

음식물 과열과 발생한 연기의 위험성

한영기, 서경석, 김소라
종로소방서 현장대응단 지휘1팀

Risks of food overheating and smoke

Han Young Ki, Seo Kyung Seok, Kim So La

Jongno Fire Station Onsite Team 1 Team

Abstract

Among the factors causing the fire due to carelessness, the fires generated during food cooking were selected, and frying oil, which is widely used as a material for experiments in the other attempts, ignited by oil residue, and fires generated during cooking were excluded. Based on the localized fire, we investigated how the fire is going through the ignition process when the food is overheated. The material used for cooking in the home is used for the reconstruction through the real rehearsal experiment and the data about the risk of the smell and smoke, Anchovy broth, miso soup stew, pork kimchi stew, seaweed seaweed soup, the food due to overheating does not ignite and ignite in the pot, it generates bad odor and a lot of smoke, it is left as carbonated as moisture disappears and it is produced using frying oil In the case of a ramen noodle, Fire red part due to the partial surface itself was ignited when trying carbide does not proceed to yuyeom fire.

Except for greasy fried foods, large amounts of meat and bones, food cooked in a typical house was carbonized without ignition and ignition in the pot, and the odor and smoke caused by the superheated state were more severe. When food is cooked, the contents of food in the pot are ignited and ignited, and it seems that it is within 5% of the fire.

Key Words : EHome cooking General cooking Carbonization Ignition difficulty, odor, burnt food odor, smoke damage Serious

1. 서론

고대사회부터 현대사회까지 불의 사용에 의하여 인간은 편리한 생활을 해왔다. 불의 사용은 많은 좋은 용도에 의하여 사회에 공헌한 면도 있지만, 용도와 다르게 사용되어 전쟁의 무기로 이용되어 피해를 주었으며, 사회적 갈등으로 인하여 의도와 다른 방향으로 사용되고, 인간의 취급부주의로 인하여 많은 피해를 발생해 왔다. 이러한 불의 역효과에 대하여 불의 위험성을 알고 그것을 대비하는 제도, 안전시설, 제품 등을 만들어 사용하고 있으나, 안전에 대한 의식이 아직까지 다소 떨어진다고 본다.

현대사회의 화재발생 요인은 전기적, 기계적, 부주의, 방화, 가스적, 화학적, 폭발, 기타 요인 등에 의한 화재로 구분되어 분류한다. 본 자료는 인간의 취급 부주의로 인한 화재의 한 분야에 대하여 서울 종로구 도심지의 화재현황을 분석 활용하여 조사하고자 한다.

부주의적인 요소에 의하여 발생하는 화재는 담뱃불, 불씨, 불꽃, 화원방치, 음식물조리, 쓰레기 소각, 기타 요인에 의한 화재로 구분된다.

본 조사는 종로구에서 발생한 서울종합방재센터에 신고된 내용중 국가화재정보시스템의 최근 3년간(2015 ~ 2017)의 통계

자료를 분석해 본 결과로 부주의적인 요소/음식물조리중에 발생한 화재를 대상으로 화재를 수집하여 냄비에 국한된 화재를 분석하고 실험을 통한 음식물 과열로 인한 화재 발생여부와 연기의 위험성에 대하여 분석을 실시해 보고자 한다.

먼저 종로소방서 관할에서 발생한 부주의로 인한 화재/음식물조리중/ 튀김유와 기타 화재를 제외한 음식물에서 착화발화한 화재중 최근 3년을 기준으로 총 110건으로 인명피해는 없고, 피해액 18,181천원(부동산 6,124천원, 동산 12,057천원)으로 다른 화재에 비하여 피해 금액은 적으나, 피해가 발생되지 않고 인지 할수있는 상황에서 의도치 않게 화재가 발생되어 피해를 보기에 안타까운 마음이 든다.

그러한 화재를 사전에 예방할수 있는 상황과 가정에서 만드는 주요 음식물을 대상으로 실험화재를 실시하고 음식물 과열에 의한 화재발생시 감식의 기초자료에 활용하고자 한다.

†E-mail: han9442@seoul.go.kr

2.1 본론

2. 1. 화재통계

종로소방서 최근 3년(2015 ~ 2017) 화재는 총 770으로 2015년 260건, 2016년 276건, 2017년 234건으로 해마다 250여건의 크고 작은 화재가 발생된다.

다음은 종로소방서 관할에서 발생하는 최근 3년간 화재에 대한 분석 현황이다.

□ Table 1. 화재 발화요인별

연도	합 계	전기적요인	부주의	방화(의심)	기계적요인	미 상	기 타
2015	260	66	147	10	10	24	3
2016	276	38	172	5	26	33	2
2017	234	60	118	6	31	31	5
합 계	770	164	437	21	50	88	10

→ 화재발화요인별 부주의 56.7%, 전기적요인 21.3%, 미상 11.4%, 기계적요인 6.5%순으로 부주의적인 발화요인이 가장 많이 발생함.

□ Table 2. 부주의 화재 발화요인 분류

연도	합 계	가연물 근접방치	담뱃불	불씨불꽃화원방치	용접절단	음식물조리	기타 (불장난,소각등)
2015	147	7	56	15	10	49	10
2016	172	9	62	15	5	57	24
2017	118	3	46	14	8	38	9
합 계	437	19	164	44	23	144	43

→ 부주의 화재는 담뱃불 37.5%, 음식물조리 32.9%, 불씨불꽃화원방치 10% 순으로 음식물조리 화재가 두 번째로 많이 발생하는 것으로 분석됨.

