

난방기구 화재

첫눈이 내리고 본격적인 추위가 시작되는 계절이다. 가정과 직장에서 취급 부주의에 의한 난방기구의 화재는 조금만 주의를 기울이면 예방할 수 있고 귀중한 생명과 소중한 재산을 보호할 수 있다. 몇 가지 난방기구의 최근 화재를 소개하고 그 원인조사와 예방대책을 생각해보자.

1. 전기방석(장판)

전기방석이나 전기장판 등은 전기로 히터를 가열하여 원하는 온도에 이르게 하는 전열기구이다. 온도를 적절히 제어하기 위하여 감열선을 이용한 전자제어방식의 컨트롤러를 이용하거나 바이메탈을 이용하여 전원을 단속(斷續)하기도 한다.



〈사진 1〉 소파 위의 방석 출화(발화지점)

전기방석의 과열요인 중 가장 빈번한 것이 축열이다. 열이 방출되지 않고 갇힘으로써 온도가 지속적으로 상승하여 열선을 감싸고 있는 직물에 착화되는 것이다. 이러한 환경은 전기방석을 겹쳐놓거나 〈사진 1〉처럼 소파 같은 보온 재료에 포개놓고 방치하는 경우이다. 이렇게 발화되어 화재로 이어지게 되면 열선 표면에서 작은 불씨로 시작되기 때문에 내부 발열의 전기적 이상을 남기지 않을 수 있다. 따라서 화재 후 남은 흔적에서 열선의 이상 과열흔적 등 뚜렷한 전기적 특징을 찾기 어려운 경우가 있다.

이런 경우에는 현장에서의 발화 지점 내 위치여부가 중요하다. 발화지점 내에서 전기방석으로부터의 출화흔적을 재구성하고 마지막으로는 전원의 연결 여부를 확인해야 한다. 전원의 연결 여부는 플러그의 삽입은 물론이고 화재에 의한 전원코드의 합선흔이나 전원 경로



〈사진 2〉 연소 중심부가 심하게 훼손된 상태

에 설치되는 퓨즈의 끊어짐으로 확인할 수 있다.

이렇듯 축열에 의한 발화 시에는 열선에서 특이사항이 없다고 발화가능성이 없는 것으로 보아서 안 되며, 특히 전원코드의 합선흔으로 인한 배선의 발화로 오인해서는 더욱 안 된다.

특히 열선 부분이 많이 연소되는 경우(사진 2)는 연소 중심은 확인되나 발열 부분을 찾기 어려운 경우가 있다. 열선의 한 부분에서 단선 등에 의한 국부적 발열은 소훼 후 이의 흔적을 찾는 데 실패할 수도 있다. 현장에서 발화지점이 확인되는 곳에서 이와 같은 증거를 확보했을 때에는 소실 등에 의해 흔적을 남기기 어려운 점까지 감안하여 화재원인을 추정하여야 하고, 그 흔적이 미세하여 찾지 못하는 경우라도 장판에서 불이 날 만한 특이점이 없다고 단정하는 것은 무리한 추론이 될 수 있다.

실제로 열선의 꺾임이나 부분적 단선에 의한 단속 반복 등으로 나타나는 열선의 흔적은 매우 미세하여 많이 연소된 장판에서 이를 확인하는 작업은 쉬운 일이 아니기 때문이다. 물론 초기 상황에서는 열선을 따라 열 변형이나 발화가 진행된 흔적을 보고 쉽게 확인(사진 3, 4)할 수 있다.



