

# 화재사의 법의학

국립과학수사연구소 이 봉 우

## 1. 정의

· **소사(燒死)** : 원래 화재로 인한 화상과 더불어 일산화탄소(一酸化炭素)나 유독(有毒)가스에 의한 중독(中毒)과 산소결핍(酸素缺乏)에 의한 질식(窒息) 등이 합병되어 사망하는 것을 말한다. 따라서 단지 화상만 작용하는 화상사(火傷死)와 엄격히 구별된다.

· **소사체(燒死體)** : 단지 탄 채 발견된 시체로서 사인(死因)이 소사인 시체라는 것과는 다르다. 즉 소사체라 하면 사인이 소사인 것을 비롯하여 다른 원인으로 사망한 후 탄 시체도 포함된다. 그러나 비록 화재현장에서 발견되었다 하더라도 타지 않은 경우는 포함되지 않는다.

· **화재사(火災死)** : 소사라는 용어는 신체가 타서 사망에 이른 듯한 표현이며 또한 화재(火災)로 사망하였더라도 타지 않았거나 정도가 경미한 경우도 흔하므로 적절한 표현이 되지 못한다. 따라서, 화재로 인한 일련의 기전에 의하여 사망한 경우에는 그 시체가 불에 탔든 타지 않았든 간에 화재사(death due to fire)라는 용어를 사용하기로 한다.

\* **탄화시체(炭化屍體)**: 일반적으로 소사체라고 부르는 것은 탄화시체(charred body)라는 표현이 적절할 것이다.

## 2. 사망기전

- 1) 화상(火傷)
- 2) 유독가스에 의한 중독(中毒) : 화재가 발생하면 화염(火焰)이나 고온(高溫)의 공기 및 물체에 의하여 화상을 입게 되며 물체가 완전 연소되지 않아 발생하는 일산화탄소(一酸化炭素)와 합성건재, 화학섬유 및 도료(塗料)에서 발생하는 각종의 유독(有毒)가스를 흡입하게 된다.

- 3) 산소결핍에 의한 질식(窒息) : 공기의 유통이 좋지 않거나 밀폐된 공간에서는 공기중 산소가 소진(消盡)된다.
- 4) 화염이 호흡기에 직접 강하게 작용 : 기도(氣道)에 부종(浮腫)을 일으켜 곧바로 사망할 수 있음.
- 5) 원발성(原發性)쇼크 : 화염에 의한 쇼크
  - > 자기의 옷에 불이 붙어 타오르거나 분신자살(焚身自殺)과 같이 화염에 전신이 직접 노출되었을 때 흔히 본다. 이런 경우에는 전형적인 화재사의 소견을 보지 못하므로 주의를 요한다.
- 6) 급·만성 호흡부전 : 화재현장에서 구출된다 하더라도 화상으로 인한 쇼크나 뜨거운 공기를 흡입함으로써 기도가 손상되어 발생하는 급성 호흡부전(急性呼吸不全)으로 2-3 일 후에 사망할 수 있으며 그 후에는 감염(感染)이나 만성 호흡부전(慢性呼吸不全)으로 사망할 수 있다.

## 3. 시체소견 및 진단

화재사에서는 화재에 대한 생활반응(生活反應)과 사후 계속적인 열의 작용에 의한 사후변화(死後變化)가 섞여있으므로 이들의 감별이 필요하다.

### 가. 외부소견

#### (1) 생활반응(生活反應)

- 가) 화상
  - 나) 시반(屍斑) : 일산화탄소헤모글로빈(CO<sub>2</sub>Hb)의 형성으로 선홍색(鮮紅色)
  - 다) 매(煤) 부착 : 구강(口腔) 및 비강(鼻腔)을 비롯하여 안면부에 전반적, 생전에 부착되었을 때는 눈주위

또는 이마의 주름 안에는 매가 부착되지 않을 때가 있다.

## (2) 사후변화(死後變化)

· 장갑상(掌匣狀) 및 양말상 탈락(洋襪狀 脫落) : 심한 화상을 입은 시체에서 손과 발의 피부가 손톱과 발톱을 포함하여 장갑 또는 양말과 같이 벗겨질 때가 있다. 이러한 소견은 비록 기전은 서로 다르나 부패(腐敗) 및 수중시체(水中屍體)에서도 본다.

· 피부균열(皮膚龜裂) 및 파열(破裂) : 외표에 열이 계속적으로 가하여지면 피부와 피하조직이 균열(heat tearing) 또는 파열(heat rupture)되어 절창(切創) 또는 열창(裂創)과 유사한 소견을 보이며 하방의 근육이나 장기가 노출된다.