□ Table 3. 음식물조리 화재중 최초 착화물이 음식물인 화재

연도	합 계	음식물	튀김유	기 타
2015	49	38	3	8
2016	57	42	4	11
2017	38	30	4	4
합 계	144	110	11	23

→ 착화발화와 관련된 통계 음식물 76.4%, 기타 16%, 튀김유 7.6% 순으로 나타나 음식물에서 착화발화된 화재가 압도적으로 많음.

□ Table 4. 음식물에 착화된 화재중 관계자 행동 유형별 조사

연도	합 계	잠이 들	외출	자리비움 (거주지 내)	조리중
2015	38	9	16	10	3
2016	42	13	22	5	2
2017	30	12	10	4	4
합 계	110	34	48	19	9

- 관계자의 행동 유형중 외출이 43.6%로 가장 많았으며 가스불 위에 음식물을 올려놓고 그상황을 잊고 외출한 경우가 대부분이었으며,
- 잠이 들 상황은은 30.9%로 야식을 먹기 위한 행동 또는 음주 후에 발생하는 일이 대부분 이었음.
- 자리비움 17.3%로 거주지에 있으면서 다른일에 집중하여 음식물을 올려놓은 상황을 인식하지 못하는 상황이며,
- 조리중 화재발생은 음식점의 경우로 분석되었음.

□ Table 5. 음식물 착화발화 화재의 행위자의 성별 비율

성별	합 계	10세이하	10대	20대	30대	40대	50대	60대	70대이상
남	54	0	0	5	6	8	12	15	8
여	36	0	0	1	5	8	7	5	10
합 계	90	0	0	6	11	16	19	20	18

※ 20건 18%는 확인안됨.

- 성별비율로는 남성 49%로 여성 33%보다 발생비율이 많았으며, 나이가 많을수록 분포가 높게 나타났으며, 남성의 경우는 음주후 잠이든 경우가 많았으며, 여성의 경우는 나이가 먹어 조금씩 기억력의 감퇴로 발생한 것으로 분석되었다.

□ Table 6. 음식물 화재 발생 요일별 발생 비율

합 계	월	화	수	목	금	토	일
110	14	19	21	16	12	14	14

- 요일별 음식물 화재발생 비율은 특이사항이 없었음.

□ Table 7. 음식물 화재 발생 시간 구분

합 계	9~11	12~14	15~17	18~20	21~23	00~02	03~05	06~08
110	16	15	16	18	13	15	10	7

- 발생시간별로는 차이는 없었으나, 주간은 여성의 발생이 높았으며, 야간과 새벽 시간대는 남성의 비율이 높았다.

□ Table 8. 발생 동별 현황

합 계	승인동	창신동	낙원동	무악동	신교동	구기동	기타 동
110	21	25	5	6	4	3	46건(동별 1~2건)

- 화재가 발생한 동별로는 창신동 23%, 승인동 19%로 주택가가 많은 지역에서 발생되었으며, 기타 일반 지역에서는 동별로 3건 이내로 특이사항은 없었음.

□ Table 9. 거주 시설별

합 계	공동주택	단독주택	음식점	기타
110	46	40	10	14

→ 거주지별로는 공동주택 42%, 단독주택 36%로 주거시설에서 대부분 발생되었음.

상기 통계를 분석하다 보니 음식물에서 착화발화하는 화재는 주거시설에서 대부분 발생되었으며, 남성의 경우는 술을 먹고 잠이든 사이 발생하는 경우가 다수 있었으며, 여성의 경우는 연세가 드시면서 기억력의 감퇴로 이어지는 경우가 많았다. 상기와 같은 요인을 내적인면을 보면 사회와 주변 이웃의 많은 관심이 필요한 면이 있는 것 같다.

2. 2. 종로 화재사례

2. 2. 1. 화재사례 I

- 화재개요 : 건물 5층 일반음식점에서 전기레인지에 음식물을 올려놓고 새벽 1시경에 퇴근한 사이 전기레인지 위의 올려진 음식물(잡뻬)에서 착화발화하여 냄비와 음식물(잡뻬)가 탄화한 화재임.

- 발생일시 : 2016. 03. 31. 09:23 ~ 09:56 (완전 09:35)
- 발생장소 : 종로구 동승길 136번지 (동승동 1-11)
- 발생대상 : 송탄 최네집(일반음식점)
- 발화지점 : 주방 전기레인지 위에 올려져 있는 찜통 내부
- 재산피해 : 100천원(부동산 0천원, 동산 100천원)
- 화재원인 : 부주의 (음식물 조리)

- 동승동 음식물조리 화재 발생개요



조리에 사용한 전기레인지



탄화하면서 착화발화한 찜통에 든 다량의 잡뻬

- 조사결과 : 육수를 내기 위하여 큰찌뻬에 물을넣고 다량의 잡뻬를 넣고 육수를 내고있는 상황에서 내부의 물이 증발하면서 잡뻬가 탄화하면서 남아있던 잡뻬에서 나온 기름기에 의하여 탄화하고있던 뻬에 착화 발화하여 유염화재로 발생한 상태에서 소방대원 도착하여 완전 진화된 사건.

- 착화요인 : 다량의 잡뻬에서 나온 기름기

2. 2. 2. 화재사례 II

- 화재개요 : 거주자가 가스레인지 위에 음식물 냄비를 올려놓고 외출한 사이 냄비 과열로 음식물에 착화 및 발화 추정되며, 주방에서 거실방향으로 냉장고 등 집기와 벽면, 천장 등에 연소피해가 발생한 화재임.

- 발생일시 : 2016. 04. 06.(수) 15:37 ~ 17:40 (완진 16:05)
- 발생장소 : 종로구 창신10가길 1-9번지 (창신동 23-527)
- 발생대상 : 단독주택(다세대주택 1층)
- 발화지점 : 주택 1층 주방 가스레인지 부위
- 재산피해 : 11,916천원(부동산 6,121천원, 동산 5,795천원)
- 화재원인 : 부주의 (음식물 조리) 추정

■ 창신동 단독주택 화재 발생개요



주방 전경



발화지점 가스사용시설 배치 상태



가스레인지 및 음식물 냄비 복원



냄비가 청색으로 수열정도가 심하고 냄비 안쪽에 음식물 탄화물이 눌러붙어있음.

