

GA1) 2001년 11월 제주도 고산에서의 대기 중 잔류성 유기오염물질 농도 변화

Concentration Variations of Persistent Organic Pollutants in Ambient Air of Gosan, Jeju in November 2001

김영성 · 김진영 · 진현철 · 문길주 · 김연제¹⁾ · 한진석²⁾ · 김영준³⁾ · 김상우⁴⁾ · 윤순창⁴⁾
· 강창희⁵⁾

한국과학기술연구원 지구환경연구센터, ¹⁾한국과학기술연구원 도평콘트롤센터,
²⁾국립환경연구원 대기화학과, ³⁾광주과기원 환경공학과, ⁴⁾서울대학교
지구환경과학부, ⁵⁾제주대학교 화학과

1. 서론

우리 사회가 중국으로부터 오염물질 이동을 주목하기 시작한 것은 국지 오염 중심의 아황산가스, 먼지 등 1차 오염이 어느 정도 해결된 1990년대 초반 이후이다. 1992년 환경부 선도기술개발사업으로 산성비 감시 및 예측기술개발이 시작되고 1995년부터 국립환경연구원 주도로 배경농도 지역에서 미세입자 측정이 진행되면서 국내의 장거리 이동대기오염물질 연구는 점차 자리를 잡게 되었다. 2001년 5월 스톡홀름 협약과 함께 최근 문제가 되고 있는 잔류성 유기오염물질 (POPs, persistent organic pollutants)은 난분해성의 반 (semi) 휘발성 독성물질로, 생물체의 지방 조직에 축적되는 특징이 있다. 반 휘발성의 특성으로 인하여 먼지나 에어로솔에 흡착되기 쉽고 분해가 어려운 만큼 장거리 이동이 용이하다. 중국으로부터 오염물질이 이동하여 영향을 미친다면 POPs의 난분해성과 독성을 고려할 때 어느 오염물질보다 영향이 직접적인 것임을 쉽게 짐작할 수 있다. 본 논문은 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 "미량독성 유해물질의 장거리 이동특성 분석과 영향평가 기술" 연구의 일환으로 작년 11월 제주도 고산에서 실시한 2주간의 측정 결과 중 POPs의 농도 변화에 관한 것이다.

2. 측정 방법

2001년 11월 12일부터 26일까지 제주도 고산에서 스톡홀름 협약 대상 12개 물질에 PAH를 추가하여 13개 물질의 농도를 측정하였다. PCB는 독성을 감안하여 coplanar만을 측정하였으며, PAH는 BaP (benzo(a)pyrene)와 같이 독성이 강한 물질이 포함되어 있을 뿐 아니라 배출원이 다양하고 대기 중에 가장 광범위하게 분포되어 있다는 점에서 POPs의 지표물질로서 측정하였다.

POPs는 대기 중 농도가 ng/m^3 에서 최저 fg/m^3 ($10^{-15} \text{g}/\text{m}^3$)까지 낮아질 수 있기 때문에 가능한 한 많은 대기 시료를 포집하기 위하여 유량이 최대 1000 L/min까지 가능한 대용량 공기포집기 (DHV-1000s, 일본 시전과학)를 사용하였다. 아침 9시부터 다음 날 아침 9시까지 24시간 시료를 채취하였으며, 유량은 700 L/min로 조절하였다. 기체상 물질과 입자상 물질을 포집하기 위하여 각각 석영 필터 (203 x 254 mm²; Whatman)와 PUF (polyurethane foam, 직경 84 mm; Sibata, Japan)를 이용하였다. 입자상 물질로는 TSP를 포집하였는데, POPs가 입자상에 존재할 경우 대부분 1 μm 이하의 입자에 존재한다는 사실이 잘 알려져 있기 때문에 구태여 입경을 제한함으로써 시료 채취에 문제를 일으킬 필요가 없다고 판단되었기 때문이다.

