

화재발생사례

## 리콜 발표로 이어진 카본히터 화재

(FIRE REPORT : A Carbon Heater Fire Resulted in a Recall Announcement)

동경소방청

### 1. 서론

카본히터는 전기난로의 일종으로, 일반적인 전기난로와 같이 석영관으로 피복된 니크롬선을 발열체로 사용하지 않고 석영관에 불활성 가스와 탄소섬유를 넣고 마감한 것을 사용하고 있다.

방 전체를 난방하는 용도로는 부적합하지만, 신속히 난방하는 데는 뛰어나서 발 밑 등 일부분을 따뜻하게 하는데 손쉽게 사용할 수 있고, 디자인도 슬림해서 장소에 구애받지 않는 점 때문에 인기가 높으며 몇 년 사이에 많은 기종이 제작되어 판매되고 있다.

금회에는 카본히터가 강약운전 전환형으로 다이오드(diode)가 사용되고 있는 제품에서 발화된, 발화원인 규명에서 조기에 리콜 발표되기까지의 화재조사 사례에 대해 소개하고자 한다.

### 2. 화재 개요

발화연월 : 2011년 1월  
발화장소 : 동경도 강동구(東京都 江東區)  
용 도 : 내화조 6층 복합용도 건물  
소손물건 : 3층 거실내 카본히터 1대

### 3. 발화 당시 상황

#### 3.1. 발견 상황

화재발생 건물 거주자인 여성은 3층 주택의 자기 방에서 오전 9시부터 카본히터를 약하게 작동하였고, 12시에 한번 작동을 멈추고 방을 나왔다.

점심식사 후 1시경부터 다시 카본히터를 약하게 작동시키고 1시간 정도 경과했을 무렵 갑자기 ‘지지직’ 하는 소리가 나서 주위를 둘러보았더니 카본히터 측면에서 불꽃이 올라오고 있는 것이 발견되었다.

### 3.2. 초기 소화 상황

화재를 발견한 여성은 바로 2층 사무실에 있던 아버지에게 알렸고, 아버지는 아들과 함께 욕실에 있던 물을 통에 담아 카본히터에 수차례 끼얹어 불을 껐다.

### 3.3. 신고 상황

건물소유자는 화재가 발생하고 16일이 지난 후에야 카본히터가 원인으로 발화했을 가능성이 있다는 것을 소방서에 알리는 것이 좋을 것으로 판단하여 119에 신고하였고, 신고를 받은 가장 가까운 소방서에서 조사를 나간 사후에 알게 된 화재였다.

## 4. 현장 분석 상황



<사진1 : 발화실 내부 상태>

발화실 내부를 확인한 바, 실내 북측 중앙 부근에 놓여 있던 카본히터만 소손되었을 뿐 다른 소손된 물건이나 장소는 없었다. 관계자에 따르면, 해당 카본히터는 2년 전 (2009년 1월) 가전할인점에서 구입해 사용하고 있었으며, 지금까지 특이한 점은 없었다고 한다. (사진1)

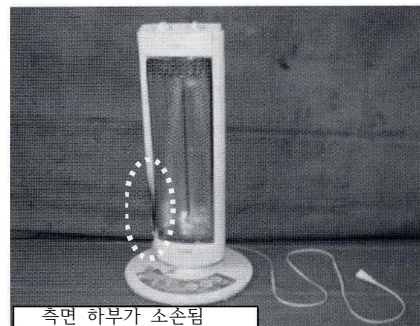
## 5. 감식 분석 상황

### 5.1. 카본히터 상황

해당 카본히터는 중국제로, 히터는 강약 2단계로 조절할 수 있으며, 소비전력량은 강 900W, 약 450W이다. 히터관은 세로방향 1개이며, 다이오드에 의해 전류를 정류하여 히터의 강약을 조절하는 장치로 되어 있고, 약으로 설정했을 때에만 다이오드를 경유하는 회로가 된다.

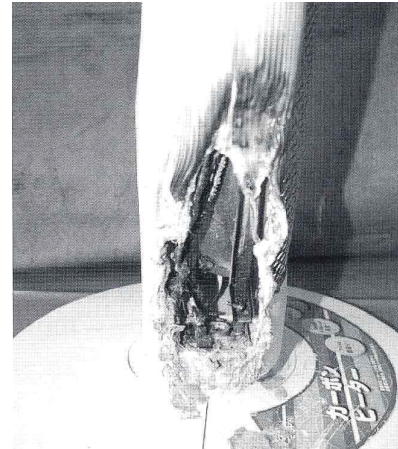
### 5.2. 분석 상황

(1) 카본히터 상부의 전환 스위치(off, 강, 약, 회전), 타이머 스위치 및 하부의 전도안전 스위치(넘어지면 전원이 자동으로 꺼지는 장치)에는 소손이 없었으며, 히터 부분을 향한 좌측면 받침 상부에는 소손이 있었으나 히터부 보호망에서는 탄화물 등의 흔적은 볼 수 없었다. (사진2)



