

PA13) 플라스틱류 소각시 발생하는 VOCs 농도분석 연구

Analysis of VOCs produced from incineration of Plastic Waste

이병규 · 조정번

울산대학교 토목환경공학부

1. 서론

산업사회를 발전시키는데 있어서 큰 기여를 하여온 플라스틱(Plastic)은 사용의 편리성과 다양한 형태의 제품의 증가, 최근 자동차수의 급격한 증가, 그리고 석유화학공업의 발달로 폐플라스틱류의 발생빈도와 함유량이 급증하고 있다. 일반적으로 널리 사용되어 지고 있는 플라스틱의 종류는 7대 범용수지로 분류되는 LDPE, HDPE, PP, PS, PVC, ABS, PET가 전체 플라스틱 생산의 대부분을 차지하고 있다.

98년도 국내 폐플라스틱 발생량을 살펴보면 약 2,777.4천톤/년으로 국민 1인당 연간 소비량은 약 70kg에 달하는 것으로 추정되고 있다. 이와 같이 방대한 규모로 발생하는 폐플라스틱의 적절한 처리가 최근의 당면해결과제로 대두되고 있다.

폐플라스틱의 처리방법은 매립, 소각, 재활용, 유화처리등이 있다. 국내의 폐플라스틱의 처리방법은 매립 62.56%, 소각 12.19%, 재활용 25.25%의 비율로 처리되고 있어 주로 매립에 의존하고 있는 실정이다. 그러나 매립의 경우 최근에 NIMBY현상 등으로 매립지의 추가건설이 어렵고 머지않아 운영되고 있는 매립지가 포화될 것으로 예상된다. 특히, 폐플라스틱은 도시고형폐기물 부피의 18%나 될 정도로 매립지 공간을 잠식하는 주요 폐기물이어서 매립 외의 다른 방법으로서의 처리가 시급히 요구된다. 그래서 폐플라스틱의 처리와 부피감소를 위하여 소각처리 방법이 도입되고 있다. 그러나 소각처리의 경우 플라스틱 자체가 고발열량의 물질이기 때문에 소각설비의 수명을 짧게하여 경제적 부담이 가중되게 되고, 소각시 발생하는 배출가스(HCl, HCN, NOx, 다이옥신, VOCs등) 및 분진에 의한 대기환경오염이 심각한 사회 문제화되고 있다.(한국자원재생공사, 1996)

이러한 관점에서 본 연구는 폐플라스틱류의 소각처리시 발생하는 휘발성유기화합물의 배출성분 및 농도분석을 통해 소각처리에 따른 오염물 배출감소에 대한 기초연구자료를 확보하고자 하였다.

2. 연구방법

본 연구의 대상시료는 환경부의 플라스틱 분류에 따른 7가지(PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, OTHER)종류의 플라스틱류를 대상으로 각각 2~4개의 제품을 혼합하여 사용하였다. PETE(1)는 생수병, 사진필름을 혼합하였고, HDPE로는 우유병, 비닐장갑을 혼합하였고, PVC로는 파이프, 고무호스를 혼합하였고, LDPE로는 형광등 보호비닐, 크린랩을 혼합하였고, PP로는 병마개, 청소도구, 바구니를 혼합하였고, PS로는 스티로폼, 컵라면용기, 과자포장지를 혼합하였고, OTHER로는 케첩&겨자병, 기타 확인이 안된 플라스틱류를 혼합하여 실험에 사용하였다.

