

대구성서산업단지 발생원부지경계 대기 중 휘발성유기화합물질의 농도수준

안 상 영 · 최 성 우

*경상북도 보건환경연구원, 계명대학교 환경과학과
(2004년 6월 3일 접수; 2005년 1월 14일 채택)

Concentration level of Volatile Organic Compounds about the Air of Source Boundary Site in Seongseo Industrial Complex

Sang-Young An and Sung-Woo Choi

*Gyeongsangbuk-Do Institute of Health and Environment, Daegu 702-702, Korea
Department of Environmental Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea
(Manuscript received 3 June, 2004; accepted 14 January, 2005)

The concentrations of volatile organic compounds(VOCs) in the ambient air were measured at various point (Source, source boundary) in Seongseo industrial complex during May to November 2003. Air samples were collected in Silcocan canister(1ℓ, 6ℓ) and analyzed using a cryogenic preconcentration system and GC/MSD. We identified 37 species by the US EPA(TO-14 method). The result showed a variety distribution of the concentration. Higher concentrations of BTX, Styrene, 1,3,5-Trimethylbenzene, 1,2,4-Trimethylbenzene were observed at the sampling sites. They seemed to be emitted from the facility of wastewater treatment, reaction tank of chemistry factory and facility of Tenter. The concentrations of VOCs contents in Seongseo industrial complex were generally higher than those in Yeosu complex and Ulsan complex, although those were similar in Sihwa-Banwol complex.

Key Words : HAPs, VOCs, O₃ precursor, Canister, GC/MSD

1. 서 론

도시 대기 중 폭넓게 분포하고 있는 휘발성유기화합물질(volatile organic compounds, 이하 VOCs)은 오존(O₃)생성의 전구물질¹⁾로 알려지면서 관리대상이 되고 있으며, 미국 환경청(EPA)에서는 1996년에 188개의 유해대기오염물질(hazardous air pollutants, 이하 HAPs)을 발표하였는데 여기에는 Acetaldehyde, Acrolein, Toluene 등 거의 모든 휘발성유기화합물질이 포함되어 있다²⁾.

현재 대도시 지역의 VOCs 물질은 차량의 급격한 증가와 개별 난방연료의 사용으로 지속적으로 증가 추세에 있으며 특히 오존전구물질(Ozone precursor

sors)로 알려지면서 관심의 대상이 되고 있다^{3,4)}. 따라서 우리나라에서도 VOCs 관련 측정사례가 많이 보고되고 있다⁵⁻⁸⁾ 또한 정부차원에서도 VOCs 발생원 및 분포실태 등에 관한 조사⁹⁻¹²⁾를 실시한 바 있으며 1996년 9월 VOCs 등으로 대기오염문제가 제기된 여천공단지역을 대기보전특별대책지역으로 지정하면서 공단지역의 배출특성을 감안하여 VOC 규제를 시작하였다¹³⁾ 현재 우리나라에서는 총 37개 물질이 규제대상물질 및 제품으로 고시¹⁴⁾되어 있다. 성서공단을 포함한 대구지역은 1999년 12월에 대기 규제지역으로 지정되면서 VOCs 물질에 대한 엄격한 배출억제 및 방지설비를 요구하고 있고, 산단내 산업체에서는 VOCs 배출시설 기준강화로 대상시설에 대한 투자와 관리에 관심이 강화되고 있다. 그러나 SO₂, NO₂, PM-10과 같은 기준성오염물질에 대한 조사는 대기오염자동측정소를 중심으로 꾸준히 이루어지고 있으나 VOCs에 대한 실측치는 거의 없

Corresponding Author : Sung-Woo Choi, Department of Environmental Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea
Phone: +82-53-580-5245
E-mail: swchoi@kmu.ac.kr

는 실정이어서 실태파악이 시급히 요구되고 있다.

