

PS13(MA24) 춘천시 혈동리 쓰레기 매립장 주변 대기 중 휘발성 유기화합물(IV): 저온농축 장치 개선 및 발생가스 배출관의 영향 Monitoring of volatile organic compounds in air at the Hyuldong-Li landfill place in Chunchon-Shi(IV) : The improvement of cryofocusing system and effects of landfill gas stack

박춘옥, 윤숙미, 김만구

강원대학교 자연과학대학 환경학과

1. 서론

급속한 경제 발전과 인구증가, 일회용품의 증가 등 사회구조가 대량생산, 대량소비 형태로 변화되면서 폐기물이 새로운 환경문제로 대두되었다. 쓰레기 처리는 대부분을 매립에 의존하고 있는 실정인데, 매립지에서 배출되는 분해가스는 도시 주거지역에 악취문제를 야기시키거나 인간의 건강에 급성 또는 만성적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.¹⁾ Bozzeli와 Kebbebus(1982)는 산업활동으로 인해 미국 남부 대도시의 대기에서 발암성 유기화합물이 많이 존재하고 있는 것을 밝혔다. 그리고 도시 주변의 매립지에서 발생하는 기체 재생 산업에 관여하는 사람들에게 이러한 VOCs가 암이나 돌연변이를 초래한다는 보고도 있다(Kinman et al., 1986). 따라서 적절한 쓰레기 처리를 위한 관리시설이 시급한 형편이다.

환경부에서는 앞으로 소각처리를 늘리고 매립처리의 비율을 줄이기 위해 2001년까지 소각처리 비율을 25%로 늘릴 계획이지만 아직 도시 생활폐기물의 대부분은 매립 처리되고 있다. 1997년에는 도시 생활폐기물의 63.9%가 매립 처리되고 7.1%는 소각 처리되었으며, 29.0%가 재활용되었다(환경부, 1998). 한편 1995년부터 쓰레기 배출량을 감소하고, 재활용품 분리배출을 최대한 유도하기 위해 시작된 쓰레기 종량제로 도시쓰레기의 27%가 줄어들고 재활용되는 쓰레기의 양이 35% 정도 늘어났다(환경부, 1998). 하지만 지역주민들의 지역이기주의로 인한 매립지 확보난 문제로 지역간 갈등이 심화되고, 국내 도시 대부분이 쓰레기 매립지의 확보에 어려움을 겪고 있으며, 춘천 등 많은 도시들은 도시쓰레기를 다량 가적치해놓고 있는 실정이다(최원우 등, 1997). 이와 같이 우리 나라의 쓰레기는 대부분이 매립 처리되고 있으나 이를 처리할 매립지의 확보에 모든 자치단체가 어려움을 겪고 있다. 지역주민들의 남비현상에도 원인이 있지만, 이러한 시설들이 주변에 건설되었을 때 주변 환경에 미치는 영향에 대한 조사 및 평가가 이루어지지 않아 주민들이 행정당국의 사업을 불신하는 것도 큰 이유중의 하나다.

본 연구에서는 저온농축장치의 개선과, 혈동리 생활폐기물 처리장에 있는 배기관에서 방출되는 매립가스의 영향, 그리고 쓰레기 매립이 진행되는 1999년부터 1월부터 1999년 8월까지 배출된 휘발성 유기화합물질들의 농도 변화를 고찰하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료채취 지점 및 채취방법

시료 채취 지점은 생활폐기물 처리장 입구(Site1), 매립이 이루어지는 매립지 위(Site3) 그리고 그 중간지점(Site2)의 세 지점에서 월 2회씩 채취하였다. 각 지점간의 거리는 600m 정도이다.

2.2. 시료채취

자체 제작한 휴대용 가스 채취기에 흡착제가 충전된 100mm 흡착관을 연결하여 들과부피를 초과하지 않는 한도내에서 시료를 채취하였다. 100 mm 흡착관은 230 ml/min의 유량으로 13분 동안 총 3l의 시료를 채취하였으며, 채취시에는 온도를 함께 측정하여 부피 보정에 이용하였다. 시료채취 후 흡착관은 알루미늄 호일로 양끝을 싸 다음 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하여 4℃에서 냉장보관하였다. 보관한

시료는 일주일 이내에 분석하였다.

2.3. 저온농축장치의 개선

흡착관에 채취한 시료는 가열블럭을 이용하여 200℃로 열탈착한 후 저온농축하였다. 농축부는 스테인레스 쿨링 선단 15cm 정도를 코일 모양으로 만들어, 액체질소로 직접 냉각하였다. 그러나 흡착관을 오래 사용하면 swagelok fitting의 마모와 높은 탈착 압력 때문에 가스가 새는 문제점이 발생하였다. 그래서 탈착유량을 늘리고 압력을 낮추기 위해서 내경 0.8mm, 길이 1m의 스테인레스 쿨링으로 제작된 저온농축 루프를 설치하였다. 개선된 저온농축장치는 열탈착과정에서는 분석컬럼 앞의 T자관에 연결된 밸브를 통해 10ml/min의 유속으로 탈착기체를 흘려보내 VOCs들은 저온농축 루프에 농축되도록 하였다.

2.3. 분석방법

대기시료의 분석은 on-column 저온농축 GC/FID/FPD (HP 5890 Series II, U.S.A)를 사용하였으며, GC/MSD(JMS-AM 150, JEO1)로 정성하였다.

