

## PA26) 전자산업단지에서의 대기중 휘발성유기화합물 오염도 특성 Industrial Characterization of VOCs Concentrations in Electronics Area

최우건 · 조장제 · 장정욱 · 김태오  
금오공과대학교 환경공학과

### 1. 서 론

구미시 산업지역은 반도체, LCD, 브라운관, 정보통신기기 등 첨단전자 정보통신산업을 위주로 형성되어 있으며, 섬유와 기타 합성수지 산업도 위치하고 있다. 이러한 산업 구조로 인해 전자산업에서는 세척제로 Trichloroethylene과 Dichloromethane등이 사용되며, 섬유와 합성수지 산업에서는 Toluene과 같은 유기용제가 많이 사용되고 있다. 이에 본 연구에서는 전자산업을 위주로 형성된 구미 산업지역의 대기중 휘발성유기화합물(이하 VOCs)의 농도를 여름과 겨울철로 나누어 측정·평가하여, 구미지역 유해오염도 개선을 위한 기초자료를 제시함을 목적으로 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구의 시료채취는 여름과 겨울철로 나누어 실시하였고, 여름철은 2002년 8월 5일부터 2002년 9월 13일 까지, 겨울철은 2003년 2월 20일부터 2003년 3월 5일까지로 맑은 날을 대상으로 하였다. 측정시간은 오전 10시부터 오후 6시까지 8시간동안 이루어 졌다. 구미 산업지역의 대기 중의 VOCs의 채취를 위해 주거지역, 도심지역, 산업지역을 중심으로 5개의 시료 채취지점을 선정, 각 4회씩 측정하였다. 측정장소는 구미지역의 대기측정망이 있는 구미시립도서관(주거지역), 원평3동 동사무소(도심지역), 동국방직부설여고(산단1지역), 그린센터(산단2지역), 금오공대(중간지역)에서 실시하였다. 기상자료는 대구기상대 구미출장소에서 매시풍향 및 풍속에 대하여 기후자료관리시스템으로 제공받아 사용하였으며, 시료의 채취 및 분석은 유기화합물을 안정적으로 포집(Brymer et al., 1996)하는 미국 EPA의 TO-14(US EPA, 1988) 방법을 따라 캐니스터(Restek사 silicocan, US)법을 이용하여 GC(HP6890N)/MSD(HP5973)로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Table 1은 각 측정지점에서 채취하여 분석한 VOCs의 여름과 겨울철의 평균농도를 비교한 것이다. 구미 전체 VOCs의 농도는 산업지역이 주거지역과 도심지역보다 높은 농도를 보였으며, 자동차 배출원인 m,p-Xylene, Benzene, Ethylbenzene 등 방향족 물질들은 산단과 생활지역이 비슷한 농도를 나타내었다. 산단지역의 배출형태는 생활지역과 유사하나 배출량이 높았고, 여름과 겨울철 측정 모두 산업용 용매제로 많이 사용되는 Trichloroethylene과 Dichloromethane이 높게 측정되었다. 각 물질별로는 Vinyl chloride가 큰 농도차를 보이는데, 이 물질은 수분과 반응성이 높아(Kohji et al., 2001) 건조한 겨울철에 높은 농도를 나타낸 것으로 보인다. 겨울철 측정이 여름철 측정에 비해 가장 두드러진 특징은 산단 1지역의 농도가 현저하게 낮아진 것이다. 각 성분마다 다소 차이는 있지만 대부분의 농도가 여름철에 비교적 높게 나타났다. 이러한 계절별 VOCs 농도에 대한 평가를 살펴보면 여름철은 일조량이 많고 빛이 강하여, 빛과 열에 반응성이 높은 VOCs 물질들의 농도가 겨울철에 비해 상대적으로 높아진다는 연구결과(Hannele et al., 2000)와 여름철에는 습도가 높고, 잦은 강우로 인해 오염물질이 희석되어 그 농도가 낮아진다는 연구결과가 있다(S. C. Lee et al., 2002). 본 연구에서 분석된 VOCs의 계절별 농도에 대한 정확한 원인에 대해서는 현재 연구가 진행 중에 있다.

본 연구에서 구미지역의 산업적 특색에 따른 주요 VOCs 물질을 알 수 있었으며, 이를 토대로 향후 더 많은 자료를 확보하여 이에 대한 정량적 기여도를 산정 할 계획이다.

