

가스를 燃料로 使用한 廚房에서의 汚染物質 發生 特性에 관한 研究

A Study on the Occurrence Character of Contaminant in the Kitchen that Use Gas Fuel.

박 명 길* · 함 진 식**
Park, Myung-Kil Ham, Jin-Sik

<Abstract>

This paper is contents that measure the ventilation rates and temperature by driving condition of exhaust fan, vapor, contaminant occurrence amount of carbon dioxide etc. in kitchen of apartment house. The ventilation rates in the apartment kitchen measured by Tracer Gas Method. And, temperature of when cook by gas table hood lower part 10cm and floor upside 10cm of kitchen central part, 120cm, 210cm heights measure.

As ventilation rates measurement result, ventilation number of times was 0.7(number of times/hour) when did not to operate exhaust fan, but we were measured by 2.3(number of times/hour) when drove strongly.

As temperature measurement result at cooking by gas table, temperature showed highest in hood lower part 10cm of case that do not operate exhaust fan. Temperature at kitchen central was most low in 10cm height in the floor, and 210cm were measured highest.

Concentration of carbon dioxide is very high by 4,350ppm after measurement time 10 minutes in state who do not operate exhaust fan at cooking by gas table.

I. 서 론

1. 연구목적 및 방법

공동주택의 주방 등에서 취사용으로 사용하는 가스는 보통 그을음이 나지 않기 때문에 오염물질이 발생하지 않는 청정한 연료인 것으로 인식되고 있으나, 연소시 다량의 폐열 발생으로 실내온도를 상승시키고, 수증기와 이산화탄소가 발생하여 실내공기를 오염시키고 있다^{4),5)}.

주방에서 발생하는 이러한 오염물질을 제거하기 위하여 랜지후드에 배기팬을 부착하여

오염물질의 국소 배출을 도모하고 있으나, 배기팬의 풍량 부족이나 강한 외부풍에 의한 이상 압력과 불명확한 급기 경로로 인하여 원활하게 오염물질을 배출시키는 기능을 제대로 다하지 못하고 있는 실정이다³⁾.

따라서, 랜지후드에 부착된 배기팬 작동으로 인한 주방에서의 환기량을 Tracer Gas Method의 가스농도 감쇠법에 의하여 측정하여 환기 성능을 평가하고자 하였다.

또한, 주방에서 가스태이블로 조리할 경우에 발생하는 주된 오염물질인 열·CO₂·수증기의 발생량을 랜지후드에 부착된 배기팬을 작동시키지 않은 상태와 배기팬을 강운전 또는 약운전하였을 경우를 측정·비교하여 그 성능을

* 정희원, 대구대학교 건축공학과 대학원 박사과정

** 정희원, 대구대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사

과악하고자 하였다.

II. 실험계획

1. 측정개요

공동주택 주방에서 랜지후드에 부착된 배기팬을 작동시키지 않을 경우와 강운전, 약운전으로 작동시킬 경우의 환기량과 가스스테이블에 의한 음식물 조리시에 발생하는 오염 물질량을 측정하기 위하여 그림 1과 같은 100m² 규모로 건설된 입주 직전의 신축된 공동주택을 선정하였다.

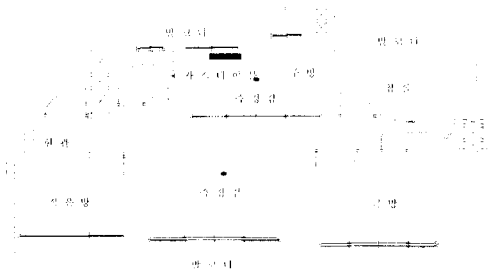


그림 1. 측정 평면 및 측정점의 위치

이 그림에서 알 수 있듯이 주방의 배기팬을 가동시키면, 급기 경로는 베란다의 창문→거실→주방과 현관→거실→주방을 경유해서 랜지후드로 빠져 나갈 것으로 예상된다.

