

과학수사실무

2008

국립과학수사연구소

발 간 사



우리 연구소는 개소 이래 지난 반세기 동안 명실상부한 국내 유일의 감정기관, 과학수사의 요람으로 자리매김하였고, 법과학 분야에 있어 많은 발전을 이루어 왔습니다. 그러나 급변하는 환경 속에서 각종 강력사건·사고들은 그 수법이 더욱 정교하고 치밀해져 가고 있어 그에 대응하기 위해서 더욱 부단한 노력이 필요한 상황입니다.

우리는 이러한 시대적 변화에 발맞추어 미래지향적이고 발전지향적인 역동적 모습의 연구소, 과학수사를 선도하는 세계 최고의 연구소, 꾸준한 연구개발을 통하여 신속·정확한 감정으로 국민에게 신뢰를 주는 연구소라는 비전을 정립하였습니다. 또한 연구소 전반의 발전과 더불어 감정인 개개인의 능력을 강화시키는 데 주력을 다하는 한편, 일선 수사기관에서 근무하시는 여러 과학수사요원들의 역량 강화를 위해 각종 견학, 교육 프로그램 등을 실시하고 있습니다.

과학수사실무교재는 이러한 노력의 일환으로 제작된 것으로서 연구소에서 이루어지고 있는 감정업무를 9가지 전문분야로 나누어서 과학수사의 기본이론, 감정기법, 감정물 채취방법, 감정사례 등 각 분야에 대한 전문적인 지식을 수록하고 있습니다. 특히 올해에는 유전자 감정, 문서 감정, 마약류 감정, 음성음향학적 감정 등의 내용을 보강하여 최신 감정사례와 기법 등을 수록하였습니다. 이 책이 실제 사법업무에 종사하고 있는 관계자 분들에게 좋은 지침서가 되고, 아울러 범죄사건의 과학적 해결을 통한 국민의 권익구제에 도움이 되길 바랍니다.

끝으로 이 교재를 편찬하기 위하여 업무로 바쁘신 와중에도 원고 개정에 노력해 주신 직원 여러분들께 감사의 마음을 전합니다.

2008. 4.

국립과학수사연구소장 이 원 태

목 차

제1편 법의학	3
제2편 법생물학 및 DNA프로필	45
제3편 범죄심리분석	125
제4편 문서영상감정	163
제5편 약독물감정	207
제6편 마약류감정	283
제7편 화학적감정	333
제8편 물리학적감정	417
제9편 교통사고감정	535

제1편 법 의 학

- 제1장 법의학 총론

- 제2장 법의학 각론

제1장 법의학 총론

I. 죽음	7
1. 사망의 종류	7
II. 시체현상, 사후경과시간	8
1. 체온하강	8
2. 혈액침전 및 시체얼룩	9
3. 시체경직	11
4. 건조	12
5. 자가용해	12
6. 부패	13
7. 이상시체 현상	16
8. 사후경과시간의 추정	17

제2장 법의학 각론

I. 손상사 총론	18
1. 서론	18
2. 사인	21
II. 성상물체에 따른 손상의 종류	22
1. 둔기손상	22
2. 예기손상	29
3. 총기손상	33
4. 폭발물손상	38

Ⅲ. 자타살 및 사고사의 감별	39
1. 일반적 사항	39
2. 특수한 손상	41
3. 총알 상처	42

제1장 법의학 총론

I. 죽음

1. 사망(死亡)의 종류(種類)

사망의 종류(manner of death)란 사인이 어떻게 또는 누구에 의하여 초래되었는지를 말하며 다음과 같이 분류한다.

1) 외인사(外因死)

죽음이 외인 단독에 의하여 일어나거나 또는 기존 질병이 있는 상태에서 외인이 가하여져 죽음이 앞당겨진 것을 말한다. 외인사는 죽음에 이르게 한 행위자(行爲者) 및 그 의사(意思)에 따라 다음과 같이 구분한다.

(1) 자살(自殺) : 스스로 죽을 의사(意思)를 가지고 자기의 행위에 의하여 죽음에 이르는 것을 자살(suicide)이라 한다. 죽을 마음을 가지고 목을 맨다든지, 물에 뛰어든다든지 혹은 독물을 먹는다든지 하여 사망하는 것을 예로 들 수 있다.

(2) 타살(他殺) : 법적으로는 가해자의 의사에 따라 살인(영아살해, 촉탁 및 승낙살인, 위계에 의한 살인 포함), 상해치사, 과실치사(업무상 과실치사 포함), 유기치사 등으로 세분하고 있으나 법의학에서는 고의(故意)나 과실(過失)에 관계없이 타인의 행위에 의한 모든 죽음을 타살(homicide)로 분류한다.

(3) 사고사(事故死) : 죽을 의사가 없었던 자신의 행위에 의한 죽음과 타인의 의사와 행위가 전혀 개입되지 않은 죽음을 사고사(accidental death)라 한다. 예를 들어 지진이나 낙뢰와 같은 천재, 산업재해, 수영 중 익사 등을 예로 들 수 있으며, 교통사고나 의료사고와 같이 죽일 의사가 없었다 하더라도 타인의 행위가 사망의 직접적인 원인이 되었다면 법의학에서 타살로 분류한다.

(4) 불상(不詳) : 외인에 의하여 사망하였으나 외인이 누구에 의하여 어떻게 작용하였는지 알 수 없을 때는 불상(undetermined)이라고 한다.

2) 내인사(內因死)

외인사(外因死, unnatural death)와 대립되는 개념으로서 내적 원인(內的原因)에 의한 죽음을 말한다. 내적 원인이란 거의 전부 질병이므로 병사(病死)라고도 한다.

3) 불명(不明)

사인은 물론 내인사인지 외인사인지조차 구별할 수 없는 경우는 불명(unknown)이라 한다.

4) 변사(變死)

변사(unusual death)란 법률용어로서 외인사는 물론 내인사라고 하더라도 내인사라고 확인되기 이전의 모든 죽음을 말한다.

II. 시체현상, 사후경과시간

1. 체온하강(體溫下降)

1) 발생기전

생명활동이 중지되면 체내에서 열을 생산하는 화학 현상은 정지되거나 복사(輻射) 및 전도(傳導) 등 체열을 방산하는 물리학적 현상은 계속된다. 따라서 시체의 체온은 시간이 경과할수록 떨어져 결국 주위의 온도와 같아진다. 때로는 수분이 증발되어 피부는 주위의 온도보다 더 차가워질 수도 있다. 그러나 환경(環境)과 개인차(個人差)에 따라 달라진다.

2. 혈액침전(血液沈下) 및 시체얼룩(屍斑)

1) 발생기전

생전에는 적혈구(赤血球)가 혈류를 따라 순환하나 사후에는 혈액순환이 정지됨에 따라 적혈구도 정지한다. 따라서 사후에 일정한 자세를 계속적으로 취하고 있으면 미세한 적혈구도 중력에 의하여 혈관을 따라 점차 낮은 곳으로 흘러내려 시체 아래쪽의 모세혈관에 모인다. 이러한 현상을 혈액침전(hypostasis)이라 한다. 혈액침전은 시체의 외표피(外表) 및 내장(內臟)에 모두 일어나며 외표피에서 보이는 것을 특히 시체얼룩(postmortem lividity 혹은 livor mortis)이라고 한다.

2) 색깔

- (1) 검붉은색(暗赤色) : 정상적인 경우
- (2) 붉은색(鮮紅色) : 익사(溺死), 저체온사(低體溫死), 사망 후에 냉장고 등 차가운 곳에 둔 경우, 일산화탄소나 시안산 중독
- (3) 갈색(褐色調) : 염소산칼륨, 아질산소다 등의 중독
- (4) 녹색(綠色調) : 황화수소가스 중독

3) 발현부위

시체얼룩은 원칙적으로 시체가 취하고 있는 체위(體位)의 아래쪽에 나타난다. 따라서 시체가 누운자세(仰臥位, supine 혹은 face-up position)를 취하면 등 쪽, 즉 목덜미나 등, 허리, 팔다리의 뒤쪽에 나타난다. 반대로 엎드린 자세(腹臥位, prone 혹은 face-down position)를 취하면 배 쪽, 즉 얼굴, 가슴, 배 및 팔다리의 앞쪽 등에 나타난다. 그러나 체위의 아래쪽이라 하더라도 지면(地面) 또는 물체에 의하여 압박되면 혈액이 모세혈관 안으로 흘러들어가지 못하므로 시체얼룩이 나타나지 않는다. 따라서 발견 당시의 체위에 합당하지 않은 시체얼룩을 보거나 나타날 부위에 결여되었다면 이는 사망 당시의 체위를 변경(變更)하거나 시체를 이동(移動)하였다는 근거가 되며, 어떤 물체에 눌렸을 때는 작용면과 동일한 형태로 시체얼룩이 나타나지 않는다.

4) 속도 및 강약

흐르는 피(流動血)가 많을수록 적혈구의 이동성이 크기 때문에 시체얼룩은 빠르고 강하게 나타난다. 따라서 급사나 질식사에서 가장 빠르고 뚜렷하며 때로는 일혈점(溢血點)을 형성한다. 반면 병적 창백함이나 외상으로 인하여 실혈되면 흐르는 피가 적거나 없기 때문에 시체얼룩은 느리고 약하게 발현된다. 또 중간에 시체의 체위를 변경시키면 시체얼룩의 발현이 늦어지며 수중에서와 같이 끊임없이 체위가 변할 때에는 생기지 않을 수도 있다.

5) 시체얼룩의 변형

(1) 퇴색(褪色) 및 자리바꿈(轉位) : 침윤성 시체얼룩이 형성되기 전에 압력을 가하면 혈관 내의 혈액은 밀려나기 때문에 시체얼룩은 퇴색하거나 없어진다. 또한, 사후 4~5시간 이내에 체위를 변경시키면 변경된 체위의 아래쪽에 시체얼룩이 다시 형성되고 먼저 나타났던 곳에서는 소멸되는데 이러한 현상을 시체얼룩의 자리바꿈이라고 한다.

(2) 재형성(再形成) 및 고정(固定) : 일단 침윤성 시체얼룩이 형성되면 체위를 변경시켜도 소멸되지 않으며 시간이 그리 오래 경과되지 않았다면 남아있는 흐르는 피에 의하여 변경된 체위의 아래쪽에 또다시 새로운 시체얼룩이 형성될 수 있다. 그러나 시체얼룩이 최고조에 달하는 시간이 경과하면 시체의 체위를 변경하여도 변경된 체위의 아래쪽에 새로운 시체얼룩이 형성되지 않는데, 이를 시체얼룩의 고정이라 한다.

6) 피부밑출혈(皮下出血)과의 감별

	시체얼룩	피부밑출혈
1. 발현부위	체위의 하방부	일정하지 않음
2. 압박부	보지 못함	관계없음
3. 퇴색 및 자리바꿈	침윤성 시체얼룩 전에는 가능	보지 못함
4. 절개	유혈(流血)이 없거나 흐르는 피로서 쉽게 닦임	굳은피(凝血)로서 닦이지 않음
5. 조직 검사	혈구(血球)를 보지 못함	혈구 및 파괴물을 봄

3. 시체경직(屍體硬直)

1) 정의

사망 후 일정한 시간이 경과하면 근육이 경직되어 관절이 고정되므로 시체가 뻣뻣해지는 현상을 말하며, 이를 시체경직(postmortem rigidity 혹은 rigor mortis) 또는 시체굳음(屍剛)이라 한다. 때로는, 시체경직이 수분 내, 드물기는 하지만 사망 즉시 나타나기도 하는데 이를 시련(屍攣, cadaveric spasm) 또는 즉시성 시체경직(即時性 屍體硬直, instantaneous rigor)이라고 한다.

2) 발생기전

(1) ATP설 : 현재 받아들여지고 있는 설임.

(2) 유산설(乳酸說), 신경설(神經說) 및 건조설(乾燥說) : 과거에 제창되었으나 현재는 모두 받아들여지지 않고 있다.

3) 영향인자

(1) 기온(氣溫) : 온도가 높을수록 출현과 소실이 모두 빠르며 온도가 낮을수록 느리다.

(2) 개인차(個人差) : 근육의 발달이 좋을수록 강하고 오래 지속되며 어린이, 노인과 쇠약자는 출현이 빠른 대신 지속시간이 짧고 정도도 약하다.

(3) 죽음 직전의 상태 및 사인(死因) : 죽기 직전에 격렬한 근육운동을 하거나 strychnine중독 때와 같이 경련(痙攣)이 일어나면 ATP가 빨리 소실되어 경직의 출현이 빠르다. 급성열성질환, 열사병을 비롯한 고체온증(高體溫症, hyperthermia) 및 체온조절중추의 실조(失調) 등에 의해 사망 당시의 체온이 높을 때에도 출현이 빠르다.

4. 건조(乾燥)

1) 호발부위

눌린자국(壓迫痕)이나 피부까짐, 개방성 손상(開放性 損傷)의 가장자리 또는 화상(火傷) 등 손상을 받은 부위나 치열외로 돌출된 혀끝 등

2) 주의점

입술이나 음낭(陰囊)의 피부는 다른 곳보다 빨리 건조되어 암갈색의 혁피상으로 변하기 때문에 피부까짐이나 피부밀출혈로 오인하기 쉽다.

5. 자가용해(自家融解)

1) 발생기전

세포가 사망하면 세포를 구성하는 성분은 각종의 세포 내 자가효소(自家酵素)에 의하여 혐기적 분해(嫌氣的 分解)가 일어나는데 이를 자가용해(autolysis)라 한다. 자가용해는 다음에 설명하는 부패와 같이 고온에서 빨리 진행되며 한랭에서는 지연된다. 동결되거나 강한 열이 작용되면 효소가 불활성화되어 진행이 정지된다.

2) 형태학적 변화

(1) 자가용해로 용혈되면 적혈구에서 유래된 혈색소가 지주막하강, 혈관내벽, 심장내벽 및 주위조직에 침윤되어 검붉은색을 띤다. 담즙(膽汁)은 담낭(膽囊)의 점막을 염색시키며 주위의 간이나 위벽을 착색시키기도 한다.

(2) 생전에는 위점막이 위액으로부터 보호되나 사후에는 위액에 의하여 소화되며, 심할 때는 체위 아래쪽의 위벽이 뚫릴 수 있다.

6. 부패(腐敗)

1) 발생기전

부패(putrefaction)는 세균(細菌)의 작용에 의하여 일어나는 변화라는 점에서 앞에 기술한 자가용해와 구별된다. 부패균(腐敗菌)은 주로 혈관 내 혈액 중에서 번식하며 자기가 발생시킨 가스의 압력에 의하여 온몸으로 이동한다. 부패에 의하여 각종의 참견현상이 일어나며 이는 사인의 결정에 혼동을 초래하거나 또는 사인을 알 수 없게 하는 가장 중요한 원인이 된다.

2) 영향인자

(1) 외인자(外因子)

가) 기온(氣溫) : 부패에서 가장 중요한 인자로 온도가 세균이 번식하기에 적당하면 부패가 빨리 진행되며 너무 낮거나 높으면 지연되며, 20~30℃에서 가장 빨리 진행된다.

나) 습도(濕度) : 대체로 공기 중의 습도가 높을수록 부패가 빠르며 건조할수록 느리다. 그러나 수중 등과 같이 습도가 너무 높으면 오히려 지연된다.

다) 공기의 유통(流通) : 공기의 유통이 있으면 부패의 진행이 빠르다. 그러나 공기의 유통이 너무 좋으면 건조가 빨리 진행되므로 부패를 지연시킨다.

라) 곤충 및 동물의 침습(侵襲) : 부패에 영향을 미치는 또 다른 중요한 인자로는 곤충, 특히 파리와 식육동물(食肉動物)에 의한 사후손상을 들 수 있다. 이들이 쉽게 접근하여 시체를 손괴시키면 부패가 가속화된다. 반면 실내나 비닐 등에 싸여 있어 접근로가 차단되면 아무런 영향을 미치지 못한다. 파리는 기온이 낮거나 건조하면 잘 발생하지 않으며 비가 올 때는 접근하지 않는다.

마) 시체가 놓여있는 환경에 따라 부패의 정도는 달라진다. 통풍(通風), 온도(溫度) 및 습도(濕度)가 적절하면 부패는 빠르고 그렇지 않으면 지연된다. 따라서 일반적으로 공기 중에서 가장 빠르며 물속 및 흙속의 순을

보인다. 공기 중에서 1주 정도 걸려 진행되는 부패의 정도는 물속이라면 2주, 흙속이라면 8주가 걸린다고 한다. 이를 ‘Casper의 부패법칙’이라고 한다.

(2) 내인자(內因子)

가) 개인차(個人差) : 혈액을 포함하여 수분이 풍부할수록 부패가 빠르다. 따라서 유아, 소아, 청장년, 노인의 순으로 빠르다. 또한 영양상태가 좋고 비만할수록 빠르고 영양상태가 불량하거나 마를수록 느리다.

나) 사인(死因) 및 질병(疾病) : 패혈증(敗血症), 괴저성 질환(壞疽性疾患), 세균성 전염병(細菌性傳染病)과 같이 원래 세균의 번식이 있었던 경우는 부패가 빠르다. 패혈증으로 사망하였을 때는 9~12시간 내에 심하게 부패되는 경우도 있다. 다음으로 수종(水腫)이 있는 환자와 질식사를 포함한 급사(急死)에서 빠르다. 반면 실혈, 설사, 구토 및 기아 등에 의하여 탈수된 시체는 부패가 느리다. 개방성 손상이 있으면 외부세균과 파리가 쉽게 접근할 수 있으므로 국소부(局所部)는 물론 시체 전체의 부패속도가 빨라진다.

다) 착의(着衣) : 다른 조건이 같다면 옷을 적게 입을수록 빨리 부패되는데 이는 공기의 유통과 관계된다. 또한 옷은 햇볕과 파리의 접근을 막아주기 때문에 부패를 지연시킨다. 옷이나 다른 물체에 의하여 압박된 부위는 부패가 지연된다.

(3) 장기(臟器)에 따른 차이

부패의 정도를 가늠하는 기준이 애매하기는 하나 기관점막은 공기와 접촉되어 있고 정상세균총(正常細菌叢, normal flora)이 존재하므로 가장 빨리 부패된다. 그 다음으로 유아의 뇌, 위, 장관, 비, 대망 및 장간막, 간, 성인의 뇌, 임신자궁, 심장, 폐, 신, 방광, 식도, 췌, 횡경막, 혈관, 자궁, 전립선, 건, 인대의 순이며 이는 대체로 수분의 함량과 관계된다. 그 후 모발 및 손발톱도 점차로 소실되며 결국 골조직 및 치아만 남았다가 이들도 소실된다.

3) 형태학적 변화

(1) 부패성 변색(腐敗性 變色) : 피부가 녹색으로 변화하는 현상으로 부패로 인하여 생성된 황화수소(hydrogen sulfide)가 혈액소와 결합하여 황화헤모글로빈(sulfhemoglobin, sulfHb) 또는 황화메트헤모글로빈(sulfmethemoglobin, sulfmetHb)을 형성함으로써 일어난다.

(2) 부패무늬(腐敗網) : 부패균이 혈관계, 특히 정맥계 내에서 번식하면 용혈 또는 부패된 혈액소나 sulfHb, sulfmetHb 등이 정맥 주위에 침윤된다. 이로 인하여 사후 2~3일이 지나면 피하의 정맥망(靜脈網)이 암녹색을 띠면서 외표피에 그대로 드러나 나뭇가지 모양으로 보이는데 이를 부패무늬(marbling) 또는 수지상문(樹枝狀紋, arborescent marking)이라 한다. 부패무늬는 비교적 큰 정맥이 피하를 주행하는 어깨, 상흉부, 사타구니 및 하지 등에서 잘 볼 수 있다.

(3) 부패수포(腐敗水疱) : 부패무늬를 형성하는 시기가 지나면 부패가스가 축적되어 온몸은 서서히 팽대(膨大)되기 시작한다. 피하조직에서 발생하는 부패가스는 표피의 하방에 거품(氣泡)을 형성하며 또한 체액이 동시에 침출되어 수포(水疱)를 형성하는데 이를 부패(수)포(putrefacted vesicle)라 한다. 부패수포는 처음에는 군데군데 나타나나 점차 융합되어 커지며 파열되기 쉽다.

(4) 사천왕현상(巨人樣外觀) : 피하조직 및 근육에 부패가스가 많이 축적되어 기종상(氣腫狀)이 되면 온몸이 거대해져 소위 사천왕현상(gigantism)을 나타낸다. 이러한 현상은 흔히 안면부부터 시작되며 특히 안구 및 혀가 돌출되고 안검, 입술 및 비익(鼻翼)을 비롯하여 전체적으로 종대된다. 또한 복부는 팽만되고 음낭이나 음경도 거대해진다. 이때 부패성 변색은 더욱 강하여져 녹색(綠色)에서 암녹색(暗綠色), 심지어 흑색(黑色)으로 변한다. 사천왕현상을 보이는 시체는 생전에 비만하였던 것으로 오인할 수 있다. 그러나 체중을 달아보면 육안으로 계측하였던 것보다 훨씬 가볍다.

(5) 기타

가) 장기(臟器) : 속찬장기는 부패가 진행될수록 체액이 빠져나가 중량이 감소한다. 부패가스가 발생하면 해면상(海綿狀)이 되는데 이를 포말장

기(泡沫臟器, foaming organs)라 한다. 전반적으로 부패의 정도가 경하더라도 장관(腸管), 특히 장관이 밀집되어 있는 골반강내(骨盤腔內)에서는 변색이 뚜렷하고 부패가스에 의하여 팽만되어 장단힘증(腸閉塞症) 및 장경색(腸梗塞)으로 오인할 수 있다. 췌(胰)가 부패되면 육안상 출혈과 비슷하게 보여 출혈성 췌염으로 오인될 수 있으며 조직학적 검사상 췌괴사(胰壞死)와 같은 소견이 보통 사후 수 시간 내에 일어난다. 이런 경우 염증(炎症)과 지방괴사(脂肪壞死)가 동반되지 않으면 사후변화로 간주하여야 한다.

나) 부패체액(腐敗體液) : 부패액은 체강, 특히 양측 흉강 내에 각각 200 ml 이하로 고일 수 있는데 이를 가슴속출혈(血胸)과 혼동하면 안 된다. 또한 부패가 진행되면 용혈된 혈액은 조직 내로 침출되는데 특히 두 피에서는 멍(挫傷)과 감별하기 힘들므로 멍으로 속단하면 안 된다.

다) 모발 및 피부의 탈락 : 부패가 진행되면 모발이 탈락하며, 손발의 피부도 장갑상 또는 양말상으로 탈락한다.

라)白骨화(白骨化) : 물렁조직이 모두 붕괴되면白骨화되는데 그 기간은 매우 다양하다.

7. 이상시체현상(異常屍體現象)

1) 미라화

시체에서 수분(水分)이 급속히 소실되면 부패는 정지되고 시체는 건조되는데 이러한 현상을 미라화(mummification)라 하며 그 시체를 미라(mummy)라고 한다.

2) 시체밀랍(屍蠟化)

드물게 보는 현상으로 시체의 중성지방(中性脂肪)이 시체에 존재하는 지방분해효소(脂肪分解酵素) 또는 세균의 효소에 의하여 가수분해(加水分解)되어 고형의 지방산(脂肪酸) 또는 그 화합물을 형성함으로써 비누와 같은 불용성(不溶性)의 시랍(屍蠟, adipocere)을 형성한다. 피하지방에 가

장 흔히 형성되나 지방이 있는 조직이면 모두 형성될 수 있다.

3) 태아물렁화(屍胎浸軟)

태아가 자궁 내에서 사망하였으나 배출되지 않으면 자궁 내는 무균상태(無菌狀態)이므로 부패는 일어나지 않고 자가용해만 진행된다. 이러한 현상을 태아물렁화(maceration)라 하며 그 태아를 침연아(浸軟兒)라 한다.

8. 사후경과시간의 추정

법의학에서 사후경과시간을 정확히 추정하는 것이 극히 중요한 과제이기는 하나 근거의 핵심(核心)이 되는 사후변화(死後變化)에는 너무나 많은 변수(變數)가 작용하기 때문에 매우 어려운 일이다. 육안으로 보거나 만져보는 등 감각(感覺)을 통한 검사는 물론, 좀더 정확하다고 볼 수 있는 체온의 측정도 전적으로 믿을 수는 없다. 또한 비교적 객관적이라고 볼 수 있는 생화학 검사(生化學 檢査)도 아직까지는 믿을 만한 성과를 올리지 못하고 있다. 따라서 기껏해야 넓은 범위의 시간대로 추정하는 정도이며 시간이 많이 지날수록 그 범위는 넓어질 수밖에 없다. 그러나 이러한 악조건(惡條件)에도 불구하고 주어진 상황하에서 근접한 추정을 하도록 노력하여야 할 것이다. 한편, 현장에서 수거되지 않은 우편물이나 신문, 불이 켜져 있는지의 여부, 잠자리의 상태, 식사 중 또는 설거지의 여부, 펼쳐져 있는 TV 스케줄, 입고 있는 옷, 주머니 속의 영수증이나 신문 등이 발견될 수 있고, 수사상 최후로 목격된 시간 등이 확인될 수 있는데, 이는 비록 과학적인 방법은 아니나 때로는 가장 과학적이고 확정적일 수 있다.

제2장 법의학 각론

I. 손상사 총론

1. 서론

1) 정의

(1) 일반적 정의 : 의학적으로 손상(損傷, injury)이란 그 원인이 무엇이든 조직의 정상적 구조가 형태학적(形態學的)으로 파괴되는 것으로서 상처(傷處, wound) 그 자체를 말한다. 물리적 외력(物理的 外力, physical force)은 물론 화학물질(化學物質), 고온(高溫) 및 한랭(低溫), 전기력(電氣力) 등 거의 모든 외인(外因)이 손상을 일으킬 수 있다. 뿐만 아니라 질병(疾病)에 의한 조직의 파괴, 예를 들어 심근경색(心筋梗塞), 폐결핵(肺結核), 위장관궤양(胃腸管潰瘍) 등도 모두 손상에 속한다.

(2) 법의학적 정의 : 손상을 위와 같이 광범하게 정의하면 거의 모든 죽음이 손상사라는 결론에 달한다. 따라서 법의학에서는 물리력(物理力)에 의한 형태학적 파괴만 손상이라 하며 외상(外傷, trauma)과 동의어로 쓴다. 즉 손상사(death due to injury)라 함은 기계적 외력(機械的 外力, mechanical force)에 의한 기계적 손상(機械的 損傷, mechanical injury)으로 사망한 것을 말한다.

(3) 일반적으로 손상은 성상물체(成傷物體)에 따라 둔기, 예기, 총기 및 폭발물 손상으로 나누며 피부의 연속성이 파괴되었는가에 따라 개방성 손상(開放性 損傷, open injury)과 닫힌 손상(非開放性 損傷, non-open injury)으로 분류한다. 개방성 손상은 창(創), 닫힌 손상은 상(傷)이라 하며 이들을 합하여 창상(創傷)이라고 한다.

2) 검사

(1) 일반적 원칙

가) 손상의 부위, 종류, 수, 크기 및 정도, 형태, 방향, 배열상태, 착의와의 관계 등을 면밀히 관찰

나) 궁극적으로 어떠한 물체(物體)가 어떠한 상황(狀況)에서 어떻게 작용(作用)하였는지를 추정하도록 노력하여야 하며, 이를 토대로 자타살(自他殺) 및 사고사(事故死)의 감별과 더불어 사인(死因)을 결정한다.

다) 크고 심각한 손상은 사인과 직접적인 관계를 가지며 작고 경미한 손상은 비록 사인과는 관계가 없더라도 수상상황(受傷狀況)을 추정하는데 중요한 의미를 가질 때가 많으므로 어떠한 손상도 가볍게 여겨서는 안 된다.

라) 시체가 건조(乾燥) 또는 부패(腐敗)되면 손상도 변형(變形)되므로 주의하여야 하고, 손상 자체뿐만 아니라 주변조직의 변화나 감염(感染)의 여부 등도 함께 관찰하여야 한다. 손상부위나 주위 또는 착의(着衣)에 부착된 이물(異物)은 손상의 기전이나 상황을 추정하는데 중요한 자료가 되므로 이에 대한 관찰과 채취도 게을리 하지 말아야 한다. 때로는 체내에 탄환(彈丸), 인기(刃器)나 자기(刺器)의 조각, 혹은 둔기(鈍器)의 파편 등이 남아 있을 수 있다.

마) 손상은 신체도(身體圖)(부록)를 이용하여 그려 넣는 것이 가장 확실하고 편리하며 자세한 형태와 실측(實測)이 필요할 때에는 투명지(透明紙)를 대고 복사하여도 좋다. 사진은 사망 당시의 상태 그대로 촬영한 후, 혈액(血液)과 오물(汚物)을 깨끗이 닦고 모발(毛髮)이 있는 부위는 삭발하고 다시 촬영한다. 후일 촬영된 부위를 쉽게 알아볼 수 있도록 신체의 표준점을 포함시키며 크기를 알아볼 수 있도록 자를 대고 찍는다.

바) 필요할 때는 부검 전 혹은 후에 방사선단순촬영, 컴퓨터단층촬영, 동맥조영술 등의 방사선학적 검사(放射線學的 檢查)와 더불어 조직학적(組織學的) 및 조직화학적 검사(組織化學的 檢查)를 시행한다.

(2) 검사사항

가) 부위 : 인체의 해부학적 명칭을 사용하고, 정확성을 기하기 위하여

표준선(標準線) 또는 표준점(標準點)으로부터의 방향과 거리를 표시한다.

나) 성상 : 손상의 성상은 성상물체의 종류와 외력이 가해진 방향을 비롯한 수상상황(受傷狀況)을 추정하는데 도움이 된다.

다) 개수, 크기 및 상호관계 : 손상이 클 때는 하나하나 계측하며 작은 손상이 집합되어 있을 때는 한꺼번에 계측한다. 길이와 폭 또는 장경(長徑)과 단경(短徑)을 측정하며 개방성 손상은 깊이를 잴다. 멍(挫傷)과 같이 외견상 경계가 명료하지 않으면 절개하여 그 크기를 명백히 한 후 계측한다. 다수의 손상이 여러 군데에 산재하거나 한 곳에 밀집되어 있을 때에는 하나하나를 관찰함과 동시에 성상(性狀)이나 배열(配列) 등 상호관계가 큰 의미를 가지므로 전체적으로 다시 관찰한다.

3) 개방성 손상(開放性 損傷)의 일반적 사항

(1) 상처구멍(創口) : 피부에 형성된 창(創) 자체, 즉 창(創)의 입구로서 상처 가장자리(創緣, wound margin)와 상처각(創端, wound angle)으로 구성된다. 상처가장자리는 상처구멍의 변연(邊緣)을, 상처각은 상처가장자리가 만나는 부위를 말하며 특히 각을 이루었을 때는 창각(創角)이라고도 한다. 한편, 변형된 상태 그대로 검사하는 것은 의미가 없으므로 양측의 피부를 손가락으로 모으거나 투명한 접착테이프로 재건하여 검사하여야 한다.

(2) 상처공간(創腔) : 상처공간(wound cavity)은 창면(創面, wound surface)과 창저(創底, wound base)로 구성되는 창(創)의 공간으로서 창동(創洞)이라고도 한다. 찢린상처(刺創)나 총알 상처(銃創)에서와 같이 모양이 길고 가는 때에는 찢린상처관(刺創管) 또는 사창관(射創管)이라고도 부른다.

(3) 창면(創面) : 창벽(創壁)이라고도 하며 상처가장자리에서 창저에 이르는 상처공간의 면을 말한다. 창저는 상처공간의 바닥으로서 찢린상처에서는 한 점(點)일 때가 많고 벤상처에서는 선상(線狀)이며 찢은상처나 찢긴상처에서는 면(面)을 이룰 때가 많다. 관통되었을 때는 창저가 없다. 상처공간에서는 방향과 깊이를 관찰하여야 한다. 그러나 핀셋이나 탐침(探針, probe) 또는 손가락 등을 함부로 사용하여 손상을 변형시키지 말아야 한다.

2. 사인(死因)

1) 손상으로 인한 사망

(1) 중요장기의 손상

가) 형태학적 파괴(形態學的 破壞) : 뇌, 심장 또는 폐 등과 같이 생명을 유지하는 데 필수적인 중요장기가 생명유지에 부적합할 정도로 파괴되는 경우

나) 기능장애(機能障礙) : 생명유지장기에 일어난 손상 자체는 경미하나 이로 인하여 발생한 2차적인 기능장애가 치명적일 수 있는데, 가장 흔히 보는 것이 두개강내출혈(頭蓋腔內出血)과 심장탐포네이드이다. 그 외 여러 늑골골절에 의한 흉곽동요(胸廓動搖, flail chest), 기흉(氣胸, pneumothorax), 뇌간출혈(腦幹出血), 상부경수손상(上部頸髓損傷) 등도 이에 속한다.

(2) 온몸 장애

가) 실혈(失血) : 체내(體內) 또는 체외(體外)로 대량의 출혈이 일어나 사망에 이르는 것을 실혈사(失血死)라 하며 손상으로 인한 사인 중 가장 흔하다. 심장이나 대혈관을 비롯하여 간, 비, 신, 폐와 같은 속찬장기가 파열되었을 때는 물론 작은 혈관이라도 동시에 여러 개가 파탄되면 실혈사에 이를 수 있다.

나) 쇼크 : 쇼크(shock)란 혈관 내에 순환하는 혈량(血量)이 감소하거나 순환계, 특히 말초혈관의 장애로 일어나는 온몸 기능장애(全身的 機能障礙)를 말한다.

(3) 흡인성 질식(吸引性 窒息) : 머리(頭部) 및 경부(頸部)의 손상 시 혈액을 흡인하여 질식 사망할 수 있다.

(4) 색전증(塞栓症) : 색전증(embolism)이란 혈액에서 유래된 물질이나 외부로부터 침입한 물질이 혈관을 따라 다른 곳으로 자리바뀔(轉位)되는 것을 말한다. 색전증의 거의 대부분은 혈관내혈전(血管內血栓)이 혈관 내 벽으로부터 떨어져 나가는 혈전색전증(血栓塞栓症, thromboembolism)이다. 그 이외에 외상이나 수술 등에 의하여 공기(空氣), 지방(脂肪), 양수(羊水), 골(骨)이나 간(肝) 등의 정상조직이 색전을 형성할 수 있으며 암조

직과 같은 이상조직, 세균 및 기생충 등에 의한 경우도 있다. 이중 외상에서 특히 문제되는 것은 공기색전증과 지방색전증이다.

2) 손상에 속발된 사망

(1) 창상(創傷)을 통한 2차적 감염증 등

(2) 외상성 후발성 뇌졸중(外傷性 後發性 腦卒症), 동맥류(動脈瘤), 심장류(心臟瘤), 머리손상 후의 정맥동 혈전(靜脈洞血栓) 등

II. 성상물체에 따른 손상의 종류

1. 둔기손상(鈍器損傷)

1) 피부까짐(表皮剝脫)

(1) 정의 및 형성기전

가) 피부의 맨바깥층인 표피(表皮, epidermis)만 벗겨져나가 진피(眞皮, dermis)가 노출되는 손상을 피부까짐(abrasion 혹은 excoriation)이라고 한다. 이는 대부분 둔기(鈍器)의 압박(壓迫), 일회찰과(一回擦過) 또는 반복마찰(反復摩擦)에 의하여 형성된다. 형성기전에 따라 다음과 같이 나눌 수 있다.

나) 개괌상처(擦過傷) : 표면이 거친 둔체에 의하여 한쪽 방향으로 마찰되어 생기는 것으로 전도(轉到)나 추락(墜落) 시 지면(地面)에 밀리면서 형성되는 것이 좋은 예이다. 개괌상처의 변형으로서 생채기(scratch)가 있는데 이는 첨부(尖部)나 날이 있는 비교적 가벼운 흉기에 의하여 일어나는 손상을 말한다. 손톱으로 할퀴거나 눌러 형성되는 조흔(爪痕, fingernail mark)은 생채기와 매우 비슷하므로 같이 취급하기도 한다. 찰상(擦傷, graze)은 탄환(彈丸)이 피부를 스쳐 지나갔을 때 보는 피부까짐을 말한다.

다) 피부마찰까짐(摩擦性 表皮剝脫) : 둔체가 한 부위에 반복적으로 마찰되어 형성된다. 예를 들어 수갑을 채우거나 끈으로 사지를 묶었을 때 풀려는 노력에 의하여 지속적으로 마찰되어 형성되는 경우이며 이때는 화상(火傷)이 동반될 수도 있다.

라) 피부눌림까짐(壓迫性 表皮剝脫) : 피부눌림까짐(imprint excoriation)은 피부가 둔체에 의하여 직각으로 또는 그와 비슷한 방향으로 압박되어 형성되며 교합 시 보는 교흔이나 자동차 차 깔림 시 보는 바퀴흔이 좋은 예이다.

(2) 소견

가) 형태 : 피부까짐은 반드시 물체가 작용한 면의 형상(形狀)과 작용방향(作用方向)에 일치하여 생기는 것이 특징이다. 피부눌림까짐은 작용한 성상물체의 작용면의 크기와 일치하는 것이 특징이다.

나) 경시적 변화 : 생체에서는 수 시간 내에 치유기전(治癒機轉)이 시작되며 이러한 활력반응은 수 후 경과시간을 추정하는데 도움이 된다. 대개 하루 내지 이틀 동안 조직액이 스며 나와 혈가(血痂)를 형성한다. 그 후 점차 딱지(痂皮, crust)가 형성되어 갈색(褐色調)을 띠고 주변부로부터 딱지가 탈락하면서 회복된다. 치유기간은 손상의 정도, 2차 감염 및 반복 손상 등에 따라 다르기는 하나 일반적으로 7~10일이 지나면 딱지가 자연히 탈락되면서 치유된다. 사후에는 시간이 경과함에 따라 건조되어 담갈색(淡褐色)에서 황갈색(黃褐色) 또는 암갈색(暗褐色) 심지어 흑색(黑色)으로 되며 딱딱하여져 소위 혁피상(革皮狀)이 된다. 건조되면 범위도 넓어질 수 있다.

(3) 감별점

가) 사후손상(死後損傷)

나) 참견현상(干涉現象)

(4) 법의학적 의의 : 피부까짐의 정도가 경미하면 임상적으로는 큰 의미가 없으나 법의학적으로는 너무 작기 때문에 무시하여서는 안 되는 매우 중요한 손상이다. 따라서 그 위치, 형태, 크기 및 방향 등을 상세히 관찰하여야 한다.

- 가) 내부손상 및 사인의 지표
- 나) 성상물체의 추정
- 다) 외력의 시발점과 작용방향

2) 멍(挫傷)

(1) 정의 및 형성기전 : 둔력(鈍力)에 의하여 피부는 파열되지 않고 진피(眞皮) 및 피하지방조직(皮下脂肪組織)이나 그 하방의 근육을 비롯한 물렁조직 또는 양자 모두가 으깨(挫滅)지고 동시에 주로 모세혈관, 때로 정맥이 파열되어 해당부위 및 주위의 조직간(組織間)에 일어나는 출혈을 말한다. 멍은 거의 대부분 타격(打擊)에 의하기 때문에 타박상이라고도 하며 또한 대부분 피하조직에 일어나기 때문에 피부밑출혈(皮下出血)이라고도 한다.

(2) 소견

가) 형태 : 둔체가 피부를 압박하였을 때 유두(乳頭)의 모세혈관이 파탄되어 미세한 점모양출혈(點狀出血) 또는 일혈점(溢血點)을 보는 수가 있는데 이를 피내출혈(皮內出血)이라고 한다. 이는 울혈(鬱血)에 의해 나타나는 일혈점과는 달리 활력반응(生活反應)의 하나이며 둔체가 작용한 부위에만 형성된다. 피부밑출혈은 약 1 cm까지의 크기는 일혈(鎰血), 그 이상의 크기는 얼룩출혈(出血斑), 반상출혈(斑狀出血) 또는 일혈반(溢血斑)이라 하며 출혈량이 많아서 피부면이 융기될 정도면 혈종(血腫)이라 한다.

나) 본뜬멍(定形挫傷)을 잘 인식하면 성상물체가 2개 혹은 그 이상인지 또는 어떤 둔기가 사용되었는지 감별할 수 있다. 채찍류와 방망이류 등에 의하여 이러한 손상이 잘 형성된다. 또한 운전자의 흉부에 운전축(運轉軸)의 모양이 인상되거나 차 깔림된 보행자에서 보는 바퀴흔도 흔히 보는 예이다. 총알 상처의 상처구멍(創口) 주변에 총구(銃口)가 인상이 되어 피부까짐을 동반하는 멍이 형성될 수도 있다.

다) 두줄출혈(重線出血) : 회초리, 지팡이, 혁대, 대나무자, 알루미늄관 또는 채찍 등과 같이 어느 정도 폭이 있으면서 비교적 가벼운 물체로 때리면 외력이 가하여진 양측에서 출혈을 보는데 이를 두줄출혈(parallel

linear hemorrhage 혹은 double lined hemorrhage)이라 한다. 이러한 현상은 표재 모세혈관(表在性 毛細血管)만 파열되고 출혈은 성상물체의 압력에 의하여 측방(側方)으로 밀리기 때문에 일어난다.

(3) 발생부위 : 멍은 외력이 가하여진 부위에 발생하는 것이 일반적이다. 그러나 피부까짐과는 달리 외력이 가하여진 부위의 주변이나 멀리 떨어진 곳에 형성되는 경우도 있다. 또한 외력이 가하여졌다고 반드시 멍이 형성되거나 형성된 멍이 반드시 인지되는 것은 아니다. 예를 들어 근육과 같이 깊은 곳에 있는 경우는 외견상 관찰되지 않으며 복부(腹部)가 때렸을 때는 심각한 장기손상(臟器損傷)을 일으켜도 복벽(腹壁)에는 멍이 나타나지 않을 수 있다.

(4) 경시적 변화

가) 색깔의 변화 : 표재성인 경우 신선할 때는 일반적으로 종창(腫脹)과 더불어 청자색(靑紫色)을 띤다. 대체로 3일쯤 경과하면 담청색(淡靑色)이 되고 5~8일쯤이면 녹색(綠色調)을 띠며 점차 녹황색(綠黃色), 황갈색(黃褐色)이 되고 결국 10일에서 2주쯤이면 완전히 황색조(黃色調)를 띠면서 2~4주면 흡수, 소실된다. 그러나 색깔의 변화로 수상 후 경과시간을 추정하는 것은 그 크기, 깊이 및 국소적인 혈액순환의 정도 등 많은 인자에 의하여 좌우되기 때문에 실제로 정확하지는 못하다.

나) 조직학적 소견 : 수상 후 경과시간을 추정하는데 조직학적 검사도 도움이 된다. 즉 대식세포(大食細胞, macrophage) 내에서 빠르면 수상 후 24시간 내에 혈철소(血鐵素, hemosiderin) 과립이 관찰된다. 그러나 대개 수상 후 3~4일이 지나야 혈철소로 변화되며 철반응(鐵反應)으로 증명된다. hematoidin도 세포 내에서 관찰되기는 하나 이는 수상(受傷) 수일 내지 1주일까지는 나타나지 않는다.

(5) 감별

가) 시체얼룩(屍斑)

나) 병적 피부밑출혈(病的 皮下出血)

다) 사후출혈(死後出血)

(6) 법의학적 의의

가) 자타살의 감별 : 둔력이 가해졌다는 근거가 되며 대개 사고사(事故死) 또는 타살(他殺)이다. 타격은 통증(痛症)을 동반하기 때문에 자살의 방법으로는 잘 사용되지 않는다.

나) 질식사(窒息死) : 경부에서 보는 멍은 비록 희미하고 작다 하더라도 손줄림사(扼死) 시 손가락, 끈줄림사(絞死)나 목맴(縊死) 시 끈에 의하여 형성되었을 가능성이 있으므로 특별한 주의를 요한다. 또한 외부에서 아무런 소견을 보지 못한다 하더라도 손줄림사 시는 거의 예외 없이 경부근육에서 출혈을 볼 수 있다. 견갑부의 멍이나 피부까짐은 바닥이나 단단한 면에 몸이 압박되었다는 것을 의미한다. 예를 들어 끈줄림사 또는 손줄림사 시 피해자의 몸 위에서 압박을 가할 때 생길 수 있다. 팔에서 보는 멍은 손으로 저항한 것을 의미한다.

다) 강간(強姦) : 대퇴부(大腿部)의 내측이나 성기(性器)에서 멍을 보면 대개 강간에 의한 것이다. 발로 차는 경우에는 심한 멍을 보며 때로는 찢긴상처가 형성된다.

라) 머리(頭部) : 머리의 멍은 놓치기 쉬우므로 섬세하게 찾아야 하며 의심될 때는 머리카락을 자르거나 면도한 후 검사하여야 한다. 잘 보이지 않을 때는 만져보면 비교적 잘 알 수 있다.

마) 만성 에틸알코올중독(慢性 酒精中毒) : 다양한 색깔의 멍이 특히 안면부와 관절부를 비롯하여 외상을 받기 쉬운 부위에 형성되어 있으면 오랜 동안 반복하여 외력을 받았다는 것을 의미하며 만성 에틸알코올중독자일 때가 많다.

3) 찢긴상처(挫裂創)

(1) 정의 및 형성기전 : 찢긴상처(laceration)는 둔기(鈍器)로 가격을 받거나 둔체(鈍體)에 부딪혀 피부가 찢어지는 손상을 말한다. 찢은상처와 찢긴상처로 구분하며 양자의 소견을 같이 보거나 구분하기 곤란할 때는 찢긴상처라고 한다.

가) 찢은상처(挫創) : 찢은상처(contused wound)는 피부 하방의 물렁조직층 두께가 비교적 얇고 그 직하방에 단단한 골격(骨格)이 있는 부위에

면을 가진 둔기가 직각 또는 이와 거의 같은 방향으로 가격되거나 또는 지면에 전도되어 발생한다. 이 때는 외력이 골격으로 직접 전달되기 때문에 물렁조직이 둔기와 골격 사이에서 으깨진다(挫滅).

나) 찢긴상처(裂創) : 둔체에 의한 외력이 하방의 골격에 직접 전달되지 않으면서 피부의 탄력한계(彈力限界)를 넘어설 정도로 강하면 피부는 찢어진다.

이러한 손상을 찢긴상처라 하며 피부할선(皮膚割線)을 따라 일어나는 경우가 많다. 따라서 외력이 직접 작용한 부위에도 생기지만 그 주변 또는 떨어진 부위에도 발생한다. 표재성(表在性)일 때는 피부만 찢어지나, 깊을 때는 피부와 피하지방층을 하방의 근막(筋膜, fascia)과 분리시켜 과도한 출혈을 일으키는데, 이를 박피창(剝皮創)이라고 한다.

다) 터진상처(穿破創) : 찢긴상처의 특수한 형태로서 외부에서 가하여진 외력이 아니라 골절(骨折) 시 절단부위가 피부를 찢고 나와 형성되는 손상이다.

(2) 소견 : 거의 대부분 멍과 피부까짐을 동반하며 외력의 강도와 방향 및 신체의 부위에 따라 창(創)의 모양과 깊이가 결정된다. 또한 그 하부에 골절이나 장기파열(臟器破裂)과 같은 내부손상(內部損傷)이 동반될 수 있다.

가) 찢은상처(挫創) : 상처구멍(創口)이 때로는 바른선모양(直線狀)으로 보여 큰칼상처(割創)나 심지어 벤상처(切創)와 혼동될 수도 있다. 그러나 상처구멍은 대부분 불규칙하며 일정한 형태를 갖지 않는다. 상처가장자리(創緣)는 으깨진 모양(挫滅狀)을 보이며 불규칙하고 분지(分枝)를 보는 경우가 많다. 상처가장자리 주변에 피부까짐이나 피부밑출혈이 동반되어 있으며 동반된 이러한 손상은 둔기의 작용면과 일치하는 경우가 있다. 특히 피부까짐의 폭은 흉기의 폭을 추정하는 근거가 된다. 창각(創角)은 대개 둔하나 때로는 날카로울 수 있다. 창면(創面) 역시 불규칙하며 머리(頭部)에서는 절단되지 않은 모근부(毛根部)가 돌출되어 있을 때가 많다. 특히 머리에서는 물렁조직보다 저항이 비교적 강한 신경, 탄력 및 결합조직, 혈관으로 이루어진 다수의 섬세한 조직가닥이 양쪽 창면을 연결하고 있는데

이를 가로지른조직(架橋狀組織, tissue bridge 혹은 bridge-over)이라고 한다. 상처공간 내에서 이물(異物)이 발견되는 경우가 있다.

나) 찢긴상처(裂創) : 찢긴상처는 대개 피부할선을 따라 형성되므로 상처구멍은 바른선모양이며 상처가장자리는 대체로 평활하나 불규칙하다. 상처가장자리의 주변에서는 피부까짐이나 피부밑출혈을 보지 못하는 경우도 있으나 본다면 어느 한쪽에 있으며 그쪽이 외력이 작용한 부위이다. 창각은 대체로 예리하다. 상처공간에서는 역시 가로지른조직을 보며 낭상(囊狀)을 보인다. 상처공간 내에 이물(異物)이 없는 것이 통례이다.

(3) 법의학적 의의

가) 머리를 벽에 부딪치거나 둔기로 자기의 머리를 내리쳐 사망하는 등 자살례가 있기는 하나 매우 드물며 대부분 타살 또는 사고사이다.

나) 타격받았을 때는 안면의 어느 부위에나 형성될 수 있으나 전도(轉到)되었을 때는 대개 안면의 돌출된 부위에 형성된다. 따라서 전도 시 안구(眼球)와 안검(眼瞼)은 거의 손상을 받지 않으나 안와(眼窩)의 외상연(外上緣) 피부에는 충격의 정도에 따라 흔히 피부까짐 또는 찢긴상처가 형성된다. 또한 관골(寬骨)이나 하악골부의 피부도 흔히 손상을 받는다.

다) 머리 뒤로 평편한 바닥에 전도되면 피부까짐은 원형(圓形)을 이루며, 찢은상처의 주변을 완전하게 둘러싼다. 반면 물체의 모서리, 쇠지렛대와 같이 좁은 폭을 가진 둔기라면 선모양(線狀)의 찢긴상처를 일으키고 주변의 피부까짐은 인지하기 어려울 정도로 미세하며 잠식상(潛蝕狀)도 덜하다. 때로는 매우 강력한 둔력을 받아도 외표피에 손상의 근거가 없거나 경미할 수도 있다.

4) 내부손상(內部損傷)

(1) 대개 간, 비, 신 등의 속관장기(實質臟器)가 잘 파열되고, 강관(腔管)을 가지는 장기는 잘 손상되지 않으나 내용물(內容物)이 충만되어 있으면 손상되기 쉽다.

(2) 골절(骨折, fracture) 역시 직접외력 및 간접외력에 의하여 발생한다. 특히 뼈는 단단하므로 골절의 형상을 통하여 성상물체나 작용기전을 추정

할 수 있는 경우가 많으므로 그 의의가 특히 크다.

5) 기타

(1) 눌린자국(壓迫痕) : 피부에 압박이 가하여져 눌린 손상을 눌린자국(surface imprint)이라고 한다. 끈으로 묶이거나 무거운 물체에 눌렸을 때 잘 형성된다. 눌린자국은 대개 피부까짐 및/또는 피부밑출혈을 동반하며 정상피부보다 빨리 건조된다.

(2) 물린손상(咬合損傷) : 물린손상(bite injury)이란 말 그대로 치아의 교합(咬合)에 의하여 일어나는 손상으로 흔히 교흔(咬痕, bite mark) 또는 치흔(齒痕)이라고 한다. 일반적으로 성적 흥분상태에서 잘 깨물므로 성기(性器)와 여성의 유방(乳房) 및 그 주위에 잘 형성된다. 또한 강간 시 저항의 수단으로 사용하기 때문에 가해자(加害者)의 혀나 입술에 형성되기도 한다. 물린손상은 개인식별의 좋은 자료가 되나 그 한계성을 인식하여야 한다. 즉 물 때 피부는 변형이 잘 일어나며 가해 당시와 체포 당시는 발치(拔齒) 및 치료(治療) 등으로 인하여 달라질 수 있다. 이러한 문제는 반드시 법치의사에게 의뢰하여야 한다.

2. 예기손상(銳器損傷)

1) 일반적인 내용

예기(銳器)는 인기(刃器)와 자기(刺器)를 총칭하며 이들에 의한 손상을 예기손상이라고 한다. 인기란 날이 있는 흉기를 말하며 자기란 첨예한 부분이 있는 흉기를 말한다. 자기는 첨기(尖器)라고도 하며 대개 가늘고 길며 끝이 비교적 날카롭거나 뾰족하다. 예기에 의한 손상은 형태에 따라 벤상처(切創), 찔린상처(刺創) 및 큰칼상처(割創)로 나눈다.

2) 벤상처(切創)

(1) 정의 및 형성기전 : 벤상처(incised wound 혹은 cut)는 인기(刃器)의 날 또는 날과 유사한 예리한 부분이 있는 물체에 베어 피부의 연속성(連

續性)이 끊어진 손상을 말한다. 면도날, 칼, 도자기나 유리의 파편 또는 얇은 금속판(金屬板)의 예리한 변연(邊緣), 심지어 종이에 의하여서도 전형적인 벤상처가 형성된다.

(2) 소견 : 상처구멍(創口)은 방추형(方錐形)이거나 바른선모양이다. 상처구멍의 외변(外纒) 혹은 개대(開大)와 같은 변형의 정도는 창(창)의 주행이랑거피부할선과 평행할수록 작고, 직각에 가까울수록 크다. 단면은 쐐기상(楔形)이다. 상처가장자리는 대체로 호상(弧狀) 또는 바른선모양이고 규칙적이며 정예(整銳)하다. 상처가장자리가 바른선모양이 아닐 때는 양측 상처가장자리(創緣)를 합하여 보면 바른선모양이 된다. 창각(創角)은 양측이 모두 예리하며, 창저(創底)는 상처구멍(創口)의 길이에 비하여 대체로 얇다. 벤상처에서는 피부까짐이나 잠식상(潛蝕狀) 또는 가로지른조직(架橋狀組織) 등을 보지 못하므로 찢긴상처와는 감별이 가능하며, 큰칼상처와는 창각의 성상과 상처가장자리의 피부까짐 또는 골손상(骨損傷)의 유무 등으로, 찢린상처와는 상처구멍의 길이와 창동의 깊이로 감별할 수 있다. 벤상처의 형상으로 인기(刃器)의 형태를 추정하기는 매우 곤란하다.

(3) 법의학적 의의 : 일반적으로 벤상처가 사인(死因)이 되는 경우는 드물지만 경부(頸部)나 사지(四肢)의 벤상처는 외견상 비록 작다 하더라도 큰 혈관에 손상을 가하여 사인이 되는 수가 있다.

3) 찢린상처(刺創)

(1) 정의 및 형성기전 : 찢린상처(stab wound)는 자기(刺器)의 첨부(尖部)에 찢려 피부의 연속성(連續性)이 끊어진 손상을 말한다. 자기에는 칼처럼 예리한 첨부와 더불어 날이 있는 유인자기(有刃刺器)와 주사침, ice pick, 드라이버, 젓가락, 송곳, 바늘, 못, 가위 등과 같이 날이 없는 무인자기(無刃刺器)가 있다. 유인자기는 다시 날이 한쪽에만 있는 편인자기(片刃刺器)와 양쪽에 있는 양인자기(兩刃刺器)로 구분한다. 이렇게 세분하는 이유는 상처구멍을 비롯한 창(창)의 모양이 자기의 성상에 따라 달라지므로 흉기의 추정에 좋은 근거가 되기 때문이다.

(2) 소견

가) 일반적 소견 : 자입부(刺入部)의 상처구멍(創口)을 찢린입구(刺入口, entrance), 창동(創洞)을 찢린상처관(刺創管), 체외로 나온 상처구멍을 찢린출구(刺出口)라 하며 찢린출구가 있는 것을 관통찢린상처(貫通刺創), 없는 것을 맹관찢린상처(盲管刺創)라 한다. 찢린상처의 특징은 피부에 형성된 상처가장자리(創緣)의 길이보다 체내로 들어간 창면(創面)의 길이가 길다는 점이다. 그러나 실제로는 벤상처와 명확히 구별되지 않거나 찢르고 벤상처(刺切創)를 형성하는 경우도 많다. 찢린입구는 자기(刺器)의 추정매우 중요하며, 찢린상처관의 깊이도 자기의 형태를 추정하는데 도움이 된다. 그러나 날이 전부 자입되었을 때에는 찢린상처관의 깊이가 날의 길이보다 더 깊은 경우를 흔히 본다. 이는 흉기가 자입될 때 인체가 탄력성에 의해 함몰(陷沒)되기 때문이다. 특히 복부는 탄력성이 풍부하므로 찢린상처관의 깊이가 날의 길이보다 상당히 깊을 수 있다.

나) 흉기의 모양에 따른 소견

(가) 무인자기(無刃刺器) : ice pick이나 젓가락과 같이 날이 없는 자기에 의한 찢린상처는 소구경(小口徑)의 총알 상처(銃創)와 비슷하게 보일 수 있는데 외표피검사(外皮膚檢査)에서 창동을 자세히 관찰하지 않으면 구별되지 않는 경우도 종종 있다.

(나) 유인자기(有刃刺器) : 유리조각과 같은 특수한 예를 제외하고는 유인자기에 의한 찢린상처는 벤상처와 마찬가지로 상처가장자리가 날카롭고 바른선모양이다. 찢르거나 잡아당길 때 대부분 날에 의하여 창각부가 베어져 찢르고벤상처(刺切創)의 형태로 나타나므로 칼의 폭보다 찢린입구의 길이가 길다. 때로 자입과 자출 시 각각 피부를 베어 날쪽에 창각이 두 개 형성되는 수도 있다. 찢른 후 자기를 회전(回轉)시키며 빼는 경우, 자입과 자출 시 방향이 변경된 경우나 피해자가 찢린 후 몸을 비트는 경우 등에서는 그 정도는 더욱 커져 창각의 분지가 더욱 멀어지게 되어 A, V, Y, 또는 T자형을 형성하여 상당한 혼란을 초래하는 경우도 있다. 이때는 두 개의 찢린상처와 감별할 필요가 있다. 양인자기에 의한 찢린상처는 양쪽의 창각이 모두 예리한 반면 편인자기에 의한 찢린상처는 날쪽(刃側)의 창각은 예리하나 칼등쪽(刀背側)은 둔하다.

(3) 법의학적 의의 : 찢린상처로 사망하였을 때는 출혈이 대부분 체강내(體腔內)에 머물러 현장에 흐른 피가 소량인 경우가 있다.

4) 큰칼상처(割創)

(1) 정의 및 형성기전 : 큰칼상처(chop wound)는 비교적 무겁고 날의 폭이 넓으며 대개 자루가 달린 인기(刃器)로 내려쳤을 때 형성된다. 흉기로는 도끼, 손도끼, 대검, 식도, 낫, 삽 등을 들 수 있으며, 배의 프로펠러에 의한 손상도 여기에 포함시킬 수 있다.

(2) 소견 : 벤상처(切創)와 찢긴상처(挫裂創)의 특징이 혼합된 양상을 보인다. 날의 폭이 좁고 가벼울수록 벤상처와 유사하며, 날의 폭이 넓고 무거울수록 찢긴상처와 유사한 성상을 보인다. 상처가장자리(創緣)는 호상(弧狀) 또는 바른선모양(直線狀)으로 비교적 규칙적이며 찢은상처와 벤상처의 중간상을 보인다. 양측 상처가장자리에 연하여 미세한, 때로는 비교적 넓은 피부까집을 보는 경우가 있는데 그 폭은 흉기의 작용방향과 각도를 추정하는데 중요한 근거가 된다. 창면(創面)은 찢은상처보다는 평탄하고 정연하지만 벤상처보다는 불규칙하다. 가로지른조직은 보지 못한다. 두피에서는 날이 둔할수록 모근부(毛根部)가 많이 돌출되어 찢긴상처와 유사하게 보인다. 직하방의 골(骨)에서 골절이 잘 일어나는데 특히 두개골(頭蓋骨)에서는 두개골이 이단(離端)되거나 함몰(陷沒)되는 경우를 자주 보며 심지어는 뇌실질(腦實質)이 으깨질 때도 있다. 손가락, 발가락이나 사지는 절단될 수도 있다.

5) 사후절단(死後分解)

주로 타살체를 처리할 목적으로 시체를 분해(dismemberment)하는 경우가 있다. 대개 예기(銳器)를 사용하며, 톱으로 자를 때도 있고 관절부위에서 분해하기도 한다. 도끼나 이와 비슷한 흉기를 이용하여 분해하였을 때는 골절을 보는 수도 있다. 범인은 대개 성욕도착자(sexual perverts) 또는 정신질환자이나 단순히 시체를 처리할 목적으로 분해하는 경우는 정상인인 경우도 많다.

3. 총기손상(銃器損傷)

1) 총기(銃器)와 총알 상처(銃創)

(1) 총기 : 총기(firearms)란 어떠한 형태이던 간에 폭발물질의 연소(燃燒)로 형성된 가스의 팽창력에 의해 발사물(發射物, projectile)을 전진시키는 기구나 장치를 말한다. 이중 가장 대표적인 것이 총이다. 총(銃, guns)은 강선(腔線, rifling)의 유무에 따라 선조총류(旋條銃類, rifled weapons)와 활강총류(滑腔銃類, smooth bore weapons)로 분류한다. 선조총류는 몇 개의 평행하면서 나선형(螺旋形)인 강선을 가진다. 선조총류는 다시 총신이 길고 어깨에 장착하는 라이플총류(rifles)와 총신이 짧은 권총류로 나누며 권총은 pistol과 revolver로 나눈다. 활강총류 또는 산탄총(散彈銃, shotguns)이란 강선이 없는 총류이다.

(2) 총알 상처 : 총기에서 발사된 탄환에 의하여 생긴 손상을 총알 상처(銃創, gunshot wound 혹은 bullet wound)라 하며 산탄총에 의한 손상은 산탄총알 상처(散彈銃創, shotgun wound)라 한다. 탄환이 피부를 뚫고 들어간 부위를 총알입구(射入部, entrance)라 하고, 뚫고 나온 부위를 사출부(射出部, exit)라 하며 체내로 지나간 길을 사창관(射創管) 또는 사도(射道, path 혹은 tract)라 한다. 총알입구, 사창관 및 사출부가 모두 있을 때는 관통총알 상처(貫通銃創), 총알입구와 사창관만 있고 탄환(彈丸)이 체내에 남아있을 때는 맹관총알 상처(盲管銃創)라 한다. 탄두가 체표만 찰과하였을 때는 찰과총알 상처(擦過銃創), 탄환의 속도가 떨어져 피부를 뚫지 못하고 피부까집이나 피부밑출혈만 형성하였을 때는 반도총알 상처(反跳銃創), 탄환이 골격에 맞았으나 뚫림(穿孔)시키지 못하고 골(骨)과 연부조직 사이를 우회(迂廻)하였을 때는 회선총알 상처(回旋銃創)라고 한다. 총기손상이 의심될 때는 과연 총기손상인지, 총기손상이라면 총알 상처의 수, 총기의 수 및 종류, 탄환 및 화약의 종류, 발사거리, 사입방향과 자타살 감별 등이 문제가 된다. 총알 상처는 총기의 종류, 탄환 및 화약의 종류, 발사거리 및 발사방향 등에 따라 그 성상(性狀)이 달라진다.

2) 총알입구(射入部)와 사출부(射出部)

(1) 총알입구(射入部)

가) 탄환(彈丸)에 의한 변화 : 탄환 자체에 의하여 피부에 형성된 변화를 사입구(射入口, entry hole)라 한다. 전형적일 때는 중심으로부터 상처구멍(創口), 오물고리(汚物輪) 및 까진고리(剝脫輪)의 순으로 형성된다.

나) 상처구멍(創口) : 탄환이 피부를 뚫고 들어가 생긴 피부의 뚫림(穿孔)을 말한다. 접사(接射)에서는 폭풍에 의하여 상처구멍이 파열상(破裂狀)을 보인다. 접사를 제외하고는 일반적으로 탄환의 직경보다 작으며 사출구에 비하여 일정한 형태를 지닌다.

다) 오물고리(汚物輪) : 화약의 잔사(殘渣)나 총강(銃腔) 내에 묻어 있던 기름, 먼지, 녹 등의 오물이 탄환 표면에 부착되어 피부를 뚫고 들어갈 때 상처가장자리에 부착된다. 이를 오물고리(filtering 혹은 filthy ring)라 한다.

라) 까진고리(剝脫輪) : 탄환이 피부를 뚫고 들어갈 때 상처구멍 변연의 피부는 함몰(陷沒)되면서 표피가 박탈되어 상처구멍을 둘러싸는데 이를 까진고리(abrasion ring)라 한다.

(2) 탄연(彈煙)에 의한 변화 : 피부마찰까짐은 상처구멍 주위에 검게 부착되는데 이를 그을음부착(煤附着, smudging)이라 하며, 화약잔사에 의한 변화를 화약감입(火藥嵌入, powder stippling 혹은 powder burn), 금속소편에 의한 것은 입자감입(粒子嵌入, fouling)이라 한다. 그을음부착은 후술하는 근사(近射)에서 전형적인 형태를 보인다. 옷을 입었을 경우에는 이러한 현상이 옷에 나타나므로 옷에 그을음이나 화약이 부착되어 있는지 철저히 검사하여야 한다. 옅은 색깔의 옷에 대량 묻어있을 때는 쉽게 인지할 수 있으나 어두운 색깔 또는 피에 흠뻑 적어있는 경우는 인지하기가 쉽지 않다. 그을음은 가볍기 때문에 멀리 가지 못하며, 침투력(浸透力)이 없기 때문에 피부 표면에 묻어있어 잘못 다루면 쉽게 지워진다. 반대로 화약잔사(火藥殘渣)나 금속소편(金屬小片)과 같은 입자들은 그을음과는 달리 비교적 멀리까지 가며 피부의 표층(表層) 내에 감입(嵌入)되어 닦거나 긁어도 지워지지 않기 때문에 쉽게 인지할 수 있다.

(3) 소륜(燒輪) : 발사 시 화약의 연소에 의하여 발생하는 화염(火炎, flame)이나 고온가스에 의한 화상 또는 탄화 등 피부에서 열변화를 보는데 이를 소륜(burning ring)이라 한다. 옷을 태우거나 모발을 그을릴 수도 있다. 소륜은 상처구멍의 직외방, 즉 오물고리의 내측에 형성된다.

(4) 멍륜(挫傷輪) : 접사(接射)나 근접사(近接射) 시 총구(銃口)에 의하여 윤상(輪狀)의 피부까짐(表皮剝脫)을 동반하는 멍이 상처구멍 주위에 형성된다. 접사에서는 폭풍이 피부 안쪽으로 작용하여 피부를 총구에 압박시키며 근접사에서는 총기의 반동으로 인하여 형성된다. 또한 뜨거워진 총구에 의하여 화상(火傷)을 입을 수도 있다.

(5) 중간피사체(中間被射體) : 탄환이 단단한 중간피사체에 맞아 찌그러지면 사입구의 모양이 이상해지고 크기도 달라질 수 있다. 탄환이 부서지면 다수의 사입구를 형성할 수 있다.

(6) 사출부(射出部) : 사출부(exit)에는 탄환의 힘만 내부로부터 외부로 가해진다. 따라서 총알입구에서 볼 수 있는 여러 변화를 보지 못한다. 탄환에 의하여서도 상처구멍(創口)만 형성될 뿐 오물고리나 으깨진 고리는 보지 못한다. 상처구멍의 형태도 총알입구에서는 비교적 일정한데 반하여 사출부에서는 형태나 크기의 변화가 심하다. 탄환의 회전력(回轉力)으로 인하여 사출부의 상처구멍은 접사를 제외하고 총알입구의 상처구멍이나 탄환의 직정보다 일반적으로 상당히 크다. 때로는 골편(骨片)에 의하여 사출구나 찢린상처(刺創)와 비슷한 터진상처(穿破創)를 형성할 때도 있다.

3) 발사거리(發射距離)에 따른 변화

(1) 접사(接射) : 총구(銃口)가 피부에 밀착된 상태에서 발사된 것을 말한다. 따라서 폭풍이 피하조직에 작용하여 상처구멍은 파열되어 불규칙한 별모양(星狀) 또는 분화구상(噴火口狀)을 보이며 탄환의 직정보다 커진다. 특히 머리(頭部)에서는 파열상이 더욱 심하다. 탄환은 모두 상처구멍 내로 들어가 상처공간(創腔) 또는 창벽(創壁)에 부착되므로 상처구멍 주위의 외표피에서 그을음부착(煤附着)이나 화약감입(火藥嵌入) 또는 입자감입(粒子嵌入)을 보지 못한다. 총구에 의하여 멍륜(挫傷輪)이 형성되며 옷에서 다

림질된 듯한 변화가 일어날 수 있다.

(2) 근접사(近接射) : 피부와 밀착되지는 않고 매우 가까운 거리, 즉 약 0.5~1 cm 이내에서 발사된 경우를 말한다. 접사와는 달리 폭풍이 피사체의 내부에 영향을 미치지 못하므로 상처가장자리는 파열되지 않으며 탄환에 의한 전형적인 상처구멍을 본다. 화염은 총구로부터 장총은 약 15 cm, 권총은 약 7~8 cm 정도 미치게 되므로 소륜(燒輪)이 형성된다. 탄환에 의한 변화로 상처구멍 주위의 좁은 범위에서 조밀한 그을음부착을 보며 화약잔사나 입자는 대부분 상처구멍 내로 들어가기 때문에 외표피에서는 몇 개만 감입(嵌入)된다. 때로는 총구에 의한 멍륜(挫傷輪)을 본다. 근접사부터는 상처구멍의 크기가 탄환의 직경보다 일반적으로 작다.

(3) 근사(近射) : 권총은 약 30~45 cm, 장총은 약 1~2 m 이내의 거리에서 발사된 것을 말한다. 폭풍(暴風)에 의한 변화는 보지 못하며 탄환에 의한 전형적인 변화와 더불어 거리가 가까울 때는 소륜(燒輪)을 볼 수 있다. 그을음부착의 형태는 거리가 멀어질수록 직경은 커지고 밀집도(密集度)는 감소하기 때문에 거리를 추정하는 데 도움을 준다. 즉 권총의 경우 그을음(煤)은 기껏해야 총구로부터 약 30 cm까지밖에 가지 못하므로 대개 15~20 cm까지는 많은 화약감입(火藥嵌入) 및 입자감입(粒子嵌入)과 비교적 소량의 그을음부착(煤附着)을 보지만 이 거리를 넘으면 화약감입 및 입자감입은 보나 그을음부착은 거의 보지 못한다. 장총의 경우는 30 cm 내에서는 대량의 그을음부착을 보며 60 cm 이내에서는 화약감입 및 입자감입을 본다.

(4) 원사(遠射) : 근사 이상의 거리에서 발사된 것을 말한다. 근사와 다른 점은 폭열(爆熱) 및 탄연(炭煙)에 의한 변화를 보지 못하며 탄환 자체에 의한 변화, 즉 상처구멍(創口), 오물고리(汚物輪)와 까진고리(剝脫輪)만 본다. 따라서 그 거리가 1 m이던 10 m이던 사입구의 형태가 같으므로 발사거리를 논하기 곤란하다. 주의할 점은 근사(近射)라 하더라도 중간피사체(中間被射體)를 통과하였을 때는 총알입구가 원사의 형태를 보일 수 있다는 점이다. 사입구는 탄환의 직경보다 작다.

4) 발사방향(發射方向)

(1) 총알입구와 사출부의 감별 : 총알입구와 사창관 및 사출부를 연결하면 발사방향은 쉽게 얻어진다. 이를 감별하는 데는 전술한 외표피소견뿐 아니라 옷에 대한 검토가 필요하다.

(2) 총알입구의 성상 : 상처구멍(創口) 및 까진고리(剝脫輪)의 성상, 그 을음과 화약잔사 및 입자의 분포 등으로 식별한다. 탄환이 인체에 직각으로 들어가면 상처구멍은 원형(圓形)을 보이고 까진고리와 그을음부착(煤附着)이나 화약감입(火藥嵌入) 및 입자감입(粒子嵌入) 등 상처구멍 주변에서 보는 소견도 동심원(同心圓)을 형성하여 그 폭이 같다. 사각(斜角)으로 들어가면 상처구멍은 타원형(橢圓形)을 보이며 상처구멍 주변의 소견도 동심원을 형성하지 않는다. 사입된 방향에서 피부의 결손이 심하여 까진고리의 폭이 넓어진다. 그을음부착이나 화약감입 및 입자감입은 사입된 방향이 좁고 진하며 그 반대편이 넓고 얇다.

(3) 사창관(射創管) : 사창관은 대체로 바른선모양이다. 접사에서는 사입구에 가까운 사창관에서 그을음, 화약 및 입자의 침착, 화상 또는 조직결손 등을 본다. 근접사 및 근사에서는 소량의 화약이 부착되는 수가 있다. 골격에 충격되었을 때는 탄환이 진로가 바뀌기 때문에 주의를 요한다. 골이 파쇄되면 골편(骨片)과 변형된 탄환으로 인하여 사창관은 커지거나 불규칙하게 되며 때로는 두 개 이상의 사창관을 형성할 수도 있다. 골격을 관통하면 총알입구 쪽의 구멍이 작고 사출부 쪽의 구멍이 커진다. 특히 두개골(頭蓋骨)에서는 총알입구 쪽과 사출부 쪽에서 모두 이러한 소견을 볼 수 있다. 두개골에서는 특히 도탄(跳彈, ricochet shot) 현상이 잘 일어난다.

5) 산탄총알 상처(散彈銃創)

(1) 산탄총(散彈銃)은 활강총류로서 사냥에 쓰는 엽총(獵銃)을 말한다. 이들은 구조나 탄약, 탄환 및 사용법에서 rifle이나 권총과 다르다. 산탄은 하나의 탄통(彈筒, shell) 내에 여러 개의 납탄(pellets)이 들어 있다. 발사 시에는 탄통째로 나오나 일정한 거리가 지나면 납탄이 분산되기 시작한다.

(2) 접사(接射)에서는 총알 상처와 마찬가지로 총알입구는 파열상(破裂狀)을 보인다. 특히 머리(頭部)는 폭발가스의 압력으로 거의 예외 없이 심하게 파열된다. 총기에 따라 차이는 있으나 대개 약 60 cm까지는 납탄이 분산되지 않기 때문에 피부에 하나의 사입구를 형성한다. 그러나 총알 상처와는 달리 상처구멍의 직경이 대단히 크다. 60~90 cm의 거리에서는 분산되지는 않으나 상처가장자리는 불규칙해진다(scalloped margin 혹은 cookie cutter appearance). 이 거리를 넘으면 중심에 커다란 상처구멍과 더불어 주변에 흩어진 납탄에 의하여 여러 개의 상처구멍(創口)을 형성하기 시작하며 거리가 멀어질수록 중심부의 상처구멍은 작아지고 탄착(彈着)의 범위는 넓어진다.

4. 폭발물손상(爆發物損傷)

1) 정의 및 분류

폭발이란 물체의 에너지가 일시에 방출되는 것으로 화학반응에 의한 화학 폭발(化學的 爆發, chemical explosion)과 물리적 압력의 상승에 의한 기계적 폭발(機械的 爆發, mechanical explosion)로 나누어 볼 수 있다. 화학 폭발이란 핵폭탄이나 dynamite 등의 폭발물 또는 가연성(可燃性) 가스 및 액체가 일련의 화학반응을 일으키는 것을 말한다. 기계적 폭발이란 단단하고 밀폐된 공간 내의 압력이 급격히 상승할 때 압력을 견디지 못하여 일어나는 현상이다. 보일러폭발이 가장 흔히 보는 형태이다.

2) 시체소견

폭발에 의한 손상은 폭발의 정도에 따라 다르기는 하나 항상 폭풍(爆風)이 일어나므로 이에 의한 직접적 손상, 파편을 비롯한 물체의 비산(飛散)에 따른 손상, 붕괴(崩壞)에 따른 손상 또는 인체가 비산되어 물체에 부딪혀 일어나는 손상을 보게 된다. 폭발이 몸 가까이에서 일어나면 신체가 조각조각 찢어져 넓은 범위에 비산될 수도 있으며 반대로 폭풍의 충격파(衝擊波)가 폐(肺)에 작용하여 대량의 출혈이 일어나 외표피에 손상이

없이 사망할 수도 있다. 화학 폭발 시는 이에 더하여 고온(高溫)이 발생하므로 열에 의한 손상을 보며 때로는 폭발에 의하여 화재(火災)가 발생하기도 한다. 물리적 폭발이라도 그 내용물이 고온이라면 화상을 일으킨다. 핵폭발 시는 방사선(放射線)에 의한 장애가 일어난다. 공간이 밀폐되어 있으면 산소결핍(酸素缺乏) 및 일산화탄소(一酸化炭素)에 의한 장애도 나타난다.

Ⅲ. 자타살 및 사고사의 감별

1. 일반적 사항

손상의 성상, 부위, 치명상의 수와 손상의 방향, 착의와의 관계 및 시체의 위치, 주변상황 등으로 감별한다. 그러나 다음과 같은 사항이 모든 예에 적용되지는 않는다는 것을 명심하여야 한다.

1) 성상(性狀)

멍(挫傷)이나 찢긴상처(挫裂創)와 같은 둔기손상(鈍器損傷)은 타살이나 사고사이며 예기손상(銳器損傷) 중 큰칼상처(割創)는 거의 타살이다. 찔린상처(刺創)와 벤상처(切創)는 자타살 모두에서 보지만 그 정도가 매우 깊거나 크다면 타살로 보아도 좋다. 타살에서는 자기(刺器)로 찌르거나 뺄 때 상하좌우로 당겨지기 때문에 대개 벤상처를 동반하며 변형되는 경향이 있다. 또한 창각(創角)에 이어진 표재성(表在性)의 벤상처 또는 선모양(線狀)의 피부까집을 보는 경우가 많다.

2) 부위(部位)

자살에서는 대부분 가해하기 쉽고 대량의 출혈로 빨리 죽을 수 있는 심장부, 경부 및 손목관절 내면이 선호된다. 반면 타살에서는 일정한 부위가

없다. 무엇보다도 스스로 가해할 수 없거나 매우 부자연스러운 체위(體位)를 취해야만 가해할 수 있는 부위에서 손상을 본다면 타살이 의심된다. 그러나 때로는 스스로 둔기로 두정부(頭頂部)나 뒷머리(後頭部)를 강타하는 경우도 있으며 이는 정신질환자에서 주로 본다.

3) 치명상(致命傷)의 수

치명상이란 생명유지장기(生命維持臟器)의 손상 또는 대혈관 손상에 의한 실혈(失血)을 말한다. 자살에서는 치명상이 대체로 하나이며 다수의 손상이 밀집해 있는 경우라도 둘 이상인 경우는 드물다. 반면 타살에서는 치명상이 둘 이상인 때가 매우 흔하다. 그러나 자살이나 사고사라 하더라도 추락(墜落)이나 차손상(車損傷)에서는 당연히 치명상은 여러 개일 수 있다.

4) 방향(方向)

여러 개의 손상이 있을 때 자살에서는 서로 평행상(平行狀)을 보이는 것이 일반적이며, 타살에서는 방향이 제멋대로이다.

5) 착의(着衣)와의 관계

자살에서는 가해할 부위를 확인하기 위하여 옷을 걷어 올릴 때가 있다. 타살에서는 옷을 걷어 올리고 찌르는 법은 없으나 옷을 입은 채 찔렀다 하여 반드시 타살을 의미하는 것은 아니다.

6) 손상 이외의 사항

자살에서는 흉기가 시체 주변에서 발견될 때가 많으며 사망자의 병력(病歷), 자살시도의 과거병력, 자타살의 동기, 유서(遺書) 등을 종합한다.

2. 특수한 손상

1) 주저상처손상(未遂損傷)

자살(自殺)에서 보는 특징적인 소견으로 치명상 이외에 죽음에 이르지 못한 다양한 형태의 손상을 일컫는다. 영어로는 hesitation mark 또는 hesitation wound라 하며 이를 주저흔(躊躇痕) 또는 주저손상(躊躇損傷)이라고 번역하기도 한다. 주저상처는 대개 인기(刃器)에 의하여 한 부위에 수개 내지 때로는 수십 개의 벤상처(切創)가 집중적으로 형성된다. 각각의 벤상처는 대개 얇고 미세하며 거의 대부분 서로 평행하므로 마치 피부를 톱으로 썬 것 같이 보인다. 이러한 주저상처는 손목관절 및 경부에서 흔히 보며 드물게는 팔굽관절 및 발목관절 내측에서도 본다. 대개 마지막에 형성되는 치명상은 주저상처의 가운데 또는 그 주위에서 보게 되며 큰 혈관(血管) 또는 기관(氣管)이나 후두부(喉頭部)를 절단한다. 그러나 이러한 부위에 손상을 가하다가 죽음에 이르지 못하고 심장부를 찌르거나 추락(墜落), 의경(縊頸), 투수(投水), 음독(飲毒) 등의 방법으로 사망하는 경우도 있다. 주저상처가 첨기(尖器)에 의한 찔린상처(刺創)로 나타날 때도 있으며 드물지만 둔기(鈍器)에 의하여서도 형성된다. 이때에도 대개 일정한 방향성(方向性)을 보이는 것이 상례이다.

2) 방어상처(防禦損傷)

방어상처(defence wound)는 방어의 기전에 의하여 생기는 손상을 말한다. 예기(銳器)로 가해받을 때는 얼굴이나 가슴과 같은 부위를 보호하기 위하여 흉기를 잡거나 막기 때문에 상지(上肢), 특히 전완부(前腕部)나 손바닥 또는 손가락의 내측에서 벤상처(切創)와 같은 손상으로 가장 흔히 나타나며 때로는 찔린상처(刺創)로도 나타난다. 둔기(鈍器)에 의하여 전완부(前腕部)나 손등에 피부까짐, 멍, 찢긴상처 등으로 나타날 수도 있다. 주먹으로 맞을 때 머리를 감싸 손등에 생기는 피부밑출혈을 예로 들 수 있다. 지면에 넘어지거나 누워있는 상태에서 다리로 방어하면 하지(下肢), 특히 정강이나 발에 형성될 수도 있다. 하지의 방어상처는 여성에서 많이 보며

이는 성범죄와 관련될 때가 많다.

3) 저항손상(抵抗損傷) 및 억압손상(抑壓損傷)

방어상처 외에 저항손상 또는 억압손상이 발견되는 경우도 타살을 의심할 수 있다. 신체의 곳곳에 형성된 손상 중 다툼에 의하여 발생한 손상을 인식하는 것은 사망의 상황을 재구성하는데 필수적이다. 억압손상이란 상대방을 제어(制御)할 목적으로 외력을 가하여 형성된 손상이다. 즉 얼굴을 때리거나 팔, 다리를 묶거나 또는 입을 틀어막아 발생한 손상을 보면 타살을 의미한다.

3. 총알 상처(銃創)

총알 상처에서는 전술한 사항에 더하여 다음과 같은 점에 착안하면 자타살을 감별하는데 도움을 얻을 수 있다.

1) 직업

우리나라는 총기의 소지가 엄격히 규제되어 있으므로 총기는 군인이나 경찰 등 특수한 직종에 있는 사람들만 사용하고 있다. 따라서 자타살을 막론하고 총알 상처는 이러한 직종 또는 이들과 관련된 사람에서 가장 많이 본다. 때로는 불법소지자에 의한 총기사용 또는 엽총을 사용한 자살이나 타살 또는 사고사도 있다. 따라서 이러한 범주에 들지 않는 사람이 총알 상처로 사망하였다면 일단 타살로 보아야 할 것이다.

2) 총알입구(射入部)

(1) 부위(部位) : 자살에서는 옆머리, 앞머리 등 머리(頭部), 측경부, 하악부(下顎部), 구강내, 심장부 등을 쏠 때가 많다.

(2) 발사방향(發射方向) : 자살에서는 인체에 직각 또는 이와 가까운 각도로 쏘는 것이 통례이다. 따라서 발사방향이 예각(銳角)을 이루었다면 타살이 의심된다.

(3) 발사거리(發射距離) : 자살은 거의 접사(接射) 또는 근접사(近接射)이다. 근사(近射)라면 타살이 의심되며, 원사(遠射)라면 타살이다. 총기가 확보되었을 때는 추정되는 거리에서 스스로 발사할 수 있는지 검토하는 것이 중요하다.

3) 주변 상황

자살에서는 총기를 손에 쥐고 있거나 주변에 떨어져 있을 때가 많다. 그러나 총기가 발견되지 않더라도 이를 주워가거나 고의(故意)로 감추는 때도 있으므로 주의를 요한다.

4) 사수(射手)의 감별

자살에서는 발사한 쪽의 손이나 의복, 특히 옷소매에 그을음(煤)이나 화약성분이 부착되는 때가 많다.

5) 총기(銃器)의 감별

탄환(彈丸)과 탄피(彈皮)에는 총기에 따른 특이한 발사흔(發射痕)이 형성되므로 시사(試射)를 통하여 그 탄환이 유류된 총기에 의하여 발사된 것인지를 검토한다. 이를 위하여는 체내(體內)에 잔류된 탄환이나 주변에서 탄피를 찾아야 한다. 탄환을 적출할 때에는 부드러운 물체 또는 손가락을 사용하여 새로운 흔적을 형성하지 말아야 한다.

제2편 법생물학 및 DNA프로필

－인체관련 감정물에서 개인식별－

- 제1장 법생물학
- 제2장 개인식별에 이용되는 DNA프로필 분석
- 제3장 감정사례
- 제4장 DNA 증거물 채취

제1장 법생물학

I. 범죄현장의 인체관련 증거물	49
II. 인체관련 증거물의 법생물학적 감정	51
1. 혈흔 감정	51
2. 정액/정액반 감정	55
3. 타액/타액반 감정	57
4. 모발/털 감정	58
5. 치아, 뼈, 조직의 감정	59
III. 혈청학적 분석방법	60
1. 혈액형 검사	60
2. 효소형 및 혈청형 검사	61
IV. 수사식물감정	62
V. 미생물 감정	66
VI. 친생자 감정	67

제2장 개인식별에 이용되는 DNA프로필 분석

I. 염색체와 DNA	68
II. DNA프로필 분석방법	71
1. D1S80형 검사	72
2. HLA-DQ α 형 검사	75

3. STR형 검사	76
4. Y-STR형 검사	79
5. 미토콘드리아 DNA형 검사	83
III. 개인식별지수	86
IV. 유전자자료은행	90
1. 입법 개요	90
2. 유전자감식정보의 수집 및 관리에 관한 법률(안)	94

제3장 감정사례

1. 살인사건 감정물에서 개인식별 사례	101
2. 성폭행(강간)사건 감정물에서 검출된 정액 DNA프로필	102
3. 유전자검색에 의한 연쇄성폭행범 확인 사례	102
4. 친생자관계 성립에 의한 신원확인	103
5. 손상된 시신의 재구성	105
6. 서래마을 빌라에서 발견된 냉동영아의 부모 확인	106
7. 독립유공자 후손 확인을 위한 유전자감식 사례	111
8. 인천강화 총기탈취범 혈액형 및 DNA 확인	111

제4장 DNA 증거물 채취

1. 증거물 채취방법	113
2. 증거물 채취 시 주의사항	116
3. 증거물 채취와 오염문제	117
4. 감정불능 사례 및 DNA프로필 감정불능 요인	122

제1장 법생물학(Forensic Biology)

I. 범죄현장의 인체관련 증거물

살인사건이나 강도, 강간, 폭행상해 사건 등 강력사건 현장에는 사건에 관련하여 여러 증거물들이 남아있게 된다. 그중 범죄사실과 관련된 증거물로 그림 1과 같이 혈흔, 정액, 타액, 모발, 신체 조직 등 피해자 또는 피의자의 인체로부터 유류된 것들이 있다.



그림 1. 혈액, 정자, 치아, 타액, 모발, 소변, 뼈, 조직 등 인체관련 유류 증거물류

범죄의 입증은 증거로부터라는 범죄 수사의 기본원칙에서, 혈흔 등의 인체관련 증거물은 수십 년 전부터 범죄 해결에 중요한 역할을 하여 왔다. 이들 인체관련 증거물에서 혈액형 또는 DNA형 검사가 가능함으로 이들을 정확히 분석한 결과에 따라, 범인과 피해자와의 관계, 범인의 추정 및 확정, 기타 범행방법까지도 규명될 수 있어 범죄를 과학적으로 해결할 수 있게 된다. 증거시료에서 얻은 유전학적 결과가 범죄사실의 규명이나 입증에 중요한 역할을 하게 되는 것이다. 예로 살인사건이나 폭행상해사건 등의 범죄현장의 바닥 또는 벽면에 혈액이 비산(飛散)되어 있고, 흥기에 찢려 쓰러져 있는 피해자의 옷에도 혈액이 흘러 스며들어 있다. 수사장에서 좁혀진 피의자의 옷과 발견된 범행에 사용된 흥기에도 혈흔이 묻어 있다. 피의자의 옷과 범행에 사용된 흥기에 묻어있는 혈흔이 피해자의 혈액에서 유래되었는지 여부는 피의자의 범행을 증명하는 결정적인 과

학적 증거이다. 또한 범죄에는 전혀 관계가 없는데도, 무고하게 피의자로서 혐의를 받은 사람을 그 혐의로부터 벗어나게 할 수가 있는 점에서도 혈흔의 혈액형과 DNA형의 감정결과가 미치는 역할은 크다고 볼 수 있다. 그리고 혈흔의 비산 상태 등으로부터 범행의 상황을 증명하기 위한 중요한 정보를 제공하는 경우도 있다. 즉 범행현장에 비산한 혈흔은 혈액의 비산이나 떨어지는 꺾방울이 여러 가지의 형상을 이루고 있어, 그 형태에 의해 혈흔의 비산 방향을 추정할 수 있으며, 피의자나 피해자 등 2인 이상의 혈액이 섞여있을 가능성도 추측할 수 있다. 따라서 범죄현장 수사에서는 혈흔의 묻은 위치나, 형태 등의 관찰은 혈흔의 혈액형이나 DNA형 등과 함께 범행의 상황에 관해서 많은 것을 말해주는 것이므로 과학수사 영역에서 중요한 감정방법이다. 범죄현장에 혈흔이 분산되어 떨어져 있는 경우에는 각각의 혈흔을 분리, 채취하여 감정을 할 필요가 있다. 왜냐하면 하나하나의 혈흔이 범죄입증을 위한 증거로서 가치를 지니고 있을지도 모르기 때문이다. 혹시 감정결과가 현장에 떨어져 있던 혈흔이 피해자 한 사람의 것만이 아니고, 다른 사람 혈흔이 섞여져 있는 것이 밝혀지면, 그것은 범인에게서 유래되었을지도 모른다고 하는 사실이 되기 때문이다. 이야말로 범인추정에 유효한 과학적 정보를 주는 것이 되는 것이다.



혈흔 이외에도, 범죄에 관련되어 사건 현장이나 사건관계자의 옷 등에 사람으로부터 유래된 체액 성분인 타액이나 정액 및 모발, 신체조직의 일부 등이 남아있는 경우도 있다. 타액이나 정액은 대체적으로 묻어서 건조된 상태가 많아 일반적으로 체액반 또는 체액반흔(體液斑痕)이라고 부르고 있다. 범죄에 관련되어 남겨진 혈흔, 체액반이나 모발 등이 누구의 것인가를 밝히는 것이 인체관련 증거물 감정의 궁극적인 목적이다.

인체에 관련된 증거물에 대한 감정방법은 이들이 지니고 있는 세포 내의 DNA형을 분석하게 됨에 따라 산업혁명에 비유할 정도로 과학수사에

서의 기술혁신을 가져왔다고 볼 수 있다. DNA형 감정결과는, 지금까지의 혈액형 감정결과와는 달리 한 사람 한 사람의 개인을 식별(personal human identification)할 수 있게 되므로 이는 지문에 필적하는 단계에까지 도달한 것이다. 따라서 이들 인체관련 증거물은 범죄의 과학수사 및 신원확인 과정에 있어 차지하는 비중이 매우 커서 사건해결을 좌우한다고 본다.

II. 인체관련 증거물의 법생물학적 감정

범죄현장에 잔류된 인체관련 증거물의 개인식별 결과는 오래 전부터 시행되어 범인을 확인하고 용의자를 범인으로 추정하거나 또는 용의선상에서 배제하고 있다. 이 경우 실시된 실험방법의 예민성과 특이성이 높다면 신원확인이 보다 분명해짐으로써 범인검거나 용의자의 범인확증에 결정적인 증거를 제공할 수가 있다. 먼저 면역학적인 예비시험법을 이용하여 유무 여부를 확인하고, ABO식 혈액형을 비롯하여 다른 몇 가지 혈액형 및 적혈구와 혈장의 효소형을 검사함으로써 사람에 따라 서로 다르게 나타나는 다형(polymorphisms)을 확인하는 혈청학적 감정법(Serological techniques) 등으로 흔히 법생물학적 감정이라고 부른다.

그러나 실제 법의학 또는 법과학에 응용하는 경우 법생물학적 방법은 지금까지의 경험에 의하면 원천적인 몇 가지 결함에 의해 시험이 불가능한 경우가 많았다. 즉, 증거시료의 보존상태, 혈청형이 지닌 다형의 저하, 시험 시 비교적 다량의 시료가 요구되고, 피해자와 가해자의 시료가 혼합된 경우 분리가 곤란하여 이용에 제한을 받게 된다.

1. 혈흔 감정

혈흔 감정의 대상 자료로서는 범죄현장에서 채취된 증거물 이외에 피의자 및 피해자 등으로부터 채취된 대조자료로서 혈액이나, 살인사건의 피

해자 혈액 등이 그 대상이 된다. 혈흔은 일반적으로 ① 육안적 검사, ② 혈흔예비시험(얼룩이 혈흔인지 여부), ③ 인혈(人血) 검사(혈액이 사람에게서 유래되었는지 여부)를 시행하여 혈흔인지 여부를 확인하게 된다.

1) 혈흔의 육안 검사

혈흔 감정에서 가장 중요한 사항은 처음에 시행하는 육안적 검사이다. 혈흔이 증거물의 어느 부위에, 어떻게 묻어 있느냐를 자세히 기록하여 놓거나, 사진 촬영하여 두는 것은 계속하여 진행하는 감정의 과정이나 순서에 참고가 되며, 검사 결과를 과학적으로 정확하게 입증하는 자료로서 중요하다. 증거물의 관찰은 증거물의 표면뿐만 아니라, 의류의 안쪽 면이나, 꿰맨 자리, 접은 자국 등 눈에 잘 보이지 않은 부분에 관해서도 자세하게 관찰되어야만 한다. 혈흔 감정은 신선한 혈액을 검사하는 병원의 임상검사나, 실험적인 연구로 얻어지는 채혈된 혈액과 같은 시료와는 다르게 처리된다. 대부분은 미량이고 건조되어 있거나, 다른 물질과 혼합되어 있지 않으면 오염되어 있고, 어떤 경우에는 부패되어 있기도 함으로 주의해서 취급하지 않으면 아니 된다. 이러한 증거물이 방치되어 있던 여러 가지의 주변상황에 정확하게 대응할 수 있는 과학적인 분석기술이 증거물의 검사에 절대적으로 요구되고 있다. 증거물의 과학적 분석법인 법생물학적 감정이 하나의 전문기술로서 존재하는 의의를 가지고 있는 것이다.

2) 혈흔 예비검사

육안 검사로 혈액이 묻은 흔적이 의류나 범행도구(그림 2)에서 관찰되면, 다음 과정은 그 흔적이 정말로 혈흔인지 여부를 검사하게 되는데, 이를 혈흔 예비검사라 한다.

육안으로 관찰되는 흔적은 생리식염수로 적신 여과지에 얼룩을 전사하거나, 그 일부만을 여과지 위에 놓고 “leuco-malachite green(LMG) 시약”을 떨어뜨려 검사한다. 이것은 무색의 “leuco-malachite green”이 과산화수소의 존재 하에 혈색소의 촉매작용에 의해 직접 산화되어 그림 3(좌)과 같이 진한 청색으로 변하게 되어 혈흔의 유무를 확인하는 것이다.



그림 2. 피해자 의류(좌) 및 범행도구(우)에 묻은 혈흔

미량인 혈흔이라도 실체현미경에서 혈흔의 얼룩이 관찰되면, 이를 여과지에 잘라 놓아 검사할 수 있다. 이 검사로 양성의 반응인 진한 녹색의 정색반응이 보이면, 검사한 얼룩은 혈흔이라고 일단 판정된다. 그러나 눈에 띄지 않는 혈흔은 루미놀시험법에 의해 그림 3(우)과 같이 어두운 곳에서 묻은 혈흔을 형광 발색시켜 확인하는 방법을 사용한다.

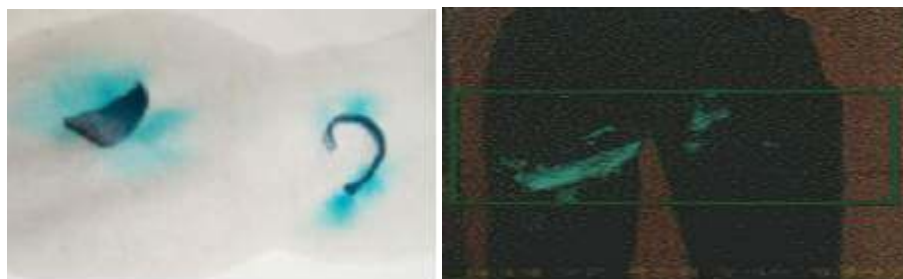


그림 3. LMG 반응에 의해 청색으로 변한 혈흔의 정색반응(좌)과 검정색 바지에 묻어 눈에 보이지 않는 혈흔의 루미놀반응에 의한 형광발색현상(우)

그밖에도 벤지딘(Benzidine) 시험법 등이 있는데 각 시험반응에 따른 비특이적 반응이 있으므로 이를 고려하여 여러 방법을 복합하여 시험하기를 권한다.

3) 사람혈액(흔) 검사

혈흔검사 양성반응인 시료라도 사람으로부터 유래된 것인지 혹은 동물에서 유래된 것인지를 확인할 필요가 있다. 인혈검사 방법은 항원-항체

반응에 기초한 “ouchterlony precipitin test”를 이용한다. 최근 사람 헤모글로빈의 단 클론항체를 이용한 신속 검사 키트(FOB 키트)가 개발되어 사용되고 있다. FOB 키트는 면역 크로마토그래피 방법(immuno-chromatographic sandwich capture method)을 이용하여 헤모글로빈 농도가 50 ng/mL 이상인 경우 검출될 수 있도록 고안되었다. 검사용 디바이스는 플라스틱 카세트 외부에 타원형의 검사용액 점적 부위(S)가 있고, 직사각형의 표시창에 대조선(C)과 검사선(T) 위치가 표시되어 있으며, 그림 4와 같이 대조선과 검사선 밴드의 현출에 따라 음성과 양성으로 판정한다.

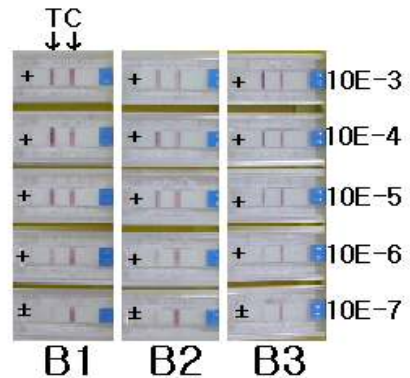


그림 4. ouchterlony precipitin test 예. 10^6 까지 희석된 혈액까지 인혈 여부 판정이 가능하다.

혈흔예비검사에서 혈흔이라고 판정된 흔적은 면역확산법의 원리를 이용, 사람의 것인지 여부를 검사한다. 생리식염수를 혈흔에 가해 추출액을 만들어 여기에 항 인간헤모글로빈 침강소(인간의 헤모글로빈에만 반응하는 항체)나, 항 인간혈청단백질 침강소(인간의 혈청과만 반응하는 항체)와 반응시켜 침강선의 형성 여부를 확인한다. 침강이 일어나는지 여부는 면역확산법을 이용한 면역전기영동법, 모세관침강반응법, 겔내침강반응법 등의 방법으로 이루어진다. 그림 5의 좌측 결과와 같이 양성반응인 침강선이 관찰되면 이 혈흔은 사람혈액(흔)이라고 판정되는 것이다.

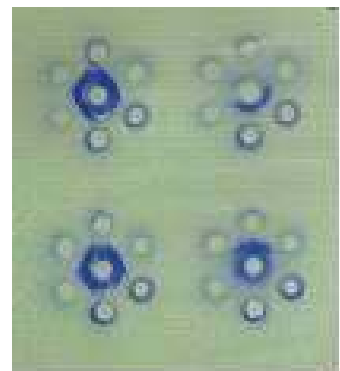


그림 5. 면역확산법에 의한 사람혈 검사 예. 왼쪽의 결과가 인혈 양성 판정 결과이다.

2. 정액/정액반 감정

강간사건 피해자의 질 내에서 채취되는 질내용물은 피해자의 질분비액과 가해자 정액이 혼합되어 존재한다. 정액의 주성분은 고환에서 나오는 정자와 전립선 분비액으로 대부분 정자가 차지하고 정상인의 경우 1회 사정에 약 3~5 ml 분비한다. 정액은 매우 끈적거리는 반유동체로, 사정 후 10~20분 경과하면 단백질분해효소의 작용으로 액화하여 분해되기 시작한다. 의복, 손수건, 휴지 등 어떤 물체에 부착된 상태를 정액반이라 하며 황회백색으로 특유 냄새를 지닌다. 정액 내에는 인체의 다른 부분에 비하여 특이적으로 산성인산효소(Acid Phosphatase)를 지니고 있어 이 효소의 존재를 확인하는 SM시험법으로 바로 정액의 유무를 확인할 수 있다. 그 외에도 어두운 곳에서 자외선을 조사하면 정액이 묻은 부위는 형광을 발하게 된다.

1) 정액반응(SM) 검사

산성인산효소(Acid Phosphatase)의 정색반응을 확인하는 방법으로 그림 6과 같이 보라색으로 반응하면 양성으로 판정하게 된다.

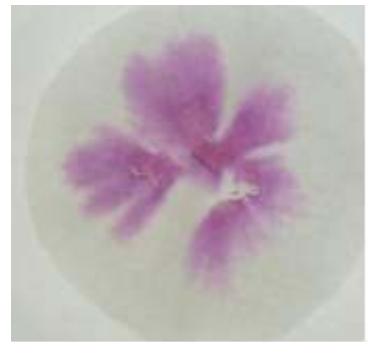


그림 6. 산성인산효소(SM) 반응에 의한 정액 존재 시험법. 보라색 반응으로 나타난 정액은 양성 결과 예이다.

□ **필요시약;** ① α -naphthyl phosphoric acid 0.2 g ② diazonium-o-dianisidin 0.4 g ③ 1/5 M citric acid buffer(pH 5.5) 100 ml
를 잘 용해시킨 다음 갈색병에 넣어 냉장고에 보존하면서 약 1주일 정도 사용할 수 있다.

□ **시험방법;** 적하법 또는 분무법을 사용하는데 정액반을 약간 절단 채취하여 여과지(No.2) 위에 올려놓고 위 시약을 1방울 적하하거나 분무하면 정액이 묻은 부위에서 1~3분 후에 짙은 보라색으로 변한다.

2) 전립선특이항원(PSA;Prostate Specific Antigen) 검사법

성범죄 등과 관련된 증거물에서 정액반을 찾기 위한 방법으로 전립선특이항원(PSA) 검사법이 있다. PSA는 전립선에서 정액으로 분비되는 당단백질로 정액 내에 보통 $2.0 \times 10^5 - 5.5 \times 10^6$ ng/ml로 존재한다. PSA 검사법은 산성인산화효소 검사법과 달리 정액 존재 여부를 확증 지을 수 있는 검사법으로 단클론 항체를 이용해 사용이 간편한 키트 형태(그림 7)로 판매되고 있다. PSA 검출은 두 단계의 반응으로 이루어지는데, 먼저 PSA-specific dye가 붙어 있는 MAB(monoclonal antibody)와 PSA가 결합한다. 두 번째 반응은 MAB-PSA 복합체와 Test-line(T)에 이미 붙여놓은 Polyclonal antibody의 결합이다. 즉, dye-MAB-PSA가 이동하다가 T 부분에서 Polyclonal antibody와 결합되면 축적되어 갈색의 선이 나타나게 되는 것이다. 또한 PSA 키트에는 유사한 방법으로 작용하는 표준양성 부분(Control-line, C)이 있다.

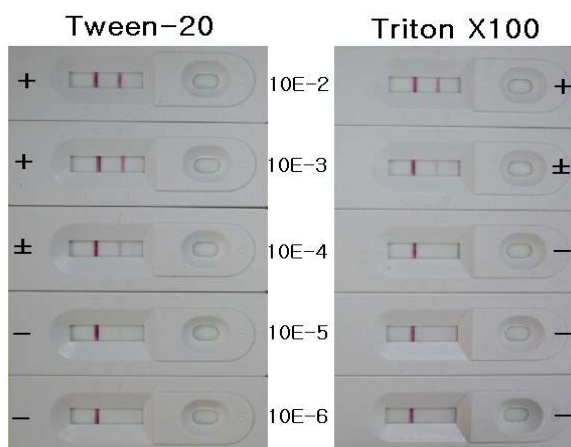


그림 7. 전립선 특이항원 검출 확인 시험 예.
 10^3 까지 희석된 양에서 양성 반응을 나타낸다.

3) 정자관찰법

정자는 머리, 목, 결합부위, 꼬리부위 구성, 길이 $50 \sim 70 \mu\text{m}$ 정도(그림 8)로 정액 1 ml 내에 보통 약 8천만~1억2천만 마리가 존재한다. 성교 후

정자는 여성 질 내에서 약 36시간 정도 생존한다. 생존한 여성 질 내에서의 정자는 약 14시간 후면 염색성을 상실하며, 35~42시간 후면 정자 자체의 일부가 변형 또는 소실, 60~68시간 후면 머리부분이 소실되며, 약 80시간 후면 정자의 검출이 되지 않으므로 가능하면 72시간 이내에 감정의뢰를 요한다. 그러나 사체의 질 내에서는 정자는 사체의 보존상태 여하에 따라 생체보다 더 오랜 시간 정자가 검출되는 경우도 있으나 일단 부패된 사체에서는 정자의 검출이 불가능하다고 본다.



그림 8. 정액흔에서 추출된 정자(Sperm)의 현미경 사진

3. 타액/타액반 감정

타액선으로부터 구강(입) 내로 분비되는 무색의 유동액으로 냄새, 맛 등이 없으며 구강점막세포를 함유하는 다소 끈적거리는 혼탁한 액체로 소화작용을 돕는 인체분비물이다.

타액에는 소화효소인 아밀라제와 혈액형 물질들이 함유되어 있어 범죄수사를 위한 타액의 증명 및 개인을 식별하는데 유력한 증거를 제시하며 타액이 부착될 수 있는 범죄의 증거자료는 주로 그림 9(좌)와 같은 담배꽂초, 껌, 문창호지, 우표, 손수건, 휴지 등이 해당된다. 타액이 묻은 부위는 어두운 곳에서 자외선을 조사하면 형광을 발하게 된다. 그리고 강간/성폭행사건에서 흔히 발생하는 치흔(그림 9(우))부위에서 타액이 발견되는 수도 있다. 치흔 부위를 살균된 면봉 등으로 조심스럽게 닦아내므로 타액을 확인할 수 있다.



그림 9. 범죄현장에서 채취된 담배꽂초(좌) 및 치흔(우)

4. 모발/털 감정

각종 범죄사건 현장에서 항시 발견되는 감정물인 모발은 포유동물(哺乳動物) 특유의 피부 부속기관으로 표피(表皮)에서 생성된다. 발생부위에 따라 두모, 음모, 액모, 체모, 수염, 눈썹, 코털, 귓속털로 분류되며 구조면에서 모침부, 모간부, 모근으로 나누어진다. 모간부는 주로 ABO식 혈액형 검사나 미토콘드리아 DNA형 분석에 사용한다. 모근(毛根)은 비대하여 모구를 형성하고, 모구의 하부는 신경과 연결되어 있는 결합조직으로 그림 10(좌)과 같이 모낭 내에 묻혀있고 DNA를 함유하고 있는 세포가 가장 많이 존재한다.

모발감정이란 그림 10(우)에서와 같이 범죄현장에 유류된 모발이 서로 다른지 여부를 식별하는 것이지만 어떤 한 종류의 검사법으로 각 개인의 털이 다른지 여부를 확인할 수는 없다. 모발의 검사에는 형태학적 검사, 혈액형 판정, 방사성동위원소 분석을 실시하여 각각의 결과를 종합적으로 검토하여 다른지 여부를 판단하고 있는 실정이다. 그러나 사건현장에서 모발을 채취 시는 수사관계자의 부주의로 자신의 모발이 현장에 떨어져 섞이는 수도 있으니 주의를 요한다. 주된 감정사항으로는 일단 모발로 확인되면, 먼저 사람의 것인지 동물의 털인지를 판정한다. 범죄 현장에 떨어진 모발이 사람 또는 동물의 것인지는 모소피무늬나 수질 층의 상태로 확인이 가능하다. 사람모발인 경우에는, 발생부위, 성별, 바로 뽑은 모발인지 자연탈락모발인지 또는 사후탈락모발의 구별, 미용처리의 유무(예를 들면 퍼머나 염색 여부 등과 모발의 손상정도, 이발 등으로 모침부가 잘리거나

마모된 상태를 의미한다), 혈액형 및 남녀식별, 함유원소의 분석 등에 관해서의 상세한 검사를 실시하여, 피해자나 피의자 등의 대조모발과 현장 채취 모발이 다른지 식별을 하게 된다. 감정자료가 동물털인 경우에는, 그 종속(種屬)의 식별이 요구되게 된다. 종식별 시에는 비교적 굵은 털이 사용되고 솜털 같은 털로는 곤란하다. 동물 털도 때로는 범죄현장과 피의자를 결부시키는 중요한 자료가 될 수도 있으므로 세심한 채취가 요구된다.

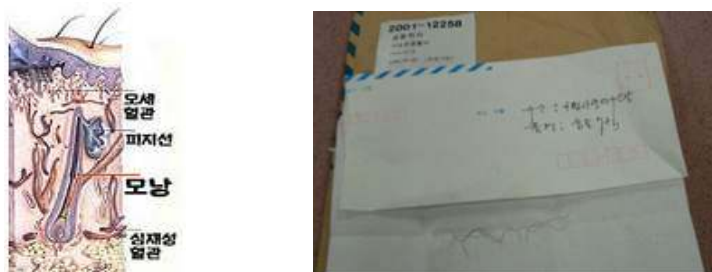


그림 10. 모근을 함유하고 있는 모낭(좌)과 범죄현장에서 채취, 수집된 모발류(우)

□ 개인용 빗도 대조감정물이 될 수 있다.

자신만이 혼자 사용하는 빗에는 두피(頭皮)로부터 떨어져 나온 세포가 부착되어 있어 이 세포로부터 DNA가 추출, 분리가 되면 DNA프로필 결과를 얻을 수 있다.

5. 치아, 뼈, 조직의 감정

인체 경조직 중 가장 단단하며 쉽게 부패하지 않고 사체에서 가장 오래 남아있는 인체부위는 치아이다. 치아의 구조는 법랑질, 에나멜질, 상아질, 치수 등으로 구성되어 있고(그림 11) 유전자분석과 ABO식 혈액형 검사에는 치수, 치수강 주위 조직, 세멘트질, 상아질, 치석 등이 사용된다.



그림 11. 치아의 구조. 법랑질, 치수강, 상아질, 치조골 안쪽에 치수가 보인다.

□ 대조감정물로서 개인용 칫솔의 역할

항공기 추락사고 같은 재난재해사고 시 불상의 사망자를 확인하는데 가장 신속한 방법은 본인 것인 대조시료를 제시하는 경우이다. 이때 DNA프로필 결과의 직접비교에 의해 신원을 확인하기 때문이다. 이때 대조시료로 가장 많이 사용될 수 있는 것이 칫솔이다. 칫솔에는 치모가 박혀있는 부분에 양치질 시 묻은 혈액이나 세포가 있어 DNA가 추출, 분리되면 DNA형 결과를 얻을 수 있다.

기타 인체구성물인 뼈, 조직, 피부 등에서 개인식별 감정을 요구하게 된다. 흉기, 자동차 또는 기타 강한 물체로부터 인체가 타격을 입게 되면 손상부위 인체조직이 이들 물체에 부착되어 있거나 살인사건에서 토막사체가 해당된다. 또한 조직학적 검사에 사용하기 위한 현미경 조직편을 들 수 있다. 뼈는 경조직으로 인체의 골격을 구성하고 있다. 뼈의 중위는 단단하며 내부는 비어있고 골수로 이루어져 있는데 오염되지 않은 부위를 택하여 감정에 이용한다. 또한 조직학적 검사에 사용하기 위한 현미경 조직편도 DNA분석에 사용할 수 있다.

Ⅲ. 혈청학적 분석방법

1. 혈액형 검사

혈흔의 혈액형은 일반 혈액형검사용의 항혈청을 사용하여 검사하게 된다. 혈액형으로는 일반적으로 잘 알려져 있는 ABO식 혈액형(A형, B형, O형, AB형으로 분류)이 우선 검사되고, 그밖에 MN식(3종류), Rh식(18종류), P식(2종류), 루이스식(3종류) 등의 혈액형도 검사된다. 이러한 5종류의 혈액형이 검사되어져서 동일한 혈액형으로 확인되면, 이로 인해서 약 수천 명 중 한 사람까지 식별이 가능해진다.

그러나 ABO식 혈액형을 제외한 나머지 혈액형 검사들로 혈액형 판정을 시험하기 위해서는 많은 양의 시료가 필요하기 때문에 사건현장에서

의뢰되는 미량의 혈흔의 경우에는 혈액형 검사가 불가능하다.

2. 효소형 및 혈청형 검사

혈액 중에는 혈액형을 나타내는 물질 외에도 사람에 따라 다형성을 지니 분류가 가능한 혈청단백질과 효소 등이 있다. 이 중 적혈구에 포함되어 있는 몇 가지 효소의 다형이나, 혈청단백질 중에 포함되어 있는 몇 가지 혈청의 다형이 검사된다. 그러면 혈액형에 추가하여 효소형이나, 혈청형이 일치하는지 확인하게 된다. 검사 결과 각각의 형이 일치하게 되면, 감정물과 대조자료인 피해자나, 피의자의 혈액이 동일인에게서 유래될 가능성은 더 높아지게 된다. 효소형 중에는 phosphoglucomutase(PGM) 제1형이 있는데, 정액반으로부터도 검사할 수 있음은 물론 체액반흔의 감정에 있어서 잘 이용되어져 왔다.

그러나 이들 방법은 실제 증거물의 상태에 따른 감정의 한계성을 지니고 있다. 실제 증거물의 감정에 있어서는 증거자료가 장기간 방치되었거나, 양이 적은 것, 또는 부패 등의 이유로 ABO식 혈액형만 검사되었으며, 다른 혈액형, 혈청형, 효소형의 검사를 할 수 없는 경우가 종종 발생한다.

이러한 상황에서 최근에는 수십 년 이상의 오랜 시간이 경과된 증거자료에서도 검사를 할 수 있는 DNA형의 분석이 혈흔 감정에 도입하게 되었다. DNA형의 분석이 혈흔감정에 미치는 역할은 개인식별력이 높을 뿐만 아니라, 미량인 증거자료나 오랜 기간을 경과한 자료에서도 검사할 수 있다고 하는 이점이다. 이러한 이유로 DNA형의 검사는 혈흔이나, 기타 체액반흔 및 모발 같은 인체관련 증거물의 개인식별에 지금까지 가장 완벽한 감정방법으로 되어있다.

IV. 수사식물(搜查植物) 감정

인간이 지구상에 출현하면서 생물과 생활을 영위한 역사로 원시인으로 부터 현대인에 이르기까지 생활 영위인 의식주를 위하여 동물과 유용식물 자원에 의존하게 되었다. 이러한 동식물을 영위하고 있었던 사람들이 인구수가 많아짐에 따라 흥포해지고 다변화된 교통수단으로 인해 인간 심성이 변화하게 되어 강도, 성폭행, 살인, 교통사고 등이 발생하고 순간적이거나 고의적으로 이를 은폐시키고, 시체를 손괴하며 그밖에 증거 인멸을 위한 행동을 하고 있다. 그러나 이러한 행동 시에 은연 중 식물의 잎이나 열매, 이끼, 꽃가루, 나뭇잎 조각, 가지 등이 신발이나 의류 등에 부착되어 사건의 현장을 이동한 경우 등의 행위를 입증하게 된다. 이 경우 해당 식물의 이름은 무엇이며 어떤 시기에 성장하며 꽃은 어떤 시기에 피어나고 열매는 어떤 형상이며 잎은 어떤 형태를 나타내고 있는가를 규명함에 따라 범행인의 행적이나 피해자의 행적을 간접적으로 추정하고 단서를 찾아 사건의 실마리를 찾는데 간접적으로나마 이용할 수 있다고 본다. 특히 식물의 줄기, 뿌리, 꽃, 열매 등을 우리가 직접 볼 수 있는 형태적인 것과 해부학적 특징 및 세포학적으로 염색체의 수와 형태 및 감수분열을 통해 결합상 등 분류학적 지식을 활용하여 명명할 수 있는 것이다. 그렇게 되면 사건 관계인의 의류에서 나타난 식물상과 사건현장 또는 사건유기장소의 식물상의 그림 12와 같이 서로 비교 분석함으로써 사건의 실마리를 풀어 줄 수 있을 것이다.

이같이 범죄현장의 유기장소 주변에 흙, 또는 범죄자의 의류, 신발, 자동차 흡반기 등에서 부착되어 검출되는 식물(植物), 식물편(植物片), 잎(葉)의 조각, 식물의 종자(種子) 그리고 시체부검에 의해 위(胃) 내용물에서 검출되는 섭취 음식물 중 잔여 식물조각 등에 대한 종류를 식별하여 식물의 명칭 및 그 식물의 분포지역 등을 추정함으로써 범인 색출에 단서를 마련, 수사기간의 단축, 범인 또는 피해자의 이동경로를 추정하는 것을 수사식물학이라 할 수 있다.



그림 12. 식물의 감정 예.
주로 대조군과의 비교를 통해 식물분류학적으로 증명한다.

그렇지만 정확한 감정을 위해서는 일단 전국에 분포하는 식물류에 대한 데이터베이스가 먼저 구축되어야 한다. 그리고 향후에는 DNA분류법을 이용한 보다 정확한 종식별법이 정립될 것으로 본다. 이장에서는 몇 가지의 사례를 예로 들어본다.

□ 범죄수사의 대상이 되는 식물체의 종류

- 1) 식물의 줄기, 뿌리, 잎, 열매나 조각이 발견되는 경우 식물의 형태
- 2) 식물의 분류를 통하여 종류 및 명칭을 규명한다.
- 3) 감정의뢰 시 식물, 식물편 종자 등이 잘라지거나 부서지지 않도록 원형을 유지하도록 주의를 요한다.
- 4) 식물의 잎이 붙어 있는 자연 상태로 떼어 내지 말고 송부하여야 한다.
- 5) 사건현장 주변의 식물을 대조식물로 함께 의뢰하는 것이 효과적이다.
- 6) 현장의 칼라사진을 자료로 함께 송부를 요한다.

사례 1) 2000년 대구광역시 음식점 앞 음식물 쓰레기통이 부패가스로 인하여 터졌고, 유기 장소에 사람의 유골로 추정되는 물체에 식물이 자라고 있던 것이 의뢰되었다. 의뢰사항은 엉치뼈에 부착된 식물의 이름은 무엇이며, 식용 가능한지 여부였다.



그림 13. 잉치뱀과 부착된 식물

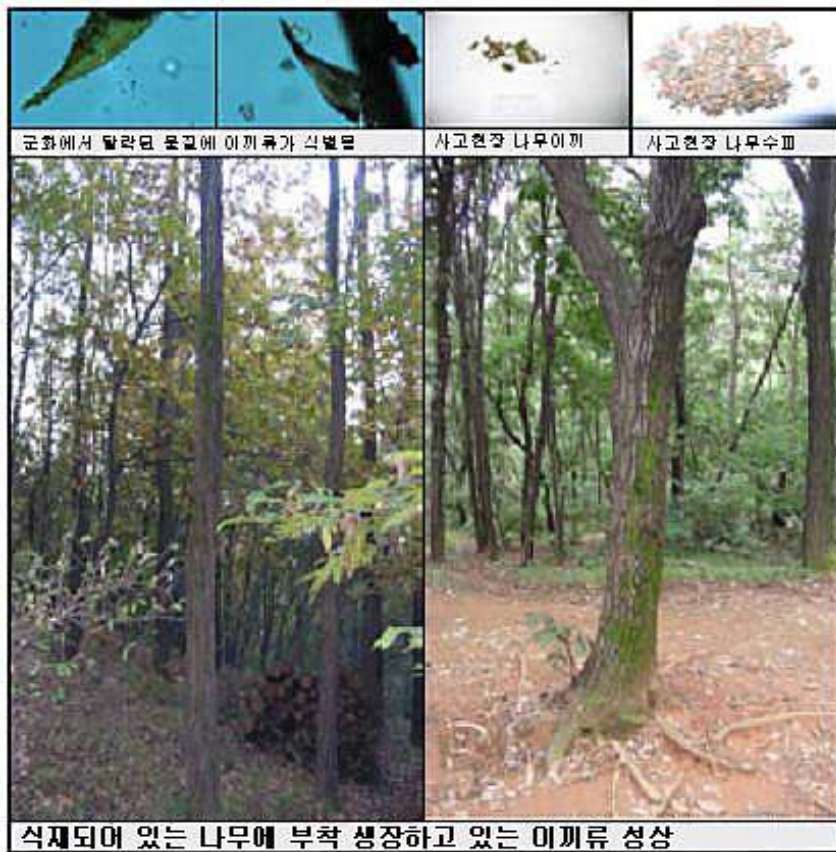
식물분류법에 의거한 바 미나리아재비과의 동의나물(*Caltha palustris*)로 확인되었다. 동의나물은 산중 습지(濕地)에서 자라는 다년초(多年草)로서 근경(根莖)은 짧고 굵은 뿌리가 있으며 옆으로 비스듬히 자라기 때문에 마디에서 뿌리가 내리며 윗부분이 곧추선다. 근생엽(根生葉)은 총생(叢生)하고 신원형 또는 난원형 심원형이며 파상의 둔한 톱니가 있거나 밋밋하고 털이 없으며 근생엽은 엽병이 없다. 어린잎은 우려내고 나물로도 이용한다.

사례 2) 2007년 국방부 소속 군 복무 중인 병사가 참나무 가지에 목을 매어 사망한 사건으로 타살 및 자살가능성을 파악하기 위해 주변에 자생하고 있는 나무 수피가 사망자의 의류나 구두에 부착하였는지 여부와 이끼류가 검출되는지를 의뢰하였다. 의뢰된 감정사항은 1) 이끼가 구두와 의류에서 검출되는지, 2) 양말에서 이끼류가 검출되는지, 3) 수피(樹皮)가 검출되는지와 그 동일성 여부였다.



그림 14. 자살사건 현장에서 발견된 감정물류에 부착된 식물편

감정결과는 의뢰된 감정물에서 미량의 이끼류가 검출되며 비교 이끼류와 양말에 부착되었던 이끼가 동일성이 나타나는 것으로 보였다. 참고적으로 살아 있는 참나무, 소나무, 오리나무, 아카시나무 등 여러 수목류에서는 이끼가 나무 밑에서 나뭇가지 위까지 기생하는 습성을 가지고 있다. 따라서 이 사건 같이 나무에 목매어 사망한 변사체를 확인 시에는 여러 가지의 형태가 나타날 수 있으나 발견 현장과 의류, 신발 또는 양말에 부착되어 있을 수 있는 이끼류도 간과(看過)함으로 정확을 어느 정도 추정할 수 있다.



V. 미생물 감정

미생물 감정은 부검 조직(혈액, 장내용물, 뇌척수액 등)을 비롯한 식품류, 의약품류, 음용수 및 오폐수 등의 각종 검체(증거물)들로부터 세균의 오염 여부를 확인하고, 빠르고 정확하게 동정하는 것을 의미한다. 세균 감정을 위한 검체의 채취, 운반 및 보관은 전문가에 의해 이루어져야 하며 무균적으로 신속하게 수행되어야 한다. 미생물 감정은 크게 병원성 세균의 분리 및 동정과 오염된 세균 수의 결정으로 나눌 수 있는데, 검출된 세균의 동정은 자동생화학 동정 장비(Vactec system)를 사용해 이루어지며, 오염된 세균의 수는 일반세균 수 및 대장균군 수를 검사하게 된다. 최근 바이오테러로 인해 심도 있는 미생물 감정이 전 세계적으로 요구되고 있는 현실이다.



그림 15. 미생물 감정으로 의뢰되는 감정물류와 Vactec system

□ 미생물 감정 관련 검체 의뢰 시 주의사항

- 1) 감정물은 멸균된 용기에 담아 파손 및 부패되지 않도록 신속하게 의뢰한다.

- 2) 장액(소장, 대장, 직장) 및 구강액의 채취 시에는 멸균된 이송배지 (Transport medium)를 사용해야 한다.
- 3) 감정물을 채취하는 주사기는 멸균된 것을 사용할 것.

VI. 친생자 감정

친생자 감정(親生子 鑑定)은 친생자 관계의 성립 여부를 유전학적 방법으로 검사하여 결정하는 방법이다. 친생자 감정의 필요성은 대부분이 자식의 아버지냐? 드물게는 자식의 어머니냐? 때로는 친자식이냐? 하는 경우들이다.

친생자 감정은 유전학적 검사와 산과학적(産科學的) 검사로 크게 대별한다. 유전학적 검사로는 혈액형 검사와 인류학적 검사를 뜻하며, 특히 혈액형은 평생불변이며 일정한 유전법칙에 따라 유전되므로 친생자 감정상 유력한 근거가 되어 이용되어 왔고 최근에는 주로 유전자형 분석에 의해 판정하고 있다. 얼마 전 모방송국 전 아나운서였던 P씨가 아들에 대하여 떠도는 소문이 사실이 아니라는 점을 밝히기 위하여 유전자 감정을 법원에 신청한 것을 계기로 유전자형에 의한 친자확인이 사람들 사이에 점차 인식되고 있다.

제2장 개인식별에 이용되는 DNA프로필 분석

범죄현장에서 발견된 인체 관련 증거물은 사람세포로 이루어져 있고 이들 사람세포에는 염색체를 지니고 있으며 이 염색체 내에 DNA를 지니고 있어 유전자분석이 가능하다. 한 사람의 세포 수는 대략 60조(6×10^{13})개 정도로 이들 인체 관련 증거물의 보존 및 잔존상태는 범죄의 과학수사 및 신원확인 과정에 있어 차지하는 비중이 매우 커서 사건해결을 좌우한다고 본다. 범죄수사에서 DNA형 분석과정은 i) 수사기관의 증거물 의뢰, ii) 증거물에서 검체채취, iii) DNA추출 및 분리, iv) 중합효소연쇄반응(PCR), v) 전기영동분석, vi) DNA프로필 판정, vii) 개인식별지수(일치확률) 산출, viii) 감정서 작성, ix) 의뢰수사기관에 통보 순으로 하게 되고, 감정소요기간은 대략 1~3주 소요되고 있다. DNA분석 결과에 의한 동일인 식별의 원리는 감정물로부터 분석된 DNA프로필과 용의자, 혹은 피해자 신체(身體)로부터 채취한 대조용 검체(구강벽채취물, 혈액, 모발 등)의 DNA프로필을 비교하여 일치하면 일단 동일인으로 판단한다. 그러나 1~2종류 유전자마커가 일치한다고 하여 성급하게 동일인 판단을 내려서는 안 된다. 왜냐하면 그 용의자, 혹은 피해자와 우연히 동일한 DNA형을 지니는 사람이 존재할 가능성이 있기 때문에 DNA분석은 여러 종의 유전자마커를 분석했을 때 비로소 높은 신뢰도를 지닌다. 최근에는 많은 유전자마커를 분석하는 법이 개발되어 있어 이러한 우려는 해소되었다. 그렇지만 분석된 결과에서 단 한 가지에서라도 DNA형이 다르면 동일인이 아니라고 100 % 확신할 수 있다.

I. 염색체와 DNA

생물학자들은 연구를 거듭하는 과정에서 세포 안에 들어 있는 조그만 핵만 염색할 수 있는 방법을 개발해냈는데, 핵에서 관찰되는 염색체

(Chromosome)는 그것만 따로 염기성 색소로 염색해서 볼 수 있다고 해서 “염색체”라고 이름 붙여진 것이다. 세포의 핵이 분열할 때에는 모습이 분명히 보이지만, 분열하지 않고 있는 정지기에는 보이지 않는다. 염색체는 DNA(Deoxyribonucleic Acid)와 이를 감싸고 있는 히스톤(histon) 등의 단백질로 구성된 복합체로 되어 있다. 한 개의 세포에 있는 염색체의 수나 형태는 생물의 종류에 따라 다르며, 사람은 22쌍의 상염색체(한 쪽은 아버지로부터 다른 한 쪽은 어머니로부터 유전 받은 것)와 2개의 성염색체를 합쳐 23쌍(46개)의 염색체(그림 16(좌))로 되어있다. 이들 염색체는 형상에 따라 제1염색체로부터 제22염색체까지 번호가 붙여진다. 성염색체에 대하여 이들은 상염색체(常染色體, Autosome)라고 부른다. 23번째는 남성은 XY염색체로, 여성이면 XX염색체로 이루어져 성별을 결정지으므로 성염색체(性染色體, Sex chromosome)라 부른다. 즉, 남자의 경우는 44 + XY, 여자는 44 + XX로 구성된다. 그리고 모양과 크기가 같은 한 쌍의 염색체를 상동염색체라 부른다. 상동염색체가 존재하면, 체세포로 보통 $2n$ 으로 표시한다. 상동 염색체 중 n 은 아버지, 나머지 n 은 어머니로부터 물려받은 것이다. 염색체는 유전에 필요한 유전 물질인 DNA를 가지며, 세포 분열 시만 나타나고 체세포 분열 과정 중 중기에 관찰된다. 아세트산 카민 용액에 의해 붉게 염색되고, 같은 종(種, species)이면 모두 염색체 수와 모양이 같다. 체세포 분열 시 염색 분체가 둘로 나누어져 딸세포에 전달된다. 이러한 염색체는 거의 중반쯤의 위치에 동원체(動原體, centromere)라고 부르는 구부러진 부위(그림 16(우))가 있다. 동원체를 경계로 짧은 염색체 부분과 긴 염색체의 부분으로 나누며 이를 각각 단완(short arm) 및 장완(long arm)이라고 부르게 된다. 몸집이 작은 부인을 의미하는 petite의 p를 따서 단완을 p로 명기하고, 장완을 q라 이름 붙이고 있다. 유전자가 위치하는 장소는 p나 q의 단순기호에 의해서 표현되지만, 보다 상세한 위치를 표기하기도 한다. 예를 들면 6p23-6D24의 의미는 제6염색체의 단완 중 제2영역의 제3위치로부터 제4위치라는 것이다. 여기서 영역이란 Giemsa염색에 의해서 염색되는 염색체의 위치를 가리키고, 잘록하게 구부러진 동원체 가까이부터 멀어지는 방향을 향하여 1,2,3 순서로 영역이

구분되어 있다. 이러한 방법에 의해 어떠한 유전자가 몇 번째 염색체의 어떤 위치에 있는가를 알 수가 있다.

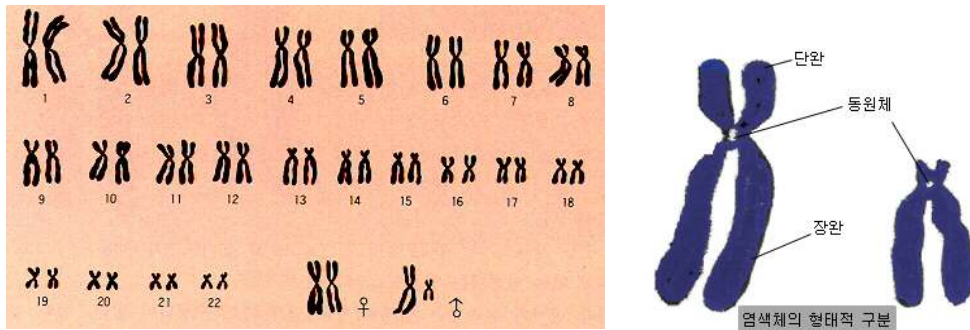


그림 16. 23쌍의 염색체(좌)와 염색체의 형태적 구분(우)

DNA는 모든 생물의 유전정보를 지닌 화합물질로 당(deoxyribose), 염기(base), 인(phosphate) 등 3종류의 화합물질이 이중나선으로 마치 새끼 같이 두 개의 실이 서로 마주보고 꼬여있는 상태로 존재한다. 이중나선으로 꼬여있는 부위에는 4개의 염기가 서로 상보적으로 구아닌(guanine; G)은 시토신(cytosine; C)과 아데닌(adenine; A)은 티민(thymine; T)과 맞물려 있고 이들은 각각 deoxyribose에 연결되어 있으며 각각의 당(deoxyribose)과 연결된 인(phosphate)이 또다시 서로 연결되어 nucleotide라는 고분자물질을 형성하고 있다. DNA의 분절은 유전단위인 유전자(gene)로 구성되어 있다. 사람의 경우 DNA에는 개인차가 나타나는 고변이 반복 염기서열(Hypervariable Repetitive Sequences)인 다형성 부위를 지니고 있는데 이 부위를 구성하는 각각의 단위인 유전자를 유전자좌 또는 유전자마커라고 부를 수 있다. 이들 유전자마커는 염색체(chromosome)와 호흡기관인 미토콘드리아(mitochondria)에 존재하고 있다.

사람세포의 염색체가 지니고 있는 DNA의 모든 염기서열 중 실제로 유전적 기능을 지니고 있는 엑손(exon) 부분은 약 10 %이고 나머지 90 %는 유전적 기능을 지니지 않은 인트론(intron) 부분이다. 이 유전적 기능을 지니지 않은 인트론(intron) 부분에 한 사람 한 사람의 개인을 분류하기 위해서 필요한 개인정보를 지닌 유전자마커들이 존재하고 있다.

DNA는 아버지와 어머니로부터 각각 유전받아 형성되므로, 유전자마커의 DNA형은 염색체에 선상으로 배열되어 유전자좌(locus)라고 하는 정확한 위치를 갖게 된다. 이들 유전자좌는 체세포 내에 있는 2개의 상동염색체 DNA의 동일한 위치에 있게 되어 이를 대립유전자(allele)라 한다. 일반적으로는 대립유전자는 질이나 양적으로 같아 검사결과에서 두 개가 나타나는 이형접합형(heterozygous)과 아버지와 어머니로부터 같은 것을 받은 개로 나타나는 동형접합형(homozygous)으로 분류된다. 이러한 유전자마커의 다형성을 분석하여 전기영동상 또는 크로마토그램으로 나타낸 각각의 DNA형을 DNA프로필이라 한다. DNA프로필이 바로 개개인을 식별하는 표지가 되는 것이다.

II. DNA프로필 분석방법

DNA프로필 분석에 의한 개인식별은 1985년 영국의 제프리(A.J. Jeffrey) 박사 등이 개발한 DNA Fingerprint법과 미국 FBI연구진의 single locus probe (SLP-RFLP)법으로 발전되었다. 그리고 1985년 멀리스(K.B. Mullis) 박사에 의해 DNA를 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction; PCR)으로 증폭하는 방법이 보고되고 미국 Cetus사에서 DNA증폭시스템(DNA Thermal cycler)을 개발함에 따라 DNA프로필에 의한 개인식별은 보다 쉽고 범용적인 방법으로 발전하게 되었다. 즉, 일부 VNTR 유전자마커와 STR유전자마커의 반복수 길이 차에 의한 다형을 검출하는 AmpFLP(amplification fragment length polymorphism; 증폭편길이다형)법을 적용하므로 개인식별 및 친생자 확인 등의 신원확인이 가능한 범용적인 방법으로 사용하게 되었다.

표 1에는 DNA형 검사로 사용되고 있는 유전자마커의 염색체에서 구분을 정리하여 나타내었다. 현재, 범죄수사를 위한 감정에 이용되고 있는 유전자마커로는 제1염색체의 MCT118 부위에 존재하는 반복염기서열의 DNA형인 D1S80(MCT 118형)형, 제6염색체의 HLA-DQ α 부위에 존재하

는 염기서열변이에 의한 DNA형인 HLA-DQ α 형, 모든 염색체에 고루 분포하여 가장 많이 이용되고 있는 STR형, Y-STR형, 그리고 mt DNA형이 있다. 이들의 유전자마커들이 혈혼이나 체액반흔 등의 인체 관련 증거물과 대조자료와의 일치 여부를 식별하기 위한 방법으로 사용되고 있다.

표 1. DNA형 분석에 사용되는 유전자마커의 염색체상 위치

염색체 구분	PCR-STR마커	RFLP-VNTR마커	기타
1	F13B, RENA4, D1S1171	D1S7, D1S339	D1S80
2	TPOX, APOB, D2S410, D2S436, D2S1242, D2S1338	D2S44	apoB
3	D3S1349, D3S1352, D3S1358, D3S1359, D3S1744, ACPP		
4	FGA (FIBRA), FABP, GABARB15	D4S139	GC(PM), GYP(A)(PM)
5	CSF1PO, D5S373, D5S815, D5S818	D5S110	
6	F13A1, ACTBP2 (SE33), FOLP23, D6S366, D6S502, D6S965	D6S132	DQ α
7	D7S460, D7S809, D7S820, D7S1517, D7S1520	D7S21, D7S22, D7S467	D7S8(PM)
8	LIPOL(LPL), D8S306, D8S320, D8S323, D8S344, D8S347, D8S639, D8S1179		
9	D9S52		
10	D10S89	D10S28	
11	TH01(TC11), APOA11, D11S554, UGB		HBGG (PM)
12	VWA, CD4, PLA2A1, D12S67, D12S391, D12S1090	D12S11	
13	D13S308, D13S317		
14	D14S306	D14S13	
15	FES/FPS, CYAR04 (P450), Penta E		
16	D16S539, D16S537	D16S85	
17	D17S976	D17S79, D17S26	D17S5, YNZ22
18	MBP, D18S51, D18S535, D18S849		
19	D19S253, D19S433		LDLR(PM)
20	D20S85, D20S470		
21	D21S11, Penta D		
22			
X	HPRTB, ARA, STRX1, DXYS156		Amelogenin
Y	DYS19, DYS385, DYS389a, DYS389b, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393, DXYS156		Amelogenin

1. D1S80형 검사

D1S80형 또는 MCT118형으로 불리는 이 DNA형은 고변이 반복염기배

열다형(VNTR)의 일종이다. VNTR(Variable Number of Tandem Repeat)이란 DNA의 염기배열 중에 있는 일정한 염기서열을 기본으로 중열반복하고 있는 「Hypervariable Repetitive Sequence; 고변이반복염기배열」을 의미하는데 예를 들면, ATGG ATGG ATGG ATGG 같은 염기서열로, 이 경우는 ATGG이라는 4개 염기로 이루어져 반복하는 단위가 연속적으로 4회 반복배열되어 있다. DNA형에 의한 개인식별의 대부분은, 이 염기서열의 반복배열회수가 사람에 따라 서로 다른 것을 이용하는 것으로 예를 들면 A는 4회, B는 10회, C는 15회 반복하고 있다고 하는 것이다. 그림 17은 VNTR유전자마커에서 반복하는 반복배열회수차이인 다형성을 PCR 및 전기영동법 등을 이용하여 분석하는 원리를 도해한 것이다.

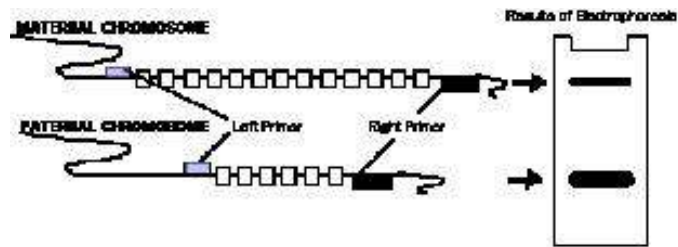


그림 17. VNTR유전자마커의 고변이반복서열의 다형성 분석

D1S80형은 제1염색체의 단완(p)상에 위치하여, 16개 염기를 기본단위로 보통 14형(기본단위의 16염기가 14번 반복된다)부터 42이상형(42번 이상 반복된다)까지 29종류의 형으로 분류되어진다.

우리나라에서는 1991년부터 실제 감정에 도입된 바 있는데, 9차 및 10차 화성연쇄강간사건이 대표적 사례이다.

D1S80형의 검사는 ① 증거물에서 DNA의 분리·정제(DNA의 추출), ② 정제된 DNA의 PCR(polymerase chain reaction) 증합효소연쇄반응에 의한 증폭(DNA를 늘린다), ③ 전기영동에 의한 띠(대립유전자)의 검출과 유전자형의 확인 순서로 시행하여진다. 증거물에서 DNA형을 검사하는데 있어서 가장 중요한 작업은 DNA의 분리·정제이다. 아주 완전한 DNA가 검사에 필요한 양만큼 얻어져 있느냐가 검사의 성패를 결정한다고 할 수 있다. DNA형 검사의 대상이 되는 증거물은 채취까지의 시간이 경과하므

로, 이미 부패되어 있을지도 모르며, 범행현장에 유류된 혈흔 및 체액반흔 등으로 아주 다양하다. 이러한 증거물에서 완전한 DNA를 추출하여 정제하기 위해서는 세심한 주의가 필요하다. 증거물에서 DNA의 추출 및 정제하는 방법은 신선한 혈액이나, 조직에서 DNA 추출에 사용되고 있는 방법과는 전혀 다르다. 그러므로 증거물이 유류되어 있던 상황에 잘 대응할 수 있는 소위 전략적 기술이 구사되어야만 한다.