- 조사결과 : 거주자가 냄비에 사골뼈가 없는 국물을 가스레인지 위에 올려놓고 외출한 상태에서 가스불위에서 수분이 증발하면서 남은 고깃국물의 기름기에 의하여 착화발화 유염화재로 발생한 상태에서 상단 썩크대에 연소하면서 집안 내부 전체로 연소한 화재로 추정되는 화재임.

■ 착화요인 : 사골육수

2. 2. 3. 화재사례 III

- 화재개요 : 건물 2층 관계자가 타는 냄새와 연기를 목격하고 경비업체에 연락하여 경비업체 직원이 119에 신고한 상황으로 201호 관계자가 휴대용 가스레인지위에 음식물을 올려놓고 퇴근한 사이 가스불에 음식물이 탄화된 화재로 현장에 도착한 소방대가 강제로 문을 개방 안전조치한 화재임.

- 발생일시 : 2017. 07. 04. 20:12 ~ 20:33 (완진 20:17)
- 발생장소 : 종로구 종로 141번지 (종로3가 36)
- 발생대상 : 근생 - 한양타운 201호
- 발화지점 : 201호 사무실 테이블 위
- 재산피해 : 121천원(부동산 0천원, 동산 121천원)
- 화재원인 : 부주의 (음식물 조리)

■ 종로3가 근생 사무실 음식물조리 화재 발생개요



소방대에 의하여 강제개방된 문



탄화한 음식물 연기로 인한 사무실 내부 악취와 탄 연기



조리에 사용한 전기레인지



탄화하면서 착화발화한 찜통에 든 다량의 잡뼈

- 조사결과 : 사무실 관계자 퇴근하면서 테이블위에 올려져있는 휴대용가스버너 위에 미역국이든 냄비를 올려 놓고 퇴근한 사이 냄비에는 음식물이 탄화하면서 발생한 연기를 보고 인근 관계자가 119신고하면서, 도착한 소방대 출입문을 강제 개방후 휴대용가스버너에 과열된 화재가 발생하기 전의 상태에서 냄비와 음식물을 수돗물을 이용하여 안전조치함.

■ 착화요인 : 미역 탄화로 인한 화재발생

2. 2. 4. 화재사례 IV

- 화재개요 : 영업주가 가스레인지 위에 음식물이든 찜통을 올려놓고 잠시 잠든사이 가스불 위에 올려져 있는 찜통 속의 음식이 탄화하여 착화발화 되면서 발생한 연기와 냄새를 맡고 맞은편 상가건물 2층 영업주가 화재로 인식하고 119에 신고한 사고로 소방대 현장도착후 냄비속에서 착화발하고 있는 음식물 수돗물을 이용하여 완전 진화한 화재로 냄비에 국한된 화재임.

- 발생일시 : 2017. 09. 07.(목) 03:27 ~ 03:40 (완전 03:32)
- 발생장소 : 종로구 난계로29길 17번지 (숭인동 1410)
- 발생대상 : 황학동 그집 식당(일반음식점)
- 발화지점 : 영업장 주방 가스레인지 위에 올려져 있는 찜통 내부
- 재산피해 : 33천원(부동산 0천원, 동산 33천원)
- 화재원인 : 부주의 (음식물 조리)

■ 승인동 음식물조리 화재 발생개요



영업용 가스레인지 위에 올려져있던 대형 옥수 찜통



탄화하면서 착화발화한 찜통에 든 다량의 사골

- 조사결과 : 일반음식점으로 옥수를 내기 위하여 큰찜통에 물을넣고 다량의 사골넣어 국물을 내고있는 상황에서 내부의 물이 증발하면서 사골이 탄화하면서 남아있던 사골에서 나온 기름기에 의하여 탄화하고있던 사골에 착화발화하여 유염화재로 발생한 상태에서 소방대원 도착하여 완전 진화된 사건.

■ 착화요인 : 다량의 사골 기름기

2. 2. 5. 화재사례 분석

상기화재 4건중 3건의 화재가 사골, 잡뼈를 이용한 음식물 조리중 유염화재가 발생되었으며, 1건은 착화발화 직전에 진입한 소방대에 발견되어 안전조치된 화재로 보여지며, 유염화재로 발생한 3건의 화재는 음식물의 수분이 증발되면서 기름기가 남아있는 상태에서 화재로 발생되어지는 것으로 보여지고있다. 이는 식용유, 튀김유 과열에 의한 화재와 같은 맥락으로 보여진다

반면 1건의 화재는 음식물 과열에 의한 착화발화 하였으나 유염화재로 진행되지 않는 건으로 이번 실험에서는 이러한 화재에 대하여 화재가 유염화재로 발생하는지에 대하여 알아보하고자 한다.

2. 3. 재현실험

2. 3. 1. 실험개요

- 일 시 : 2018.08.31.(금) 10:00 ~ 14:00
- 장 소 : 경기도 파주시 광탄면 신산리 443-11번지 비닐하우스
- 실험명 : 음식물과열과 발생한 연기의 위험성
- 참가자 : 종로소방서 현장대응단 지휘1팀
- 장 비 : 열화상카메라, 디지털카메라, 풍량풍속계, 전자저울 등
- 실험환경 : 맑음, 온도 24도, 습도 65%, 풍속 1m/s 북서풍, 야외
- 실험과제

- 냄비속의 음식물 과열에 의한 착화발화 확인
- 착화발화한 음식물 탄화후 질량 확인(탄화한 연기의 소실 질량 확인)
- 냄비뚜껑을 개방한것과 덮은 실험중 음식물 착화발화 비교 등

- 실험개요 : 가정에서 많이 쓰이는 재료를 바탕으로 실험을 실시하였으며, 실험시 냄비속에서 음식물이 탄화하면서 착화발화하는지에 대하여 관찰하고, 탄화후 질량을 확인하여 남은 질량을 대비하여 탄 연기의 질량을 확인하고자함.

