

# CT15) 음식물류 소각시 발생하는 VOCs 농도 특성분석 연구

## Analysis of VOCs produced from incineration of food Waste

이병규 · 조정범  
울산대학교 토목환경공학부

### I. 서론

최근 인구증가와 더불어 도시화, 산업화 및 생활수준의 향상으로 인해 가정 및 사업장 등에서 배출되는 음식물쓰레기의 발생량이 급속하게 증가함으로써 쓰레기처리에 따른 비용절감과 효율적인 폐기물 처리방법들이 중요시되어지고 있다. 현재 우리 나라에서 쓰레기처리법으로 가장 많이 활용되고 있는 기술은 매립이다. 그러나 매립처리는 유기물이나 유해물질의 유출 및 악취발생 등 매립장 인근에 환경을 오염시키고 있다. 또한 매립장 건설비용도 엄청나게 높을 뿐 아니라 현재에는 매립장을 건설할 후보지를 발견하기도 어려운 실정이다. 뿐만아니라 현재 운영 중에 있는 매립장도 거의 포화상태에 있어서 인구에 비하여 국토가 협소한 우리 나라에서는 점차 배출되는 쓰레기의 감량화와 자원화 그리고 소각 등으로 처리방법의 전환이 필요한 실정이다.

현재 가정 및 일반식당, 학교급식소 및 회사식당 등에서 배출되는 음식물쓰레기의 처리는 주로 매립, 감량화, 자원화 등의 방법으로 처리되고 있다. 그러나 본 연구에서는 음식물쓰레기의 처리나 취급과정에서의 악취를 줄이고 매립장 공간의 절약을 위해 대두되고 있는 소각을 통한 음식물 처리가능성을 검토하고자 한다. 특히 음식물쓰레기의 소각처리시 발생하는 배기가스 중 휘발성 유기화합물의 농도분석과 처리에 그 초점을 맞추고 있다.

먼저 가정, 학교, 회사급식소, 일반식당 등에서 많이 발생하는 다양한 음식물류를 Electric Muffle Furnace를 이용하여 소형 소각로에서와 유사한 600~800℃ 온도에서 소각한다. 이 때 발생하는 배가스 중의 휘발성 유기화합물의 농도를 고성능 GC-MS를 이용하여 분석하고, 소각잔재의 함량을 분석하는 것이다. 그 결과를 바탕으로 각 시료의 오염물에 대한 Emission Factor를 구하여 음식물쓰레기의 소각시 발생하는 VOCs 및 소각재의 배출량을 구할 것이다. 또 본 연구 결과를 바탕으로 소형 소각로를 이용하여 음식물쓰레기를 소각할 때 발생하는 배가스의 적절한 처리장치 및 처리기술을 제안하고자 한다.

### II. 연구방법

본 연구의 대상시료는 일상생활에서 다양하게 배출되는 음식물류를 밥, 김치, 찌개, 육류, 어류, 채소류, 과일류 등으로 분류하였다. 밥은 쌀과 보리로된 밥을 가지고 소각을 실시하였고, 김치는 적당히 숙성된 배추김치를 이용하였고, 찌개는 김치찌개와 된장찌개를 선택하였고, 육류와 어류는 고기와 뼈성분을 함께 소각하였고, 채소류는 배추, 양파, 오이등 일반적인 요리재료를 요리전에 발생한 부스러기나 껍데기 등을 이용하였고, 과일류는 사과, 수박, 포도등의 껍데기 및 씨를 실험에 사용하였다.

분류된 음식물 시료 각각을 30g씩 취하여 전기로 안에 넣고 상온에서 600℃까지 승온한 후 1시간을 유지시키면서, 그때 발생하는 휘발성 유기화합물 시료를 Personal air sampling pump와 Tedlar air sampling bag을 이용하여 포집하였다. 포집된 시료는 저온농축 장치를 통과시킨 후 GC-MSD를 이용하여 휘발성 유기화합물에 대한 정성 및 정량분석을 수행하였다. 소각실험이 완료된 뒤 상온으로 전기로의 온도를 낮춘 후 소각잔재를 모아서 황산데시게이터에 방치한 다음 Gravimetric 방법으로 소각재의 함량을 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