구체적인 내용을 보면, 혈흔으로부터의 DNA 분리 방법은 우선 혈흔이 묻은 부분을 잘게 잘라(0.2 × 0.5 mm)내어 1.5 ml 폴리프로피렌 튜브(polypropylene tube) 내에 넣고, 단백질을 분해효소의 일종인 proteinase K를 가하여, DNA와 결합하고 있는 단백질을 분해하는 것부터 시작된다. 혈흔의 경우 이 분해처리를 56~70 °C의 온도조건으로 한다. 이 온도는 혈흔 중의 DNA 분해를 가능한 억제하면서, 최대한의 DNA를 추출할 수 있는 온도로서 DNA 분리를 위해 설정된 온도이다. 분해시킨 단백질은 유기용매(phenol:chloroform)로 처리하여 제거하며, DNA는 에탄올침전에 의해 회수한다. 회수된 DNA를 이용하여 다음에 PCR 증폭하게 된다. D1S80형의 부위에서 설정된 28염기서열과 29염기서열을 지닌 2종류의 프라이머(primer; PCR 증폭하는 특정한 부위를 찾고 시작하여 DNA 합성의 기점이 되게 하는 것)를 사용하여, 검사에 필요한 D1S80형의 반복염기배열 부분을 특이적으로 증폭한다. 증폭된 DNA는 전기영동법에 의해 분석되는데 특히 포리아크릴아미드겔 전기영동법에 의해 분리되어 길이(반복수)에 따라서 떠나열하게 된다. 전기영동이 끝난 겔을 질산은염색 후 시료의 DNA와 동시에 영동한 표준대립 유전자마커를 지표로 비교하여 형 판정(그림 18)을 하게 된다. D1S80형 같이 고변이반복염기배열을 지닌 DNA형은 그 반복수 길이차인 DNA의 크기(Size)에 의해 전기영동법으로 분리하여 검출하는 AmpFLP(amplification fragment length polymorphism; 증폭편길이다형)으로 검사하게 된다.

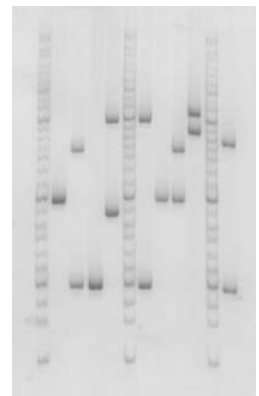


그림 18. AmpFLP 법으로 분석된 D1S80형의 전기영동결과

2. HLA-DQα형 검사

HLA-DQα형은 유전적으로 다형성을 많이 지니고 있는 사람 백혈구항원에 관련된 유전자군인 HLA의 class II 영역(HLA-D)의 일부로 제6염색체의 단완에 위치하고 있는 유전자마커이다. 이러한 HLA-DQα형 검사에는 Perkin Elmer에서 개발한 "HLA-DQα Forensic DNA Amplification & Typing kit"를 사용하므로, 이 키트는 1.1형, 1.2형, 1.3형, 2형, 3형, 4형 등 6종류의 HLA-DQα형의 대립유전자 판정이 가능하다. 보통 자식은 아버지와 어머니로부터 6종류의 대립유전자 중 어느 것이나 하나를 계승하기 때문에 HLA-DQα형에 의해 21종의 유전자형으로 분류할 수 있다. 6종류의 대립유전자로 이 키트에 의해 판정된 21개 HLA-DQα형을 그림 19에 나타내었다.

검사과정은 DNA를 정제하여 PCR증폭하는 과정까지는 D1S80형과 같지만, 마지막 유전자형판정에는 전기영동을 사용하지 않고, DNA-하이브리다이제이션이라는 방법을 사용한다.

DNA-하이브리다이제이션에 사용되는 띠(strip)에는 HLA-DQα의 각 형에 반응하는 9종류의 probe(특정한 부위의 염기서열을 지닌 한 가닥 DNA)가 고정되어 있고, 고정되어 있는 probe에 해당하는 상보적인 염기서열을 지니 2가닥의 DNA를 만들 수 있는 염기배열이 증폭 DNA 중에 존재하면, 그 probe와 특이적으로 시료 DNA가 결합한다. 결합된 DNA는 증폭에 사용한 프라이머에 비오틴(biotin)이 붙여져 있어 이 비오틴이 아비딘(avidine)의 작용에 의해 horseradish peroxidase-streptavidine(HRP)와 결합한다. 이 HRP가 무색의 기질을 청색으로 발색시킨다. 이 발색의 유무에 의해 증폭된 DNA가 형 판정된다.

우리나라의 경우 D1S80형과 더불어 유전자분석법이 도입되던 1992년부

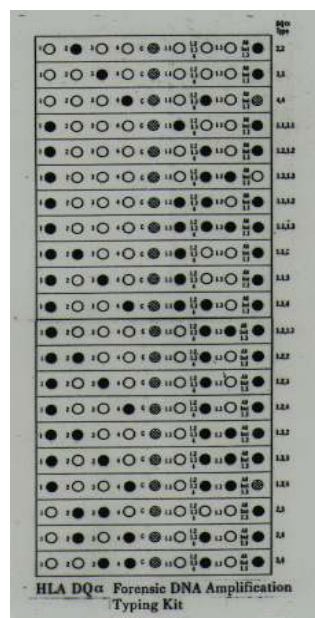


그림 19. DNA-하이브리다이제이션에 의해 판정된 HLA-DQα형 21종류

터 개인식별 감정에 사용되었으나, 지금은 키트구입 비용의 고가 및 다른 유전자마커가 많이 개발되어 있으므로 지금은 필요한 경우에만 사용하고 있다.

3. STR형 검사

혈액형, 효소형 및 혈청형의 검사에 추가하여 DNA형의 검사가 혈흔 또는 체액반흔 등의 생물학적 증거물의 개인식별에 도입되므로 개인식별의 정밀도 및 신뢰도가 비약적으로 높아졌다. 그 정밀도는 지문에 필적할 정도로 높아지게 되어 범인을 거의 단정적으로 지목할 수 있도록 되었다. 그 이유로는 앞에서 설명한 D1S80이나 HLA-DQα 외에 추가로 현재 4 내지 5염기를 기본단위로 반복하는 DNA형인 STR(short tandem repeat) 또는 microsatellite DNA 마커라 부르는 분석법이 도입되었다. STR유전자마커는 PCR 증폭되는 범위가 300염기 이하로 길이가 짧고, 인체 관련 증거물의 부패나 변질 등에 의해 DNA의 분해가 일부 진행된 증거물에서도 DNA형 검사가 가능해지는 이점을 갖고 있다. 이 중 대표적인 STR 유전자마커의 하나인 TH01형의 반복염기배열을 그림 20에 나타내었다. TH01형은 AATG의 4염기를 반복의 1단위로 염기하여, 5반복(AATG이 5회 반복한다)부터 11반복(11회 반복한다)하는 대립유전자로 분류되어 있고, PCR에 의한 증폭크기는 179염기로부터 207염기이다. 우리나라의 범죄 수사를 위한 DNA형 감정에 TH01형의 분석법이 1994년부터 사용되어 왔다.

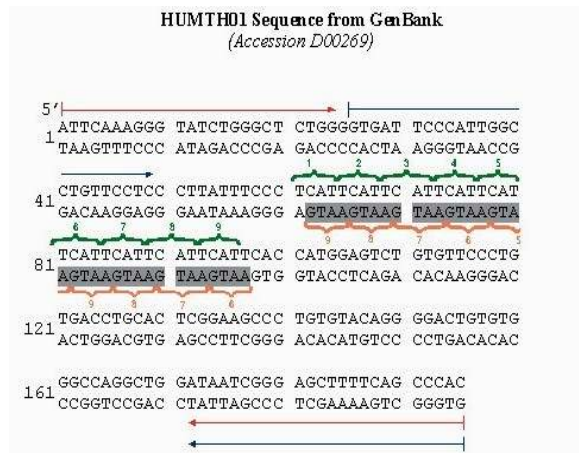


그림 20. TH01 유전자마커의 염기서열 구조

TH01형을 비롯한 STR유전자마커는 PCR(polymerase chain reaction)법으로 분석되며, 인간 게놈에 수십만 개가 고르게 분포되어 있다. 각 STR유전자마커는 대립유전자의 수가 5~20개로 이형접합율이 80 % 이하인 보통의 다형성(polymorphism)을 갖고 있어, 이형접합율이 95 % 이상인 VNTR 유전자마커보다 식별력은 낮지만, 동시에 여러 개의 STR마커를 사용하여 분석할 수 있어 보다 높은 식별력을 얻을 수 있다. 즉 각 대립유전자(allele)의 크기가 중복되지 않는 STR유전자마커를 선택하여 다중증폭(multiplex PCR)함으로 한 번에 여러 개의 DNA형(genotype) 확인이 가능하게 된다.

STR유전자마커를 이용한 DNA감정에서는 각 STR유전자마커의 양쪽에 위치하고, 단위반복에 인접한 염기서열을 지니는 프라이머를 사용하여 STR유전자마커 부위를 증폭한 다음 반복배열수의 수가 달라서 생성된 PCR생성물 크기에 차이가 있는 대립유전자들을 크기별로 전기영동으로 분리하여 유전자형을 결정하게 된다. 일반적인 STR유전자마커의 판정에는 D1S80형과 같이 전기영동법이 사용된다. 그러나 STR형의 판정에 사용되는 전기영동은 D1S80형과는 달리 폴리 아크릴아미드에 urea를 가한 변성포리아크릴아미드 겔을 사용하며, 그 길이도 보통 30 cm 이상의 것을 사용한다. 전기영동 후의 밴드 검출은 질산은염색으로 행하여진다. 이 변성겔 전기영동과 질산은염색을 이용하면 네 개 염기의 차이를 명확하게 검출할 수 있게 되어 표준대립 유전자마커와의 비교에 의해 DNA형 판정이 행하여진다. 그림 21은 세 개의 STR유전자마커인 TH01, TPOX 및 CSF1PO를 다중증폭한 PCR생성물을 변성포리아크릴아미드 겔에서 분리하여 질산은염색으로 검출한 것이다.

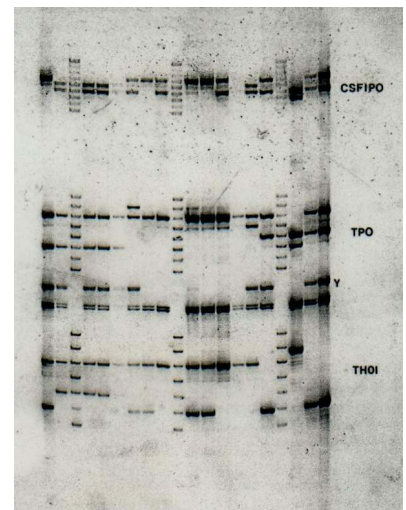


그림 21. 다중증폭법으로 분석된 3개 STR유전자마커의 전기영동 결과

이러한 STR유전자마커의 경우 20년 이상 경과된 혈혼에서도 DNA형판정이 가능하다. 한편 STR유전자마커 분석법은 초기에는 한 종류씩 PCR증폭한 후 각각 전기영동 및 염색하여 분석하였으나, 그 이후에 3개 정도의 STR유전자마커를 동시에 분석하는 것으로 발전하였고 1999년에 이르러는 16개까지 동시 PCR증폭 분석하는 법이 개발되어 있다. 이러한 방법은 PCR에 사용된 프라이머에 형광물질(HEX, JOE, ROX, TAMRA)을 부착시켜 이를 검출하는 자동유전자형분석기(Genetic Analyzer)를 사용하는 추세로 바뀌면서 자동화되어져 다량의 시료에서 단시간에 여러 STR유전자마커를 분석하고 있다. 또한 이 유전자마커들은 키트화되어 Promega Co.와 Applied Biosystems Inc.에 의해 경쟁적으로 생산, 시판되고 있다. STR유전자마커는 여러 유전자마커를 동시에 다중 증폭하고, 분석할 수 있어 시간, 비용 및 검체 소요량을 절약할 수 있게 되어, 최근에는 세계 각국에서 사용하는 일반적인 분석법이다. 특히 미국 연방수사국(FBI)은 13개의 STR유전자마커를 선정 소위 유전자자료은행인 CODIS(Combined DNA Index System) 프로그램으로 사용하고 있다. CODIS의 13개 STR유전자마커에 대한 구조적 특징을 표 2에 나타내었다.

표 2. 미국 연방수사국에서 사용하는 CODIS 13 STR마커의 구조적 특징

STR유전자마커	GenBank Accession No.	반복염기서열단위	대립 유전자수
CSF1PO	X14720	agat	11
D18S51	X91254	agaa	25
D3S1358	-	agat,tcta	13
D21S11	M84567	tcta,tctg	26
D5S818	G08446	agat	9
FGA	M64982	[tttc] ₃ tttttct[cttt] _n ctcc[ttcc] ₂	32
D7S820	G08616	gata	9
TH01	D00269	aatg	13
D8S1179	G08710	tatc	12
TPOX	M68651	aatg	9
D13S317	G09017	gata	9
vWA	M25858	agat	18
D16S539	G07925	gata	9

우리나라의 범죄수사에는 범죄현장에서 획득된 인체구성물 증거자료에서 Amelogenin을 사용하여 성별(남/여)을 식별하고 TH01, TPOX, CSF1PO, D3S1358, vWA, FGA, D5S818, D13S317, D7S820, D16S539, D8S1179, D21S11, D18S51를 개인식별용 STR마커로, 그리고 추가하여 D2S1338, D19S433, Penta_E, Penta_D 및 ABO genotype(AA, AO, BB, BO, OO, AB 등)을 신원확인에 사용하고 있다. 이 경우의 일치확률이 평균 1,000억 명당 1명으로 높여져 있음은 물론 CODIS와 일부 유전자마커가 호환되어 지난 1997년 발생한 KAL 광 추락사고에서 처음 수행된 미국 국방성 병리학연구소 부설 AFDIL(Armed Force DNA Identification Laboratory)과의 신원확인 작업을 공동 수행할 수가 있었다. 이러한 사실에 입증하여 국립과학수사연구소는 인터폴이 제시하는 국제 표준화된 분석법을 택하고 국제 신용보증프로그램을 수행하여 감정능력을 국제적으로 인정받고자 노력하였고, 2004년 8월 27일에는 국제공인 시험기관으로 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Sceme)에서 인정받았다. 현재 유전자감식에 세계 각국에서 표준으로 사용되고 있는 STR감정 kit는 ABI사의 Identifiler와 Promega사의 Powerplex16으로 각각 성염색체 확인의 Amelogenin을 포함 15개의 STR마커로 구성되어 있고 13개의 CODIS 마커를 공유하고 있고 서로 다른 2개의 STR마커를 지녀 이를 교차시험용으로 사용하게 되면 총 17개의 STR마커를 확인하게 된다.

4. Y-STR형 검사

통상적인 DNA프로필 분석에 사용되는 STR유전자마커에는 성염색체상의 STR들도 불필요한 복잡성을 피하기 위하여 포함되지 않지만 Y염색체상의 STR마커는 보다 특별한 목적으로 유용하게 이용된다. 즉, 성폭행 사건의 범인이나 부계확인에 이용할 수 있다.

Y염색체는 남성을 결정하는 염색체로서 할아버지로부터 아버지로 그리고 손자로 그대로 전해진다. Y염색체가 2개가 존재하지 않기 때문에 섞이

는 일도 없으며 X염색체와 같은 염기순서가 존재하는 한쪽 끝의 작은 부분을 제외하고는 조합이 일어날 일도 없다. 만일 염기순서의 변이가 충분히 늦게 일어나고 사람들이 모두 아브라함의 자손이라면 모든 남자들의 Y염색체가 동일하여야 할 것이다.

현실에 있어서 Y염색체의 염기서열 변이는 상당히 다양하다. 가까운 혈족이 아니면 대개 Y염색체의 염기순서에서 차이를 발견할 수 있으며 특히 STR의 차이는 더욱 쉽게 발견된다. Y염색체에도 상당수의 STR마커들이 보고되어 있는데 DYS19, DYS385, DYS389 I, DYS389 II, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393 등이다. 통상적인 검사에 사용되는 STR마커보다 대립유전자의 수는 훨씬 적지만 여러 곳의 STR들이 같이 보여 주는 DNA프로필은 상당한 식별력을 가진다. 부계 혈연을 감정하는 것은 Y염색체의 여러 곳에 존재하는 STR마커들의 대립유전자를 분석하고 2개의 시료가 같은 STR마커의 대립유전자를 가지고 있는지 확인하는 것이다. 같은 부계라면 Y염색체의 여러 STR마커의 대립유전자들이 일치하고 다른 부계일 경우에는 대립유전자들이 일치하지 않을 것이다. Y염색체 STR마커들은 각 STR의 대립유전자들이 일치하여도 빈도를 곱할 수는 없지만 각 STR 대립유전자들로 구성된 프로필의 빈도를 구하여 일치의 가능성을 가늠할 수 있다.

미국 제2대 대통령이었던 토마스 제퍼슨은 생전에도 흑인 노예와 자식을 두었다는 풍문이 있었다. 아무도 진실을 밝힐 수 없었지만 지난 200년간 제퍼슨의 후손임을 자칭하는 흑인 가계가 있었다. Y-STR분석법이 개발된 후 제퍼슨의 백인 후손들과 자칭 흑인 후손들 간의 Y-STR프로필 비교가 있었다. 그 결과 조사된 7개의 Y-STR마커에서 모든 대립유전자가 일치하였다. 이러한 일치가 우연에 의한 가능성은 약 1/100 정도로 추산되었으며 제퍼슨의 백인 후손들은 흑인 후손들을 공식적으로 같은 가계로 인정하였다.

□ 강력사건에서 Y-STR은 어떻게 이용되는가?

최근 Y-STR에 대한 분석기법이 개발(그림 22)되어 범용화 되면서 성

폭력 범죄의 해결에 지대한 공헌을 하고 있다.

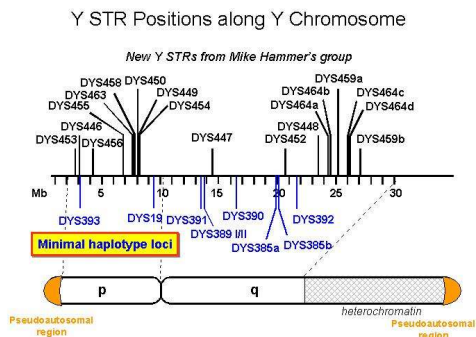


그림 22. Y염색체상의 Y_STR마커의 위치 및 powerplex Y에 의한 분석 결과.

성폭력범죄의 경우, 가해자의 정액은 대개 피해자 여성의 질 내에 남아 있게 되는데 이때 정확하게 피해자 여성세포로부터 정자DNA만이 분리되는 경우는 약 90 % 정도이고 그 밖의 경우에는 혼합되어 검출되게 된다. 이 경우에는 필히 Y-STR마커를 분석해주는 것이 권장된다. 이러한 때의 감정서 예는 표 3에 나타내었다.

표 3. STR 및 Y-STR마커에 의한 성폭력감정물의 분석 결과

유전자좌	감정물	증1호	증2호	증3호
Amelogenin	X-Y(혼합)	XX(여성)	XY(남성)	XX(여성)
TH01	6-7-9	7-9	6-9	7-9
TPOX	8-9-11	9-11	8-8	9-11
CSFIPO	10-11-13	10-11	13-13	10-11
D3S1358	15-16	15-16	16-16	15-16
vWA	14-15-16-19	14-15	16-19	14-15
FGA	23	23-23	23-23	23-23
D5S818	10-11-12	12-12	10-11	12-12
D13S317	10-11	10-11	11-11	10-11
D7S820	8-12	8-8	8-12	8-8
D16S539	11-12	11-12	11-12	11-12
D8S1179	13-14-15	13-14	14-15	13-14
D21S11	30-32.2	30-32.2	30-32.2	30-32.2
D18S51	14-18	14-18	13-17	14-18
Y_STR				
DYS456	15	-	15	-
DYS389 I	14	-	14	-
DYS390	23	-	23	-
DYS389 II	29	-	29	-
DYS458	17	-	17	-
DYS19	15	-	15	-
DYS385	10-18	-	10-18	-
DYS393	13	-	13	-
DYS391	10	-	10	-
DYS439	13	-	13	-
DYS635	21	-	21	-
DYS392	13	-	13	-
GATA_H4	11	-	11	-
DYS437	14	-	14	-
DYS438	13	-	13	-
DYS448	18	-	18	-

5. 미토콘드리아 DNA형 검사

DNA형 분석은 개인식별 감정에 획기적이기는 하였으나 모든 감정물에서 개인식별이 가능하지는 않았다. 특히 인체 관련 감정물과 같이 시간이 지나면 부패가 진행되는 것들과 모근이 없는 모발이나 손톱 등과 같이 DNA를 추출할 수 없는 시료 등에서는 DNA형 분석으로 별다른 효과를 얻을 수 없었다. 그래서 다양한 분자생물학적 기법의 발전과 함께 이런 문제점들을 해결하고자 하는 노력들이 계속되어 와서 이제는 미토콘드리아 DNA의 다형성을 이용한 방법도 개인식별에 이용할 수 있게 되었다. 물론 미토콘드리아 DNA를 이용하여 개인식별을 하는 방법 또한 문제가 없지 않고 일반적인 DNA검사법을 모두 대체할 수 있는 것은 아니다. 초기에는 주로 일반적인 유전자지문 검사를 실시할 수 없는 경우에 보조적인 방법으로 이용되기 시작하였는데, 점차 그 적용 가능한 검체가 다양해져 활용범위가 확대되어 가고 있다. 즉 오래된 뼈, 모근이 없는 모발이나 손톱, 발톱 등에 이용하여 확인된 미토콘드리아 DNA의 염기서열 분석 결과로는 ① 개인식별 ② 집단유전학 ③ 종 식별분야에 이용될 수 있다.

미토콘드리아 DNA는 모든 동물세포의 미토콘드리아에 존재하며 원형으로 연결된 이중나선 DNA이다. 인간의 미토콘드리아 DNA는 길이로 16,569염기수이며 이중나선에서 염기의 분포는 각각 다르게 존재한다. 이러한 구조를 지닌 미토콘드리아 DNA의 지놈(genome)에는 두 개의 주요한 부위가 있는데 하나는 DNA발현에 필요한 rRNA, tRNA 및 oxidative phosphorylation에 필요한 단백질인 large coding부위이고, 나머지 하나는 전사(transcription)와 복제(replication)를 조절하기 위한 조절부위(Control region)라 부른다.

미토콘드리아 DNA의 분석법은 이 조절부위에 초점을 맞춘다. 조절부위에는 길이 1.2Kb의 displacement loop(D-loop)가 있으며 D-loop에는 고변이부위(Hypervariable Region; HV)가 두 종류가 존재하며 다형성을 지니고 있다. mtDNA 분석법은 이 HV부위가 지나는 염기서열의 차이에 의하는데 HV1과 HV2는 각각 길이가 약 400bp 정도(그림 23)이다.

ANDERSON Sequence(HV1 and HV2) of Human mt DNA	
16000 A TTCTAATTT A AACTATTCT C TGTTCTTTC A TGGGGAAGC A GATTTGGGT A CCACCCAAG T ATTGACTCA C CCATCAACA A CCGCTATGT A TTTCGTACA T TACTGCCAG C CACCATGAA T ATTGTACGG T ACCATAAAT A CTTGACCAC C TGTAGTACA T AAAAACCCA A TCCACATCA A AACCCCTC C CCATGCTTA C AAGCAAGTA C AGCAATCAA C CCTCAACTA T CACACATCA A CTGCAACTC C AAAGCCACC C CTCACCCAC T AGGATACCA A CAAACCTAC C CACCCTTAA C AGTACATAG T ACATAAAGC C ATTTACCGT A CATAGCACA T TACAGTCAA A TCCCTTCTC G TCCCCATGG A TGACCCCCC T CAGATAGGG G TCCCTTGAC C ACCATCCTC C GTGAAATCA A TATCCCGCA 16430	61 C GTCTGGGGG G TATGCACGC G ATAGCATTG C GAGACGCTG G AGCCGGAGC A CCCTATGTC G CAGTATCTG T CTTTGATTC C TGCCTCATC C TATTATTTA T CGCACCTAC G TTCAATATT A CAGGCGAAC A TACTTACTA A AGTGTGTTA A TTAATTAAT G CTTGTAGGA C ATAATAATA A CAATTGAAT G TCTGCACAG C CACTTTCCA C ACAGACATC A TAACAAAAA A TTTCCACCA A ACCCCCCCT C CCCCCTTC T GGCCACAGC A CTAAACAC A TCTCTGCCA A ACCCAAAA A CAAAGAACC C TAACACCAG 350

그림 23. Anderson의 사람 표준 mtDNA HV1부위(16000에서 16430염기) 및 HV2부위(61-350염기)까지의 염기서열

미국의 TWGDAM(Technical Working Group of DNA Analysis and Methods; DNA분석기술분과위원회)은 HV1의 경우 16024에서 16365위치, HV2는 00073에서 00340위치의 최저 염기서열을 mt DNA 데이터베이스로 택하기를 제안하고 있다. 즉, HV1과 HV2 부위의 염기서열분석결과를 그림 23의 Anderson의 표준서열과 비교하여 확인하는 것이다.

Mt DNA는 전체세포 DNA의 1 %보다 적은 양으로 존재하나 수백에서 10,000개 정도로 고도의 반복수를 지니고 있다. 이 같은 이유로 비교적 부패나 변질 등과 같은 주변 환경에서 상당히 오랜 기간 남을 수 있게 된다. 이러한 특징이 양이 제한된 검체나 부패 등으로 핵DNA검사가 불가능한 경우 이용할 수가 있게 된다. 따라서 범죄 현장에서의 검체와 같이 시료 양이 극히 적은 경우나 오래되어 부패된 시체에서 상염색체의 분리는 불가능하지만, mt DNA의 추출은 가능할 수 있게 한다. mt DNA는 모계 유전을 하게 되는데 이는 수정 시 미토콘드리아의 약 99.9 %를 난자로부터

터 형성하기 때문이다. 따라서 같은 어머니에게서 태어난 형제자매들은 모두 어머니와 같은 mt DNA의 일치하는 copy를 지니고 있게 된다. 이러한 점은 둘 이상의 사람의 미토콘드리아 DNA가 섞여 있는 경우 쉽게 사람의 수를 추정하여 구분할 수 있게 해준다. 또 다른 특징은 핵DNA에 비하여 mt DNA는 5~10배 정도 빨리 변이가 일어난다는 것이다. 특히 HV 1 및 2의 경우 1kb 길이에 불과한 고변이부위에서 변이를 보이는 염기 위치는 수십 곳이 되는데, 이것은 mt DNA를 이용한 유전자분석이 개인식별 및 혈통확인에 매우 효율적일 수 있게 해준다.

미토콘드리아 DNA를 이용한 예는 러시아 로마노프(Romanov)왕가의 비화와 관련된 사례가 있다. 러시아의 마지막 황제인 니콜라스 2세는 1918년 볼셰비키 혁명으로 가족과 함께 우랄 산맥 근처의 조그만 도시에서 살해되어 아무렇게나 매장되었다. 그들이 묻혀진 곳이 1991년 발굴되었는데, 1.6×2.1 m 크기의 낮은 구덩이에 몹시 훼손된 9구의 시체에 해당되는 뼈들이 묻혀 있었다. 러시아의 법과학자들에 의하여 유골의 나이와 성, 그리고 치아가 분석되었고 두개골 이미지 중첩(superimposition)을 시도하여 시신들이 니콜라스 2세와 그 가족의 것이라는 판단이 내려졌다. 좀 더 정확한 결론을 얻기 위해 러시아 정부는 영국 법과학연구소(FSS; Forensic Science Service)의 과학자들에게 유골에서 얻어진 DNA분석을 의뢰하였다. DNA분석은 STR유전자마커와 mt DNA에 대하여 시도되었는데 적용된 5개의 STR 분석결과를 통해 9개 중 5구가 부모와 자식으로 구성된 가족들임을 확인시켜 주었다. 그러나 이들이 니콜라이 2세 가족임을 확실하게 결론을 내리게 한 중요한 결과는 mt DNA의 분석결과였는데 그것은 mt DNA의 염기서열이 한 가계 내에서 모계를 공유하는 모든 사람들에게서 동일하게 나타나기 때문이다.

Ⅲ. 개인식별지수

혈흔이나 체액반흔 같은 증거물의 감정은 이들이 유래된 특정한 개인을 식별하고자 하는 것이 목적이기 때문에 증거물의 질과 양이 허용되는 범위에서 혈액형, 혈청형, 효소형 및 DNA형 등의 모든 검사를 실시하는 것이 바람직하다. 이러한 검사를 종합적으로 적용하면, 지문에도 필적하는 정밀도가 높은 개인식별이 가능해진다. 개개의 혈액형, 혈청형, 효소형의 검사결과와 DNA형의 검사결과는 일반적으로 서로 관련이 없이 유전학적으로 독립되어져 있다. 따라서 분석되어 얻어진 검사결과 모두에서 얻어지는 종합적인 출현빈도, 즉 각각의 검사에 의해 얻어진 형의 출현빈도를 곱하는 것으로 얻어지게 된다. 따라서 개인식별에 이용할 수 있는 독립한 검사항목이 증가하면 할수록 조합된 모든 결과에서 얻어지는 형의 출현빈도는 최소화되므로 소위 개인식별에 근접하는 효과가 크게 된다. 이러한 이유로부터 DNA형 감정에 관해서는 지문 같은 절대적 개인식별 정밀도까지는 기대하지 않더라도 최소한 개인을 높은 식별력을 지닌 정밀도로 특정지어 지목할 수 있게 된다고 말할 수 있다. 따라서 실제의 혈흔감정으로 개인식별을 위해 항상 실시 가능한 ABO식 혈액형과, D1S80형, HLA-DQ α 형, STR형 6종류(TH01, TPOX, CSF1PO, VWA, FESFPS, F13A01)를 포함한 모두 8종류의 DNA형을 검사할 경우의 출현빈도가 개인식별에서 어느 정도의 정밀도를 갖는지를 한국인 집단에서 조사하여 표 4에 나타내었다.

표 4 결과로부터 대상자 V1의 혈액에 관해서 산출하여 본다. 혈액형 및 DNA형 검사로 얻어진 각형의 ()내의 수치는 한국인 집단에 있어서의 출현빈도의 역수이다. 이 결과는 사전 국립과학수사연구소에서 수행한 집단 유전학적 연구에 의해 산출되어져 있는데, 이 결과를 이용하여 산출된 출현빈도 역수 값을 전부 곱하면 1.8×10^{22} 이 되는데, 이 수치를 개인식별 지수라 하며, 감정물의 DNA가 동일인으로부터 유래되어서 DNA프로필이 일치할 확률 대 다른 사람으로부터 유래되었으나 우연히 DNA프로필이 일치할 확률의 비율이 1.8×10^{22} 대 1이라는 의미이다. 표 4에는 7명의

한국인에 관한 검사결과를 나타낸바 전체로 보면, 각 개인의 개인식별지수는 적게는 3.4×10^5 , 많게는 1.8×10^{22} 대 1이라고 할 수 있다. 그러므로 빈도가 높은 경우에는 별다른 문제가 없지만 낮은 경우에는 보다 높은 빈도를 얻어 정확성을 높이기보다 많은 유전자형의 검사가 요구되므로 이에 대한 여러 가지의 추가할 수 있는 DNA형 검사법을 감정기관에서는 확립해두어야 한다.

표 4. 혈액형 및 DNA형 결과에 의한 개인식별력 계산 예

대상자	ABO 혈액형	DNA형								개 인 식별력
		D1S80	HLA-DQα	TH01	TPOX	CSF1PO	vWA	FESFPS	F13A01	
V1	AB	18-24	1.1-1.1	9-11	9-10	8-9	17-21	10-14	5-5	1.8×10^{22}
	(10)	(152)	(42)	(511)	(112)	(2976)	(2770)	(1068)	(567)	
V2	A	24-24	1.2-3	7-9	8-11	10-12	17-18	11-12	3.2-6	3.4×10^5
	(3)	(2)	(8)	(4)	(3)	(5)	(9)	(4)	(3)	
V3	B	14-31	1.1-4	9-9	8-9	10-11	14-14	10-12	4-5	1.2×10^{12}
	(3)	(729)	(20)	(4)	(8)	(9)	(25)	(43)	(86)	
V4	B	16-24	1.3-2	6-9	9-11	10-13	15-18	10-12	4-6	2.4×10^{12}
	(3)	(91)	(100)	(7)	(14)	(31)	(84)	(43)	(8)	
V5	A	18-18	3-4	9-9.3	8-12	11-11	15-20	11-11	3.2-4	1.8×10^{15}
	(3)	(18)	(29)	(34)	(51)	(18)	(848)	(4)	(11)	
V6	O	18-30	2-4	8-8	8-11	9-10	16-16	12-13	3.2-3.2	1.6×10^{11}
	(3)	(19)	(3)	(356)	(3)	(370)	(27)	(10)	(9)	
V7	O	19-30	2-3	6-8	8-11	12-14	18-20	11-14	3.2-6	1.1×10^{12}
	(3)	(146)	(2)	(62)	(3)	(213)	(119)	(88)	(3)	

() : 한국인 집단에서 출현 빈도의 역수

범죄의 입증을 위한 증거물 감정의 관점에서 개인식별에서는 식별력의 한계를 가장 잘 출현하는 형의 조합이라도 보통 수십만인 중 한 사람으로부터 수백만인 중 한 사람의 식별정밀도가 필요하다고 여기고 있고, 보다 더 높은 식별력을 얻기 위해서 여러 종의 STR유전자마커를 사용하면 그 기대치는 가히 기하급수적인 식별력을 지니게 된다.

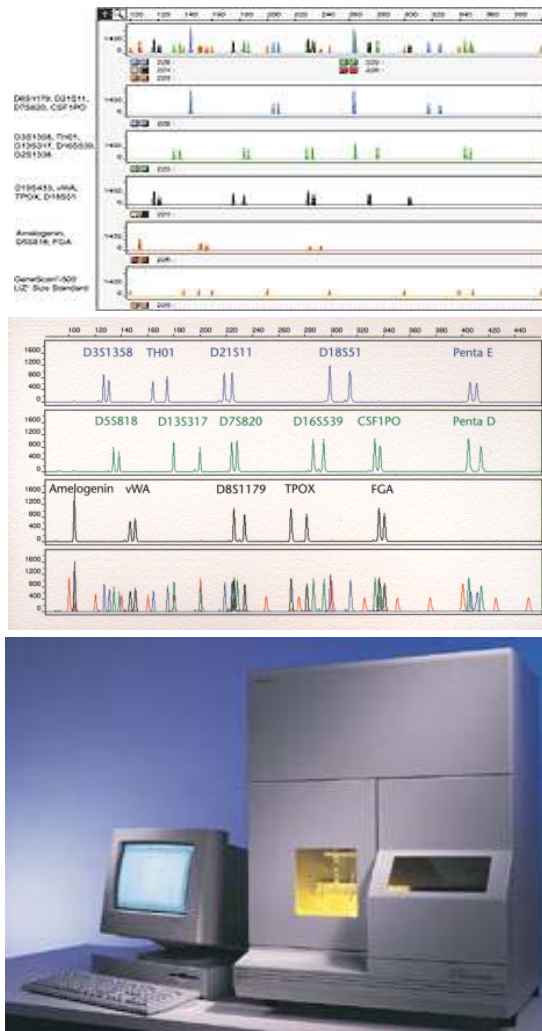


그림 24. Applied BioSystems의 Identifier(상)와 Promega의 Powerplex 16(중)으로 분석된 STR 16종의 Genetic Analyzer(하) 분석 결과

최근 새롭게 개발된 Promega의 PowerPlex 16이나 Applied Biosystems Inc.의 Identifier키트와 Genetic Analyzer 등(그림 24)을 사용하게 되면 최고 STR 16개형까지 동시증폭, 검출이 가능해진다. 이에 따라 상대적으로 식별력도 10조 이상으로 증가하게 된다. 그러나 DNA분석의 역할은 감정 물이 동일인으로부터 유래되어서 DNA프로필이 일치할 확률 대 동일인으로 부터 유래되지 않는 않았지만 우연히 일치할 확률의 비율(개인식별지수)을

제공하는 것이지 수사기관이나 사법기관에서 관심을 가지는 DNA분석으로 용의자가 범인일 확률 대 범인이 아닌 확률의 비율(사후승산비; 개인식별지수에 사전승산비인 유전자검사 전 수사 및 목격자의 증언 등으로 인해 용의자가 범인일 확률 대 범인이 아닌 확률의 비율을 곱하여준 값)을 제공하는 것은 아니다. 이러한 이유로 DNA분석결과에서 일치확률이 미치는 영향은 크다고 본다. 일치확률이란 용의자와 우연히 일치하는 DNA프로필을 가진 사람이 존재할 확률이 있다는 의미이다.

인체 관련 감정물에 대한 DNA분석 결과는 ① DNA프로필이 일치할 경우 ② 불일치하는 경우 ③ 판정불능인 경우로 세 가지 경우가 존재하며 각각의 경우에 따라 개인식별지수의 의미가 달라진다. 먼저 불일치하는 경우의 개인식별지수는 0이 되며 그 결과 사후승산비 역시 0이 되므로 용의자는 수사 및 재판과정에서 범인일 가능성은 배제된다. 한 예로 성폭행 피해자가 “용의자가 범인이 틀림없다”고 지목하였다 해도, 감정물에서 검출된 DNA프로필이 다르면 해당 용의자는 무혐의임이 입증된다. 다음 DNA분석결과가 판정불능/검출불가일 경우에는 사건에 대한 어떤 정보도 제공하지 못하므로 수사기관은 DNA결과를 배제하고 수사자료에 의거 범행 여부를 판단해야만 한다. 그리고 DNA프로필이 일치할 경우는 분석된 결과에 대한 일치확률이 중요하며, 한국인 집단에서 출현빈도로 의미 있는 결과에 대한 개인식별지수로 제공하게 된다. 여기서 개인식별지수가 50만대 1 또는 100억대 1로 나타나는 것은 DNA분석 시스템에 사용된 유전자마커수와 시료의 상태, 검출된 DNA형에 따라 다르게 되는데 이는 동일인에게서 유래되었다는 확률이 우연히 일치할 확률보다 그만큼 상대적으로 높다는 의미이다. 그러나 이를 가지고 변호사가 대표적인 오류를 범하는 예가 한국인 50만 명 대 1이면 서울시내에서 범행인 경우 서울 인구가 1000만 명이므로 최소 20명이 이러한 DNA프로필을 가지므로 결과적으로 1/20이라고 주장하는 것이다. 그리고 개인식별지수가 100억대 1이므로 이를 바로 범인일 확률로 해석하여 무조건 유죄라고 구형하는 검사가 있는데 이 또한 대표적인 오류이다. DNA분석결과에 의한 개인식별지수가 아무리 높아도 사전승산비가 0이면 결과적으로 사후승산비가 0이므로

DNA결과에 대한 가치는 무효하게 된다.

인체관련 감정물의 감정결과에 큰 영향을 주는 것은 증거로 제시된 자료의 질과 양의 상태라고 말할 수 있다. 증거자료의 상태가 양호하면, 그만큼 얻어지는 검사결과도 신뢰도가 높다고 여긴다. 범죄 수사상의 증거자료에는 검사가 불가능할 정도로 변질되어 있는 것도 있다. 따라서 검사결과를 정확히 얻을 수 없는 경우에는 기하급수적인 식별력을 지닌 출현빈도도 계산할 수 없게 된다. 주어진 증거물의 상태가 어떻든 간에 신뢰할 수 있는 명확한 감정결과를 산출해내는 기법을 개발하는 것이 과제라고 여기며, 이제 케놈프로젝트도 완성되어 인간의 유전자구조가 명확하게 밝혀질 단계에 있으므로 사용하는 새로운 유전자마커나, 간편하고 신속한 감정방법의 선정 등이 지속적으로 연구되면, 금후보다 더 높은 감정 정밀도의 향상을 이룰 수 있다고 기대된다.

IV. 유전자자료은행

1. 입법 배경

유전자 자료은행이란 강력범들의 DNA 프로필을 DNA 분석기법을 이용해 분석한 결과를 데이터베이스화한 것이다. 범죄사건의 증거물에서 용의자의 DNA 프로필이 확보될 경우 이를 검색해 신원을 확인하는 국가차원의 과학수사 정보관리 시스템을 구축하는 것이다. 즉 범죄자 등의 DNA형을 엄격한 절차에 따라 전산자료로 기록·관리하여 범죄수사 및 신원확인 등의 자료로 활용하는 것이다. 국립과학수사연구소와 경찰청에서는 ‘재범을 방지하고, 과학수사를 지향한다’는 취지에서 유전자 자료은행을 설립할 것을 강력히 주장해왔다. 유전자 자료은행의 자료가 수사실무를 담당하고 있는 기관에 사건 해결의 중요한 실마리를 제공할 수 있다는 판단에서다.

2002년 2월 서울 성북경찰서 관내에서 발생한 강도 강간 살인사건 수사 때 담배꽂초와 피해자의 신체 등에서 서로 다른 3명의 DNA 프로필을 확보해 범인을 검거할 수 있었다. 그리고 이들의 DNA프로필을 이용해 미제 사건을 검색, 2002년 1월부터 2개월에 걸쳐 발생한 성북경찰서 내 또 다른 강간사건과 남부경찰서, 안양경찰서, 청주서부경찰서의 강간사건도 이들의 소행임을 확인할 수 있었다.

10여 년 전에 일어났던 화성경찰서 9차 및 10차 연쇄 강간 살인사건의 용의자 DNA형과 대전·충청 일원에서 다수의 여성을 강간한 강간범, 용산경찰서의 10여 명의 강간 용의자 DNA프로필 등이 모두 확보되어 있어 이들 사건도 조만간 해결될 것으로 기대된다.

이처럼 범죄 수사에서 DNA프로필이 중요한 단서가 되자 체계적인 유전자 정보 관리를 위해 유전자 자료은행 설립의 필요성이 제기되고 있다. 유전자 자료은행은 ① 사건현장에서 채취한 범인의 DNA프로필(검색자료) ② 전과자 등 법적 관리대상자의 DNA프로필(검색 대상자) ③ 무연고 변사자, 실종자, 미아 또는 이산가족 관련 DNA프로필(신원확인 대상자) ④ 수사관과 감정관의 DNA프로필(수사용 참고자료) 등을 데이터베이스화해 수사자료로 활용하게 한다. 유전자 분석에 의한 범인 색출은 한 사람의 DNA프로필이 신체 부위나 시간의 경과 여부와 상관없이 일정하다는 사실에서 착안한 것이다.

1994년 세계 최초로 유전자은행 근거법을 마련한 영국은 현재 200만 건 이상의 유전자 정보를 확보하고 있다. 지금까지 사건현장에서 확보한 DNA프로필로 약 6만 8000명의 사건용의자들을 확인했고, 한 사건현장에서 확보한 DNA 프로필과 다른 사건현장에서 확보한 DNA프로필이 일치하는 것을 확인하는 등 유전자 정보 데이터베이스의 효과가 예상보다도 훨씬 좋은 것으로 나타났다. 영국은 성폭행범으로 제한했던 대상자를 살인, 강도나 차량절도 범행자들로 확대 적용하기로 했다. 미국도 1998년 모든 주에서 입법을 완료, 연방 차원의 유전자 자료은행을 설립해 운영하고 있다.

아시아에서는 홍콩이 최초로 2000년 2월 정부 산하 연구소에 유전자 자

료은행을 설립해 운영하고 있고, 싱가포르에도 유전자 자료은행이 있다. 일본 경찰청 산하의 과학경찰연구소도 자국 내에 유전자 자료은행을 설치하고자 관련 입법을 준비하고 있는 것으로 알려져 있다.

국립과학수사연구소에서는 1986년부터 미국 등 선진국에서 활용하고 있는 유전자 분석기법을 도입하고, 연구 및 개발에 심혈을 기울여 왔다. 그 결과 1990년대 초반부터 성폭력 범죄 및 강력사건의 범인 식별 등 범죄수사와 대형재난·재해사건의 신원확인 등에 유전자 분석기법을 활용하게 되었다. 1992년 3월 국내 최초로 의정부경찰서 미성년자 성폭행사건에 유전자 분석기법을 적용하였으며, 이후 1995년 삼풍백화점 붕괴사고, 1997년 대한항공기 추락사건, 1999년 씨랜드 화재사건, 2002년 중국 민항기 추락사고 및 대구 개구리소년 실종사건 등에도 첨단 유전자분석 기법을 통해 범인 식별 및 신원확인 작업을 벌였다. 이 과정에서 전과자의 재범에 대비하고, 강간 등의 범죄 감정물에서 혈흔·모발·정액 등이 채취되면 용의자의 신원을 즉시 확인할 수 있는 수사체계의 필요성이 제기돼 1993년 5월 정부 행정쇄신위원회에 ‘유전자 자료은행의 설치를 제안했고, 1994년 9월 ‘유전자 자료은행 설치와 운영에 관한 법률안’을 마련, 의원입법을 추진하였다. 그러나 같은 해 11월 별도 입법을 추진하던 법무부가 유전자 정보은행 설치법(안)을 제출하자 정부는 이를 조정하기 위해 1994년 12월 국무총리 행정조정실에 과학수사발전위원회를 설치하고, 다음해 1월 국립과학수사연구소를 유전자 자료은행 대상기관으로 선정했으나 대검찰청의 반발로 무산됐다. 그러나 성폭력 사범 등의 유전자 정보를 보관하는 ‘유전자 자료은행’의 설립이 다시 추진될 조짐을 보이고 있다. 대검찰청은 2002년 11월 20일 여성부가 주관한 ‘성폭력 근절 심포지엄’에서 “성폭력 범죄를 예방하고 사건 발생 시 효과적인 범인 검거를 위해 관련 범죄자들의 유전자를 별도 관리할 필요가 있다”고 밝힌 것이다. 그러나 인권·시민단체 등은 대검찰청이 주관하는 것에 대해 인권침해 등의 이유로 크게 반발하고 있다.

유전자 자료은행의 데이터베이스 시스템 구축이 인권침해 논란에서 벗어나기 위해서는 다음과 같은 점들이 충족되어야만 한다. 제도적으로 ①

DNA 프로파일 관리 대상자를 법적으로 제한 ② 대상자의 비밀보호를 보장 ③ 질병이나 장애 및 신체상의 특성 등 개인의 인권을 침해할 수 있는 정보를 제외한 정보만을 수록하도록 자료 제한 ④ 수사기관은 범죄사건 수사, 검색 대상자 확인 및 검거에 관한 인적사항을 관리하고 감정연구기관이 DNA 감정, 입증 사항을 상호 연계 관리함으로써 특정 권력기관의 정보 독점을 지양하는 등의 조치가 취해져야 한다.

기술적으로는 ① 분석한 DNA와 감정시료 잔량의 보관관리 및 분석과정에 대한 엄격한 관리 ② 범인 식별에 필요한 유전자 정보만 분석해 자료로 관리 ③ 민·관·학이 참여하는 연구 및 기술개발 자문기구의 운영 ④ 대상자의 시료 채취를 채혈에서 구강 내 세포로 전환 등의 조치를 취해야 한다. 뿐만 아니라 전산관리에 있어 유전자 자료 입력 및 조회자 제한과 사이버 테러를 대비한 국가전산망 수준의 데이터베이스 시스템 구축 등이 선행되어야 한다.

범죄 사건현장의 인체 감정물들은 보관상태만 양호하면 오랜 시간이 지나도 언제든지 DNA 감정이 가능하다. 그런 점에서 증거물 보관관리를 의무화하면 언제라도 사건은 해결될 수 있다. 미제로 되어 있는 화성 연쇄 강간 살인사건의 감정물이 남아 있다면 지금이라도 사건을 해결할 수 있지 않을까. 바로 이것이 과학수사를 위해 유전자 자료은행이 설립되어야 하는 이유다. 그리고 유전자 분석기능과 유전자 자료은행이 동시에 운영되어야만 막대한 인력·예산 낭비 및 수사상 비능률을 방지할 수 있다. 뿐만 아니라 수사기관이나 권력기관에서 유전자 자료를 독점할 경우 타 기관과의 정보 공유가 원활하지 못하고 수사기관에 대한 국민의 불신감을 조성할 우려가 있다고 본다. 유전자 자료은행의 조속한 실행이 요구되는 상황이지만 정부는 이 부분을 심도 있게 검토해 적절한 대책을 마련할 필요가 있다.

다행히 2006년 7월 25일 국무회의에서 상호 기관 간의 의견을 받은 “유전자감식정보의 수집 및 관리에 관한 법률(안)”이 의결되어 국회의 법률 제정을 기다리고 있다.

2. 유전자감식정보의 수집 및 관리에 관한 법률(안)

제1조 【목적】

이 법은 특정범죄와 관련된 수형자·피의자 또는 범죄현장 등에서 채취한 유전자감식시료로부터 개인 식별에 필요한 유전자감식정보를 수집·관리함으로써 범죄예방 및 범인검거에 기여함을 목적으로 한다.

제2조 【정의】

이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. ‘유전자’라 함은 DNA(Deoxyribonucleic Acid)를 말한다.
2. ‘유전자감식’이라 함은 사람의 유전자를 검사·분석·비교·대조하여 개인의 동일성 여부를 판단하는 행위를 말한다.
3. ‘유전자감식정보’라 함은 유전자감식을 통해 알아낸 개인 식별을 위한 유전자 정보를 말하며, 개인의 질병이나 유전적 소인에 관한 유전자정보는 여기에 해당하지 아니한다.
4. ‘유전자감식시료’라 함은 혈액, 정액, 타액, 모발, 구강점막, 신체조직 등 유전자감식의 대상이 되는 것을 말한다.
5. ‘유전자감식정보색인부’라 함은 개인을 식별할 수 있도록 체계적으로 구성된 유전자감식정보의 집합체로서 컴퓨터의 자기테이프, 자기디스크 기타 이와 유사한 매체에 수록된 것을 말한다.
6. ‘특정범죄’라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 죄를 말한다.
 - 가. 형법 제13장(방화와 실화의 죄)중 방화의 죄(제164조 내지 제167조 소정의 각 죄 및 동 미수, 예비·음모죄)
 - 나. 형법 제24장(살인의 죄)의 각 죄
 - 다. 형법 제25장(상해와 폭행의 죄)중 제259조, 제262조 소정의 각 치사죄
 - 라. 형법 제29장(체포와 감금의 죄)의 각 죄
 - 마. 형법 제31장(약취와 유인의 죄)의 각 죄
 - 바. 형법 제32장(강간과 추행의 죄)중 제297조 내지 제301조, 제302조, 제303조 소정의 각 죄

사. 형법 제38장(절도와 강도의 죄)중 절도의 죄(제330조 내지 제332조 소정의 각 죄)와 강도의 죄(제333조 내지 제341조 소정의 각 죄 및 동 미수, 예비·음모죄)

아. 폭력행위등처벌에관한법률 제4조, 제5조 소정의 각 죄

자. 특정범죄가중처벌등에관한법률 제5조의2, 제5조의4 내지 9 소정의 각 죄

차. 성폭력범죄의처벌및피해자보호등에관한법률 제5조 내지 제12조 소정의 각 죄

카. 마약류관리에관한법률 소정의 각 죄

제3조 【국가의 의무】

국가는 유전자감식정보와 유전자감식시료의 관리 및 이용에 있어 개인의 사생활이 침해되지 않도록 최대한 노력하여야 하며, 유전자감식정보색인부의 인적사항을 익명으로 하거나 암호화하여 관리하는 등 적절한 시책을 강구하여야 한다.

제4조 【유전자감식정보의 관리】

① 유전자감식정보는 수형자에 대한 유전자감식정보, 피의자에 대한 유전자감식정보, 범죄현장 등에 대한 유전자감식정보로 구분하여 이를 관리한다.

② 유전자감식정보는 전산처리 방법으로 유전자감식정보색인부를 작성하여 관리한다.

제5조 【유전자감식정보의 관리주체】

수형자에 대한 유전자감식정보는 대검찰청의 장이, 피의자와 범죄현장 등에 대한 유전자감식정보는 경찰청의 장이 각 유전자감식정보색인부의 작성·관리를 담당하는 자를 지정하여 관리한다.

제6조 【수형자의 유전자감식정보】

- ① 수형자에 대한 유전자감식정보색인부에는 특정범죄로 징역이나 금고 이상의 실형을 선고받아 그 형이 확정된 수형자에 대한 유전자감식정보를 수록한다.
- ② 교정시설의 장은 제1항의 규정에 해당하는 수형자로부터 유전자감식시료를 채취할 수 있으며, 수형자는 교정시설의 장으로부터 채취요구가 있는 때에는 이에 응하여야 한다.
- ③ 교정시설의 장은 수형자가 정당한 이유 없이 유전자감식시료의 채취에 응하지 않을 경우 채취를 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- ④ 수형자로부터 채취한 유전자감식시료의 수집·운반 및 관리, 유전자감식정보색인부예의 수록 방법 및 절차에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제7조 【피의자의 유전자감식정보】

- ① 피의자에 대한 유전자감식정보색인부에는 특정범죄로 구속영장이 발부된 피의자에 대한 유전자감식정보를 수록한다.
- ② 검사 또는 사법경찰관은 제1항의 규정에 해당하는 피의자로부터 유전자감식시료를 채취할 수 있다.
- ③ 제2항의 경우에는 유전자감식시료를 채취하기 전에 피의자로부터 서면 동의를 얻어야 한다. 다만, 피의자가 미성년자·심신미약자 또는 심신상실자인 경우에는 본인의 서면동의 외에 법정대리인의 동의를 얻어야 한다.
- ④ 검사 또는 사법경찰관은 제3항의 규정에 의한 동의를 얻을 수 없을 때에는 형사소송법 제215조의 절차에 따라 지방법원 판사로부터 발부받은 영장에 의하여 피의자로부터 유전자감식시료를 채취할 수 있다.
- ⑤ 피의자로부터 채취한 유전자감식시료의 수집·운반 및 관리, 유전자감식정보색인부예의 수록 방법 및 절차에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제8조 【범죄현장 등에 대한 유전자감식정보】

범죄현장 등에 대한 유전자감식정보색인부에는 다음 각호의 유전자감식시

료로부터 수집한 유전자감식정보를 수록한다.

1. 범행현장에서 발견된 유전자감식시료
2. 범죄의 피해자 체내·외에서 발견된 유전자감식시료
3. 범죄의 피해자가 피해 당시 착용하거나 소지하고 있던 물건에서 발견된 유전자감식시료
4. 범죄의 실행과 관련된 사람의 신체나 물건의 내·외부, 또는 범죄의 실행과 관련한 장소에서 발견된 유전자감식시료

제9조 【유전자감식시료의 채취방법】

유전자감식시료를 채취하는 때에는 구강 점막채취 방식이나 간이채혈 방식에 의한다. 다만, 채취 대상자가 다른 방식에 의한 유전자감식시료의 제출을 원할 때에는 그에 따를 수 있다.

제10조 【유전자감식정보의 검색·회보】

유전자감식정보색인부의 작성·관리를 담당하는 자는 다음 각호의 1에 해당하는 경우에 한하여 유전자감식정보를 검색 또는 그 결과를 회보할 수 있다.

1. 검사 또는 사법경찰관이 범죄수사를 위하여 요청하는 경우
2. 법원이 제출을 명하거나 사실조회를 요청하는 경우
3. 군검찰관 또는 군사법경찰관이 범죄수사를 위하여 요청하는 경우
4. 군사법원이 사실조회를 요청하는 경우
5. 경찰서장이 변사자의 신원을 확인하기 위하여 요청하는 경우
6. 교정시설의 장이 수형자에 대한 유전자감식정보의 수록 여부를 확인하기 위하여 요청하는 경우
7. 기타 유전자감식정보색인부 상호간의 검색을 위하여 필요한 경우

제11조 【유전자감식시료의 폐기】

① 제6조 및 제7조의 규정에 의하여 수형자나 피의자로부터 채취한 유전자감식시료 및 그로부터 추출한 유전자는 유전자감식정보를 수록한 때에

는 지체 없이 이를 폐기하여야 한다.

② 제8조의 규정에 의하여 수집된 유전자감식시료와 그로부터 추출한 유전자는 당해 사건에 대한 판결이 확정된 때에는 지체없이 이를 폐기하여야 한다.

제12조 【유전자감식정보의 삭제】

① 제6조의 규정에 의하여 유전자감식정보가 수록된 수형자가 재심에서 무죄·면소·공소기각의 판결을 선고받은 때에는 직권 또는 본인의 신청에 의하여 당해 유전자감식정보를 삭제하여야 한다.

② 제7조의 규정에 의하여 유전자감식정보가 수록된 피의자가 검사로부터 혐의없음·죄가안됨·공소권없음의 사유로 불기소처분을 받거나, 법원에서 무죄·면소·공소기각의 판결을 선고받은 때에는 직권 또는 본인의 신청에 의하여 당해 유전자감식정보를 삭제하여야 한다.

③ 제6조, 제7조의 규정에 의하여 유전자감식정보가 수록된 자가 사망한 경우에는 직권 또는 유족의 신청에 의하여 당해 유전자감식정보를 삭제할 수 있다.

④ 제8조의 규정에 의하여 범죄현장 등에서 수집된 유전자감식정보는 사건에 대한 판결이 확정되어 더 이상 당해 유전자감식정보의 보존·관리가 필요하지 아니하게 된 때에는 즉시 이를 삭제하여야 한다.

⑤ 유전자감식정보의 삭제 방법 및 절차에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제13조 【유전자감식정보위원회】

① 유전자감식에 관한 표준기법의 선정, 감식정보 색인사항의 변경, 유전자감식과정의 질적 관리, 유전자감식시료 및 정보의 관리·운영에 대한 주요사항을 심의하기 위하여 국무총리소속하에 유전자감식정보위원회(이하, 위원회라 한다)를 둔다.

② 위원회는 7인 이상 9인 이내의 위원으로 구성하며, 위원장은 위원 중 재적위원 과반수의 찬성을 받은 자로 한다.

③ 위원회의 구성과 운영 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제14조 【업무목적외 누설금지 등】

유전자감식 또는 유전자감식정보색인부의 작성·관리를 담당하거나 담당하였던 자는 업무상 취득한 유전자감식시료 또는 유전자감식정보를 업무목적 외로 타인에게 제공하거나 이용하여서는 아니된다.

제15조 【공무원의제】

이 법에 의하여 유전자감식 또는 유전자감식정보색인부의 작성·관리를 담당하는 자 중 공무원이 아닌 자는 형법 제129조 내지 제132조의 적용에 있어서는 이를 공무원으로 본다.

제16조 【벌칙】

① 유전자감식정보색인부 또는 유전자감식정보를 손상, 은닉 또는 기타 방법으로 그 효용을 해한 자는 7년 이하의 징역에 처한다.

② 유전자감식업무에 종사하는 자 또는 유전자감식정보색인부의 작성·관리를 담당하는 자로서 다음 각호의 1에 해당하는 자는 3년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 제14조의 규정에 위반하여 유전자감식시료 또는 유전자감식정보를 업무목적 외로 타인에게 제공하거나 이용한 자
2. 유전자감식 이외의 용도에 이용할 목적으로 유전자검사를 시행한 자
3. 유전자감식정보의 색인사항을 임의로 변경·삭제한 자
4. 허위의 유전자감식정보를 색인에 수록한 자
5. 유전자감식정보색인부에의 수록을 고의로 누락시킨 자

③ 다음 각호의 1에 해당하는 자는 2년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 사위 기타 부정한 방법으로 유전자감식정보를 열람 또는 제공받은 자
2. 제10조의 규정에 의하여 회보된 유전자감식정보를 업무목적 외로 누설

하거나 이용한 자

부 칙

1. (시행일) 이 법은 공포 후 6월이 경과한 날로부터 시행한다.
2. (적용례) 이 법 제6조는 시행 당시 수형 중인 자에게도 적용된다.

제3장 감정사례

1. 살인사건 감정물에서 개인식별 사례

DNA프로필을 분석한 결과로 범죄사건의 용의자를 범인으로 확인한 예는 표 5와 같다. 이 결과는 살인사건에서 피해자 의류에 묻은 혈흔에서 검출된 유전자형이 가해자의 것으로 확인되어 해결한 사례이다.

사건 증거시료인 의류 혈흔에서 검출된 DAN프로필은 일단 Amelogenin 유전자에서 남성(M)의 것으로 확인되었고, D1S80형 27-31, HumTH01형 7-9, HumTPOX 8-11, HumCSF1PO형 9-12, HumvWA형 16-16, HumFESFPS형 11-13, HumF13A01형 4-6, D13S317형 8-10, D7S820형 10-10, D16S539형 10-14로 검출되었다. 따라서 이 검출된 DNA프로필이 피해자의 것인지 가해자의 것인지 여부를 비교한바 지목된 용의자2의 혈액에서 검출된 DNA프로필과 정확히 일치(개인식별지수 1.2×10^{12})함을 나타내고 있다.

표 5. 살인사건 감정물인 피해자 의류 혈흔과 피해자 및 용의자 유전자분석 결과

유전자마커	피해자 상의에 묻은 혈흔	피해자	용의자1	용의자2	한국인 분포값
Amelogenin	M	M	M	M	2
D1S80	27 - 31	16 - 24	29 - 31	27 - 31	10
HumTH01	7 - 9	6 - 7	9 - 9	7 - 9	4
HumTPOX	8 - 11	8 - 8	8 - 11	8 - 11	3
HumCSF1PO	9 - 12	9 - 12	10 - 12	9 - 12	23
HumvWA	16 - 16	14 - 16	15 - 17	16 - 16	27
HumFESFPS	11 - 13	10 - 11	10 - 12	11 - 13	6
HumF13A01	4 - 6	4 - 4	4 - 6	4 - 6	8
D13S317	8 - 10	9 - 11	8 - 10	8 - 10	18
D7S820	10 - 10	10 - 11	10 - 12	10 - 10	43
D16S539	10 - 14	12 - 13	11 - 13	10 - 14	217
개인식별지수					$\times 1,201,558,095,360$

2. 성폭행(강간)사건 감정물에서 검출된 정액 DNA프로필

강간사건에 의해 의뢰된 피해자의 질내용물에서 얻어진 가해자 정액의 DNA프로필 결과로 해결한 예이다.

표 6의 결과는 강간당한 피해여성의 질내용물에서 검출된 남자(정액, M)의 DNA프로필이 면식범으로 지목된 용의자의 것과 일치함으로 해결한 사례이다. 이 경우 피해자의 질내용물에서 검출된 DNA프로필은 남성과 여성의 DNA프로필로서 여성의 것은 피해자의 것으로 인정되고, 검출된 남성의 DNA프로필인 HumTH01형 7-9, HumTPOX형 8-11, HumCSF1PO형 10-12, HumvWA형 15-16, HumFESFPS형 10-12, HumF13A01형 3.2-6, D13S317형 8-14, D7S820형 10-10, D16S539형 11-12가 용의자와 정확히 일치(개인식별지수; 1.2×10^{12})하였다.

표 6. 성폭행사건 감정물인 피해자 질내용물과 피해자 및 용의자 유전자분석 결과

유전자마커	피해자 질내용물		피해자	용의자	한국인 분포값
Amelogenin	M	F	F	M	2
HumTH01	7 - 9	9 - 9	9 - 9	7 - 9	4
HumTPOX	8 - 11	8 - 11	8 - 11	8 - 11	3
HumCSF1PO	10 - 12	10 - 12	10 - 12	10 - 12	5
HumvWA	15 - 20	15 - 18	15 - 18	15 - 20	848
HumFESFPS	10 - 12	10 - 12	10 - 12	10 - 12	43
HumF13A01	3.2 - 6	4 - 6	4 - 6	3.2 - 6	3
D13S317	8 - 14	9 - 15	9 - 15	8 - 14	216
D7S820	10 - 10	10 - 12	10 - 12	10 - 10	43
D16S539	11 - 12	11 - 13	11 - 13	11 - 12	10
개인식별지수 $\times 1,219,239,475,200$					

3. 유전자검색에 의한 연쇄 성폭행범 확인 사례

연쇄 성폭행사건에서 확보된 DNA프로필을 검색하여 사건 해결을 한 예가 표 7이다. 2000년 9월부터 2001년 8월까지 경기 일원인 고양, 안산, 안양, 용인 및 인천 등지에서 약 10여 차례의 성폭행강간사건이 일년 동안 연쇄적으로 발생하였으나 가해자가 미상인 상황이어서, 관련 사건으로 의뢰

된 감정물인 피해자 질내용물에서 얻어진 정액 DNA프로필을 모두 미체범죄사건 DNA자료화하던 중 이 사건의 범인은 한 사람임을 확인할 수 있었다. 그 후 2001년 8월에 고양경찰서에서 강간사건 피의자로 의뢰된 장xx의 DNA프로필을 검색대상으로 유전자 검색하여 위 관련사건에서 검출된 정액의 DNA프로필과 일치함을 확인하게 되어 연쇄성폭력범으로 확증할 수 있었다. 한편, 이상과 같은 감정결과에서 확인된 용의자 DNA프로필의 개인 식별지수는 약 4.1×10^{10} 로 이 결과를 해당관서 및 관련 검찰청에 통보하였다.

표 7. 유전자검색에 의한 연쇄성폭행범 확인 사례

유전자마커\증거물	연쇄강간사건 관련 검색DNA프로필자료	피의자 장xx의 DNA프로필
Amelogenin	XY	XY
TH01	9 - 9	9 - 9
TPOX	11 - 11	11 - 11
CSF1PO	11 - 12	11 - 12
vWA	16 - 17	16 - 17
HumFESFPS	11 - 13	11 - 13
HumF13A01	6 - 6	6 - 6
D13S317	12 - 14	12 - 14
D7S820	10 - 13	10 - 13
D16S539	10 - 12	10 - 12

4. 친생자관계 성립에 의한 신원확인

DNA프로필을 분석한 결과로 친생자 확인을 하여 불상의 변사자를 신원확인하는 예가 표 8이다.

이 사례는 1998년 강원도에서 발생한 영생교 집단자살사건에서 불에 탄 시신 7구 중 3구(부, 모, 아들1)에 대한 확인 결과이다. 친생자확인 은 양·부모로부터 검출된 각 유전자마커의 대립유전자를 유전받았는지를 확인하여 자식 또는 부모 여부를 식별하는 것이다. 결과표에 나타난 신원미확인 부부와 아들에 대한 DNA프로필과 대조시료로 주장한 아들2의 혈액 DNA프로필을 가지고 비교·분석하였다.

표 8. DNA 프로필을 이용한 친생자 확인으로 해결된 불상자 신원확인 사례

유전자마커		불상자1(부)	불상자2(모)	불상자3(아들1)	아들2
Sex	Amelogenin	♂	♀	♂	♂
STR	D3S1358	15 - 17	15 - 16	15 - 17	15 - 17
	vWA	18 - 18	16 - 16	16 - 18	16 - 18
	FGA	21 - 22	18 - 22	18 - 21	18 - 22
	TH01	9 - 9	7 - 7	7 - 9	7 - 9
	TPOX	10 - 11	9 - 11	9 - 11	9 - 10
	CSF1PO	12 - 12	10 - 12	10 - 12	12 - 12
	D5S818	12 - 12	7 - 10	10 - 12	7 - 12
	D13S317	12 - 12	8 - 10	10 - 12	8 - 12
	D7S820	8 - 10	10 - 13	8 - 13	8 - 10
	HumLPL	10 - 10	10 - 10	10 - 10	10 - 10
	HumvWA	18 - 18	16 - 16	16 - 18	16 - 18
	HumF13B	10 - 10	10 - 10	10 - 10	10 - 10
	HumFESFPS	11 - 11	11 - 12	11 - 12	11 - 11
	HumF13A01	3.2 - 6	3.2 - 4	4 - 6	4 - 6
	D18S849	15 - 16	16 - 18	16 - 18	16 - 16
	D3S1744	15 - 16	17 - 20	16 - 17	15 - 20
	D12S1090	26 - 27	12 - 26	12 - 26	26 - 27
Y-STR	DYS393	12	-	12	12
	DYS392	10	-	10	10
	DYS391	10	-	10	10
	DYS390	23	-	23	23
	DYS389-1	9	-	9	9
	DYS389-2	25	-	25	25
	DYS19	13	-	13	13
Mt DNA	HV II	73	-	A - G	A - G
		152	-	T - C	T - C
		235	-	A - G	A - G
		263	-	A - G	A - G
		310	-	T - CT	T - CT
		311	-	C - CC	C - CC
	HV I	16223	-	C - T	C - T
		16290	-	C - T	C - T
		16319	-	G - A	G - A
		16362	-	T - C	T - C

우선 신원미확인자의 성별을 확인하여 이들을 부부로 간주하였을 경우 아들1 및 아들2의 DNA형이 멘델의 법칙에 의해 희생된 부와 모로부터 각각 대립적으로 형성되었음을 나타내고 있다. 예로 D3S1358형의 경우 이 부모의 자식은 15-15, 15-16, 15-17, 16-17 등 4가지 형(types) 중 하나이어야 하므로 아들1과 생존한 아들2의 DNA형인 15-17은 바로 이 경우에 해당된다. 즉, 부모의 어느 한쪽이나 양쪽 모두에 존재하지 않는 대립유전자를 그 자식은 가질 수 없다. D3S1358형의 대립유전자 15와 17이 부모의 어느 한쪽이나 양쪽

모두에 존재하지 않는 한 자식에게서 나타날 수 없다는 것이다. 다른 DNA형에서도 마찬가지로 이 법칙이 성립해야만 자식으로 인정된다. 따라서 D3S1358, vWA, FGA, TH01, TPOX, CSF1PO, D5S818, D13S317, D7S820, HumLPL, HumF13B, HumvWA, HumFESFPS, HumF13A01, D18S849, D3S1744, D12S1090형에서 서로 배제되지 않고 있다.

다음 부자형제 간에 결과가 일치하는지 확인하기 위해 Y-STR유전자마커인 DYS393, DYS392, DYS391, DYS390, DYS389-1, DYS389-2, DYS19 등 7종류를 분석한바 희생자인 아버지와 아들1 및 생존한 아들2에게서 같은 DNA프로필이 확인되었다. 이 Y-STR형은 세대 중에 DNA의 변이가 없다면 같은 집안의 모든 남자는 동일한 DNA형을 지니게 된다.

핵DNA형의 분석이 곤란하거나 모계유전을 확인할 필요 시 mtDNA형을 확인하는 방법을 택하므로 위 결과표에서 희생된 모, 아들1 및 생존한 아들2의 mt DNA에서 HV1과 HV2를 분석하였다. 그 결과 HV2의 73, 152, 235, 263, 310, 311 및 HV1의 16223, 16290, 16319, 16362의 염기가 Anderson의 표준서열과 다르고 이 결과가 서로 동일하였기에 역시 모자간으로 인정할 수 있었다. 이러한 친생자 확인에는 개인식별보다 많은 수의 유전자마커를 분석할 것을 권장한다.

5. 손상된 시신의 재구성

DNA프로필 분석은 대형재해에서 발견된 불상사망자, 행방불명되어 변사체로 발견된 자의 신원확인, 친생자확인에만 사용될 뿐 아니라 손상된 시신의 재구성에도 사용된다.

다음 표 9는 1997년 발생한 XX항공 여객기의 콰추락사고에서 발견된 사망자 중 발목이 없는 시신이 가족에게 인도된 후, 추가로 발견된 발목의 조직이 사망자와 DNA프로필이 일치하는 결과로 분석되어 재인도한 사례를 나타내었다.

표 9. DNA 프로필을 이용한 손상된 시신의 재구성 사례

	DNA프로필	사망자	발목 조직
Sex	Amelogenin	♂	♂
STR	TH01	9 - 9	9 - 9
	TPOX	9 - 11	9 - 11
	CSF1PO	10 - 12	10 - 12
	HumLPL	10 - 10	10 - 10
	HumvWA	16 - 18	16 - 18
	HumF13B	10 - 10	10 - 10
	HumFESFPS	11 - 12	11 - 12
	HumF13A01	3.2 - 3.2	3.2 - 3.2

6. 서래마을 빌라에서 발견된 냉동영아의 부모 확인

2006년 7월 23일, 주한 프랑스인 밀집지역인 서울 서초구 반포 4동 서래마을의 80평짜리 고급빌라(사진 1)에 사는 프랑스인 장-루이 쿠르조 씨는 당일 택배로 주문한 간고등어를 베란다 냉동고에 넣으려다 검정색 비닐봉지에 싸인 물체를 발견했다고 방배경찰서에 신고했다. 5칸짜리 냉동고 4번째 칸과 5번째 칸에 갇난아기 시신 2구가 탯줄이 달린 채 뽁뽁 열려 있었던 것이다.



사진 1. 사건이 발생한 서래마을 빌라 전경(좌) 및 냉동된 영아 2명이 발견된 냉동고(우)

경찰은 바로 영아발견 다음날 DNA검사를 위해 두 명의 영아들 검체와 쿠르조 씨 타액 및 모발을 의뢰하였다. 이에 대한 1차 DNA검사 결과는 가히 충격적이었다. 기본적인 DNA검사에 사용하는 STR(short tandem repeat)마커 결과에서 두 영아는 서로 결과가 달라 일란성 쌍생아는 아님을 알게 되었고, 장-루이 쿠르조씨가 두 아이들의 아버지로 추정되었다. 이제 DNA검사에서 두 영아가 쿠르조와 같은 부계인지와 같은 모계로부터 태어났는지를 확인하는 것이 중요한 일이었다. 그래서 동일부계 DNA 검사법인 Y_STR 마커를 시험한바 사용된 17개 마커 모두가 두 영아와 쿠르조 씨가 정확히 일치함을 확인하였다. 이 결과로 장-루이 쿠르조 씨는 분명한 두 영아의 아버지로 밝혀졌다. 다음에 동일모계 DNA검사법인 미토콘드리아 DNA(mt DNA)를 시험한 결과 역시 이 결과에서 두 영아는 서로 일치하는 것으로 확인되었다. 즉, 같은 어머니로부터 태어난 형제 또는 이란성 쌍생아라는 것이 확인되었다. 이제 남은 것은 아이들의 어머니가 누구인지이었다. 그러나 장-루이 쿠르조 씨의 부인인 베로니크 씨의 검체는 제공되지 않았기에 쿠르조 씨의 주변을 검사하기로 하였다. 이때 생각해 볼 수 있는 것은 장-루이 씨 집에 있는 생활용품에서 결과를 얻어 어머니를 추적해보는 것이었다. 그래서 방배경찰서는 7월 30일 칫솔, 빗, 귀이개 등의 일상 생활용품(사진 2)을 장-루이씨 집에서 수거해와 DNA 검사 의뢰를 하게 되었다. 이들 일상 생활용품들에서 얻어진 DNA는 총 6개로 이중 3개는 남자의 것, 3개는 여자의 것이었다.

먼저 3개의 남자 DNA 중 2개(칫솔 1.1, 빗 2.1)는 장-루이의 결과와 일치하였다. 다시 한번 DNA검사 결과는 장-루이 씨가 분명한 두 영아의 아버지임이 증명된 것이었다. 나머지 칫솔 1.2에서 얻은 1명의 남자 DNA가 누구의 것인지 궁금하여 일단 장-루이 부부에게 아들이 2명이 있는 점에 착안하여 부자간이 성립되는지를 확인하였다. 그 결과 STR마커에서 두 영아와는 서로 달랐으나 장-루이 씨로부터 유전되었음이 증명되었다. 그래서 다시 Y_STR마커를 분석한바 두 영아 및 장-루이씨와 그 결과가 일치하여 또 다른 장-루이의 아들로 판단했고 마지막으로 두 영아와 형제 여부를 확인하기 위해 mtDNA 분석을 하였다. 그랬더니 역시 두 영아의

결과와 일치하였다. 분명하게 첫술-2에서 얻은 DNA가 장-루이 씨의 또 다른 아들 것이고 두 영아와 어머니가 같다는 것이 증명된 것이다.

이제 남은 3개의 여성 DNA가 DNA검사의 관건이다. 이중에 과연 이제 명의 아이들의 엄마 DNA가 있을 것인지? 일단 2개는 결과가 서로 같아 2명의 여자로 좁혀졌다. 그중 첫술-3에서 얻어진 DNA 결과는 이들 아이들과 전혀 유전학적 관계가 성립하지 않았다. 일단 아이들 엄마로부터 배제하고 남은 2개의 같은 여자 DNA에 초점을 맞추었다. 아니나 다를까. 먼저 STR결과에서 유전학적 관계가 3명의 아이들 결과와 인정됨은 물론 장-루이씨를 아버지로, 이 여성 DNA를 어머니로 한 부모자식 간 유전학적 관계가 정확히 성립한 것이다. 이제 아이들의 엄마 DNA를 일상 생활용품에서 찾게 되었으니 이 사건은 다 해결한 것이나 마찬가지였다.

이 결과는 바로 8월 7일 방배경찰서로 통보되었다. 이같이 나온 국과수의 DNA 조사 결과는 당시 언론이 추적하던 상식과 추측을 모두 뒤집었다. 두 갓난아기의 어머니가 제3의 여인이다. 한국인 여인이다, 아니다 외국인이다 등. 그렇지만 이제 마지막으로 이 사건을 종결하기에는 한 가지 일이 남아있었다. 바로 생활용품에서 얻은 아이들 엄마 DNA가 누구의 것인지 이었다. 장루이씨의 부인인 베로니크 씨는 프랑스에 있기에 검체 요구가 불가능하였다. 이것이 확인되지 않으면 우리는 정확한 아이들 엄마를 지목할 수 없기 때문이다. 이를 방배경찰서 수사팀과 의논 중 베로니크씨가 국내병원에서 수술을 받은 사실이 있다는 것이 밝혀졌기에 즉시 병원에 연락하여 당시의 조직이 있는지를 확인하도록 하였다. 확인해본 바 수술한 병원에 파라핀블록으로 처리된 슬라이드(사진 2)가 있었다.

		
치솔 1.1	치솔 1.2	치솔 1.3
		
치솔 1.4	머리빗 2.1	머리빗 2.2
		
마데카솔	긴귀개 4.1과 짧은 귀개 4.2	파라핀 블록의 조직

사진 2. 장-루이의 서래마을 빌라에서 수거된 일상 생활용품 및 서울 시내 모 대학병원에 보관된 장-루이 부인의 파라핀 블록이 부착된 조직 슬라이드.

이제 여기에서 DNA결과만 얻으면 이 사건의 핵심인 냉동영아들의 엄마를 밝힐 수 있다. 슬라이드에 밀착된 조직을 조심스럽게 처리하였는데 다행히 검사를 할 수 있는 DNA가 회수되었다. 이 DNA로 검사를 한 결과, 먼저 여자 조직임을 확인했고 11개의 STR마커를 확인할 수 있어 생활용품에서 얻은 결과와 정확하게 일치하였다. 즉 지금까지 추정된 아이들 엄마의 DNA가 바로 부인 베로니크 씨의 것이라는 것이 확인되었다. 이제 모든 결과를 다 얻었다. 두 명의 냉동기에서 유기되어 있던 아이들은 장-루이 쿠르조와 베로니크 부부 사이에 태어난 아이라는 것을 최종적으로 8월 17일 방배경찰서에 통보하므로 우리는 앞으로의 프랑스 수사결과를 기다릴 수 있게 되었다. 그러나 지금까지 개발된 DNA분석기술로서는 불행히 아이들이 언제 죽었는지, 형제인지 또는 이란성 쌍생아인지를 분명히 밝힐 수 없다는 것이다.

표 10. 냉동기에 유기된 2명의 프랑스영아와 관련인 및 일상생활용품에서 얻어진 DNA결과

DNA 마커	감정대상	프랑스인 구강채취물	영아 2	영아 1	치솔 1.2	빗 2.1 귀개개 4.1	파라핀 블록 조직
	Amelogenin	♂(XY)	♂(XY)	♂(XY)	♂(XY)	♀(XX)	♀(XX)
STR Identifiler PowerPlex16	TH01	9.3-9.3	9.3-9.3	9.3-9.3	7-9.3	7-9.3	7-9.3
	TPOX	8-8	8-8	8-8	8-8	8-8	8-8
	CSF1PO	10-11	10-10	10-10	10-11	10-13	-
	D3S1358	14-17	14-16	14-16	14-16	16-17	16-17
	vWA	17-18	14-17	17-17*	17-18	14-18	14-18
	FGA	24-24	24-24	23-24	24-24	23-24	-
	D5S818	11-13	10-11	10-11	12-13	10-12	10-12
	D13S317	8-13	8-12	8-12	13-13	12-13	12-13
	D7S820	10-10	8-10	9-10	8-10	8-9	8-9
	D16S539	12-13	12-13	9-13	9-13	9-12	9-12
	D8S1179	13-13	13-15	11-13	11-13	11-15	11-15
	D21S11	29-30	28-30	30-30	28-29	28-30	28-30
	D18S51	13-16	13-15	13-13	13-13	13-15	-
	D2S1338	19-24	24-25	17-19	19-25	17-25	-
	D19S433	15-15.2	13-15.2	14-15	13-15	13-14	13-14
Y_STR Y-filer	Penta E	12-19	12-13	10-12	10-12	10-13	-
	Penta D	9-13	11-13	9-11	10-13	10-11	-
	DYS 456	14	14	14	14	-	-
	DYS 389-I	12	12	12	12	-	-
	DYS 390	22	22	22	22	-	-
	DYS 389-II	28	28	28	28	-	-
	DYS 458	16	16	16	16	-	-
	DYS 19	15	15	15	15	-	-
	DYS 385-I	15	15	15	15	-	-
	DYS 385-II	15	15	15	15	-	-
	DYS 393	13	13	13	13	-	-
	DYS 391	10	10	10	10	-	-
	DYS 439	11	11	11	11	-	-
	DYS 635	21	21	21	21	-	-
	DYS 392	10	10	10	10	-	-
mt DNA	GATA H4	11	11	11	11	-	-
	RYS 437	16	16	16	16	-	-
	DYS 438	10	10	10	10	-	-
	DYS 448	20	20	20	20	-	-
	16148C	-	-	-	-	-	-
	HV1 16291C	-	T	T	T	T	-
	16356T	-	-	-	-	-	-
	263A	-	G	G	G	G	-
	HV2 309C	-	1C	1C	1C	1C	-
	315C	-	1C	1C	1C	1C	-

7. 독립유공자 후손 확인을 위한 유전자감식 사례

국가보훈처 행정실의 유전자감식 지원 협조요청에 의해 국가보훈처 공훈심사과의 특별 귀화 독립유공자 후손 유전자 분석 협의 의뢰 공문이 접수되었고, 2007년 3월 23일 국가보훈처 관계자 및 유전자 채취 대상자를 방문하여 유전자 시료 채취를 하여 기 채취된 유전자 시료에 대한 감식을 하였다. 즉, 독립유공자 김OO의 후손 4인이 기 후손으로 인정된 수권자 1인과 나머지 3인이 친형제 관계인지를 검사한바 독립유공자 김OO의 후손 4인의 STR형 분석, Y-STR형 분석, mtDNA 분석에서 친형제 관계를 확인하였다. 또한 독립유공자 강OO의 후손 3인과 기 후손으로 인정된 수권자 1인과 나머지 2인이 이복형제 관계인지를 확인 요청하였기에 독립유공자 강OO의 후손 3인의 STR형 분석, Y-STR형 분석, mtDNA 분석을 시행하여 사전 제출된 가계도의 정보와 유전자감식 결과가 모순되지 않음을 확인한바 있다.

이 건은 국가보훈처 독립유공자 유족등록 시 자료 확보에 어려움을 겪던 유족등록 심사에 과학적이고 객관적인 유전자 감식 결과 자료를 제공하는 의의가 있다.

8. 인천강화 총기탈취범 혈액형 및 DNA 확인

2007년 12월 6일, 17:47경 인천시 강화군 길상면 초지리 황산도 선착장 앞에서 해안 초소 근무교대를 가던 해병초소병들을 차량으로 충격 후 칼로 찔러 1명을 사망케 하고 1명은 상해한 후 총기, 실탄, 수류탄 및 유탄 발사기를 절취 도주한 사건이 발생했다. 경찰은 피한이 총기와 실탄 뿐 아니라 수류탄과 유탄 등의 무기를 대부분 탈취해간 점으로 미뤄 추가범행을 계획하고 있는 것으로 보고 있으며 사건은 시기적으로 대통령 선거 유세기간이었기에 정치적 반대 세력을 상대로 대형 범죄를 일으킬 가능성이 있어 수사의 중요성이 강조되고 있었다. 일단 경찰로부터 의뢰된 증거물인 사건 현장에서 범인이 떨어뜨리고 간 모자 안쪽에 묻은 혈흔과 모

자 안쪽 천 조각에서는 용의자의 것으로 추정되는 남성유전자형이 검출되고 “AB형” 혈액형으로 확인되었다. 그리고 피해자 초소병의 귀마개 부분에서 채취된 혈흔에서는 초소병과 용의자의 혈흔이 혼합된 것으로 확인되었으며 현장에 떨어진 안경테를 닦은 면봉에서는 다른 초소병과 **용의자의 혈흔이 혼합된** 것으로 확인되었다.

그 후 수사혼선을 노린 용의자는 부산 시내의 한 PC방에서 경찰의 수사에 혼선을 주기 위한 편지를 작성하여 부산 연제구 연산7동의 우체통에 넣었는데 이 편지에는 무기 은닉장소, 범행 과정, 유족과 국민에게 전하는 사과, 자수 의사 등의 내용이 상세하게 적혀있었으며, 실제로 적힌 백양사 휴게소 인근에서 탈취 무기 모두가 발견됐다. 그러나 범행 과정에서 일체의 지문을 남기지 않는 등 용의주도한 면을 보였던 용의자는 서울로 떠나올 때 편지뿐만 아니라 자신의 지문까지 부산에 남겨놓는 실수를 범했다.

자신을 총기탈취범이라고 밝힌 편지의 내용대로 탈취됐던 군용무기가 12일 오전 8시 40분 전라도 장성에서 발견되자 경찰은 이 편지를 용의자가 보낸 것이라 판단하고 편지에서 지문을 채취, 용의자의 신원을 확인했다. 용의자는 이를 모른 채 서울 거리를 활보하고 다니다가 12일 오후 2시 55분경 종로구 단성사 앞에서 수사망을 좁혀 온 경찰에 붙잡혔다. 용의자의 유전자형과 혈액형을 검사한바 사전 감정물에서 얻은 DNA결과 및 혈액형이 일치하였다.

제4장 DNA 증거물 채취

1. 증거물 채취방법

1) 혈액/혈흔의 채취

(1) 현장혈흔 : 혈흔이 묻은 증거물은 혈흔부위를 손상시키지 않고 온전한 상태로 감정의뢰 한다. 그러나 건물의 벽이나 도로 등과 같이 증거물을 움직일 수 없어 부득이 사건현장에서 혈흔을 채취해야만 할 경우 증거물 채취키트(면봉)를 사용하여 혈흔을 닦아 냉암소에서 건조시킨다. 이 때 혈흔 주위의 흙이나 먼지가 묻지 않도록 주의해야 한다.

2) 정액/정액반의 채취

(1) 범행현장 증거물 채취 : 사건현장에서 발견되는 정액은 특별한 특징이 없는 얼룩의 형태로 존재하기 때문에 육안으로는 식별이 어렵다. 따라서 정액이 검출될 가능성이 있는 현장 증거물들을 수거하여 감정의뢰 하는 것이 바람직하다. 일반적으로 정액이 검출될 가능성이 있는 증거물로는 범행현장의 이불, 담요, 관계자 팬티, 휴지 등이다.

(2) 피해자(관계자)로부터 채취 : 피해자(관계자)가 산 사람일 경우에 신체부위에서 정액을 채취해야 할 때는 전문의료기관에서 의료인에 의해서 채취가 이루어지도록 주의해야 한다. 채취해야 할 신체부위는 질 내부, 질 외부의 정액이 흘러나와 묻은 부위이며 채취요령은 질 내부의 경우는 마른 면봉을 사용하고, 다른 신체부위는 생리식염수를 적신 면봉을 사용해야 한다. 감정에 필요한 정액의 양은 면봉 3개 정도이며, 면봉은 냉암소에서 건조시켜 의뢰해야 한다. 피해자(관계자)가 죽은 사람일 경우에 정액 채취는 전문교육을 받은 감식요원에 의해 이루어져야 한다. 채취해야 할 신체부위는 질 내부와 정액이 흘러나와 묻어 있을 곳으로 의심되는 부위이며 정액채취 요령과 양은 위와 동일하다. 정액은 유동물질이기 때문에 성관계 후 대부분의 정액은 질 외부로 흘러나오기 때문에 피해자(관계자)

의 팬티도 함께 수거해야 한다.

3) 타액/타액반 채취 요령

(1) 사건현장의 담배꽂초 채취 : 타액관련 증거물은 주로 담배꽂초이며, 그 외에 껌, 병, 컵, 숟가락, 휴지, 마스크 등 타액이 묻을 수 있는 모든 증거물이 대상이 된다.

(2) 피해자로부터 채취 : 강간사건의 경우 가해자가 성폭행과정에서 피해자의 가슴이나 목 등 신체 부위에 타액을 묻힐 가능성이 있기 때문에 피해자의 신체부위에서 타액을 채취해야 하며 채취요령은 증거물채취키트(면봉)로 타액이 묻은 부위를 닦아야 한다. 이 때 면봉을 너무 강하게 문질러 피해자의 피부세포가 함께 채취되지 않도록 주의해야 한다. 채취된 면봉은 냉암소에서 건조시켜 의뢰해야 한다. 피해자의 신체에 남아있는 범인의 치흔의 경우도 위와 같은 동일한 방법으로 타액을 채취한다.

4) 신체조직편의 채취요령

인체 유래의 신체 조직편은 피부, 근육, 뼈 등을 대상으로 한다. 시체의 조직으로는 부패되지 않은 근육조직 및 심장, 간장, 위장조직 등이 적절하며, 5~10 g을 채취해 용기에 넣어 저온상태를 유지하여 의뢰하여야 한다. 백골 사체의 시료채취는 대퇴부 4 cm 정도를 절단하여 의뢰하는 것이 바람직하다.

5) 모발의 채취요령

(1) 사건현장에서 채취 : 사건 현장에서 모발을 채취할 때는 채취자의 모발이 탈락되지 않도록 주의해야 한다. 모발의 채취는 우선 사건 현장을 면밀히 관찰하여 범죄현장에서 범인의 활동영역을 파악하여 의심이 되는 곳의 모발을 채취해야 한다. 피해자(사망자)가 폭행을 당한 곳의 모발을 중점적으로 채취하는 것이 바람직하며, 간혹 무작위로 많은 수의 모발을 채취하는 경우가 있는데 이럴 경우 사건과 관련이 있는 의미 있는 모발의 선별 및 모발검사에 지나치게 많은 시간과 비용이 소모되기 때문에 어려

움이 있다.

(2) 피해자로부터 채취 : 피해자의 의류에 피의자의 모발이 검출될 수 있기 때문에 피해자 의류의 모발채취가 우선적으로 이루어져야 한다. 모발채취 요령은 먼저 의류를 면밀히 관찰하여 모발을 찾고, 다음에 백색의 전지를 바닥에 펴놓고 피해자의 의류를 조심스럽게 털어 모발을 채취한다. 털옷과 같이 모발이 잘 떨어지지 않는 의류의 경우는 의류를 펼쳐놓고 스카치테이프 등을 사용하여 의류의 표면을 가볍게 두드리면서 모발이 테이프에 달라붙도록 하는 방법도 있다. 하지만 이 경우는 모발이 테이프에 붙어 모근부위가 손상될 염려가 있으므로 주의해야 한다. 모발을 채취할 때는 모발전용 핀셋을 사용하며, 모발은 가능한 모발들이 서로 섞이지 않도록 각기 포장하는 것이 바람직하다.

6) 대조증거물

증거물을 의뢰할 때는 현장증거물과 함께 피해자와 용의자, 사건관련자들의 혈액, 구강세포, 모발 등 대조증거물을 의뢰해야 한다. 실험에 필요한 혈액의 양은 약 3 ml이고, 혈액은 반드시 혈액응고 방지제(항응고제)가 든 튜브(E.D.T.A 튜브라고도 함)에 담아 뚜껑부위를 잘 밀봉하여 내용물이 용기 밖으로 새지 않도록 주의해야 하며, 운반도중에 용기가 파손되지 않도록 용기를 포장박스에 고정시켜 의뢰해야 한다.

구강세포를 채취할 때는 증거물채취키트(면봉)를 이용하며, 채취요령은 입안을 생리식염수로 수 회 행군 후 볼 안쪽을 문질러서 가능한 많은 구강세포가 채취되도록 한다. 필요한 시료량은 면봉 3개 이상이며 면봉은 냉암소에서 건조시켜 의뢰한다. 부득이 혈액이나 구강세포를 채취하지 못하는 경우는 머리카락을 채취하며 이 때 모발을 절단해서 채취해서는 안되며 모근부위가 부착될 수 있도록 뽑아서 채취한다.

7) 증거물의 포장

(1) 모든 증거물은 따로 따로 분리하여 종이봉투나 박스로 포장해야 한다(규격 용기만을 사용하도록 권장). 피해자와 용의자의 의류는 각 증거물

의 혈흔이 상호 섞여 오염되지 않도록 반드시 분리하여 포장해야 한다.

칼, 망치 등 범행에 사용한 도구의 자루는 범인의 땀이나 피부상피세포가 부착될 가능성이 있기 때문에 오염되지 않도록 주의해서 포장해야 하며, 특히 칼과 같이 끝이 뾰족한 증거물은 종종 포장용기를 뚫고 바깥으로 빠져나와 다칠 우려가 있기 때문에 반드시 별도의 증거물포장용기를 사용하여야 한다.

(2) 증거물이 혈액이나 물에 의해 젖은 경우는 반드시 통풍이 잘되는 그늘에서 건조시킨 후 포장해야 한다. 젖은 상태로 포장하게 되면 운반 도중에 증거물이 부패되거나 오염될 수 있어 주의해야 한다.

(3) 혈액이나 소변, 기타 액체성분 등 유동성 증거물의 경우는 운송 도중에 부서지거나 깨지지 않도록 포장에 주의해야 한다.

(4) 증거물 용기에는 채취장소, 채취 시간, 채취자의 성명을 기록해야 한다.

2. 증거물 채취 시 주의사항

사건현장의 혈흔, 타액, 모발 등에 대한 증거물의 채취는 전문적인 훈련을 받은 과학수사요원에 의해 이루어져야 한다. 그리고 강간 등 성폭력사건의 경우 피해자의 신체에서 인체분비액을 채취하거나 사체의 인체조직, 인체분비물 혈액 등의 채취는 의료인에 의해서 이루어져야 한다.

증거물 채취에 임하는 과학수사요원은 증거물 채취 규정에 입각하여 채취하여야 한다. 또한 증거물의 특성에 따라 신속히 감정을 의뢰하는 것이 바람직하며, 채취방법이나 증거물의 보관 등에 다음과 같은 사항에 충분한 주의를 기울여 증거물로서의 적법성을 잃지 않도록 최선을 다해야 한다.

1) 증거물은 원형이 그대로 유지된 상태로 의뢰하는 것이 좋다 : 미량 또는 희석된 혈흔 등이 부착된 증거물의 경우는 그 물건을 그대로 감정의뢰해야 담당실험자가 기술적으로 증거물을 취급하면서 실험에 임하기 때문에 그 감정결과의 성공률을 높일 수 있다.

2) 최대한 신속하게 감정의뢰를 해야 한다 : 증거물은 대부분 인체유래의 부패되기 쉬운 물질들이 많기 때문에 부패 및 변질을 막기 위해서는 신속한 감정의뢰를 하는 것이 최선의 대책이다.

3) 증거물 채취과정 및 상황을 명확히 기록 사진촬영 등의 방법으로 객관화 시켜야 한다 : 재판과정에서 간혹 문제를 삼는 경우가 있는데, 감정 결과의 신빙성 등은 물론이지만 그보다는 증거물의 채취과정, 즉 채취방법, 보관방법, 운반방법 등의 신빙성과 적법성 등에 특별히 신경을 쓰지 않으면 안 되는 점에 유의하여야 한다. 그러므로 현장 증거물을 채취하기에 앞서 증거물이 놓여 있는 위치, 증거물 상태(색, 냄새, 오염, 부패, 젖어 있는지 여부 등)를 상세하게 기록하고, 사진을 반드시 찍어 두어야 한다.

3. 증거물 채취와 오염문제

DNA감식기술의 발달로 매우 적은 양의 DNA가 존재하는 시료에서도 DNA프로필의 확인이 가능하게 되었다. 그러나 이러한 DNA감식기술의 발달에 의한 유전자형 검출능력의 향상은 예기치 못한 시료오염에 의해 종종 심각한 문제를 야기 시키기도 한다. 어떤 시료의 DNA프로필은 그 사건의 범인으로 지목할 수 있는 결정적 증거가 될 수 있기 때문에 이러한 시료가 오염에 의해 훼손되지 않도록 각별한 주의가 요구된다. 가장 일반적으로 일어날 수 있는 시료오염의 문제는 사건현장에서 수사관이 증거물채취 규정을 지키지 않고 부주의할 때 일어난다. 따라서 수사관은 증거물채취 규정을 숙지하여 그 규정에 따라 증거물 채취 시에는 가운과 마스크, 장갑, 모자 등을 반드시 착용해야 한다. 사건현장에서 증거물을 채취할 때 수사관들이 서로 대화를 하는 경우가 많기 때문에 만약 마스크를 착용하지 않은 상태에서 증거물을 채취한다면 증거물에 수사관들의 시료를 오염시키는 결과를 낳게 되는 것이다. 그러므로 증거물채취 전문 수사관 이외의 경찰관계자들이 사건현장을 조사할 때는 규정된 복장을 착용해야만 한다. 그리고 채취한 증거물을 운송 및 포장할 때도 오염되지 않도록 각별한 주의가 요구된다.

시료오염의 문제는 사건현장뿐만 아니라 DNA감식 실험실에서 일어날 수 있기 때문에 이에 대비한 오염방지시설이 갖추어진 실험실의 운용과 실험실 요원이 실험과정에서 오염되지 않도록 각별한 주의가 요구된다. 위와 같은 시료 오염의 철저한 예방과 조치에도 불구하고 가끔 오염이 발생하고 있다. 따라서 수사관들과 DNA분석 실험실원들의 DNA프로필에 대한 배제 데이터베이스를 구축 관리해야 한다.

최근에는 대조 증거물로 피해자나 관계자들의 시료로 혈액 대신 구강상피세포를 일반적으로 채취하고 있는데, 이 때도 잘못된 증거물채취에 의해 오염문제가 일어나고 있다. 구강상피세포 채취에서 일어날 수 있는 오염의 원인은 구강세포채취 전용 면봉이나 키트를 사용하지 않고 약국이나 슈퍼마켓 등에서 구입한 면봉을 사용하는 경우로 이러한 면봉은 대부분 멸균되지 않고 제조과정에서 오염된 경우가 많다. 또는 구강세포를 채취하는 과정에서 수사관이 취급부주의로 오염시킬 수 있다. 유전자검색용으로 채취하는 시료는 만약 DNA프로필의 검출이 실패하면 다시 채취해야만 하는 번거로움뿐만 아니라 관계자 인권침해의 문제가 제기될 수 있기 때문에 각별한 주의가 요구된다. 다음은 유전자검색용 시료채취 방법의 개선사항에 관한 내용이다.

『검색대상자에 대한 유전자분석 과정에서 '검색대상자용 시료 채취'의 여러 오류 사례들이 발견되어 이런 오류들의 재발을 막고 더 나아가 신속하고 정확한 감정결과를 확보하고자 함.』

(1) 개선이 필요한 사례 및 개선 방법

- 양면 면봉을 사용해서 채취한 시료에서 검색대상자 유전자형 외 다른 유전자형이 섞여서 발견되는 오염 사례가 발생하며, 양면 면봉의 어느 부분으로 대상자의 구강세포를 채취하였는지를 구분하기가 매우 곤란하여 유전자분석에 막대한 지장을 초래하고 있음.

개선 → 양면 면봉의 사용을 중지하고 **한쪽 면봉을 사용**하고, 가능하면 상품용 채취 키트(FTA 카드 등)의 사용을 권고함.

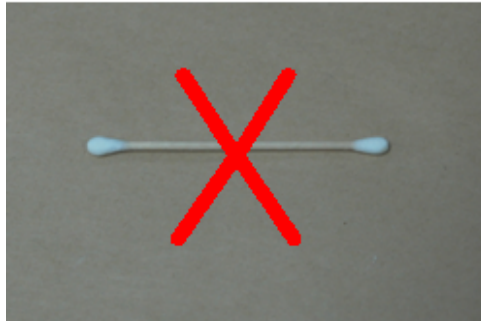


그림 25. 양쪽 면봉의 예

- 면봉 1개로 검색대상자의 구강상피세포를 채취하여 의뢰하는 경우, 독립적인 중복실험이나 반복실험을 할 수 없음.

개선 → 검색대상자의 구강상피세포를 채취한 면봉 3개 이상을 의뢰할 것.

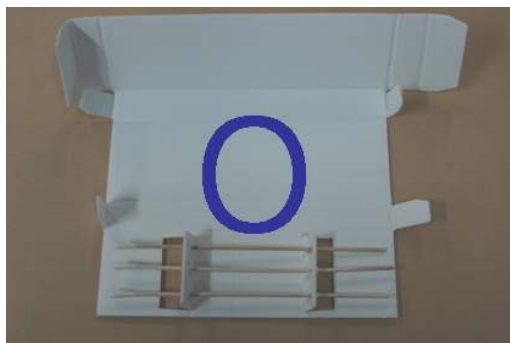


그림 26. 한 면 면봉 3개가 들어있는 채취키트의 예

- 젖은 시료에 의한 DNA의 부패나 부정확한/잘못된 시료채취의 결과로 검색대상자의 유전자형 확보가 어려움.

개선 → 검색대상자시료는 채취 후 상온에서 잘 건조시켜 의뢰할 것
→ 상품화된 채취키트(FTA 카드)의 사용을 권고



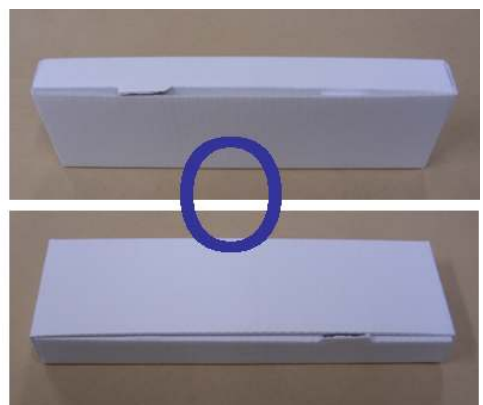
그림 27. 젖은 시료, 면봉 1개의 잘못된 채취의 예

□ 채취키트(국산 제작된 면봉 3개가 부착 가능한 종이상자)의 외부를 테이프로 단단히 봉해서 의뢰를 하고 있음, 이로 인해 상자 주변을 테이프로 밀봉할 경우, 공기의 흐름이 원활하지 않아 시료의 자연 건조가 어려우며, 개봉 시 시료조작이 어려움.

개선 → 채취키트를 사용할 때 부가적인 조작을 하지 말 것



(a)



(b)

그림 28. 채취키트의 밀봉된 예(a)와 일반적인 채취키트의 예(b)

(a)와 같은 경우는 공기가 통하지 않아 시료의 건조를 방해함.

(2) 개선 제안 대안 : FTA CARD 사용

- 실온(상온)보존이므로, DNA 손상가능성 거의 없고 추가 비용 발생이 적음
- 시료채취 시 기록표지가 있어 채취 오류 최소화할 수 있고, 시료회수결과가 기존제품보다 30 % 이상 높아 추가 비용 발생 최소화 가능
- 유전자 분석 후 잔량을 상온보관함으로써 일치건 등의 자료 폐기 등 관리가 용이하고 보존비용 저렴함.

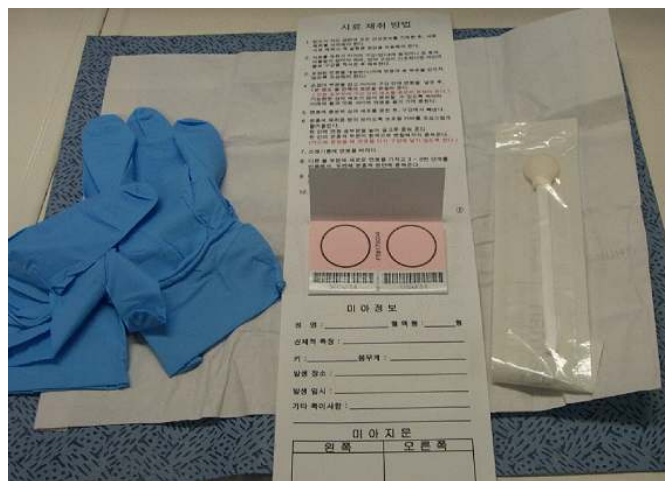


그림 29. 타액 채취 키트

(3) FTA 카드를 이용한 구강 내벽 시료 채취 과정

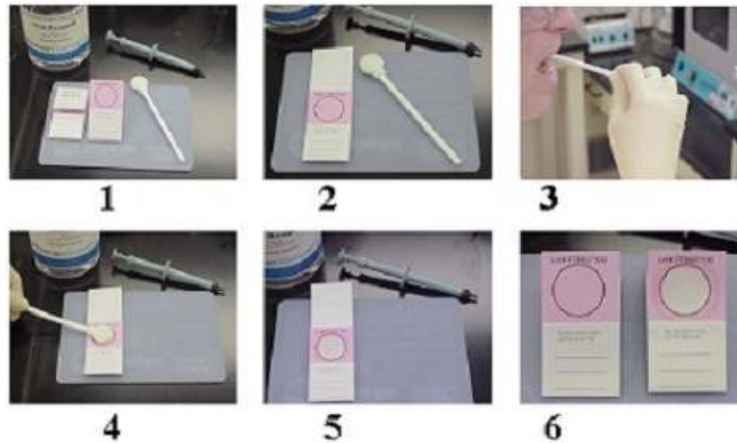


그림 30. 타액 채취 키트 사용법

- ① FTA 구강내벽 채취kit 구성
 - ② FTA 카드 및 채취 스폰지
 - ③ 채취 스폰지를 사용한 구강내벽 채취 과정
 - ④ 채취 스폰지에서 FTA 카드로의 시료전사
 - ⑤ 전사된 구강내벽 채취시료
 - ⑥ 채취 전·후의 FTA 카드의 지시약 색깔 변화
- ※ 시료 채취 시 분홍색에서 흰색으로 색 변화

4. 감정불능 사례 및 DNA프로필 감정불능 요인

1) 감정불능 사례

- ① XXX 강간살인사건 : 질내용물채취 면봉 1점만 의뢰하여 시료부족으로 감정불능 사례, 면봉 3점 이상이 필요.
- ② XXX 강간사건 : 슬라이드 1점에 도달한 질내용물만 의뢰하여 시료부족으로 감정불능.

- ③ XXX 강간사건 : 피해자의 질세척액이 운송도중 정액성분의 변성으로 감정불능. 질내용물은 면봉으로 채취하는 것이 바람직함.
- ④ XXX 강간사건 : 질내용물이 묻은 슬라이드에 염색시약을 고정시켜 감정불능 사례.
- ⑤ XXX 강간사건 : 질내용물을 알코올에 고정하여 감정불능 사례.
- ⑥ XXX 강간사건 : 질내용물을 세균보존배지용 튜브에 담아 의뢰 시료의 훼손으로 인한 감정불능 사례.
- ⑦ XXX 강간살인 : 젖은 면봉을 밀폐용기에 담아 의뢰하여 부패로 인한 감정불능 사례. 반드시 건조시켜 의뢰해야 함.
- ⑧ XXX 강간사건 : 젖은 휴지, 질세척액을 의뢰 부패로 인한 감정불능 사례. 젖은 증거물은 반드시 건조시켜 의뢰해야 함.

2) DNA프로필 감정불능 요인

DNA분석은 금세기 과학수사 방법 중 가장 획기적인 방법인 것만은 사실이다. 그러나 과학기술은 100 %를 추구하지 결코 100 %는 아닌 것과 같이 유전자분석도 몇 가지 한계점을 지니고 있는데 이를 소개한다.

먼저 인체관련 감정물에서 DNA프로필 검출이 불가능한 경우는 ① 증거물의 채취, 보존 및 운반상태에 따라 생체활성물질인 DNA가 DNA 분해효소, 자외선, 열 및 기타 내외부적인 여러 요인 등으로 분해되는 경우, ② 증거물에 극미량의 DNA가 존재하는 경우, ③ 증거물 자체에 DNA형 검출을 저해하는 인자가 내재되어 있는 경우, ④ 증거물이 혼합되거나 오염되어 DNA형을 판정할 수 없는 경우 그리고 ⑤ 모발의 모근부가 불량하거나 탈락한지 오래된 경우를 들 수 있다.

성폭행범죄사건 감정물에서 정액반응 양성일지라도 정액의 DNA프로필이 검출되지 않는 경우로는 ① 사정 후 체내에서 정액이 약 72시간 경과하여 정자DNA가 완전 분해된 경우, ② 정관수술을 받은 자의 정액, ③ 무정자증인 자의 정액, ④ 극히 미량의 정액이 질내용물에 남아있는 경우, ⑤ 세포 내에 있는 DNA 분해효소, 자외선, 열 및 기타 내외부적인 여러

요인의 영향에 의해 정자의 DNA가 분해되거나 변성된 경우 ⑥ 피해자와 가해자의 DNA프로필이 같아 판정이 곤란한 경우를 들 수 있다. 그리고 이러한 성범죄사건의 감정물 의뢰 시에는 필히 피해자 혈액을 EDTA튜브에 채취하여 함께 의뢰하여야 함은 물론 강간사건에서 피해자가 만약 피의자 외 다른 사람과 사건발생 전, 후 성관계를 가졌다면 이 사람들의 혈액을 EDTA튜브에 채취하여 함께 의뢰하여야만 정확한 감정을 기대할 수 있다.

제3편 범죄심리 분석

- 제1장 범치면
- 제2장 거짓말탐지(Polygraph)

제1장 법최면

I. 감정사항	129
1. 법최면의 목적	129
2. 법최면의 대상	129
3. 법최면 상태와 기억	130
II. 감정방법	131
III. 대상자 선정 방법 및 주의사항	132
1. 강력 사건의 경우	133
2. 교통사고(뺑소니)의 경우	139
3. 다수의 대상자가 있을 경우	139
IV. 감정사례	140
1. 법최면 사례 - 뺑소니	140
2. 법최면 사례 - 소포 폭발 사건	141
3. 법최면 사례 - 소아 성폭행	142
4. 법최면 사례 - 강도살인	143
5. 법최면 사례 - 성추행	144
6. 법최면 사례 - 살인	144

제2장 거짓말탐지(Polygraph)

I. 감정사항	146
1. 진술의 진위 확인	146
2. 사건의 증거 및 단서의 수집	147
3. 기타 (범죄예방, 인권옹호)	147

II. 감정방법 및 절차	147
1. 긴장정점검사법	148
2. 일반질문검사법	150
3. 검사 절차	151
III. 검사 전 주의 사항	152
1. 부적합한 사건유형	152
2. 검사를 실시할 수 없는 검사대상자 조건	152
3. 검사실시 전 대상자에 반드시 고지하여 주어야 할 사항	153
4. 담당수사관의 참석	153
IV. ERP 검사	153
V. 감정사례	157
1. 강간치상사건 (수원지방법원)	157
2. 강도살인 및 사체유기 피의사건	157
3. 강간치상사건 (울산지방법원)	158
4. 폭력행위 등 처벌에 관한 법률위반 사건 (갈취)	159
5. 교통사고 (자백)	160
6. 강제추행 (아내 성추행 남편)	160

제1장 범칙면

I. 감정사항

1. 범칙면의 목적

강력 사건 혹은 교통사고의 피해자·목격자가 범죄로 인한 심리적 충격이나 놀람 등 심리적 외상(心理的 外傷) 또는 목격 후 시간의 경과로 인해 사건 관련 내용을 기억하지 못하는 경우, 범칙면을 이용해 정서적 안정과 사건 당시로의 심리적 퇴행(心理的 退行)을 유도함으로써 범죄 관련 내용을 회상(回想)하여 사건 해결에 필요한 단서 확보 및 수사 방향 설정을 지원하기 위한 것이다.

2. 범칙면의 대상

범칙면 대상은 다음과 같다.

- 1) 범죄 혐의가 없는 피해자 및 목격자
- 2) 사건에 관해 주의를 기울여서 보거나 외우려는 인지적 노력(認知的 努力)을 한 피해자·목격자
- 3) 사건을 목격한 후 사건에 기인한 심리적 외상 또는 시간의 경과로 인해 목격 내용을 회상하지 못하는 피해자·목격자

위의 대상자 이외에 범죄의 혐의가 있는 피의자에게 아주 제한적으로만 범칙면을 실시할 경우가 있다. 이는 범죄를 저지른 후 검거되어 자신의 범행에 대해 자백을 했지만, 범행 당시 사체 은닉 또는 범행 도구를 숨기는 등의 구체적인 장소를 기억하지 못하는 경우로 한정해서 실시한다. 예를 들어, 살인 후 사체를 숨겼는데, 범죄를 저지르면서 너무 당황했기 때문에 사체를 숨긴 장소를 기억하지 못한다든지, 또는 은닉 장소의 환경적

변화 등으로 정확한 장소를 지목하지 못하는 경우에 그 구체적 내용을 회상하기 위해 법최면을 실시하기도 한다.

3. 법최면 상태와 기억

1) 최면 상태

일반적으로 알려진 것과 달리, 최면 상태는 의식과 통제력을 잃지 않은 상태에서 자신이 무엇을 하고 있는지 알고 있으면서 사건과 관련된 내용을 회상하게 되는 상태이다.

최면을 통해 심리적·신체적으로 이완되고, 심리적으로 범죄 목격 상황으로 돌아가서 관련 내용을 재경험하게 되며, 목격 상황에 고도로 집중된 상태에서 관련 내용을 회상하는 상태이다.

2) 법최면과 기억

법최면을 한다고 해도 모든 기억이 목격 당시와 완전히 똑같이 회상되지는 않는다. 비록 법최면의 기본 전제로 「우리가 보고 듣고 느낀 것은 모두 대뇌에 저장된다」라는 완전 복사 이론을 사용하기는 하지만, 인간의 기억은 완전하지 못하고 가변적인 특성을 가지고 있다. 즉, 우리의 기억은 목격 당시부터 이후 제공된 정보에 의해서 기억이 변화되거나 왜곡될 가능성도 있다는 것이다. 이를 기억 재구성이론이라 부르며, 인지심리학자들에 의해 가장 많이 주장되거나 설득력이 있는 이론으로 알려져 있다.

결국 법최면 대상자들은 최면 중에도 자신이 어떤 생각을 하고 있는지, 어떤 것을 기억하려고 집중하고 있는 상태인지를 알고 있으면서 사건 관련 기억을 떠올리는 것이다. 그렇기 때문에 뒷부분에서 설명하고 있는 기억의 변화 및 왜곡을 최소화한 상태에서 법최면 의뢰를 해야 한다는 의뢰시 주의사항을 충실히 지켜야만 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

한편, 대상자가 목격했다고 주장하는 것이 물리적·언어적 실체를 목격한 것이 아닌 경우가 있는데, 이는 법최면을 통해서도 회상하기 불가능하다. 예를 들어, 대상자가 꿈에서 무언가를 보았고, 이것이 사건과 연관이

있을 가능성이 있지만 내용을 기억하지 못한다고 할 때 범취면을 통해 꿈의 구체적인 내용을 회상하기 위해 의뢰하는 경우가 있다. 그러나 꿈 자체가 실체가 아니기 때문에 대뇌에 관련 내용이 기억 저장될 가능성이 낮을 뿐만 아니라 범취면을 통해 그 내용을 회상했다고 하더라도 수사상 가치를 판단하기 어려울 것으로 보인다. 결국 실제로 보거나 듣지 못한 내용은 범취면을 통해서도 회상할 수 없다. 따라서 범취면은 구체적인 내용을 보고, 외우려고 했고, 이 과정에서 심리적 외상 등에 기인해 기억하지 못하는 경우에 효과가 있다는 것을 이해할 필요가 있다.

즉, 범취면은 사건에 관한 무엇인가를 정확히 보고 듣고 외우려는 노력을 했지만, 범죄 당시의 심리적 외상 때문에 기억하지 못할 때 관련 기억을 회상하는데 가장 효과가 높다고 볼 수 있다.

II. 감정방법

범취면 대상자로서 적절한 범죄 피해자·목격자에게 범취면을 실시하는 절차는 다음과 같다.

1. 수사 담당자가 사건 피해자·목격자의 사건 관련 기억 내용을 파악한 후 대상자 선정(목격자 확보 즉시 전화상으로 범취면 전문가와 관련 내용 및 일정 상담)
2. 범취면 의뢰(의뢰서에 사건 개요 및 대상자 진술서 첨부)
3. 범취면 전 사건 관련 기억 내용 검토 및 목격 상황 검토
4. 취면반응성 검사 - 범취면 유도 - 취면 심화 및 몰입 - 사건 당시의 심리적 퇴행 - 사건 관련 기억 회상(인지적 범취면 기법 활용)
5. 범취면을 이용한 회상 검사 결과 검토
목격 당시의 목격자 특성, 상황적 특성, 목격 대상의 특성 등을 고려해 진술하거나 회상한 내용이 수사상 가치를 가지는지를 대상자-수사관-범취면 전문가가 공동으로 결과를 검토
6. 회상 검사 결과 수사기관에 회보

신속한 범취면을 위해서는 담당자가 범죄심리와 범죄분석실의 범취면 전문가와 전화상으로 사건 개요, 범죄 형태 및 대상자 특성 등에 관한 상담을 통해, 범취면수사에 적절한 대상자인지를 확인한 후 일정을 정해 실시하는 것이 바람직하다. 만일 유선을 이용한 상담 없이 우편으로 의뢰서를 발송할 경우, 접수 및 처리 시일이 늦어질 수 있을 뿐만 아니라 범취면에 적절하지 않은 대상자를 의뢰하는 등의 오류가 발생할 수 있음에 유의해야 한다.

Ⅲ. 대상자 선정 방법 및 주의사항

범죄의 피해자 및 목격자를 범취면 대상으로 선정한 후 의뢰할 때 주의사항은 다음과 같다.

기억의 변화 및 왜곡의 최소화

인간의 기억은 불완전하고 가변적인 특징을 가지고 있다. 따라서 피해자·목격자의 목격 내용을 청취하는 요령 또한 숙지할 필요가 있다.

목격자의 기억 내용 청취 방법 중 가장 중요한 것은 위에서 설명한 요소에 맞는 대상자가 분명히 보고 외우려는 노력을 했지만 기억할 수는 없다고 할 때 「추가 질문」이나 「관련 내용을 기억해내야 한다」는 부담감을 주지 않은 상태에서 범취면을 의뢰하여야 한다는 것이다. 그 이유는 추가적인 질문이나 기타 확인 절차를 거칠 경우, 피해자·목격자 기억이 변화되거나 왜곡될 수 있기 때문이다. 이에 대한 상세한 것은 뒷부분에 자세히 설명되어 있다.

따라서 범취면을 의뢰할 때 가장 중요한 것은 사건에 관해 확실히 보거나 기억을 하려는 인지적 노력이 수반된 피해자·목격자를 선정하는 것뿐만 아니라 피해자·목격자 기억을 변화시키거나 왜곡시키지 않은 상태로 범취면을 의뢰해야 한다는 것이다.

1. 강력 사건의 경우

범죄 상황 및 용의자 인상착의 회상을 필요로 할 때

피해자·목격자가 범죄 상황을 목격했고, 범인의 얼굴을 보았지만 잘 기억이 나지 않는다고 할 경우, 용의자 사진을 열람시키거나 다른 목격자 진술과 비교·검토하는 등의 확인 절차를 거치지 않은 상태에서 바로 범최면을 의뢰해야 한다.

만일 피해자·목격자에게 사진으로 용의자를 확인하는 절차를 거쳤을 경우, 최초 목격한 사람의 이미지가 사진과 결합하면서 기억의 변화 혹은 왜곡이 일어날 수 있을 뿐만 아니라 범최면 중에도 사진이나 실물을 통해 확인했던 용의자의 얼굴을 회상할 수 있기 때문에 범최면의 효과를 기대할 수 없을 것이다.

한편, 범죄 상황의 진술에 관해서도 자신이 목격한 내용이 불분명하다고 생각하고 있다면, 불확실하거나 틀린 목격 내용이지만 보다 강력하게 주장하는 다른 피해자나 목격자의 진술에 맞춰 자신의 진술을 바꿀 가능성도 있기 때문에 주의해야 한다.

다음의 표는 2006년도 국립과학수사연구소 범죄심리과 범죄분석실의 범최면 전문가들이 실시한 실험 연구의 개요 및 결과이다.

인지적 범최면이 목격자 기억에 미치는 효과

□ 연구 문제

사건과 관련해서 수사관들이 마주치는 대부분의 목격자들은 살인, 강도, 강간 등의 강력 범죄를 직접 목격한 목격자들보다는 심각한 범죄가 발생하기 전 또는 후에 어떤 것을 목격하고, 나중에 강력 범죄가 발생했다는 사실을 알게 된 후 자신이 목격한 내용과 나중에 벌어진 심각한 범죄를 연결시키려 하는 목격자들이다.

만일 이런 유형의 목격자가 나타났다면, 수사관은 이들의 기억 변화 및 왜곡을 최소화한 상태에서 범죄에 관련된 최대한의 많은 정보를 얻어내기 위해서 어떻게 해야 하는가?

□ 방법 및 절차

위 연구 목적을 위해 모의 범죄 실험의 방법 및 절차는 다음과 같다.

피험자 - 우선 국과수 범죄심리과 견학을 원하는 피험자들을 선정하고, 실험을 도와줄 보조 실험자 2명을 선정하였다. 피험자들은 총 60명이었다.

보조 실험자 - 무선적으로 짝지워진 3명의 피험자들이 국과수 범죄심리과 견학을 하고 있을 때 보조 실험자(범인 역할)가 견학을 담당하고 있는 보조 실험자(피해자 역할)를 찾아와 난동을 부린다.

최면반응성 검사 - 실험 상황이 종료된 후 피험자들에게 실험 상황이었음을 알려주고, 무선적으로 실험집단과 통제집단으로 나누었다. 3명에게 최면에 대한 설명과 함께 동의서를 받았고, 한국판 상상력-몰입척도와 한국판 텔레젠-몰입척도를 사용하여 최면반응성 검사를 실시했다.

법최면 실시 - 평균 28시간이 지난 후 개별적으로 다시 최면실로 오라고 하여 실험집단은 인지적 법최면을 실시하고 통제집단은 일반적인 풍경 상상 등의 최면을 실시한 후 회상 검사를 하였다.

각 피험자들은 자신이 실험집단인지 통제집단인지는 모르는 상태에서 법최면과 일반적인 최면을 수행했다. 최면 종료 후 목격한 내용에 대해 자유 회상 질문지와 구체화된 질문지 각각에 답을 기록하도록 했으며, 자신이 답한 것에 대해 어느 정도 확신하고 있는지 확신성도 함께 기록하게 하였다.

결과 측정 - 이 기록지를 실험집단과 통제집단의 구분에 대해 전혀 알지 못하는 제3의 실험자가 회상 내용을 채점 기준에 따라 채점을 하였다.

결과의 평가 - 회상 검사의 점수화된 회상량, 오류량, 그리고 정확성에 대해 실험집단과 통제집단간 차이를 검증하였다. 그리고 목격 당시의 심리적인 상태 및 행동에 대해서도 평가했다.

□ 연구 결과

실험을 통해서 알아본 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 실험집단과 통제집단 사이에는 최면반응성에서 차이가 나타나지 않았다.

둘째, 실험집단은 통제집단보다 전체 회상량, 인상착의, 대화 내용-언어적 특징에서 더 많은 회상을 했다. 이동 경로에 대해서는 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 실험집단은 통제집단보다 회상량, 정확성, 그리고 확신성에서 더 높은 것으로 나타났다.

넷째, 모의 범죄를 목격한 목격자들은 ‘목격 당시 어떤 행동을 했는가?’에 대해 ‘일부러 시선을 피해 다른 곳을 보고 있었다’라는 대답을 가장 많이 했고, 다음으로 ‘다른 남녀간의 문제라서 그냥 쳐다만 보고 있었다’는 대답을 많이 했으며, ‘목격 당시 어떤 생각을 했는가?’에 대해 ‘너무 당황스러워서 어떻게 할지 몰랐다’와 ‘사무실에서 이래도 되는 건가’라는 생각을 많이 했던 것으로 나타났다.

□ 연구 결과의 해석

이 결과를 종합해보면, 범죄자가 피해자를 스토킹하는 모의 범죄를 목격하는 목격자들은 최면반응성에서 차이가 없도록 실험집단-통제집단에 무선적으로 선정되었다. 실험집단은 통제집단보다 구체적인 회상에서 전체 회상량, 인상착의, 대화 내용-언어적 특징에 대해 더 많은 회상을 했으며, 정확성과 확신성이 높았다는 것을 알 수 있다.

실험 결과를 보면, 앞으로 강력범죄 수사에 있어서 강력범죄를 직접 목격하지 못하고 강력범죄가 발생하기 전과 후에 관련 내용을 목격한 목격자가 있는 경우에, 법최면이 기억 회상에 효과적임을 알 수 있다.

따라서 목격자를 찾아낸 후 기억 변화 및 왜곡을 최소화한 상태에서 법최면 의뢰를 해야 하며, 법최면을 통해 심리적 안정과 몰입 상태에서 다시 한 번 목격 상황을 경험하게 한 후 회상을 하도록 했을 때 보다 정확하고 많은 사건 관련 정보를 얻을 수 있을 것이다.

용의자 몽타주 작성을 필요로 할 때

물론 용의자 얼굴에 관한 몽타주 작성도 마찬가지로 주의를 기울여야 하는데, 얼굴을 목격했다고 했을 경우 몽타주를 작성하지 않은 상태에서 범죄면을 먼저 실시하는 것이 아주 중요하다.

기억 이론에 따르면, 얼굴을 시각적으로 본 이미지는 희미하게 기억될 뿐만 아니라 얼굴 중 중요 부위 혹은 눈에 띄는 부위에 의미를 부여한 후 그 내용을 기억한다고 한다. 따라서 범죄면을 이용해 사건 당시로 심리적 퇴행을 한 상태에서, 목격 상황의 재구성 및 적절한 기억 방법과 세세한 부분까지 기억할 수 있게 하는 방법을 사용해 목격한 얼굴 이미지를 다시 한 번 확인한 후 이를 토대로 몽타주를 작성하는 것이 바람직할 것이다.

다음의 표는 2005년도 국립과학수사연구소 범죄심리과 범죄분석실의 범죄면 전문가들이 실시한 실험 연구의 개요 및 결과이다.

인지적 범죄면이 몽타주 작성의 효율성에 미치는 효과

□ 연구 문제

강력사건 피해자 및 목격자가 범인의 얼굴을 목격했을 경우, 몽타주 작성을 통해 용의자 추적 수사를 하게 된다. 범죄면수사와 관련하여, 범죄면 후 몽타주 작성을 할 경우, 더 쉽고 빠르게 범인과 유사한 몽타주를 얻을 수 있다는 경험적 관찰을 범죄면-몽타주 실험을 통해 인지심리학적 측면과 범죄면 측면에서 확인해보고자 하였다.

연구 목적에 따른 실험을 위해, 한 집단은 범죄면을 통해 목격한 얼굴을 다시 한 번 회상하게 한 후 몽타주를 작성했고, 다른 집단은 범죄면 없이 일상적인 풍경 상상 등에 대한 범죄면을 실시한 후 몽타주를 작성하여, 이 두 집단에서 작성한 몽타주를 수사관들의 평가를 통해 유사성을 알아보고자 하였다. 또한 범죄 피해자 및 목격자가 범인의 얼굴을 기억하는데 결정적인 역할을 하는 얼굴 기억 구성요소를 평가한 후 향후 범죄면과 몽타주를 연결하기 위한 수사상 지침을 마련하고자 하였다.

□ 연구 방법 및 절차

모든 대상자들에게 최면과 법최면수사에 관한 설명을 해준 후 실험 관련 동의서를 받고, 한국판 상상력 몰입척도(CIS-K)와 텔레젠 몰입척도(TAS-K)를 이용하여 최면반응성 검사를 실시했다.

법최면 실시 - 법최면은 국립과학수사연구소 범죄분석실에서 실시했으며, 서울지방경찰청 과학수사계 몽타주 전문 요원이 각 집단의 몽타주를 작성했다.

실험 절차 - 대상자들에게 비디오테이프를 살인 범죄 상황을 목격하게 한 후 실험집단과 통제집단으로 집단을 나누었다. 실험집단은 범죄 관련 비디오를 시청하고 24시간 지연 후에 인지적 법최면 후 몽타주를 작성했고, 통제집단은 범죄 관련 비디오를 시청하고 24시간 지연 후 범죄와 관련 없는 일반 풍경 상상 등의 최면을 실시하고 몽타주를 작성했다. 두 집단 모두에게 몽타주를 작성할 때 범인과 유사한 몽타주 부분을 더 쉽고 빠르게 선택할 수 있도록 후최면 암시를 주었다.

실험 전 과정 중 몽타주 전문 요원에게는 누가 실험집단이고, 누가 통제집단인지를 모르도록 블라인드시켰으며, 실험 대상자에게도 어떤 방식의 최면을 실시했는지 몽타주 전문가가 물어도 절대 말하지 못하도록 통제했다.

몽타주 평가 - 각 대상은 자신이 작성한 몽타주에 대해 유사성을 평가하고, 유사하다고 생각되는 부분과 다르다고 생각되는 부분을 지적하도록 했다. 몽타주 작성 전문가는 몽타주 작성에 걸리는 시간과 얼굴에 대한 설명 순서 등 몽타주 작성에 필요한 부분을 평가했다. 두 집단간 차이를 알아보기 위해, 현직 수사관들에게 몽타주를 제시한 후 범인과 유사한 몽타주를 선택하고, 비슷하다고 생각되는 부분, 다르다고 생각되는 부분 그리고 고쳐야할 부분에 대해 평가하게 하였다.

□ 연구 결과

주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 사건에 대한 내용을 시청한 후 인지적 법최면을 실시한 후 몽

타주를 작성하는 실험집단은 통제집단보다 몽타주를 작성하는 시간이 많이 걸리기는 하지만, 자신이 작성한 몽타주에 대해 더 확신하고 있었다.

둘째, 비디오에서 범인으로 묘사하고 있는 얼굴과 실험집단-통제집단이 그린 몽타주를 무선적으로 짝지어서 어떤 것이 더 유사한지, 유사한 부분-다른 부분, 수정해야 할 부분, 그리고 수사관 자신에게 이런 몽타주가 배포되었을 경우 범인을 추적할 수 있는지를 질문했을 때, 눈-눈썹-머리-얼굴형이 유사하고 다름에 따라 전체적 인상을 평가하고 있음을 알 수 있었고, 범인과 더 비슷하도록 몽타주를 수정할 경우 눈-눈썹-머리-얼굴형을 수정해야 한다는 대답을 많이 했으며, 전체적으로 몽타주를 가지고 범인을 추적하기가 어렵다는 대답을 많이 했다.

셋째, 비디오에서 범인으로 묘사하고 있는 얼굴과 실험집단-통제집단이 그린 몽타주 전체를 제시하고, 유사한 것과 다른 것을 선택하도록 했을 때, 두 인물 모두에 대해 인지적 범죄면을 실시한 실험집단이 작성한 몽타주가 더 유사한 것으로 선택하는 결과를 나타냈으며, 다르다고 평가한 몽타주는 주로 통제집단이 작성한 몽타주였다.

□ 연구 결과의 해석

앞으로의 강력범죄 수사에 있어서 범죄 피해자 및 목격자가 범인의 얼굴을 목격했다고 진술하는 경우, 범죄면을 통해 심리적으로 안정되고, 몰입이 된 상태에서 다시 한 번 목격한 얼굴을 떠올린 후 몽타주를 작성하면, 보다 더 범인과 유사한 몽타주를 얻을 수 있을 것이고, 이를 통해 보다 효율적으로 범인을 추적할 수 있을 것이다.

범죄자가 사용한 차량의 번호·종류 등의 회상을 필요로 할 때

아래에 제시된 교통사고의 경우와 동일하게 의뢰할 때 유의사항을 준수해야 한다.

2. 교통사고(뺑소니)의 경우

교통사고 차량의 번호·종류 및 특징의 회상을 필요로 할 때

피해자·목격자가 번호판을 보고 외웠지만 생각이 나지 않는다고 할 경우, 더 이상 용의차량 사진, 번호판 숫자 및 사진을 보여주거나 질문을 하지 않은 상태에서 의뢰해야만 한다. 그 이유는 피해자·목격자 기억의 변화와 왜곡을 방지하기 위한 것이다.

차량 운전자 등에 대한 인상착의 및 몽타주 작성을 필요로 할 때

위에 제시된 강력사건의 경우와 동일하게 의뢰할 때 유의사항을 준수해야 한다.

3. 다수의 대상자가 있을 경우

여러 명의 피해자·목격자가 있을 경우, 목격한 사항에 대해 서로 이야기하거나 비교·검토하지 않도록 주의를 주는 것도 필요하다. 그 이유는 일부 목격자가 잘못된 기억이지만 지나치게 확신하면서 자신의 잘못된 목격 내용을 강하게 주장하고 있다면, 정확하지만 확신하지 못하는 중요 목격자가 이에 동조해 기억을 변화시키거나 왜곡시킬 가능성이 높기 때문이다.

목격자 기억의 정확성을 판단하는 요인들 즉, 자극 특출성, 주의 집중, 관찰 기회, 감정의 개입, 자극 관찰 시점과 회상 시점 간 시간 간격 등에 기초해 대상자의 중요 순위를 정해야 한다.

얼마나 특이한 자극을 보게 되었는지? 얼마나 주의를 기울여서 보고 외우려고 했는지? 또 관찰할 수 있는 기회는 어느 정도였는지? 목격 당시의 심리 상태는 어떠했는지? 목격한 후 목격자를 찾아낸 시점과 범칙면을 의뢰하는 시점 간 어느 정도 시간이 경과되었는지? 등을 고려해야 한다.

또한 환경적 요인 즉, 날씨, 시간, 빛의 정도, 대상자의 자극 관찰 특이성(시각적·청각적인 기억 강도) 등의 요인들에 기초해 최면수사관이 면

답을 통해 대상자들 중 우선 순위를 정한 후 범취면을 실시할 수 있도록 해야 한다.

교통사고 및 살인, 강간, 방화 등 사건의 유형별, 목격 당시의 상황별, 목격 내용별 등에 따라 중요 순위를 선정하여야 하며, 근본적으로는 가능한 목격자 전체를 대상으로 선정하고, 범취면 전문가와 의논을 통해 중요도에 따라 범취면을 실시할 수 있도록 해야 한다.

IV. 감정사례

1. 범취면 사례 - 뽕소니

2001. 1. 13. 23:55경 대구시 남구 대명동 한 신호등 없는 교차로에서 피의차량이 좌회전하는 오토바이를 충격하여 운전자(44세, 남)를 사망케 하고 도주한 사건임

(1) 범취면 의뢰

사고 후 도주하는 차량을 목격한 목격자가 용의차량 번호를 1××9, 1×9× 혹은 ×1×9 등으로 진술하여 정확한 차량 번호를 회상하기 위해 사건 발생 17일 후 범취면 의뢰

(2) 범취면 결과

① 범취면 상태에서 목격자는 9601, 9610, 9016 등의 번호를 회상

※ 목격자가 첫 숫자는 정확하게 9라고 회상, 이를 근거로 해서 9로 시작하는 번호 중 0, 1, 6의 조합으로 이루어진 차량번호에 대해 차적 조회토록 통보

② 차량의 종류는 파란색 계통의 스쿠프이며,

③ 차량의 옆부분에 'Y'자 등이 새겨진 스티커 부착

(3) 범취면 결과의 확인

약 20여대로 압축해서 추적하던 중 차량 확인을 거부하고 있는 운전자

와 함께 폐차장에서 대구 28 라 9601호, 진청색 스쿠프 차량 발견, 사건 현장에 유류되었던 범퍼 조각, 방향지시등 조각 등으로 확인한 후 운전자의 자백을 받아냄

2. 범칙면 사례 - 소포 폭발 사건

2002. 12. 27. 16:00경 서울 중구 CJ빌딩 우편물 보관함에 배달된 우편물을 대표이사인 피해자(50세, 가명, 남)가 개봉하는 순간 폭발하여 손가락 등에 화상을 입은 것임

(1) 범칙면 의뢰

폭발과 동시에 불에 타 없어진 배달된 우편물의 발신자 주소와 발신자 성명 그리고 발신 우체국 소인을 회상할 목적으로 범칙면 의뢰

(2) 범칙면 결과

- ① 발신자 주소는 고딕체로 서울시 송파구 오금동 산 34-1 번지
- ② 발신자 이름은 김연숙
- ③ 발신지는 구로 역전 우체국이고, 최초에 진술하던 동그란 요금별납 소인이 아닌 바코드가 있는 직사각형의 띠모양 부착
- ④ 수신자란에 CJ엔터테인먼트 주소가 정확히 기재되어 있음

(3) 범칙면 결과의 확인

- ① 범인은 인터넷을 통해 송파중학교의 홈페이지에서 주소를 알아냈고, 프린터를 이용해 고딕체로 출력했으며,
- ② 구로 역전 우체국에 CCTV가 없다는 사실을 알고 이곳에서 발송을 했으며, 바코드 모양의 소포 확인 스티커가 부착되었고,
- ③ 수신자란에 CJ엔터테인먼트의 주소를 프린트로 인쇄 후 부착했음을 확인

3. 법칙면 사례 - 소아 성폭행

2003. 4월경부터 당진, 평택, 예산 등지에서 초등학생과 중학생들을 대상으로, 트럭을 운전하는 용의자가 등교하는 학생들에게는 학교까지 태워다 준다고 유인하고, 하교하는 학생에게는 집에까지 데려다 준다고 유인한 후 약 11회에 걸쳐 연쇄강간한 사건임

(1) 법칙면 의뢰

피해자들은 범인이 파란색 트럭을 사용했으며, 차량 번호판 숫자 중 앞 자리에 3이 들어간다고 진술함에 따라 차량의 번호를 구체적으로 회상하고, 차량의 내부에 어떤 특징이 있었는지에 대한 회상의 목적으로 피해자 2명(12세, 9세, 여)을 법칙면 의뢰

(2) 법칙면 결과

① 차량번호를 목격한 피해자 1은 차량번호가 **충남 XX L 3066, 3866** 등 **3**으로 시작해서 가운데 **둥근 글자(6, 8, 0)**가 있고 **마지막 두 숫자(둥근 형태)**는 **중복**된다고 회상함

② 차량내부를 목격한 피해자 2는 차량의 내부에 **흰색 핸즈프리, 빨간색 자동차(방향제)의 바퀴가 하나 빠져있고, 강아지 인형이 있었으며,** 시트가 찢어져 있고, 조수석 바닥에 **노란색 자루**가 있었으며, 용의자의 인상착의 중 **목에 검은색 점**이 하나 있는데, 그 점 위에 털이 나 있으며, 반팔티와 누런색 바지를 입고 있었던 것으로 회상함

(3) 법칙면 결과의 확인

① 범인의 차량번호는 **충남 OO 노 3899**번으로 실제 숫자가 일치하지는 않았지만, 네 자리 숫자가 3으로 시작되고 둥근 형태의 글자가 가운데 있으며, 마지막 두 숫자는 둥근 형태로 중복되어 있다는 것을 확인할 수 있었음

② 피해자 1이 진술한 차량번호를 중심으로 압축한 상태에서 차량을 확인하던 중 진술하는 차량의 내부와 동일한 차량 발견하고, 운전자 검거

③ 피해자 2의 진술과 용의자 인상착의도 정확히 일치했음

4. 법최면 사례 - 강도살인

2003. 10. 7. 23:35경 귀가하는 피해자에게 ‘돈이 있느냐? 가족관계는 어떻게 되느냐?’ 등을 물으면서 위협하던 중 뒤이어 귀가하던 남편이 범인과 격투를 벌이던 중 칼에 찔려 사망한 사건임

(1) 법최면 의뢰

위협을 받으면서 사건을 목격한 피해자 부인이 심리적 외상으로 인해 사건 당시 20~30분간 위협을 받은 범죄 상황과 용의자의 인상착의에 대해 회상하지 못해 법최면 의뢰

(2) 법최면 결과

가) 범인의 인상착의, 대화내용 및 범행 상황 회상

- ① 키가 160~163 cm 정도이고, 마른 체격이었으며,
- ② 진한 카키색(검은색 계통)의 점퍼와 바지를 착용하고 있었고, 점퍼 속에 녹색 남방을 입고 있었으며,
- ③ 검은색으로 코팅된 쇼핑백을 들고 있었고, 겉부분에 5자 정도 영문으로 ‘Re... (Reebok)’라고 쓰여 있었으며, 그 안에 칼날이 30 cm 정도 되는 칼, 비닐로 포장된 청테이프, 한라산 혹은 도라지 담배, 흰색 목장갑 등이 들어있었음
- ④ 범인은 대상자에게 “돈 있느냐? 가족관계는 어떻게 되느냐? 위층에는 누가 살고 옆집에는 누가 사느냐? 옆집에 아이들은 몇 살이냐?” 등을 물으면서 위협하는 과정과 범행 상황 전반에 대해 자세히 회상

(3) 범인의 몽타주 작성 후 추적 수사

- ① 법최면 중 심리적 외상에서 벗어나 심리적으로 편안하고 이완된 상태에서 범인의 얼굴 이미지를 자세하게 회상
- ② 범인의 얼굴에 대한 **몽타주** 작성
(법최면 전 서울청에서 몽타주 작성을 하려고 했지만 심리적 외상으로 인해 정확한 얼굴 회상 실패)
- ③ 몽타주 작성 후 최근 출소자 등을 상대로 몽타주와 비슷한 인물을 추적하여 강원도 고성의 한 공사장에 숨어있던 범인 검거

5. 법최면 사례 - 성추행

2004. 10. 24. 18:10경 피해자 일행이 파주시 소재 군부대에 면회를 갔다가 집으로 가기 위해서 버스를 기다리던 중 ×× 7919호 세피아 운전자가 태워주겠다고 하여, 탑승한 피해자와 피해자 친구를 연천으로 끌고 가 강제 추행한 사건임

(1) 법최면 의뢰

피해자가 진술하고 있는 차량번호, 종류 및 색상 확인 및 용의자의 인상착의 회상 목적으로 법최면 의뢰

(2) 법최면 결과

① 최초 남색계통의 차량이었다고 진술했으나, 법최면 상태에서 **빨간색** 계통의 **세피아** 차량이었고,

② 차량번호는 ×× **7919**였으며,

③ 법최면 상태에서 용의자의 얼굴 회상 후 사진을 통해서 2명의 피해자가 같은 용의자 1명을 지목 : 용의자의 현재 얼굴이 사진(4년 전 촬영한 사진)보다는 볼 살이 더 많으며, 눈가와 코 주변의 주름이 더 깊다고 진술

④ 차적조회를 통해 차종과 번호에 맞는 용의자 인적사항 발췌 후 실제 소유주 확인 후 검거

6. 법최면 사례 - 살인

2006. 4. 1. 20:50경 피최면자가 집에서 TV를 보던 중 갑자기 정전이 되어 밖에 나가 있던 피해자인 오빠에게 연락했고, 귀가한 피해자가 전기를 고친 후 식사 준비를 하고 있을 때 2차로 정전이 발생했으며, 다시 전기를 고치기 위해 밖으로 나갔던 피해자가 칼에 찔려 사망한 사건임

(1) 범칙면 의뢰

피해자의 비명소리를 들었다고 하는 피취면자가 목격한 상황 및 범인 인상착의 회상

(2) 범칙면 결과

① 범칙면 중 피해자 비명소리를 듣고 밖으로 나갔을 때 긴 파머머리를 한 사람이 서있는 것을 회상했고, '어! 저 아저씨가 왜 여기에 있지?' 등의 생각을 하면서 구체적인 인상착의 회상

② 사건 현장에서 누군가가 자신의 이름을 불렀는데, 성이 포함되지 않은 '아라야!'라고 부름

(3) 범칙면 결과의 확인

① 피해자는 항상 성을 포함해서 '고아라!'라고 부르는데, 사건 당일은 '아라야!'라고 한 것으로 보아, 자신의 오빠가 부르는 소리가 아니라 자신을 알고 있는 다른 사람이 자신을 부른 것으로 생각한다고 진술

② 피취면자가 범칙면 중 회상했던 자신의 집에 세들어 살았던 사람의 인적사항 발췌 후 추적, 섬에 은신해 있는 범인 검거

제2장 거짓말탐지(Polygraph)

범죄행위가 밝혀지면 자신에게 중대한 불이익이 초래될 경우에 사람들은 본능적으로 거짓말을 하게 된다. 범죄자가 자신의 행위에 대한 처벌에 대한 공포상태에서는 겉으로는 태연한 척 하지만 심리적으로 불안이나 긴장, 초조, 공포, 두려움 등의 감정이 유발되게 되고, 이러한 정서적 반응은 자율신경계 등에 영향을 미쳐 신체 각 기관의 특정한 생리적 변화를 야기하게 된다. 거짓말탐지검사는 거짓 진술 시 나타나는 생리적인 변화를 과학적으로 연구 개발되어 입증된 폴리그래프 검사의 절차, 기법, 장비 등을 통해 기록된 생리반응을 검사관이 분석하여 진술의 진위 여부를 판정하게 된다. 만일 범죄자가 검사과정에서 진실을 은폐하기 위하여 거짓말을 하게 되면 생리적 스트레스 수준이 진실을 말할 때보다 상대적으로 증가하게 된다. 경험 많은 검사관은 질문에 대한 생리반응을 기초로 어떤 주제가 실제 범인의 자율신경계를 자극하여 생리적 반응이 유발될 수 있는지 임상적 경험을 통해 알고 있다. 핵심질문을 선정한 후 검사를 하게 되면 범죄자는 직접 사건과 관련하여 질문을 받고 대답하는 과정에서 사건과 직면하게 된다. 거짓진술자의 반응은 진실을 말하는 사람과는 달리 심한 동요를 일으킬 가능성이 커지게 되며, 반면 진실한 사람은 이와는 다른 특정한 생리적 반응이 나타날 수 있도록 면담과정에서 조건화하거나 필터링하는 검사관의 역할이 필요하다.