■ 실험순서 및 실험방법

- 실험순서로는 돼지고기 김치찌개, 라면, 옥수(멸치, 황태), 해초미역국, 된장찌개 순으로 실험을 하였으며, 마지막으로 된장찌개는 뚜껑을 개방하고 덮어 2가지 실험을 동시에 실시하였음.
- 실험방법은 부탄가스통을 사용하는 휴대용 가스버너에 철재냄비를 사용 2인 분량의 각 재료와 물 500cc를 넣고 가열하는 방법으로 실내에서 실시할 경우 다량의 연기 발생으로 악취가 가해질 것을 판단하여 인가가 없는 실외의 야외 비닐하우스에서 실시하였음.

■ 실험준비 및 측정



1. 준비물



2. 실험준비완료



3. 실험설계



4. 실험실시(측정)

2. 3. 2. 요리별 착화발화 실험

가. 실험재료 : 돼지김치 찌개

- 용 량 : 50g(2인분 기준) - 김치 150g, 돼지고기 150g, 물 500cc (150g의 김치 건조시 34g), 조미료 약간



1. 말린 김치



2. 김치+돼지고기



3. 물 500cc



4. 끓기시작



5. 탄화시작



6. 다량연기 발생



7. 탄화멈춤



8. 실험종료(32g)

■ 실험경과

- 1) 사전에 준비한 김치 150g을 말림 34g으로 김치의 수분이 약116g 정도임.
- 2) 김치 150g과 돼지고기 150g을 준비함.
- 3) 물 500cc에 김치와 돼지고기, 소금을 넣고 끓일 준비함.
- 4) 휴대용 부탄가스를 연료로 하는 휴대용 가스버너에 돼지고기김치찌개가든 냄비를 올려놓고 최상으로 가열한 바 4분후 찌개속의 물이 끓기 시작함.
- 5) 20분경 지속적으로 공급되고있는 가스불에 의하여 냄비속의 음식물의 수분이 모두 증발하고 탄화하기 시작함.
- 6) 25분경 다량의 연기 발생으로 인하여 내부의 음식물이 탄화하면서 악취가 발생됨.
- 7) 45분경 수분이 모두 사라지고 연기가 줄어들면서 변동상황 발생없음.
- 8) 60분 경과 실험을 종료하고 남은 탄화재 저울로 측정함.

→ 실험결과 : 우리나라 사람들이 많이 좋아하는 음식의 상위에 들어가는 돼지고기 김치찌개를 대상으로 실험을 하였으며, 2인분을 기준으로 산정하여 측정함.

돼지고기김치찌개는 돼지고기의 기름기로 인하여 착화발화가 쉽게 될수 있는줄 알았으나, 돼지고기는 모두 탄화하여 흔적이 거의남지 않았으며, 약간의 탄화한 김치만이 남아있었으며, 음식물이 과열되면서 착화발화하지는 않았다.

다만 많은양의 연기가 발생하여 악취와 탄 연기가 주위를 감싸 많은 불쾌감을 주었음.

탄화한 연기 질량계산 : 김치 150g+ 돼지고기 150g - 김치 수분 116g이면,

돼지고기 김치찌개 질량 150g+150g-116g = 184g, 실험후 탄화한 음식물 32g으로

184g - 32g = 152g

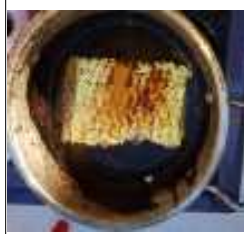
악취가 발생하는 연기속에 탄 음식물이 152g이 들어가 있는 것으로 나타나 많은 양의 탄화물이 공기중에 날리는 것을 알 수 있다.

나. 실험재료 : 라면(○○ ○○탕면)

■ 용 량 : 라면 1개 112g - 30% = 74g(1인분 기준의 2/3), 물 500cc



1. 라면(○○탕면)



2. 라면 2/3



3. 끓는 물



4. 탄화시작



5. 반절탄화



6. 착화발화 전



7. 착화없이 소화



8. 잔량확인(54g)

■ 실험경과

- 1) 준비한 라면 112g이나 2/3을 실험에 이용하여 112g-30% = 74g으로 사용.
- 2) 냄비안에 라면 2/3용량과 스프의 74g에 물 500cc부어 준비함.
- 3) 4분후 물이끓었으며 라면이 풀어지기 시작함.
- 4) 15분후 냄비에 넣었던 물 500cc가 모두 증발하고 라면의 면이 바닥에 붙어 탄화하여 연기가 발생하기 시작.
- 5) 22분경 연기가 지속적으로 발생하였으며, 반절이상 탄화하기 시작하였음.
- 6) 30분경 라면의 탄화한 면에서 착화발화하려는 직전 상태 목격됨(면 부분 착화발화 전 상태)
- 7) 40분경 지속적으로 가스를 공급하였으나 유염화재로 발생하지 않고 착화없이 소화되어 탄화상태로 멈춤.
- 8) 50분 경과후 실험을 종료하고 탄화한 재 저울로 측정함.

→ 실험결과 : 우리나라 모든 사람들이 좋아하는 기호식품으로 자리잡은 라면은 밀가루를 이용하여 기름에 튀겨져 만들어진 제품으로 실험시 착화발화전까지의 단계로 진행후 추후 착화없이 소화되었지만 기름기를 가진 제품으로 착화발화 전 단계까지 간 것으로 보여진다.