<사진2 : 발화한 카본히터 상태>

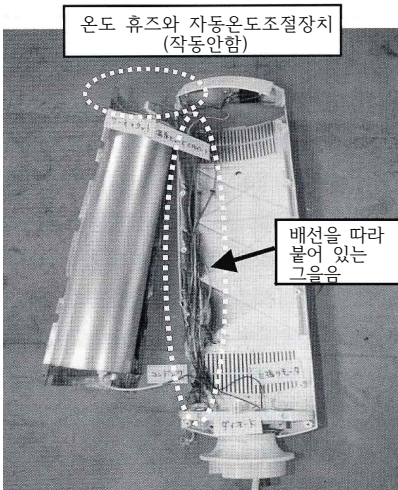
(2) 좌측면의 받침 부분에서 위로 약 30cm 높이까지 수지(樹脂)커버가 소손되어 있으며, 기구 내 배선 등이 노출되어 있었다. (사진3)



<사진3 : 커버 좌측면 소손 상태>

(3) 본체의 수지커버 내부 상부의 자동온도조절장치 및 온도 휴즈의 안전장치는 작동하고 있지 않았으며 소손도 볼 수 없었다.

하부에는 회전모터, 다이오드 및 콘덴서가 배치되어 있고, 커버 내측 배선을 따라 검은 그을음이 붙어 있는 것이 확인되었다. (사진4)



<사진4 : 본체 수지커버 내부 상태>

(4) 전장품을 분석한 결과, 콘덴서와 그 하단에 위치한 다이오드가 소손되어 있었다.

다이오드 단자와 병렬로 연결되어 있는 콘덴서는 다리가 남아있을 뿐 콘덴서 소자는 불에 타서 원형이 남아있지 않고, 기구 내에 타서 녹아내린 콘덴서 소자가 남아 있었다. (사진5)

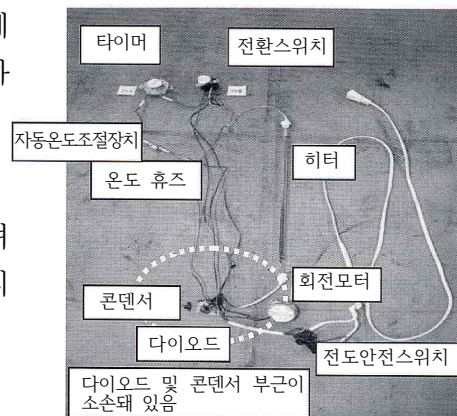
(5) 다이오드는 한쪽 단자가 눈에 띄게 소손되어 있었고, 다이오드 내부의 반도체 소자를 둘러싸고 있는 세라믹 케이스는 좌측에 애노드(陽極), 우측에 캐소드(陰極)가 있는데 캐소드 측이 소손되어 있었다.

캐소드 측 단자는 소자에서 떨어져 나와 있고 케이스에서 균열을 확인할 수 있었다. (사진6)

(6) 시험에 의해 애노드에서 캐소드 간, 캐소드에서 애노드 간의 도통을 확인한바 모두 도통하고 있었으며, 다이오드 본래의 정류작용은 볼 수 없었다. (그림1)

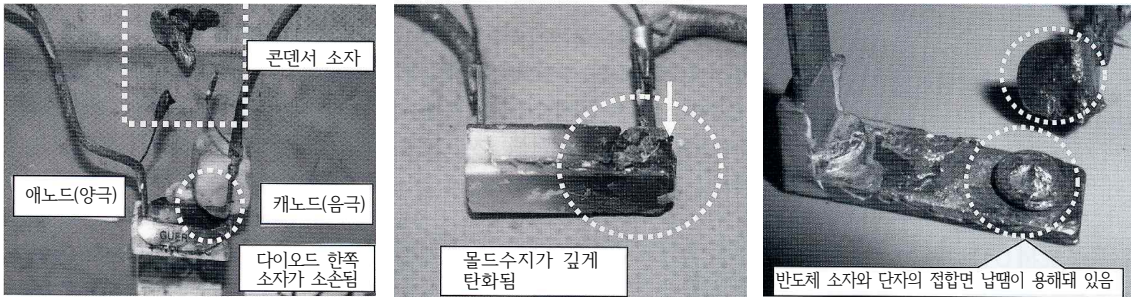
(7) 세라믹 케이스를 벗겨 다이오드 소자를 살펴 보았더니 캐소드 측 단자는 소자의 몰드수지가 깊게 탄화되어 있었다. (사진7)

다이오드를 자세히 살펴보면, P형 반도체와 N형 반도체로 구성되어 있고, 각각의 반도체에 단자가 납땜으로 붙여져 있는데, 벗겨진 캐소드 측 단자와 P형 반도체 접합면은 손상되어 있고, 납땜이 용융되어 있는 것을 볼 수 있었다. (그림2, 사진8)