I. 감정사항

1. 진술의 진위확인 (단, 진술의 내용에 따라 반드시 대상자가 처벌받을 수 있는 조건이 선행되어야 함)

2. 사건의 증거 및 단서의 수집

3. 기타 (범죄예방, 인권옹호)

1) 검사의 효과적인 사용을 위한 방법

- (1) 가능한 수사의 초기단계에서 사용(P.O.T 검사 적용)
- (2) 용의자에 대한 기초수사 후 뚜렷한 혐의점이 발견된 경우

2) 폴리그래프 검사의 사용을 제한해야 하는 경우

- (1) 수사종결을 위한 자료로 사용하려는 경우
- (2) 민원방지 목적으로 사용하는 경우
- (3) 일방적인 용의자를 선정하기 위한 목적으로 사용하려는 경우
- (4) 검사조건이 부적합한 사안인 경우(목격자 등)

II. 감정방법 및 절차

폴리그래프검사는 피검사자가 알고 있는 사실의 진위 여부나 범행 관련 정보를 발견하기 위해서 사용되며, 대개의 경우 질문에 대한 대답은 검사 대상자가 ‘아니오’라고 부정할 수 있는 대답을 하는 것이 바람직하다.

폴리그래프 검사를 효과적으로 하기 위해서는 질문의 방식이 중요하다. 질문에 나타나는 생리반응 중 어떤 질문이 가장 특이한 생리반응인가를 각각의 질문에 대한 생리반응을 비교하여 결정하게 되는데 현재 폴리그래프 검사에서는 긴장정점검사법(POT)과 일반질문검사법이 주로 사용되고 있다.

1. 긴장정점검사법(POT: Peak of Tension Test)

이는 피검사자가 범죄에 관한 중요한 정보를 알고 있는지에 대해 피검사자의 인식 유무를 판단하기 위해 사용하는 검사기법이다. 질문의 종류는 실제 범인과 담당수사관만이 알고 있는 범죄와 관련된 중요 정보인 관련질문과 범죄와는 전혀 관련이 없는 무관련질문으로 구성된다. 절도사건을 예를 들어 설명하면 절도사건에서 도둑맞은 현금이 4백만 원이라고 가정하자. 그리고 검사받는 대상자가 도난당한 현금이 얼마인지 들어본 적도 없고 알지도 못한다고 진술을 한다면 다음과 같은 질문을 작성하여 검사를 실시할 수 있다.

도난당한 현금에 관해 그 돈이

- 1) 1백만 원으로 알고 있습니까?
- 2) 2백만 원으로 알고 있습니까?
- 3) 3백만 원으로 알고 있습니까?
- 4) 4백만 원으로 알고 있습니까?
- 5) 5백만 원으로 알고 있습니까?

실제 범죄사실은 4번 도난을 당한 현금이 4백만 원이므로 4번을 제외하고는 범죄와 관련이 없는 질문이다.

이러한 긴장정점검사질문기법에서는 검사결과를 정확하게 해석하기 위해서 검사 전 면담단계가 중요하다. 질문을 제시하기 전 검사관이 피검사자와의 면접을 통해 피검사자에게 검사의 내용을 이해시키며 범죄와 관련된 피검사자의 인식의 내용을 확인하는 절차가 중요하다. 이 과정에서 어떠한 말이든 피검사자에게 강한 감정을 유발하지 않는 내용을 선정해야 한다.

POT 검사에서는 동일한 검사를 3회 정도 실시하며 질문과 질문의 간격은 약 15초 이상 되도록 한다. 무관련질문과 비교하여 관련질문인 “도난당한 현금이 4백만 원으로 알고 있습니까?”에 분명한 생리반응이 나타나면 피검사자는 자신의 주장과는 달리 범죄에 대한 인식이 있다고 결론 내릴 수 있다. 이 방법은 형사소송법의 취지에도 맞을 뿐만 아니라 죄가

없는 사람이 거짓자로 판명될 가능성이 거의 없는 가장 효과적인 검사방법이기는 하나 실제 사건에서 용의자에게 중요한 정보나 단서가 이미 공개되고 알려짐으로 인해 POT 검사를 실시하지 못하게 되는 경우가 많다. 그러므로 반드시 수사 초기에 중요한 사건에 관련된 정보를 용의자에게 공개하지 않은 상태에서 거짓말탐지검사와 상담하는 것이 필수적이다.

POT 검사 자료 예시

○ 범행에 사용한 칼의 종류



○ 용의자가 훔쳐간 핸드폰의 종류



○ 살해당시 목을 조른 물건

1. 넥타이 2. 전기줄 3. 빨래줄 4. 스카프 5. 허리띠 6. 스타킹 7. 포장끈

○ 도난당한 수표의 발행은행

1. 국민은행 2. 우리은행 3. 신한은행 4. 외환은행 5. 신한은행
6. 하나은행 7. 농협

○ 도난당한 현금의 액수

1백만 원 2백만 원 3백만 원 4백만 원 5백만 원 6백만 원 7백만 원

○ 피해자가 사건 당시 입고 있던 팬티 종류 및 색상



2. 일반질문검사법(ZCT: Zone Comparison Technique)

일반질문검사법은 피검사자가 범죄에 관여되고 있는지 없는지를 직접 질문을 하여 판단하는 방법이다. 이 질문법에 의해 피검사자가 범죄에 대하여 범죄행위에 대한 인식을 갖고 있는지 여부를 판단하고자 하는 것이다. 피검사자가 가령 진짜 범인이라면 피검사자는 “회사의 금고에서 1천만 원을 훔친 범인이 누군지 알고 있습니까?” 라는 질문이나 “회사의 금고에서 1천만 원을 훔친 범인이 당신입니까?”와 같은 사건과 직접적인 연관성을 가진 질문과 사건과 관련이 없는 내용을 질문할 때 나타나는 자율신경계의 반응을 판독하여 진술의 진위 여부를 판정하는 방법이다.

이러한 일반질문검사법의 예시는 다음과 같다.

- 1) 당신은 홍길동입니까?
- 2) 당신은 나이가 50세입니까?
- 3) 7월 7일 회사 금고에서 당신이 현금 1천만 원을 훔쳤습니까?

4) 당신은 서울에 살고 있습니까?

5) 7월 7일 금고에서 1천만 원을 누가 훔쳤는지 알고 있습니까?

등으로 구성될 수 있다.

이 검사방법을 사용할 때는 검사 전 면담단계를 통해서 검사대상자의 심리적인 상태가 거짓말탐지기 검사를 통해 변별될 수 있도록 사전에 심층적인 면담과정이 필요하며 검사대상자의 검사조건 적합 여부를 면밀히 분석한 후 적용할 수 있다.

3. 검사 절차

1) 검사의뢰

검사의뢰 작성요령은 다음과 같다.

(1) 수신: 국립과학수사연구소장

(2) 참조: 범죄심리과장

(3) 제목: 거짓말탐지기검사의뢰

가) 사건개요

나) 검사대상자 인적사항

다) 질문요지 및 쟁점사항 : 가능한 1가지 상반되게 주장하는 내용으로 요약하는 것이 바람직하다.

라) 사건기록 사본 첨부(대상자 진술조서, 수사보고서, 교통사고의 경우 실태조사서 현장상황도, 신호체계도 포함)

2) 검사일정 통보

보통 검사실시일 1주일 전 검사대상자가 참석할 수 있는 날을 담당수사관과 전화로 통화하여 협의한 후 정하게 된다.

3) 사건담당자 검사 전 피검사자 주의사항 이행 여부 확인 (pot검사 경우 사전에 검사자료 준비)

- 4) 검사당일 검사대상자 출석 및 사건담당자 참석
- 5) 검사 전 면담
- 6) 동의서 작성
- 7) 자력표 작성
- 8) 검사실시
- 9) 차트판독
- 10) 결과통보서 작성

Ⅲ. 검사 전 주의 사항

1. 부적합한 사건유형

- 1) 처벌이 경미한 사건(예, 특가법 적용이 되지 않는 교통사고의 차선 변경, 진단 미상의 가벼운 폭행사건 등)
- 2) 공소시효가 지나 처벌되지 않는 사건

2. 검사를 실시할 수 없는 검사대상자 조건

- 1) 미성년자, 의사소통이 정상적이지 못한 고령자
- 2) 심장병, 호흡계 질환 등으로 치료를 받고 있거나 검사당일 심한 신체적 통증을 호소하는 경우

- 3) 정신질환자(정신병자, 심한 신경증 환자)
- 4) 진술에 대한 대상자의 기억이 불명확하거나 사건 당시 의식이 없는 것으로 명백히 확인이 된 경우
- 5) 검사 당일 검사를 거부하는 경우
- 6) 이미 타 기관에서 검사를 실시하여 결론을 내린 사안인 경우

3. 검사실시 전 대상자에 반드시 고지해 주어야 할 사항

- 1) 검사실시에 대한 자발적 동의
- 2) 충분한 수면
- 3) 신경안정제 등의 약물복용 금지(단, 질병의 치료를 위한 약물은 복용해도 무관함)
- 4) 검사 전날 과도한 음주 금지
- 5) 검사 당일 피검사자의 중요한 약속 금지(심리적으로 불편한 요인을 유발시킬 가능성 방지)
- 6) 검사 소요시간 고지(09:30-17:00)

4. 담당수사관의 참석

피검사자의 심리적인 상태를 조성하기 위해서 담당조사관이 참석하여 면담과정에서 사건을 설명하는 과정이 반드시 필요하므로 검사 당일 대상자와 함께 출석하여야 하며, 검사과정 또한 수사과정의 한 부분이므로 검사 시 발생할 수 있는 상황(검사중단, 자백 등)을 모니터해야 한다.

IV. ERP 검사(Event Related Potential)

요즘 미국에서 새로운 범죄수사 도구로 유력한 것이 뇌파분석이다. 뇌파분석, 뇌지문검사, 사건관련유발뇌전위검사(ERP)란 실제 뇌의 지문을 의미하는 것이 아니라 뇌에 기억되어 있는 것과 관련된 사진이나 단어를 보여 주면, 특정 뇌파가 발생한다는 점에 착안한 것이다.

2001년 3월 5일 미국 아이오와주에서는 테리 해링턴이란 한 흑인남성에 대한 재심 여부를 결정하는 재판이 열렸다. 해링턴은 살인혐의로 ‘감형 없는 무기징역’을 선고받고 20년 간 복역 중이었다. 재판에서 판사는 『변호인은 무죄를 입증할 새로운 증거를 제시하지 못했다』며 재심을 거부했다. 그러나 이날 판사는 중요한 언급을 했다. 즉 비록 뇌지문의 증거능력을 채택하지는 않았지만, 전 세계 사법사상 ‘처음으로 뇌파분석이 상당 정도 증거능력을 가질 수도 있다’는 점을 인정한 것이다.

해링턴의 경우를 예로 들어 뇌파분석을 이해하기 쉽다. 1977년 초여름 아이오와주의 한적한 도로 변에서 권총에 의한 살인사건이 발생했다. 용의자는 16세 흑인소년인 해링턴이었다. 해링턴은 사건 당일 현장에서 30 km 떨어진 곳에서 열린 음악 콘서트에 갔다고 주장했다. 그러나 권총을 발사하고, 풀 속으로 도망치는 해링턴을 목격했다는 증인이 나옴에 따라 그는 무기징역을 선고받았다. 그로부터 20여 년간 지속적으로 무죄를 주장하며 재심을 청구했으나 각하 당했던 해링턴은 뇌지문을 연구하는 로렌 파웰 박사의 얘기를 듣게 된다. 뇌지문의 정식 명칭은 「P300」이다. 사람의 뇌에 강하게 남아 있는 인물이나 물건과 관련된 사진, 단어 등을 보여 주면 순간적으로 P300이란 특수한 뇌파가 발생한다. 그 반응 속도가 300mm초(0.3초)이기 때문에, P300이란 명칭이 붙은 것이다. 파웰 박사는 해링턴에게 뇌파탐지기를 부착한 뒤 차례차례 사건과 관련된, 혹은 무관한 사진이나 단어를 보여 주었다. 권총, 풀밭, 희생자 등 사건과 관련된 사진이나 단어를 아무리 제시해도 해링턴의 뇌에서 P300은 발생하지 않았다. P300이 발생한 것은 해링턴이 갔었다고 주장한 음악 콘서트 관련 사진뿐이었다.

노스웨스턴 대학의 심리학자인 피터 로젠펠드 교수는 이러한 뇌파를 검사하여 사람들의 감정이나 생각을 읽을 수 있다고 생각했다. 보통 P300이라는 뇌파는 자신과 관련된 중요한 것을 인식했을 때 발생하게 되는데 이 뇌파의 기능은 무엇인가 중요한 일이 일어나고 있다는 사실을 뇌의 중심부에 알려서 경계태세를 갖추는 뇌의 활동에 따라 발생한다고 보았다. 이를 이용하여 로젠펠드 교수는 자신의 연구가 경찰에서 범인

색출에 사용될 수 있다고 보았다. 살인 용의자들에게 살해 당시 현장에 있던 살해도구를 보여주면 그들이 사용했던 도구를 알아볼 때 P300뇌파가 발생하므로 범인을 색출해 낼 수가 있다고 보고 범행과 관련이 없다면 P300은 나타나지 않을 것으로 보았다. 뇌파 P300은 뇌의 뒤쪽에 위치한 대뇌피질에서 발생하여 머리의 모든 방향으로 퍼져나간다. 보통 실험에서는 P300이 발생하는 데는 0.3초가 아닌 0.5초가 걸렸다. 현재는 EEG(Electroencephalogram)를 이용한 검사로 85 %에서 95 %까지 거짓말을 밝혀낼 수가 있다고 한다.

자극이 제시되고 난 후 50~100 msec 내에 유발된 전위는 신경계가 자극의 물리적 속성을 처리하는 과정이 반영된 것으로서 피험자의 의식 상태나 주의 정도에 관계없이 일정하다. 하지만 100 msec 이후에 나타나는 전위들은 전두엽에서 변화가 현저하며 피험자의 심리적 속성을 반영하고 있다. 연구자들은 평균유발전위(AEP)의 심리적 속성을 연구하기 위해 피험자에게 가하는 자극을 시각적인 자극으로 한 후 100 msec(0.1 초) 후에 나타나는 전위변화를 측정하였다. 이를 사건관련전위(ERP)라고 하며 N400과 P200은 피검사자의 주의 정도, P300은 인지적 판단을 반영한다고 알려져 있으며 P450은 예상치 못했던 일이 일어날 때 측정되는 의외성을 반영한다. 이러한 ERP는 심리적 현상의 뇌 기전을 연구하는 가장 유망한 방법 중의 하나로 간주되고 있다.

참고로 뇌파검사를 위해 전극을 피검사자의 머리부위에 부착할 때 주로 쓰이는 방법은 10-20 system으로 “10과 20”은 전극 간의 일정한 간격의 의미로 전체의 길이에서 그 간격을 10 % 20 %로 한다는 의미이고, 아래 그림은 머리를 위에서(측면에서) 본 그림으로서 각 전극 간 비율이 두정부(Cz)에서 앞으로는 Nasion, 뒤로는 Inion, 옆으로는 양쪽 귓바퀴의 윗부분 까지를 각각 50으로 했을 때 20, 20, 10의 비율로 각 전극을 잡은 것이다.

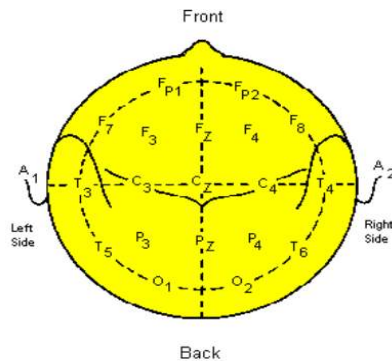


그림 1. 전극의 배치 (평면)

본 검사는 용의자가 일체 부인하는 상황에서 당해 범죄와 관련하여 일련의 정보를 알고 있는지(피험자 뇌에 획득된 정보에 대한 기억이 있는지)를 관련자극을 제시 후 나타나는 뇌파의 파형 분석을 통해 확인하는 검사 방법으로 현재 연구 진행 중인 검사로 결과에 대한 감정서의 작성을 위해서는 연구결과를 토대로 판단하여야 함.

－ 자료수집 절차는 POT 수집절차와 유사하다.

1. 수사의 초동단계에서 범인만이 알 수 있는 자료이어야 함
2. 관련 자료가 반드시 비공개된 사안이어야 함
3. 1, 2의 요건을 갖추기 위해 담당자와의 정보 협조 중요
4. 1, 2의 요건 형성과정에서 ERP검사의 적합성 여부 검토
5. 관련된 사건 기록일체 첨부(사진촬영 필수)



그림 2. ERP 측정용 EEG장비

V. 감정사례

1. 강간치상사건 (수원지방법원)

1) 사건개요 및 의뢰사항

피고인은 피해자가 운영하는 경기도 군포시 산본에 있는 술집에서 술을 마신 후 여종업원들과 함께 노래방에 갔다가 피고인으로부터 욕설을 들은 여종업원 중 한 명이 도망가 버리자 다시 술집을 찾아가 ‘종업원 대신 업주가 책임지라’고 욕박질러 업주인 피해자와 여종업원의 친구를 데리고 안양에 있는 식당에 들어가 술을 마신 후 피해자들이 택시를 타고 도망가자 차로 추격하여 택시 앞을 막고 “나를 어떻게 보고 도망을 가느냐, 죽여 버리겠다”고 피해자들에게 욕설을 하여 자신의 차에 강제로 태운 후 공범과 함께 군포에 있는 여관에 들어가 ‘지금 생리 중이며 동거하는 사람도 있으니 제발 봐 달라’며 사정하는 피해자의 얼굴을 수회 때리면서 ‘죽여 버리겠다’고 말하는 등 반항을 억압한 후 피해자를 1회 간음하여 강간하고 상해를 입힌 것에 관해, 피고인은 ‘그 당시 피해자가 생리 중이어서 성관계를 가진 사실이 없다’고 진술한 내용에 대하여 검사 의뢰됨.

2) 감정결과 및 고찰

피고인은 그 당시 여관에서 피해자와 강제로 성관계를 가진 사실이 없다고 주장하고, 피해자는 피고인에게 강간을 당하였다고 각각 상이한 주장을 하는데 대하여 나타난 생리반응을 분석한 결과 피고인의 생리반응은 거짓반응으로, 피해자의 생리반응은 진실반응으로 통보하였으며, 재판부에서는 피고인에게 징역 3년형을 선고하였다.

2. 강도살인 및 사체유기 피의사건

1) 사건개요 및 의뢰사항

부천시 소사구 범박동 소재 한 공장 사무실에서 이 공장에서 근무하는 피해자 “라○”가 평상시 결근을 자주 하고 자신에게 말대꾸를 하며 회사를 그만 두겠다고 하여 평소 사이가 좋지 않았던 중 피해자에게 월급 90만원을 주면서 회사에 근무를 계속 할 것을 요구하였으나 피해자가 회사를 그만두겠다고 계속 우기며 자신의 뺨을 2회 때린 것에 격분한 상태였으며 피해자에게 준 월급을 강취할 목적으로 피해자의 가슴을 발로 1회 걷어차 피해자 머리가 바닥에 넘어지면서 두개골이 파열되는 등의 상해를 가하여 사망케 한 후 피해자 주머니에 있던 위 금 90만원을 꺼내 이를 강취하고 같은 날 오전경 사체를 포터 적재함에 싣고 충북 진천군 소재 다리 아래까지 와서 미리 준비한 휘발유를 사체에 뿌려 태운 후 땅속에 묻어 유기한 사건에 대해 피검사자의 사건관련 여부에 대하여 검사의뢰 됨.

2) 검사결과 및 고찰

당초 경찰조사과정에서 피검사자에 대한 용의점을 발견치 못해 미제로 남을 사건이었으나 본 검사결과 피검사자의 생리반응에서 거짓말을 하는 것으로 나타나 의뢰관서에 회보하여 이를 후 피검사자와 담당수사관을 대동하여 결과를 설명하였으나 검사를 불신하여 이의를 제기하는 태도를 보였고, 이후 담당수사기관에서 계속 수사를 실시하여 행불자를 살해하고 사체를 유기하였다는 진술을 받고 사체를 찾아 사건을 해결하였음.

3. 강간치상사건 (울산지방법원)

1) 사건개요 및 의뢰사항

피해자는 미성년자로서 폰팅으로 피고인을 만나 부산시 소재 여관에서 성관계를 가진 사실이 있으며, 그 후 피해자는 일주일 후 피고인이 운전하던 트레일러 차량을 타고 가다가 경부고속도로 상행선 간이 주차장에서 피고인이 피해자의 옷을 강제로 벗기고 라이터로 피해자의 음모를 태우는 등 강간을 당했다는 피해자의 주장에 피고인은 당시 피해자가 돈을 요구하여 7만원을 주고 성관계를 가진 것이라고 상반되게 주장하는데 대

하여 검사가 의뢰되었으며 재판부에서는 당시 검사과정을 모니터를 통해 관찰하였다.

2) 검사결과 및 고찰

본 검사 결과 피고인의 진술이 거짓으로 판독되는 생리반응이고 피해자의 진술은 진실반응으로 판독되는 생리반응으로 회보를 하였으며, 그 후 재판부의 판결문에 의하면 거짓말탐지 검사결과에 대하여 감정서 내용을 모두 기재를 하였고 피고인을 징역 5년에 처한다고 판결을 하였다(이후 부산고법 4년형을 선고받고 대법원에 항소하였으나 대법원에서 원심대로 4년형을 확정하였다)

이는 거짓말탐지 검사결과에 대한 우리나라 법원의 판단이 긍정적이며 신뢰성이 높아지고 있다는 것으로 볼 수 있다고 하겠다.

4. 폭력행위 등 처벌에 관한 법률위반 사건 (갈취)

1) 사건개요 및 의뢰사항

피의자는 인천시 소재 한 공장의 사장인 자로 자신이 자주 다니는 한 미용실에서 만나 알게 된 피해자를 상대로 돈을 주지 않으면 자신과의 성 관계를 남편에게 알리겠다며 피해자의 집으로 수십 회에 걸쳐 전화를 하고 피해자로부터 8회에 걸쳐 1억 3천만 원 상당을 갈취한 사건에 대하여 검사의뢰 됨.

2) 검사결과 및 고찰

검사결과 피의자의 생리반응은 거짓반응으로 피해자의 생리반응은 진실 반응으로 나타났으며 결과를 회보한 후 피의자는 구속 수감되어 사건이 종결되었음.

5. 교통사고 (자백)

1) 사건개요 및 의뢰사항

서울시 노원구 공릉동 705번지 신호등이 설치된 동부아파트 입구 노상에서 발생한 직진하는 차량(가차량)과 좌회전하는 차량(나차량)의 신호위반에 관한 사항으로 가차량은 원자력병원 쪽에서 서울산업대 쪽으로 편도 1차로를 운행 중 전방 직진신호에 진행하다 갑자기 동부아파트 쪽으로 좌회전하던 나차량과 충돌했다고 주장하고, 나차량은 서울산업대 쪽에서 원자력병원 쪽으로 편도 1차로를 진행 중 사고장소인 동부아파트 앞 노상에 이르러 차량이 밀려 서행하다 차선이 끊겨 있는 곳에서 적색신호에 좌회전을 하던 중 맞은편에서 직진하는 가차량과 충돌하였다고 각각 신호에 대해 상이한 주장을 하는 것에 대해 검사의뢰 됨.

2) 검사결과 및 고찰

검사대상자 2명을 대상으로 사고에 대한 심층면담을 통해 각자의 주장을 청취하고 거짓말탐지검사에 관한 충분한 설명을 한 후 검사 동의서의 작성을 요구하자 가차량 운전자가 검사 동의서 작성을 잠시 주저하다가 자신이 신호위반 하였다고 인정하여 해결한 사건이었다. 이는 거짓말탐지검사를 통해 진술의 진위 여부를 직접 밝히는 경우도 있지만, 이번 의뢰 사건처럼 거짓말탐지검사를 실시한다는 사실만으로 거짓 진술자의 심리적인 갈등과 불안을 야기하여 자신의 잘못을 시인하는 경우와 심층면담과정을 통해 상대방 검사대상자와의 사건발생원인에 대한 각자의 주장을 하는 과정에서 거짓 진술자가 심리적인 위축을 나타냄으로써 자발적으로 위반 사실이나 범행 일체를 자백하는 가능성이 높음을 나타내주는 사례이다.

6. 강제추행 (강제로 아내 성추행 남편에 첫 유죄 선고)

아내가 원하지 않는데도 폭력을 행사해 성추행을 한 남편에게 법원이 유죄를 선고한 사건으로 이는 부부 사이에 상대방의 의사에 반해 성관계

를 강요할 경우 형사처벌 대상이 된다는 취지의 첫 판결로 당 연구소의 거짓말탐지 검사결과가 판결문에 인용되어 있다.

재판부는 “피고인은 아내를 강제추행하거나 협박한 사실이 없다고 주장했지만 거짓말탐지기 조사 결과 피고인의 말은 거짓반응, 피해자의 말은 진실반응이 각각 나오자 다시 공소사실을 모두 시인했기에 유죄가 인정된다”고 설명했다.

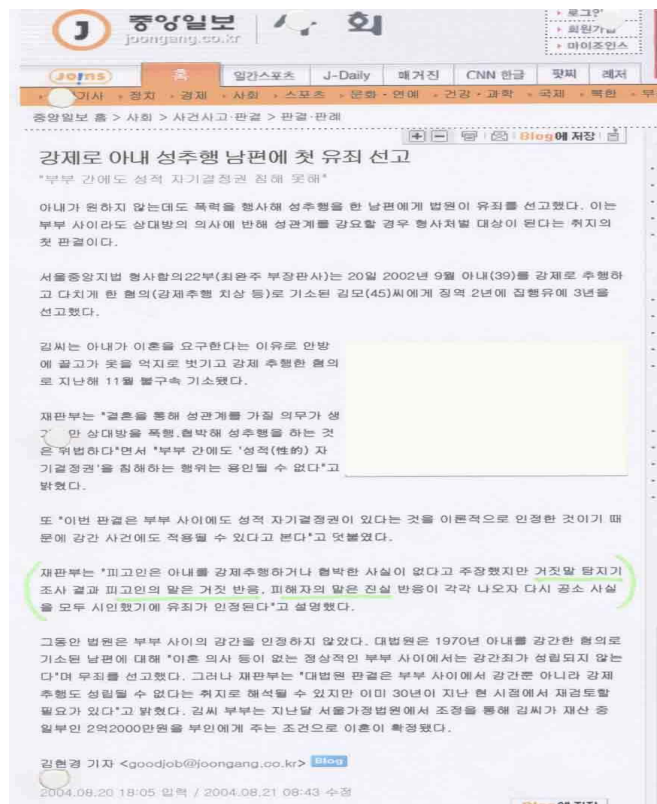


그림 3. 당시 신문기사

제4편 문서영상 감정

- 제1장 문서감정
- 제2장 영상분석

제1장 문서감정

I. 필적	169
1. 감정사항	169
2. 시험방법	169
3. 감정물 채취요령	169
4. 감정사례	171
II. 인자문자(인영 및 인쇄물)	172
<인영>	172
1. 감정사항	172
2. 시험방법	172
3. 감정물 채취요령	172
4. 감정사례	173
<인쇄물>	174
1. 감정사항	174
2. 시험방법	174
3. 감정물 채취요령	175
4. 감정사례	176
III. 문서위변조	177
1. 감정사항	177
2. 시험방법	177
3. 감정물 채취요령	177
4. 감정사례	178
IV. 유가증권 위변조	181
1. 감정사항	181

2. 시험방법	181
3. 감정물 채취요령	181
4. 감정사례	182
 V. 디지털 증거	 184
1. 감정사항	184
2. 감정물 채취요령	184
3. 감정사례	185

제2장 영상분석

I. 영상복원 및 판독	188
1. 감정사항	188
2. 시험방법	188
3. 감정물 채취요령	190
4. 감정사례	191
 II. 영상계측 및 3차원 영상분석	 192
1. 감정사항	192
2. 시험방법	192
3. 감정물 채취요령	192
4. 감정사례	193
 III. 동일 인물(대상물) 여부	 194
1. 감정사항	194
2. 시험방법	194
3. 감정물 채취요령	195

4. 감정사례	196
IV. 사진 합성 여부	197
1. 감정사항	197
2. 시험방법	197
3. 감정물 채취요령	198
4. 감정사례	198
V. 비디오테이프 편집 여부	200
1. 감정사항	200
2. 시험방법	200
3. 감정물 채취요령	201
3. 감정사례	201
VI. 참고문헌	202

제1장 문서감정

I. 필적

1. 감정사항

필적의 동일성 여부 등

2. 시험방법

·분광비교시스템(Foster+Freeman VSC5000), 문서감정시스템(Projectina Docucenter) : 문자구성과 배자, 방향과 각도, 자획의 간격과 위치, 방향 및 숙련상태에 따른 기재습성 등의 외관 검사.

·현미경(Nikon UFX-II, Nikon SMZ-U, Leica MZ16), 분광비교시스템(Foster+Freeman VSC5000) : 기필 및 종필 처리부분, 필압과 필세, 곡획과 굴절, 필적의 변화상태에 따른 자·모음의 특성 및 모방에 따른 운필의 주저 흔적 등의 검사.

3. 감정물 채취요령

1) 감정자료와 대조자료의 구분이 명확하고 대조자료의 기재자가 확인 또는 증명된 것이어야 한다(단, 투서나 협박의 비교에는 확인의 생략이 가능).

2) 반드시 원본을 원칙으로 해야 한다. 복사된 사본에서는 획선의 상·하, 필순, 획선의 접합, 기필 및 종필의 강·약, 필기구의 종류, 잉크의 부착상태 등을 분석할 수 없으므로 감정에 큰 기대를 할 수 없다.

3) 감정자료는 유일무이한 증거이기 때문에 오염되거나 손상되지 않도록 주의해야 하며, 특히 수성 잉크의 경우 색소가 쉽게 용해되기 때문에

문자가 소실될 위험이 있으므로 각별히 주의해야 한다.

4) 대조 자료는 사건 당사자 또는 참고인이 기재된 필적이 분명하고, 감정자료와 동일한 문자가 많이 포함되며, 용지, 필기도구, 필적의 기재방향, 문자의 크기 및 작성시기 등이 동일 또는 유사해야 한다.

5) 새로운 시필(試筆)을 수집할 때는 다음 사항을 유념해야 한다.

- 필기자의 긴장과 근육을 풀 수 있는 시간적 여유를 줄 것
- 필기구와 용지는 될 수 있는 한 감정자료와 동일한 것으로 할 것(예를 들면, 감정자료가 예금청구서일 경우 동일한 용지를 준비)
- 감정자료에 기재된 문자와 동일한 서체의 문자를 기재토록 할 것(필기자가 잘 모르는 문자가 있어도 가르치지 말고 본인에게 자유롭게 문자를 기재토록 해서 오자나 오용을 정정하지 말 것)
- 문자를 쓰는 방향이 가로인가 세로인가 미리 지시해 둘 것
- 견본이 될 만한 문서를 보이지 말고 소리 내어 읽어 주고 복창하면 기재토록 할 것(인간의 뇌는 두 가지의 동작을 동시에 하게 되면 뇌에 혼란이 와서 자연히 평소의 기재 습성이 나타남)
- 작위적인 필적을 기재할 여유를 주지 않을 정도의 속도를 조절하게 하고 기재 태도를 면밀히 관찰해 둘 것
- 문장의 내용이 많거나 심리적인 영향이 생길 때에는 감정자료와 동일한 문자가 존재하는 가공의 글을 기재토록 할 것
- 시필은 A4용지에 5매 이상 감정대상 내용과 반복하여 기재토록 할 것이며, 앞에 쓴 문자는 절대로 보이지 말도록 할 것
- 다수의 기재자에게서 동시에 필적을 수집할 경우에는 상호간 필적을 보여주지 말 것
- 주소, 성명 등 기재자가 알고 있는 문자를 기재할 때에는 자유롭게 기재토록 할 것
- 년, 월, 일, 주소, 성명, 금액 등을 기재할 경우 기재하는 위치를 지시하지 말아야 할 것
- 시필을 받은 다음 여백에 “본인의 자필임을 확인함, 2002년 ○월 ○일, ○○○”를 서명한 후에 인영 또는 지문을 날인토록 할 것

6) 감정자료를 의뢰할 때에는 다음 사항을 유념해야 한다.

- 동일인의 필적이라고 확인된 자료가 많을 경우에는 목록과 부호를 부여하여 일괄해서 처리할 것

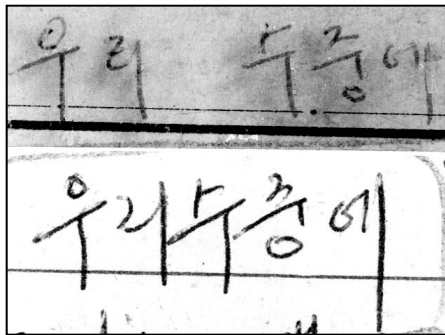
- 자료 중에 감정에 관계없는 필적이 포함되어 있는 경우는 그 부분을 분명히 하고 명확하게 분류하고 감정의 대상이 되는 필적만을 지적해 둘 것

- 자료 중에 감정의 대상이 되는 기재자의 필적이 수많은 경우에는 그 모두를 기재한 것으로 하고 일부러 한정하지 말 것

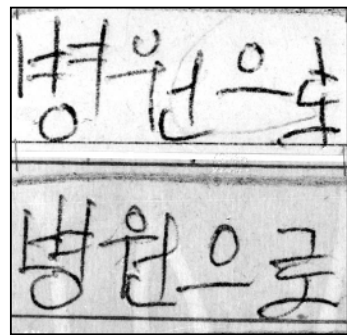
4. 감정사례

1) 이윤상군 유괴사건(1981년 10월)

·협박편지가 서로 다른 필체로 쓰임.



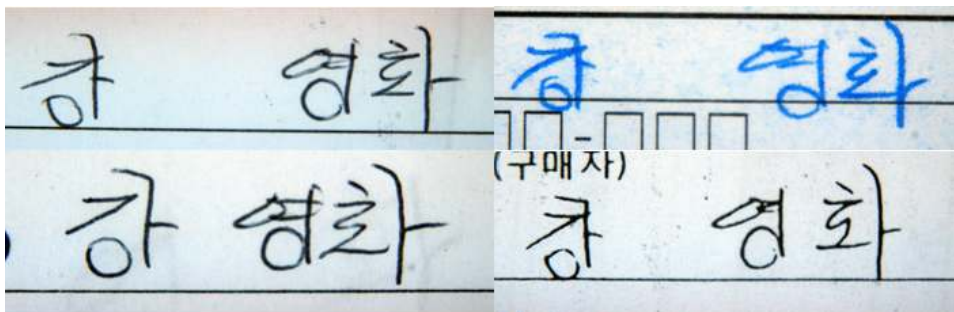
이모양이 쓴 1차 협박편지



이모양이 쓴 5차 협박편지

2) 서명의 사문서위조 사건(2008년 1월)

·위임장의 서명과 피의자 서명 상호 동일



위임장의 서명 필적

강영화 작성 서명 필적

Ⅱ. 인자문자(인영 및 인쇄물)

<인영>

1. 감정사항

인영의 동일성 여부 및 위·변조 여부

2. 시험방법

·분광비교시스템(Foster+Freeman VSC5000) : 인영의 균형과 서체, 인주의 분포와 특성, 전사 복제, 모각 등에 의한 위조 여부 검사

·현미경(Nikon UFX-II, Nikon SMZ-U, Leica MZ16) : 날인압력과 지면의 신축성 등 날인조건에 따른 변화상태, 조각의 특성, 곡획, 흠집, 인획 끝부분의 마무리 형태, 마모 상태, 결손 부분 등 미세한 특징의 검사, 복제, 모각, 전사, 컬러출력기나 복사기에 의한 출력 여부 및 이에 의한 위조 여부 검사

3. 감정물 채취요령

인영은 동일 인장으로부터 날인된 것이라도 사용하는 과정에서 인획의 마멸, 결손, 훼손 및 날인 시 인과에 인주의 부착량, 힘의 강약, 받침대의 신축성 등에서 수반된 변화가 많으므로, 감정물 채취 시 다음 여러 사항을 유의하여야 한다.

1) 인장을 받은 경우에는 그것을 대조 자료로 해야 한다.

2) 인장을 받아 대조 인영으로 용지에 날인할 경우에는 감정물과 동일한 용지를 수집하고 점도가 높은 인주를 사용해야 한다.

3) 인과에 있는 이물질질을 제거하지 말고 신축성 있는 받침대 위에 올려 놓고 일정한 힘을 가하여 A4 용지에 약 30회 날인한다.

4) 3)을 시행한 후 인과에 있는 이물질질을 제거하고 일정한 힘을 가하여 A4 용지에 약 30회 날인한다. (인주의 부착이나 날인압 등을 바꾸어서 반복하여 날인하고 감정자료의 인영과 조건이 비슷한 것을 얻은 것이 필요)

5) 인과를 연마재 또는 칼 등으로 훼손시키는 사례도 있으므로 과거에 날인된 인영이 필요하며, 인감인영일 경우 관청에 등록된 인영을 수집하는 것도 바람직하다.

4. 감정사례

1) 전사 및 복제된 인영

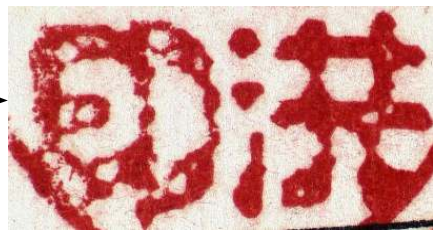
·진정한 인영을 수지류 및 동판을 이용하여 복제 위조함(2007년 5월)



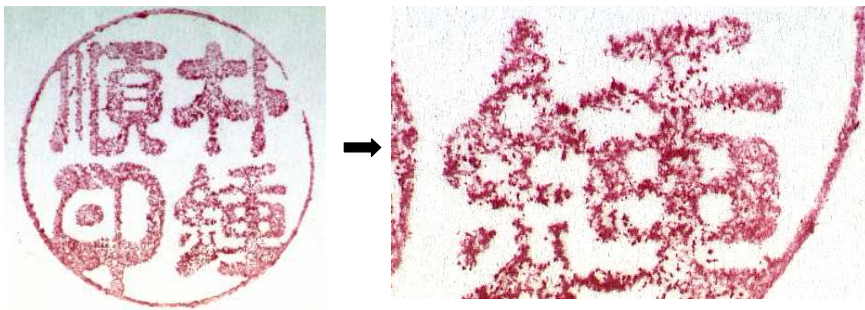
진정한 인영



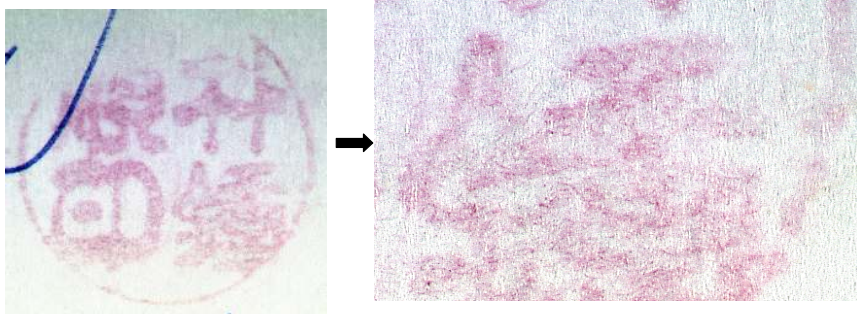
복제하여 위조한 인영



·진정한 인영을 파라핀류의 매체물을 이용하여 전사 위조함(2007년 4월)



정상적인 인영



전사하여 위조한 인영

<인쇄물>

1. 감정사항

인쇄의 방법으로 만들어진 감정물의 동일성 여부 및 위변조 여부 등

2. 시험방법

·분광비교시스템(Foster+Freeman VSC5000), 문서감정시스템(Projectina Docucenter), 자외선 검사기(UVGL-58, BIB-150B) : 인자 방법, 인자 기종, 인쇄 문양에 대한 규격과 배열상태, 형광성 화공약품류 및 적외선 은

폐물질류에 의한 흔적 검사, 카드 및 화투의 투과, 흡수율 검사

·현미경(Nikon UFX-II, Nikon SMZ-U, Leica MZ16) : 인자 방법, 기중, 인쇄물 망점의 크기 및 배열상태, 이물질에 의한 표시나 물리적인 방법에 의한 훼손 흔적 등 검사

·관련 프로그램에 의한 화상처리 및 추적마크 식별 : 칼라 복사 기종에 대한 추적마크 검사 및 이물질이나 약물에 의한 흔적의 화상처리

·CCD 카메라 : 콘택트렌즈를 카메라에 부착하여 카드 및 화투의 뒷면을 검사

3. 감정물 채취요령

1) 인쇄물에서는 같은 것이 복수로 존재하기 때문에 한 장으로 제한하지 않고 같은 인쇄물을 수많이 수집해서 감정 자료로 사용해야 한다.

2) 위조에 사용된 인쇄기, 인쇄판, 인쇄용지, 인쇄잉크 등이 얻어진 경우에는 그것들을 해체하지 말고 원형 그대로 감정에 사용해야 한다. 단, 용지와 잉크가 대량인 경우에는 그 일부를 써도 좋지만 이때의 자료 채취에서는 불순물이 혼입되지 않도록 주의해야 한다.

3) 감정자료가 인쇄물의 일부분이라도 대조자료에는 인쇄물 전체를 사용하고 임의로 절취하거나 떼어내서는 안 된다.

4) 입수된 인쇄판면에 잉크가 묻어 있는 경우에도 똑같이 닦아 내거나 잉크만을 채취하는 것이 되지 않도록 주의해야 한다.

5) 사건 현장 등에서 채취한 인쇄물은 더러워도 씻거나 건조하지 말고 감정 자료 수집 봉투 등에 넣어 밀봉하여 취급하여야 한다.

6) 현장에서 발견된 카드 및 화투는 가능하면 한복 모두를 의뢰하고, 콘택트렌즈는 건조되지 않도록 식염수 등의 보존액에 넣어 의뢰한다.

4. 감정사례

1) 주민등록증 위조(2002년 7월)



진정한 주민증



위조 주민증



2) 사기도박에 이용되는 카드 및 콘택트렌즈(2007년 11월)

·인쇄과정에서 형광 잉크를 이용하여 흔적 인쇄



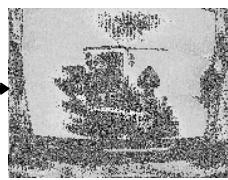
카드 앞면



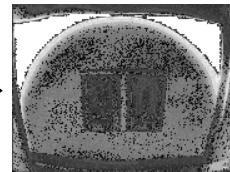
카드 뒷면의 표시된 흔적



콘택트렌즈



일반카메라 촬영



렌즈를 카메라에 부착하여 촬영

Ⅲ. 문서위변조

1. 감정사항

문서의 가필 여부, 동일 인주로 지문 및 인영이 날인되었는지 여부, 출력문서의 일부분이 수정되었는지 여부, 인영과 필적 또는 출력문자의 선후 여부, 육안으로 식별되지 않는 문자의 판독 등

2. 시험방법

·현미경(Nikon UFX-II, Nikon SMZ-U, Leica MZ16) : 인자 및 인쇄 방법, 지표면의 물리적 훼손 여부 검사, 필기구의 지면 흡착·분포 특성, 필기구의 색상 검사, 인주와 필기구 잉크의 지면 분포 특성, 인주와 문자의 자획이 교차하는 부분에 대한 상하 관계, 투과·반사광에 의한 색상 비교 검사

·분광비교시스템(Foster+Freeman VSC5000), 라만분광기(Foster+Freeman FORAM 685-2), 문서감정시스템(Docucenter Projectina) : 자외선 형광, 적외선 투과·흡수 및 발광, 라만 산란을 사용한 문서 및 필적 잉크의 특성 반응 검사, 인주와 문자의 자획이 교차하는 부분에 대한 적외선 투과·흡수 및 발광 특성 검사, 잔존 또는 덮어써진 문자 흔적 검출

·분광비교시스템(Foster+Freeman VSC5000), 계측 시스템 : 문서를 구성하고 있는 문자 간의 구성과 배자, 방향, 각도, 자획 간의 간격, 배열, 위치 등의 비교 검사

·필흔재생기(Foster+Freeman ESDA) : 필흔 재생

3. 감정물 채취 요령

1) 감정 대상 문서가 이송 중 구겨지거나 감정의뢰서의 크기(A4)와 맞

지 않아 감정대상 문서를 A4용지에 풀 등으로 붙여 감정의뢰하여서는 안 된다. 이러한 경우 필기구의 색재 검사나 지질의 검사 시 풀 성분으로 인한 발광 및 형광으로 인해 감정이 불가능해지는 경우가 발생한다.

2) 인주와 필적 또는 출력문자 간의 날인선후 여부 감정의뢰의 경우 인주가 묻은 지면이 최대한 다른 것과 접촉되지 않게 하여야 한다.

3) 불에 탄 증거물의 문자를 확인하려면 증거물이 부서지지 않도록 각별히 주의해서 습도를 유지하여 플라스틱 박스 등에 수집하여 송부하여야 한다.

4) 필흔재생은 볼펜이나 연필 등의 필기구를 사용할 때 그 필압에 의하여 생긴 필흔문자를 재생시키는 방법이므로 증거물을 굽히거나 접지 않아야 하며, 다른 이물질이 오염되지 않도록 원형을 잘 보존하여야 한다.

3. 감정사례

1) 날인선후(2007년 6월)

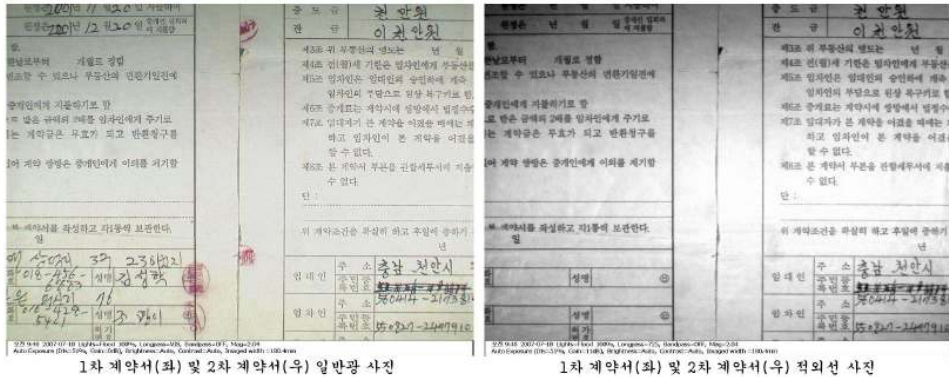
·프린터 출력 후 인영을 날인함



감정대상부분 사광 현미경 사진
출력문자 잉크 위에 인주군이 부상 분포된 특징이 관찰됨.

2) 색채(2007년 7월)

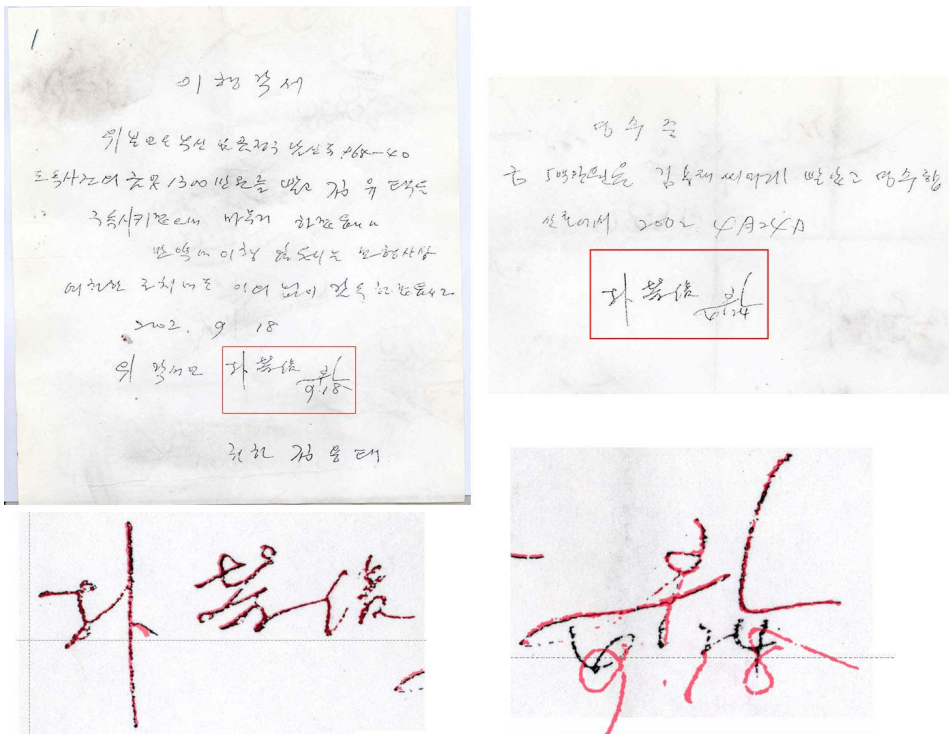
·상이한 필기구로 두 계약서가 작성됨



적외선 검사에서 1차 계약서에 기재된 필적 일크와 2차 계약서에
기재된 필적 일크는 상이한 적외선 투과·흡수 양상을 보임

3) 문서위변조(2007년 9월)

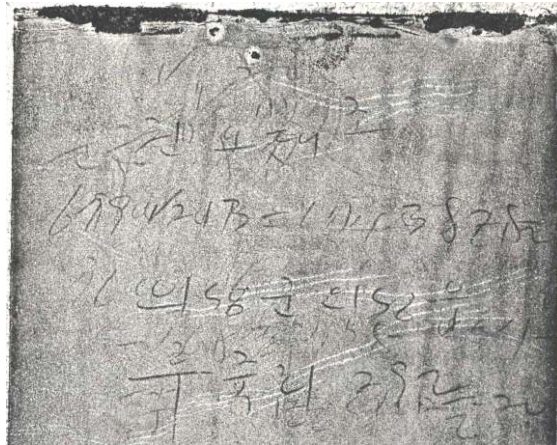
·서명을 모자이크 복사하여 사문서를 위조



적색 부분 중첩영상

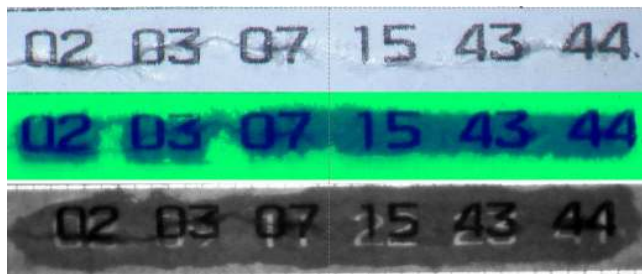
4) 필흔재생(2002년 5월)

·글을 쓴 메모지 뒷장의 필흔 재생



5) 복권 변조(2007년 5월)

·화공약품을 이용해 기존문자를 말소 후 번호를 재인자함.



상: 일반광, 중: 자외선광, 하: 적외선형광

“ 08. 09. 11. 22. 23. 41 ”로 판독됨

IV. 유가증권 위변조

1. 감정사항

유가증권(화폐, 수표 및 약속어음 등)의 위조 및 변조의 여부 등

2. 시험방법

- 현미경(Nikon UFX-II, Leica MZ16) : 인쇄방법 및 인자 특성 검사
- 분광비교 시스템(Foster+Freeman VSC5000), 문서감정 시스템(Projectina Docucenter), 자외선 검사기(UVGL-58, BIB-150B) : 위변조 방지 요소, 자외선 특성, 적외선 투과·흡수 및 발광 특성 검사
- 추적마크판독시스템 : 추적마크 해독
- 미화위폐감별기(Matsumura EXC-3700A) : 미화의 자기성분 등의 검사

3. 감정물 채취요령

1) 반드시 원본을 채취하여 의뢰하도록 하고 이물질 등에 의해 오염되지 않도록 한다. 증거물을 씻거나 건조시키지 말고 감정자료 수집봉투 등에 넣어 밀봉하여 취급하도록 한다.

2) 먼저 증거물을 감정의뢰하여 감정이 끝난 후에 지문을 채취하도록 한다. 부득이하게 먼저 지문을 채취하여야 할 경우 담당자와 사전에 협의하여야 하며, 닌히드린 등의 지문 검출 시약을 과도하게 사용하여 증거물이 오염되지 않도록 한다.

3) 위변조 등에 사용된 사무기기 및 인쇄기, 인쇄판, 용지 및 잉크 등을 확보하였을 때에는 이들을 임의로 분해하지 말고 발견 당시의 모습 그대로 감정의뢰하여야 한다. 단, 용지와 잉크 등이 대량인 경우에는 담당자와 사전 협의를 거친 후 그 일부만을 채취할 수 있다.

4. 감정사례

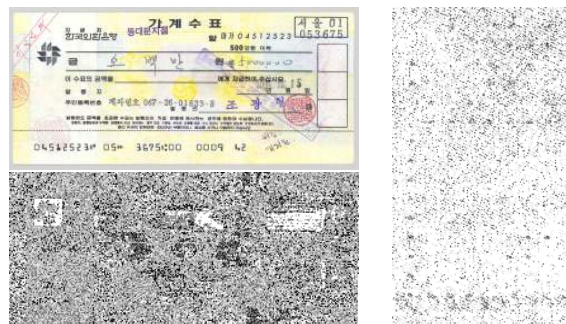
1) 잉크젯 출력방식의 자동사무기기를 이용한 위조채권(2006년 9월)

·시가 125조원에 달하는 미연방준비은행 발행 채권이 모두 위조된 것으로 밝혀짐



2) 레이저 출력방식의 자동사무기기를 이용한 위조수표(2006년 11월)

·식별마크를 해독하여 위조수표의 인쇄기기, 방식 및 일시 등을 밝혀냄



3) 금액란 등의 문자를 말소 후 재인자한 변조수표(2006년 7월)



4) 진권에서 홀로그램(hologram)을 박리하여 부착한 위조화폐(2007년 7월)



5) 견본화폐, 영화촬영소품 및 완구용으로 제작된 것 등



VI. 디지털 증거

1. 감정사항

사람, 정보 기기 또는 정보 매체에 의해 제작된 전자 정보의 복구 및 분석 등

2. 감정물 채취요령

- 증거물 시스템의 외관, 구성형태 및 기타 수사 및 분석에 필요한 정보를 촬영하고 기록한다.
- 시스템이 작동중인 상태라면 CMOS time을 기록한다.
- 가능하면 시스템의 원본을 수집한다.
- 시스템 원본의 수집이 불가능한 경우 원본 미디어가 변경되지 않도록 디스크 복제기 또는 무결성이 보증된 복제 소프트웨어를 사용하여 bit to bit 방식으로 복제한다.
- 원본의 수집이 불가능하여 사본을 복제한 경우는 복제 후 원본과 사본의 해쉬값이 동일한지 확인하여 증거물의 무결성을 보증한다.
- 가능하면 모든 수집 절차는 제3자의 입회하에 행하고 수집된 결과에 대해 입회한 제3자의 서명을 확보한다.
- 휴대폰과 같이 사용자의 조작 없이 각종 데이터의 갱신이 발생할 수 있는 기기는 전원을 차단한다.
- 공기 중에서 산화의 우려가 있는 경우(바다물 속에서 획득된 증거물 등) 빠른 시간 안에 진공포장 처리를 행한다.

3. 감정사례

가. CCTV에서 삭제된 동영상 복구

○ 의뢰관서 : 서울관악경찰서(2007년)

2007. 3. 26. 00:30경 서울 관악구 봉천4동 869-11호 포장마차 내에서 피해자를 살해, 불상지로 도주한 사건으로 인근에 설치되어 있던 CCTV의 삭제된 데이터를 복구 회보함.

※ 참고 : 일반적으로 CCTV의 파일시스템은 제작사 별로 자체 제작되어 일반적인 분석·복구 툴로는 복구가 불가능함.

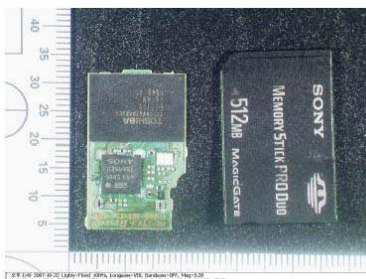
나. 바다 속에서 건진 카메라에서 사진 파일 복구 (보성 어부 연쇄살인사건)

○ 의뢰관서 : 보성경찰서(2007년)

2007년 발생한 보성 어부의 연쇄살인사건의 당시 피해자가 가지고 있던 디지털 카메라가 바다에서 심하게 훼손된 채 발견되어 카메라로 찍은 사진 파일 복구 및 촬영 시각 등을 분석 회보함.



증거물 디지털카메라 사진



메모리 스틱 케이스 및 기판 사진



※ 메모리 기판이 심하게 부식 또는 파손되어 있는 경우라도 내장된 플래쉬 메모리에 기록된 정보들은 일반적으로 남아 있음

특정 휴대폰으로 특정 이미지 파일을 찍었는지 여부에 대한 감정 의뢰로 휴대폰의 내장 메모리를 덤핑하여 분석한 결과, 덤핑된 데이터에 의뢰된 이미지 파일의 일부 섹터와 일치하는 섹터들이 있음을 회보함.

마. 발견된 위조 미화의 이미지 파일을 용의자 컴퓨터에서 복구

○ 의뢰관서 : 안양경찰서(2008년)

2007. 8-9월경까지 6회에 걸쳐서 위조된 100달러 지폐를 택시기사에게 사용한 혐의가 있는 용의자의 컴퓨터에서 삭제된 이미지 파일을 복구하여 분석한 결과 기 발견된 위조지폐와 동일 일련번호의 이미지 파일을 찾아 회보함.

바. ‘바다이야기’(도박게임기) 정산 내역 분석

○ 의뢰관서 : 경산경찰서(2007년)

2007. ×. ×. ~ ×. ×까지 불법 도박게임장을 운영한 혐의로 경산 소재 모 도박장에서 압수된 바다이야기 게임기의 하드디스크에서 게임 관련 데이터베이스를 분석하여 정산 관련 내역을 회보함

```
-- Dumping data for table `accountinfo`
--
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 15:32:32',0,0,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 19:18:23',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 19:50:42',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 23:02:21',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 23:13:29',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 23:30:18',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-05 23:59:38',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-06 00:29:18',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-06 00:51:19',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-06 01:01:37',0,0,2);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-06 03:56:46',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-06 04:05:49',1,100,0);
INSERT INTO accountinfo VALUES ('2007-04-06 04:16:10',1,100,0);
```

정산내역 일부

제2장 영상분석

I. 영상복원 및 판독

1. 감정사항

영상복원 및 판독(사진, 디지털 영상, 마이크로필름, CCTV 등의 인물, 물체, 기호/숫자, 문자 판독)

2. 시험방법

1) 감정물 처리

- (1) 의뢰서에 기술된 증거물의 파손 여부 및 수량, 내용을 확인한다.
- (2) 의뢰된 증거물(VCR 테이프, 사진)이 원본인지의 여부를 확인하여 원본이 아닐 경우 원본을 요구한다.
- (3) 증거물이 VCR 테이프, 8밀리 테이프 등 테이프류와 디스켓에 기록된 디지털 파일인 경우 기록방지장치를 한다.
- (4) 증거물의 내용을 확인하여 의뢰관서에서 영상개선 및 복원을 요하는 장면이 있는지의 여부를 확인하여 영상이 없으면 통보한다.

2) 영상물 향상 및 복원

- (1) 복사본으로 영상처리(Digital Image Processing) 적용할 영상을 선택한다.
- (2) 아날로그 비디오, 동영상의 경우 감정인이 멀티플렉서를 사용하여 가능한 한 모든 프레임을 확인한 후 이미지 프로세싱을 할 최상의 영상을 선택한다.
- (3) 필름, 사진 등의 경우 확대영상으로 이미지 프로세싱을 할 최상의

영상을 선택한다.

(4) 원본이미지를 불변하는 매체(필름, CDR, DVD-R 등)에 보존한다.

(5) 아날로그 비디오(Analog Video) - 신호(signal)의 저하방지를 위해 가능한 한 적은 재생(playback)을 하고 급격한 조작 및 정지를 피한다.

(6) 아날로그 비디오는 밝기 및 색을 조정한 후 TBC 기능을 사용하여 최적의 영상을 프레임 그레버가 제공할 수 있는 최고의 품질(최저 압축손실)로 640×480화소 이상으로 디지털화한다.

(7) 필름, 사진류는 드럼스캐너로 디지털화하는데 매체의 최대 해상도 이상의 해상도를 설정한 후 밝기 및 색 등을 조정한 후 디지털화한다.

(8) 실제 물체는 여러 가지 광원으로 광을 조절하여 최적의 상태를 아날로그 카메라로 촬영을 한 후 필름을 드럼스캐너로 디지털화한다.

(9) 영상처리 전에 원본을 불변하는 매체에 보존한 후 복사본(copy)을 가지고 영상처리 한다.

3) 이미지 프로세싱(Digital Image Processing) 적용 최적영상 제작
영상을 이미지 프로세서의 여러 소프트웨어를 사용하여 이미지 프로세싱(Digital Image Processing) 적용하여 최적의 영상을 제작한다.

(1) 명도와 대비조절(brightness and contrast adjustments)

(2) 외각선 강조(Edge sharpening)

(3) 색 분해(Color separation)

(4) 노이즈 제거(Noise reduction)

4) 최적영상 도출

푸리에 분석(Fourier analysis) 등 여러 가지 기법을 동원하여 선택된 영상을 영상향상 및 복원하여 최적의 영상을 도출한다.

3. 감정물 채취요령

1) 증거물이 비디오테이프인 경우

(1) 기록방지 탭을 떼어낸 후 복사본을 한 부 만들어 원본은 보관하고 복사본으로 어느 시간대에 어느 카메라에 대상물이 촬영되었는지 확인하여 시간 및 특정인물 기술사항을 원본과 같이 제출하여야 한다. (비디오 정지 시청 및 급격한 조작은 화질에 많은 저하를 가져옴)

(2) 복사본은 화질의 저하가 심하므로 원본을 제출하여야 한다.

(3) VHS와 8 mm와 6 mm 상호 간의 전환도 복사이므로 최초기록물을 보내야 한다.

(4) 만약 비디오테이프에서 시간 표시가 없는 경우에는 최초로 돌린 후 카운터를 영으로 하여 몇 시 몇 분 경으로 기술하여 보내야 한다.

2) 증거물이 사진인 경우

복사 사진은 감정 대상으로 적합하지 않으므로 원본 사진이나 디스켓을 송부하여야 하며 필름이 있는 경우는 항상 같이 보내야 한다.

3) 증거물이 디지털 파일인 경우

(1) 프린트물은 감정 대상으로 적합하지 않으므로 원본 사진이나 필름을 송부하여야 하며 필름이 있는 경우는 항상 같이 보내야 한다.

(2) 영상물이 디지털 파일인 경우는 증거물 영상을 임의적으로 해상도, 크기, 종횡비율 등 이미지 변환하지 말고 원본 파일을 보내야 한다.

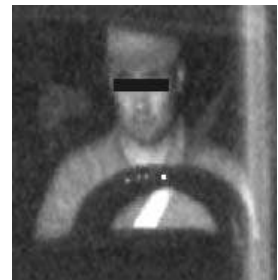
(3) 영상물이 디지털 파일인 경우는 손실 압축 포맷(*.jpg, *.gif 등)으로 변환하지 말고 최초의 영상 포맷상태로 보내야 한다.

4) 증거물이 마이크로필름인 경우

의뢰하는 대상물이 어느 부분인지 확실히 표시하여 보내야 한다.

4. 감정사례

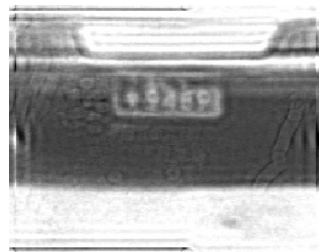
1) 용의자 인물 판독



원 영상

영상 복원

2) 차량 번호 판독



원 영상

영상 복원

Ⅱ. 영상계측 및 3차원 영상분석

1. 감정사항

영상계측 및 3차원 영상분석(사진 등 2차원 영상을 이용한 3차원 데이터 구성)

2. 시험방법

영상물 계측검사

(1) 감정물 중에서 계측을 필요로 하는 물체가 가장 크게 보이고 사각에서 촬영되지 않은 영상을 선택한다.

(2) 사진, 비디오테이프, 동영상이 실제로 제작된 장소로 가서 CCTV 재연시스템을 장착하여 동일 조건을 만든 후 계측할 영상과 실제 영상을 같은 위치로 보정하여 계측한다.

(3) CCTV 재연시스템을 장착하여 배율과 위치를 조정하여 계측할 영상과 실제 영상을 동일하게 만든 후 중첩시킨다.

(4) 계측할 영상이 놓인 위치에 기준자를 두고서 계측한다.

(5) 영상물 내에서 계측할 물체가 단일평면 위에 놓인 경우는 정사투영 변환시킨 후 계측한다.

(6) 영상물 내에서 계측을 필요로 하는 물체가 3차원 공간에 있는 경우는 사진 계측학에서의 기법 중 기지의 6개의 실좌표를 이용한 계측과 소멸선을 이용한 기법으로 계측한다.

3. 감정물 채취요령

영상 계측

(1) 증거물 송부 방식은 위의 영상복원 및 판독의 경우와 동일함.

(2) 계측할 대상 근처의 주위 건물이나 시설 등의 계측 데이터를 함께 보내야 한다.

4. 감정사례



유영철 연쇄살인 사건 관련 원 영상



영상 선택 후 이미지 처리



신장계측 시스템을 이용한 재연시험

Ⅲ. 동일 인물(대상물) 여부

1. 감정사항

동일인물(대상물) 여부의 감정(사진, 필름, 비디오테이프 등에 촬영된 두 인물(대상물)의 동일성 여부 감정)

2. 시험방법

1) 동일인(동일물) 여부 판독

(1) 카피본으로 동일성 여부를 확인할 영상을 선택한다.

(2) 아날로그 비디오, 동영상의 경우 감정인이 멀티플렉서를 사용하는 등 가능한 한 모든 프레임을 확인한 후 동일성 여부를 확인할 영상을 선택한다.

(3) 필름, 사진 등의 경우 확대영상으로 동일성 여부를 감정할 영상을 선택한다.

(4) 선택된 영상을 영상 향상 및 복원 작업을 하여 보다 명확한 영상으로 변화시킨다.

(5) 선택된 영상을 확대하여 세밀히 관찰하여 대조 인물의 여러 특징점과 비교 분석한다.

(6) 아날로그 비디오나 동영상의 경우 실제로 영상물이 제작된 장소로 가서 CCTV 재연시스템을 장착하여 동일 조건을 만든 후 선택된 영상과 용의자를 같은 자세로 만든 후 비교 분석한다.

(7) CCTV 재연시스템을 장착하여 비교할 영상을 용의자 인물 영상과 중첩시킨다.

(8) 용의자를 영상 내에서의 비교 대상인의 발이 있는 동일 위치에 존재하게 한다.

(9) 용의자와 비교 대상인의 어깨선을 일치시킨 후 동일 자세를 취하게 한다.

- (10) 신장(身長), 체형(體形)을 비교 분석한다.
- (11) 안부(顔部), 안부(眼部), 비부(鼻部), 인중부(人中部), 구순부(口脣部), 하악부(下顎部), 이부(耳部)를 비교 분석한다.
- (12) 증거물이 사진이나 필름의 경우 동일인물 비교판독 시스템으로 선택된 영상과 용의자를 같은 자세로 만든 후 비교 분석한다.
- (13) 동일인물 비교판독 시스템을 장착하여 선택된 영상을 실제영상과 중첩시킨다.
- (14) 용의자와 비교 대상인의 어깨선을 일치시킨 후 동일 자세를 취하게 한다.
- (15) 체형(體形)을 비교 분석한다.
- (16) 안부(顔部), 안부(眼部), 비부(鼻部), 인중부(人中部), 구순부(口脣部), 하악부(下顎部), 이부(耳部)를 비교 분석한다.
- (17) 3차원 스캐너의 레이저 감도를 세밀히 조정하여 용의자의 모든 특징점이 잘 표현될 수 있도록 스캔한 후 동일 각도에서 용의자와 비교대상의 안부(顔部), 안부(眼部), 비부(鼻部), 인중부(人中部), 구순부(口脣部), 하악부(下顎部), 이부(耳部)를 비교 분석한다.

3. 감정물 채취요령

영상 비교

- (1) 증거물 송부 방식은 위의 영상 복원의 경우와 동일함.
- (2) 대상이 사람일 경우는 3차원 입체 영상 촬영을 필히 요하므로 당실과 협의하여 의뢰관서가 지목한 인물의 본소 영상분석실로의 출두를 요구한다.
- (3) 대상이 사람일 경우는 실제 장소에서의 재연 영상 촬영이 요구되므로 당실과 협의하여 재연 영상 촬영일시 및 시간을 결정하여야 한다.
- (4) 만약 대상인의 본소 출두가 불가능한 경우는 범죄 현장에서의 상황을 재현한 많은 자료(여러 각도의 사진 및 재현 녹화 테이프)를 송부하여야 한다.
- (5) 비교 대상이 찍힌 대상물(옷, 신발 등)도 같이 송부하여야 한다.

4. 감정사례

인천, 수원, 고양시 수도권 일대 의류점을 상대로 수십 번에 걸쳐 절도 행각을 벌이는 범인으로 일명 “백장미사건”으로 불리는 범인을 피해자가 용의자를 지목하여 틀림없이 이 용의자가 범행을 하였다고 주장하나 증거물이 비디오테이프밖에 없는 관계로 용의자의 얼굴과 비디오테이프상의 범인 영상과의 동일성 여부가 의뢰된 사건이다.

결과 : 범인 영상과 용의자의 3차원 영상과의 중첩 및 계측비교 시험에서 귀, 턱, 얼굴 외곽선 등이 다르게 측정되어 다른 인물로 판독 회보함.



범인얼굴 영상



용의자 3차원 영상



원 영상과 3차원 영상의 중첩비교 시험

IV. 사진 합성 여부

1. 감정사항

사진 및 필름의 조작 및 합성여부 감정

2. 시험방법

1) 감정물 처리

(1) 의뢰서에 기술된 감정물의 파손 여부 및 수량, 내용을 확인한다.

(2) 감정물(사진, 필름) 등이 원본인가의 여부를 확인하고 원본을 송부토록 요구한다.

(3) 감정물(사진, 디지털 영상)을 촬영한 장비가 있는 경우 함께 송부한다.

(4) 다음과 같은 사항을 확인한다.

⇒ 감정물이 제작된 일시와 방법

(주위환경, 사건상황설명, 필름 제작회사 및 형식)

⇒ 감정물이 조작되었다고 의심하게 된 이유

2) 조작 여부 검사

필름의 일련번호 확인하여 촬영 시의 필름 여부 확인한다.

3) 원본 여부 확인

증거물 카메라로 재촬영하여 필름 내 영상 투영면적 및 왜곡도 등을 비교하여 원본 여부를 확인한다.

4) 영상을 확대하여 확인

영상을 확대하여 화소 단위로 색농도(density), 색(color), 인접화소와의 관계, 색조화(color balance), 선명도(sharpness), 흐릿한 외각선(blurred

edge), 결(texture), 해상도(resolution)의 불일치 등을 확인하여 조작 여부를 검사한다.

5) 거시적 조작 여부 확인

원근법(perspective), 물체의 외각선(hard edge, blurred edge), 해상도(resolution), 심도(depth of field), 초점(focus), 조명(quality of light), 원근감의 불일치, 음영의 불일치, 입상성(Grain Structure)의 불일치, 부적절한 크기 여부 등을 확인하여 거시적으로 조작 여부를 검사한다.

3. 감정물 채취요령

1) VHS, 8 mm, 6 mm 녹화 테이프 편집 여부를 의뢰할 경우는 녹화한 비디오 장비 일체를 녹화 테이프와 함께 보내야 한다.

2) 영상물이 디지털 파일인 경우는 증거물 영상을 임의적으로 해상도, 크기, 종횡비율, 이미지 등의 조작은 금물이며 영상 포맷을 임의로 바꾸면 안 된다.

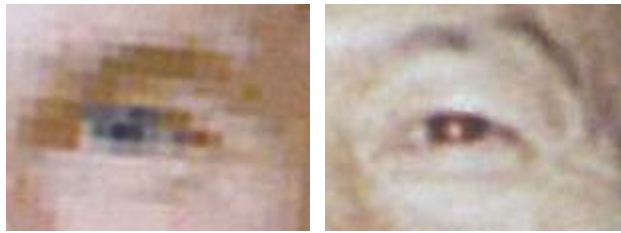
3) 사진의 경우는 가능하면 필름과 촬영 카메라를 함께 보내야 한다.

4. 감정사례

2007. 09. 17. 피의자는 제17대 대통령 선거 후보로 출마에 앞서 로또신문과 시사조선 신문 등에 자신의 경력, 사진 등에 관한 허위사실을 게재하여 배포하고, 전 한나라당 대표와 결혼설에 관한 허위의 사실을 적시하여 명예를 훼손한 사건에 관한 것으로서 사진합성 여부에 대해 감정 의뢰된 것이다. 감정 증거물로 제출된 컴퓨터본체 2대와 노트북 1대에 대하여 사진합성 작업 흔적의 여부와 사진 14매에 대한 합성여부를 의뢰하였다.

결과 : 파일복구를 하였으나 사진합성 작업 흔적은 없었으며, 사진 14매 중 4매에서 외각선(hard edge, blurred edge), 해상도(depth of field), 조명(quality of light)과 적목현상(red eye effect)의 불일치와 스캔 후 재출력

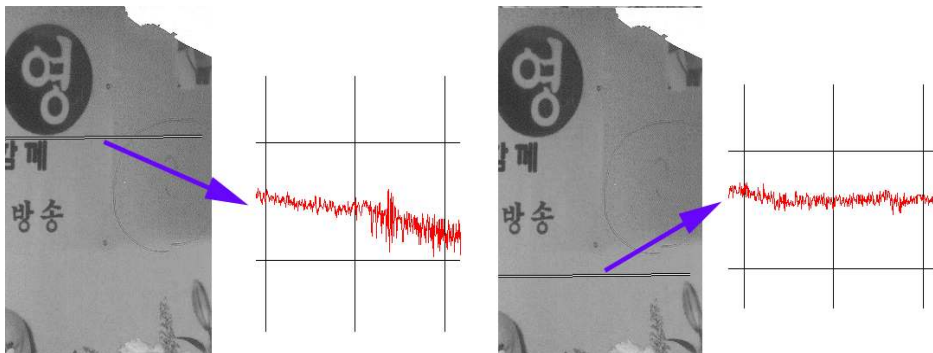
한 흔적(잡영, 지문, 스크래치 등)이 발견되어 합성된 것으로 회보하였다.



합성된 인물과 합성되지 않은 인물 간 해상도 및 적목현상 비교



합성된 인물의 외곽선에서 발견된 하드에지



합성된 부분(좌측)과 합성되지 않은 부분(우측)의
조명의 불일치를 확인하기 위한 명암분포 비교

V. 비디오테이프 편집 여부

1. 감정사항

비디오테이프 편집 여부 감정(비디오테이프의 조작 및 편집 여부 감정)

2. 시험방법

1) 감정물 처리

(1) 의뢰서에 기술된 증거물의 파손 여부 및 수량, 내용을 확인한다.

(2) 증거물이 VCR 테이프, 8밀리 테이프, 6밀리 테이프 등의 기록방지 장치를 한다.

(3) 비디오를 촬영한 카메라 및 검사할 테이프가 원본인가의 여부를 확인하고 원본 및 녹화기기를 송부토록 요구한다.

(4) 다음과 같은 사항을 확인한다.

⇒ 비디오테이프가 제작된 일시와 방법

(전원, 주위환경, 주위잡음, 사건상황설명, 테이프 제작회사 및 형식, 녹화 동작)

⇒ 비디오테이프 입수 경로 및 방법

⇒ 편집이 되었다고 주장하는 이의 이유

⇒ 비디오테이프상 의심이 되는 부분

⇒ 비디오테이프의 재활용 여부

⇒ 카메라 촬영 시 되돌림 한 후 녹화 여부

2) 편집 여부 검사

(1) 테이프를 분해하여 물리적인 절단이나 접합 등의 조작 여부를 확인한다.

(2) 테이프 상에서 의뢰한 부분의 영상의 갑작스런 화면의 흔들림, 동작

의 불일치, 색조의 변환, 잡영의 증가, 음성의 불일치, 시간표시의 불일치 등의 존재 여부를 확인한다.

(3) 비디오 측정 시스템을 이용하여 영상 파형 검사를 한다.

(4) 파형 측정 장비를 이용하여 전압대 시간 그래프의 특이한 신호변화를 관찰한다.

(5) 명도(chrominance), 색조(hue), 색 동기 신호(burst signal), 지터링 등의 변화를 관찰한다.

(6) 동기신호(수직동기신호, 수평동기신호)의 변화를 관찰한다.

(7) 자기 현상액을 이용하여 비디오테이프를 현상 후 관찰한다.

(8) 자기 현상액을 이용하여 비디오테이프를 현상한다.

(9) 헤드 트랙모양(head track configuration, 헤드 아지머스 각도(off-azimuth recording), 시작/끝표시(start/stop function), 기록헤드상처(recording head damage)

3. 감정물 채취요령

비디오를 촬영한 카메라 및 검사할 테이프가 원본인가의 여부를 확인하고 원본 및 녹화기기를 송부토록 요구한다.

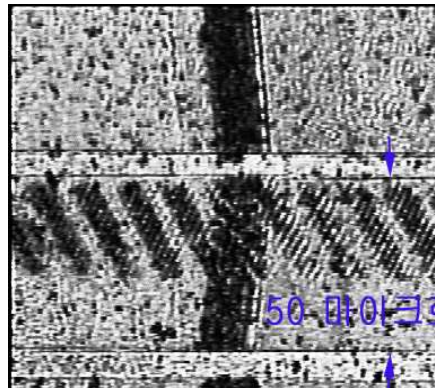
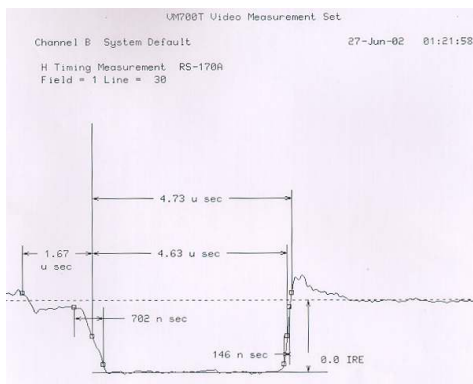
4. 감정사례



사고 직전 영상 프레임



사고 직후 영상 프레임



파형 분석 및 테이프 현상 검사

VI. 참고문헌

- 1) S.C. Jensen and L. Rudin. Measure: An interactive tool for accurate forensic phot/videogrammetry. *SPIE* **2567**, 73-83 (1995)
- 2) L. Klasen and O. Fahlander. Using videogrammetry and 3-d reconstruction to identify crime suspects. *SPIE* **2942**, 163-169 (1996)
- 3) Hakan Bacakoglu and Mohamed S. Kamel. Three-Step Camera Calibration Method. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* **46(5)** (1997)
- 4) 우동민. 렌즈의 왜곡 모델을 이용한 카메라정에 관한 연구. *전자공학회 논문집* 31권 B편 2호 (1994)
- 5) J Becker, W Bosemann and R Bopp. Photogrammetric methods applied to fluid motion within a fluid matrix. *Mesa. Sci Technol.* 914-920 (1999)
- 6) Paul R. Wolf. *Elements of Photogrammetry* 2nd Ed. IEEE Multimedia, 560-614 (McGraw-Hill International Book Company, 1983)

- 7) Z. Tan, G Brandstatter, X. Xu. A Method for solving the Inverse Problem of Photogrammetry. *SPIE* **2357**
- 8) Eberhard Gulch. Line Photogrammetry : A tool for precise localization of 3D points and lines in automated object reconstruction. *SPIE* **2486** (1995)
- 9) Carl-Thomas Schneider. 3-D Measurement by Digital Photogrammetry. Computer Vision for industry, *SPIE* **370** (1993)
- 10) V.N.Adrov, A.D.Checkurin, A.Yu.Sechin, A.N.Smirnov, J-P. Adam-Guillaume. ProgramPhotoMod: digital photogrammetry and stereoscopic images synthesis on a personal computer. *SPIE* **2646** (1989)
- 11) Jorge Batista, Helder Araujo, Anibal T, de Almeida J. Iterative Multistep Explicit Camera Calibration. *IEEE Transaction on robotic and automation* **15(5)**, 897-917 (1999)
- 12) Paulo R. S. Mendonca and Roberto Cipolla. A Simple Technique for Self-Calibtation. *IEEE* 500-505 (1999)
- 13) Hakan Bacakoglu and Mohamed S. Kamel. A Three-Step Camera Calibration Method. *IEEE Transactions on instrumentation and measurement* **46(5)** (1997)
- 14) Moumen T. Ahmed, Elsayed E. Hemayed and Aly A. Farag. Camera Calibration with lens distortion using weakly-localized image features. *SPIE* **3650** (1999)
- 15) Anup Basu. Active Calibration of Cameras : Theory and Implementation. *IEEE Transatcions on system, man and cybernetics* **25(2)** (1995)
- 16) Rupert Young, Jiri Matas and J. Kittler. Active recovery of the intrinsic parameters of a camera. The fifth international conference on Control, Automation, Robotics and Vision (December 1998)
- 17) 한영배, 김범진, 이용구, 노도환. 선폭을 이용한 카메라교정. Proceedings of the 14th KACC. C325-C328 (October 1999)
- 18) 육종상. 접근사진측량의 번들조정에 의한 3차원 위치 해석에 관한 연

- 구. 1-65 (11월, 1988)
- 19) 배연성. 비측량용 사진기에 의한 대측적 지형정보취득. 1-97 (2월, 1997)
 - 20) 염재홍. 영상정합기법을 활용한 사진측량의 자동화에 관한 연구. 1-80 (11월, 1997)
 - 21) 南宮在贊. 畫像工學의 基礎. 機電研究社 10-11 (1979)
 - 22) Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. Digital Image Processing. Addison Wesley Longman, pp 3, (1992)
 - 23) Richard W. Vorder Bruegge FBI. Digital Image Processing in Forensic Photographic Examinations. International Association of Forensic Sciences 15th proceedings (August 28, 1999)
 - 24) 안병서. *이미지 처리의 이론과 실제* 85-102 (世和, 1994)
 - 25) NHK放送技術研究所 畫像研究部. C言語에 의한 畫像處理實務. 175-179 (국제테크노정보연구소)
 - 26) William K. Pratt. *Digital Image Processing* (Wiley-Interscience Publication, 1993)
 - 27) 안상수 KIST. *보안영상 기술개발 보고서* (1998)
 - 28) 김희승. 영상인식(영상처리, 컴퓨터비전, 패턴인식, 신경망) 155-160 (생능, 1993)
 - 29) Harley R. Myler and Arthur R. Weeks. *Computer Imaging Recipes in C* (Prentice Hall, 1993)
 - 30) Jong-Sen Lee. Digital Image Smoothing and the Sigma Filter. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing* **24**, 255-269 (1983)
 - 31) 八木伸行 등. C言語에 의한 *Digital Image Management* (省安堂 ohmsha, 1998)
 - 32) 안병서. *C로 만드는 컴퓨터암실* (世和, 1994)
 - 33) 電磁技術研究會. *비디오기술 핸드북* (技文社, 1995)
 - 34) Jae S. Lim. *Two-Dimensional Signal and Image Processing*. (Prentice Hall, 1995)

- 35) Kenneth R. Castleman. *Digital Image Processing* (Prentice Hall, 1996)
- 36) Ioannis Pitas. *Digital Image Processing Algorithms* (Prentice Hall, 1993)
- 37) 이양범, 강경일, 이용중. *화상처리응용기술* (지문사, 1995)
- 38) 천인국, 윤영택. *기초편 영상처리* (기한재, 1996)
- 39) 박승옥, 김홍석. 칼라영상센서의 분광감도 측정에 관한 연구. *The Journal of Optical Society of Korea* **6** (1995)
- 40) 김진호, 조철효, 김두영. 컬러맵의 생성과 컬러맵 간의 결합 방법. *한국정보처리응용학회* **1(4)** (1994)
- 41) 나운, 박용철, 백준기. 단일 CCD컬러 캠코더 시스템을 위한 컬러 영상복원. *한국통신학회* **21(6)** (1996)
- 42) 김남철, 정성환. 각종 잡음에 대한 영상복원 필터들의 성능비교. *전자공학회* **24(3)** (1987)
- 43) 백준기. 첨단 영상 미디어 서비스와 영상복원 기술. *전자공학 회지* **23(6)** (1996)
- 44) 백준기, 문준일, 김상구. CLS기반 공간 적응적 영상복원. *한국통신학회지* **21(10)** (1996)
- 45) 엄진섭, 강철호, 이충한. 메디안 필터의 조합을 이용한 비선형 스무싱 알고리즘. *전자공학회지* **20(6)** (1983)
- 46) 김정민, 문윤식, 박중조, 정순원, 박귀태. 에지기반 히스토그램 평활화를 이용한 의료영상의 개선. *전자공학논문지* **32(12)** (1995)
- 47) 정성환, 김남철. 국부통계를 이용한 시그마 필터의 적응 영상복원. *전자공학논문지* **25(3)** (1988)
- 48) 이준석, 김수현, 곽윤근. 푸리에 변환을 이용한 시각적 결함검사 알고리즘에 관한 연구. 한국정밀공학회 추계 학술대회 논문집. 796-800 (1995)
- 49) 안세영. *디지털 비디오의 촬영과 편집*. (도서출판 차송)
- 50) 최영일, 이근수, 이양원. *영상처리 이론과 실제*. (홍릉과학출판사)
- 51) R. L. Lagendijk, J. Biemond, and D. E. Boeker. Regularized iterative image restoration with ringing reduction. *IEEE Trans.*

- Acoust., Speech, Signal Processing* **36(12)**, 1874–1888 (1988)
- 52) H. C. Andrews and B. R. Hunt. *Digital Image Restoration* (Prentice–Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1977)
 - 53) R. C. Gonzalez and R. E. Woods. *Digital Image Processing* (Addison Wesley, 1993)
 - 54) A. K. Katsaggelos, J. Biemond, R. W. Schafer, and R. M. Mersereau. A Regularized iterative image restoration algorithm. *IEEE Trans. Signal Processing* **39(4)** 914–929 (1992)
 - 55) R. W. Schafer, R. M. Mersereau, and M. A. Richards. Constrained iterative restoration algorithms. *Proc, IEEE* **69(4)**, 432–450 (1981)
 - 56) A. K. Katsaggelos. Iterative image restoration algorithms. *Opt. Eng.* **28(7)**, 735–748 (July 1989)
 - 57) K. Miller. Least-squares method for ill-posed problems with a prescribed bound. *SIAM J. Math. Anal.* **1**, 52–74 (1970)
 - 58) A. K. Katsaggelos and S. N. Efstratiadis. A class of iterative signal restoration algorithms. *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing* **38**, 778–786 (May 1990)
 - 59) 이양범, 강경일, 이용중. *화상처리응용기술* (지문사, 1995)
 - 60) Forensic Photography for the Crime Scene Technician, Steven Staggs, the Center for Criminal Justice Reserch and Training, Field Evidence Technician Course, California state University.
 - 61) 김영수, 박종우, 이복희. *사진기술개론* (해돋이, 1995)
 - 62) 홍순태. *사진입문* (대원사, 1993)
 - 63) 田中益男, 홍상탁. *사진의 과학* (학문사, 1995)
 - 64) 최익찬. *대학사진* (미진사, 1995)
 - 65) Bernard Grob. *Basic Television and Video systems* (Mcgraw Hill, 1984)

제5편 약독물 감정

- 제1장 약품감정
- 제2장 독물감정
- 제3장 식품류감정

제1장 약품감정

I. 감정사항	213
1. 의약품의 정의	213
2. 의약품의 화학적 형태	214
3. 의약품의 적용 목적	214
4. 의약품의 생체 내 작용	215
5. 의약품의 작용양식	216
6. 의약품 상호작용	216
7. 의약품의 흡수, 분포, 대사 및 배설 (Pharmacokinetics)	217
8. 의약품의 부작용	219
9. 의약품의 유해반응	220
10. 위약효과(Placebo 효과)	222
II. 시험방법	223
1. 약물의 추출 분리법	223
III. 감정물 채취요령	225
1. 약물의 감정	225
2. 마취강도 사건	225
3. 의료 및 약화 시비사건으로 감정	226
4. 화장품류	226
5. 기타	226
6. 시료의 라벨	227
7. 감정의뢰서 작성	227
8. 운송 및 저장	227
IV. 약물 감정사례	228
1. 사체내용물(혈액, 위내용물, 조직 등) 중 약성분 검출	228

2. 변사자가 복용 또는 주사하였던 약품 및 사건과 관련된 미지물질의 성분분석	229
3. 무허가로 판매되고 있는 약품들의 성분분석 및 유해성 여부 감정 ..	229
4. 웅담, 사향, 우황 등 고가 생약류의 진위 여부 감정	230
5. 한약류 또는 생약이 포함된 건강식품류의 감정	230
6. 부신피질호르몬제, 진통제류, 수면제류 첨가 여부	231
7. 마취 강도 사건	232
8. 세제 및 향장품의 감정	232
V. 참고문헌	233

제2장 독물감정

I. 감정사항	234
1. 약독물에 의한 중독	234
2. 농약	239
II. 시험방법	244
1. 약독물의 추출 분리법	244
III. 감정물 채취요령	246
1. 약독물의 감정	246
IV. 독물 감정사례	247
1. 사체내용물(혈액, 위내용물, 조직 등) 중 독극물 검출	247
2. 밀수품 및 불법 농약사용	247
3. 금전을 노린 협박사건	248
4. 불특정인 살해 또는 자작극	248

V. 참고문헌	249

제3장 식품류감정

I. 식품의 정의	251
II. 감정사항	252
1. 독물에 의한 중독	252
2. 식품위생의 현상과 과제	253
3. 식품위생법	255
4. 식품의 규격기준 및 첨가물 표시 문제	262
5. 부정·불량 식품	269
III. 시험방법	277
1. 독물에 의한 중독	277
2. 부정·불량식품	277
IV. 감정물 채취요령	277
1. 검체 채취의 의의	277
2. 검체의 채취 방법	278
3. 채취된 검체의 취급상 주의	279
4. 식품감정사례	281

제1장 약품감정

I. 감정사항

1. 의약품의 정의

1) 국제보건기구(WHO, The World Health Organization)의 정의:

(1) 의약품 : “사용자의 이익을 위해서 생리적 시스템 또는 질병상태를 변화시키거나 검토하기 위해서 사용되는 모든 물질”

(2) 의약제제 : “하나나 그 이상의 의약품과 제조과정 중에 포함되는 다른 물질들을 함유하는 투여 제형”

2) 대한약전(K.P)의 정의:

대한약전의 의약품이라 함은 의약품 각조에 규정한 의약품. 그 명칭이라 함은 의약품 각조에 기재된 한글명, 한글별명 및 라틴명

3) 의약품, 의약부외품, 화장품, 위생용품, 의료용구

4) 의약품은 생체에 어떠한 생리작용을 미치는 화학적 물질의 총칭

5) 치료영역(Therapeutic index)

: 의약품의 투여로 약효가 나타나는 최소 농도와 독성이 나타나는 최소 농도 사이의 폭

⇒ 의약품마다 적정 투여용량 및 적정 투여 간격이 있음을 의미

2. 의약품의 화학적 형태

1) 많은 의약품은 유기산이거나 유기염기의 형태

2) 대체적으로 염의 형태로 사용되는 이유

- (1) 물리화학적 성질(용해도, 안정성 등)의 변화
- (2) 흡수양상의 변화, 역가의 향상 및 효과 지속 등을 통해서 체내이용률의 향상
- (3) 독성의 저하

3. 의약품의 적용 목적

1) 중추신경계에 작용

항불안약, 진정제, 항경련약, 마약성 진통제, 해열진통제

2) 생체 내에서 부족되는 요소의 제공

: 비타민류(Vitamine A, D, E, K, B, C), 주요 금속염류(Ca, Mg), 가수분해된 단백질(아미노산제제 등), 호르몬(갑상선 호르몬, 성호르몬제) 등

3) 질병이나 감염의 방지

: 항혈청 및 백신 (e.g. 인플루엔자 백신, 풍진 백신, 천연두 백신 등)

4) 감염의 치료

: 항생물질을 포함하는 다양한 화학요법제 (e.g. 페니실린)

5) 정상적인 기능의 일시적 제한

: 전신 및 국소 마취제, 경구용 피임제 등

6) 이상 기능의 교정

- (1) 기능장애의 교정 : 율혈성 심부전에 사용되는 강심제들 (e.g. 디기탈리스)
- (2) 기능저하의 교정 : 가) 부신 기능저하에 사용되는 hydrocortisone
나) 갑상선 기능저하에 사용되는 levothyroxine
- (3) 기능향진의 교정 : 가) 갑상선 기능향진에 사용되는 propylthiouracil

7) 생체 해독 : 해독제

8) 진단보조제 :

- (1) 혈관조영제 (e.g. iopamidol)
- (2) 당뇨시험지

4. 의약품의 생체 내 작용

1) 의약품의 효과는 다양한 요소가 관여하는 복잡한 과정의 결과로 나타남

2) 전체적으로 3가지의 과정으로 설명될 수 있음

(1) 약제학적 단계 : 의약품이 투여되어 제형의 분해가 일어나는 과정, 분해 및 용출에 의해서 흡수될 수 있는 상태로 된 분획의 양이 약제학적 이용률의 척도가 됨.

(2) 약동물학적 단계 : 이물질인 약물이 화학물질로써 생체에서 어떻게 이행, 작용하는가를 보는 단계로 의약품의 흡수, 분포, 대사, 배설의 과정으로 체내 순환계에 도달한 분획의 양이 생체 이용률(Bioavailability)의 척도가 됨.

(3) 약력학적 단계 : 작용부위에서의 의약품과 수용체 간의 상호작용의 단계로 화학적, 생화학적 현상을 거쳐 기대되는 생체 효과를 나타내게 되고 의약품의 작용과 화학구조와의 관계를 알 수 있다.

5. 의약품의 작용양식

1) 흥분과 억제

의약품에 의하여 어느 기관의 기능이 항진되었을 때 흥분(stimulation)이라고 하며, 반대로 그 기능이 저하되었을 때 이것을 억제(depression)라고 함.

2) 선택 작용

의약품이 특정한 작용만을 일으키는 경우

3) 속효성 작용

의약품을 투여한 경우 30분 이내, 주사 투여의 경우 수분 이내에 작용을 일으키는 경우

4) 일과성 작용

의약품의 작용이 특히 단기간인 경우

6. 의약품 상호작용

1) 상호작용

의약품들이나 화학물질들이 동시에 투여되는 경우에 이들 간 상호작용으로 약효의 변화가 나타나기도 함.

(1) 상승 또는 상가 작용

(2) 효과 소실 또는 독성 발현, 예기치 못한 약리 효과 발생에 의한 부작용

(3) 한 의약품이 다른 의약품의 흡수, 분포, 대사 및 배설에 영향

2) 상호작용 위험 환자 (high risk patients)

(1) 경증환자에게서는 임상적으로 중요하지 않은 약물 간 상호작용이 부정맥, 중증간질, 심한 당뇨병, 간성혼수, 재생불량성 빈혈 등의 중증환자에게서 심각하게 유발되며 이들 환자들은 복용하는 약물의 종류가 많기 때문에 약물 간 상호작용이 발생할 위험이 매우 높음

(2) 심혈관계질환, 감염, 위장관계질환, 대사이상, 정신질환, 발작을 위한 치료제는 약물 간 상호작용이 큰 약물이므로 이러한 질환을 가진 환자는 약물을 주의해서 투여

3) 약물 간 상호작용을 최소화하기 위한 방법

- (1) 환자의 자가투여약물 확인
- (2) 불필요한 약물요법 피함
- (3) 예기치 못한 임상반응의 발현 여부를 관찰
- (4) 치료농도범위가 좁은 약물은 혈중농도를 반드시 측정하며 용량을 조절
- (5) 약물요법과 관련된 약물상호작용을 환자에게 주지

7. 의약품의 흡수, 분포, 대사 및 배설 (Pharmacokinetics)

우리 몸은 단백질로 구성된 지질층을 가진 세포막으로 되어 있어서 세포막은 지용성 물질을 잘 통과시킨다.

1) 의약품의 흡수

(1) 용액상태의 의약품은 경구투여 후 곧 흡수되나, 현탁액, 캡슐, 정제 등을 경구 투여했을 때 그 흡수속도는 용해과정과 흡수과정을 거친다.

(2) 비경구투여 : 피하주사, 근육 내 주사, 정맥주사, 흡입, 외용제

2) 의약품의 분포

의약품이 혈장에 도달한 후 여러 세포막을 통해서 최종적으로 작용 부위에 도달한다.

3) 의약품의 대사

(1) 생체 내로 들어간 의약품 또는 기타 외부 물질들은 체내에 축적되거나 일정기간 후에 배출된다.

(2) 생체 내에서는 아무런 화학적 변화 없이 그대로 존재하거나 화학적 변화를 거쳐

가) 약효가 약해지거나

나) 약효가 강해지거나

다) 비슷하거나 전혀 다른 약효를 나타내게 됨.

(3) 이러한 생체 내에서의 의약품의 화학적 변화과정을 약의 “대사” 또는 약의 “생체변화”라고 함.

(4) 대사에 영향을 미치는 인자

가) 내부요인 : 성별, 연령, 체중, 영양상태, 활동도, 체온, 장내세균, 임신, 정신적 상태, 다른 화학물질의 존재, 수분량, 유전요인, 효소활성도

나) 투여요인 : 투여경로, 투여부위, 투여속도, 투여량, 부형제의 조성, 투여횟수(치료기간), 투여빈도, 투여제의 물리화학적 상태

다) 외부요인 : 기온, 습도, 기압, 지역기후, 광도, 기타 방사, 소리, 계절, 하루 중 시간, 동물의 존재, 거주지 등

(5) 대사의 장소 : 대체적으로 간이나 경우에 따라서 장, 뇌, 신장, 폐 등에도 일부 대사가 이루어짐.

(6) 대사의 과정

가) Phase I : 산화, 환원, 가수분해, 탈메틸화

나) Phase II : 합성 또는 결합

4) 의약품의 배설

대부분의 의약품은 신장으로 배설된다. 그 외에 담즙으로 배설된 후 장으로 재흡수되는 약물도 있다. 모유로의 배설은 태아에게는 중요하나 모체로 보아서는 중요한 것은 아니다. 의약품은 이 외에도 폐, 타액, 한선 및 변으로도 배설된다.

8. 의약품의 부작용

1) WHO의 정의

: “질병의 예방, 진단, 치료 또는 생리기능의 조절을 위하여 의약품을 인체에 상용량을 투여했을 때 발생하는 유해하고 의도하지 아니한 반응”

2) FDA의 정의

: “인체에 사용된 약물로 인해 생기는 유해반응으로 약물에 상관없이 약물사용 중에 생긴 유해 반응 뿐 아니라 고의 또는 실수로 약물을 과용량 사용했을 때와 약물을 남용했을 때 발생하는 부작용과 금단증상 및 기대했던 약리 작용의 실패”

3) 치료작용(therapeutic action)과 부작용(side action)

(1) 치료 목적에 이용되는 작용을 치료작용, 주작용이라고 하며 치료상 불필요한 작용을 부작용(side action)이라고 하는데 주작용과 부작용은 주관적인 것으로 작용이 때에 따라서는 주작용이 되기도 하고 부작용이 되기도 한다.

(2) “모든 의약품은 부작용을 수반한다.” 모든 의약품은 “독”이라는 것은 아주 오래된 인식임.

4) 독성

(1) Paracelsus(1493-1541)는 “모든 물질은 독이다. 독이 아닌 것은 없다. 정확한 용량으로 독과 치료제를 구분한다.” 라고 했다.

(2) 과잉 투여, 부적절한 경로, 사용용도 이외의 적용 등으로 유용한 의약품이 위험한 독으로 됨.

(3) 1961년의 Thalidomide 비극 이후에 WHO 및 각국 정부는 독성의 문제를 심각하게 고려하기 시작했고 모든 투약에는 위험 요소가 따르고 모든 상황에서 절대적으로 안전한 의약품은 없다는 인식을 가지게 되었다.

(4) 모든 의약품의 처방에 앞서, 이득/위험의 비율을 고려해야만 함. WHO의 이득/위험의 비율에 대한 정의는 “의료행위에 있어서의 의약품의 역할에 대한 그 약효 및 안전도 자료, 오용의 가능성, 질병의 심각성 및 예후를 함께 고려했을 때의 판정의 표현방법.

5) 부작용의 발생률

: 우리나라의 정확한 부작용 관련 통계는 없음. 미국의 부작용 발생률 통계(Boston Collaborative Drug Surveillance Program 등)에 의하면,

(1) 부작용 사례 중 약 10 % 정도가 심각한 경우로서 가장 흔한 증상으로는 오심, 어지러움, 설사, 구토 및 피부 발적(skin rash)

(2) 약물 중 부작용 발생 빈도가 높은 것은 비교적 치료영역(therapeutic index)이 좁은 항암제, 항부정맥제, 항전간제들로 이들 약물투여환자의 30 % 정도에서 부작용이 나타남.

(3) 부작용에 관련된 문헌을 조사하여 병원환자의 부작용 발생률을 평균한 바에 의하면 약 10 %였고 입원기간 중 부작용을 경험한 환자는 10 ~ 20 %

(4) 치료 중에 사망한 환자 1,000명당 1.5명은 그 사망의 직접적인 원인이 약물이었으며 그 중 52 %는 사고 또는 자살목적으로 과용량을 복용한 것이 원인이었고 6 %는 항암제, 3 %는 정상적인 약물치료 중 발생한 뜻밖의 반응으로 분석

(5) 정상적인 약물요법 도중 발생하는 사망 예는 극히 드물며 대부분의 부작용은 심각한 사례까지 발전하지는 않음.

9. 의약품의 유해반응

1) 과민성

환자에 따라서는 상용량의 약물을 사용했을 때 정상적인 반응보다 큰 반응을 나타내는 현상

2) 약물특이체질

보통사람에게서 일어나는 효과와 다른 효과를 나타내는 약물 반응으로 사람에 따라서는 특유한 반응을 나타낸다. 때로는 아주 소량을 사용했을 때 기대했던 약물효과 이상으로 대단히 예민하게 나타나는 경우도 있다.

3) 약물 알레르기

이전에 어떤 약물에 노출되어 있었던 경우가 있는 후 다시 이 약물에 노출될 경우에 생기는 병적 반응

4) 의존성 (Dependence)

(1) 약물을 오랫동안 사용하다가 그 투여를 중지할 때 정신적으로 그 약물을 심히 갈망하게 된다. 이것을 정신적 의존성 또는 습관성 (habituation)이라 하고, 계속적으로 투여한 약물을 중지하였을 때 정신적으로나 신체적으로나 여러 가지 불쾌한 금단증상(abstinence syndrome)이 나타나는 상태를 신체적 의존성 또는 탐닉성(addiction)이라 한다.

(2) 습관성과 탐닉성을 가끔 혼동하여 동의어로 사용하고 있으나 이 두 용어는 엄격한 구별이 있다.

(3) 즉 예를 들면 오랫동안 피우던 담배를 갑자기 끊으면 정신적으로 심히 담배를 갈망하게 된다. 그러나 신체에 특별한 장애를 일으키지 않는 것이 보통이다. 이 상태는 습관이지 탐닉이 아니다. 그러나 morphine은 오랫동안 사용하다가 갑자기 중지하면 정신적으로 morphine을 갈망하게 되며 그 외에 오심, 구토, 설사, 전신경련 및 인사불성 등 정상적 생활에 장애를 일으키게 된다. 이것이 morphine에 탐닉된 상태이다.

5) 내성 (Tolerance)

같은 치료효과를 얻기 위해 약 용량을 증가해야 하는 현상이다.

6) 반응급강화 현상 (Tachyphylaxis)

신속하게 생기는 내성으로 어느 약물은 일정 기간 내에 반복투여하면 제 2회 투여 이후에는 효과가 감소하는 경우가 있다.

10. 위약효과 (Placebo 효과)

1) 위약효과

(1) 어떤 생체 효과가 특정 의약품의 작용이기보다는 정신적 또는 불특정 요소에 의한 것일 경우 이를 “위약효과”라고 함.

(2) 라틴어인 “placebo”는 “I will please” 또는 “I will appease”의 뜻을 가짐.

(3) Wolf는 위약효과를 “의약품 제제나 치료과정에 의한 효과이나 그 약력학적 또는 그 특유의 성질과는 무관한 효과”라고 정의함.

(4) 위약효과는 자기암시, 정신적 조건 반사로부터 파생되는 것으로 생리적, 정신적 또는 정신생리적 효과임.

2) 위약의 4가지 종류

(1) 약리학적으로 불활성인 물질 : 설탕, 전분, 유당, 증류수 등

(2) 준의약품 : 식물추출물, 식염수, 금속, 과잉의 비타민

(3) 의약품 : 특정한 약력학적 작용을 가지는 치료제이나 환자가 호소하는 질환에 일반적으로 사용하는 것이 아님.

(4) 정신적 요소 : 환자나 의사 및 약사의 태도, 예를 들어 의사나 약사에 대한 환자의 믿음 또는 치료에 대한 의사 및 약사의 열정

Ⅱ. 시험방법

1. 약물의 추출 분리법

1) 일반적 추출 분리법

- (1) 휘발성약독물 : 수증기 증류
- (2) 불휘발성 유기 약독물 : Stas-Otto법
- (3) 추출법
 - 가) Liquid Liquid Extraction
 - 나) Solid Phase Extraction
 - 다) Solid Phase Micro Extraction

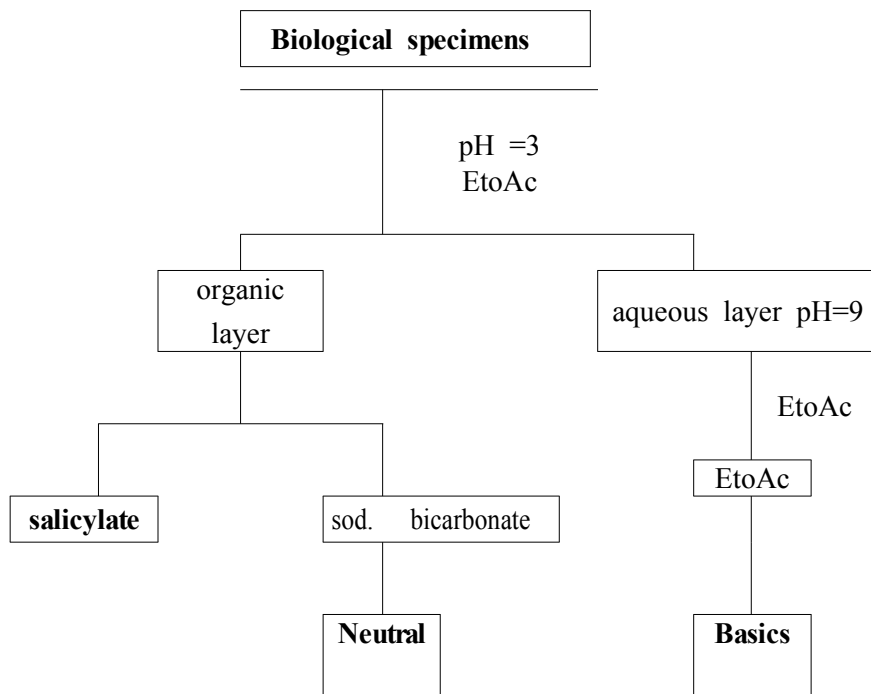


그림 1. Stas-Otto법

2) 예비실험

- (1) 냄새
- (2) 액성
- (3) 색상
- (4) 이물
- (5) 가열회화

3) 일반정성분석

- (1) 침전반응
- (2) 정색반응
- (3) 여지크로마토그래피 (PC)
- (4) 박층크로마토그래피 (TLC)
- (5) 자외부 흡광광도법 (UV)
- (6) 원자 흡광광도법 (AA)
- (7) 적외부 흡광광도법 (IR)
- (8) 가스크로마토그래피 (GC)
- (9) 액체크로마토그래피 (HPLC)
- (10) 가스크로마토그래피/질량분석법 (GC/MS)

4) 정량분석

- (1) 자외부 흡광광도법 (UV)
- (2) 가스크로마토그래피 (GC)
- (3) 액체크로마토그래피 (HPLC)
- (4) 가스크로마토그래피/질량분석법 (GC/MS)

Ⅲ. 감정물 채취요령

1. 약물의 감정

- 1) 사건 현장에 있는 증거물은 외형을 손상시키지 않고 원형 그대로 보존
- 2) 사건 현장에 있는 증거물은 가급적 전량을 수집 또는 채취
- 3) 증거물 채취 시 비닐장갑이나 면장갑을 착용하여 증거물의 독성으로 인한 수사관의 부상, 증거물의 손상 및 오염 방지
- 4) 다종의 증거물을 한 용기에 넣어 보관 시 교차오염이 생기므로, 증거물은 개별 용기에 넣어 보관
- 5) 증거물은 독성이 있을 수 있으므로 직접 냄새를 맡거나 맛을 보는 것은 금지
- 6) 사건 현장에 남아 있는 증거물의 성상(색상, 냄새, 증거물의 형태)은 감정의뢰서에 자세히 기재
- 7) 증거물이 개봉되었을 경우 즉시 밀봉하여 휘발이 진행되는 것을 방지하고, 증거물이 묻어 있는 부위는 절단하여 밀봉, 보관
- 8) 혈액, 위내용물, 조직 등의 증거물은 깨끗한 용기에 채취 : 증거물 수집용기로 약병 등을 사용하는 경우 약병에 남아있는 미량의 약성분이 검출될 수 있으므로 피한다.
- 9) 생체시료를 포르말린에 고정시킨 경우 약성분이 추출되지 않으므로 포르말린을 첨가하면 안 됨.
- 10) 변사자 주변에 있었던 빈 약병이나 약상자, 먹다 남은 약, 토사물 등도 함께 의뢰

2. 마취강도 사건

- 1) 피해자의 소변을 신속하게 채취 : 약물은 복용 후 대부분의 양이 뇨로 배설되며 혈액 중에는 미량만이 존재하므로 약물 검출 여부 시료로 가

장 좋은 증거물은 소변임.

2) 먹다 남은 음료수, 빨대, 비스킷류 및 빈 용기, 빈 포장지 : 증거물이 소실되거나 오염되지 않도록 밀봉, 포장하여 송부한다.

3) 에텔, 클로르포름 등의 전신마취제류 : 휘발성이 매우 강하므로 이들이 묻어있는 탈지면 혹은 사용된 용기류 등은 반드시 밀폐용기(뚜껑이 있는 통 등에 넣은 후 뚜껑부위의 완전 밀폐)에 포장한다.

3. 의료 및 약화 시비사건으로 감정

1) 의료 및 약화시비사건 : 조제약, 주사약, 수액세트, 주사기 등의 치료에 사용된 모든 관련품을 의뢰

2) 조제약인 경우 : 처방전을 함께 송부

3) 주사부위 조직과 함께 주사하고 남은 제제 등도 함께 의뢰

4. 화장품류

세제 및 화장품류의 감정 의뢰 시에는 충분량의 시료를 성분분석표와 같이 송부하여야 하며, 불량제품인 경우 제조과정에 사용된 각종 첨가물의 품명을 표기하고 각각 포장, 송부하여야 하며, 진위 여부에 대한 감정은 동일 제품의 진품을 같이 첨부.

5. 기타

1) 여름철에 증거물을 의뢰할 경우 감정물이 부패하기 쉬우므로 증거물을 신속히 채취한 후 아이스박스 등에 넣어 송부한다.

2) 고가 생약 등의 진위 여부를 알기 위해서는 가급적 원형을 유지하여 채취하고 진품을 함께 송부한다.

3) 치료에 사용된 한약 초제, 용기, 다리고 남은 한약 찌꺼기, 먹다 남은 한약액을 채취하며, 한약재의 처방도 함께 송부한다.

6. 시료의 라벨

- 1) 시료 label은 마개에 붙이지 말고 용기에 붙일 것
- 2) 채취장소, 의뢰기관 기재
- 3) 시료의 채취날짜, 시간 기재
- 4) 사건관련자 이름 확인
- 5) 증거물 채취 담당자 확인
- 6) 시료를 운반하는데 쓰인 일련 번호 기재
- 7) 증거물 용기 및 채취량의 정확한 기재

7. 감정의뢰서 작성

- 1) 채취장소 및 의뢰기관 확인
- 2) 사건관련자 이름 및 날인 확인
- 3) 채취일시 및 채취자 확인
- 4) 증거물 채취, 취급, 보관, 포장한 담당자 기재
- 5) 감정 의뢰사항의 정확한 기재
- 6) 정확한 사건개요 및 감정에 도움이 될 수 있는 참고사항 기재
- 7) 책임자의 서명과 관인

8. 운송 및 저장

- 1) 시료는 운송 및 저장 기간 중 빛과 열이 차단
- 2) 증거물은 채취 후 즉시 의뢰해야 하나 부득이 지체되는 경우는 냉장 보관
- 3) 증거물의 용기가 파손되거나 내용물이 유실되지 않도록 포장
- 4) 감정을 증거물은 하나하나 개별 포장을 하여 마손, 마멸, 시료의 오염 등을 방지하여야 한다.
- 5) 증거물 간의 마찰로 인한 파손을 방지하기 위하여 솜 또는 포면(布

片) 등으로 증거물을 격리

6) 우송 시에는 책임자가 증거물의 수량, 밀봉 여부 등 전반적인 포장상태를 확인

IV. 약물 감정사례

1. 사체내용물(혈액, 위내용물, 조직 등) 중 약성분 검출

- 1) 일반적인 독극물을 스크리닝
- 2) 약물이 검출될 경우 치료농도, 치사농도, 중독농도 판단
- 3) 흔히 자살 또는 타살의 목적으로 사용되는 의약품 : 신경안정제류, 수면제류, 우울증치료제, 근이완제, 마취제
- 4) 병원에서 치료 중 사망 : 미량의 약물을 검사하여 의료사고인지 판단

(1) 감정사례 1

1997년 8월 30일 서초구 소재 어학원에서 학습을 마치고 나오는 박초롱 초롱빛나리(8세,여)를 피어 미리 대기하고 있던 승용차로 납치 후 피해자를 살해

가) 증거물 : 혈액, 위조직, 간 및 비장 조직

나) 결과 : GC 및 GC/MS에서 독실아민(수면제) 검출

(2) 감정사례 2

생후 19개월의 유아가 충치가 심해 1999년 5월 18일 성남시 분당구 형치과병원에서 N₂O마취기를 이용 마취하고 치아 치료를 받던 중 담당 치과의사가 마취에서 깨우려 하였으나 깨어나지 않아 인공호흡 및 심장 마사지 등의 응급치료를 하고 큰 병원으로 옮기던 중 사망한 사건

가) 증거물 : 아산화질소(N₂O) 마취기, 아산화질소 가스통, 산소 가스통,

국소마취약, 치료용구 8점 및 혈액, 뇨, 포수클로랄액, 조직

나) 결과 : 아산화질소(N_2O) 마취기, 아산화질소 가스통, 산소 가스통, 국소마취약, 치료용구 8점에서는 자제 이상이 없음.

(가) 혈액 : 트리클로로에탄올 28.4 ppm, 리도카인 2.4 ppm 검출

(나) 뇨 : 트리클로로에탄올 23.6 ppm, 리도카인 8.4 ppm이 검출

(다) 조직 : 아산화질소 검출

2. 변사자가 복용 또는 주사하였던 약품 및 사건과 관련된 미지물질의 성분분석

1) 변사자가 복용하였던 조제약 또는 주사약

2) 변사자 주변에 있었던 미지물질 : 분말, 액체, 음료수, 술, 기타

3) 변사자의 구토물

4) 약품의 종류가 많기 때문에 의사나 약사로부터 받은 진술서나 치료시의 처방전, 진료일지 등이 있으면 감정이 신속

(1) 감정사례 1

임신부가 산기가 있어 산부인과에 입원하여 제왕절개 수술을 받고 다음날 주사를 맞은 직후 경련과 전신마비를 일으키며 의식을 잃은 직후 종합병원으로 후송 치료 중 사망한 사건 (주사를 맞고 환자가 의식을 잃자 간호사가 당직의사에게 항생제를 투여한다는 것이 마취제를 투여했으니 그에 따른 처방을 해달라고 했다고 함)

가) 증거물 : 주사약 2종(세프라딘, 석시콜린)과 빈 주사기 71개

나) 결과 : 주사기 2점에서 석시닐콜린이 검출, 간·비장조직, 위조직에서는 불검출

3. 무허가로 판매되고 있는 약품들의 성분분석 및 유해성 여부 감정

1) 감정사례 1 : 만병특효약으로 판매

(1) 증거물 : 물약, 정제

(2) 결과 : 리도카인, 호르몬제, 중금속류(수은제제) 및 답손 검출

2) 감정사례 2 : 성인용품점 등에서 최음제가 든 섹스용품으로 판매

(1) 증거물 : 앰플

(2) 결과 : 최음제인 요힘빈은 음성, 에칠알콜, 수면제류 검출

3) 감정사례 3 : 정력제로 판매

(1) 증거물 : 자라, 불개미로 만든 건강식품 또는 알콜음료

(2) 결과 : 발기부전치료제인 비아그라(성분명 : 실데나필)가 다량 검출

4. 응답, 사향, 우황 등 고가 생약류의 진위 여부 감정

1) 응답 : UDCA, HDCACA, DCA, CDCA

2) 사향 : muscone

3) 우황 : 결합형 빌리루빈과 유리형 빌리루빈의 함량

5. 한약류 또는 생약이 포함된 건강식품류의 감정

1) 알칼로이드류

(1) 정의 : 식물 중에 들어있는 질소가 포함된 물질로서 적은 양으로 신체 내에서 격렬한 작용을 일으키는 물질

(2) 대표적인 알칼로이드 함유 생약 예

가) 초오(부자)의 아코니틴이 함유된 술, 달인 물, 산나물

나) 낭탕근(미치광이풀)의 히요스시아민(스코폴라민)이 함유된 한약

다) 마전자 : 스트리크닌

(3) 감정사례 1

한약방에서 치료목적과 보약의 용도로 8명이 한약을 지어먹었는데(9-67세) 그 중 6명은 처음 복용 후 30분 이내에 어지러움, 사지 무기력증, 눈 충혈, 환상이 보이는 증상을 호소. 그 가운데 2명은 상태가 심각하여 말을 잘 못하는 등의 부작용을 나타내었고, 1명은 2차 복용 후 15분 후에 열이 나고 숨이 차는 부작용을 일으킴.

가) 증거물 : 복용하던 한약 추출액과 한약 조제 시 사용된 길경, 중국 창출, 한국 창출

나) 결과 : 한약추출액 및 중국 창출에서 스코폴라민이 검출

(약 용량 : 창출은 3~9 g, 낭탕근은 극량이 1일 0.3 g임)

(4) 감정사례 2

건강식품으로 허가받은 제품을 마치 암을 비롯한 질병의 대부분을 치료하는 만병통치약인 것으로 허위광고를 하면서 말기 암환자 등 중증환자들에게 은밀하게 판매

가) 증거물 : 건강식품

나) 결과 : 인삼(진세노사이드Rb1, Rg1), 스트리크닌(1.6 mg/g) 검출

스트리크닌의 중추신경 흥분작용, 중독증상으로는 전신근육의 강직성 경련 약 용량에서는 신경계 기능을 증진시키고 모든 기관의 작용을 항진, 사람에서의 치사량은 0.03~0.1 g임.

6. 부신피질호르몬제, 진통제류, 수면제류 첨가 여부

1) 감정사례 1

(1) 증거물 : 한의원에서 판매한 관절염 특효약

(2) 결과 : 부신피질호르몬제(프레드니솔론, 트리암시놀론), 진통제류(아세트아미노펜, 메페남산), 또는 근이완제, 신경안정제, 협심증치료제(프로프라놀올), 위장약(도페리돈) 등이 검출

7. 마취 강도사건

1) 감정사례 1

다방에 손님으로 들어와 다방주인에게 맥주를 사달라고 하여 피해자가 부근 슈퍼에서 캔맥주 2캔을 사다주고 배달 다녀온 사이 불상의 약을 첨가하여 배달 다녀온 피해자에게 맥주를 마시게 하여 정신을 잃은 사이 현금 40만 원 등을 강취한 후 도주

(1) 증거물 : 맥주캔 및 위세척액

(2) 결과 : 신경안정제인 알프라졸람 검출

2) 감정사례 2

지하철역 자판기에서 커피를 먹은 후 정신을 잃은 피해자에게서 금품 갈취

(1) 증거물 : 커피를 마신 종이컵

(2) 결과 : 수면제인 로라제팜 검출

3) 감정사례 3

강도가 들어와 할머니를 기절시키고 금품을 갈취하고 피해자 사망

(1) 증거물 : 흡입마취에 사용된 것으로 보이는 휴지, 위내용물, 혈액

(2) 결과 : 휴지-음성

혈액-휘발성 마취제인 할로탄 검출

8. 세제 및 향장품의 감정

1) 감정사례 1

피해자의 눈 위 아미부위에 주름살이 있는 것을 보고 그 주름살부위에 약물을 투여하면 주름살이 제거된다고 콜라겐이라는 약물을 넣은 주사기로 콧등에 1회, 양쪽 입주위에 각 1회씩 투입하는 등 무면허 의료행위를 한 사건

(1) 증거물 : 콜라겐

(2) 결과 : 실리콘(폴리디메칠실록산화합물, 실리콘 오일)

2) 감정사례 2

얼굴의 기미, 주근깨, 노인성 검버섯을 제거하는데 효능이 있다는 중국산 수입화장품크림을 구입하여 3회에 걸쳐 얼굴에 도포하여 안면부 피부손상 등을 일으킨 사건

(1) 증거물 : 화장품크림

(2) 결과 : 살리실산 3.3 %, 총수은 23,700 ppm(1 이하), 수용성수는 750 ppm 등 검출

V. 참고문헌

- 1) 한국약학대학협의회 약전분과회. *대한약전* 제 7개정 (문성사)
- 2) 지형준. *대한약전 외 한약(생약)규격집 주해서* (한국메디칼인텍스사)
- 3) 유명찬. *법과학* (신일상사)
- 4) 의약품 등 기준 및 시험방법 제 2개정 (식품의약품안전청)
- 5) A. C. Moffat. *Clarke's Isolation and Identification of Drugs* (The Parmaceutical Press)
- 6) Randall C. Baselt. *Disposition of toxic drugs and chemicals in man* (Chemical Toxicology Institute)
- 7) Robert H Dreisbach. *Handbook of Poisoning* (a LANGE medical book)
- 8) Robert H. Cravey, Randall C. Baselt. *Introduction to Forensic toxicology* (Biomedical Publication)
- 9) Barry Levine. *Principle of forensic Toxicology*
- 10) 유명찬. *법과학과 수사* (현암사)
- 11) 한국약학대학협의회 약물학분과. *약물학* (문성사)
- 12) 한국약제학회. *약제학* (문성사)
- 13) 이우주. *약리학 강의* (선일문화사)

제2장 독물감정

I. 감정사항

1. 약독물에 의한 중독

1) 약독물의 정의

(1) 법적인 분류

유해 화학물질 관리법(법률 제6153호, 2000. 1. 12), 동법시행령(대통령령 제16306호, 1999. 5. 12) 및 동법시행규칙(환경부령 제73호 1999. 5. 20)에 고독성화합물은 취급제한유독물로, 건강 또는 환경에 위해를 미칠 독성이 있는 화학물질은 유독물이라 하여 지정

(2) 법과학에서 독물의 의미

넓은 의미로 해석하여 의약품을 포함하여 법화학에서 문제가 되고 있는 모든 화학물질을 총칭하여 약독물이라 한다.

표 1. 급성독성의 기준

Gleason의 독성기준	추정치사량 사람(mg/kg)	보건복지부 기준	LD ₅₀ (mg/kg)		
			경구	피하	정맥
Super toxic	<5	독 약			
Extremely toxic	5 ~ 50	"	< 30	< 20	< 10
Very toxic	50 ~ 500	극 약	<300	<200	<100
Moderately toxic	500 ~ 5000	보통약	>300	>200	>100
Slightly toxic	5 ~ 15 g/kg	"			
Practically non-toxic	>15 g/kg	"			

(3) 약독물의 분류

화학적 분류법(Stas-Otto법의 개량법에 의한 분류)

가) 휘발성 약독물(산성 또는 알칼리성에서 증류되는 약독물)

(가) 산성에서 수증기 증류되는 것 : 황린 및 그 저급화합물, 청산, 이황화탄소, 휘발성할로젠화합물(클로로포름, 트리클로로에칠렌, 요오드포름 등), 알코올류(메탄올, 에탄올 등), 알데히드류(포름알데히드, 포수클로랄 등), 페놀류(석탄산, 크레졸 등), 니트로화합물(니트로벤젠, 클로로피크린 등), 휘발유, 탄화수소(벤젠, 톨루엔, 석유류 등)

(나) 알칼리성에서 증류되는 것 : 니코틴, 암페타민, 폐치딘 등

나) 불휘발성 약독물(주석산 산성에서 에탄올로 추출되는 약독물) 합성의약품, 농약, 마약, 향정신성의약품, 알칼로이드류, 배당체 등 법과학에서 취급되는 대부분의 유기약독물이 여기에 속한다.

(가) 산성, 중성 및 약염기성 약독물(산성 수용액에서 에텔 또는 클로로포름으로 추출되는 약독물) : 고미질(피크로톡신, 산토닌 등), 수면제(바르비탈산 유도체류, 브롬발레틸요소, 에치나메이트 등), 해열진통제(아세틸살리실산, 아세트아닐리드, 페나세틴 등), 농약류(유기인제류, 유기염소제류, 카바메이트제류 등), 퓨린염기(카페인 등)

(나) 강염기성 약독물(알칼리성 수용액에서 에텔 또는 클로로포름으로 추출되는 약독물) : 알칼로이드류(스트리키닌, 브루신, 퀴닌, 아코니틴, 아트로핀, 파파베린, 니코틴, 스코폴라민, 코카인, 데바인, 노스카핀 등), 해열진통제(안티피린, 아미노피린 등), 각성제(암페타민, 메스암페타민 등), 국소마취제(프로카인, 테트라카인, 리도카인 등), 신경안정제(클로르프로마진, 클로르디아제폭사이드 등), 항히스타민제(클로르페니라민 등)

(다) 페놀성 염기(암모니아 알칼리성 수용액에서 클로로포름:이소프로판올(3:1)에 추출되는 약독물) : 모르핀, 아포모르핀 등

(라) 기타 약독물(이상의 어느 경우에도 유기용매에 추출되지 않는 약독물) : 4급 암모늄염(파라콰트, 디콰트, 나르세인), 수용성배당체(솔라닌 등)

다) 무기약독물(금속독) : 안티몬, 비소, 카드뮴, 크롬, 구리, 납, 수은, 은, 주석, 바륨 등

- 라) 산·알칼리류(투석법 또는 이온교환수지법에 의하여 분리되는 약독물)
 : 강산류(염산, 황산, 질산 등), 강알칼리류(수산화나트륨, 수산화칼륨 등),
 염소산염 및 과망간산염 등
- 마) 가스체의 독물 : 일산화탄소, 황화수소 및 암모니아 등

표 2. 약독물의 치사량 일람

	약 물	치사량		약 물	치사량
알 칼 로 이 드	아편	1~2 g	알 칼 로 이 드	에페드린	약 0.6 g
	모르핀	약 0.25 g		니코틴	약 0.1 g
	헤로인	약 0.2 g		솔라닌	약 0.2 g
	코데인	약 0.8 g		키니네	약 20 g
	코카인	약 1.5 g		마리화나	약 0.5 g(?)
	LSD	약 1.4 mg		일산화탄소	0.5~1.0 %
	스트리키닌	6~100 mg	가 스	아황산가스	400~500 ppm
	질산스트리키닌	0.2~0.36 g		탄산가스	약 30 %
	아트로핀	70~100 mg		메탄가스	약 90 %
	무스카린	약 0.05 g		황화수소	1~2 %
	스코폴라민	5~10 mg		암모니아가스	약 10,000 ppm
	아코니틴	3~4 mg			

	약 물	치사량		약 물	치사량
산 · 알 카 리	황산(70 % 이상)	3 ~ 10 g	휘 발 성 유 기 물	메탄올	30 ~ 100 ml
	염산(70 % 이상)	10 ~ 15 g		에탄올	100 ~ 150 ml
	질산(70 % 이상)	약 5 g		클로로포름	약 25 ml
	초산(36 % 이상)	20 ~ 30 g		에테르	약 25 ml
	수산	5 ~ 15 g		벤젠	약 10 g
	인산	약 8 g		이소프로판올	약 250 ml
	가성소다·가성카리	약 10 ml		파라알데히드	약 100 ml
	암모니아수(10 % 이상)	10 ~ 20 ml		아닐린	약 1 g
할 로 젠	염소	약 430 ppm	농 약	니트로벤젠	약 2 ml
	염소산칼륨	15 ~ 30 g		석탄수(페놀)	약 10 g
	불화나트륨	1 ~ 4 g		크레졸	15 ~ 20 ml
	요오드	약 2 g		톨루엔	약 5,000 ppm/kg
공 업 용 약 품	청산	약 50 mg		키실렌	약 4,300 ppm/kg
	청산칼륨	0.2 ~ 0.3 g		트리클로르에칠렌	약 850 mg/kg
	포름알데히드	약 30 ml		클로르벤젠	약 2,400 mg/kg
	이황화탄소	15 ~ 50 g		에칠파라치온	50 ~ 100 mg
	사염화탄소	약 4 ml		메칠파라치온	0.1 ~ 0.3 g
금 속	염화제이수은(승홍)	0.2 ~ 1 g	의 약 품	TEPP	50 ~ 100 mg
	염화제일수은(감홍)	2 ~ 5 g		EPN	약 0.5 g
	초산납	20 ~ 25 g		말라치온	약 60 g
	탄산납	약 20 g		페니트로치온	약 20 g
	산화납	약 25 g		엔드린	0.6 ~ 1.2 g
	사에칠납	0.1 ~ 0.2 g		델드린	약 3 g
	황산구리	10 ~ 20 g		BHC	15 ~ 30 g
	탄산구리(녹청)	15 ~ 20 g		DDT	약 30 g
	아비산	0.1 ~ 0.3 g		PCP	약 2 g
	비산납	0.2 ~ 2 g		파라콰트	약 5 g
	비산석회	0.2 ~ 2 g		모노폴로로초산나트륨	50 ~ 100 mg
	황산아연	5 ~ 10 g		모노폴로로초산아미드	약 2 g
	차질산아연	4 ~ 8 g		카바메이트	약 25 g
	질산은	2 ~ 3 g	의 약 품	디기탈리스	약 2 g
	과망간산칼륨	5 ~ 7 g		페나세친	5 ~ 20 g
	중크롬산칼륨	1 ~ 3 g		카페인	약 10 g
	염화바륨	2 ~ 4 g		안티피린	5 ~ 10 g
	염화카드뮴	30 ~ 40 g		페노치아진	1 ~ 5 g

2) 독과 약

(1) Paracelsus(1493~1541)

“모든 물질은 유독하며, 유해하지 않은 물질은 없다. 독이나 약이나를 구분하는 것은 그 양에 있다.” 라고 말하고 있다. 하나의 물질이라 하더라도 생체에 투여하는 양과 형태에 따라서 독으로도 약으로도 될 수 있어 독과 약은 근본적으로 볼 때 다른 것으로 구별할 수 없다.

(2) 양-반응관계

가) 정의 : 화학물질의 독성은 정성적이기보다는 정량적인 것

(가) 양-반응관계 dose-response relationship : 반응을 나타내는 비율(빈도)과 양의 관계를 나타낸 것

(나) 양-효과 관계 dose-effect : 화학물질에 의한 폭로량과 개체에서 일어나는 효과의 강약관계

나) 접근방법

(가) 제1의 방법 : 동물실험

동물실험과 사람과 사이의 생물학적 종차, 생활환경의 차, 실험에 쓰이는 화학물질의 양의 차

(나) 제2의 방법 : 임상적 접근

사건, 사고 등 실제로 사람에게서 일어난 임상 예를 놓고 추측하는 것

(다) 제3의 방법 : 역학적인 접근

집단적 관찰을 통해 통계적 방법을 써서 인과관계를 구하는 방법

* 약물의 용량에 의한 작용의 변화

약물은 생체에 투여하는 용량 dose에 따라 약물작용이 다르게 나타난다. 물론 그 작용은 투여방법, 약물의 물리화학적 성질 및 생체의 조건에 따라 달라진다.

다) 용어 정의

(가) 무효량(ineffective dose) : 약물의 작용은 일정량 이하에서는 약효를 나타내지 못한다. 이를 무효량이라 한다.

(나) 최소유효량(minimum effective dose) : 약효를 나타내는 최소의 양

(다) 극량(maximum dose) : 위험 없이 사용할 수 있는 최대량

(라) 유효량, 약 용량(effective dose), 치료량(therapeutic dose) : 약효를 낼 수 있는 양

(마) 중독량(toxic dose) : 인체에 중독을 나타내는 최소량

(바) 내량(tolerated dose) : 중독을 일으키더라도 죽음을 면하게 할 수 있는 최대량

(사) 치사량(lethal dose) : 치사케 하는 양

3) 약물작용에 영향을 미치는 인자

(1) 연령(Age) : 성인에 비하여 소아 및 노인은 훨씬 민감하게 반응

(2) 성(Sex) : 여성은 남성에 비하여 체격이 작으므로 일반적으로 민감하게 반응

(3) 약물의 투여시간(Time of administration) : 공복 시에는 약물의 흡수가 빠르고, 위내용물이 많을 경우는 흡수가 느리다.

(4) 약물의 투여경로(Route of administration)

(5) 민족(Race) : 약물에 대한 감수성은 민족에 따라 다른 경우가 있다. 즉 습관, 풍토, 체구의 차이에 의하여 다를 수가 있다.

(6) 종족(Species) : 동물의 종류에 따라 약물에 대한 감수성이 다르다.

2. 농약

1) 관리법에 의한 농약의 정의

“농약이라 함은 수목 및 농림작물을 포함한 모든 농작물을 해하는 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 기타 농림수산물부령이 정하는 동식물의 방제에 사용되는 살균제, 살충제, 제초제와 기타 농작물의 생리기능을 증진 또는 억제하는데 사용되는 생장조절제 및 약효를 증진시키는 자재를 말한다.”

2) 국내 농약 사용량

(1) 1994년도 우리나라의 농약매출고 : 미국, 일본, 프랑스, 브라질, 독일, 이태리, 캐나다에 이어 세계 8위

(2) 농약시장의 규모 : 살균제, 살충제, 제초제의 순위

3) 농약의 분류

(1) 사용목적에 따른 분류

가) 살균제(Fungicide)

(가) 종자소독약

(나) 토양소독약

(다) 과실방부제 등

나) 살충제(Insecticide)

(가) 유기인제류농약

- 1930년대 및 1940년대에 독일의 쉼라더 등에 의하여 연구
- 원래는 신경성 독가스의 연구에서 발견된 것
 - 초기제품인 Parathion, TEPP, OMPA 등은 살충력이 강함과 동시에 인축에 대한 독성도 매우 컸음
- 개발동향 : 살충력이 강하고 인축에 대한 독성이 적을 것
- 작용기전 : 신경 조직의 acetylcholinesterase의 활성저해
 - acetylcholine 축적 → 타액분비과다, 발한, 오심, 구토, 설사 등의 증상
 - 궁극적으로 호흡곤란으로 사망
- Parathion, Malathion, Fenitrothion, Diazinon 등
- (나) 유기염소제류농약
 - 신경 전달에 방해를 주어 작용을 나타내는 신경독성물질
 - 환경 내에서 장기간 잔류하고 먹이사슬에 의해 생체에 축적됨
 - 발암성문제로 인하여 현재 사용이 금지된 것이 많다.
 - 개발도상국에서는 가격이 저렴하다는 이유로 계속 사용되고 있어 잔류농약에 대한 위해성이 문제시되고 있음.
- DDT, BHC, Dieldrin, Heptachlor 등
- (라) 카바메이트제류농약
 - Acetylcholinesterase의 활성저해에 의해 독성이 나타남
 - Carbaryl, BPMC, Methomyl 등

다) 제초제(Herbicide)

대표적인 비선택성 제초제인 파라쿼트(Paraquat)는 성인에 대한 경구치 사망이 1~2 g으로 이는 시판제품(유효성분 24.5 %) 약 5 ml를 음독하면 사망할 수 있는 매우 독성이 강한 농약이다.

라) 생장조절제(Growth regulator)

식물의 성장을 촉진 또는 억제하거나 개화촉진, 착색촉진, 낙과방지 또는 촉진 등 식물의 생육을 조정하기 위해 사용되는 약제

마) 훈증제(Fumigant)

- 농작물 특히 곡물의 보관 중에 발생하는 선충류의 구제에 사용되는 가스 상태의 약제로 대부분의 물질이 독성이 매우 강함

- Methyl bromide, Aluminium phosphide 등

바) 천연살충제(Natural insecticide)

- 제충국의 구성성분 : pyrethrin I, II

- Allethrin, Permethrin, Cypermethrin 등이 개발

- 합성피레스로이드제농약은 살충력이 강하고 인축에 대한 독성이 적어 선택독성이 강한 농약으로 알려져 있다.

사) 살서제(Rodenticide)

- 모노플루오로초산나트륨

- 쿠마린유도체

4) 농약의 독성

(1) 포유동물에 대한 독성

가) 투여방법에 따른 분류

(가) 경구독성(oral toxicity)

(나) 경피독성(dermal toxicity)

(다) 흡입독성(inhalant toxicity)

나) 독성의 발현속도에 따른 분류

(가) 급성독성(acute toxicity)

(나) 아급성독성(subacute toxicity)

(다) 만성독성(chronic toxicity)

다) 독성의 정도에 따른 분류

(가) 저독성(slightly hazardous)

(나) 보통독성(moderately hazardous)

(다) 고독성(highly hazardous)

(라) 맹독성(extremely hazardous)

(2) 어독성

(3) 농약의 잔류성

(4) 법과학 분야에서 농약류의 중요성

가) 취급에 제한이 없다.

나) 가격이 저렴하다.

다) 물질 자체가 독성이 강하다.

이상의 요건으로 농약류는 자살, 타살, 식품의 사건·사고, 재물손괴 등의 범죄에 많이 사용되고 있음.