분류된 플라스틱류 시료를 일정한 크기로 가위로 잘라서 각각 10g씩 취하여 전기로 안에 넣고 상온에서 600℃까지 승온한 후 1시간 동안 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.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 확인된 휘발성 유기화합물을 화학적 구조에 따른 계열별로 분류해보면 Oxidized Compounds, Aliphatic Alkenes, Aliphatic Alkanes, Chlorine Compounds, 그리고 Aromatics으로 분류될 수 있다. 전체 플라스틱류의 소각시 가장 많은 양으로 발생된 VOCs는 Aliphatic Alkenes로서 전체

배출농도의 57.4%였고, Aromatics (33.6%), Aliphatic Alkanes (5.6%), Oxidized Compounds (3.0%)의 순으로 높은 평균농도를 나타내었다.(그림 1. 참조) 그러나 PS나 PVC는 Aliphatic Alkenes보다는 Aromatic 계열이 가장 높은 농도로 검출되었다.

본 연구를 통한 플라스틱류의 소각에서 분석장비의 분석한계 이상으로 검출이 확인된 휘발성 유기화합물은 총 31종이었다. 같은 무게(10g)의 플라스틱류를 동일한 조건에서 소각시 가장 높은 농도로 검출되는 화합물은 benzene으로 평균농도가 10,264 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도였다. 또한, 1-Hexene(6,827 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 1-pentene(3,070 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 2-Butene(2,556 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)등도 높은 평균농도로 검출되었다. 특히 발암성 물질인 Benzene이 상당한 농도로 검출되는 결과로 볼 때, 플라스틱류 소각에서 발생된 휘발성 유기화합물 가스는 소각장 주변의 거주자나 작업자들에게 상당한 위해성을 가질 수 있다. 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, 플라스틱류의 소각에서 발생된 휘발성 유기 화합물은 대기 중의 오존 농도 증가나 스모그 형성의 전구체로서 상당한 역할을 하게 되어 우리의 대기 환경을 저하시킬 수 있다.

플라스틱류의 성상에 따른 소각에서 확인된 소각잔재의 함량은 그림 2에 % 비율의 그래프로 나타내었다. 소각재의 양이 가장 많은 것은 PVC로써 7.49% 정도였는데, 이는 시료의 두께가 두껍고 PVC에 함유된 Chlorine 때문으로 판단된다. 그러나 나머지 폐플라스틱류의 소각잔재 함량은 1%이하였다. 이는 소각에 의한 플라스틱처리는 고발열량을 낼 수 있고 소각재의 함량을 아주 줄일수 있다는 장점도 있는 것을 암시하고 있다.

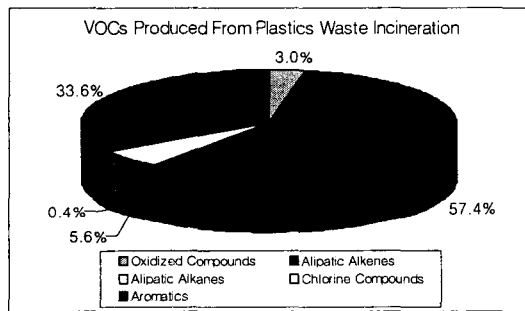


Fig. 1. VOCs Produced from Incineration of Plastics Waste.

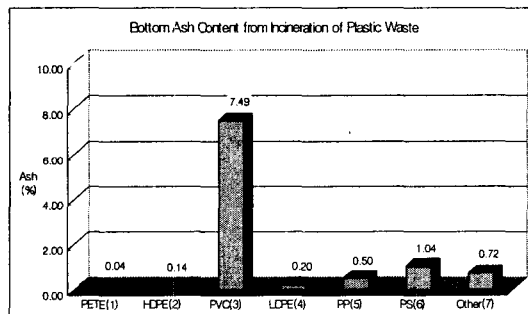


Fig. 2. Bottom Ash Content from Incineration of Plastic Waste.

참고 문헌

- 한국자원재생공사 (1996.4) 「혼합 폐플라스틱 발생실태 및 재활용기술현황에 관한 조사연구
- 환경부 (1997) 전국 폐기물 발생 및 처리현황('96)
- Wilson D.G (1997), Handbook of soil waste management, Van nostrand Reinhold Co.
- 배성근, 박준하 (1996), 「도시 쓰레기의 가연분 분석에 관한 연구」 한국폐기물학회지.