라면에서 많은 양의 연기발생은 없었으나, 일정량의 연기가 발생된후 완전 탄화한 상태로 되어 더 이상 연소되지 않는 상태가 되었다.

탄화한 연기 질량계산 : 라면 74g - 잔량 54g = 20g

라면에서도 악취가 발생하는 연기속에 탄 음식물이 20g이 들어가 있는 것으로 나타났다.

다. 실험재료 : 멸치 육수

■ 용 량 : 고급멸치 50g, 물 500cc



1. 고급죽방멸치



2. 육수내기작업



3. 탄화 및 연기발생



4. 탄화잔량(38g)

■ 실험경과

- 1) 멸치 50g을 준비하여 국물요리용 멸치육수 만들기 준비.
- 2) 냄비에 멸치를 넣고 물 500cc를 넣고 휴대용 가스버너에 올려놓고 점화함.
- 3) 4분후 물이 끓기 시작하였으며, 13분경부터 타는 연기가 조그씩 발생되면서 악취를 풍기었으며, 20분경부터는 많은 연기를 발생시키다가 30분경부터는 일정상태의 연기가 발생하면서 탄화된 상태로 지속적으로 머물러 있었음.
- 4) 40분경 실험을 종료하고 탄화된 멸치잔량을 수거하여 측정한 바 38g으로 육수를 내기전인 50g의에서 12g이 부족하였다. $50g-38g=12g$ 으로 탄화된 연기로 12g이 발생됨을 보였다.

→ 실험결과 : 가정과 식당에서 기본요리의 육수로 사용하는 대표적인 재료로서 많은 대상처에서 상시 사용하는 제품을 실험하였으며, 실험결과 멸치는 말린생선으로 단단한 육질로 물이 증발하면서 불린 멸치의 상태가 되었으며, 불린상태에서 수분이 증발되면서 모양 그대로 탄화하였으며, 연기를 발생시키며 악취를 풍겼으나, 착화발화는 되지 않았다.

라. 실험재료 : 황태 육수

-용량-
고급황태포 50g
물 500cc
탄화후 32g



※ 멸치 육수와
별다른 차이점이
없었으며, 탄화후
잔량이 다르나
기타 특이사항이
목격되지 않았음.

탄화된 연기
질량은
 $50g-탄화후 32g =$
 $18g$ 으로 공기중에
날림.

마. 실험재료 : 해초 미역국

- 용 량 : 해초 미역 100g, 물 500cc, 조미료 약간



1. 해초미역 준비



2. 조리



3. 탄화시작



4. 탄화잔량(60g)

■ 실험경과

- 1) 해초미역 100g 준비.
- 2) 가스불이켜져있는 냄비에 해초미역과 물 500cc와 약간의 조미료를 넣고 가열함.
- 3) 4분후 물이 끓기 시작하였으며, 15분경부터 타는 연기가 조그씩 발생되었고, 18분경 연기가와 악취가 발생되다가 27분경부터는 일정상태 유지(일반재료에 비하여 연기발생 적었음)
- 4) 40분경 실험을 종료하고 탄화된 해초미역을 수거하여 측정한 바 80g으로 초기상태 100g의에서 40g이 부족하였다. $100g-60g=40g$ 이나 이는 수분으로 증발하였으며, 연기로는 소량이 발생된 것으로 보였음.

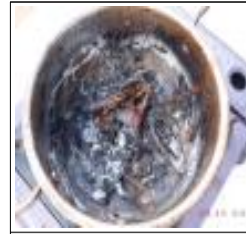
→ 실험결과 : 해초 미역국 실험은 수분이 제거되지 않는 상태로 실험을 실시한 바 수분만 증발되었으며, 일반 냄비에 가열한 일정 가열된 열량이 많은 연소를 시키지 못하고 남은 잔량을 측정한 결과 수분이 증발하면서 소량만이 연기로 발생되었음을 보였다. 타 실험보다 악취와 연기 발생 많이 적었음.

마. 실험재료 : 된장찌개

- 용 량 : 150g (된장, 호박, 기타 재료 등), 물 500cc,



뚜껑 덮고
(잔량 78g)



뚜껑 개방
(잔량 74g)

■ 실험경과

- 1) 두 시험 모두 된장찌개 150g과 물 500cc를 넣고 좌측은 뚜껑을 덮고, 우측은 뚜껑을 개방하여 실험 실시.
- 2) 물 끓는 시점은 뚜껑을 덮은 쪽이 먼저 끓었으나 큰 차이는 없이 끓는 시간 4분경 이었다.
- 3) 20분경 뚜껑을 개방한 쪽이 먼저 수분이 증발되면서 연기가 발생되기 시작하였으며, 뚜껑을 덮은 쪽은 추후 연기에서 약하게 악취가 나기 시작하였다.
- 4) 24분경과 뚜껑을 개방한 쪽은 다량의 연기와 함께 연기에서 악취를 풍기며 탄화되기 시작하였으며, 뚜껑을 덮은 쪽도 짙은 연기가 뚜껑틈으로 새어나오며 연기에서 악취를 풍겼다.
- 5) 45분 경과 연기가 줄면서 탄화한 상태 지속되어 음식물 과열에 의한 착화발화가 되지 않아 실험을 종료하고 탄화한 재를 측정함.

→ 실험결과 : 뚜껑을 덮은 쪽의 공기가 지속적으로 유입이 안되는 상황에서 탄화한 상태로 지속적으로 연기만 발생하다 착화발화되지 않았으며, 뚜껑을 개방한 쪽은 연기가 많이 외부로 유출되며 탄화하다 냄비의 가에있는 재료는 약간 하얗게 완전연소되었으며, 대부분 탄화된 상태로 착화발화 되지 않았다.

