

# 공단지역에서의 휘발성유기화합물의 농도 평가

## Evaluation of VOCs in Kumi industrial Complex

배상호\*, 최우건\*, 박덕신\*\*, 정우성\*\*, 김태오\*\*\*

Bea, Sang-Ho Choi, Woo-Gun Park, Duck-Shin Jung, Woo-Sung Kim, Tae-Oh

---

### Abstract

Volatile Organic Compounds(VOCs) contribute to the formation of ozone and PAN which are injurious to health through complex photochemical reactions. Growing consumption of fossil fuels results in significant emission of VOCs and other air pollutants into the atmosphere. This study was carried out to evaluate of Volatile Organic Compounds(VOCs) concentrations in Kumi industrial complex. Ambient air sampling was determined at five sites from August to September in 2002. The Volatile Organic Compounds samples were collected using the silicocan canisters, and were determined by GC/MS which connected preconcentrator system. The Kumi industrial complex of VOCs concentrations were generally similar with Yeochun's but some of VOCs concentrations of Kumi were higher than Yeochun industrial complex's. Also the industrial area was higher than downtown and residential district.

---

### 1. 서론

화석연료의 사용 증가에 따라 대기중 오염물질이 점차 증가되고 있으며, 특히 가솔린기관 차량의 증가도 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds;이하 VOCs)의 농도를 높이는 원인으로 지적되어 왔다. VOCs는 "Los Angeles"에서 발생한 광화학 스모그현상의 원인물질로 널리 알려지면서 그 원인과 피해에 대한 연구가 활발히 진행되어지고 있다. VOCs는 성층권의 오존층 파괴 및 지구 온난화 가중, 광화학스모그 생성 등 환경적 측면과 발암성 및 유전독성을 내포하여 인체에 영향을 주는 것으로 알려져, 그 중요성이 한층 더 부각되고 있다. 특히 대기오염 측면에서 공단지역은 중요한 오염원으로 규제와 관리에 각별한 관심이 요구되고 있다. 공단지역의 VOCs 및

---

\* 금오공과대학교 석사과정

\*\* 한국철도기술연구원 철도환경·재료연구팀

\*\*\* 금오공과대학교 교수

악취 등 오염피해는 90년대 후반부터 규제가 강화되어, 여천과 울산의 공업단지의 경우 VOCs의 특별대책지역으로 규제되고 있다. 그러나 국내 각 공단의 주요생산품 종류에 따라 각기 다른 오염원을 내포하고 있어 일률적인 규제에 어려움이 있을 것이라 예상된다.

본 연구는 구미시 공단지역을 몇 개의 구역으로 나누어서 각 구역의 일반 대기 중 VOCs의 각 성분별 배출량을 조사하였다. 이 자료를 바탕으로 정확한 배출원과 배출실태를 파악하여 VOCs의 농도에 기여하는 정도를 정량적으로 산정하고 규제·관리에 기본 자료로 활용하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 시료 채취 장소 및 기간

본 연구의 시료채취 기간은 2002년 8월 5일부터 2002년 9월13일 까지 맑은 날을 대상으로 채취하였고 측정시간은 오전 10시부터 오후 6시까지 8시간이었다. 구미지역의 대기 중의 VOCs의 채취를 위해 주거지역, 도심지역, 공단지역을 중심으로 5개의 시료 채취지점을 선정하였다. 측정장소는 구미지역의 대기측정망이 있는 구미시립도서관(주거지역), 원평3동 동사무소(도심지역), 동국방직부설여고(공단지역), 그린센터(공단지역) 옥상에서 실시하였다. 풍향 및 풍속과의 관계를 조사하기 위하여 공단지역과 도심지역의 중간지점인 금오공과대학교 옥상에서 채취하였다. 기상자료는 대구기상대 구미출장소에서 매시풍향 및 풍속에 대하여 기후자료관리시스템으로 제공받아 사용하였다.

