

화재 피해자 족부 화상의 법과학적 가치

글 이승훈 서울지방경찰청 과학수사계 화재폭발조사팀



1. 머리말

인간은 기본적인 공포심과 피난본능에 의해 화염을 회피하는 본능을 가지고 있다. 구획실 화재는 천장 부 열기층에 의해서 재실자들이 얼굴이나 어깨 등 상반신 중심으로 화상을 입는 것이 일반적이며, 상황에 따라서 다소 차이를 보일 수 있으나 이러한 화상이 정상적인 유형이라고 볼 수 있다. 간혹 구획실 화재 재실자 중에 족부에 국부적인 화상을 보이는 경우가 종종 있는데, 이는 일반적이지 않은 상황으로 화재현장의 특이점으로 인정할 수 있으며, 이러한 특이점이 갖는 법과학적 가치에 대하여 화재과학과 위험을 회피하려는 인간의 일반적인 심리적 측면에서 검토해 보았다.

본고에서 논하고자 하는 족부 화상에 대하여는 족부위의 국부적인 화상을 분석하는 것이며, 신체 전체적으로 입은 화상에서 족부위 화상을 분석재료로서 적합하지 않으며 이를 통한 유의미한 분석은 불가능할 것으로 사료되므로 본고에서 제외한다.

2. 이론적 고찰

가. 인간의 피난본능

인간은 제어할 수 없는 위험에 대하여 공포심을 느끼게 되고, 공포상황으로부터 회피하려는 본능이 작용한다. 구획실에서 화재가 발생하였을 때 화염으로부터 안전한 곳으로 이동하려는 행동, 피난 경로를 선택할 때 화염을 피한 루트를 설정하는 행동 등은 공포에 대한 본능적인 반응이라고 볼 수 있다. 이미 피난에 대한 분야는 학술적으로 연구된 귀소본능, 지광본능, 추종본능, 퇴피본능, 좌회본능 등을 건축물의 설계에 반영하고 있는 등 인간의 위험 상황에 대한 피난행동은 의심할 여지가 없다.

나. 구획실 화재의 발전 메커니즘

일반적인 화재과학에 입각하여 고찰하였을 때 구획실 화재의 발전단계는 자유연소단계, 플래시오버, 성화기, 감쇄기로 구분된다. 전기 등 일반적인 사고에 의해 화재가 발생하였을 경우에는 한 지점에서 발생한 화염이 인접착화의 방식으로 직근의 가연물을 가열시켜 점차적으로 그 범위를 넓혀가는 방식으로 확산되는데 이때의 수평적으로는 수직적 연소속도에 비하여 약 1/20 정도를 가지는 것으로 일반적으로 알려져 있으며¹⁾ 재료에 따라서 속도에 차이를 보일 수 있으나 관련 연구보고서에 의하면 측방, 하방의 연소속도가 0.1cm/s 인데 반하여 상방향 연소속도는 1~100cm/s 로 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다.²⁾

〈표 1〉 전형적인 화재확산 속도

Spread	Rate (cm/s)
Smoldering	0.001 ~ 0.01
Lateral or downward spread on thick solids	0.1
Wind driven spread through forest debris or brush	1 ~ 30
Upward spread on thick solids	1.0 ~ 100
Horizontal spread on liquids	① 1.0 ~ 100
Premixed flames	10 ~ 100 (laminar) = 10 ⁵ (detonations)

〈표 1〉에서 보는 바와 같이 일반적인 고체가연물 화재에서 직경 1m의 범위를 측방방향으로 확산되기 위해서는 약 8분이 소요되는데 일반적인 구획실 화재에서 플래시오버에 도달하는 시간이 5분 내외인 점을 고려한다면 플래시오버 단계 등 구획실에서 충분히 성장하기 전에는 바닥에 광범위하게 화염이 확산되는 것은 매우 어렵다는 것을 알 수 있다.