두 재료의 탄화한 잔량도 뚜껑을 덮은 쪽이 약간 더많은 잔량이 있었지만 큰 차이는 없었다.

냄비의 뚜껑을 덮고 실험을 실시한 쪽은 음식물 은 과열된 상태에서 수분이 빠지며 재료의 모양을 그대로 유지하며 탄화된 상태임.

2. 3. 3. 열화상 카메라를 통한 온도체크

열화상 카메라를 통한 온도체크로 화재감식을 할 수 있다.



9분경 106도씨



21분경 171도씨



36분경 342도씨



50분경 552도씨

열화상 카메라를 통한 실험결과 분석 : 휴대용 부탄가스를 연료로 사용하는 휴대용 가스버너에 음식물이 든 냄비를 올려놓고 가장센불로 가열한 결과 열화상카메라에 체크된 온도게이지가 9분경 106도, 21분경 171도, 36분경 342도, 50분경에 552도를 기록함.

→ 음식물과열에 의한 착화발화도 추적하여 감식해야겠지만 냄비의 온도로 보아 상단부분으로 치닫는 온도 또한 높을 것으로 추정된다. 기름찌꺼기의 착화발화 온도가 200~400도씨인점으로 보아 일반 주택과 음식점에서의 후드에 많이 붙어있는 기름찌꺼기에 가열되어 착화발화되면서 후드 위 또는 불에탄 기름찌꺼기의 불똥이 하단부로 떨어져 냄비 또는 주방기기를 연소시킬수 있음을 추정해 봐야할 것이다.

■ 재현실험 결과분석 :

음식물 과열에 대한 7건의 재료를 이용하여 재현실험을 실시, 1건은 냄비의 뚜껑을 개방하지 않고, 6건은 냄비를 개방하여 실험을 진행한 바, 뚜껑을 덮어 실험한 냄비는 내부에 공기유입이 안되어 수분이 증발되면서 화재로 진행되지 않고 뚜껑을 개방하여 실험한 냄비보다는 연기를 덜 배출하였다.

실험 7건 모두 4~5분이내에 물이 끓기 시작하여 20분이 지나면서 타는 냄새가 약하게 발생하기 시작하였으며, 25~30분이 지난 후부터는 악취와 다량의 연기가 발생하였으며, 냄비내부에서 착화발화하지 않았다. 다만 라면의 경우 튀김유를 사용하여 만들어지는 제품으로 완전탄화직전 착화발화전 상태까지 진행하다 다시 탄화되었다.

음식물의 연기의 탄화질량을 분석한 결과(돼지 김치의 경우 분석)

일반 수분이 있는 김치 150g + 돼지고기 150g

말린김치 34g(말리는 기간중 침치속 재료와 고춧가루 등 떨어져 다소 적게 나올수 있음)

김치찌개 300g(김치+돼지고기) - 탄화물 32g

(말린 김치+돼지고기) 184g - 탄화물 32g으로 산정한 바 152g이 연기로 발생되었음을 알수있다. 즉 음식을 끓이기 위하여 물과 음식물 수분과 기름기가 악취를 발생시켰으며, 184g의 내용물중 152g이 탄 연기로 거주지의 내부에서 공기중에 흩어져있는 것으로 파악되었다.

음식물 과열에 의한 음식물이 탄화하면서 착화발화하지 않았으며, 음식물 과열에 의한 연기의 발생시 나타나는 악취와 탄 연기가 피해가 더 많은 것으로 나타났다.

탄화한 연기 질량계산 : 김치 150g+ 돼지고기 150g - 김치 수분 116이면

돼지고기 김치찌개 질량 150g+150g-116g = 184g, 실험후 탄화한 음식물 32g으로

184g - 32g = 152g

악취가 발생하는 연기속에 탄 음식물이 152g이 들어가 있는 것으로 나타나 많은 양의 탄화물이 공기중에 날리는 것을 알 수 있다.

2. 3. 4. 음식물 과열에 의한 연기발생으로 인한 시사점

가. 음식물 과열과 관련된 주요 언론보도



나. 음식물 연기의 위험성에 대한 언론보도

연기, 마실 때보다 '피부 닿을 때' 위험

행복한 바비큐 파티. 출처: fotolia

바비큐 파티를 계획하고 있다면 에 게재된 논문 내용에 주목할 필요가 있습니다. 바비큐 파티를 하는 동안 인간의 피부로 발암 물질이 침투할 수 있다고 합니다

주변 사람들 연기 조심해야

연구에 따르면 바비큐 파티를 할 때, 그 주위에 앉아 있는 사람들의 피부에 'polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs)'이라는 화학물질이 노출될 수 있다고 합니다. PAHs로 불리는 이 화학물질은 주로 석탄, 가솔린, 나무 같은 유기물질이 연소할 때 발생합니다.

National Cancer Institute에 따르면 이 화학물질은 주로 프라이팬이나 그릴에서 높은 온도로 조리한 고기에 발생합니다. 이 물질에 노출될 경우 암에 걸릴 위험성이 높아진다고 합니다.

들이마시는 것보다 더 위험

불에 탄 고기를 먹으면 암에 걸릴 수 있다는 이야기를 이미 들어보신 분들 많을 텐데요. PAHs에 가장 많이 노출되는 것은 역시나 바비큐 한 고기를 직접 먹을 때라고 합니다. 그래서 지금까지 관련 연구는 주로 음식을 섭취하거나 공기를 들이마셔 노출되는 것에만 집중돼 있었습니다.

그러나 이 연구에 따르면, 바비큐 파티를 하며 그릴 주위에 앉아 있는 동안 연기를 흡입해 발암 물질에 노출되는 것보다 오히려 피부를 통해 PAHs에 노출되는 정도가 훨씬 크게 나타났습니다.

