

C-1

시료 포집방법에 따른 환경대기중 PAH의 농도 비교

Comperison of Ambient PAHs Concentrations Measured by Different Sampling Systems

최진수, 황승만, 김성렬, 백성욱

영남대학교 환경공학과

I. 서론

현재 가장 많이 이용되고 있는 반휘발성 유기화합물(Semi-Volatile Organic Compouds, SVOC)의 가스-입자상 동시 측정방법은 High-Volume Sampling을 통하여 필터와 Back-up 흡착제를 이용하는 방법으로서 편의상 필터에 포집된 성분을 입자상, 흡착제에 포집된 성분을 가스상으로 간주하게 된다. 이 방법은 현재 미국 EPA에서 권장하는 SVOC 측정방법으로 채택되어 있으나(Winberry et al., 1988) 이와 같은 기존 SVOC의 측정방법에 내재된 가장 큰 문제점은 시료포집과정에서 가스-입자상의 상분포가 불가피하게 왜곡될 수 있다는 점과 PUF의 흡착능에 관한 것으로서 PUF자체에 함유된 불순물이 매우 불규칙적으로 나타나며 PUF충진량과 Breakthrough용량에 대한 정확한 조사가 수행되지 않고는 측정된 자료의 신뢰성이 저하되게 된다는 점이다(Hart et al., 1992).

반휘발성 유기화합물중의 하나인 다환방향족탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH)의 대기중 상분포는 시료포집이 진행되는 동안의 농도변동과 온도변화에 따라 계속 변할 수 있으므로 일정 기간에 걸쳐 포집된 시료의 평균화된 농도 분석만으로는 대기중에서 실제 존재하는 상분포를 정확히 파악하기에는 많은 무리가 따르므로 본 연구에서는 서로 다른 여러 가지의 시료포집장치를 구성하여 환경 대기중 PAH의 기체상-입자상 동시 측정 방법론을 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

시료의 포집은 영남대학교 Campus내에 4층 옥상에서 '94년 4월부터 '95년 1월까지 Table 1과 같은 서로 다른 형태의 4가지 종류의 샘플링장치를 구성하여 이루어졌다. 포집매체로부터의 시료의 추출은 DCM을 이용하여 Soxhlet장치상에서 약 16~24시간 추출한 뒤 Clean-up은 Silica 칼럼 크로마토그래피를 적용하였으며 HPLC System를 이용하여 형광검지기와 UV 검지기를 직렬로 연결하여 동시분석하여 17개의 PAH에 대해 각각 정성·정량하였다. 분석방법의 타당성과 정확성 검증을 위해 표준혼합시료는 순도가 확인된 16개 PAH의 표준물질로 구성하며, 미국표준국(NIST)의 Standard Reference Material (SRM)중 표준혼합용액(SRM 1647)과 농도가 검정된 분진시료(SRM1649)를 구입하여 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

서로 다른 샘플러에 의한 PAH 측정치들의 비교에서 Hi-Vol(PUF)와 Med-Vol(XAD)의 측정치들중 벤젠고리가 2~3개인 저분자 PAH의 경우 Hi-Vol(PUF) 샘플러의 증기상 PAH 측정결과는 Med-Vol(XAD)의 측정치에 비해 월등히 낮은 농도를 보이고 있으며 이와는 대조적으로 입자상의 경우는 두 측정결과가 비교적 잘 일치하는 것을 알 수 있었다. 또한 동일한 흡착제(PUF)를 사용한 Hi-Vol(PUF) Low-Vol(PUF)간의 측정 결과에서 저분자 PAH의 경우는 증기상 PAH의 측정결과에 따라 전체농도가 큰 영향을 받는다는 사실을 알 수 있었다. 동일한 Low-Vol이면서 단지 흡착제만 XAD와 PUF로 다르게 장착한 두 시스템에 대한 PAH 측정결과에서는 비휘발성인 고분자 PAH의 농도는 매우 유사하게 나타난 반면 저분자 PAH의 측정 결과는 큰 차이를 보이고 있어 breaktrough volume이 작은 PUF의 포집능이 XAD의 포집능에 비해 열등하였다(Fig. 1 참조).

증기상-입자상에 상분배가 일어나는 벤젠고리 3~4개인 반휘발성 PAH의 총농도에 대한 서로 다른 시료채취방법간의 측정 결과를 비교한 결과 PAH의 농도는 벤젠고리가 2개인 저분자 PAH는 흡착제의 종류에 따라 큰 영향을 받으며 벤젠고리가 3~4개인 반휘발성 PAH 역시 증기상 농도에 따라 큰 영향을 받을 수 있으므로 PAH시료포집시 포집매체의 선정은 매우 중요한 관건임을 알 수 있었다.

Table 1. 4-Different systems for gaseous and particle PAH sampling.