표 1. 측정 장비

측정기	모델명
가스분석기	Shimatsu CGT 7000 적외선방식
풍속계	Kanomax Multichannel Anemomaster 1560 (무지향성센서)
Computer	Trigem 286 Computer
Printer	EPSON LQ1550H Dot Printer
가스스테이블	TGR-29RP(LP가스)가스소비량 6.98kw
배기팬	SBH-100, 60Hz, 220V, 55W 세풍정밀
습도계	Testo 451 디지털 습도계
기록계	Model3701 LR100 4채널, T타입 열전대

Tracer Gas Method의 가스농도 감쇠법은 환기량을 측정하고자 하는 대상공간에 CO₂가스를 일정량 방출하고, 공간 내부 전체에 가스

농도가 균일하게 확산되도록 팬 등으로 혼합하여 공간내의 가스농도가 균일하게 되도록 잘 섞은 후, 가스농도의 경시변화를 측정하여 환기량을 추정하는 방법이다^{1), 2), 3)}.

표 1에 환기량·온도·습도·CO₂의 측정 장비를 나타내었다.

2. 측정방법

랜지후드에 부착된 배기팬의 가동으로 인한 주방에서의 환기량을 실측하기 위하여 주방 내부에 CO₂ 농도가 약 4,000ppm 이 되도록 가스봄베로부터 가스를 방출시켜, 선풍기로 실내 전체에 가스 농도가 균등하게 확산 되도록 잘 섞는다.

그 뒤, 선풍기의 회전을 정지시킨 후, 랜지후드의 배기팬을 강·약운전으로 작동시키거나 정지상태에서 환기량을 각각 측정하였다.

적외선식 가스분석기에 의해 분석된 CO₂ 농도의 데이터는 RS 232C의 인터페이스를 통해 기록용 컴퓨터에 연결하여 10초마다 프린트로 출력되도록 하였다.

환기량 측정을 위한 CO₂농도의 측정 위치는 주방의 중앙에서 바닥위 10cm, 120cm, 210cm의 세 곳에 각각 직경 6mm의 비닐 튜브로 적외선식 가스분석기에 연결하여 적외선식 가스 농도 분석기에는 실의 평균 농도가 유입되도록 하였다.

한편, 가스스테이블에 의한 조리시에 발생하는 온·습도 및 CO₂농도를 측정하기 위하여 2구 가스스테이블(TGR-29RP : 사용연료 LP 가스)을 사용하였다.

실제 조리 상태를 연출하기 위하여 가스스테이블의 작은 버너 위에는 직경 20cm의 냄비, 큰 버너 위에는 직경 25cm의 냄비를 각각 올려놓고, 냄비 속에 물을 약 80%정도를 채운 뒤, 최대의 화력으로 물을 끓이면서, 냄비속의 물이 약 40%정도로 줄어들 때까지 온·습도와 CO₂의 농도를 연속적으로 측정하였다.

온도의 측정 위치로는 그림 1에 나타낸

것과 같이 주방의 중앙 부분에서 바닥 위 10cm, 120cm, 210cm 높이와 랜지후드의 하부 10cm 위치에서 각각 측정하였으며, 습도와 CO₂농도의 측정은 주방 중앙 바닥 위 120cm 높이에서 각각 측정하였다.

CO₂농도의 측정은 적외선식 가스 분석기를, 후드적하 등에서의 온도측정은 T타입 열전대를 이용하여 4채널 펜 레코더로 측정 기록 하였으며, 습도는 디지털 습도계를 이용하여 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 배기팬 운전조건에 따른 환기량

그림 2에 환기량을 측정하고자 하는 주방의 CO₂ 초기농도가 약 4,000ppm 정도 되도록 봄베로부터 CO₂를 넣은 다음, 가스방출을 멈추고, 랜지후드의 배기팬을 가동하지 않았을 경우와 배기팬을 약·강운전 하였을 경우의 CO₂농도 감쇠치를 나타내었다.

