

## PA14) 환경대기 중 HAPs(VOC)의 자동연속측정방법에 대한 적용 가능성 평가

### Evaluation of Measurement Methods for HAPs(VOC) in Ambient Air Using Online GC System

손은성 · 서영교 · 이동현 · 한진석<sup>1)</sup> · 이민도<sup>1)</sup> · 백성욱

영남대학교 대학원 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경과학원

#### 1. 서 론

VOC의 환경학적 중요성은 일반적으로 두 가지 측면으로 요약할 수 있다. 첫째는 방향족 탄화수소나 할로젠화 탄화수소류와 같이 그 자체로 인체에 직접적으로 유해한 보건학적 측면과 둘째는 윌레키계 탄화수소와 같이 그 자체로는 인체에 대한 직접적인 유해성은 크지 않으나 대기 중에서 질소산화물의 광분해반응에 관여하여 이차적으로 오존과 알데하이드류와 같은 산화성 물질의 생성을 유발하는 소위 광화학 스모그의 전구물질로서의 역할을 들 수 있다(한국대기환경학회, 2004; Field et al., 1992).

우리나라의 경우 종래에는 총탄화수소로 규정하여 환경기준이 설정되어 있었으나 1993년에 개정된 새로운 환경기준안에서는 선진국의 일반적인 경향을 따라 탄화수소관련 항목이 삭제되었다. 그러나 2007년 1월에 벤젠의 환경기준이 제정되고 2010년부터 대기 중 벤젠의 대기환경기준을 적용하게 됨에 따라 벤젠에 대한 측정분석방법의 확립이 필요하게 되었다. 현재 국내에서는 광화학오존생성에 관련이 있는 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, 이하 VOC)에 대하여 자동연속측정법을 이용한 측정이 수행되고 있다. 그러나 산업지역이나 대도시 도심의 Hazardous Air Pollutants(HAPs) VOC에 대해서는 수동측정법을 사용하고 있다. 수동측정법은 자동연속측정법에 비해 많은 인력과 시간이 소요되는 방식이므로 자동측정법으로 대체 시 많은 자료를 연속적으로 생산할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 자동연속측정법을 이용하여 환경대기 중 HAPs VOC의 측정가능성을 평가하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 벤젠과 트리클로로에틸렌을 포함하는 12개의 HAPs VOC를 측정대상물질로 선정하였다. 자동연속측정장치의 시료채취는 50mL/min의 유량으로 60분간 채취하여 3L의 시료를 채취하였다. 또한 시료채취용 저온농축관은 소수성 흡착제인 Tenax TA와 Carboxpack B가 이중층진되어 있는 것을 사용하였다. 한편 저온농축관의 응결을 야기하는 시료 내의 수분을 제거하기 위해 시료채취 전단에 nafion-dryer를 사용하였다. 검출기는 방향족과 불포화족 VOC에 대하여 감도가 좋은 Photo Ionization Detector(PID)와 염소계 VOC에 대하여 감도가 좋은 Electron Capture Detector(ECD)를 사용했다.

#### 3. 결과 및 고찰

본 연구의 VOC 자동연속측정장치에 대하여 분석의 재현성, 검량선의 선형성, 검출저한계를 통한 정도관리를 수행하여 표 1에 나타내었다. 자동연속측정장치의 정도관리 결과 대체적으로 10% 내외의 재현성과 상관계수 0.96 이상의 선형성을 나타내었으며 검출한계는 0.1ppb 수준으로 양호하게 나타났다. 그림 1에는 환경대기 중의 실제시료를 동시채취하여 자동측정방법과 USEPA TO-17방법으로 각각 분석한 결과를 비교하였다. Toluene과 trichloroethylene의 경우 두 방법의 농도변동이 유사하게 나타났으나 benzene은 변동양상은 두 방법 간에 다르게 나타났다. 그 원인은 자동연속측정방법에서 benzene 오염에 기인하였음을 공시료 분석을 통하여 확인할 수 있었다. 구체적으로 자동연속측정방법에서 시료채취 시 수분제거의 목적으로 장착한 nafion dryer가 benzene에 오염되어 있었다. 이로써 모든 nafion dryer가 benzene에 오염되어 있다고 단정할 수 없으며, 다만 시료도입부 전단에 부대장치를 설치함에 있어 반드시 오염여부를 확인해야 함을 파악할 수 있다. 즉, 본 연구에서는 그림 1의 하단부에서 나타난 바와 같이 nafion dryer를 제거 후 분석결과 benzene을 비롯한 toluene, trichloroethylene의 변동양상이 유사하

계 나타남을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구의 자동연속측정방법으로 환경대기 중 HAPs VOC의 측정에 적용하여도 수동측정법 못지않은 양호한 결과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다.

