



# 인위적으로 착화시킨 정수기의 연소 확산 패턴에 관한 연구

최충석

전주대학교 소방안전공학과

## Study of Burning Spread Pattern of Water Purifier that is Ignited Artificially

Chung-Seog Choi

Dept. of Fire Safety Engineering, JEONJU University

### 요 약

본 연구는 정수기 화재의 원인 관정을 위한 지식기반을 구축하기 위해서 인위적 착화가 발생했을 때의 연소 확산 패턴을 해석하였다. 실험이 재현되는 동안 외부에서 인위적인 에너지의 공급은 없었으며, 정수기는 정상 작동 상태를 유지시켰다. 인위적 화염으로 착화되어 50[sec] 경과하였을 때까지 불꽃은 외부에서 관측되지 않았다. 그러나 120[sec] 정도 경과되었을 때 일순간 화염은 확산되기 시작하였으며, 부분적인 소락이 발생하는 것이 관측된다. 화염이 180[sec] 동안 진행되었을 때 강제로 진압된 후 연소패턴 분석에서 최초의 착화점을 기준으로 정확한 브이패턴(V-pattern)이 형성되었으며, 외부에서 화염이 공격되었을 때와 확연한 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 정수기 후면에 설치된 방열판의 열화 특성 분석에서 화열의 공격방향 관정이 가능한 것을 알 수 있었다.

### 1. 서 론

정수기는 물리·화학적 과정을 거쳐 물을 깨끗하게 거르는 기구를 총칭이며, 불순물을 제거하는 형태에 따라 수도꼭지에 직접 연결하는 직결형과 물을 용기에 담아서 필터를 통과하도록 하는 저장형 등이 있다. 정수기의 구성은 외함, 방열판, 필터, 온수 및 냉수 탱크, 펌프, 감압 또는 체크 밸브, 기타 부속품 등으로 구성되어 있다. 외함은 안전한 상태에서 정수기를 사용할 수 있도록 지지해 줄뿐만 아니라 오염 물질이 내부로 유입되지 않도록 설계되어 있어야 한다. 전기에너지에 의해 작동되는 정수기는 단락, 누전, 접촉(숙) 불량, 트래킹 및 흑연화 현상 등에 의한 위험에 노출되어 있고, 주요 현상에 대한 연구결과도 발표되었다.<sup>1,2)</sup> 그리고 소비자는 제품을 사용하던 중 제품으로 인해 피해를 받았을 때 적절한 절차에 의해 보상을 받을 수 있고, 제품의 문제점에 대해서도 의견을 제시할 수 있다. 그런데 일부의 소비자가 제조물책임법을 지나치게 확대 해석 또는 악의적인 방법으로 이용하여 기업의 이미지 실추 및 국가의 브랜드 가치에 영향을 주고 있다.<sup>3)</sup>

따라서 본 연구에서는 정수기 화재의 원인 관정을 위한 지식기반을 구축하기 위해서 정수기의 특정 부위에 착화가 발생했을 때의 연소 확산 패턴을 해석하고, 방화 또는 실화 등의 원인 규명을 위한 근거를 제시하는데 있다.

## 2. 결과 및 고찰

실험에 사용된 제품은 OO정수기(XX-05X, OO Electronics. Co., Korea) 이다. 실험실의 온도는  $24\pm 2[^\circ\text{C}]$ , 습도는  $60\pm 5[\%]$  정도로 유지시켰다. 또한 실험이 재현되는 동안 외부에서 인위적인 에너지의 공급은 없었으며, 정수기는 정상 작동 상태를 유지시켰다. 착화는 석유를 함침시킨 사각형의 섬유( $10[\text{cm}]\times 10[\text{cm}]$ )를 사용하였으며, 내부화염이 재현될 때는 정수기 좌측 하단 내부에 착화가 되도록 하였다. 실험이 재현될 때 정수기의 주탱크에 물이 가득 채워진 상태이었다. 실험 과정은 캠코더와 디지털 카메라를 이용하여 정면과 측면에서 실시간 녹화하여 화염의 패턴 해석에 활용하였다. 그림 1은 인위적 화염의 착화에 따른 정수기의 연소과정을 나타낸 실체사진이다. 그림 1(a)는 착화되어 50[sec] 경과한 것으로 외부에서 불꽃의 관측되지 않으며, 내부의 불완전 연소에 의한 검은색 연기가 발생하고 있다. 그림 1(b)는 120[sec] 경과된 것으로 불꽃이 정수기 상부까지 성장하였고, 그림 1(c)는 130[sec] 경과했을 때의 것으로 화염이 확산되는 것을 알 수 있다. 그림 1(d)~(f)는 화염이 더욱 격렬하게 성장함에 따라 부분적인 소락이 발생하는 것이 관측된다. 즉, 화염이 정수기 전체를 감싸고 진행하게 되면 난연성 재료를 사용한 시스템이라도 자기소화 기능을 완전히 상실하는 것으로 판단된다.<sup>4)</sup>