표 3. 농약의 독성기준

WHO 기준

Class	LD ₅₀ for the rat(mg/kg b·w)			
	Oral		Dermal	
	Solids	Liquids	Solids	Liquids
Ia Extremely hazardous	≤ 5	≤ 20	≤ 10	≤ 40
Ib Highly hazardous	5 ~ 50	20 ~ 200	10 ~ 100	40 ~ 400
II Moderately hazardous	50 ~ 500	200 ~ 2000	100 ~ 1000	400 ~ 4000
III Slightly hazardous	≥ 501	≥ 2001	≥ 1001	≥ 4001

EPA 기준

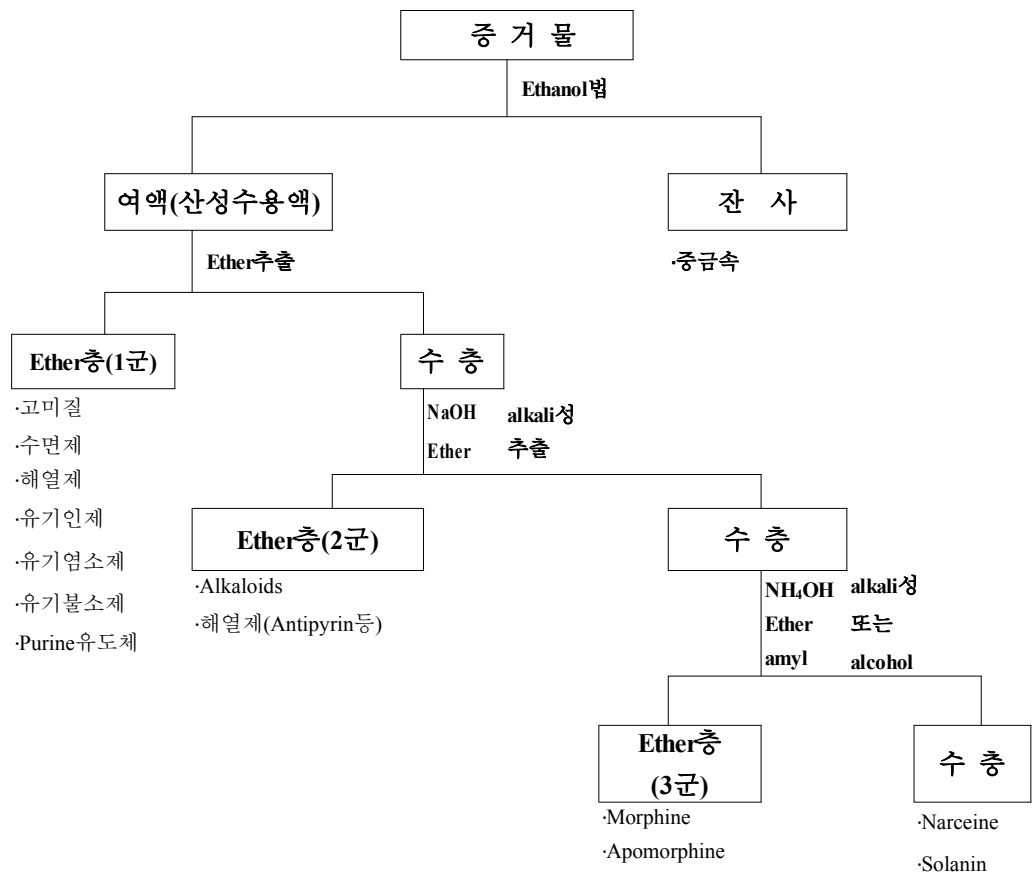
Class	Acute toxicity to rat		
	Oral LD ₅₀ (mg/kg)	Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	Inhalation LC ₅₀ (mg/l)
I	≤ 50	≤ 200	≤ 0.2
II	50 ~ 500	200 ~ 2000	0.2 ~ 2.0
III	500 ~ 5000	2000 ~ 20 000	2.0 ~ 20
IV	≥ 5000	≥ 20 000	≥ 20

II. 시험방법

1. 약독물의 추출 분리법

1) 일반적 추출 분리법

- (1) 휘발성약독물 : 수증기 증류
- (2) 불휘발성 유기 약독물 : Stas-Otto법



2) 예비실험

- (1) 냄새
- (2) 액성
- (3) 색상
- (4) 이물
- (5) 가열회화

3) 일반정성분석

- (1) 침전반응
- (2) 정색반응
- (3) 여지크로마토그래피 (PC)
- (4) 박층크로마토그래피 (TLC)
- (5) 자외부 흡광광도법 (UV)
- (6) 원자 흡광광도법 (AA)
- (7) 적외부 흡광광도법 (IR)
- (8) 가스크로마토그래피 (GC)
- (9) 액체크로마토그래피 (HPLC)
- (10) 가스크로마토그래피/질량분석법 (GC/MS)

4) 정량분석

- (1) 자외부 흡광광도법 (UV)
- (2) 가스크로마토그래피 (GC)
- (3) 액체크로마토그래피 (HPLC)
- (4) 가스크로마토그래피/질량분석법 (GC/MS)

Ⅲ. 감정물 채취요령

1. 약독물의 감정

- 1) 사건 현장에 있는 증거물은 외형을 손상시키지 않고 원형 그대로 보존
- 2) 사건 현장에 있는 증거물은 가급적 전량을 수집 또는 채취
- 3) 증거물 채취 시 비닐장갑이나 면장갑을 착용하여 증거물의 독성으로 인한 수사관의 부상, 증거물의 손상 및 오염 방지
- 4) 다종의 증거물을 한 용기에 넣어 보관 시 교차오염이 생기므로, 증거물은 개별 용기에 넣어 보관
- 5) 증거물은 독성이 있을 수 있으므로 직접 냄새를 맡거나 맛을 보는 것은 금지
- 6) 사건 현장에 남아 있는 증거물의 성상(색상, 냄새, 증거물의 형태)은 감정의뢰서에 자세히 기재
- 7) 증거물이 개봉되었을 경우 즉시 밀봉하여 휘발이 진행되는 것을 방지하고, 증거물이 묻어 있는 부위는 절단하여 밀봉, 보관
- 8) 혈액, 위내용물, 조직 등의 증거물은 깨끗한 용기에 채취 : 증거물 수집용기로 약병 등을 사용하는 경우 약병에 남아있는 미량의 약성분이 검출될 수 있으므로 피한다.
- 9) 생체시료를 포르말린에 고정시킨 경우 약성분이 추출되지 않으므로 포르말린을 첨가하면 안 됨.
- 10) 변사자 주변에 있었던 빈 약병이나 약상자, 먹다 남은 약, 토사물 등도 함께 의뢰
- 11) 유기용매가 함유된 농약류, 이런 농약류로 인한 중독사체의 생체시료를 플라스틱용기에 넣을 경우 플라스틱이 녹아 시료의 손실, 오염 등의 요인에 의해 감정불능이 될 수도 있음.
- 12) 여름철에 증거물을 의뢰할 경우 감정물이 부패하기 쉬우므로 증거물을 신속히 채취한 후 아이스박스 등에 넣어 송부한다.

IV. 독물 감정사례

1. 사체내용물(혈액, 위내용물, 조직 등) 중 독극물 검출

1) 감정사례

변사자 임○○(39세 남자)가 집에서 우유를 한 모금 마시고 이취를 느껴 병원에서 위세척을 한 후 퇴원하여 집에서 생활하던 중, 10일 정도 경과한 다음 속이 좋지 않아 부인이 사다준 소화제를 먹고 나서 병원으로 후송되어 치료 중 사망한 사건. 사망 후 부검을 실시하였음.

(1) 증거물 : 우유, 빈 소화제병, 구토물 3점, 혈액, 위내용물, 간장

(2) 감정사항 : 농약성분 검출 여부

(3) 결과 : 우유에서 트리아자메이트와 알파-싸이퍼메스린이 검출되고, 빈 소화제병에서는 농약성분이 검출되지 않았으나, 구토물 및 혈액, 간장에서 비선택성 제초제인 파라콰트가 검출되었으며, 혈액에서 파라콰트의 함량은 $10.8 \mu\text{g/ml}$ 였음. 위내용물에서는 위세척 등의 응급처치에 의해 농약성분이 검출되지 않았음.

2. 밀수품 및 불법 농약사용

1) 감정사례 1

(1) 증거물 : 중국에서 밀수된 것으로 추정된 인삼 4종과 이를 원료로 하여 제조된 인삼농축액 5종

(2) 감정사항 : 잔류성문제로 국내에서 생산·사용이 금지된 유기염소제 농약인 비에치씨(BHC) 성분의 검출 여부

(3) 결과 : 9종의 증거물 중 7종에서 비에치씨가 검출

농약잔류 허용기준인 0.2 ppm을 초과하여 5종에서 1.04, 0.30, 1.52, 0.30 및 2.05 ppm이 검출

2) 감정사례 2

(1) 증거물 : 콩나물

(2) 감정사항 : 유해성분 검출 여부

(3) 결과 : 28종의 증거물(콩나물콩 및 콩나물) 중 4종의 콩나물에서 중
자 소독약인 치오파네이트-메칠 및 베노밀의 대사산물인 카벤다짐이 0.0
3~1.42 µg/g 범위로 검출

3. 금전을 노린 협박사건

1) 감정사례 1

관내 기업을 상대로 불상자가 금품을 요구하며, 불응 시 불특정 다수인
을 상대로 식품에 독극물을 투여하겠다는 협박사건

(1) 증거물 : 범인이 투여하겠다고 회사에 보낸 물질 3점

(2) 결과 : 제초제인 부타클로르 및 피라줄리네이트가 검출

2) 감정사례 2

유명제과사를 상대로 불상자가 금품을 요구하며, 불응 시 불특정 다수
인을 상대로 식품에 독극물을 투여하겠다는 협박사건

(1) 증거물 : 범인이 지정한 장소에 있던 제품

(2) 결과 : 청산염 및 살충제인 펜탈레레이트가 검출

4. 불특정인 살해 또는 자작극

1) 감정사례 1

문○○(20세 남자)이 슈퍼마켓에서 우유를 구입한 후 ○○식품 제조 후
레이크에 타먹고 의식불명이 되어 119 구급차를 이용 병원 응급실로 후
송, 위세척 등 응급조치 후 치료 중인 사건

(1) 증거물 : 현장에서 수거한 종이팩에 든 우유, 후레이크, 우유와 후레이크
- 혼합물, 중독자 토사물 채취액 및 당일에 슈퍼마켓에 납품된 우유 155개

(2) 결과 : 현장에서 수거한 종이팩에 든 우유, 우유와 후레이크 혼합물,

중독자 토사물 채취액에서 메치다치온(유기인제류 농사용 살충제) 검출,
수거한 종이팩 포장 상단에서 주사침의 흔적이 발견

2) 감정사례 2

농협구관장에서 구입하여 보관하던 콜라캔을 컵에 따라 마시던 중 이상
한 냄새가 났으나 의심치 않고 먹은 70대 할머니가 복통을 호소하여 입원
치료중인 사건

(1) 증거물 : 개봉되지 않은 콜라캔 1개 및 개봉하여 마시던 콜라캔

(2) 결과 : 개봉되지 않은 콜라캔에서 유기인계 살충제인 클로르피리포스,
개봉된 콜라에서는 유기인계 살충제인 디클로르보스가 검출. 개봉되지
않은 콜라캔의 상단부에 구멍난 흔적 1개소가 식별되었고, 개봉된 캔의
상단부에서 손상흔이 식별되었음.

3) 감정사례 3

허○이 자신의 부락에서 부락민 2명과 김장김치, 돼지고기, 오징어볶음
등을 안주로 소주를 한잔 마시고 입에 거품을 물며 쓰러져 119 구급차를
이용 후송하였으나 허○은 후송 중 사망하였고, 부락민 2명은 의식불명인
사건

(1) 증거물 : 현장에 있던 음식물, 소주병, 소주잔

(2) 결과 : 소주잔에서 메소밀(살충제)이 검출

V. 참고문헌

- 1) 한국약학대학협의회 약전분과회. *대한약전* 제 7개정 (문성사)
- 2) 유명찬. *법과학* (신일상사)
- 3) A. C. Moffat. *Clarke's Isolation and Identification of Drugs* (The
Parmaceutical Press)
- 4) Randall C. Baselt. *Disposition of toxic drugs and chemicals in man*
(Chemical Toxicology Institute)
- 5) Robert H Dreisbach. *Handbook of Poisoning* (a LANGE medical book)

- 6) 농약공업협회. *농약사용지침서*
- 7) Wayland J. Hayes Jr. and Edward R. Laws Jr. *Handbook of Pesticide Toxicology* (Academic Press, Inc.)
- 8) Tomlin, C. D. S. *The Pesticide Manual* (British Crop Protection Council)

제3장 식품류감정

I. 식품의 정의

1. 식품의 정의는 법적으로는 “의약품 이외의 인간이 먹고 마시는 모든 물질”로 되어 있으나 식품학적으로 다음에 나열한 3가지 기능을 가진 물질로 정의된다. 즉 식품이란 이 3가지 기능 중 하나 또는 그 이상을 가진 물질로 본다. 지금까지 식품이란 이 중 앞의 두 가지 특성만을 가진 것으로 생각되어 왔으나 최근에 와서는 제3차적 특성도 중요시되고 있다.

2. 식품의 기능(function) 측면에서 본 식품의 정의

1) 생명의 유지에 필요한 영양소를 공급하는 물질(제1차 기능)

식품에서 가장 중요한 기능으로 식품을 인체에 필요한 영양소를 함유한 물질로 보는 개념임

2) 먹고 마시는 즐거움을 주는 물질(제2차 기능)

음식물의 색, 맛, 풍미 등이 강조되는 기능이며, 영양소의 공급은 되지 않으나 섭취 시 즐거움을 주는 물질도 식품으로 보는 개념임

3) 생체에 대한 기능을 가진 물질(제3차 기능)

본 식품군은 통상 기능성 식품(우리가 현재 운용하고 있는 건강보조식품이 본 식품군에 속함)으로 불리고 있으며 생체방어, 질병의 방지, 질병의 회복, 신체리듬의 조절 및 노화억제 등의 신체기능에 대한 효력을 가진 물질을 말한다.

3. 그러나 어떠한 경우에도 「직접적」으로 질병의 「치유」 등에 이용될 수 있는 물질이 식품에 포함되어서는 아니 된다.

II. 감정사항

1. 독물에 의한 중독

1) 독물의 정의

소량을 생체에 흡수시킴으로써 생체의 건강을 해롭게 하거나 생명을 빼앗는 화학물질

2) 중독증상에 따른 분류

(1) 부식독

피부, 위점막 등의 조직을 부식시켜 괴사를 일으킴 - 강산(빙초산, 염산), 강알칼리(양잿물), 수산, 크레졸, 페놀, 승홍 등

(2) 혈액독

혈액에 작용하여 기능을 마비시킴 - 깨스류(일산화탄소, 황화수소 등)

(3) 신경독

중추신경계 장애를 일으켜 호흡을 곤란하게 함 - 알콜류(에탄올, 메탄올), 마취제류(에테르, 클로르포름)

(4) 효소독

특정효소를 특이적으로 저해함 - 사독, 청산독, 유기인계 농약 등

3) 화학적 성질에 의한 분류

(1) 제1속(휘발성독물)

산성에서 수증기 증류 시 유출되는 독물 - 청산염, 알콜류, 신나, 유기용매류, 페놀류 등

(2) 제2속(비휘발성독물)

산성에서 에틸알콜로 추출되는 유기독물 - 수면제, 유기인제류 농약, 유기염소제류 농약 등

(3) 제3속(중금속)

물이나 산에 가용성인 중금속 화합물 - 비소, 수은, 납, 카드뮴 등

(4) 제4속(가스) : 사린가스, 황화수소, 일산화탄소, 암모니아가스 등

2. 식품위생의 현상과 과제

1) 식중독

음식물이 적당하지 못하기 때문에 일어나는 인체의 건강장해를 말한다. 현재, 우리나라에서 분류되고 있는 식중독으로는, 세균성 식중독과 자연독 식중독, 식품의 제조에서 판매까지의 과정에서 혼입한 화학물질에 의한 화학성 식중독으로 분류되고 있는데, 최근 수유병이나 이타이이타이병 등 환경오염에 의해 식품을 오염한 화학물질에 의한 만성적인 건강피해가 나타나게 되었고, 게다가 식품을 통해서 바이러스가 원인이라고 의심되는 중독이 나타나고 있다. 이와 같은 점에서 식중독의 개념에 대해서 종래와는 다른 넓은 의미에서의 「식품에 기인하는 건강피해」라는 개념의 정리가 필요하게 되었다.

2) 식중독의 분류

- ┌ 세균성 식중독 ─ 감염형 ─ 장염비브리오 : 전갱이, 오징어, 낙지 등 - 생선회 등
 - | ─ 살모넬라 : 쥐, 애완용동물 - 고기, 난 등
 - | ─ 병원대장균 : 건강보균자 - 우물물(생수)
 - | ─ 캄필로박터 : 닭, 소 - 계육 등
 - | ─ 독소형 ─ 포도상구균 : 화농소(손가락) - 슈크림, 주먹밥 등
 - | ─ 보툴리누스 : 토양, 동물의 대변, 육류통령
- ┌ 자연독 식중독 ─ 식물성 : 버섯, 감자, 독미나리, 곰팡이 등
 - | ─ 동물성 : 복어, 독꼬지고기, 패독(모시조개, 바지락, 섭조개, 고동) 등
- ┌ 화학성 식중독 - 화학물질의 ─ 부적절한 사용에 의한 것 - 첨가물 등
 - | . 식품으로의 ─ 환경오염에 의한 것 - 유해중금속, 페놀, 환경호르몬, 다이옥신
 - | 혼입 ─ 우연 또는 돌발적인 사고 - PCB, 농약, 세제 등
 - | ─ 기구, 용기 포장에 의한 것 - 유해중금속, 포르말린
- ┌ 기타 식중독 - 알레르기과 같은 식중독 : 콩치, 잔생선 말린 식품

3) 유해물질에 의한 식품오염 문제

(1) 곰팡이 독 (Aflatoxin)

사람의 일상생활과 깊은 관련을 가진 곰팡이는, 떡이나 빵에 발생하고 식품을 변패시켜 음식으로 적당하지 않게 하는 등의 작용이 있는 반면, 술, 된장, 간장 등의 양조 발효식품이나 의약품, 효소 등 유용산물의 제조에 공업적으로 이용되고 있다.

식품위생상 문제시 되는 것은 곰팡이 오염과 곰팡이가 생성하는 독소에 의한 건강피해다. 누룩곰팡이의 일종이 만들어내는 독소에는 「아플라톡신」이라는 강력한 발암성 물질의 곰팡이 독이 있어 곡류, 두류, 땅콩 및 그 단순가공품에 대해 잠정 허용기준이 설정되어 있다(10 µg/Kg 이하). 특히 수입 두류(피넛 등)에서 검출되는 사례가 많기 때문에, 수입식품 검사는 엄격하게 행해져야 한다.

그 밖에도 여러 종류의 곰팡이 독이 알려져 있어, 동물실험 등에서 그 독성학상의 조사연구가 진행되고 있다. 또 이러한 식품의 국제적 유통을 생각할 경우, 특히 동남아시아 등 열대, 아열대 지역에서 수입되는 식품(곡류, 두류, 향신료)에 대해서는 이 곰팡이 독의 문제에 착안한 대책이 중요하다.

(2) 농약

농산물의 세계화에 따라서 농약 사용 시의 사고나 농작물에의 잔류에 의한 건강상의 피해가 문제되고 있다. 따라서 우리나라에서는 농약의 올바른 사용을 도모하고 안전한 식품의 공급을 위해 식품위생법 제7조의 규정에 의거, 1988년 9월 13일에 17개 농약 28종 농산물에 대한 기준이 고시되었다. 그러나 자유로운 무역의 교류와 수입농산물에 잔류할 수 있는 각종 농약에 대한 관리를 강화하기 위해 1993년 12월 31일에 대폭적인 추가 고시를 하여 105종 농약 대부분의 농산물에 대한 기준을 설정하였다.

한편 농산물의 수입자유화가 진행됨에 따라 새롭게 post-harvest 농약의 문제가 나타났다. Post-harvest 농약이란, 농산물의 수확 후에 사용되는 농약으로, 외국에서는 저장, 수송 중에 일어날 수 있는 병충해 등의 방제를 목적으로 수확 후 농약을 사용하는 것을 말한다. 이런 경우의 문제

는 그 잔류 수준이 수확 전에 사용하는 경우보다 상당히 높다는 것이 문제점이다.

(3) 화학물질

식품의 제조, 가공 또는 식품의 품질개량이나 유지 혹은 영양적 및 상품적 가치의 향상 등의 목적을 위하여 화학적 합성품이 식품 첨가물로 이용되고 있으며, 식품의 제조 가공용 기재, 기구로서 혹은 용기나 포장 재료로서 화학물질이 사용되고 있다.

이들 화학물질이 불순하거나 유해한 경우에는 이를 함유하는 식품에 의해서 중독을 일으킬 수 있고, 기계, 기구, 용기 또는 포장 등에서 식품으로 용출 이행하여 중독을 일으킬 수 있다.

(4) 유해성 금속

비교적 저농도에서 생물에 독성을 나타내는 비소, 카드뮴, 수은, 납 등을 유해성 금속이라 칭하고 있다. 이들은 본래 지각을 구성하는 성분이며, 미량이지만 동식물체에도 함유되어 있다. 이들 금속이 고농도로 함유된 식물을 섭취하면 급성이나 만성적인 건강피해를 일으킨다. 오염될 가능성은 유해중금속 오염지역에서, 농작물을 생산한다거나 수산물을 채취할 때 가공이나 포장 과정에서 오염 등에 의해 인체 오염된다. 또는 오염 식품을 섭취하였을 때 이들 중금속은 유기염의 형태로 존재하여 체내 지방질과 친화력이 강하고 수분에 잘 용해되지 않으므로 배설되지 않고 축적되어 독성을 일으킨다.

3. 식품위생법

1) 역사

식품위생과 관련된 최초의 법규는 1900년에 법률 제5호로 제정되었던, “음식물 및 기타 물품채취에 관한 건”이었으며, 그 후 식품으로 인한 위해를 방지하기 위한 진정한 의미의 식품위생법규는 1962. 1. 20 법률 제 1007호로 공포된 식품위생법이 처음이다.

이와 같은 식품위생법의 제정은 이전의 경찰이 행하였던 감시 업무에서

국민의 복지를 목적으로 한 과학적·기술적 행정으로의 전환 및 지도행정으로의 변화를 의미하며, 그 후 여러 번의 개정을 거쳐 현재에 이르고 있다.

2) 구성

우리나라 식품관리행정은 모두 식품위생법을 근거로 하고 있어, 무엇보다 먼저 식품위생법에 대한 정확한 이해가 요구된다. 식품위생법은 총 13장 80조로 구성되어 있으나, 법에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정하고 있는 식품위생법 시행령(총 54조)과 이들을 좀더 자세히 규정하고 있는 식품위생법 시행규칙(총 59조)을 포함하고 있어, 이 모두를 정확히 이해할 필요가 있다. 본 장에서는 식품위생법을 주로 설명하고자 한다.

(1) 식품위생법의 목적(법 제1조)

식품위생의 기본목표를 “식품으로 인한 위생상의 위해를 방지”와 “식품영양의 질적 향상”을 통한 “국민보건의 증진”에 목표를 두고 있음을 명확히 하고 있다. 본 목표는 외국의 식품위생법과는 달리, 식품영양의 질적 향상을 목적에 명기하고 있다는 특징 및 차이를 갖고 있고, 이와 같은 목표에 따라 우리나라 위생행정은 단순한 식품위생뿐만 아니라 식품의 품질 향상도 포함한다.

(2) 용어의 정의(법 제2조)

법을 운용함에 있어 기초가 되는 식품, 첨가물, 화학적 합성품 등 9개 용어에 대한 정의를 내리고 있다.

가) 식품 : 의약으로 섭취하는 것을 제외한 모든 음식물

나) 식품첨가물 : 식품을 제조·가공 또는 보존함에 있어 식품에 첨가, 혼합, 침윤 등의 방법으로 사용되는 물질

다) 화학적 합성품 : 화학적 수단에 의해 원소 또는 화합물에 분해반응 외에 화학반응을 일으켜 얻은 물질

라) 기구 : 음식기와 식품 또는 식품첨가물의 제조, 가공, 조리, 저장, 운반 등에 사용되는 것으로서 식품 등과 직접 접촉되는 기계·기구 기타의 물건

마) 용기·포장 : 식품 또는 식품첨가물을 넣거나 싸는 물품으로서 식품 등을 수수할 때 함께 인도되는 물품

바) 표시 : 식품, 식품첨가물, 기구 또는 용기·포장에 기재하는 문자, 숫자 또는 도형

사) 영업 : 식품 또는 식품첨가물을 채취, 제조, 가공, 수입, 조리, 저장, 운반 또는 판매하거나 기구 또는 용기·포장을 제조, 수입, 운반, 판매하는 업

아) 식품위생 : 식품, 첨가물, 기구, 용기, 포장을 대상으로 하는 위생

자) 집단급식소 : 영리를 목적으로 하지 아니하고 계속적으로 특정 다수인에게 음식물을 공급하는 기숙사·병원·학교 기타 후생기관 등의 급식시설

(3) 주요내용

가) 식품 등의 취급(법 제3조)

(가) 판매(판매 외의 불특정 다수인에 대한 제공을 포함)를 목적으로 하는 식품 또는 식품첨가물의 채취, 제조, 가공, 사용, 조리, 저장, 운반 및 진열은 깨끗이 하고 위생적으로 행하여야 함.

(나) 영업상 사용하는 기구 및 용기, 포장은 깨끗하고 위생적으로 다루어야 함.

나) 유해한 식품 등의 판매금지(법 제4조, 5조, 6조, 8조)

식품 등(식품, 첨가물, 기구 및 용기·포장)의 안전을 확보하기 위해 변패, 유독물질의 함유, 병충 등의 사용 판매 등을 금지

다) 기준 및 규격의 제정(법 제7조, 9조, 12조)

필요한 경우 식품·첨가물과 기구 및 용기·포장에 대한 기준·규격을 설정하도록 하고, 기준·규격을 공전으로 작성·보급하도록 함.

라) 표시 규제(법 제10조)

소비자에게 식품, 식품첨가물, 기구 및 용기·포장에 대한 정확한 정보를 제공함으로써, 소비자의 선택을 용이하게 할 뿐만 아니라 위생상, 영양상의 위해를 사전에 예방하기 위하여 식품 등의 표시기준을 정하도록 함.

마) 검사 등(법 제13조, 14조, 15조, 17조, 18조, 19조, 20조)

판매되고 있는 식품 등이 식품위생법의 규정에 일치하는가를 검사하기 위해 검사에 관한 규정을 정하고 있음.

이에는 시장 출하 전에 검사를 실시하여 합격한 제품에 한하여 판매토록 하는 제품검사(제13조, 14조, 15조)와 시중 또는 공장에서 수거하여 검사하는(제17조) 방법이 있다.

또한 이와 같은 검사를 실시할 수 있는 식품위생검사기관(제18조)과 식품의 수거, 지도·감시를 담당하는 식품위생감시원(제20조)에 대해 규정하고 있고, 식품 등 제조·가공공장에서 자체 검사인 자가품질검사에 대한 의무(제19조)도 정하고 있다.

바) 영업의 관리(제21조~33조)

영업이라 함은 식품 또는 식품첨가물을 채취·제조, 가공·수입·조리·저장·운반 또는 판매하거나 기구 또는 용기·포장을 제조·수입·운반·판매하는 모든 행위를 말한다.

좀 더 위생적인 식품 등이 국민에게 제공되게 하기 위하여 영업자에 대한 관리를 실시하고 있으며, 관리 항목은 다음과 같다.

(가) 영업의 허가 등(법 제9조, 22조, 23조, 24조, 25조)

① 허가 및 신고업종

허가업종 (영 제9조)	신고업종 (영 제13조)
• 식품제조·가공업 • 즉석판매제조·가공업 • 식품첨가물제조업 • 식품보존업 • 식품접객업	• 식품소분·판매업 • 식품운반업 • 용기·포장류제조업 • 농어민 등이 국내산 농수산물을 주원료로 하여 식품을 직접 제조·가공하는 영업

② 영업의 허가·신고관청(영 제10조 및 제13조)

식품의약품안전청장	시·도지사	시장·군수·구청장
식품첨가물제조업 식품조사처리업	식품의약품안전청장 및 시장·군수·구청장에게 허가·신고하여야 하는 것 외의 모든 영업	식품접객업

③ 조건부 영업허가(법 제23조) : 영업허가에 앞서 대규모시설을 설치하거나 공사기간이 길 경우 사전에 미리 조건부허가를 하여 국민의 재산권보호에 그 목적이 있음.

④ 영업허가제한(법 제24조) : 시설기준이 적합하지 아니할 때, 공익상 그 허가를 제한할 필요가 있을 경우 등 필요한 경우 영업허가 등을 제한할 수 있다.

(나) 시설 기준의 설정(법 제21조)

영업의 허가나 신고 시, 위생적인 식품 등을 생산할 능력이 있는가를 판단하기 위한 기준으로 각 영업별로 시설 기준을 설정하고, 이 시설기준에 일치할 경우에 한하여 영업허가나 신고를 받도록 함.

(다) 영업 종사자의 건강 확보 및 위생교육

좀 더 위생적인 식품을 생산하기 위해서는 종사자의 건강이 무엇보다 필요하므로 종사자의 건강진단(제26조)과 위생교육(제27조)을 강제화하고 있다.

(라) 영업자 자체의 품질관리

영업자는 좀 더 위생적인 식품 등을 생산하기 위한 자체 품질관리 및 보고(제29조)를 하여야 하며, 업종별로 정하여진 영업자 준수사항(제31조)을 지켜야 한다. 또한 제조·가공을 위생적으로 관리하기 위한 식품 위생관리인(제28조)을 두도록 하고 있다.

(마) 식품접객업의 관리

영업의 종류 중 식품접객업의 경우, 일반 식품제조·가공업과는 달리 소비자가 쉽게 식품접객업의 위생관리 수준을 알 수 있도록 위생등급(제32

조)을 정하게 하고 있고, 공익상 또는 미풍양속의 유지를 위해 필요시는 영업의 제한(제30조)을 가할 수 있도록 하고 있고, 특별한 경우가 아니면 영업자가 시설을 이용하는 것을 금지하도록(제33조) 하고 있다.

사) 조리사와 영양사(법 제34조~41조)

식품접객업소 및 집단급식소에서 좀 더 위생적이고 영양적인 식품이 조리·제공될 수 있도록 조리사(제34조)와 영양사(제35조)를 두도록 하고 있다.

이와 같은 조리사나 영양사의 면허조건(제36조, 37조), 조리사나 영양사가 될 수 없는 결격사유(제38조)를 정하고 조리사나 영양사가 아닌 자가 이와 같은 명칭을 사용할 수 없도록(제39조) 하고 있다.

이외에 조리사나 영양사의 자질향상을 위한 보수교육(제40조)에 관한 사항과, 이들의 자격시험에 관한 사항을 보건복지부장관이 정할 수 있도록(제41조) 규정하고 있다.

아) 식품위생심의위원회

보건복지부장관이 식품위생관련 정책의 수립 시에 자문을 얻기 위하여 식품위생심의위원회(제42조)를 두도록 하고 이의 조직과 운영에 관한 사항을 정하도록 하였다(제43조).

자) 식품위생단체(법 제44조~54조)

식품위생의 궁극적인 발전은 영업자의 건전한 발전에 기초하여야 하므로 영업자의 이익대변 및 친목도모를 위하여 영업의 업종별로 동업자 조합을 설립, 운영(제44조~51조)할 수 있도록 하고 있다.

특히 식품공업의 발전 및 식품위생의 향상을 위해 한국식품공업협회(제52~54조)를 설립하도록 하였다.

차) 행정 제제(법 제55~65조)

식품위생법 및 관련 규정에 의해 설정된 사항은 국민의 보건향상을 위해 반드시 지켜져야 하며, 이와 같은 사항을 준수하지 아니한 경우에는 각종 행정처분을 하게 된다.

이와 같은 행정처분에는 시정명령, 폐기처분 등, 시설의 개수명령 등, 허가의 취소 등, 품목제조허가의 취소 등, 영업허가의 취소요청, 폐쇄조치, 조리사·영양사의 면허 취소가 있다. 이와 같은 행정처분은 영업의 승계자가

승계하도록 하고 있으나, 허가취소, 품목허가 취소 등의 행정처분을 하기 전에 처분대상자의 의견을 듣는 청문을 반드시 거치도록 하고 있다. 또한 시정이 가능한 사항에 대한 행정처분에 대하여는 행정처분 대신으로 과징금(제65조)으로 납부할 수 있도록 처분대상자의 편이를 제공하고 있다.

카) 보칙

상기한 사항 이외에 식품위생법에서는 식품위생의 확보를 위해 필요한 사항을 규정하고 있다.

(가) 국고보조(제66조) : 식품위생의 발전에 필요한 사업에 대해 보건복지부장관·식품의약품안전청장은 예산의 범위 안에서 국고를 보조할 수 있다.

(나) 식중독에 대한 조사보고(제67조) : 식중독의 재발방지 및 예방을 위한 정책 수립을 위해, 식중독 발생 시는 보건복지부장관·식품의약품안전청장에게 보고하도록 규정하고 있다.

(다) 식품진흥기금(제71조) : 식품위생 및 국민영양 수준 향상을 위하여 필요한 사업을 수행할 재원마련을 위해 식품진흥기금조성 및 사용방법을 규정하고 있다.

(라) 위임(제72조) : 식품위생법에 대한 모든 권한은 보건복지부장관·식품의약품안전청장에 있으나, 행정 집행상의 효율화와 민원소지의 제거를 위해 권한의 일부를 지방자치단체장에게 위임할 수 있도록 규정하고 있다.

타) 벌칙(법 제74~80조)

식품위생법 등에서 규정한 준수사항 중, 특히 위반 시 국민의 보건에 중대한 영향을 미칠 수 있는 사항에 대하여는 행정처분 대신 징역형 또는 벌금형에 처할 수 있도록 규정하고 있다.

파) 법규

(가) 5년 이하의 징역 또는 3천만 원 이하의 벌금

① 판매금지규정의 위반(4조)

② 병육판매금지 규정의 위반(5조)

③ 기준과 규격이 고시되지 않은 화학적 합성품의 제조, 판매(6조)

④ 유독·유해물질이 오염된 기구·용기, 포장의 제조, 판매(8조)

(나) 3년 이하의 징역 또는 2천만 원 이하의 벌금

① 기준과 규격에 맞지 않는 식품, 첨가물의 제조, 판매(7조)

② 기준과 규격에 맞지 않는 기구, 용기 포장의 제조, 판매(9조)

③ 수입신고를 하지 않고 식품, 첨가물, 기구, 용기, 포장을 수입했을 때(16조)

④ 영업의 제한 규정을 위반한 식품접객영업자(30조)

⑤ 폐기처분명령을 위반한 영업자(56조)

⑥ 영업정지명령을 받은 자가营业을 계속할 때(58조)

(다) 2년 이하의 징역 또는 1천만 원 이하의 벌금

① 식품위생관리인을 두지 않거나 식품위생관리인의 업무를 방해한 영업자(28조)

② 조리사를 두지 않은 식품접객 영업자와 집단급식소 운영자(34조)

③ 영양사를 두지 않은 집단급식소 운영자(35조)

(라) 1년 이하의 징역 또는 500만 원 이하의 벌금

(마) 1백만 원 이하의 과태료

4. 식품의 규격기준 및 첨가물 표시 문제

1) 식품의 규격기준

최근 식품관계 영업시설의 증가와 식품유통의 광역화에 따라, family restaurant 등 외식사업의 현저한 발전을 초래하고 있다. 또 식품의 제조, 가공기술이 고도화되어, 식품제조 기계류의 자동화가 진행됨에 따라, 다종다양한 가공식품이 풍부하게 시장에 출하하고 있다. 이와 같은 상황으로 볼 때 식품의 안전성을 확보하기 위해서는 식품의 제조, 보존, 운반 등의 모든 과정에서 위생적인 취급이 요구된다. 이를 위해서 각 식품에 대해 세균, 중금속 등의 성분 규격이나 제조 가공기준, 보존 및 유통기준 등이 정해져 있으며, 또한 식품첨가물이나 식품용의 기구 및 용기포장에 대해서도 기준이 정해져 관리되고 있다.

앞으로 새로운 문제에 대응해서 지속적인 식품 등의 규격기준 정비가 필요하며, 국제적인 경향 파악을 통한 대응도 뒤따라야 할 것으로 보인다.

2) 식품 첨가물과 표시

식품 첨가물은 식품의 대량생산, 유통 및 기호적 가치 향상을 위하여 반드시 필요한 물질이지만 잘못 사용으로 인한 피해도 생길 수 있어 엄격한 기준 및 규격을 통한 관리가 되고 있다. 현재 우리나라에서 식품에 사용할 수 있는 첨가물은 식품첨가물 공전에 수록된 367종과 국립보건원으로부터 자가규격을 받은 제품들로서 이들 첨가물을 사용하여 제조된 식품은 식품위생법 시행규칙 제5조에 의한 원료명 및 함량 표시기준에 따라야 한다. 이에 의하면 유가공품, 식육제품 등 9종은 원료함량 순위에 따라 5가지 이상의 원료명과 이 중 3가지 이상의 주요성분의 함량(백분율)을 표시하도록 하고 있고, 이외의 식품은 원료함량 순위에 따라 5가지 이상의 원료명을 표시하도록 하고 있으므로 사용한 식품첨가물이 상기 기준에 해당되면 이에 따라 표시하여야 한다.

그러나 합성감미료(사카린나트륨 등 4종), 합성착색료(식용색소 녹색 제3호 등 21종), 합성보존료(데히드로초산 등 15종), 산화방지제(디부틸히드록시톨루엔 등 9종), 표백제, 발색제(산성아황산나트륨 등 12종) 등은 사용함량에 관계없이 그 함유된 첨가물의 명칭과 용도를 표시하여야 한다.

3) 식품 공전, 식품첨가물 공전 및 자가규격기준

(1) 식품공전이란 무엇인가?

식품위생법상 식품관련 기준 및 규격은 제7조에 의거한 “국민보건상 필요하다고 인정하는 경우, 판매를 목적으로 하는 식품에 정한 제조, 가공, 사용 조리 및 보존방법에 대한 기준과 그 식품의 성분에 대한 규격” 제9조에 의한 기구, 용기 및 포장에 대한 규격 제10조에 의한 표시기준에 의거하고 있다.

식품공전이란 식품과 기구 및 용기 포장에 대한 기준 및 규격 중에서 보사부장관이 정하는 고시사항과 제10종 1항의 표시기준 중 관련사항을

수록한 책이다.

(2) 식품첨가물이란 무엇인가?

품질을 좋게 하고, 식품의 보존성과 기호성을 향상시키며, 영양가치도 높이는 등의 목적을 달성하기 위하여 인위적으로 첨가하는 물질을 식품첨가물이라고 부른다.

예) 맛을 좋게 하기 위하여 첨가하는 감미료, 조미료, 산미료

색깔을 나타나기 위하여 첨가하는 착색료

냄새를 좋게 하기 위하여 첨가하는 착향료

보존성을 높이기 위하여 첨가하는 방부제(보존료)

산패를 방지하기 위하여 첨가하는 산화방지제

(3) 자가기준 및 규격이란 무엇인가?(식위법 제7,9조, 시행규칙 제4조)

공정규격이 제정되지 아니한 식품 등에 대하여는 그 제조, 가공업 또는 수입업자가 그 제품에 대한 기준과 규격을 정하여 식품검사기관의 검사를 거쳐 보건복지부장관의 인정을 받도록 하는 것이 “자가기준 및 규격”제도이다. 법적으로 공정규격과 같이 효력을 갖고 영업자는 그 기준에 맞게 제조, 가공, 보존하여야 하며 성분도 적합해야만 판매할 수 있다.

* 자가기준, 규격대상 제품(즉, 공전에 수록되지 않은 식품)

(4) 식품첨가물의 용도별 구분

사 용 목 적	용 도		품목수	예
식품의 맛을 증진시키거나 조직감 등을 향상	맛 증진	조미료 산미료 감미료	6 18 8	L-글타민산나트륨 등 구연산, 빙초산 등 삭카린, 나트륨 등
	호료		22	구아검, 산탄검 등
식품의 부패 변질방지	보존료 살균제 산화방지제		15 4 9	안식향산, 소르빈산 등 표백분 등 디부틸히드록시톨루엔 등
식품의 영양 가의 유지 및 향상	강화제	아미노산류 비타민류 칼슘염류 금속염류	15 28 11 12	L-트레오닌 등 비타민 B ₂ 등 염화칼슘, 탄산칼슘 등 구연산철, 인산철
식품의 색깔, 향의 증진	타르 색소 기타 합성 착색료 표백제 발색제 착향료		20 11 6 4 85	식용색소 적색3호, 녹색3호 등 수용성안나토, 동클로로필린나트륨 등 과산화수소, 무수아황산 등 아질산나트륨, 황상제일철 등 개미산게라닐 등
식품의 제조 가공 시 필요 한 것	팽창제 유화제 밀가루 개량제 피막제 소포제 용제 및 추출제 여과제 이형제 겉기초제 기타		11 9 6 2 1 3 8 1 5 46	황산알루미늄칼륨 등 레시틴, 폴리소르베이트 등 브롬산칼륨, 염소 등 초산비닐수지 등 규소수지 글리세린, 핵산 규조토, 산성백토 등 유동파라핀 석유왁스 등 인산염 등

4) 식품 등의 기준 및 규격 해설

(1) 총칙

가) 표준온도는 20 ℃, 상온은 15~25 ℃, 실온은 1~35 ℃, 미온은 30~40 ℃, 찬물은 15 ℃ 이하, 온탕은 60~70 ℃, 열탕은 100 ℃임

나) 감압은 15 mm·Hg 이하, 증류수 20방울의 무게는 약 1 g임

다) ‘약’이라고 하는 것은 기재량의 90~110 %의 범위임

(2) 일반식품 성분규격

가) 비소는 고체식품과 조미식품은 1.5 mg/kg 이하, 액체식품은 0.3 mg/kg 이하일 것

나) 중금속은 따로 규정이 있는 것을 제외하고는 10 mg/kg 이하일 것

다) 항생물질, 합성항균제, 합성호르몬제는 잔류허용기준을 넘지 않을 것

라) 비위생적인 이물을 함유하지 않을 것

마) 타르색소를 사용하지 않아야 되는 식품은 면류, 김치류, 다류(분말 청량음료는 예외), 단무지(식용황색 4호는 예외), 생과일주스, 목류, 젓갈류, 천연식품(식육, 어패류, 야채류, 과일 등), 벌꿀, 조미식품(장류, 식초, 소스, 케첩, 카레, 후춧가루, 고춧가루, 실고추에 한함), 식육제품(소시지는 예외), 어육연제품(어육소시지는 예외), 식용유, 마가린, 버터, 클로렐라, 효소식품, 식빵, 마말레이드, 잼, 유가공품(아이스크림과 가공유는 예외)

바) 식육과 식육제품에는 결핵균, 탄저균, 불루셀라균이 검출되지 않을 것

사) 모든 식품에서는 식중독균인 살모넬라균, 황색포도상구균, 장염비브리오균, 크로스트리디움균, 리스테리아균 등이 검출되어서는 아니 된다.

(3) 기타 일반규격

가) 콩나물의 수은 함량은 Hg로서 0.1 mg/kg 이하일 것

나) 식품용 방사선은 ^{60}Co 감마선에 한하며, 발아 억제, 살충, 살균, 숙도조절의 목적에만 사용된다.

다) 인공감미료를 사용해서는 아니 되는 식품은 식빵, 잼, 당류, 엿류, 벌꿀, 이유식, 캔디류(삭카린만 사용 못함)

(4) 세균 수에 관한 규격

가) 음성 : 통조림 식품, 멸균우유, 멸균두유, 조제우유

나) 100 이하/ml : 탄산음료, 과채류음료, 인삼음료, 인삼농축액, 액상차, 식용얼음류, 보리차

다) 200 이하/ml : 수족관물

라) 3,000 이하/ml : 빙과류, 분말청량음료

마) 10,000 이하/g : 난가공품

바) 30,000 이하/ml : 유음료

사) 40,000 이하/ml : 우유, 저지방유, 유당분해우유, 가공유, 산양유, 농축우유, 가당연유, 분유류, 조제분유

아) 50,000 이하/ml : 아이스밀크, 샤베트, 아이스크림분말류, 두유, 냉면육수

자) 100,000 이하/ml : 아이스크림, 개숫물

(5) 대장균 수에 관한 규격

가) 음성 : 멸균유, 멸균두유, 가당연유, 탄산음료, 과채류음료, 인삼음료, 인삼농축액, 액상차, 유산균음료, 발효유, 이유식, 마요네즈, 케첩, 치즈, 버터, 마가린, 식육제품, 어육연제품, 분유, 조제분유, 아이스크림분말, 분말청량음료, 행주, 칼도마, 식기류

나) 100 ml에 음성 : 냉면육수, 개숫물, 수족관물

다) 50 ml에 음성 : 식용얼음류 보리차

라) 10 이하/ml : 아이스크림, 아이스밀크, 샤베트, 빙과류, 우유, 저지방유, 유당분해우유, 가공유, 산양유, 농축우유, 유음료, 두유, 난가공품

(6) 보존료 및 허용식품

가) 프로피온산나트륨, 프로피온산칼슘 : 식빵, 빵, 케이크

나) 소르빈산, 소르빈산칼륨 : 된장, 고추장, 춘장, 케첩, 잼, 어육연제품, 식육제품, 젓갈류, 팔랑금류, 유산균음료

다) 데히드로초산, 데히드로초산나트륨 : 버터, 마가린, 치즈

- 라) 안식향산, 안식향산나트륨 : 과채류음료, 탄산음료, 혼합음료
- 마) 파라옥시안식향산에틸(프로필, 이소프로필, 부틸, 이소부틸) : 간장, 식초, 과채류음료, 캡슐류
- 바) 파라옥시안식향산부틸 : 탁주, 약주, 청주, 과실주

(7) 건강보조식품

- ① 정제어류 가공식품 : 뱀장어류 가공식품, 에이코사펜타엔산 및 도코사헥사엔산 함유식품
- ② 로얄제리 가공식품 ③ 효모식품
- ④ 화분가공식품 ⑤ 스쿠알렌식품
- ⑥ 효소식품 ⑦ 유산균식품 : 유산균발효유, 유산균음료
- ⑧ 조류식품 : 클로렐라식품, 스피루리나식품
- ⑨ 감마리놀렌산식품 ⑩ 배아가공식품 : 배아유식품, 배아식품
- ⑪ 레시틴 가공식품 ⑫ 옥사코사놀식품
- ⑬ 알콜시글리세롤식품 ⑭ 포도씨유식품
- ⑮ 식품추출물 발효식품
- ⑯ 단백질식품류 : 단백질식품, 단백질분해식품, 뮤코다당·단백식품
- ⑰ 엽록소함유식품 ⑱ 버섯가공식품
- ⑲ 알로에식품 ⑳ 매식추출물식품
- ㉑ 갈슘함유식품 ㉒ 자라가공식품
- ㉓ 베타카로틴식품 ㉔ 키토산가공식품
- ㉕ 프로폴리스식품

(8) 각 식품의 주요 규격

- ① 빵 및 떡류 : 수분 10 % 이하, 산가 2 이하, 과산화물가 40 이하
- ② 국수 : 수분 13 % 이하, 회분 6 % 이하
- ③ 인스턴트면류(라면) : 수분 10 % 이하, 산가 3 이하, 과산화물가 30 이하
- ④ 이유식 : 수분 10 % 이하, a 화도 80 이상
- ⑤ 두부 : 회분 7 % 이하, 중금속 3 ppm 이하

- ⑥ 벌꿀 : 수분 21 % 이하, 전화당 65 % 이상, 자당 7 % 이하
- ⑦ 간장 : 총 질소 0.8 % 이상, 순액기스 9 % 이상
- ⑧ 된장 : 조단백질 8 % 이상, 아미노산성질소 160 mg% 이상
- ⑨ 식초 : 총 산 4 % 이상
- ⑩ 식육제품 : 아질산근 0.07 g/kg 이하, 휘발성 염기질소 20 mg% 이하
- ⑪ 버터 : 유지방 80 % 이상, 산가 2.8, 낙산가 20 ± 2 , 수분 18 % 이하
- ⑫ 아이스크림 : 유지방 6 % 이상, 무지유고형분 10 % 이상
- ⑬ 우유 : 유지방 3 % 이상, 무지유고형분 8 % 이상, 산도 0.18 % 이하, 포스파타제음성
- ⑭ 농후발효유 : 무지유고형분 8 % 이상, 유산균수 1×10^8 /ml 이상
- ⑮ 발효유 : 무지유고형분 3 % 이상, 유산균수 1×10^7 /ml 이상
- ⑯ 유산균음료 : 무지유고형분 3 % 이하, 유산균수 1×10^6 /ml 이상
- ⑰ 청량음료(과채음료, 탄산음료) : 납 0.3 ppm 이하, 카드뮴 0.1 ppm 이하, 주석 150 ppm 이하
- ⑱ 통조림식품 : 주석 150 ppm 이하(산성통조림 식품은 주석 250 ppm 이하)
- ⑲ 과실주, 포도주 : 메탄올 1 mg/ml 이하, 퓨젤유 0.12 % 이하
- ⑳ 백설탕 : 수분 0.3 % 이하, 당도 99 % 이상, 중금속 5 ppm 이하
- ㉑ 잼 : 총 당 55 % 이상
- ㉒ 대두유, 팜유, 야자유 : 산가 0.2 이하

5. 부정·불량 식품

1) 정의

부정식품은 허가를 받지 않고 생산, 판매한 것을 말하며, 불량식품은 생산된 제품이 상한 상품, 유독·유해물질이 함유된 상품, 불결한 상품과 상품 표시함량에 성분이 과다하게 적거나 많은 것 등을 말한다.

2) 부정 불량식품의 의의

부정식품류는 야채, 곡류, 콩나물 등에 유해성 물질의 함유 여부나, 참

기름, 벌꿀 등과 같은 천연식품의 변조 여부 및 불량가공식품의 인체에 유해성 여부 등이 법화학분야에서 취급된다.

즉 야채, 곡류, 콩나물 등에 유해성인 농약을 안전사용 기준을 무시하고 사용하여 수확할 경우 그의 유해성물질 함유 여부라든가, 참기름, 벌꿀 또는 양주 등에 값이 싸며 외관이 유사한 물질을 혼합하여 제조 판매 또는 사용되었을 경우에 그들의 진위 여부를 판별하기 위하여 이들 식품류가 증거물로 취급되는 경우가 많다. 이들의 진위 여부는 증거물과 대조할 수 있는 진품과 비교 시험을 하여 그의 주성분이나 특이성분을 확인 및 정량함으로써 판정할 수 있다.

또한 부정 가공식품의 인체에 대한 유해성 실험은 물엿이나 식초류에 함유될 수 있는 포름알데히드, 고춧가루 같은 색상을 가진 식품에서 식용 불허용 타르색소 혼합 여부, 간장류 등에서 비소를 측정하는 것 등이 있다.

이러한 물질은 제조과정에서 혼합이 가능한 독물들이다. 즉 간장은 제조과정에서 염산을 사용하는데 비소를 함유한 불량염산을 사용함으로써 간장에서 비소가 혼합되었던 예가 있었다.

가공식품이 물의를 일으켰던 것으로는 이웃나라 일본에서 1955년 여름 모리나가 분유회사에서 제조된 분유를 복용하던 유아 1만2천여 명이 중독 증상을 일으켰으며, 그중 130여 명이 사망하여 사회적 문제를 야기한 일도 있었다. 이는 분유의 산도를 일정하게 유지하기 위하여 첨가한 일산일수소나트륨이 엄밀하게 정제되지 않아 비소를 함유한 조제품이 사용되었기 때문으로 밝혀졌다.

이러한 경우의 증거물로는 사체 내장물인 위내용물, 혈액, 각 장기 외에도 완제품인 분유 및 제조과정 중에서 사용된 모든 첨가물에 대하여도 실험함으로써 유해성 물질이 유래된 경로를 판별할 수 있다.

3) 인공착색료

천연의 농수산물은 고유의 색을 가지고 있으나 그 색이 변색, 퇴색하여 기호적 가치를 상실하므로 인공적인 색소 즉 착색료를 이용하여 천연색을

보완·미화하여 소비자의 기호를 끌려고 사용하며, 현재 허가되어 있는 Tar 색소는 15종으로 되어 있다.

(1) 시험용액 조제

가) 수용성 색소

① 모사에 의한 분리법 - 염기성 색소, 산성 색소

② Sep-pak C18 카트리지에 의한 포집법

나) 유용성 색소

① 용매에 의한 분리법

(2) 확인시험

가) 박층크로마토그래피법

나) 흡수스펙트럼측정법

다) 고속액체크로마토그래피

- ※ 1. 고춧가루 : Sudan I (oil orang R). Sudan IV(Scarlet Red)
2. 단무지, 과자, 면류, 카레 ⇒ 아루라민 (황색 auramin 황색)
3. 생선묵, 과자, 도마토케찹 ⇒ 로다민 - B(rhodamin - B)
4. 시중에 시판되는 생선

4) 꿀

(1) 꿀이란?

꿀이란 꽃꿀과 꽃 또는 식물의 분비물이나 식물에서 발견되는 물질들을 꿀벌들이 모아서 변화시키는 특정한 성분과 결합시켜 벌집에서 익혀 저장한 것이다. 이 물질들은 점조성을 지니고 있으며, 액체화할 수도 있고 결정화할 수도 있다.

(2) 벌꿀의 역사

(3) 벌꿀의 특징 및 성분 규격기준

(4) 인조꿀이란?

(5) 이성화당이란?

(6) 벌꿀 진위에 대한 그릇된 상식

5) 로알제리

(1) 로알제리란 : 로알제리(royal jelly)는 어린벌이라고 불리는 태어난 지 12일 이전의 젊은 일벌들이 인두선에서 생산하는 물질이다. 색깔은 유백색으로 젓과 같으며 끈끈한 크림 즉 젤리 모양으로 되어 있다.

(2) 로알제리의 특성과 성분

(3) 가짜 로알제리

가) 봉교 (propolis)

나) 꽃가루 (pollen)

6) 유지류 시험법 (동·식물유)

(1) 추출 :

가) 물리적인 것 : 물리적으로 분석

나) 화학적인 것 : 에테르, 석유에테르, 헥산 등으로 추출

(2) 정제

가) 시료가 심하게 오염된 것

나) 가스크로마토그래피로 기름의 종류를 식별할 경우

(3) 유지의 비누화에 의한 성분분리

가) 대상 : 일반동식물유

나) 시액

다) 성분분리

(4) 가스크로마토그래피 (gas Chromatography법)

가) 구성지방산을 GC로 분석

나) 물비누화물 조성을 GC로 분석

다) 글리세라이드 조성을 GC로 분석

※ 1. 육상동물 유지와 지방산 조성

2. 식물유 불비누화 및 지방산 조성

3. 동식물유 감정, 식물유 종류 및 진위 여부 감정

4. 특히 가짜 참기름 진위 여부

7) 양주의 진위 여부 판정

양주류의 대중화에 따른 수요 증가로 인해 저급 양주 등을 혼합하여 제조한 불법의 변조된 양주의 생산과 판매가 근절되지 않고 있으므로 국내 및 외국산 양주류에 대한 불신을 유발시키는 일이 종종 발생하곤 한다. 따라서 국내에서 유통판매 되고 있는 각종의 국산 및 외국산 양주류에 대해 가스크로마토그래피(GC)를 이용하여 고급 알코올을 중심으로 한 그 품질 특성과 타입(type)을 확립함으로써 변조된 양주의 진위 여부 등을 보다 신속·정확하게 판정하고자 하였다.

당 연구소에서 국내양주 14종 및 외국양주 57종에 대하여 그 품질 특성과 타입을 확립하였다.

◇ 내용

일선 관서에서 의뢰된 각종의 국산 및 외국산 양주류는 식품공전의 주류 시험항 중 양주(위스키 및 브랜디) 규격기준에 적합하였으나 당 연구소에서 확립한 시험법인 양주의 숙성 과정 중에 원료물질에서 생성되는 3종의 고급 알코올인 노르말프로판올(n-propanol), 이소부판올(iso-butanol) 및 이소아밀 알코올(iso amylalcohol)을 지표 성분으로 활용하여 진위 여부를 판정한바 양호한 결과를 얻을 수 있었고 다음의 결과는 최근에 의뢰되었던 증거물(강동경찰서 : 1993. 4. 26. 형사 61110 - 502)의 분석치로서 본 증거물은 국내산 일반 증류주인 올드(old)를 사용하여 변조한 위조물로 판정할 수 있었음.

표 4. 증거물과 제시된 표준품인 올드와 썸씽스페셜의 고급 알코올 함량

(단위 : ppm)

시험항 / 증거물	증거물	올드 표준품	썸씽스페셜 표준품
1) 노르말 프로판올	89	91	335
2) 이소 부탄올	50	50	381
3) 이소아밀 알코올	134	138	423

◇ 효과

이외에도 이 방법에 따라 서울지방경찰청이 남대문 수입상가 등에서 수거 의뢰한 각종의 외국산 양주 및 속초경찰서에서 의뢰한 국내산 특급 위스키인 페스포트 등을 분석하여 그의 진위 여부를 신속·정확하게 판정할 수 있었으므로 이 방법은 향후 가짜양주 판별에 가장 확실한 실험법이 될 것임.

8) 건강보조식품

최근 국민 생활수준이 상승되면서 영양과다에 따른 문제점과 건강증진에 대한 욕구가 상승되고 있다. 따라서 여러 가지 방법이 있지만 그들 중 건강보조식품의 섭취에 의한 질병퇴치와 건강증진 욕구가 급팽창하고 있으며, 우리나라 국민들의 그러한 욕구의식은 세계의 어떤 나라 국민보다도 강하다는 것이 입증되고 있고, 이에 따른 건강보조식품의 생산판매도 종류와 수량적인 면에서 폭증하고 있다.

건강보조식품에는 주로 식품류가 주성분이지만 소량의 생약재가 함께 첨가되는 경우가 많고, 건강식품의 섭취에 따른 신체의 이상현상(예:알러지)에 의하여 건강이 악화되는 경우도 빈번하며, 성분함량의 정직성, 인체유해성분(식품첨가물, 유해중금속), 효능에 대한 과대광고 등의 문제성이 자주 대두된다. 이들 중 성분함량의 정직성에 대해서는 확인시험이 되지 않는 경우가 대부분이므로 의뢰 전에 해당 부서로 질의 후 의뢰하는 것이 바람직하다.

9) 부정·불량 식품의 식별요령

제품별 분류	식별 방법
무허가 제품	·상품에 아무런 표시가 없음(제조업소명, 소재지 등) ·등록 또는 특허 허가출원 중이라는 등 애매한 표시 ·허가관청 이외의 기관으로부터 허가를 받았다는 내용의 표시 ·가격이 동종의 타제품보다 현저히 저렴하거나 고가임
허가 제품의 변조 및 위조품	·겉모양이 거의 비슷하나 자세히 살펴보면 내용물이 다름 ·맛, 냄새, 색깔 등이 원품과 다름 ·주성분의 함량이 지나치게 적음 ·표시된 기호나 도안, 문자 등이 원품과 차이가 남 ·제품의 명칭 및 제조회사명이 비슷함 ·포장지의 제조일자에 스티커 등으로 제조일자 유통기한을 다시 부착
유해물질 사용제품	·색깔이 유난히 짙거나 고옴 ·이취가 남
건과류	·강한 향기를 냄 ·곤충이 침식한 흔적이 있음
당류	·소분되어 포장판매 ·직사광선에 노출되어 보관 ·개미 등 곤충이 들어가 있음
유과류	·기름 찼은 냄새가 나고 변질됨 ·포장상태가 불완전함
아이스크림류	·색깔이 유난히 빛나고 이상한 냄새와 맛이 남 ·제품이 녹았거나, 녹았다가 다시 냉동된 흔적이 있음
면류	·건조면류일 경우 습기가 있는 제품(곰팡이 발생) ·소분포장된 제품
인스턴트 면류	·포장지에 미세한 구멍이 있음 ·라면 스프가 찼은 것
다류	·일차류의 경우 찻잎에 이물질이 혼입되어 있음 ·제품별 고유의 향미가 없음 ·제품이 굳어 있음
청량음료	·타사 용기를 사용한 제품 ·마개에 녹이 슬거나 개봉된 제품 ·분유 또는 침전물 등 이물질이 혼입되어 있음 ·탄산음료의 경우 탄산가스를 주입하지 않은 제품
특수영양식품	·영양성분명과 함량을 다르게 표시 ·먹는 방법과 제품의 단위 중량당 포함된 열량 및 영양분 미표시

제품별 분류	식 별 방 법
건강보조식품	·“건강보조식품” 미표시 식품 ·제품검사 합격증지가 부착되지 않은 제품 ·특정질병 표시 및 광고 ·의약품으로 오인할 우려가 있는 표시 및 광고
장류	·곰팡이가 피어 있음 ·고유의 색택과 향미가 있어야 함
식초	·양초식초의 경우 담홍색 또는 담갈색으로 투명하여야 함 ·합성식초의 경우 무색투명하여야 함 ·소분하여 판매할 수 없음
유가공품	·다른 맛이나 냄새가 남 ·지나치게 묽음(우유) ·표면에 곰팡이 및 기타 착색물이 있음 ·응고되어 있음 ·냉장보관되어 있지 않고 상온에 보관
식육제품	·부패, 변질되었거나 이상한 냄새가 남 ·혼탁한 물기가 고여 있음 ·모양이 변형되어 있음 ·밀봉되어 있지 않고 개봉됨 ·겉포장(케이스)과 내용물이 분리되어 있음
어육제품	·맛살류 제품은 그 특정성분이 35 % 미만일 경우 특정 성분과 관련된 그림이나 사진을 표시할 수 없음 ·고기뼈 등이 혼입되거나 포장상태가 불량함 ·직사광선에 노출되어 진열 보관
통조림병	·깡통이 녹이 슬어 부식되었거나 부풀어 있음 ·깡통을 재생한 흔적이 있음 ·부풀어 있는 뚜껑을 손으로 눌러도 원형으로 돌아가지 않음 ·두드릴 때 둔탁한 소리가 남 ·표시된 원재료명과 내용물이 다른 제품
두부류	·운반용 위생상자를 사용하는 경우에는 그 상자에 업소명, 소재지 영업허가번호, 중량을 표시하여야 함 ·탄력성이 없으며 붉은 색깔이 남 ·이물질이 혼입됨 ·색소를 사용한 제품
식용유지	·색깔이 불투명하거나 암갈색임 ·기름에 층이 생김 ·경성유지인 경우 녹아 있는 등 원형이 변질된 제품 ·동물성유지와 식물성유지가 혼입된 제품

Ⅲ. 시험방법

1. 독물에 의한 중독

- 1) 육안검사
- 2) 이화학적 검사
- 3) 기기분석

2. 부정·불량식품

- 1) 인공착색료, 꿀 및 로얄젤리 : 식품공전시험법에 의함
- 2) 양주 등 주류 : NISI-DTD-101 시험법에 의함
- 3) 유지류 : NISI-DTD-102 시험법에 의함

Ⅳ. 감정물 채취요령

1. 검체 채취의 의의

일반적으로 검체를 채취하여 검사기관에 의뢰하고 그 결과에 따라 필요한 조치를 취하기 위해 행위가 이루어진다. 그러나 검사기관에서 실시하는 시험은 어디까지나 검출된 검체 자체에 대한 성적을 얻는 것이며 반드시 검사대상의 전체식품 등에 대한 추정평가를 하는 것은 아니다. 그러나 실제로는 검사결과에 따라 조치가 이루어지는 것이므로 검체의 채취, 취급, 시험 및 조치는 반드시 일관성을 유지하여야 한다.

따라서 검체를 채취하여 검사기관에 감정의뢰하는 것은 중요한 의의를 가지므로 검체의 채취자는 채취의 목적과 채취 및 취급방법 등에 대하여 충분한 지식을 가지고 이를 정확히 실시하여야 한다.

2. 검체의 채취 방법

검체를 채취함에 있어서는 검사목적, 대상식품의 종류, 상태, 전체의 수량, 균질 여부, 발취 방법 등을 충분히 고려하여 업무를 처리하여야 한다.

1) 검사대상식품이 불균질할 때

이 때에는 외관 및 기타 상황으로 판단하여 이상이 있는 것 또는 의심스러운 것을 발취하여 검체로 한다.

2) 균질, 불균질과 검사항목

검체의 균질, 불균질은 검사항목에 따라 달라진다. 예를 들면 어떤 검사대상식품의 선도판정에 있어서는 그 식품이 불균질하더라도 이에 함유된 첨가물 등의 성분은 균질하다고 보아야 한다.

3) 미생물학적 검사를 요하는 검체

(1) 이때의 검사대상식품은 잘 섞어서 균질하게 하여 검체를 채취하여야 한다.

(2) 검사대상 검체는 부득이한 경우를 제외하고는 적절한 방법(냉장)으로 보관 또는 유통 중에 있는 것을 채취하여야 한다.

4) 포장된 검체

소형의 깡통, 병, 상자 등의 용기에 넣어진 것은 그 용기 하나 하나를 최저 검사단위로 하되 대형의 용기에 넣어진 것은 내용물을 충분히 균질화 한 후 그 일부를 채취한다.

5) 동일한 검체의 취급

제조연월일 또는 제조번호 등의 표시가 동일한 것을 하나의 검사대상으로 하고 이와 같은 표시가 없는 것은 품종, 제조회사, 기호, 수출국, 수출

년월일, 도착년월일, 적재선, 화차, 포장형태 및 외관 등의 상태를 잘 파악하여 그 식품의 특성 및 검사목적에 고려하여 가능한 동일한 검체를 채취한다.

3. 채취된 검체의 취급상 주의

1) 표시기재

채취한 검체에 검체명, 검체장소 및 수량 등을 기재할 때에는 지워지지 아니하도록 표시하여야 하며, 또 시험에 필요한 참고사항이 있으면 함께 기재한다.

2) 포장

용기가 포장에 들어진 것은 운반 중 파손 또는 오염되지 아니하도록 주의하고, 용기가 포장에 들어지지 아니한 것은 검체의 수송 운반에 편리하고 운반 중에 건조, 흡습, 오염, 부패, 손실 등이 없도록 검체의 종류, 형상 및 검사목적에 따라 적합한 것을 사용하여야 한다.

3) 미생물학적 검사용 검체의 운반

(1) 부패, 변질 우려가 있는 것 - 무균적으로 채취하여 무균 운반용기에 넣어 저온($0\sim5^{\circ}\text{C}$)을 유지하면서 최단시간 내에 검사기관으로 운반하여야 한다.

(2) 부패, 변질의 우려가 없는 것 - 반드시 저온에서 운반할 필요는 없으나 2차 오염을 방지하기 위하여 밀봉, 밀폐 또는 파손 등에 유의해야 한다.

4) 얼음 등을 사용할 때의 주의

저온을 유지하기 위하여 얼음 등을 사용할 때에는 2차 오염이 없도록 얼음이나 그 녹은 물이 검체에 직접 접촉되지 않도록 하여야 한다.

5) 증거물의 채취량

식품의 종류	수거량	비 고
인스턴트면류, 물엿, 벌꿀, 간장, 식초, 케찹, 식육제품, 어육연제품, 청량음료, 얼음, 식용유 처리식품, 청주, 합성청주, 인삼드링크, 인삼과자류	600 g (㎖)	① 검사에 필요한 시험재료(검체)는 세균 검사항목이 없는 때에는 3개, 세균검사 항목이 있는 때에는 6개, 통조림 식품은 6개를 수거하여야 한다. 다만, 용기에 넣어지지 아니 하였다거나 포장되지 아니한 경우 또는 포장단위가 커서 3개 이상을 수거하기 어려운 경우에는 수거량을 고려하여 필요한 양을 위생적으로 소분하여 수거할 수 있다. ② 2개 이상을 수거하는 경우에는 그 용기 또는 포장과 제조월일이 같은 것이라야 한다. ③ 수거량은 검체의 개수별 중량 또는 용량을 모두 합한 것을 뜻한다.
국수, 건빵, 두부, 전분, 마요네즈 고춧가루, 후춧가루, 카레, 치즈 쇼트닝유, 두유제품, 아이스크림 (분말) 및 빙과류, 유산균음료, 다류식품, 크림, 연유, 분유, 발효 우유음료, 기타 인삼제품 (인삼드링크, 인삼 과자를 제외한다)	200 g (㎖)	
기타 식품	400 g (㎖)	
규격, 기준 적부 시험	고체 : 100 g 액체 : 500 g (㎖) 기체 : 1 Kg 다만, 과산화수소, 구연산, 백도토, D-소르비톨 수산화나트륨, 젤라틴 및 면류첨가 알칼리제는 200 g (ml)	
비소 , 중금속	50 g (㎖)	

그 외 필요한 내용에 대하여는 해당검사기관 관련실과 협의한다.

4. 식품감정사례

1) 감정사례 1

(1) 일산화탄소 : 젊은 남녀가 늦가을 추운 날씨에 야영장에서 텐트를 밀봉한 후 텐트용 가스등을 켜놓고 취침하다 일산화탄소 중독으로 2명 모두 변사

(2) 황화수소 : 대형 정화조나 식품 저장탱크를 청소하려고 방독면을 착용하지 않고 들어가서 쓰러지면, 구조하려고 들어간 사람도 연속적으로 쓰러져 사망, 자주 발생하는 사건임 - 주의를 요함

2) 감정사례 2

(1) 메탄올 : 1996년 충주에서, 부친의 회갑잔치를 준비하던 아들(갓 군제대-의무병 출신)이 화공상에서 소독용 에탄올을 구하여 감미료, 색소 등을 구입하고 집에서 소주를 제조하여 하객들에게 대접. 화공상에서 소독용 에탄올에 값싼 메탄올을 섞어서 판매 - 3명 사망, 다수 입원치료.

3) 감정사례 3

(1) 납, 수은 : 1994년 평택에서, 개 사육농장의 개 50마리가 서서히 집단폐사. 다시 50여 마리를 구하여 사육하였으나 모두 서서히 폐사. 감정의뢰되어 감정결과 폐에 납 및 규사가 다량 검출되어 사망을 추정하였다. 조사결과 사육장 옆 자동차 도색공장의 페인트 먼지가 원인 - 소송 후 승소

4) 감정사례 4

(1) 보툴리누스 : 2000년 7월 포천 일대 소 사육농장의 소가 약 50여 마리 집단폐사. 원인 확인결과 노원구청에서 음식물 쓰레기를 사료화하여 저가로 공급, 내용물 중 오래된 육류 통조림에서 보툴리누스균이 발생 성장하여 많은 독소가 발생됨.

5) 감정사례 5

(1) 복어 요리 먹고 사망 - 다수(연평균 5~6건)

(2) 두꺼비 - 2002년 3월, 화곡동에서 두꺼비알을 황소개구리알로 오인하여 알을 생식한 1명은 사망, 알을 튀겨먹은 2명은 복통 설사, 병원 치료 후 회생

6) 감정사례 6

(1) 석충 - 2000년 8월 강남에서 히말라야산 석충을 커피 잔 1잔 정도 복용 후 복통을 호소하여 병원에 후송하였으나 사망 - 주의 요망

7) 감정사례 7

(1) 삭카린 - 2002년 11월 시중 유통되고 있는 막걸리에서 사용이 허가되어 있지 않은 인공감미료인 삭카린이 검출됨

8) 감정사례 8

(1) 타르색소 - 2003년 1월 경기도 광주시에 있는 '맛내는 사람들'에서 원산지 허위표시 및 타르색소를 첨가하여 고춧가루를 제조한다는 첩보에 따라 감정의뢰한 사건. 감정결과 공업용 왁스, 화장품 및 비누 등에 사용되는 공업용 색소인 수단 I 과 수단Ⅲ 검출됨

제6편 마약류 감정

- 제1장 마약류의 개론 및 소변에서 마약류의 감정
- 제2장 압수품 및 모발에서 마약류의 감정
- 제3장 환각성 흡입제류 감정

제1장 마약류의 개론 및 소변에서 마약류의 감정

I. 마약류의 개론	287
1. 정의	287
2. 마약류의 종류	288
3. 마약류 검출을 위한 생체시료의 비교	299
II. 소변에서 마약류의 감정	302
1. 감정의 의의	302
2. 마약류의 감정방법	303
3. 증거물로서 소변 채취 시 주의사항	306
III. 주요 감정사례	308
IV. 참고문헌	310

제2장 압수품 및 모발에서 마약류의 감정

I. 압수품에서 마약류의 감정	311
1. 압수품의 종류	311
2. 압수품 채취요령	311
II. 모발에서 마약류의 감정	312
1. 모발감정의 의의 및 방법	312
2. 모발 채취 요령	315
III. 주요 감정 사례	316
IV. 참고문헌	318

제3장 환각성 흡입제류 감정

I. 환각성 유기용매류	320
1. 개요	320
2. 종류	321
3. 감정방법	322
4. 증거물 채취 요령	322
5. 감정사례	324
II. 부탄가스류	325
1. 개요	325
2. 종류	325
3. 감정방법	326
4. 증거물 채취요령	327
5. 감정사례	328
III. 환각성 유해화학물질과 관련 증거물 의뢰 시 주의사항	329
IV. 참고문헌	330

제1장 마약류의 개론 및 소변에서 마약류의 감정

I. 마약류의 개론

1. 정의

마약(痲藥 : narcotic)은 미량으로 강력한 진통작용과 마취작용을 일으키고 습관성(habituatation)이 크고 탐닉성(耽溺性 : addiction)과 내성(耐性 : tolerance)이 있어 계속 사용하다 중단하면 금단(禁斷)증상 등이 나타나는 중독성이 강한 약물을 일컫는다.

이러한 마약의 위험성으로 국가마다 마약의 복용, 매매 등을 법으로 규제하고 있다. 우리나라는 마약법, 향정신성의약품관리법, 대마관리법으로 분리하여 규제하던 것을 하나로 묶어 마약류관리에관한법률(2001년 1월 12일 법률 6146호)을 제정하여, 마약의 불법소지, 불법사용, 제조, 매매 등의 행위 등을 처벌하여 약물의 오·남용으로 인한 보건상의 위해를 방지하고 있다. 마약류관리에관한법률에서 정하는 마약류는 아래와 같다.

(1) 마약

- ① 양귀비: 파파베르 숨니페룸 엘, 파파베르 세티게룸 디·시
- ② 아편: 양귀비 액즙을 응결한 것과 이를 가공한 것 (의약품으로 가공한 것은 제외)
- ③ 코카엽(葉): 코카관목(에리드록시론 속의 모든 식물 포함)의 잎 (단, 에크고닌·코카인·에크고닌알칼로이드를 모두 제거한 잎은 제외)
- ④ 양귀비·아편·코카엽에서 나오는 모든 알칼로이드 중 대통령이 정하는 것 (예: 아편알칼로이드로는 모르핀, 코데인 등이 있고, 코카알칼로이드로는 코카인 등의 천연마약이 있으며, 반합성 마약인 페로인과 합성마약인 메사돈, 데메롤(페치딘) 등이 있음)
- ⑤ 위에서 열거한 것과 동일하게 남용되거나 해독작용을 일으킬 우려가

있는 화학적 합성품 중 대통령령이 정하는 것

(2) 향정신성의약품

인간의 중추신경계에 작용하는 것으로 오·남용의 우려가 높고 의료용으로 쓰이지 않거나 제한적으로만 쓰이는 것으로, 안정성을 결여하여 이를 오·남용할 경우 심한 신체적·정신적 의존성을 일으키는 약물이나 이를 함유하는 물질 (예: 메스암페타민 등 각성제, 수면제, 신경안정제 등)

(3) 대마

대마초(칸나비스사티바엘)와 그 수지 등을 원료로 제조한 것 (대마초의 종자, 뿌리, 성숙한 대마초의 줄기와 그 제품은 제외)

2. 마약류의 종류

1) 마약

(1) 아편 및 모르핀

앵속(양비귀)의 미숙과에서 채취한 유액을 건조한 물질을 생아편이라 하며, 약 10 %의 모르핀, 약 0.5 %의 코데인, 약 1.0 %의 파파베린 등 30여종의 알칼로이드를 포함하고 있다. 산지에 따라 알칼로이드의 함량차는 크며, 남용으로 가장 큰 문제가 되고 있는 것은 모르핀이다.(사진 1~3)

(2) 헤로인(디아세틸모르핀)

모르핀을 아세틸화하여 생성된 물질로 정제가 잘된 경우는 백색의 분말이나 순도는 원료인 모르핀의 제조국에 따라 차이가 있어 갈색의 분말도 있다.(사진 4) 헤로인을 위장 또는 증량하여 판매 취급할 목적으로 희석제나 증량제를 사용하는데 유당이 가장 많이 사용되며, 그 외에 카페인, 암페타민, 바르비탈산 등이 사용된다. 헤로인은 의약용으로는 전혀 쓰이지 않고, 경구, 흡입, 주사 및 흡연 등의 방법으로 남용되고 있다.

(3) 코카인

중추신경흥분제로 중남미 즉 페루, 볼리비아, 콜롬비아 등에서 재배되는 코카엽(사진 5)에서 추출되는 성분으로 코카엽에는 평균 0.5~1.0 %의 알칼로이드가 포함되어 있는데, 그중 70~80 %가 코카인이다.(사진 6) 쓴맛이 있는 백색분말로 주로 코점막 흡입의 방법으로 남용되고 있으며, 마약 중 중독성이 가장 크다고 알려져 있다.

(4) 합성마약

화학적으로 합성한 진통·진정제로서 의료용으로 사용하는 동안 점차 탐닉작용이 생겨서 남용하면 유해작용을 일으켜 마약으로 지정한 약물이다. 페치딘, 메사돈 등이 여기에 속하고, 특히 메사돈은 마약중독자의 치료에 쓰이는 등 합법적으로 제조·사용하기도 한다.



사진 1. 앵속(양귀비)



사진 2. 생아편의 채취과정



사진 3. 아편 제품



사진 4. 헤로인(heroin) 분말



사진 5. 코카나무(코카잎)



사진 6. 코카인 분말

2) 향정신성의약품

(1) 메스암페타민

가) 오·남용의 배경

우리나라에서 약물남용에 대한 문제 중 가장 심각하게 등장하는 약물은 히로뽕, 필로폰으로 불리는 메스암페타민이다. 1980년대 초반까지는 밀수출을 목적으로 메스암페타민의 불법제조가 주된 문제였으나, 1985년경 부산과 서울, 용산의 유흥가에서 메스암페타민에 의한 약물남용자가 인지되면서 마약류에 대한 관심이 고조되게 되었다. 약물복용 여부와 관련되어 당 연구소에 의뢰되었던 사례를 중심으로 불법약물 사용현황을 살펴보면, 우리나라에서 가장 많이 남용되는 메스암페타민 관련 의뢰건수는 1985년에 13건, 1986년 301건, 1987년 415건, 1988년 2,438건 의뢰되어 1988년까지는 급증하였으나, 1995년까지는 그 수가 감소하였고, 1996년부터 그 수가 증가하기 시작하여 2000년에 8,000여건, 2002년 이후에는 10,000~15,000여건에 이를 정도로 급증하고 있다.

나) 이화학적 성상

메스암페타민은 대표적인 합성마약으로 주로 에페드린을 원료물질로 하여 만들어진다. 메스암페타민의 분자량은 140.22이고, 화학식은 $C_{10}H_{15}N$ 이며, 메스암페타민은 주로 일본, 한국 및 동남아시아에서 남용되는데 최근에는 일본, 우리나라에서 남용되는 투명한 크리스탈 형태인 염산메스암페타민이 아이스라는 속어로 미국 서부지역에서 흡연 남용되고 있다. 메스

암페타민은 (*d*)와 (*l*)체의 이성체가 있는데 주로 남용되는 것은 (*d*)체이다.(사진 7)

다) 약물투여 방법

메스암페타민은 주로 정맥이나 피하주사로 투여되지만 간혹 경구, 흡연으로도 사용된다. 흡연에 의해 폐로 흡수되든가 비강흡입에 의해 코점막으로 흡수된다. 경구투여하면 위장관을 통해 잘 흡수되며 신체 각 부위에 잘 분포된다. 남용자들은 이 약물의 염산염 형태를 10~30 mg 정도 물에 용해시켜 정맥 주사하는데, 심한 경우는 2~3시간마다 500~1000 mg을 주사하기도 한다.

라) 대사 및 배설

일반적으로 복용한 메스암페타민은 24시간 이내에 복용량의 44 %가 변화되지 않고 배설되고, 생체 내 대사과정을 거쳐 대사체로서 암페타민이 6~20 %, 수산화메스암페타민이 10 %가 배설된다고 보고되어 있고, 복용량, 복용방법, 남용 정도, 소변의 액성 및 개인의 체질 등에 따라 차이가 있을 수 있지만 메스암페타민이 체내에 잔존하는 기간은 일반적으로 투여 후 약 20분 후부터 소변으로 배설되기 시작하여 24시간 이내에 복용량의 약 37 % 그리고 3~4일 만에 약 78~90 %가 배설된다고 보고되어 있다. 따라서 사람에 따라 차이가 있지만 3~4일이 경과되면 소변에서 메스암페타민이 검출되기가 어려워지며, 간혹 상습 남용자의 경우는 10일 후에도 소변에서 검출된 예가 있다고 보고되어 있다.

마) 상용량 및 부작용

상용량은 10 mg이며, *d*-이성체에 의해 나타나는 부작용으로 처음에는 안락감이 나타나지만 불안, 불면, 구토, 두통과 더불어 중증이 되면 주의력이 산만해지고, 허탈상태에 이르러 혼수에 이른다. 연용에 의해 내성이 생기기 쉽고 처음의 흥분상태를 유지하기 위해 약물의 용량을 증가시켜야 한다. 금단현상은 강하지 않으나 수면장애, 피로감, 두통, 활동성 저하 등이 나타나며, 약물의 효과가 떨어지면 기분이 저하되고 피로감이 생긴다. 메스암페타민에 의한 심한 정신증상은 정신분열증과 비슷한 정신이상 상태에 이른다고 보고되어 있으며, 특이한 정신적 부작용으로는 두려움을

느끼고, 몸을 떨며, 신체적 불안감을 느끼는 과대망상과 더불어 다른 사람의 행동을 오해하며, 비현실적으로 사물을 오해하여 살인, 폭행 등의 범죄를 일으키는 것이 알려져 있다. 환각상태가 계속되기 때문에 정신착란상태에 빠지게 되고 약물작용에서 깨어나게 되면 심하게 피곤함을 느끼고 장시간 기분이 저하되는 점도 부작용으로 들 수 있다.

(2) 수면제 및 신경안정제

수면제 및 신경안정제로는 바르비탈산 유도체류 및 벤조디아제핀 유도체류 등으로 이들은 대개 다량을 연용할 경우 마약보다는 작용이 약하지만 습관성이 있고 탐닉현상을 일으키나 과량을 복용하지 않는 한 치명적은 아니다.

향정신성의약품으로 규제되는 수면제로는 페노바르비탈 등의 바르비탈산 유도체류가 있는데 이들은 중추신경억제제로 육체적, 정신적 의존성이 있는 것으로 보고되고 있다. 오심, 구토 등의 금단증상이 나타나고, 시간, 거리 등에 대한 판단력이 상실되므로 반사력, 운동조절기능 등이 차단되어 사고를 일으킬 수 있다. 수면제는 특히 술과 같이 복용하면 약물의 상승작용으로 사망할 수도 있다.

디아제팜 등의 벤조디아제핀 유도체류는 불안이나 긴장을 풀어주는 작용을 하고, 클로르프로마진 등의 페노치아진 유도체류는 정신병치료에 쓰이는데 모두 중추신경 억제제로 의존성이 생기는 것으로 알려져 있다. 시각장애, 어지러움 등이 나타나고, 약물복용 후 운전을 하면 위험하게 된다. 또한 벤조디아제핀 유도체류는 마취강도 사건에도 주로 사용되는 약물이다.

(3) 엘에스디 (LSD)

가장 강력하고 예부터 가장 널리 알려져 있는 환각제로 밀이나 다른 곡식에서 자라는 균에서 추출한 반합성 알칼로이드이다.

아주 적은 양으로도 효과가 나타나는데 평균 100 μg 정도로 6~12시간 작용이 지속된다고 한다. 무색, 무취, 무미로 액체나 분말이며, 상품은 우

표, 압지, 만화, 그림 등에 흡수시킨 상태나 각설탕, 캡셀 형태로 흔히 유통되며, LSD의 신체적으로 나타나는 증세는 동공확대, 혈압 상승, 체온저하, 메스꺼움, 빠른 심장박동 등이 보고되어 있다. 환각작용, 혼란, 시각, 청각, 촉각 및 후각 등에 변화가 생기고 시간에 대한 개념이 없어진다고 한다.(사진 8)

(4) GHB (γ -hydroxy butyric acid)

무색, 무취의 GHB는 소다수 등 음료에 타서 복용하며 ‘물 같은 히로뽕’이라는 뜻으로 일명 ‘물뽕’으로 불리기도 한다. 하지만 복용 시 약물효과는 히로뽕과는 다르게 중추신경 억제작용에 의하여 기분이 좋아지고 다소 취한 듯 하면서도 몸이 처지는 듯한 느낌이 든다. 그러나 단순음료가 아닌 알콜류에 타서 마시면 그 효과가 급속하여 의식불명 상태에 이를 수 있고, 미국, 캐나다 및 유럽 등에서 성범죄용으로 악용되어 ‘데이트 강간 약물 (Date Rape Drug)’로도 불리고 있다. 한편 보디빌더들의 근육성장을 위한 목적으로 이 약물이 오·남용된다는 보고도 있다.

(5) 메스칼린

페이오토는 작은 가시가 없는 선인장으로서 환각을 나타내는 주요 성분은 환각제인 메스칼린이다. 오래전부터 페이오토는 멕시코 그리고 남서미국에서 원주민에 의해서 전통적인 종교적인 의식에 사용되어왔다. 메스칼린의 환각작용이 나타나는 양은 약 0.3~0.5 g (건조된 페이오토 약 5 g에 해당)으로 작용은 약 12시간 지속된다.

(6) MDMA (3,4-methylenedioxymethamphetamine)

3,4-메틸렌디옥시메스암페타민(MDMA)은 일명 “엑스터시”, “아담” 등으로 불리는 환각제의 일종으로 우리나라에서 향정신성의약품으로 지정되어 있다. 이 약물은 보통 정제형태로 유통되며 복용할 경우 자기몰두, 평안감 등을 갖게 되고 환각을 일으킨다고 하여 외국의 경우 댄스파티, 사교클럽 등에서 많이 사용된다고 하며 우리나라에서도 젊은층 사이에서 많이 사용

되고 있으며, “도리도리”라는 별명으로 유통되고 있다. 부작용으로서 신경 독성이 있으며, 빈맥, 구갈, 땀, 진전, 수면장애, 불면 등이 처음에 나타나고 나중에는 간비대, 황달이 일어난다. 만성 장기간 복용으로 인한 작용으로는 간장애, 기분저하, 정신병, 심장마비 등이 일어난다.(사진 9~10)

(7) 날부핀

날부핀은 분만이나 수술 전후 심한 통증을 줄여주는 마취제의 일종이다. 메스암페타민이 약물중독자들 사이에서 비싸게 거래되고 구하기도 어려워지자 날부핀을 대체약물로 이용하였다. 1991년 날부핀 남용사건이 발생하기 시작하여 남용 정도가 점점 심각해짐에 따라 2001년 1월 27일 향정신성의약품으로 지정하여 규제하고 있다.

날부핀은 피하·근육·정맥주사의 방법으로 투약하는데, 임상실험 결과 그 남용가능성은 비교적 적은 것으로 알려졌다. 그러나 날부핀 역시 다량으로 남용할 경우에는 중추신경 억제작용, 환각작용이 나타난다. 실제 날부핀 남용자를 조사해 보았더니, 보통 1회에 10~20 앰플을 투약하고 이로 인해 신체적 통증과 피로감이 사라지고 정신적 안정을 느낀다고 한다. 그러나 날부핀을 15일에서 한 달 동안 매일 1앰플(1앰플은 날부핀 10 mg 함유)씩 투약하면, 식욕저하, 체중감소, 오한 등 아편중독과 같은 증상이 나타난다.(사진 11)

(8) 야바 (Yaba)

야바는 주로 태국 등지에서 생산되어 유통되는 메스암페타민 제제를 일컬으며 정제형태로 백색, 오렌지색, 황색, 보라색, 갈색, 검은색, 녹색 등 다양한 색상과 로고가 표시되어 있다. 대부분의 야바제제는 메스암페타민과 카페인을 포함하고 있으나 어떤 제제에는 데오필린, 코데인, 헤로인 등을 함유하고 있는 것도 있다고 알려져 있다.(사진 12)

(9) 케타민 (ketamine)

케타민은 의료용으로 케타라, 케이란 주사(상품명) 등의 형태로 주로 동

물마취 시 진정제로 사용되나, 구조 및 약리학적으로 환각제인 펜싸이클리딘(phencyclidine)과 연관이 있어 일찍부터 기분전환용 약물로 남용되어 왔다. 케타민은 “Special K” 라는 별명 이외에도 “Kit Kat”, “Keller”, “Super acid”, “Vitamine K” 등의 여러 가지 이름으로 불리는데 GHB, MDMA, flunitrazepam (RohypnolTM) 등의 약물과 함께 일명 “designer drug” (또는 club drug)에 해당한다. 이들 club drug의 사용은 1980년대부터 유럽을 중심으로 시작되었으나, 현재는 유럽뿐만 아니라 미국 등에서 소위 광란파티(rave party)를 위하여 남용되고 있으며, 또한 피해자로부터 기억상실을 유도하기 위하여 테이트 강간약물로서 범죄에 사용되고 있어 심각한 사회문제가 되고 있다. 미국의 경우 마약수사청(DEA)은 1999년에 Schedule II로 분류하여 규제하고 있으며, 우리나라에서는 남용의 우려로 인하여 비교적 최근인 2005년 11월 향정신성의약품으로 지정하여 그 사용을 규제하기 시작하였다.

남용을 위하여 케타민은 통상 50~70 mg을 근육주사하거나, 경구복용 시에는 200~525 mg을, 흡입 또는 직장 내 투여 시 100~250 mg을 사용하며, 부작용으로서 펜싸이클리딘과 유사한 환각, 섬망, 분별없는 행동, 시야혼탁, 구토, 오심, 호흡촉진 또는 억제, 빈맥 또는 서맥, 고혈압 또는 저혈압, 경련, 심부정맥 등이 일어난다.

(10) 텍스트로메토르판 (Dextromethorphan)

뚜렷한 진해작용으로 인하여 일반의약품으로 수십 년간 감기치료에 사용되어 온 텍스트로메토르판은 과량복용 시에도 비교적 안전한 약물이라고 하지만, 급성 과량복용 시 부작용으로 환각, 불면 및 정신병 등이 나타난다고 하며, 최소 추정 치사량은 0.5 g으로 보고되어 있다. 우리나라의 경우 텍스트로메토르판은 주로 청소년층에서 환각을 위하여 필로폰 대용으로 상습적으로 남용되어, 전체 남용약물과 비교해서 1992년 이래 매년 약 10 %에 이르고 있으며, 또한 과량복용으로 인한 사망사례도 보고되었다. 2002년 국립과학수사연구소에 의뢰된 소변에서 검출된 비규제약물 중 81.9 %에 이를 정도로 남용의 정도가 심각하였다. 이에 정부에서는 2003

년 7월 30일 텍스트로메토르판을 향정신성의약품으로 분류하여 텍스트로메토르판 단일제제 및 1일 복용량이 60 mg을 초과하는 복합제제에 한하여 동년 10월부터 판매를 규제하고 있다. 따라서 단일제제 남용은 현저히 줄어들었으나, 규제를 받지 않는 1일 복용량 60 mg 미만의 복합제제는 여전히 남용되고 있는 실정이다.

(11) 기타 향정신성의약품

아프리카에서 남용되는 식물인 Khat는 잎을 씹으면 암페타민과 같은 흥분작용이 일어나 원기가 생기고 각성 작용이 생긴다고 하여 해외여행자들에 의하여 유입되는 사례가 있으며, 또한 중국산 비만치료제인 펜플루라민, 태국산 비만 치료제에 함유된 펜터민 등이 무분별하게 유입되어 살을 빼고자 하는 여성들 사이에서 널리 남용되고 있다.



사진 7. 메스암페타민 분말



사진 8. 그림종이에 묻어있는 LSD



사진 9. 여러 가지 MDMA정제



사진 10. 국내에서 압수된 MDMA



사진 11. 날부핀 주사액



사진 12. 야바(YABA)

3) 대마

대마초는 옛날부터 종교적, 의학적으로 사용되어 왔으나 그 약리효과가 불확실하고 환각작용을 나타내는 등 많은 사회적 문제점을 일으켜 왔다. 우리나라에서는 예전부터 삼베옷의 원료로서 대마를 재배해 왔으나 대마초가 환각목적의 흡연물질로서 소개된 것은 1960년부터 미군들에 의해 퍼져 1970년대 중반에는 청년층을 중심으로 급속히 확산되었으며 우리나라의 대표적인 환각제로 알려져 있다. 원래는 인도산 대마초만이 규제되었으나, 한국산 대마도 동일한 성분을 함유하고 있으므로 법으로 규제되고 있다. (사진 13~14)

대마에는 칸나비노이드(cannabinoids)라는 수지상 화합물이 주로 잎과 꽃에 많이 함유되어 있으며, 이를 열처리 또는 추출하여 흡연하거나 음용하게 된다. 대마초의 성분 중 주로 환각작용을 나타내는 유효성분은 테트라하이드로칸나비놀(THC)이며, 그 외에도 칸나비놀, 칸나비디올이 있다. 대마엽 중 THC의 함량은 5 %까지도 이르나 보통은 2~3 % 범위이고, 대마수지로 만드는 해쉬쉬(사진 15) 및 해쉬쉬 오일(사진 16) 등은 대마엽보다 THC 함량이 훨씬 높다.

대마초는 담배보다 훨씬 많은 자극제와 많은 타르를 함유하고 있어 위해성은 더 크다고 알려져 있다. 대마의 성분들은 지질친화성이 높아 신체

주요장기에 잘 침투되고 축적되며, 특히 시상하부 및 뇌하수체에 작용하여 뇌기능 장애현상 및 남녀 생식기관의 기능약화, 염색체 손상 등의 우려가 있다고 보고되어 있다. 대마의 성분은 정신적, 신체적 의존성은 없는 것으로 보고되어 있으나 육체적으로 결막염, 기관지 천식, 만성 기관지염 등의 부작용을 일으킨다고 하며 정신적으로는 행복감을 느끼기도 하고 시간과 공간에 대한 감각이 왜곡되고 취한 듯한 행동을 하는 등 육체적, 정신적으로 기능에 장애를 줄 수 있다. 또한 대마 사용에 의한 환각 또는 몽롱한 상태에서 분별없는 행동을 할 수도 있다.



사진 13. 대마초(cannabis)



사진 14. 마리화나 및 파이프



사진 15. 대마수지(해쉬시)



사진 16. 대마 오일(해쉬시 오일)

3. 마약류 검출을 위한 생체시료의 비교

약물복용 여부 판정에 쓰일 수 있는 시료로는 소변, 혈액, 타액, 땀과 더불어 모발이 사용될 수 있다. 이들 각각의 특징을 살펴보면 소변의 경우는 시료 채취가 용이하고 양이 충분하며 약물과 그 대사체가 농축되어 배설되고 혈액에서보다 오랜 시간 동안 약물이 머물러 있으며 수용성이기 때문에 약물이 쉽게 추출되어 분석하기 쉽다는 장점이 있어 약물복용 여부 판정에 가장 널리 쓰인다. 그러나 소변 중 약물의 배설량은 소변량에 따라 달라 그 양을 정확히 계산할 수 없고 소변 중 약물 농도가 약리작용과는 일치하지 않아 약물의 사용 정도를 예측할 수 없다. 시험결과가 양성이라 함은 채취 전에 한번이라도 약물을 사용한 것을 뜻하는 바 만성중독 여부 등에 대하여는 알 수 없다. 또한 소변의 액성, 색 및 구성성분이 음식의 종류나 약물복용 여부에 따라 다르고, 약물의 배설 정도가 소변의 pH에 따라 약물의 농도가 크게 달라지는 점이 단점으로 알려져 있다. 예를 들면 탄산수소나트륨 등의 제산제를 복용하면 소변이 알칼리성으로 되어 메스암페타민 등 약염기성 약물의 배설이 지연되는 반면 산성뇨는 이들의 배설을 촉진시키고, 약산성 약물은 알칼리뇨에서 배설이 빨라질 수 있다. 무엇보다도 약물복용 여부를 판정하는 시료로서 소변의 단점은 투약 후 일정기간이 경과되어 채취된 소변에서는 약물이 검출되지 않는다는 점이다. 메스암페타민의 경우 투약 후 3~4일 후면 대부분이 배설되는 것으로 알려져 있다. 또한 소변은 채취 시 주변의 물 등으로 고의적 희석의 우려가 있으며, 시료보관, 운송 등이 쉽지 않다는 점도 약물 측정시료로서의 약점이 되고 있다.

혈액은 빠른 시간 내 약물이 이행되며 약물 투여량과 혈액 중 약물농도가 비례할 뿐 아니라 전문가에 의해 채취되므로 바깥 우려가 없다는 장점이 있다. 그러나 혈액은 많은 양의 시료 채취가 어렵고 혈액 중에는 측정하고자 하는 약물과 화학적 물리적 성상은 다르지만 많은 양의 단백질이 있어 때때로 약물과 강하게 결합하여 약물분석을 어렵게 하는 단점이 있다. 따라서 혈청 등에서 약물을 측정할 때 총 약물량은 측정하기 어렵고

유리형만 측정하게 되므로 그 농도가 아주 낮아 검출한계 미만이 되는 경우가 흔히 있다.

표 1. 마약류 성분 검출을 위한 생체시료의 비교

종 류	장 점	단 점
소 변	1. 많은 양의 시료 채취 가능 2. 약물이 다량 함유되어 있고 수용성 상태로 존재하여 감정이 용이함	1. 소변 중 약물농도와 약리작용이 일치하지 않음. 2. 일정시간 경과 후에는 약물이 검출되지 않음. 3. 고의적 희석 또는 오염의 가능성이 높다.
혈 액	1. 약물이 혈액 중으로 신속히 이동 2. 약물 투여량과 혈액 중 농도가 추정 가능 3. 전문가에 의한 채취로 시료가 바뀔 가능성이 없음.	1. 감정법이 복잡하고 시간이 필요 2. 많은 시료량의 확보가 어렵다. 3. 혈액 중 약물농도가 낮다.
타액 및 땀	1. 약물 검출이 가능 2. 시료 채취가 간편	1. 시험에 필요량의 채취가 곤란 2. 정량적 감정이 어렵다.
모 발	1. 시료 채취가 용이하다. 2. 투약 후 장기간 경과 후에도 약물 감정이 가능 3. 약물의 투약 시기 추정 가능	1. 시험방법이 복잡하고 장시간을 요한다. 2. 투약 후 일정시간(2일) 경과 후에 감정이 가능

최근 타액에서의 약물검출에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있는데, 타액은 시료 채취가 쉬우며 직접적인 관찰 하에 상처를 주지 않고 채취가 가능하고, 소변 채취 시 종종 문제가 되는 시료 대치 내지 희석의 위험성을 배제할 수 있는 점에서 소변의 대체시료로서의 활용 가능성이 높다.

하지만 약물 검출기간이 소변보다 짧고 고감도 분석을 요한다는 단점이 있다. 따라서 교통사고 발생 시 현장에서 운전자의 약물 복용 여부 판단 등 수 시간 이전의 약물 복용 여부를 검사하는데 적절하게 이용될 수 있다. 타액은 최근 세계적인 관심사인 “약물복용하 운전” (Driving under the influence of drug) 검사에 가장 적합한 시료로 인정받고 있다.

땀도 약물복용 여부 시료로 사용될 수 있는데 약물검출은 가능하나 시험에 필요한 양을 채취하기가 어려운 단점이 있다. 이들 생체시료에 대한 장단점은 표 1과 같이 간략하게 정리될 수 있다. 또한 생체시료별 약물의 검출기간은 표 2에 나타내었다.

결론적으로 마약검사에 가장 적합한 시료는 소변이며, 모발, 혈액, 타액, 땀 등은 마약투약을 증명하기 위한 소변의 보조시료로서 사용하는 것이 바람직하다.

표 2. 생체시료별 약물의 검출기간 비교

시 료	검출기간	비 고(응용)
소 변	3~5일	최근 일주일 이내 마약 투약 여부
모 발	수주~수개월	과거 수개월간 마약 투약 경력
타 액	24시간 이내	사고 발생시 수 시간 전 마약 투약 여부
땀	수일~일주일	마약검사 후 또는 치료기간 중 마약 투약 여부

II. 소변에서 마약류의 감정

1. 감정의 의의

1) 약물 검사의 목적

소변 중 약물검사는 약물남용자를 분별할 수 있는 중요한 수단으로 마약류의 남용에 적절히 대처하기 위해 필수적으로 운용되어야 할 부분이 된다. 약물검사는 불법적으로 약물을 사용한 것에 대해 법적인 제재를 받게 한다는 점뿐 아니라 약물 남용자들에게 치료의 기회를 줄 수 있다는 점에서 그 중요성이 증대되고 있다.

2) 약물검사의 적용범위

주로 약물검사의 적용대상은 마약류의 불법 투약이 의심되는 경우, 강도, 폭력 및 강간 등의 범죄와 관련된 형사사건 및 교통사고와 관련하여 마약류 복용이 의심되는 경우를 들 수 있다.

3) 약물검사의 범위 및 방법

약물검사의 대상이 되는 약물은 마약류관리에 관한 법률에서 사용이 규제되는 모든 약물이 그 대상이 되며, 약물복용 여부 판정에 사용되는 시료는 소변이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 약물검사에 일반적으로 적용되는 시험법은 면역분석법에 의한 예비시험과 가스크로마토그래피-질량분석법에 의한 본시험이며, 이들 두 시험법 모두에서 양성으로 확인된 시료는 양성으로 의뢰기관에 통보된다.

4) 소변 중 약물검사에 대한 법적인 의미

약물검사는 법적인 처리를 해야 하기 때문에 개인의 생활이나 권리에 미치는 영향이 커서 임상시험 등 다른 시험과는 아주 다른 의미를 갖는다. 즉 약물검사 후 양성반응이 나오면 사법처리를 받게 되므로 소변 중

약물검사는 법화학적 분석에서 특별히 응용되는 분야로 생각되어야 한다. 따라서 공인된 분석기법을 적용하여야 하고, 시료가 법적 증거물과 같은 방법으로 취급되어야 하며, 시험방법의 모든 과정이 기록되어 법정에서 증언될 때 항시 이용될 수 있어야 한다. 또한 증거물의 전달과정, 보관유지, 모든 기록의 문서화, 추가 시험 및 독립 시험을 위한 양성시료의 보관, 법정 증거자료제출 및 전문가로서의 증언 등에 대한 가이드라인의 설정도 중요하다.

2. 마약류의 감정방법

1) 예비시험

소변에서 마약류의 감정을 위한 예비시험으로 주로 사용되는 것이 면역분석법이며 이는 특별한 단백질이나 고분자물질(항원)에 대해 특이성이 있는 항체를 적당한 면역원을 이용하여 동물에서 만든 다음 이 항체에 약물을 label시킨 항원과 label이 안된 항원(시료)을 가해 이들이 경쟁적으로 항체에 결합하려는 원리를 이용한다.

면역분석법은 한정된 시간 안에 다수의 시료를 분석하는데 주로 쓰이며, 상품화된 면역분석법으로는 방사선면역분석법(RIA), 효소면역시험법(EIA), 형광면역분석법(FPIA)이 있고, 간이검사키트로 사용되는 아큐사인® 등이 수사 일선에서 사용된다. 당 연구소에서 정한 면역분석법에서의 기준치를 표 3에 나타내었다.

예비실험에서 음성인 시료는 음성으로 보고된다. 그러나 이때 음성의 대조군보다 높은 수치가 면역분석법에서 보여지면 모두 정밀 실험의 대상으로 한다. 음성인 시료는 더 이상의 시험은 할 필요가 없으나 법적으로 규제되지 않으며, 남용되는 약물이 함유되어 있는지를 실험한다.

표 3. 면역분석법에서의 마약류의 기준치(cut-off level)

검사항목	기준약물	기준치농도 ¹⁾ (ng/ml)
메스암페타민염	암페타민	250
대마	카르복시테트라하이드로칸나비놀	25
아편알칼로이드류	모르핀 또는 코데인	300
코카알칼로이드류	벤조일엑고닌	300
벤조디아제핀 유도체류	옥사제팜 또는 디아제팜	300
바르비탈산유도체류	바르비탈산	300

¹⁾ 기준치 농도는 현재의 분석기술 등을 고려하여 결정하게 된다.

※ 간이시험키트(아큐사인)의 사용법

① 종류 및 용어 해석

- MET - 메스암페타민 AMP - 암페타민
- Ecstasy - MDMA
- THC - 대마성분
- COC - 코카인
- OPI - 모르핀, 헤로인

② 시험방법

플라스틱 피펫으로 3~4방울의 뇨를 샘플 윈도우에 적가하고, 3~10분 후에 결과를 판독하다. 비교띠(C)와 시험띠(T)에 모두 붉은 띠가 나타나면 음성으로 판독하고, 비교띠에만 붉은 띠가 나타나면 양성으로 판독한다.

③ 주의사항

- 검사하고자 하는 약물을 해당 키트에 정확히 사용한다.
- 가장 먼저 채취한 소변으로 검사한다.
- 결과는 3~10분 후에 확인하며 C칸에는 반드시 줄이 있어야 한다.
- 장시간 경과 후 결과가 달라질 수 있다.

- 유효기간을 염수해야 한다.
- 구조가 유사한 약물에 의해 위양성이 나타날 수 있으므로 정확한 시험이 아닌 예비시험이다.

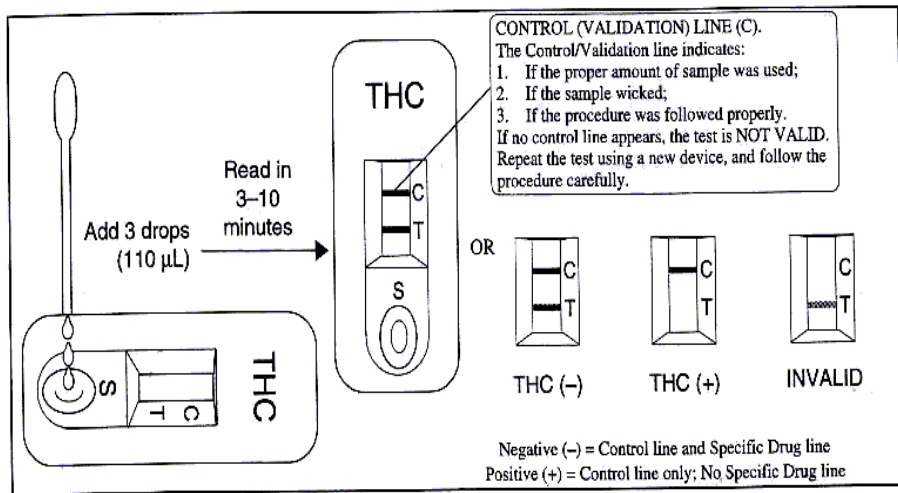


그림 1. 대마성분 확인을 위한 간이시험키트의 사용례

결론적으로 간이키트는 빠른 시간에 효율적으로 음성소변을 가려내는데 사용하는데 그 의의를 두는 것이 바람직하다.

2) 본시험 및 정밀감정

약물남용과 관련하여 법적인 측면에서 가장 널리 확실하게 인정되는 방법은 면역시험법에 의한 예비시험 후 가스크로마토그래피/질량분석법(GC/MS)에 의해 확인하는 방법이 가장 특이성이 있는 분석방법으로 선정되고 있다.

(1) 예비시험에서 양성으로 판정된 시료는 가스크로마토그래피/질량분석법(GC/MS)에 의해 투약 약물 및 이의 대사체를 확인하여 최종결과를 판정한다.

(2) 본시험에서 음성인 시료는 음성으로 보고된다. 양성 소변시료는 필요한 재시험에 대비하여 장기냉동저장(-20 ℃)한다.

감정절차(뇨)

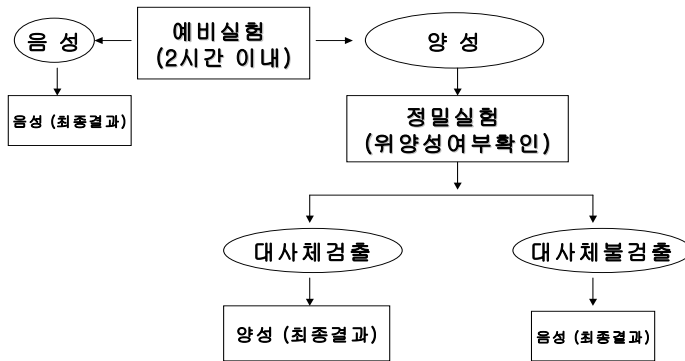


그림 2. 소변에서 마약류의 감정절차

3. 증거물로서 소변 채취 시 주의사항

불법약물의 투약 여부를 판정하는데 일반적으로 채택되는 소변을 증거물로서 채취하는데 고려되어야 할 전반적인 사항은 다음과 같다.

1) 채취장소

소변은 채취과정에서 시료가 변조되지 않도록 잘 준비된 장소에서 수행되어야 한다. 시료가 변조되지 않도록 취해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 소변이 물로 희석되는 것을 방지하기 위해 가능하다면 화장실 탱크에 청색제를 놓아 변기의 물이 항상 청색이 되게 한다. 배뇨를 하는 곳에 샤워기나 세면대를 없애는 것이 좋다.

(2) 소변시료를 변조하거나 감추는데 사용 가능한 제품이나 물질을 숨길 수 있는 코트나 재킷 등의 겉옷을 벗도록 요구할 수 있다. 직원은 작은 가방 같은 개인 소지품은 외투와 같이 외부에 두게 하고, 지갑은 갖고 가게 할 수 있다.

(3) 시료채취 후 4분 이내에 시료의 온도를 측정할 때 시료의 온도가 32~38 ℃ 범위에서 벗어나면 시료를 변조했거나 다른 것과 바꾸었다고 생각할 수 있다.

2) 소변채취방법

(1) 소변 채취 전에 소변 채취 동의서를 작성하여 피채취자의 서명, 날인을 받아 둔다.

(2) 깨끗한 시료병이나 용기를 준비하여 시료를 채취할 수 있어야 한다. 피채취자가 소변을 채취할 때 감독하는 사람이 동행하여 채취과정을 감독하여 소변 채취 시 시료를 변조할 수 없게 감시한다. 시료 채취 시 소변을 바꾸거나 변조시킬 가능성이 없으면 피채취자의 사생활은 보장되어야 한다.

(3) 시료 채취 후 피채취자 앞에서 소변을 적당한 용기에 옮기고 채취일시, 채취장소, 채취자 서명, 피채취자 서명을 기재하고 피채취자가 시료병에 첨부된 내용과 시료전달 과정에 기재된 내용을 확인하도록 해야 한다.

(4) 소변은 의뢰되는 마약의 종류에 따라 필요량이 다르나 약물 한 항목당 약 10 ml 정도를 의뢰하는 것을 원칙으로 한다.

3) 저장

채취한 소변은 즉시 실험실로 전달되는 것을 원칙으로 하나 그렇지 못할 경우 냉장(4 ℃ 이하) 시설 및 보안이 되어 있는 일시적인 장소에 저장하도록 지정해야 한다. 시료가 채취되거나 저장될 때 관련자 외에는 채취장소의 어느 곳에도 접근이 허가되어서는 안 된다.

4) 시료전달과정(chain of custody)

시료전달과정의 표준화된 서식은 시료채취장소에서부터 실시된다. 시료가 한 장소에서 다른 장소로 운반되거나 보내질 때 시료전달과정이 문서화 되어야 한다. 시료가 전달될 때마다 날짜와 목적을 시료전달과정 서류에 기재하고 각 단계를 확인해야만 한다.

(1) 실험실로의 수송

봉인작업이 끝나면 실험실로 발송할 시료를 포장한다. 시료는 운송과정 중 파손 등의 문제가 발생하지 않도록 주의하여야 한다. 용기는 이동과정 중 변조가 되지 않게 안전하게 봉인해야 하고, 시험의뢰서 및 시료

전달과정 서류는 시료와 함께 동봉해야 한다.

(2) 시험의뢰서 작성

시험의뢰서에는 사건번호, 사건명, 사건발생일시, 사건관련자 인적사항, 감정물 내역, 시료채취일시, 감정의뢰 사항, 사건개요, 참고사항, 사건담당자, 첨부사항 등을 기재한 후 의뢰관서의 관인을 받아 의뢰한다.

5) 시료에 대한 서류화

* 증거물예의 표기사항

○ 시료 label화 과정

가) 시료 label은 마개에 붙이지 말고 용기에 붙일 것

나) 채취장소, 의뢰기관 기재

다) 시료의 채취날짜, 시간 기재

라) 남용자 이름 확인

마) 소변 채취 과정을 주도한 담당자 이름 기재

바) 본인의 소변임을 확인할 수 있는 서명이나 날인을 반드시 표시할 것

Ⅲ. 주요 감정 사례

1. 실내에서 대마초 밀재배

용의자 최**은 가내 반지하 실내에서 대마초를 직접 재배, 흡연하고, 미국에서 국내 입국 시 코카인 약 830 g을 밀반입하여 판매하였음. 감정결과 용의자의 소변에서 대마 및 코카인이 검출되었음. (2007년 7월)

2. 연예계 종사자 3명 대마흡연 검출사례

외국여행 중 구입한 대마초를 국내에 반입하여 특수제작된 흡연파이프로 대마를 흡연한 혐의로 가수, 탤런트인 하** 등 3명의 소변 감정의뢰

된 것임. 감정결과 2명의 소변에서 대마성분 양성, 1명에서 대마성분 음성으로 반응하였음. (2006년 6월)

3. 주점에서 마취제 투약 후 강도당한 사건

유흥주점에서 술을 마신 후 정신을 잃었고 손발 마비증상으로 병원에서 치료를 받았는데 술에 약물을 타서 정신을 잃게 한 후 카드를 무단으로 사용한 사건임. 감정결과 소변에서 향정신성의약품인 디아제팜이 검출되었음. (2005년 7월)

4. 승용차 추돌 피해자에서 텍스트로메토르판의 검출

피의자는 승용차를 충돌한 직후 흐느적거리며 말을 더듬거리고 술에 만취한 사람처럼 보였으나 술 냄새는 나지 않고 비정상적인 행동을 하므로 감정 의뢰한 건으로 감정결과 다른 마약성분은 검출되지 않고 진해거담제인 텍스트로메토르판 및 그 대사체인 텍스트로르판이 검출되었는바, 환각작용을 위하여 다량의 텍스트로메토르판을 복용한 것으로 추정됨. (2002년 3월)

5. 필로폰 강제 투약 후 집단 성폭행 사건

노래방에서 우연히 알게 된 피해자에게 대출을 알선해 주겠다며 인근 여관으로 유인하여 몸에 좋은 약이라며 주사로 히로뽕을 투약한 후 집단 성폭행한 것으로 피의자 길** 등 3명의 소변에서 모두 메스암페타민염 및 암페타민염이 검출되었음. (2001년 7월)

IV. 참고문헌

- 1) Moffat AC. *Clarke's Isolation and Identification of Drugs*. 3rd ed. (the pharmaceutical press, 2004)
- 2) 유영찬. *법과학과 수사* (현암사, 2002)
- 3) Baselt RC. *Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man* 7th ed (Chemical Toxicology Institute, 2004)
- 4) 정희선. *생체시료에서 마약류의 검사* (신일상사, (2000)
- 5) Karch, S.B. *The Pathology of Drug Abuse* 2nd ed. (CRC press Inc, 1996)
- 6) Schultes, R.E. and Hofmann, A. *The Botany and Chemistry of Hallucinogens* (Charles C Thomas Publisher, 1982)
- 7) Makino Y. *Manual for Identification of Abused Drugs* 2nd ed. (Ministry of Health and Welfare, Japan, 1998)
- 8) Inoue T. & Tanaka K. *覺醒劑 Q&A-捜査官을 위한 化學가이드* (令文社, 1998)
- 9) 한국마약퇴치운동본부 홈페이지 (<http://www.drugfree.or.kr>) 자료실
- 10) 김은미, 박미정, 양원경, 최상길, 임미애, 정희선. 소변 중 텍스트로메 토르판 분석법 표준화. *한국법과학회지* **6(4)** (2005)
- 11) 김은미, 이주선, 최상길, 임미애, 정희선. 고상추출법 및 PCI-GC-MS를 이용한 소변 중 케타민 분석. *한국법과학회지* **7(1)** (2006)
- 12) Huestis MA and Cone EJ. Methamphetamine Disposition in Oral Fluids, Plasma, and Urine. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* **1098** (2007)
- 13) Bush DM. The U.S. Mandatory Guidelines for Federal Workplace Drug Testing Programs: Current status and future considerations. *Forensic Science International* **174** (2008)

제2장 압수품 및 모발에서 마약류의 감정

I. 압수품에서 마약류의 감정

1. 압수품의 종류

불법 행위를 한 용의자가 소지하고 있는 물품에 마약류 성분이 함유되어 있는지를 판정하기 위하여 그 물품들이 증거물로서 압수된다. 증거물로서 압수되는 물품은 분말, 주사기, 정제 등 약제학적 제형, 액상 및 고형물질, 식물의 경엽, 탄화물, 포장 또는 수용하였던 종이 및 비닐봉지 등 용기 등이 주요 대상이 되며, 검출 대상으로 하는 주요 마약류 성분은 암페타민류, 대마성분, 아편 알칼로이드로서 모르핀, 코데인 등과 코카 알칼로이드로서 코카인 등이 있으며, 헤로인 등의 반합성 마약, 페치딘 등의 합성마약, 수면제 및 신경안정제 등의 향정신성의약품, 기타 오남용 우려의약품 등이 있다.

2. 압수품 채취요령

1) 분말은 깨끗한 종이나 비닐에 넣어 새지 않도록 봉인하는데 테이프를 너무 많이 붙이지 않는다.

2) 시중의 저울과 당 연구소의 저울에는 각기 보정 정도 및 개체차 등으로 같은 양이라도 약간의 차이가 날 수 있으므로 분말의 무게를 측정할 때에는 포장용기를 제외한 순수분말의 무게만을 잰다.

3) 메스암페타민 분말의 경우 실험에 필요한 양은 대략 0.05 g이고, 다른 마약류는 마약성분의 검출을 위해서는 최소 0.1 g 이상을 의뢰한다.

4) 종류를 모르는 미지시료의 경우에는 최소 1 g 이상을 의뢰한다.

5) 독극물의 경우 맛을 보는 양만으로도 치명적일 수 있으므로 미지시료의 경우 함부로 맛을 보거나 냄새를 맡지 않는다.

- 6) 정제나 캡셀 등을 의뢰할 때는 3~5정 정도가 적당하다.
- 7) 빈 주사기는 사용한 흔적(혈흔, 액체, 분말)이 있는 경우 특정 약물(메스암페타민 또는 날부핀 등)의 시험이 가능하다.
- 8) 주사기를 의뢰할 경우는 수사현장에서 수거한 모든 주사기를 의뢰하지는 말고 사용흔적이 있는 주사기만 의뢰한다.
- 9) 주사기를 통해 전염성 있는 질환(간염, 에이즈 등)에 감염될 수 있으므로 보호장구를 착용하고 수거하며, 바늘이 노출되지 않도록 뚜껑을 닫거나 바늘을 제거한 후 의뢰한다.
- 10) 대마초는 건조가 되면 무게가 줄어들기 때문에 의뢰할 때까지 시간을 최소한으로 줄여야 한다.
- 11) 양귀비 전초의 경우 미숙과실이 있다면 한 주만으로도 시험이 가능하며, 미숙과실이 없는 어린 식물이거나 썩은 경우 마약성분이 검출되지 않을 수 있다.

II. 모발에서 마약류의 감정

1. 모발감정의 의의 및 방법

모발감정은 1993년 당소에서 모발 중 메스암페타민 분석법을 도입한 이래 연간 감정건수가 3,000~3,500건으로 현재 마약수사에 크게 기여하고 있다.

약물복용 여부의 증명에 주로 사용되는 소변이나 혈액은 약물복용 후 일정시간 내에 약물이 체외로 배설되므로 어느 정도 시일이 경과한 후에는 약물복용 여부의 시료로서 의의를 잃게 되지만 모발에 침투된 약물들은 특별한 환경적 요인에 처하거나 또는 인위적 손상을 가하지 않는 한 수개월 혹은 수년 경과된 모발에서도 잔류하여 투약한 약물들을 검출할 수 있다. 또한 시료수집 및 운송이 용이하고 보관 등의 외부조건에 영향을 받지 않는 안정성 등의 장점이 있다.

그러나 모발 중에는 약물이 극미량 함유되어 있으므로 약물을 검출하기

위해서는 숙련된 고도의 기술이 요구될 뿐 아니라 모발의 길이에 따른 농도분포, 개체 간의 자라는 비율, 환경에 의한 오염, 머리손질, 모발 채취부위 등 여러 요인에 따라 농도의 변화가 생기는 단점이 있다. 이처럼 미량존재하는 모발 중의 약물검출은 다양한 방법에 의해 외부로부터의 오염이나 환경 등에 따른 이물질 제거할 수 있는 방법이 검토되어 실제 응용되고 있다. 더욱 약물의 모발 중 분포와 모발의 자라는 정도에 따라 모발부위 중의 약물검출은 약물의 사용시기를 추정할 수도 있어 약물복용 후 장기간이 경과된 경우 아주 효율적인 약물검출법으로 쓰인다. 그러나 모발시험법은 아직 많은 나라에서 법적 증거물로서 채택 여부에 논란이 되고 있다. 논란이 되는 가장 큰 이유는 약물이 모발에 침착되는 정도가 모발의 색에 따라 커다란 차이가 있다는 것이다. 미국의 경우 다색인종으로 구성되어 있어 인종에 따른 개체차가 커서 약물의 검출 여부에 커다란 차이가 있다고 보고되어 있다. 또한 대마와 같이 흡연에 의해 남용되는 약물은 간접흡연에 의해 땀을 통해 약물이 모발에 흡수될 수 있으므로 모발에서 양성반응이 나타날 수 있다는 점도 논란의 대상이 되고 있다.

현재 모발에서 약물검출 여부를 위한 감정기법이 확립된 마약류는 주로 불법 오남용의 사회문제가 되는 향정신성약물인 메스암페타민과 엠디엠에이(MDMA) 등 암페타민류의 각성제, 펜플루라민 등의 식욕억제제, 케타민 및 텍스트로메토르판 등의 신종마약류에 한하여 시행하고 있으며, 대마초 성분 중 카복시테트라하이드로칸나비놀(Carboxy-THC)에 대한 모발감정은 고감도 분석장비가 확보되는 2008년도 후반에 시행할 예정이다. 그리고 마약류로서 특정약물의 불법적 오남용 혐의가 분명하여 약물명을 지정하고 모발을 추가로 확보하여 의뢰할 경우 감정을 시행하고 있다.

모발 중 마약류의 검출 여부의 확인시험을 위해서는 증거물로서 최소한 50수 이상(약 30 mg)의 모발이 필요하며, 짧은 스포츠형의 머리카락인 경우 100수 정도가 필요하다. 대머리이거나 삭발의 경우처럼 머리카락의 채취가 곤란한 경우에는 음모, 겨드랑이털 등 기타 체모의 경우도 시험이 가능하다. 그러나 이런 경우에는 머리카락의 경우처럼 성장주기가 일정하지 않아 마약류의 검출 여부만 감정이 가능하다.

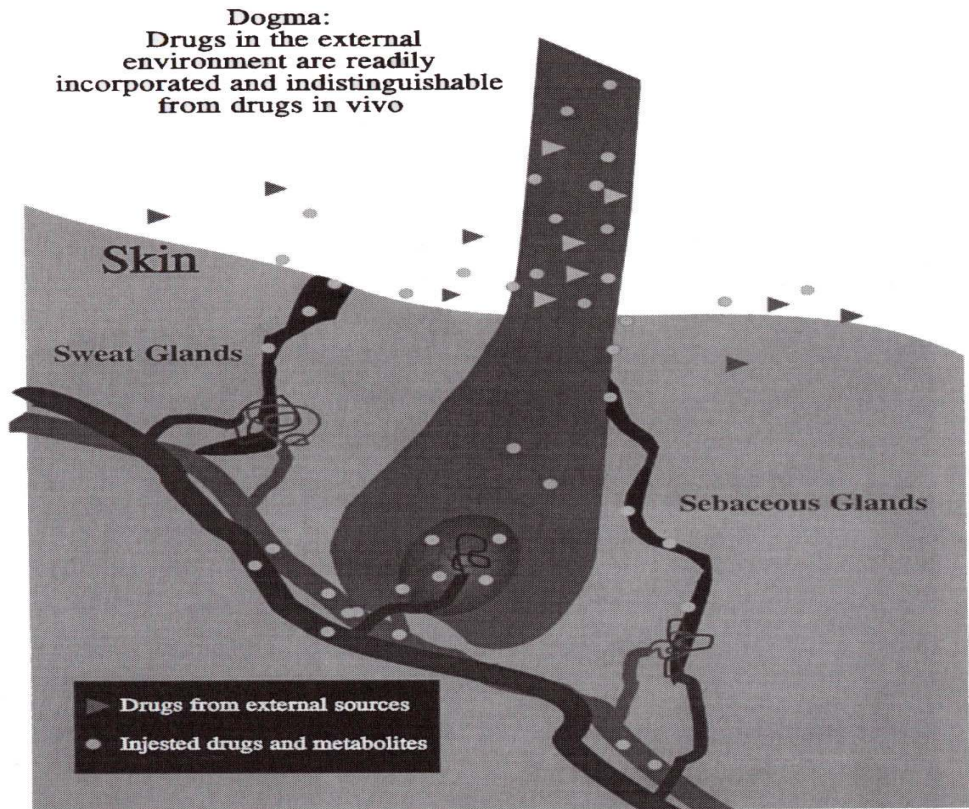


그림 3. 모발에 약물이 침착되는 경로 및 과정
[▶ : 외부로부터 침착 , ○ : 투약한 경우]

분할분석의 결과로 시기추정을 위한 증거물로는 머리카락이 적당하며, 1개월에 평균 1 cm(약 0.8~1.3 cm) 정도 성장함을 기준으로 하여 모근으로부터 일정간격(약 3 cm)으로 잘라 각 부분을 시험하여 판정한다.

모발감정은 소변과는 다르게 예비시험이 없이 바로 분시험을 시행하며, 감정결과의 정확성과 신뢰성을 위하여 모발의 표준물질(Reference Material)의 사용 및 교차시험(Cross Testing)을 실시하는 등 모발 표준감정절차(SOP)에 따라 결과에 대한 품질 및 정도관리를 엄격히 수행하고, 음성과 양성을 최종적으로 판단하여 관련 자료에 의해 감정서를 작성한다.

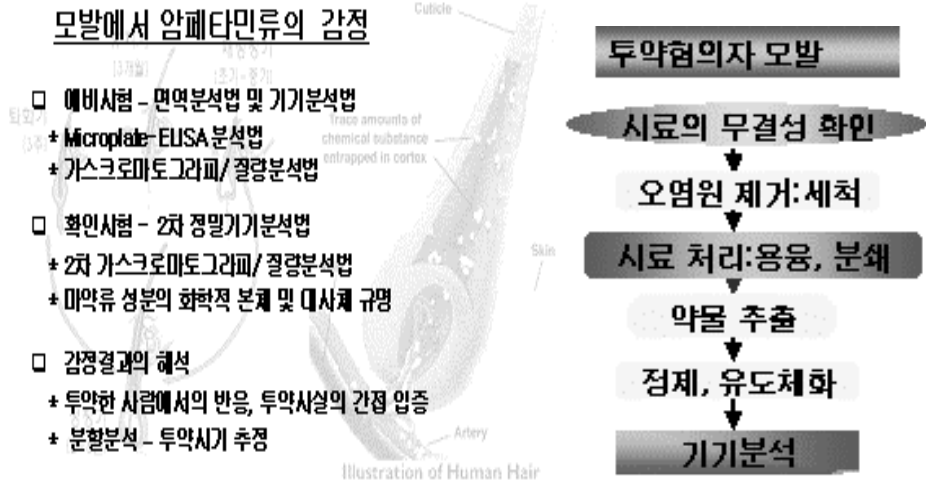


그림 4. 모발에서 마약류의 감정 절차

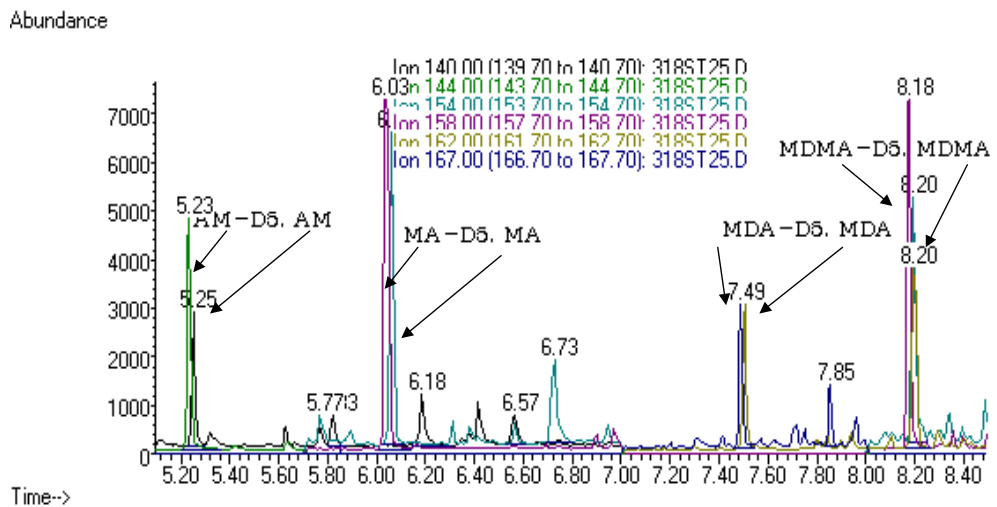


그림 5. GC/MS-SIM법을 활용한 메스암페타민 및 엑스터시의 검출사례
 메스암페타민(MA) 및 대사체 암페타민(AM), MDMA 및 대사체 MDA

2. 모발 채취 요령

1) 마약류 성분의 검출을 위한 시료로서 필요한 모발의 양은 50수 이상
 이므로 감정 의뢰 시 반드시 50~80수 이상의 모발을 채취한다.

2) 모발의 채취부위로는 후두정부(後頭丁部 : 정수리에서부터 뒤통수부

분)가 가장 적합하다고 알려져 있으나 정수리를 중심으로 여러 부위에서 채취하여도 무방하다.

3) 모발 채취 시 모근이 꼭 있을 필요는 없으므로 모발 가까운 부위부터 절단해도 무방하다. 단, 시기추정을 위한 머리카락은 반드시 모근이 필요하다.

4) 채취한 모발은 규격봉투를 사용하거나 모근부위를 가지런히 하여 A4 용지 크기의 깨끗한 백지에 싸서 봉투에 넣는다.

5) 봉투에는 피의자의 이름, 성별, 채취일 등을 기재하고 피의자 본인의 서명 및 날인을 받고, 시료채취에 임한 사건담당자가 봉인한다.

6) 모발은 상온에서 보관이 가능하므로 의뢰하기 전까지 상온에서 건조 상태로 보관한다.

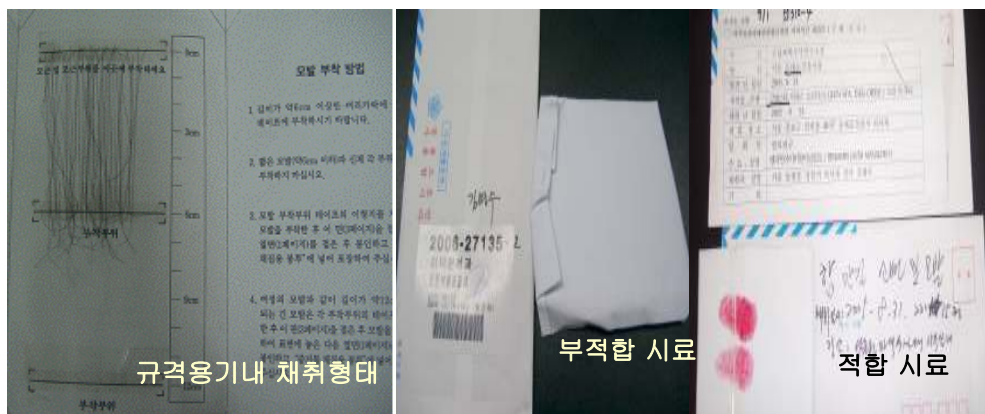


그림 6. 모발채취용기의 실제 사례

Ⅲ. 주요 감정 사례

1. 파란색 원형 나정에서 신종 마약 투씨-아이(2C-I) 검출

엑스터시로 알고 구입하여 복용하였던 피의자 2인을 구속하였으며, 이들이 엑스터시로 알고 구입하여 복용하였던 “S”자가 표시된 파란색 원형 나정 3정에서 신신종 마약 성분인 투씨-아이(2C-I)가 검출되었으며, 이

성분은 2006년 12월 4일자로 마약류관리에관한법률 제2조제4호나목에 향정신성의약품으로 지정되어 있는 마약성분임. (2007년 5월)

2. 엑스터시 투약 혐의 및 밀수 혐의자의 밀수 소지품 중 하늘색 정제에서 마약성분(일명, 야바) 검출

서울 양천구 ○○동 ○○○○빌라에서 엑스터시 투약 및 밀수 혐의자인 31세 여성을 검거한 사건으로, 검찰에서 의뢰된 혐의자가 소지한 하늘색 정제(일명, 야바)에서 복합마약성분인 메스암페타민, 엠디엠에이, 케타민 및 카페인 성분이 검출되었음. (2007년 8월)

3. 14개의 초콜릿양과자(브라질-해쉬쉬 약 400g) 국내반입 사건

인천국제공항 입국심사대에서 사건 발생하여 ○○경찰청에서 의뢰된 초콜릿양과자 약 400 g에서 대마성분(일명, 해쉬쉬) 검출됨. 피의자들은 파라과이 등 남미지역에서 상습적으로 대마를 흡연하던 영주권자들로 대마를 국내에 반입하여 유통할 것을 공모하고 2007년 10월 27일 ○○항공편을 이용하여 브라질에서 취득한 해쉬쉬 약 400 g을 14개의 초콜릿으로 위장 포장하여 다른 과자들과 비닐 바구니에 담아 공항 세관대를 통관하는 것을 발견하여 검거되었음. (2007년 10월)

4. 중국산 대마씨 오일 제품에서 대마성분 검출

중국에서 식품용으로 수입하여 국내에서 포장하여 소비자에게 금 75,000원 상당으로 판매하는 대마씨 오일에서 대마성분인 테트라하이드로 칸나비놀이 검출되었음. (2007년 12월)

5. 유명연예인 관련 마약류 남용 혐의 입증

강원도경(2007년 2월)에서 의뢰된 마약류 관리에 관한 법률 위반과 관련하여 상선 이**로부터 필로폰을 구입하여 투약한 피의자 박**의 모발에서 MA/AM 양성으로 회보하였으며, 상기 피의자로부터 연예인 전**가 대마 및 필로폰을 공급받아 투약하였다는 사실을 확인하여 모발감정에서 MA/AM가 검출됨을 회보하고(2007년 7월), 다시 2007년 8월 투약 시기추정을 위해 재의뢰되어 분할분석을 시행하여 모발의 모든 분획에서 MA/AM 양성으로 회보함.

6. 외국인 모발에서 복합 마약류 남용혐의 입증

인천지검(2007년 12월)에서 의뢰된 대마밀수 및 엑스타시 투약 및 판매혐의자 외국인 가르세스**로부터 채취한 모발에서 3종의 향정신성약물인 MA/AM, MDMA/MDA 및 Ketamine/Norketamine을 양성으로 회보하였음.

IV. 참고문헌

- 1) Kintz P. *Drug testing in Hair* (CRC Press, 1996)
- 2) Moffat AC. *Clarke's Isolation and Identification of Drugs* 2nd ed. (the pharmaceutical press, 1986)
- 3) 유명찬. *법과학* (신일상사, 1991)
- 4) Baselt RC. *Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man* 5th ed. (Chemical Toxicology Institute, 2000)
- 5) 정희선. *생체시료에서 마약류의 검사* (신일상사, 2000)
- 6) Karch, S.B. *The Pathology of Drug Abuse* 2nd ed. (CRC press Inc, 1996)
- 7) Schultes, R.E. and Hofmann, A. *The Botany and Chemistry of*

Hallucinogens (Charles C Thomas Publisher, 1982)

- 8) Makino Y. *Manual for Identification of Abused Drugs* 2nd ed.
(Ministry of Health and Welfare, Japan, 1998)
- 9) Inoue T. & Tanaka K. 覺醒劑 Q&A-捜査官을 위한 化學가이드- (令
文社, 1998)
- 10) 한국마약퇴치운동본부 홈페이지 (<http://www.drugfree.or.kr>) 자료실

제3장 환각성 흡입제류 감정

I. 환각성 유기용매류

1. 개요

톨루엔(C_7H_8), 초산에틸($C_4H_8O_2$), 메틸알콜(CH_4O)의 흡입은 유해화학물질관리법 및 시행령에서 규제하고 있으며, 유해화학물질관리법(법률 제 5860호, 1999. 2. 8.) 제35조 ①항에 흥분·환각 또는 마취의 작용을 일으키는 유해화학물질(환각물질)을 섭취 또는 흡입, 이러한 목적으로 소지를 금지시키고 있으며, 동 시행령(대통령령 제15962호, 1998. 12. 31.) 제22조에 이들 물질은 1. 톨루엔·초산에틸 또는 메틸알콜, 2. 제1호의 물질이 들어 있는 신나(도료의 점도를 감소시키기 위하여 사용되는 유기용제를 말한다)·접착제 및 도료, 3. 부탄가스로 지정하고 있다.

유기용매 중 방향족 탄화수소(Aromatic Hydrocarbon)인 벤젠, 톨루엔 및 크실렌 등과 그 외에 아세톤, 에테르, 초산에틸 및 메틸알콜 등 산업체에서 원료 및 용매로써 수요가 광범위하다. 시판되는 본드류는 주로 2-클로로부타디엔과 페놀수지 등 주원료에 톨루엔, 메틸알콜, 초산에틸, 사이클로헥산 및 노르말헥산 등의 혼합용매를 사용하고 있다.

산업이 발전하면서 석유화학제품이 주위에 널리 퍼지고 값이 싸서 구입이 용이하게 됨에 따라 청소년들 간의 본드류 흡입이 사회문제가 되어 급성 및 만성 중독사고가 발생되고, 특히 흡입 시 마취성 환각성에 기인한 범죄와 비행이 빈번해졌다.

이와 같은 물질의 흡입은 Glue Sniffing으로 1960년 미국에서 시작되어 청소년층에 폭발적으로 유행하여 한때 100여명이 사망한 경우도 있었으나 1972년 톨루엔의 흡입을 규제한 이후에 감소하였다. 국내에서는 1979년 영월에서 본드를 흡입한 고교생이 사망한 사건이 처음으로 발생하였고 1981년부터 규제되었다. 유기용매류 흡입과 관련된 감정 의뢰는 1987년

482건으로 서울 경기지역에 90 %가 편중되었으나 1990년 1105건, 1991년 1567건으로 양적 팽창과 함께 의뢰지역도 전국적으로 확대되었으며, 2005년 이후 관련 법규 강화로 점차 감소 추세에 있다. 이러한 본드류의 흡입은 10대 청소년층이 주류를 이루고 있으며, 고의가 아닌 흡입 시 질식 등으로 사고에 의해 사망사고가 발생하기도 한다.

2. 종류

(1) 톨루엔

메틸벤젠. 분자량 92.13. 인화성 기체, 벤젠 냄새. 녹는점 95 °C, 끓는점 110.6 °C, 밀도 = 0.866. 물에 대한 용해도 (23.5 °C에서) : 0.067 % (w/w). 물에 극소량이 녹는다. 알콜, 클로로포름, 에테르, 아세톤, 빙초산, 이황화탄소와 잘 섞인다. LD50 (쥐, 경구) : 7.53 g/kg.

(2) 초산에틸(Ethyl Acetate)

분자량 88.10. 맑은 휘발성의 인화성 액체, 독특한 과일향, 희석되었을 때는 상쾌한 맛. 물을 흡수함(3.3 % (w/w)까지). 녹는점 83 °C, 끓는점 77 °C. 25 °C에서 물 10 mL에 1 mL가 녹는다. 낮은 온도에서는 더 녹고, 높은 온도에서는 덜 녹는다. 알콜, 아세톤, 클로로포름, 에테르와 섞인다. LD50 (쥐, 경구) : 11.3 mL/kg

(3) 메틸알콜

메탄올. 분자량 32.04. 인화성, 유독성, 모빌 액체(mobile liquid). 발광 없이 파란 빛깔을 내면서 탄다. 녹는점 97.8 °C, 끓는점 64.7 °C. 물, 에탄올, 에테르, 벤젠, 케톤 및 그 외 대부분의 유기용매와 섞인다. 섭식(ingestion), 흡입, 경피흡수(percutaneous absorption)에 의해 중독될 수 있다. 대체적인 치사량은 100~250 mL임.

3. 감정방법

본드, 신나, 니스 그리고 벤зол 등을 흡입한 경우 이의 용제로 사용하고 있는 톨루엔, 초산에틸 등을 확인한다. 또한 유기용매를 흡입한 경우 피의자 혈액, 소변 및 타액에서 감정이 가능하며, 혈액에서 정량 확인이 가능하다. 이의 확인 및 정량은 두 단계로 진행한다. 먼저 flame ionization detector(FID)의 gas chromatography를 사용하여 톨루엔의 확인 및 정량 시험을 진행한다. 그리고 다시 gas chromatograph/mass spectrometry (GC/MS)를 이용하여 톨루엔의 정확한 확인을 진행한다.

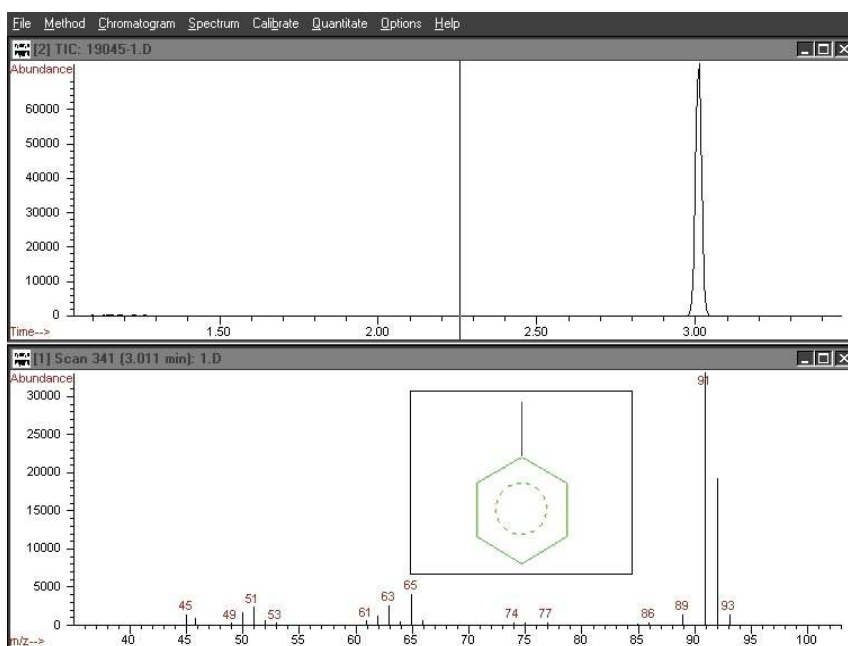


그림 7. Toluene의 GC/MS spectrum

4. 증거물 채취 요령

1) 유해화학물질관리법 위반으로 주로 의뢰되는 압수품은 다음과 같다.

