

연소적 측면에서의 소사체에 대한 고찰 Study of Burned Body at a standpoint of Combustion

이승훈 · 박종택* · 박영국**

S H, Lee · J T, Park* · Y K, Park**

서울지방경찰청 화재폭발조사팀, 국립과학수사연구소*, 방재시험연구원**
SMPA, NISI*, FILK**

요 약

화재조사에 있어서 화재현장에서 발견되는 피해자들의 소사체는 사망원인을 밝히는 법의학적 측면에서 매우 중요하지만 현장에서 연료로 작용하여 발화부를 추적하는 화재패턴에 영향을 미칠 수 있으므로 연소적인 측면에서 소사체를 가연물로서 고려해볼 필요가 있다. 화재는 가연물의 열량과 분포에 따라서 그 화재패턴 또한 다르게 생성된다. 인체의 구성요소는 대부분 가연물이며 특히 동물성지방은 과거 등불의 연료로 사용되었을 만큼 가연성과 열량이 높다. 본 논문에서는 인체의 지방을 대신하여 돼지의 동물성지방의 연소적 특성을 고찰하였으며, 그 특성은 고체연료인 파라핀과 대동소이하여 화재현장의 분위기에 따라서 때로는 바닥에 액체가연물에 의한 패턴을 생성시킬 수 있고 가연물지배에 의한 연소로 사체 중심의 화재패턴을 생성할 수 있어 화재패턴을 통한 발화부의 판단에 혼란을 초래할 가능성이 매우 높으며 이러한 가능성은 실제 사례에서도 확인할 수 있었다. 화재사체의 연소적인 특성을 이해하는 것은 사체가 연관된 화재현장에서 화재패턴을 해석하는데 있어서 많은 도움이 될 것이며 경우에 따라서는 필수적인 요소가 될 것으로 사료된다.

Keywords : 화재사체, 소사체, 동물성지방, 화재패턴, 화재조사

1. 연구의 목적

본 연구의 목적은 선행 연구된 동물성기름의 연소특성 및 생활과 친숙한 연료인 고체파라핀의 연소특성을 비교하여 화재에서 사체가 현장에서 가연물로서 기여하는 바에 대하여 고찰하고 관련 화재현장사례를 분석하여 화재현장에서 사체로 인해 현장이 간섭될 수 있다는 점에 대하여 명확히 하고 관련현장에서 화재패턴을 관찰하고 해석하는 데에 활용할 수 있는 참고자료를 제공함에 있다.

2. 이론적 고찰

2.1 인체의 구성 및 지방

인체의 구성요소 중 가장 많은 분자는 물이다. 17-39세 여성의 경우 체중의 약50%를 차지하며 같은 나이 남성에서는 체중의 60%를 차지한다. 즉 60kg의 여성은 30L의 물을 가지고 있다. 또 70kg의 남성은 42L의 물을 가지고 있는데 2/3(28L)는 세포내액이며 3L는 혈장에, 나머지는 간질액에 있다(Dee Unglaub Silverthorn, 고영구 외 13명, 2006).

인체에서 물을 제외한 생화학적 측면에서 인체의 구성요소는 탄소(carbon), 수소(hydrogen), 산소(oxygen), 질소(nitrogen), 인(phosphorous), 황(sulfur)가 생물건조중량의 약92%를 형성하고 있으며 그 외 칼슘(calcium), 망간(manganese), 철(iron), 요오드(iodine), 비소(arsenic), 브롬(bromine), 몰리브덴(molybdenum) 등이 소량 포함되어 있다(Rodney Beyer, 조성호 외11명 역, 2004.).

대량구성요소에 속하는 탄소, 수소, 질소, 인, 황은 각 연소가 용이한 물질이다. 이러한 물질들은 피부, 근육, 뼈, 체액, 기타 생체기관에 포함되어 있는 것들로 연소가 용이한 물질이라고 하여도 인체의 약50% 이상이 수분으로 구성되기 때문에 화염에 노출되었을 때 쉽게 연소되지는 않는다. 다만 열에 의해 사체가 가열되었을 때 피부가 균열되고 추출되기 시작하는 동물성지방은 비수용성이기 때문에 수분과의 관련성은 크지 않다. 사체가 완전히 연소될 정도로 가열되지 않는 상태라면 화재현장에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 것은 동물성 지방이 될 것이다.

2.2 동물성 지방

동물성지방이란 동물이 음식을 섭취한 후 소비하고 남은 잉여에너지를 분자의 형태로 저장하는 비극성지질을 말한다. 이는 화석연료와 비슷한 탄화수소구조를 가지고 있어 연소가 쉽고 열량이 높다. 때문에 최근에는 친환경 연료로서 동물성지방을 처리해서 얻어지는 것을 자동차나 발전기 등 상업적 연료로 사용하기 위한 바이오디젤에 대한 연구가 진행되었으며 현재는 거의 상용화 단계에 이르렀다. 또한 이미 오래전에 동물로부터 추출해 낸 지방을 등불의 연료로 사용하였던 선조들의 과거를 고려해 보면 동물성지방의 연소는 새삼스러울 것이 없다.