성서공단은 섬유염색, 금속제품제조, 화학제품제조, 폐수처리업소 등 1300여개의 사업장이 가동 중에 있다¹⁵⁾ 이들 지역은 인근에 대규모 주거지역이 밀집되어 있어서 최근에 악취를 포함한 대기오염물질과 관련하여 민원이 급증하면서 이들 물질에 대한 근원적 해결이 시급히 요구되고 있다. 이런 현상은 성서공단만의 문제는 아니고 도심주변 대형공단은 공통적으로 겪는 문제이며 특히 시화·반월지역의 경우 최근 심각한 사회현상을 야기한 바 있어, 이에 대한 원인규명을 위하여 정부차원에서 실태조사^{10,12)}가 이루어진 바 있다.

본 연구는 일반적인 VOCs 발생원으로 알려진 자동차 등과 같은 이동오염원 및 난방에 의한 원인이 아닌 대규모 공단배출원으로부터 발생하는 VOCs 분포실태를 파악코자 대구시 소재 성서산업단지를 중심으로 주요 배출원 및 일반대기중의 VOCs를 측정하였다. 오존전구물질(Ozone precursors)로 알려진 Benzene을 포함한 36종을 선정하였으며, 특히 이들 37개 물질 중에는 Toluene, Xylene, Styrene과 같은 악취물질도 포함하고 있어서 성서공단 대기질 파악에 귀중한 자료로 활용할 계획이다.

2. 조사방법

2.1. 시료채취지점

성서공단은 특별히 지형의 기록이 없으며 평탄한 대지에 수많은 사업장이 밀집하여 형성된 공단으로

서 큰 장애물이 없는 것이 장점이다. 시료 채취(Sampling)는 성서공단에 입주한 업체 중 악취중점관리 대상업체를 중심으로 주요 발생원 및 배출원에서 시료채취하고 아울러 발생원과 인접한 부지경계에서 채취하였고 공단전역을 대표할 수 있다고 판단되는 지점 1곳과 대조지역1곳을 선정하였으며, 시료 채취지점을 Fig. 1에 나타내었다. 공단전역을 대표할 수 있는 지점인 대기오염자동측정소가 설치된 갈산동측정소에서는 일중변화를 알아보기 위하여 24시간동안 시료를 포집하였다. 또한 시료채취지점과 환경이 전혀 다른 즉, 차량의 통행은 성서공단과 유사하나 산업시설은 전혀 없는 지역을 선정하여 대조군으로 비교하였다.

Table 1은 시료를 채취한 날에 대한 성서공단지역의 기상특성을 나타낸 자료로, 본 자료는 갈산동 대기자동측정소 상시측정 자료를 활용하였다.

이번 조사는 2003년 5월~2003년 12월 중 특정일(6/28, 7/23, 11/5)에 Silcocan canister를 이용하여 배출업소의 주요 발생원을 중심으로 순간 포집하였으며, 다만 발생원에서 폭로된 VOCs의 공간농도분포를 알아보기 위하여 일부지역(Galsan-Dong Air Quality Monitoring Station(GAQMS), Andong Dongbu-dong Office(ADBO)에서 24시간동안 시료를 채취하였다.

