PA42) 고기구이시 배출계수 산정을 위한 기초연구

Basic Studies on Meat Cooking for Estimation of an Emission Factor

이미향 · 송인호 · 조석연
인하대학교 환경공학과

1. 서 론

$PM_{2.5}$는 1차 오염물질과 2차 오염물질의 성격을 모두 가지고 있다. 과거에는 휘발유 자동차에서 $PM_{2.5}$ 생성이 미미하다고 평가하였으나, 근래에 들어서 응축성 유기물로 인한 $PM_{2.5}$ 배출효과를 고려하면서 휘발유 자동차에 의한 $PM_{2.5}$ 배출을 재평가하고 있다.

Heldemann et al.(1991)은 미국 로스앤젤리스에서 햄버거 구이시 배출되는 $PM_{2.5}$ 배출량이 유기에어로졸 배출량의 25%에 달한다고 추산하였다. 또한, Fraser 등(2003)은 휴스턴 지역에서 대기중 $PM_{2.5}$에 대한 CMB 분석을 하였는데, 1차 $PM_{2.5}$ 배출원 중에서 육류구이가 차지하는 비율이 10~25%에 달하며 휘발유 자동차, 디젤 자동차, 도로재비산과 함께 $PM_{2.5}$의 4대 배출원이라고 보고하였다. 그러나 Roe et al.(2004)은 음식점에서 고기구이시 배출되는 $PM_{2.5}$양은 전체 $PM_{2.5}$ 배출량의 1%라고 발표하였다. Jaeckels et al.(2007)은 CMB 모형에서 고기구이의 marker로 사용되는 cholesterol and stigmasterol이 다른 배출원에서도 배출될 수 있다고 지적하며 이에 근거한 고기구이의 기여도가 과대평가되었을 가능성을 제기하였다.

이와 같이 육류구이에 의한 $PM_{2.5}$ 배출량에 대한 연구가 활발히 진행되고 있지만, 육류구이가 주요한 조리법으로 많이 사용되는 우리나라에서는 육류구이 배출계수에 대한 연구가 매우 미진하다. 그래서 본 연구에서는 육류종류별로 구이방법과 육류양념유무에 따른 육류의 수분변화와 육류변화 등을 조사하여 향후 상세배출계수를 산출하는 연구에 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구 방법

그림 1은 본 연구에서 사용한 후드(hood) 및 덕트(duct)를 갖춘 고기구이장치이다. 고기구이는 숯불과 가스버너를 사용할 수 있도록 하였으며, 숯불 사용시에 하부 공기 주입량은 3.33m^3/min으로 하였다. 또한 후드에는 유량 17.7m^3/min인 흡인송풍기를 부착하여 고기구이에서 발생한 배가스를 포집하도록 하였다. 그리고 덕트에는 그림과 같이 측정구를 설치하여 필요시 먼지를 포집하고, CO와 CO_2 농도를 측정할 수 있게 하였다. 대상육류는 소고기, 돼지고기와 오리고기로 하였다.

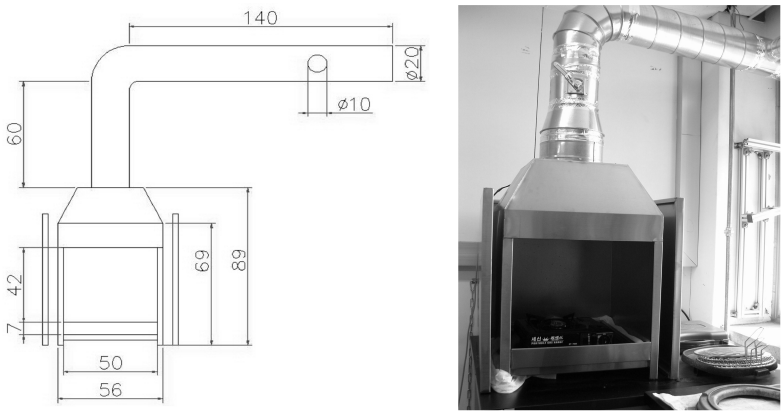

Fig. 1. Meat cooking device.