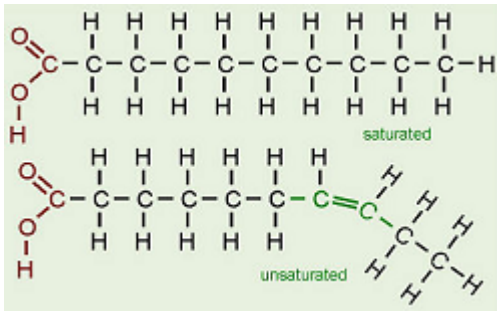


Figure 1. 위: 포화지방산의 분자구조,
아래: 불포화지방산의 분자구조

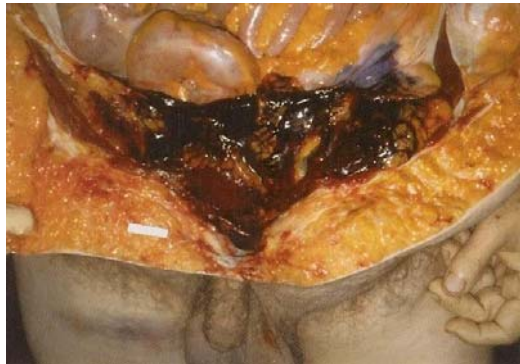


Figure 2. 인체의 피하지방
(David Polinak 외2명, 2005)

2.3 인체와 돼지의 동물성지방

돼지와 인간의 동물성지방은 유전적인 결합은 서로 다르지만 동일한 대사과정에 의해 만들어지는 포유류의 지방이며 화학적으로 볼 때는 탄화수소계열의 동일한 분자구조를 가지고 있어 연소적인 측면에서 다르다고 볼만한 근거가 없고 실제 돼지와 인체의 콘 칼로리메타 시험(cone calorimeter test)에 의하면 돼지와 인체의 열량은 약 32 kJ/g 으로 유사하게 관찰되었다(John, D, Dhaan, 2007).

표1에서 보는 바와 같이 동물성지방은 생활에 가깝게 연료로 사용하는 고체파라핀의 물리적 특성과 크게 다를 바 없으며 열량은 파라핀에 비하여 더욱 높다. 따라서 인체로부터 추출되는 동물성지방은 여타 동일성질의 연료와 같이 주변에 가연물 집중에 의한 자기중

심적인 화재패턴을 생성할 수 있으며, 고온에서 액상의 상태로 인근지역으로 흘러 확산될 가능성(이승훈, 2009)이 있으며 이러한 가능성은 실제 사례에서도 확인할 수 있다.

Table 1. 고체파라핀과 동물성지방의 연소특성 비교 (오백균, 2004)

동물성지방의 연소특성 (돼지)	고체파라핀의 연소특성
<p>백색의 연소상 고체로서 독특한 냄새가 나며 물에 녹지 않는다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 융점 : 28~48 °C • 비중 : 0.91~0.93 • 인화점 : 215~264 °C • 연소열량 : 9,469 cal/g <p>용융상태에서는 제4류위험물 동식물유와 같은 위험성이 있으며 용융한 채로 대량 연소할 때는 소화가 곤란하다.</p>	<p>백색의 반투명한 결정성 고체로서 물에 녹지 않고 더운 알코올, 벤젠, 이황화탄소, 클로로포름, 테레핀유, 에테르 등에 녹는다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 융점 : 45~65 °C • 비중 : 0.9 • 인화점 : 198 °C • 발화점 : 245 °C, • 연소열량 : 8000 cal/g 이상

2.4 동물성지방의 추출

돼지로부터 적출한 지방덩어리 200g 을 약 100°C에서 약1시간을 가열하는 실험을 통해 액상의 지방 약 175cc 와 액상 지방을 함유한 조직 약 20g 을 분리하였다(실험 과정에서 발생한 증발량과 용기 및 조직에 잔류하는 양은 고려하지 않음). 정상인의 경우 체중의 18.5~23%가 지방인 것으로 알려져 있는데 평균을 20%로 계산한다면 70kg의 정상인이 보유하고 있는 지방덩어리는 14kg이며 이를 액상으로 분리한다면 최소 12,250cc 이상 액상의 동물성지방을 보유하고 있다고 볼 수 있다.



Figure 3. 실험 셋팅 : 지방덩어리 200g



Figure 4. 실험결과 : 액상 175cc , 조직 20g

3. 사례

3.1 개요

2010. 05. 01. 00:00경 서울 00구 00동 000번지 거실의 TV부근에서 코드합선으로 발화한 것으로 추정되는 화재로 거실이 전소되고, 피해자 최00(여, 40세)가 재실 중이던 안방에서 소사체로 발견되었음.