이번 연구에서 시료채취를 순간 채취한 이유는 발생원의 경우 작업공정이나 여건상 장시간 시료채취 작업이 불가능하여 순간 채취하였으며, 아울러

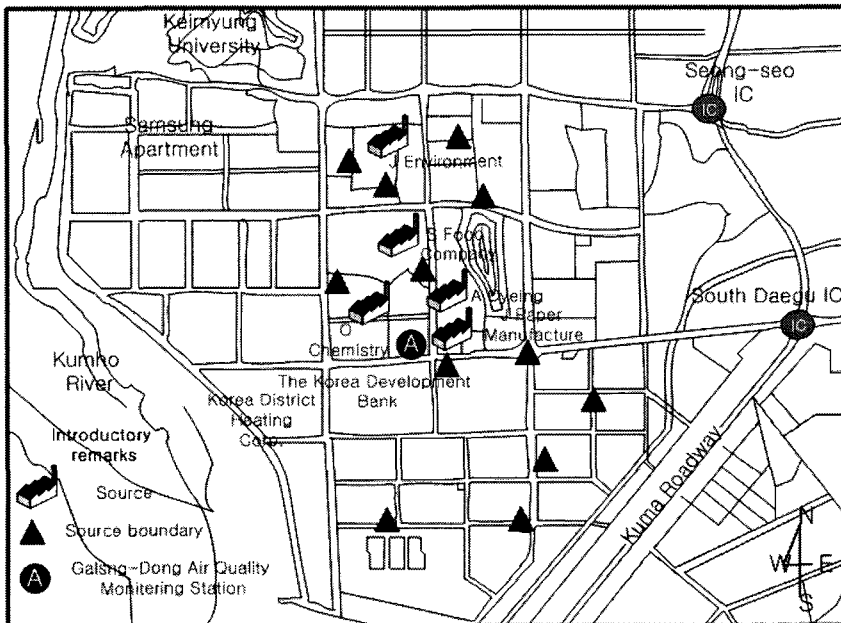


Fig. 1. Location of measurement sites in Seongseo industrial complex.

대구성서산업단지 발생원부지경계 대기 중 휘발성유기화합물질의 농도수준

Table 1. Monthly meteorological conditions during sampling period in Seongseo industrial complex

	6/28 (01:00~24:00)	7/23 (01:00~24:00)	11/5 (01:00~24:00)
Temp(°C)	22	28	14
W.S(m/sec)	1.6	2.6	1.8
R.H(%)	82.7	72.1	70.1
W.D	WNW	ESE	WNW

부지경계에서도 동일한 조건에서 채취작업을 수행하였다.

2.2. 시료채취

채취지점에 따라 채취용기는 1ℓ 및 6ℓ용량의 Silco Canister(1100, Entech Inc, USA)를 이용하였고, Silco Canister가 Summa Canister보다 보관 및 안정성에서 양호한 것으로 나타나¹⁶⁾ 이번 조사에서는 모두 Silco Canister를 사용하였다. 시료를 포집하기 전에 Canister cleaner(3100, Entech Inc, USA)로 자동세척 후 감압한 것을 현장에서 밸브를 열어 순간 포

집하였다. 일부 지역에서는 Passive Canister Sampler(Model CS1200E, Entech)를 이용하여 24시간동안 포집하였다.

2.3. 시료전처리 및 분석조건

본 시험방법은 미국 환경청(US EPA)에서 제시한 TO-14방법¹⁷⁾에 따라 수행하였으며, 이번에 사용한 전처리기는 Entech 7100 Preconcentrator를 사용하여 농축한 후에 GC/MS에 도입하였고, GC/MS의 분석조건(Table 2) 및 기기모형도(Fig. 2)는 다음과 같다.

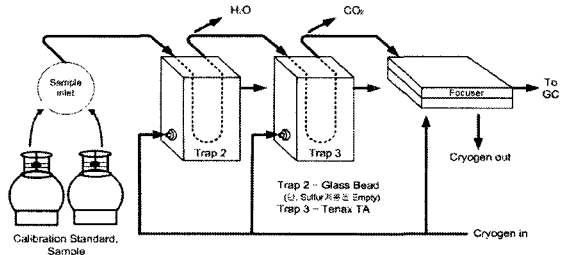


Fig. 2. Cryogenic concentration system Entech 7100 used VOC analysis.

Table 2. Summary of instrument and analytical condition of GC/MSD

Instrument	Instrumental model and conditions
Preconcentrator	Entech 7100
Diluter	Entech 4600
Cleaning system	Entech 3100
GC/MSD	HP-6890/HP-5973N · Column : DB-1, (60m * 0.32mm ID *1.0μm) · Carrier gas : Helium · Column flow : 1.0ml/min · Oven : 40°C(5min)→70°C(3min)→120°C(3min)→200°C(3min)