<사진 5 : 전장품 상태>

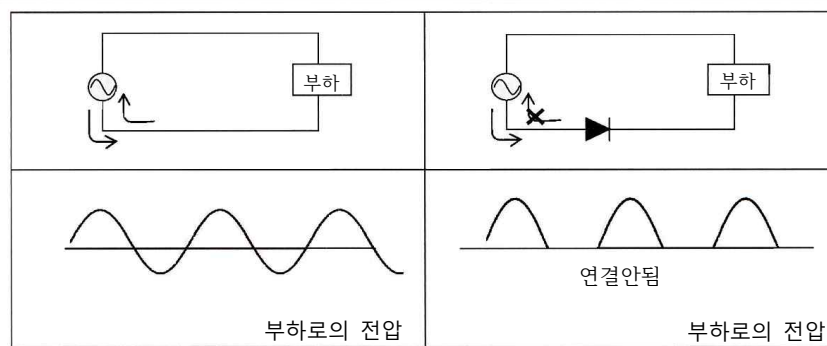




<사진6> : 콘덴서 및 다이오드 소손 상태

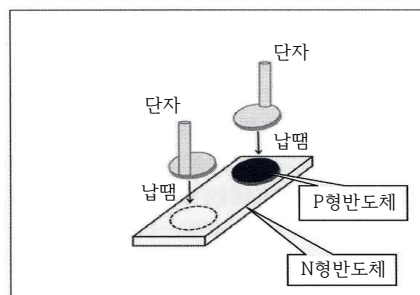
<사진7> : 다이오드 소자 소손 상태

<사진8> : 단자와 반도체 접합부 상태



<그림1> 다이오드에 의한 정류작용 (반파정류(半波整流))

※ 다이오드란, 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 정류작용을 가진 전자소자이며, 일반적으로는 반도체 다이오드를 가리킨다. AC어댑터 등 교류전원을 직류전원으로 변환할 때 이용되고 있다.



<그림2> 다이오드의 구성

※ 본 카본히터의 다이오드는, 평평한 판자 모양의 N형 반도체에 원반 모양의 P형 반도체를 접합하고 있으며, 각각에 단자가 납땜되어 있다.

## 6. 발화 원인

분석 상황으로 소손은 확실히 콘덴서 또는 다이오드에서 발화되었다고 볼 수 있는데, 콘덴서에서의 발화라고 생각하면 다이오드 한쪽 단자의 접합면 부근만 현저하게 소손되어 있다는 것이 자연스럽지 못하다. 또, 다이오드는 캐소드 측 단자와 P형 반도체 접합면이 벗겨지고 납땀이 용융되어 있다는 점에서 이 접합면은 납땀 불량이라 생각된다. 따라서 본 화재는 카본히터의 강약운전 전환용 다이오드가 제조 시 납땀 불량으로 인해 접합부에서 열이 발생해 발화된 것이다.

## 7. 제조사에 대한 지도

본 화재 원인을 보고받고 제조사를 대상으로 같은 다이오드를 사용하고 있는 제품에 대해 확인한 바 같은 기종은 총 3기종, 합계 28,332대가 판매된 것으로 파악되었다. 또, 이번 화재를 비롯해 전국에서 동종의 화재가 과거 5건 발생했으며, 유사화재 발생이 우려됨에 따라 2011년 2월 3일자로 제조사에 요청서를 교부, 2011년 2월 10일에 리콜 제품으로 공표하고, 회수하도록 하였다. (표1 참조)

[표1] 리콜 제품 카본히터 개요

수입판매회사	○○일본전기주식회사
제 품 명	유파 카본히터
제 품 번 호	UHC-3T, UHC-9T, TSK-5328CT
판 매 기 간	2006년 9월 ~ 2009년 2월
대 응	제품회수, 환불
회 수 율	2011년 6월 1일 현재 3,079대(10.9%)

## 8. 결 론

카본히터는 계절용품으로서, 본 조사결과로 유사화재 발생을 막기 위해 조속한 대응이 필요하다고 판단되어 감식 분석 후 신속히 수입판매회사에 유사화재 발생의 위험성을 인식시킴과 동시에 대책을 지도한 결과, 조기에 회사에서 리콜 조치한 사례였다. 2007년 소비생활용품 안전법 개정에 따라 동 법에서 정한 중대제품사고(소방에서 인정하는 화재 포함)가 발생한 경우, 제조사는 10일 이내에 경제산업성(經濟産業省)으로 보고토록 의무화 하였으며, 화재조사를 전문업무로 하는 소방기관에는 조사결과에 의거 신속히 대응하도록 하였다.

(작성 : 城東消防署 山本 祐子)

출처 : 火災 (2011년 8월호)  
번역 : 고객센터시스템 박경희