(1) 본드류 : 코크류(토끼 코크, 조은 코크, 팬더 코크, 돼지표본드, 뉴본드 등)

(2) 니스류 : 교재공작용광택제, 교재용니스홈스타, 공예용비둘기표니스, 캠퍼스교재

(3) 벤졸류 : 안진제약, 성광제약, 경일약품, 그린제약 등

(4) 신나류 및 칼라스프레이



2) 증거물 채취요령

(1) 본드류의 흡입사건은 사건 현장에서 사용한 니스, 신나 및 본드 등 압수품과 흡입 도구로 사용된 각종 비닐봉지 및 생체시료 등을 함께 의뢰한다. 압수품은 반드시 밀폐용기로 밀폐시키고 생체시료와는 분리하여 개별 포장한 후 각각 의뢰하여야 오염을 방지할 수 있다 (III. 환각성 유해 화학 물질과 관련 증거물 의뢰 시 주의 사항 참조).

(2) 생체시료 의뢰 시에는 본드 등을 흡입한 후 24시간 이내에 혈액, 소변 및 타액을 각각 10 mL 이상 (최소 2 mL) 진공채혈관에 채취하여 완전 밀봉 후 4 ℃ 이하에서 보존하고 가능한 빨리 의뢰한다(피의자의 이름, 나이, 채취시간, 흡입추정시간을 표시).

5. 감정사례

1) 초등생의 본드 흡입

의뢰된 튜브 및 비닐봉지 15점에서 톨루엔성분이 검출된 건으로 피의자는 13세 초등학생으로 인천 ○○구 소재 ○○초등학교 운동장 스탠드 내에서 같은 구 ○○동 ○○공구에서 미리 구입한 본드를 비닐봉지에 짜 넣고 입으로 호흡하는 방법으로 흡입한 건. (2007년 8월)

2) 제모된 식용 오리 및 도축장 내 왁스통에서 톨루엔 및 벤젠 검출

제모된 오리 및 출하직전 오리 등의 식오리와 제모에 사용된 1차 및 2차 왁스통에서 톨루엔 및 벤젠성분이 검출된 건으로, 오리 도축장에서 오리 도축 시 제모를 용이하게 할 목적으로 에스테르점을 가열하여 액체로 만든 후 점도를 높이기 위하여 콜타르 등 인체 유해원료를 혼합하여 오리를 담근 후 잔털을 제거하여 판매한 건임. (2007년 8월)

3) 가스에 의한 선박 내 질식 사망 건

변사자(45세, 남)는 필리핀 국적인으로 석유제품 운반선의 갑판장으로 일본 시바현항에서 중국 대련항으로 항해하던 중 제주도 서귀포 남동방향 약 60마일 해상에서 빈 나프타 탱크를 청소하던 중 가스에 질식하여 사망한 사건으로 변사자의 혈액에서 톨루엔 5.3 ppm이 검출되었음. (2003년 1월)

4) 톨루엔 상습 흡입 여성 사망 건

변사자(22세, 여)는 유해화학물질(본드흡입) 등 전과 3범으로 신당동 소재 임대 아파트 18층에서 오빠와 함께 거주하였으며 병환으로 작년에 사망한 어머니를 그리워하며 자신의 방에서 본드를 흡입하며 환각상태에서 변사자의 방과 연결된 베란다 외벽에 설치된 화단을 밟고 올라서서 아래 층으로 떨어져 사망한 채로 발견되었는데 변사자의 혈액에서 톨루엔 26 ppm 검출되었음. (2002년 3월)

II. 부탄가스류

1. 개요

휴대용 부탄가스는 구입이 용이하여 청소년들에 의한 흡입 및 이와 관련된 변사, 화재사건 등이 빈번히 발생하고 당소에도 1988년 9건, 1991년 의뢰 건수 중 27건이 흡입으로 인한 사망으로 판명되었다. 연료용 가스류에 의한 남용이 심각해짐에 따라 1995년 3월부터 부탄가스에 대하여는 대통령령에 의해 유해화학물질관리법에 따라 그 사용을 규제하고 있다.

2. 종류

1) 노르말 부탄(n-Butane)

상온에서 무색 기체로 가연성이 있고 공기보다 무거우므로 가스 누출 시 낮은 곳으로 유입되어 인화 폭발하는 일이 있다. 액상으로 접촉 시 화상 또는 동상의 위험이 있으며, 사람의 경우 0.05 % 이하의 농도에서는 악취를 감지할 수 없으며 고농도에서 기능장애(마취성)를 일으키고 혈액 내 산소분압이 낮아져 질식성의 장애를 일으키며 흡입 치사량(LC₅₀)은 658 g/m³에서 4시간으로 보고되고 있음.

2) 이소 부탄(iso-Butane)

가연성 가스로 대기 중에 44~74 ppb 정도 함유되어 있고 담배연기에서도 10~60 ppm 정도가 발생한다. 쥐에 대한 독성은 52 mg/kg 중 1시간 폭로 시 흡입치사량임.

3) 프로판(Propane)

상온에서 무색 기체로 가연성이 있고 공기보다 무거워 누출 시 낮은 곳으로 유입되어 인화 폭발하기도 한다. 액상에 접촉 시 화상 또는 동상의

위험이 있으며 사람의 경우 2 % 이하에서 악취가 감지되지 않으나 10 % 인 경우 눈, 코, 기도 등의 자극이 약간 있고, 2~3분 폭로 시 가벼운 현기증을 느낀다. 고농도 폭로 시 기능장애(마취성)가 있으며 산소분압이 낮아져 질식성 장애를 일으킨다.

4) 메탄(Methane)

천연가스의 주성분인 메탄은 상온에서 가연성 기체로 연료용, 시안화수소 및 메탄올 등의 합성원료로 사용되며 유기물이 수중에서 부패 발효할 때 생성되기도 한다. 광도에 폭로 시 산소분압의 저하로 인한 질식성 장애를 초래하여 사망케 된다.

3. 감정방법

부탄은 노르말-부탄(n-Butane)과 이소-부탄(iso-Butane)의 형태로 존재하며, 상온에서 기체로 존재하므로 시료의 관리 및 방법에 주의를 요하여야 한다. 현재 시판되고 있는 휴대용 부탄가스의 경우 노르말-부탄, 이소-부탄 외에 프로판(Propane(C_3H_8))이 동시에 섞여 있으므로 이의 확인이 병행되어야 한다. 부탄을 흡입한 경우 혈액 내에 부탄이 남아 있게 되므로 이를 flame ionization detector(FID)가 장착된 gas chromatography를 이용하여 확인할 수 있다. 이와 같은 증거물 및 생체시료에서의 가스류 분석은 GC 및 GC/MS를 사용하여 감정하며, 가스류 흡입에 의한 사망 사건의 경우 채취된 혈액은 즉시 밀봉하여 4 °C 이하의 낮은 온도에서 보관하여야 한다.

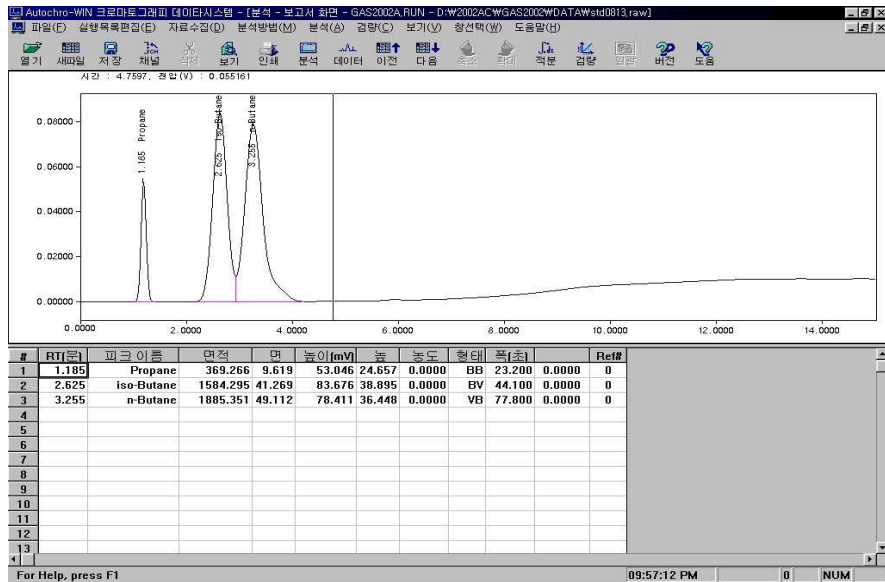


그림 8. 부탄의 GC spectrum

4. 증거물 채취요령

연료용 가스류에서 환각성이 있는 부탄가스류의 흡입사건은 사건현장에서 사용한 용기(간이렌지 전용가스, 부탄가스통) 등과 생체 시료를 의뢰한다. 생체시료 의뢰 시에는 흡입사건 발생 24시간 이내에 혈액 10 mL 이상을 가급적 고무마개로 된 진공채혈관에 채취하여 완전 밀봉 후 반드시 4 ℃ 이하로 보존하여야 한다(피의자의 이름, 나이, 채취시간, 흡입추정시간을 표시). 혈액의 경우 흡입 후 경과 시간, 혈액의 보관상태(용기의 상태), 의뢰까지의 경과시간, 또는 외부 온도에 의한 영향으로 혈액에 녹아 있는 가스류가 쉽게 증발되어 없어질 수 있으므로 신속한 의뢰가 필요하다(III. 환각성 유해화학 물질과 관련 증거물 의뢰 시 주의 사항 참조). 또한, 부탄 흡입사망사건에서는 사망자의 혈액에서 보통 많은 양의 부탄가스가 존재하여 검출이 용이하나, 유해화학물질관리법 저축 피의자의 혈액에서는 대체로 소량의 가스가 나타나므로 시료 채취 및 보관에 있어서 주의가 필요하다.



5. 감정사례

1) 영업용 택시 내에서 부탄가스 흡입

피의자는 10월 12일 04:02경 서울 강북구 ○○동 소재 ○○로타리 부근에서 정○○이 운전하는 영업용 택시 내에서 상호불상 슈퍼에서 구입한 부탄 성분이 함유된 가연성 액화부탄가스인 베스트가스 켄 2통을 주입구에 입을 대고 앞니 치아로 꼭지를 눌러 가스를 들이 마시는 방법으로 약 10분 동안 이를 흡입한 건으로 부탄가스통 및 혈액에서 노르말-부탄, 이소-부탄 및 프로판 성분 검출되었음. (2007년 10월)

2) 52세 남성 변사체 시료에서 부탄성분 검출

부검건의 생체시료인 말초혈액, 지방조직 및 뇌조직에서 부탄 성분이 검출된 건으로, 변사자는 얼굴에 검은 비닐봉지를 뒤집어쓰고 봉투 안에 라이터 가스통을 넣은 채 고무밴드를 목에 걸고 사망한 채 발견된 건임. (2007년 10월)

3) 가스 폭발에 의한 부부 사망

아파트에서 원인불상의 가스폭발이 발생하여 부부 2명이 두개골 골절과 화상을 입은 채 누워 있는 것을 병원으로 옮겨 치료를 하는 도중에 사망하였고, 부부는 사건 당일 및 평상시에 잦은 다툼을 하였으며, 평소보다 많은 LPG 소모가 있었다고 하고, 부검 시료인 혈액, 지방조직 및 뇌조직, 혈액에서 LPG의 주성분인 프로판 검출되었음. (2003년 11월)

4) 치과의사 사망 사건

치과의사(45세, 남)가 차 안에서 사망한 채로 발견되었고, 사체 부근에는 산소통과 아산화질소통이 놓여 있었으며 부검 후 생체 시료에서 약독물, 알콜 등은 검출되지 않았으나, 아산화질소 흡입이 의심되었으므로 생체시료에서 아산화질소의 검출을 시도한 바, 혈액, 복부지방, 뇌조직, 폐조직에서 아산화질소가 검출되었음. (2003년 1월)

III. 환각성 유해화학물질과 관련 증거물 의뢰 시 주의사항

※ 감정물 의뢰 시 주의 사항이 복잡하므로 의뢰하기 전에 담당자와 통화하여 설명을 들은 후 의뢰 요망.

가. 환각성 유해화학물질과 관련하여 감정의뢰 시에는 소변, 혈액, 타액의 의뢰용기로 진공채혈관(Blood Vacuum Tube)을 사용하여 주십시오.



혈액은 혈액응고방지제가 든, 소변은 내용물이 없는 채혈관 사용



예) 소변, 혈액, 타액

나. 의뢰용기로 사용하지 말아야 할 용기



다. 압수품은 밀폐용기로 밀폐하여 의뢰



IV. 참고문헌

- 1) MEK, TOLUENE, and ETHANOL in blood: METHOD 8002. *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)*, 4th ed.
- 2) N. Y. Kim and S. W. Park. The comparison of toluene determination

between headspace–solid phase microextraction and headspace methods in glue–sniffer's blood and urine samples. *J. Forensic Sci.* **45(3)**, 702–707 (2000)

- 3) Park SW, Kim NY, Yang YG, Seo B, Paeng KJ. Toluene distribution of glue sniffers' biological fluid samples in Korea. *J. Forensic Sci.* **43(4)**, 888–890 (1998)
- 4) *Merck Index* 11th ed. 9455, 3713, 5868

제7편 화학적 감정

- 제1장 서론
- 제2장 미세증거물의 감정
- 제3장 인화성물질 감정
- 제4장 부정유류
- 제5장 혈중알콜농도 분석방법
- 제6장 환경오염원 감정
- 제7장 산·알칼리 등 화공약품류 감정
- 제8장 유해성 중금속류 감정
- 제9장 일산화탄소 등 유해성 가스류 감정
- 제10장 화학공장 폭발
- 제11장 자연발화
- 제12장 문서의 작성시기 감정
- 제13장 땀음말

제1장 서론

제2장 미세증거물의 감정

I. 개요	342
II. 미세증거물의 용도	343
1. 범인 추적의 수단	343
2. 용의자가 범인인지를 입증하는 수단	344
3. 진술의 진위 여부 확인	345
4. 피의자 심문의 보조 수단	346
III. 개별특성과 군집특성	346
IV. 증거물의 개별화	347
1. 상호 물질교환을 입증하는 방법	347
2. 여러 군집증거가 일치하는 것을 입증하는 방법	348
V. 미세증거물이 나올 수 있는 증거물	348
1. 의복	348
2. 신발	350
3. 차량	351
4. 범행에 사용한 도구	353
5. 침입구/도주로	354
6. 몸에서 채취하는 증거물	355
7. 건축 자재	356
8. 토양	356

VI. 증거물의 채취 및 보관	358
1. 외관검사 및 채취부위의 선정	358
2. 채취 용구	359
3. 채취 및 보관 방법	360
4. 대조시료 혹은 표준시료	362
5. 현장 및 시체사진의 중요성	363
VII. 미세증거물이 나올 수 있는 증거물	365

제3장 인화성물질 감정

I. 인화성물질의 정의	366
II. 용어의 정의	367
III. 시료 채취 방법	369
1. 채취 부위의 선정	369
2. 증거물의 포장	370

제4장 부정유류

I. 개요	371
II. 석유사업법상 주요 석유제품	372
III. 유사석유제품의 제조 유형	372

IV. 감정사례	373
V. 유사석유 감정물 채취 요령	374

제5장 혈중알콜농도 분석방법

I. 개요	375
II. 대사	375
III. 분포	376
IV. 시간당 감소율	376
V. 부패에 의한 alcohol의 생성	378
VI. 혈중알콜농도에 따른 주취증상	378
VII. 음주량에 따른 이론적 혈중알콜농도 계산	379

제6장 환경오염원 감정

I. 개요	382
II. 환경시료 및 시험	383
III. 감정사례	383

1. 도금공장단지 폐수의 무단 방류	383
2. 해양오염 폐수의 오염원 추적	384
3. 하천오염 폐수의 오염원 추적	385
4. 폐기물 쓰레기의 배출원 추적	385
5. 음식물 쓰레기 재활용업체 폐수	386
6. 산업폐기물 불법투기	390
IV. 감정물 채취요령	390

제7장 산·알카리 등 화공약품류 감정

I. 개요	392
II. 감정유형 및 시험	392
III. 감정사례	392
IV. 감정물 채취요령	393

제8장 유해성 중금속류 감정

I. 개요	394
II. 감정유형 및 시험	397
III. 감정사례	398
IV. 감정물 채취요령	399

제9장 일산화탄소 등 유해성 가스류 감정

I . 개요	400
II . 감정유형 및 시험	401
III . 감정사례	403
IV . 감정물 채취요령	405

제10장 화학공장 폭발

I . 개요	406
II . 화학설비의 안전	408
III . 감정사례	409

제11장 자연발화

I . 개요	410

제12장 문서의 작성 시기 감정

I . 개요	414

II. 감정 의뢰 요령	414

제13장 맺음말

제1장 서론

화학적 감정이란 산업의 발달과 인간의 자연적 욕구로 인한 사회구조의 변화에 기인된 각종 테러사건, 협박사건, 가스중독사건, 폭발사건, 음주 후 교통사고 및 환경관련 범죄 등 다양한 범죄사건 발생 시 각종 증거물의 화학적 분석을 통해 수사방향, 증거제시 및 예방 등에 활용하는 것 이외 공정한 판결을 위한 자연과학의 전반적인 지식을 응용하는 학문으로, 궁극적으로 화학적 판정이 재판상 범죄 사실을 결정짓게 하는 데 목적이 있다. 즉 감정대상물에 대하여 화학적 특성, 구성 성분 및 합성경로의 특징적인 불순물 등을 분석하는 응용분석화학의 한 분야이다.

약 1세기 전 경찰력의 출현을 시발로 법률, 의학, 경찰업무, 자연과학 등 광범위한 분야로부터 각종 지식과 방법을 도출해 내어 과학적 증명에 의한 유죄와 무죄를 결정하는 사법적 체계에 대하여 관찰과 실험을 기초로 한 논리적이고 과학적인 의미가 있는 정보를 제공(증거)하는 법과학의 한 분야로 1851년 Belgium J.S Stas에 의해 화학적 분석에 의한 증명이 화학적 감정의 시작으로 볼 수 있으며 각종 광학기계 및 분석기기의 발달, 분석기법의 개발로 눈부신 발전을 하였다.

감정방법은 분석해야 할 사건의 각종 증거물을 화학적 분석을 통해 경찰이나 검찰을 이해시키는 일 등 법적, 과학적 욕구를 충족시킬 수 있어야 하므로, 기본원리를 이용하여 미지시료에 대한 무게, 형태, 색상 등을 관찰하는 현미경에 의한 시험 및 일반적인 시험으로부터 특수한 장비를 이용한 spot test와 같은 screening tests, Gas chromatography test와 같은 separating tests 및 IR, GC/MS, NMR 등과 같은 confirmatory tests를 실시하며, 필요에 따라 정량시험을 실시한다. 또한, 증거물의 보존, 재분석필요성, 시료부족인 경우 비파괴 시험을 실시하며, 기타 사건개요, 보고서, 진술서 등의 자료를 참고로 하여 감정한다.

제2장 미세증거물의 감정

I. 개요

미세증거물(trace evidence)이란 범죄 현장에 유류된 증거물 중 눈으로 보이지 않을 정도로 작은 증거물을 말한다(생체시료는 제외한다). 우리 주변에서 관찰할 수 있는 작은 물질은 그 수가 대단히 많기 때문에 미세증거물의 종류도 대단히 많다. 따라서 미세증거물이란 상호 접촉이 있을 경우 부지불식간에 서로에게 전이될 수 있는 작은 물질이 모두 포함될 수 있다고 이해하면 좋을 것이다. 그 예로서 금속 가루, 유리조각, 깃털, 음식물 흘린 흔적, 건축자재, 윤활제, 손톱자국, 꽃가루 및 흙씨, 화장품, 플라스틱 조각, 화공약품, 종이섬유, 톱밥, 동물 털, 식물섬유, 아스팔트, 타르, 식물성 유지류, 먼지, 절연제, 섬유, 그을음, 토양, 곡물 등이 모두 미세증거물이 될 수 있다. 생체시료는 독물분석 분야에서 다루기 때문에 미세증거물의 범주에서 제외한다. 혈중 알콜, 농약, 독극물 등이 미세증거물의 범주에 들지 않는 것은 이러한 이유 때문이다.

미세증거물의 중요성을 처음으로 제기한 사람은 프랑스의 법과학자인 Edmond Locard이다. 그는 한 사람이 어떤 지역에서 움직이면 반드시 먼지의 이동이 있다는 확신을 갖고 1930년에 'Every Contacts leaves traces'라는 말로서 미세증거물의 중요성을 처음으로 제기하였다.(이 말은 오늘날 Locard의 교환 법칙이라고 알려져 있다)¹⁾ 그는 두 물체가 접촉하면 반드시 물질 교환(transfer of material)이 일어나고 이를 이용하면 두 물체가 상호 접촉하였는지 여부를 밝힐 수 있다고 믿었다. 이처럼 Locard가 눈으로 잘 보이지도 않는 증거물의 중요성을 주장한 이후 법과학자들은 그의 주장을 받아들여 눈으로 보이지도 않을 정도로 작은 증거물의 분석에 관심을 갖게 되었고 그 결과 오늘날의 미세증거물(Trace Evidence)

1) Locard, E. The analysis of dust traces. Part I. American Journal of Police Science (1930) 1:276-298.

분석 분야가 등장하게 되었다.

미세증거물이 갖는 가장 큰 가치는 ‘미세증거물의 상호 교환은 부지불식간에 이루어진다.’는 점일 것이다. 즉 범인도 모르는 사이에 자신이 현장에 미세증거물을 남기거나 현장에 있는 미세증거물이 자신의 몸으로 전이된다는 것이다. 대부분의 범인은 의도적으로 범죄 현장을 인멸하려고 하고, 그 첫 번째 인멸 대상물은 범인의 눈에 보이는 물건들이다. 따라서 수사관이 범인과 같은 시각을 갖고 범죄 현장을 수사한다면 범인이 훼손시킨 증거물만을 접하게 되어 자칫 수사가 어려움에 봉착할 수 있다. 그러나 미세증거물은 범인의 눈에 잘 나타나지 않는 증거물이기 때문에 쉽게 인멸시키기 어려운 특징이 있다. 이를 역으로 설명하면 수사관이 찾아내기도 어렵다는 말이 되지만 일단 찾아내기만 한다면 미세증거물의 분석을 통해 범인이 보지 못한 면을 볼 수 있게 되므로 범인의 검거나 범죄 사실을 입증하는데 큰 기여를 할 수 있다.

미세증거물 분석이란 용의자와 사건 현장 혹은 피해자와 용의자 간의 인과관계를 밝히기 위해 미세 입자를 분석하는 과정이다. 대표적인 미세증거물로는 체모, 페인트, 유리, 섬유 등이 있다. 원칙적으로는 미세증거물이 아니지만 대부분의 미세증거물 실험실에서는 인화성물질, 지문, 족흔, 파단면 비교 등도 미세증거물인 것으로 간주하여 분석하고 있다.

II. 미세증거물의 용도

1. 범인 추적의 수단

미세증거물은 범인을 추적하는 수단으로 사용될 수 있다. 사건과 관련된 조그만 증거물로부터 범인 의복의 색상, 차량의 색상 및 충격 부위, 이동 경로 등을 추적할 수 있다. 물론 극미량의 미세증거물로 사건 전체를 추정하려면 무리가 따를 수 있지만 수사의 방향을 설정하는데 있어 미세

증거물은 큰 역할을 할 수 있다. 한 예로 뽕소니 사건 피해자 의복에서 파란색 도료가 검출되었다면 파란 색으로 도색된 차량이 용의 차량일 가능성이 높으므로 수사의 범위를 대폭적으로 축소시킬 수 있다. 또한 피해자 손톱에서 다량의 붉은 색 섬유가 검출되었다면 가해자는 붉은 색 섬유로 구성된 의복을 입고 있었다고 추정할 수 있다. 그림 1은 범인이 현장에 떨어뜨리고 간 장갑 및 이를 현미경으로 확대한 사진으로서 석면이 부착되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이로 미루어 범인은 석면을 다루는 작업을 하는 사람일 가능성이 있는 것을 확인할 수 있다.



그림 1. 범인이 현장에 떨어뜨리고 간 장갑(좌)과 장갑 바닥에 부착된 석면(우)

2. 용의자가 범인인지를 입증하는 수단

미세증거물은 용의자의 범행 여부를 입증하는데 사용될 수 있다. 그림 2의 좌측은 살인 사건 피해자 손톱에서 채취한 섬유이고 우측은 용의자 점퍼의 안감 섬유로서 색상, 굵기가 동일한 면섬유로 밝혀졌다.(피해자 손톱에 부착된 섬유는 혈액이 묻어 붉은 색으로 나타났다.) 이처럼 미세증거물은 그 크기가 작지만 용의자의 범행 여부를 입증하는 결정적인 수단으로 사용할 수 있다.

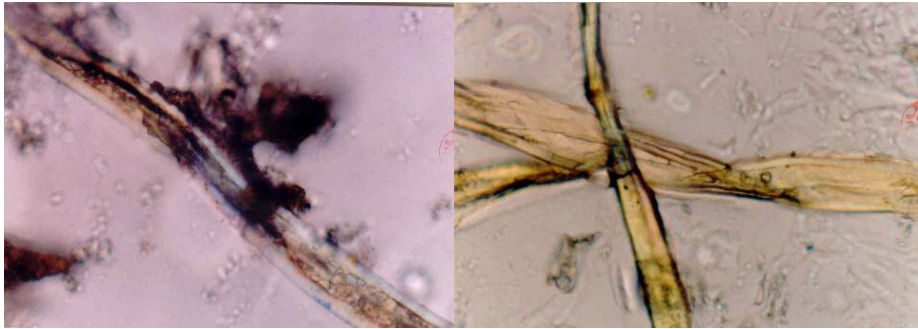


그림 2. 피해자 손톱에 부착된 섬유(좌)와 용의자 점퍼 안감 섬유(우)

3. 진술의 진위 여부 확인

피해자 혹은 목격자 진술의 진위 여부를 확인할 수 없어 수사가 어려운 경우가 있는데 이 경우 미세증거물이 유용하게 사용될 수 있다. 그림 3은 한 여성이 성폭행당할 뻔 했다고 신고한 사건으로서 경찰에서는 신고자 진술의 진위 여부를 확인하기 위해 당 실험실로 피해자의 치마를 감정 의뢰했다. 감정 결과 치마 안감 부위에 소량이지만 토양이 부착되어 있는 것을 확인할 수 있었고 이로 미루어 신고 여성의 진술이 신빙성이 있다는 것을 확인할 수 있었다.



그림 3. 신고 여성 치마 및 치마 안감 엉덩이 부위에서 식별되는 미세 토양

4. 피의자 심문의 보조 수단

피의자가 증거가 없음을 빌미로 진술을 거부하는 경우가 많은데 이 경우 미세증거물을 심문의 보조 수단으로 사용할 수 있다. 그림 4는 방화 피의자 의복 소매 끝에 생성된 섬유 용융흔이다. 피의자는 ‘최근 화기 근처에 간 일이 없다’고 잡아뗐으나 이 섬유 용융흔을 보여주고 섬유 용융흔은 화기에 가까이 있을 때에만 생성된다고 설명하자 범행을 시인한 사건이다.



그림 4. 방화 용의자 소매 끝 섬유에 생성된 섬유 용융흔

Ⅲ. 개별특성과 군집특성

증거물의 특성은 크게 개별특성과 군집특성으로 구분할 수 있다. 개별특성이란 그 출처가 유일무이한 특성으로서 지문, 총기 발사흔, 필적, DNA, 공구흔 등이 개별특성을 갖는 증거물이다. 즉 개별특성이 같다면 그 증거는 범인에게서 유류된 것이라고 단정적으로 말할 수 있는 것이다. 군집특성은 이와 대비되는 개념으로서 이 세상에 똑같은 물질이 얼마든지 있을 수 있는 특성을 말한다. 섬유, 페인트, 유리 등 거의 대부분의 미세증거물은 공장에서 대량으로 생산되기 때문에 군집특성을 갖는 증거물이다. 따라서 현장에서 발견한 증거물과 용의자에게서 채취한 증거물의 군집특성이 동일한 경우에는 용의자가 범인이라고 단정적으로 말하지는 못하고 단지 용의자가 범인일 가능성이 있다고밖에 말할 수 없다.

군집특성을 갖는 물질의 증거가치는 개별특성을 갖는 물질에 비해 현격히 떨어지는 것이 사실이다. 현장감식할 때 감식요원의 입장에서 보면 개별특성을 갖는 증거를 찾는 것이 이상적이겠지만 대부분의 강력사건 현장에는 개별특성을 갖는 증거가 남지 않는 것이 현실이다. 이에 반해 미세증거물은 개별특성을 갖는 증거물에 비해 증거 가치는 떨어지지만 거의 대부분의 사건 현장에 반드시 유류된다는 장점이 있다. 미세증거물이 검출되지 않을 수도 있지만 이는 현장에 미세증거물이 남지 않아서가 아니라 그 크기가 너무 작아 감식 과정에서 찾아내지 못했거나 실험실에서 검출해내지 못했을 뿐이다.

IV. 증거물의 개별화

대부분의 미세증거물은 군집 특성을 갖지만 여러 가지 군집증거물을 조합하면 DNA나 지문처럼 개별특성을 갖도록 만들 수 있다. 즉, 증거물의 개별화란 군집특성을 갖는 증거물을 조합하여 개별특성을 갖는 증거물로 만드는 과정이다. 증거물을 개별화시키는 방법으로는 크게 상호 물질 교환이 있었음을 입증하는 방법과 여러 군집 특성이 일치한다는 것을 입증하는 방법이 있다. 감식요원은 현장에서 한 가지 증거물을 채취하는데 만족하지 말고 다양한 증거물을 채취하여 상호 물질교환이 있었음을 입증하거나 다양한 증거물의 전이가 있었음을 입증해야만 그만큼 미세증거물의 증거 가치가 높아지는 것이다.

1. 상호 물질교환을 입증하는 방법

차량용 페인트는 대표적인 군집증거물이다. 따라서 피해차량의 차체에서 가해차량의 페인트를 검출했을 경우 가해차량이 피해차량을 충격했다고 단정적으로 말하지는 못하고 단지 가해차량은 피해차량을 충격했을 가

능성이 있는 차량이라고만 말할 수 있다. 그러나 가해차량의 차체에서 피해차량의 페인트를 함께 검출하여 상호 물질교환이 있다는 점을 증명했다면 가해차량이 피해차량을 충격했을 가능성은 훨씬 높아지는 것이다.

2. 여러 군집증거가 일치하는 것을 입증하는 방법

또 다른 예로 피해자 손톱에서 가해자 상의 섬유 1가지가 검출되었다면 가해자는 피해자를 공격했을 가능성이 있다고만 말할 수 있다. 아무리 많은 수의 섬유가 검출되어도 이 결과는 변하지 않는다. 그러나 피해자 손톱에서 가해자 상의 섬유와 하의 섬유가 동시에 검출되었다면 단 한 올씩의 섬유가 검출된 경우에도 가해자가 피해자를 공격했다고 말할 수 있는 가능성이 그만큼 높아진 것이다.

또 다른 예로 창문을 뜯고 침입한 강도 사건에서 용의자가 소지하고 있던 망치에서 사건 현장 창틀의 페인트 한 가지만 검출한 경우에는 용의자가 범인이라고 확정하기 어려울 것이다. 그러나 용의자 신발에 부착된 토양과 현장 토양을 함께 대조하여 유사한 토양이란 것도 입증했다면 용의자가 범인일 가능성은 그만큼 높아지는 것이다.

V. 미세증거물이 나올 수 있는 증거물

1. 의복

거의 대부분의 범죄는 의복을 착용한 상태에서 발생하므로 의복은 미세증거물을 가장 잘 남기고 아울러 미세증거물이 가장 잘 부착될 수 있는 증거물이다. 따라서 미세증거물을 감정하려면 용의자 혹은 피해자의 의복을 수거하는 것이 가장 중요하다.

의복에 부착될 수 있는 미세증거물은 그 종류가 다양하다. 상대방의 의복 섬유, 토양, 시멘트, 녹, 유리, 건축 자재, 페인트, 합성수지, 그을음, 화

장품 등이 부착될 수 있고 방화범이 착용했던 의복에는 그을음이 부착되거나 인화성물질이 흡착될 수 있다. 그림 5는 방화 용의자가 착용했던 의복에 부착된 플라스틱 용융물을 보인 것이다. 범인은 방화 사실을 부인했지만 이런 부착물이나 용융흔을 통해 범인이 현장에 있을 때 화재가 있었음을 입증할 수 있었다.



그림 5. 방화용의자 의복에 부착된 합성수지 용융물

의복을 채취할 때 가장 주의해야 할 점은 의복이 오염되거나 의복에 부착된 미세증거물이 이탈되지 않도록 하는 것이다. 피해자 혹은 피의자가 미세증거물이 묻어 있을 것으로 의심되는 의복을 착용하고 있다면 이들을 깨끗한 종이 위에 올라서서 옷을 벗도록 한 후 의복을 종이 포장재로 포장하여 밑에 깔았던 종이와 함께 법과학감정소로 보내 감정하도록 한다. 옷은 인화성물질을 감정하는 경우를 제외하고는 비닐봉지에 포장하지 않도록 한다. 비닐봉지를 사용하면 통풍이 안 되어 곰팡이가 슬 수 있다. 혈액이나 물에 젖은 의복은 그늘진 곳에서 말려서 보낸다. 이 때 절대로 의복을 털지 않는다. 방화범 등이 착용했던 의복에서 인화성물질을 검사하고자 할 경우에는 반드시 밀봉 포장해야 한다.

용의자 혹은 피해자를 사건 현장으로 데리고 갈 때에는 사건 당시에 입었던 옷 이외의 다른 옷을 입혀 데리고 가야 한다. 그래야만 현장에 있던 물질을 의복에 묻혀 오거나 의복 섬유를 사건 현장에 추가로 떨어뜨리지 않기 때문이다. 그림 6은 영화 ‘CSI 과학수사대’의 한 장면으로 피해자/용의자를 깨끗한 종이 위에 올라서게 한 후 감식요원이 장갑을 착용하고 미세증거물을 채취하는 모습이다. 머리를 빗질해서 머리카락 사이에 있는 미세증거물까지 채취하고 있는 것을 볼 수 있다.



그림 6. TV 드라마 ‘CSI 과학수사대’ 중에서 피해자의 몸에 부착된 증거물을 채취하는 장면

2. 신발

신발도 의복만큼 중요한 증거물로서 수사관이나 감정인이 생각하지 못한 의외의 증거물이 남아있을 수 있다. 신발에는 먼지, 토양, 페인트, 유리파편, 식물편, 혈흔 등이 부착되거나 섬유 용융흔이 남을 수 있다. 교통사고인 경우에는 차량에서 유류된 특이흔이 남아있을 수도 있다. 이러한 미세증거물 이외에도 현장에 있던 족적과 신발을 비교할 수도 있다. 그림 7은 사건 현장에 있던 용의자의 신발 바닥으로서 신발 바닥에 현장의 토양이 박혀있는 것을 볼 수 있으며 이 토양을 사건 현장의 토양과 비교하여 범인이 현장에 있었는지 여부를 확인할 수 있다.



그림 7. 용의자 신발에 현장 토양이 부착된 모양



그림 8. 방화 용의자 신발 바닥에 부착된 현장 용융물

또한 그림 8은 방화 용의자 신발 바닥을 확대한 모습으로서 화재 현장에 있는 합성수지 용융물이 부착된 것을 볼 수 있다.

사건 현장의 유리가 깨졌으면 용의자 신발 바닥에 현장에 있던 유리 조각이 박혀있을 수 있다. 그림 9는 유리창을 깨고 침입한 강도 용의자 신발 바닥에 박힌 유리를 보인 것으로서 사건 현장에 있는 깨진 유리와 신발 바닥에 박힌 유리를 대조하여 용의자가 현장에 있었다는 것을 입증할 수 있었다.



그림 9. 강도 용의자 신발 바닥에 박힌 유리

그림 10은 살해 후 유기된 피해자의 신발로서 하얀색 물질이 부착된 것을 확인할 수 있었다. 분석 결과 왁스류인 것으로 확인되어 피해자의 살해 전 행적을 추적하는 자료로 사용된 예이다.



그림 10. 피해자 구두에 부착된 백색 물질. 분석 결과 왁스인 것으로 밝혀졌다.

신발은 의복과 마찬가지로 잘 말린 후 미세증거물이 떨어지거나 오염되지 않도록 조심하며 종이봉투에 넣어 감정 의뢰한다. 토양 증거물이 묻은 경우에는 토양을 털어내지 말고 감정 의뢰한다. 이 때 신발은 교차 오염을 방지하도록 별도로 포장해야 한다.

3. 차량

차량은 교통사고 이외에도 살인, 강도, 절도, 유괴 등 다양한 유형의 범죄에 광범위하게 이용될 수 있는 도구이다. 차량에 타거나 내릴 때 미세물질의 교환이 일어날 수 있으므로 차량은 대단히 중요한 증거물이다.

차량을 검사할 때에는 사건 유형에 따라 검사 방법이 달라진다. 뺑소니

사건이나 충돌사고의 경우에는 차량 외부 및 하부를 위주로 검사하고, 유괴, 유기, 살인 등과 관련된 차량인 경우에는 차량 출입문 주변, 내부 및 트렁크를 집중적으로 검사해야 한다. 차량 외부를 검사할 때에는 특히 손상부위, 먼지가 닦인 흔적, 직조흔, 페인트가 떨어진 흔적 등이 있는지를 검사하고 하부에서는 먼지나 기름이 닦인 흔적이 있는지를 검사한다. 차량 하부 구조물에 피해자 의복이 걸려 찢기면서 의복 조각이 남아있을 수도 있다. 차량 내부를 검사할 때에는 혈흔 및 미세증거물이 있는지를 검사한다.



그림 11. 교통사고 가해차량이 파손된 모습. 충격 부위를 테이프로 전사하여 현미경으로 관찰하면 피해자 의복 섬유가 부착된 것을 확인할 수 있다.

차량은 부위에 따라 도료 성분이 크게 다를 수 있다. 차체에 도장하는 도료와 범퍼 등 플라스틱 부품에 사용하는 도료가 모두 다르고 차량을 재도장한 경우 재도장 부위의 도료 성분이 다르므로 차량에서 대조도료를 채취할 때에는 채취 부위를 잘 선택해야 한다. 차량 하부의 기름 역시 엔진오일과 미션오일이 다르기 때문에 정확에 맞게 채취 부위를 선정해야 한다. 채취 부위를 선정하기 어려운 경우에는 차량을 국과수로 보내 감정하도록 하는 것이 좋다.

그림 12는 피해자 하의가 차량 하부의 볼트 부위와 접촉하면서 기름과 함께 볼트 흔적이 찍힌 것을 볼 수 있다. 이 경우 볼트 주변의 기름을 채취해 하의에 부착된 기름과 대조하고, 아울러 볼트 부위에서 피해자 하의 섬유를 채취하여 상호 물질교환이 일어난 것을 입증함으로써 범죄 사실을 입증할 수 있다. 볼트가 조여진 방향도 중요한 증거가 될 수 있다.

무보험운전, 음주운전 등의 행위를 한 경우 자신이 운전하지 않고 동승자가 운전했다고 주장하는 경우가 종종 있다. 특히 동승자가 차량 밖으로 튕겨나가 사망한 경우 이런 주장을 하는 경우가 많다. 이 경우에는 누가 운전했는지를 밝혀야 하는데 이때에도 미세증거물이 중요하게 이용된다. 대부분의 교통사고 순간에는 차량이 급정거하거나 전복되므로



그림 12. 피해자 하의에 가해차량 하부의 볼트가 찍힌 흔적

로 신체가 안전벨트에 강하게 눌리거나 무릎, 어깨 등이 차량 내부의 핸들, 기어, 대쉬보드, 문손잡이 등에 접촉되면서 미세증거물이 전이될 수 있다. 최근에는 에어백이 보급되면서 탑승한 사람의 화장품(루즈, 파운데이션)이나 의복 섬유가 에어백에 부착되는 경우가 많은데 이 역시 중요한 미세증거물이다. 그림 13은 운전석 에어백을 현미경으로 확대한 사진이다. 에어백이 터지면서 탑승자의 파운데이션이 부착되었고 이를 통해 누가 운전석에 앉아 있었는지를 입증한 사건이다. 사진에는 보이지 않지만 에어백에는 탑승자의 의복 섬유도 부착되어 있다.

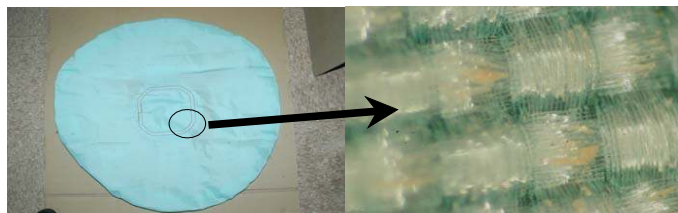


그림 13. 운전석 에어백을 현미경으로 확대한 모습

4. 범행에 사용한 공구

범행에 사용한 공구에는 피해자 의복의 섬유, 페인트, 유리, 수지, 목재, 고무, 금속 가루 등이 부착되어 있을 수 있다. 따라서 용의자에게서 범구를 압수한 경우 범구에서 미세증거물을 채취하여 대조할 수 있다. 접착성 테이프나 핀셋 등을 이용해 미세증거물을 채취할 수 있으나 보다 안전하게 채취하려면 미세증거물이 부착된 부위를 종이봉투에 넣고 주변을 접착

성 테이프로 붙이는 방법으로 보호조치를 하여 국과수로 보내는 것이 가장 좋다. 범구에 비교적 큰 입자가 묻어 있고 이 입자가 쉽게 떨어질 수 있는 것이라면 이 입자를 떼어 내어 용기에 넣고 라벨을 붙인다. 그림 14-16은 여러 범구에 미세증거물이 부착된 모습을 보인 것이다.



그림 14. 범행에 사용된 망치(상)와 망치에 부착된 적색 도료(하)



그림 15. 범행에 사용된 쇠물동이(상)와 쇠물동이에서 채취한 섬유(하). 이 섬유는 피해자 의복 섬유와 일치했다.

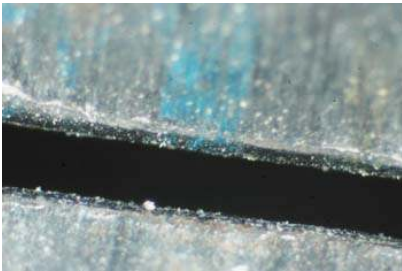


그림 16. 파란 색으로 도색된 철조망을 절단한 절단기 날 부위를 현미경으로 관찰한 형상. 철조망 페인트가 묻은 것을 볼 수 있다.



그림 17. 철조망에 유류된 범인의 의복 섬유

5. 침입구/도주로

범인이 창틀 등 좁은 공간을 뚫고 침입했거나 급히 도주하는 과정에서 구조물과 강한 접촉이 있었다면 그 부위에 범인의 의복 섬유가 부착되어 있을 수 있다. 철제 방충망, 철조망, 돌출된 못 등은 미세증거물이 특히 잘 유류되는 부분이므로 현장에 이런 부분을 확인할 수 있다면 반드시 보

존 조치를 취하고 미세증거물을 채취해야 한다.(그림 17) 반대로 범인의 의복에는 구조물에 있던 먼지, 페인트 등이 부착되어 있을 수 있다는 점도 유념해야 한다.

6. 몸에서 채취하는 증거물

신체 접촉이 있었을 경우 몸에는 다양한 종류의 미세증거물이 잔류되어 있을 수 있다. 용의자나 피해자 몸을 자세히 관찰하면 유용한 미세증거물을 찾아낼 수 있는 경우가 종종 있다. 용의자와 피해자가 몸싸움을 하는 과정에서 생긴 상처를 찾아낼 수도 있다. 총기를 발사한 사람의 손에는 아주 작은 총기 발사 잔사가 부착되어 있는 경우가 많이 있다.

성범죄의 경우 피해자의 몸에서 체모를 찾아낼 수 있는 경우가 종종 있다. 폭행 혹은 살인 사건의 경우 피해자나 용의자 몸에는 혈흔이 부착되어 있는 경우가 많이 있다. 머리, 귀, 손톱자국, 양 손 등을 자세히 관찰하면 강도, 폭행 등과 같이 피해자와 용의자 사이의 신체 접촉을 유발하는 범죄와 관련된 미세증거물을 찾아낼 수 있는 경우가 많이 있다. 피해자와 가해자 사이에서 몸싸움이 있었을 경우 피해자나 가해자의 손톱 밑에는 상대방의 모발이나 의복 섬유가 잔류되어 있을 수 있다.



그림 18. 피해자 손톱에 가해자의 의복 섬유가 부착된 모습

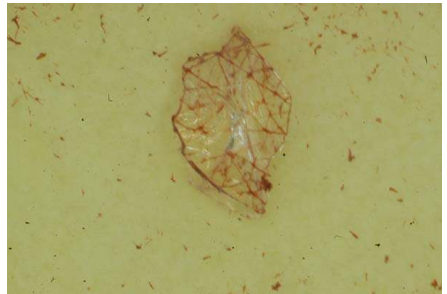


그림 19. 변사자 상처 부위를 접착 테이프로 찍어내서 채취한 유리 조각



그림 20. 백골화된 시신에서 채취한 머리카락. 성분 분석을 통해 염색 및 파마했는지 여부를 확인할 수 있다.

7. 건축 자재

범행과 어떤 가옥이 상관관계가 있을 경우 용의자나 피해자의 의복, 공구 등에 페인트, 시멘트, 벽돌, 회반죽, 석고, 석고보드, 목재, 유리 등의 건축 자재가 부착될 수 있다. 건축 자재가 묻어있는 용의자 의복은 조심스럽게 포장해서 국과수로 보내고, 이 때 적당한 대조 시료도 함께 보내야 한다.

건축 자재는 의복에 특히 잘 부착된다. 용의자를 검거한 경우에는 가능한 한 빨리 의복을 수거하여 증거물이 소실되지 않도록 한다.

대부분의 경우에 건축 자재 증거물은 군집 특성만을 나타내므로 현장 수거품과 대조품이 동일할 경우 반드시 두 물질이 일치한다고는 말할 수 없다. 다른 경우에서와 마찬가지로 군집 특성을 갖는 증거물은 정황증거로서의 가치를 갖는다. 그러나 여러 가지 건축 자재를 찾아내고 구조물에 용의자의 의복 섬유가 부착된 것을 확인할 수 있다면 이들은 개별증거로서의 가치도 가질 수 있다.



그림 21. 피해자 구두 바닥에 녹색 방수 페인트가 부착된 모습. 이를 통해 피해자가 현장에 있었음을 입증할 수 있었다.

8. 토양

토양은 우리 주변에서 가장 흔히 관찰할 수 있는 물질이고 범인이 날아다닐 수는 없으므로 범행 사실을 입증하는 중요한 수단이 될 수 있다. 주로 현장/의복, 신발, 신체 등에 붙어 있는 토양과 대조 지역의 토양을 대조해서 범인이 현장에 있었는지 여부 등을 밝히는데 사용하고, 변사체의 경우 변사자가 유기됐는지 여부를 밝히는데 사용된다.

토양은 여러 광물이 풍화되면서 생긴 물질이다. 토양은 채취 지역에 따라 그 구성이 크게 달라지므로 토양을 감정의뢰하려면 채취 지역을 잘 선

정하는 것이 무엇보다도 중요하다. 토양은 같은 지역의 토양이라도 그 조성이 크게 달라진다. 예를 들어 토양을 삽으로 퍼 보면 삽이 들어간 깊이 에 따라 토양의 색상이 다르게 나타나는 것을 볼 수 있고, 이는 그 조성이 다르다는 의미이다. 또한 농수로로 예로 들어보면 물이 유입되는 지역에는 상류 지역의 토양이 계속 유입되기 때문에 바로 옆 지역의 토양과 그 조성이 다를 수 있다. 따라서 토양은 채취 부위 및 깊이를 선정하는 것이 중요한 것이다. 그러기 위해서는 사건 정황을 판단해 (예를 들어 현장에 족적이 10 cm 깊이로 파여 있다면 10 cm 깊이에서 대조토양을 채취한다) 정황에 맞게 토양을 채취한다.

토양의 동일성을 감정하려면 토양의 조성을 비교하는 것도 중요하지만 토양에 혼입돼 있는 섬유, 페인트, 금속, 식물 등을 함께 비교하는 것도 중요하다. 따라서 토양을 채취할 때에는 토양에 혼입돼 있는 이런 물질들을 함께 채취해야 한다.

채취한 토양은 그늘에서 자연적으로 말린 후 감정 의뢰한다. 그렇지 않을 경우 운송 과정에서 식물의 씨앗이 싹을 틔워 마치 다른 토양처럼 보일 수도 있다.

토양은 최소 차 손가락으로 한 손가락 이상의 토양이 있어야 유의성 있는 감정 결과를 도출할 수 있다. 따라서 토양이 지나치게 적게 붙은 토양은 감정의뢰해도 감정이 불가능할 수 있다. 그림 22의 오른쪽에서 보이는 정도의 토양이 부착된 신발은 토양 감정이 가능하지만 왼쪽에 보이는 정도의 토양이 부착된 신발은 토양 감정이 불가능하다.

토양은 전체적인 광물 분포 및 혼입물의 분포를 보고 감정하는 방법이 기 때문에 여러 지역의 토양이 혼입된 경우에는 다른 토양으로 감정될 수도 있다. 따라서 경우에 따라서는 감정인이 토양층을 보고 필요한 층의 토양만 별도로 분리해서 감정해야 하기 때문에 신발, 의복 등에 부착된 토양을 채취해서 감정 의뢰하는 것은 금물이다. 토양을 털어내지 말고 부착된 상태 그대로 감정의뢰해야 한다.



그림 22. 토양 감정이 불가능한 신발(좌)과 토양 감정이 가능한 신발(우)



그림 23. 신발 바닥에 부착된 토양을 파낸 모습. 신발 아래쪽에는 사건 이전에 부착된 토양이 섞여있을 수 있다.

VI. 증거물의 채취 및 보관

1. 외관검사 및 채취부위의 선정

감식요원이라면 누구나 자신의 눈에 보이는 증거물을 세심하게 채취하여 증거 자료로 이용한다. 그러나 대부분의 미세증거물은 눈으로 보이지 않기 때문에 채취가 가장 어려운 문제이다. 미세증거물을 채취하는 부위는 일률적으로 설명하는 것은 불가능하고 대신 감식요원이 현장 상황 및 경험에 의거하여 채취 부위를 선정해야 한다. 즉 범인의 침입구, 도주로, 충격 지점, 마찰흔, 변형 부위 등을 종합적으로 관찰하고 목격자 진술 및 현장 정황 등을 종합해 피해자/용의자와의 신체접촉이나 범구와의 접촉이 있었을만한 부위를 선정한 후 그 부위에서 미세증거물을 채취한다. 주로 다음과 같은 곳에 미세증거물이 잘 남는다.

- (1) 충격 지점
- (2) 강한 마찰이 일어났던 지점
- (3) 돌출 지점

미세증거물을 채취함에 있어 가장 중요한 것은 감식요원의 ‘확신’이다. 감식요원이 조금이라도 ‘설마 이곳에 미세증거물이 있을까?’하는 의구심을 갖고 채취에 임한다면 미세증거물 채취에 실패할 수 있다. 자신이 지목한 곳에 미세증거물이 부착되어 있다는 ‘확신’을 갖고 채취에 임해야만 성공적으로 미세증거물을 채취할 수 있다.

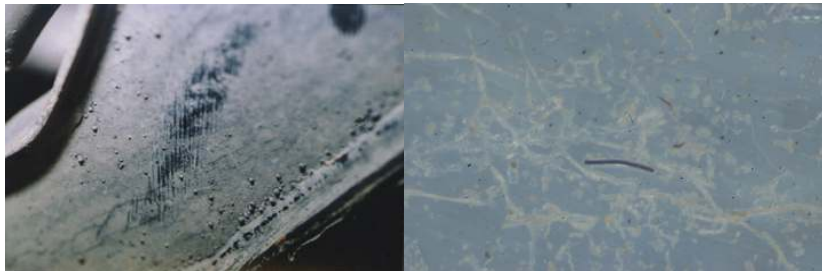


그림 24. 창틀 침입구의 먼지가 범인 의복과 마찰되며 먼지가 닳인 흔적(좌)과 이 부위를 테이프로 전사하여 현미경으로 관찰한 결과(우).
용의자 의복 섬유가 부착된 것을 관찰할 수 있다.

2. 채취 용구

그림 25와 같은 다양한 채취 용구를 사용할 수 있다. 예리한 핀셋은 섬유, 모발 등 작은 물체를 집어내는데 사용하고 고무가 달린 뚝뚝한 핀셋은 유리 등을 집어내는데 사용할 수 있다. 메스 날은 표면에 부착된 물체를 긁어내거나 절취하는데 사용한다. 섬유 등은 스카치테이프로 채취한 후 슬라이드 글라스에 붙인다. 사진에 보이는 작은 튜브는 미세한 유리, 섬유, 모발, 액체 등을 담는데 사용할 수 있다. 손톱깎이는 피해자/가해자의 손톱을 깎아내는데 사용한다.

미세증거물을 채취할 때에는 채취 용구가 깨끗한지를 다시 한 번 확인해야 한다. 깨끗한 것처럼 보이는 채취용구도 현미경으로 관찰하면 섬유, 피부 조직 등으로 오염된 것을 확인할 수 있는 경우가 있다. 그림 25의 오른쪽은 한 번 사용한 손톱깎이의 절단면을 현미경으로 촬영한 사진으로서 섬유 및 피부 조직이 묻어 있는 것을 볼 수 있다. 현장에서 채취용구

가 깨끗한지를 확인하기 어려운 경우가 대부분이므로 메스 날, 손톱깍이 등은 한 번 쓴 것은 재사용하지 않을 것을 권장한다.



그림 25. 여러 가지 채취 용구 및 사용한 손톱깍이 절단면을 현미경으로 확대한 형상

3. 채취 및 보관 방법

미세증거물 채취 및 보관에는 어떤 절대적인 방법이 있는 것이 아니다. 수사관이 증거물의 크기, 미세증거물의 부착 방법, 양, 훼손 가능성 여부 등을 종합적으로 판단하여 증거물을 통째로 절단할지 아니면 미세증거물만 채취하여 보낼지 여부를 결정해야 한다.

모발, 섬유, 페인트 조각 등과 같이 아주 작으면서 소실되기 쉬운 증거물은 부착 면에서 쉽게 떨어질 수 있으므로 이런 물질들은 떼야 한다. 반대로, 수사관이 판단하기에 부착물이 쉽게 떨어지지 않을 것이라고 판단된다면 그냥 놔둬야 한다. 미세증거물이 부착된 상태 그대로 국과수로 보내 감정하도록 한다. 물론 미세증거물이 부착된 물체가 너무 크거나 옮기기가 어려운 경우에는 미세증거물을 조심스럽게 떼서 포장한 후 법과학 감정소로 송부한다.

작은 증거물은 항상 이중으로 포장해야 한다. 즉 증거물을 먼저 적당한 용기에 넣고 밀봉한 다음 이 용기를 이보다 더 큰 용기에 넣는다. 안과 밖의 용기에는 포장한 사람이름, 포장일시, 사건번호, 내용물에 대한 간단한 설명 등을 각각 적어 두어야 한다. 부주의로 인해 내부 용기가 열리더라도 외부 용기가 증거물이 소실되는 것을 방지해 준다.

수사관이 뺑소니사건 용의차량의 범퍼에서 섬유유를 찾아냈다고 가정해 보자. 이 경우 차량을 국과수로 이동시키거나 차량을 들어 하부를 관찰할 수 있는 곳으로 이동시키는 것이 가장 좋은 방법일 것이다. 그러나 이 모든 것이 불가능하다면 수사관은 피해자 의복 섬유와 범퍼에서 수거한 섬유를 비교해야만 한다. 이 경우 범퍼에 부착된 섬유를 조심스럽게 떼어낸 후 시험관, 작은 봉투, 약병 등 적절한 방법을 사용하여 포장해야 한다. 내부 포장에는 이름, 날짜, 사건번호 등을 적은 후 다시 외부 포장을 한다. 외부 포장에도 똑같이 기재한다.

사망자의 의복을 벗겨내기 전에는 시체를 면밀히 조사하여 미세증거물이 부착되어 있는지 여부를 검사한다. 특히 시신의 손상부위(골절, 자창, 타박상 등)에 상응하는 의복 부위를 정밀하게 관찰한다.

가. 접착성 테이프 전사법

미세증거물이 부착되어 있을 것으로 의심되는 부위에 문구점에서 판매하는 스카치테이프를 대고 손가락으로 문질러서 채취하는 방법으로서 섬유 증거물을 채취하는데 적합한 방법이다. 테이프의 접착면이 채취자의 손이나 의복과 접촉하지 않도록 주의해야만 오염을 방지할 수 있다. 미세증거물을 채취한 테이프는 깨끗한 유리판이나 지문 채취용 전사대지와 같은 유성지 표면에 붙여 국과수로 보낸다. 지문 전사 테이프는 접착면의 두께가 일정하지 않으므로 사용하지 않는다.

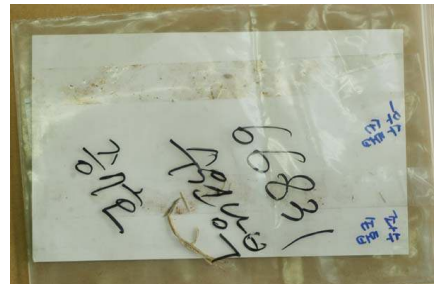


그림 26. 미세증거물을 채취한 접착성 테이프를 지문 전사대지에 붙여 감정의뢰한 증거물 사진

나. 긁거나 떼 내는 방법

이 방법은 채취 면 아래에 깨끗한 종이를 대고 긁거나 떼 내는 방법이다. 미세증거물이 바람이나 정전기에 의해 유실되지 않도록 주의한다. 페인트, 건축 자재, 합성수지 등을 채취하는데 적합한 방법이다.

다. 절단법

칼, 가위, 손톱깍이 등으로 미세증거물이 있을 것으로 예상되는 부위를 절단하는 방법이다. 손톱에 섬유가 부착된 경우 흔히 사용하는 방법이다. 이때에는 깨끗한 채취 용구를 사용하여 채취 부위가 오염되지 않도록 주의한다.



그림 27. 피해자의 손톱을 절단해서 감정 의뢰한 증거물

4. 대조시료 혹은 표준시료

미세증거물은 지문과 달리 증거물 단독으로는 그 증거물이 어떤 물체에서 유래된 것인지를 알 수 없는 경우가 대부분이다. 예를 들어 청색 나일론 섬유가 한 올 있을 경우 섬유 한 올로는 그 섬유가 의복에 사용되는 섬유인지 혹은 카펫에 사용되는 섬유인지 아니면 공업용 섬유인지를 알 수가 없다. 따라서 거의 대부분의 미세증거물 감정은 주변 혹은 사건과 관련된 물체에서 나온 것인지를 확인하는 과정이다. 이처럼 미세증거물과 비교 대상이 되는 물체를 대조시료라고 부른다. 피해자 의복에 부착된 도료나 수지를 감정하고자 할 경우에는 용의차량의 도료나 수지, 피해자 손톱에 잔류된 섬유를 감정하고자 할 경우에는 용의자의 의복 및 피해자 의복 등이 대조시료가 될 수 있다.

대조시료를 채취할 때에는 충분한 양의 대조/표준 시료를 채취하여 증거물과 비교할 수 있도록 하여야 한다. 대조/표준 시료는 증거물과 절대로 함께 포장하지 않는다. 그래야만 대조/표준품과 증거물이 서로 오염되는 것을 방지할 수 있다.

차량, 아파트, 가옥 등 구조물은 도장 부위에 따라 도료 성분이 달라질 수 있다. 따라서 대조시료를 채취할 경우에는 사건과 연관이 있는 부분에서 가장 가까운 곳에서 대조도료를 채취해야 한다. 단, 너무 가까운 곳에서 채취하여 나중에 파단면, 손상 형상 등을 비교하는데 방해가 돼서는 안 된다. 교통사고와 관련되어 차량의 도료를 채취할 경우에는 특히 주의

해야 한다. 차량이 사람을 충격하면 주로 범퍼, 웬더, 본넷 등이 신체에 접촉하는데 비록 색상은 똑같아 보일지라도 이들 부위의 도료 성분은 모두 다를 수 있다. 특히 부품을 교환하였거나 재도색한 경우에 이런 경우가 자주 발생한다. 따라서 범퍼와 웬더 경계면 등에 신체가 접촉하였을 경우에는 두 곳 모두에서 증거물을 채취해야 한다.

5. 현장 및 시체사진의 중요성

미세증거물은 문자 그대로 대단히 작은 증거물이므로 감정인이 극히 작은 미세증거물을 통해 사건 전체를 판단하려면 많은 어려움이 뒤따른다. 이를 극복하려면 감정인이 현장에서 직접 증거물을 채취하며 현장 상황을 파악해야 하지만 밀려드는 감정 업무 때문에 실제로는 현장에 출동하는 것이 불가능한 실정이다. 이러한 어려움을 극복하는 가장 좋은 방법은 사건 현장 혹은 변사자 사진, 미세증거물 채취 부위 및 주변 사진을 첨부하여 감정인이 사건 정황을 파악하도록 하는 것이다. 사진을 통해 감정인은 현장감을 얻을 수 있고, 미세증거물을 채취한 지점 부근에 어떤 물체가 있는지를 파악하여 주변 물체가 미세증거물을 채취 및 감정하는데 영향을 미칠 수 있는 것인지 여부를 판단할 수 있다. 필요한 경우에는 전화로 사건 개요 및 감정 목적을 명확하게 전달하는 것도 좋은 방법이다.

그림 28은 피해자 의복과 피해자의 복부 사진이다. 변사자 배꼽 좌측을 보면 타이어 트래드 흔이 찍힌 것을 볼 수 있다. 사진이 제시되지 않았을 경우 감정인은 의복의 어느 부위를 정밀 감정해야 할지 몰라 감정이 효율적으로 진행되기 어려웠을 것이나 시체 사진을 보고 의복의 좌측 옆구리 부위를 정밀 감정할 수 있었다.



그림 28. 피해자 의복(좌)과 피해자 복부에 나타난 타이어흔(우).
이 사진을 보고 의복의 타이어흔에 상응하는 부위를 정밀 감정할 수 있다.

그림 29는 피해자의 좌측 무릎과 우측 발목의 손상 부위를 촬영한 사진이다. 이 사진을 통해 감정인은 피해자의 좌측 무릎과 우측 발목 부위에 강한 충격이 있었음을 알 수 있고 이를 근거로 피해자의 의복 중 좌측 무릎과 우측 발목 부위에 상응하는 부위에 미세증거물이 잔류되어 있을 가능성이 높은 것을 알 수 있다. 또한 의복의 우측 발목 부위에도 다량의 혈흔이 있는 것을 볼 수 있으나 특히 손상흔이 관찰되지는 않았다. 반면 피해자의 장화를 관찰한 결과 장화 장식용 단추에 차량 범퍼 수지가 부착되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 무릎 및 단추에서 채취한 페인트 및 차량 범퍼 수지는 용의 차량의 페인트 및 범퍼와 성분이 일치하는 것을 확인하여 범인을 검거할 수 있었다.



그림 29. 뺑소니 사건 피해자의 좌측무릎 및 우측발목부위 사진(상)과 피해자의 의복 및 우측장화 사진(하)

VII. 미세증거물이 나올 수 있는 증거물

－ 섬유 : 살인, 폭행 등의 사건에서 피해자의 손톱 밑에 부착된 가해자의 의복 섬유 비교를 통해 상호 신체접촉이 있었는지 여부를 판단함.

교통사고 가해차량 차체에 부착된 피해자 의복 섬유를 비교하여 충격 여부를 판단함.

추락 지점에 부착된 섬유를 비교하여 피해자가 현장에서 추락했는지 여부를 확인함.

방화 용의자의 의복에서 섬유 용융흔이 있는지를 검사하여 용의자가 화기에 근접해 있었는지 여부를 확인함.

－ 토양 : 변사자 의복에 부착된 토양과 사건 현장 토양을 대조하여 변사자가 유기되었는지 여부를 판단함.

용의자 신발 바닥에 부착된 토양과 사건 현장 토양을 비교하여 용의자가 현장에 갔었는지 여부를 판단함.

인삼 등 고가 농산물 절도사건 압수품이 피해자 밭의 토양인지 여부를 판단함.

－ 유리 : 유리창이 깨진 사건에서 용의자 의복, 신발에 부착된 유리를 현장 유리와의 비교하여 용의자가 현장에 있었다는 점을 입증함.

－ 페인트 : 교통사고 발생 시 피해자/피해차량에 부착된 페인트를 비교하여 상호 충격 여부를 판단함.

금고털이, 강도 등에 사용된 공구(드라이버, 망치 등)에 부착된 페인트를 비교하여 범행에 사용된 공구인지를 판단함.

－ 화장품 : 얼굴 화장 부위와 접촉했을 가능성이 있는 모든 물체

제3장 인화성물질 감정

I. 인화성물질의 정의

인화성물질이란 “대기압하에서 인화점이 65 ℃ 이하인 가연성 액체”를 통칭하며 소방법시행령에 의하면 4류 위험물 중 특수 인화물, 제1석유류, 알콜류 및 제2석유류 등이 이에 속한다. 방화에 사용될 수 있는 인화성물질로는 크게 소수성 인화성물질, 친수성 인화성물질 및 인화성고체로 분류될 수 있으며, 소수성 인화성물질로는 탄화수소계의 석유제품인 휘발유, 등유, 경유 및 유기용제류 등이고, 친수성 인화성물질로는 메탄올, 에탄올 및 아세톤 등이며, 인화성고체란 “고형알코올 및 인화점이 섭씨 40도 미만인 고체”로서 황린 및 적린 등이 있으며, 일부 인화성물질에 대한 물리적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 인화성물질의 물리적 특성

품 명	물품명	인화점(℃)	발화점(℃)	폭발범위	비중	비점(℃)	증기밀도
특수 인화물	디에틸에테르	-45	160	1.9~48 %	0.71	35	2.56
	이황화탄소	-30 이하	90	1~50 %	1.26	46	2.64
	아세트알데히드	-39	175	4~60 %	0.78	20	1.52
	산화프로필렌	-37	449	2.8~37 %	0.83	35	2.0
제1석유 류	아세톤	-20	465	2.1~13 %	0.79	57	2.0
	가솔린	-40 이하	300	1.4~7.6 %			3~4
	벤젠	-10	498	1.3~7.1 %	0.88	80	2.77
	톨루엔	5	480	1.2~7.1 %	0.87	111	3.14
	초산에틸	-3	426	2.0~11.5 %	0.9	77	3.04
	메틸에틸케톤	-7	404	1.7~11.4 %	0.81	80	2.44
알코올류	메틸알코올	12	385	6.0~36 %	0.79	65	1.11
	에틸알코올	13	363	3.3~19 %	0.79	78	1.59
	이소프로필알코올	15	399	2.0~12.7 %	0.79	82	
제2석유 류	등유	40	220	1.2~6.0 %	0.8		4.5
	경유	45<	220	1.0~6.0 %	0.85		
	클로로벤젠	28	593	1.3~9.6 %	1.11	139	3.38
	o-크실렌	33	463	1.0~6.0 %	0.88	144	3.66
	m-크실렌	28	527	1.1~7.0 %	0.86	139	3.66
	p-크실렌	27	528	1.1~7.0 %	0.86	138	3.66
	초산	41	463	4.0~19.9 %	1.05	118	2.1

II. 용어의 정의

1. 특수인화물류

디에틸에테르 및 이황화탄소 등의 액체로서 1기압에서 발화점이 섭씨 100도 이하인 것 또는 인화점(한국산업규격 KS M 2010에 의하여 측정)이 섭씨 영하 20도 이하로서 비점이 40도 이하인 것을 말한다.

2. 제1석유류

아세톤 및 휘발유 등의 액체로서 인화점이 섭씨 21도 미만인 것을 말한다.

3. 제2석유류

등유 및 경유 등의 액체로서 인화점이 섭씨 21도 이상 70도 미만인 것을 말한다.

4. 알코올류

분자 내에 탄소원자수가 5개 이하인 포화 1가 알코올로서 알코올 수용액의 농도가 60용량 퍼센트 이상인 것을 말한다.

5. 인화점(flash point)

가연성 물질이 인화원 또는 점화원에 의해 연소를 시작하는 최저온도

6. 발화점(ignition point)

가연성 물질이 인화원(引火源) 혹은 점화원이 없이 연소를 시작하는 최저온도

7. 연소(燃燒)

물질이 산소와 반응하여 열과 빛을 내는 현상으로 연소가 일어나기 위한 세 가지 조건, 즉 연료(가연성 물질), 산소 및 온도(인화점 이상의 고온)를 연소의 3요소 또는 불의 3요소라 말한다.

8. 폭발범위, 연소범위(Combustion Limit)

앞서 언급한 바와 같이 연소가 이루어지려면 연소의 3요소를 모두 갖추어야 한다. 따라서 순수한 인화성물질에 점화원을 가하면 산소가 없어 연소가 일어나지 않는다(실제로 프로판가스통에 성냥불을 넣으면 성냥불은 꺼지고 만다). 이러한 이유로 폭발범위라는 개념이 등장하게 되었다. 가연성 가스와 공기 또는 산소가 혼합된 경우에 그 화합물의 연소할 수 있는 혼합비율의 범위를 폭발범위 또는 폭발한계라고 한다(일명 연소범위, 연소한계라고 하기도 함). 이 범위(한계)는 보통 공기와 가연성 가스의 혼합물 중의 가연성 가스의 부피(용량)%로 표시되며, 연소할 수 있는 최고 농도를 상한, 최저 농도를 하한이라고 한다.

9. 비중(Specific gravity)

물질의 중량과 그 물질 동체적(부피)의 표준물질 중량과의 비를 말하는 것으로 고체, 액체의 경우는 1기압하의 4 ℃ 물을, 기체는 1기압 0 ℃의 공기를 기준으로 나타낸다.

10. 비점(Boiling point)

비등점(沸騰點)이라고도 하며, 액체 표면으로부터 증발이 일어나 액체의 증기압이 외부의 압력과 같아지는 온도를 말하며 일반적으로 외부의 압력이 커질수록 끓는점은 높아지지만 보통 1기압 하에서 끓는 온도를 그 액체의 비점이라고 한다.

Ⅲ. 시료 채취 방법

1. 채취 부위의 선정

화재 현장에서 인화성물질 감정용 증거물을 채취하려면 먼저 현장 상황을 검토해야 한다. 전기합선 등 사고에 의한 화재인 경우에는 발화지점이 한 곳에 집중되어 나타나지만 인화성물질이 개입된 화재인 경우에는 넓은 지점에 걸쳐 발화지점이 나타나는 것이 대부분이다.

가. 화재 현장의 상황, 즉, 연소 패턴, 화재의 진행상태 및 냄새 등을 근거로 화인에 영향을 미칠 수 있는 지점에서 채취한다(외국의 경우 인화성물질이 남아 있는 지점을 찾기 위하여 전자 냄새 탐지기 및 훈련된 개를 이용하는 경우도 있으며, 이는 감정물을 채취해야 하는 장소를 결정하는데 있어 매우 유용한 방법으로 알려져 있다. 그러나 이러한 것들은 인화성물질의 취향과 고분자물질 열분해물의 취향을 구분하지 못하는 단점이 있다.).

나. 적절한 화재잔류물로는 흡습 또는 흡착이 잘되는 솜, 의류, 카펫, 목재, 종이 및 토양 등이 좋으며, 유리, 플라스틱 등은 흡착성이 좋지 않으므로 인화성물질의 검출을 위한 감정물로는 적절하지 않다.

다. 화재로 인해 인명 피해가 동반된 경우 소사체 혈액 약 20 cc 가량을 채취하여 혈액에서 인화성물질 검출 여부를 감정하면 연소 잔류물에서 분석한 것보다 좋은 감정결과를 얻을 수 있다.

라. 방화 용의자를 범행 후 약 2시간 이내에 검거하였을 경우 즉시 혈액 약 10 cc를 채취하고, 의복을 수거한 후 밀봉하여 감정한다. 용의자 손톱 밑에 부착된 그늘음도 좋은 감정 대상이 될 수 있다.

2. 증거물의 포장

가. 대부분의 인화성물질은 휘발성이 대단히 강하여 상온에서 개방된 상태로 보관할 경우 빠른 속도로 휘발되어 없어진다. 따라서 별도의 포장 대책을 마련해야 한다. 현재 한국의 수사관들이 가장 선호하는 방법은 비닐봉지에 넣어 밀봉하는 방법이지만 이 방법을 사용하면 운송 중 비닐봉지가 찢어져 인화성물질이 새 나갈 우려가 있으므로 추천할만한 방법이 못 된다. 미국 등 대부분의 국가에서는 사용하지 않은 깨끗한 페인트통에 인화성물질을 채취하므로 한국에서도 이 방법을 사용할 것을 권장한다.(사용했던 페인트통을 사용하면 페인트에 있는 용제가 검출되므로 절대 사용했던 통을 사용해서는 안 된다.) 페인트통에 화재 현장에서 채취한 잔류물을 담고 뚜껑을 닫아 밀봉한 후 국과수로 보낸다. 이 때 국과수에서 실험할 수 있도록 뚜껑 아래로 약 10 cm 정도는 비워둔다.



그림 30. 인화성물질 채취용 페인트 통. 시중에서 다양한 크기의 페인트통을 구입할 수 있다.

나. 여러 개의 감정물을 동시에 한 박스에 포장하여 의뢰할 경우 상호 오염될 수 있으므로 인화성물질이 새어 나오지 않도록 개별적으로 포장한다.

다. 채취한 감정물은 저온 보관하고 가능한 한 빠른 시일 안에 국과수로 시험 의뢰한다.

라. 휘발유, 용제 등을 플라스틱 용기에 담을 경우 일부 플라스틱 용기는 용제에 녹을 수 있으므로 가급적 유리 용기나 철제 용기에 담는다.

제4장 부정유류

I. 개요

유가 상승 및 주유소 간 거리제한 규정이 폐지되면서 업소 간 과다한 가격경쟁 등으로 가짜 석유제품을 파는 주유소가 늘어나고 있고, 또한 유사석유제품 생산 시설을 제조하여 만든 대량의 가짜휘발유 등을 불법적으로 시중에 유통시켜 온 판매상들도 빈번히 적발되고 있다. 가짜휘발유의 사용이 근절되지 않는 주원인으로는 공급자들이 세금이 거의 붙지 않는 공업용제를 사용하여 가솔린 엔진의 연료로 사용함으로써 탈세를 통하여 많은 이윤을 남길 수 있으며, 또한 일부 차량운전자들이 경제적인 부담을 덜 목적으로 가짜휘발유의 사용을 선호하고 있기 때문이다. 그러나 가짜 휘발유의 사용은 다음과 같은 문제들을 야기하고 있다. 첫째, 환경적인 문제로서 발암물질인 벤조피렌 등의 환경오염물질이 배출되어 대기환경과 운전자의 건강에 악영향을 미치며, 둘째, 차량의 출력을 떨어뜨리고 엔진 수명을 단축시키며, 차량 화재를 유발하기도 하여 운전자의 안전을 위협하고 있다. 따라서 이러한 부정 석유제품의 판매 및 사용의 근절을 위하여 더욱더 많은 노력이 요구되고 있는 실정이다.

석유사업법 제26조에 의하면 “누구든지 석유제품에 다른 석유제품 또는 석유화학제품을 혼합(석유제품의 종류 간 또는 등급이 다른 석유제품 간 혼합하는 것을 포함한다)하거나 석유화학제품에 다른 석유화학제품을 혼합하는 등의 방법으로 제조된 것으로서 대통령령이 정하는 제품(이하 "유사석유제품"이라 한다)을 생산 또는 판매하거나, 판매목적인 유사석유제품임을 알고 이를 저장·운송 또는 보관하여서는 아니 된다”라고 규정하여 가짜휘발유의 제조 및 유통을 금지하고 있다.

Ⅱ. 석유사업법상 주요 석유제품

1. 자동차용 휘발유

자동차용 휘발유는 자동차 또는 이와 비슷한 내연기관의 연료로 적당한 품질의 정제 광유임.

2. 등유(실내/보일러)

등유는 등불, 난방, 취사 등 용도에 적합한 품질의 정제 광유임.

3. 경유

자동차용 경유는 디젤기관 또는 이와 비슷한 내연기관의 연료로서 적당한 품질의 정제 광유임.

4. 중유

중유는 내연기관용, 보일러용 연료로서 적당한 품질의 광유임.

5. 아스팔트

(1) 도로 포장용 아스팔트

(2) 커트백 아스팔트

(3) 유화아스팔트

Ⅲ. 유사석유제품의 제조 유형

1. 경질 석유류계 제품(예, 신나류)에 톨루엔을 적절히 혼합하여 만든 가짜 휘발유

2. 정상휘발유에 경질 석유류계 제품을 소량 가하여 만든 가짜 휘발유

3. 정상휘발유에 등유를 소량 가하여 만든 가짜 휘발유

4. 정상경유에 소량의 등유를 가하여 디젤기관용 연료로 만든 가짜 경유

IV. 감정사례

1. 사건개요 : 용의자는 지난해 9월부터 2월말까지 00군 00면에 지하 저장 탱크와 배관을 무허가로 설치한 후, 공업용제와 톨루엔을 혼합하여 유사 휘발유를 생산해 공급책 등을 통해 00 주유소 및 개인 운전자에게 판매한 사건임.
2. 의뢰관서 : 00경찰서(2002. 7. 19.)
3. 감정물 : 무색 플라스틱 병에 든 무색 액체
4. 결과 : 무색 액체의 외관, 비중, 가스크로마토그래피(GC) 및 가스크로마토그래피-질량분석기(GC/MS)를 이용하여 구성성분을 확인 및 함량비를 국내의 5개 정유사의 휘발유제품 및 유기용제류와 비교하여 (주)LG 칼텍스 정유에서 생산하는 Non Aromatic Raffinate와 유사한 경질 석유류 제품과 톨루엔이 약 45:55 %의 비율로 혼합된 가짜휘발유임을 확인하였다.

Print of all graphic windows

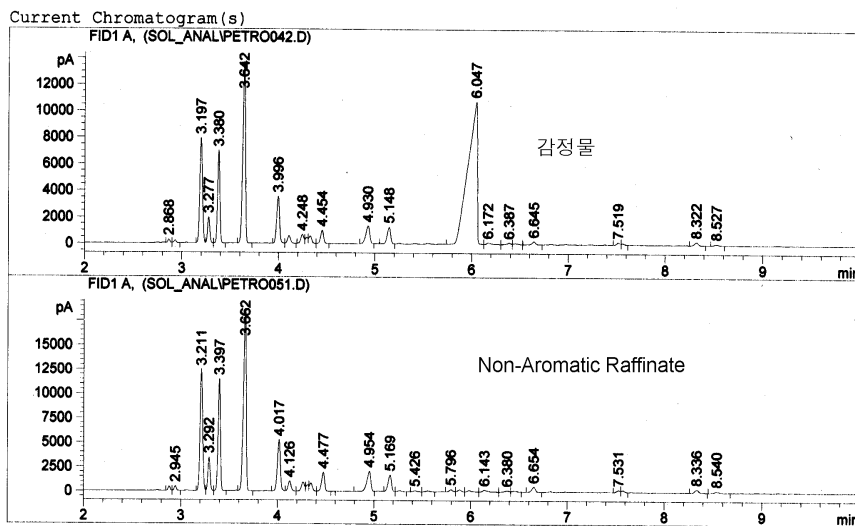


그림 31. 감정물의 가스크로마토그램(상)과 표준품의 Non-Aromatic Raffinate(하)

V. 유사석유 감정물 채취 요령

1. 채취용기로는 유리병 또는 규격화된 철제용기를 사용한다. (페트병을 사용할 경우 깨끗하게 세척한 후 완전히 건조시킨 다음 채취한다).
2. 인화성이 강한 내용물이 흘러나오지 않도록 세심하게 밀봉하고 충격에 의하여 파손되지 않도록 포장한다.
3. 유사석유제품만 별도로 취급하는 저장탱크가 있으므로 주유기마다 유류를 각각 채취한다.
4. 부정유류 감정 채취량은 2리터 정도 채취한다.

제5장 혈중알콜농도 분석방법

I. 개요

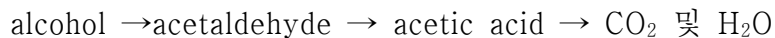
혈중알콜농도 분석은 변사체의 사인규명에 직·간접적으로 중요한 의미를 가지며, 자동차의 보급이 증가하면서 해마다 급증하고 있는 교통사고와 관련하여 운전자의 혈중알콜농도 확인은 교통사고의 원인 분석 및 주취의 법적 책임 유·무를 판별하는데 중요한 의미를 가진다.

세계 각국은 음주운전에 의한 교통사고를 예방하기 위하여 그 나라 실정에 맞추어 음주운전 규제에 관한 법률을 제정하여 실시하고 있다.

현재 우리나라에서는 도로교통법 시행령 제31조(1989. 10. 20. 대통령령 제12826호)에 의하면 “혈중 에탄올 농도가 0.05 % 이상에서는 운전을 금한다”고 규정되어 있다.

II. 대사

Ethanol의 체내 대사는 흡수(absorption), 분산(distribution), 대사(metabolism), 배설(excretion)의 과정을 거쳐 약 95 %가 CO₂와 H₂O로 분해되고, 나머지 5 %는 호기, 침, 뇨 등으로 배설된다. 대사 메커니즘은 다음과 같다.



Ethanol은 체내에서 위와 소장에서 급속히 흡수되며, 분해는 흡수보다 늦기 때문에 혈중알콜농도는 급격히 증가하여 어느 정점에 이르러 일정상태를 유지하다 서서히 감소한다. 혈중 알콜의 최고 농도는 음주 후 30~90분으로 알려져 있다.

정상인의 경우 장내 미생물에 의해 매일 약 1~2 g의 알콜이 생성돼, 체내에 존재하는 혈중알콜농도는 개인에 따라 차이가 있으나 약 0.00005~0.0002 g/dl 라고 보고되어 있다.

Ⅲ. 분포

사체 조직 중 알콜 분포비는 뇨 중 알콜 농도가 가장 높은 반면 장기조직에서는 비교적 낮은 수치를 보인다. 실험에서 나타난 혈액을 기준으로 한 상대농도 범위는 뇨 1.23~2.20, 간 0.19~0.80, 신장 0.19~0.60, 비장 0.18~0.60이며, 생체 조직 내 알콜 분포는 음주량, 경과시간, 개인차에 따라 크게 달라진다.

Ⅳ. 시간당 감소율

혈중알콜농도는 남자의 경우 시간당 약 0.011~0.022 % (평균 0.015 %), 여자의 경우 0.011~0.022 % (평균 0.018 %) 감소한다고 보고되어 있음. (Medicolegal Aspects of Alcohol, Third Edition, James C. Garriott, p75)

※ 참고 : 대법원 2001. 8. 21. 선고 2001도2823 판결 【특정범죄가중처벌 등에 관한 법률 위반(도주차량)·도로교통법 위반(음주운전)】

[공2001.10.1.(139), 2128]

【판시사항】

[1] 형사재판에서 공소사실에 대한 입증책임의 소재 및 유죄의 인정을 위한 증거의 증명력 정도

[2] 공소사실에 대한 직접적인 증거가 없고 피고인의 무죄 변소에 부합하는 증거를 쉽사리 배척할 수 없는 이상 공소사실에 대한 합리적인 의심이 없을 정도로 증명이 되었다고 보기 어렵다는 이유로 유죄의 원심판결을 파기한 사례

[3] 위드마크(Widmark) 공식에 의한 역추산 방식을 이용하여 운전시점의 혈중알콜농도를 추정함에 있어서 피고인에게 가장 유리한 시간당 감소치를 적용하여 산출된 결과의 증명력 여부(적극)

【판결요지】

[1] 형사재판에서 공소된 범죄 사실에 대한 입증책임은 검사에게 있는

것이고, 유죄의 인정은 법관으로 하여금 합리적인 의심을 할 여지가 없을 정도로 공소사실이 진실한 것이라는 확신을 가지게 하는 증명력을 가진 증거에 의하여야 하므로, 그와 같은 증거가 없다면 설령 피고인에게 유죄의 의심이 간다 하더라도 피고인의 이익으로 판단할 수밖에 없다.

[2] 공소사실에 대한 직접적인 증거가 없고 피고인의 무죄 변소에 부합하는 증거를 쉽사리 배척할 수 없는 이상 공소사실에 대한 합리적인 의심이 없을 정도로 증명이 되었다고 보기 어렵다는 이유로 유죄의 원심판결을 파기한 사례

[3] 음주운전에 있어서 운전 직후에 운전자의 혈액이나 호흡 등 표본을 검사하여 혈중알콜농도를 측정할 수 있는 경우가 아니라면 소위 위드마크 공식을 사용하여 수학적 방법에 따른 결과로 운전 당시의 혈중알콜농도를 추정할 수 있고, 이때 위드마크 공식에 의한 역추산 방식을 이용하여 특정 운전시점으로부터 일정한 시간이 지난 후에 측정한 혈중알콜농도를 기초로 하고 여기에 시간당 혈중 알콜의 분해소멸에 따른 감소치에 따라 계산된 운전시점 이후의 혈중 알콜분해량을 가산하여 운전시점의 혈중알콜농도를 추정함에 있어서는, 피검사자의 평소 음주정도, 체질, 음주속도, 음주 후 신체활동의 정도 등 다양한 요소들이 시간당 혈중 알콜의 감소치에 영향을 미칠 수 있으나 그 시간당 감소치는 대체로 0.03 %에서 0.008 % 사이라는 것은 이미 알려진 신빙성 있는 통계자료에 의하여 인정되는바, 위와 같은 역추산 방식에 의하여 운전시점 이후의 혈중 알콜분해량을 가산함에 있어서 **시간당 0.008 %는 피고인에게 가장 유리한 수치**이므로 특별한 사정이 없는 한 이 수치를 적용하여 산출된 결과는 운전 당시의 혈중알콜농도를 증명하는 자료로서 증명력이 충분하다 (그 이상의 시간당 감소치를 적용하기 위하여는 이를 정당화할 만한 특별한 사정에 대한 입증에 있어야 한다).

【참조조문】 [1]형사소송법 제308조/[2]형사소송법 제308조/[3]도로교통법 제41조, 제107조의 2, 형사소송법 제307조, 제323조 제1항

V. 부패에 의한 alcohol의 생성

25 ℃에서 3일간 보존 시 ethanol, n-propanol이 생성되고, 기타, iso-propanol 및 n-buthanol이 생성되며, 생성되는 ethanol과 n-propanol의 비는 15~20 : 1 정도이다.

VI. 혈중알콜농도에 따른 주취증상

주취 정도의 증상은 개인의 체질, 섭취된 음식물의 종류, 술의 종류에 따라 차이가 있으며, 동일인에서도 신체적 조건, 심리적 환경 등에 따라 알콜의 흡수속도가 다르다는 보고가 있으나 대체적으로 아래와 같다.

혈중농도 (%)	혈중농도 (mg/ml)	호흡농도 (mg/L)	증상
0.05 이하	0.5 이하	0.25 이하	정상적이다.
0.05~0.15	0.5~1.5	0.25~0.75	약간 취하며 안면홍조, 말이 좀 많아지고 기분이 좋은 상태로 침착성이 없어지며 반사작용이 저하된다.
0.15~0.25	1.5~2.5	0.75~1.25	안면이 창백해지는 자가 많고 피부 감각이 저하되며 주의력이 산만하고 판단력이 둔화되어 교통사고를 내기 쉽다.
0.25~0.35	2.5~3.5	1.25~1.75	운동신경의 마비로 보행곤란, 언어 불명확, 여러 가지 신체적 반사작용이 현저하게 저하된다.
0.35~0.45	3.5~4.5	1.75~2.25	호흡곤란, 의식불명, 체온강하와 혼수상태에 빠진다.
0.45 이상	4.5 이상	2.25 이상	치명적이며 호흡마비, 심장쇠약으로 사망한다고 함

VII. 음주량에 따른 이론적 혈중알콜농도 계산

Widmark 계산식

$$C = \frac{A \times p \times 0.789}{w \times r \times 10} \times a - \beta t$$

C : 혈중알콜농도(%)

A : 음용한 술의 양(ml) a : 체내 흡수율(70~80 %)

p : 술의 알콜함량 β : 감소율(시간당 0.008~0.030 %, 평균 0.015 %)

W : 음주자의 체중 t : 경과된 시간

r : 배분율 남자 0.52~0.86(평균 0.68),

 여자 0.47~0.64(평균 0.55)

※ 혈중알콜농도는 체내 조직의 흡수율, 섭취 음식물의 종류, 술의 종류 등에 따라 다양한 변수가 작용하므로 Widmark 계산법과 같은 이론식을 일률적으로 적용하는 것은 곤란하다.

같은 음주량일 경우 혈중알콜농도는 대체로 체중에 비례하여 낮게 나타난다.

Widmark 계산식에 의한 혈중알콜농도 계산 연습문제

문제 1. 체중 85 kg인 남자성인이 소주 1홉(25 %, 180 ml)을 마시고 4시간 30분이 경과한 후에 사고가 발생했다면, 사고 당시의 최소 혈중알콜농도는?

$$\frac{180 \text{ ml} \times 0.25 \times 0.789}{85 \text{ kg} \times 0.86} \times 0.7 \times \frac{1}{10} - (0.030 \% \times 4.5 \text{ 시간}) = 0.010 \% \text{ 미만}$$

문제 2. 현재 측정된 혈중알콜농도가 0.05 % (남자 성인)로 측정되었다면 사고시간인 6시간 40분 전의 혈중알콜농도는 어느 정도인지 ?

답 : 문헌에 의하면 일반적으로 음주 후 30~90분 사이에 최고 농도에 이른 후 시간당 0.008~0.030 % (남자의 경우 평균 : 0.015 %)씩 감소한다고 하므로 혈중알콜농도가 0.05 %로 측정되기 6시간 40분 전의 시간경과

에 따른 이론적 계산은 아래와 같이 추정할 수 있음.

$$* \text{최소계산치} = 0.05 \% + (0.008 \% \times 6.666\text{시간}) = 0.103 \%$$

$$* \text{최대계산치} = 0.05 \% + (0.030 \% \times 6.666\text{시간}) = 0.249 \%$$

$$* \text{평균계산치} = 0.05 \% + (0.015 \% \times 6.666\text{시간}) = 0.149 \%$$

문제 3. 교통사고 발생시간 : 2001. 3. 10. 03:30경.

음주시간 : 2001. 3. 9. 23:20경부터 23:40경까지(20분간).

음주량 : 소주 1병(360 ml. 23도)과 백세주 1병(300 ml. 13도)을 주전자에 섞어서 51.42 ml 짜리 소주잔으로 3잔(154.26 ml)을 음용할 경우 체중 67 kg인 남자의 음주 후 최소 혈중알콜농도 및 사고당시 혈중알콜농도는?

답 : 음주 후 농도

$$\frac{(360 \text{ ml} \times 0.23 + 300 \text{ ml} \times 0.13) \div 660 \text{ ml} \times 154.26 \text{ ml} \times 0.789}{67 \text{ kg} \times 0.86} \times 0.7$$

$$\times \frac{1}{10} = 0.027 \%$$

사고 시 혈중알콜농도

$$\text{최대농도 } 0.027 \% - (0.008 \% \times 3.833\text{시간}) = 0.010 \% \text{ 미만}$$

$$\text{최소농도 } 0.027 \% - (0.030 \% \times 3.833\text{시간}) = 0.010 \% \text{ 미만}$$

$$\text{평균농도 } 0.027 \% - (0.015 \% \times 3.833\text{시간}) = 0.010 \% \text{ 미만}$$

문제 4. 성별 : 여자, 나이 : 만24세(미혼), 신장 : 160 cm, 체중 : 45 kg

건강상태 : 보통

위와 같은 사람의 경우 급성 주정중독으로 인한 사망에 이르는 치사량에 이르려면 자정 무렵 1시간 반 내지 2시간 정도의 사이에 양주(알콜농도 40 %)를 얼마만큼 마셔야 하는지?

답 (1) 성인의 경우 혈중알콜농도 치사량은 0.45 % 이상임.

$$\text{답 (2) 최대치} = \frac{45 \text{ kg} \times 0.64 \times 10 \times 0.45 \%}{0.4 \times 0.789 \times 0.7} = 586.63 \text{ ml}$$

$$\text{최소치} = \frac{45 \text{ kg} \times 0.47 \times 10 \times 0.45 \%}{0.4 \times 0.789 \times 0.8} = 376.96 \text{ ml}$$

※ 혈중알콜농도 시험을 위한 증거물 채취 시 유의사항

1. 경찰청에 통보한 혈중알콜농도 측정용 채혈용기를 사용하여 채취
2. 혈중알콜농도 시험을 위한 혈액은 비알콜성 소독제 사용하여 채취

※ 에탄올을 사용할 경우 혈중알콜농도에 영향을 미칠 수 있음.

3. 채취한 혈액은 항응고제(EDTA, Heparine등)가 함유된 용기에 담아 냉장 보관

※ 냉동 보관 시 혈액이 용혈되어 혈액형 판정에 시간이 걸리며, 항응고제가 함유되지 않은 용기에 채취 시 혈액이 응고되어 혈중알콜농도에 영향을 미치므로 필히 항응고제가 함유된 용기에 채취

4. 혈액을 채취 즉시 채취 용기에 경찰서 고유번호를 기입한다.

※ 증거물이 다량일 경우 바뀌는 것 방지

5. 우송 시 파손을 방지하기 위하여, 이중포장토록 한다.

※ 파손되어 혈액이 유출응고 시 혈중알콜농도 시험 불가

6. 사체혈액의 경우 용기는 물로 세척하여 건조 후 채취(포르말린 등 첨가 금지)

위와 같은 조건을 만족할 수 있는 채혈 용구를 일선경찰서에서 구하기가 어려운 관계로 당 연구소와 경찰청이 협의하여 혈중알콜농도 분석용 채혈 용구 세트를 제작하여 일선 경찰서에 보급하고 있으므로 이를 사용하는 것이 바람직하다.



그림 32. 2004년 1월부터 사용한 채혈 용구 세트

제6장 환경오염원 감정

I. 개요

급속한 산업의 발달로 인체에 유해한 화학물질의 종류와 사용 빈도가 증가되면서 지구환경의 파괴는 보다 지속적이고 광범위하게 이루어지고 있다.

국내에서 1991년 낙동강과 조치원 오천천 페놀 오염사건을 계기로 환경에 대한 인식을 새롭게 하였으나 지역 이기주의 현상으로 환경문제 해결을 더욱 어렵게 하기도 한다. 환경파괴와 그로 인한 피해는 한 지역에 국한되는 것이 아니라 지구촌 전체의 존폐가 걸려있는 심각한 지구 환경문제로 대두되고 있다.

생태계 및 환경 중으로 배출되고 있는 많은 종류의 유해화학물질류는 인간의 의식주 생활이나 생산활동 등에 필연적으로 수반되는 일반폐기물 및 산업폐기물의 불법처리, 정화되지 않은 생활하수 및 폐수의 무단방류 등의 형태로 토양오염과 수질오염을 일으켜 인간의 생활뿐만 아니라 동식물의 성장에도 영향을 주는 등 오염된 환경에 의한 사건 사고가 다양화되고 있다.

환경파괴, 훼손행위는 단순한 환경법규 위반사범이라는 인식을 넘어 환경침해로 인식되고, 인류 및 지구의 파멸까지도 가져올 수 있다는 환경인식의 변화와 사람의 신체, 건강침해라는 반사회적, 반윤리적 행위라는 측면이 강조되어 환경범죄라는 개념이 형성되면서 환경범죄에 효과적으로 대처하기 위해서는 과학화되고 전문화된 수사가 절실하게 되었다.

따라서 환경범죄는 범죄주체의 파악이 어렵고, 범죄의 인과관계 규명도 쉽지 않은 관계로 고도의 과학적인 수사기법이 필요하다.

Ⅱ. 환경시료 및 시험

1. 환경시료 중 하천수, 해수, 지하수, 생활폐수, 산업폐수 및 축산폐수 등의 수질시료에서는 오염원 추적을 위한 성분분석 및 독성물질 함유 여부, 인체유해 여부 기타 수질환경보전법 오염물질검출 여부 등에 대해 시험을 시행한다.

2. 환경시료 중 생활쓰레기, 산업폐기물, 슬러지 및 토양 등의 폐기물시료에서는 배출업체 추적을 위해 성분분석을 통한 종류구분 및 폐기물관리법의 지정폐기물 여부와 토양환경보전법의 토양오염물질 함유 여부, 기타 인체유해 여부 등에 대해 시험을 시행한다.

3. 환경시료 중 유해화학물질의 감정은 각 공정시험방법에 따라 항목별로 이화학적 시험 및 분석기기를 이용하여 시행하고 있다.

가. 자외선 분광광도계(UV-Visible Spectrophotometer)

나. 유도결합 플라즈마 방출분광기(Inductively Coupled Plasma/Atomic Emission Spectrophotometer, ICP/AES)

다. 원자흡수분광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS)

라. 기체크로마토그래프(Gas Chromatograph, GC)

마. 기체크로마토그래프/질량 분석기(Gas Chromatograph/Mass Spectrometer, GC/MS)

바. 기타

Ⅲ. 감정사례

1. 도금공장단지 폐수의 무단방류

도금공장들이 입주된 공장단지에서 수질오염 공동방지지설을 설치하고 입주 도금업자들로부터 폐수 처리비를 징수하고 있었으나 경비절감을 이

유로 제대로 정화하지 않고 폐수를 무단으로 방류하고 있다는 첩보사건으로 최종 방류구에서 채수한 폐수를 분석 시험한 결과, 인체에 독성을 나타내는 시안 38 mg/l 및 중독 시 중추신경 마비, 말초신경 장애를 유발하는 물질로 알려진 트리클로로에틸렌 2.08 mg/l가 검출되었다.

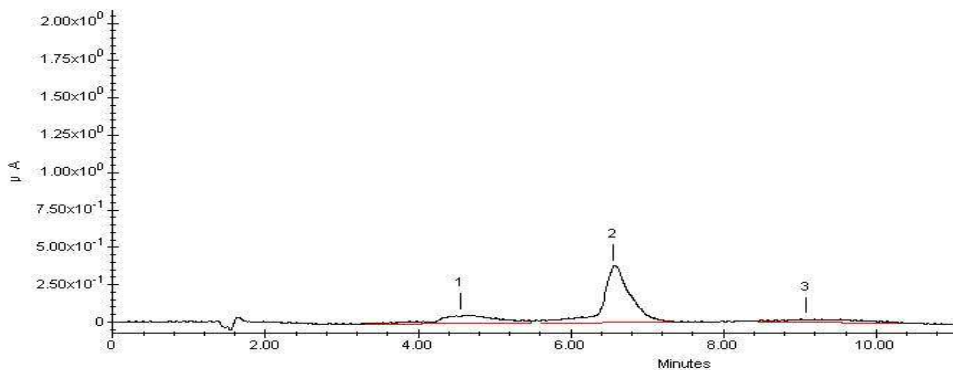


그림 33. CN의 이온크로마토그램

2. 해양오염 폐수의 오염원 추적

인천 소재 공업단지에서 폐수를 정화시켜 방류하지 않고 밤에 몰래 무단으로 인근 해상에 방류하여 해양을 오염시키고 있는 사건으로 의뢰된 폐수에서 배출업체 추적을 위한 성분분석을 의뢰받아 분석한 결과 화학적 산소요구량 380 mg/l, 총 질소 270 mg/l, 총 인 138 mg/l, 음이온계면활성제 29 mg/l로 허용기준을 초과하고, 인체에 유해한 시안 6.1 mg/l, 크롬 1.6 mg/l, 6가크롬 1.1 mg/l 검출되었다. 시안이 배출되는 주요 공장으로는 도금, 선광, 철강열처리, 도시가스 제조공장 등이고, 크롬은 도금공장, 안료공장, 피혁공장 등에서 주로 배출되며 대부분의 도금공장에서는 크롬산염을 사용한다고 하는 바, 의뢰된 폐수에서 시안 및 크롬이 검출되는 것으로 보아 도금업체에서 배출된 것으로 추정하였다.

3. 하천오염 폐수의 오염원 추적

경기 가평소재 ○○천에서 심하게 악취가 나고 있다고 인근에서 농농사를 짓고 있는 농부가 신고한 사건으로 ○○천의 물을 의뢰받아 배출오염원을 추적하기 위한 분석을 시행하였다. 분석결과 기름류인 경유(Diesel)가 소량 검출되었으며, 이는 인근 군부대에서 방류된 것으로 추정하고 군부대 유류저장탱크 주변 배수관에서 물을 채수하여 시험한 결과 경유가 검출됨으로써 군부대 유류저장탱크에서 경유가 방류되어 ○○천으로 유입된 것으로 판명되었다.

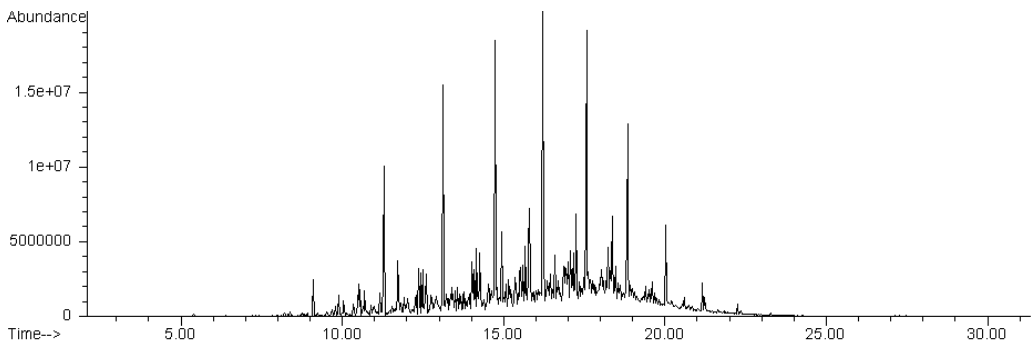


그림 34. 경유의 가스크로마토그램

4. 폐기물 쓰레기의 배출원 추적

전북 소재 모 야산에 종류를 알 수 없는 폐기물 쓰레기가 방치되어 인근 토양 및 주변 환경이 오염되고 있다는 첩보사건으로 폐기물 쓰레기의 출처를 추적하기 위해 폐기물의 종류 구분을 의뢰받아 분석하였다. 적외선분광광도계 등의 기기분석결과 아크릴계 합성수지가 검출됨으로써 의뢰된 폐기물은 폐아크릴계 합성수지로서 플라스틱이나 수지류의 제품을 생산하는 공장에서 무단 배출된 것으로 추정하였다.

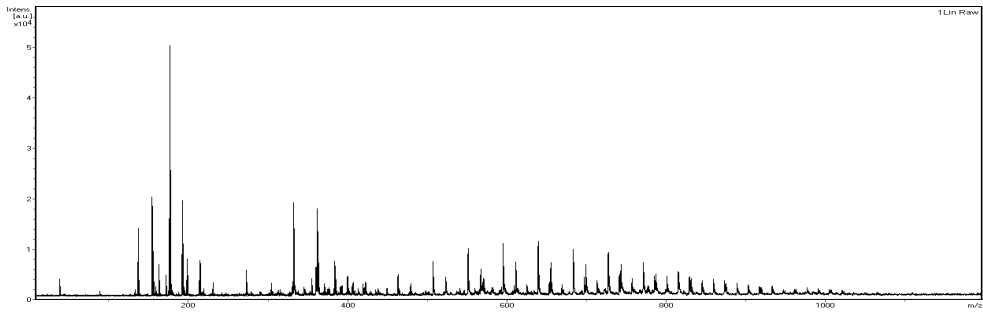


그림 35. 아크릴계수지의 MALDI-TOF/MS 스펙트럼

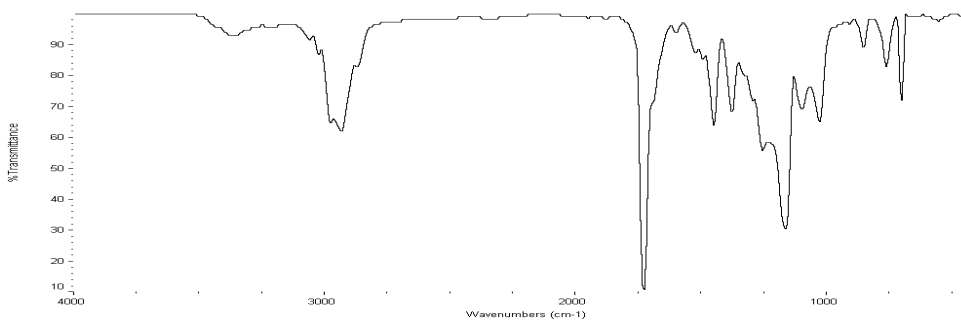


그림 36. 아크릴계수지의 IR 스펙트럼

5. 음식물 쓰레기 재활용업체 폐수

음식물 쓰레기 재활용업체에서 음식물 쓰레기로 퇴비 및 사료를 가공 처리하는 과정 중에 발생하는 유해한 폐수를 불법으로 처리하고 있다는 신문기사 등의 보도에 따라 업체 폐수의 유해성 여부가 감정의뢰된 바, 의뢰된 음식물 쓰레기 폐수에서 수소이온농도는 4.1로서 기준부적합이고, 화학적 산소요구량 40.0 mg/l, 부유물질량 1,480 mg/l, 용해성철 30.7 mg/l, 플루오르(불소) 504.8 mg/l, 총 질소 114.0 mg/l, 총 인 74.9 mg/l로서 ‘나’지역 오염물질 배출허용기준을 초과하며, 페놀류, 시안, 크롬, 아연, 구리(동), 카드뮴, 비소, 납(연), 6가크롬, 용해성망간, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 및 음이온계면활성제 함유량은 ‘나’지역의 배출허용기준 미만으로 확인되었다. [수질오염물질 배출허용기준은 수질환경보전법시행규칙 제8조 관련 별표5(2000. 10. 23.)의 ‘나’지역 기준이며, ‘청정’, ‘가’ 및 ‘특례’지역의 배출허용기준은 별표5를 참조]

시 험 항	증 거 물	기준	증거물
화학적산소요구량(mg/l)		90이하	40.0
부유물질량(mg/l)		80이하	1,480
수소이온농도		5.8~8.6	4.1
페놀류 함유량(mg/l)		3이하	기준미만
시안 함유량(mg/l)		1이하	기준미만
크롬 함유량(mg/l)		2이하	기준미만
용해성철 함유량(mg/l)		10이하	30.7
아연 함유량(mg/l)		5이하	기준미만
구리(동) 함유량(mg/l)		3이하	기준미만
카드뮴 함유량(mg/l)		0.1이하	기준미만
비소 함유량(mg/l)		0.5이하	기준미만
납(연) 함유량(mg/l)		1이하	기준미만
6가크롬 함유량(mg/l)		0.5이하	기준미만
용해성망간 함유량(mg/l)		10이하	기준미만
플루오르(불소) 함유량(mg/l)		15이하	504.8
총 질소(mg/l)		60이하	114.0
총 인(mg/l)		8이하	74.9
트리클로로에틸렌(mg/l)		0.3이하	기준미만
테트라클로로에틸렌(mg/l)		0.1이하	기준미만
음이온계면활성제(mg/l)		5이하	기준미만

[별표 5] <개정 2000. 10. 23> <<시행일 2003. 1. 1>>

오염물질의 배출 허용기준(제8조관련)

1. 생물화학적산소요구량 · 화학적산소요구량 · 부유물질량

		1일 폐수배출량 2,000 m ³ 이상			1일 폐수배출량 2,000 m ³ 미만		
		생물화학적 산소요구량 (mg/ℓ)	화학적 산소요구량 (mg/ℓ)	부유물질량 (mg/ℓ)	생물화학적 산소요구량 (mg/ℓ)	화학적 산소요구량 (mg/ℓ)	부유물질량 (mg/ℓ)
청정지역	환경기준(수질) I 등급 정도의 수질을 보전하 여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환 경부 장관이 정하여 고 시하는 지역	30 이하	40 이하	30 이하	40 이하	50 이하	40 이하
가지역	환경기준(수질) II 등급 정도의 수질을 보전하 여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환 경부 장관이 정하여 고 시하는 지역	60 이하	70 이하	60 이하	80 이하	90 이하	80 이하
나지역	환경기준(수질) III,IV,V 등급 정도의 수질을 보 전하여야 한다고 인정 하는 수역의 수질에 영 향을 미치는 지역으로 서 환경부 장관이 정하 여 고시하는 지역	80 이하	90 이하	80 이하	120 이하	130 이하	120 이하
특례지역	환경부장관이 공단폐수 종말처리 구역으로 지 정하는 지역 및 시장, 군수가 산업입지 및 개 방에 관한 법률 제8조 의 규정에 의하여 지정 하는 농공단지	30 이하	40 이하	30 이하	30 이하	40 이하	30 이하

※ 비고

- 제52조의 규정에 의한 방류수 수질기준을 적용받는 영 제32조의 규정에 의한 종말처리시설
도는 하수도법 제2조 제5호의 규정에 의한 종말 처리장 배수구역 안에 위치한 폐수배출시설에
대한 배출허용기준은 동처리장 설치사업 시행자의 요청에 의하여 폐수 또는 하수종말처리장
의 배수구역 안에 위치한 폐수배출시설에 대하여는 하수종말처리장의 시설능력이 배수구역
안에서 발생하는 오·폐수 전량을 처리할 수 있는 능력이 갖추어진 경우에 한한다.
- 농공단지 내 배출시설 중 하수도법 제2조 제5호에 의한 하수종말 처리시설에 배수설비를
연결하여 처리하고 있는 배출시설에 대한 배출허용기준은 나지역의 기준을 적용한다.

2. 폐놀류 등 오염물질

		청정지역	가지역	나지역	특례지역
수소이온농도		5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
노말핵산 추출물질	광유류(mg/ℓ)	1 이하	5 이하	5 이하	5 이하
	동·식물 유지류(mg/ℓ)	5 이하	30 이하	30 이하	30 이하
페놀류(mg/ℓ)		1 이하	3 이하	3 이하	3 이하
시안(mg/ℓ)		0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
크롬(mg/ℓ)		0.5 이하	2 이하	2 이하	2 이하
용해성철(mg/ℓ)		2 이하	10 이하	10 이하	10 이하
아연(mg/ℓ)		1 이하	5 이하	5 이하	5 이하
구리(동)(mg/ℓ)		0.5 이하	3 이하	3 이하	3 이하
카드뮴(mg/ℓ)		0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
수은(mg/ℓ)		불검출	0.005 이하	0.005 이하	0.005 이하
유기인(mg/ℓ)		0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
비소(mg/ℓ)		0.1 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
납(연)(mg/ℓ)		0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
6가크롬(mg/ℓ)		0.1 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
용해성망간(mg/ℓ)		2 이하	10 이하	10 이하	10 이하
플루오르(불소)(mg/ℓ)		3 이하	15 이하	15 이하	15 이하
PCB(mg/ℓ)		불검출	0.003 이하	0.003 이하	0.003 이하
대장균군수(개/ml)		100 이하	3,000 이하	3,000 이하	3,000 이하
색도(도)		200 이하	300 이하	400 이하	400 이하
온도(℃)		40 이하	40 이하	40 이하	40 이하
총 질소(mg/ℓ)		30 이하	60 이하	60 이하	60 이하
총 인(mg/ℓ)		4 이하	8 이하	8 이하	8 이하
트리클로로에틸렌(mg/ℓ)		0.06 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
테트라클로로에틸렌(mg/ℓ)		0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
음이온계면활성제(mg/ℓ)		3 이하	5 이하	5 이하	5 이하

※ 비고

1. 제52조의 규정에 의한 방류수수질기준을 적용받는 영 제32조 제1항 제1호의 규정에 의한 공단폐수종말처리시설에 폐수를 유입시켜 처리하는 폐수배출시설의 배출허용기준은 당해 처리시설에서 처리할 수 있는 오염물질 항목에 한하여 동 처리시설 설치사업시행자의 요청에 따라 폐수종말처리시설 설계기준농도 이내에서 환경부 장관이 따로 정하여 고시할 수 있다.
2. 노말핵산추출물질함유량란의 광유류와 동·식물유지류는 두 항목을 동시에 배출할 경우에는 광유란에 규정된 기준을 적용한다.
3. 색도항목의 배출허용기준은 폐수배출시설 중 카, 섬유제조시설에 한하여 적용한다.
4. 청정, 가, 나, 특례지역의 구분은 위 1의 기준 중 생물화학적 산소요구량 · 화학적 산소요구량 · 부유물질량의 각 란에서 규정된 것과 같다.
5. 총 질소, 총 인의 배출허용기준은 환경부 장관이 정하여 고시하는 호소등 지역에 대하여 적용한다. 다만, 5종사업장은 제외한다.

6. 산업폐기물 불법투기

모 건설회사에서 제약회사의 공장이전 부지에 아파트를 건립하기 위해 터파기 공사 중 야적장 및 폐수처리장 부지에서 배출된 흙(폐기물) 4,500여t을 모 토지형질변경 현장에 불법 매립한 사건으로 유해물질 함유 여부가 감정의뢰된 바, 증거물인 폐기물에서 수소이온농도 및 용출시험에 의한 용출액 중 총리량이 정하는 유해물질의 함량은 지정폐기물 기준 미만이었으나, 벤젠, 메틸이소부틸케톤, 디클로로메탄 및 클로로포름이 검출되었다. 이들 유기용제는 의약품의 합성 등 공업적으로 널리 사용되는 유기용제이나 마취성 및 자극성이 있고 벤젠 등은 발암의 위험성이 있는 물질로서 폐기물관리법 시행규칙에는 디클로로메탄은 할로젠족 화합물질, 벤젠 및 메틸이소부틸케톤은 비할로젠족 화합물질로서 지정폐기물로 지정되어있다.

IV. 감정물 채취요령

1) 폐수인 경우 현장폐수의 성질을 대표할 수 있는 위치(환경관련 사고지점, 당해시설의 최종 방류구 또는 폐수가 외부로 배출된다고 판단되는 지점 등)에서 3~5 ℓ 정도를 무색 경질 유리병이나 폴리에틸렌 병 등의 채수병에 가능한 한 공기와의 접촉이 없도록 가득 채워 손상되지 않도록 잘 밀봉하여 견고하게 포장한 다음 채취 년, 월, 일, 장소, 수역 명칭 등을 기재하고 신속히 송부하여야 한다.

2) 폐기물인 경우 사고 현장폐기물을 잘 혼합하고, 이것이 어려울 경우에는 전체의 성질을 대표할 수 있도록 서로 다른 곳에서 1회에 100 g 이상 3회 정도 균등량 혼합하여 무색 경질의 유리병이나 폴리에틸렌병, 폴리에틸렌백 등에 채취한 후 잘 밀봉하여 폐기물의 명칭, 장소 등을 기재하고 손상되지 않도록 견고하게 포장한 다음 신속히 송부하여야 한다.

3) 토양인 경우 대상지역을 대표할 수 있는 표토층(0~15 cm) 또는 필요에 따라 일정 깊이 이하의 토양을 토양시료채취기 또는 삽과 같은 기구를 사용하여 약 500 g 정도를 분취한 후 입구가 넓은 유리병, 폴리에틸렌백에 넣어 잘 밀봉하여 손상되지 않도록 견고하게 포장한 다음 채취날짜, 장소 등을 기재하고 신속하게 송부한다.

제7장 산·알카리 등 화공약품류 감정

I. 개요

우리가 더욱 풍요롭고 안락한 생활을 추구할수록 산업의 고도화·다양화 추세에 따라 화학물질의 사용은 필수 불가결한 것으로서 화학물질의 사용증대는 보건 위생상의 위해를 증대시키고 있다. 이런 물질을 취급하는 과정에서 부주의로 인해 수천 명이 목숨을 잃고 수만 명이 중독되어 사회적, 경제적으로 물의를 일으켰던 사건들이 남의 일이 아닌 나에게, 우리 직장에서도 일어날 수 있는 일들로서 날이 갈수록 이런 사고의 개연성은 높아지고 있다. 화학공업에 널리 사용되고 있는 산·알카리 등 화공약품류는 그 종류가 대단히 많으며 독물, 극물, 위험물로 지정된 것은 취급과 저장에 각별히 주의를 하여야 한다.

II. 감정유형 및 시험

화공약품류에 대한 사건도 다양하여 화공약품의 불법 유출, 살포 또는 자·타살, 오용 및 남용 등의 음독으로 인한 중독사건 등과 관련된 생체시료 및 기타 감정물에서 화공약품류의 성분 및 검출 여부를 이화학적 시험 및 이온크로마토그래프(Ionchromatography), 기체크로마토그래프, 기체크로마토그래프/질량분석기, 액체크로마토그래프 등 다양한 기기를 이용하여 시행하고 있다.

III. 감정사례

1. 김양식장에서 사용되는 김양식 영양제에 함유된 성분 여부에 관한 감

정에서 의뢰된 감정물 3종 흑갈색 액체를 분석한 결과 구연산 19.1 %, 22.5 %, 24.2 % 확인되었고, 염산은 5.2 %, 4.5 %, 5.0 %가 확인되었다.

2. 회사 기숙사 생활을 하던 한 여직원이 기숙사에서 무단가출하여 찾고 있던 중, 가출한지 약 10일 후에 회사 내 기술연구소 지하 1층 창고에서 변사체로 발견된 바, 변사장소에 미상의 솔벤트가 들어있던 약병 등이 발견은 되었으나 의문의 변사체 사건으로 변사한 사망자의 위내용물 및 혈액을 에테르로 추출한 후 이화학적 시험법 및 GC/MS와 HPTLC로 분석한 결과 염료 중간물, 농약원료, 화학약품 등에 사용되는 유독물의 화공약품류인 o-클로로페놀(o-chlorophenol)이 검출됨을 확인하였다.

IV. 감정물 채취요령

문제가 발생한 화공약품을 오염되지 않도록 원형 그대로 잘 밀봉하여 의뢰한다.

제8장 유해성 중금속류 감정

I. 개요

중금속은 넓게는 비중이 4~5 이상인 금속류를 총칭하지만 일반적으로는 생체 내로 흡수되었을 때 잘 분해·배출되지 않고 잔류하며 간장·신장 등의 장기나 뼈에 축적되는 성질이 강한 유해 금속을 말한다. 금속은 크게 아연·철·구리·코발트 등과 같이 생물체가 정상적인 생리 기능을 유지하기 위해 꼭 필요로 하는 필수 금속과 납·카드뮴·수은 등과 같이 생체에 해로운 영향을 미치는 유해 금속으로 구분된다.

만성적으로 소량으로 체내로 흡수된 중금속은 체외로 쉽게 배출되지 않고 중금속에 따라 수십 년간 체내에 잔류하면서 회복이 불가능한 건강 장애를 일으키기도 하고, 급성 중독인 경우에는 심각한 중독증세와 함께 사망에 이르기도 한다. 미국의 ‘환경청(EPA)’과 보건성 산하 ‘독성 물질 및 질병등록청(ATSDR)’이 1999년 발표한 유독물질목록에 납이 2위, 수은이 3위, 카드뮴이 7위에 올라 있는 등 중금속의 독성이나 체내 영향에 대해서는 이미 그 유해성이 알려져 있고 1998년 국내에서 큰 파문을 일으켰던 ‘내분비계장애물질(환경호르몬)’ 문제가 대두되면서부터 그 심각성이 더욱 부각되고 있다. 중금속의 독성 발현 메커니즘은 효소, 단백질, 핵산 등의 -OH, -SH, -NH₂, -COOH와 같은 O, S, N-함유 리간드에 금속이 결합하거나, 필수금속의 활성을 간섭, 방해함으로써 유발되는 것으로 알려져 있다.

그럼에도 불구하고 중금속이 함유된 폐수 및 폐기물의 무단 배출 등의 사건사고, 환경오염으로 인한 생태계 파괴(물고기 폐사 등) 현상 등이 종종 발생하고 있으며 또한 2001년 상업적 목적으로 꽃게에 납을 투입하여 시판한 사례와, 중국산 수입 수산물에서 중금속조각이 검출되는 등 각종 오·남용 사건사고가 발생하고 있으며 최근 보도된 바에 의하면 놀이터 등에 설치된 거의 모든 목재 놀이기구가 크롬-구리-비소계화합물(CCA)로

이루어진 살충제를 처리한 경우이고 놀이시설, 완구 등을 도색한 페인트 성분에 납 등 중금속이 다량으로 함유되어 있어 암유발 등 위해성이 심각한 수준으로, 이에 대한 안전성 평가 등이 법과학적 문제로 대두되고 있다.

표 2. 유해중금속의 특성 및 독성

1. 수은(Mercury, Hg)
 - 특성 : 미나마타병의 발생을 계기로 관심을 끌었으며 무기수은, 유기수은, 메틸화 무기수은 등으로 분류됨.
 - 용도 : 전기기기, 계기, 무기약품 등
 - 대사 및 배출
 - 흡수 : 식품에서의 무기수은화합물 흡수는 섭취량의 7~8 %이며 메틸수은은 위장에서 완전 흡수됨. 물에서의 무기수은화합물 흡수는 15 % 이하이며 메틸수은은 거의 완전하게 흡수됨.
 - 대사 : 무기수은화합물은 신장에서 신속하게 축적되며 메틸수은은 즉시 혈액에 나타나서 80~90 %가 적혈구와 결합함. 무기수은에 비하여 메틸수은이 독성 큼.
 - 배출 : 수은염은 신장, 간장, 간점액, 땀샘, 타액선 등으로 배출
 - 독성
 - 메틸수은 : 치사량은 체내량 1,000 mg, 중독량은 체내량 100 mg이 만성독성 시 지각장애, 운동실조, 보행장애, 시야협소, 언어장애, 난청 등
 - 금속수은 : 경구 섭취하여도 체내에 흡수되지 않아 독성은 매우 약함. 보통 그대로 대변으로 배설되며 만성독성 시 흥분, 기질의 변화, 손가락의 떨림 등.
 - 수은염 : 사람에 대한 경구치사량은 1~4 g
2. 납(Lead, Pb)
 - 특성 : 보통의 금속 중에서 비중이 가장 크며 일반적으로 납의 증기나 가루가 기도를 통해 체내로 들어가는 경우가, 도료·안료에 들어 있는 납이 피부나 소화관을 통해 침투하는 경우보다 증세가 심함.
 - 용도 : 용접, 합금, 배터리, 플라스틱, 전자부품, 방사선 방호재 등
 - 대사 및 배출 : 장기간에 걸쳐 축적(반감기 20년)되며 뼈에 가장 많이 축적되고 뇨(75 %), 담즙(15 %), 피부(10 %)로 배출됨.
 - 독성 : 발암성물질, 변이원성 물질, 생식성 물질
 - 급성독성 : 급성경구독성(TDLo, 여자) 450 mg/kg/6Y. 신경독성, 중추신경계, 신장, 혈액 및 생식성 조직에 영향을 미치며 극한 경우 식물인간 및 사망에 이름.
 - 만성독성 : 피부색이 회색으로 변하며 무기력, 시력저하.

3. 비소(Arsenic, As)

- 특성 : 원소로서의 비소는 불용성이며 독성도 약하지만 비소화합물은 매우 유독함. 비소화합물은 수용성으로 수질오염을 유발함. 비소는 식품 등 자연계에 널리 분포하며 해조류에서는 10~60 μ g/g로 비교적 많이 함유되어 있음.
- 대사 및 배출 : 대부분은 뇨를 통해 비교적 빨리 배출(반감기 10시간)되며 소량은 피부, 모발, 손톱 등을 통해 배출
- 독성 : 무기화합물로는 5가보다 3가가 독성이 강하며 유기화합물 중 메틸화합물은 5가 화합물보다 독성이 약함.
 - 급성독성 : 70~200 mg 섭취 시 콜레라 같은 구토, 설사, 근육경련, 심실성부정맥, 피부의 짓무름 등이 나타나며 혼수 후 사망함.
 - 만성독성 : 3~6 mg/l의 양을 장기간 섭취하여도 일어나며 목, 코, 눈 등의 점막염증에 이어 근육약화, 식욕감퇴, 피부의 흑색소 침착 등이 나타남.

4. 카드뮴(Cadmium, Cd)

- 특성 : 카드뮴 중독은 일본에서 발생되었던 이타이이타이병 때문에 큰 관심을 끌었으며 심장파열 후 사망에 이름.
- 용도 : 통신·정밀기기 도금, 선박·기계 등의 방청제, 합금 등
- 대사 및 배출 : 흡수된 카드뮴은 혈액으로 들어가 인체 각 장기에서 농축되며, 특히 간장과 신장에 많이 축적됨. 카드뮴 대부분은 저분자량의 단백질과 결합하며 체외배출 속도는 보통 상당히 느리고 주로 뇨를 통해 배출됨.
- 독성 : 사람에게 대한 카드뮴의 급성경구치사량은 확인되어 있지 않으며, 경구중독량은 15 mg으로 오심, 구토, 뇨단백, 당뇨, 뇨아미노산 등의 신장장애 유발

6. 크롬(Chromium, Cr⁶⁺)

- 특성 : 크롬의 용해성은 낮아 자연수에서는 거의 검출되지 않으나 독성이 강한 6가크롬은 물에 녹으면 중크롬산, 크롬산 등을 생성함.
- 용도 : 스테인레스강, 합금, 내화제, 도금, 염료, 피혁, 매염제 등
- 독성 : 인체 조직 내에 광범위하게 분포하고 있지만, 성인에서는 폐장에 가장 많음. 크롬은 미량필수원소로서 당질 및 지질대사, 단백질 합성 및 분해에 관여
 - 급성독성 : 6가 크롬은 흡입 시 피부, 기관, 폐 등에 염증, 궤양을 유발하고 섭취 시는 구토, 설사, 간 장애, 혼수 등으로 사망.
 - 만성독성 : 피부, 호흡기, 간장장애, 폐암, 비중격천공, 간염 등.

II. 감정유형 및 시험

1. 감정유형

- 1) 자·타살, 오·남용, 취급부주의, 직업적 노출 등으로 유해중금속에 급·만성 중독된 경우 생체시료에서 유해중금속 함량분석을 통한 중독 여부의 감정
- 2) 중독 관련 유류품 및 오남용 관련 성분분석
- 3) 환경오염 등에 의한 식품, 물, 토양 등의 오염수준평가
- 4) 기타 화장품, 건강보조용품, 완구류 등 인체에 반복 노출되는 생활용품의 안전성 평가

2. 시험

- 1) 정성분석
 - 주사현미경/에너지분산형X-선분광기 등
- 2) 정량분석
 - 시료 전처리

생체시료 및 환경시료에서 수은, 납, 비소, 카드뮴, 크롬 등의 유해중금속 측정은 대부분 미량분석인 바, 시료의 전처리 과정에서 각별한 주의를 필요로 한다. 대표적인 전처리 방법으로는 마이크로파를 이용한 산분해법이 있으며, 이는 시료를 1 g 가량 정확히 채취하여 테프론 용기에 넣고 유해중금속용 질산, 황산, 불산 등의 산을 가한 후 마이크로파의 에너지를 가하여 유기물을 분해시키고 중금속을 완전히 용해시킨 다음 증류수로 표정하는 방법이다. 시료에 따라 극미량으로 함유되어 있을 경우는 시료의 양을 증량하여야 하는 바, 이런 경우는 용출, 증류, 킬달분해 등 적절한 방법을 선택한다.

－ 기기분석

유도결합플라즈마방출분광기(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy, ICP-AES), 원자흡광분광기(Atomic Absorption Spectroscopy(AAS) 등을 이용하여 분석한다.



그림 37. 마이크로파분해장치



그림 38. 유도결합플라즈마방출분광기

Ⅲ. 감정사례

1. 야간에 한강하류 내수면에서 그물을 치고 붕어 등의 물고기를 어획하여 자연산이라고 하며 시중에 불법 유통시키고 있는 사건으로, 붕어와 잉어에서 유해 중금속 오염 여부를 감정하였다. 감정물로 의뢰된 한강하류 내수면에서 어획 수거한 붕어와 시중 수산시장에서 판매되고 있는 잉어, 저수지에서 어획 수거한 붕어에 대해 부위별(아가미, 근육, 뼈)로 채취하여 6종류의 중금속(Pb, Cu, Cr, Cd, Zn, Mn)을 분석하였으며 이 때, 뼈에서의 납(Pb) 함유량은 각각 5.73 ppm, 2.60 ppm, 2.26 ppm이었다.

2. 환제를 지어 먹고 온몸에 붉은 반점이 생기는 등 피부질환을 호소하여, 환제에서 유해중금속 함유 여부를 감정하여 본 결과 수은이 975 ppm 검출되었다.

IV. 감정물 채취요령

1. 오염 여부의 감정을 위해서는 오염상태를 잘 알 수 있도록 시료의 색상, 유량, 유속 등의 경시변화를 고려하여 현장물의 성질을 대표할 수 있게 채취하여야 하며, 필요 시 중복시료, 공시료, 대조시료(참고시료)를 첨가하여 함께 채취한다.
2. 시료는 2차 오염이 되지 않도록 주의하고 경질유리 또는 폴리에틸렌 봉지에 담는다.
3. 사체에서 중금속 중독 여부의 감정을 위해서는 혈액, 위내용물 이외에 가능하면 신장, 간장 등의 조직을 첨가하여 채취한다.

제9장 일산화탄소 등 유해성가스류 감정

I. 개요

인체는 생명현상을 유지하기 위해 공기를 호흡하게 되는데, 공기 중의 산소는 생명 활동의 중추인 호흡 및 뇌의 작용에 필수적인 요소로서 평상시 대기 중에 약 21 % 정도 존재하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 18 % 미만 시 두통, 의식상실 등과 같은 산소결핍증상이 나타나는 것으로 보고되어 있고 여러 원인에 의하여 산소결핍이 일어날 경우 질식사조의 원인이 되기도 한다. 뿐만 아니라 밀폐공간에서 일산화탄소나 황화수소 등의 유해가스에 의한 중독사고 또한 산업현장에서 흔히 발생하고 있는 것이 현실이다. 산업현장의 각종 저장고 및 탱크 내부에서 산소결핍원인으로 철제탱크 내부의 녹 생성과 같은 산화반응이나 내부에 존재하고 있던 유기물의 부패, 미생물의 발효, 식물이나 곡물 및 목재 등과 같은 저장물의 호흡으로 인한 산소소모 및 유해가스의 발생 등을 들 수 있다. 산업현장이나 우리 생활주변에서 인체에 영향을 미치는 유해가스로 일산화탄소(CO), 메탄(CH₄), 황화수소(H₂S), 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x) 및 휘발성유기화합물(VOC) 등을 들 수 있으며 이들과 관련된 사망이나 질식사조가 빈번하게 발생하고 있다. 평상시 대기압 하에서 공기의 조성은 산소, 질소 등이 일정한 함량비를 유지하나 밀폐공간에서 호흡이나 발효, 부패 등에 의해 다른 가스체가 혼입될 경우 일부 성분의 치환이 일어나 함량비의 변화가 발생하게 된다. 어떤 가스체가 공기보다 무거울 경우 하층부에서 산소 등의 성분과 치환되어 산소 함유율이 감소하게 되면 그러한 공간에서 호흡하는 것이 위험할 수 있다.

II. 감정유형 및 시험

1. 감정유형

1) 일산화탄소, 황화수소 등과 같은 유해성 가스류에 대한 사건 사고는 대부분이 과실로 인한 중독으로서 때로는 자살 또는 타살의 목적으로 이용되기도 한다. 특히 소사체의 경우 화재발생 중 소사되었는지 살해된 다음에 화기 중에 투입하였는지 여부의 판정에는 혈액에서 일산화탄소(CO) 측정이 매우 중요하다.

2) 산소결핍에 의한 질식사는 단순히 산소가 결핍 또는 소진된 경우와 이산화탄소나 메탄가스와 같이 비록 그 자체는 독성이 없다 하더라도 산소를 치환하는 경우로 나누어 볼 수 있다. 정상적인 공기 중에는 20.90 vol%의 산소가 존재한다. 공기 중 산소의 포화도가 10 vol%가 되면 호흡 곤란이 현저해지고 움직일 수 없게 되며 5 vol% 이하로 떨어지면 거의 순간적으로 졸도 사망한다고 되어 있다. 간혹 자타살의 수단으로 택하는 경우도 있으나 거의 전부 사고사이다. 즉 고소(高所)에서 산소가 결핍된 공기를 흡입하는 경우 또는 공장 내에서 산소가 다른 가스에 의하여 치환된 경우 등 특수한 상황 하에서 일어난다. 맨홀, 저장탱크 또는 갯도 내에서는 메탄가스가 발생해 공기를 치환한다. 메탄가스는 상온에서 가연성의 무색기체로서 유기물이 부패 및 발효될 때 생성된다. 자·타살로서는 밀폐된 공간에서 액화석유의 가스전을 개방하는 경우 비닐포를 뒤집어쓰는 경우 등이 있다. 황화수소는 계란 썩는 냄새의 무색기체로서 석유정제, 피혁 공장 등의 부산물로 발생하여 흡입 시 중추신경마비, 실신, 호흡정지, 호흡기 점막자극 등을 유발하며 황산화물은 자극성 냄새의 무색기체로 석탄 화력발전소, 공장 등의 연소기체에 주로 함유되어 있고 흡입 시 호흡 곤란, 폐손상 등을 유발하며 질소산화물은 자극성 기체로 화석연료를 사용하는 내연기관 및 연소시설 등에서 발생하고 흡입 시 폐수종, 혈압상승, 의식상실 등을 야기하는 것으로 알려져 있다.

2. 시험

1) 유해성 가스류는 주로 혈액 또는 현장에서 채취한 가스에서 성분 및 농도를 측정하며, 이화학적 시험법 및 기체크로마토그래프를 이용하여 시행하고 있다.

2) 혈중 일산화탄소-헤모글로빈 농도 측정

(1) 실험

비교적 Met-Hb이 높지 않은(Met-Hb 3 이하) 혈액이나 비장 부증물의 경우는 UV 분석법을 적용한 혈액분석기인 CO-Oximeter를 이용하여 CO-Hb의 농도 분석을 시행하나 부패 등의 이유로 Met-Hb이나 Sulfer의 농도가 높은 경우 또는 희석 등으로 Hb의 농도가 너무 낮아져서 UV 측정 시 흡광도의 오차율이 클 경우, 조직을 분쇄하여 시료가 액상이 아닌 경우 등에는 CO-Oximeter를 사용하기가 곤란하다. 이 경우 가스크로마토그래피를 이용하여 해리제를 사용하여 Hb에 결합된 CO의 농도를 분석하여 검량선으로부터 CO-Hb의 농도를 계산한다.

1. CO-Oximeter법

2. 가스크로마토그래프법

(2) 참고사항

1. 혈중 일산화탄소-헤모글로빈의 농도는 사망 후 즉시 채취한 심장 내 혈액이 가장 좋은 시료이나, 시간이 경과할수록 낮은 농도를 나타내고, 중독 당시 공기 중의 일산화탄소 농도, 노출시간, 연령, 건강상태(빈혈증 유무 등), 감수성 및 환경상태(공기순환율) 등에 따라 일정치 않다.

2. 문헌에 의하면 치사할 수 있는 혈중 일산화탄소-헤모글로빈의 농도는 60~80 %, 최소치사량은 40 %로 보고되어 있으나, 31 %인 경우에도 중독 사망한 예와 20 %에서도 입원 중 사망한 사례가 보고되어 있다.

3. 소사체에서 혈중 일산화탄소-헤모글로빈의 농도는 18 %부터 80 %까지 검출된다고 보고되어 있으나, 옥외에서의 분신 등 화재현장의 상황에 따라 낮은 농도로 나타난 예가 있다.

4. 정상인의 경우 담배를 피우지 않는 사람의 혈중 일산화탄소-헤모글로빈의 농도는 0~2 %이고, 담배를 피우는 경우는 3~5 %, 담배를 많이 피우는 경우 최고 10 %까지 나타날 수 있다는 보고가 있다.

3) 생체조직 중 기타 유해가스류 측정

생체 조직 중 황화수소나 청산 등은 확산셀(micro diffusion cell)을 이용하여 황화이온(S^{2-})이나 청산이온(CN^-)을 포집 후 발색시켜 확인 및 정량할 수 있으며 황산화물 및 질소산화물류는 조직액에 대하여 황산이온, 아황산이온 및 질산이온이나 아질산이온 등을 검출하여 정량하고 기타 휘발성유기화합물류의 경우 가스크로마토그래피 등을 이용하여 측정할 수 있다.

Ⅲ. 감정사례

사례 1. 2명의 변사자들은 횃집에서 술과 광어, 우럭 등 모듬회와 식사를 하고 모 여관에 각각 투숙한 후 익일 투숙한 객실에서 사망한 변사체로 발견된 사건으로 이들의 생체시료인 혈액 및 위내용물에서 독극물은 검출되지 않았으나, 혈액에서 일산화탄소-헤모글로빈 농도를 측정한 결과 각각 71 %, 53 %로 치사량의 농도가 검출되었다. 따라서 이들의 투숙한 객실로 유입된 일산화탄소 누출경로를 현장조사 확인결과 지하실 보일러 연소 폐가스인 일산화탄소가 수직연도(굴뚝)와 인접한 객실 벽면부위에서 유입되어 천정 및 배관틈새 등을 통해 투숙한 객실 등으로 확산된 것으로 확인되었다.

표 3. 혈액중 CO-Hb의 농도와 중독 증상

혈액중 CO-Hb의 농도(%)	증 상
0 ~ 10	별 증상을 느끼지 못한다.
10 ~ 20	전두부에 긴장감, 약간의 두통, 피부혈관 팽창
20 ~ 30	두통, 현기증
30 ~ 40	격렬한 두통, 현기증, 시력 감퇴
40 ~ 50	구토, 뇌빈혈을 일으키는 맥동과 호흡회수 증가
50 ~ 60	뇌빈혈, 호흡회수와 맥박의 속도 증가, 혼수상태, 경련
60 ~ 70	혼수상태, 심장의 운동과 호흡속도가 약해지고 때로는 사망
70 ~ 80	호흡곤란, 수 시간 내에 사망
80 ~ 90	1시간 이내에 사망
90 ~ 100	수 분 내에 사망

사례 2. 정화시설이 없는 공장에서 무단배출되는 물이 악취가 난다는 진정에 따라 폐수처리장 내 폐수가 의뢰되어 폐수에서 발생하는 가스를 분석한 결과 메탄가스가 검출되고 암모늄이온, 황이온이 확인되어 암모니아가스, 황화수소가스가 발생될 수 있을 것으로 추정된 바, 메탄, 암모니아, 황화수소가스는 유기물의 분해, 부패과정 등에서 생성되며, 메탄가스는 20 % 이상일 경우 질식, 실신의 위험성이 있고 90 % 농도에서 호흡이 정지된다는 보고가 있으며 암모니아가스의 최소치사농도(LCL0)는 10000 ppm에서 3시간, 황화수소가스는 500~700 ppm에서 약 30분간 호흡 시 생명이 위험하며, 1000~1500 ppm에서 급성중독을 일으켜 호흡마비로 사망하게 된다고 보고되어 있다.

IV. 감정물 채취요령

1. 가스에 중독된 변사자의 혈액 중 일산화탄소-헤모글로빈농도 측정 시에는 사망 후 즉시 채취한 심장 내 혈액(항응고제 첨가 필요) 또는 비장 및 뇌 등의 조직 5 g 이상을 가능한 한 공기에 노출되지 않도록 잘 채취하여 의뢰한다.
2. 가스 유출사고 시의 유해가스 측정 시에는 잘 보존된 사고현장 주위의 공기를 가스포집기를 사용하여 깨끗한 가스포집용 테프론백 등에 포집 채취하여야 하며, 가스의 발생요인이 될 수 있는 물질도 수집하여 의뢰한다.

제10장 화학공장 폭발

I. 개요

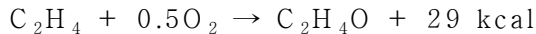
화학반응 공장의 반응조에서는 폭발 현상이 자주 일어난다. 통상 화학 반응에 의한 생산성의 성과는 반응율과 반응속도의 곱으로 평가된다. 따라서 합성, 분해, 단위 조작 등의 화학 반응은 고온, 고압, 초저온 등 효율이 좋은 조건에서 시행한다. 이러한 반응 조건을 유지하기 위하여 온도나 압력 제어장치를 설치하는데, 비정상적인 요인에 의해 이러한 제어 조건에서 벗어나는 경우에는 압력, 온도 등이 상승하고 그 결과 반응속도가 증가하여 단위 시간당 발열량이 커지게 된다. 그 결과 반응조 내부의 온도는 급격히 상승하여 내부에 있던 기체 혹은 액체의 부피가 팽창한다. 이러한 부피 팽창에 의해 압력이 증가됨으로써 반응 속도는 더 가속되어 온도와 압력이 더 한층 올라가는 **상승효과**(相乘效果)가 발생하여 마침내 반응조의 한계 압력 이상으로 압력이 증가되면 반응물이나 생성물이 반응조 밖으로 유출되어 대기 중에서 폭발을 일으키게 된다. 이처럼 온도와 압력 등이 제어 조건을 초과함에 따라 반응속도가 지수함수적으로 증가하여 반응조 내의 온도와 압력이 급격히 상승하여 한계 조건을 넘어서 반응이 급격히 되는 현상을 **반응폭주**라고 한다. 반응폭주에 의한 폭발 현상이 발생하였을 경우에는 반응조의 온도나 압력기록지를 회수하여 이상 증감 여부를 관찰하면 반응폭주의 원인을 찾을 수 있는 경우가 있다. 반응폭주의 원인으로는 다음과 같은 요인을 들 수 있다.

가. 플랜트의 이상

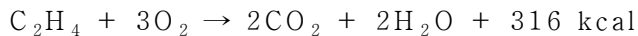
플랜트는 대개 동력으로는 전력을 사용하고, 냉각원으로는 물이나 기타 냉매를 사용하는데, 동력 공급 장치의 이상에 의해 각종 밸브, 계기, 냉매 공급 장치가 오작동하게 되면 반응조의 온도가 급격히 상승하여 반응폭주를 야기시킬 수 있다.

나. 원료 배합 비율 이상

반응조 내로 투입되는 원료의 양은 화학반응은 화학양론적으로 계산된 양이 투입되도록 되어있으나 반응조 내로 투입되는 원료의 양이 규정치를 벗어나게 되면 원하는 반응 이외의 부반응이 일어날 수 있다. 예를 들면 ethylene과 산소를 반응시켜 ethylene oxide를 만드는 반응의 경우 정상적으로 반응이 진행될 경우



의 반응이 일어나지만, 산소가 과잉 공급되거나 ethylene이 모자라게 공급 되면



의 반응이 일어나 발열량이 증가하므로 반응폭주의 원인이 된다.