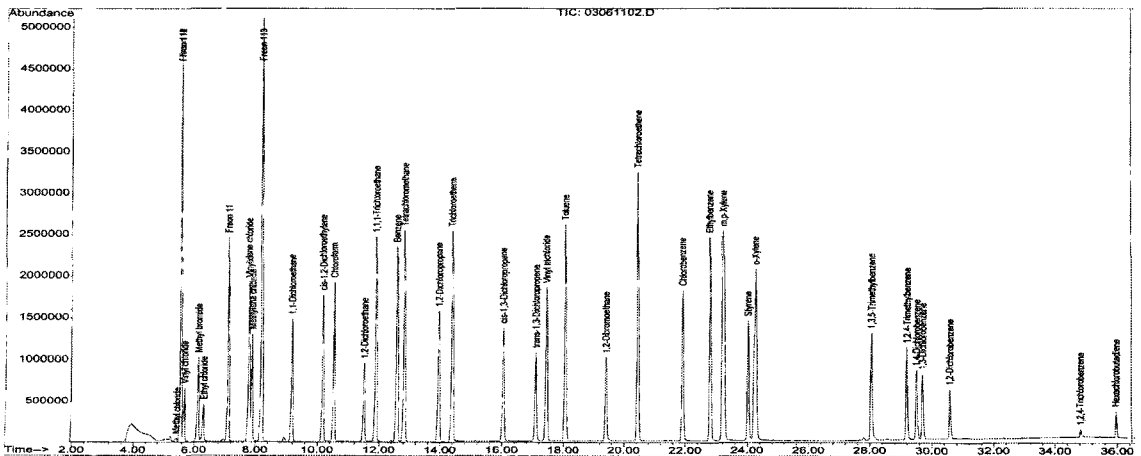


Fig. 3. Chromatogram of TO-14 standard mixture gas.

2.4. 검량선 작성

검량선(calibration curve)은 TO-14 standard mixture gas를 Entech 4600 dynamic diluter로 단계적으로 희석하여 작성하였으며, 전형적인 크로마토그램(50ppb)은 Fig. 3과 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 성서산단의 VOCs농도

Table 3은 2003년 6월~11월에 걸쳐 주요발생원 부지경계에서 측정된 결과이다. 성서공단 주요지점별 VOCs농도분포는 측정지점에 따라 매우 다양하

Table 3. Summary of annual mean concentrations of VOCs in Seongseo industrial complex(Sites : Source boundary)
(Unit : ppbv)

Target Compounds	Source boundary sites			GAQMS ^{a)}	ADBO ^{b)}
	Mean±S.D. (n=12)	Median	Range	Mean	Mean
Dichlorodifluoromethane	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methyl chloride	3.90±2.26	3.25	1.65~7.64	1.46	N.D
1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane	1.75±0.89	1.41	1.38~4.53	1.38	1.58
Vinyl chloride	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methyl bromide	3.84±0.02	3.83	3.82~3.85	N.D	N.D
Ethyl chloride	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Trichlorofluoromethane	2.93±0.15	2.83	2.81~3.17	2.81	N.D
Vinylidene chloride	3.63±0.03	3.64	3.62~3.65	N.D	N.D
Methylene chloride	12.21±10.27	7.67	5.40~37.80	5.73	32.52
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane	2.47±0.08	2.43	2.40~2.58	2.39	N.D
1,1-Dichloroethane	3.85±0.30	3.73	3.66~4.38	3.66	N.D
cis 1,2-Dichloroethylene	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Chloroform	4.33±0.56	4.15	4.05~5.81	4.20	6.41
1,2-Dichloroethane	4.80±0.04	4.81	4.75~4.84	N.D	N.D
1,1,1-Trichloroethane	5.14±4.33	3.71	3.58~16.69	3.70	N.D
Benzene	30.75±85.98	5.78	4.61~303.8	4.59	N.D
Tetrachloromethane	3.99±0.16	3.94	3.90~4.39	3.92	N.D
1,2-Dichloropropane	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Trichloroethene	12.63±13.79	5.96	5.15~43.99	16.53	N.D
cis 1,3-Dichloropropene	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Trans-1,3-Dichloropropene	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Vinyl trichloride	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Toluene	338.04±556.41	133.19	20.6~2056	48.21	6.19
1,2-Dibromoethane	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Tetrachloroethene	5.86±0.58	5.66	5.63~7.39	5.60	N.D
Chlorobenzene	6.04±0.22	5.99	5.87~6.45	N.D	N.D
Etylbenzene	128.80±294.90	10.59	6.58~1022	6.22	5.62
m,p-Xylene	131.11±263.07	12.72	6.89~875.4	6.38	5.60
Styrene	100.42±177.08	8.28	3.0~177.58	3.26	N.D
o-Xylene	92.89±197.92	8.81	6.43~569.4	6.18	N.D
1,3,5-Trimethylbenzene	3.93±1.62	3.16	2.54~7.07	2.53	N.D
1,2,4-Trimethylbenzene	7.47±6.48	5.28	2.24~24.32	2.57	N.D
1,4-Dichlorobenzene	5.87±0.12	5.80	5.76~6.03	5.76	N.D
1,3-Dichlorobenzene	5.57±0.18	5.47	5.42~5.81	5.38	N.D
1,2-Dichlorobenzene	5.95±0.08	5.95	5.89~6.01	N.D	N.D
1,2,4-Trichlorobenzene	4.46±0.23	4.46	4.29~4.62	N.D	N.D
Hexachloro-1,3-butadiene	5.74±2.31	6.90	3.08~7.23	N.D	N.D

