

## PA6) 도시 교통밀집지역에서의 대기 중 휘발성유기화합물 농도 Atmospheric Concentrations of Volatile Organic Compounds at a Heavy-Traffic Site in an Urban Area

백성욱 · 박지혜 · 김미현 · 박상곤\*

영남대학교 환경공학과 대기오염연구실, \*대전혜천대학

### 1. 서 론

휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds; 이하 VOCs라 함)은 도시대기 중 광화학 스모그의 기인자인 동시에 발암성 혹은 돌연변이원성인 인체에 유해한 물질들이 많으므로 최근 들어 관심의 대상이 되고 있다. 이러한 VOCs의 발생원은 복잡·다양하지만 인위적인 주요 배출원은 유기용제와 자동차이다. 본 연구에서는 자동차 배출가스의 영향을 많이 받고 있는 도시교통밀집지역의 VOCs의 출현양상 및 분포특성을 파악하고 도시교통밀집지역과 교통량의 영향을 비교적 적게 받는 교외 지역에서의 VOCs 분포특성을 비교해 보고자 한다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 대도시 도로변 대기중의 VOCs의 농도분포 특성을 파악하기 위하여 대구광역시의 교통밀집지역 두 지점(도시교통밀집지역 I, II로 구분함)과 대조 지점으로 교통량의 영향을 적게 받는 교외지역 한 지점을 선정하여 대기 중 출현빈도가 높은 10~13종의 VOCs 농도를 측정하였다. 1999년 5월~2000년 1월에는 도시교통밀집지역 I(대구 광역시 반월당)에서 봄, 여름, 가을, 겨울 각 계절 당 2주 동안 2시간 간격으로 시료를 채취하였고, 2000년 5월~11월에는 도시교통밀집지역 II(대구 광역시 평리여중)와 교외지역(영남대학교 공대본관 옥상)에서 봄, 여름, 가을 각 계절 당 2주 동안 3시간 간격으로 VOCs 시료를 채취하였다. 시료채취에는 24시간 연속 시료채취가 가능한 STS-25(Sequential Tube Sampler, Perkin Elmer, UK)를 사용하였고, 시료채취 유량은 50~80 ml/min으로 하였다. 시료채취용 매체로는 도시교통밀집지역 I에서는 Carbotrap(400 mg, 20/40 mesh, Supelco, USA)을 충전한 스테인레스 스틸 흡착관(1/4" × 9 cm, Perkin Elmer, UK)을 사용하였고, 도시교통밀집지역 II와 교외지점에서는 Carbotrap C 100 mg, Carbotrap 300 mg, Carbosive SIII 150 mg을 충전한 스테인레스 스틸 흡착관을 사용하였다. 채취된 시료의 분석은 자동열탈착장치(ATD 400, Perkin Elmer, UK)가 연계된 capillary column GC/MSD를 사용하여 분석하였다. 또한 저농도의 VOCs를 분석하기 위해 2단계 열탈착을 이용한 저온응축방법을 사용하여 분석의 감도 및 Capillary Column의 분리능을 높였다(백성욱, 1996).

### 3. 결과 및 고찰

표 1에는 1999년 5월~2000년 1월에 걸쳐 사계절 간 도시교통밀집지역 I에서 측정한 VOCs 농도와 2000년 5월~2000년 11월에 걸쳐 봄, 여름, 가을 삼계절 동안 도시교통밀집지역 II와 교외지역에서 측정한 VOCs 농도의 평균값과 중앙값, 표준편차, 농도범위를 나타내었다. 또한 지역별로 VOCs의 농도 분포를 비교하기 쉽도록 그림 1에는 각 지역에서의 VOCs 농도의 중앙값을 도시하였다. 도시교통밀집지역에서는 대체로 톨루엔, m,p-자일렌, 벤젠, 에틸벤젠, o-자일렌의 순으로 농도가 높게 나타났으며, 클로로포름, 트리클로에틸렌, 테트라클로로에틸렌은 거의 검출되지 않았다. 대부분의 VOCs 농도는 도시교통밀집지역에서 교외지역 보다 2~3 배 높게 검출되었으며, 톨루엔의 경우는 5~6 배 높게 나타났다. 도시교통밀집지역 I 과 II를 비교해보면, 벤젠과 에틸벤젠의 경우는 도시교통밀집지역 I 이 도시교통밀집지역 II보다 1.5~1.7 배 높게 나타났고, 나머지 VOCs 농도는 두 지역에서 비슷하게 나타났다. 도시교통밀집지역 II의 교통량이 도시교통밀집지역 I 보다 많음에도 불구하고 농도가 비슷하게 나타나는 이유는 도

시교통밀집지역 I의 경우 지형상 고층빌딩으로 둘러쌓여(street canyon) 국부적인 고농도가 발생할 수 있기 때문인 것으로 사료된다. 그러므로 VOCs 농도는 교통량과 같은 배출강도 뿐만 아니라 기상인자, 측정지점의 입지조건 등의 복합적인 영향을 받는 것으로 생각되어진다.