· 투사형자세(鬪士型姿勢) : 사후에 열이 계속적으로 가해지면 근육이 응고(凝固)되어 수축되는 소위 열경직(熱硬直, heat rigidity)현상을 보이게 된다. 골격근에서는 신근(伸筋)보다 굴근(屈筋)의 양이 많기 때문에 열경직이 굴근에 더 강하게 일어나 사지의 관절은 반쯤 굴곡된 채 고정된다. 이러한 자세가 마치 권투하려는 자세와 비슷하다 하여 권투가자세(拳鬪家姿勢, pugilistic attitude) 또는 투사형자세(fighting position)라 한다. 이는 사후변화(死後變化)이므로 화재사의 진단적 가치는 없다.

· 탄화(炭化) : 화염이 계속적으로 작용하면 인체는 탄화된다. 사후(死後)에도 탄화가 진행되면 대체로 상완부와 대퇴부 하단에서 사지(四肢)가 동체(胴體)로부터 떨어지며 이를 조각(彫刻, torso)과 비슷하다 하여 동시체(胴屍體, torso cadaver)라 한다.

가열이 지속되면 결국 재로 변한다. 성인은 약 1,000 °C에서 1.5-2.5 시간이 소요되며, 신생아는 약 500 °C에서 2 시간 정도 걸린다.

옷은 불의 심지 역할을 하기 때문에 옷을 입은 경우 나체(裸體)보다 더 빨리 더 완전하게 파괴된다. 그러나 단추가 잠겨진 옷깃, 런닝, 브레이지어, 삼각팬티, 바지의 혁대부분, 양말, 신발 등과 같이 피부에 밀착된 부분은 탄화되더라도 그 일부가 원래의 위치에서 발견되는 경우가 많다. 그 아래의 피부도 탄화가 경하며 탄화되지 않는 경우도 많다.

손목이나 발목이 선택적으로 타지 않았으면 불이 나기 전에 묶여 있었다는 근거가 되며 이러한 소견을 목에서 보면 교

사(絞死)의 가능성이 있다. 그러나 옷깃 같은 것에 의하여 경부가 탄화되지 않았을 때 이를 제거하면 삭흔(索痕)과 비슷하게 보일 수 있으므로 주의를 요한다. 또 바닥이나 물체에 접촉되어 있는 부위는 화염이 잘 닿지 못하므로 비교적 잘 보존된다.

## 나. 내부소견

### (1) 생활반응(生活反應)

· 호흡기계(呼吸器系) : 화재시 발생하는 매연(煤煙)을 흡입하면 매(煤, soot)가 점액과 혼합되어 기도내(氣道內)에 부착된다. 이는 화재 당시 살아있었다는 근거가 된다. 그러나 매연에 직접 노출되지 않았거나 비구부(鼻口部)를 가렸을 때는 매를 보지 못할 수도 있다. 고온의 공기를 흡입하였을 때는 상기도(上氣道)의 점막에서 충혈(充血), 종창(腫脹), 박리(剝離) 및 괴사(壞死) 등 열에 의한 변화를 일으킨다. 장시간 흡입하였을 때는 열에 의하여 응고(凝固)되어 회백색(灰白色) 또는 갈색조(褐色調)를 띠기도 한다.

· 위장관(胃腸管) : 입속으로 들어온 매를 침과 함께 삼키면 식도와 위, 때로는 십이지장내에서 매를 보게 된다. 이것도 기도내의 매와 함께 생활반응에 속한다. 매는 백색의 깨끗한 종이에 발라보면 쉽게 알 수 있다.

· 선홍색(鮮紅色) 심장혈 및 장기, 근육 : 일산화탄소 흡입으로 인하여 혈액과 각장기는 일산화탄소헤모글로빈을, 근육은 일산화탄소마이오글로빈을 형성하여 선홍색을 띤다.

### (2) 사후변화(死後變化)

· 연소혈종(燃燒血腫) : 두부에 강한 열이 지속적으로 작용하면 두개골 외판(外板)의 탄화 및 두개골골절이 일어나며 때로 그 하방의 경막상층에서 열응고된 혈액괴(血液塊)를 보는 경우가 있는데 이를 연소혈종(heat hematoma) 또는 연소성 경막상 혈종(燃燒性 硬膜上血腫)이라고 한다.

가. 형성기전 : 두부(頭部)에 지속적으로 강한 열이 가해지면 뇌의 응고(凝固)와 더불어 경막이 수축되어 두개골 내면에서 떨어진다. 연소혈종은 이 공간에 주로 경막정맥동(硬膜靜脈洞, dural sinus)에서 압출(壓出)되는 혈액을 비롯하여 두개골이 파손되어 침출(沈出)되는 혈액, 지방 및 골수 등이 고이고 열변화가 지속적으로 일어나 형성되는 것으로 생각하고 있다.