^{a)}Galsan-Dong Air Quality Monitoring Station(GAQMS).

^{b)}Andong Dongbu-dong Office(ADBO).

대구성서산업단지 발생원부지경계 대기 중 휘발성유기화합물질의 농도수준

개 나타났다. Methylene chloride 5.40~37.80ppb, 1,1,1-Trichloroethane 3.58~16.69ppb, Trichloroethene 5.15~43.99ppb, Toluene 20.6~2056ppb, Ethylbenzene 6.58~1022ppb, m,p-Xylene 6.89~875.4ppb, Styrene 3.0~177.58ppb, o-Xylene 6.43~569.4ppb와 같이 일부 물질의 경우 고농도로 검출되었는데, 고

농도로 검출된 원인은 발생원의 영향이 그대로 미친 것으로 사료된다. 특히 Benzene의 경우 최고 303.8ppb정도의 고농도로 검출되었으나 24시간 평균농도는 4.59ppb로 나타나 순간농도 측정결과와 매우 큰 차이를 보이고 있다. Table 4는 일부 사업장에 대한 발생원별 VOCs농도 결과이다. 측정결과 각

Table 4. Summary of annual concentration ranges of VOCs in Seongseo industrial complex.(sites : Source)
(Unit : ppbv)

Target Compounds	JE ^{a)}	SFC ^{b)}	OC ^{c)}	AD ^{d)}	JPM ^{e)}
	Range(n=3) Min~Max	Range(n=3) Min~Max	Range(n=3) Min~Max	Range(n=3) Min~Max	Range(n=3) Min~Max
Dichlorodifluoromethane	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Methyl chloride	3.51~1089.1	1.44~2.84	5.30~5.38	6.70~20.12	2.97~3.81
1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane	1.37~2.84	1.37~1.37	1.37~1.39	1.39~2.66	1.38~1.39
Vinyl chloride	N.D~5.43	N.D~4.73	N.D	N.D	N.D
Methyl bromide	N.D~8.71	N.D	N.D	N.D	N.D
Ethyl chloride	5.72~138.18	N.D	N.D	N.D	N.D
Trichlorofluoromethane	2.62~2.75	2.80~3.11	2.74~2.97	2.89~3.28	2.74~2.83
Vinylidene chloride	N.D~5.36	N.D~4.07	N.D~3.61	N.D	N.D
Methylene chloride	15.08~1580	13.62~69.8	9.38~14.29	4.87~8.30	4.75~23.04
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane	N.D~2.37	2.38	2.37~2.45	N.D~2.43	2.38~2.40
1,1-Dichloroethane	N.D~5.57	N.D~4.09	N.D	N.D	N.D
cis 1,2-Dichloroethylene	N.D~6.48	N.D	N.D	N.D	N.D
Chloroform	7.65~281.97	4.10~5.32	5.95~15.70	4.68~6.38	N.D~4.14
1,2-Dichloroethane	N.D~25.19	N.D~4.74	N.D~15.71	N.D	N.D~4.92
1,1,1-Trichloroethane	5.91~197.41	3.56~3.59	N.D~3.84	3.55~4.37	N.D~3.63
Benzene	8.18~735.81	4.5~5.82	4.99~16.14	5.09~8.42	4.68~4.87
Tetrachloromethane	4.66~16.29	3.83~4.18	3.94~4.11	N.D~3.90	3.83~3.86
1,2-Dichloropropane	N.D~5.11	N.D	N.D	N.D	N.D