System	Hi-Vol (PUF)	Med-Vol (XAD)	Low-Vol (XAD)	Low-Vol (PUF)
Sampler	Hi-Vol. Sampler	PS-1 Sampler	VAPS (Channel 1)	VAPS (Channel 2)
Model	Sierra Andesen	General Motor	URG	URG
Flow Rate	600 l/min	180 l/min	15 l/min	15 l/min
Filter	8"×10" glass	4" φ glass	47mm φ glass	φ 47mm glass
Adsorbent Medium	PUF (7cm φ × 10cmL)	XAD-2	XAD-2	PUF (32mm φ × 80mmL)
Remarks	Modified Hi-Vol.	USEPA Recommended for SVOC Sampling	Annular Denuder System	

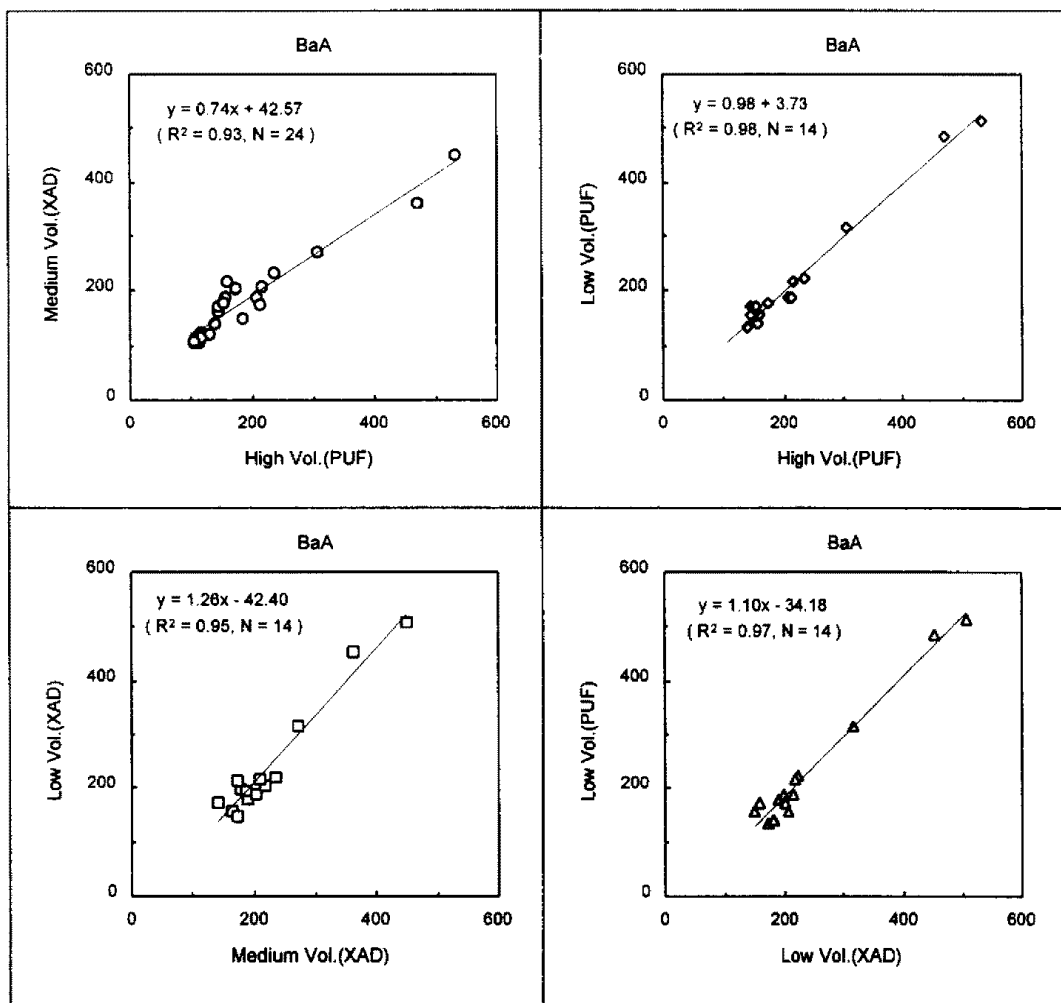


Fig. 1. Comparison of Benz(a)anthracene concentrations(in ng/m^3) measured by 4-different sampling systems with XAD-2 or PUF adsorbent medium.

참고문헌

- Winberry, W.T.Jr., Murphy, N.T. and Riggan, R.M. (1988) Methods for determination of toxic organic compounds in air - EPA Methods. Noyes Data Co., New Jersey, USA, 370-466.
- Hart, K.M., Isabelle, L.M. and Pankow, J.F. (1992). High-Volume air sampling for particle and gas sampling. 1. Design and gas sampling performance. ES&T, 26, 1048-1052.