구획실 화재에서 화재의 성장속도를 가속화시키는 역동은 자유연소단계에서 발생한 고온가스의 복사 열에 의한 것이다. 자유연소 단계에서 발생한 고온의 연소생성물은 천장에 가로막혀 축적되는 형태로 위

1) 이승훈, 2012, 화재과학, p146, 동화기술

2) 이자섭, 김동석, 박지현, 김성운, 2006, 화염전파등에 관한 연구, p19 표3, 방재시험연구원 연구보고서

에서 아랫방향으로 하강하는 천정부 열기층을 형성하게 된다. 축적된 천정부 열기층은 고온이므로 주변에 복사열을 전달하여 높은 곳에 위치하는 가연물부터 아랫방향으로 순차적으로 연소시키기 때문에 바닥재는 구획실 내부의 가연물 중 최후에 화염이 착화될 수 있는 조건이다.

플래시오버 현상이 발생하면 내부에는 산소의 소진 및 일산화탄소 등 독성가스의 증가, 고온의 환경으로 인해 인간이 생존할 수가 없으며, 사후에도 노출된 신체 부위 전체에 이르는 화상 또는 피부의 탄화가 시작하기 때문에 국부적인 화상은 찾아 볼 수 없게 된다. 따라서 본고에서 논하는 족부의 국부적인 화상은 플래시오버 이전 단계이며 자유연소단계에서도 화재 초기의 상황에서 나타날 수 있는 흔적에 대하여 논하는 것이 될 것이다.

다. 포어패턴

족부의 국부적인 화상에 대하여 이해하기 위해서 기존의 포어패턴의 해석과 관련된 법과학적 논리를 살펴보면 조금 더 이해가 쉽다. 통상적으로 액체가연물이 관여된 현장을 조사할 때 포어패턴을 발견할 수 있는데 기존의 관련된 연구자료를 살펴보았을 때 포어패턴의 형태적인 정의는 바닥재가 광범위하게 연소되었으며 연소부위와 미연소부위의 경계가 뚜렷한 점을 특징으로 꼽고 있으며³⁾, 만일 해당 화재의 진행 상황이 플래시오버 단계 이후까지 진행하여 바닥재가 광범위하게 연소되었다면 이를 특이점으로 포어패턴을 판단할 수 없다는 주의사항도 포함되어 있다.

화재현장에서 플래시오버 현상이 발생하게 되면 방실 전체적으로 화염이 휩싸이는 단계가 되기 때문에 바닥이 연소된 점은 특이할 만한 상황이 되지 못한다. 그러나 플래시오버 이전에 바닥이 광범위하게 연소되었다면 일반적인 구획실 화재 발달 순서에 부합하지 않기 때문에 별도의 가연성이 우수한 가연물이 바닥에 광범위하게 위치하고 있다는 점을 유추해 볼 수 있으며, 가연물로서 광범위하게 위치할 수 있는 종류로는 기체나 고체는 불가능하기 때문에 액체가연물에 의한 패턴으로 볼 수 있기 때문이다.

3. 고찰 및 사례 검토

화재실의 정상적인 재실자라면 화재를 발견한 후 1차적인 행동은 피난이나 소화활동이 될 것이다. 어떠한 행동이라고 할지라도 인간은 화염에 대한 동물적인 공포로 인하여 화염을 회피하게 되는데 이것을 피난본능이라고 한다.

소화작업을 한다고 하더라도 화염의 직근에서 활동할 수는 있지만 직접적으로 화염을 밟고 올라가지 않으며, 피난 시에도 선택의 여지가 있다면 굳이 화염이 있는 경로 보다는 화염이 없는 경로를 선택하는 것이 피난 본능에 의한 행동이다. 따라서 구획실 화재 초기에 피해자들이 발에 화상을 입는 것은 매우 특수한 조건을 제외한다면 발생할 수 없을 것이다.

