

권영진 · 남성현 · 김만구  
 강원대학교 자연과학대학 환경학과

## I. 서 론

고도의 경제성장 및 사회발전으로 인한 국민생활 수준의 향상과 도시 집중화 현상으로 폐기물 발생량이 크게 증가하였다. 1960년대 중반부터 국내 석유화학공업의 발달로 플라스틱 이용기술이 개발되면서 보관의 편리성, 열적 안정성, 품질보존 및 위생성이 좋은 이유로 용기류, 포장재 등에 신기술이 이용되어 기존물질과 대체되면서 사용량이 급증하여 폐기물 성상의 다양화를 초래하였다. 특히, PVC는 염소계플라스틱으로 제품생산시 많이 사용되고 있다. 이러한 물질들은 사용후 폐기될때 환경에 미치는 영향 때문에 규제의 대상으로 논란이 되고 있다.

폐기물의 처리는 대부분을 매립하나 점차 소각에 의한 처리가 증가하고 있는 추세이다. 매립될 경우에는 공기나 물의 흐름을 차단 할 뿐만아니라 식물뿌리의 성장을 저해하고 분해하는데 시간이 장기화되어 토양의 안정화를 방해하며 비옥도를 감소시킨다. 또한 이들이 분해될 경우에는 그 속에 포함된 각종 중금속류가 용출 또는 씻겨나가서 토양이나 수질을 오염시키게 된다.<sup>1)</sup> 소각처리는 지방자치체가 실시되면서 지역내 처리방법으로 제안되어 여러지역에서 운영되고있으나 처리시 배출되는 유독 생성물로 인해 인근지역 주민의 소각로 시설에 대한 불안감이 팽창되어 큰 사회적 문제로 대두되고 있다. 한편으로는 폐기물 부피를 줄이기 위한 불법소각이 성행하여 1995년 플라스틱의 재활용율은 폐기물 발생량대비 13%수준에 불과하였다.<sup>2)</sup>

기질이 다른 플라스틱 특히, 벤젠링을 포함한 물질과 염소를 포함한 물질을 함께 소각할때 벤즈알데히드, 페놀 뿐만아니라 다이옥신의 선구물질인 클로로벤젠이 발생한다. 선행된 연구에서는 플라스틱 물질 중 PVC(Polyvinylchloride), PE(Polyethylene), PS(Polystyrene)를 단독 또는 혼합연소시 발생하는 유독 생성물의 종류와 상승작용을 생성물의 상대 강도비로 고찰하였다.<sup>3,4)</sup> 하지만 상대강도로는 연소생성량, 온도, 시간 등 변화된 분석조건에 따른 각 생성물의 결과를 정확히 산출 할 수 없다.

따라서 연구에서는 선행된 연구결과를 바탕으로 PVC에 포함된 염소량, 연소온도, 지연시간에 따른 생성물의 농도량을 산출하였다. 그리고 동일한 분석조건으로 PVC에 PS를 혼합 연소시켜 발생하는 연소 생성물을 고찰하여 각각의 조건에 따라 변화된 결과를 보고하고자한다.

## II. 분석방법 및 결과

PVC, PS 단독 연소시에는 각 시료량 1mg/w을 THF(tetrahydrofuran)에 녹여 pyrofoil에 분취후 hot plate에서 용매를 증발시켜 사용하였고, 혼합 시에는 각각의 시료 1mg/w을 한꺼번에 pyrofoil에 써서 분석하였다. 연소 반응은 두단계로 나뉘어진다. 첫단계로 반응관 내에서 열분해시킨 후, 두번째 단계에서는 열분해된 물질들을 약 1,000℃로 가열한 필라멘트를 이용하여 열분해된 시료가스를 산소가 있는 상태에서 연소시켰다. 시료는 우선 필라멘트가 약 1000℃가 될때까지 3분동안 지체 시킨 후 8초간 열분해/연소 시켰다. 연소되는 동안 공기를 200ml/min으로 공급하였고, 연소가 끝난 후에는 헬륨 가스를 100ml/min 으로 1분간 퍼지시켜 흡착관 내 지연가스와 수분을 제거하였다. 채취된 연소가스는 제작된 가열블럭 200℃에서 질소가스를 20ml/min으로 5분간 퍼지시켜 일차적으로 탈착시키고, 탈착된 시료는

저온농축장치(HSS-1, JAI)에서 액체질소로 -40℃까지 냉각시킨 농축관에 재 농축시켰다. 농축된 저온 농축관을 유도화가열(358℃)하여 10초간 새 탈착시켜 농축된 시료를 분석 컬럼으로 주입시키는 2단 농축방법을 사용하였다. 주입된 시료는 stainless steel capillary column(UA-PY1, 30m×0.25mm×0.52μm, Frontier Lab Inc. Japan)을 갖춘 가스크로마토그래프(GC 5890 series II, Hewlett Packard USA)에서 split ratio 1:100, 운반가스 헬륨 유속 1ml/min으로 분리하였다. 분리된 시료는 가스크로마토그래프와 연결된 quadrupole mass spectrometer(JMS-AM 150, JEOL)에서 이온화시켜 분석하였다.