Table 1. Concentrations of VOCs compared between summer and winter measurement. (unit : ppb)

	여름					겨울				
	산단1	산단2	도심 지역	주거 지역	중간 지역	산단1	산단2	도심 지역	주거 지역	중간 지역
Toluene	15.47	13.34	5.584	5.692	6.034	6.343	14.00	5.426	5.383	4.317
Trichloroethylene	6.395	0.755	0.466	0.319	0.341	2.386	1.655	0.728	0.895	0.267
Vinyl chloride	3.309	3.687	3.558	3.136	3.938	3.938	7.492	7.829	5.050	1.180
Dichloromethane	1.832	2.363	0.466	0.292	0.844	1.176	2.813	0.528	0.585	1.638
m,p-Xylene	1.621	1.519	1.047	1.811	0.581	1.245	1.779	1.292	1.289	0.960
Ethylbenzene	1.246	1.144	0.845	1.391	0.490	0.621	0.895	0.658	0.642	0.520
o-Xylene	1.064	1.017	0.737	1.148	0.454	0.650	0.926	0.779	0.711	0.574
Styrene	1.038	0.590	0.291	0.280	0.403	0.538	0.374	0.326	0.288	0.264
Benzene	1.016	0.927	0.982	0.783	1.336	0.964	1.225	1.526	1.308	1.222
cis-1,2-Dichloroethylene	0.855	0.392	0.220	0.169	0.206	1.823	0.793	0.456	0.609	0.275
Chloroform	0.598	1.694	0.166	0.683	0.462	0.127	0.127	0.101	0.135	0.444
1,3,5-Trimethylbenzene	0.552	0.843	0.494	0.511	0.385	0.762	1.328	1.281	1.286	1.371
Freon 11	0.492	0.402	0.436	0.386	0.428	0.880	0.880	0.652	0.668	0.565
1,2,4-Trimethylbenzene	0.224	0.311	0.262	0.196	0.140	0.250	0.374	0.337	0.357	0.629
Freon 12	0.163	0.181	0.265	0.293	0.177	0.106	0.111	0.098	0.118	0.093
1,2-Dichloropropane	0.102	0.125	0.038	0.034	0.026	0.041	0.464	0.041	0.039	0.037
Freon114	0.076	0.098	0.058	0.066	0.102	0.037	0.044	0.037	0.028	0.030
Chlorobenzene	0.055	0.049	0.028	0.016	0.108	ND <sup>1)</sup>	ND	0.022	ND	ND
1,2-Dichloroethane	0.055	0.035	0.045	0.038	0.026	0.049	0.049	0.047	0.041	0.064
Ethylchloride	0.033	0.034	0.038	0.024	0.042	0.125	0.152	0.098	0.098	0.095
o-Dichlorobenzene	0.012	ND	0.027	ND	0.009	0.099	0.085	0.171	0.015	0.072
1,2-Dibromoethane	0.011	- <sup>2)</sup>	-	-	0.011	0.018	0.015	0.013	0.030	ND

<sup>1)</sup> Not detected

<sup>2)</sup> Not analyzed

### 참 고 문 헌

- Brymer, D., Ogle, L. D., Johnes, C. J., and Lewis, D. L.(1996), Viability of using SUMMA polished canisters for the collection and storage of parts per billion by volume organics, Environ. Sci. Technol., Vol.30, 188-195.
- US EPA (1988), Compendium of methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air, EPA/600/4-89/017, Research Triangle Park, USA.
- Kohji Yamamoto, Minoru Fukushima, Naoya Kakutani and Kenshiro Tsuruho (2001), Contamination of Vinyl Chloride in Shallow Urban Rivers in Osaka, Japan, Water Research, Vol.35, 561-566.
- Hannele Hakola, Tuomas Laurila, Janne Rinne and Katri Puhto (2000), The ambient concentrations of biogenic hydrocarbons at a northern European, boreal site, Atmos. Environ., Vol.34, 4971-4982.
- S. C. Lee, M. Y. Chiu, K. F. Ho, S. C. Zou and Xinming Wang (2002), Volatile organic compounds (VOCs) in urban atmosphere of Hong Kong, Chemosphere, Vol.48, 375-382.