

## PA2) PAS를 이용한 POPs 모니터링 국내 연구현황

### POP's Monitoring Using PAS in Korea

백송이<sup>1)</sup> · 최성득<sup>1)2)</sup> · 김광수<sup>1)</sup> · 이세진<sup>1)</sup> · 장운석<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>포항공과대학교 환경공학부, <sup>2)</sup>Department of Physical and Environmental Sciences, University of Toronto at Scarborough

#### 1. 서 론

최근 캐나다 토론토대학교, 캐나다 기상청, 영국 랑커스터대학교 연구진을 중심으로 대기 중 잔류성 유기오염물질 (persistent organic pollutants: POPs)의 모니터링을 위해 passive air sampler (PAS)를 개발하여 사용하고 있다 (최성득과 장운석, 2005). 현재, 전 세계 연구그룹에서 이들로부터 PAS를 도입하여 PCBs, PAHs, PBDEs, HCB, OCPs (organo-chlorine pesticides) 등 스톡홀름 협약에서 규제하는 12종의 POPs를 비롯하여 신규지정 예상 POPs에 대한 다양한 규모 (실내-도시-지역-국가-대륙-지구)의 모니터링을 실시하고 있다.

국내에서는 자연적인 PAS인 솔잎에 침착되는 PCBs와 PCDD/Fs에 관한 연구들이 수행되었지만 (천만영, 1998; 심일용 등, 2002), 다양한 종류의 POPs 모니터링을 위해 인위적으로 고안된 PAS를 사용하는 예는 전무했다. 그러나 지난 2004년 본 포항공대 연구진은 토론토대학교와 캐나다 기상청과의 공동연구를 통해 Resin-PAS와 PUF-PAS를 도입하여 자체 테스트를 거친 후, 국내 최초로 PAS를 이용한 다양한 모니터링을 수행 중에 있다. 따라서 본 연구발표에서는 PAS의 원리와 종류에 대해 간략히 설명하고, 본 연구진이 수행하고 있는 PAS 관련연구에 대해 소개하고자 한다.

#### 2. PAS 원리 및 종류

PAS는 수채제 (흡착제)를 이용하여 대기 중의 반휘발성 물질을 채취하는 간단한 시료채취 장비이다. 흡수식은 Fick's first law를 따르며, 대기와 흡수제 사이에 화학평형이 일어나지 않는 시간 범위에서 시료채취를 할 경우, PAS에 채취되는 POPs 총량은 대기 중의 농도를 직접적으로 반영한다. 기존에는 대기 중 POPs 채취를 하기 위해서는 PUF가 탑재된 high volume sampler를 사용해 왔으나, 전원이 항상 공급되어야 하므로 다양한 지점에서의 모니터링이 불가능했다. 그러나 PAS는 전원이 필요 없으며 크기는 30 cm 이하 정도의 간단한 장비이므로, 다양한 지점에 다량으로 설치할 수 있는 장점이 있다.

현재 본 연구진이 도입한 PAS는 폴리우레탄 폼 (polyurethane foam: PUF), semi-permeable membrane devices (SPMDs), XAD resin을 사용하는 세 가지이다 (그림 1). 실제로 모니터링에 사용할 PAS 종류는 시료채취 지역과 모니터링 기간 등을 종합적으로 고려하여 결정해야 한다. Resin-PAS는 6개월 이상의 장기간 모니터링에 사용되므로, 주로 1년 평균농도를 산정할 때나 극지나 산간 오지에 설치하는 것이 일반적이다. SPMD는 비교적 짧은 기간 (4-6주) 동안 모니터링이 가능하므로 도시지역의 오염원 확인에 적합하며, PUF-PAS는 3개월 정도 설치가 가능하므로 계절적인 변화 모니터링에 적합하다. 기존에는 SPMD를 가장 많이 사용하였으나, 최근에는 PUF를 주로 사용하고 있다.

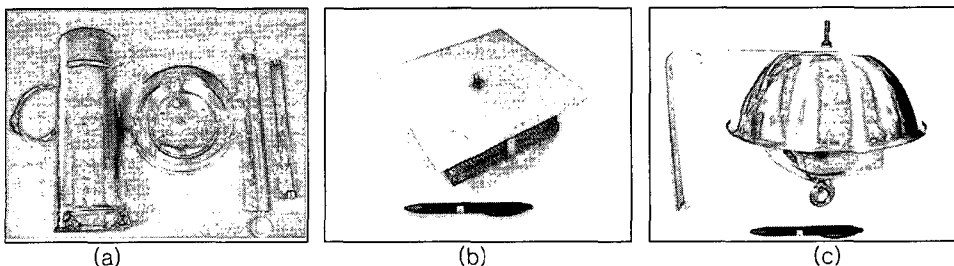


Fig. 1. Design of passive air samplers: Resin-PAS (a), SPMD (b), and PUF-PAS (c).