그림은 PS, PVC 그리고 PS와 PVC를 혼합 연소시켜 얻어진 결과이다. 단일물질이 연소될때보다 혼합연소시 벤즈알데하드, 페놀, 벤조퓨란과 같은 연소생성물이 생성되었다. 그리고 연소온도, 지연시간에 따른 연소생성물의 농도량을 산출하여 조건에따라 변화된 결과를 고찰하였다.

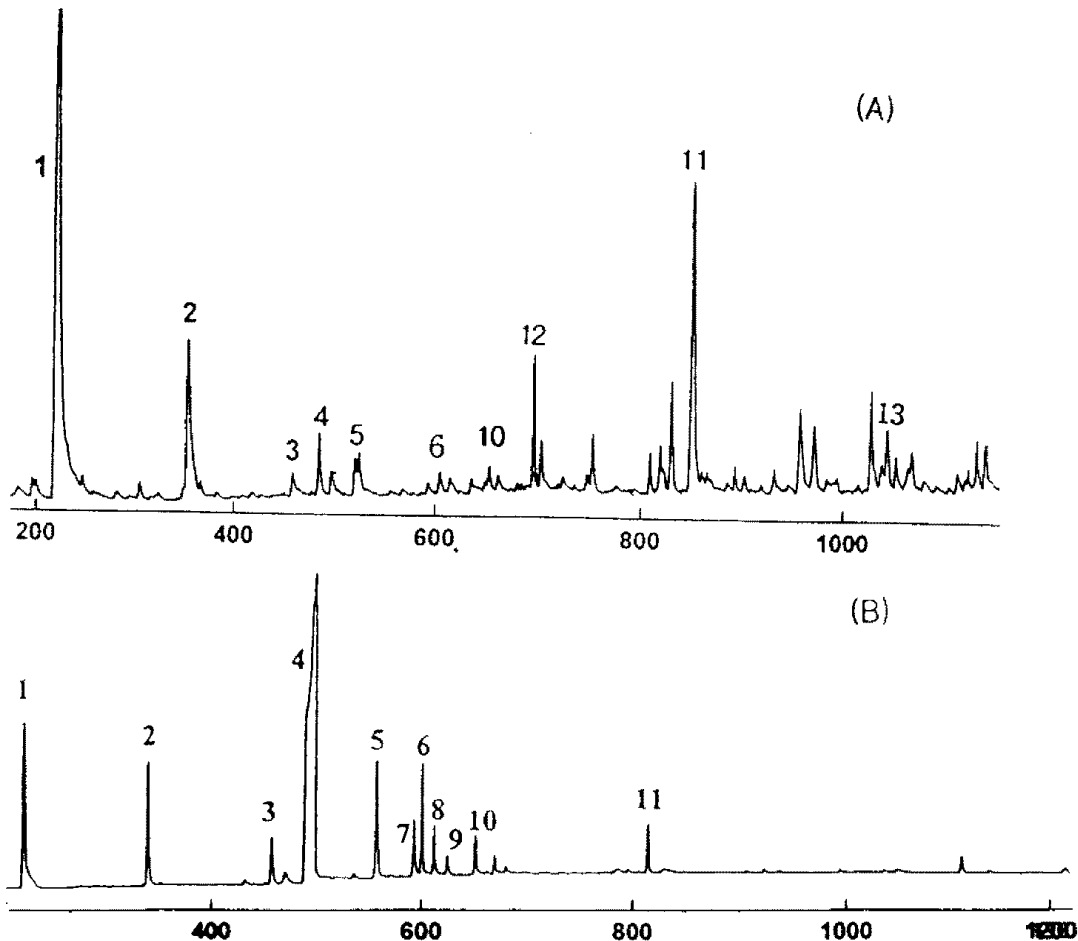


Fig. Comparison of combustion Chromatogram of PVC(A) and PS+PVC(B).

1:benzen 2:toluene 3:C2-benzene 4:styrene 5:benzaldehyde 6:alpha-Me styrene 7:phenol  
8:benzofuran 9:benzylchloride 10:benzeneacetaldehyde 11:naphthalene 12:indene 13:bibenzyl

### III. 참고문헌

- 1)Xianming Song, et al., The effect of oxygen enriched burning in hazardous waste incineration, Chemosphere, 24, 1992, 249-259
- 2) 환경부, "환경백서", 1995
- 3) 김만구, 권영진. 열분해/연소- GC/MS를 이용한 폐플라스틱 혼합소각시 발생하는 2차생성물에 관한 연구, 춘계학술대회 요지집, 1996, 30~31
- 4)김만구, 권영진. 플라스틱의 혼합연소시 발생하는 유독연소 생성물에 관한 연구, 추계학술대회 요지집, 1996, 115~116