연구팀은 20명의 남성을 세 그룹으로 나눠 바비큐 파티에 2.5시간 동안 참가하도록 한 후 연구를 진행했습니다. 첫 번째 그룹은 바비큐 한 고기를 먹되, 공기와 피부를 통한 연기 노출을 피하기 위한 예방조치를 취했습니다. 두 번째 그룹은 고기를 전혀 먹지 않았지만 공기와 피부가 연기에 노출되도록 했습니다. 그리고 세 번째 그룹은 고기도 먹지 않고 연기 흡입을 막기 위한 특별한 마스크를 착용해 피부만 연기에 노출되도록 했습니다.

이후 연구팀은 바비큐 파티 이전과 이후로 나눠 피실험자의 소변 샘플을 채취했습니다. 피실험자의 소변 속 PAHs를 분석해 음식, 공기, 피부 중 어떤 경로가 PAHs를 체내에 가장 많이 흡수하도록 하는지 조사했습니다. 그 결과 구운 직접 고기를 섭취하는 것이 예상대로 PAHs 노출의 가장 큰 주범이었습니다. 그런데 연구진은 그 다음으로 높은 노출 경로가 공기를 통한 흡입이 아닌, 피부를 통해 흡수라는 사실을 알아냈습니다.

매일 바비큐 하는 거 아니면 괜찮아

하지만 한 가지 다행인 사실은, 바비큐 파티를 매일 하는 것이 아니라면, 발암 물질에 대한 노출량이 암을 유발할 정도는 아니라고 하네요. 연구팀은 이번 조사에서 사람들의 옷이 단기간 피부를 통해 흡수되는 PAHs의 양을 낮출 수 있다는 사실도 발견했습니다. 그러나 옷에 연기가 한 번 스며들고 나면 오히려 옷은 더 많은 양의 PAHs를 흡수했다고 합니다.

연구팀은 바비큐 파티가 끝난 즉시 옷을 세탁하라고 권장하고 있습니다. 또한, 바비큐 파티를 할 때 긴팔과 긴바지를 입어야 PAHs를 막는데 도움이 될 거라고 조언했습니다.

또한 바비큐 파티를 할 때는 숯보다는 프로판 연료인 LPG를 사용해야 PAHs 생성을 줄일 수 있다고 하는군요. 또한 실내 공간보다는 통풍이 잘 되는 곳에서 바비큐 파티를 하는 게 PAHs 노출을 감소시킬 수 있다고 설명합니다.

다. 주변의 피해 발생(악취로 인한 스트레스)



마당에서 음식물 조리



고기(수육) 탄화하면서 다량의 연기유발



탄 냄비를 계단참에 내다놓음



주변이웃 불편야기, 스트레스 유발

연기로 인한 악취는 대기오염의 기본적인 단서로서 사람들의 감정적으로 자극시킨다. 원인이 되는 물질로는 암모니아, 황화수소, 메르캡탄류, 염소화합물, 이황화탄소, 유기산 등이 있으며, 이들 물질의 혼합비율에 따라 악취의 정도가 결정된다. 악취를 맡게 되면 먼저 정신적 스트레스가 쌓이고 심리적으로 불안해 진다 따라서 짜증히스테리 불면증 등을 동반하기도 한다.

냄새와 악취는 육체에 미치은 해보다는 이로 인한 정신적 스트레스 때문에 중요하다. 식욕을 잃게 하고, 호흡을 곤란하게 하며, 멀미와 구토 등을 일으켜 정신의 혼란을 초래하기 때문에 신속하게 제거해야 한다.

※ 참조) 악취제거 방법

- 약품 : 악취제거제, 세정제, 천연탈취제, (식초와물 1대4비율 분무기 살포) 베이킹소다, 커피가루, 생활공간에 배치
- 기기 : 제습기기, 공기청정기, (비추천-기기고장 및 냄새뱀)
- 업체 : 냄새제거 전문업체

라. 거주자, 소방대원 탄 연기로 인한 암 유발



거주자 밖으로 이동않는 거주자
(다량연기 흡입으로 건강 위협)



많은 출동으로 다량의 연기 노출된
소방관의 건강위험

음식이 타게 되면 벤조피렌 등과 같은 발암물질이 생긴다. 벤조피렌은 다환방향족탄화수소의 종류로 화석연료나 식물 등의 유기물의 불완전 연소과정에서 생성되는 물질이다.

이는 탄고기뿐만 아니라 자동차배출가스, 매연, 담배연기 등에도 포함돼 있고 식품의 조리 및 가공 시 식품의 주성분인 탄수화물, 단백질, 지방 등이 분해돼 생성되기도 한다.

벤조피렌에 다량으로 노출됐을 경우 적혈구가 파괴돼 빈혈을 일으키고 면역계가 저하되는 것으로 알려져 있으며 장기간 노출됐을 때에는 암발생률도 증가시킬 수 있다.

Benzopyrene?

폐암, 위암, 피부암, 췌장암, 대장암, 유방암 등 각종 암을 유발하고 세포 돌연변이를 일으킨다

세계보건기구 국제암연구소(IARC)에서는 벤조피렌을 그룹1발암물질로 분류하고 있다

※ 그룹1발암물질 : 인체에 암을 발생시킨다고 확정된 물질

벤조피렌, 헤테로사이클릭아민, 니트로소우레아' 라는 발암물질로 인해 위암이 발생할 소지가 있다.