### 3. 국내 (포항공대) 연구현황

2004년, 본 연구실에서 PAS를 도입한 이후, 다양한 규모의 모니터링을 수행하고 있다 (표 1). PCBs와 PBDEs에 의한 실내공기오염을 조사하기 위하여, 포항공대 강의실, 오피스, 도서관 시설에 Resin-PAS를 설치하였으며, 현재 기기분석 중이다. 포항철강공단에서 배출된 PAHs의 주변지역 영향을 평가하기 위하여, 포항시내에 6개의 SPMD를 설치하여 기기분석을 완료하였다. 이 연구결과에 따르면 철강공단에 인접할수록 높은 농도의 PAHs가 검출되었다. 또한, Resin-PAS를 전국 대도시 (부천, 서울, 대전, 포항, 부산, 제주)에 설치하였으며, 1년간 설치하여 전국 대기 중 POPs 오염현황에 대해 연구할 계획이다. 최근에는 포스코의 지원으로 포항과 광양에 40개의 PUF-PAS를 설치하였으며, 3개월 마다 교체하여 포스코 포항/광양 제철소에서 배출되는 POPs의 주변지역 영향에 대해 파악하고자 한다 (그림 2).

한편, 본 연구실은 전 지구적 모니터링을 위해 캐나다 기상청에서 주관하는 Global Atmospheric Passive Sampling (GAPS) 연구에 참가하고 있으며, 서울과 포항에 두 대의 PUF-PAS를 설치하고 3개월마다 회수하여 캐나다 기상청에 전달하고 있다. 또한 한국해양연구원 부설 극지연구소의 지원으로 북극 다산기지, 남극 세종기지, 남태평양 축기지에 Resin-PAS를 설치하고 1년 단위로 교체 중이다.

이상과 같이 본 연구실에서는 PAS를 도입하여, 2년여 동안 다양한 모니터링을 수행 중에 있다. 추후에는 PAS로부터 도출된 POPs 분석결과를 실제 대기 중의 농도로 신뢰성 있게 환산할 예정이며, 국가배경측정망 등에 PAS를 설치함으로써 POPs 장거리 이동에 관한 연구를 추진할 계획이다.

Table 1. PAS studies which have been conducted by POSTECH, Korea

Deployment	Type	Target compound	Sampling sites	Purpose
Jan. 2005	Resin	PBDEs	POSTECH, Pohang	Indoor monitoring
Sep. 2005	SPMD	PAHs	Pohang	City monitoring
Oct. 2005	Resin	PBDEs, PCBs, OCPs	Bucheon/Seoul/Daejeon/ Pohang/Busan/Jeju	National monitoring
Jun. 2005	PUF	PBDEs, OCPs	KBSI/POSTECH	GAPS
Dec. 2004	Resin	PCBs, OCPs	King Sejong station	KORDI project
Aug. 2005	Resin	PCBs, OCPs	Dasan station	KORDI project
Jan. 2006	PUF	PBDEs, PCNs, PCBs	Pohang, Gwangyang	POSCO project
Feb. 2006	Resin	PCBs, OCPs	South Pacific center	KORDI project

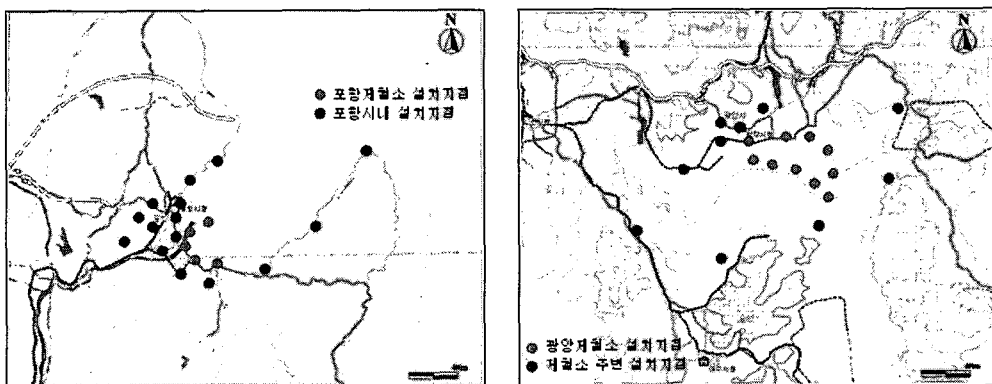


Fig. 2. Sampling map of PUF-PAS in Pohang and Gwangyang.

### 참 고 문 헌

- 심일용, 여현구, 최민규, 김태욱, 천만영 (2002) 소나무잎을 이용한 PCBs의 지역별 오염도 분포. 대한환경공학회지, 24(12), 2227-2237.
- 천만영 (1998) 대기중 PCBs의 침엽수잎 침착에 관한 연구. 대한환경공학회지, 20(10), 1377-1383.
- 최성득, 장윤석 (2005) Passive Air Sampler를 이용한 잔류성 유기오염물질의 대기 모니터링. 한국대기환경학회지 21(5), 481-494.