다. 미량 불순물의 농축

공업용 원료에는 주성분 이외에도 미량의 불순물이 포함되어 있고, 이외에도 반응 과정에서 부생성물이 생성될 수 있다. 증류, 분리, 정제 등의 단위 조작 과정에서는 이러한 불순물들이 반응조 내에서 농축되어 반응폭주의 원인이 될 수 있다.

라. 반응조 내로 공기의 유입

가연성 물질이 발화점 이상으로 가열되어도 산소가 없으면 발화 폭발하지 않는다. 대부분의 반응에서 반응 조건은 고온 고압에서 수행하는 것이 일반적인데, 가연성 물질 반응조에 공기가 유입되면 공기 중의 산소의 영향으로 발화점 이상에서 폭발이 일어날 수 있다. 반응 중 산화의 우려가 있는 반응물의 반응인 경우 공기의 유입을 차단하거나 불활성 가스로 충전시킨 상태로 반응시키는데, 공기의 유입이 일어나면 이상 산화가 일어나 폭발의 원인이 될 수도 있다.

마. 원료 투입 과정

서로 혼합되면 발열반응을 일으키는 두 가지 이상의 원료를 반응조 내로 투입할 때 충분한 냉각 시간 없이 빠른 속도로 원료를 투입하면 그 때 발생하는 열에 의해 반응폭주가 일어날 수 있다.

바. 조작 실수

각종 계기의 오작동이나 조작의 실수로 인해 원료의 양, 온도, 압력 등

을 잘못 제어할 경우 반응폭주가 일어날 수 있다.

II. 화학설비의 안전

화학설비는 대단히 복잡한 설비이기 때문에 여러 가지의 안전장치가 있으나 여기서는 반응폭주에 대비한 안전장치를 중점으로 하여 기술하겠다.

먼저 안전장치는 수동적 안전장치(passive safety system)와 능동적 안전장치(active safety system)의 두 가지로 분류된다. 즉 수동적 안전장치는 safety spring valve의 예와 같이 발생한 물리적 양이 시스템에 작용하여 그의 간섭을 일으키는 반면, 능동적 안전장치는 어떤 설정값에 도달하면 신호를 발생시켜 예방시스템을 작동시키도록 되어 있다.

가. 압력 유지 장치

가장 일반적인 안전장치는 안전밸브(safety valve)로서 이상압력이 있을 우려가 있는 부분이나 허용압력을 초과할 우려가 있는 부분에는 의무적으로 안전밸브를 설치하여야 한다. 안전밸브는 개방형과 밀폐형의 두 가지가 있는데, 유독가스의 발생 가능성이 있는 화학설비에는 밀폐형 안전밸브가 주로 사용된다. 파열판(rupture disk)은 안전장치와 거의 비슷한 기능을 가지나 일단 작동되면 복구가 어려우므로 발생 가능성이 거의 없는 경우에 사용된다.

밀폐된 구조물 내부의 압력은 주변 혹은 내부 온도의 변화에 따라 증가 혹은 감소하고, 이러한 변화가 문제가 될 경우에는 통기관을 사용하여 내부의 압력을 일정하게 유지시켜 준다. 브리드 밸브(breather valve)와 프레임 어레스터(flame arrester)의 두 종류가 있다.

나. 화염전파 방지장치

폭발의 발생 우려가 있는 용기 내부에서 폭발이 일어났을 때 화염이 전파되는 것을 저지하기 위한 장치를 화염전파 방지장치라고 한다. 화염이 세극(細隙: 가는 틈)을 통과하는 동안 연소반응에 필요한 열이나 활성분자

종을 세극에 빼앗겨 소화되는 세극에 의한 방법을 주로 사용한다.

다. 폭굉 억지기

폭굉이 발생할 우려가 있는 설비에는 폭굉 억지기를 설치하는데, 직접식과 간접식의 두 종류가 있다. 직접식은 세극을 이용하여 폭굉의 특징을 상실하도록 하는 방법이고, 간접식은 관로를 급격하게 확대시키거나 관로에 세공이 있는 다공판을 삽입하여 폭굉을 일시적으로 중단시키고, 이 때 충격파에서 분리된 연소파를 소멸시키게 하는 방법이다.

Ⅲ. 감정사례

(1) 사건개요: 공장에서 접착제를 제조하기 위해 제품제조 시운전을 하다가 제품 제조 후 용매를 회수하는 과정에서 폭발 및 화재가 발생하여, 3명이 사망하고, 15명이 중·경상을 입었으며, 4층 건물이 전소한 사건임.

(2) 감정물 : 사건현장, 원료, 제품 등

(3) 의뢰내용 : 폭발원인

(4) 결과 : 제품제조 후 용매 회수 시 가온과정에서 반응기 내에 있는 제품 및 과잉용매가 계속 승온되고 과승온으로 인해 제품이 분해되면서 급작스런 발열반응을 일으켜 폭발이 일어난 것으로 사료됨.



그림 39. 폭발현장



그림 40. 내부 전소상태



그림 41. 폭발된 반응조 상태

제11장 자연발화

I. 개요

발화의 형식은 자연발화와 착화원에 의한 발화(pilot ignition)의 두 가지로 나뉘어진다. 자연발화 혹은 자연연소란 가연성 물질이나 그 혼합물이 외부에서의 가열이 없는 상태에서 단지 내부에서 서서히 일어나는 반응의 반응열 축적에 의해 발화점에 도달하여 연소를 일으키는 현상을 말한다.

즉 자연발화가 가능한 물질이 서서히 산화되기 시작하면 이에 따른 반응열이 발생하고, 이 반응열이 축적됨에 따라 반응속도가 점차 빨라져 최종적으로는 발화에 이르게 된다(일반적으로 반응속도는 온도 증가에 따라 지수함수적으로 증가한다). 일반적으로 자연발화가 일어날 수 있는 최소 온도는 약 50~60 °C로 알려져 있다. 외부에서 가열이 있었을 경우에도 내부의 반응열 축적이 주된 발화원인이 되었을 경우에도 자연발화의 범주에 포함시킨다.

자연발화가 일어나는 가장 큰 요인은 열축적이다. 따라서 산화(분해)되기 쉽고 반응열이 높으며 열전도성이 낮은 물질일수록 자연발화의 위험성이 커진다. 충분한 양의 산소를 공급하여 주는 것도 산화반응을 촉진시키는 요인이 될 수 있다. 따라서 산소가 차단된 조건에서 자연발화는 일어나지 않으나 산소(공기)를 잘 공급해주면 자연발화가 촉진될 수 있다. 그러나 공기를 잘 공급해 주면 열축적을 방지할 수 있으므로 이 두 관계는 서로 상보관계에 있다. 따라서 분말상, 다공상 혹은 섬유상물질은 내부에 충분한 공기를 함유할 수 있고 보온이 용이하므로 충분한 환기를 시켜주지 않으면 자연발화가 촉진될 수 있다. 촉매의 존재 여부도 자연발화에 대단히 큰 영향을 미친다. 보관하고자 하는 물건과 같이 존재하는 불순물이 촉매로 작용할 수도 있다. 예를 들어 수분은 황린이나 건성유의 자연발화를 촉진시킬 수 있고, 셀룰로이드가 가수분해되어 수산이온이 생기면 이 수산이온이 자연분해를 촉진시킬 수 있다.

자연발화를 일으킬 수 있는 물질은 다음과 같다.

가. 폭약류

대부분의 폭약류는 열에 대해 민감하므로 거의 모든 폭약류는 자연발화의 가능성이 있고, 발화점이 낮은 폭약일수록 자연발화의 가능성이 높다. 니트로셀룰로오즈는 폭약뿐만이 아니라 페인트 원료로도 대량으로 사용되는 물질로서 발화점에 비해 이례적으로 자연발화가 쉽게 일어나는 물질이다. 적당한 양의 수분이 존재하면 분해가 촉진되고, 분해 결과 수소이온 및 수산이온이 생성되면 이들 역시 분해반응의 촉매로 작용한다.

나. 유지류

불포화지방산에 포함된 C=C 결합에는 산소가 결합하여 과산화물을 생성할 수 있고 이 과산화물에 의해 유지의 산화가 촉진된다. 따라서 유지 중 아마인유, 참기름, 동유 등과 같이 불포화지방산의 함량이 높은 유지나²⁾ 그 제품은 섬유상물질이나 다공성물질과 같은 담체(擔體)에 혼합되어 있을 경우 자연발화가 쉽게 일어난다.(액체상태로 보관할 경우에는 자연발화의 가능성이 거의 없다) 따라서 동물성 유지보다는 불포화지방산의 함량이 높은 식물성 유지의 자연발화 가능성이 높고, 이 중에서도 참기름이나 아마인유 등은 요드가가 200 이상이므로 자연발화의 가능성이 대단히 높다.

페인트나 보일유와 같이 건성유를 원료로 하는 물질도 자연발화의 가능성이 있다. 특히 건성유와 함께 금속분말이나 건조재를 포함하고 있는 물질의 자연발화 가능성은 더욱 높다.

유지류의 담체도 자연발화에 큰 영향을 미치는데, 섬유, 지류, 톱밥 등과 같이 담체가 다공성 혹은 미세분말인 경우 산소의 공급 및 열축적이 용이해져 자연발화가 용이해진다. 또한 금속분말, 탄소분말, 백토 등은 공기와의 접촉면 증대, 축열효과 및 접촉산화 효과가 있기 때문에 자연발화를 촉진시킨다.

다. 유기금속 화합물

대부분의 유기금속 화합물은 매우 불안정하여 자연발화의 가능성이 대

2) 유지의 불포화도(건조성)는 요드가(유지 100 g에 포함된 불포화기를 포화시키는데 필요한 요드의 g 수)로 나타낸다. 요드가에 따라 불건성유(100 이하), 반건성유(100~130), 건성유(130 이상)로 구분한다.

단히 높다. 알킬기와 결합한 Mg, Zn, Sb, Al 등의 유기금속화합물이 특히 자연발화의 위험성이 높아 공기 중에 노출되면 즉시 발화하므로 benzene 과 같은 용제에 약 20 % 이하의 농도로 보관한다. methylmagnesium이나 ethylmagnesium은 탄산가스 중에서도 발화한다. 유기금속화합물이 물과 접촉하면 격렬하게 반응하여 메탄, 에탄 등의 가연성 가스를 발생시키고, 이 가스에 의한 폭발의 가능성도 있다. 그러나 Pb, Sn, Hg 등으로 이루어진 유기금속화합물의 자연발화가능성은 그다지 높지 않은 것으로 알려져 있다.

라. 기타 화합물

앞서 언급한 물질 이외에도 발화점이 낮은 화합물, 강력한 산화제나 환원제, 물과의 반응열이 높은 화합물은 자연발화의 위험성이 높다. 또한 자연발화의 위험성이 없는 산화제와 환원제를 혼합한 경우에도 자연발화의 위험성이 있다.

포스핀(PH_3)은 액상 물질과 기상 물질의 두 가지가 있는데, 액상 포스핀은 상온에서도 발화한다. 기상 포스핀은 약 100 °C에서 발화한다.

인(P) 화합물 중 황린(혹은 백린)은 습기 함유 여부에 따라 45~60 °C 범위에서 발화하나 적린은 발화점이 270 °C에 이르기 때문에 자연발화 가능성은 거의 없다. 그러나 적린 중에 황린이 불순물로 포함되어 있는 경우가 있고, 이 경우에는 자연발화의 가능성이 대단히 높다.

액화시아나화수소는 미량의 수분이나 알칼리에 의해 중합반응이 촉진되고, 이에 의해 자연발화가 일어난다.

실란($\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$) 화합물 중 Si 수가 많은 고급 실란 화합물일수록 공기 중에서 쉽게 산화되어 자연발화의 가능성이 높아진다. 그러나 수소 이외의 작용기가 결합한 실란화합물은 자연발화성이 없다.

대부분의 표백분은 강력한 산화제이고 따라서 수분과 접촉하거나 온도가 상승하면 산소를 방출하며 분해된다. 또한 산, 유기물, 환원 가능한 금속(특히 코발트) 등과 접촉하면 격렬히 반응하여 폭발에 이르는 수도 있다.

차아황산염($\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$)은 강력한 환원제이므로 가연물이나 수분과 접촉되어

있는 경우 공기 중의 산소와 결합하여 자연발화를 일으킬 수 있다.

생석회, 오산화인, 염화알루미늄, 농황산, 유기산의 염화물, 알카리금속, 알카리금속이나 알카리토금속의 과산화물, 카바이드(산화칼슘이나 산화알루미늄) 등은 수분과 접촉 시 자연발화를 일으킬 수 있고, 경우에 따라서는 폭발을 일으킬 수도 있다.

고무는 불포화 탄화수소를 함유하고 있어 공기 중의 산소에 의해 과산화물을 생성하며 자동산화될 수 있다. 고무 내에 구리와 같은 중금속이 포함되어 있을 경우 자연발화의 가능성은 증대된다. 타이어를 재생할 목적으로 분쇄시킨 고무의 경우는 열 축적이 용이해 자연발화의 가능성이 대단히 높다.

그을음, 활성탄, 목탄 등과 같은 탄소분말은 공기 중의 산소를 흡착하는 능력이 있으므로 산화가 용이하다. 탄소화합물이 건성유, 금속산화합물 등과 접촉하고 있을 경우에는 자연발화의 위험성이 증대된다. 특히 석탄은 대량으로 소비되므로 이에 따른 생산, 가공, 대량운송 등의 과정에서 자연발화가 일어날 가능성이 대단히 높다. 석탄에서 자연발화가 일어날 경우 온도가 15~20 ℃ 증가할 때마다 반응속도는 2배씩 증가하는 것으로 알려져 있고, 온도가 750~800 ℃에 이르면 불꽃을 내며 연소가 시작된다. 석탄에 수분 함량이 증가할수록 자연발화는 용이하게 일어난다. 석탄을 배로 운반할 경우에는 배의 재질인 철의 열전도성이 대단히 좋아 자연발화가 더욱 용이하게 진행된다. 따라서 선박으로 운송할 경우에는 가능한 한 압축하여 내부 공기 함량이 최소가 되도록 하는 것이 바람직하다.

건초류 자체는 발화점이 비교적 낮으나 습기와 접촉한 상태에서 장기간 보관하면 미생물에 의한 발효가 일어나 자연발화가 일어날 수 있다.

자연발화를 방지하기 위해서는 보관물 주변의 온도가 올라가는 것을 방지하여 주어야 한다. 이를 위하여 적절한 차광 및 통풍대책을 강구해 두어야 한다. 수분은 공기 중에 항상 존재하는 물질이므로 통풍에 따른 제습대책도 강구해 두어야 한다. 그러나 앞서 열거한 내용은 일반적인 내용일 뿐이므로 보관하고자 하는 개개 물질의 성질에 따라 그에 맞는 대책을 마련하여야 한다.

제12장 문서의 작성시기 감정

I. 개요

필기구로 종이에 필기를 하면 그 순간부터 잉크가 건조되기 시작하고, 내부의 색소 성분이 조금씩 변성되게 된다. 종이에 제품명을 알고 있는 필기구를 이용하여 매년 필기를 하고 이 자료를 장기간 비축하면 필기시기를 모르는 문서의 잉크와 건조 정도를 비교하여 용의 문서의 작성시기를 추정할 수 있다.

문서의 작성시기 감정은 사용하는 기법에 따라 구분할 수 있는 시간대가 다르다. R-Ratio, Percent Extraction, Dye Ratio 등의 방법을 사용하면 문서가 3~5년 이내에 작성된 문서인지 혹은 그 이전에 작성되었는지 여부를 확인할 수 있다. 그러나 이 방법은 시간과 인력이 과다하게 소요되어 국과수에서는 사용하고 있지 않다.

현재 국과수에서는 GC-MS를 이용한 방법을 사용하고 있다. 형사사건화된 다음에 자신의 알리바이나 증거를 조작하려고 문서를 위조하여 경찰서, 법원, 검찰에 제출하는 경우가 대부분이므로 감정의뢰되는 문서 증거물의 대부분은 최근 1년 이내에 작성된 것인지 여부가 쟁점이 되고 있고, GC-MS 방법은 이러한 감정에 적합한 방법이기 때문이다. 필기된 후 6개월~12개월 이내에 혹은 이전에 작성된 문서인지 여부가 쟁점인 사안인 경우 국과수에 감정의뢰할 수 있다.

II. 감정 의뢰 요령

문서의 작성시기를 감정의뢰하려면 문서의 보존에 각별한 주의를 기울여야 한다. 문서가 빛이나 열을 받으면 변질되어 정확한 감정 결과를 얻

을 수 없기 때문이다. 증거물 문서를 확보한 후 즉시 깨끗한 지퍼백에 넣어 국과수로 보내야 한다. 불가피하게 경찰서에서 며칠 보관할 경우에는 지퍼백에 넣은 후 서류철 사이에 끼워 놓거나 책상서랍이나 캐비닛 안에 보관하다 국과수로 보내야 한다.

문서의 작성시기를 감정하려면 문서의 글씨를 채취하여야 한다. 보통 1회 감정에 2글자 정도가 필요한데, 채취 부위가 많을수록 정확한 감정 결과가 많다. 통상 감정 결과를 도출하기 위해서는 최소 3회 이상을 반복 실험하므로 최소 6글자 정도가 소실된다. 아래 그림은 실제 증거물에서 필기된 부위를 채취한 후의 모습이다.

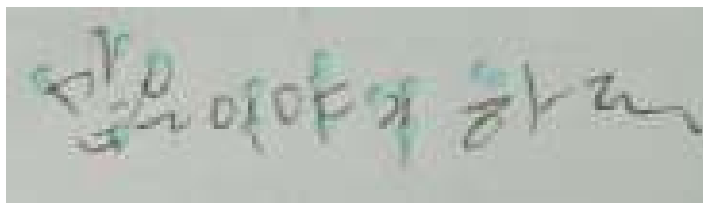


그림 42. 증거물에서 채취한 필기내용

문서를 감정의뢰할 때에는 훼손 동의서가 필히 동봉되어야 한다. 문서 소유주, 변호인이 자필로 서명한 훼손동의서가 있어야 하고, 이를 확보하지 못할 경우 담당 경찰관, 검사, 판사의 훼손 동의서가 있어야 한다. 특별한 양식은 없으므로 국과수에서 자의적으로 증거물 문서를 훼손하지 않았다는 것을 입증할 수 있는 수준으로 작성하면 감정에 착수할 수 있다.

제13장 맺음말

이상으로 화학적 감정을 간단하게나마 고찰해 보았다. 현실적으로 범죄와 관련된 화학물질은 본 책자에서 언급된 것 이상으로 훨씬 많고, 이를 제한된 시간 안에서 모두 언급하는 것은 불가능하다. 일선 수사관들은 수사에 대한 나름대로의 기법을 축적하고 있고, 국과수에서는 범죄와 관련된 증거물을 분석하는 기술을 축적하고 있는 바, 이 두 가지를 합칠 때 비로소 과학수사가 구현된다고 할 수 있다. 그러나 사건 현장을 국과수 실험실로 옮길 수는 없으므로 최상의 감정 결과를 얻기 위하여는 일선 수사관이 간단하게나마 국과수의 업무 영역이나 특성을 이해하여 국과수 감정 현실에 맞는 증거물을 채취, 송부하는 일이 필요하다. 이를 실현하기 위해서는 일선 수사관서와 국과수 담당자 간에 긴밀한 연락 체계를 구축하여 수사상의 어려움, 의문점이 있을 때 수시로 담당자와 통화해가며 사건을 풀어나가려는 노력이 필요하다고 할 수 있다.

본 책자는 이러한 목적으로 제작되었으므로 본 책자를 통해 일선 수사관이 국과수의 화학적 감정 현실을 이해하는 계기가 되기를 바란다.

제8편 물리학적 감정

- 제1장 물리학(공학)적 검사법
- 제2장 화재원인 감정
- 제3장 음성음향학적 감정
- 제4장 총기폭발물의 감정

제1장 물리학(공학)적 검사법

I. 서론	423
II. 물체의 동일 여부 감정	423
1. 철사 등 결속끈의 동일 여부 감정	424
2. 지질의 동일 여부 감정	425
3. 합성수지의 동일 여부 감정	426
4. 장신구의 동일 여부 감정	426
5. 섬유의 형태학적 감정	426
III. 흔적의 감정	428
1. 의류상의 손상흔적	429
2. 공구흔의 감정	430
IV. 폭발사고 원인감정	431
1. 폭발성격의 구분	432
2. 물리적 폭발	432
3. 화학적 폭발	434
V. 기계구조물 파괴사고	437
1. 금속의 파괴	438
2. 피로파괴	438
3. 유리의 파손	438
4. 건축구조물의 파손	439
VI. 감전사고 원인감정	439
VII. 보일러 배기가스 중독사고 원인감정	440
VIII. 말소문자 현출	440

제2장 화재원인감정

I. 감식의 목적	442
II. 감식의 준비	442
1. 관계자의 진술청취	442
2. 사건개요의 정확한 파악	443
3. 현장상황의 파악과 자료조사	443
4. 추정원인별 확인할 사항의 목록작성	443
5. 입장준비	444
III. 감식의 방법	445
IV. 화재감식의 실제	448
1. 화재성격의 구분	448
2. 최초연소부위의 확인과 입증	449
V. 발화원의 확인과 입증	450
1. 연소기구와 화재	450
2. 전기배선 및 배선기구의 감정	458
3. 전기제품에서의 발화	464
4. 정전기에 의한 (폭발)화재	460
VI. 차량화재	483
VII. 화학화재	485
1. 자연발화와 준자연발화	485
2. 자연발화에 영향을 주는 제 요인	486
3. 자연발화성 물질의 구분	487
4. 준자연발화	492

VIII. 미소화중에 의한 화재	493
1. 미소무염화중 종류와 특징	493
2. 미소화중에 의한 출화의 증명	496
3. 유염화중과 출화	497

제3장 음성 및 음향의 법과학적 감정

I. 음성의 법과학적 감정	499
1. 음성에 의한 개인 식별(Voice Identification)	499
2. 화자식별의 필요성 및 효과	500
3. 음성의 개인성	501
4. 화자식별 방법	504
5. 화자식별의 감정결과 및 기준	507
II. 음향의 법과학적 감정	508
1. 화자의 성별, 연령, 언어영향권에 관한 추정	508
2. 음성 저장매체의 인위적 편집 여부	509
3. 음질개선	509
4. 기타 음성·음향 등의 법과학적 감정	510
III. 감정을 위한 자료의 채취	511
1. 녹음기	511
2. 전화음성 녹음방법	513
3. 녹음 시 일반적 주의사항	517
IV. 감정의뢰 시 주의사항	518
1. 감정물로써 의뢰를 위한 취급요령	518
2. 감정의뢰사항	521

V. 주요 감정 사례	521
1. 원혜준양 유괴 살인 사건	521
2. 경인전철 폭과 협박 사건	522
3. 제보자 조작 보도 사건	522
4. 박재민군 유괴 살인 사건	523
5. 보성 연쇄 살인 사건	523

제4장 총기폭발물의 감정

I. 총기 발사자 식별	524
II. 총기 발사흔	526
III. 탄피 각인문자	527
IV. 말소총변	529
V. 공기총납탄	529
VI. 파쇄유리	530
VII. 폭발	531
VIII. 폭약류의 검출	533
IX. 사제폭발물	534

제1장 물리학(공학)적 검사법

I. 서론

법과학에서 어떤 물체를 감정하여 무엇인지, 동일한지, 변형된 원인이 무엇인지, 흔적이 어떻게 형성된 것인지, 두 흔적이 동일한지 등, 수사상 필요한 의문점을 알아내는 방법을 물리학적 검사법이라고 할 수 있다. 이러한 감정유형은 헤아릴 수 없이 많으나, 공통적인 것은 형태를 가지고 판정한다는 점이다. 이미 체계적으로 정리되어 활용되고 있는 필적, 인영, 지문, 족적, 윤적은 물리학적 감정의 한 가지로 볼 수 있다. 감정이란 감식과 달리 반드시 감정물이란 대상을 놓고 질문에 해답을 찾는 것으로 형체가 없는 물질을 분석하는 재판화학이나 혈흔 등을 감정하는 생물학적 검사법과는 달리 인체가 아닌 일반물체를 감정물로 하여 형태학적으로 수사상 필요한 의문점의 해답을 찾는 것이 물리학적 검사법이다.

물리학적 검사법은 물체의 동일 여부, 흔적의 동일 여부, 변형과정, 변형원인, 사고원인 등으로 변하여 왔고, 근래에 와서는 변형과정이나 사고원인 등과 같이 물리학은 물론, 기계, 금속, 전기, 전자 등 공학적 지식을 요구하고 있으며, 감정방법에서 공학적 해석법을 이용한다 하여 공학적 물체검사법이란 용어를 사용하기도 한다. 이러한 감정법의 기본은 의문점의 해답을 비파괴적으로 과학적(가장 객관적)인 방법으로 설명하는 것이며, 사진과 수학이란 도구를 이용하여 표현하게 된다.

II. 물체의 동일 여부 감정

각종 사건현장에서 수거되는 감정물의 동일 여부는, 그 종류나 유형이 수없이 많다. 살인사건의 현장에서 수거되는 휴지, 섬유, 장갑, 포박용 철

사, 나일론 끈 등 현장에 유류된 물체와 용의자가 가지고 있는, 관련될 만한 물체와의 동일 여부는 범인임을 증명하는 결정적 증거가 될 수 있다. 이러한 물체의 동일 여부 감정방법에는 외관(색상, 형태), 규격의 비교, 구성성분의 비교 및 물리적 성질(비점, 융점, 탄성, 전기전도성, 열전도성, 연소성, 비중, 밀도, 굴절률, 자성 등)과 함께 흔적을 비교하게 된다. 피해자를 묶었던 끈(나일론, 철사, 테이프)의 동일 여부 감정은 같은 종류가 얼마든지 산재해 있을 수 있기 때문에 용의자가 소지한 것과 범행에 사용된 것이 동일한 종류의 것이라 하더라도 특별한 경우가 아니면 결정적 증거가 될 수 없다. 따라서 감정인은 두 감정물이 한 개의 물체이었는데 분리된 것인지를 감정하여야 할 것이다. 또한 의뢰하고자 할 때는 이 점을 착안하여 수거된 전량을 손상이나 변형 없이 제시하여야 한다.

1. 철사 등 결속 끈의 동일 여부 감정

규격(굵기 등)이나 성분비교(발광분광광도계 등) 시 동일한 경우 절단부분의 일치 여부 및 표면에 나타나 있는 제작흔적, 마찰에 의한 변형흔적의 일치점을 찾아낸다. 성분의 비교실험 시 오염과 부식 정도를 고려하며, 부식 정도나 색상은 환경의 지배를 받기 때문에 주의를 요한다.

예 1. 대청 뱀 토막 살인사건에서 시체를 묶었던 철사와 용의자 집에서 수거한 철사를 표면의 제작흔적으로 감정하여 용의자 집에서 수거한 철사줄 뭉치에서 일부를 절취하여 범행에 사용하였음을 증명하였다.

예 2. 초등학교 학생을 유인 납치 살해하고 살해할 때 입, 코 및 팔다리를 천 테이프로 결속시켰는데, 용의자 집에서 수거된, 사용하다 남은 천 테이프와 범행에 사용된 것과의 동일 여부를 감정한 결과 규격, 문양, 재료의 성분 등이 동일하였으나 상호 일치하는 절단선이 없어, 동일한 테이프(동일회

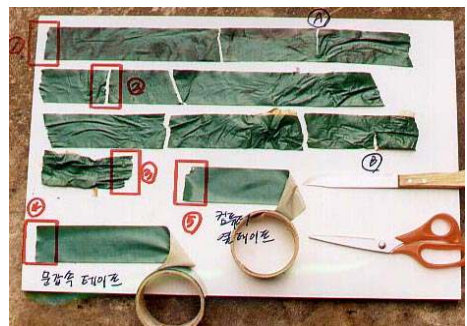


그림 1. 테이프의 절단면 일치 여부 및 절단도구 감정

사의 동일규격 제품)이나 범행에 사용된 것이 용의자 집에서 수거한 청테이프의 롤에서 분리된 것임을 판정하지는 못하였다. 이는 수거 시 이러한 점을 착안하여 전량이 수거되고 절단선이 손상되지 않았었다면 결정적 증거가 될 수 있었을 것이다.

2. 지질(紙質)의 동일 여부 감정

제작흔, 필압, 구겨진 형태 등으로 판정한다. 경우에 따라서는 색상이나 무늬가 다른 경우라도 의미가 있을 수 있다. 즉 협박편지와 용의자가 소지하고 있는 편지지를 감정, 용의자가 범인임을 입증하고자 한다면 사용된 편지지가 용의자가 가지고 있는 편지지 혹은 노트에서 분리된 것임을 증명하여야 하며, 이 경우 편지지나 노트가 학생용이라면 색지나 무늬가 다를 수 있으며, 폐지를 활용

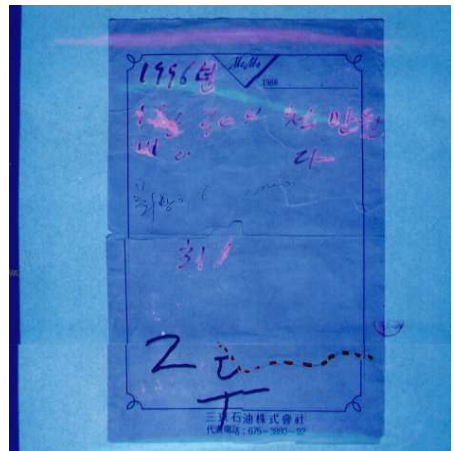


그림 2. 종이의 형광사진

한 경우라면 형광에 차이가 있을 수 있다. 따라서 절취선의 비교, 가공선이나 무늬의 비교, 압흔, 구겨짐 등을 찾아내어 증명하며, 감정을 의뢰할 때는 이러한 특징이 손상되지 않도록 주의를 요한다.

예 1. 김기설 유서대필사건에서 ○○○의 것이라고 제시된 수첩은 글씨(박명록)가 있던 일부(12매)가 찢겨져 있었으며, 찢겨진 수첩 낱장 일부가 부족하여 글씨가 있는 찢겨진 00매가 과연 수첩에서 분리된 것인지를 절취선의 비교로 감정한 결과, 찢겨진 수첩 낱장은 제시된 수첩에서 분리된 것이 아니라 다른 수첩에서 분리한 것을 삽입시킨 것이었다.

예 2. 살포된 불온전단과 용의자 집의 등사기 밑에서 수거한 인쇄되지 않은 백지(신문지)의 동일성 여부(수사상 필요한 것은 과연 불온전단을 용의자 집에서 인쇄한 것인지 여부)를 제작흔(전지를 기계로 절단할 때 나타나는 흔적)으로 감정한 결과 같은 종이묶음에서 분리된 동일한 것임을 증명.

예 3. 부녀자를 유인 폭행하고 살해한 사건현장에서 수거한 휴지(크리넥스)와 용의자 차량 안에 있던 크리넥스와의 동일 여부를 제작흔과 구겨진 흔적으로써, 현장에서 수거한 휴지는 용의차량에 있던 휴지통에서 나온 것임을 증명.

실습 01. 크리넥스 절단선의 실체현미경 관찰

1. 재료 : 수중의 크리넥스, 실체현미경, 돋보기, 자외선 등, 현상발트
2. 실습방법 : 외관검사, 규격측정 및 비교, 자외선 조사시험, 절단선 관찰

3. 합성수지의 동일 여부 감정

교통사고 현장에 유류된 차량의 시그널 파편 등 합성수지류와 사고차량에 파손된 상태로 일부가 부착된 파편의 동일 여부는 뺑소니사고에서 특히 결정적 증거가 될 수 있다. 이의 검사에는 성분분석(불균질 혼합물과 재생품인 경우 부위마다 다를 수도 있음)과 더불어 부착된 도장물질 표면의 오염성(세차 등에 의하여 달라질 수 있다)의 검사를 실시하고, 특히 파단면의 일치 여부나 굽힌 흔적의 일치성을 검토한다.

4. 장신구의 동일 여부 감정

사건현장에 유류된 와이셔츠 단추 등 장신구와 용의자 의류상의 장신구를 비교할 경우 규격, 성분, 문양, 손상상태, 부착된 물질의 분석을 통해 판정한다. 단추의 경우 모양이나 크기가 다를 수도 있으며, 부착된 물질이 다를 수도 있음을 유념하여야 한다.

5. 섬유 의 형태학적 감정

1) 감정유형

교통사고에서 차량에 부착되어 있는 섬유와 피해자 의류의 구성섬유와의 비교, 살인사건에서 피해자 손톱에 유류된 섬유와 용의자의 의류구성

섬유, 살인흉기에 부착된 섬유와 피해자 의류구성섬유, 절도현장에 유류된 섬유와 용의자 의류섬유 등을 비교 감정하여 동일한 것인지를 판정하는 것은 수사에 결정적 증거나 단서를 제공할 수 있다. 이의 감정에는 수거되는 증거물이 극미량인 점과 유실이나 오염되기 쉽다는 문제점이 있어 수거할 때 세밀한 주위가 필요하며, 감정방법 또한 비파괴로 형태학적 감정을 주로 한다.

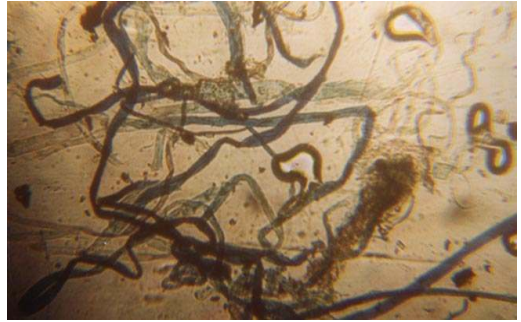


그림 3. 섬유의 현미경 사진

2) 미량섬유의 채취

사람이 차량에 의하여 충격되는 경우 의류에는 충격에 의한 섬유의 열 변형흔이 식별되며, 경우에 따라 차량의 페인트 등 이물질이 부착되게 된다. 또한 차량에는 확대경으로 관찰하면 미량의 섬유가 열 변형된 상태로 부착된 것을 확인할 수 있다. 이때의 섬유는 대부분 열 변형된 형태로 차량도막과 함께 융착되므로 잘 떨어지지 않으며, 세차용 걸레 등에 의한 섬유나 오염 등에 의한 섬유와 구분된다. 이러한 섬유를 채취할 때는 차량 전체를 사진촬영하고 채취부분 또한 근접촬영한 후 가능하면 접사한다음, 섬유가 부착된 부분에 깨끗한 셀룰로이드 테이프(스카치테이프)를 압착시켰다가 떼어내면 섬유가 테이프의 접합부분에 고정되게 되는데, 이것을 슬라이드글라스 등 유리에 접착시켜 놓으면 다른 섬유가 오염되거나 채취한 섬유가 유실될 염려가 없으며, 사진과 함께 감정의뢰 하도록 하고, 피해자의 의류는 전량을 수거하여 의뢰한다. 절도사건 현장이나 살인사건의 피해자 손톱 등에 유류된 섬유도 셀룰로이드테이프를 이용하여 오염되지 않게 채취한다.

3) 섬유의 동일성 판단

감정방법으로는 성분검사(대부분의 경우 극미량이라 성분분석시험의 시행이 불가함)와 현미경에 의한 단면 검사법(형태비교 : 형상, 크기, 색상,

혼용률), 자외선 현미경에 의한 비교검사를 시행하게 되며, 섬유의 색상, 형상, 형광성 등을 비교하고, 대부분의 의류는 섬유가 혼용되어 있으므로, 구성관계를 염두에 두고 각각 비교한다. 미량섬유의 자외선 비교는 매우 유용한 것으로 동일한 형상, 구조를 가지고 있다 하더라도 염색, 세탁 등에 의하여 형광이 달라질 수 있다.

예 1. 야산에서 완전나체로 살해된 여자의 손톱에서 채취한 섬유는 청바지섬유이며, 용의자 청바지섬유와 비교 시 형상이 동일함.

예 2. 뺑소니 교통사고 용의차량에서 피해자의 섬유검출

실습 02. 미량섬유 수거 및 감정

1. 재료 : 스카치테이프, 슬라이드글라스

기구 : 실체현미경, 돋보기, 광학현미경, 자외선 현미경, 편광현미경

2. 실습방법 : 손톱에서의 시료채취와 시편제작 및 현미경관찰

Ⅲ. 흔적의 감정

흔적에는 필적과 인영(문서실), 총기발사흔(총기실), 치흔(법치실), 윤적, 지문, 족적(경찰 감식과)과 의류상의 흥기흔, 공구흔, 충격흔, 파괴흔 등 여러 가지가 있다. 필적, 공구흔, 흥기흔적, 충격흔은 동적이며, 인영, 지문, 윤적, 총기 발사흔, 족적, 치흔 등은 정적흔적(靜的痕迹)이다. 정적흔적은 형태만의 비교로 감정이 가능하나, 동적흔적의 감정은 형태와 상호접촉에 의하여 부착될 수 있는 물질, 또는 물체의 비교검사가 병행된다. 예로 교통사고 현장에 나타나 있는 윤적이나 피해자 의류에 나타나 있는 선명한 정적 윤적과 용의차량의 윤적 비교감정은 경찰 감식과에서 실시하나, 의류에 나타나 있는 불분명한 윤적(轢過痕迹)이 용의차량에 의한 것인지의 감정은 형태학적 감정과 함께 이화학적 분석법을 함께 실시하게 된다. 동적흔적의 감정은 상호 접촉 시 움직임에 의하여 나타나는 흔적으로, 항상 동일한 형태를 만들지는 아니한다. 따라서 흔적의 일치 여부 감정 시는 접촉방법을 고려하고 상호 유리(遊離)될 수 있는 물질분석을 함께 실시하게 된다.

1. 의류상의 손상흔적

최근 들어 교통사고를 내고 피해자를 구급 조치하는 양 차량에 싣고 유기하는 경우가 있으며, 살인사건의 경우 변사체가 오랜 시간 후에 발견되는 경우가 있다. 이때 변사자가 입고 있던 의류를 검사하여 의류에 손상흔이 있는 경우, 이것이 흉기에 의한 것인지 역과 또는 차량 등에 의한 충격흔이 있는지 여부를 감정하게 된다. 특히 뺑소니 교통사고 피해자의 의류는 사고차량의 정보를 얻는데 매우 중요한 단서가 된다.

1) 흉기자국의 검사

의류에 나타나 있는 흉기자국은 흉기의 종류, 크기, 형상 등을 추정하는데 감정의 목적이 있다. 칼날에 의한 절개부분의 길이는 칼날부분의 폭을 나타내며, 절개부분의 섬유율 절개형태는 칼날의 예리한 정도를 나타내게 되고, 식칼과 같은 칼에 의한 경우 칼날부분과 칼등의 구분이 가능하며, 이러한 특징이 없는 경우는 군용 검과 같은 것이다. 수 개의 칼자국 형상이 일정한 형상을 나타내지 않거나 공통된 특징이 나타나지 않을 경우 임의로 제작된 칼이거나 여러 종류의 칼(범인이 둘 이상)이 사용된 것이며, 소형과도 같은 칼에 의한 자국은 폭이 좁고, 피복의 내외에 나타나 있는 칼자국 폭의 차이가 적다. 동일 칼자국에서 내피와 외피 길이의 차가 큰 것은 식칼과 같이 칼날 폭의 변화가 큰 경우이며, 예리한 절개흔이 길게 나타나는 경우는 면도칼과 같은 흉기에 의하여 베어진 것이다. 범행에 사용된 흉기에는 피해자의 혈액이나 피해자 의류의 섬유가 부착되어 있는 경우가 있다. 따라서 범행에 사용된 흉기인지의 판별을 위해 의류상의 흉기흔적과 칼과의 비교감정 및 칼에서의 섬유감정, 혈흔감정을 통해 종합적으로 판단하게 된다. 따라서 수거되는 의류나 흉기는 수거되는 즉시 비닐봉지 등에 넣어 오염이나 변질되지 않게 보관하는데, 특히 부패된 변사자 의류인 경우 음지에서 잘 건조한 후 보관한다.

실습 03. 목재에 형성된 긁힌 흔적의 감정(형성방향)

1. 재료 : 각목, 대패, 끌, 현미경
2. 실습방법 : 시편제작 후 현미경 관찰

2) 충격 손상흔의 검사

교통사고를 당한 피해자가 입고 있던 의류에는 충격 손상흔이 나타나게 된다. 차량에 의한 충격손상부분은 섬유가 열 변형되어 있으며, 차량의 페인트 등이 부착되게 된다. 2차적으로 노면에 마찰되거나 역과되는 경우 찢겨지기도 한다. 의류에 나타나 있는 충격 손상흔이나 찢겨진 것의 방향성은 사고 당시의 상황 추정에 필요하므로 각각의 손상부분에 방향성을 표시한다. 최초 충격부분은 방향성의 크기가 작고, 열 변형되며, 방향성은 충격 순간의 상황에 따라 다르게 나타난다. 최초 충격부분의 지상고(地上高)는 차량의 범퍼높이와 같게 되므로 이의 값을 표시한다. 급제동 순간 차량의 범퍼높이는 낮아지게 되고 이의 정도는 차량마다 다르게 되며, 주행속도와는 무관하다. 급제동 중 차체는 앞으로 기울게 되며 이의 정도는 마찰력과 무게중심 높이에 비례하고 전후윤간(前後輪間) 거리와 스프링 탄성계수에 반비례한다. 차체에 작용하는 관성력은 제동력인 마찰력과 같다. 타이어에 의한 역과흔의 방향성은 타이어가 회전할 때 형성된 것과 제동 중 형성된 것과는 방향성이 상이하다. 회전하는 바퀴에 역과한 흔적의 방향성은 노면의 마찰방향과 같으며, 차량 진행방향에 역방향이나 제동상태의 타이어에 역과된 흔적은 노면에 끌린 방향과 타이어에 밀린 방향이 역방향이 되며, 차량 진행방향과 일치한다.

2. 공구흔의 감정

절단구를 이용하여 전선, 철사, 자물쇠 등을 절단하거나, 금고 등을 공구를 사용하여 파손하는 경우, 공구의 종류를 판별하고 용의공구에 의한 것인지를 판정하는 방법이다. 이는 절단면에 나타나는 줄무늬 공구흔을 비교하여 판정한다. 용의공구에 의한 줄무늬 공구흔은 납과 같은 연질을 사용 수회 제작하여 고유한 특징을 찾아낸 다음 감정물에 나타나 있는 흔적에서 이러한 고유한 흔적이 식별되는가를 확인하고, 동일한 흔적이 식별되면, 비교현미경사진으로 촬영 증명한다. 경우에 따라 용의공구를 임의로 사용하여 날 부위가 마모되면 동일흔적이 나타나지 않을 수도 있으므로

로 용의공구를 임의로 사용하여서는 안 된다.

예 : 1999. 9. 12 서울 구로경찰서 의뢰건으로 철도피의자가 소지한 절단기 2개와 현장의 자물쇠 고리가 의뢰되어 공구흔 감정 결과 작은 카타에서 나타나는 줄무늬 흔적



그림 4. 공구흔의 감정

과 증거물 자물쇠 고리의 절단면에 나타나 있는 줄무늬가 일치하여 범행에 사용된 것으로 판정하였다.

IV. 폭발사고 원인감정

폭발이란 급격한 에너지의 발생이나 해방을 의미하며, 이는 폭발과정에서 관계된 물질이 단순한 물리적 변화만을 가지는 물리적 폭발과 관계된 물질이 화학반응을 일으키는 화학적 폭발이 있다. 고무풍선이나 타이어의 파열, 산소통의 파열, 암모니아가스통이나 엘피지와 같은 액화가스통의 파열, 보일러의 폭발 등은 물리적 폭발에 해당하며, 누출된 가스의 폭발적 연소, 화약이나 폭약의 폭발은 화학적 폭발이라고 하며, 발열연소반응에 속한다. 파열은 광의의 폭발에 해당하나 협의의 폭발은 2차적으로 변형에너지가 발생하는 것(끓는 보일러 폭발)이며, 단순한 내부압력의 해방은 파열이라 한다.

1. 폭발성격의 구분

물리적 폭발은 대부분 흡열반응으로 주변물체에 열 변형을 일으키지 않으며, 폭심이 폭발된 물체에 국한되며, 파편효과가 상대적으로 적다. 화학적 폭발인 가스의 폭발(폭발적 연소)은 폭심이 없으며, 화염이 존재하게 되므로 이에 의한 가연물의 열 변형 형태가 식별된다. 폭약이나 화약의 경우 폭심이 존재하게 되고 파편효과가 크다.

2. 물리적 폭발

물리적 폭발은 급격한 압력의 해방과 부피팽창을 의미한다.

1) 고압용기폭발

고압용기가 폭발(파열)하는 경우는 용기가 내부압력을 이기지 못하여 파열을 일으키는 것을 말하며, 폭발되는 경우는 내압의 이상상승(가열), 안전장치 고장, 부식이나 균열형성 등에 의하여 용기내압(容器耐壓)이 저하되는 경우이며, 이의 감정은 파열형상과 파단면의 검사, 안전장치의 검사 등을 통하여 판단하며, 대부분 안전장치 결함이거나 사전 균열형성 등에 의한 용기내압 저하가 원인이다.

2) 증기폭발

액화가스는 압력을 가하여 액화시킨 것과 온도를 낮추어 액화시킨 것 등 2종이 있으며, 압력을 가하여 액화시킨 것이 액화석유가스, 난방용 보일러(사용 목적 상 고온이나 압력이 높아져 액상을 유지), 암모니아 등 보편적으로 저압에서 액화가 가능한 것이 있으며, 액체산소, 액체공기, 액화질소 등은 저온상태를 만들어 액화시킨 것이다. 액화가스통 내부의 압력은 용기내부온도에서의 증기압이며, 갑자기 온도가 올라간다거나 갑자기 압력이 내려가면 액상의 물질이 순식간에 기상으로 변하는 돌비현상(突沸現狀)이 일어나게 된다. 이때 발생하는 다량의 증기가 확산되며, 폭발효과

를 가져오게 된다.

예 1. 한국강관 액체 산소통의 폭발사고는 2중으로 되어있는 용기의 외벽이 금속앵글에 충격되어 파열되고, 내부온도의 상승으로 폭발되어 인근 500여m내 유리창 등이 파손되고 작업자 4명이 사망한 사고이었음.

예 2. L기공 보일러제조공정에 필요한 암모니아 통을 액체를 사용 목적으로 하는 싸이폰식 용기와 기체를 사용 목적으로 하는 일반 용기를 혼용함으로써, 사용에 따른 압력차 때문에 일반용기로 액체가 유입되어 만 충전 결과를 초래한 상태에서 밸브를 잠가놓아 외기 온도 상승에 의한 액체의 팽창으로 용기가 팽창파열 하였으며, 1차사고 발생 후 현장 수습 차 임장하였던 기술자 2명이 재차 파열된 용기에서 분출하는 암모니아를 뒤집어써 화상으로 사망.

예 3. H호텔 지하 보일러폭발사고는 보일러 몸체의 용접부가 부식 등으로 내압(耐壓)이 약화되어 설정압력보다 낮은 압력에서 파열되고, 이에 의한 보일러 내부압력의 급격한 감소로 고온의 물이 급격히 증기화하는 폭발현상을 일으켰다.

예 4. 고압산소통의 기저부분에 운반 중 발생한 균열이 점점 성장 파괴에 이르게 되고 분출하는 역작용으로 봄베가 20여m 날아가는 사고가 발생 1명 사망하였다.

예 5. 여천 무수황산 저장탱크를 반응조로 사용 내압을 이기지 못한 용기가 파열되며, 무수황산의 증기폭발현상으로 2명 사망 주변 500여m 이내의 건물이 대파하였다.

3) 기타(전선폭발)

전선에 과대한 전류가 흐르는 경우 미세한 결함부나 합선부분에서 폭발적 발열로 폭발현상을 일으키는 경우가 있다. 고압케이블이 폭발을 일으키며, 단선되는 사고가 이에 속한다.

실습 04. 부탄가스 캔 폭발실험

1. 재료 : 부탄가스통, 모닥불용 신문지, 실체현미경, 고속카메라
2. 실험방법 : 모닥불 속에서 부탄가스 캔이 폭발하도록 하고 현상 및 잔해 관찰

3. 화학적 폭발

가연가스가 공기 중의 산소와 혼합된 상태에서 점화되면 순간적으로 전량이 연소되어 이때 발생하는 가스와 열에 의하여 폭발현상을 일으키거나 화약, 폭약, 기타 화공약품 등이 일시에 발열반응을 일으켜 폭발현상을 일으키는 것을 화학적 폭발이라고 한다.

1) 가스폭발

(1) 가스폭발의 확인

가스폭발의 특징은 폭발중심이 폭약이나 화약의 폭발과 같이 뚜렷한 중심이 없으며, 공간전체가 폭발중심이 된다. 또한 고온의 화염이 발생하기 때문에 가연물이 연소 또는 열 변형 된다. 따라서 현장조사 시 화염흔이 있으며, 화염흔이 다발적인(벽지 등 가연물이 한 쪽에서부터 연소가 진행된 형상이 아니라 일시에 연소 또는 열 변형된 것) 경우는 가연가스의 폭발에 의한 현상이다.

연소(燃燒) : 산소와의 결합에 의하여 열에너지를 발생

폭발(爆發) : 급격한 압력의 해방이나 에너지의 발생으로 폭음과 파편의 비산효과를 나타내는 것을 말한다.

폭연(爆燃) : 가연조건 하의 물질이 급속히 연소, 일부분에 착화되면 접촉되어 있는 가연물 전체가 동시에 연소

폭굉(爆轟) : 압축파의 발생조건이 이루어지면 연소속도가 급격히 증가하여 전체가 동시에 연소하는 것을 말한다.

확산연소 : 가연성기체와 공기(산소)가 혼합되면서 연소하는 것

예 1. 화재로 인해 다량의 가연가스가 유출될 때 일어나는 연소-점화원(불씨)이 상존하는 상태에서 가스가 누출되는 경우-혼합되는 부위에서만 연소가 일어남.

예 2. 화재로 인하여 발생된 가연성 분해가스가 공기부족으로 연소되지 못하다가 공기가 유입됨으로 인해 혼합부분에서만 연소가 진행되는 현상

폭발연소(폭연) : 혼합되어 있는 가스가 동시에 연소하는 것

****확산연소는 충격파가 발생하지 않으므로 연소공간 내부의 유리창조차 파괴시키지 못하며, 폭굉의 경우 충격파가 발생하여 연소공간 내의 유리창 및 인접건물의 유리창도 파괴시킨다.**

(2) 가스종류의 확인

폭발현장의 상황이 가스폭발인 경우는 폭발된 가스가 무엇인가를 밝혀야 한다. 이는 폭발된 장소의 가스설비 확인으로 가능하며, 가스설비가 없는 경우 하수구 등에서 메탄가스가 유입될 수 있으므로 이를 확인(분석)할 필요가 있다. 대개의 경우 폭발 후 파괴되어 분석을 통한 폭발가스의 종류 확인은 용이하지 않으나 지하에서부터 지속적으로 가스가 발생하는 경우는 분석이 가능하다.

예 1. 아파트 지하 가스 거버너실 폭발(원주 D아파트: 공사부실 및 점검불량)

예 2. 아파트 지하 정화조 폭발(인천 연수신도시지구 풍림아파트)

(3) 유입 또는 유출량의 산출

가스폭발은 가연가스가 공기와의 적정혼합 상태가 되어야 하므로 폭발현장의 용적으로부터 폭발에 필요한 가스량을 계산할 수 있다. 이를 인지 경과시간으로 나누어 유출에 필요한 유출구의 크기를 계산할 수 있다. 즉 프로판인 경우 폭발범위가 2.1~9.5 %이므로 200 m³인 공간이 폭발하였다면 유출된 가스량은 4.2~19 m³이고 이것이 통상 배관 내 압력이 P이고 밀도가 ρ라면 유출속도는 $V=(2P/\rho)^{1/2}$ 가 되며, 유출량을 유출속도로 나누면 유출구의 단면적이 된다. 가스연소기에서 미연가스가 누출되었다면(대부분 불꽃감지기가 내장되어 있어 미연가스가 누출되기는 어려우나 이의 고장인 경우도 있음) 연소기의 단위시간당 사용량으로 확산하여 비교할 수 있으며, 유출구 면적이 매우 미세한 경우 연결부 등에서 누출된 것으로 볼 수 있으므로 연소구 등을 검사하여 확인한다. 최근 범죄자에 의하여 고의로 유로를 파손시켜 가스를 유출시키는 경우가 있어 대책이 시급하다.

(4) 점화원의 확인

일정공간에 적정혼합 상태의 가연가스가 유출되는 경우 담뱃불, 의류에서 발생하는 정전기의 방전 불꽃, 전기스위치 등에서 발생하는 스파크 등에 인화되므로 피해자의 행동을 조사하면 점화원을 확인할 수 있다. 아무도 없는 공간에서 폭발하였다면 가정집인 경우 냉장고의 써머스위치 등 자동스위치에서 발생하는 스파크 등에 인화 폭발된 것이며, 이 경우 자동스위치를 분해하여 보면 스파크 발생부분을 중심으로 파손 또는 열 변형된 것을 확인할 수 있다.

예 1. 지하가스 거버너실 폭발사고 시 환산단면적은 최소한 10 mm² 이상으로, 임의 또는 연결부 이탈에 의한 유출로 추정되고 배관파이프의 파손부분 확인결과 연결부가 부설시공에 의하여 이탈되었음을 확인할 수 있었다.

예 2. 새로 시공한 가스설비에서 가스가 누출되어 폭발사고가 발생하였고 인지 후 경과시간이 2시간 미만으로 동 시간 동안 폭발될 수 있는 가스가량이 유출되기 위한 단면적은 약 2.5 mm²로 T자관으로 연결된 가스호스한 끝단이 개방된 것을 모르고 T자관 입력 측의 중간밸브를 열어 가스가 유출되고, 실내 냉장고의 자동스위치에서 발생하는 스파크에 인화 폭발.

2) 화약, 폭약폭발

화약은 가연성 물질과 산소를 포함한 화학물질을 혼합시켜 점화되면 산소 없이도 폭발적 반응을 일으키는 것이며, 폭약은 성분 자체가 과산화물로 되어있어 점화 시 자체가 분해폭발을 일으키는 것을 말한다. 이러한 폭발의 경우 폭발현상은 폭발중심에 누두공이 형성되며, 주변에서 화약이나 폭약의 잔사가 남게 되고, 점화원으로 사용한 파손된 뇌관파편 등이 남게 된다. 또한 시한장치 등이 내장되어 있고 점화에너지원으로 건전지를 사용하기 때문에 이의 파편을 확인할 수 있다. 폭발현장의 잔사에서 폭발물질의 성분확인 분석적 방법으로 가능하며, 사용된 시한장치나 점화장치의 해석으로 수사범위의 축소가 가능할 것이다.

3) 분진폭발

철이나 알루미늄은 고형체로서는 연소되지 않으나 분말인 경우 폭발적으로 산화반응을 일으켜 폭발현상을 일으키기도 한다. 이러한 현상을 분진폭발이라고 하며, 일종의 산화반응이다.

4) 화공약품의 폭발

자연 상태에서 조건이 갖추어지면 폭발을 일으킬 수 있는 물질이 매우 많다. 어떤 작업공정에서 작업물질이 폭발하는 경우가 있는데 이는 화학적 검사로 물질의 종류, 위험성의 검토로 증명한다.

예 1. 진흥정밀폭발사고는 작업물질인 HOBT는 60 °C 이상이 되면 자체 발열하며, 분해가 일어나고 건조상태가 되면 폭발위험이 있는 것으로 알려져 있는 물질인데 이를 지나치게 건조시키고 가열하여 자체폭발을 일으켰다.

V. 기계구조물 파괴사고

자동차, 비행기 등 부품이 파손되어 사고가 발생하면 인명피해와 재산상 피해가 발생한다. 산업현장에서 발생하는 안전사고 중 구조물 파괴사고는 그 종류나 형태 및 피해 정도에서 천차만별하지만 최초 파괴부분이 어떠한 원인에 의하여 파괴되었는가 하는 문제로 조사는 압축되게 된다. 최초 파괴된 재료의 파괴원인은 설계결함, 제작 불량, 과부하, 충격손상 등에 의하여 일어나며, 나타나는 현상은 대부분, 충격에 의한 일시적 파괴와 과부하에 의한 소성파괴, 피로의 급속한 진전으로 나타난다.

1. 금속의 파괴

금속의 파괴와 밀접한 기계적 성질은 인성과 연성, 취성, 인장이나 압축강도, 전단강도 등이며, 각 부재는 부재의 용도나 기능에 따라 적절한 기계적 성질인 재료가 사용된다. 인성이란 조직의 구조적 특성이며, 연성과 취성은 온도에 따라 변하고, 강도는 형상과 재질의 고유한 값이다. 파괴된 단면에는 재료의 성질과 파괴에 이르게 된 원인을 알 수 있는 정보가 담겨있다.

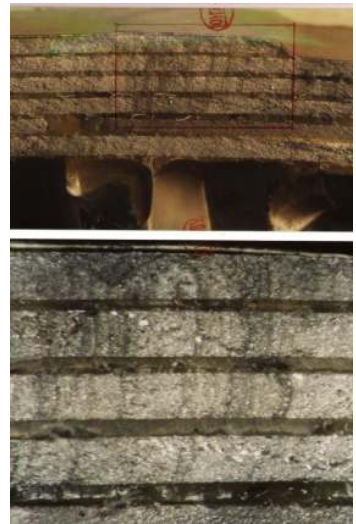


그림 5. 헬기 꼬리날개의 파단면에 나타나 있는 피로 파단면

2. 피로파괴

운용 중인 기계의 부재가 파손되는 경우는 대부분 피로에 의한 파괴이며, 이에 의한 파단면에는 비치마크, 스트레이션 등 피로 파단면의 특징이 나타나며, 이의 해석으로 파손시점, 경과시간, 재료특성 등을 알 수 있다.

실습 05. 유리파손형태의 관찰

1. 재료 : 관유리, 신문지, 라이터
2. 실습방법 : 충격 및 열 파괴시켜 파단면을 관찰

3. 유리의 파손

대표적인 취성재인 유리는 파단면의 리플마크로 충격부위를 알 수 있다. 또한 형상으로 압력에 의한 파괴인지, 열충격에 의한 파괴인지, 충격파에 의한 파괴인지를 알 수 있다.



그림 6. 충격으로 파괴된 유리

↓충격방향



파괴기점 →파괴방향

그림 7. 유리의 파단면에 나타나 있는 리플마크

4. 건축구조물의 파손

최근에 들어 아파트, 교량 등 대형구조물이 파손되어 사회적 문제가 되는 경우가 왕왕 있다. 이의 사고원인 조사는 기계, 건축, 토목 등 공학의 전반적인 지식과 경험을 토대로 종합적 검토가 요구되고 있다.

예 1. 시멘트공장 사이로 붕괴사고는 제작공정상 설계대로의 시공이 용이하지 못하였으며, 시공자는 설계상 나타나 있는 철근을 제대로 사용하지 않아 이음부가 하중을 이기지 못하고 붕괴되어 높이 60 m, 직경 20 m 인 사이로가 붕괴되어 천억 대의 재산피해와 6명의 인명손실을 가져왔다.

VI. 감전사고 원인감정

전기기계나 전기기구 및 설비에서 감전사고가 발생하는 경우 이의 확인과 증명은 피해자의 의류에서 전류반에 의한 탄화흔(연소된 미세한 구멍) 식별과 전기기계기구에서의 단락흔이나 누전흔적을 찾아내고 회로의 구성 여부를 확인하여 입증한다.

예 1. 노래방 감전사고(분배기 제작 불량으로 단자부분이 기계몸체와 연결되어 있으며, 단권형 변압기를 사용하여 사용전압은 110V이나 감전전압은 220V가 되었으며, 바닥의 습기에 의하여 회로가 구성되었음)

예 2. 싸우나 탕에서 집단으로 감전 회로구성은 되지 않으나 인체를 통한 대전용량의 누적으로 최초 접촉된 사람이 사망한 사고이었음.

실습 06. 감전실험

1. 재료 : 전원장치, 수조, 물, 테스트

2. 실험방법 : 물 속에 전선을 넣고 전기장을 만들어 전위차, 전압, 전류측정

VII. 보일러 배기가스 중독사고 원인감정

가스보일러의 배기가스가 실내로 유입되어 가스중독 사고가 발생하는 사례가 다수 있었다. 사체부검을 통해 CO중독사로 판명이 나면 어떤 경로를 통해 CO가 실내로 유입되었는가, 유입원인이 무엇인가를 감정하게 되며, 이때는 현장의 연소기 설비상태, 연소기의 성능검토 등을 시행하게 된다. 일반 가스보일러의 경우 허용CO농도는 배기 중의 CO₂중의 CO농도 비가 0.02 이하로 규정되어 있다. 연소기가 불완전 연소되어 배기 중의 CO농도가 높아지는 데는 연소기 자체의 결함(배기 불량, 급기 불량, 과다 연료공급)이나 공기 중의 산소부족(밀폐공간에서 연소기를 가동하는 경우 공기 중의 산소가 연소시간 경과에 따라 감소하게 되고 상대적으로 CO 발생률은 높아지게 된다) 등이 원인이다. 연소기의 배기가스 중에 CO농도가 규격치 이하라고 하더라도 배기가 실내로 들어오면 중독사고가 발생하게 되므로 직접적 원인은 배기의 실내유입이 문제가 된다. 연소기의 설치상태는 배기가 제대로 실외로 배출되는가 하는 것을 검토하는 것으로 연통의 설치상태, 실내부분에서의 누출개소 유무, 역류가능성의 검토, 배기 불량 요인 등을 검토하게 된다.

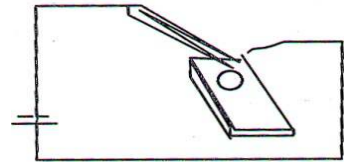


그림 8. 전해연마 회로도

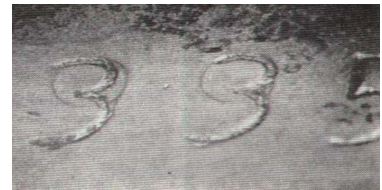


그림 9. 전해연마로 현출된 문자

VIII. 말소문자 현출

차량이나 오토바이의 엔진넘버, 권총의 총번 등 금속물체에 각인된 문자를 임의로 삭제하고 새로운 번호를 각인한 경우 원래의 번호를 재현할 수 있다. 이는 금속표면에 압축 각인한 경우에 금속조직이 소성변형 되고,

소성변형 된 부분은 변형되지 않은 부분에 비하여 산에 의한 부식속도가 빠르게 진행되는 차이점을 이용하는 것으로 적절한 부식용액과 전압을 이용하면 원래의 문자를 확인할 수 있다. 이를 전해연마법이라고 하며, 금속 종류에 따른 전해액과 전압은 표와 같다.

재료	전 해 액	전압
놋쇠	6N HCl 1000 cc와 염화제2동 암모니움 5 g 혼합액 6N HCl 1000 cc와 염화제1철 3 g 혼합액 6N HCl H ₂ SO ₄ (10 % Vol)	4 V 전후 2 V 전후 4 V 전후 6~8 V
동	6N HCl 1000 cc와 염화제2동 암모니움 5 g 혼합액 6N HCl 1000 cc와 염화제1철 3 g 혼합액 6N HCl H ₂ SO ₄ (10 % Vol)	4 V 전후 4 V 전후 4 V 전후 10 V 전후
철	H ₂ SO ₄ (20 % Vol) 염산, 황산, 물의 각 등량 혼합액 6N HCl 1000 cc와 염화제2동 암모니움 5 g 혼합액 6N HCl 100 cc와 염화제1철 3 g 혼합액 6N HCl	6~10 V 4~8 V 10 V 전후 10 V 전후 10 V 전후
듀랄루민	6N HCl NaOH (20 % Vol)	2 V 전후 10~12 V
아연	KOH (25 % Vol)	6 V 전후

제2장 화재원인감정

I. 감식의 목적

조사 및 수사내용의 확인과 입증자료(증거)의 수집

II. 감식의 준비

1. 관계자의 진술청취

1) 목격자

인적사항, 연락처, 관계, 인지하게 된 동기, 인지 후의 행동, 인지 시의 주변상황(타 목격자, 화염 정도, 연기상태, 소음상태, 타인의 행동목격내용)

2) 소방관

신고접수상황, 출동 시의 상황, 연소형태(위치와 연소상태), 진입방법, 진화작업상황, 잔불처리상황, 인명구조상황, 사망자 및 부상자의 발견위치, 발견 시의 상황, 이송상황, 조치사항

3) 피해자

인적사항, 연락처, 관계, 인지사항, 인지직후 행동, 피해정도, 보험관계, 물건의 구조, 이력, 최초 연소부위의 내부 구조, 내부 시설(전기설비, 가스설비, 난방시설, 소방설비, 피난시설)

2. 사건개요의 정확한 파악

피해자, 목격자, 관계자들로부터의 진술을 토대로 사건개요와 발생 당시의 상황을 파악하고 상황보고서를 작성한다.

3. 현장상황의 파악과 자료조사

1) 물건 이력, 구조, 수납물 상황, 당시 상황(작업상황, 전기설비, 가스설비, 소방설비)

2) 설계도(약도, 평면도, 입체도), 집기배치도, 전기 및 가스 배선배관도 수집 및 작성

4. 추정원인별 확인할 사항의 목록작성

가상되는 발화원인별 확인사항을 목록으로 작성해 두면 조사에 편리하고 효율적이다.

1) 기본적인 사항

- (1) 출입구의 상태(시건장치 및 출입구, 창문 등의 (파손, 개방) 상태)
- (2) 집기류의 파손상태(인위적인 요소)
- (3) 전기배전반의 상태
- (4) 가스설비의 상태
- (5) 방소화설비 상태

2) 천장에서의 발화 의심

천장배선, 형광등 등의 잔해, 전기스위치의 상태, 바닥의 상태, 벽체의 연소형태 등

3) 연소기구에서의 발화 의심

연소기구 수열흔, 그을음, 전원코드 단락, 천장 전선 단락흔, 가연물 접촉흔적, 연료누설 흔적, 스위치 및 콕크 상태, 안전장치 확인, 가연물 잔해의 종류, 양 등

4) 전기제품에서의 발화 의심

국부적인 연소흔적, 전원연결 여부, 전원코드 단락흔, 퓨즈상태, 주변연소잔해 종류 등

5) 배선기구에서의 발화 의심

단락흔의 유무, 바닥의 연소형태, 회로의 구성상태, 부하기기의 종류 및 부하량, 단락위치의 상태, 가연성 물질의 존재흔적 등

6) 미소화종에서의 발화 의심

국부적인 연소흔적, 연소잔해의 종류, 화종용기(쓰레기통, 재떨이, 회화형태, 상승 연소형태, 유 무염 화종 연소형태

7) 방화가 의심될 때

급속 확산 형태흔, 바닥연소흔, 유도성 잔해, 출입흔적, 인화성잔해, 인화성 취향 등

8) 자연발화가 의심될 때

자연발화성 물질 유무, 열축적 요건, 확대경로 등

5. 입장준비

1) 실시시기와 관계인의 입회요구

현장감식은 단독으로 이루어지는 것보다 피해자, 소방관, 전기 및 가스

설비 담당자 및 자문이 필요한 부분의 전문가, 감정인 등 관계자 입회 하에 실시하는 것이 바람직하다.

2) 소요도구의 준비

현장감식에 앞서 현장 약도, 발화부위 내부 구조도, 전기배선도, 가스배선도, 조사 기록지(check list), 감정물 보관용 보루박스(대, 중, 소), 비닐 봉지(대, 중, 소), 광구병 등과 조명기구인 릴 코드, 작업등, 랜턴, 발굴기구(삽, 썰, 호미), 절단기구(커파, 톱), 드라이버 셀, 줄자(30 m, 3 m), 휴대용 가스검출기, 방진마스크, 방진복, 안전화, 휴대용사다리, 카메라 및 필름, 카메라 후렛쉬 및 예비 건전지, 카메라 스탠드, 비디오카메라, 구급상자를 준비한다.

Ⅲ. 감식의 방법

1. 원근법

넓은 영역에서는 멀리서 관찰하여 내부로 들어가며 조사한다. 주연소부분, 초기연소부분, 발화부분, 후기연소부분, 탄화부분 등에 나타나는 특징을 살펴 사진으로 기록하고 간혹 증거물의 유기를 생각하여 주변의 관찰도 필요하다.

1) 주연소부분

가장 심하게 연소된 부분으로 발화부분일 가능성이 높은 부분이지만 가스등 인화성이 강한 물질 또는 이연성 가연물이 많은 곳에서 나타나며, 붕괴, 완전 연소, 회화형태를 나타내게 된다. 발화부분인 경우 외부의 전기배선에서 단락흔이 나타나기도 한다. 대개 연소 확대방향의 중심에 나타나지만 그렇지 않은 경우도 있고 건물의 경우 공기흐름, 유입 등과도

관계가 있다.

2) 초기연소부분

최소한의 공간(안방, 거실, 주방, 창고 등)으로 주연소부분과 중복되는 경우가 대부분이지만 그렇지 않은 경우도 있다. 특징으로는 완전 연소되기 때문에 비교적 밝은 연소형태를 나타내며, 특히 건물 내부에서의 발화인 경우 화구에서 연소가 주변으로 확대된 흔적이 남게 된다. 이를 분명히 하기 위해 화구 등에 나타나 있는 흔적을 찾아 사진으로 기록하고 설명하여야 한다.

3) 발화부분

초기연소부분 내에서 발화부분은 먼저 평면상에서의 위치와 공간상에서의 위치로 나누어 판단한다. 바닥부분에서 발화된 것이나 천장부분에서 발화되어도 연소확대 성격상 바닥부분에서 발화된 것과 같은 형상을 나타내게 되므로 상하를 판단하기 이전에 바닥의 위치를 먼저 결정하여야 한다. 바닥에 나타나는 특징은 발화원인에 따라 각각 다른 형태를 나타낸다.

(1) 발화부분의 바닥연소형태

가) 바닥의 가연물부분에서의 무염화종(담배불씨, 용접불씨, 가전제품, 바닥전선 등)에 의한 연소형태 - 비닐장판, 목재 책상 위, 타일, 카펫 등 바닥에 위치하는 가연물 위에서는 어느 정도 훈소 또는 과열로 인한 탄화가 지속되다가 발염 확산되므로 함몰, 회화, 근접전선에서의 단락흔이 발견되며, 대부분의 경우 인접한 벽체를 통해 확대되므로 벽에서 분명한 V패턴이 나타나게 된다.

나) 바닥의 가연물부분에서의 유염화종(라이터, 촛불, 연소기구 등)에 의한 연소형태 - 요염 착화인 경우 충분한 가연물이 존재하여야 하고 국부적인 함몰형태는 분명하지 않으나 회화형태나 인접 벽에서의 V패턴은 잘 나타나게 된다. 특히 연소기구에서의 출화는 바닥부분에서 과열흔적이 분명하게 나타나게 된다. 연소잔해에서 이연성 잔해가 발견된다. 특히 인화성 액체가 있었던 경우 액체가 있던 소염구역까지 연소되며, 있었던 부분

과 없었던 부분의 경계가 분명하게 나타나게 된다.

다) 천장에서 발화되어 낙하한 불씨에 의한 연소흔 - 낙하한 불씨에 의한 경우 문힌 잔해에서 덜 탄 바닥잔해가 발견되며, 비닐장판 같은 가연물은 냄마와 같은 형태를 만들고 특히 천장에서 소략된 발화원 잔해가 묻히게 된다.

(2) 벽체의 연소형태

가) 상방향 연소형태 : V 패턴을 나타내게 된다.

나) 측방향 확산형태 : 경사진 연소흔

다) 하방향 연소형태 : 수평형태

라) 벽지연소 잔해 형태 : 조개 무덤 형상으로 조개 진행방향이 연소확대방향

마) 아연도금판, 페인트 도장판 : 균열성장형상 방향

(3) 전선의 단락흔

전선에 전기가 연결되어 있고 연소되어 피복이 손상되면 단락이나 누전이 일어나게 된다. 대부분의 건물이 전기설비가 되어 있고 동 전기는 안전장치인 과전류차단기, 누전차단기가 연결되어 있어 화재가 발생하게 되면 발화부분에서 가장 가까운 전선이 소실되어 단락이나 누전이 일어나고 이로 인해 전원이 차단되면 기타 연소 확대되어 전선이 소실되어도 단락흔이 일어나지 않기 때문에 단락흔이 발견되지 않는 전선은 이미 전원이 차단된 후에 연소된 것으로 볼 수 있다. 따라서 연소형상과 함께 단락흔의 확인은 발화부분의 증명에 매우 중요한 단서가 된다. 따라서 처음 현장에 입장하여 전원분전반을 확인하고 분전반의 차단기가 트립되어 있는 경우 위치를 확인하고 단락흔을 확인하는 것은 매우 중요하다.

2. 거시적인 것에서 미시적인 것으로

발화부위에서 발화원으로 작용할만한 잔해의 검사는 비교적 규격이 큰 것부터 검사해 나가며, 배제시켜 나간다. 연소기구의 유무와 특징, 가전제품의 유무와 특징, 전기설비의 유무와 단락확인, 연소잔해 종류, 잔해의

형태를 관찰하고 발화되었을 경우 연소확대 경로를 확인한다.

3. 고도의 위험성부터 배제

발화위험이 큰 것부터 발화위험이 적은 것으로 조사해 나가며, 가능성이 희박한 경우라도 가정하여 검토한다.

4. 잔해중심으로 실시

연소되어도 잔해가 남는 발화원에서부터 조사하여 배제하고 결정적인 증거가 발견되지 않을 경우 잔해가 남지 않는 화종을 고려하여 확인해 나간다.

5. 이의 제기를 고려한 증거보완

발화와 관계없는 것이라 하더라도 이해관계에 있을 만한 것은 필히 검사하여 이상이 없음을 분명히 해둔다. 정밀 검토가 필요한 경우 수거하여 별도로 검사한다.

IV. 화재감식의 실제

1. 화재성격의 구분

1) 폭발 후 화재

폭발 후 화재로 발전한 경우 폭발의 징후인 충격파에 의한 유리창의 파손, 파편의 비산, 붕괴 여부를 확인한다. 만약 폭발 후에 화재로 발전한 경우 화인의 조사는 불필요하며, 폭발원인에 대한 조사를 실시한다.

2) 화재 후 폭발

화재로 인해 발생한 가스나 가스시설의 파손으로 누출된 폭발물질에 의한 경우 일반화재와 같은 방법으로 조사 실시

3) 가스시설에서의 화재

폭발물질이 가스상 물질인 경우 가스종류와 이의 발생원인(누설원인)이 조사 목적이 되고 점화원에 대한 것은 큰 의미가 없으나(상존한다고 볼 수 있으므로) 가스시설인 경우에는 조사목적이 점화원(상시 누설위험이 있으므로)이어야 한다.

4) 화학공장에서의 화재

화학물질에 의한 폭발사고는 근본적으로 화재사건과는 달리 취급되어야 하고, 사고원인 해석이어야 한다.

2. 최초연소부위의 확인과 입증

1) 일반 건축물의 화재에서 연소확대경로의 확인을 위한 자체질문

- (1) 붕괴와 소락 상태는 어떠한가?
- (2) 목재의 연소형태는 어떠한가?
- (3) 철구조물의 열변형 형태는 어떠한가?
- (4) 연소흔과 탄화흔은 구별되는가?
- (5) 화구의 연소흔은 어떠한가?
- (6) 벽면의 연소형태는 어떠한가?
- (7) 벽지의 연소형태는 어떠한가?
- (8) 페인트가 칠해진 금속의 연소형태는 어떠한가?
- (9) 일시적 확산형태로 볼 수 있는가?

2) 배선에서 단락흔이 식별되는 위치는 어디인가?

3) 발화개소의 확인과 입증

- (1) 소락과 V 패턴이 나타나 있는가?
- (2) 코드에서의 단락흔 형상과 원인은 무엇인가?
- (3) 회화형태가 발견되는가?
- (4) 회화부분이 타 원인에 의해 형성될 가능성은 없는가?

4) 발화개소의 발굴과 복원

- (1) 붕괴와 가구의 전도형태를 촬영하고 복원
- (2) 퇴적된 잔해에서 소락 순서를 추정
- (3) 바닥부분에서 나타나는 연소특징 관찰
- (4) 소화작업에서의 변화를 고려한 판정

5) 현장감식(감정결과의 보고)

현장감식의 목적은 조사된 내용의 확인, 발화부의 확인과 입증, 발화원의 확인과 입증 및 입증을 위한 증거물의 수거이므로 보고서 또한 간략하면서도 명쾌한 보고서가 되도록 작성한다.

V. 발화원의 확인과 입증

1. 연소기구와 화재

1) 연소기구화재 발생기구와 연소패턴

- (1) 가연물 접촉과 출화

가) 연소기구의 화염에 직접 가연물이 접촉되는 경우

실습 07. 전기스토브 착화시험

1. 재료 : 전기곤로, 방석, 테스트

2. 실습방법 : 켜진 전기곤로에 방석을 올려놓고 착화 연소 진화 후 관찰

나) 주변 가연물의 복사열에 의한 발화

다) 고온부에 가연물의 접촉

라) 연료의 누설

(가) 기체연료 연소기구

화염이 있는 상태에서 누설되는 경우 누설부위에 착화 연소하게 되며, 이것이 점점 확대되어 전체가 착화되고, 나아가 연료관을 손상시켜 급격히 확산시키게 된다. 화염이 없는 상태에서 누설되면 폭발화재로 발전하게 된다.

(나) 액체연료 연소기구

석유스토브와 같이 불꽃이 있는 연소기에서 연료가 누설되거나 연료로 몸체가 오염되면 발생된 유증에 착화 일순간에 연소기 자체가 착화되게 되며, 기름보일러와 같이 불꽃이 밀폐되어 있는 공간 즉 외부와 차단된 연소실에만 있는 경우에도 연소를 위한 산소공급을 급기팬을 이용하여 연소실로 불어넣게 되어 있어 발생된 유증이 급기팬을 통해 연소실로 유입되는 과정에서 역화현상이 일어나 누설된 연료에 착화하게 된다.

(2) 자체이상에 의한 출화와 이상원인

가) 급기불량

나) 배기불량

다) 연료누설

라) 연료과다공급

마) 점화불량

2) 연소기구의 검사

(1) 화재현장에서의 외관 관찰

연소기구가 가동상태이었는지 가동되지 않은 상태이었는지는 여러 가지 방법으로 확인할 수 있으나 초기 또는 착화 직후 변형되거나 변형시켰을 수도 있기 때문에 특별한 주의가 필요하다.

가) 발열하던 히터는 붉은 색으로 착색된다.

나) 연결된 전원선이나 주변의 전선에서 단락흔을 확인한다.

- 다) 표면의 가연물 부착형태가 있는가 확인한다.
- 라) 그을음이 심하면 일단은 의심할 필요가 있다.
- 마) 스위치 등의 확인

(2) 가스연소기구

가) 가스기구의 검사

(가) LP가스통, 부탄가스통

일반 화재현장에서 발견되는 프로판가스통이 중앙부분이나 상단 어깨부분이 부풀어 오른 상태로 절개되어 있으면 가스액이 들어있는 상태에서 넘어진 형상이며, 양분되거나 용접부가 대부분 절개되고 퍼져 있으면 이는 빈 용기였으며, 연소되어 있으나 외형상 특이한 변형이 없으면 이는 용기에 가스가 있었던 것으로 안전밸브가 정상 작동한 것이다. 어느 것이나 검사할 때는 표면에 형성된 액면위치에 나타나는 흔적이나 결누흔적을 검사한다. 호스의 절단이나 연료호스의 소실로 가스가 일시에 다량으로 누설되는 경우 용기표면에서 결빙현상이 일어나기도 한다. 조사시점에는 어느 것이나 밸브가 잠겨있을 것이므로 조사당시의 잔량을 측정하여 둔다.



그림 10. 고압용기 변형형태



그림 11. 열 변형된 가스용기



그림 12. 레귤레이터 이상

(나) 레귤레이터

가스폭발사고 조사 시 연결된 압력조정기의 검사는 필수적이다. 연소되지 않고 남아있는 경우 정상 여부의 검사가 용이하나 연소되거나 화재로 변형되면 확인이 용이하지 않다. 이들 거버너의 손상원인은 밸브시트(고무질)의 파손, 다이어프램 받침스프링의 부식손상, 밸브시트 고정핀 이탈 등이 원인이며, 완전 연소 용융된 경우에는 남아있는 스프링의 상태로 추정이 가능한 경우가 있다.



그림 13. 레귤레이터 밸브시트 손상

(다) 가랑(밸브)

각종 가스연소기구의 연료라인에 연결된 밸브는 스프링의 길이, 밸브손잡이 부분의 변색형태 등으로 발화 당시의 상태, 연소 시의 상태, 검사 시의 상태를 확인한다. 발화 초기 발견자에 의하여 밸브가 잠겨지기도 하므로 밸브가 잠김 상태로 발견되었다고 하여 가스연소기구에서의 출화가능성을 완전 배제할 수는 없다. 특히 캐비넷 부탄가스난로의 경우 커플링부분의 밸브는 내장스프링에 의하여 연소과정에서 소화위치로 자동

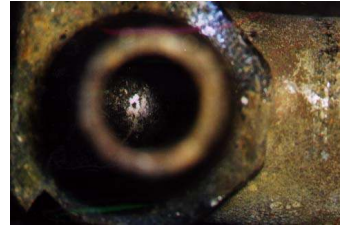


그림 14. 가랑 볼 밸브 내부 형태

(라) 점화장치 및 불꽃 감지장치

가스연소기구의 점화장치는 대부분 방전방식을 사용하며, 점화된 파일릿램프에 의한 점화방식의 보일러도 있다. 점화장치 검사는 방전봉의 위치가 불량하거나 그을음 등에 의하여 오염되면 방전되지 않게 되며, 불꽃 감지장치는 내장된 마그네트 부분이 외부열로 가열되면 융착되어 기능을 상실하게 된다.

(마) 가스호스

연료호스에서 누설이 먼저 일어나고 이에 착화되면 누설부위에서 착화연소된 흔적을 발견할 수 있으므로 연결부위의 그을음 상태를 확인하며, 고무호스인 경우 남아있는 철망부분을 실체현미경으로 관찰하여 임의 손상흔적이나 부식손상상태를 확인한다. 고무호스 내부에서 박리가 일어나면 철망부분이 부식되고 부식된 철망이 바늘과 같이 변형되어 내부 고무막을 손상시켜 누설되는데 2차적인 연소로 철망만 남아 있는 경우 이러한 부위는 바늘형상으로 부식되어 있고 적색으로 산화되기도 한다.

나) 가스렌지

가정에서 취사용으로 사용하는 가스렌지에서의 출화는 취사 중 방치하는 경우가 가장 많으며, 주변에서 누설되는 것을 모르고 점화시키면 폭발을 일으키게 되고 화재로 발전하게 된다. 주방에서 가스렌지를 사용 중 방치하면 조리 중인 음식물에서 유증이 발생하여 착화되고 화염이 후두부

분까지 상승 화재로 발전하게 되는데 이 경우 과열된 가스렌지의 연소기는 다른 연소기보다 수열정도가 심하여 적색으로 변색되며, 이면에 가스호스와 렌지의 연결부분에서 금속부분의 가열로 열변형되어 누설이 있게 되고 여기에 착화되면 급격히 확산되게 된다. 간혹 후두의 환풍기 모터가 작동하고 있는 경우 모터부분에서 출화된 경우와 같은 현상의 흔적을 남기게 된다. 심하게 연소된 경우 점소화손잡이 부분의 스프링 형태로 사용중임을 확인하고 조리용 그릇의 변색 정도를 확인한다. 스테인리스 스틸이나 주물의 솔과 같은 것에는 푸른빛의 환상 무늬가 남게 되며, 렌지 밑부분의 받침판에 국부적인 수열흔적이 남게 된다.

다) 가스보일러

가스보일러에서 출화되는 경우는 가스공급 압력의 과다로 누설되는 경우 파일롯램프 점화방식에서는 과압인가 즉시 연소가 확대되어 심한 연소형태를 나타내며, 전자식 점화방식에서는 폭발로 이어지게 된다. 연소된 잔해에서는 연결 전원선에서의 단락흔이 나타나게 되며, 누설부위에서 2차적 착화 연소로 불꽃 형태가 남게 된다. 또한 열교환기 부분에 부식과 그을음이 쌓이게 된다. 연결된 연통에서 출화된 경우에는 연통부분에서 국부적인 수열형태가 나타난다.

라) 가스순간온수기

가스순간온수기는 별도의 배기설비 없이 설치하게 되어 있어 배기부분으로의 유출 열기에 의하여 천장 등 인접한 가연물에 착화 화재로 발전하게 되며, 연소된 연소기 자체에는 불꽃 넘침 흔적과 열교환기 부분에 심한 수열형태를 나타나게 된다.

마) 휴대용가스렌지

연소된 휴대용 부탄가스렌지는 사용 중 과열되면 대부분 안전장치가 작동되어 자동 소화되나 용기의 불완전 결합으로 누설되는 가스에 착화 지속적으로 연소가 일어나면 안전장치가 있어도 용기가 과열되며 화재로 발전하게 된다. 대부분의 경우 안전장치가 작동한 후 요리 중인 수열부의 잠열이 용기로 전달되어 용기내압이 상승 파열하게 되는데 이때는 착화되지는 아니하며, 파열현상만 주로 나타나게 된다. 부탄가스용기는 사용하는

도중에는 자체 가스의 증발열로 용기 자체가 냉각되어 낮은 온도를 유지하게 되나 과도한 넓이의 불판을 사용하거나 통풍을 제한한 상태에서 사용한다거나 하여 용기의 온도가 70여도 이상 상승하여 내압이 높아지고 안전장치가 작동 소화되거나 임의로 소화시켜 방지하게 되면 불판의 잠열이 용기부분으로 전달되어 용기의 온도가 높아지면 파열되며 증기폭발현상을 일으킨다. 이때 주변에 점화원이 있으면 화재로 발전하게 되는데 화재현장에서 발견되는 렌지가 용기 장착 부분을 중심으로 파손 변형되어 있으면 가스용기가 장착되었던 상태에서 연소되었거나 자신으로부터 발화된 것이며, 자신으로부터 발화된 경우 용기의 머리부분에서 장착 시 형성된 화염흔적과 렌지의 탈착레버 및 스프링의 변형상태로 장착상태인지, 가동상태인지 확인하고 파열된 후 2차적인 점화로 화재로 발전하는 경우 일반 화재현장에서 가동되지 않은 상태에서 연소된 것과 같은 형상을 나타내게 되므로 정황증거로부터 판단함이 옳을 것이다.

바) 캐비닛 부탄가스난로

연료통과 연소기가 함께 부착되어 있어 자체에서 출화되는 경우 심하게 연소되며, 주로 사용 중 가연물의 접촉, 커플링부분에서의 가스누출로 폭발 또는 사용 중 누설부위에 착화 화재로 발전하며, 대부분의 누설에 의한 폭발이나 화재는 커플링부분의 불완전 결합, 내부 밸브씨트레버 받침쇠의 파손으로 일어나며, 받침쇠의 파손 시 파손된 부품이 가스용기 속으로 들어가게 되어 있다. 커플링부분이 소실되면 금속부분만 남게 되며, 내장된 스프링에 의하여 열림 상태이었던 것도 잠김 상태와 같은 형상을 나타내게 된다. 대부분의 경우 누설부위에 착화되어 연소흔적을 남기는데 화염에 의해 몸체나 용기몸체에 국부적으로 수열된 형태를 남기게 된다.

(3) 석유연소기구

대표적인 액체연료 연소기구인 석유연소기구는 기름(경유)보일러, 석유스토브, 웬히터, 석유난로가 있으며, 이들 연소기에서의 출화는 고온부에서 가연물이 접촉되거나 연결된 전기회로상에서의 전기적인 발열이 원인이며, 일반적으로 말하는 파열이란 표현은 연소기 자체가 불연재로 되어있어 설사 파열되어도 화재로 발전되어서는 안 되기 때문에 부적절하다. 과

열이란 표현은 대부분 불완전 연소로 연소위치가 상승하여 저온부가 고온화 되고 여기에 접촉된 가연물이 연소하며, 발화하는 것을 말한다. 전기회로상에서의 전기적 발열에 의한 발화는 전선 자체가 부적절하거나 피복손상으로 합선이 일어나며 연료호스를 손상시켜 누설된 연료에 착화 화재로 발전하는 것이다. 기기 이상에 의한 경우는 급배기팬의 성능저하 또는 고장, 점화불량, 연료누설이 원인이며, 각각의 경우 발화과정이나 연소 진행 형태가 다르게 나타난다.

가) 기름보일러

출화되는 경우는 연통막힘, 급배기팬 이상으로 불완전 연소가 일어나고 저온부인 연통의 고온화와 이에 접촉된 가연물에서 착화되는 경우, 연료의 누설로 인한 착화, 자체 전기장치에서 출화되며, 불완전 연소인 경우 연통 및 연소실, 열교환기 부분에 그을음이 다량 부착되어 있고 가연물과 접촉된 부분에 회화된 훈소흔이나 국부적인 수열형태가 남게 되며, 또한 파손된 부분을 통해 화염흔적이 남게 된다. 연료의 누설인 경우 급격히 연소가 확대되어 그을음은 다소 적은 편이나 누설부위에서 화염 연소흔이 나타나며, 점화불량으로 연소실 내에 연료가 누적되었다가 일시에 연소되어 과열되면 연소실 내부에 연료의 누적흔적과 회화된 형태가 남게 된다. 자체전기장치에서의 발화는 전선보다는 바닥부분의 가연물에 불씨가 튀어 착화하게 되므로 발화부에서 역삼각형의 연소흔적을 남기게 된다. 휘발유 사용과 같은 연료오용에 의한 출화는 급격히 발전하게 되므로 특이한 형상이 나타나지 않는다. 이러한 경우에는 연결된 전기배선이나 주변의 전선에서의 단락흔, 착색이나 수열형태로 최소화된 발화부위가 보일러임을 입증하고 정황으로부터 입증한다.



그림 15. 연료누설로 출화 연소된 석유보일러

이 남게 된다. 연료의 누설인 경우 급격히 연소가 확대되어 그을음은 다소 적은 편이나 누설부위에서 화염 연소흔이 나타나며, 점화불량으로 연소실 내에 연료가 누적되었다가 일시에 연소되어 과열되면 연소실 내부에 연료의 누적흔적과 회화된 형태가 남게 된다. 자체전기장치에서의 발화는 전선보다는 바닥부분의 가연물에 불씨가 튀어 착화하게 되므로 발화부에서 역삼각형의 연소흔적을 남기게 된다. 휘발유 사용과 같은 연료오용에 의한 출화는 급격히 발전하게 되므로 특이한 형상이 나타나지 않는다. 이러한 경우에는 연결된 전기배선이나 주변의 전선에서의 단락흔, 착색이나 수열형태로 최소화된 발화부위가 보일러임을 입증하고 정황으로부터 입증한다.

나) 석유난로

여러 가지 형태가 있으나 공통적인 특징은 이동식이며, 연료통이 자체

에 부착되어 있거나 근접되어 있어 자체에서 출화하는 경우는 이상발연현상으로 이는 열평형이 붕괴되어 연료통 부분으로 열이 전달되고 이에서 증기가 발생하거나 연료 공급압력이 증가하여 과열되며 발생하는 유증에 착화 몸체가 화염에 휩싸이게 되는 현상이다. 이러한 현상은 자체 열평형이 붕괴되거나 단열 복사 등에 의하여 연료통이 가열되는 경우에 나타나게 되며, 열평형이 붕괴되는 경우는 경사진 곳에서의 사용, 바람이 있는 곳에서의 사용, 연소통의 불완전 결합 등이 원인으로, 연소실 부분에 불규칙한 그을음이 형성되며, 단열 또는 복사열에 의한 경우 특이한 흔적 없이 순간적으로 착화 화염에 휩싸이게 된다.



그림 16. 가동 중이었던 화목난로가 연소된 형태



그림 17. 사용 중이 아니었던 화목난로의 연소 후 형태

다) 팬히터

팬히터 자체에서 출화되는 경우는 연료오용, 단열, 열평형 붕괴(그을음)에 의하여 일어난다. 연소잔해에서는 특이한 흔적을 발견하기 어려우며, 전원선이나 주변전선에서의 단락흔 확인으로 발화부를 최소화하고 여타원인의 배제로 입증하여야 하며, 특히 단열 또는 가연물 접촉에 의한 경우가 대부분으로 이의 입증은 흔적의 세심한 관찰과 단열 조건을 찾아 간접적인 증명이 필요하다.

(4) 화목난로의 검사

화목난로는 과열안전장치가 설치되어 있지 않고 연료공급을 임의로 제어할 수 없는 것이 특징이므로 화목난로에서 출화되는 경우는 대부분 과도한 화목의 공급으로 과열되어 인접한 가연물에 착화되거나 연통 선단으로 유출된 불씨가 가연물에 떨어져 일어난다. 이의 입증은 최소화된 발화부위가 화목난로임을 증명하고 비교되는 구조물과 비교 수열 변색 정도로 판정한다.

2. 전기배선 및 배선기구의 감정

1) 서론

화재의 발생원인 중 가장 많은 경우가 전기에 의한 것이고 또한 전기화재 중에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것이 전기배선 및 배선기구에서의 발화이다. 전기배선이란 전류를 흐를 수 있게 하는 전선을 말하며, 배선기구란 전기배선(전선)의 연결구나 접속구 안전장치 등을 말한다. 즉 전선, 소켓, 스위치, 차단기, 콘센트, 플러그, 로켓 등 그 종류나 형태가 수십 종에 이르고 있다. 그러나 기능은 모두 도전로와 이들을 연결하는, 연결시키는 기능으로 자체는 통전 기능만 가지고 있지 전기적인 어떠한 작용도 하지 않는다. 이들이 발화를 일으키는 것은 흐르는 전류에 의해 발열되고 이것이 자신이나 인접한 가연물을 착화시키기 때문인데 이들에서의 발열은 Ri^2 값으로 주어지고 이때 발열되는 열이 과도하여 미처 발산되지 않거나 축열되어 절연체를 손상시키거나 착화시킬 수 있는 상태가 되면 발화하게 되는 것이다. 이들에게서의 발화과정은 과전류에 의한 것, 절연과피에 의한 것, 불완전 접촉에 의한 것이 있다. 각각의 경우 나타나는 현상과 그 잔해 형태를 알고 화재조사에 임하지 않으면 안 된다.

2) 전선의 전기에 의한 변형형태(단락형태)



그림 18. 피복소실에 의한 합선흔



그림 19. 과전류에 의해 절단된 형태



그림 20. 과열에 의해 용단된 니크롬선



그림 21. 누전으로 형성된 단락흔



그림 22. 화염에 의해 용융된 형태



그림 23. 시 연소열로 용융된 동파이프

전기에 의한 단락으로 용융되는 경우 국부적으로 용융되지만 화염에 의한 경우 용융부분과 용융되지 않은 부분의 경계가 불분명하다. 즉 화염에 의해서는 전기적 발열과 같이 국부적으로 일부분만 용융시킬 수 없기 때문이다. 동은 용융점은 1085 ℃이지만 용융점이 낮은 알루미늄이나 신주, 주석 등과 혼합되면 동은 용융점보다 낮은 온도에서 용융되어 국부적으로 용융되기도 하며, 알루미늄이 연소되는 경우 용융점이 1400 ℃ 이상인 철을 녹일 수 있는 고열이 발생 전기용접이나 산소용접을 한 것과 같은 국부적 용융형태를 나타내기도 한다. 한 부분이 합선이 일어나면 형성된 회로상에 과전류가 흐르게 되어 연속적으로 전원 측으로 타 들어가며 과전류에 의한 단락현상이 일어나게 된다.

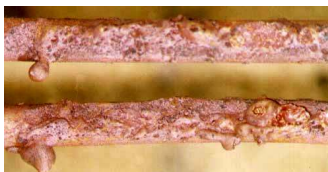


그림 24. 과전류에 의해 두 전선 간에 절연이 파괴 형성된 단락흔



그림 25. 반단선에 의한 발화 예



그림 26. 부식으로 단면적이 감소, 국부적 발열로 용단된 형태

이때 단락흔의 형상으로 전원 측과 부하 측을 구분할 수가 있는데 전원 측의 용융방울은 형태가 크게 나타난다. 또한 누전과 같이 접지된 금속과 단락이 일어나는 경우 동선에는 용융방울이 맺히는 것이 아니라 움푹 패여 나간 형태를 만든다.



그림 27. 단락으로 용융된 부분에 형성된 돌기



그림 28. 고정구에 의해 피복이 손상되어 발화



그림 29. 연결부분이 부식으로 가늘어져 용단된 형태

3) 과전류에 의한 전기배선기구에서의 발화

비닐절연피복의 전선인 경우 통전시켜 실온보다 60 ℃ 상승 시의 전류를 허용전류로 하는데 이는 우리나라 여름철의 최고온도를 30 ℃로 보고 비닐피복의 열변형 온도를 90 ℃로 보아 설정한 값으로 이해되며, 허용전류 이하라고 하더라도 사용처의 온도가 높은 곳이거나 단열되어 열이 축적될 경우에는 절연체가 열변형되어 합선되며 발화되게 된다. 통상 과전류에 의한 발화는 규격상 허용전류보다 큰 전류를 흐르게 하여 일어나는 것이 아니라 사용상의 방열차단, 고온에서의 사용이나, 반단선, 부식 등 단면적 감소로 인해 국부적으로 과전류에 의한 발열로 발화하는 것이며, 잔해에서 나타나는 특징은 공히 단락부분이 흑색으로 착색되는데, 이는 먼저 전선이 고온상태가 되고, 이 때문에 피복이 손상되기 때문에 피복의 외부보다 동선과 접촉된 부분이 먼저 열손상이 오게 되므로 과전류가 인가된 전선의 잔해는 표면이 검게 탄화되어 외부 화염에 의해 절연피복이 소실되어 합선이 일어난 전선과는 구별되며, 방열차단이나 고온부에서의 경우 단순한 합선형태를 나타내고, 반단선인 경우 사전 단선된 소선이 발견되며, 부식 등에 의한 단면적 감소인 경우 단면에 형성된 단락흔 부분에서 환상인 돌기형태가 나타난다.

4) 합선 및 누전에 의한 발화

합선이나 누전이란 절연피복이 손상되어 일어나는 현상이며, 이 과정은 절연체가 열 변형되거나 마찰 등에 의해 손상이 일어나고 절연성능이 서서히 저하되어 도전로가 형성되고 단락(短絡)이 발생하며, 단락부분에서의 발열로 착화되어 연소가 시작되는데 이는 서서히 진행되게 되며, 착화된 후 연소로 전선이 직접 접촉되어 합선이 일어나면 순간 과전류가 흐르게 되어 차단기가 작동하게 된다. 누전현상도 같은 과정을 거치게 되며, 누전 차단기가 설치되어 있는 경우 한선에서 이러한 현상이 일어나 누전현상이 일어나면 대부분 착화되기 이전에 전원이 차단되어 발화되는 예는 극히 드물지만 합선되는 경우에는 과전류차단기나 누전차단기가 설치되어 있어도 이들의 작동은 착화된 후에 일어나게 되므로 화재는 일어나게 된다.

이러한 과정을 거쳐 발화된 경우 최초로 단락이 일어난 부분은 대부분 절연피복의 손상요인이 있는 즉 고정구나 연결부분, 마찰이 일어날 수 있는 부분에서 일어나게 되며, 단락부분은 외관상 검게 변색되고 단락흔 형태도 일부분이 함몰된 형태, 즉 용융방울 형태가 아닌 패여 나간 형태를 나타낸다.

5) 연결부분에서의 불완전 접촉 발화

전선에서 발화되는 경우 중 피복손상에 의한 합선이나 누전 이외에 연결부분에서 불완전 접촉으로 발화되는 경우가 있다. 현장에서 단락흔이 발견되고 연소기나 가전제품 등에서의 발화 시 나타나는 특징이 발견되지 않을 경우 배선에 대한 검사에서 연소로 인한 절연파괴로 형성된 단락이 아니라 단락 이전에 절연손상을 일으킬 수 있는 요인이 있는가를 조사하여 가능성을 검토하여야 한다.



그림 30. 고정시켰던 부분에서 철의 부식으로 피복이 손상되어 누전된 형태



그림 31. 연결부분에서의 발열로 열변형된 코드



그림 32. 동파방지용 히터와 전원코드를 꼬아 연결시킨 상태

실제로 전선에서 전기적 발열로 발화된 경우 단락이 형성된 부분에서 부하측으로 근접된 부분에 발화원인이 존재하게 되는데 부하 측의 최초 발열 발화된 부분은 분리되어 소화 시의 살수 등에 의하여 유실되기가 쉬우므로 증거의 수집에 주의가 필요하다. 전선과 전선의 연결부분에서 불완전 접촉으로 발화되는 경우는 단락부분의 형태가 꼬아진 형태이거나 뭉쳐져 있고 부식되거나 흑색으로 변색되어있고 인위적으로 만들어지지 않는 특이한 발열흔적이 남게 된다.



그림 33. 코드의 연결부분에서 발열로 피복이 열변형되고 인접한 전선 사이에서 트래킹으로 하층 발화된 형태

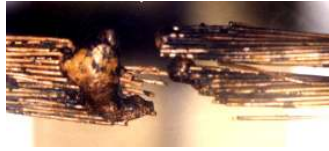


그림 34. 단락현 전원측과 부하측 형태

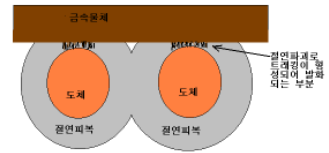


그림 35. 전선의 절연피복이 금속물체에 의해 손상되어 발화되는 과정

6) 배선기구에서의 발화

배선기구란 콘센트, 플러그, 차단기, 스위치, 로켓, 콘넥타, 터미널 등 용도가 연결시키는데 사용하는 것으로 종류, 형태 등이 매우 다양하다. 이들은 전선과 단자를 연결시키는 부분과 단자와 단자를 연결시키는 부분(접점)으로 되어 있으며, 단자들은 공기 중에 노출되어 있어 연결부분에서의 불완전 접촉 발열과 접점에서의 스파크에 의해 형성되는 아산화동이 접촉저항을 증가시켜 발열되거나 노출된 단자 사이에 습기 등 이물질의 삽입에 의해 도전로(트래킹)가 형성되고 절연체가 탄화되어 흑연화되는 현상(그라화이트)이 일어나는 등 발화위험성이 가장 높은 부분이다.



그림 36. 차단기 입력단자 부분에 형성된 단락현



그림 37. 차단기 입력단자 부분의 불완전 접촉 발열로 용융된 형태



그림 38. 차단기 출력측 단자 부분에 형성된 불완전 접촉발열현

(1) 불완전접촉

이상적인 연결은 접촉저항이 '0'이어야 하지만 접촉 부분은 처음에는 접촉저항이 거의 '0'이지만 공기 중에 노출되어 있고 사용 중의 온도차이 등에 따라 접촉저항이 증가하게 마련이다. 특히 나사 조임부는 과도한 조임으로 조직이 손상되기도 하고 덜 조여 처음부터 접촉저항이 형성되기도

하지만 나사부분에 사용하게 되어 있는 스프링 와샤를 사용하지 않아 나사가 풀려 접촉저항이 증가하게 되어 발열이 일어나 발화하게 된다. 콘센트와 플러그 사이의 밀착접촉은 콘센트단자의 탄성으로 지지하지만 재질의 탄성이 낮은 재료를 사용하거나 기기의 스위치를 켜놓은 상태에서 콘센트에 플러그를 삽입하여 접촉 순간 발생하는 스파크에 의해 아산화동이 형성되어 접촉저항이 증가하게 되고 이로 인한 발열로 콘센트단자의 탄성이 소멸되기도 하며, 이 때문에 발생하는 발열로 발화하기도 한다. 현장의 발화부에서 단락흔이 있는 전원코드가 발견되면 이를 확인하기 위해 단자의 수거가 필수적이거나 대부분 단자근접부분에서 2차로 단락이 일어나고 지지하고 있던 절연체가 소실되어 도막으로 남게 되어 유실되기 쉬우므로 현장감식 시 발화부분의 잔해를 세심히 관찰하여야만 한다. 또한 스위치 접점부분에서 불완전 접촉으로 발열 발화되기도 하는데 이는 단자부분에 형성된 발열흔적으로 확인한다.



그림 39. 콘센트 접점에서의 불완전 접촉발열 형태



그림 40. 플러그단자에 형성된 트래킹에 의한 변형형태

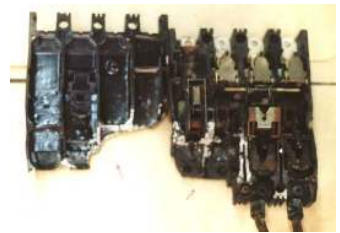


그림 41. 트래킹이 발전하여 흑연화(그라화이트)된 차단기

(2) 트래킹

코드 사이의 절연피복이 금속물체에 손상되어 근접되면 절연성능이 떨어져 미세한 단락이 일어나 부분적으로 도전로가 형성되면 흐르는 전류에 의해 절연체가 탄화되어 더더욱 도전로를 통해 흐르는 전류가 증가하여 결국 착화하게 되거나 노출된 단자 사이에 습기 등 이물질에 의해 절연성이 감소되어 도전로가 형성되어 발화하기도 한다. 합선에 의한 발화나 그라파이트에 앞서 일어나는 현상으로 특히 플러그단자, 스위치단자, 콘센트 단자 등은 연소되어도 직접 접촉되지 않기 때문에 단락흔이 존재한다면 트래킹에 의한 것으로 볼 수 있다.

(3) 그라파이트

차단기 내부에서 트래킹이나 불완전접촉으로 발열이 되면 유기질인 절연체가 탄화되는 과정에서 도체인 흑연으로 변하는 현상이 일어나는데 특징은 국부적으로 회화되고 단자부분에서는 불완전 접촉에 의한 발열흔적이 용융형태로 나타나지 않고 변색되는 정도이고, 남은 탄화된 절연체가 도체로 변해있는 것을 볼 수 있다.

3. 전기제품에서의 발화

1) 전기제품과 화재

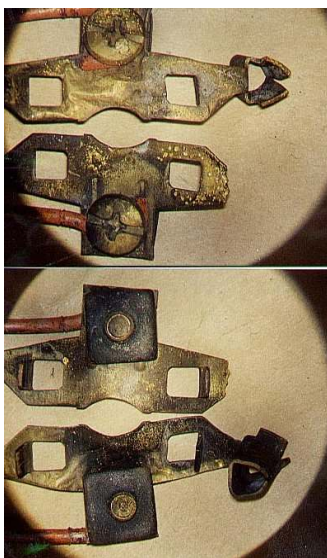


그림 42. 멀티콘센트 부분에 형성된 불완전 접촉 발열흔



그림 43. 냉장고 제상타이머 스위치 단자에 형성된 불완전 접촉 발열흔

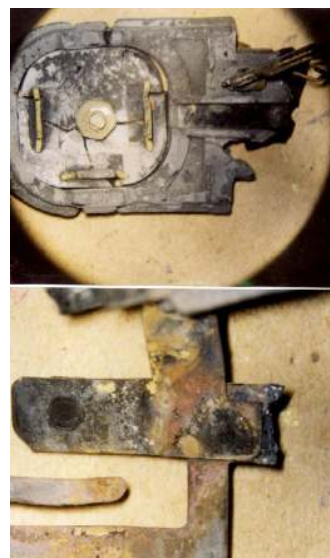


그림 44. 냉장고 콤프레셔 과열보호장치 단자 발열흔

전기전자 제품은 기본적인 2가지 작용 즉 발열 작용하는 저항, 자기 작용하는 코일, 이들을 컨트롤 할 수 있는 2가지 부품 즉 콘덴서와 반도체가 기본부품이며, 이들을 연결하는 배선 및 배선기구로 되어있다. 단순히 저항체로만 되어있는 히터 류, 코일로만 되어있는 트랜스, 코일과 콘덴서로 되어있는 모터, 이러한 장치 모두가 결합된 냉장고, 세탁기 등 대부분

의 전자제품은 4가지 소자와 이들을 연결하는 전선, 스위치, 콘넥타 등 배선기구로 구성되어 있다.

2) 전기전자제품의 기본부품

(1) 저항(발열)체

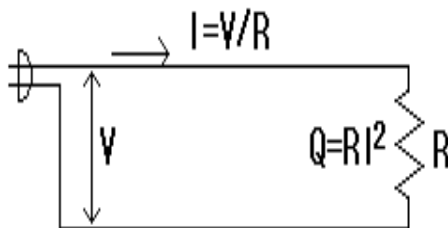


그림 45. 히터의 회로

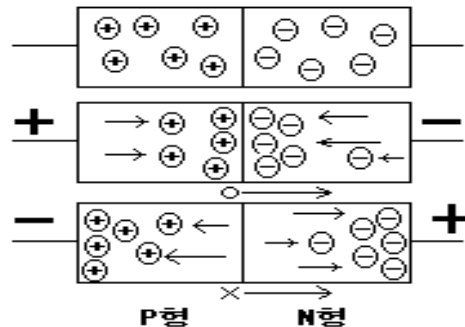


그림 46. 반도체 원리



그림 47. 전기히터의 연소형태



그림 48. 가연물접촉 발화된 예



그림 49. 히터의 직물 접촉흔

저항(resistance)은 전기의 흐름을 방해하는 것에 의해 발열하게 되는데 전압(V)과 전류(I) 및 저항(R) 사이에는 $V=IR$ 의 관계가 있어 $I=V/R$ 에서 일정전압 V 에 대하여 I 를 제어하며, 흐르는 I 에 대하여 $Q=RI^2$ 의 발열을 하게 된다.

저항은 도체 고유한 비저항(ρ)과 길이(ℓ)에 비례하고 단면적(A)에 반비례[$R=\rho(\ell/A)$]한다. 모든 물질은 저항을 가지고 있고, 모든 제품은 저항을 포함하고 있으며, 이에 의해 발열하고 발열은 방열로 어느 정도 온도를 유지하게 된다. 방열은 복사, 열전달, 열전도로 이루어지며, 발열과 방열이 평형상태를 이루게 되면 어떤 온도를 유지하게 되는데 방열을 차단하면 온도가 올라가고 그 온도가 자신을 변형시키거나 자신 또는 인접한

가연물을 연소시킬 수 있을 때 발화하게 된다. 작은 발열이라도 축적되면 (단열로 방열이 차단되면) 온도는 상승하게 되고 결국 발화하게 되는 것이다.

(2) 코일 ; 인дук탄스(L ; inductance[H])

코일에 전압 $v = V_m \sin \omega t$ 를 걸어주면 $e = L (\Delta i / \Delta t)$ 의 역기전력 발생, 마치 저항이 연결된 것과 같이 전류 흐름을 방해한다. 실효값으로 계산하여

$V = (2\pi f L) I = (x_L) I$, $x_L = 2\pi f L$; 유도리액탄스(induction reactance)[Ω]가 되며, L 은 코일의 고유한 값이다. f 가 0이면 x_L 이 0이 되어 저항을 갖지 않아 직류는 잘 통하게 되지만 교류에서는 저항을 갖고 전류가 흐르면 발열한다.

(3) 콘덴서(condenser)

콘덴서에 전압 $v = V_m \sin \omega t$ 를 걸어주면 $q = C v = C V_m \sin \omega t$ 의 전하가 축적.

전류 $I = \Delta q / \Delta t = 4\pi f C V_m$ 실효치로 계산하여

$V = \{1 / (2\pi f C)\} I = (x_C) I$, $x_C = 1 / (2\pi f C)$ 용량리액탄스(capacity reactance)[Ω]가 되며, f 가 0(직류)이면 x_C 는 ∞ 가 되어 전류는 흐르지 않는다. 반면 f 가 0이 아니면(교류) $x_C \neq 0$ 이 되어 전류가 흐르게 된다. 즉 콘덴서는 직류에서는 전류가 흐르지 않고, 교류에서는 전류(전기)가 잘 흐른(통한)다. $x_C = 1 / (2\pi f C)$ 에서 f 는 60(우리나라 상용전기)이며, C 가 크면 클수록 x_C 는 작은 값을 가지게 되어 큰 값의 전류를 흐르게 할 수 있고, C 가 작으면 작을수록 x_C 는 큰 값을 가지게 되어 작은 값의 전류밖에 흐르지 못한다.

(4) 반도체(semiconductor, diode)

4가 원소에 5가 원소를 혼합시키면 자유전자 1개가 남는 n-반도체가 되며, 4가 원소에 3가 원소를 혼합시키면 전자부족(hole)상태 1개가 되는 p-반도체가 된다. 이들을 접합시키면 한쪽방향으로만 전류가 흐를 수 있고 반대방향으로는 전류가 흐르지 못하는 diode가 된다. 이들을 3개 또는 4개, 접합시켜 트랜지스터, 집적회로 등을 만들 수 있다.

3) 저항체(전열기)에서의 발화

전기 제품 중에서 단순히 발열작용만을 이용하는 것을 전열기라고 한다. 또한 전기에너지를 빛으로 변화시키는 것도 저항체이다. 저항체는 인가된 전압이 일정할 경우 자기저항에 의하여 흐르는 전류를 제어하므로 자체 이상으로는 발화되지 않으며, 발화되는 경우는 고전압인가로 과열되는 경우, 저발열(저온상태)인 부품에서 단열로 열이 축적되거나, 고발열(고온상태)인 부품에 가연물이 접촉되는 경우이다. 전열기는 발화와 관련하여 분류하면 고온용, 중온용, 저온용으로 구분할 수 있다.

(1) 고온용 히터

가연물이 직접 접촉하면 즉시 착화하는 전기히터 종류인 전기곤로, 전기히터, 백열전구, 적외선 전등 등을 말하며, 이를 포함한 전기제품은 모두 불연재로 이루어져 있거나 발열체와 가연성 재료가 단열재에 의해 격리되어있다. 또한 이들의 특징은 대부분 온도조절장치나 퓨즈가 필요 없어 내장되어 있지 않으며, 스위치만 연결되어 있을 뿐이고 전원코드 또한 석면코드 등 불연성으로 되어있다. 고온용 히터에서의 발화는 가연물 접촉이나 근접으로 일어난다. 가연물의 접촉이나 근접되어 화재로 발전한 경우 나타나는 특징은 최초 연소부위(발화부)가 유염착화에 의한 연소형태를 나타내며, 발화부에서 심하게 연소된 전기히터 잔해가 발견되게 될 것이다. 고온용 히터에서 발화된 경우 히터 잔해의 특징은 아래와 같다.



그림 50. 가연물이 접촉출화된 예



그림 51. 전원코드(석면코드)와 철재몸체 간의 단락흔



그림 52. 히터의 석면전원코드가 금속몸체와 접촉 절연이 파괴되어 단락이 발생하여 주변의 먼지 등 가연물에 착화

- 가) 몸체가 다른 철제제품에 비하여 적색으로 산화된 형태를 나타낸다.
- 나) 고온용 히터의 전원코드는 연소되어도 단락흔이 형성되지 않게 된다.
- 다) 고온부인 몸체나 발열체 부분에 가연물 접촉흔적이 나타난다.
- 라) 히터 선이 수 도막으로 용융 절단되기도 한다.

마) 고온용 히터에서의 발화는 주변에는 먼지, 가연성 가스, 또는 근접되어 가연물이 존재한 상태에서만 발화되므로 검사 시에는 불완전 접촉 등에 의한 발열흔적이나 단락흔을 확인하고 연소확대가 가능한가를 확인하여 발화 여부를 판단한다.



그림 53. 무대조명등 발화시형



그림 54. 소켓부분 발화형태

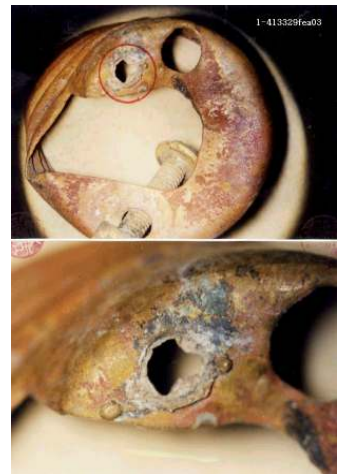


그림 55. 전구소켓단자 발열흔

(2) 조명등에서의 발화

가) 전구에서의 발화



그림 56. 콘덴서의 열화로 단락된 형태

전구는 전기에너지를 빛에너지로 변화시키는 것으로 고온부인 전구부분, 불연재인 소켓부분, 가연성인 전원코드로 구성되어 있다. 전구는 고온체이므로 자체가 가연물에 쌓여 있으면 착화되게 되며, 또한 소켓의 접촉부분에서 불완전 접촉이 일어나면 불완전 접촉개소에서 국부적 발열로 소켓이 탄화되거나 흑연화되기도 하며, 전원코드부분으로 열이 전달되어 코드부분에서 합선이 일어나게 된다. 전구가 켜져 있는 상태에서 전구부분에 가연물이 접촉되면 전구는 팽창하게 되며, 연소과정에서 전구가 파손되어 필라멘트가 공기 중에 노출 타게 되므로 이때의 필라멘트 형상은 노후에 의한 용단, 단순 파손 후 절단과는 상이한 형태를 나타낸다.

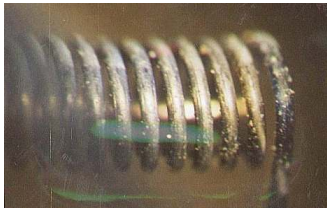


그림 57. 발화되지 않은 전구 필라멘트



그림 58. 전구 필라멘트 연소 형태(발화)



그림 59. 안경기와 내부배선 단락흔



그림 60. 형광등 전원코드의 단락흔

감정요점은 전원코드에서 단락 여부 확인(발화부위의 입증), 전원코드와 소켓단자 간의 불완전 접촉 발열흔적, 소켓잔해에서의 발열흔적, 필라멘트 지지선의 단락흔, 필라멘트선의 소손 여부(실제 확인은 용이하지 않음)를 확인하여 발화된 것을 입증한다.

나) 형광등에서의 발화



그림 61. 형광등 안정기과열형태

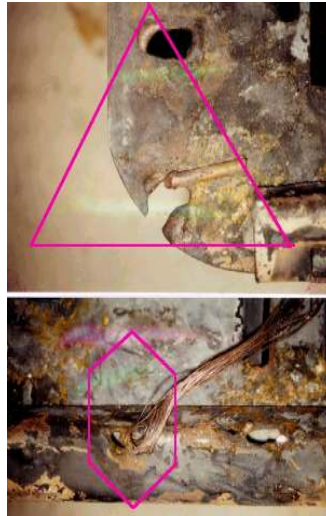


그림 62. 형광등 케이스의 단락흔



그림 63. 안정기코일에 형성된 단락흔

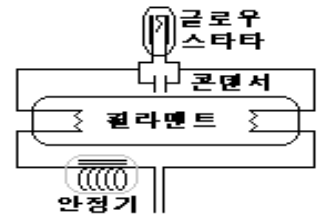


그림 64. 형광등회로

형광등은 전구와 같이 전기에너지를 광에너지로 변환시키는 것으로 고온부가 없는 것이 특징이다. 그러나 전원을 인가하면 안정기가 발열하게 되며, 안정기가 과열되면 내부 및 전원코드의 절연이 파괴되며 단락이 일어나 배선기구에서와 같은 기구로 발화하게 된다. 안정기는 흐르는 교류 전류에 의해 발열하게 되며, 안정기가 과열된다고 하는 것은 콘덴서가 절연열화 등에 의하여 합선이 되거나 글로우스타터의 내부 바이메탈이 열화되거나 접점이 용착되어 합선이 되는 것에 의하여 지속적으로 초기 점화시의 전류가 지속적으로 인가되어 과열하게 되는 것이다. 형광등 자체에서 발화되는 경우 안정기의 과열흔적과 내부배선에서의 단락흔이 나타나게 된다. 또한 내부배선이나 형광구, 글로우스타터, 안정기 등 소자와 배선의 연결단자 등에서의 불완전접촉, 배선 고정구 부분에서의 절연피복 손상, 연결부분에서의 부식발열 등에 의해서도 발화하게 된다. 안정기의 과열로 발화된 경우 다른 것에 비하여 심하게 소손되며, 내부 권선에서 단락흔이 식별되기도 하나 대부분 권선에서의 단락흔 형성 이전에 배선상에서 절연피복 손상으로 착화되어 연소되므로 권선에서 단락흔이 식별되지 않는다. 이러한 경우 안정기의 비교를 통해 안정기과열(즉 글로우스타

터 이상)인지 배선상의 문제인지를 분명히 한다. 안정기 과열 여부의 판정은 상대적으로 심한 연소와 이에 의한 변색, 연결 코드에서의 단락흔으로 판정하여야 하는데 심한 연소로 연결 코드가 소실된 경우 내부 권선에서 단락흔이 식별되지 않으면 판정이 모호한 경우가 많다.

(3) 중온용 히터

커피포트, 전기다리미, 전기 프라이팬과 같이 정상상태에서 고온부가 임의의 설정온도 이상으로 온도가 상승하지 않게 온도조절장치가 내장되어 있는 것으로 설정온도가 가연물이 장시간 접촉되어 있으면 착화될 수 있는 히터로 고온부는 불연재로 되어있으나 저온부는 가연물로 되어있으며, 내부에 온도를 조절할 수 있는 장치가 내장되어 있다. 이들에서의 출화는 가연물이 직접 접촉되어 장시간 방치하거나 온도조절장치의 이상으로 과열되는 경우, 배선상의 이상(반단선, 트래킹, 불완전접촉, 흑연화 현상)으로 발화된다. 중온용 히터에서 발화된 경우 그 잔해에서 나타나는 특징은 외관상 고온용 히터에서와 같이 고온으로 인한 적색으로의 부식형태, 가연물의 융착 형태, 전원코드 단락형태로 나타나며, 온도조절장치의 고장이 원인이거나 가연물의 장기간 접촉에 의한 것이므로 이들에 의한 경우 나타나는 특징을 관찰하여 결정한다. 온도조절장치의 고장에 의한 경우는 단자부분에서 융착 또는 접촉상태에서 연소된 흔적이 남게 되며, 수리를 잘못하였거나 오결선 상태에서도 발생하게 되므로 발화된 원인이 자체 이상에 의한 것인지, 사용상의 잘못으로 가연물이 접촉되어 발화된 것인지, 수리불량에 의한 것인지, 설치불량인지를 분명히 할 필요가 있다.

가) 전기밥솥

전기밥솥은 씨즈히터(열판)와 보온용 히터, 온도조절장치로 구성되어 있으며, 씨즈히터의 과열은 내장된 온도퓨즈 이상으로 씨즈히터가 과열되거나 내부 및 외부(전원코드) 배선상에서의 절연손상, 접촉불량에 의한 국부적 발열로 발화하게 되며 이때 나타나는 특징은 다음과 같다.



그림 65. 전기밥솥 히터의 과열 형태

(가) 발화부위의 연소형태가 무염착화 연소형태와 비슷한 형태를 나타낸다.

(나) 전원코드에서 단락흔이 식별된다.

(다) 열판이 내장된 히터선을 따라 용융된다. 내장된 온도퓨즈가 이상인 경우에 나타나는 것으로 발화원인은 내장된 온도퓨즈 이상이며, 온도퓨즈의 이상은 부품불량이 원인이며, 간혹 수리불량(정상품으로 교체되지 않은 경우)이 있다.

(라) 전원퓨즈가 과전류 용단상태이며, 내부배선에서 단락흔이 식별된다.

(마) 컨트롤 부분에서 불완전접촉, 콘덴서열화, 반도체 부품 단락으로 출화되기도 하며, 전원코드의 압축손상, 반단선, 릴코드 접점에서의 불완전 접촉 등에 의해 발화되기도 한다.



그림 66. 온도퓨즈 내부구조

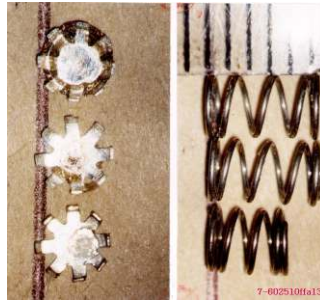


그림 67. 온도퓨즈 내부 스프링의 비교



그림 68. 회전식 접촉단자의 발열흔

나) 전기다리미

전기다리미에서 발화되는 경우는 모두 가연물이 접촉된 상태에서 장시간 방치하는 경우이며, 이때 발화부의 연소형태는 무염착화 연소형태가 된다. 다리미에서 가연물이 접촉되어 발화된 경우 나타나는 특징은 다리미 자체가 금속이므로 붉은 색으로 부식되며, 고온상태인 열판에 가연물이 접촉 연소된 상태가 된다.

다) 향온수조 류

향온수조는 커피포트, 전기온수기 등을 말하며, 이들은 모두 물 또는 기타 액체를 가열하는 것으로 100 ℃ 정도의 온도 조절장치가 내장되어 있

으나 외피, 전원코드 등은 모두가 가연성으로 되어 있다. 따라서 온도조절기 고장이나 공용기 가열(물이 없이 가열되는 경우) 시 발화하게 된다. 이러한 히터에서 발화되는 경우는 모두가 온도조절기 고장으로 가열이 지속되고, 내부의 물이 완전히 말라버린 후에도 지속적으로 가

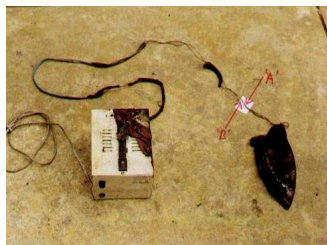


그림 69. 발화부에서 발견된 다리미



그림 71. 다리미 전원코드의 단락흔



그림 70. 발열 중인 다리미에 가연물이 접촉되어 발화된 형태



그림 72. 다리미에 장착된 바이메탈 방식의 온도조절기

열이 되어 발화하는 것이므로 이러한 경우 나타나는 특징으로는 물이 증발하며, 수조 바닥 벽 부분에 수위에 의한 환상무늬가 나타나며, 내부배선 단락, 퓨즈 과전류용단, 전원코드 단락 등 외관상 특징이 관찰된다. 또한 이러한 수



그림 73. 퓨즈 과전류용단형태

조의 온도조절장치는 정상상태인데 센서 부분이 부적절하게 장착되어 과열되는 경우 즉 온도센서는 수온에 의해 작동토록 되어있으나 물이 부족한 상태가 되어 센서가 물 밖으로 노출된다거나 하여 과열 출화되기도 한다. 온도조절기는 2종이 사용되고 있으며, 각각의 특징은 다음과 같다.

(가) 바이메탈방식의 온도조절기 ; 금속의 온도팽창계수 차이를 이용한 것으로 이의 고장은 대부분 접점의 용착으로 일어난다. 따라서 연소된 잔해의 온도조절장치 접점부분을 현미경으로 관찰하여 판단한다.

(나) 유체팽창식의 온도조절기 ; 밀폐된 지시부(부르돈관), 감온부, 도관으로 구성되어 있으며, 이의 고장은 미세한 구멍이 생겨 내압이 빠져나가는 경우이므로 쉽게 판단할 수 있다. 즉 정상적인 경우에는 연소로 인한 과팽창으로 파열된다. 그러나 미세한 구멍이 생겨 내압이 빠져나간 경우,

빠져나갈 수 있는 경우에는 연소되어도 외관상 원형을 유지하고 있다. 따라서 수조가 과열되어 출화된 경우 온도조절기의 지시부인 부르돈관이나 감온부가 원형을 유지하고 있으면 온도조절기의 이상으로 발화된 것이며, 온도조절기가 내압에 의하여 과열된 형상이면 온도조절기는 이상이 없는 것이며, 반면 설치상의 문제로 과열된 것으로 보아야 한다.

(4) 저온용 히터

전기방석, 전기판넬, 전기모포, 동파방지용 히터와 같이 극히 낮은 온도로 사용되는 히터를 말하며, 이의 특징은 대부분 가연물로 구성되어 있고 특히 발열체와 가연물이 접촉되어 있으며, 전원코드 또한 가연성인 비닐절연을 사용하고 있다. 이들의 구성은 온도조절기와 히터선으로 구성되어 있으므로 단순하며, 히터와 감온선이 한선으로 이루어져 있다. 이들 저온용히터에서의 발화는 온도조절기의 고장이 원인이며, 간혹 국부적 과열로 발화되기도 한다. 국부적 과열이란 과도한 접힘에 의해 발열체내 히터가 반단선되어 일어나는 것이다. 외관상 나타나는 특징은 전원코드에서의 단락, 온도조절기 내부에 장착된 퓨즈의 과전류 용단, 히터의 잔해에서의 2개 이상 과전류 용단 형태, 타다 남은 부분에서 히터선 부분의 탄화흔 형태로 나타난다. 또한 난방용으로 사용되는 전기방석, 전기장판이나 모포는 전원코드가 발열체에 직접 닿은 상태로 사용하여 전원코드 절연피복이 손상 합선으로 발화하기도 한다.

가) 전기온돌판넬

최근 전기온돌을 사용하는 경향이 증가하고 있다. 전기온돌은 기본구조



그림 74. 온도조절기 형태



그림 75. 팽창부 형태(미변형)



그림 76. 팽창부 형태(변형)



그림 77. 부르돈관 파손

가 보온재 내부에 히터가 들어가 있고 온도조절기가 연결되어 있으며, 온도조절기는 유체팽창식을 사용하고 있다. 온도조절기가 고장이거나 온도조절기의 설치위치 불량으로 과열 발화하며, 특히 큰 전류가 흐르기 때문에 연결전선 및 배선기구에서의 불완전 접촉 등에 의하여 발화되는 경우가 많다. 온도조절기의 이상이나 설치위치 불량으로 과열되는 경우 히터선

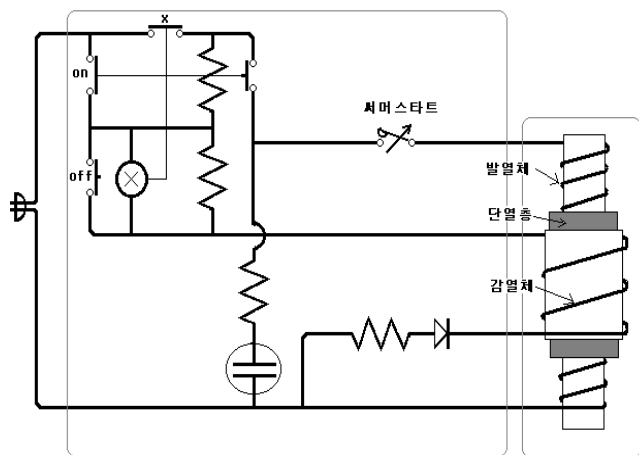


그림 78. 전기모포 회로도

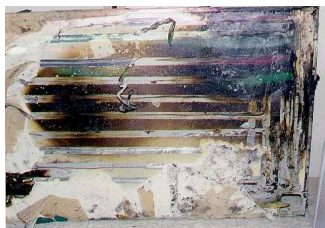


그림 79. 과열된 전기온돌판넬



그림 80. 변사자 등판에 나타나 있는 전기방석 열선흔적

을 따라 연소된 형태가 나타난다. 온도조절기는 이상이 없으나 설치위치가 잘못된 경우는 온돌판넬이 넓은 공간에 설치되고 감온부가 설치된 부분이 온돌판넬 전체의 온도를 대표할 수 있는 곳에 설치되지 않거나 설치되어도 열이 잘 빼앗길 수 있는 위치 즉 금속창틀과 접촉된 부분이나 외부 유입공기가 직접 접촉될 수 있는 부분, 수도파이프와 같은 매설물과 근접된 부분에 위치하게 되는 경우 온도조절기가 감지하는 것은 판넬 내부온도보다 낮게 감지되어 판넬 내부가 과열 발화되기도 한다. 이때의 온도조절기는 내압에 의한 과열형태를 나타내게 된다.

나) 전기장판, 모포, 담요

전기장판, 모포나 담요 같은 저온용 히터는 대부분 감온체에 의하여 온도를 제어하게 되며, 온도 제어부에는 발열저항에 의한 과열안전장치 또는 바이메탈방식, 온도퓨즈 등에 의한 과열안전장치가 내장되어 있다. 과

열되는 경우는 온도 콘트롤러가 이상인 경우이며, 간혹 발열체의 반단선 등에 의한 국부적 과열로 착화하게 된다. 잔해에서 나타나는 특징은 전원 코드에서의 단락흔, 내장 퓨즈의 용단, 발열체 및 감열체의 용단형태로 나타난다. 전기방식과 같이 소형인 경우 직접 열선을 이용하는 경우도 있다. 이들 잔해에서 나타나는 특징은 열선이 수 도막으로 용단된다. 이는 공기와 차단된 가연물 속에서 아크방전 현상이 일어나기 때문이다. 즉 한 부분이 단선되면 회로가 차단되어 발열이 중지되어야 하나 지속적인 발열이 일어나 히터선이 여러 도막으로 용단된다.

다) 동파방지용 히터

난방이나 급수배관의 동파방지를 위해 히터를 단열재 내부에 설치하게 된다. 동파방지용 히터는 그 자체가 과열되어 발화하지는 않지만 히터선과 전원코드의 결선 불량으로 발화하게 된다. 대부분의 히터선 연결방식이 내부 소선을 꼬아 연결하고 테이프로 절연하는 경우 결선부분에서 결루현상으로 습기가 차이게 되고, 공기와의 접촉으로 부식되며, 열선과 전원코드의 팽창계수 차이로 접촉불량이 일어나게 되어 결국 국부적인 발열로 발화하게 된다. 이러한 저온용 히터인 동파방지용 히터의 결선부분에서 발화되는 경우 나타나는 현상은 전원코드를 따라 연속적인 단락형태가 나타나게 되며, 전원측으로부터 가장 먼 최단 부하측 결선부분에서 발열에 의한 결선부분의 잔해를 찾을 수 있다. 발화된 결선부분의 형태는 일부 소선이 용융되며, 일부분이 패어나간 형태를 나타낸다.

4) 코일류(모터)에서의 발화

(1) 종류

모터는 크기, 형태, 종류 등이 천차만별하나 기본원리가 전기에너지를 운동에너지로 변환시키는 것이라는 점에서 동일하며, 선풍기, 환풍기, 세탁기, 에어컨, 냉장고, 믹서, 음향기기, 에레베이타, 전철, 공작기계 등 각종 전기전자제품에 널리 사용되고 있다. 모터(전동기)는 전원종류에 따라 직류모터, 교류모터로 크게 나누고 특히 범용화되고 있는 교류전동기는 유도전동기, 동기전동기, 교류정류자전동기 등이 있다. 유도전동기에는 삼

상유도전동기, 단상유도전동기(분상기동형, 반발기동형, 콘덴서기동형)가 있으며, 동기전동기는 고정자권선에 교류를 통해주어 회전자계를 만들고 중심에 영구자석의 링구를 회전자로 설치한 구조로 전원주파수에 따라 회전속도가 정해지는 특징이 있어, 전기시계, 레코드플레이어, 테이프레코더 등에 사용된다. 교류정류자전동기는 직류전동기에 교류를 연결하여 사용할 수 있도록 한 것으로, 성충철심의 경우 교류 및 직류겸용(유니버설모터)이며, 10000 rpm의 고속운전이 가능하며, 소형으로 큰 출력을 얻을 수 있고, 청소기, 믹서, 면도기, 드릴 등에 이용된다.

(2) 전동기에 의한 발화위험

그 종류만큼이나 다양하며, 어느 것이나 공통적으로 코일에 전류를 흘려 자계를 형성하는 것이므로, 정격(A종 150 % 1분, B종 125 % 2시간, C종 150 % 2시간, D종 300 % 1분) 이상의 전류인가, 권선허용전류(사용 절연성에 따라 주변온도보다 70-80 ℃) 이상의 과전류가 흐르는 경우, 즉 과부하운전이 그 원인이며, 과부하운전에 의한 과열은 이상전압인가, 회전자장애(축수마찰열, 이물질 감김), 냉각저해가 주원인이며, 또한 배선부분의 노후단락, 단자부분의 트래킹현상, 콘덴서의 단락, 삼상유도전동기에서의 일부 권선 단락, 단순 축수 부분의 마찰열 등이 원인이 되어, 자체절연피복 등 가연물이나 인접가연물에 착화 발화하게 된다. 이의 감정 시는 전원의 연결상태를 연결구의 접속상태, 전원코드부분의 단락흔, 내장 퓨즈의 용단상태, 스위치의 상태 등으로 확인하고, 발열개소부분의 연소흔적이나 열변형 흔적, 권선에서의 단락흔 등을 확인하고, 그 구체적 원인 즉 모터의 과열원인이나 축수의 발열, 코드부분의 단락흔이 어떠한 선행요인에 의하여 형성된 것인가를 밝힌다. 선풍기 및 환풍기에서 발화하는 경우는 대부분 과부하에 의한 모터과열이 원인이며, 과부하가 걸리는 경우는 110 V 용에 220 V를 연결하는 등 고전압인가, 날개부분에 커튼 등이 걸린다거나 선풍기 보호망 부분에 빨래 등을 직접 넣어 회전이 방해를 받으면 과열되게 된다. 또한 날개에 손상이 있어 밸런스가 안 맞으면 회전축에 진동이 일어나고, 이로 인하여 회전축이 편향되어 마모되고, 이로 인해 회전축에서 발열이 일어나고, 점점 진행되어 베어링이 융착되어 과부하가

결리게 된다. 따라서 모터에서의 출화 여부의 확인이나 발화 여부의 감정 시에는 전원연결상태 확인, 과열원인이 규명되어야 하며, 또한 일반가정에서 화재 전 과부하 등에 의하여 고장난 것을 방치하는 경우도 있으며, 이를 주장하는 관계인이 있으므로, 화재당시의 전원연결상태나 이에서의 출화로 연소가 확대될 수 있는가를 현장조사나 감식 시 확인하지 않으면 안된다. 특히 환풍기의 경우 지속적 사용으로 인하여 고장 난 것을 그대로 방치한 경우에도 연소진행의 특성상 환풍기 부분이 심하게 연소되는 경우가 있어, 오판의 우려가 있으므로 현장조사 시 주의가 필요하다. 선풍기나 환풍기에서 발화되는 경우 대부분 이 부분으로 건물이나 집기 등 구조물이 도괴되어 묻히는 경우가 대부분이므로 이를 발굴하여야 하며, 발굴 시에는 가능한 한 손상이 일어나지 않아야 정확한 감정이 이루어질 수 있다.



그림 81. 모터 회전축에 나타나 있는 과열흔



그림 82. 모터권선에 나타나 있는 단락흔

5) 전자제품

TV, 오디오, 전자렌지 등 전자제품은 자체 내에 각종 전자부품이 프린트기판이나 코드 등에 의하여 연결되어 있으며, 각 부품의 고장으로 발화되는 경우가 있다. TV는 전기자기 원리를 총합적으로 결합시킨 것으로, 영상수신회로, 색신호재생회로, 동기편향회로, 음성신호회로, 전원회로로 구성되어 있다. 전원회로부분 중 고전압회로 부분의 절연기판이나 부품류가 정전인력에 의하여 먼지 등을 흡착해서 표면저항이 낮아지고, 이로 인한 연면방전의 발생으로 발화하는 경우가 있으며, 동기편향회로나 색신호재생회로의 회로 중 저항, 콘덴서 등의 절연열화, 가변저항기의 접촉불량, 기관의 동박간에서 생기는 스파크 등이 원인이 되어 발화될 위험이 있다.

또한 전원용 스위치의 접점부가 접촉불량을 일으켜 발열 발화하는 경우가 있다. TV에서의 발화 여부 감정 시에는 고전압 부분의 플라이백 트랜스(PLAYBACK TRANS)에 의하여 브라운관의 아노드(ANODE)(20-25 kV)나 포커스(FORCOS)전극 등에 공급하는 고전압(3-4 kV)을 발생시키는 부분의 플라이백 트랜스의 전극이나 방전캡, 기관의 부품부착부분의 전극 간 등에 있어서 먼지 등이 흡착되기 쉽고, 이것이 먼지를 흡착하고 수분이 침투한다거나 하면 연면방전이 일어나 스파크가 발생하고 발화하게 되는데, 이의 증명은 소손파괴 상황이 경미하면 부품류의 탄화상황이나, 고압케이스에 생긴 과열흔적 등의 특징으로부터 발화 여부를 판정한다. 고압회로 이외의 부분으로 발화위험성이 많은 부분으로는 수평편향회로와 수직편향회로, 컨버전스회로 등을 들 수 있다. 이러한 회로부분에서의 발화원인이 되는 것으로는 주로 콘덴서와 저항의 절연열화에 의한 것이며, 콘덴서가 절연열화하여 발화되면 내부 알루미늄박에서 현저한 소손상황이 나타나고, 또 저항류에 의한 경우에는 저항표면이 백색화 된다거나 저항선이 탄화된다거나 한다. 전원용 스위치에 의한 경우, 접점부의 접촉불량에 의한 스파크로 절연재료가 트래킹현상을 일으켜 발열 발화하는 일이 있다.

(1) 세탁기

세탁기는 모터에 의하여 전기에너지를 기계적 에너지로 변환하여 드럼을 회전시키며, 방향전환이나 속도제어, 급배수 등을 자기력에 의하여 조절한다. 세탁기는 물을 사용하는 기기이므로, 물에 의한 배선기구에서의 발화원인 축진, 모터 자체의 과열, 자기력발생부분에서의 고장으로 인한 마찰열 발생 등이 원인이 되어 발화될 위험이 있다. 배선기구에서의 발화 여부 확인이나 모터부분의 과열 등은 전술한 내용과 같은 방법으로 증명하며, 특히 누전이나 단자 간 단락 여부를 확인하고, 고무벨트 부분이 느슨하여 걸돌게 되면, 프리와 벨트 간의 마찰열에 의하여 발화한 경우에는 프리와 벨트 부분에 turning color가 나타나게 된다.

(2) 냉장고

냉장고가 발화하는 경우는 전기배선계통의 절연열화, 접촉불량, 누전 등

에 의한 경우와 콤프레셔 부분의 단자부분이나 과열안전장치 부분에 먼지 등이 쌓여 발화하는 경우가 있다. 콤프레셔 부분에는 과열방지용 써모스탯이 있는데, 이 부분은 자체가 고온으로 발열할 수 있는 부분으로 융착되면 발화될 수 있고, 이 경우 써모스탯 몸체가 회화되며, 인접한 내부전선에서 합선흔이 나타나게 된다. 또한 냉장고에는 냉동실의 성애제거용 히터(L코드)와 수분증발용 히터(TE플레이트)가 내장되어 있어, L코드가 단선되는 경우 TE플레이트의 과열로 단열재에 착화 연소된 경우가 있다. 감정 시에는 전원코드부분의 검사, 내장휴즈의 검사, 내부배선에서의 단락흔검사, 써모스탯 등의 검사를 통해 이를 증명한다. 최근 가스연료의 사용에 따라 가스배선기구에서 가연가스가 누출되어 적정농도 범위에 있는 경우 냉장고의 써모스탯 부분에서 발생하는 스파크가 점화원으로 작용하여 폭발연소를 일으키는 경우가 있다. 가스폭발화재의 경우 냉장고가 점화원으로 작용하였는가를 확인할 필요가 있는 경우가 있는데, 대부분 폭발화재의 경우 붕괴를 수반하며, 2차적 연소 등에 의하여 파손되므로 증거를 확보하기가 용이하지 않으나, 냉장고가 연소되지 않는 경우 써모스탯 내부에서 그을음 등이 식별되기도 하며, 동 부분을 중심으로 풍압이 작용한 흔적이 발견되는 경우가 있다.