저온농축 방법은 시료를 컬럼으로 주입하기 이전에 저온농축 루프에서 냉매에 의해 직접 농축시키는 방법을 이용하였다. 저온농축 루프는 직경 0.8mm 길이 1m의 스테인레스 쿨링을 코일 모양으로 만들어 사용하였다. 분석컬럼은 stainless steel capillary column(UA-5, Frontier Lab. 0.25mm×30m, 0.3 μ m)을 사용하였다. 분석 온도 조건은 30℃에서 200℃까지 승온시켰으며, Electronic Pressure Control(EPC-1000, Alltech)를 사용하여 유속을 0.7ml/min에서 1.2ml/min의 범위로 하였다.

3. 결과 및 고찰

직경 0.8mm loop를 사용한 저온농축 방법은 분석컬럼에 직접 농축하는 방법에 비해 탈착압력을 50psi에서 0.4psi로 낮출 수 있어 가스가 새는 것을 방지할 수 있었다. 또한 분석컬럼에 직접 농축하는 방법과 직경 0.8mm loop를 사용한 저온농축방법을 t-검정을 이용하여 비교하였을 때, 99.5% 신뢰수준에서 $[t(0.005, 6) = 1.46]$ 유의차가 없었다. 그림 1의 a)와 b)는 연구 기간동안 혈동리 생활폐기물 처리장에서 매립이 이루어졌던 3지점과 배기관에서 방출되는 휘발성 유기화합물 중 FID에서 검출한 물질들의 크로마토그램을 비교한 것이다. 배기관은 site 3에 비해 검출되는 휘발성유기화합물의 종류가 매우 많고, 약 10-2000배 높은 농도를 나타내는 것을 알 수 있다. 조사 기간중의 C₆이상 탄화수소의 농도변화는 toluene 등가로 1.8 ppbC에서 149.9 ppbC로 나타났다. 1999년 4월에 높은 농도가 나타난 것은 가적치물의 반입으로 인해 시료를 채취하는 낮시간 동안에도 쓰레기 차량의 출입이 있었기 때문이라고 생각한다. 4월부터 매립양이 많아지고 매립규모가 커지면서 침출수가 많이 발생했다. 특히 7월에 149.9 ppbC의 농도로 매우 높게 나타난 것은 매립된 쓰레기를 다시 파내어 양수기로 침출수를 뽑아내는 과정에서 심한 악취와 VOCs가 매우 많이 발생했기 때문이라고 생각한다. 배기관과 매립된 폐기물들이 숙성됨에 따라 생기는 침출수와 함께 VOCs의 방출량도 급격히 증가할 것이므로 지속적인 연구가 필요하다.

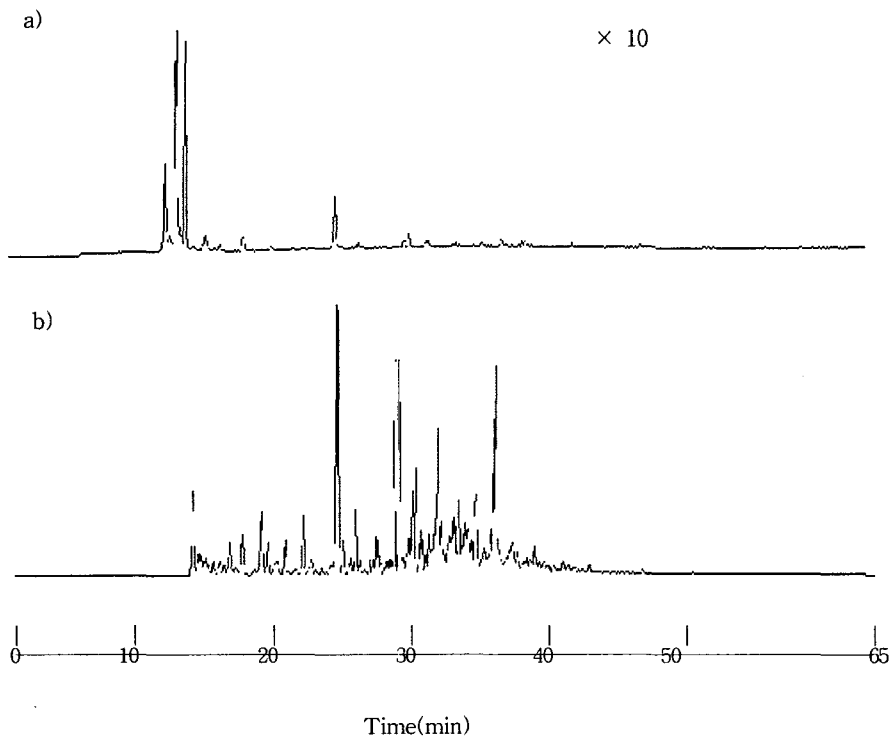


Fig 1. Comparison of chromatograms for hydrocarbons at site 3(a), and stack (b) in Hyuldong-Li sanitary landfill.

참고문헌

1. 권영진 (1996) 「저온농축 기체크로마토그래피를 이용한 대기 중 휘발성 유기화합물의 분석」, 강원대학교 석사학위 논문
2. Bozzelli J. W. and Kebbekus B. B., A study of some aromatics and halocarbons vapours in the ambient atmosphere of New Jersey, J. Environ. Sci. Health A17, 1982, 693-711.
3. Kinman R. N., Rickabaugh J., Nutini D. and Lambert M., Gas characterization, microbiological analysis, and disposal of refuse in Gas Research Institute Landfill Simulators, EPA report No.: EPA 600/2-86.041, 1986, 94.
4. 환경부, 환경백서, 1998
5. 최원우, 「춘천시 근화동 도시 쓰레기 매립지에서 방출되는 악취물질의 분석에 관한 연구」, 강원대학교 석사학위 논문