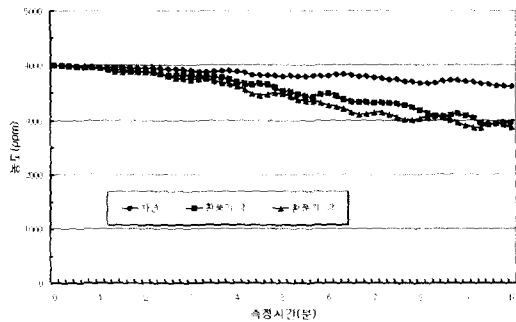


그림 2. 배기팬 가동에 따른 가스 농도 변화

이 농도 그래프에 의하면, 배기팬을 가동시키지 않은 경우에 비하여 배기팬이 강운전 되었을 때, 농도 감쇠 현상이 크다는 것을 알 수 있다.

그림 3에 환기량 측정시의 베란다 앞에서 무지향성 센서로 측정한 풍속을 나타내었는데, 랜지후드를 작동시키지 않았을 경우에는 측정시간 7분 전후에 4.4m/s 정도의 풍속을

나타내었으나, 대체로 2m/s 이하의 풍속인 것으로 측정되었다.

한편, 그림 2에서 측정된 이들 CO₂농도 그래프는 주방의 환기량을 측정하기 위하여 초기농도를 4,000ppm으로 설정하고자 하였으나, 정확하게 4,000ppm으로 맞추기에는 어려운 점이 있어 다소간의 차이를 보이고 있다.

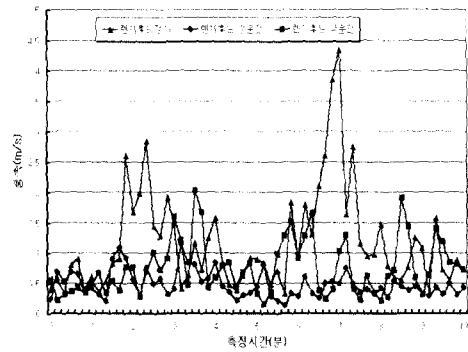


그림 3. 환기량 측정 중 베란다 앞에서의 풍속

따라서, 이들 CO₂농도로부터 환기량을 추정하기 위하여, 각각의 측정 조건에서 설정한 초기농도를 1로 하여 표준화하여 그 비율기로 환기량을 비교하고자 하였다.

그림 4에 종축에 초기농도를 각각 1로 표준화하여 나타내었는데, 10분간 측정된 가스 농도를 최소자승법으로 근사시켜 환기량을 산출하였는데^{1), 2), 3)}, 기울기가 큰 것이 환기량이 많음을 의미한다.

주방의 랜지후드에 부착된 배기팬을 가동하지 않을 때의 자연 환기회수는 0.7회/h이던 것이 환풍기를 약운전하면 1.9회/h로 나타났으며, 강운전을 하여도 2.37회/h 정도로 측정되어 배기팬의 환기능력은 그다지 크지 않은 것으로 나타났다.

따라서, 취사 등으로 인하여 주방 내부에 오염물질이 발생했을 경우에는, 현재 설치된 배기팬으로는 충분한 환기가 불가능 할 것으로 사료된다.

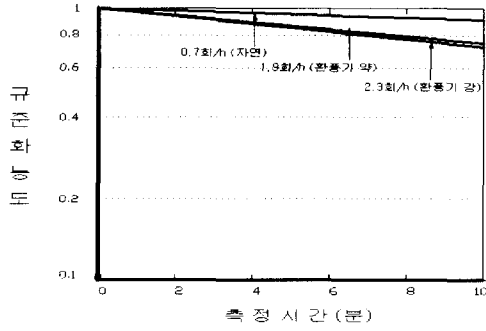


그림 4. 배기팬 운전 조건별 환기회수

2. 배기팬 운전조건에 따른 온도

가스태이블로 실제 조리시의 환경과 같은 조건을 만들기 위하여 작은 버너 위에는 직경 20cm의 냄비, 큰 버너 위에는 직경 25cm의 냄비를 각각 올려놓았다.

