

3A5) 2001년부터 2004년까지 고산에서 측정된 대기 중 입자상 다환방향족 탄화수소의 분포 특성

Characteristics of the Particulate Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) at Gosan Between 2001 and 2004

이 지 이 · 김 용 표 · 감 창 희¹⁾

이화여자대학교 환경학과, ¹⁾제주대학교 화학과

1. 서 론

잔류성 유기오염물질 (POPs, persistent organic pollutants) 중의 하나인 PAHs는 탄소와 수소로 구성되어진 방향족 고리가 두개 이상 융합한 화합물들이다. 이러한 PAHs는 석탄, 석유, 난방 등 화석연료의 불완전 연소과정에서 생성되어지기 때문에, 대기 중 어디에나 분포하고 있고, POPs의 특성상 대기 중에 잔류하는 기간이 길다. 특정 지역의 대기 중 오염물질의 주요 배출원 특성과 장거리 이동 특성을 설명하기 위해서는 오염물질의 시간적 분포 특성을 이해해야 하는데, 대기 중 농도가 나노그램 (ng) 수준인 PAHs를 분석하기 위한 실험조건은 까다롭기 때문에, 장기간 주기적으로 측정하여 시간 변화에 따른 추이를 검토한 결과는 전세계적으로 찾아보기 힘들다. 본 연구에서는 기존 연구들과는 달리 4년 (28개월) 동안에 걸쳐 우리나라 배경농도 지역으로 알려진 고산에서 입자상 PAHs를 측정하였다.

2. 실험 및 분석 방법

2. 1 측정 설비 및 기기

제주도 고산측정소에서 대기 중의 입자상 PAHs 성분을 Graseby사의 high volume air sampler (Model G/MB 2000H)를 사용하여 측정하였다. 시료 채취용 필터는 quartz microfiber filter (Whatman, QM-A, 20.3 × 25.4 cm)를 사용하였다.

2. 2 입자상 PAHs 채취 및 분석

2001년 11월부터 2004년 2월까지 4년간 24시간 단위, 6일 간격으로 채취하여 총 103개의 시료를 채취하였다. 채취된 시료는 methylene chloride (Fisher, HPLC grade)를 가하여 30분간 초음파추출 후 membrane filter (Whatman PVDF syringe filter, 0.45 μm)로 여과한 후 여액을 풍건식 증발기 (Zymark, Model Turbovap 500)를 사용하여 농축하였다. 전처리를 거친 시료는 자동주입기가 부착된 GC/MSD를 사용하여 분석하였다. PAHs 화합물들의 평균 회수율은 81.2 ~ 95.6 %의 범위였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 입자상 PAHs의 시간적 분포

제주도 고산측정소에서 2001년 11월부터 2004년 2월까지 측정된 입자상 PAHs의 총농도는 평균 $4.00 \pm 4.85 \text{ ng/m}^3$ 이었고, 기간별 입자상 PAHs의 농도변화가 컸고, 겨울철인 11월부터 3월까지의 입자상 PAHs 농도가 높았다 (Fig. 1). 연도별 농도 변화를 t-test로 비교한 결과, 입자상 PAHs의 농도 변화는 보이지 않았다 ($P < 0.05$).

3. 2 공기의 역궤적 이동에 따른 입자상 PAHs의 농도분포

역궤적분석은 미국 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)의 HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 모델로 수행하였고, 출발 고도는

1,500m을 기준으로 궤적의 이동경로를 살펴보고, 동북아시아 지역을 김용표 등 (1996)에서 나눈 구역도를 이용하여 나누었다. 구역별 공기의 경로 빈도와 입자상 PAHs의 평균 농도를 Table 1 에 정리하였고, 계절에 상관없이 모두 II와 III구역에서의 입자상 PAHs 농도가 높았다.

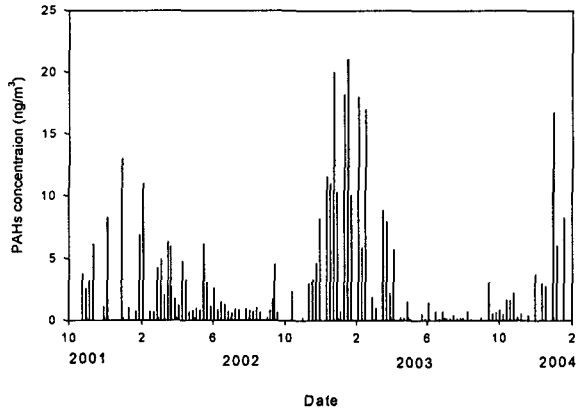


Fig. 1. Temporal trend of particulate PAHs concentrations between 2001 and 2004.

Table 1. Result of the number and the particulate total PAHs concentrations by sector.

Sector	All season		Heating season		Non-heating season	
	No. (%)	Average concentration (ng/m ³)	No. (%)	Average concentration (ng/m ³)	No. (%)	Average concentration (ng/m ³)
I	17 (17)	1.61	3 (6)	2.37	14 (26)	1.45
II	36 (35)	4.94	25 (51)	6.31	11 (20)	1.81
III	26 (25)	6.05	18 (37)	7.90	8 (15)	1.88
IV	11(10)	1.12	1 (2)	4.95	10 (19)	0.74
V	13(13)	0.66	2 (4)	0.69	11 (20)	0.65
Total	103 (100)		49(100)		54(100)	

3. 3 입자상 PAHs의 배출특성

고산지역에서의 입자상 PAH 성분들의 배출원 특성을 조사하기 위하여 요인분석 (factor analysis)을 실시하였고, 총 2개의 인자가 추출되었다. 첫 번째 인자는 79.0%의 설명력을 보였고, Ind, DahA, BghiP을 제외한 모든 성분들이 높은 적재치를 나타냈기 때문에, 첫 번째 인자를 구성하는 PAH 성분들을 통해 특정 오염원을 설명하기는 어렵고, 여러 화석 연료들의 연소에 의한 영향과 더불어 고산지역의 해염 및 토양입자의 영향에 의한 것으로 판단되어진다. 두 번째 인자는 9.80%의 설명력을 보였고, 자동차 연소에서 주로 배출되는 Ind, DahA, BghiP가 추출되었다.

사 사

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업, 한국과학기술연구원 및 기후환경 시스템 연구센터의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김용표, 김진영, 박세옥, 김성주, 심상규, 문길주, 박경운, 허철구 (1996) 고산에서의 1994년 3월~4월 측 정연구: (II) 기체상 대기오염물질의 특성, 대기환경학회지, 12, 91-99.