〈사진 3〉 장판의 발열 초기

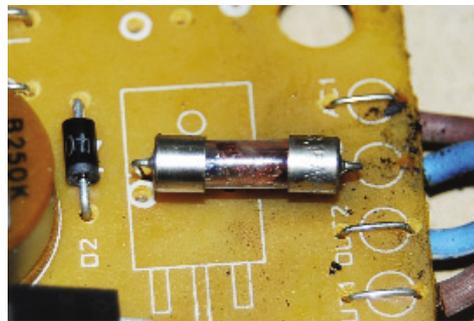


〈사진 4〉 발열부 히터 응용 상태

온도 제어기가 이상을 일으켜 지속적인 전원을 공급하는 경우는 제어회로 내 스위치 소자의 기능 이상으로 전원 차단기능이 상실되는 경우에 일어날 수 있다. 회로의 전원 퓨즈는 퓨즈 이하 부하 측에 화재 시 전원이 공급되었다는 사실을 말해주고 때로는 열선 부하에 과전류가 흘렀을 가능성을 시사하기도 하지만, 퓨즈의 끊어짐으로 발화 여부를 직접 관련지을 수는 없을 것이다.(사진 5, 6)



〈사진 5〉 스위치 소자 이상으로 전원공급 지속



〈사진 6〉 전원 회로기판 전원퓨즈 용단 형태

2. 전기난로

전기난로는 사용상 편리성과 효율성을 강화한 제품이 많이 이용되고 있다. 전기난로의 효율성은 작은 전기에너지에도 많은 열을 내는 것이다. 그러다 보니 방열 구조는 더욱 더 열이 많이 발산되게 하는 구조로 제조되어 있다. 한쪽 면에서 이용하는 난로는 선풍기형이나 집광형태로 열을 모아 방출하는 모양이 일반화되어 있으며, 사방으로 열을 발산하는 형태의 난로는 반사판이나 집광 기능이 없이 사방 노출 형태이다.(사진 7, 8)

화재원인에 있어 발열 코일에 의한 방열 난로는 히터 자체의 과열문제라기보다는 발열 온도에 따라 가연물의 이격거리와 가연물의 종류에 의한 착화 위험이다. 때로는 근접거리에서 복사열에 의한 착화의 경우는 난로의 표면이나 코일 어디에도 과열을 짐작할 수 있는 흔적을 남기지 않는다. 공기를 매질로 한 열의 이동이 있을 뿐이다. 따라서 발열체를 가진 전기난로의 화재 위험성을 논함에 있어 전기적 특이점이나 특이한 과열흔적의 존재가 없다는 것으로 화재의 발화원으로 배제하는 것은 부적절하다.



〈사진 7〉 전기난로



〈사진 8〉 난로의 열선 장착 형태

이러한 전기난로에서 발화 흔적은 극히 제한적으로 의류의 부착흔이 남아 가연물 접촉을 추론할 수 있으나 이 또한 화재현장이 심하게 변형되면 의류가 접촉되어 화재가 난 것인지 화재 후 의류가 떨어지면서 부착되었는지도 판단하기 어려울 수 있다. 직물의 열 변형 과정을 설명하면서 사전 부착 가능성을 설명하는 것도 지극히 제한된 조건에서의 이야기이다. 화재 전 모든 상황 조건을 재구성하지 않는 한 이 또한 여러 가지 가능성 중 한 가지에 불과하다. 또한 전기난로의 배선 이상은 열기에 접한 부분의 난연 피복의 유지가 중요하며 먼지 등의 가연물 접촉도 출화를 돕는 요인이 된다.

3. 전기온풍기

전기온풍기는 전기난로와 마찬가지로 히터에 전기를 보내 열을 만들어 송풍 팬을 이용하여 열기를 밖으로 내보내는 구조이다. 온풍기의 구조는 내부가 많이 비어 있어 일반 화재에서 대부분 연소가 심하게 되므로 온풍기의 형태나 발화 여부를 위한 구조 검사가 매우 어려워진다.

온풍기의 화재는 발열체는 히터이고 히터의 과열에 가연물이 착화되는 메커니즘이 기본적인 화재 경로라 볼 수 있다.