냄비 속에 물을 약 80%정도로 채운 뒤, 최대의 화력으로 점화와 동시에 각각의 측정점에 설치된 T 타입 열전대로 4채널 팬 레코더에 연결하여 온도의 변화치를 연속적으로 10분간씩 기록하였다.

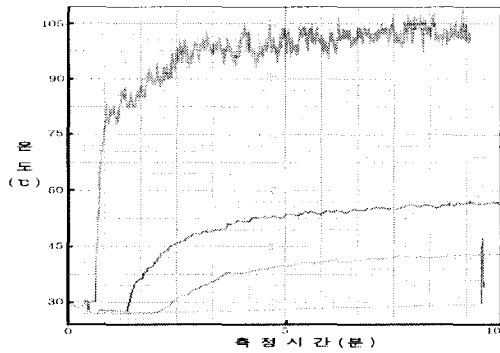


그림 5. 배기팬을 가동시키지 않은 경우의 온도 변화

그림 5와 표 2에 배기팬을 가동시키지 않은 상태에서의 온도 변화치를 나타내었는데, 후드 직하에서의 온도가 가장 높고, 주방 중앙의 바닥 위 10cm 높이에서의 온도가 가장 낮게 나타났다.

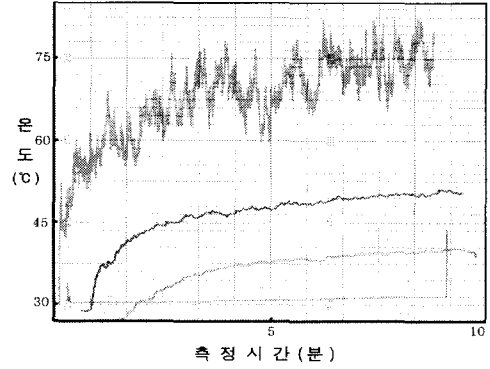


그림 6. 배기팬을 강운전 했을 경우의 온도 변화

후드 직하에서는 가스태이블에 불을 켜기 전에는 28°C이던 것이 양쪽 화구에 뚜껑을 닫은 냄비를 얹은 상태에서 불을 켜자마자 온도가 상승하기 시작하여 약 2분 정도에 90°C에 달하고, 시간이 경과 될수록 점차 온도가 높아져 측정시간 5분을 경과하면서 101°C전후의 높은 온도로 상승함을 알 수 있다.

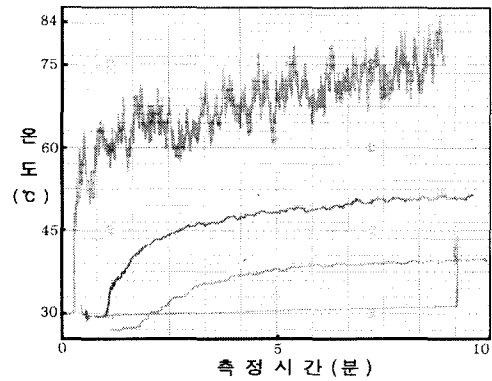


그림 7. 배기팬을 약운전 했을 경우의 온도 변화

한편, 주방의 중앙 부분의 바닥 위 10cm 높이에서는 가스태이블을 점화하기 전에는 27°C이던 것이 점화 후에는 서서히 온도가 증가하여 10분 후에는 약 30°C에 이르는 것으로 나타났다. 그러나, 120cm 높이에서는 10분 후의 온도가 43°C, 210cm 높이에서는 57°C로 측정되어 같은 위치에서도 높이에

따라 온도가 달라져, 바닥에서 천장으로 갈수록 실내 온도가 높아지는 것으로 나타났다.