육류구이 배출계수 산정에 필요한 기초자료 제공을 목적으로 하는 본 연구에서 측정항목은 다음과 같은데, 구이시 육류종류에 따른 육류의 무게 및 조성변화를 주 측정항목으로 하였다.

- 실험조건: 대기 온도 및 압력, 실험시간
- 육류특성: 실험 전·후의 원소(C, H, O, N) 구성, 실험 전·후의 수분 분석,
  실험 전·후의 단백질, 지방, 탄수화물 구성 분석
- 시료변화: 실험 전·후의 육류 무게, 실험 전·후의 숯 무게

향후에는 배가스에서 먼지, CO, CO_2 농도를 측정하여 육류의 무게 및 조성의 변화와 $PM_{2.5}$ 배출량을 연계시킬 계획이다

3. 결과 및 고찰

그림 2와 같이, 오리고기 구이시 수분무게는 초기가열단계, 수분증발단계, 고기구이단계로 구분된다. 초기가열단계는 고기와 유리된 수분이 증발된 직후부터 고기 내 수분이 비등점까지 가열되는 단계이며, 수분증발단계는 수분이 증발하는 단계이다. 대부분의 수분이 증발하면 고기가 익는 고기구이단계가 진행된다.

고기구이시에 배출계수는 고기량의 감소와 직접적 관련이 있는데, 그림 3은 총 8개의 실험에서 수분무게에 따른 고기무게를 보여주고 있다. 즉, 오리구이의 적정 수분량에서 고기무게의 변화가 배출량의 최대치가 된다. 최초 10g의 오리고기의 적정 수분량이 0.5g이라고 하면 고기변화량은 약 1.5g이 된다. 따라서 오리고기의 최대 배출계수는 150kg/ton이 된다. 이는 소고기 보다 4배 이상 높은 수치이다.

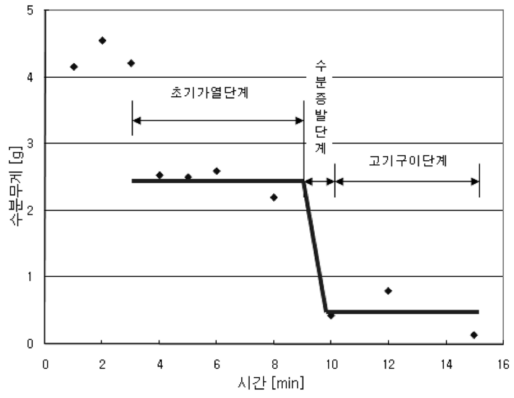

Fig. 2. Moisture variation during duck cooking.

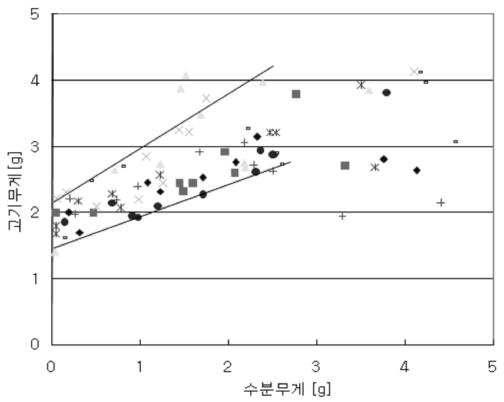

Fig. 3. Variation of Meat mass with moisture mass.

사 사

본 연구는 환경부의 「폐기물에너지화 특성화대학원사업」으로 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Fraser, M.P., Z.W. Yue, and B. Buzcu (2003) Source Apportionment of Fine Particulate Matter in Houston, TX, Using Organic Molecular Markers. Atmos. Environ., 37, 2117-2123.

Jaeckels, J.M., M.S. Bae, and J.J. Schauer (2007) Positive Matrix Factorization Analysis of Molecular Marker Measurements to Quantify the Sources of Organic Aerosols, Environ. Sci. Technol., 41, 5763-5769.