그림 83. 냉장고의 연소형태

4. 정전기에 의한 (폭발)화재

1) 정전기

정전기는 두 개의 물체 간 마찰에 의하여 물체의 경계면에서 전하의 이동이 일어나기 때문에 발생하는 전기이다. 이러한 물체 중 한 쪽 또는 쌍방이 절연물이지만 혹은 상호 절연된 상태에 있으면 발생된 전하가 누설되기 어려울수록 발생된 전하가 점차 축적되어 수천 볼트 이상인 고전위

로 대전되는 일이 있다. 그렇기 때문에 여러 가지 장애나 재해의 원인이 된다가나, 화화방전을 일으켜 가연성가스 등의 착화원이 되어 폭발화재를 일으키는 일이 있다. 또 정적의 발생기구에 대해서는 완전 해석되지 않은 면도 많지만, 재해방지 등의 입장에서 상당한 연구가 이루어지고 있다. 정전기의 에너지는 작아서 그 화화방전에 의하여 고체 가연물에 직접 착화되지는 않으나, 가연성가스, 인화성액체증기, 분진 등은 착화되는 것으로 알려져 있고, 이러한 현상에 의하여 화재가 발생된 예는 많다.

2) 발생위험

(1) 액체의 유동, 각반 등에 의한 대전

석유등의 가연성액체류는 착화위험성이 클 뿐만 아니라, 절연성이 양호하여 대전되기 쉬워 유동, 통과, 각반, 혼합 등의 작업 시 정전기에 의한 방전화화 발생으로 폭발화재를 일으키게 된다.

(2) 고체의 마찰 박리에 의한 대전

플라스틱, 고무, 화학섬유 등은 절연성이 양호하고 대전되기 쉽기 때문에 마찰이나 박리 등에 의하여 정전기가 발생되기 쉽다. 이런 종류의 대전은 고무공장이나 인쇄공장에서 재료가 롤러 사이를 통과한다거나 할 때 발생되기 쉽고, 특히 가연성 용제 등을 사용하고 있는 공장에서는 정전기에서 발생하는 화화방전에 의하여 용제증기에 착화 폭발화재를 일으키는 일이 있다.

(3) 고압가스의 분출에 의한 대전

대부분 순수한 가스라면 고속도로 분출된다고 해도 대전되는 일은 없지만, 분출가스 중에 안개와 같은 기름방울, 녹 등의 고체입자가 혼입되어 있으면 현저하게 대전되는 일이 있다.

(4) 분체입자의 마찰에 의한 대전

분체가 공기와 함께 파이프나 덕트 내를 통과할 때 대전되어 정전기가 발생하고 분진폭발을 일으키는 일이 있다.

(5) 인체대전

인체는 전기적으로 도체이지만 절연성이 좋은 복장을 입고 있어 플라스

텍 타일이나 카페트 위를 걸어다닌다거나 의복을 입고 벗을 때 정전기가 발생해서 인체에 대전하는 일이 있다. 이러한 인체가 금속도체 등에 접촉하면 화화방전을 발생시키는 일이 있고, 주위에 가연성가스나 인화성 액체증기가 존재하면 이것에 착화되는 일이 있다.

3) 감정의 요점

(1) 정전기 발생가능성 : 대전성 물질의 사용상황이나 작업내용 등으로부터 정전기의 발생가능성에 대해서 검토한다.

(2) 가연성가스의 유무 : 가연성가스, 인화성액체증기 혹은 분진 등 착화대상물의 유무 및 이러한 가연물의 폭발성 혼합기의 형성상황을 확인한다.

(3) 접지 등 제전대책의 상황 : 접지상황, 제전대책의 유무 등에 대하여 조사한다.

(4) 기상조건 : 정전기는 습도가 낮을수록 발생되기 쉬운 성질이 있으므로 출화 당시의 기상조건에 대하여 조사한다.

(5) 정전기 이외의 착화원의 유무: 정전기의 불꽃방전 이외의 착화원은 없는가 확인한다.

예 1. 탱크로리에 급유 중 대전 : 가솔린 저장탱크로부터 파이프를 급유할 때 탱크로리의 대전전위를 측정하면 1000볼트 이상이 된다는 실험 결과가 보고된바 있다.

예 2. 고압가스 분출에 따른 대전 : 프로필렌가스를 사용하여 분출 대전 실험 시 가스상의 분출에서는 대부분 대전현상이 나타나지 않으나, 무상(霧狀)으로 분출시키고, 내부에 고체입자를 혼입시킨 경우, 대전현상이 현저하게 나타나며, 방전에 의하여 분출가스에 착화된 실험 예가 있다. 순수 프로필렌가스를 고압 분출시킬 때에는 대전되지 않지만, 액상과 카본분말 혼합물질을 약 13 kg/cm^2 의 압력으로 분출시켰을 때 -20 kV , 액상과 물이나 철분의 혼합물을 약 11.3 kg/cm^2 압력으로 분출 시 14 kV 까지 대전되었다.

예 3. 폴리머합성수지 탱크 급유 중 폭발 : 주유소에서 종업원이 드럼통 으로부터 자동펌프를 사용 금속제 계량통에 옮겨 놓은 가솔린 18리터를 금속제 주유구를 통해 폴리머합성수지로 된 탱크에 급유 중 주유구로부터 돌연 발화된 사건은 가솔린의 급유 중에 발생한 유동대전, 아니면 폴리머 합성수지통과 작업자의 의복 간 마찰에 의한 대전으로, 주유구에서 화화 방전이 일어나 가솔린 증기에 착화 발화된 경우이다.

예 4. 수소가스가 들어있는 고무풍선 2개를 가지고 승용차에 승차하여 뒷좌석에서 천장부분에 떠있던 풍선과 차내의 내장재 간의 마찰로 대전되어 발생한 정전기의 불꽃방전에 의하여 폭발.

VI. 차량화재

차량이 주행 중 또는 주차 중 발화하는 예가 있다. 차량이 자체에서 발화하는 경우는 냉각계통의 이상에 의한 엔진과열, 전기배선기구에서의 전기적 발열, 기계적 마찰열에 의한 발화, 사고 등에 의한 연료계통의 파손으로 유출된 연료가 엔진열에 의하여 착화되는 경우가 있다. 최근 들어서 차량에 카폰이나 오디오의 설치, 도난방지장치, 원격시동장치 등 기존설비 이외의 전기설비를 하는 경우 부적절한 전선의 사용 및 설치로 주행 중의 진동이나 엔진 열 등에 의한 절연피복손상으로 합선, 단락, 불완전 접촉 등에 의한 발열로 발화하는 경우가 있으며, 운행 중 회전부분의 기계적 마찰열에 의하여 발화되는 경우도 있다. 차량화재의 감정 시에는 많은 경우가 방화 혹은 사고전력이나 임의변형 등 인적요인이 관계되어 있으므로, 감식 시에는 먼저 발화가 엔진 가동 중이었는지, 정차 중이었는지, 정차 중인 경우, 키의 삽입 여부나 키의 위치, 기어의 위치, 운



그림 84. 차량의 연소상태

전자의 흡연 여부 등의 확인과 출입문의 잠금 상태 등도 확인하여야 하며, 화재발생 전 사고이력이나 정비관계, 개조상태, 화재발생 전 운행상태, 일기 등도 확인할 필요가 있다. 엔진부분에서 발화된 경우, 엔진실을 중심으로 연소확대가 이루어지며, 실내 배선상태에서의 전기적 발열에 의한 경우 전후, 범퍼부분은 타 부위보다 연소상태가 심하지 않다. 실내만이 연소된 경우나 타이어 혹은 범퍼부분을 중심으로 연소된 경우, 외적요인(방화)에 의한 것으로 볼 수 있다. 자체에서의 발화인 경우 배터리를 중심으로 단락흔(대부분 연소에 의하여 형성됨)의 위치와 퓨즈의 상태로 연소진행상황을 추정하고, 최초연소지점에서 식별되는 전선에서의 용융흔이 어떤 경우에 형성될 수 있는가를 고려하여 발화원인을 추정한다. 차량의 경우 자체에 연료 등 인화물질이 있어, 연소상태가 발화부위보다 연료누출개소가 심한 연소상태를 나타내게 되므로, 발화위치의 판정에 주의가 필요하다. 연료통 주변은 내부에서 증기화된 연료 분출로 특히 심하게 연소되며, 마개가 이탈되기도 한다.

차량의 화재는 운행 중 발화 연소되는 경우와 주차 중 발화 연소되는 경우인데 운행 중 발화 연소되는 경우는 사고로 인한 발화, 엔진과열, 브레이크 마찰발화, 적재함에서의 마찰발화, 담배불씨에 의한 착화 연소, 배선에서의 전기적 발화 등이 있고, 주차 중 발화 연소되는 경우는 방화에 의한 연소, 전기배선기구에서의 발화, 미소불씨에 의한 발화, 주유 중 정전기에 의한 발화가 있다. 운행 중 사고로 인한 발화는 사고로 인하여 연료계통이 파손되고 누출된 연료가 엔진 등 고온부에 접촉 발화하는 경우와 전기배선의 손상으로 합선이 일어나며 발화되는 경우이다. 또한 엔진과열에 의한 경우가 있으나 최근에는 엔진과열에 의한 경우가 현저히 감소하였는데 이는 안전장치가 내장되어 있어 특별한 경우 즉 엔진오일이나 연료가 누설되지 않는 한 착화 연소되는 경우는 없다. 운행 중 기계적 마찰열에 의한 발화는 주차브레이크를 걸어놓은 상태에서 장시간 운전하거나 브레이크 이상으로 제동된 상태에서 장시간 운전하여 브레이크가 과열되고 브레이크호스가 손상되며 유출된 오일에 착화 발화되는 경우도 있다. 트럭의 경우 적재불량으로 적재된 목재 등이 지속적인 마찰을 일으켜

발화 연소되는 경우도 있고, 운전자의 담배불씨가 적재함에 날라 들어가 착화 연소한 경우도 있다. 주차 중 연소되는 경우는 방화와 전기배선기구에서의 발화, 담배 불씨, 배기통이나 브레이크 드럼 등 고온부에 가연물이 접촉 발화되는 경우가 있다. 전기배선기구에서의 발화는 대부분이 누전에 의한 발화이며, 누전은 주로 접촉사고 등에 의하여 배선의 절연피복이 손상되거나 자체 절연열화로 절연이 파괴되어 발생하는 것이다.

VII. 화학화재

1. 자연발화와 준자연발화

화재의 종류에는 방화, 실화와 더불어 자연발화가 있다. 기름종이나 석탄을 산적해 놓는다거나 하면, 그 온도가 서서히 상승하여 결국은 자연발화하는 사례가 있다. 자연발화는 광의로 해석하면 인위적인 발화에 의한 것이 아닌 낙뢰에 의한 발화, 바람에 의하여 산림의 나무 간 마찰에 의한 발화 등도 자연발화라고 할 수 있다. 그러나 화재과학에 있어서는 보통 좁은 의미로서의 자연발화로, 어떠한 화원이 없이 자연적으로 발열 발화하는 위험성이 있는 물질에 기인하여 화재에 이르는 것을 말하고 있으며, 물질의 자연발열이나 발화형태로부터 화재에 이르는 원인을 협의의 자연발화와 준자연발화로 대별할 수 있다.

1) 자연발화

물질이 공기 중에서 상온과 같은 비교적 저온도(물질의 발화점보다는 훨씬 낮음)에서 자연적으로 발열하고, 그 열이 축적되어 서서히 온도가 올라가 장시간 후에 결국 발화점까지 도달해서 발화하는 현상

2) 준자연발화

황린을 공기 중에 방치하면 즉시 착화 연소하게 되고, 생식회에 수분이 공급되면 급격히 발열반응을 일으켜, 접촉되어 있는 가연물에 착화하는 일이 있다. 이러한 현상은 장시간에 걸쳐 열의 축적에 의하여 발화점에 도달하는 자연발화 현상과는 다소 차이가 있으며, 인위적인 발화라고 하지 않는다는 점에서는 이러한 발화도 넓은 의미의 자연발화에 포함될 수 있겠지만 여기서는 공기 중에서 화학변화에 의하여 발열하고 비교적 단시간 안에 자연적으로 발화하는 것을 준자연발화로 구분한다. 또 2종 또는 그 이상의 약품이나 일반 가연물이 혼합된다거나 접촉된다거나 하면 발화 또는 폭발을 일으키는 것이 있지만, 이러한 발화는 준자연발화 중에서도 특히 혼합발화 또는 혼촉발화라고 한다.

2. 자연발화에 영향을 주는 제 요인

자연발화성 물질은 공기 중에서 각각의 반응에 의하여 자연적으로 발열하지만 이러한 물질이 실제로 자연발화하기 위해서는 발생된 열이 축적되기 쉬운 상태에 있는 등 환경조건이 충분히 갖추어져 있지 않으면 안 된다. 다음은 물질의 자연발화에 영향을 주는 여러 가지 요인에 대하여 설명하고자 한다.

1) 반응열과 열의 축적

반응열이 많으면 많을수록 자연발화 위험은 높으며, 단열 등에 의한 열 축적 조건이 좋을수록 위험은 증대된다. 통풍은 산소의 공급을 증대하여 반응열의 발생을 증대시킬 수 있으나, 반대로 방열효과를 증대시켜 자연발화 위험을 감소시키게 된다.

2) 공기와의 접촉면적

산화반응물질은 공기와의 접촉면적이 크면 클수록 반응이 활발하여 발열속도가 커지게 되므로, 고체의 경우 분말 또는 박판 섬유상이 되거나

액체의 경우 액상보다는 기상상태가 반응속도가 빠르며, 자연발화될 위험이 증대된다.

3) 온도

산화나 분해 등 화학반응은 온도가 높을수록 급격히 증대된다. 따라서 일단 발열이 시작되면 자체 온도가 점차 상승하고, 이에 따라 점차 반응속도가 커지게 된다. 따라서 초기상태의 온도가 중요하며, 이는 여름철, 햇빛, 난방기구에 의한 주변 온도조건에 따라 발화가능성이 달라진다.

4) 습기

산화나 분해 등의 반응속도를 촉진하는 작용을 하므로 습도가 높을수록 이에 의한 발화위험은 높게 된다.

5) 촉매작용

산이나 알칼리는 셀룰로이드 등의 분해반응을 촉진하며, 금속산화물은 유류 등의 산화반응을 촉진하는 작용이 있어 이런 촉매작용물질이 있는 경우에는 온도를 고려할 때 무리가 있다할 만큼 저온에서도 자연발화를 일으킬 수 있다.

6) 신구(新舊)

석탄이나 활성탄 같은 것은 채굴이나 제조 직후 자연발화되는 경우가 많고 셀룰로이드 등은 낡으면 낡을수록 불안정하게 되어 자연발화 위험성이 높게 된다.

3. 자연발화성 물질의 구분

자연발화에서 자연발화 위험성이 있는 물질이란 공기 중에서 자연적으로 발열되기 쉬운 물질을 말하지만, 그 자연발열이 어떻게 해서 일어나는가에 하는 발열기구로는 대체로 5가지로 분류된다.

- (1) 산화반응에 의하여 발열하는 물질
- (2) 분해반응에 의하여 발열하는 물질
- (3) 흡착에 의하여 발열하는 물질
- (4) 발효에 의하여 발열하는 물질
- (5) 중합반응에 의하여 발열하는 물질

1) 산화반응에 의한 자연발화

유지류(기름먹은 식물, 종이, 골판지 상자, 절삭분, 백토, 튀김찌꺼기 등 기름을 포함한 물질), 원사, 잠사원료부산물, 뿔가루, 생선가루, 기름찌꺼기, 페인트찌꺼기, 석탄, 고무류, 에보나이트가루, 황철광, 은분, 폴리프로필렌(섬유상) 등 이러한 물질은 상온이나 열이 남아있는 상태에서 공기 중의 산소와 반응할 때 발생하는 열 축적에 의하여 자연발화를 일으킬 위험이 있다. 이런 물질의 종류는 매우 많지만 대표적인 것이 석탄과 유지류이다.

(1) 유지류의 자연발화

유지류 자체는 자연발화하지 않지만 유지류가 식물포나 종이 등과 같은 섬유상의 물체나 분말상의 물체에 혼합된 상태에서 쌓아놓을 경우, 자연발화 위험이 있고, 축적량이 많으면 많을수록 위험성은 증대된다. 이런 축적물에서의 자연발화에 의한 경우, 내부에서부터 연소된 흔적이 나타나게 된다. 또 유지류의 산화발열반응은 온도상승 이외에 습기나 금속산화물, 금속분, 일광 등의 존재 시 촉진되게 된다.

(2) 유지종류와 자연발화 위험성

자연발화에서 주로 문제가 되는 유지류는 주로 동식물유이다. 동식물유는 지방산의 글리세린에스테르를 주성분으로 하고 있지만 그 지방산의 분자 중에는 산소 등 기타 분자와 반응하기 쉬운 부분인 불포화기를 가지고 있는 불포화 지방산과 가지고 있지 않은 포화지방산이 있는데 보통 구성요소로서 불포화지방산을 많이 포함하고 있는 유지는 산화되기 쉽고 발열되기 쉬우며, 불포화지방산의 함유 정도를 요오드가(IODINE VALUE)로 표시하며, 이는 100 g 중에 요오드를 반응시켜 반응이 완전히 일어날 때

까지의 소요 요소량(g)으로 나타낸다. 동식물유에서 우지나 팜유와 같이 요소가가 100 이하의 것을 불건성유, 면실유와 같이 100~130의 것을 반건성유라고 하며, 대두유나 연어유와 같이 130 이상의 것을 건성유라고 하며, 자연발화를 일으키기 쉬운 것은 반건성유나 건성유이며, 석유제품 등의 광물유는 보통 자연발화하지 않지만 금속분이 혼합되어 있으면 자연발화를 일으키는 경우가 있다.

(3) 튀김 찌꺼기의 자연발화(余熱발화)

보통 튀김기름의 온도는 180~200여 °C인데 튀김작업 후 찌꺼기를 대량으로 쌓아 놓을 경우, 남아있는 열기에 의하여 사용유지의 산화가 촉진되고, 그 산화열이 누적되어 자연발화를 일으키는 경우가 있다. 이것은 보통의 자연발화와는 다르게 여열에 의한 것이므로, 보온상태가 좋다면 한겨울에도 발화되는 수가 있다.

(4) 석탄의 자연발화

석탄은 상온에서 공기 중의 산소를 흡수화합 발열하는 경향이 있다. 이것은 석탄종류에 따라 다르게 되는데 갈탄과 같은 탄화 정도가 충분하지 못한 若年炭이 보다 산화 발열되기 쉽고, 무연탄 같은 老年炭이 되면 극히 산화 발열되기 어렵게 된다. 또 석탄의 자연발화는 채탄이나 분쇄 직후 발생하기 쉬우며, 덩어리모양의 것보다는 분탄이나 분탄이 혼합된 덩어리탄이 산적된 경우 위험성이 높다. 석탄의 산화에 의한 발열은 주로 석탄 중의 라민질의 산화에 의한 것으로 라민질을 많이 포함하고 있는 저급탄이 발열되기 쉬운 경향이 크다. 또 석탄은 열의 전도성이 낮아 산적하는 경우에는 발생된 산화열이 축적되기 쉬워 자연발화 위험성이 높게 된다. 석탄은 주성분 이외에 잡물을 다량포함하고 있는데, 그중 유화철은 석탄의 분말화를 촉진하고 수분은 석탄의 산화를 촉진하여 자연발화 위험성을 증대시킨다. 석탄의 자연발화 초기에는 석유냄새가 나며, 산적된 표면에서 착화되지는 않으며, 내부에서부터 연소된 흔적을 남기게 되므로, 이러한 흔적으로 자연발화임을 입증한다.

2) 분해반응에 의한 발화

니트로셀룰로오즈, 셀룰로이드, 질화섬유천조각, 콜로디온, 장뇌부스리기, 인조피혁 등은 모두 니트로셀룰로오즈를 주성분으로 되어 있으며, 분해 발열하는 것은 니트로셀룰로오즈이다.

(1) 니트로셀룰로오즈의 분해발열

에칠알콜이나 이소프로필알콜 등의 용제에 젖어 있으면 안정하지만, 이러한 알콜습윤의 질화섬유나 크로디온 등에서도 장기간 보존해 놓았을 때 용기입구가 부식되어 손상되거나 용기가 파손된다거나 하여 알코올성분이 휘발되어 버리면 자연분해가 일어나 발화하게 되는 사례가 보고되어 있다. 니트로셀룰로오즈의 분해발열은 가수분해와 열분해에 의하여 일어나는데 상온에서 미량의 수분에 의해 셀룰로오즈와 질산으로 분해한다. 그 반응을 가수분해반응이라고 하나 이는 그다지 문제가 되지 않는다. 그러나 산이나 알코올이 존재하면 반응은 촉진되고, 분해가 진전하게 되며, 그 반응에서 생성된 질산은 더욱더 가수분해를 촉진할 뿐만 아니라 강한 산화력으로 셀룰로오즈를 산화시켜 발열하게 된다. 니트로셀룰로오즈는 가수분해에 의하여 발생된 열 등의 에너지로 온도가 어느 정도 높게 되며 열분해가 일어나게 되고 발열이 많아지면 이산화질소라고 하는 갈색의 가스를 발생시키게 되며, 그 가스의 산화력에 의한 반응은 더욱 빠르게 일어나게 된다. 가스분해에 비하여 열분해에 의한 반응열이 크므로 열분해가 방열이 나쁜 장소에서 일어나게 되면 온도는 급격히 상승하며, 열분해도 급격히 일어나 결국 발화하게 된다.

(2) 셀룰로이드의 자연발화

셀룰로이드는 니트로셀룰로이드와 장뇌가 주성분으로 되어 있으며, 이의 자연발화는 니트로셀룰로오즈의 분해발열에 의한다. 이에 의한 자연발화의 특징은 습도나 기온이 높은 하절기에 많이 일어나며, 신제품보다는 낡은 제품의 판상 구조물을 쌓아 놓은 경우 발화된 사례가 많으며, 발화되기 전 특유한 장뇌냄새가 나고, 발화 시에는 갈색의 분해가스가 발생한다. 또한 이의 자연발화 시는 종종 폭발현상을 수반하며, 폭발음으로부터 발화를 감지하는 경우가 많다. 판상 구조물의 경우 발화부위 부근 표면에

망상의 연소흔적을 남기며, 절단된 내부에는 다공질의 탄화형태와 장뇌냄새가 강한 타르형상이 발견되기도 한다. 다른 원인에 의한 화재 시에도 유사한 형상이 나타날 수 있으므로 이에 의한 판정 시에는 여타 원인의 배제 등 충분한 검토가 요구된다.

3) 흡착에 의한 발열발화

유탄, 황성탄, 목탄 등 탄소분말류는 제조 직후나 분쇄 직후 주위의 기체를 흡수해서 흡착열을 발생시킨다. 기체가 공기일 때는 흡착된 공기 중의 산소와 반응 산화열도 발생시키고, 대량의 산적 등 방열이 좋지 않은 곳에서는 발화위험성이 높게 된다. 오랜 기간이 지난 경우에는 흡착력이 약해지지만 분쇄하게 되면 재차 흡착력이 강해지며, 유지, 특히 건성유와 같이 요소가가 높은 기름이 접촉되면 발화위험이 높게 된다.

4) 발효에 의한 발열발화

마른풀 벚짚을 대량으로 쌓아놓을 경우, 자연발화한 예는 많지만 어떠한 과정을 거쳐 발화되었는가는 아직 정설이 없다. 그러나 마른풀 벚짚은 먼저 미생물이나 산소의 작용으로 발효를 일으켜 발열하고, 그 열이 축적되면 80 ℃ 정도까지 도달하게 되며, 이때는 불안정한 물질을 생성하며, 온도가 그 이상 되면 미생물은 죽고 생성된 불안정물질의 산화로 발열을 계속하여 결국 발화하게 되는 것으로 생각된다. 또 건초나 벚짚에서의 자연발화는 출화 전에 발효에 의하여 수증기나 열의 발생으로 축적개소 주변이 후끈후끈하게 되며, 다른 자연발화의 경우와 같이 축적물의 내부에서부터 발화가 일어나는 것이 보통이다.

5) 중합반응에 의한 자연발화

초산비닐, 아크릴로니트릴, 이소필렌, 스티렌, 액화시안화수소, 비닐아세틸렌, 아크릴산에스테르, 메타크릴산에스테르 등 모노마(저분자의 단량체)끼리는 극히 결합이 용이하여 고분자의 중합체가 되기 쉬우므로 보관 시에는 통상 하이드로키논 등을 첨가하여 중합을 방지하고 있지만 중합방지

제의 활성이 약화된다고거나 하면 중합반응이 급격히 일어나 중합열의 발생으로 보관용기가 파열된다거나 폭발되는 일이 있다. 또 우레탄 폼의 제조 등에서 어떤 원인에 의하여 원료의 배합이 상이하게 된다고거나 하면 중합반응이 상이하게 되며, 완제품의 온도를 높게 하였더니 제조 후 24시간 내에 우레탄 폼이 자연발화되었다고 보고된 사례가 있다.

4. 준자연발화

1) 준발화성물질의 분류

(1) 황린, 유기금속화합물(알킬알루미늄, 디메틸마그네슘, 디에틸아연 등 유기금속화합물, 규화수소, 인화수소, 환원니켈, 환원철 등 환원금속촉매, 니켈카르복실 등 발화점이 낮은 약품류로, 공기 중에 방치하면 상온에서도 쉽게 발화하는 물질

(2) 칼륨, 나트륨 등 알칼리금속류, 마그네슘, 알루미늄, 지르코늄, 아연, 철, 망간, 주석이나 그 합금류의 분말과 같은 금속분, 유화인, 니트로소페놀, 디아조화합물, 유화알칼리 등 산화나 자기분해에 의한 발열로 발화하는 물질

(3) 생석회, 표백분, 오산화인, 과산화나트륨, 과산화칼륨, 염화인, 유황, 초산, 크로로슬폰산, 수산화나트륨 등 자기 자신은 발화되지 않지만 발열로 접촉되어 있는 가연물을 발화시키는 물질

(4) 인화석회, 카바이트류, 알칼리 및 알칼리토금속과 같이 반응에 의하여 생성된 가스가 발화하는 물질

(5) 기타 약품이나 일반 가연물의 혼합, 접촉에 의하여 발화하는 물질

2) 준자연발화 예

예 1. 황린의 발화 : 황린은 백색이나 황색의 결정형 물질로 산소와 결합이 용이하며, 발화점도 통상의 습도와 공기 중에서 50~55 ℃ 정도로 매우 낮으며, 공기 중에 방치하게 되면 발화될 위험이 매우 높다. 황린은 통상 수증이나 불활성 가스 중에서 보관하지만 용기가 파손된다거나 수분

의 증발 등에 의하여 공기 중에 노출되면 발화하게 된다. 황린은 황색의 연기를 발생하며 연소하게 되며, 출화 전에 공기 중에 방치하게 되면 마늘과 같은 냄새가 난다.

예 2. 금속나트륨과 칼륨의 발화 : 탄소가스 중에서도 탄소가스분자 중의 산소를 취하여 연소할 정도로 산소와 결합하기 쉬운 성질이 있으며, 공기 중에서 산화발열 발화하게 된다. 또 수분과 접촉하면 격렬하게 반응하여 수소가스를 발생시키며, 이때에 발생하는 반응열에 의하여 수소가 직접 착화 폭발하게 된다. 이런 것들은 통상 석유나 톨루엔같이 탄화수소계의 액체 중에 담가 보관하지만 액체의 증발이나 용기의 파손, 수분의 혼입 등에 의하여 발화 폭발사고를 유발한다. 물과 반응하면 강한 알칼리성 수산화나트륨과 수산화칼슘이 되고, 사고현장에서는 이러한 수산화물 때문에 표면이 백색을 띠는 점조로 된 나트륨이나 칼륨의 연소잔해가 발견된다. 또 발화부 부근의 수분을 리트머트시험지로 조사해 보면 강한 알칼리성을 띠는 것을 관찰할 수 있다.

VIII. 미소화종에 의한 화재

미소화종이란 담배 불씨, 모기향, 선향, 용접 불씨, 소각장 불씨 등을 말하며, 이들은 모두 가연물과 접촉되어 출화 화재로 발전하게 된다. 출화과정들을 보면 처음에는 가연물이 무염연소(훈소)하게 되고 착염되어 급격히 연소가 확대된다. 훈소의 지속과 착염조건은 가연물의 종류, 상태(밀도와 공기유통) 열의 축적에 의하여 열싸이클이 구성될 때이다.

1. 미소무염화종 종류와 특징

1) 담뱃불

담뱃불은 적열상태에서 중심부의 연소 최고온도는 800~900 ℃ 정도이

며, 가치담배 한 개가 실온에서 완전 연소되는데 걸리는 시간은 무풍 수평상태에서 15분 내외이며, 자기 자신이 착염되지는 않는다. 훈소가 지속될 수 있는 가연물과 접촉되어 가연물이 훈소하다가 착염되어 출화하게 된다. 실제 실험을 통해 발염시키는 것은 용이하지 않다. 그러나 통계상으로 전체 화재원인의 10 %를 점하고 있다. 접촉된 물체가 종이류, 낙엽, 신문지 등 천연섬유소가 용이하며, 같은 종류라 하더라도 형태 및 접촉상황에 따라 훈소의 지속이나 착염 여부가 달라진다. 합성수지류나 휘발유와 같은 액상 가연물에서는 여간해서 착화되지 않는데 이는 용해 및 기화열로 에너지를 빼앗겨 소화되고 말기 때문이다. 판판한 종이 위에 담뱃불을 떨어트린 경우에는 착화되지 않으나 경사면이나 두루말이 속에 끼어들어간 경우 착화되기 쉽고 휴지와 같은 종이 부스러기와 함께 쓰레기통에 들어가면 적당한 보온으로 축열되고, 상승기류형성에 의해 용이한 산소공급 등 출화조건을 만족시켜 발화되는 예가 많다. 화학섬유는 용융되어 착화가 용이하지 않으나 식물성 섬유로 된 직물은 착화가 용이하며, 매트리스와 같이 면직물 등을 혼합시켜 만든 것들은 장시간 무염 연소가 지속되며, 폴리우레탄과 같은 화학섬유가 희석된 경우에는 착화 발화되지 않는 경향이 있고, 썩은 목재나 가마니, 다다미, 명석과 같이 벗짚과 같은 것으로 만든 것에 담배불씨가 떨어지면 착화되기 쉬운데 이때 조직의 밀도가 적당하여야 하며, 직접 접촉되면 소실되기 쉽고, 근접하였을 때 출화가 용이하다. 이의 입증에는 객연행위의 확인, 가연물 존재확인, 경과시간의 검토, 기타 발화원의 부정을 통해 추정한다.

2) 모기향 불씨 및 선향

모기향은 담뱃불과 같이 중심부의 온도는 600여 °C 이상으로 연소지속시간은 대략 6시간 정도이며, 선향(향불)은 극히 이연성인 가연물을 제외하고는 가연물에 접촉될 경우 발열량이 적어 자체가 소화된다. 모기향에 의한 발화입증은 설치상태 확인, 접촉가능성 확인, 기타 발화원을 부정함으로 입증한다.

3) 용접불씨

금속의 용접이나 절단 시 발생하는 불씨는 금속용융방울로 발생 직후의 온도는 금속용융온도인 1400 ℃ 내외가 되며, 크기에 따라 열량이 차이가 있으며 비산된 거리와 관계가 있고 가연물과 접촉 순간 착화 발염되는 경향이 있다. 따라서 인화성물질이 있는 경우를 제외하고는 안전조치에 의하여 화재로 발전되지 않으며, 비산된 용융방울이 면섬유 등 의류나 먼지 등 가연물에 접촉되어 훈소를 일으키는 경우가 있으며, 훈소가 일어나는 경우 장시간 경과 후 발연 또는 발염하게 되며, 발견이 늦어져 화재로 발전하게 된다. 높은 곳에서 용접작업을 할 경우 불꽃이 가연물에 낙하하거나 전기용접인 경우 모재(작업물체)에 접지선 결속을 불량하게 하면 저압누전이 일어나 엉뚱한 개소에서 출화된다. 이의 입증은 용접기 위치, 작업 위치, 작업시간 및 종료시간 등 작업상황 파악하고 출화개소에서 회화현상 확인, 불꽃입자를 자석 등을 이용 확인한다.

4) 소각불씨

나뭇잎, 종이류가 연소하게 되면 불티가 상승기류를 타고 날리게 된다. 이때 발생한 불티가 이연성 물질에 떨어져 착화하게 되면 화재로 발전하게 된다. 이의 입증은 무염연소에 의한 국부적인 연소흔적 등 연소상황과 가연물 상태, 불씨 발생가능성 검토, 출화부분 잔해에서 낙하 불씨 잔류물 확인, 습도, 풍향, 풍속 등 기상조건을 확인하여 판정한다.

5) 충돌 마찰불꽃

대부분의 충돌이나 마찰불꽃에 의해 가연물에 착화되기는 어려우나 가연가스 존재 시 점화원으로 작용할 수는 있다. 따라서 이의 감식 시에는 충돌흔적과 가연가스 존재를 확인하여야 하며, 특히 마찰불꽃인 그라인다는 발생 직후 온도는 1200~1700 ℃이지만 입자가 매우 작아 직접 가연물을 착화시키지는 못하지만 경우에 따라서 매우 좁은 틈새에 끼어있는 먼지 등에 파고 들어가 출화시킨다. 목재의 갈라진 틈새에서 출화되므로 작업상황과 함께 가연물 상태를 확인하여 입증한다. 핸드그라인다에서 발생

하는 불씨에 의해 가연물을 착화시키려면 직하방에 탈지면과 같은 이연성 재료를 놓고 장시간 불꽃을 낙하시켜야 된다.

6) 축수 및 벨트

축수의 과손, 윤활유 부족, 샤프트 굴곡 등에 의하여 마찰열이 발생 자체가 과열되며, 벨트가 느슨하여, 프리와 벨트 간에서 미끄럼이 발생하면 마찰열이 발생하여 벨트가 과열 출화된다. 마찰열에 의해 출화된 경우에는 훈소로부터 시작되고, 마찰열 발생부분에서 텅닝칼라가 나타난다. 또한 주변에 배선된 전선에서 단락흔이 나타나게 된다.

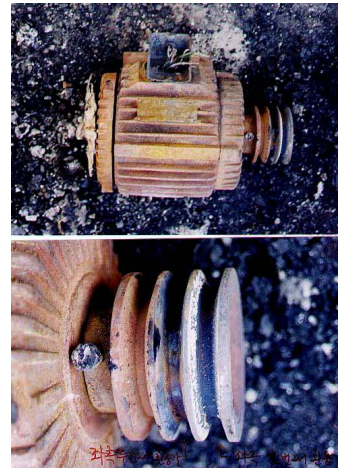


그림 85. V벨트 연결모터의 형태

7) 출화특징

미소화종에 의한 출화는 장시간에 의한 접촉 가연물의 훈소 진행 후 발염 연소가 확대되며, 훈소가 일어난 부분은 재가 회화되는 특징이 있다.

2. 미소화종에 의한 출화의 증명

1) 정확한 출화개소의 판단

미소화종은 화재진압 후 물적 증거가 남지 않는다. 따라서 정확한 발화개소를 찾아낸다.



그림 86. 발화지점 바닥 발굴 후의 형태

2) 기타 발화원에 의한 출화 가능성의 배제

발화부위에서 발화와 관련지을만한 전기설비, 전기기계, 연소기구, 고온물체, 자연발화성 물질

의 존재를 부정하고, 촛불, 모기향 등 설치된 불씨에 의한 출화가능성을 검토하며, 담배불씨의 존재가능성을 검토한다.

3) 가연물 종류 확인

발화개소의 잔해로부터 가연물의 종류를 확인하여 화종이 존재할 경우 연소확대 가능성을 검토한다.

4) 유염화종과의 구분

라이터불, 성냥 불씨, 촛불 등 유염화종인 경우에는 급속히 화재로 발전 (개방된 상태인 경우 5분 이내에 초기진화불가 상태로 발전)하나 담뱃불, 용접 불씨, 모기향 등 무염화종은 가연물에 접촉되어 비교적 장시간의 훈소 단계를 거쳐 착염되며, 이때까지의 경과시간은 수십 분에서 수 시간이 되기도 한다. 따라서 발생장소에서 마지막 인적행위를 조사할 필요가 있다.

3. 유염화종과 출화

유염화종은 라이터불, 성냥불, 촛불 등과 같이 화염이 있는 화종으로 어린이의 불장난 등에 의하여 일어나며, 그 특징은 행위 후 급격히 확산된다. 이는 상황조사를 통해 입증하여야 하며, 만약 행위자가 사망 등 피해를 당하는 경우 사망자의 부검을 통한 간접증명(혈중 CO₂ 농도, 그을음)과 기타 발화원인의 철저한 부정이 요구된다.

1) 촛불

초의 크기에 따라 연소 지속시간이 6시간, 8시간, 10시간 등 임의조절이 가능하며, 사용 중 전도, 가연물의 접촉에 의하여 화재로 발전된다. 촛불은 심지를 타고 액체가 증발 연소되며, 촛불 자체만으로는 연소가 지속되지 않는다.

2) 감식요점

발화부분의 하부 물체가 불완전 연소된 경우 기저부분의 잔해에서 파라핀 확인이 비교적 용이한 편이며, 무염연소에 의해 나타나는 발화부의 회화현상이 나타나지 않는다. 정상적인 촛불에 의해 출화된 경우는 촛대 등 잔해가 나타나며, 또한 하부의 연소잔해에서 파라핀을 확인할 수 있으므로 주의가 필요하며, 가연물이 접촉가능성 및 전도가능성을 검토하며, 기타 발화원을 부정한다. 비정상적인 경우 즉 인위적인 경우 주변에 착화가 용이한 잔해인 골판지, 면섬유, 휴지 등의 잔해를 확인한다. 또한 불완전 연소된 잔류물에서 파라핀 잔해를 검사할 필요가 있다.



그림 87. 발화지점 바닥 타일의 연소형태

제3장 음성 및 음향의 법과학적 감정

음성 및 음향의 법과학적 감정 목적은 유괴 및 납치 사건, 공공물 폭파, 독극물 투입 협박 사건, 전화폭력 사건, 사기 사건, 항공기 사고 및 교통 사고 원인 조사 등에서 수사기관과 법원이 수사과정이나 판결에서 활용할 수 있도록 녹음된 음성 및 소리들로부터 사건 해결을 위한 단서나 과학적인 증거를 제공해 주는 것이다.

음성 및 음향 법과학적 감정은 ① 음성에 의한 개인식별(이하 화자식별이라 칭함), ② 음성저장매체의 인위적 편집 여부, ③ 음질개선, ④ 화자의 성별, 연령, 언어영향권 등에 관한 추정, ⑤ 음성 이외의 소리 식별을 포함한 기타 음성음향학적 분야에 관련된 감정들을 총칭한다.

I. 음성의 법과학적 감정

1. 음성에 의한 개인 식별(Voice Identification)

범죄와 관련하여 음성을 개인 식별의 수단으로써 이용한 것은 1660년, 영국의 찰스 1세의 죽음에 관계된 재판이 문헌 상 최초로 기록되어 있는데, 범인의 음성을 아는 사람이 청취에 의해 범인을 확인하였다. 그 후, 1937년에 린드마크 유괴 살해 사건에서 다시 음성이 범인 확보에 이용되었는데, 이때도 음성을 청취한 사람의 기억에 의지하였기 때문에 신뢰성에 대한 문제가 제시되었다. 이후, 음성의 개인성이라는 것을 과학적으로 연구하기 시작하였다.

1962년 Kersta는 성문(聲紋, voiceprint)에 의한 화자식별을 시행하였고, 실험결과 성문은 사람의 지문(指紋, fingerprint)처럼 누구나 독특한 특징을 가지고 있으며 이에 의한 화자식별의 정확도는 99 % 이상이라고

Nature에 발표하였다. 그 후로 다수의 연구자가 성문에 의한 화자식별의 신뢰성에 대해 검토했으며 조직적인 연구가 시작되었다.

1967년 Tosi는 성문에 의한 화자식별은 조건에 따라 정확도에 차이가 날 수 있으나 신뢰할 수 있는 방법으로 결론지었다. 이때부터 미국에서는 주로 청각적인 방법에 의존하던 음성학자들도 성문에 의한 화자식별의 신뢰도를 인정하게 되었고 제대로 훈련된 전문가에 의한 화자식별 결과는 법정에 증거로써 제출되거나 수사에서 중요한 참고자료로 활용되었다.

일본에서는 1963년 동경 근처 산골짜기에서 발생한 「요시다양 사건」으로 알려진 유아유괴살인사건이 계기가 되어 과학수사에 「음성감정」이라는 분야가 탄생하였다. 1976년 다나카 전 일본 수상이 관련된 록히드 사건 수사가 진행 중일 때 검찰 총장을 사칭하여 당시 수상에게 전화를 건 범인이 성문에 의한 감정결과로 검거되었다. 1981년에는 동경 고등법원에서 성문에 의한 화자식별 결과를 유죄의 유일한 증거로 채택하게 되었다.

우리나라에서는 1980년대 초부터 음성감정에 관한 연구가 시작되어, 1987년부터 본격적으로 법과학 분야에 활용되기 시작하였다. 같은 해 말에 발생한 원혜준양 유괴사건에서 음성감정으로 범인이 성공적으로 검거되었다. 1990년에 있었던 여교사 추행 사건의 경우, 음성의 동일인 여부 감정을 통해 그 결과로 실형을 선고 받았다. 1987년부터 2007년까지 20년간 음성음향학적 감정이 활용된 사건 건수는 약 1200여건이었으며 이 중 약 60 %가 화자식별이었다.

2. 화자식별의 필요성 및 효과

성문에 의한 개인 식별은 음성과 관련된 범죄에 매우 유용하게 이용될 수 있다. 예를 들면, 보이스펜으로 불리는 IC-녹음기, CD, 하드디스크, 카세트테이프 등과 같은 저장매체에 범죄에서 나타난 음성이 기록되어 있는 경우, 저장된 음성과 특정 지어진 용의자의 음성을 비교하여, 동일인 여부를 판단하거나, 용의자들이 특정되지 않은 경우, 발음이나 억양의 특징들

로부터 개인성을 추출하여 용의자를 특정 짓는 방향을 제시하는 등 음성으로부터 개인성에 관한 정보 수집을 할 수 있다.

3. 음성의 개인성

그림 88은 사람의 음성기관을 보여준다. 우리는 다른 사람의 목소리만 듣고도 말하는 의미를 이해하고 보지 않고도 자기가 알고 있는 사람들은 정확히 판단한다. 이것은 사람의 음성에는 말의 내용에 관한 언어적 정보와 말하는 사람의 개인성에 관한 정보가 함께 포함되어 있기 때문인데 이러한 개인성은 말하는 사람의 음성기관의 해부학적 형상과 언어 습득 과정에서 획득된 발성습관에 따라 좌우된다.

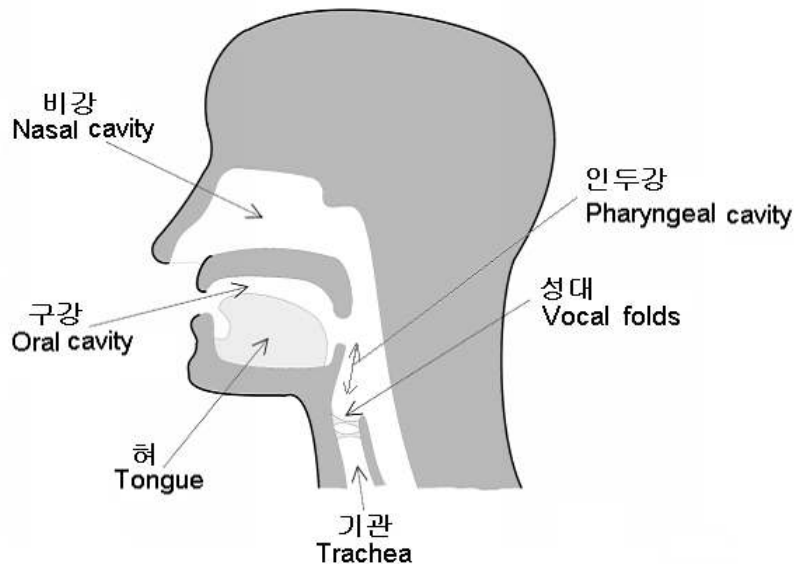


그림 88. 사람의 음성기관

1) 음성의 생성

음성은 성대의 성문(聲門, glottis)이 연속적 개폐에 의해 주기적 진동을 하고, 구강 내의 혀, 이, 입술 등에 의해 만들어진 좁은 공간 부위에서 공기류를 붙여넣어서 생긴 공기 진동으로 발생된다.

진동 가능한 어떤 계가 그 계의 자연 진동수와 거의 같은 진동수를 갖는 주기적인 힘을 받을 때 그 계는 큰 진폭으로 진동하게 되고 이런 현상을 공명(resonance)이라 한다. 한 쪽이 막힌 원통관인 경우 공명주파수는 다음과 같이 표현된다.

$$F = \frac{n}{4l} v, \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

여기서, v 는 소리의 속도, l 은 공기 기둥의 길이이다.

모음과 유성 잡음은 음원인 성대에 의한 주기적인 공기 진동이 공명계인 성도(vocal tract)를 공진시킴으로써 시간에 따라 변화하는 주기적인 복합 파형을 가지고 있다. 이 복합 파형은 성대 진동에 의한 기본 진동음과 그것의 배음들로 구성되어 있으며 배음들의 진동수는 기본 진동의 정수배로 이루어져 있다. 성대 진동의 기본 진동수는 다음과 같이 표현된다.

$$F_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{g \cdot p}{d \cdot s}}$$

여기서, L 은 성대의 길이, g 는 중력가속도, p 는 성대의 긴장도, d 는 성대의 횡단면적, s 는 비중이다.

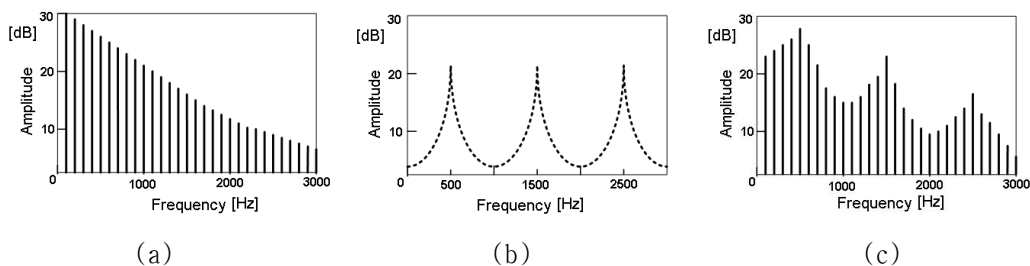


그림 89. (a) 성문에서 생성된 음파, (b) 성도의 공명진동수 분포, (c) 성문에서 생성된 음파가 성도를 거친 후 보이는 공명진동수 분포.

그리고, 각각의 배음들은 그림 89에서처럼 다른 진폭을 가지고 있고 성도의 공진 특성에 의해 몇 개의 배음들이 강조된다. 이런 높은 에너지를 가진 배음들을 포먼트(formant)라 한다. 성도의 공진 특성은 필터처럼 작용하여 성도의 크기와 모양에 따라 즉 인강 및 구강의 길이, 성도에서의 좁힘 점과 좁힘 정도 등에 의해 배음들이 어떤 주파수에서는 강조되고,

어떤 주파수에서는 약화된다. 또한 혀와 턱의 움직임에 의한 구강 모양의 변화도 성도의 길이를 변화시킨다. 음성기관 중에서 인두, 식도, 목젖, 입천장, 혀, 입술 등을 조음기관이라 하고 인두, 구강, 비강, 입술 등을 공명기관이라 한다.

일반적으로 음성의 스펙트럼은 다음과 같이 표현한다.

$$S(w) = G(w) \cdot V(w)$$

여기서, $S(w)$ 는 음성의 스펙트럼, $G(w)$ 는 성대음의 스펙트럼, $V(w)$ 는 성도의 주파수 응답특성을 나타낸다.

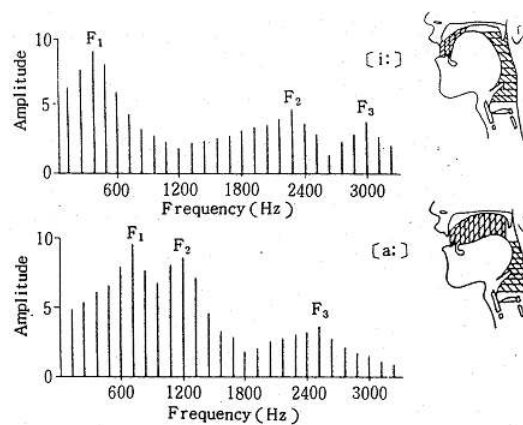


그림 90. 성도의 주파수 응답특성에 따른 음성 스펙트럼의 변화

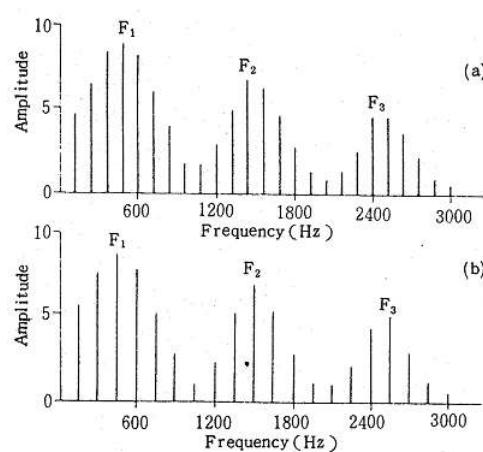


그림 91. 성대음만을 변화시켰을 때의 음성 스펙트럼

음성의 스펙트럼 $S(w)$ 는 성도의 주파수 응답 특성 $V(w)$ 의 변화에는 크게 영향을 받으나 성대음의 스펙트럼 $G(w)$ 의 변화에는 별로 영향을 받지 않는다는 것을 보여준다(그림 90, 그림 91).

2) 음성의 변화

사람은 각기 서로 다른 음성기관, 언어 습관, 감정을 가지고 있기 때문에 개인마다 독특한 음성을 가지고 있다. 하지만, 어떠한 사람도 같은 단어를 두 번 발음했을 때 완벽한 재현성을 가지지 못한다. 이것을 발성자 내부 변화(intraspeaker variability)라 한다. 반면에 다른 사람이 같은 단어를 발음하더라도 듣는 사람이 그 차이점을 알 수 있는데 이러한 것을 발성자 간의 변화(interspeaker variability)라 한다.

발성자 내부변화에 의해 같은 사람이 발음한 동일한 말의 성문들은 복사기로 복사한 것처럼 똑같은 것은 아니지만, 성문에서는 음성 기관의 특징이나 발음 습관과 같은 언어적 특징이 동일하게 나타나는 것이다.

발성자 간의 변화가 발성자 내부변화보다 크다는 것은 잘 알려져 있으며 이것이 모든 사람들이 말할 때 발성자 내부변화를 가지고 있어도 음성에 의한 개인 식별이 가능한 근거가 된다.

4. 화자식별 방법

1) 청각에 의한 방법

옛날에는 음성을 식별하는 수단은 귀를 사용하는 방법뿐이었다. 그래서 음성학자들이 청취 시험으로 범인 음성과 용의자 음성이 동일인의 음성인지를 확인하곤 하였다. 음성학자들은 일반인들과는 다르게 많은 음성학적 훈련을 받은 사람들로 소리를 매우 정확하게 듣고 발음할 수 있으며 말하는 사람의 발음 음가를 청취로 확인하는 것이 가능하다. 그러나 뛰어난 음성학자들도 청각에 의해 화자식별 할 때 비교하는 음성의 수가 많거나 대화시간이 짧은 경우 오판할 확률은 매우 높다. 이것은 개인차는 있겠으나 사람이 음성을 듣고 분석하는 능력에는 한계가 있고, 음성은 흐르는

물과 같아서 사람이 듣고 기억해 두었다가 다른 음성과 비교하는 것은 시간이 지남에 따른 기억의 손실, 비교하는 음성의 증가, 뇌에서 비교 대조하는 작업의 어려움 때문이다.

오늘날에 와서는 주로 녹음된 음성을 식별하는데 청각적인 방법으로 음성을 식별하는 방법으로는 Long Term Memory 방식과 Short Term Memory 방식이 있다. 전자는 녹음된 목소리의 주인공과 오랫동안 친근한 사람이 듣고 판별하는 방법으로 범죄 수사의 초동 단계에 있어 용의자 선정에 매우 중요한 구실을 한다. 즉 범인의 음성이 녹음된 테이프를 일반인들에게 들려주어 주변에 비슷한 음성을 가진 사람을 찾게 할 수 있으며 그 음성 자료를 방송을 통해 들려 줄 경우 광범위한 청취자의 청각적 식별 능력을 범죄수사에 활용할 수가 있다. 후자는 음성학자들이 화자식별하는 것처럼 녹음된 문제의 음성을 여러 번 반복하여 청취하면서 화자를 식별하는 방법으로 음성 전문가가 화자의 발음특성을 판단하는데도 이용된다.

2) 성문에 의한 시각적인 방법

사람의 음성은 여러 주파수를 갖는 음파들이 중첩되어 나타난 형태이므로, Fourier 분석으로 어떤 주파수가 중첩되었는지 확인할 수 있다. Fourier 분석 대역을 광대역(250~300 Hz)으로 하면, 성도의 특징을 포함하는 고유진동수의 분포, 즉, formant의 형태를 파악할 수 있다. 단어를 발성하기 위해 성문에서 생성된 음파가 성도에 의해 개인마다 다른 주파수 분포를 보이게 되는 결과를 나타내며, 광대역 분석에서 보이는 band들은 각각 formant라고 부르며, 이들의 비교를 통해 서로 다른 혹은 같은 사람의 voiceprint 비교가 가능하게 된다. Fourier 분석 대역을 협대역(20~50 Hz)으로 하면, 성문의 진동수 특징이 나타날 뿐만 아니라, 억양의 특징을 좀 더 면밀하게 볼 수 있고, 시각적으로 pitch를 확인할 수 있다. 발성한 사람의 억양을 시간에 따른 주파수 변화인 기울기로 알 수 있으며, 각 공명주파수들 간의 간격으로 나타나는 pitch를 확인해 볼 수 있다. 그림 92는 분석 대역에 따른 성문의 예를 보여 준다.

협대역 분석

광대역 분석

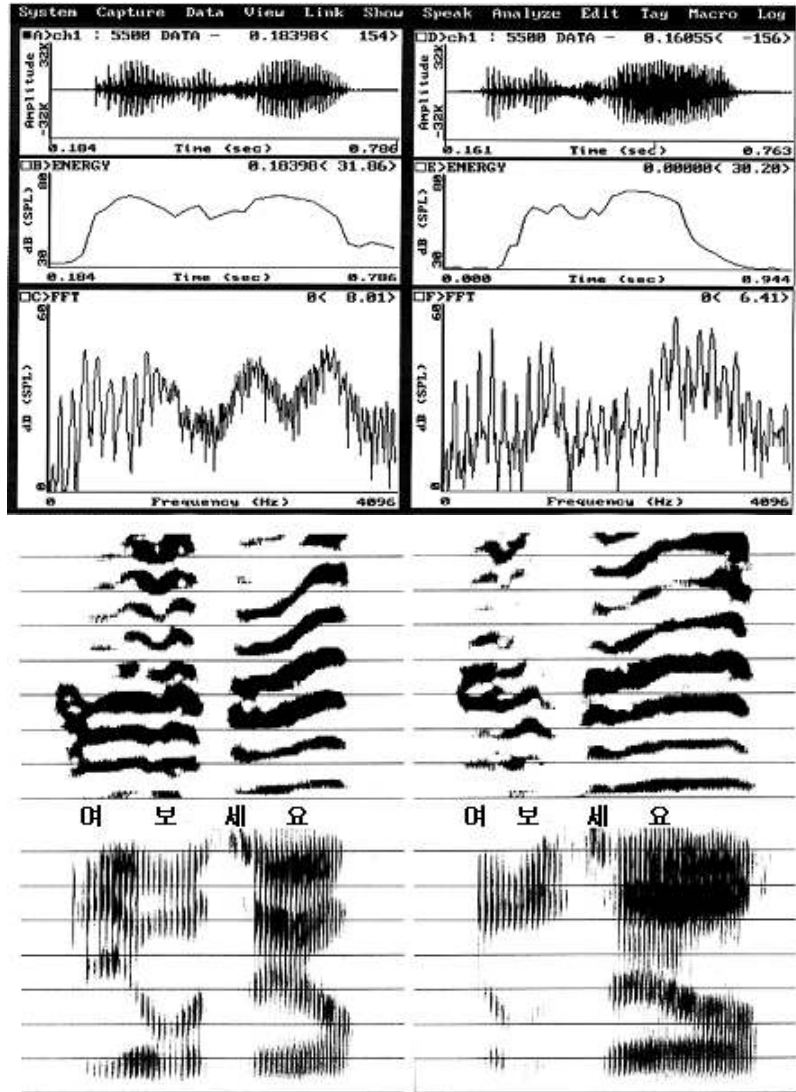


그림 92. 두 사람이 발성한 “여보세요”의 분석 대역에 따른 성문

시각적인 방법에서는 비교할 음성들에서 같은 말을 찾아 비교 분석하게 되고 이를 단서어라 한다. 즉 화자식별에서 단서어란 성문 비교 시험이 가능한 말로 범죄 사건에서 범인이 여러 번 반복하여 강조하거나 범인이 크고 명확하게 발음한 말은 좋은 단서어가 될 수 있다.

3) 기계적인 방법에 의한 시험

기계적인 방법에 의한 화자식별은 컴퓨터를 이용하여 자동으로 화자를 식별하는 방법으로, 음성신호처리 기술과 패턴인식 기술의 발전에 힘입어 70년대부터 세계 여러 나라에서 연구되어 왔다. 이 방법을 이용하는 자동 화자식별 시스템에서는 음성분석, 데이터 처리 및 결과 판단이 컴퓨터에 의해 자동적으로 실행되므로 많은 사람의 음성을 동시에 처리하거나 빠른 시간 내에 보다 정확한 화자식별이 요구될 때 절실히 요구되는 방법이다. 또한 성문에 의한 시각적인 방법으로는 비교할 음성에서 동일한 말이 있는 경우(문장의존, text dependence)만 화자식별이 가능하나 자동화자식별 시에는 동일한 말이 없는 경우(문장독립, text independence)도 화자식별이 가능하다. 그러나 현재 자동화자식별 시스템에 의한 동일인 분야는 동일인의 음성에 대한 인식률이 50 %를 상회하지 못하고 있어 지속적인 개발과 연구가 요구되고 있는 실정이다.

5. 화자식별의 감정결과 및 기준

법과학에서 음성의 개인 식별은 성문 분석 등을 통해 동일성의 존재 유무를 판별하는 것이므로, 결과를 수치적으로 예를 들어, ‘몇 % 일치’ 등의 표현으로 나타내는 것은 무리가 있다.

화자식별 감정 결과의 판단 기준은 다음과 같다.

① 비교 대조할 충분한 자료가 있고 동일한 특징이 있다[없다]고 판단될 때는 “동일한[상이한] 사람의 음성으로 사료됨”으로 판정.

② 비교 대조할 자료는 부족하나 동일한 특징이 있다[없다]고 판단되어 동일한[상이한] 사람일 확률이 높을 때에는 “동일한[상이한] 사람의 음성으로 추정됨”으로 판정.

③ 비교 대조할 충분한 자료가 없고 특징을 검출할 만한 자료도 부족하나 동일한 특징이 있어[없어] 동일한[상이한] 사람일 가능성이 있을 때에는 “동일한[상이한] 사람의 음성으로 추정 가능함”으로 판정.

④ 비교 대조할 자료가 충분하지 않고 특징을 잡을만한 자료가 없는 경

우, 음성의 세기가 작아 특징을 검출하기가 불가능한 경우, 주변소음이 강하여 음성과 소음이 분리되지 않고 음성이 명확하지 않은 경우, 전화 통화 품질이 나쁜 전화기를 통과하여 음성의 특징들이 왜곡되어 특징 추출이 불가능한 경우, 녹음속도가 임의로 변화하여 정상속도로 재생하는 것이 불가능한 경우 등에는 “논단할 수 없음”으로 판정.

II. 음향의 법과학적 감정

1. 화자의 성별, 연령, 언어영향권에 관한 추정

청취에 의해 발성된 음성의 성별은 일반적 발성의 경우 대체로 구분 가능하지만, 목소리를 위장하게 되면 한계가 있다. 그러나 남자 음성과 여자 음성은 음성의 높이에서 명확하게 다르므로(여자인 경우 평균 약 240 Hz 정도, 남자인 경우 약 120 Hz 정도) 음성의 높이 측정에 의해 남자 음성과 여자 음성을 구별할 수 있다.

사람들은 얼굴을 보면 본인의 나이에 비해 나이가 더 들어 보이는 사람도 있고 무척 어려 보이는 사람도 있으나 대충 그 사람의 연령을 추측할 수 있다. 마찬가지로 음성을 청취하여 목소리 주인공의 연령을 추정할 수 있고 청취 시험 이외에도 나이에 따른 음성 높이의 통계자료를 활용하고 사용하는 어휘 등에서 좀 더 정확하게 화자의 연령을 추정하는 것이 가능하다.

지역적인 사투리를 쓰는 사람들은 많은 사람들이 목소리를 듣고 본인과 같은 고향 사람인지 여부를 쉽게 구별한다. 언어는 주위 환경에 따라 많이 변화하지만 처음 말을 배울 때 굳어진 발음상의 특징, 억양, 세기형태 등은 잘 변화하지 않는 요소들이다. 이러한 요소들을 분석 비교하여 화자의 언어 습득 시의 언어 영향권을 추정할 수 있다.

2. 음성 저장매체의 인위적 편집 여부

음성저장매체는 카세트테이프를 대표되는 자화 테이프형 저장매체, 하드 디스크를 비롯하여, CD, DVD 등의 광 저장매체, 플래시 메모리 기반의 저장매체 등이 있으며, 각 저장 매체에 따라 여러 가지 저장방식이 존재한다.

자화 테이프형 저장매체를 이용하여 녹음된 소리를 인위적으로 편집하게 되면 녹음기의 작동 신호들이 나타나게 되며(그림 93), 이들은 시간-주파수 공간에서 해석하면 그 특징을 파악할 수 있어 편집 여부를 판단하는 기초가 된다. 한편, 자기 테이프는 테이프 표면에 자성체가 존재하고 있고, 녹음과정에서 이들의 배열 형태가 변화하기 때문에, 강자성 현상액을 이용한 물리적 방법에 의해 편집 여부를 확인할 수도 있다.

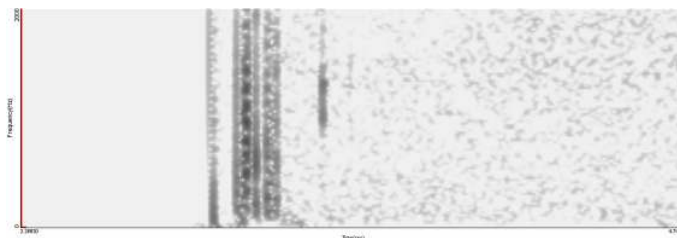


그림 93. 녹음기 작동 신호의 예

3. 음질개선

녹음된 음성의 명료도는 음성과 동시에 녹음되는 시스템 잡음 및 환경 잡음, 음성이 과도하게 크게 녹음될 때 발생하는 음성의 비선형 왜곡, 녹음 장소, 전달 매체 등에 영향을 받는다. 뿐만 아니라 대화자들 간의 음성 크기가 많이 다른 경우도 음성의 명료도는 저하된다.

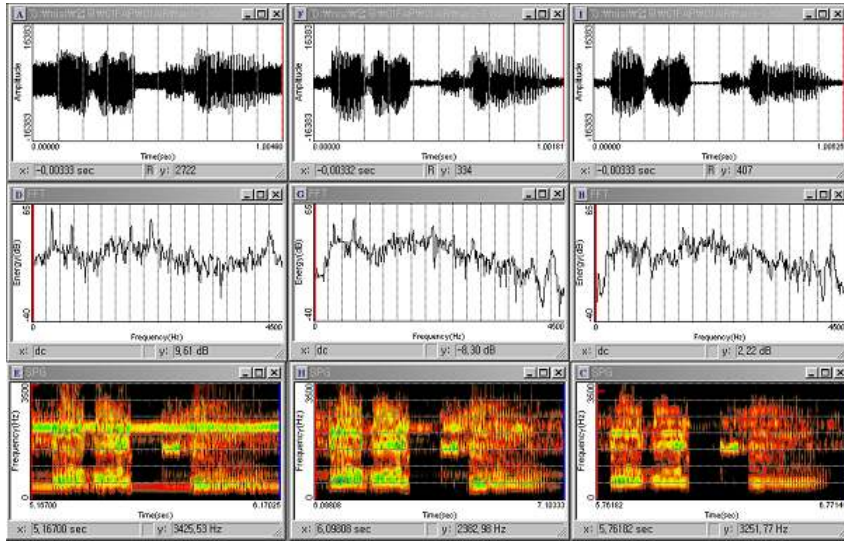


그림 94. 잡음 제거에 의한 음질 개선 예

녹음된 대화내용이 사건 해결에 중요한 역할을 하는데 녹음 상태가 매우 불량하여 대화내용 확인이 곤란하거나, 화자식별 시 녹음 상태가 불량하여 성문에서 음향 특징들이 잘 나타나지 않는 경우 음질개선이 수행되게 된다.

4. 기타 음성·음향 등의 법과학적 감정

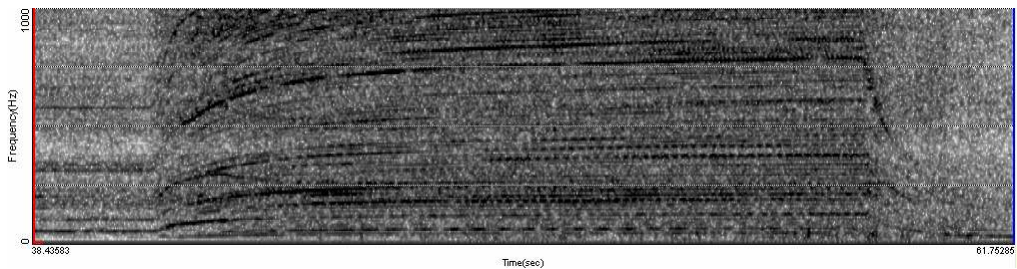


그림 95. 엔진의 작동에 의한 기계음의 예

녹음된 자료 중에서 사람 음성 이외의 소리들(주변음)은 수사에 중요한 주변 환경에 대한 정보를 제공해 줄 수 있다. 예를 들면, 차량, 항공기, 선박 등의 각종 엔진 작동에 의한 기계음(그림 95)은 엔진이 갖는 특성이

나타나므로, 비교 가능하다.

음성변조 장치나 컴퓨터용 프로그램을 이용한 음성변조로 음성이 변화한 경우도 복원이 가능하며, 도·감청기기 등(그림 96)을 포함하는 하드웨어적 감정도 포함된다.

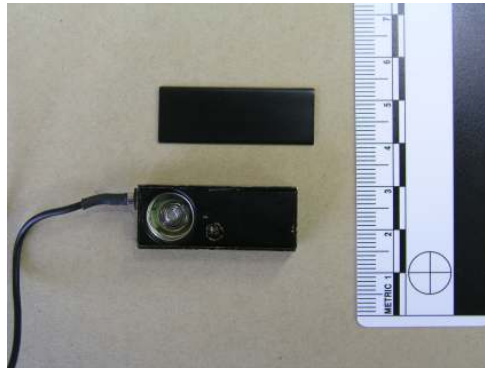


그림 96. 도·감청 기기의 예

Ⅲ. 감정을 위한 자료의 채취

1. 녹음기

2000년대 들어서는 카세트테이프를 사용하는 녹음기보다 플래시 메모리를 이용한 녹음기가 사용의 편리성과 용이한 접근성에 의해 널리 이용되고 있다.

카세트테이프를 사용하는 녹음기는 넓은 주파수 대역에 걸쳐 녹음할 수 있는 장점이 있으나, 녹음기의 사용 빈도, 카세트테이프의 상태, 사용자의 습관 등 환경에 따라 음질이 달라지는 단점도 있다. 그리고 플래시 메모리를 이용한 녹음기는 주파수 대역이 카세트테이프 녹음기에 비해 넓지 않지만, 녹음 후 음성의 기록방식이 양자 부호화된 데이터로 저장되어 녹음 후 반복 재생 후에도 음성의 음질이나 속도가 변화하지 않는 장점이 있다.



그림 97. 각종 녹음 매체

한편, 이동전화기의 발달로 통화 중 녹음을 비롯한 일반 녹음기능이 내장된 전화기도 있으나 기종에 따라 200~4000 Hz의 주파수 범위를 포함하지 않는 것도 있으므로, 양질의 녹음을 위해서는 사용 설명서를 숙지해야 한다.

녹음기의 선택에 있어 가장 중요한 것은 녹음기의 주파수 범위이다. 대화 내용이 중요하다면, 전화 통화이건 일반 대화이건 간에 적어도 200~4000 Hz의 주파수 범위를 아우르는 녹음기를 선택해야 한다. 카세트테이프를 이용하는 녹음기는 대부분 이 주파수 범위를 포함하므로 문제가 없으나, 디지털 녹음기의 경우는 녹음기 선택과 사용 방법에 신중을 기해야 한다.

그림 98은 디지털 녹음기의 사용 설명서 중 주파수 범위를 확인할 수 있는 부분을 나타낸 것이다. 음질과 관련된 주파수 범위를 확인할 수 있는 말들은 제조사에 따라 ‘출력 주파수 범위’ 혹은 ‘녹음 재생 주파수’ 등으로 표현되어 있다. 우선 그림 98에서 설명서 (a)에 해당하는 제품은 설명서 (b)에 해당하는 제품보다 넓은 주파수 대역을 포함하고 있고, 200~4000 Hz 대역을 포함하고 있기 때문에 설명서 (a)에 해당하는 제품을 녹음기로 선택하는 것이 바람직하다.

제품규격

모델	YV-120
내장메모리 용량	128MB(YV-120 H), 256MB(YV-120 V), 512MB(YV-120 X)
전압	1.5V×1 (AAA/LR03 알카라인 건전지)
연속 재생 시간	통작시간 최대 10시간 (MP3 128Kbps, VOL.20, 조영 꺼짐 기준)
크기(W×H×D)/무게	94.6×30.4×16.8mm/40g
케이스	알루미늄/플라스틱
잡음비	80dB with 20KHz LPF
이어폰 출력	10mW/CH (16Ω)
출력 주파수 범위	100Hz ~ 4kHz
온도 특성	-5 ~ +35℃(23 ~ 95°F)
FM 주파수	87.5 ~ 108.0MHz
FM 신호대 잡음비	45dB
FM 외율	1%
FM 실용감도	10dB
파일 지원	MPEG1/2/2.5 Layer3(8Kbps ~ 320Kbps, 8KHz ~ 48KHz) WMA, ASF(8Kbps ~ 192Kbps, 8KHz ~ 48KHz) VYF, TS3

(a)

그림 98. 녹음기 제품 사용설명서 중 주파수 범위 표기의 예시

제품 규격

내장 메모리	32MB		
녹음 시간	HQ	약 2시간 20분	
	SP	약 11시간 50분	
	LP	약 19시간	
녹음/재생 주파수	특성	HQ	400~3000Hz
		SP	400~3000Hz
		LP	400~2500Hz
입출력 단자	이어폰	φ 3.5 16Ω	
	외부 마이크	φ 3.5 2.2kΩ	
	스피커	φ 23 8Ω	
동작 온도	+5℃ ~ +35℃		
정격 출력	70mW		
전원	AAA형 알카라인 전지		
전지 사용시간	연속녹음	약 7시간	
	연속재생	약 6시간	
	연속	녹음/재생 시간은 전지의 종류, 일체, 보관상태, 사용조건	
	사용	주위온도 등에 따라 차이가 있을 있습니다.	
	상기	시간은 항상 보통할 수 있는 수치는 아닙니다.	
크기	폭: 34.5, 길이: 103.5, 두께: 15.8		
무게	약 44g (전지 포함)		
부속품	이어폰, 건전지, 사용 설명서, 오디오 케이블		

(b)

또, 디지털 녹음기는 종류에 따라 녹음 음질을 설정할 수 있는데, 예를 들면, 설명서 (b)의 제품의 경우, 음질을 HQ/SP/LP 로 나누어져 있다. 이때, 녹음 재생 주파수 범위도 음질에 따라 달라지며, 음질이 낮을수록 주파수 범위가 줄어들어 정보량이 줄어들게 된다. 설명서 (b)와 같이 녹음 음질 설정을 할 수 있는 경우, 해당 녹음기로 최고의 주파수 범위가 발휘될 수 있도록 설정하여 사용한다.

2. 전화음성 녹음방법

1) 음성정보 채취 기록장치

수사를 목적으로 특수 제작된 전화음성 녹음장치로 송·수화기를 들면 자동적으로 녹음되기도 하고 통화 도중에 수동적으로 녹음하는 것도 가능하다.

녹음내용을 검색할 수도 있고 통화시각, 전화번호 및 통화시간 등을 인

왜할 수도 있다. 전화가 자주 걸려오는 곳에 고정적으로 설치하고 수사에 필요한 여러 가지 내용을 확인하는데 편리한 반면, 사용 전에 사용방법에 대해 미리 잘 익혀두어야 한다.

2) 녹음기를 이용하는 방법

가장 편리하고 쉽게 사용할 수 있는 방법으로 몇 가지 준비물만 있으면 가능하다. 다음은 일반전화기를 이용한 통화내용 녹음 방법이다.

(1) 준비물

가) 전화기, 녹음기, 전화기 녹음용 어댑터, 녹음기 입력선, 전화선.



전화기



전화기 녹음용 어댑터



녹음기 입력선



전화선

그림 99. 일반전화기를 이용한 통화내용 녹음에 필요한 도구들

나) 그림 99에 나타난 전화선과 전화기 녹음용 어댑터는 일부 녹음기의 경우 구입 시 번들로 제공되기도 하며, 시중에서 쉽게 구할 수 있다.

(2) 연결방법



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 100. 통화내용 녹음을 위한 전화기와 녹음기 연결 방법

가) 전화기에 연결된 전화선을 전화기로부터 분리하여 녹음용 어댑터와 연결한다. 이 때, 어댑터의 입/출력 관계를 확인하고 연결한다(그림 100 (a), (b)).

나) 녹음용 어댑터에 녹음기 입력선을 연결한 다음 녹음기를 연결한다(그림 100 (c), (d)).

(3) 통화 중 녹음하기

시판되는 녹음기에는 음성이 감지될 때 녹음되는 기능을 갖고 있는 것들이 있는데, 제조사에서 사용하는 이름에 따라 VOR 혹은 VOS (voice operated recording system), VOX (voice operated transmit 혹은 voice only transmit)로 표기하고 있다. 이러한 녹음기들은 성능에 따라 음성 인

식 녹음 기능을 선택 또는 해제가 가능한 것이 있는 반면, 해제가 불가능한 기종도 있으므로, 선택 시 주의한다.

음성 인식 녹음 기능이 있는 녹음기들은 전화가 착신이 되고 수화기를 드는 순간부터 작동이 되는 편리함이 있으나, 감도에 따라 대화 중 1초 이상의 휴지기가 있거나 송화자의 목소리가 일정한 세기를 넘지 않는 작은 경우, 일시정지 후 녹음 진행이 되어 효과적인 대화의 녹음이 되지 않는 경우도 있으므로, 사용 전 기능 해제가 가능하면, 기능해제를 하고, 녹음기의 녹음작동을 시킨 후, 수화기를 들어야 한다.

카세트테이프를 사용하는 녹음기를 선택한 경우, 사용할 카세트테이프에 녹음기의 녹음속도 기준 설정을 위해 특정 광고방송이나 표준시각 안내 전화를 녹음해 둔 다음, 통화 내용 녹음을 진행한다.

3) 녹음이 가능한 전화기를 이용하는 방법

자동응답전화기는 전화기 자체에 녹음기가 내장되어 있어 녹음하기가 용이하다. 이 방법을 이용하여 중요한 전화 음성을 녹음할 때는 사용하던 녹음테이프는 반드시 새 녹음테이프로 교환하여 사용하여야만 음질이 좋은 음성을 녹음할 수 있는 단점이 있고, 자동응답전화기 기종에 따라 음성을 녹음할 때마다 전기적인 신호음이 발생하는 경우가 있으므로 가능하면 이런 전화기는 사용하지 않는 것이 바람직하다. 또한 근래에는 테이프를 사용하지 않고 IC칩에 직접 소리를 녹음하는 전화기도 시판되고 있는데, 내장된 녹음기의 주파수 범위를 확인하여 200~4000 Hz 범위가 포함되는 경우가 아니면, 일반적인 녹음기를 이용한 녹음 방법을 따른다.

4) 기타 전화음성의 녹음 방법

전화감청장치인 RF 송·수신기를 이용하여 전화음성을 녹음할 수 있으나 통신비밀보호법 및 동법 시행령, 시행규칙에 의거하여 사용해야 한다. 대개 일반 라디오나 TV에서 이용되는 주파수 범위(약 30~300 MHz) 이외의 주파수를 이용하는 송수신기를 이용하는 것이 바람직하다.

전화음성 녹음 장치가 없이 녹음기의 마이크(microphone)를 이용하여

전화 음성을 녹음하면 대부분 음질이 저하되고 소리가 작게 녹음될 뿐만 아니라, 성문 분석 시험이 가능한 시료를 얻기 어렵다.

3. 녹음 시 일반적 주의사항

1) 녹음환경

녹음하는 장소에서 소음원이 있으면 성문 분석 시 소음과 음성을 분리 하기가 곤란한 경우가 있으므로, 커튼과 같은 간단한 방음장치를 해주는 것이 바람직하다. 전화 통화 중 녹음을 할 때에는 전화기기 주변 및 녹음 기기 주변에 자기장(magnetic field)의 영향을 줄 수 있는 스피커, TV, 컴퓨터, 휴대용 전화 등은 멀리 두는 것이 좋다.

2) 예비실험

녹음방법이 결정되면 실제 모든 작동이 정상적이고 녹음상태가 양호한 가를 점검한다.

특히, 카세트테이프를 사용하는 경우 대조를 삼을 수 있는 TV 광고나, 전화 벨소리 등을 녹음해 두면, 녹음기의 재생속도 보정이 가능하게 된다. 카세트테이프의 양쪽 끝에 있는 리더 테이프는 미리 감아두어 중요한 음성정보를 손실하는 일이 없도록 한다.

모든 녹음 전에는 반드시 건전지 점검을 해야 하고 가능하면 아답터를 사용하는 편이 장시간 계속 사용할 수 있고, 녹음 중 작동이 중단되거나 카세트테이프 녹음기의 경우, 녹음속도가 변화되는 것을 예방할 수 있다.

3) 녹음방법

전화음성을 녹음할 때는 대화 진행 중 상대방의 말을 방해하지 말고 가능하면 상대방이 많은 말을 하도록 같은 말을 반복할 수 있도록 유도한다. 또, 상대방의 목소리를 크고 정확하게 녹음할 수 있도록 한다.

대조를 위한 음성을 채취할 때는 비교 대상의 내용에 있는 낱말이나 문장이 많이 포함되게끔 대화를 유도하면서 여러 번 녹음하고, 상대방이 용

의자임을 인지한 경우는 자연스런 대화를 녹음한 후 원자료의 대화내용의 녹취서를 작성하여 그 내용대로 상대방이 2~3번 반복하여 발음하도록 한다. 특히 음성을 녹음할 때는 원자료나 대조자료 모두 너무 소리가 약하게 녹음되거나 주변음이 너무 강하게 녹음되지 않도록 주의해야 하며, 사무실 등에서 여러 명이 함께 이용하는 전화는 통화품질이 저하될 수 있으므로 가급적 피하는 것이 좋다.

IV. 감정의뢰 시 주의사항

1. 감정물로써 의뢰를 위한 취급요령

1) 카세트테이프 계열

카세트테이프를 감정의뢰할 때에는 재생을 최대한 줄이고, 가능한 최초의 상태로 제출하도록 한다. 이때, 쓰기 방지 탭(그림 101)은 제거하도록 한다. 자기장의 영향은 포장의 두께에 반비례하므로, 가능하면 자기장의 영향을 받지 않도록 케이스(case)에 넣어 안전봉투 혹은 여러 겹의 종이 등으로 개별 포장한 후 감정의뢰 한다.

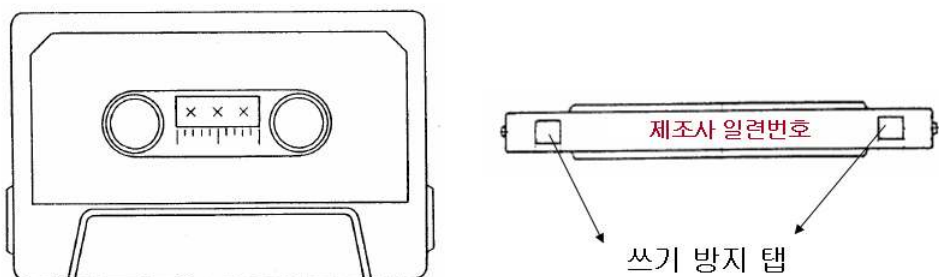


그림 101. 카세트테이프

2) 카세트테이프용 녹음기

카세트테이프의 원본 여부 및 편집 여부 감정의뢰 시, 카세트테이프를 녹음한 녹음기 제출을 권장한다. 카세트테이프 녹음기는 기준 재생속도 4.78~4.8 cm/s로 제작 판매가 되지만, 사용방법이나 사용자의 습성에 따라 기기가 재현하는 속도는 변화한다. 그러므로 카세트테이프에 저장된 내용을 제작하는 데 이용한 녹음기가 제출되면, 보다 신속하고 엄밀한 속도 보정이 가능하다.

제출할 때에는 장착된 배터리를 분리하고, 습기와 충격을 방지할 수 있도록 포장하여 제출하도록 한다.

3) 디지털 녹음기

디지털 녹음기는 재생속도가 변하지 않고, 반복재생에도 음원이 손상되지 않는 장점 등이 있어 널리 이용되고 있다. 디지털 녹음기와 관련하여 편집여부 등에 대한 감정의뢰를 할 때, 카세트테이프 녹음기와 마찬가지로 녹음기를 제출하는 것이 좋다.

저장된 내용은 삭제가 되면 복구가 불가능하므로 이동 중 버튼이 작동되지 않도록 장착된 배터리를 분리하고, 습기와 충격을 방지하고, 전자파를 차단할 수 있도록 포장하여 제출하도록 한다.

4) 각종 전화 사서함 서비스

전화의 사서함 서비스(예: 이동통신사 음성메시지 등)는 청취 후 전화기에 저장되는 것이 아니고, 서비스의 종류와 기능에 따라 저장된 음성정보는 시일이 지나면 자동 삭제되므로, 별도 녹음하여 제출하도록 한다.

5) 자동 응답 및 녹음 기능이 있는 일반 전화기

자동응답기능이 내장된 일반 전화기에 저장되는 음성은 별도의 스피커 단자가 존재하지 않으면, 전화기 자체를 제출하도록 한다.

6) 휴대용 전화기

시판되는 휴대용 전화기들은 제조사에 따라 녹음기능이 내장되어 있는 경우가 상당수 있어 녹음에 이용되는 경우가 많다. 이 경우 휴대 전화기 상태로 제출을 권장하며, 부득이 전화기를 제출할 수 없는 경우 ① USB 단자를 통해 파일로 추출이 가능한 경우, 추출한 음성파일 제시하거나, ② 휴대 전화 녹음용 어댑터를 이용하여 다른 녹음기에 녹음한 후 제출하도록 한다.

7) 비디오테이프, CD 및 기타 저장 매체

저장매체의 본래 상태로 제출하도록 하는데, 비디오테이프의 경우, 카세트테이프처럼 쓰기 방지 탭이 있으므로, 되도록 제거하고, 자기장의 영향을 받지 않도록 안전봉투 혹은 여러 겹의 종이 등으로 개별 포장한 후 감정의뢰 한다. 또한, CD 등은 플라스틱 계열이라 충격에 쉽게 파손될 수 있고, CD, DVD 계열 등은 데이터가 디스크 중앙에서 바깥방향으로 기록되므로, 최대한 중앙 부위가 파손되지 않도록 케이스에 넣어 안전봉투 등으로 포장하여 제출하도록 한다.

8) 음성파일

경찰청의 112 센터, 소방방재청의 119 안전신고센터, 사설경비업체의 고객센터, 은행의 고객센터 등에 저장된 음성은 파일의 형태로 보관되어 있으므로, 스피커를 통한 재생음의 녹음 및 line을 통한 녹음기로 복사하는 방법은 피하고, 저장되어 있는 음성 파일을 복사하여 제출하도록 한다.

사설경비업체나 은행 등에서는 음성파일을 저장할 때, 쉽게 구할 수 없는 코덱을 사용하는 경우가 있으므로, 코덱에 대한 정보를 파악하여 함께 제출하면 감정의 신속성을 도모할 수 있다.

9) 동영상 파일

CCTV나 휴대폰 혹은 디지털 카메라로 촬영한 동영상 등에 포함된 음성을 의뢰할 때에는 원본을 제출하도록 하며, 별도 저장이 가능한 경우, CD나 DVD에 복사 저장 후 제출하도록 한다.

10) 녹취록

녹취록이 작성되어 있다면, 녹취록 사본을 제출하도록 한다.

2. 감정의뢰사항

다음의 사항들에 관한 감정을 의뢰할 때는 감정 사항을 명확하고 세밀하게 기록한다.

① 동일인의 음성인지 여부 : 음성에 의한 두 가지 음성이 동일한 사람의 음성인지 여부, 여러 음성 중 주인공의 음성과 동일한 사람의 음성이 있는지 여부 및 여러 음성이 몇 사람의 음성인지 여부

② 음성의 주인공에 대한 성별, 연령, 언어 영향권 등에 관한 추정

③ 녹음테이프의 인위적 편집 여부

④ 음질개선

⑤ 녹취서 일부 내용 확인

⑥ 기계음 및 주변음의 분석

⑦ 기타 음성·음향 등에 관한 사항

V. 주요 감정 사례

국립과학수사연구소 음성연구실에서 1987년부터 2008년까지 처리했던 감정들 중, 주요 감정 사례를 소개하고자 한다.

1. 원혜준양 유괴 살인 사건(강남경찰서, 1988. 1.)

1987년 12월 3일 오후 유치원에서 귀가하는 어린이를 납치·살해하고, 10여 차례에 걸쳐 금품요구를 한 사건이다. 3차에 걸쳐 총 50명의 음성과

동일인 여부를 감정하였고, 이 중 시민의 신고로 확보된 한 사람이 동일인의 음성으로 판명되었다.

이 사건은 초기 비공개로 수사를 진행하다 공개수사로 전환되어 시민들의 협조에 의해 다량의 음성 감정물을 채집할 수 있었으며, 음성감정결과에 의해 구속 영장이 발부되면서, 범행을 부인하는 용의자로부터 범행 일체를 자백 받아 수사는 완결되었다.

2. 경인전철 폭파 협박 사건(남대문 경찰서, 1996. 2.)

1996년 2월 5일 부평역에서 출발하는 전동차 내에 폭발물을 설치하여 폭파시키겠다고 협박한 사건이다. 방송 보도 내용을 본 범인이 방송국에 전화를 하여, 발신자 번호 추적으로 용의자를 확보하게 되었고, 용의자의 자연스런 음성을 성공적으로 녹음하여 범인 음성과 함께 감정의뢰 하였다.

음성 감정 결과 두 음성에서 명확한 공통된 특징이 검출되어 동일인의 음성일 가능성이 있음을 통보하였고, 이에 용의자는 자백하게 되었다.

3. 제보자 조작 보도 사건 (서울지방경찰청, 2005. 10.)

2005년 10월 23일 뉴스를 진행하는 한 방송사에서 뉴스 내용과 관련한 인터뷰 내용 방영에 제보자를 조작하여 보도한 사건이다.

해당 방송사에서는 뉴스에서 ‘OO경찰청 연금매장이 조직적으로 불법 카드깡을 해온 사실을 취재결과 확인됐다’는 보도 내용을 경찰 직원인 내부 제보자와 관련자로 분한 이모씨라는 인물의 음성을 자막과 함께 음성 변조하여 방영하였다.

이 사건은 보도내용에 나타난 서로 다른 제보자들의 변조된 음성을 복원하여 비교한 결과, 동일한 인물의 음성일 가능성을 회보하였다. 이후 용의자를 확보하여 복원된 음성과 비교 결과 동일인의 음성임을 확인하였다.

4. 박재민군 유괴 살인 사건 (인천지방경찰청, 2007.03.)

2007년 ‘인천의 그놈 목소리’로 불렸던 사건으로, 2007년 3월 11일 인천 송도에서 피해자(8세, 남)를 납치, 살해 후, 14:45경부터 3월 13일 12:20까지 총 16회에 걸쳐 공중전화 및 휴대폰으로 피해자의 부모에게 전화하여 금품을 요구한 사건이다.

1차 감정에서 범인의 연령은 20대 후반 ~ 30대 초반의 특징, 차량 관련 용어를 자연스럽게 구사하는 특징을 갖고 있었으며, 감정물의 범인 음성과 용의자의 음성의 성문에서 공통된 특징들이 검출되어 동일한 사람의 음성으로 추정하여 회보하였다.

범인의 직업은 견인차 기사였고, 2008년 1월 고등법원 항소심에서 1심과 같은 무기징역을 선고 받았다.

5. 보성 연쇄 살인 사건 (전남 보성 경찰서, 2007. 09.)

2007년 9월 초, 전남 고흥군 해안에서 발견된 두 명의 사체 중, 한 명의 휴대폰으로 2007년 8월 31일 총 4회에 걸쳐 말 없는 전화가 119에 걸려온 기록이 있어 조사가 진행된 사건이다.

사건 조사 초기, 말 없는 전화 통화 내용 중 기계음이 포함되어 있어 이를 분석하던 중, 거의 동일한 상해를 입은 두 명의 사체가 추가로 발견되어 용의자를 확보하게 되었다.

119 통화 내용 중 포함된 기계음과 용의자 소유의 선박 엔진음이 동일 선박에서 발생된 엔진음으로 볼 수 있는 결과를 얻게 되었고, 강력범죄 수사상 드물게 음향 분석의 결과가 결정적 근거가 되어 범인을 검거한 사건이다.

이 사건은 2007년 말 보성의 노인과 바다로 회자되었으며, 범인인 70세 어부는 구속기소 되었고, 2008년 2월 1심 재판에서 사형이 선고되었다.

제4장 총기폭발물의 감정

I. 총기 발사자 식별

총기관련 사망사고 시 수사의 관점은 발사자의 식별, 즉 자·타살 여부의 판단이다. 대부분의 총기사망사고는 현장에서의 정황으로 자·타살을 판단할 수 있으며, 이화학적 감정은 이를 과학적으로 입증하는 절차라 할 수 있다.

일반적으로 자살자의 사입구는 접사 및 근접사의 형태를 나타낸다. 접사는 총구 폭압에 의해 사입구가 별처럼 찢어지고, 외견상 사출구보다 크게 형성되는 특징을 보인다. 근접사는 폭압에 의한 피부의 손상은 보이지 않으나, 총창 주변으로 총구화염에 의한 화상흔적(burning ring), 총구로 분출되는 화약 입자에 의한 피부손상이 관찰된다.

사용총기의 종류, 사망자의 신체조건 등을 감안하여 사입구의 생성 위치가 자연스러운지를 관찰하는 것도 자·타살 판단의 정황증거가 될 수 있다.



그림 102. 접사의 사입구 형태



그림 103. 근접사의 사입구 형태

사망자나 용의자의 의류에서 화약류의 검출은 실제 발사자를 판단하는 중요한 근거가 된다. 실탄의 화약으로는 니트로글리세린과 니트로셀룰로

오즈를 주성분으로 하는 무연화약과, 납, 바륨, 안티몬 등 금속성분을 포함하는 뇌관화약이 사용된다. 이 중 발사자의 판단에 유리한 것은 뇌관화약의 검출이다. 총기 발사 시 화약류가 방출되는 곳은 총구 주변과 탄피 방출구 및 방출되는 탄피에 의해서이다. 따라서 총기가 리볼버형의 권총과 같이 탄피가 방출되지 않는 총기일 경우 발사자의 손에서 화약검출 여부는 의의가 없게 된다. 자동소총의 경우 변사자가 탄피 방출구를 좌측으로 향하게 하고 엄지손가락으로 방아쇠를 눌러 격발하는 경우에도 격발한 손에서는 화약이 검출되지 않는다. 따라서 사건 현장에서 총기와 탄피의 발견 위치를 반드시 확인하여야 한다.

뇌관화약과는 달리 무연화약은 상대적으로 양이 많으므로, 변사자의 상의 의류에서 다량 검출될 수 있다. 그러나 무연화약은 발사자와 근접한 거리에 있는 사람의 의류에서도 검출될 수 있으므로 발사자 식별의 절대적인 근거는 되지 못한다.

화약류의 검출을 위한 증거물 채취 시, 무연화약의 검출을 위해서는 아세톤을 묻힌 거어즈나 면봉으로 채취부위를 닦아 유리용기에 보관한다. 뇌관화약의 검출을 위해서는 카본테이프가 부착된 총기발사잔사 채취키트를 사용하거나 5 % 질산에 적신 면봉을 사용한다. 이때 발사자의 오른손과 왼손, 손등과 손바닥을 구분하여 채취하고, 화약류가 묻지 않은 곳의 피부에서도 대조시료를 채취한다.

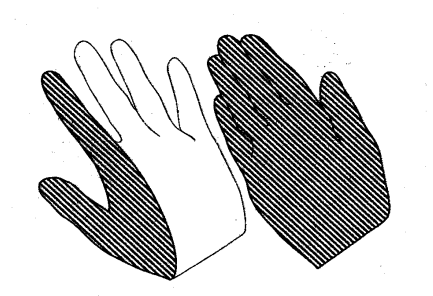


그림 104. 뇌관화약 잔사 채취범위

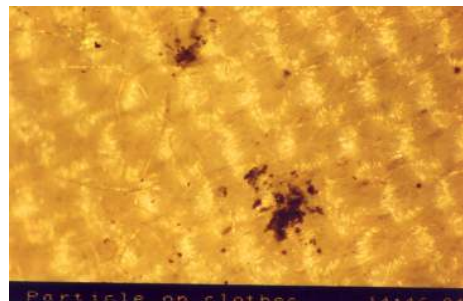


그림 105. 의류에 부착된 무연화약 잔사

II. 총기 발사흔

총기에서 발사된 탄환에는 강선흔이 생성되고, 탄피에는 격침흔이 생성되게 된다. 또한 자동총기의 경우에는 송탄과 방출과정에서 유저흔, 차개흔 등 다양한 흔적이 탄피에 남게 된다. 이를 총칭하여 총기 발사흔이라고 한다. 동일한 총기에서 발사된 탄환 탄피의 발사흔은 동일한 생성 특성을 보이므로, 현장에서 채증된 탄환 탄피의 발사흔을 감정하여 용의총기가 실제 범행에 사용되었는지를 알 수 있다.

현장에서 발견된 탄환이나 탄피는 거어즈 등으로 포장하여 운반 과정에서 발사흔이 손상되지 않도록 하는 조치가 필요하다. 용의총기는 약실 검사 후 지문채취 등의 감식이 끝난 후 실탄 3발 이상을 포함하여 송부하여야 한다. 총기의 송부가 어려울 경우 직접 시사하여 탄환 및 탄피를 송부하도록 한다. 탄환의 경우에는 깊이 2 m 이상의 물탱크나 탈지면을 채운 길이 2 m 이상의 시사함을 이용하면 원형이 유지된 시사탄환을 얻을 수 있다.

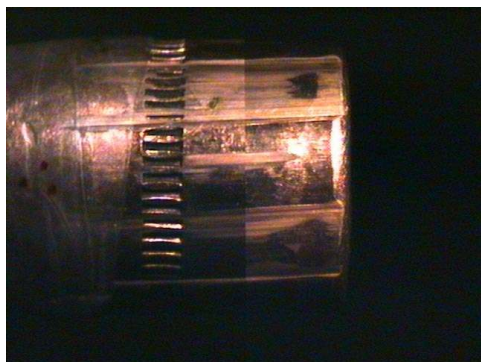


그림 106. 강선흔의 생성특성 비교

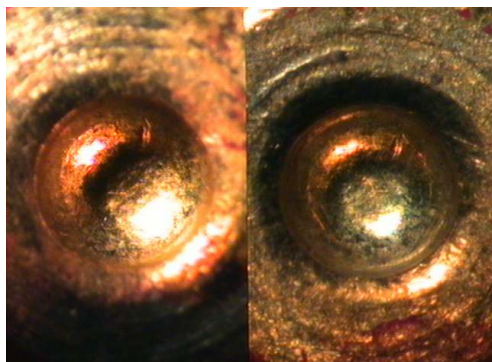


그림 107. 탄피의 격침흔 생성특성 비교

현장에 유류된 탄피를 감정하여 실탄의 제조회사와 제조처를 밝히는 일은 초동수사에서 중요한 일이다. 대부분의 탄피 노리쇠면에는 문자가 각인되어 있으며, 이 각인문자에는 제조회사, 실탄의 종류, 생산년도 등이 포함된다. 제조회사를 나타내는 각인문자는 회사 고유의 로고를 사용하거

나 문장, 부호를 사용하며, 동일 회사 제품이라 하더라도 생산년도나 제조 공장이 다를 경우 다른 문자를 사용하는 경우가 많으므로 이를 확인하기 위해서는 각인문자에 대한 정보를 수록한 색인이 필요하다. 생산년도의 경우 해당연도를 숫자로 표시하는 경우가 대부분이지만, 간혹 문자나 기호로 나타내기도 한다.

Ⅲ. 탄피 각인문자(Cartridge Head stamp)

탄피의 노리쇠면에 각인되는 문자(Cartridge Head Stamp)에는 제조국가, 제조회사, 실탄의 종류, 생산년도 등 그 실탄에 대한 포괄적인 정보를 수록하고 있다. 따라서 총기사건 현장에서 발견되는 탄피에서 각인문자를 해석하여 실탄의 제조국가 및 생산년도를 알 수 있으면 범인에 대한 윤곽, 즉 국적이나 소속 단체 등을 추정할 수 있으므로 사건 해결의 단서가 될 수 있다.

현재 전 세계적으로 실탄 생산회사가 무수히 많고, 동일한 회사에서 생산한 실탄일지라도 생산년도나 실탄의 종류에 따라 각각 다른 형태의 각인문자를 사용하므로 그 수는 매우 다양하고 많다.

각인문자의 형태를 분류하는 방법은 다양하나 가장 일반적인 방법은 문자의 배열 위치에 따라 분류하는 방법이다. 즉 그림과 같이 문자가 탄피의 위 또는 아래 한쪽에만 표시되는 방식을 I type, 위·아래 또는 좌·우에 문자가 각인되는 방식을 II type, 삼각형으로 문자가 배열된 형태를 III type, 상·하·좌·우 4곳에 배열되는 형태를 IV type, 오각형으로 문자가 배열되는 형태를 V type으로 분류하며, 대부분의 각인문자는 I ~ V type으로 분류할 수 있다.

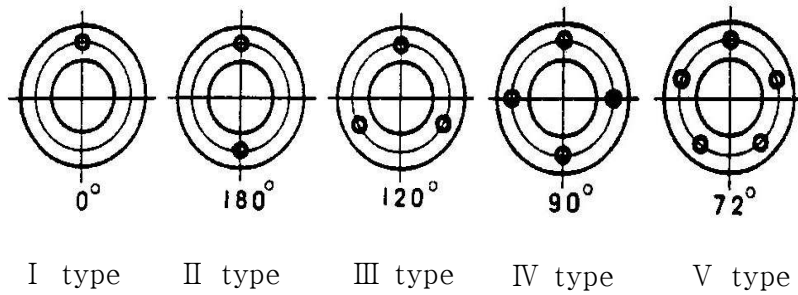
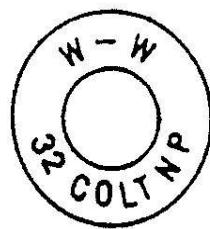


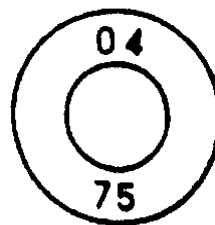
그림 108. 탄피 각인문자(Cartridge Head Stamp)의 표시 형태

각인문자에서 가장 중요한 제조회사의 표시는 국가나 회사에 따라 다양한 형태로 표시된다. 가장 일반적인 경우는 W-W(미국, Winchester Western), PMC(한국, 풍산금속) 등과 같이 제조회사의 영문 약자를 사용하는 경우이며, 그 외 회사 고유의 문장이나 기호를 사용하거나 숫자를 사용하여 생산회사를 표시한다.

생산년도는 해당 연도의 숫자로 표시하나, 문자로 생산년도를 표시하기도 한다.



미국
winchester



러시아
제04제작소

그림 109. 탄피 각인문자

IV. 말소총번

총번은 해당 총기에 관한 모든 정보를 담고 있으며, 유통경로나 소지자의 이력을 추적할 수 있는 가장 확실하고도 유일한 방법이다. 따라서 전문 범죄에 이용되는 총기는 총번을 말소한 경우가 많으며, 이런 총기에 대하여는 전해연마 등 특수한 방법으로 말소문자를 현출하여야 한다.

매몰된 총기의 경우는 부식이 심하여 원형 확인이 불가능할 경우도 있다. 그러나 문자 각인 부분은 경우에 따라서는 부식된 금속 부분을 제거한다면 문자의 현출이 가능할 때도 있다.

금속의 부식 정도는 매몰장소의 습도, 온도, 금속의 종류 등 제반 여건에 따라 수많은 변수가 작용하므로, 총기의 부식 상태에 의한 매몰기간의 추정은 사실상 불가능하다.



그림 110. 말소된 총번



그림 111. 현출된 총번 C225758

V. 공기총 납탄

공기총에서도 강선을 사용하므로 납탄에 강선흔이 생성된다. 그러나 납은 경도가 약하므로 강선이 선명하게 생성되지 않을 뿐만 아니라, 외형의 변형이 심하므로 시사 납탄의 강선과 비교하기에는 어려움이 많다.

변형된 납탄의 감정은 무게, 직경 및 길이의 측정으로 구경의 추정이

가능하고, 가로 및 세로 기계흔의 확인이 가능하다면 제조회사의 추정도 가능하다.

VI. 파쇄유리

총기에서 발사된 탄환은 약 200~300 m/sec의 매우 빠른 속도를 지니므로, 유리창을 충격할 경우 상호 작용시간이 짧으므로 대개는 충격된 부분만을 파손시키는 현상이 일어나게 되고, 이때는 탄환의 구경과 거의 동일한 직경의 관통흔적만 남기게 된다. 반면 탄환의 속도가 감쇠한 상태이거나, 공기충과 같이 상대적으로 탄환의 속도가 느린 탄환의 경우에는 사입구의 직경이 탄환의 직경보다 커지고 파손의 범위도 넓어지는 현상을 보인다.

탄환과 같이 빠른 물체에 관통된 유리창의 천공 형태는 사입구 면은 거의 평면인 반면, 사출구 쪽에는 분화구 형태의 손상을 입으며, 천공을 중심으로 동심원과 방사선 형태로 금이 가는 파손 형상을 보인다. 동심원과 방사선의 생성 범위는 탄환의 속도가 느릴수록 넓어진다.

탄환의 속도가 현저히 감소하여 유리창을 관통하지 못한 경우에도 타격시의 충격에 의해 천공이 생성될 수 있으며, 천공이 형성되지 않고, 금만 간 경우에도 파단면에 생성되는 물결무늬의 진행방향으로 탄환의 진행방향을 추정할 수 있다.

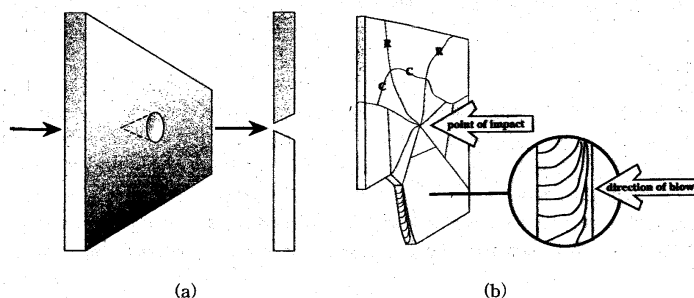


그림 112. 파쇄유리의 형태

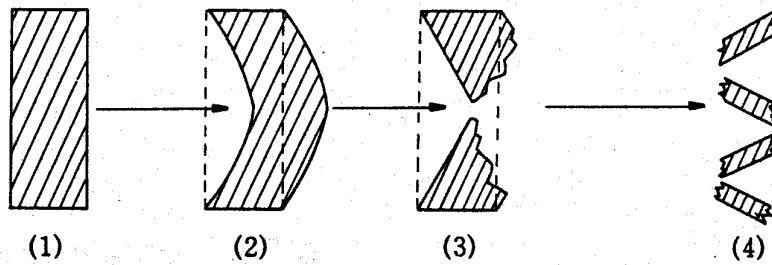


그림 113. 유리의 파쇄과정

한편, 탄환에 의한 유리창의 천공에서 사출구 쪽으로 분화구 형태의 파손이 발생하는 이유는 유리의 탄성과 관계가 있다. 그림에서와 같이 유리의 한쪽 면에 강한 충격을 받으면, 유리는 탄성범위 내에서 탄환의 진행 방향으로 휘어지게 되고, 안쪽 면이 바깥쪽 면에 비해 더 많이 늘어나게 되어 탄성 범위를 벗어나게 되기 때문이다.

탄환 등이 유리창을 관통한 경우에는 유리창의 날카로운 면에 탄환의 측면이 긁혀 금속성분이 잔류하게 되며, 단단한 물체를 탄환이 충격하였을 때도 금속성분이 부착되는 경우가 있다. 이 금속성분을 검출하여 탄환의 종류를 알 수 있다.

VII. 폭발

폭발(explosion)이란 계의 평형이 일시에 파괴되어 일시에 다량의 가스, 열 및 굉음을 나타내는 현상을 말하며, 크게 물리적 폭발과 화학적 폭발로 나눌 수 있다.

물리적 폭발은 압축가스 용기 폭발, 보일러 폭발, 화산 폭발 등과 같이 화학반응을 동반하지 않고 갑작스런 압력의 해방에 의해 부피가 급격히 팽창 혹은 감소하는 현상을 말하며, 압력 상승속도가 느리고 압력이 낮아 파괴효과는 크지 않다.

화학적 폭발이란 물질의 구성성분이 매우 빠른 속도로 산화(연소)되는 과정을 말하며, 급격한 부피의 팽창과 에너지를 방출하고 화염을 동반하

며, 가스폭발, 분진폭발, 폭약폭발을 들 수 있다.

화학적 폭발의 일종인 분진폭발(dust explosion)은 입경 1~150 μm 정도의 미세한 분말이 공기 중에 부유하여 분진구름을 형성하여 일정농도에 이르면 화염, 전기 스파크, 마찰 등의 점화원에 의해 점화되어 폭발하는 현상을 말하여, 분진폭발로 인한 산업 안전사고가 자주 발생한다. 분진폭발의 조건은 분진의 농도가 15~50 g/m^3 , 발화점 400~700 $^{\circ}\text{C}$, 최소 점화 에너지 10~20 mJ 등이다.

폭발이 발생하면 에너지의 급격한 방출과 함께 열, 빛, 고온의 가스가 발생하고, 가스의 급팽창에 의한 충격파가 생성된다. 폭발효과로는 이와 같이 폭발 시 발생한 압력이 인접계로 극히 빠른 속도로 전달되는 충격파, 폭발 시 방출되는 에너지가 폭풍으로 전환되는 폭풍효과가 대표적이다. 화학적 폭발에 의한 폭풍의 특징은 후폭풍을 들 수 있으며, 물리적 폭발은 단순한 압력의 해소이므로 후폭풍이 발생하지 않는다.

[감정사례] 분진폭발

1) 개요 : 암반 발파용 플라스마 셀 제조 과정에서 폭발 발생

2) 감정결과 : 제조 과정에서 발생한 알루미늄 분말 분진에 미상 점화원(정전기 추정)이 작용하여 폭발

(1) 건물 구조

3면은 철골 방폭구조, 대전방지용 스테인레스, 바닥면은 대전방지용 우레탄 도료 및 접지선 설비

(2) 작업자 복장

폴리에스테르 소재의 방진복, 고무장갑 및 장화

(3) 인체 대전 정전기의 가능성

정전기에 대한 인체 정전용량은 70~200 pF, 저항은 수 $\text{k}\Omega$ ~수백 $\text{k}\Omega$ 이므로 방전 에너지는 10~30 mJ임. 작업자가 절연성이 큰 고무장화를 신은 경우 인체와 대지는 절연된 상태에서 일종의 축전지를 형성하게 되며, 축적된 전하가 한 곳에서 일시에 방전(불꽃방전)될 경우 큰 방전에너지가 발생함

(4) 플라스마 셀 관제(지관)와 금속분말의 마찰대전 가능성

지관과 금속 분말과의 마찰대전에 의해 생성된 전하가 지관에 축적되었다가 불꽃방전될 가능성이 있음.



그림 114. 금속분말이 부착된 벽재 철탑



그림 115. 분진폭발 현장

※ 불꽃방전이란 수 kv로 대전된 도체와 접지 도체가 수 mm까지 접근하였을 때 대전된 전하가 일시에 방전하면서 불꽃(스파크)을 일으키는 현상

VIII. 폭약류의 검출

폭약의 구성은 크게 기폭장치와 장약부분으로 나뉜다. 다이너마이트류, TNT, RDX 등 대부분의 고성능 폭약류의 기폭을 위해서는 뇌관 등과 같은 기폭장치나, 마찰이나 충격에 예민한 전폭약을 필요로 한다.

따라서 폭발 현장 주변에는 폭발물의 기폭에 사용된 기폭장치의 파편, 즉 뇌관 관체의 파편, 각선(전선), 타이머, 건전지, 호출기, 핸드폰, 회로기판, 기타 주변과 어울리지 않는 전자제품 등이 발견된다.

한편 흑색화약이나 백색화약과 같은 화약류는 대체로 열이나 마찰 등에 예민하므로 별도의 기폭장치 없이 일반적인 점화방법에 의해서도 기폭이 가능하다.

폭약류나 화약류의 성분 분석을 위해서는 폭심 주변의 그을음을 채취하

여야 한다. 루두공이 형성된 경우라면 루두공 주변의 토양을, 그렇지 않은 경우에는 주변 벽체나 기물에 묻은 그을음을 아세톤으로 닦아 채취하되, 가급적 소화약제나 방화수에 오염되지 않은 부분을 채취한다.

IX. 사제폭발물

일반적으로 사제폭발물은 불법 유출된 폭약류나 완구용 화약 등을 이용하여 제조된다. 그러나 최근에는 관련 서적이나 인터넷 등에서 제조법을 습득하여 사제폭발물을 직접 제조하기도 한다.

간단한 화공약품으로 제조가 가능한 폭약으로는 초안유제폭약(ANFO)이 있다. 다공성의 질산암모늄과 경유를 95:5로 혼합하면 폭성을 갖는다. 흔히 “비료폭탄”이라고 하는 ANFO는 다이너마이트의 약 2/3에 달하는 폭속을 가지나, 매우 둔감한 폭약으로, 기폭을 위해서는 뇌관과 전폭약이 필요하다. 외국의 경우 질산암모늄을 원료로 하는 질소비료가 생산되므로 단순히 비료와 경유를 혼합하여 ANFO를 제조할 수 있으나, 국내에서 생산되는 질소비료는 요소비료이므로 ANFO의 제조가 불가능하다. 그러나 질산암모늄은 화공약품상에서 손쉽게 구입이 가능하므로 ANFO의 제조는 그리 어렵지 않다. 이외 화공약품상에서 구입이 가능한 염소산칼륨을 니트로벤젠이나 경유와 혼합하여도 ANFO와 유사한 위력을 갖는 사제폭발물을 제조할 수 있다.



그림 116. 마그네틱 스위치를 장착하여 비디오테이프 케이스를 열면 터지도록 고안된 사제폭발물

사제폭발물의 감정물 채취 요령은 일반 폭발물의 감정물 채취에 준한다.

제9편 교통사고 감정

- 제1장 자동차사고 재구성
- 제2장 차량 안전에 관한 감정
- 제3장 역학에 관한 감정
- 제4장 분석에 관한 감정

제1장 자동차사고 재구성

I. 사고재구성	541
1. 목적	541
2. 필요성	542
3. 제한	542
II. 사고재구성 과정	544
1. 검토	544
2. 퍼즐 유추	544
3. 문제 접근	545
III. 사고재구성의 오류	549
1. 취약점	549
2. 일반론	552

제2장 차량 안전에 관한 감정

I. 기관(엔진)	553
II. 동력전달 장치	554
III. 현가장치	554
IV. 조향장치	554
V. 제동장치	556
1. ABS와 일반브레이크	556

VI. 타이어	558
1. 타이어 역할	558
2. 타이어의 구조와 명칭	558
VII. 자동차용 안전유리	558
VIII. 운행기록계(Tacho-graph)	30
IX. 보조장치	561
X. 차량식별을 위한 육안 검사항목 및 검사기준	562
1. 번호판 검사항목 및 검사기준	562
2. 차대번호식별	562
XI. 오토바이의 속도계 검사	563

제3장 역학에 관한 감정

I 자동차사고 재구성 개요	564
1. 역학연구실 업무	564
2. 자료의 수집	564
II. 차 대 사람 충돌	565
1. 사람의 잔유물 및 흔적	565
2. 충돌시 운동해석	565
III. 차 대 이륜차 충돌해석	569
1. 자동차와 이륜차의 충돌속도	569

2. 실험값에 의한 속도 계산	571
3. 오토바이의 속도계 검사	571
4. 자동차와 이륜차 측면 충돌	571
5. 이륜차의 운전자식별	572
IV. 차 대 차 충돌해석	573
1. 사고 전 자동차 운행상태	573
2. 타이어흔	575
V. 의뢰시 사고 사안별 검토 사항	578
1. 중앙선 침범	578
2. 운전자 식별	579
3. 차 대 차·이륜차·자전거	580
4. 차 대 보행자	582
5. 기타	583
VI. NISI-TAR	586
1. 스킨마크(Skid Mark)에 의한 제동초속도 계산	586
2. 기울기 있는 도로에서의 제동초속도 계산	589
3. 요마크(Yaw Mark)에 의한 운행속도 계산	589
4. 자동차 추락속도 계산	590
5. 자동차 데이터베이스	591
VII. 관련 사이트	591

제4장 분석에 관한 감정

I. 서론	592

Ⅱ. 뺑소니 사고	594
1. 뺑소니 사고의 유형	594
2. 차 대 보행자의 충돌 현상	599
3. 사고현장에 나타나는 여러 가지 현상	607
Ⅲ. 증거물 채취	608
Ⅳ. 용의차량 추적방법 및 사례	610
1. 유류품을 이용한 차량 추적방법	610
2. 용의차량이 보수된 경우	618
3. 이륜차 대 보행자	620
4. 차 대 자전거	621
5. 선박사고	621

제1장 자동차사고 재구성

자동차사고재구성은 이용 가능한 정보를 가지고 어떻게 사고가 일어났는가를 밝히는 것이다.

자동차사고조사는 5단계로 나눌 수 있으며 1, 2단계는 일반적이나 3단계부터는 보다 전문적이고 분석적이다.

- ① 사고조사서
- ② 현장약도 및 증거물 위치
- ③ 기술적 검토
- ④ 전문적 재구성
- ⑤ 원인분석

I. 사고재구성

1. 목적

자동차사고를 기록하는 궁극적 목표는 사고재구성에 있고 다음과 같은 사항을 결정하기 위한 것이다.

1) 충돌지점, 충돌방향, 속도, 운행방향, 가속 혹은 감속, 회전 등 사고재구성에서는 충돌지점과 충돌전후 일어난 일들의 세부상황을 결정하는 일이 요구되고 이러한 작업의 결과 시간, 장소, 속도, 가속도 등의 도표를 얻을 수 있다.

기타 사고재구성에서 얻을 수 있는 것은

2) 운전방법과 회피시도 여부, 교통법규위반 여부, 운전자 식별, 안전벨트 및 에어백 등 내부구조물에 의한 부상 원인 등이 있다.
사고재구성은 사고가 왜 발생했는지를 설명하지는 못하나 사고요인이 되는 조건 또는 환경을 제시하기도 한다.

2. 필요성

사고를 재구성하여 의견이나 결론을 낼 수 있으나 사실에 입각한 보고서나 직접적인 목격자가 있는 사건에서는 재구성이 필요 없다.

목격자가 없는 경우 노면흔적과 차량손상 형태와 같은 사고결과에 근거한 재구성은 유용한 결론을 제공한다. 다수 목격자의 진술이 다른 경우에 재구성은 목격자 진술 내용 중 어떤 것이 사실이고 사실로 인정해야 하는지를 결정하는데 도움이 되고 또한 목격자의 진술이 그가 목격한 내용이 기보다 자신의 믿음 또는 편견일 경우 이용 가능한 모든 자료를 근거한 사고재구성은 목격자 의견의 신뢰성을 결정하는데 도움이 된다.

사고재구성의 결론은 재구성자의 의견임을 명심하고 어떠한 결론과 마찬가지로 재구성의 근거가 된 정보, 재구성자가 누구인지, 재구성을 어떤 환경에서 하게 되었는지에 따라 정확성과 신뢰도가 달라진다.

통상 보고서는 문서로 작성되는데 규정된 보고서는 결론의 요약, 결론을 이끌어낸 자료의 목록과 추론 과정, 과학적 근거 및 최종적으로는 정확도와 신뢰성에 대한 기술을 한다. 그래서 보고서에는 지도, 그림 및 사진 등이 포함되기도 한다.

3. 제한

사고재구성은 언제나 가능한 것이 아니고 다음과 같은 명확한 제한성이 있다.

1) 정보의 양적 질적 유용성

재구성을 위한 가장 중요한 요소이며 정보가 충분하면 정보 자체가 사고를 설명하고 간단한 추론만이 필요하다. 반면 정보가 부족하고 부실하면 그것을 근거로 한 결론에서는 분명한 사실을 얻을 수 없고 재구성자는 한계를 갖게 된다. 그래서 자료가 충분하면 재구성자는 약간의 교육수준이 필요하지만 자료가 부족하면 어느 누구도 실제로 무슨 일이 일어났는가에 대한 만족스런 결과를 제시할 수 없게 된다.

2) 사고재구성자의 능력

사고에 대한 동일한 정보가 제시되어도 재구성자는 개인에 따라 보다 사실적이고 신뢰할 수 있는 견해를 나타내는 정도가 다르다. 능력의 차이를 평가하기란 쉽지 않으나 다음의 3가지 요소를 참고한다.

(1) 현장과 흔적기록, 사진 및 차량의 손상부위 등 사고와 관련된 자료를 해석하는 능력

(2) 물리학, 공학, 법의학, 심리학 등 법과학의 활용 능력

(3) 조사내용에서 사실과 의견의 차이를 식별할 수 있는 능력

때때로 재구성자는 자신이 답할 수 없는 질문을 접하게 된다. 이런 경우 필요한 지식과 기술을 가진 주위 사람의 도움을 받아야 한다. 조건이 갖추어졌다고 생각되지 않으면 스스로 사고재구성을 시도하지 말 것을 권유한다. 얼마 가지 못해 주위의 신뢰를 저버리게 될 것이다.

3) 사고재구성의 범위

사고재구성으로 어떻게 사고가 일어났는가에 대한 완벽한 설명이 반드시 필요하지는 않다. 누가 재구성 작업을 하던지 간에 차량의 속도, 어느 차량이 중앙선을 넘었는지, 미등의 점등 혹은 소등과 같은 구체적인 문제에만 집중할 것을 유념하라. 가장 철저한 재구성은 사고원인을 조사하는 팀과 더불어 이루어진다.

4) 시간과 경비

필요한 시간과 경비가 재구성에 한계를 주게 된다. 램프실험과 같은 경우 비용에 큰 문제가 없지만 노면시험, 차량의 해체, 광범위한 자료의 계측과 계산을 해야 하는 일이라면 얻어진 결과가 반드시 유용하지만은 않기 때문에 사고 재구성자는 범위를 축소해야 한다. 짧은 시간에 이루어진 재구성이 만족할 만한 결과를 제시하지 못하면 관점을 단순화시키거나 재구성 자체를 포기해야 한다.

II. 사고재구성 과정

사고재구성 기법을 논하기 전에 자동차사고를 기술하는데 필요한 과정은 다음과 같다.

1. 검토

사고재구성은 사고현장에서 자료를 수집하는 일이 아니고 수집된 자료를 해석하는 일이다. 대부분의 자료수집 방법은 절차가 정해져 있고 기록 양식이 있다. 그러나 사고재구성은 상상력, 정보간의 연관성, 여러 자료를 활용하기 위한 기초과학의 응용능력 등이 필요하기 때문에 규정된 법칙이나 형식만으로는 한계가 있다. 전문가들은 재구성 과정에서 가끔 유용한 정보의 부족을 알게 되는데 이 경우 조사자가 자료를 보내주거나 재구성자가 직접 현장 측량, 문헌조사, 필요한 사람과의 접촉을 시도한다. 재구성에 필요한 자료들이 어떤 실험을 통해 얻어진다면 전문가들은 사고재구성을 위해 추가적인 실험을 하기 전 두 가지의 경우를 생각해 본다.

- 1) 문제점이 해결되겠는가
- 2) 과학적 근거로 활용 가능한가

2. 퍼즐 유추

사고재구성은 그림 맞추기 퍼즐과 유사하다. 사고자료는 퍼즐의 조각과 같아 조각이 없거나 다른 조각이 들어 있으면 문제는 복잡해지고 해결 불가능할 수 있다. 관련이 없는 조각들은 배제하고 이용 가능한 조각들을 맞춘다 하더라도 알고자 하는 그림을 완성 못할 수도 있다. 반면 조각이 부족하여 그림이 완성되지 않아도 전체 그림이 어떠한 것인지 이해할 수도 있다. 유사한 상황이 사고자료에서도 적용된다. 노면의 타이어흔은 재구성자에게 브레이크 제동에 의한 스키드마크 인지를 식별 가능하게 하고

미끄러진 거리와 노면 종류 등을 확인하여 관련 역학 지식을 적용하면 제동초속도가 계산되어 유용한 의견을 얻게 된다. 아쉽게도 퍼즐과 같이 사고재구성도 문제 해결을 위한 분명한 해법이나 법칙은 존재하지 않는다.

3. 문제 접근

자동차사고재구성을 위한 법칙들이 확립되어 있지는 않지만 유용한 문제 접근 방식들은 개발되어 왔다. 이러한 접근 방법은 특정사고에는 적용할 수 있지만 모든 사고에 적용할 수 있는 것은 아니다. 대부분의 사고는 나름대로의 접근방식이 있고 그 때마다 개발되어야 한다. 다음에 제시한 접근 방식 중 일부는 모든 사고재구성에 적용되지만 일반화시킬 수 없는 것도 있다.

1) 문제점 지정

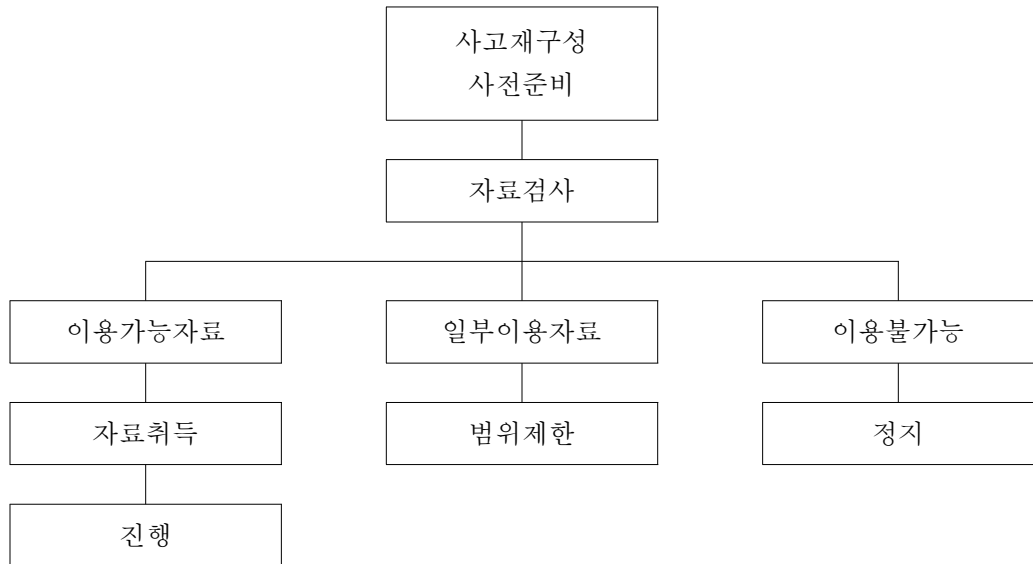
해결해야 할 문제점을 분명히 정한다. 이것은 재구성자가 해야 할 일의 범위를 정해준다.

2) 이용 가능한 자료의 평가

관계없는 자료를 배제한다. 자료의 검토는 재구성자로 하여금 계속 확인해야 할 자료와 분명한 자료를 분리함으로써 자료관리를 용이하게 해준다.

3) 추가자료에 대한 필요성 검토

활용 가능한 실험자료와 사진, 목격자의 증언, 측량자료들은 유용한 자료들이다. 차량무게, 목격자의 상세 진술, 교통제어장치의 위치 등과 같은 자료들을 확보하는 것은 필요하다. 추가자료를 얻기 위한 마찰력 실험이나 현장에서의 가시성 시험이 요구되기도 한다.

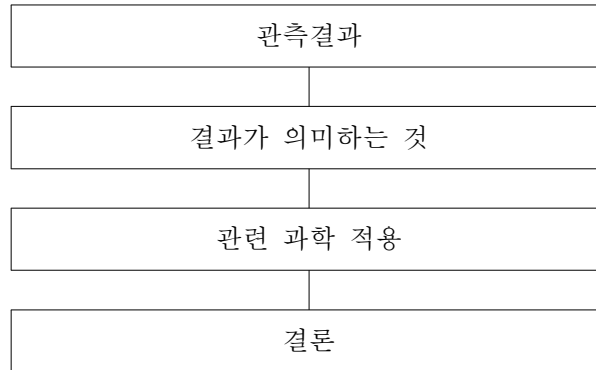


4) 사고실황조사서 작성

차량의 위치, 충돌각도 등이 해결해야 할 문제라면 정확한 현장약도가 필요하고 만약 직접측량이 이루어지지 않았다면 사진계측을 이용한 측량으로 현장약도를 작성한다.

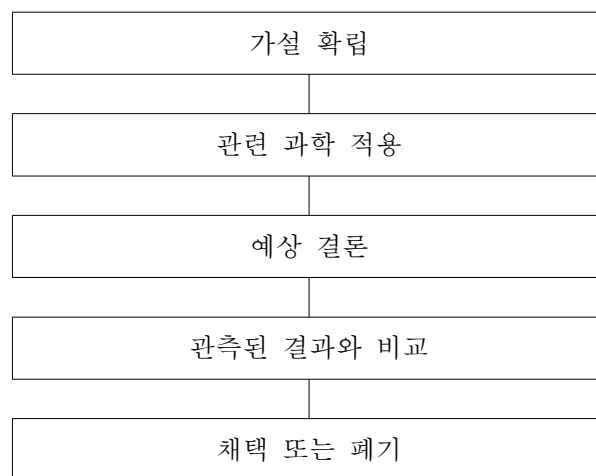
5) 역검토

해결해야 할 문제를 분명히 하고 이용 가능한 자료를 분류했다면 사고의 결과로부터 역으로 검토해본다. 가령 노면흔적, 차량의 파손형태, 차량 또는 사람의 최종위치, 피해자의 상해부위 등과 같은 결과의 원인이 무엇인지 자문해본다. 충돌사고가 일어나는 동안 사고차량 간 어떤 상호작용이 있었는지 알기 위해 손상부위의 검토, 차량이 특정위치로 이동한 것을 확인하기 위한 노면흔과 타이어흔의 일치성, 차체에 있는 마찰흔 확인작업 등이다. 제동시의 스키드마크나 요마크로부터 속도를 계산하는 방법은 역검토의 한 예다. 이런 경우 노면흔이 사고의 결과 생성된 것이라면 왜 이 흔적이 생겼는지를 명확히 하고 흔의 길이 또는 반경을 측량하고 마찰력을 결정하여 운동역학의 원리를 이용 속도를 계산한다.



6) 가설 검증

역검토 결과 만족할 만한 해답을 얻지 못하면 가설검증이 문제해결에 도움이 될 수 있다. 하나의 가설로 사고 전 일련의 상황(차량의 위치, 속도, 가속도, 주행방향 등)을 설정한 후 역학법칙에 따라 투영시켜 본다. 예상된 결과를 얻을 수 있으면 가설은 채택되고 없으면 성립되지 않는다. 때로는 목격자의 진술을 가설로 채택하여 확인하기도 하나 여러 가설들을 검증해 보는 것이 필요하다. 적절한 가설이 없거나 하나 이상의 가설이 가능하다면 그것은 결과에 대한 기록이 정확하지 못한 경우다. 역검토와 가설검증 모두 사고재구성 과정에 이용된다.



7) 현장조사 결과가 설명되었는지 여부

일부 사고는 사고재구성 결과로 해석이 가능하지만 조사서와 합치되지 않는 경우 충분한 설명이 필요하다. 그렇게 하지 않으면 결론의 신뢰성이 떨어질 것이다. 예를 들어 도로의 마찰흔은 두 차량의 충돌 시 최대접촉 지점을 확인하는 좋은 단서가 된다. 그러나 타이어흔은 최초 충돌지점으로 어떻게 접근했는지를 알게 해준다. 만약 타이어흔에 대한 설명이 부족하면 재구성이 사고현장의 두드러진 흔적들을 간과했기에 부실하다는 논쟁에 말리게 된다.

8) 결론 검증

서로 다른 두 가지 접근방법으로 동일한 결론을 얻을 수 있는가? 예를 들어 노면흔적을 근거로 충돌지점을 추정한 경우와 차량의 파손형태 등을 근거로 한 충돌지점이 같은가 하는 것이다. 두 가지 접근방법이 같거나 유사한 결론을 이끌어 낸다면 각각의 신뢰도는 보장된다. 또 다른 하나의 검증은 자질을 갖춘 다른 사람이 똑같은 기초 정보를 이용해 동일한 결론을 유도해 내면 그 의견은 지지받을 수 있다. 만약 그러하지 못하다면 차이점에 대한 검토가 필요하고 다른 가능성에 대한 고려가 있어야 한다. 특히 확인된 사실이 적고 자료에 대한 신뢰성이 높지 않을 경우 다른 설명도 가능하기 때문에 한 가지 가능성에만 매달리지 말고 다른 여러 가능성에 대해 검토하면 그 중 한 가지가 보다 신뢰할 수 있을 것이고 다른 것은 가설로 검증가치가 있을 것이다.

9) 도면, 차트, 표의 준비

재구성자는 자신의 견해를 설명하기 위해 사고전후 차량위치 변화를 보여주는 그림, 서로 다른 값을 입력하였을 때의 추정값을 보여주는 표나 기타 보충 자료들을 제시한다. 오늘날 기술 수준은 충돌전후 과정을 3차원으로 보여주는 컴퓨터그래픽도 가능하다.

Ⅲ. 사고재구성의 오류

사고재구성에서 오류를 발견하기는 쉽지가 않다. 가끔 재구성이 제시하는 해답이 분명할 때도 있지만 때로는 결과가 사실인지 사실처럼 보이게 하는지가 의심될 때도 있다. 재구성자가 자기의 견해만을 강하게 주장하는 것은 그 타당성을 증명할 자료가 없다는 것을 의미한다.

1. 취약점

1) 사고재구성의 여러 단계 중 하나인 추론된 견해의 평가는 오류를 발견하는데 도움이 된다. 재구성과정에서 오류 가능성이 큰 취약점을 나열해 보는 것이 오류를 피하는데 도움이 될 것이다.

2) 결론을 내리고 재구성을 시작하는 것은 가장 일반적인 오류로 문제에 대한 선입관을 갖고 있으며 다음과 같은 양상을 갖는다.

(1) 누군가가 결론을 강력히 주장한다. 예를 들어 변호사, 사고 관련 운전자, 사망자의 배우자 혹은 가족들은 반대의견 없이 사고가 어떻게 발생했는지를 희망적이고 확신적으로 주장한다. 이러한 주장은 조사자의 생각에 뿌리를 내리고 자란다. 이것은 이미 만들어진 가설을 채택하는 것이다.

(2) 이용 가능한 모든 자료를 확보하기 훨씬 전에 조사자가 논리적 가능성을 발견하여 어떻게 사고가 발생했는지를 추측하고 거기에 휩쓸려 가는 것이다. 이것을 결론으로의 비약이라고 한다.

(3) 조사자가 조사 시 마음의 벽을 쌓고 틀에 박힌 사고를 할 수도 있다. 예를 들어 펑크 난 타이어는 제동이 어려워 차량을 통제할 수 없는 상태로 만든다고 믿거나, 추돌 사고는 다른 주변 상황을 배제한 채 익히 들었던 대로 지나치게 밀착되어 운행한 차량이 원인이라고 생각하거나, 노면 위의 모든 타이어 마찰흔은 제동에 의한 스키드마크라고 받아들이는 경우다. 이와 같은 기계적인 생각은 항상 사실만이 아니므로 위험성을 내포하게 된다.

(4) 편견이 잘못된 결론을 유도할 수 있다. 조사자가 초보자, 전과자, 여성 등에 대해 편견을 가지고 있으면 사고의 원인이 이런 운전자에게 있을 가능성이 많다는 생각을 갖게 된다. 사람만이 아니고 이륜차, 트럭, 스포츠카 등 많은 것들에도 해당된다.

3) 틀에 박힌 결론으로 시작하면 불행한 결과를 가져온다.

(1) 조사자가 문제가 풀렸으니 더 이상의 정보는 필요 없다고 조사를 그만두려고 시도하는 경우

(2) 조사자가 결론을 끼워 맞추기 위해 몇 가지 사실은 채택하고 결론에 부합되지 않는 사실은 반영하지 않을 수도 있다. 일단 어떻게 사고가 발생했는가에 대해 한 가지 가설을 세우고 그와 부합하는 진술, 흔적, 가설 등 확신을 더해준다고 보이는 사실들은 쉽게 채택하고 여타의 것들은 무시하게 되면 진실을 밝혀내기 더욱 어렵게 된다.

그러나 결론을 내리고 시작되는 사고조사에 대한 위험성 경고가 다양한 가능성들의 고찰과 가설 검증을 가로막아서는 안 된다. 결론과 가설 사이에는 중요한 차이점이 있다. 결론은 문제를 어느 정도 해결할 수 있는 견해가 될 수 있지만 가설은 검토되어야 할 잠정적인 이론이다. 가장 검증이 잘 된 가설이 최적의 결론으로 채택될 수 있다.

4) 판단력이 없으면 조사자의 견해에서 사실을 구별해내지 못한다. 판단력은 확실한 자료나 생각을 불확실한 어림짐작이나 추측과 구별해낸다. 사고재구성의 근거가 된 사실들이 단지 추측이나 심지어 잘못된 생각일 수도 있다. 법원도 증인들의 증언에서 앞서 기술한 바와 같이 중요한 차이점을 구별하기 위한 노력을 해야 할 것이다. 조사자는 자신이 믿는 견해가 진실이라는 관념에 빠지기 쉽다. 이러한 것들이 사실이든 아니든 자동차사고에서 실제 무엇이 일어났는가를 찾아가는 과정에서 나타나는 불안정한 요인들이다.

5) 사고 상황을 설명해 줄 누군가를 기대하는 것. 조사자는 자신이 품고 있는 의문에 대해 질문을 효과적으로 하면 누군가가 자신이 알고 싶어하는 모든 것을 대답해 줄 수 있을 거라 믿는다. 이런 사람은 결코 혼자 힘으로 보고 생각하는 방법을 배울 수 없게 된다. 때때로 조사자는 실제 사

고 상황을 기억하지 못하는 사람에게 자신의 가설을 질문으로 던져볼 수 있을 것이다. 가설의 옳고 그름에 관계없이 조사자는 가설을 가질 수 있어야 한다.

6) 사고결과에 대한 잘못된 해석이 사고재구성의 오류 발생 원인이 될 수 있다. 예를 들어 요마크가 마찰력으로 오인되어 속도 산출에 오류가 발생하게 된다면, 차량 하부구조물 파편이 두 차량의 최초충돌위치에서 상당히 벗어난 지점에 있는데도 최초충돌위치를 결정하기 위해 사용된다면 결론은 부실하고 부정확하게 된다. 따라서 이런 관점에 근거한 어떠한 결론도 잘못된 답을 제시하게 될 것이다.

7) 부적절한 값을 사용하면 터무니없는 결론을 얻을 수도 있다. 타이어와 노면의 마찰계수가 0.8일지라도 충돌 후 차량에 0.8의 감속 인자가 작용되는지에 대해서는 어떠한 확신도 할 수 없다. 이것은 사고재구성에서 흔히 발견되는 오류이다. 대부분의 경우에 사고재구성을 행하는 사람은 계산할 때 범위 값들을 사용해야 한다. 최종 결과로 얻은 속도는 최대값과 최소값으로 나누어 적는다. 이런 형태의 사고분석을 행하는 재구성자는 결과가 입력 변수에 얼마나 민감한지 여하를 이해할 수 있게 된다. 결과가 작은 입력변수에도 크게 변한다면 사용된 방법은 신뢰할 수 없을 것이다.

8) 사고재구성의 지식이 부족한 사람이 잘못된 과학법칙을 적용한다. 초보자에게 발견되는 가장 흔한 오류 중 하나는 속도를 산술적으로 더하는 것이다. 예를 들어 차량이 단단한 노면, 자갈 갯길, 잔디밭 순서로 미끄러진 경우를 생각해 보면 많은 사람들이 각 구간에서의 미끄럼 정지 속도를 계산하여 이 값들을 더할 것이다. 이것은 잘못된 방법이다.

9) 불확실한 경우도 있다. 이것은 종종 초등조사에서 자료 수집이 빈약한 것이 원인이나 때때로 사람들은 사건에 집착한 나머지 수집된 자료가 제시하는 것 이상의 무엇을 알려준다고 믿게 된다. 예를 들어 실제 현장에는 존재하지 않는 무언가(타이어 마크 등)를 사진 속에서 찾고자 할 때 이런 문제가 발생한다. 해석을 위한 지나친 몰입은 경계해야 한다.

2. 일반론

사고재구성을 위한 어떠한 세부 지침도 정해져 있지 않다. 사고재구성은 많은 과학 분야의 다양한 관점들을 포함하는 방대한 분량의 자료를 필요로 한다. 몇 가지 사고조사교본은 사고재구성의 한 단면을 제시한다. 자동차 충돌 역학과 자동차 조명장치에 대한 검사가 그러한 예가 될 수 있다.

사고재구성의 일반적 방법은 쉽게 참고할 수 있는 식이나 표로 나타나 있다. 이것은 조사자가 더 상세한 조사를 해야 할 필요가 있는지 여부와 어떤 법규가 위반되었는지 여부에 대해 신속한 예비 판단을 내릴 수 있게 해준다. 이러한 일반적 방법 몇 가지는 사고조사교본에 제시되어 있다. 이러한 내용은 단순한 사건인 경우에만 해당되고 보다 복잡한 상황들을 고려해야 하는 경우가 자주 발생한다. 사고재구성의 자질을 갖춘 전문가가 되기 위해서는 특히 관련 과학 분야의 원리에 대해 훨씬 더 폭넓은 이해를 갖출 것을 요구한다. 일반적 방법이 사고 상황과 상당히 다른 경우에 적용되어서는 안 된다.

제2장 차량 안전에 관한 감정

자동차의 주요부분은 크게 나누어 차체(Body)와 새시(Chassis)로 구분하며, 새시는 엔진, 동력전달장치, 조향장치, 현가장치, 주행장치 등의 부분을 말한다.

I. 기관(엔진)

자동차는 4사이클 내연기관인데 승용차는 실린더 수를 소형차에서는 4기통, 대형차는 6기통을 주로 사용한다. 기관의 성능을 표시하는 방식에는 기관이 할 수 있는 일의 능률을 나타내는 마력(ps)과 회전력을 나타내는

토크(kgm)가 있는데 마력은 속도와 관계있고 토크는 가속력이나 등판능력과 관계있다.

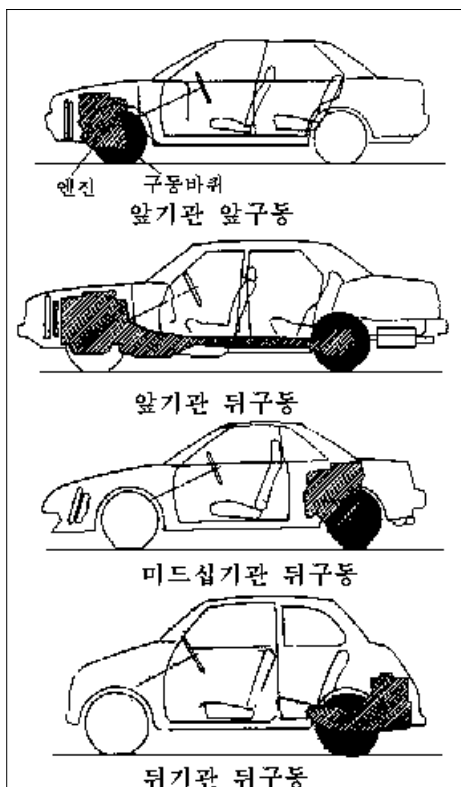


그림 1. 기관위치와 구동방식

1. 기관의 설치위치와 구동방식

가장 일반적인 것은 차체의 앞쪽에 기관을 설치하고 뒷바퀴를 구동하는 방식이다. 그러나 소형차나 대형버스에서는 실내공간을 넓히기 위해 뒤쪽에 기관을 두고 뒷바퀴를 구동하는 방식도 있다. 최근에는 기술의 발달로 중형차나 소형차에서 앞기관 앞구동의 방식이 급속히 보급되고 있는데 이것은 뒷바퀴를 구동하면서 앞바퀴를 조향하는 불합리를 없앤 것으로 장점은 조향바퀴를 구동하므로 젖었

거나 언 노면, 눈 위 등에서 미끄러지지 않고 안전성이 높다. 또 긴 추진축을 필요로 하지 않아 바닥면을 낮고 평평하게 할 수 있어서 실내 공간이 넓어진다.