표 2. 배기팬 운전 조건별 측정 온도

운전조건	측정위치	온도 (°C)		
		0분	5분	10분
랜지후드 정지	후드직하	28	101	112
	10cm	27	29	30
	120cm	27	40	44
	210cm	26	44	57
랜지후드 강운전	후드직하	30	65	75
	10cm	30	31	51
	120cm	27	39	41
	210cm	28	48	32
랜지후드 약운전	후드직하	30	68	80
	10cm	30	31	51
	120cm	27	38	40
	210cm	30	48	32

그림 6에 배기팬을 강운전한 경우, 그림 7에 배기팬을 약운전 한 경우의 각 측정점별 온도 변화를 나타내었는데, 어느 측정 조건의 경우에 있어서도 후드 하부 10cm에서의 온도가 높게 나타났다.

또한, 배기팬 운전 조건에 따른 주방 중앙에서의 온도는 측정 높이가 낮을수록 온도가 낮게 나타났으며, 측정 높이가 높을수록 온도 상승폭이 크고, 측정시간이 길수록 온도가 상승하는 것으로 측정되었다.

3. 배기팬 운전조건에 따른 습도

그림 8에 가스태이블에 의해 조리할 경우의 배기팬 운전조건에 따른 주방 중앙에서의 습도 변화량을 나타내었다.

배기팬을 가동시키지 않은 상태에서의 습도는 측정 개시시에 46.3%이던 것이 측정 5분후에 51.2%, 측정 10분 후에 51.5%로 상승하여 개시시에 비하여 약 5%정도 상승하는 것으로 나타났다.

그러나, 배기팬을 강운전할 경우에는 초기에 46.6%이던 것이 5분후에 47.2%, 10분 후에 47.3%로 상승하여 약 0.7%정도 상승하는데 그쳐 배기팬의 가동이 실내 습도 상승을 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

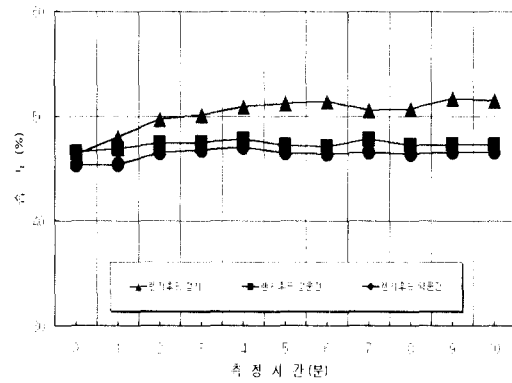


그림 8. 배기팬의 운전조건에 따른 습도의 변화량

4. 배기팬 운전조건에 따른 CO₂ 농도

그림 9에 배기팬 운전조건에 따른 실내 CO₂농도의 증가량을 나타내었는데, 배기팬을 가동시키지 않은 상태에서의 CO₂농도가 가장 높았으며, 배기팬을 강운전 하였을 때 CO₂농도가 가장 낮게 측정 되었다.

배기팬을 가동시키지 않은 상태에서의 측정 개시시의 시작 농도는 510ppm 이었으나, 1분 후에는 770ppm, 5분 후에는 2,560ppm, 10분 후에는 4,350ppm으로 측정되어, 배기팬을 가동시키지 않을 경우 10분 정도에 꽤 높은 농도에 이르는 것으로 나타났다.

그러나, 배기팬을 강운전으로 가동시켰을 경우에는 측정시간 1분 후에 630ppm으로 측정되어 배기팬을 가동하지 않았을 경우의 770ppm에 비하여 약 82%정도의 수준으로 떨어지는 것으로 나타났다.