2. 4. 음식물 과열에 의한 연기피해 예방법

음식물 과열로 인한 연기의 피해를 예방하기 위하여 기기로는 거주지나, 영업장에 단독경보형감지기를 설치하여 예방할 수 있으며, 조리기구로는 하이컷 가스레인지와 타이머 장착가스레인지 등을 이용할 수 있으며, 외출과 자리비움을 쉬운 것을 쉽고 간편하게 알려줄 수 있는 출입문 앞에 큰 글씨의 경고문구와 핸드폰 알리미 설치를 이용하여 간편하게 확인할 수 있겠다.

또한 현장 화재로 인한 출동시 출동한 소방대원이 거주자에게 연기가 빠진 후 거주지에 들어갈 것을 권유하고, 거주지 철수전 단계에서 배연기를 이용한 배연 활동은 주변인에게 소음을 줄 수 있는 영향력이 있으니 잔여분으로 차량에 비치해 놓는 공기호흡기 본베의 바람을 이용한 강제환기 시키면 좋을 것으로 판단된다.

3. 결론

음식물 과열에 실험은 냄비에 적당량의 동식물성 기름과 튀김유 등이 들어가지 않는 음식물에서는 음식물 자체에서 착화발화하지 않았으며, 냄비 내부에서 탄화하여 냄비내부에 탄화가 되는 상태로 진행되어 유염화재로 진행되지 않았다. 음식물 과열에 의한 재료에 따라 연기로 인한 피해가 달라지며 착화발화하지 않는 상태에서 연기의 악취와 탄 연기로 정신적 스트레스와 건강을 위협받을 수 있다는 것을 실험을 통하여 알 수 있었다.

이는 주변 이웃에게 출동으로 인한 정신적 불안과 연기의 악취로 인한 정신적 스트레스를 가지게 하고 거주자 본인도 거주지 내에서 발생된 탄 연기로 인하여 악취와 탄 연기로 인하여 피해를 보게 된다.

출동한 소방대원의 연기로 인한 피해를 감소시키기 위하여 개인보호 장착후 진입후 활동할 것을 당부하며, 화재출동 시 음식물 화재로 추정되는 장소에서 위급한 상황이 목격되지 않는 상황에서 무리한 진입을 통한 출입문(방화문), 창문을 피피를 자제하고 거주자 또는 인근 거주자의 지인을 찾아 피해를 최소화하는 전문가적인 자세가 필요하다고 본다.

또한 일반적인 야외에서 실험을 실시하여 주변 축적된 열기가 없어서 착화발화 안되었는지에 대하여 생각해 볼수있으며, 본 실험은 탄화한 연기의 지속적 악취를 발생시켜 주변 관계자들에게 정신적 스트레스를 줄여지가 있어 야외에서 실시하다보니 공기의 유동이없는 일정공간내에서의 축적된 열에의한 대류를 배제한 실험으로 상기조건을 충족시킬시 가스불에 가열된 음식물에서 발생할지 착안해 봐야한다.

음식물 과열에 의한 착화발화한 화재는 열축적이 좋은 원룸형 주택, 환기가 잘되지 않는 구조, 싱크대 주변과 싱크대에 물건이 많이 적재되어있는 거주지에서 발생할 소지가 있음으로 보여진다.

또한 주방에서 음식물 과열로 추정되는 화재 조사시 음식물 종류와 상단 썬크대 내부 가연물 종류, 후드 철망의 기름 찌꺼기 여부, 주변의 기타 가연물 근접방치 등을 조사해 보고 판정해야 할것으로 본다.

cf) 음식물 과열에 의하여 탄 연기에 대하여 성분을 분석하기 위하여 식품안전처 종합상담센터에 문의한 바 탄 연기에 대한 실험 방법과 연구자료도 없으며, 국제적으로도 기준이 정해지지 않았아, 우리나라에서도 기준 규격을 관리하고 있지 않다고 하였다.(질병관리본부 국립보건연구원 문의 감염병 관련 기관으로 식약청으로 문의하라고 함)

향후 탄 연기에 의한 성분을 분석하여 성분, 발생량, 독성여부, 1일 노출 허용기준 등에 대하여 기준을 정해 놓았으며 국민건강 증진에 좋겠다.

감사의 글

실험에 참여하고 도와준 종로소방서 지휘1팀 직원에게 감사 드리며, 부족하나만 많은 조언을 해주신 직원여러분에게 감사하다. 본 실험이 정확하고 잘했다고 말하지는 못하겠지만 화재조사 업무의 기초로 보아주고 질책보다는 격려를 해주면 많은 힘이 될 것이다. 보다 많은 실력이 있는 직장동료 여러분의 다양한 실험들을 통한 노하우를 타부서 동료들에게도 전해 주면 더불어 소방지식이 발전하여 업무에 기여하게 되어 좋은 결과를 맺어질것으로 본다. 본건을 읽는 이들이 항상 건강하고 행복한 삶을 살았으면 하는 나의 바람이다.

참고문헌

1. 소방청 국가화재정보시스템 2015~2017년 화재통계
2. 보도자료 [MBC 뉴스(2018.01.01. 06:18)]
3. Jing Li, et al, Spatial Distribution and Seasonal Variation of Organophosphate Esters in Air above the Bohai and Yellow Seas, China, Environmental Science & Technology 2018 52 (1), 89-97, DOI: 10.1021/acs.est.7b03807, 출처 : 이웃집과학자(<http://www.astronomer.rocks>)
4. 종로구 동승동 송탄 최네집 일반음식점 화재발생보고서(2016.03.31. 09:23)
5. 종로구 창신동 다세대주택 화재발생보고서(2016.04.06. 15:37)
6. 종로구 종로3가 한양타운 근생건물 화재발생보고서(2017.07.04. 20:12)
7. 종로구 승인동 황학동 그집 식당 일반음식점 화재발생보고서(2017.09.07. 03:27)
8. 종로소방서 화재현장 출동 비디오 영상 시사점 사진으로 캡처