3) 이승훈, 2012. 화재조사이론과 실무 2th edition, pp 75-76, 동화기술

일반적으로 화재의 성장단계에 따라서 정도의 차이를 보일 수 있으나 화재실에서 화상을 입은 재실자들은 구획실의 천장부 열기층에 의해 얼굴 등 머리, 어깨, 팔 부위 등 주로 상반신 중심으로 화상을 입는 것이 일반적이다.

신체 중 발은 가장 아래부위에 위치하게 때문에 발은 천장부 열기층으로부터 영향을 가장 덜 받은 부위가 되며, 한 지점에서 화재가 시작되는 일반적인 사고에 의한 화재의 경우 재실자는 얼굴이나 어깨 팔에 화상을 입은 경우에도 발에는 화상을 입지 않는 경우가 대부분이라는 것은 수많은 사례를 통해서 알 수 있다. 따라서 재실자들의 발부위 화상은 특이점으로 볼 수 있는데, 다음과 같이 액체가연물이 관여된 경우에는 족부의 국부적 화상이 가능할 것이다.

- 가. 바닥에 광범위하게 화염이 존재하여 피난경로가 차단되었을 때 화염 위로 통행을 시도한 경우
- 나. 액체가연물이 발에 직접 부착되어 발에 불이 붙는 경우

액체 가연물이 관여된 현장에서는 바닥에 광범위하게 살포된 가연물 위로 화염이 존재하게 되는데, 구획실 바닥 전체에 살포되었을 때는 물론이며 유일한 피난경로로 작용할 수 있는 입구 부위에 살포되었을 경우에도 선택의 여지가 없기 때문에 화염이 존재하는 가연물의 위를 디딜 수밖에 없다. 따라서 족부에 화상을 입는 것이 일반적이다.



[그림 1] 액체가연물을 사용한 방화범의 도주장면

[그림 1]⁴⁾은 실제 액체가연물이 관여된 방화현장에서 방화 피의자가 액체가연물을 살포하는 중 족부에 불이 붙고 건물 외부로 도주하는 때에도 계속해서 불이 붙어 있는 장면을 캡처한 것이다. 액체 가연물을 살포하는 과정에서 쏟아지는 액체가 바닥에 떨어질 때 액면을 디디거나 충격에 의해 예상치 못하게 튀겨 살포자 또는 살포 현장 직근에 있던 자의 신발이나 바지 밑단 등 아래부위에 부착되거나 흡수되어 화재가 발생하였을 때 이곳에 옮겨 붙을 수 있고, 이 경우에도 발이나 발과 가까운 부위에 화상을 입게 될 개연성이 매우 높다.

4) Dingley factory fire, youtube.com 2014. 7. 20. 검색



[그림 2] 액체가연물이 관여된 현장 피해자의 발 화상

4. 유의미한 분석을 위한 착안 사항

족부의 화상을 통해서 유의미한 분석을 실시하고자 하는 경우에는 다음과 같은 오류 가능성과 착안 사항을 검토해야 할 것으로 사료된다.

첫째, 본고에서 논하고자 하는 분석은 족부의 국부적인 화상을 입은 경우에 국한된다. 신체에 전체적으로 화상을 입은 경우 족부의 화상은 분석재료로서 적절하지

않으며, 이를 통한 유의미한 분석은 불가능하다. 다만 천장부 열기층에 의한 것이 아니라고 확신할 만큼 상반신의 화상과 연결되지 않는 족부위의 화상은 국부적인 화상으로 인정하여 유의미한 분석이 가능할 것으로 사료된다.

둘째, 뜨거운 물체를 디디는 화상은 바닥과 접촉되는 발바닥 중심으로 화상을 입게 되며, 화염을 직접 디딘 것이 아니라면 발등이나 발목 부위에는 화상을 입지 않을 것이다. 따라서 화염을 직접 디딘 것을 증명하기 위해서는 바닥과 접촉되는 발바닥뿐만 아니라 바닥 화염에 의해서 화상을 입을 수 있는 발목이나 발등 부위의 화상을 확인해야 한다. 단순히 발바닥의 화상만으로는 단순히 기열된 바닥을 접촉한 경우에도 발생할 수 있으므로 비교적 증명력이 낮다.

