

산재예방 연구브리프

OSH Research Brief

2020년 제14호

발행일 2020년 9월 29일
발행인 고재철
주 소 44429 울산광역시 중구 종가로 400
산업안전보건연구원
자료문의 연구기획부 052-703-0813
발간번호 2020-산업안전보건연구원-566

제14호

학교 급식조리 중 발생하는 유해물질과 호흡기 건강영향

2002년부터 학교 급식이 전면적으로 이루어지면서 급식조리종사자의 안전문제에 대한 관심도 높아지고 있다. 산업안전보건연구원은 2017년과 2018년, 인천 경기지역을 대상으로 ‘직업성 급성중독관리체계 시범운영’ 사업을 실시하였는데, 조사결과 학교 급식실에서 발생한 일산화탄소 중독사고가 점차 늘어나 2017년에 2건, 2018년에는 10건이 발생한 것으로 나타났다.

본 연구는 급식조리종사자의 산재예방을 위한 기초자료 확보를 위해 울산 지역 내 초·중·고등학교 중 일부를 조사대상 학교로 선정하여 조리과정에서 발생하는 공기 중 발생 물질을 측정·분석하고, 환기구조 및 관리상의 문제를 분석했다. 연구결과 기름을 사용한 조리시 일산화탄소와 이산화탄소의 복합 고농도 노출가능성을 확인할 수 있었다. 특히 조리사 및 조리실 관리자의 환기에 대한 이해가 중요하며, 적절한 환기체계가 작동하지 않으면 중독사고로 이어질 가능성이 높아서 주의가 필요함을 제언하였다.

보고서 제목 조리시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강영향(2019)

연구책임자 산업안전보건연구원 이유헌 연구위원

I. 서론

우리나라는 2002년부터 초중고 등 모든 학교에서 급식을 실시하고 있다. 교육부에서 발표한 「2019학년도 학교급식 실시현황」 자료에 따르면, 우리나라 초중고 및 특수학교는 총 11,835개교로 학생 수는 약 548만 명이며 전체 학생들에게 급식을 실시하고 있다. 급식과 조리 업무를 수행하는 인력은 대부분 여성으로 영양교사, 영양사, 조리사, 조리원 등 총 71,268명이다.

학교 급식이 전면적으로 이루어지면서 학교 급식조리종사자의 안전문제에 대해서도 관심이 높아지고 있다. 산업안전보건연구원은 2017년과 2018년, 인천 경기지역을 대상으로 ‘직업성 급성중독관리체계 시범운영’ 사업을 실시하였는데, 조사결과 학교 급식실에서 발생한 일산화탄소 중독사고가 점차 늘어나 2017년에 2건, 2018년에는 10건이 발생한 것으로 나타났다. 일산화탄소 중독은 조리실의 공기 질 환경 관리가 제대로 이뤄지지 않았기 때문인 것으로 추측된다. 그런데 학교 급식 시설에서의 공기 질 환경 평가나 조리환경이 노동자에게 끼치는 건강영향에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구는 산업안전보건연구원에서 실시한 급성

중독 관리체계 시범운영 사업을 확장하여, 학교 급식종사자의 건강유해성 정도를 다각도로 살펴보고자 하였다. 이를 통해 학교 조리종사자의 건강과 안전을 위한 방안에 대해 제언하고자 한다.

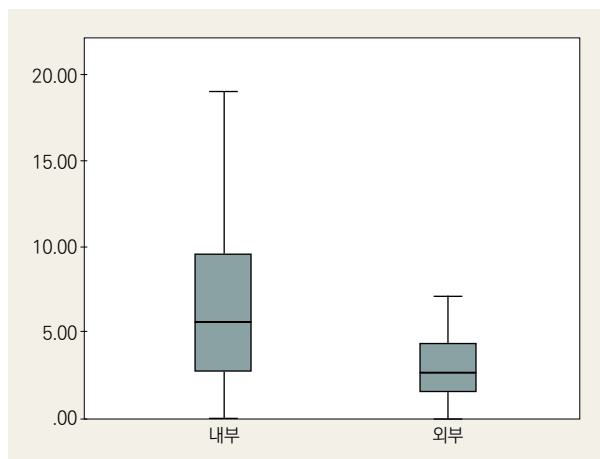
II. 연구내용

연구대상은 울산지역 24개 학교의 단체급식 시설로, 조리시에 공기중에 발생하는 물질의 유해성을 평가하였다. 또한 학교 급식 조리실 중 10개소를 대상으로 환기실태를 파악하였고, 그 중 6개소에서 후드 제어유속 측정 등 환기평가를 실시하였다. 조리사의 건강영향 평가를 위해 조리사 37명과 대조군인 일반 사무직 25명을 대상으로 혈액면역지표를 검사하였다.