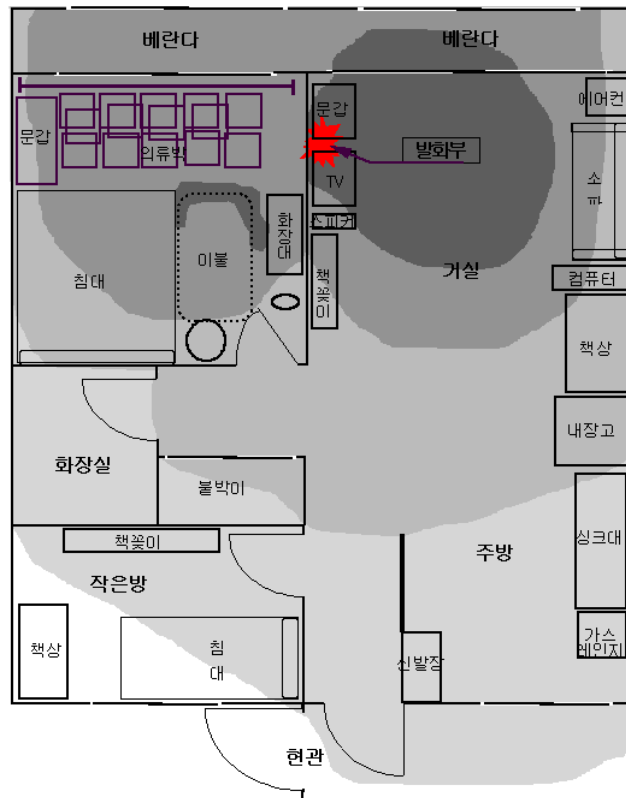


Figure 5. 현장약도 및 등소선

3.2 현장의 검토

화재는 거실의 TV 부근에서 발생하여 거실의 연소정도가 가장 심하게 식별(Figure 6)되며 피해자가 사망하여 있던 안방의 연소형태는 거실에 비하여 연소정도는 약하게 식별된다. 그러나 일반적으로 다른 실로부터 확산되었을 때 보이는 Figure 7의 패턴

과는 달리 피해자가 있던 안방은 거실로부터 확산된 화재패턴 보다는 안방에서 거실 방향으로 출화된 형태를 띠고 있다. (Figure 8) 또한 사체 주변의 테이블보(Figure 11), 침대매트리스(Figure 12)는 사체중심의 연소패턴을 보이고 있다.



Figure 6. 거실의 연소형태



Figure 7. 거실로부터 확산된 다른 방실의 연소형태



Figure 8. 안방의 연소형태 및 사체



Figure 9. 안방 입구 : 안방 내부에서 거실방향으로 확산된 형태



Figure 10. 안방 출입문 : 외측에 비하여 내측의 소실정도가 큼



Figure 11. 사체 좌측의 테이블보는 사체 중심으로 연소되었다.



Figure 12. 침대는 사체 중심으로 연소되었다.

피해자의 체격은 신장 약160cm에 55kg 가량으로 다소 호리호리한 체격으로 주변사람들로부터 평가되고 있다. 이 경우 피해자가 지방 20%를 보유하고 있다고 볼 때 체내에 보유하고 있는 지방은 약 11kg 이며 그 지방만을 열량으로 계산하여도 약 104,159 kcal에 달한다. 사례의 경우 피해자의 모든 지방이 연소한 것이 아님에도 불구하고, 사체 중심의 부분적인 연소형태를 생성하였으며, 결국 거실로부터 확산되었음에도 불구하고, 안방에서 출화된 것과 같은 연소형태를 보였다.

4. 결론

이상 이론과 사례를 통해 고찰한 바와 같이 화재현장에서 사체는 가연물로서 상당량의 열량을 보유하고 있으며, 특히 인체의 지방은 일반적인 연료로 사용하는 고체파라핀의 성질과 유사하다. 이는 현장에서 화재가 지속됨에 따라서 사체 중심의 화재패턴을 생성하게 된다. 따라서 사체의 가연물적 측면을 고려하지 않은 상태로 패턴을 해석한다면 발화부 판단에 혼란을 초래할 수 있는 개연성이 매우 높다. 화재사체의 연소적인 특성을 이해하는 것은 사체가 연관된 화재현장에서 화재패턴을 해석하는데 있어서 많은 도움이 될 것이며 경우에 따라서는 필수적인 요소가 될 것이다. 본 연구에서 나아가 화재현장 사체의 연소에 대하여 체계적이고 객관적인 실험과 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Dee Unglaub Silverthorn, 고영구 외 13명 역, 생리학, 2006, 라이프사이언스
2. Polinak David 외2명, Forensic Pathology Principles and Practice, 2005, Elsevier Academic Press
3. Rodney Beyer, 조성호 외11명 역, 생화학의 이해, 2004, 월드사이언스
4. John D, Dehaan, Kirk's Fire Investigation Seventh Edition, 2007, CRC Press
5. 오백균, 위험물안전관리, 1998, 신광문화사
6. 이승훈, 화재감식 이론과 실무, 2009, 동화기술