셋째, 액체가연물이 아니더라도 바닥을 통해서 화염이 급속히 확대될 수 있는 가연물 조건이 조성된 특수한 환경의 구획실에서의 족부 화상은 분석의 오류를 범할 수 있는 간접현상을 제공한다. 따라서 분석 전 해당 구획실의 특수한 환경을 충분히 고려해야 한다. 예를 들자면 봉제공장의 섬유먼지 등 가연성이 높은 고체 분진이 바닥에 광범위하게 축적되어 있는 경우, 실내 사격장과 같이 화약잔사가 바닥에 광범위하게 축적되어 있는 경우 등을 들 수 있다.

넷째, 이미 사망한 변사체 또는 수면 중인 관계로 화재를 인식하지 못한 상태일 때 발과 인접한 곳에서 화재가 발생한 경우에도 액체가연물의 작용과는 별개로 족부위에 국부적인 화상이 발생할 수 있다.

다섯째, 초기 피난에 성공한 재실자에게 보이는 족부의 화상은 천정부 열기층의 영향이 더욱 적으며 소 락물에 의한 가능성도 희박하므로 증명력이 매우 높은 증거가 될 수 있다. 더욱이 초기에 피난한 재실자의 화상은 화재로 인해 구획실이 전소되더라도 초기의 상황을 그대로 보여주고 있는 것이기 때문에 그 가치는 더욱 크다.

4. 맺음말

구획실의 화재 발전단계와 인간의 피난본능을 고찰해 보았을 때 재실자 족부위의 국부적인 화상은 다음과 같은 경우에 발생할 수 있으며 그에 대한 법과학적 증명이 가능한 것으로 사료된다.

가. 피난 경로를 선택할 수 없을 만큼 바닥에 광범위하게 화염이 존재하거나 유일한 피난경로인 출입구 등의 앞바닥에 광범위하게 화염이 존재하였다는 것을 증명해 줄 수 있다.

나. 액체 가연물 살포자 또는 살포 현장 직근에 있던 자가 살포과정에서 액체를 쏟아 붓는 과정에 충격에 의해 튕 액체 가연물이 신발이나 하의 하단에 부착되었을 가능성을 유추해 볼 수 있다.

족부의 국부적 화상흔적은 관련된 이론과 실무사례를 고찰하였을 때 바닥 광범위한 화염의 존재 사실을 증명하며 이는 방화목적으로 살포한 것이든 또는 관리소홀 등 과실로 흘러진 것이든 간에 액체가연물이 관여된 현장이라는 점을 정황적으로 증명하는 데에 부족함이 없을 것으로 사료되며, 간섭현상에 의한 화상과 차후 발생할 수 있는 논란의 여지를 배제하기 위해서는 다음과 같은 주의도 요구된다.

첫째, 액체가연물이 아니더라도 바닥을 통해서 화염이 급속히 확대될 수 있는 가연물 조건이 조성된 특수한 환경의 구획실에서의 족부 화상은 분석의 오류를 범할 수 있는 간섭현상을 제공하기 때문에 환경에 대한 충분한 검토가 요구된다.

둘째, 이미 사망하거나 깊은 수면 상태로 화염의 접근을 인식하지 못하는 경우에도 족부위의 국부적인 화상이 발생할 수 있으므로 이 점에 대하여는 관련된 부가적인 법의학적인 검토가 요구된다.

위에서 거론한 주의할 점은 매우 특수한 조건이며 일반적인 구획실 화재에서 재실자의 국부적인 족부 화상을 근거로 액체가연물의 관여에 대한 정황증거로 사용하는 데에는 논리적으로 부족함이 없을 것으로 사료된다. 또 특수한 상황에서도 종합적인 검토를 통해 액체가연물의 관여 여부에 대한 판단에 있어서 비중이 높은 정황증거로 사용될 수 있을 것으로 사료된다. ㉞