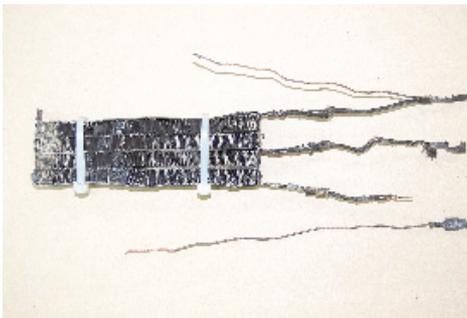


〈사진 9〉 온풍기 연소 잔해

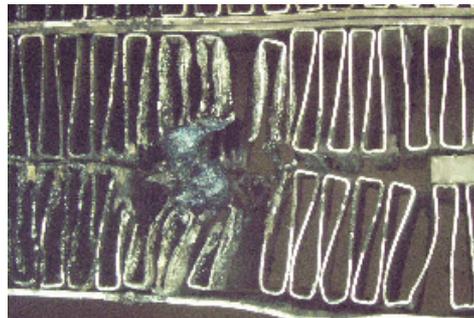
〈사진 9〉의 연소물은 전기온풍기의 연소물이다. 〈사진 9〉와 같이 화재현장에서 잔해를 보면 사람 키 높이에 있어야 할 부품들이 바닥에 떨어져 있고 다른 연소물과 섞여 있어서 그 실체를 찾는 데도 주의를 기울여야 한다. 주변 배선과 히터 잔해, 배선 등으로 온풍기 잔해임을 알 수 있다. 서울의 한 학교에서 발생한 화재를 예로 들어보자. 현장에서 온풍기가 유력한 발화원으로 지목되어 정밀 분석한 결과 온풍기의 히터 부분을 구성하는 방열핀(사진 10)에 전기적 발열에 의한 용융흔(사진 11)이 발견되었고, 내부 전원 배선에서 단락이 발생한 것이 관찰되었다.

배선 구조상, PTC 히터 방열핀 부분이 내부 배선보다 부하측인 바, 내부 배선에서 형성된 단락은 PTC 히터 내부에서 전기적인 특이점이 선행된 이후에 연소 확대되는 과정에서 형성된 것으로 보는 것이 타당하여, 전기적인 측면에서는 배선보다 PTC 히터의 전기적 발열이 선행된 것으로 보아야 한다.

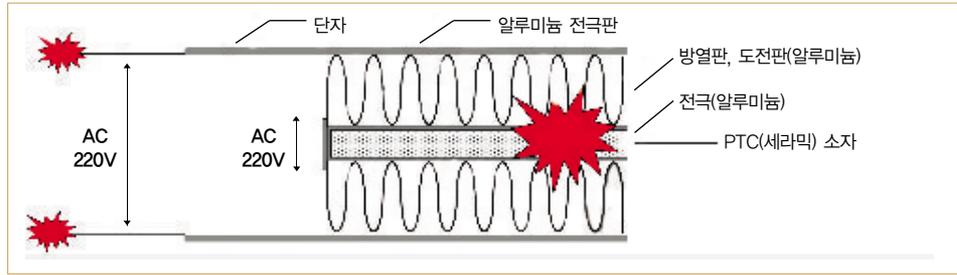
그러나 히터 내부의 방열핀에 형성된 전기적인 발열 원인은 PTC 소자의 기계적 파손, 전극 간에 습기나 도전성 이물질의 부착 등으로 인한 알루미늄 방열핀 간의 절연파괴에 의해 형성된 것으로 설명할 수 있다.(그림 1)