### 2.2 시료채취 및 분석방법

시료의 채취 및 분석은 대부분의 유기화합물을 안정적으로 포집(Brymer et al.,1996)하는 미국 EPA의 TO-14 방법을 따랐다. 시료 채취는 스테인레스 스틸 재질의 내면이 비활성 silica로 코팅되어 있는 캐니스터(Restek사 silicocan, US)를 이용한 용기 채취법을 사용하였다. 시료 채취방법은 6ℓ 캐니스터에 내부에 필터가 부착되어 있고 8시간을 흡수 할 수 있는 restrictor(CS 1200)를 연결하여 채취하였다. VOCs의 분석은 전처리장치(Entech 7100)가 연결된 GC(HP6980N)/MSD(HP 5973)를 사용하여 분석하였다. GC/MSD의 검량선은 TO-14 표준가스를 1, 5, 10, 100 ppb로 희석하여 작성하였고 상관계수는 대부분 0.99 이상으로 나타났다. Column temp는 40℃, 70℃, 150℃, 200℃, 220℃에서 각 5min이었고, Column flow는 1ml/min이었다. 전처리장치에 캐니스터를 연결하여 Cryogenic trap에서 200ml의 시료를 저온·농축하여 GC의 column(HP-VOC; 90m× 0.32 mm×5 μm)을 거쳐 SIM mode에서 검출하였다.

## 3. 결과 및 고찰

도표 1에 각 측정지점에서 조사된 구미지역의 VOCs 농도와 여천산단내 서남지역관리본부에서 2001년 여름에 조사한 자료를 비교하여 나타내었다.

도표 1. 각 측정지점에서 측정된 VOCs 농도와 구미지역과 여천산단내 농도 비교 (unit: ppb)

물질명	공단1	공단2	도심지역	주거지역	중간지역	여천산단
Toluene	15.471	13.346	5.584	5.692	6.034	3.193
Trichloroethylene	6.395	0.755	0.466	0.319	0.341	0.051
Vinyl chloride	3.309	3.687	3.558	3.136	3.938	4.783
Dichloromethane	1.832	2.363	0.466	0.292	0.844	0.217
m,p-Xylene	1.621	1.519	1.047	1.811	0.581	0.115
Ethylbenzene	1.246	1.144	0.845	1.391	0.490	0.224
o-Xylene	1.064	1.017	0.737	1.148	0.454	0.143
Styrene	1.038	0.590	0.291	0.280	0.403	1.151
Benzene	1.016	0.927	0.982	0.783	1.336	1.104
cis-1,2-Dichloroethylene	0.855	0.392	0.220	0.169	0.206	ND
Chloroform	0.598	1.694	0.166	0.683	0.462	0.101
1,3,5-Trimethylbenzene	0.552	0.843	0.494	0.511	0.385	0.028
Freon 11	0.492	0.402	0.436	0.386	0.428	0.176
Methyl chloroform	0.486	1.631	0.180	0.203	0.186	0.101
Freon 113	0.285	0.191	0.174	0.181	0.162	0.108
1,1,2-Trichloroethane	0.245	0.375	0.200	0.245	0.208	0.047
1,2,4-Trimethylbenzene	0.224	0.311	0.262	0.196	0.140	0.093
Freon 12	0.163	0.181	0.265	0.293	0.177	0.709
1,2-Dichloropropane	0.102	0.125	0.038	0.034	0.026	0.022
Freon 114	0.076	0.098	0.058	0.066	0.102	0.024
Chlorobenzene	0.055	0.049	0.028	0.016	0.108	0.049
1,2-Dichloroethane	0.055	0.035	0.045	0.038	0.026	0.313
Ethylchloride	0.033	0.034	0.038	0.024	0.042	-
o-Dichlorobenzene	0.012	ND <sup>1)</sup>	0.027	ND	0.009	ND
1,2-Dibromoethane	0.011	- <sup>2)</sup>	-	-	0.011	0.004

<sup>1)</sup> Not detected

<sup>2)</sup> Not analyzed

구미지역 공단1, 2의 VOCs는 여천산단내 농도보다 전반적으로 높은 경향을 보이고 있다. 구미지역의 전체 VOCs의 농도는 공단지역이 주거지역과 시내지역보다 높은 농도를 보였고, 주거지역과 시내지역은 비슷한 농도를 나타내었다. 이는 주거지역 측정지점이 8차선 도로와 인접해 있어 시내지역의 측정지점과 유사한 환경에 의한 것으로 생각되어진다. 그림 1은 각 측정지점의 주요 VOCs의 농도를 비교하여 그림으로 나타내었다.