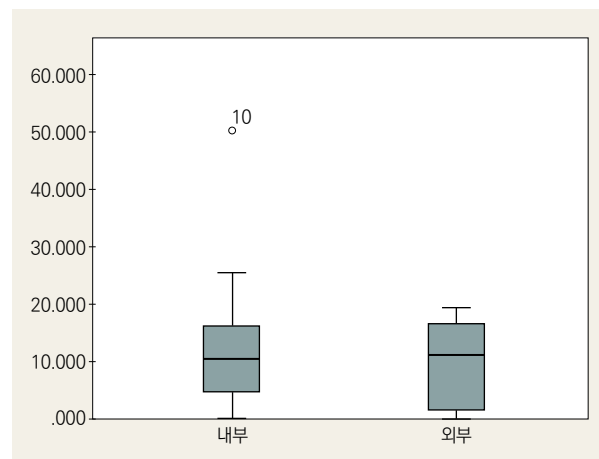
1. 조리 시 공기 중 발생물질 평가 결과

연구결과, 학생들이 즐겨 먹는 튀김이나 전(계란말이, 스크램블, 삼겹살) 등의 기름을 사용하는 식재료 조리과정에서 일산화탄소와 이산화탄소 발생량이 복합적으로 상승하는 양상을 보였다. 일산화탄소는 최대 295ppm가 검출되었으며, 이산화

[그림 1] 급식조리환경과 외부와 포름알데히드 발생량의 차이 (ug/m3)



[그림 2] 조리실 내부와 외부와의 벤젠 발생량의 차이 (ug/m3)



탄소는 8888ppm이상 검출되어 기계측정한계치를 초과하였다. 일산화탄소는 혈액 내 산소를 운반하는 헤모글로빈과 결합해서 산소공급을 저해하는 화학적 질식제이며, 이산화탄소는 같은 공간 내 산소를 밀어냄으로써 공기 중 산소량을 떨어 뜨려 질식을 유발할 수 있는 단순 질식제로 알려져 있다. 이 두 물질의 동시 발생은 체내 저산소증을 가속화시킬 수 있다.

조리과정 중 포름알데히드는 지속적으로 발생하는 것으로 나타났으며, 조리환경이나 조리재료에 상관없이 발생하는 것으로 나타났다[그림 1]. 그러나 발생량은 사무실 오염물질 관리수준($120\mu\text{g}/\text{m}^3$)에는 미치지 못한 낮은 수준으로 검출되었다. 벤젠 및 휘발성 유기화합물은 외부 공기와 비교 시 비슷한 수준으로 검출되었고[그림 2], 일부 조리실에서 사무실 공기질 수준을 초과하였다. 다환방향족 탄화수소(PAHs) 16종에 대한 분석결과 발암성 가능물질(IARC 분류 기준 2B) 검출률은 10% 미만으로 전반적인 노출수준은 낮은 것으로 나타났다.

2. 환기실태 분석 결과

조리실은 식단에 따라 다양한 음식을 조리하기 위해 솥, 그릴, 밥솥, 오븐 등의 설비를 사용하고 있으며, 열원을 사용하는 조리의 특성상 모든 설비에

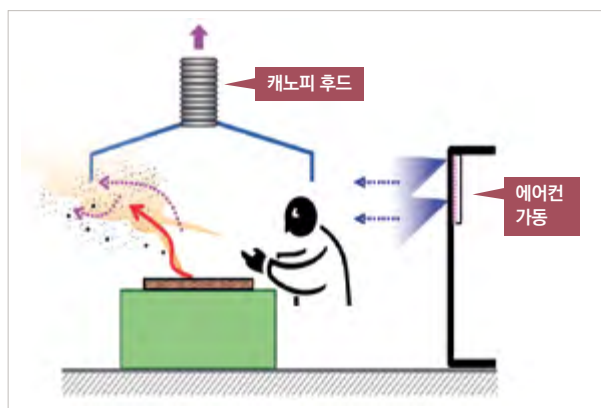
상방형 외부식 국소배기장치(캐노피 후드)가 설치되어 있다. 점심식사를 기준으로 조리시간은 오전 중 대부분 2시간 내외의 단시간 동안 집중적으로 작업이 이루어져 많은 양의 음식을 빠른 속도로 조리하게 된다. 따라서 순간적으로 다량의 연기가 발생하는 특성을 가지고 있다.

급식실 내 조리 작업 시 환기실태 분석결과, 열원을 포함한 오염물질을 제어하기 위해 상승기류에 유용한 캐노피 후드를 국소배기에 사용하고 있었으며, 창문이나 출입문을 통한 자연환기와 벽면 환풍기를 통해 전체환기가 이루어지고 있었다. 조리과정에서 종사자들이 고온에 노출됨으로써 선풍기나 에어컨을 이용하는 경우가 많고, 창문 개방으로 외기가 유입되어 캐노피 후드에 방해기류로 작용함으로써 배기효율이 낮게 평가되는 곳이 많았다[그림 3].