시료는 공기포집기 2대를 이용하여 다이옥신, PCB와, 농약, 살충제, PAH 등 기타 POPs를 나누어 포집하였다. 이는 주로 다이옥신과 PCB의 농도가 PAH와 여타 POPs에 비하여 낮은 것으로 판단되었기 때문이며,

이에 따라 다이옥신과 PCB를 위한 시료는 24시간 시료 3일분을 모아 입자와 가스를 구분하지 않고 함께 분석하였다. 3일을 연속하여 72시간 시료를 채취하지 않고 3일의 시료를 모은 이유는 전자의 경우 필터와 PUF가 계속 빠른 공기 흐름에 노출됨으로써 포집된 유효 성분이 손실될 수 있었기 때문이다. 그러나 24시간 시료 채취로써 충분하다고 생각된 PAH 등은 매일의 시료를 별도로, 입자와 가스를 구분하여 분석하였다.

표 1. 유기염소 농약의 대기 중 농도 (pg/m³)

출처	Alegria et al. (2000)		Karlsson et al. (2000)	Berg et al. (2001)	Halsall et al. (1998)	본 연구
지역, 시기, 평균화 시간 ^a	중앙 아메리카, 1995-1996, 계절평균 ^b		아프리카 남동부, 1997-1998, 일평균 ^c	유럽, 1999 (국지오염원으로부터 떨어진 지점)	북극, 1993-1994	한국, 2001년 10월, 일평균 ^c
장소	내륙 도시	해안				제주도 고산
Aldrin	129, 1185	3.8, 3.7	<MDL-1284			<MDL-6.56
Chlordane	41, 66	78, 44	<MDL-13.6	1.2	1.36-1.97	<MDL-10.2
DDT ^d	890, 1194	724, 188	<MDL-303	0.16-43	0.77-1.81	<MDL-0.05
Dieldrin	341, 1208	30, 44	<MDL-222	1.3	0.93-1.42	<MDL-11.7
Endrin			<MDL-4.7		0.18-0.29	<MDL-170
HCB			4.3-34	5.9-88	41.8-56.7	<MDL-84
Heptachlor	0.8, 3.3	1.2, 2.0	<MDL-283		0.03-0.07	<MDL-54.5
Mirex			<MDL-1.8			<MDL-331
Toxaphene	24, 45	33, 26				<MDL-84

^a 명시되지 않은 경우는 연평균 이상; ^b 여름, 겨울 순; ^c <MDL, 검출한도 미만; ^d DDT 이성체와 DDD, DDE의 합. 본 연구는 DDT 이성체만의 합.

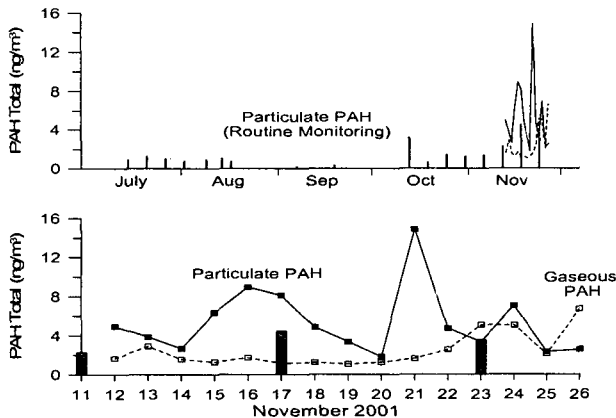


그림 1. 2001년 11월 측정기간 중 기체상과 입자상 PAH 농도와 7-11월 기간 중 상시 측정 입자상 PAH 농도.

감사의 글

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 "미량독성 유해물질의 장거리 이동특성 분석과 영향평가 기술" (과제번호 2001-44001-8) 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- Alegria, H.A., T.F. Bidleman, and T.J. Shaw (2000) Environ. Sci. Technol. 34, 1953-1958.
 Berg, T., A.-G. Hjellbrekke, and R. Larsen (2001) Heavy metals and POPs within the EMEP region, 1999, URL <http://www.nilu.no/projects/ccr/reports/cccr9-2001.pdf> (accessed in February 2002).
 Halsall, C.J., R. Bailey, G.A. Stern, L.A. Barrie, P. Fellin, D.C.G. Muir, B. Rosenberg, F.Ya.
 Rovinsky, E.Ya. Kononov, and B. Pastukhov (1998) Environ. Poll., 102, 51-62.
 Karlsson, H., D.C.G. Muir, C.F. Teixeira, D.A. Burniston, W.M.J. Strachan, R.E. Hecky, J. Mwita, H.A. Bootsma, N.P. Grift, K.A. Kidd, and B.Rosenberg (2000) Environ. Sci. Technol. 34, 4490-4495.