(a) 50 sec (b) 120 sec (c) 130 sec (d) 150 sec (e) 170 sec (f) 180 sec

그림 1. 인위적 화염에 의해 착화된 정수기의 연소 진행 과정

그림 2는 착화 후 180[sec]가 되었을 때 강제로 소화된 정수기의 실체사진이다. 그림 2(a)는 정면 사진을 나타낸 것으로 최초의 착화점을 기준으로 정확한 브이패턴(V-pattern)이 형성되었으며, 외부에서 화염이 공격되었을 때와 확연한 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 브이패턴이 형성되었다면 최초의 출화점이 정수기의 내부일 가능성을 배제할 수 없다. 그림 2(b)는 정수기 좌측의 연소 패턴으로 정수기의 지지대 역할을 하는 금속 강판으로 구성되어 있어서 변형은 적었으나 불완전 연소가 진행될 때 생성된 검은 연기에 의해 오염된 것을 알 수 있다. 그림 2(c)는 정수기 우측을 나타낸 것으로 화염의 공격을 가장 적게 받은 부분이다. 전체적으로 정상상태와 큰 차이는 없었으나 연결 부위의 틈으로 일부 오염의 흔적이 확인된다. 그림 2(d)는 정수기의 후면을 나타낸 것으로 방열판의

틈새로 공기의 유입이 자연스럽게 이루어지므로 화염의 성장에 많은 영향을 주는 것으로 판단된다. 또한 대부분의 소재가 금속으로 견고하게 고정되어 있어서 화염의 공격에 변형이 적어서 화염의 공격방향 판정에 중요한 근거로 활용할 수 있을 것이다.



그림 2. 화재가 진압된 후의 연소 패턴 해석을 위한 실체사진

### 3. 결 론

- (1) 인위적으로 착화시킨 실험에서 50[sec] 경과할 때까지 외부에서 불꽃이 관측되지 않으나 120[sec] 정도 경과하였을 때 일순간에 불꽃이 정수기 상부까지 성장하였다. 또한 화염이 정수기 전체를 감싸고 진행하면 난연성 재료를 사용한 시스템이라도 자기소화 기능을 상실한 것으로 판단된다.
- (2) 연소가 180[sec] 동안 진행되었을 때 강제로 소화된 정수기의 패턴해석에서 최초의 착화점을 기준으로 정확한 브이패턴(V-pattern)이 형성되었으며, 외부에서 화염이 공격되었을 때와 확연한 차이가 있음을 알 수 있다. 그리고 후면에 설치된 방열판의 소손패턴 분석을 통해서 화염의 공격방향 판정의 근거로 활용할 수 있다.

### 참고문헌

1. 이기연, 최충석, 김동욱, 김향곤, 김동우, “냉온정수기의 전원 제어 시스템 개선에 관한 연구”, 대한전기학회 논문지, Vol.56P No.1, pp.45-50, (2007).
2. 김동욱, 길형준, 문현욱, 김향곤, 최충석, “사용 환경에 따른 서모스탯의 발열요소에 관한 연구”, 한국안전학회 춘계학술대회, pp.207-212, (2007).
3. 이종인(2006), “제조물책임법과 제품안전성의 범경제학”, 한국학술정보, pp.35-56.
4. J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, "Combustion", Springer, pp.157-159, (1on).