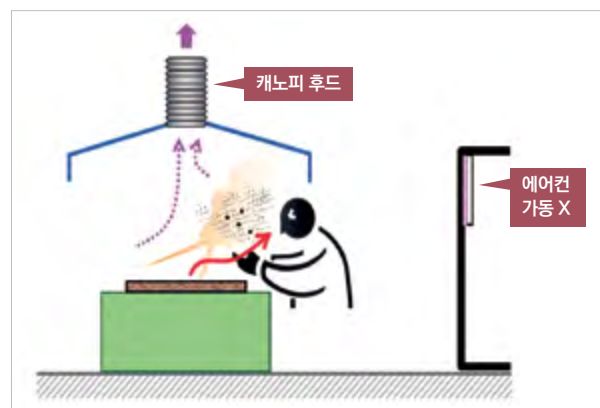
또한 캐노피 후드의 개구면과 작업면 사이의 이격 거리가 큰 점도 배기효율 저하에 영향을 미치고 있었으며, 후드의 송풍량이 부족한 경우 오염물질이 작업자의 호흡영역을 통과한 후 배기되는 문제도 있었다[그림 4].

실제 환기상태가 좋지 않다고 평가한 조사 응답자들은 급식조리실 위치가 지상이 아닌 지하나 반지하 등 공간인 경우에 환기상태가 나쁘다고 응답하였다.

[그림 3] 에어컨에 의한 캐노피 후드의 방해기류 발생



[그림 4] 후드 송풍량 부족 시 기류 흐름



또한 환기상태를 나쁘게 평가한 이유로 창문이 없거나 창문의 위치가 불량하며, 문을 개방했을 때 외부가 운동장이거나 주차장이어서 오히려 외부 환경이 오염원이 되는 경우가 있다고 응답하였다. 그리고 배기 후드장치의 효능에 대한 문제 등을 꼽았다.

3. 조리종사자의 건강 영향 비교 분석 결과

조사에 응답한 조리직군의 평균연령은 52.4세로, 조리현장에 머무는 시간은 평균 6.8시간으로 조사되었다. 조리직군의 건강질환 호소 건수는 안구건조증이 가장 높았고, 알레르기성 비염, 아토피성 피부염순으로 나타났다. 이에 대한 보다 자세한 연구를 위해 사무직군과 조리직군의 면역수준을 비교 평가하였다. 사무직군은 조리직군에 비해 B 림프구, T 림프구(보조 T림프구, 세포파괴 T 림프구) 및 NKT 세포 등이 낮은 경향을 보여 면역력이 떨어진 경향을 확인했다. 혈액학적 검사결과 혈청 수준의 항체 항목 중 통계적으로 유의하게 높은 항목은 없었으나, 조리직군에서 IgG1, IgG4, IgE 수치가 높은 경향을 나타냈다. 또한 T림프구 배양액에서 사이토카인 중 Interleukin-4, GM-CSF (Granulocyte-macrophage colony-stimulating factor), TGF- β 1의 발현수준이 조리직군에서 유의하게 높아 염증반응 및 알레르기 반응수준이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 요약하면, 조리직군은 사무직군에 비해 면역력이 떨어지고, 염증반응, 알레르기 반응수준이 상대적으로 높은 경향을 보여 조리환경이 건강영향의 요인으로 작용할 수 있음을 확인하였다. 하지만 연구설계상 조리환경 외 주거환경, 유전적

변이 등의 기타 요인에 대한 제어를 하지 못한 점에서 한계가 있다.

III. 결론 및 제언

연구결과 기름을 사용한 조리시 일산화탄소와 이산화탄소의 복합 고농도 노출가능성을 확인할 수 있었다. 즉, 적절한 환기체계가 작동하지 않으면 중독사고로 이어질 가능성이 높아서 주의가 필요하다. 급성중독을 유발할 가능성을 낮추는 방법, 조리환경 발생물질을 감소시키는 방법은 결국 환기에 있다.

특히 조리사 및 조리실 관리자의 환기에 대한 이해가 중요하다. 급식실의 조리 중 환기실태를 분석한 결과 조리과정에서 사용되는 선풍기나 에어컨에서 발생하는 공기 혹은 환기를 위해 개방한 창으로 유입된 공기가 조리 내부에 설치된 국소배기환기장치의 배기를 방해하는 요소로 작용하는 경우도 있었다. 조리 시 관리자가 국소배기장치의 배기 성능이 떨어지지 않게 선풍기나 에어컨의 공기 방향을 조절하고, 조리 중간 중간에 국소배기장치의 측면 창 개방이 아닌 다른 곳의 입구 개방을 통한 전체 환기를 시도하고 튀김 및 전 등의 조리가 많은 경우 조리직 간 직무교대를 통해 중독가능성을 최소화 할 수 있다.

또한 조리실 창문이나 출입문 근처 운동장이나 주차장 등이 위치해있는 경우 주변에서 발생하는 오염물질이 조리실 내부로 유입될 수 있기 때문에 창문, 출입문 등을 닫은 상태에서도 급배기가 원활히 이루어질 수 있는 구조의 환기 시설이 필요하다.