

재현실험을 통한 식용유 발화특성 및 화재예방대책

An Experimental Study on the Ignition Characteristics of Cooking Oil and Fire Precautions

김기옥/화재조사센터장

1. 서론

「2011년도 특수건물 화재조사분석」에 의하면 전체 특수건물 대상(32,368건) 중 아파트가 차지하는 비율은 18.63%(6,031건)이며, 그 중 아파트에서의 화재(433건)는 특수건물 전체화재(1,501건)의 28.8%로 매우 높은 것으로 나타났다.

아파트에서의 발화장소로는 주방에서의 화재가 132건으로 아파트 전체 화재의 30.5%로 가장 높았으며, 주방의 화재원인을 살펴보면 부주의가 219건으로 가장 높은 발화요인인 것으로 나타났다.

화재원인별 세부내용으로는 음식물 조리중 부주의로 인한 화재가 특수건물 중 아파트 전체 화재의 18.7%(81건)로 가장 높은 발화요인으로 나타났다.

통계적으로 나타난 주방에서의 가연물의 종류는 식용유, 조리·튀김용 오일 등이며, 일반적으로 조리용 오일은 유채유, 옥수수유, 팜유, 면실유, 땅콩유 및 대두유¹⁾(이하 식용유라 함)가 사용되고 있다.

이러한 식물성 오일의 인화점은 160℃~282℃로 그 범위가 매우 넓고 자연발화온도는 315℃~445℃로 성분에 따라 다양하다.²⁾ 주방에서의 조리용 오일은 식품 조리용 또는 튀김용 등으로 사용되며, 조리과정에서 부주의로 인하여 식용유가 과열되는 경우 자연발화 되는 잠재위험을 갖고 있다.

아파트 주방의 공간적 특징은 조리를 위한 화기취급과 화재발생시 짧은 시간에 거실 전체로 확산되어 화재로 인한 신체, 인명 및 재산피해의 위험이 항상 내재되어 있어 이에 대한 주의와 대책이 필요하다.

본 실험연구에서는 주방에서 조리중 부주의로 인하여 과열된 식용유의 발화특성을 통해 화재예방대책에 필요한 사항을 살펴보고자 한다.

2. 식용유 화재실험

2.1 실험조건 및 장치

- 1) 실험실 환경 : 주위 온도 22 ± 1 °C, 상대습도 60 ± 2 %, 무풍상태
- 2) 모의주방 크기 및 구조[그림 1 참조]
 - 크기 : 2,100mmW×1,960mmL×2,500mmH
 - 구조 : 샌드위치패널구조



[그림 1] 실험용 모의 주방

3) 가연물 종류

주방에서 조리시 예상되는 연소가연물은 [표1] 과 같다.

[표 1] 가연물의 종류

가연물	내 용
식용유	0.9 l (반구형 철재, 최대 직경 300 mm)
두루말이 키친타올	가스렌지로부터 수평거리 200 mm 이격
수납용 서랍장	식용유 팬 상부 위치, 합판재질 (하부면적 400 mm×300 mm)
후드	철재 및 합판재질 (하부면적 600 mm×500 mm)

4) 가열기구

· 가스렌지(LPG 20 kg, 가스공급 압력 0.2MPa)

5) 팬(fryer) 크기 : 반구형 철재(최대 직경 300 mm, 깊이 80 mm)

6) 온도측정장치

· 열전대(K-Type, 직경 0.65 mm)
· Data 처리장치 : PC Recorder

7) 영상기록장치

· 캠코더 및 스틸카메라(디지털)

2.2 실험방법

1) 조리기구, 후드를 통상적인 공동주택과 유사한 형식으로 설치한다(그림 1 참조).

2) 팬(fryer)에 식용유를 0.9 l 채운다.

3) 가스렌지 주변에 키친타올, 플라스틱 용기 등을 배치한 상태에서 점화한다.

4) 실험을 하는 동안 팬 내부의 중앙부분에 위치한 열전대를 통하여 실험용 오일의 온도를 측정한다. 열전대는 식용유의 표면으로부터 10 mm 아래 지점에 설치한다.

5) 가스렌지의 점화 후, 경과시간에 따른 온도는 다음과 같은 위치에서 측정한다.

- T1: 식용유 온도
- T2: 식용유 표면으로부터 680 mm 수직 상부 위치의 후드 표면온도
- T3: 가스렌지로부터 수평으로 200 mm 이격된 가

연물(키친타올) 표면온도

· T4: 가스렌지에 인접한 측벽의 표면온도

· T5: 식용유팬의 상부에 위치한 수납장 표면온도

6) 조리용 팬의 식용유가 자연발화 될 때까지 가스렌지의 연소중단 없이 진행하고 이 과정에서 나타난 식용유의 자연발화현상, 주위 가연물의 착화여부 및 기타 연소현상을 확인한다.