Table 1. Results of quality control and detector for analysis on target compounds.

Compound	Repeatability		Linearity	MDL		Detector
	within days	between days		ng	ppb	
1,3-Butadiene	9.6%	41.3%	0.203	2.89	0.43	PID
Chloroform	5.1%	2.3%	0.989	1.91	0.13	ECD
1,1,1-Trichloroethane	5.6%	2.1%	0.989	0.65	0.04	ECD
Benzene	27.0%	19.0%	0.963	0.94	0.10	PID
Carbon tetrachloride	5.6%	2.3%	0.985	0.19	0.01	ECD
Trichloroethylene	8.6%	4.8%	0.985	1.45	0.09	ECD
Toluene	10.1%	16.4%	0.970	1.10	0.10	PID
Tetrachloroethylene	5.7%	2.6%	0.987	0.39	0.02	ECD
Ethylbenzene	9.1%	10.0%	0.976	1.35	0.10	PID
<i>m,p</i> -Xylenes	5.3%	6.8%	0.978	1.07	0.08	PID
Styrene	9.6%	16.2%	0.963	1.12	0.09	PID
<i>o</i> -Xylene	14.9%	11.3%	0.967	1.23	0.09	PID

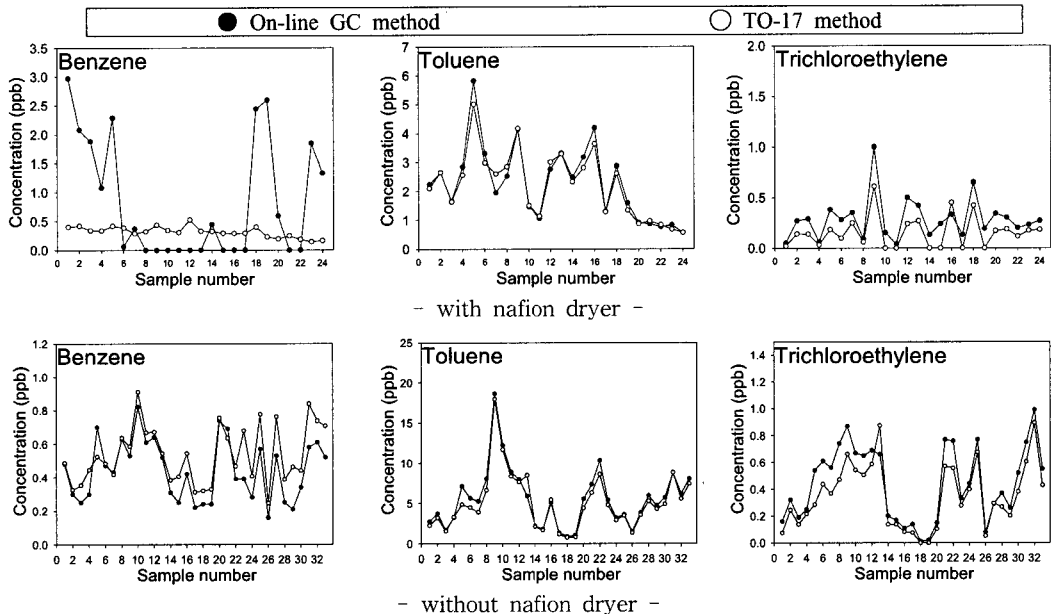


Fig. 1. Variations of VOC concentrations on Online GC method to TO-17 method.

#### 참 고 문 헌

- 한국대기환경학회 (2004) 광화학 대기오염 생성과정 규명과 저감대책 수립, 국립환경연구원 최종보고서, 544pp.
- Field, R.A., M.E. Goldstone, J.N. Lester, and R. Perry (1992) The sources and behaviour of tropospheric anthropogenic volatile organic compounds. Atmos. Environ., 26A, 2983-2996.