II. 동력전달 장치

기관의 출력을 구동바퀴에 전달하는 장치이며 기관 → 클러치 → 변속기 → 추진축(앞기관 뒷바퀴 구동의 경우) → 종감속장치 및 차동기어장치 → 차축 → 구동바퀴의 순으로 전달된다.

III. 현가장치

차체와 차축 사이를 연결하고 노면으로부터의 충격이나 진동을 흡수하여 승차감을 좋게 하며 또 차체와 기관 등을 보호하는 장치를 현가장치라고 한다. 현가장치는 스프링, 완충기, 스테빌라이저 등의 구성부품으로 되어 있다.

IV. 조향장치

자동차의 진행방향을 바꾸는 장치로, 조향핸들(Steering Wheel)의 회전을 기어장치로써 직선운동으로 바꾸어 조향바퀴의 방향을 바꾼다. 실용차에서는 조향핸들의 오른쪽 극한에서 왼쪽 극한까지의 회전수가 4회전이상이고 조향바퀴의 꺾임각은 30~40도로 회전방향에 따라 꺾이는 각도가 좌우 상이하다.

V. 제동장치

주행 중인 자동차의 속도를 감속하거나 정지시키는 장치로 가장 일반적인 것은 드럼 브레이크와 디스크 브레이크이다. 드럼 브레이크는 브레이크를 반복 사용하면 마찰열 때문에 드럼이 팽창하는 결함이 있는데 이를 보완하기 위해 바퀴와 함께 회전하는 디스크를 양쪽에서 패드로 압착하여 마찰을 일으키게 되어있는 디스크 브레이크를 사용한다. 디스크 브레이크는 디스크가 공기 중을 회전하여 열을 발산하므로 여러 번 사용해도 기능이 떨어지지 않는 장점은 있으나 주차 브레이크

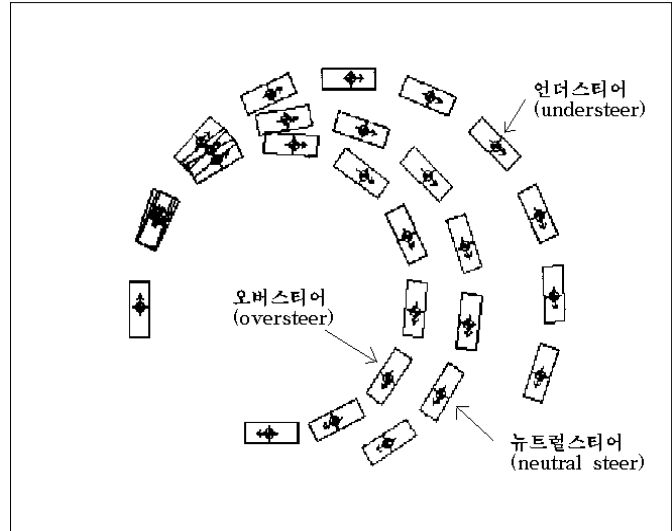


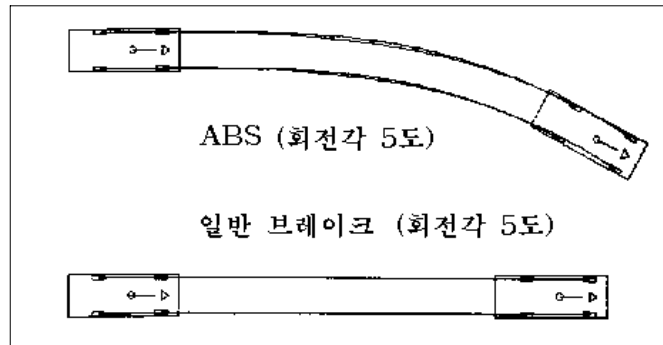
그림 4. 회전특성

로서의 기능이 약하기 때문에 특히 중요한 앞바퀴만을 디스크로 하고 뒷바퀴는 드럼으로 한 차가 많다.

1. ABS와 일반브레이크

운전자가 급제동 시 또는 노면이 미끄러울 경우 타이어가 미끄러지지 않도록 제동작용을 자동 조절하는 ABS(Anti-lock Brake System)를 장착한 차량이 증가하고 있다. 이 장치를 설치하고 있지 않은 종래의 자동차에서는 급제동을 하게 되면 타이어는 고정상태로 된다. 건조한 노면에서 이러한 상태가 되면 차량은 거의 직선으로 활주한 다음 정지하여 조향장치를 조작할 수 없고 또한 도로의 한 쪽이 젖은 상태에서는 오른쪽 바퀴

와 왼쪽 바퀴 노면의 마찰계수가 다르게 되어 방향이 바뀌며 동결한 노면 등에서 급제동을 하면 차량은 회전 또는 옆으로 미끄러지게 되면서 조종성을 잃게 되어 대단히 위험한 상태가 된다.



* 페이드(Fade) 현상 : 주행 중 계속해서 브레이크를 사용함으로 온도상승으로 인해 제동마찰제의 기능이 저하되어 마찰력이 약해지는 현상

* 베이퍼록(Vapor Lock) 현상 : 브레이크액이 온도상승으로 인해 기화되어 압력전달이 원활하게 이루어지지 않아 제동기능이 저하되는 현상

<설명> 페이드 현상이나 베이퍼록 현상은 시간이 경과하여 온도가 내려가면 정상으로 회복되기 때문에 이러한 요인으로 사고가 일어나도 증명하기가 어렵다.

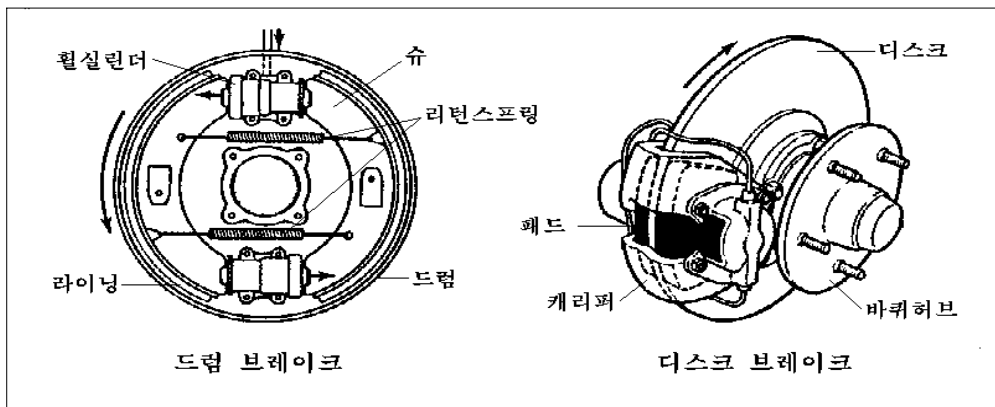


그림 5. 브레이크 구조

VI. 타이어

1. 타이어 역할

- 1) 자동차의 중량 및 하중을 지탱한다.
- 2) 구동력, 제동력을 노면에 전달한다.
- 3) 노면의 요철로부터 받는 충격을 완화해 준다.
- 4) 자동차의 방향을 전환한다.

2. 타이어의 구조와 명칭



사진 1. 타이어 구조

VII. 자동차용 안전유리

주행 중인 자동차가 급정지하거나 충돌하면 운전자와 탑승자는 관성에 의해 앞으로 운동하게 되어 앞창 유리와 충돌하게 된다. 자동차와 보행자

의 충돌 시는 보행자가 2차 혹은 3차 충돌로 몸체와 앞창 유리가 충돌하는 현상을 보게 되는데 이 때 앞창 유리의 파손 모양으로 충돌속도를 유추할 수 있다.

자동차용 안전유리는 2장 이상의 판유리를 플라스틱을 중간막으로 하여 접착한 것으로서 외력의 작용에 의해 파손 시 중간막에 의하여 파편의 대부분이 비산하지 않아 주로 자동차의 앞창으로 사용하는 접합유리, 판유리를 열처리하여 유리표면에 강한 압축 응력층을 만들고 외력의 작용 및 온도변화에 대한 강도를 증가시켜 파손되었을 때 미세한 조각으로 되도록 한 자동차의 앞창 이외 부분에 사용하는 강화유리, 파손되었을 때 운전시야를 확보하기 위하여 파편의 일부가 약간 거친 조각으로 되도록 한 부분 강화유리가 있으나 88년 이후에는 부분강화유리는 사용하지 않고 있다.

표 1. 자동차용 유리의 강도¹⁾*

유리의 종류	파손(균열)속도 (km/h) 頭部모형	관통속도 (km/h) 頭部모형
부분강화유리	20	20
접합유리	10	20
HPR 접합유리	10	35

표 2. 강화유리의 파손형태**

충돌물체	放射狀의 범위	環狀의 범위	중심부 흰색범위
頭部모형(6800g) 7 m 높이 자유낙하	충격지점에서 약 50 cm	충격지점에서 약 50 cm	충격지점에서 약 10 cm
철구(225g) 7 m 높이 자유낙하	충격지점에서 약 50 cm	충격지점에서 약 10 cm	충격지점에서 약 5 cm

* ** 日本科學警察研究所：工學的檢査法:交通事故 (1980)

VIII. 운행기록계(Tacho-graph)

자동차안전 기준에 관한 규칙에 의거 운송사업용 자동차, 화물자동차 등은 운행기록계를 설치하도록 되어있고 운행기록계는 운행시간별 속도 및 주행거리를 확인할 수 있는 구조여야 한다.

운행기록계에 기록된 차트지를 해석하면 사고 당시의 속도를 알 수 있다.

<사진설명> 운행기록지의 확대사진 : 세로 눈금은 시간을 나타내고 가로 눈금은 속도를 나타낸다. 이 기록지에 의하면 06:03분 운행을 시작하여 06:14분 운행이 정지되었으며 사고 당시의 충격에 의해 지침이 흔들린 것(섭동으로 표현)이 보이며 사고 전 약 100 Km/h로 운행하던 중 사고 시의 속도는 약 90 Km/h로 표시되어 있음을 알 수 있다.

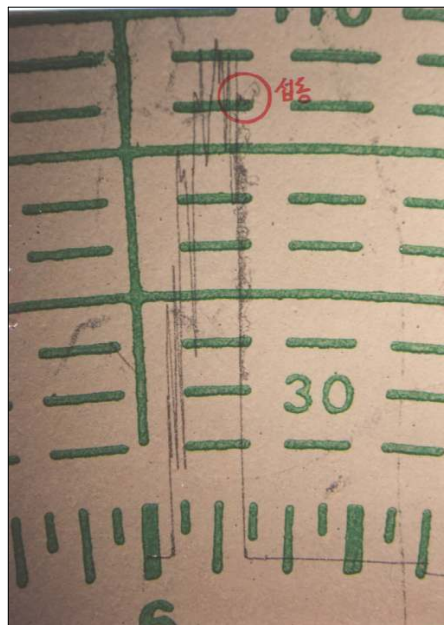


사진 2. 운행기록지의 확대사진

IX. 보조장치

보조장치에는 등화류, 속도나 엔진상태를 알리는 계기류, 경음기 등이 있다.

등화류가 사고 당시 외부 충격에 의해 파손된 경우 작동 여부의 확인은 내부 필라멘트의 상태를 관찰함으로 알 수 있다.

<사진설명> 전조등 필라멘트의 SEM(주사형전자현미경) 사진 : 전구가 작동된 상태에서 전구관이 파손되면 필라멘트가 고열에 의해 산화 증발되면서 절단부위가 부식된다. 이때 전구관 내부에는 필라멘트 성분인 텅스텐, 바륨, 알루미늄, 칼슘 등의 성분이 검출된다.

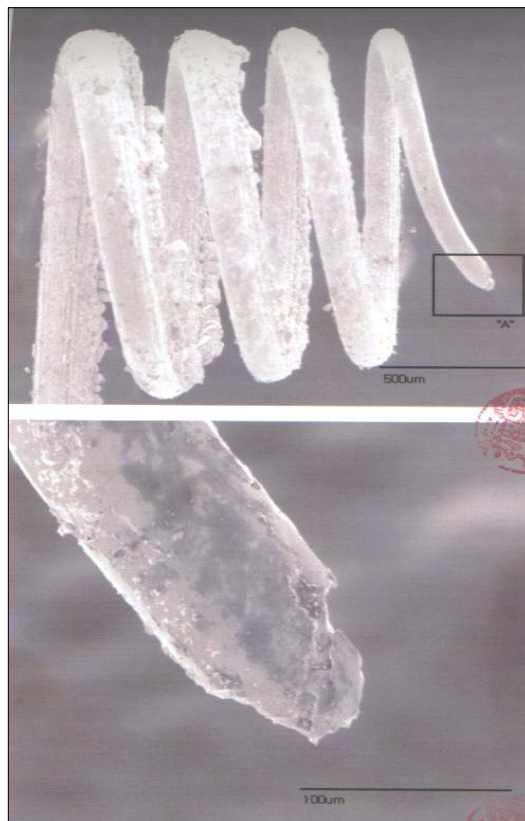


사진 3. SEM 사진

X. 차량식별을 위한 육안 검사항목 및 검사기준

차 대 차 혹은 차 대 사람의 충돌 같은 교통사고에서 도주차량은 상대차량의 범퍼에 번호판 흔적이나 사고장소에 조명장치 파편과 같은 차량 유류물을 남기고, 도난차량은 차대번호가 위조 혹은 변조되어 유통되기도 한다.

자동차가 생산될 때 새겨지는 차대번호 17자리는 전 세계적으로 그 유일함이 인정되도록 설계되어 있다.

따라서 차종식별을 위한 유형을 ① 번호판 식별, ② 차량유류물 식별, ③ 차대번호 식별 3가지로 구분한다.

1. 번호판 검사항목 및 검사기준

통상 번호판 식별은 도주차량이 상대차량 전면 혹은 후면 범퍼에 남긴 흔적에 대한 감정에 해당되는데 도주차량 번호판은 상대차량 범퍼에 좌우가 바뀌어 그 흔적이 나타나고 흔적은 ‘번호판 테두리’, ‘번호판 체결 볼트캡’, 지역기호, 차종기호, 용도기호, 일련번호 6개로 구분된다.

2. 차대번호식별

1) 차대번호 제식

차대번호는 자동차 관리를 효율적으로 하여, 차량결함에 의한 리콜 서비스 정확성과 능률을 높이하고자 하는 목적으로 규정된 사항이다.

이러한 차대번호는 도난방지와 차량결함 추적을 위한 꼬리표 역할을 하며, ‘프레임 넘버(frame-number)’ 또는 ‘차량식별번호(VIN, Vehicle Identification number)’라고도 불린다.

차대번호 17자리는 제작회사군, 자동차특성군, 제작일련번호군 3개군으로 구분된다. 통상 차대번호는 승용차의 경우 엔진룸 대시패널부에, 승합차와 화물차는 차대 프레임 부위에 새겨진다.

2) 차대번호 위·변조 검사방법

통상 도난차량은 차대번호가 위·변조 가공되어 유통된다.

차대번호에 의한 차량식별은 위·변조되기 전의 차대번호를 확인하는 일이다.

차대번호 위·변조 검사는 말소문자 전해연마 현출법을 이용하는데 이 방법을 사용하면 차대번호 위·변조를 위해 덮어쓰기 전의 문자와 숫자가 식별된다.

XI. 오토바이의 속도계 검사

차 대 차의 충돌 시나 차 대 오토바이의 충돌 시 자동차, 오토바이의 속도계가 충격에 영향을 받아 속도계의 지침이 멈추는 경우가 있는데 속도계가 멈춰있는 부분을 충돌 속도로 추정할 수 있다.

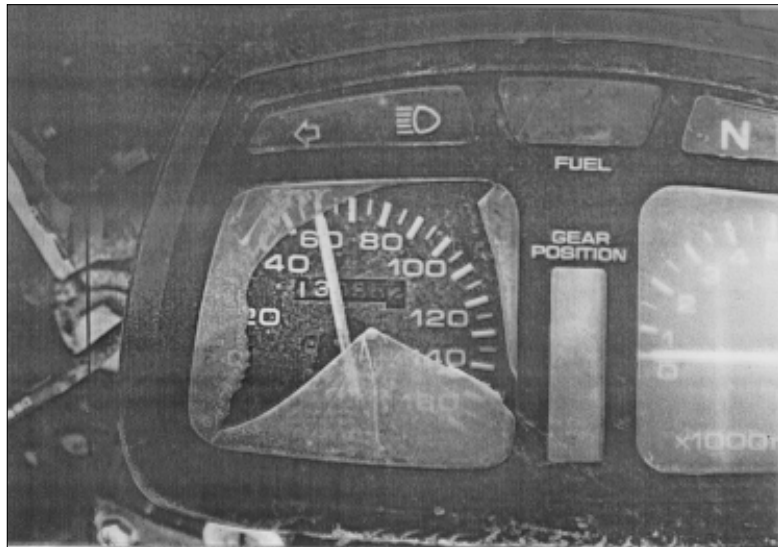


사진 4. 오토바이의 속도계가 자동차와 충돌 후 정지된 상태
(오른쪽 회전지시계는 0을 가리키고 있음)

제3장 역학에 관한 감정

I. 자동차사고 재구성 개요

1. 역학연구실 업무

역학연구실에서는 교통사고에 있어 차량의 운동역학적 현상과 충돌현상, 차량의 구조 및 기능, 도로의 상황 등의 물리·역학적, 인간공학적으로 해석하고 모의실험을 통하여 사고를 재구성함으로써 객관적인 사고 유형 판단의 감정을 시행한다.

— 주요감정 분야로서는 다음과 같다.

- 중앙선 침범 사고의 재구성
- 차로 변경 사고의 재구성
- 추돌 사고의 재구성
- 이륜차 사고의 재구성
- 보행자 사고의 재구성
- 운전자 판별에 관한 사고의 재구성

이러한 감정을 정확하고 객관적으로 시행하기 위해서는 사고 차량의 파손 부위 및 충격흔에 관한 정확한 평가와 사고장소에서 사고와 관련된 흔적 및 낙하물 그리고 교통상황에 관한 평가가 시행되어야 한다.

2. 자료의 수집

교통사고의 재구성은 차량의 충돌 시 차량의 운동 특성인 충돌 전, 충돌과정, 충돌 후의 상황을 해석하기 위한 것으로 사고 차량의 제원, 파손 상태, 최종정지 위치로 이동한 궤적, 타이어와 노면의 마찰계수, 노면의 흔적, 낙하물의 분포 형상 등의 객관적인 자료를 정밀하게 수집하고 추정되는 충돌지점, 사고 직전 상황의 운전자의 진술에 의한 제동과 핸들의

조작 여부 등의 가상적인 자료 등을 수집하는 것이 명확한 사고의 재구성을 실행할 수 있다.

II. 차 대 사람 충돌

1. 사람의 잔유물 및 흔적

일반적으로 충돌지점에서 사람이 소지하고 있던 낙하물이나 흔적은 잘 발견되지 않으나 어떤 경우에는 노면에 신발이 끌려진 흔적을 발견할 수 있고 이러한 지점이 판별되는 경우 그 지점을 충돌지점으로 추정하여야 하며 보행자가 충돌 후 운동상황에 따라 착의한 신발이 벗겨지거나 그 외에 사람의 소지품인 모자, 시계, 안경, 필기구, 수첩 및 잡동사니 등이 사고장소 주변에 흩어지게 되는데 이러한 것들은 사람과 자동차와의 충돌관계를 해석하는데 결정적인 도움을 주기도 한다.

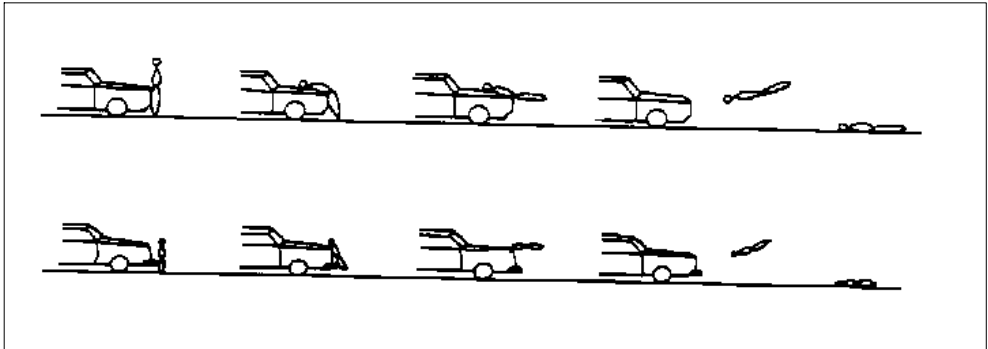
2. 충돌 시 운동해석

1) 사람의 충돌 후 운동상황

일반적으로 자동차와 사람의 충돌 및 운동상황은 차종, 보행자, 충돌속도, 충돌부위에 따라 달라지지만 모형실험에 의한 충돌 시 사람의 일반적인 운동상황은 다음과 같다.

(1) 차체에 감기는 경우(Wrap Trajectory)

Wrap Trajectory는 자동차와 보행자가 충돌 시 충격지점이 보행자의 무게중심 아래일 경우 보행자는 자동차 방향으로 넘어져 후드부에 보행자의 상체가 접촉 후 자동차와 같은 속도로 진행하다 자동차의 감속으로 인해 앞으로 떨어지는 현상으로 가장 일반적인 차 대 보행자 사고 경우다.

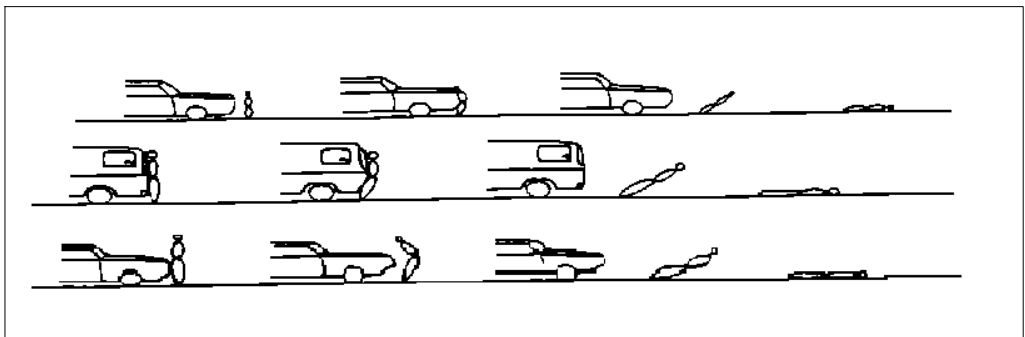


Wrap Trajectory 유형은 자동차가 약 30 km/h 정도로 보행자를 충격 시 나타나고 40 km/h 미만일 경우는 앞유리와의 충돌흔은 관찰되지 않는다. 차가 보행자를 역과한 현상도 관찰되지 않는다.

- <예> 1. 성인이 승용차와 충돌될 때
2. 어린이가 승용차 범퍼와 충돌될 때

(2) 앞으로 던져지는 경우(Forward Projection)

Forward Projection은 일반적으로 어린이일 경우와 자동차의 전면이 넓은 밴이나 픽업인 경우 충돌 시 보행자의 무게 중심방향으로 충격력이 미칠 때 일어나는 유형으로 보행자는 충돌 후 바로 앞으로 떨어져 도로에 미끄러지면서 정지하게 된다.



성인이 승용차와 충돌 시 Forward Projection 유형이 되는 경우는 충돌속도가 약 16 km/h일 경우이다.

드물게 보행자는 제동을 하지 않은 자동차에 의해 역과된다.

- <예> 1. 어린이가 승용차와 충돌할 때
 2. 성인이 앞면이 평평한 자동차와 충돌할 때
 3. 성인이 승용차와 저속으로 충돌할 때

(3) 펜더 넘기(Fender Vault)

성인과 승용차의 충돌에서 일어나는 현상으로 이때 자동차의 제동 여부는 관계없다. 보행자는 자동차 앞면 모서리부와 충돌되어 펜더쪽으로 감겨 떨어지게 되는데 보행자의 정지위치는 자동차 정지위치의 뒤쪽 옆 지점이나 제동 중인 자동차일 경우 보행자는 자동차의 옆 지점에 떨어지는 경우도 있다.

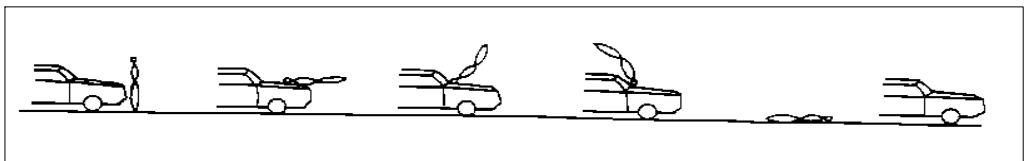


드물게 보행자의 머리카나 다리가 충격한 자동차의 뒷바퀴에 역과되는 경우도 나타나며 Fender Vault 유형은 약 40 km/h 충돌속도에서 나타난다.

<예> 보행자가 승용차의 모서리 부분과 충돌할 때

(4) 지붕 넘기(Roof Vault)

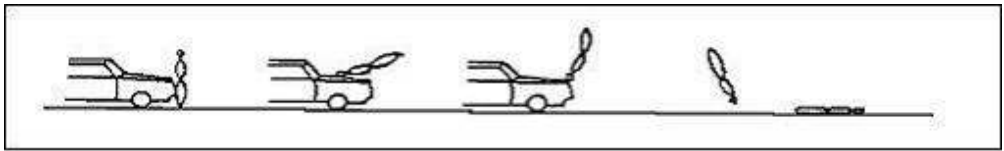
자동차가 보행자를 충돌 시 제동이 되지 않았거나 승용차가 무게중심이 높은 보행자와 충돌 시 나타나는 유형으로 보행자는 앞유리와 지붕과 충돌된다.



Roof Vault 유형은 약 56 km/h 충돌속도에서 나타나며 32 km/h 미만에서는 나타나지 않는다.

<예> 보행자가 승용차와 충돌할 때

(5) 공중돌기(Somersault)



자동차 대 보행자 사고 중 가장 드문 경우로 자동차의 충돌속도가 빠르던지 보행자의 충격위치가 낮은 경우에도 일어난다.

Somersault 유형은 충돌속도 약 56 km/h에서 나타난다.

<예> 보행자가 승용차와 충돌할 때

2) 사람의 충돌 후 이동거리와 자동차 속도와의 관계

운동량보존법칙, 에너지보존법칙 및 자유낙하법칙을 이용하여 사람이 자동차에 충격된 후 사람의 이동 과정은 그림과 같고 이동거리를 측정하여 자동차의 충돌속도를 계산하면

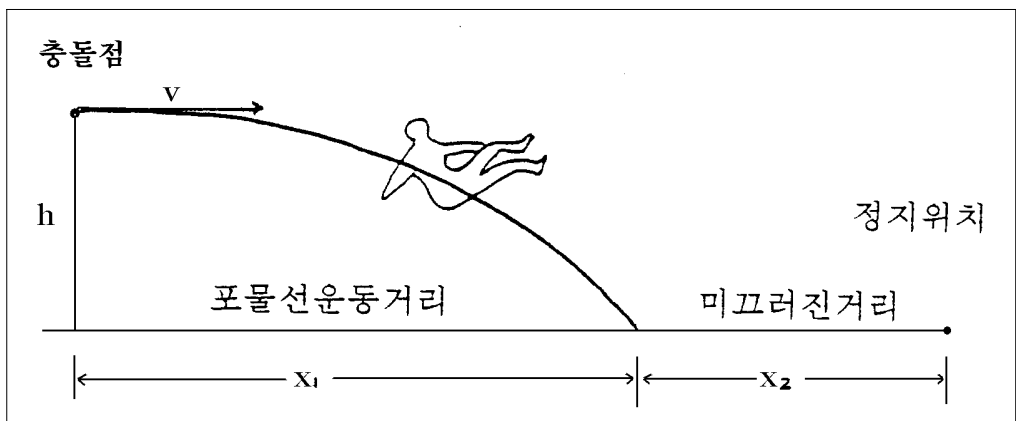


그림 6. Forward Projection 유형의 충돌 후 사람의 운동 예

표 3. 건조한 노면과 사람과의 마찰계수

표면의 종류	범위
풀	0.45 ~ 0.07
아스팔트	0.45 ~ 0.60
콘크리트	0.40 ~ 0.65

* Lynn B. Fricke : Traffic Accident Reconstruction, Northwestern University
Traffic Institute (1990)

Ⅲ. 차 대 이륜차 충돌해석

도로 교통사고에 있어 이륜차(오토바이, 자전거 등)에 관련된 사고는 자동차와 이륜차의 충돌이나 이륜차 단독사고로 크게 나눌 수 있다.

이러한 사고에 있어 이론적 배경, 실험데이터와 실제 사건의 경우를 종합하여 사고를 재구성하는 것이 필요한데 이때 필요한 사항들을 간추려보면 다음과 같다.

- ① 자동차와 이륜차의 사고 당시 각각의 속도
- ② 도로상에서 양 차량의 충돌지점과 물체 간의 충돌 위치와 방향
- ③ 충돌전후 양 차량의 운동
- ④ 이륜차의 운전자 확인

1. 자동차와 이륜차의 충돌속도

운동하는 물체에 관한 해석은 운동량보존법칙과 에너지보존법칙을 이용하는 것이 일반적이다.

자동차의 충돌지점을 확인한 후 제동지점과 최종위치를 측정하여 에너지 보존법칙을 적용하면

$$\frac{1}{2} MV_1^2 - \frac{1}{2} MV_2^2 = \mu_1 MGx_1$$

M : 자동차의 질량, μ_1 : 자동차의 제동 시 마찰계수

V_1 : 자동차의 운행속도, V_2 : 자동차의 충돌속도

G : 중력가속도, x_1 : 자동차의 제동거리

제동거리, 마찰계수, 자동차 질량을 대입하면 자동차의 운행속도와 충돌 당시의 속도가 유도되고,

운동량보존법칙을 적용하여

$$MV_2 + M'v_1 = (M + M')v$$

M : 자동차의 질량, M' : 이륜차의 질량

V_2 : 자동차의 충돌속도, v_1 : 이륜차의 충돌속도

v : 충돌 후 양 차량의 속도

자동차와 이륜차의 질량을 대입하면 자동차와 이륜차의 충돌속도와 충돌 후 양 차량의 속도가 유도되고 다시 에너지보존법칙을 적용하여

$$\frac{1}{2} (M + M')v^2 = \mu (M + M')Gx_2$$

x_2 : 양 차량의 충돌 후 이동거리

μ : 양 차량의 충돌 후 마찰계수

양 차량의 충돌 후 이동거리와 마찰계수를 대입하면 양 차량의 충돌속도를 구할 수 있다.

자동차와 이륜차의 충돌에서 마찰계수는 충돌 전 자동차의 마찰계수, 충돌 후 자동차와 이륜차의 마찰계수를 적용시키는 문제는 규정화된 방법은 없다. 그러나 타이어흔이 있으면 사고상황에 적합한 값을 찾아 적용시켜야 한다.

위 공식은 충돌탄성계수를 0으로 적용하였고 충격각도와 운동각도가 직각인 충돌의 경우를 계산한 것이다.

2. 실험값에 의한 속도 계산

자동차와 이륜차의 충돌 파손시험에서 자동차는 충격부위와 각도에 따른 변화요인이 심해 자동차 손상부위를 근거로 한 이륜차의 충돌속도를 계산하는 실험보다는 이륜차의 변형 정도를 근거로 한 이륜차의 충돌속도를 구하는 실험이 많이 행하여져 왔다.

이륜차의 종류에 따른 축간 거리의 감소 폭이 차이가 있으나 대표적인 실험 예로는 정지된 자동차의 측면에 오토바이를 충돌, 충돌속도에 따른 오토바이의 축간 거리가 좁아진 정도를 가지고 속도를 추정하는 방법이 있다.

3. 오토바이의 속도계 검사

차 대 차의 충돌 시나 차 대 오토바이의 충돌 시 자동차, 오토바이의 속도계가 충격에 영향을 받아 속도계의 지침이 멈추는 경우가 있는데 속도계가 멈춰있는 부분을 충돌 속도로 추정할 수 있다.

4. 자동차와 이륜차 측면 충돌

이륜차 측면과 자동차의 전면이 충돌되면 이륜차 탑승자는 자동차의 본넷 위에 넘어진 후 노면에 떨어지기 때문에 자동차 전면범퍼, 번호판, 본넷, 전면유리창 등에서 충돌흔이 확인된다.

이륜차는 충돌부위를 중심으로 충돌흔(자동차에서 이탈된 물질 및 혈흔 등)을 확인할 수 있고 아울러 탑승위치에 따른 탑승자의 부상부위를 추정할 수 있다.

자동차와 이륜차가 충돌 후 이동시 생성되는 타이어흔, 낙하물, 탑승자와 차량의 최종위치 등을 통해 충돌 후의 운동상황을 해석한다.

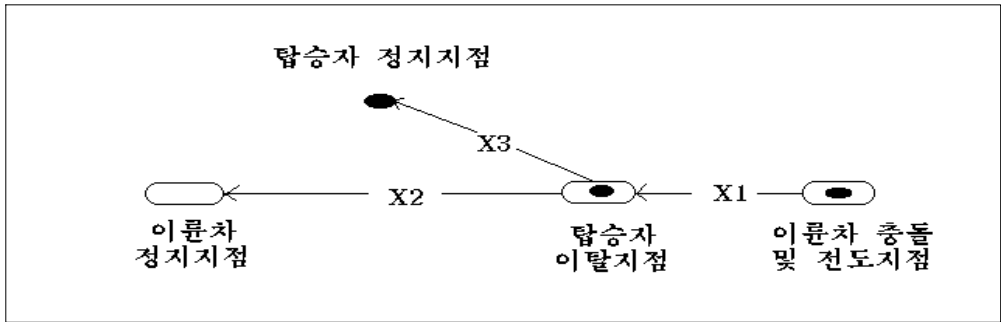


그림 7. 충돌 후 이륜차와 탑승자의 운동

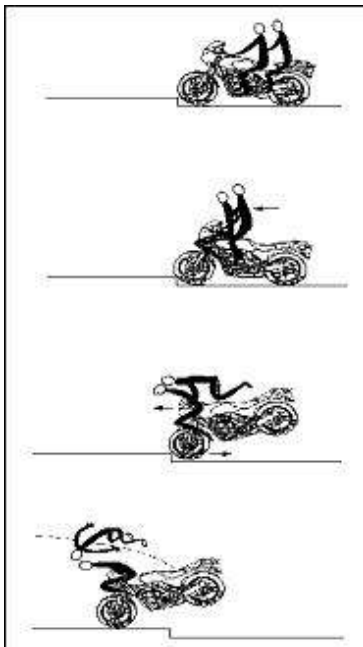
μ_1 : 넘어진 상태의 이륜차가 노면을 활주 시 마찰계수 (0.25 - 0.3)

μ_2 : 탑승자가 노면을 활주 시 마찰계수 (0.5 - 0.7)

X_1, X_2, X_3 : 이동거리, $\mu_1 X_2 = \mu_2 X_3$

5. 이륜차의 운전자식별

1) 이륜차 탑승위치에 따른 운동형태

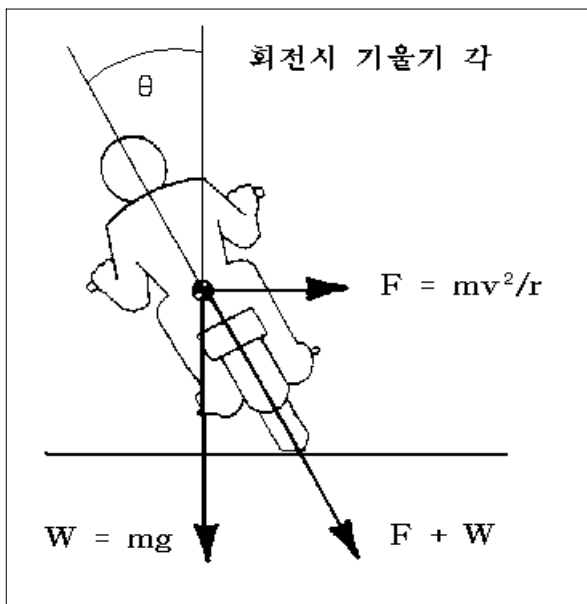


이륜차가 진행방향의 장애물과 충돌하게 되면 이륜차의 앞숙임과 탑승자의 관성력에 의한 운동이 시작된다. 이륜차의 운전자는 사고를 직감하여 손잡이를 꼭 잡는 경우가 많으므로 충격 후 밀려나가면서 계기판 및 손잡이 등에 신체의 일부가 걸려 상처를 입으면서 관성력이 상쇄되지만 뒷좌석의 탑승자는 운전자의 등위를 미끄러져 나아가기 때문에 관성력에 의한 운동을 하게 된다. 그림은 이륜차가 자동차 등의 물체와 충돌되었을 때 운전자 및 탑승자의 운동상태를 나타낸 것으로 이때 탑승자의 최종 위치는 다음 식으로 표시할 수 있다.

2) 이륜차 탑승위치에 따른 부상형태

이륜차의 운전자는 자동차 등의 물체와 충격 시 운전석에서 이탈되면서 이륜차의 계기판, 손잡이, 손잡이커버 등에 의해 신체의 각 부위에 손상(요골, 원위부골절 및 하퇴부 좌상 등)이 남게 되고 탑승자는 신체 광범위한 부위에서 전도손상 등이 관찰된다.

3) 이륜차 탑승자의 회전 시 자세



회전하는 이륜차 운전자에게는 원심력이 작용되어 몸을 기울이지 않으면 바깥쪽으로 넘어지게 된다.

회전반지름이 적을수록 속도가 빠를수록 기울기 θ 는 커진다.

IV. 차 대 차 충돌해석

1. 사고 전 자동차 운행상태

1) 제동의 경과

- (1) 지각(知覺)시간 : 운전 중 얻은 정보를 지각하여 판단하는 시간
추월자동차 : 0.4초, 가드레일 : 0.2초
노면 : 0.2초, 표식 : 0.4초, 속도계 : 0.7초

(2) 공주(空走)시간 (0.68 ~ 0.93초)

① 반응시간 : 위험을 지각 가속페달에서 발을 떼는 시간
(0.38 ~ 0.5초)

② 이동시간 : 가속페달에서 브레이크페달로 이동하는 시간
(0.17 ~ 0.28초)

③ 작동시간 : 브레이크가 작동될 때까지의 시간 (0.07 ~ 0.15초)

(3) 제동시간 : 브레이크가 효력을 발생, 제동력이 최고치가 될 때까지의 시간
승용차 : 0.1초, 버스, 트럭 : 0.3초

2) 주제동(主制動) : 타이어흔 생성

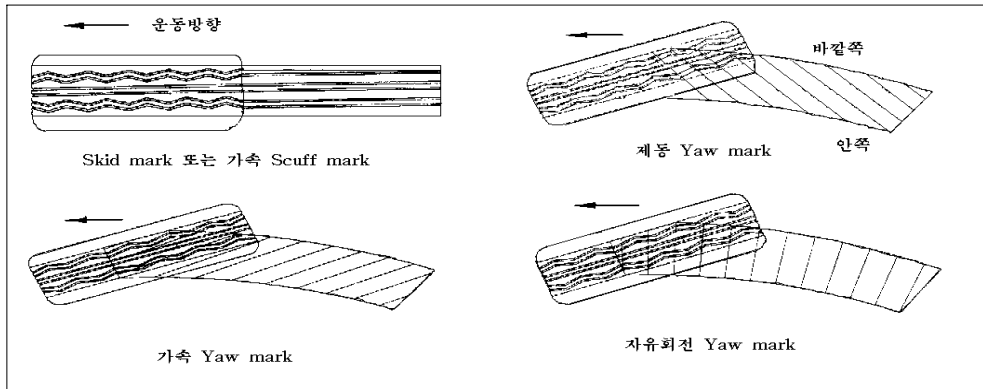
3) 제동초속도 : 제동시작 시 속도

표 4. 제동의 단계별 과정

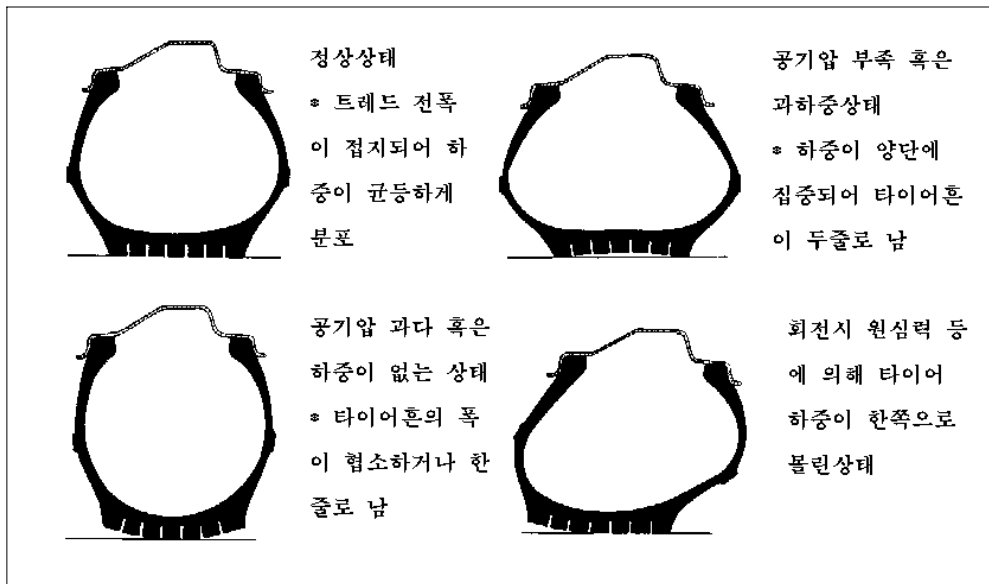
	지각	공주		제동		주제동		계
		시작	끝	시작	끝	시작	끝	
속도(km/h) (m/s)	100 28	100 28	100 28	100 28	97 27	97 27	0	
평균 마찰계수		0.01		0.4		0.8		
소요시간(초)	0.4	0.8		0.2		3.4		4.8
진행거리(m)	11	22		6		46		85

2. 타이어흔

1) 타이어흔 형태



2) 타이어 자세



3) 타이어흔 분류

(1) 눌린흔 (Imprint)

일반적으로는 풀밭, 진흙, 먼지 있는 도로 표면에 타이어의 자국이 남아

있는 것을 말하나 단단한 도로에서도 가끔 볼 수 있다.

이 눌린흔은 타이어가 노면에 미끄러지거나(Sliding) 끌린것(Slipping) 하고는 다르다.

(2) 미끌린흔 (Skid Mark)

타이어가 정지된 상태에서 노면에 미끄러지면서 생기는 흔으로 자동차 진행방향의 직선으로 점점 진하게 나타난다.



사진 5. 직선 Skid Mark

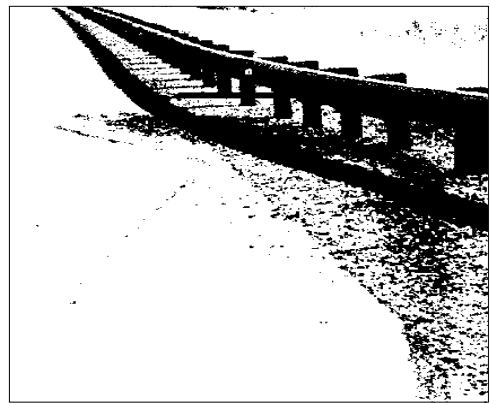


사진 6. 꺾인 Skid Mark

(3) 끌린흔 (Scuff Mark)

타이어가 구르면서 노면에 끌려 생기는 흔으로 가속, 회전, 타이어 상태가 비정상 시 나타난다.

① 가속흔 (Acceleration Scuff Mark)

빠른 출발 또는 주행 중 급격한 가속 시 생기는 흔으로 자동차 진행방향으로 약하게 나타난다.

② 회전흔 (Yaw Mark)

자동차가 회전 시 원심력에 의해 타이어가 구르면서 바깥쪽으로 밀려 생기는 흔으로 모양이 다양하다.

자동차가 회전 시에는 일반적으로 타이어의 바깥쪽으로 하중이 쏠리면서 흔이 진하게 나타나고 타이어의 안쪽과 바깥쪽을 연결하는 선의 각도에 따라 제동, 가속, 자유회전에 의한 흔으로 분류한다.

③ 기타

특이한 흔으로는 트랙터 등이 짐을 실지 않은 상태에서 급격한 제동을 하였을 시 띄엄띄엄한 미끌린흔이 나타나는 경우가 있다.



사진 7. 제동 Yaw Mark

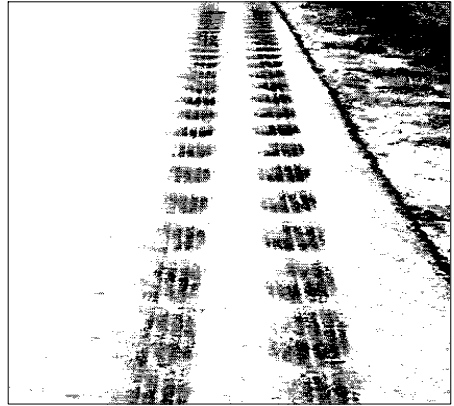


사진 8. 띄엄띄엄 난 Skid Mark

4) 타이어흔 검사법

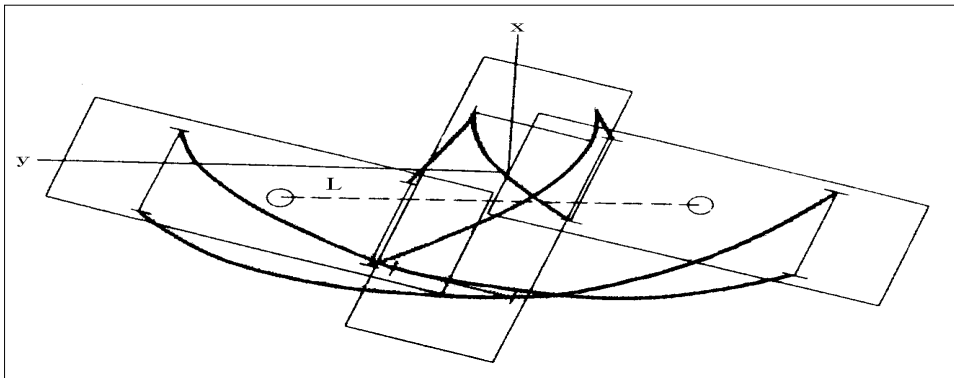


그림 8. 자동차가 회전 후 중심과 바퀴의 운동

- ① 운전자가 위험을 감지한 지점 : 타이어흔 시작점부터 제동의 경과 시간에 따른 거리 추정
- ② 충돌지점 : 마찰흔의 폭이 급격히 변화되거나 굴곡된 지점
- ③ 제동초속도 : 마찰흔의 최장 길이를 측정 계산

④ 사고 시 자동차의 운동상태 : 마찰흔의 폭, 길이, 간격, 거리, 형태 종합판단

- 급제동 시 자동차의 중심이 전방을 향하므로 전륜하중이 커진다. 그러면 마찰흔의 폭이 넓어진다.
- 충돌지점에서 마찰흔은 꺾이고 변화한다. 이때 자동차의 파편이 비산되고 산란된다.
- 마찰흔의 진한 쪽이 진행방향이 된다.
- 자동차의 진행방향과 속도에 의한 마찰흔의 변화를 확인
- 마찰흔의 움직임에 관계없이 자동차 중심의 이동은 직선상을 향한다.

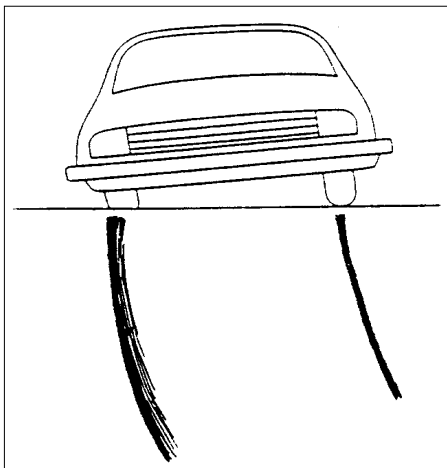


그림 9. 회전 중인 자동차의 타이어흔

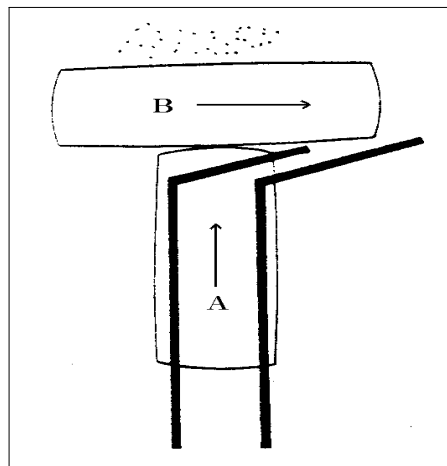


그림 10. 충돌지점의 타이어흔과 잔유물의 위치

V. 의뢰 시 사고 사안별 검토 사항

1. 중앙선 침범

- 1) 교통사고보고/실황조사서, 사고관련자 및 목격자 진술서, 사고현장사

진, 사고차량사진 등을 송부한다.

2) 사진은 가능한 한 반드시 컬러사진 또는 필름을 의뢰한다.

3) 사고현장의 사진을 찍을 때는 사고차량의 최종정지위치, 노면흔적의 위치 및 자세한 형상, 사고현장에 떨어져 있는 낙하물의 자세한 위치 및 형상 등이 명확하게 나타나도록 찍어야 한다.

4) 사고차량의 사진을 찍을 때는 기본적으로 8방향(차량의 전방, 좌전방, 좌측방, 좌후방, 후방, 우후방, 우측방, 우전방)에서 차량 전체가 나오도록 찍은 후, 국부적으로 차량에 나타난 특이한 흔적이 자세히 나타나도록 찍어야 한다.

5) 차량은 사고 당시의 상태(주차브레이크, 전조등, 방향지시등, 핸들, 시동키, 기어, 비상등, 안전벨트, 에어백)를 그대로 보존하여 의뢰한다.

6) 견인 시 부득이 상태를 변화시켜야할 경우, 반드시 기록을 하여 함께 의뢰한다.

2. 운전자 식별

사망사고나 혼수상태 등에 빠져 의사표현을 하지 못하게 되는 경우가 발생되면 동승자(同乘者)에게 운전책임을 지우려 하는 경우가 종종 있으며 이러한 경우 운전자와 동승자를 구별하는 것은 형사적(刑事的)으로나 민사적(民事的)으로 매우 중요하다. 이때는 손상이 나타나는 위치와 더불어 특정 부위에 손상이 없다는 점도 중요한 근거가 될 수 있다. 동일(同一)한 충격을 받았다는 가정하에 있어서는 운전석 쪽에 있던 사람이 조수석에 위치한 사람에 비하여 상대적으로 가슴 등에서 운전륜에 의한 손상을 더 많이 볼 수 있다고 하겠으나, 많은 경우에 있어서 차량 사고는 충돌 후 차량 안에 있던 사람의 위치가 변형되는 경우도 있고 때로는 운전자는 안전벨트를 하지 않고 옆에 있던 동승자는 안전벨트를 착용한 상태에서 전면(前面) 유리창에 부딪칠 경우, 운전자가 조수석 유리창에 부딪쳐 사망하는 사고도 볼 수 있다. 그러나 무엇보다도 운전자 감별에 있어서는 목격자들의 진술에 많이 의존할 수밖에 없는데 때로는 최초 인적이 없는

도로상에서 사고가 발생한 뒤 운전자는 빠져 나와 뒷좌석에 들어가 쓰러져 있던 중 119 구급대원에게 발견되어 애초부터 운전자 감별대상에서 제외되는 경우도 있는 바, 운전자 감별이 필요한 경우에는 탑승자 전원을 대상으로 손상 해석을 하여야 할 필요도 있다. 물론 차량 내부에서 혈액(血液), 모발(毛髮), 조직(組織) 또는 섬유(纖維)가 차내에 부착되는 경우를 볼 수 있기 때문에 차체 내부에 대한 조사가 필수적이다.

1) 교통사고보고/실황조사서, 사고관련자 및 목격자 진술서, 사고현장사진, 사고차량사진, 사고관련자들의 사진 및 진단서, 사고관련자들의 의류 등을 송부한다.

2) 특히, 사망사고의 경우에는 사망자의 부검감정이 병행되어야 한다.

3) 사고차량의 사진을 찍을 때는 차량의 외부뿐만 아니라, 차량의 내부까지도 찍어야 함(특히, 파손 부위, 혈흔, 부착된 모발 등의 위치와 형상이 자세히 나타나도록 찍어야 한다.

4) 사고 관련자의 상해부위 사진을 찍을 때는 상해를 입은 부위의 자세한 위치와 형상이 자세히 나타나도록 옷을 벗긴 상태에서 찍어야 함.

3. 차 대 차·이륜차·자전거

이륜차 사고상황에 대한 조사 및 재구성을 하려면 우선적인 사항으로 최초 충돌 지점, 충돌 직전 이륜차와 상대차가 각각 어떠한 진행 상황에서 충격되었는지 등에 대한 조사가 필수적이라 하겠다.

또한 우리나라의 경우 여러 명이 안전헬멧을 쓰지 않은 상태에서 오토바이를 타고 가다 발생한 사상사고가 많으나 이 경우에는 오토바이에서만 보는 여러 가변적인 요소들로 인해 일반적인 승합차 사고에서의 사고의 재구성이나 운전자 감별보다 더욱 어려운 경우가 많다.

일반적으로 오토바이 사고는 다른 일반적인 승용차 사고와는 다른 특성이 있다 하겠다. 즉

1) 오토바이는 거의 브레이크를 걸지 못한 채 충돌하고, 2) 오토바이와 충돌 상대 차와는 중량의 차가 매우 크다. 3) 차체와 운전자 모두 오토바

이 쪽이 일방적으로 큰 손상을 입는다. 4) 오토바이와 운전자는 충돌 전에는 한 덩어리가 되어 운전하지만, 충돌의 충격에 따라 오토바이 탑승자와 운전자가 각각 따로 튕겨 나갈 수 있다. 5) 오토바이 승차자의 신체가 직접 충돌 상대 차와 1차적으로 충돌한다.

따라서 오토바이 사고를 재구성하려면 오토바이와 자동차의 파손상태 뿐만 아니라 오토바이 승차자의 상처부위를 통해 최초 사고당시의 상황을 추정해 볼 수 있다. 또한 오토바이 사고의 특성 중 하나는 오토바이에는 운전자만 탄 경우보다 뒷좌석에 동승자가 있을 경우에는 무게중심이 상당히 뒤쪽으로 이동하기 때문에 운행 시 차체의 중심을 유지하는 데 어려움이 있다. 오토바이에 승차자 1명이 추가됨에 따라 무게중심이 쉽게 뒷자리로 이동한다. 따라서 주행 중에 갑자기 외력을 받은 경우 운전자만 탄 경우보다 균형을 쉽게 잃어 비정상 상태의 이동을 하게 된다.

(1) 감정에 필요한 감정물과 별첨자료(① 교통사고보고서/실황조사서 ② 사고현장사진 ③ 사고차량사진 ④ 사고기록) 사본을 첨부하고 사진은 원본을 제시토록 한다.

(2) 감정물(차량)에서 부착물질 동일성 시험, 충격형상, 지상고, 방향성 등을 종합판단하여야 하는 바, 부착물질(페인트, 섬유 등)을 임의채취하지 말고 사고 당시 상태를 보존한 상태에서 사고 관련차량 일체를 제시토록 하며, 부착물 및 충격흔 부분은 비닐 등을 이용하여 잘 보관한 상태에서 제시토록 한다.

(3) 부득이 차량에서 부착물질 등을 채취하여야 할 경우에는 측정자를 대고 부착물의 근접촬영을 실시한 후 상호충격 추정부분의 물질을 채취하되 기구를 사용하여 긁어서 채취하지 말고, 부착 및 충격추정부분을 열을 가하지 않고 부착 부위를 절취하여 제시한다. 그러나 재도장, 기존 충격에 의해 부착된 타차량 페인트만이 전이되는 경우 등이 있으므로 사고관련 차량을 제시하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 이륜차 및 자전거의 경우 탑승자 및 운전자의 의류를 수거하여 함께 송부토록 한다(차 대 보행자 의류 채취항목 참조).

4. 차 대 보행자

직립 또는 보행하는 사람이 자동차와 충돌하게 되면 인체가 자동차와 가장 먼저 접하게 되는 부분은 승용차의 앞 범퍼의 전단부가 되고 그 후 여러 가지 손상들이 발생하게 된다.

즉 보행자가 차량의 외부구조에 처음으로 충격될 경우 보는 손상을 제1차 충격손상이라 하며, 제1차 충격 후 신체가 차체의 외부구조에 다시 부딪쳐 생기는 손상을 제2차 충격손상이라 한다. 또한 제1차 또는 제2차 충격 후 쓰러지거나 혹은 공중에 뿔다가 떨어지면서 지면이나 지상구조물에 부딪혀 생기는 손상을 전도손상 또는 제3차 충격손상이라고 하며 차량에 역과(轢過)될 당시 발생하는 손상을 역과손상이라 한다. 그러나 이러한 손상들을 항상 보는 것은 아니다. 즉 최초 충격당시 차량의 측면부에 부딪친 다음 쓰러졌다면 제2차 충격손상이 없을 수 있고, 불상의 원인으로 이미 도로상에 누워 있는 사람을 역과한다면 차량에서는 범퍼 등에서 특기할 손상을 보지 못하고, 인체에는 단지 역과 손상만 보게 된다.

사람을 자동차 앞범퍼가 최초 충격하는 순간, 사람은 인체 무게중심의 위치에 따라 회전 또는 통겨지게 되고 이런 과정에서 소형자동차의 경우 자동차 후드(일명 본네트)부에 중, 대형자동차의 경우 전면 후드부에 충격형상이 남는다.

또한 비교적 약한 충격에도 쉽게 변형되는 소형자동차의 후드부에는 이러한 충격형상으로 찌그러진 흔이 생성되게 되고 충격흔의 위치와 방향을 면밀히 관찰하면 충돌된 사람의 충돌 후 운동상태를 추정할 수 있다.

중, 대형자동차의 경우 사람은 자동차 전면에 충격된 후 자동차 진행방향 쪽으로 통겨져 포물선 운동을 하게 되고 소형자동차는 후드부와 앞창문에 보행자와 충돌을 한 형상이 식별된다.

이때 사람과 자동차 간에 충돌되는 형태에 따라 사람의 운동과 이동방향은 다양하여 이러한 상황을 해석하기 위하여 모형실험 결과와 물리학적 이론을 이용한다.

그 외에 추가적으로 판별할 수 있는 충격흔으로는 자동차의 충격부에서

인체조직, 혈흔, 모발 등이 검출되기도 한다.

1) 감정에 필요한 감정물과 별첨자료(① 교통사고보고서/실황조사서 ② 사고현장사진 ③ 사고차량사진 ④ 피해자의 진료기록 등 법의학적 관련기록) 사본을 첨부하고 사진은 원본을 제시토록 한다.

2) 감정물(차량)에서 부착물질(페인트, 섬유 등)을 임의채취하지 말고 사고 당시 상태를 비닐 등을 이용하여 보존한 상태에서 사고 관련차량 일체를 제시하도록 하며, 역과사고의 경우 이물질이 재부착되지 않도록 하여야 하며, 견인차량을 이용하여 바퀴가 노면에 닿지 않은 상태로 이동하도록 한다.

3) 피해자 의류는 사고 당시 상태가 보존된 상태에서 확보하여 제시하여야 하며, 피해자에게서 의류를 채취 시 백색 전지 위에 피해자를 눕힌 후, 절단기구를 사용하지 않고 채취하여야 하며, 채취된 의류는 상온에서 건조 후 의류를 각각 포장하여 제출하도록 한다. 각개 포장한 의류는 통풍이 잘 되어야 하며, 밀폐된 비닐봉지 등을 사용하지 않도록 하며, 의류 채취 시 사용된 백색전지의 이물질도 함께 제시하도록 한다.

4) 의류에 현출된 윤적의 경우, 현출된 윤적이 피해자의 이동이나, 의류 채취 및 포장 시 윤적의 형상이 없어질 수 있으므로 측정자를 대고 근접촬영실 시후 사진과 함께 의류를 제시토록 하며, 뺑소니 관련 사망사고 시 피해자의 부검은 원칙으로 하며, 공동감정이 이루어질 수 있도록 제반 조치를 취하도록 한다.

5) 현장 유류물 채취는 사고 추정지점으로부터 충분한 거리(후방 약 50 m, 전방 약 100 m 이상)를 세밀하게 조사하여야 하며, 이때 수거되는 차량 유류물 및 피해자 유류물은 위치를 표기하고, 측정자를 대고 근접촬영 후 구분하여 수거를 해야 한다.

5. 기타

기타 사고의 상황은 위에서 열거한 사항에 준하여 자료를 수집한다.

표 5. 도로운행에 따른 마찰계수*

운행조건	마찰계수	
	경우 1	경우 2
주행 중	0.010 ~ 0.013	0.010 ~ 0.013
타이어 손상	0.0 ~ 1.0	0.25 x 손상된 타이어수
Engine Braking	(60년 이전 차량)	(60년 이후 차량)
High Gear	0.20	0.100
Low Gear	0.20 ~ 0.40	0.10 ~ 0.20

표 6. 마찰계수 실험값**

	건조한 도로 (km/h)					습기 있는 도로 (km/h)				
	40	60	80	100		40	60	80		
도로교통안전협회 (한국)	0.90	0.82	0.80	0.75		0.64	0.57	0.47		
	0.95	0.90	0.90	0.90						
자동차공학회 (일본)	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60
	0.92	0.88	0.85	0.83	0.81	0.70	0.61	0.53	0.46	0.40
Northwestern University (미국)	16	32	48	64	96					
	1.06	0.92	0.83	0.79	0.76					

표 7. 습기 정도에 따른 마찰계수***

제동초속도	Partly Wet	Damp Wet	Wet	Very Wet	Extremely Wet
20km/h	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
80km/h	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2

표 8. 도로종류에 따른 마찰계수

표면상태		건조한 도로		습기 있는 도로	
		48 km/h 이하	48 km/h 이상	48 km/h 이하	48 km/h 이상
시멘트	새도로	0.80~1.20	0.70~1.00	0.50~0.80	0.40~0.75
	보통도로	0.60~0.80	0.60~0.75	0.45~0.70	0.45~0.65
	현도로	0.55~0.75	0.50~0.65	0.45~0.65	0.45~0.60
아스팔트	새도로	0.80~1.20	0.65~1.00	0.50~0.80	0.45~0.75
	보통도로	0.60~0.80	0.55~0.70	0.50~0.80	0.45~0.75
	현도로	0.55~0.75	0.45~0.65	0.45~0.65	0.40~0.60
	타르	0.50~0.60	0.35~0.60	0.30~0.60	0.25~0.55
자갈	뽁뽁함	0.55~0.85	0.50~0.80	0.40~0.80	0.40~0.60
	헐거움	0.40~0.70	0.40~0.70	0.45~0.75	0.45~0.75
흙	뽁뽁함	0.50~0.70	0.50~0.70	0.65~0.75	0.65~0.75
바윗돌	뽁뽁함	0.55~0.75	0.55~0.75	0.55~0.75	0.55~0.75
얼음	얇음	0.10~0.25	0.07~0.20	0.05~0.10	0.05~0.10
눈	많음	0.30~0.55	0.35~0.55	0.30~0.60	0.30~0.60
	적음	0.10~0.25	0.10~0.20	0.30~0.60	0.30~0.60

VI. NISI-TAR

NISI-TAR (National Institute of Scientific Investigation - Traffic Accident Reconstruction)는 교통사고 현장상황과 나타난 흔적으로 자동차 사고재구성을 쉽고 객관적으로 할 수 있도록 국립과학수사연구소 교통공학과에서 만든 컴퓨터 프로그램이다.

1. 스킨마크(Skid Mark)에 의한 제동초속도 계산

제동초속도와 마찰계수 값을 구하는 실험은 세계 여러 나라에서 다양한 형태로 시행해왔으나 제동초속도의 기준, 운전자의 숙련도, 자동차의 종류, 도로의 종류 및 상태, 타이어의 종류 및 상태, 기후조건 등에서도 차이가 나타나고 반복실험에서도 큰 변화율을 보이고 있어 사고 상황에 따라 적정마찰계수를 결정하는 문제는 사고 조사자나 실험자의 주관적인 결정에 의존되는 불합리한 점이 노출되어 왔다.

NISI-TAR에서 스킨마크로 제동초속도를 구하는 방법은 국내·외의 연구기관에서 실험한 속도와 마찰계수의 상관관계를 구한 데이터를 프로그램에 입력하여 최소자승법(Method of Least-Squares)으로 적정함수를 결정한 그래프를 이용, 사고조사자가 현장에서 측정한 타이어흔의 길이와 실험자가 임의로 정한 마찰계수 값을 입력하면 컴퓨터에 의해 최초의 속도가 계산되어 나오고 이 최초의 속도에 적합한 마찰계수 값을 컴퓨터가 다시 구하는 과정을 반복하여 컴퓨터가 최종으로 실험데이터에 적합한 마찰계수를 구한 후 제동초속도를 계산하는 프로그램으로 처리과정 및 결과는 다음과 같다.

<제동초속도 산출 순서>

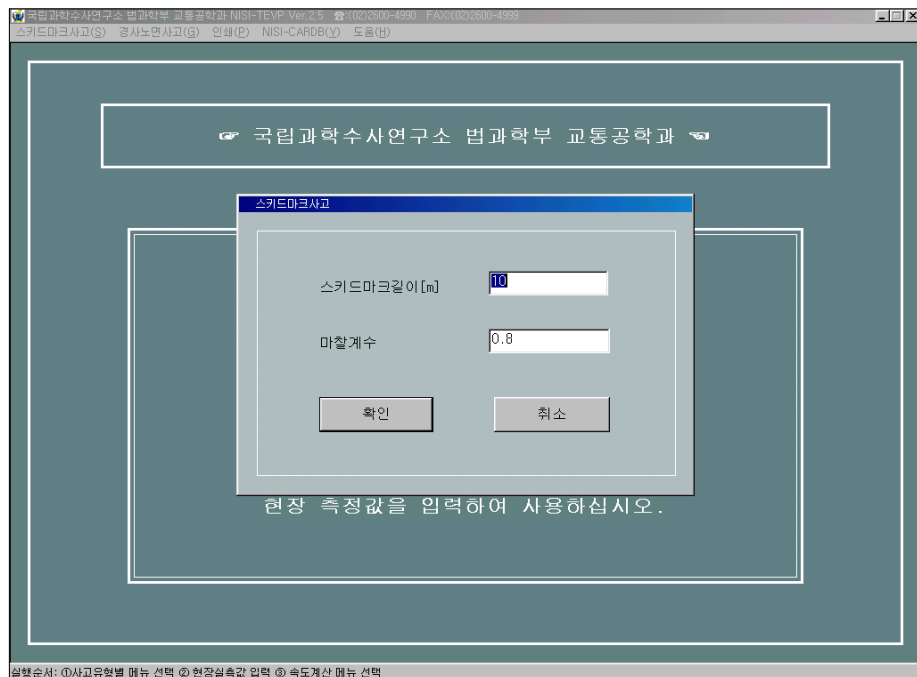
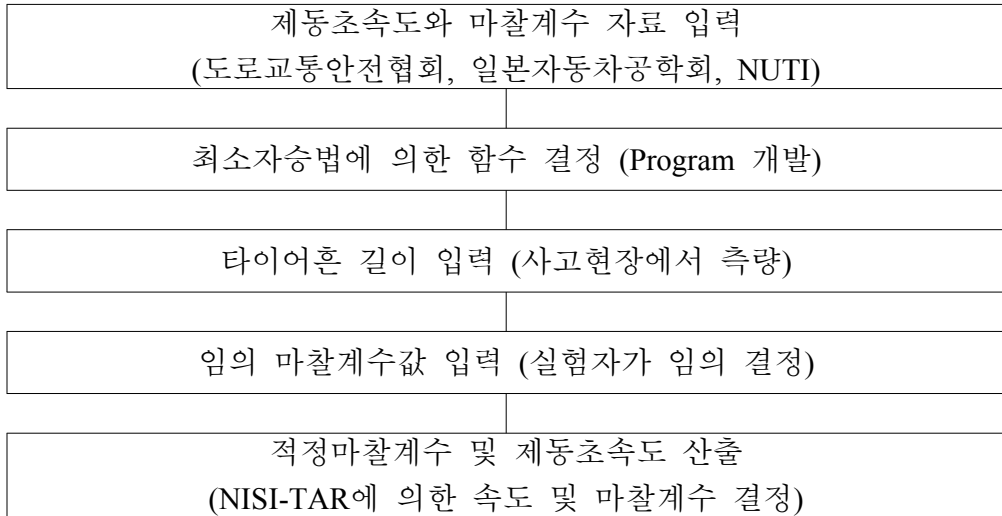


그림 11. 스키드마크 길이와 임의의 마찰계수값 입력

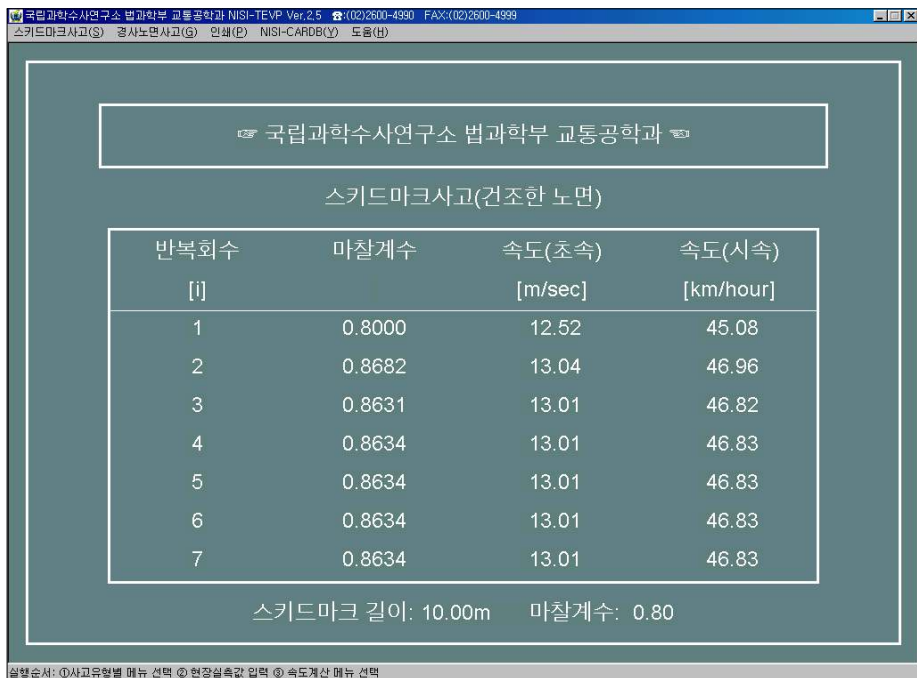


그림 12. 실험에 의한 적정마찰계수와 속도계산

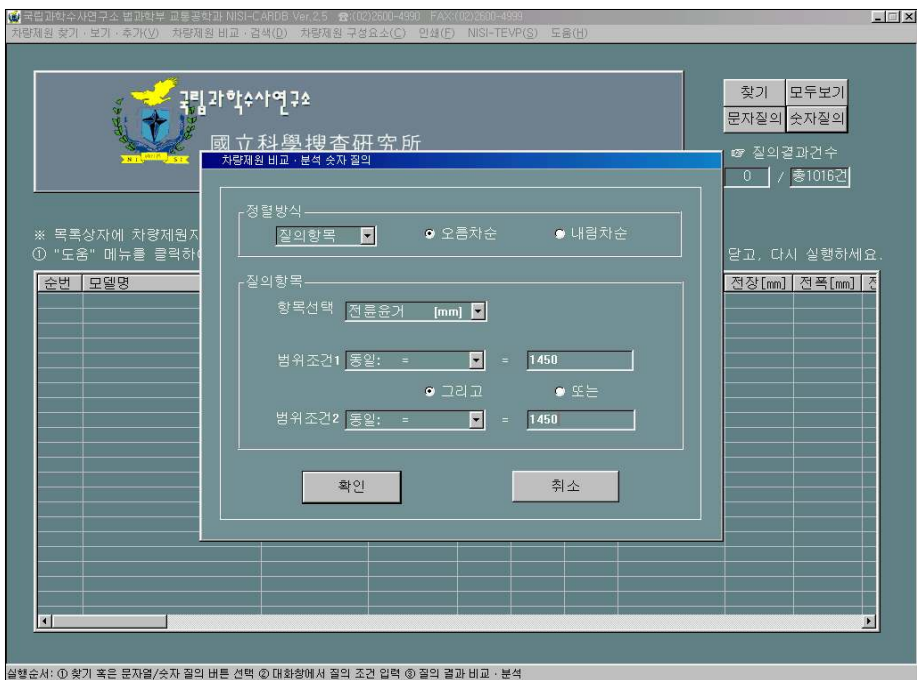


그림 13. 현장의 윤거 및 자료입력

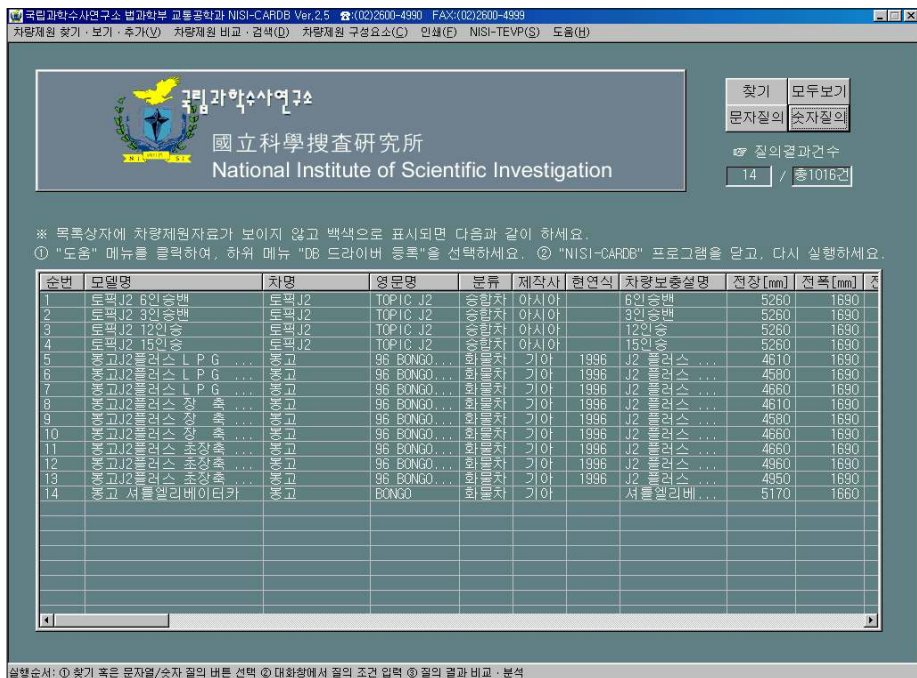


그림 14. 대상차량 검색

2. 기울기 있는 도로에서의 제동초속도 계산

기울기 있는 도로에서 제동초속도를 구하는 방법은 먼저 스키드마크의 길이(x)를 “스키드마크에 의한 제동초속도 계산” 프로그램에 입력하여 적정 마찰계수값(μ)을 확인 후 도로의 기울기(θ)와 마찰계수를 입력하면 제동초속도(v)가 계산된다.

적용식 : 오르막일 경우 : $v = \sqrt{2Gx (\mu \cos \theta + \sin \theta)}$ (m/s)

내리막일 경우 : $v = \sqrt{2Gx (\mu \cos \theta - \sin \theta)}$ (m/s)

3. 요마크(Yaw Mark)에 의한 운행속도 계산

요마크에 의한 회전반경(r)과 운행속도 계산(v)은 마찰계수(μ), 요마크 현(弦:Chord) 길이(c), 현에서 호(弧:Arc)까지 중앙거리(m)를 알아야 하는

데 현 길이나 중앙거리는 현장에서 측량이 가능하고 마찰계수는 건조한 노면에서는 0.8, 습기 있는 도로에서는 0.5를 입력한다. 이때 계산된 속도는 자동차의 최고운행가능 속도다.

$$\text{적용식 : } r = \frac{c^2}{8m} + \frac{m}{2}$$

$$v = \sqrt{\mu r G} \text{ (m/s)}$$

<응용 예> : 굽은 도로를 위 방식으로 측량하면 그 도로에서 운행하는 자동차의 최고운행 속도를 알 수 있고 도로의 굽은 정도가 S자 형일 경우는 몇 지점의 굽은 정도를 측량하면 전체 도로를 그릴 수 있다.

4. 자동차 추락속도 계산

자동차 추락속도(v) 계산은 추락한 자동차의 최초 접지부에서의 자동차 무게중심 위치와 도로상에서의 무게중심 위치의 차이를 높이(h: 접지부가 도로보다 낮을 경우 -를, 높을 경우는 +를 입력)로 정하고 수평거리(D)를 측량하면 된다. 만일 자동차가 도로에서 이탈할 때 이탈 각도가 수평이면 이탈 각도를 0으로 장애물에 의해 수평이 아니면 이탈 각도(θ : 공중을 향하면 +, 낙하지점을 향하면 -를 입력)를 입력한다.

$$\text{적용식 : } v = D \sqrt{\frac{G}{2 \cos \theta (D \sin \theta - h \cos \theta)}} \text{ (m/s)}$$

<응용 예> : 1. 이륜차를 타고 가던 두 사람이 장애물과 충돌로 인해 운전자는 이륜차의 계기판과 손잡이에 걸려 이륜차 옆에 넘어지고 탑승자는 운전자의 등을 타고 공중을 날아서 도로상에 떨어진 경우 위 식에 대입하면 이륜차가 장애물과의 충돌 시 속도를 알 수 있다.

2. 차 대 사람의 충돌 시 Forward Projection의 경우 노면과 사람의 무게중심 높이를 h, 투사각을 θ , 최초 충격지점으로부터 노면과 접촉지점까지의 거리를 D로 입력하면 충돌 당시의 자동차 속도를 알 수 있다.

5. 자동차 데이터베이스

자동차사고 후 현장에는 피해 혹은 가해 차량의 타이어흔·과편 등이 남게 된다. 이를 바탕으로 사고당시 운동상황에 대한 역학해석과 도주차량의 식별을 위해 차량제원의 비교·분석이 요구된다. NISI-TAR에서는 현재 운행되고 있는 국내생산 차종과 수입차량의 축거 및 윤거를 쉽게 검색할 수 있게 하였다.

VII. 관련 사이트

<http://www.nisi.go.kr> (국립과학수사연구소)

<http://www.nrips.go.jp> (일본과학경찰연구소)

<http://www.nwu.edu/traffic> (미국 교통사고 교육기관)

<http://www.dsd.at> (pc-crash 제조사)

<http://www.edccorp.com> (edvap 제조사)

<http://www.photomodeler.com> (photomodeler 제조사)

제4장 분석에 관한 감정

I. 서론

현대사회에서 제2의 가정과피범이라고 할 수 있는 뺑소니 사고는 매년 감소 또는 둔화 추세에 있는 일반교통사고에 비해 급속히 증가 추세에 있고, 이미 국내에서 심각한 사회문제의 하나로 등장했다. 2001년 전국교통사고 발생현황에 의하면 총 발생건수가 260,579건으로 사상자 수가 386,539명으로 집계가 됐는데, 이는 중대형 도시의 인구와 비슷한 수준에 이르고 있는 실정이다. 그나마 다행스럽게도 대대적인 캠페인 및 관련 당국의 적극적인 대처에 힘입어 표 9. 자동차 증가 추세, 표 10. 뺑소니 교통사고에서 보는 바와 같이 선진국에 비한 급격한 자동차 증가 추세에 비해 전체 교통사고 증가율이 둔화 또는 감소 추세에 있고, 뺑소니 교통사고 발생 및 검거건수도 1997년 9월 1일 전국 경찰서에 뺑소니사고 전담반이 결성된 이후로 전체 뺑소니 사고의 검거율이 획기적으로 증가하였다.

표 9. 자동차 증가추세(한국, 일본, 미국)

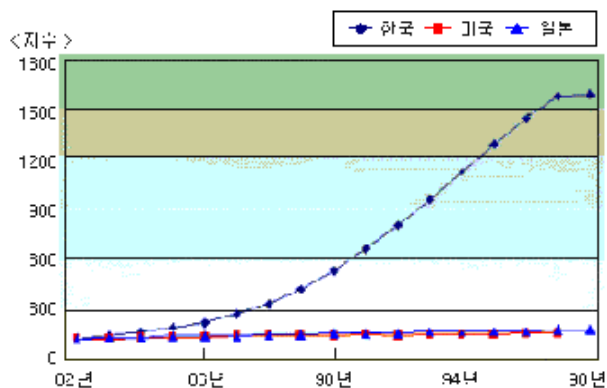


표 10. 뺑소니 교통사고 연도별 발생 및 검거건수

연 도	발 생 건 수			사 망 자	부 상 자	검 거 건 수	
	(건)	증감율	점유율			(건)	검거율
1990	8,382	34.5	3.3	612	8,670	2,661	31.7
1991	7,025	-16.8	2.6	558	7,370	2,811	41.3
1992	6,132	-12.7	2.4	464	6,601	3,114	50.8
1993	9,153	49.2	3.5	647	10,092	4,090	44.7
1994	10,225	11.7	3.8	657	11,342	5,193	50.8
1995	11,585	13.3	4.7	708	13,002	6,425	55.5
1996	15,690	35.4	5.9	811	18,577	9,222	58.8
1997	18,067	15.1	7.3	779	20,891	11,845	65.6
1998	23,410	29.6	9.8	734	28,734	19,720	84.2
1999	21,407	-9.1	7.8	667	28,835	17,554	82.0
2000	22,994	6.9	7.9	664	31,386	19,606	85.3
2001	19,367	-15.0	7.4	549	26,572	16,600	85.7

미세한 현장 유류물에서 용의차량을 추적 및 수사범위를 압축하여 초등수사에서 용의차량 검거에 이르기까지 과학적인 수사기법의 개발 및 관련 자료의 DB구축이 무엇보다 중요하다 할 수 있다. 전 세계에서 가장 선진국형 검거율을 보이고 있는 일본의 경우, 전체 검거율에 있어서 우리나라와 대동소이한 검거율을 나타내고 있으나 뺑소니 사망사고의 경우 매년 약 90 % 이상의 검거율을 보이고 있고 특히, 1994년의 경우 98.5 %란 경이적인 검거율을 올리고 있다. 따라서 일본국민들은 뺑소니 사고는 꼭 잡히고야 만다는 의식이 고취되어 뺑소니를 할 엄두를 못 낸다고 한다. 이는 뺑소니 사망사고 발생 시 즉시 수사본부를 설치하고, 개미핥기식 초등수사, 강력살인사건과 동일시하는 수사당국의 의지도 중요하지만 뺑소니 차량 추적용 분석자료 DB 및 시스템에 의한 과학적인 수사지원 체제의 원활한 운영이 무엇보다 중요하다 할 수 있다. 또한, 뺑소니 사건이 주로 야간에 발생하는 특성으로 인해 상시 출동할 수 있는 탄력성 있는 인력운

용, 장비보급, 전문 수사관 양성, 뺑소니 차량 추적 감시기법 개발, 범국민 계몽 등도 선행되어야 할 것으로 판단된다.

국내에 교통사고 원인분석에 대한 관련 책자들은 많이 소개 또는 출판되고 있으나, 뺑소니 사고에 대한 수사기법 및 관련자료들은 전무한 실정이다. 따라서 국립과학수사연구소에 의뢰되었던 일련의 사건을 중심으로, 뺑소니 사고의 일반적인 유형, 충돌현상, 뺑소니 사건 발생 시 현장조치 요령, 뺑소니 차량의 추적요령에 대하여 기술하고자 한다.

II. 뺑소니 사고

뺑소니 사고란 특정범죄가중처벌 등에 관한 법률 제5조 3항에 의하면 도로교통법 제2조에 규정된 자동차·원동기장치 자전거 또는 궤도차의 교통으로 인하여 형법 제268조의 죄를 범한 당해차량의 운전자가 피해자를 구호하는 등 도로교통법 제50조 제1항의 규정에 의한 조치를 취하지 않고 도주하거나, 피해자를 사고장소로부터 옮겨 유기하고 도주한 교통사고를 말하며, 본 장에서는 뺑소니 사고의 일반적인 유형, 충돌현상, 현장조치 및 추적수사 요령에 대해 사건중심으로 기술하고자 한다.

1. 뺑소니 사고의 유형

뺑소니 사고의 일반적인 유형으로는 차 대 보행자, 차 대 차, 차 대 물(物), 자살 또는 교통사고를 위장한 사건, 선박사고 등의 형태로 대별할 수 있다.

1) 차 대 보행자

차 대 보행자의 충격사고를 세분하면 승용차 대 보행자, 중·대형차 대 보행자, 이륜차 대 보행자, 하부구조물에 의한 충격 및 역과 여부 등의 경

우를 들 수 있겠다. 모든 물체는 무게 중심 이외의 부분에 충격이 되면 회전을 하게 된다. 즉, 그림 15에서와 같이 인체에 가해지는 힘이 무게중심 위로 향한 경우에는 인체는 시계방향으로 회전을 하고, 인체에 가해진 힘이 무게 중심 아래로 향한 경우에는 인체는 반시계방향으로 회전을 한다. 따라서 이와 같은 원리를 응용하면 차 대 보행자의 정면충격 시 보행자의 운동상태를 쉽게 예측할 수 있다.

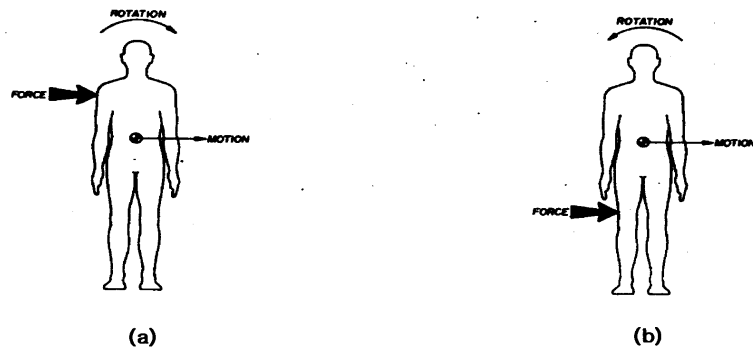


그림 15. (a) 인체에 가해진 힘이 보행자의 무게중심 위인 경우(시계방향 회전)
(b) 인체에 가해진 힘이 보행자의 무게중심 아래인 경우(반시계방향 회전)

(1) 승용차 대 보행자

가) 승용차 대 보행자

이 경우의 승용차라 함은 좌차를 제외한 보닛형 승용차량을 말하는 것이며, 무게 중심이 높은 성인 및 무게 중심이 낮은 소아의 경우를 들 수 있겠다.

(가) 보행자의 무게중심이 높은 경우

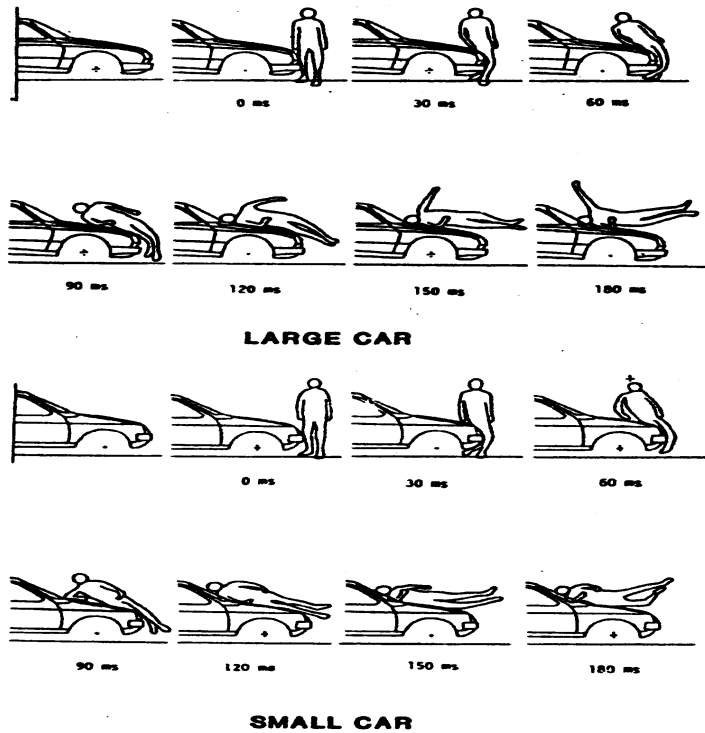


그림 16. 성인이 소형 승용차 및 대형 승용차에 충격속도 32 Km/hr로 충격된 경우

직립 및 보행상태의 성인 하지부분을 승용차량 앞범퍼부로 정면 충격 시 충격을 가하는 힘보다 무게중심이 위에 있는 성인의 경우 진행되는 차량을 향해 회전하게 되고, 발이 지상에서 이탈하게 되어 충격속도에 따라 보닛(약 20 Km/hr 내외), 앞유리창(약 40 Km/hr 내외), 루프판넬 등에 충격된다. 그림 16은 32 Km/hr 속도의 소형 및 대형 승용차량에 충격된 경우이다.

(나) 보행자의 무게중심이 낮은 경우

무게중심이 낮은 소아 및 노약자가 승용차량에 충격 시 그림 17에서 보는 바와 같이 차량 진행방향으로 회전하면서 노면에 전도된다. 드물게 피해자는 제동을 하지 않은 자동차의 하부 구조물에 의해 충격 및 역과된다.

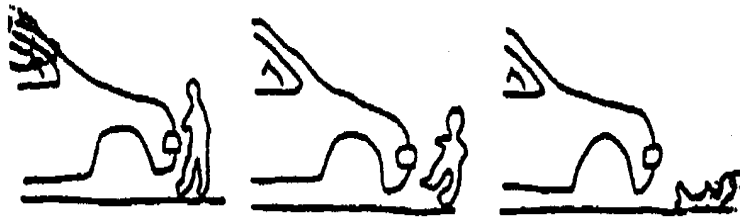


그림 17. 직립 및 보행상태의 소아가 승용차량 전면부에 충격될 경우

나) 중·대형차 대 보행자

차량 전면부가 높은 중·대형차와 보행자가 정면충격 시, 인체는 차량 진행방향으로 회전하면서 노면에 전도되게 된다. 그림 18은 충격차량이 브레이크를 작동한 경우와 작동하지 않은 경우를 보여주고 있다. 그림 18(a)의 경우와 같이 차량이 보행자를 충격 전, 충격 시 및 충격 후에 브레이크를 작동하지 않을 때에는 보행자의 무게 중심 위에 힘이 가해졌기 때문에 보행자는 차량 아래로 전도되게 되며, 차량이 일정한 속도를 유지한다면 동 차량 하부구조물에 의해 역과 또는 충격하게 된다. 그러나 최초 충격 후 브레이크를 강하게 작동한다면 그림 18(b)과 같이 보행자의 속도는 최초접촉 당시 차량의 속도와 거의 같은 속도로 가속화된다. 즉, 인체는 감속되는 차량보다 작은 항력계수(drag factor)를 가지기 때문에 인체의 최종위치는 차량 앞에 위치해 있을 것이다. 항력계수(drag factor)란 마찰계수에 중력가속도 값을 곱해준 값으로, 깨끗하고 건조한 노면의 경우는 약 0.5, 차량이 약 0.7, 인체와 차량 보닛은 약 0.3이다.

다) 이륜차 대 보행자

주로 오토바이 등의 원동기장치 이륜자동차와 보행자와 충격 후에 운동 상황은 특정할 수는 없지만 충격 후 운전자 및 차량 모두 치명적인 손상을 입을 가능성이 높기 때문에 뺑소니 발생빈도가 낮은 유형 중의 하나이다.

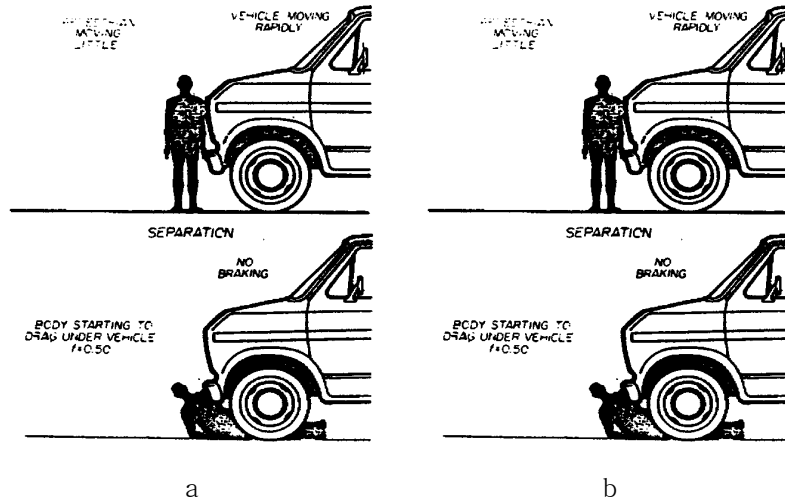


그림 18. 중대형차 대 보행자와 충격상태

a : 브레이크를 작동하였을 경우

(Pedestrian Drag Factor(=0.5) < Vehicle Drag Factor(=0.7))

b : 브레이크를 작동하지 않았을 경우

(Pedestrian Drag Factor(=0.5) > Vehicle Drag Factor(=0.0))

라) 차량하부구조물에 의한 충격 및 역과

미상의 원인으로 노면에 누워있거나, 전도된 차량 하부구조물 및 바퀴로 충격 및 역과 후 도주하는 사건으로 피해자의 의류, 신체 등에서 확인되는 윤적, 현장에 유류되는 하부구조물 파편 등에 의해 용의차량의 차종 등을 압축시킬 수 있다.

2) 차 대 차

(1) 원인제공 후 뺑소니 사고

그림 19와 같이 뺑소니 사고 중 가장 최악의 인적 및 물적 피해를 야기할 수 있는 유형으로 중앙선 침범, 강 또는 낭떠러지 등에 추락하는 차 단독사고의 경우 조사과정에서 간과되기 쉬운 사건이다. 또한 오토바이 단독사고 시에도 뺑소니 여부에 대한 조사는 필수적이라 하겠다.

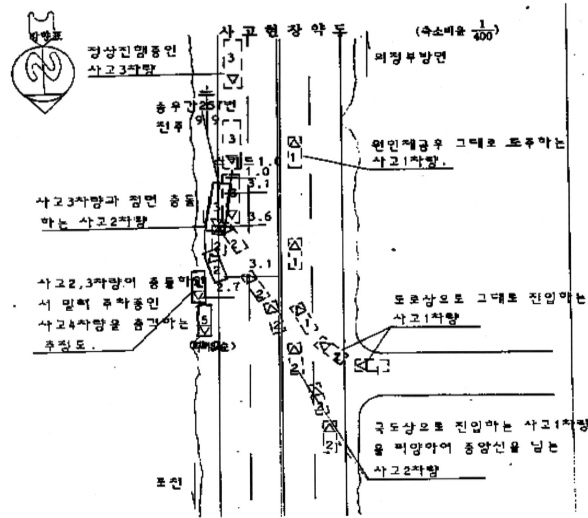


그림 19. 뺑소니 차량에 의한 중앙선 침범 야기 사례

(2) 단순충격사고

차 대 차 단순충격 후 도주하는 사건으로 최근에 증가 추세에 있는 사건유형으로 도주 후 증거인멸로 인해 범행입증에 어려움이 있으나, 주로 피해자의 목격에 의해 차량 수배를 쉽게 할 수 있고, 관련차량의 충격형상(지상고, 방향선 등), 상호 부착물질 동일성시험 등에 의해 쉽게 입증할 수 있다.

(3) 차 대 물

가옥, 도로구조물 등을 충격 후 도주하는 사건으로 산업시설 부근 전신주 충격 후 뺑소니 사건은 막대한 금전적인 손실을 야기할 수 있다.

2. 차 대 보행자의 충돌현상

1) 직립 및 보행상태

(1) 자동차에 나타나는 충돌현상

직립 또는 보행하는 사람이 자동차와 충돌 시 자동차가 사람의 신체와 가장 먼저 접하게 되는 부분은 앞범퍼의 전단부가 되고 이때 앞범퍼에서

보행자와 충격된 손상 현상이 식별되게 되는데 그 충격의 강도(強度)에 따라 가벼운 순서대로 나열하면,

- 앞범퍼에 칠하여진 페인트에 보행자 의류의 무늬가 찍혀지는 경우

- 앞범퍼의 재질이 탄력성이 있는 경우 충격 후 복원되는 과정에서 페인트에 물결무늬가 남는 경우

- 앞범퍼 충격부가 소성파괴로 인해 앞범퍼 원형 일부가 파손되는 경우

- 충격력의 영향으로 자동차 내부 부품이 앞범퍼와 함께 파손되는 경우로 나눌 수가 있고 사고현장에는 보행자의 유류물, 혈흔, 자동차 페인트, 자동차 부속품 파편 등의 낙하물이 유류하게 된다. 그리고 사람을 자동차 앞범퍼가 최초 충격하는 순간, 사람은 인체 무게중심의 위치에 따라 회전 또는 통겨지게 되고 이런 과정에서 소형자동차의 경우 자동차 보닛, 루프 판넬부 등에, 중·대형자동차의 경우 전면 후드부에 충격형상이 남는다. 또한 비교적 약한 충격에도 쉽게 변형되는 소형자동차의 후드부에는 이러한 충격형상으로 찌그러진 흔이 생성되게 되고 충격흔의 위치와 방향을 면밀히 관찰하면 충돌된 사람의 충돌 후 운동상태를 추정할 수 있다. 중·대형자동차의 경우 사람은 자동차 전면에 충격된 후 자동차 진행방향 쪽으로 통겨져 포물선 운동을 하게 되고 소형자동차는 후드부와 앞창문에 보행자와 충돌을 한 형상이 식별된다. 이때 사람과 자동차 간에 충돌되는 형태에 따라 사람의 운동과 이동방향은 다양하여 이러한 상황을 해석하기 위하여 모형실험 결과와 물리화적인 이론을 이용한다. 차 대 보행자 간의 충격 시 특이한 충격형상으로는 차 대 차나 차 대 물의 충격과 상이하게 충격부분의 차체 도장이 손상되지 않고 차체 판넬부만 함몰되는 특이한 손상흔이 관찰된다. 일반적으로 차량이 고속상태에서 보행자를 충격 시, 자동차의 충격부분에 보행자가 착의하고 있는 의류의 섬유율이 열 변형되어 압착되어 있으며, 이러한 섬유율은 일반적인 세차에도 일부가 잔류되어 뽕소니 차량 검거에 결정적인 역할을 한다. 그 외에 추가적으로 판별할 수 있는 충격흔으로는 충격부에서 섬유의 직조흔, 인체조직, 모발, 혈흔 등이 검출되기도 한다. 차량의 손상흔으로 보행자가 직립 및 보행상태인지, 미상의 원인으로 노면에 쓰러지거나 전도된 상태인지 여부를 판별할 수 있다.



그림 20. 직립상태의 보행자와 정면충격한 승용차의 손상흔



그림 21. 보행자 섬유물이 압착된 형상(직립 및 보행상태)

(2) 보행자에게 나타나는 충돌현상

직립 또는 보행하는 사람이 승용차와 충돌되어 나타나는 대표적인 부위가 범퍼에 의한 손상(損傷)부위이다. 성인의 경우에 있어서는 발목부, 종아리부, 무릎부, 허벅지부, 엉덩이부 등에서 주로 이러한 충격형상(분쇄골절, 근육 간 출혈 등)이 발생하게 되며 어린이의 경우에 있어서는 엉덩이부, 허리부 혹은 복부나 두부와 같은 상반신에서 이러한 충격형상이 발생하게 된다. 이러한 손상흔은 차량 바퀴에 의한 다발성 골절과는 대별되는

손상흔이다. 앞범퍼에 의한 사람의 손상은 대체로 좌상, 표피박탈, 좌열창, 박피손상, 심부근육내출혈, 심한 경우에 골절과 연조직의 광범위한 파괴 때로는 골절단에 의한 천과창 등 다양한 소견을 볼 수 있다. 사람이 자동차에 1차 충격된 후에 충격된 상태에 따라 신체의 다른 부분이 자동차의 외부 구조물에 2차 충격되어 손상이 발생하게 되거나 또는 지면에 낙하되면서 손상이 발생하게 된다. 이러한 다중충격에 의한 손상은 자동차의 충격속도, 자동차의 종류 등에 따라 다르나 일반적으로 후드부 또는 좌우측 펜더부, 앞창문 유리부, 좌우측 후사경 등에 몸체의 어느 부위가 충격되어 손상이 생긴다. 일반적으로 사람이 지면에 떨어져 충격된 손상을 전도손상이라 한다. 전도손상은 통상적으로 자동차와 충격된 모든 사람에서 공통적으로 나타나게 되는데 특히 사람이 지면에 낙하될 당시, 충격 속도와 사람 무게중심의 이동에 따른 관성력에 의하여 사람의 머리가 지면에 충격되는 경우 두개골골절이나 뇌손상이 일어나고 노약자의 경우에는 천장관절이 쉽게 골절되게 되며 지면과 충격 시에 외부로 노출된 피부조직에는 멍 또는 찰과상과 같은 광범위한 손상을 볼 수도 있다. 사건 조사 시간과될 수 있는 중요한 점으로 사체에 부착된 이물질(페인트 편 등) 채취는 현장조사 시 필수적으로 수행되어야 할 사항이다. 일본의 경우 사체에 부착된 이물질 채취는 물론, 머리카락을 빗으로 빗어서 유류되는 이물질을 채취한다. 이는 뺑소니 사고는 현장조사 시 세심한 부분도 놓치지 말아야 한다는 훌륭한 귀감이라 할 수 있다. 교통사고 사망자의 경우, 사인이 확실하다 하여 이전에는 사체부검을 거의 실시하지 않는 추세였으나 뺑소니 사망사고 시에는 사체 손상흔에 대한 법의학적 판단이 매우 중요한 경우가 많다. 의류의 손상흔이 미세하게 현출되어 있거나, 복합적인 충격에 의해 손상흔이 중복되어 있는 경우에는 동 손상흔만으로는 손상흔 해석이 완전하지 못한 경우도 있다. 또한 두부, 손, 팔, 하지 등의 부분은 계절에 따라 의류의 손상흔으로는 해석할 수 없는 경우도 있으며, 의류의 손상흔이 잘 보전이 되어 있다 하여도 의류 손상흔 해석과 사체에 대한 법의학적 소견을 종합하면 매우 유용한 결정적인 수사단서를 얻을 수가 있다. 신체 하지부분의 골절이 직립 및 보행 시 충격된 것인지 역과에 의

한 골절인지 여부, 상체부분의 손상흔이 차량 전면부가 높은 중·대형 차량에 의한 1차충격흔인지 역과에 의한 손상흔인지 여부, 두부의 손상흔이 차량과의 충격흔인지 전도 손상흔인지 여부 등의 경우에 있어서 사체부검이 매우 중요한 감정수단이다. 19xx년 서울 강남에서 발생한 납치살해 후 교통사고 위장사건은 섬유 손상흔 해석과 부검에 의해 당황한 운전자의 사고당시 진술에 의해 교통사고로 위장될 수도 있었던 사건을 해결한 좋은 예라 하겠다. 따라서 뺑소니 사망사고에는 사체에 대한 부검은 매우 중요하다 할 수 있다.



그림 22. 인체에 나타난 자동차와 충격흔의 사진
(승용차량 앞범퍼와 충격흔)

(3) 의류에 나타나는 충격현상

의류를 구성하는 섬유는 신축성과 복원력이 뛰어나 어느 한계치 이하의 충격에서는 충격흔이 잘 검출되지 않는 경우도 있으나, 사람이 자동차에 강하게 충격되는 경우 사람의 의류에서는 상대 자동차와 충돌 시 충격에 의한 압착흔 및 용융 손상흔이 관찰되고 경우에 따라 상대 자동차에 도장된 페인트가 부착된 것이 검출되기도 하며, 자동차 부품의 파편이나 자동차 표면에 부착된 이물질이 검출되기도 한다. 그리고 사람이 착용한 신발의 바닥에서 도로와의 심한 마찰흔이 관찰되는 경우도 있다. 의류에 나타난 손상흔의 해석으로는 섬유율의 손상 형태에 따라 보행자의 충격상태(직립 및 보행상태, 전도 또는 누워있었는지 등), 차종 추정, 충격차량 대

수 등을 추정할 수 있다. 역과를 한 경우에는 의류에 현출된 윤적에 의해 차종을 압축할 수도 있으며, 용의차량 입증에 매우 중요한 수단이 되기도 한다. 또한 차체와 충돌 시 의류에 부착되는 차량 페인트는 용의차량 추적에 가장 중요한 단서가 된다. 현재 국립과학수사연구소 교통공학과에서 개발 완료단계에 있는 차량 페인트 분석에 의한 용의차량 추적시스템에 의해 회사, 차종, 년식까지 추적이 가능하기 때문이다. 따라서 피해자 의류를 채취 시 백색전지 위에서 절단용기를 사용하지 않고 조심스럽게 수거하여야 한다.



전조등과 직각 충격흔



용의차량 페인트 부착

그림 23. 의류에 나타나는 각종 충격 현상

2) 역과 및 하부구조물 충격

(1) 자동차에 나타나는 역과 현상

자동차에 충격되어 도로 노면에 넘어져 사람이 거동할 수 없게 되거나 (앉아 있거나 누워 있는 상태), 불상의 이유로 도로상에 거동할 수 없게 된 사람을 자동차 하부 구조물로 충격하게 되는 경우를 통상적으로 역과라고 한다.

일반적으로 역과에 의하여 자동차에 나타나는 현상으로는 앞범퍼의 하부구조물인 앞번호판과 에이프런 및 견인고리부에서 사람과의 접촉에 의한 먼지와 자동차 하단부에 부착된 윤활유가 쓸린 흔이 관찰되고 어떤 경우 충격된 부위에서 충격된 사람이 착의하였던 의류의 섬유 또는 충격된 사람의 혈흔, 모발 및 인체조직 등이 관찰된다.



그림 24. 차량하부구조물에 사람이 충격되었을 때 나는 각종 손상흔

(2) 사람에 나타나는 역과 현상

사람에 나타나는 역과에 의한 손상은 우선적으로 의류에서 자동차의 바퀴 또는 하부 구조물에 충격된 현상이 나타나게 될 것이고 인체표면에는 피하출혈 또는 표피 박탈로 손상흔이 충격된 형상과 일치되게 나타나며, 두개골파열 및 두부의 변형이나 평편화, 늑골의 골절 및 흉부 장기의 파열, 복부장기의 파열 및 탈출, 사지골절과 같은 치명적인 손상이 초래되면서 박피손상 등이 관찰된다. 드물게 착의 의류에서 관찰되지 않는 윤적형상이 뚜렷하게 현출되는 경우도 있다.

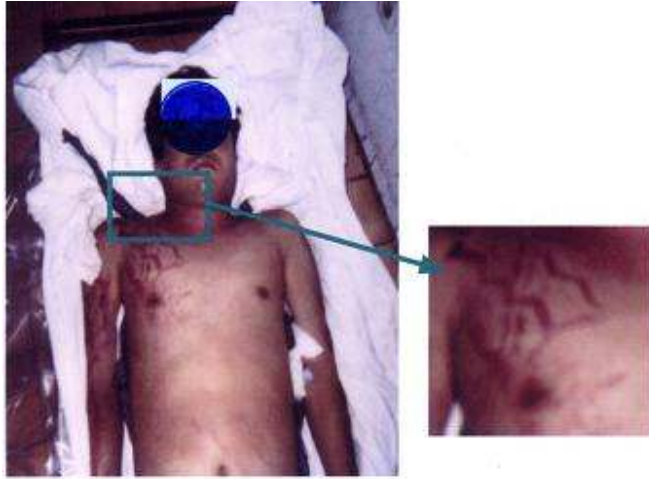


그림 25. 인체에 현출된 윤적

(3) 의복에 나타나는 역과현상

의류에서는 자동차의 바퀴와 하부구조물의 충격에 의한 타이어 트레드 문양이 압흔된 윤적이 관찰되거나 또는 자동차에 충격될 당시 사람이 노면에 끌린 경우 섬유에서 노면과 마찰되어 섬유재질이 마손된 흔적이 충격된 방향성과 함께 식별되고 노면성분의 토양과 자동차 바닥면의 윤활유 등이 부착되게 된다.



그림 26. 의류에 현출된 윤적(대형트럭 복륜)

3. 사고현장에 나타나는 여러 가지 현상

1) 자동차 잔류물의 흔적

(1) 스키드마크의 변화

일정 속도로 운행하고 있던 자동차가 급격한 감속을 하게 되면 운동에너지가 마찰에너지로 변화하는 과정에서 타이어의 흔적이 노면에 남게 되는데 이 흔적을 스키드마크라 하고 스키드마크가 노면에 생성되는 과정에서 자동차의 외부와 충격되면 스키드마크의 방향이 변화되거나 스키드마크의 흔적이 불안정하게 된다. 이러한 흔적이 발견된 지점을 중심으로 충돌지점을 확인한다.

(2) 자동차 잔유물의 위치

자동차가 외부 충격력을 받아 차체의 일부가 파손되면 사고장소의 노면에는 낙하물이 떨어지게 되는데 낙하물의 낙하위치는 낙하법칙에 의하여 파손된 위치와 자동차의 진행방향 및 자동차 속도에 따라 달라지므로 도로상에 낙하물의 종류와 위치를 분명하게 표시하는 것이 추후 사고에 대한 역학해석을 하는데 중요한 자료가 된다.

2) 보행자 잔류물 및 흔적

일반적으로 충돌지점에서 보행자가 소지하고 있던 낙하물이나 흔적은 잘 발견되지 않으나 어떤 경우에는 노면에 신발이 끌려진 흔적을 발견할 수 있고 이러한 지점이 판별되는 경우 그 지점을 충돌지점으로 추정하여야 하며 보행자가 충돌 후 운동상황에 따라 착의한 신발이 벗겨지거나 그 외에 사람의 소지품인 모자, 시계, 안경, 필기구, 수첩 및 잡동사니 등이 사고장소 주변에 흩어지게 되는데 이러한 것들은 사람이 자동차와의 충돌 관계를 해석하는데 결정적인 도움을 주기도 한다. 또한 그림 27에서 보는 바와 같이 피해자 혈흔이 고여 있거나 가장자리로 흘러내린 지점이 수 개소가 확인되는 경우가 있다. 이와 같은 경우 피해자를 충격 및 역과한 차량이 여러 대일 가능성에 대해 조사를 하여야 한다.



a

b

그림 27. 사고현장의 사진
(a : 충격차량 3대 이상, b : 충격차량 1대 이상)

Ⅲ. 증거물 채취

뽕소니 사건의 현장 초동조사는 사건해결에 있어서 무엇보다도 중요하며, 검거 향방을 좌우한다. 따라서 사고현장에 전담반이 신속하게 출동하여 현장 주변을 세밀하게 조사하여야 한다. 차 대 보행자 사고 시 우선적으로 차량 통제 및 서행을 통하여 현장보존(피해자 최종위치 전후로 최소 약 100 m) 및 행인을 통제하여야 하며, 이때 관련 차량 유실물이 분실 또는 훼손되지 않도록 유의하여야 한다. 야간이나 우천 시에 필요한 현장조사 장비를 구비하여야 한다. 두 번째로 현장 목격자, 참고인 등을 철저히 조사 및 현장 사진을 촬영하고, 피해자 응급 구조 시 유실하기 쉬운 피해자 유류품을 확보할 수 있는 수단을 강구하여야 한다. 세 번째로 최초 충격 추정지점으로부터 충분한 거리까지 세밀하게 유류품 낙하 위치를 표기 및 사진촬영을 하고 각 지점마다 분리 채취한다. 이때 수거되는 유류품은 용의차량 추정에 결정적인 단서가 됨을 명심하여야 한다. 마지막으로 피해자 의류의 확보는 가장 중요하다. 피해자 의류 채취 시에 용의차량 유류물이 분실 또는 훼손될 수 있으므로 담당 경찰관의 입회하에 백색 전지 위에서 탈의토록 하고 탈의 시 가위나 메스 등의 절단기구를 사용하지 않아야 한다. 의류를 탈의 후 인체 분비물을 건조시키고 깨끗한 종이에 개

별 포장을 한다. 이때 주의할 점은 개별 포장 후 비닐에 포장하지 말아야 한다. 탈의 시 사용한 백색 전지 위에 떨어진 유류물들은 조심스럽게 채취하여 감정의뢰 시 함께 의뢰하도록 한다. 차 대 차 사고 시에는 관련차량에서 가능하면 페인트 등 감정물을 채취하지 말아야 한다. 상호충격 여부 및 도주차량의 차종 등에 관한 정보는 부착물질의 형상, 파손형상, 지상고, 증거물의 분석 등을 종합판단하여야 하기 때문이다. 간혹, 사건 이전에 타 차량 또는 물체와 충격 및 접촉 등으로 인해 이물질(페인트 등)이 함께 부착된 경우에는 채취하여 제시된 페인트의 분석만으로는 사건해결 및 수사방향 설정에 혼선만 가중되기 때문이다. 부착물질의 분석 등의 우려가 있는 등의 부득이한 경우에는 부착물질을 근접촬영 후 채취하거나, 상호충격 지점으로 추정되는 파손부 또는 파손부에 인접한 부분의 페인트를 채취한다. 지점으로 추정되는 파손부 또는 파손부에 인접한 부분의 페인트를 채취한다. 동일 차량일지라도 차체, 범퍼, 후사경 등에 도장된 페인트 성분이 상이하며, 출고 후 재도색된 경우가 있기 때문이다. 용의차량 검거 시 관련차량의 운행, 세차 등은 하지 말아야 하며, 장기보관에 대비하여 비, 바람 등을 피할 수 있는 대책을 강구하여야 한다.

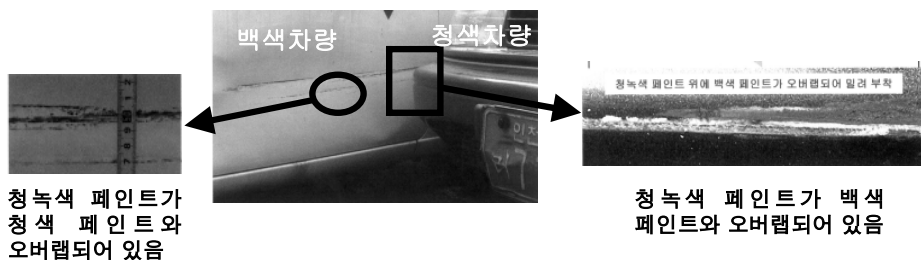


그림 28. 기존에 부착되어 있던 타차량 페인트가 상호충격에 의해 피해차량에 전이되어 부착된 경우

IV. 용의차량 추적요령 및 사례

1. 유류품을 이용한 차량추적 방법

뺑소니 사고 현장에서 도주차량의 유실물, 현장의 도주차량 흔적 및 목격자에 의한 추적방법으로 대별되고, 또한 용의차량이 사고 후 장시간 또는 장기간 경과 후 파손부가 보수 또는 교체된 상태로 검거되는 경우가 거의 대부분으로 용의자가 혐의사실을 부인할 경우 인멸된 증거확보가 벽에 부딪치게 된다. 따라서 감정사례를 예로 들어 뺑소니 차량의 추적요령 및 증거확보에 대해 설명하고자 한다.

1) 현장에서 차량 유류품 발견 시

차 대 보행자 뺑소니 사건 발생 시 우선적으로 신체의 충격부, 피해자의류의 손상흔 형태, 현장 유류품 등을 종합하여 용의차량의 파손 또는 손상부분을 추정하는 것이 탐문수사에서 무엇보다 중요하다. 차 대 보행자의 정면 충격 시 충격정도에 따라 다소 차이가 있지만, 현장에 유류되는 차량부품으로는 조향등 파편, 후사경, 앞범퍼 구조물, 하부구조물 등이 대부분이며, 경우에 따라 차량 도장 페인트편이 현장에 유류된다. 이러한 유류품으로 용의차량의 차종, 색상, 년식을 확인할 수 있고, 일부의 경우에는 차대번호까지 추적할 수 있다. 사고현장에 가장 많이 유류되는 전조등을 포함한 방향지시등, 안개등 렌즈의 경우 문양이 각 차종마다 상이하고, 렌즈하단 및 상단부에 제조회사, 차종, 부착위치 등이 그림 29와 같이 각인되어 있으므로, 수거된 조향등 렌즈 파편에서 식별 가능한 문양, 각인문자에 의해 차종, 년식, 부착위치 등을 추정할 수 있다. 드물게는 범퍼나 보닛 등을 재도색할 때 조향등 렌즈에 비산된 페인트에 의해 차량 색상도 추정할 수가 있다.



소나타 구형 : KOREA SAMILIP 101 - 0187 R
 소나타 신형 : SAMLIP 101 - 0390 11H-13V RH
 소나타Ⅱ : KOREA SAM LIP 101 - 0191 +RH
 소나타Ⅲ : SAM LIP 101 - 1295 KOREA +RH
 소나타 EF : RH SAM LIP 101 - 0297 KOREA

그림 29. 전조등 렌즈 좌우측, 상하단 등의 부분에 부착차종, 위치 등이 각인되어 있음(예 : 현대 소나타 시리즈)

후사경은 승용차 대 보행자 충격 시 보닛이나 앞유리창에 2차 충격 후 노면에 전도될 때 인체에 의해 상방향에서 충격으로 후사경 프로텍트나 어셈블리가 현장에 대부분 유류된다. 후사경은 그림 31에서와 같이 프로텍트 하단부에 제조회사, 제조년월일이 각인되어져 있으며, 차체일체식 도장이면 차량의 색상을 확인할 수 있다.



a



b

그림 30. 현장에서 수거된 전조등 파편

a : 현대 유로 엑센트(3Doors) 전조등 렌즈 파편

b : 재도색시 부착된 것으로 추정되는 보라색 페인트 부착



그림 31. 차량 후사경 제조회사 및 생산년월

대성밀러(순정부품)
 1995년 9월 11일

범퍼 및 하부 구조물의 경우는 일부분의 파편이라 할지라도 외관 형태에 의해 대부분 차종을 특정할 수 있고, 제조회사 및 제조년월이 각인되어 있다. 제조회사(부품 하청업체) 및 제조년월이 식별되면 제조회사에서 해당일자에 해당부품을 자동차회사에 납품한 장부에 의해 해당 자동차에 의뢰하면 출고일자 및 차대번호까지 수사를 압축할 수 있다. 그러나 부품 하청업체가 대부분 영세하여 생산공정 관리가 제대로 되지 않고, 납품장부가 1년 이상의 것이 보관되어 있지 않는 경우가 있어 제도적인 보완이 시급한 실정이다.

현장에서 수거된 페인트편으로부터는 현미경에 의한 도장형태 검사, 페인트 분석에 의한 도주차량검색 시스템의 검색으로 색상, 차종, 년식까지 추정할 수 있다.

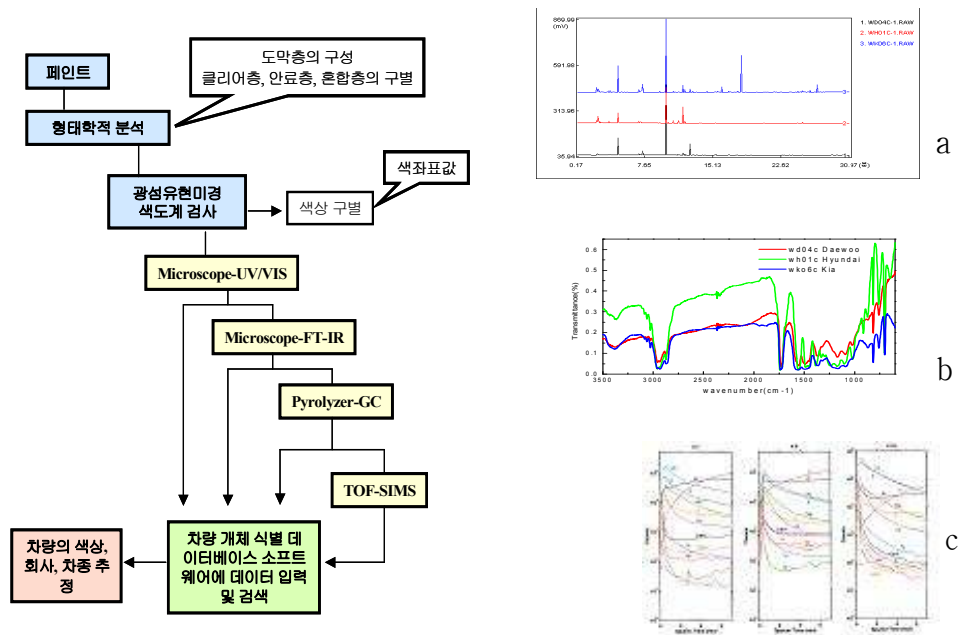


그림 32. 차량 페인트 분석에 의한 차량개체식별 과정 흐름도

a : 차량 페인트의 열분해 가스크로마토그램

b : 차량 페인트의 적외선흡수스펙트럼

c : 차량 페인트의 이차이온질량분석 스펙트럼

위와 같이 사고현장, 피해자(또는 피해차량) 및 의류, 현장 유류물, 목격자 진술 등에 의해 용의차량의 색상, 차종, 년식, 파손추정부분 등이 확정되면 용의차량 검거를 위해 탐문수사에 들어가게 된다. 그러나 뺑소니 사건 특성상 증거인멸 및 도주우려로 인해 용의대상 차량에 대해 출두고지를 할 수 없는 경우가 대부분이고, 범행을 입증치 못한 상태에서 차량을 압수할 수가 없다. 이러한 경우 용의대상 차량 차고지를 방문하여 간단히 수사에 활용할 수 있는 방법이 있다. 보수가 되지 않은 상태라면 손쉽게 확정할 수 있으나, 보수가 된 상태이거나 세차가 된 상태이면 외관상 구별이 되지 않지만 각 부품에 각인된 제조년월일, 검사필증 부착 유무로 교체 여부를 쉽게 판단할 수 있다. 차량이 자동차 회사에서 출고될 당시 조립 또는 장착된 부품에는 검사필증이 부착되어 있지 않지만 시중에 공급되고 있는 애프터서비스 부품에는 검사필증이 부착되어 있으며, 특수인쇄로 되어 있어 부착된 검사필증을 떼어내기가 어렵고 부착된 자국이 남아있게 된다. 또한 채도색, 판금수리한 흔적, 잔류 충격흔 등은 차량 내부를 보면 쉽게 판별된다.



그림 33. 전조등 하우징부분에 부착된 검사필증의 사진

a : 차량 출고 시 장착(검사필증 미부착)

b : 차량 출고 후 교체(검사필증 부착)

앞유리창의 경우는 유리창 좌측 또는 우측 하단부에 제조회사, 제조년월이 인쇄되어 있다. 자동차 유리 하청업체에서 자동차 공장으로 납품이 되면 제조공정상 노사분규 등 특별한 사유가 없으면 1~2개월 이내에 소모를 하게 되어 있다. 즉, 앞유리창, 옆유리창 및 뒷유리창의 제조년월이

1~2개월 이상 차이가 나지 않는다. 그 이상의 기간이 차이가 나면 출고 후 교체된 것으로 판단할 수 있다. 그림 34에 각 자동차 유리 하청업체들의 제조년월 및 사양마크들을 나타내었다. 이와 같이 탐문수사 시 용의차량 여부를 간단히 확인할 수 있으며, 혐의점이 확인이 되면 방증수사 및 범행입증 작업을 진행하면 될 것이다.

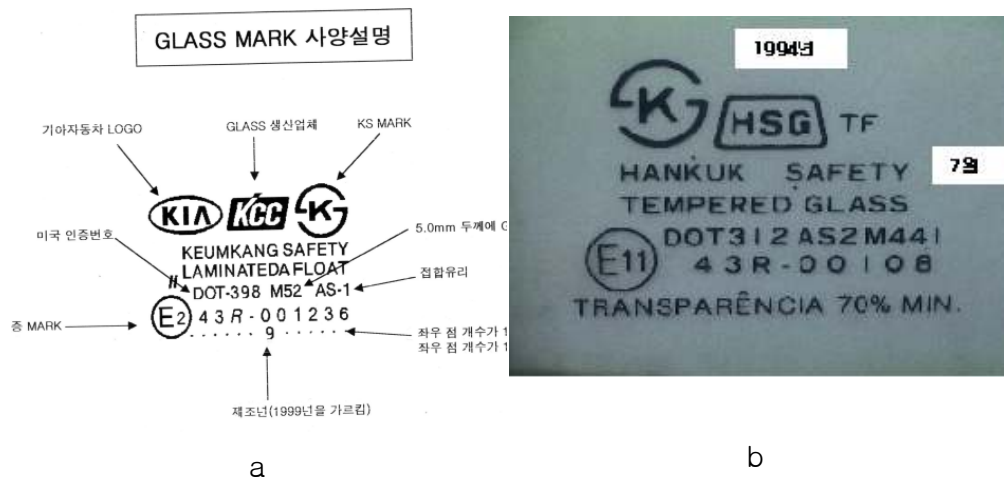


그림 34. 자동차 유리의 제조년월 마크

a : 금강안전유리(1999년 1월)

b : 한국안전유리(1994년 7월)

사례 1. 인천 서구 마전동 소재 삼일기연 앞 편도 1차선 도로에 김포검단으로 보행 중이던 피해자(박00, 42세, 남)를 충격 후 도주한 사건으로 현장에 유류된 파편을 단서로 사고발생 후 7시간 만에 용의차량을 검거한 사건임(무면허).

사고현장에서 전조등 렌즈 파편



- ◎ 렌즈 파편에서 재도색 시 부착된 페인트 식별
- ◎ 현대 유로엑센트(진보라색)용 우측 전조등 렌즈

용의 차량



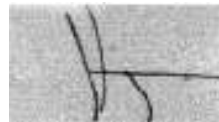
- ◎ 우측 전조등 렌즈 파손흔 식별
- ◎ 앞 유리 우측 공간 부분의 외부에 의한 충격흔 식별
- ◎ 우측 보닛에서 혈흔 검출

피해자 의류와 섬유 동일성 시험
피해자 혈흔과 동일성 시험

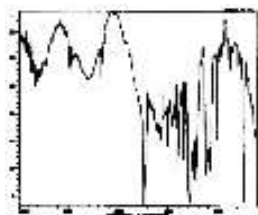
- ◎ 섬유 동일
- ◎ 혈액형 동일(B형)



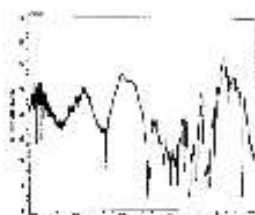
피해자 바지 구성 섬유인
흑색 섬유율(폴리에스테르
계)의 현미경 사진



용의차량 윈드실드 필러부분에서
채취한 흑색 섬유율(폴리에스테르
계)의 현미경 사진



바지 구성섬유 적외선흡수스펙트럼



용의차량에서 채취한 섬유율의
적외선흡수스펙트럼

사례 2. 서울 관악구 봉천4동 산 10-2번지 앞 서울대 방향으로 진행하던 불상의 차량이 도로를 횡단하던 피해자(서00, 43세, 남)를 충격 후 사망케 하고 구호조치 없이 도주한 사건으로 현장에 유류된 용의차량 전조등 파편 등을 단서로 용의자 집 인근 아파트에 주차된 차량을 발견하였으나 이미 파손부분을 수리한 상태에서 본소에 접수된 것으로 사건발생 초기부터 본소와 공조체제가 잘 이루어진 사건의 예임.

전조등 파편(E-13010084)
적자색 페인트가 부착된 피해자 의류



- ◎ 사하라 레드색 도장의 현대
- ◎ 유로 엑센트(3도어)
- ◎ 차적조회 통한 용의자 검거



차적조회(관악 관내 사하라 레드 유로
엑센트)에 의한 보수된 용의차량 검거



증 거 확 보



용의차량



용의차량 앞범퍼 우측 범퍼가드에 압착된 피해자 바지 섬유물

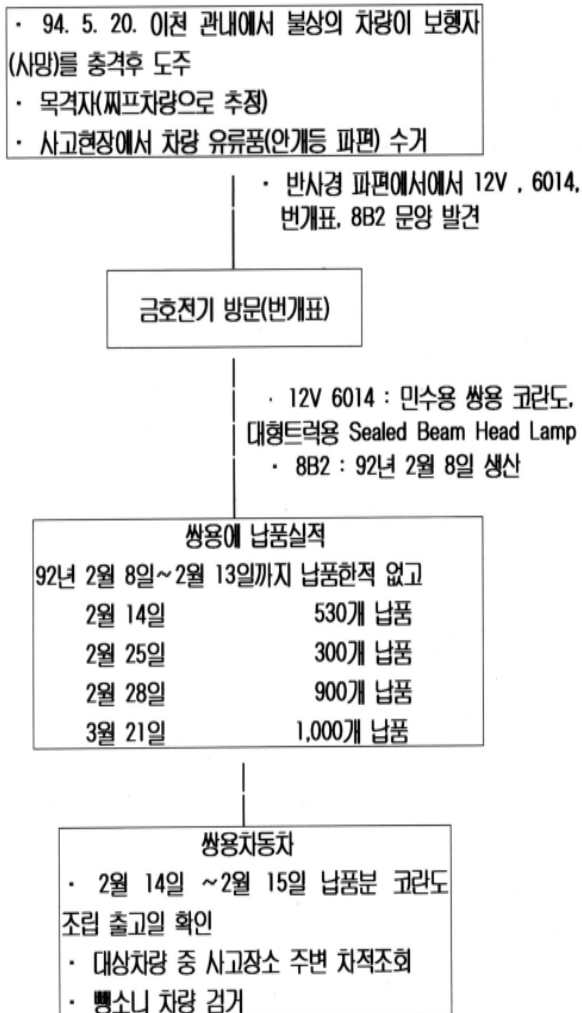


용의차량 앞유리의 제조년월 닷트 표식(95년 2월) 사고 후 교체



용의차량 앞유리를 제외한 유리창 제조년월 닷트 표식(94년 8월)

사례 3. 경북 포항시 우현동 소재 유성여고 입구 7번 국도상에서 불상의 차량이 보행자(변XX, 21세, 남)를 충격하여 두개골 골절 등으로 사망케 하고 구호조치 없이 도주한 사건임.



문제점

피해자 의류 미제시 : 의류에 부착된 포인트 색상 확인에 의한 수
사범위축 가능

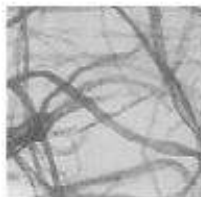
2. 용의차량이 보수된 경우

뺑소니 사고는 일반적으로 사고발생 후 많은 시간이 경과된 후 검거되는 사례가 많으며, 이때 대부분의 용의자는 차량을 보수 후 범행을 완강히 부인한다. 따라서 범행입증을 위해서는 이미 확보된 피해자 의류, 현장 유류품, 부검 또는 상해 소견, 사건기록 및 사진과 함께 관련차량을 국립과학수사연구소에 신속하게 의뢰한다. 제시된 감정물에서 현장 유류품이 용의차량에서 유실된 것인지 여부, 피해자 의류 구성섬유가 용의차량에 잔존해 있는지 여부, 의류 및 현장에 유류된 페인트와 용의차량 도장 페인트와 성분동일성 시험, 혈흔, 조직, 모발 등의 용의차량 잔류 여부 및 동일성시험, 각 부품의 교체 여부 등에 대한 종합적인 정밀감정에 의해 피해자와 충격 및 역과 여부를 판단한다.

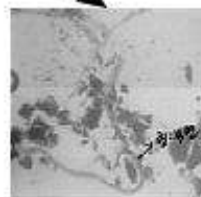
사례. 경기 안산시 본오동 소재 국도상에서 보행 중이던 석XX(남)을 충격, 사망케 하고 피해자 구호조치 없이 도주하여, 차량 수리 후 내연의 처집에서 차량을 보관하던 중, 목격자 진술에 의해 검거한 것으로 차량 수리 후 증거가 인멸된 것으로 믿은 용의자가 담당 경찰관 및 간부들을 무고협의로 고소하겠다고 협박한 사건임.



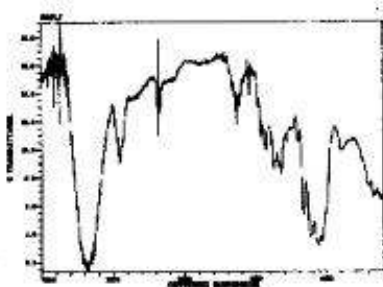
용의차량



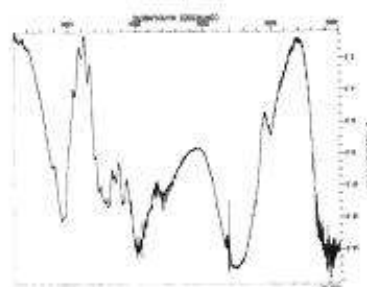
피해자 바지 구성섬유
(청색 및 백색 면섬유)



용의차량에서 채취한 섬유
(청색 및 백색 면섬유)



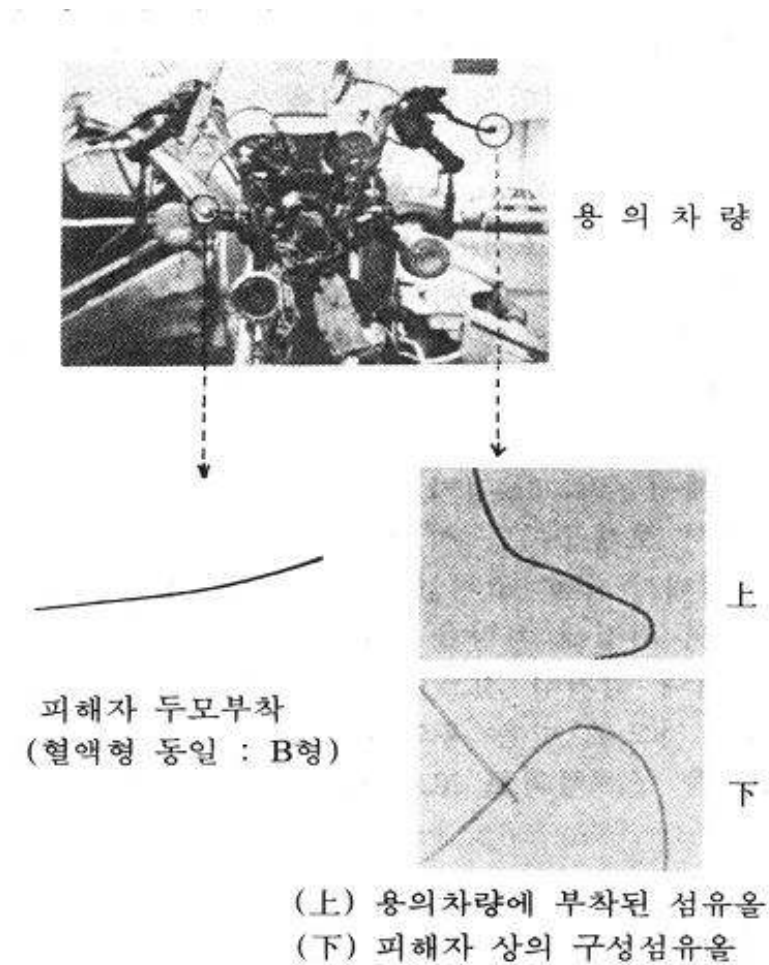
바지 면섬유의 적외선흡수스펙트럼



용의차량서 채취한 섬유의 적외선흡수스펙트럼
(면섬유)

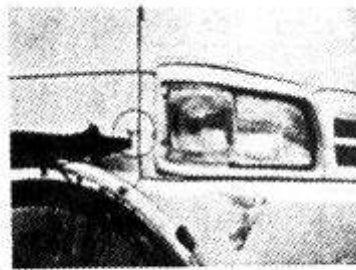
3. 이륜차 대 보행자

서울 동대문구 3-197번지에서 원동기장치 이륜자동차가 보행 중인 류모씨(43세, 여)를 충격하여 의식불명의 상태에 이르게 하고 도주한 사건으로 혐의사실을 부인한 사건임.



4. 차 대 자전거

사례. 충북 음성군 생극면 신양리 홍은 모드니 아파트 앞 3번 국도상에서 충주 방향으로 자전거를 타고 도로 우측으로 주행 중이던 불상의 차량이 피해자(이XX, 72세, 남)를 충격 후 도주한 사건으로 목격자 진술에 의해 용의차량을 검거하였으나, 차량이 보수된 상태이고, 혐의사실을 전면 부인함.



상호충격 가상상태



자전거 짐받이 충격흔



용의차량 백색페인트 부착

5. 선박 사고

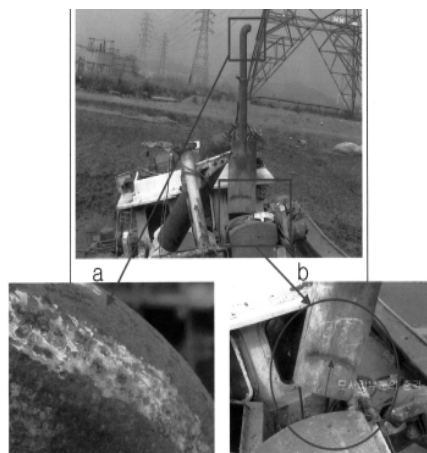
인천 선적 연안통발이 어선 금성호(4.99톤)가 경기 시흥시 월곶 포구에서 인천시 옹진군 영흥도 인근해상으로 조업차 출항하였으나, 선장 최모씨(남)는 영흥도 해상에서 사체를 인양하였으며, 선체는 변사자 인양 장소에서 약 1마일 해저에 침몰상태(선원 김모씨(여)는 동 선박 후미 격실 내부에 익사체로 발견)로 인양한 사건임.



선미 우측 모서리부에 후우방향에서
충격흔과 함께 연청색 페인트 부착



좌우측 하우징 폴대에 충격에
의한 변형



배기통 파손형상 및 페인트 부착

교 재 집 필 진

직 위	성 명	e-mail	전 화	집 필 분 야
○ 소장	이원태	wtleee@nisi.go.kr	02)2600-4601	총괄
○ 법의학부장	서중석	sjsme@nisi.go.kr	02)2600-4800	제1편~제4편 검토
－ 법의학과장	전석훈	j5245956@nisi.go.kr	02)2600-4810	제1편 법의학 검토
· 법의업무지원	강현무	hmkang@nisi.go.kr	02)2600-4811	제1편 법의학
－ 유전자분석과장	한면수	hmyunsoo@nisi.go.kr	02)2600-4840	제2편 법생물학 및 DNA프로필 검토
· 법생물학실장	서지석	seojis@nisi.go.kr	02)2600-4841	제1장 법생물학
· 유전자검색실장	김종진	kimjj28@nisi.go.kr	02)2600-4863	제2장 개인식별에 이용되는 DNA프로필 분석
－ 범죄심리과장	강덕지	duck-j@nisi.go.kr	02)2600-4870	제3편 범죄심리 검토
· 범죄분석실장	함근수	hamks@nisi.go.kr	02)2600-4871	제1장 범죄면수사
· 심리연구실장	최효택	choih-t@nisi.go.kr	02)2600-4875	제2장 거짓말탐지
－ 문서영상과장	양후열	hyynisi@nisi.go.kr	02)2600-4880	제4편 문서영상
· 문서감정실장			02)2600-4881	제1장 문서감정
· 영상분석실	이 중	ljfirst@nisi.go.kr	02)2600-4892	제2장 영상분석감정
○ 법과학부장	정희선	hschung7@nisi.go.kr	02)2600-4900	제5편~제9편 검토
－ 약독물과장	임미애	limiae@nisi.go.kr	02)2600-4910	제5편 약독물감정 검토
· 약품연구실장	인상환	swin@nisi.go.kr	02)2600-4911	제1장 약품감정
· 독물연구실장	이종숙	rheejs@nisi.go.kr	02)2600-4925	제2장 독물감정
· 식품연구실장	정진일	jjj2000@nisi.go.kr	02)2600-4920	제3장 식품류감정
－ 마약분석과장	최화경	chk321@nisi.go.kr	02)2600-4930	제6편 마약분석류 검토
· 마약연구실장	김은미	emkim@nisi.go.kr	02)2600-4931	제1장 마약류의 개론 및 생물질에서 마약류의 감정
· 향정약품연구실장	박용훈	yhpark9@nisi.go.kr	02)2600-4936	제2장 압수품 및 모발에서 마약류의 감정
· 환각물질연구실장	백승경	skbaeck@nisi.go.kr	02)2600-4940	제3장 환각성 흡입제류 감정
－ 화학분석과장	손성건	shonkun@nisi.go.kr	02)2600-4950	제7편 화학적 감정 검토
· 고분자연구실장	홍성욱	swhong@nisi.go.kr	02)2600-4951	제2~4장 고분자감정
· 유기화학연구실장	정영호	tkfkd@nisi.go.kr	02)2600-4961	제5장 혈중알콜농도 분석방법
· 무기화학연구실장	이진훈	lordjh@nisi.go.kr	02)2600-4965	제6~12장 환경오염원감정 등
－ 물리분석과장	박남규	nkpark@nisi.go.kr	02)2600-4970	제8편 물리분석 검토
· 물리연구실장	김윤희	kyhoi@nisi.go.kr	02)2600-4971	제1장 물리학적 검사법
· 화재연구실장	김진표	kjpyo@nisi.go.kr	02)2600-4976	제2장 화재원인감정
· 음성연구실장	김태훈	thyssj@nisi.go.kr	02)2600-4980	제3장 음성감정
· 총기연구실장	김동환	kdh1960@nisi.go.kr	02)2600-4984	제4장 총기폭발물의 감정
－ 교통공학과장	김상현	kshgp@nisi.go.kr	02)2600-4990	제9편 교통공학 검토
· 차량연구실장	전우정	mechjwj@nisi.go.kr	02)2600-4991	제2장 차량안전에 관한 감정
· 역학연구실장	이홍석	hlee2020@nisi.go.kr	02)2600-4995	제3장 역학에 관한 감정
· 분석연구실장			02)2600-4945	제4장 도주차량 감정

2008 과학수사실무



발행 : 2008. 4

발행처 : 국립과학수사연구소

발행인 : 이원태

주소 : 서울특별시 양천구 신월7동 331-1 (158-707)
전화 02) 2600-4755
팩스 02) 2600-4756