〈사진 10〉 잔해 속의 히터와 전원선 정리 형태



〈사진 11〉 방열핀에 형성된 전기적 발열흔



〈그림 1〉 방열판식 PTC 히터의 구성도

4. 유류난로

유류난로는 심지식이 대표적인데 심지식 난로에서는 출화 요건이 몇 가지 한정될 수 있다. 우선 심지의 과다 올림에 의한 염통의 과열이 올 수 있고 염통의 과열은 자체 과다한 발열이나 염통 밖으로 불꽃이 나오는 경우가 있을 수 있다. 전기난로와는 다르게 난로가 전도되는 경우 연료의 유출에 의한 난로 불꽃 착화로 화재에 쉽게 이를 수 있다. 또 하나의 위험은 염통(내염통, 외염통)의 불균형 장착이다. 점화 시 염통을 들어올려 내려놓는 경우 심지통에 잘 맞지 않으면 심한 그을음이 나오고 불꽃이 길어지면서 난로 밖으로 불꽃이 넘쳐 나올 수 있다.



〈사진 12〉 난로 주변의 출화 현장



〈사진 13〉 연료통에서 휘발유 검출



〈사진 14〉 외염통 하단에 과열흔



〈사진 15〉 난로 상판의 불꽃 넘침흔

이때는 화재 후에도 연통 표면에 지속적인 이상 연소에 의한 흔적이 남을 수 있다. 유류난로에서 적지 않게 나타나는 화재 중 또 하나는 연료의 오용이다. 등유난로에 다른 연료를 넣어 사용하게 되면 난로의 구조와 관계없이 연료의 오용에 의한 출화의 위험이 있다. 난로의 설계에 맞지 않는 다른 연료(특히 상대적 저비점 연료)를 모르고 주입하는 경우 심지 불꽃이 점점 커지면서 연통 밖으로 출화된다. <사진 12, 13>의 난로는 연료성분 분석 결과 등유 성분 이외에 휘발유와 페놀 성분이 섞여있음이 확인되었다. 주변에 있던 유류를 확인도 없이 넣은 결과이다. 등유난로에 휘발유를 넣으면 수 분간은 별 징후 없이 연소하다가 점차 불꽃 길이가 길어지면서 연통 외부로 화염이 넘치게 되고 시간이 갈수록 심한 화염을 발생시키다가 화재에 이른다. 사건 발생경위에서 보면 아침 시간에 가정집 거실에서 난로에 기름을 주입하여 가동시킨 후 출근을 위하여 씻고 있던 중 거실에서 ‘뽕’ 하는 소리와 함께 화재가 발생되었다는 점은 이들 정황에 배치되지 않는다. 외부 연통의 그을음이나 불꽃 넘침에 의한 편향된 수열흔은 화재 후 사에서도 관찰할 수 있는 특징으로 남는다.

5. 화목난로

화목난로는 난로 몸체에 나무나 탄 등의 가연물을 연소시켜 열을 내고 그 열기와 가스를 연통으로 뽑아내는 방식이다. 따라서 난로 몸체와 연통을 따라 열기가 전달되기 때문에 열이 과도하고 주변에 가연물이 접촉되면 화재의 위험을 내포한다.

또 하나는 연료의 공급부가 개구부인 곳에서 연료가 연소실 밖으로 나와 연소가 진행되면서 화재를 일으킨다. 이는 사람이 관리를 소홀히 하거나 연료가 통제하기 어려운 상태의 과열 현상을 나타낼 때 일어날 수 있다. <사진 16>은 전원주택의 거실 난로 연통에서 발화된 사례로서, 난로로부터 연통까지 열기가 그대로 전달되는 구조에서 연통을 벽체와 충분히 이격시키거나 단열 재료를 이용하여 열을 제대로 차단시키지 못한 결과이다.

따뜻하기 위해 이용하는 난방 기구를 이용함에 있어 과도하게 뜨겁다고 나무랄 수 없고, 그 기능을 충분히 이용하면서 화재로부터 보호하는 것은 역시 사람의 취급 상태가 가장 큰 요인이 될 것이다. 화재 없는 따뜻한 겨울을 위해 한 번 더 생각하고 한 번 더 움직이는 지혜를 잊지 말기를 바란다. ☹



<사진 16> 난로 연도와 벽구조물 접촉 화재