또한, 측정시간 5분 후에는 배기팬을 가동시키지 않을 경우에 비하여 강운전시는 약 69%, 10분 후에는 63%정도로 측정되어, 배기팬의 가동으로 인하여 CO₂농도의 증가량이 저하함을 알 수 있다.

그러나, 랜지후드의 배기팬을 강운전으로 가동시켰다 하더라도 측정 초기에 520ppm이던 CO₂농도가 10분 후에는 2,720ppm으로 증가하여 배기팬의 배기성능이 부족한 것으로 판단되어 배기팬의 풍량 증가 등 보다

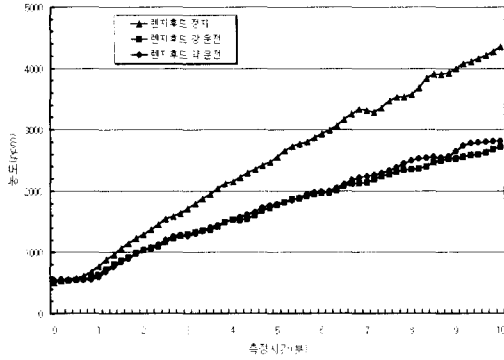


그림 9. 배기팬의 운전조건에 따른 CO₂농도의 변화량

효율적인 주방 환기 대책이 필요한 것으로 사료된다.

IV. 결 론

가스를 조리의 연료로 사용하는 공동주택 주방에서 배기팬의 운전 조건에 따른 환기량과 온도, 습도, CO₂농도 등의 오염물질 발생량을 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

① 배기팬을 가동시키지 않은 상태에서의 자연 환기회수는 0.7(회/시)였으나, 배기팬을 약운전하였을 경우에는 1.9(회/시), 강운전 2.3(회/시)로 나타나 배기성능이 그다지 우수하지 못한 것으로 측정되었다.

② 배기팬을 가동시키지 않은 상태에서의 후드 하부에서의 온도가 100℃ 전후로 가장 높았으며, 바닥위 10cm 높이가 가장 낮게 나타났다. 측정 시간이 길어질수록 온도가 상승하여 배기 풍량의 증가 등 적절한 환기 대책이 필요한 것으로 사료된다.

③ 배기팬을 강·약운전 하였을 경우에는 주방 내부의 습도가 약 0.7% 정도 상승하였으나, 배기팬을 가동시키지 않았을 경우에는 측정 시간 10분 동안에 약 5% 정도 상승하는 것으로 나타나 배기팬 운전이 주방 내 습기 상승 억제에는 어느 정도 그 역할을

하고 있는 것으로 사료된다.

④ 배기팬을 가동시키지 않을 경우의 CO₂농도는 측정 개시시에 510ppm이던 것이 10분 후에는 4,350ppm이나 되어 고농도에 이르는 것으로 나타났으며, 배기팬을 강운전하였을 경우에도 측정시간 10분 후의 농도가 2,720ppm으로 배기팬을 운전하지 않을 경우에 비하여 약 63% 수준으로 떨어지는 것으로 측정되어 배기팬의 용량 증가 등 적절한 환기 대책이 요망된다.

참 고 문 헌

- 1) 함진식, 1998, 급·배기 성능을 고려한 공동주택의 환기설계에 관한연구, 대한건축학회 논문집 계획계 제14권 제11호 통권 제121호.
- 2) 함진식, 1999, 초고층 공동주택에서의 환기량 실측에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 계획계 제 15권 제 3호 통권 제 125호.
- 3) 함진식, 2001, 급기용 에어커텐이 랜지후드의 환기성능에 미치는 영향에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 계획계 제 17권 6호 통권 제 152호.
- 4) 김정태, 노지용, 정유근, 공동주택 랜지후드 환기효율 현장실험, 대한 건축학회 논문집 15권 1호, 1999년 1월.
- 5) 전주영, 박진철, 이언구, 공동주택에 있어서 주방의 공기환경에 관한 측정연구, 춘계학술대회 논문집, 1994년 4월.