본 연구에서 확인된 휘발성 유기화합물을 화학적 구조에 따른 계열별로 분류해보면 Furan계,

Aromatic계, Aliphatic Alkene계, Aliphatic Alkane계, Chlorine계, 그리고 Oxidized Form으로 분류될 수 있다. 음식물류의 소각시 가장 많은 양으로 발생된 VOCs는 Aliphatic Alkene계로서 전체 배출농도의 54.4%였고, Aromatic계 (19.6%), Aliphatic Alkane계 (11.2%), Chlorine계 (7.0%)의 순으로 높은 평균농도를 나타내었다.(그림 1. 참조)

본 연구를 통한 제지류의 소각에서 분석장비의 분석한계 이상으로 검출이 확인된 휘발성 유기화합물은 총 30종이었다. 같은 무게(30g)의 음식물류를 동일한 조건에서 소각시 가장 높은 농도로 검출되는 화합물은 2-Butene으로 평균농도가 24,216ppb의 농도였다. 또한, benzene(21,690ppb), 2-hexene(12,835ppb), 1-Butene(8,603ppb), 1-Hexene(8,003ppb)등도 높은 평균농도로 검출되었다. 이 외에도 인체 유해성 대기오염물(Hazardous Air Pollutants : HAPs) 또는 발암성 물질인 Benzene, 1,2-dichloromethane, Butene 등도 상당한 농도로 검출되었다. 이러한 결과로 볼 때 음식물류 소각에서 발생된 휘발성 유기화합물 가스는 소각장 주변의 대기를 악화시킬 수 있다고 판단된다. 또한 본 연구에서 확인된 휘발성 유기화합물의 많은 것이 그 구조 중 이중결합을 가지고 있는 탄화수소 화합물로 대기 중의 오존 농도를 더욱 증가시킬 수 있는 오존전구체 물질로 사용될 수 있다. 그러므로, 음식류의 소각에서 발생된 휘발성 유기 화합물은 대기 중의 오존 농도 증가나 스모그 형성의 전구체로서 상당한 역할을 하게 되어 우리의 대기 환경을 저하시킬 수 있다. 또한 benzene이나 chloroform과 같은 인체 유해성 대기오염물(HAPs) 또는 발암성물질들이 많이 배출되므로 우리 인체에 악영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 밥, 김치, 찌개, 육류, 어류, 채소류, 과일류와 같이 음식물류의 성상에 따른 소각에서 확인된 휘발성 유기화합물의 계열별 농도를 그림 1에 % 비율의 그래프로 나타내었고, 소각잔재의 함량은 그림 2에 % 비율의 그래프로 나타내었다. 소각재의 양이 가장 많은 것은 육류로써 23.8% 정도였고 어류(7.4%), 밥류(2.5%)의 순으로 나타났다. 이렇게 육류중에서 높은 재 함량이 확인되는 것은 육류에 포함된 뼈성분 때문으로 판단된다.

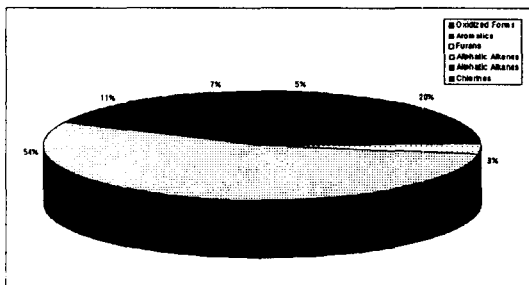


Fig. 2. Concentration of VOCs produced from incineration of food waste.

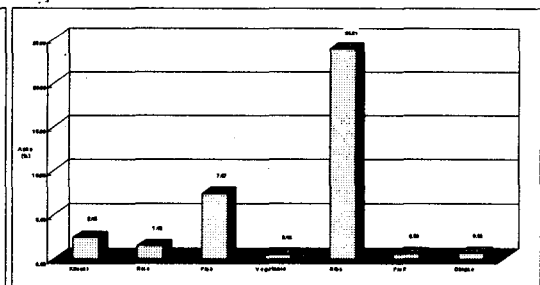


Fig. 2. Average content of ashes contents produced from incineration of food waste.

### 참고 문헌

- 환경통계연감, 1999
- 96 전국폐기물통계조사, 환경부, 1997
- 전국 폐기물 발생 및 처리현황('96), 환경부, 1997
- 이우근, 김준수, 김진범 (1998) "소각장별 비산재중의 중금속 용출특성 및 존재형태", 대한환경공학회지, Vol. 20, 421-432, 대한환경공학회
- 환경부, "소형소각시설 운영의 문제점과 관리방향", 1999, 제1회 정책세미나자료집
- 환경기술, "소형소각로의 기술동향", 1999, 77-81