2.3 실험결과 및 고찰

1) 식용유의 온도상승에 따른 연기발생시작은 점화 후, 6분 이후에 육안으로 관측할 수 있었으며, 점화 후 13분 12초에 식용유가 자연발화 되었다. 주방에서 조리중 자리 이석 등의 부주의로 인하여 식용유가 과열될 경우 점화원이 없이도 화재로 연계될 수 있는 잠재위험요인 즉, 자연발화의 위험이 있으므로 식용유를 이용한 조리중에는 자리가이석을 하지 않고 조리과정을 주시할 필요가 있다.

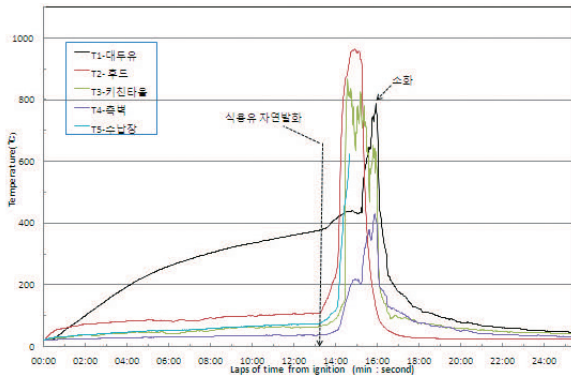
2) 식용유의 자연발화 이후 화재는 급격하게 성장하여 화염이 천장부에 부딪히기 시작하였으며, 점화 후 14분 이후에 천장부의 수납장 및 후드 전면으로 화염이 확대되었고 가스렌지로부터 수평거리 200 mm 이격된 위치의 키친타올이 복사열로 착화되었다. 화재발생시 연소확대방지의 관점에서 식용유의 발화 전 또는 화재발생 초기에 화재를 감지할 수 있는 적응성 감지기의 설치 및 제 성능을 발휘할 수 있도록 유지관리가 필요하다.

3) 화재의 급격한 성장에 따라 식용유의 자연발화 후, 1분 34초 만에 천장부의 연소 잔해물이 바닥으로 떨어지기 시작하였고 자연발화 후, 1분 57초 만에 연소상태의 수납장 및 후드부가 벽체로부터 분리되어 바닥으로 떨어진 이후에도 연소상태를 지속함으로써 가스렌지 상부의 가연물이 연소 중 소략되어 바닥으로의 연소확대 경로의 매개체가 되었다.

4) 가스렌지 점화 후 경과시간에 따른 연소현상은 아래의 [표 2] 및 [그림 2, 3]과 같다.

[표 2] 점화 후 경과시간에 따른 연소현상

경과시간 (분:초)	식용유의 과열에 따른 연소현상
00:00	가스렌지 점화
06:11	식용유 연기발생시작(265 °C)
13:12	식용유 자연발화(376 °C)
14:00	식용유 팬 상부 후드에 화염이 부딪힐 정도로 화재성장
14:10	후드 및 수납장으로 화염의 전면 확대 및 검은 농연 분출
14:20	가스렌지로부터 수평거리 200 mm 이격된 키친타올 착화
14:46	수납장 및 후드의 연소 잔해물 바닥으로 떨어지기 시작
15:09	연소상태의 수납장이 바닥으로 떨어진 후 연소 지속
15:12	연소상태의 후드가 바닥으로 떨어진 후 연소 지속
15:54	소화(분말소화기 이용)



[그림 2] 식용유 가열에 따른 시간온도곡선



천장부 전면확대



연소로 인한 수납장소락



바닥으로의 연소확대

[그림 3] 식용유 자연발화 및 연소확대



식용유 자연발화

3. 결 론

본 실험연구에서는 식용유를 이용한 조리시 식용유의 발화 특성과 주변 가연물로의 연소확대 과정을 실험을 통해 확인하였으며, 화재발생 원인관점에서의 예방대책에 대해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 조리중 부주의로 인하여 식용유가 과열되는 경우 점화 후 13분 12초 만에 외부의 점화원 없이 376 °C에서 자연발화 되는 잠재위험이 있다.

2) 식용유의 자연발화 후 천장부(수납장 및 후드) 및 가스렌지 주위(키친타올)의 가연물로 연소확대 되었으며, 후드 하단부의 온도는 최대 958 °C에 달하였고 가스렌지 상부의 가연물이 연소중 소락되어 바닥으로의 연소확대 경로 매개체가 되었다.

3) 식용유를 이용한 조리과정에서 부주의 하는 경우 짧은 시간에 식용유가 과열되어 자연발화 되며, 이로 인하여 주위의 가연물이 착화되어 연소확대를 초래할 수 있으므로 조리중에는 항상 주의가 필요하다.

4) 화재발생 원인의 관점에서 발화예방 및 피해경감을 위해 발화기구인 가스렌지 주위에는 가연물 제거 또는 주변 내장재의 불연화 등이 필요하다.

각주

- 1) 대두유(Soybean oil)는 대두에서 추출되는 식물성 오일
- 2) Extinguishment of cooking oil fire by water mist fire suppression systems, NRCC-43133