Table 1. Concentrations of VOCs at a heavy-traffic site I, II and suburban site. (unit : ppb)

VOCs	Heavy-traffic site I (1999. 5~2000. 1, n=658)			Heavy-traffic site II (2000. 5~2000. 11, n=264)			Suburban site (2000. 5~2000. 11, n=125)		
	Mean±S.D	Median	Range	Mean±S.D	Median	Range	Mean±S.D	Median	Range
Chloroform	-	-	-	0.13±0.32	<MDL	<MDL~2.49	0.19±0.83	<MDL	<MDL~6.68
Benzene	1.82±0.76	1.66	0.26~5.80	1.18±0.57	1.07	0.39~3.78	0.89±0.62	0.72	<MDL~3.32
TRCEL	-	-	-	0.41±0.65	<MDL	<MDL~5.33	0.22±0.30	<MDL	<MDL~1.46
Toluene	18.4±14.7	14.2	1.49~101.0	20.0±35.0	10.4	0.30~334.2	4.96±7.03	2.41	0.24~46.4
TTCEL	-	-	-	0.07±0.07	<MDL	<MDL~0.71	0.06±0.03	<MDL	<MDL~0.29
Ethylbenzene	1.79±3.97	1.02	0.15~65.1	0.93±1.11	0.59	<MDL~7.74	0.43±0.48	0.28	<MDL~3.22
m,p-Xylene	3.77±7.63	2.18	0.17~113.4	2.45±2.02	1.92	0.26~13.4	1.09±1.04	0.76	<MDL~6.94
o-Xylene	1.29±2.95	0.75	0.11~44.1	0.71±0.54	0.58	<MDL~3.68	0.33±0.29	0.26	<MDL~1.97
Styrene	0.2±0.18	0.17	<MDL~1.98	0.14±0.12	0.11	<MDL~0.76	0.12±0.20	<MDL	<MDL~1.99
1,3,5-TMB	0.19±0.12	0.17	<MDL~1.06	0.20±0.14	0.17	<MDL~1.07	0.10±0.12	<MDL	<MDL~0.81
1,2,4-TMB	0.66±0.36	0.60	0.09~3.25	0.84±0.56	0.71	<MDL~3.86	0.38±0.53	0.22	<MDL~3.82
Naphthalene	0.33±0.28	0.26	<MDL~2.12	-	-	-	-	-	-
Traffics (대)	1945±1379	1782	61~7155	4828±2518	5022	554~9435	-	-	-

Data below MDL(method detection limit) were replaced with value of 1/2 MDL in statistical calculation.

Abbreviations for the VOCs are; TRCEL: Trichloroethylene, TTCEL: Tetrachloroethylene, 1,3,5-TMB: 1,3,5-Trimethylbenzene, 1,2,4-TMB: 1,2,4 Trimethylbenzene

Traffics for heavy-traffic site I are mobile numbers for 2 hr and those for heavy-traffic site II are numbers for 3 hr.

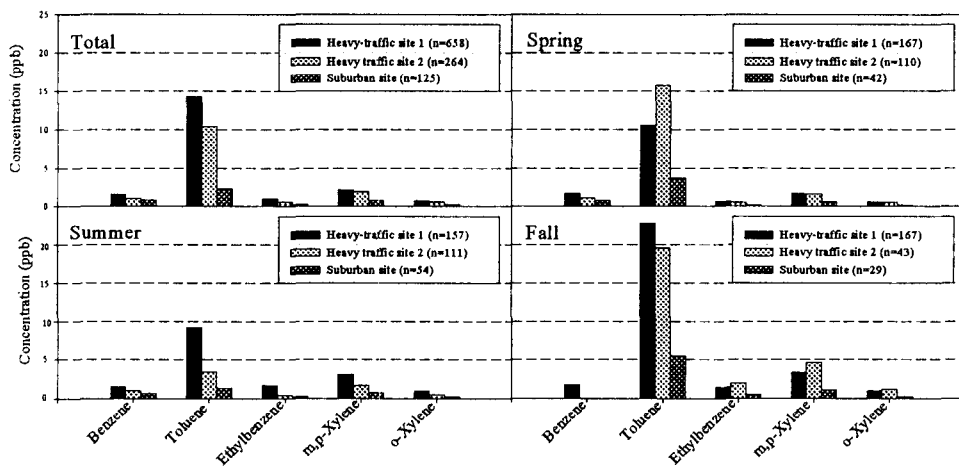


Fig. 1. Median of VOCs concentrations at a heavy-traffic site I, II and suburban site.

## 사 사

본 과제는 1999년도 학술진흥재단 자유공모과제 연구비지원으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- 백성욱 (1998) 고속도로 터널내부 공기 중 휘발성유기화합물의 농도 측정, 한국대기보전학회지, 14(1), 73~77  
 나광삼 (1998) 대기중 휘발성 유기화합물의 채취 및 분석 방법 비교, 한국대기보전학회지, 14(5), 507-518