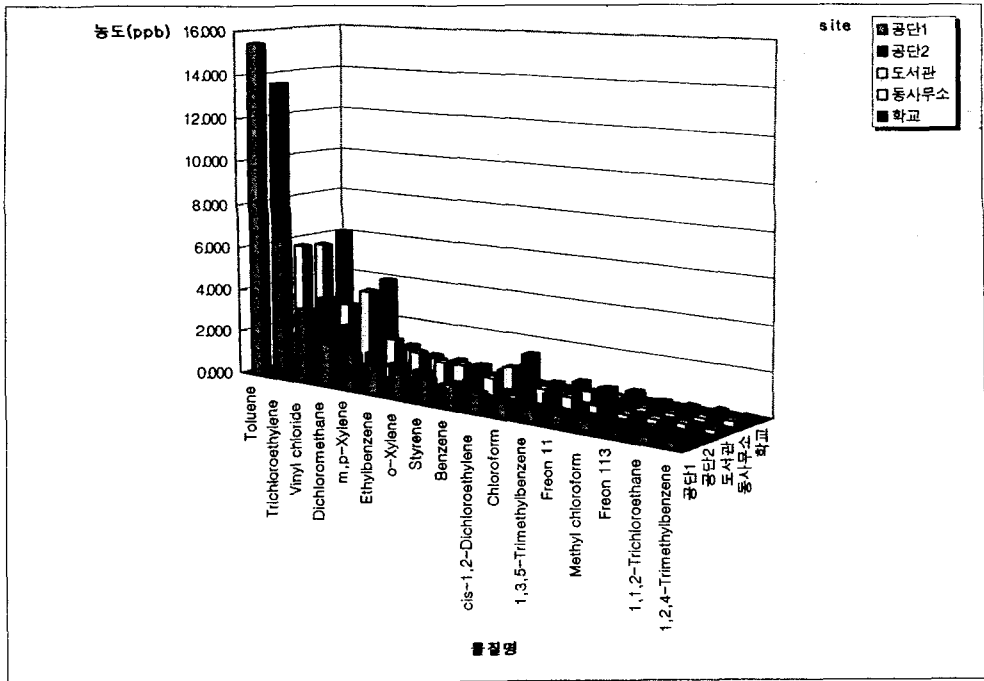


그림 1. 각 측정지점의 주요 VOCs의 농도를 비교

주거지역과 시내지역의 경우에는 가솔린이나 석유화학공단에서 많이 배출되는 Toluene, m,p-xylene, benzene, ethylbenzene, 1,3,5-trimethylbenzene 등 방향족 물질들이 높게 조사되었다. 이는 자동차 배출가스, 주유소 및 주거지역의 세탁소 등과 같은 배출원에 의한 것으로 사료된다. 또한, 공단지역 VOCs의 성분비는 주거지역과 유사하나 배출량이 높았고, 산업용 용매제로 많이 사용되는 Trichloroethylene과 Dichloromethane이 높게 측정되었다. 이와 같은 원인으로는 다른 공단과는 달리 전자제품, LCD, 전선, 피폭, 섬유, 직물, 건전지, 포장필름, 화학 등 다양한 공장들이 산재해있기 때문으로 생각된다. 현재까지의 연구결과로는 이들 생산라인으로부터 발생되는 VOCs의 배출원이 대기 VOCs의 농도에 기여하는 정도를 정량적으로 산정하기에는 자료가 부족한 상태이므로 향후 공단 내 VOCs 농도의 시간별, 일변화, 계절별 농도 등 많은 자료 확보와 CMB 모델을 적용하여 구미지역 대기 중 기여도를 산정 할 계획에 있다.

## 참고문헌

1. 나광삼, 김용표, 김영성 (1998), “서울 대기중에서 C2~C9 휘발성 유기화합물의 농도”, 한국대기환경학회지 한국학회지, 14(2), 95-105
2. 나광삼, 김용표, 문길주 (1998), “울산공단 대기에서 측정된 휘발성 유기화합물의 1997년과 1998년 결과비교”, 한국대기보전학회지, 14(4), 281-292
3. 백성욱, 김미현, 박상곤 (2002), “대도시 교동밀집지역 도로변 대기 중 휘발성유기화합물의 농도 분포 특성”, 한국대기보전학회지, 18(2), 113-126
4. 전준민 (2001), 「여천산단의 대기 중 휘발성 유기화합물(VOCs)의 배출량 산정 및 기여도 추정」, 전남지역환경기술개발센터
5. 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.
6. 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.. 30, 188-195.