

1. 서론

분진(particulate matter)은 6개 주요 대기오염물질(criteria pollutants)중의 하나로서 지난 십수년 동안 물리적·화학적 특성에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다. 최근, 이 분진에 의한 오염정도는 심각하여 극히 일부 도시를 제외하고는 항상 환경 기준치를 초과하고 있다. 특히 대기오염 물질속에 함유되어 있는 다환방향족탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)는 2개 이상의 방향족 고리로 구성된 화합물 그룹이며 발암성과 돌연변이원성을 갖고 있으며(박성은 등, 1992), 가스상 및 입자상으로 존재한다. 수 백가지 PAH 중에서 입자상 PAH는 발암성과 돌연변이원성과 관련되어 있기 때문에, 이러한 화합물의 양을 효과적으로 분리, 정량화 할 필요가 있다. 특히 발암물질인 BaP은 유기물 연소과정에서 발생되며(Hermann, 1974), 자동차의 배출가스 내에도 포함되어 있다(Frank E.G., 1980). 그리고 계절변화와 풍속에 의해 많은 영향을 받고 있다(藤田 등, 1991). 본 연구는 PM-10을 사용하여 수원지역의 대기부유분진중 BaP의 농도를 측정, 평가하고, 정밀실험을 수행하여 장기간에 걸친 대기중 부유분진과 유기물의 월별, 계절별 농도변화를 통해 지역적 공기질을 파악하고자 하였다.

2. 실험방법

대기부유분진의 농도변화를 파악하기 위해 1990년 9월부터 1993년 12월까지 PM-10 Hi-Vol Air Sampler(General Metals Corp. Model)를 가동시켰으며, 1.013 m³/min의 유속으로 24시간 동안 quartz filter, glass fiber filter, cellulose filter(Gelman Sciences, type A/E: 20.3cm x 25.4cm)상에 채집하였다. 대기부유분진중 유기물 추출은 여지를 일정부분 잘라내어, 초음파 추출장치를 이용하여 15분간씩 2회 추출하였다. 추출 후 각기 원형여지(5C filter:Advantec, Toyo)로 여과한 후, 회전식 증발기(rotary evaporator)로 32~35°C에서 감압 농축하였다. 그 후 dimethylsulfoxide(DMSO, Baxter제, spectrum 급)에 용해한 후 -20°C 냉동고에 보관하였고 GC/FID로 분석하였다. 또한 보다 확실한 실험을 수행하기 위해, 정밀도, 정확도, 회수율 시험을 병행하였다. 자료의 통계처리는 SPSS/PC를 이용하여, T-test를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

수원지역에서 포집한 PM-10 부유분진의 연평균수준은 1992년이 126.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 나타났으며, 계절평균수준은 겨울이 116.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 4 계절중 겨울이 가장 높았다. 그리고 전체 측정기간중 유기추출물의 농도범위는 0.438 ~ 35.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 93년도에는 10.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. BaP농도는 1993년도에 1.2121 ng/m³이었다(표 2). 유기추출물 농도는 겨울이 12.91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, BaP농도가 가을이 1.2005 ng/m³이었다(표 3). 그리고 T-test를 실시한 결과 습도가 낮을수록 추출유기물은 증가하고($P < 0.001$, $t = 9.73$), 풍속이 감소할수록 추출유기물이 증가($P < 0.01$, $t = -4.46$)하였으며, 분진농도가 증가할수록 BaP의 농도가 증가한다($P < 0.01$)고 볼 수 있었다. 또한 PAH의 정량을 위한 여러가지 실험에서 정밀도($0.0217 \pm 0.003054\text{g}$), 정확도(RSD: Relative Standard Deviation ~ 4.14%), 회수율(97.4%, 표준편차는 1.52, 변동계수(C.V.: Coefficient of Variation = 1.53%)로 양호한 결과가 나왔다. 그리고 시료의 보존방법에 따라 B(a)P농도를 비교해본 결과, -20°C의 냉동고에 보관한 1993년도의 것 BaP 농도가 가장 높게 나타났다. 그리고 풍속의 변화에 따른 분진과 BaP의 농도를 1월($n = 9$, 평균풍속 = 1.5 m/s), 7월($n = 13$, 평균풍속 = 1.3 m/s)을 비교한 결과 분진은 풍속이 1 ~ 1.9 m/s 일때 1월과 7월에 각각 분진 농도가 높았지만, 풍속이 2

m/s이상일때 감소 하였다. 그리고 BaP의 농도는 1월에는 풍속이 1 ~ 1.9 m/s 일때에 최소값을 나타냈지만 7월에는 최대값을 나타내었다.

Table 2. Aerosol and EOM($\mu\text{g}/\text{m}^3$) and BaP(ng/m^3) with years.

year	1990	1991	1992	1993
Aero	77.1	78.7	126.3	123.7
EOM	9.20	7.83	7.96	10.3
BaP	0.15	0.34	1.05	1.21

Table 3. Aerosol and EOM($\mu\text{g}/\text{m}^3$) and BaP(ng/m^3) with seasons.

season	spring	summer	fall	winter
Aerosol	113.9	73.1	114.2	131.5
EOM	9.38	6.25	8.79	12.91
BaP	0.91	0.42	1.20	0.36

4. 결론

전체 조사기간 동안의 대기부유분진 농도는 $102.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 1992년의 농도는 $126.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다. 그리고 계절별로는 겨울철이 $131.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고 겨울 > 봄 > 가을 > 여름 순이었으며, 월별로는 3월이 $194.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며 3월 > 4월 > 1월 > 12월 순이었다. 대기부유분진중의 추출유기물의 농도는 전체조사기간 동안에 $8.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 1991년부터 1993년까지 매년 증가추세에 있다. 그리고 겨울철이 $12.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났다. 유기물을 추출하기 전의 정밀도($0.0217 \pm 0.003\text{g}$), 정확도(RSD = 4.14%), 회수율($99.46 \pm 1.52\%$) 실험 결과는 양호하였다. 추후 연구과제는 추출유기물중의 BaP의 농도가 여지의 냉동보관 여부에 따라 많은 영향이 있으므로, 여지의 일부분은 실온에 방치하고 일부분은 냉동고에 보관하여 일정기간이 지난 후에 유기물의 양을 비교할 것이며, 풍속의 변화에 대한 유기물농도의 차이를 연구할 계획이다.

참고문헌

- 藤田綱一, 高橋章(1991), Seasonal variation of deposition velocity of sulfur dioxide in Japan, 박성은, 정 용(1992), 서울시 대기부유분진의 농도와 다환방향족 유기물질에 의한 발암 위해성, 한국대기보전학회지, 8:4:247-256.
- Frank E.G. and Jerome J.P(1980) Introduction to Environmental Toxicology, 2, 24.
- Hermann T.S. (1974), "Development of sampling procedure for polycyclic organic matter and polychlorinated biphenyls" U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Publ. No. PB 243 - 362, KANSAS.