나. 형태 : 특별한 형태를 가지지 않거나 단면이 낮모양인 혈액괴로서 두께는 다양하나 일반적으로 1.5 mm ~ 1.5 cm 정도이고 양은 약 120 ml 까지 고인다. 대개 두개골 내면에 고착(固着)되며 드물게는 경막에 고착되기도 한다. 색깔은 붉은 벽돌의 적색(赤色) 내지 적갈색(赤褐色)을 띤다. 혈액에 상당한 양의 일산화탄소가 포화되면 홍색조(紅色調)가 가미될 수 있다. 혈액이 끊으면서 형성된 기포(氣泡)로 인하여 벌집모양을 보이며 만지면 부드럽고 잘 부스러진다.

\* 두개골골절(頭蓋骨骨折): 골절시 항상 연소혈종이 형성되거나, 연소혈종이 형성되면 반드시 두개골골절이 동반되는 것은 아니다.

두개골골절 및 연소혈종은 생전의 골절 및 경막상출혈과 감별을 요한다. 연소혈종은 낮모양으로 적갈색을 띠고 잘 부스러지며 두개골에 고착(固着)되는데 반하여 생전의 출혈은 방추형(方錐形)으로 암적색(暗赤色)을 띠고 탄력성(彈性)이 있으며 경막에 부착된다. 경막상출혈(硬膜上出血)과는 달리 경막하출혈(硬膜下出血)은 생전에 받은 손상이며 이를 열이나 화염과 연관시켜서는 안된다. 연소에 의한 두개골골절은 탄화의 중심부를 기점으로 하여 방사상(放射狀)을 보이는 것이 특징적이다. 골절은 두개강내에 발생하는 수증기압(水蒸氣壓)에 의하여 일어나기 때문에 바깥쪽으로 벌어지는 경향을 보인다. 그러나 골절의 형태가 전형적이지 않을 때는 생전의 골절과 구별이 곤란한 경우도 있다.

기타 : 열이 오랜동안 작용하면 혈액은 열에 의하여 응고된다. 폐혈관(肺血管)에서 지방적(脂肪滴)을 흔히 보는데 이를 생전의 지방색전(脂肪塞栓)으로 해석해서는 안된다.

## 다. 검사소견

· COHb : 화재시에는 일산화탄소를 흡입하게 된다. 대량으로 발생되면 몇번 정도만 호흡하여도 충분히 사망에 이를 정도의 혈중포화도(血中飽和度)에 달한다. 이는 생활반응(生活反應)일뿐만 아니라 화재사에서 사인(死因)의 하나가 된다. 포화도는 화재의 상황, 희생자의 연령, 건강상태 등에 따라 10% 이하인 경우도 있고 80% 가 넘을 때도 있지만 건강한 중년 성인에서는 대부분 50~70%에 달한다. 담배를 피는 사람에서는 4~14%에 달할 수 있기 때문에 포화도가 낮

을 때는 해석에 신중을 기하여야 하며 이때는 요중(尿中)에 nicotine이 존재하는지 검토할 필요가 있다. 그러나 비흡연자(非吸煙者)라면 이 정도의 포화도라 하더라도 화재시 생존하였다는 근거가 된다. 일반적인 사항에 대하여는 일산화탄소 중독에서 설명한 바 있다.

· 기타의 가스 : 특히 가옥화재에서는 화학성유나 플라스틱 등이 연소(燃燒)할 때 발생하는 염소, ammonia, 사이안산, phosgen, 질소화합물, 황화수소 등의 유독가스가 혈액에서 검출될 수 있는데 이것도 생활반응의 하나이다. 이러한 가스들은 일산화탄소로 인한 저산소증(低酸素症)을 더욱 악화시킨다. 그러나 이러한 물질은 대개 미량(微量)이기 때문에 특수한 경우를 제외하고는 사망에 미치는 영향이 크지 않다.

## 4. 자·타살 및 사고사의 감별

화재는 대부분 가정에서 일어나며 담배불, 누전(漏電), 전기기구의 결함 또는 연료취급의 부주의나 어린이의 불장난으로 인한 사고가 많으나 때로는 자살의 수단으로 택하기도 한다. 드물지만 살해할 목적으로 방화(放火)하거나 다른 방법으로 살해한 후 증거를 인멸(湮滅)하기 위하여 방화하거나 시체를 소각하는 경우도 있다.