Trichloroethene	12.6~543	5.13~5.44	5.12~49.76	5.07~11.03	5.39~8.43
cis 1,3-Dichloropropene	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Trans-1,3-Dichloropropene	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Vinyl trichloroide	N.D~5.99	N.D	N.D	N.D	N.D
Toluene	29.18~1105	43.63~45.10	92.61~145.90	120.98~180.75	241.31~256.84
1,2-Dibromoethane	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Tetrachloroethene	16.44~124.28	N.D~6.82	N.D~5.89	5.63~6.69	N.D~5.79
Chlorobenzene	N.D~7.02	N.D	5.8~5.86	N.D~6.1	N.D
Etylbenzene	31.34~1056	6.67~11.24	10.21~118.61	73.06~253.79	6.59~7.58
m,p-Xylene	46.36~548	6.63~17.42	10.5~35.17	74.14~289.68	6.52~7.87
Styrene	23.4~2421.9	4.82~9.82	9.18~4777.6	6.57~15.54	7.60~8.86
o-Xylene	6.56~194.32	6.68~16.95	8.85~23.45	49.67~191.22	6.25~7.31
1,3,5-Trimethylbenzene	7.05~52.22	2.52~4.07	2.6~5.27	2.87~4.89	2.58~2.94
1,2,4-Trimethylbenzene	4.6~202.85	2.43~18.63	2.6~14.88	4.61~14.96	2.44~4.63
1,4-Dichlorobenzene	N.D~5.79	5.79~5.97	N.D~5.82	N.D~5.77	5.77~5.78
1,3-Dichlorobenzene	N.D~5.43	5.4~5.41	N.D~5.57	N.D~5.56	5.40~5.43
1,2-Dichlorobenzene	N.D~6.34	N.D~9.85	N.D	N.D~6.62	N.D~5.75
1,2,4-Trichlorobenzene	N.D~6.06	N.D	4.86~6.11	N.D~2.47	N.D
Hexachloro-1,3-butadiene	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

^{a)}J Environment(JE), ^{b)}S Food Company(SFC), ^{c)}O chemistry(OC), ^{d)}A Dyeing(AD), ^{e)}J Paper Manufacture(JPM)

발생원별로 매우 다양하게 나타났으며, Methyl chloride(Min3.51~Max1089.1), Methylene chloride (Min 15.08~Max1580), Benzene(Min8.18~Max735.81), Toluene(Min29.18~Max1105)등 최대치와 최소치간의 차가 매우 크게 나타나 작업공정에서 사용되는 원료등이 직접 영향을 미치는 것으로 추정되며, 앞으로 지속적인 조사가 요구된다. 또한 이들 물질은 인근 부지경계에서 측정된 결과에도 직접 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

성서산업단지과 시화·반월공단은 입주업체의 종류나 규모면에서 그리고 인근에 대규모 주거시설이 위치하고 있는 등 유사한 면이 많으며, 국립환경연구원¹⁰⁾이 시화·반월지역에서 조사한 결과(2001년)에서는 톨루엔 평균46ppb(최고 1205ppb), m,p-Xylene 10.3~19.3ppb, 1,3,5-Trimethylbenzene 5.97~15ppb로 나타나 이번결과(Table 3)와 유사한 수준이다.

이번 조사결과는 전준민 등⁴⁾이 최근(2000년 9월~2001년 8월)에 여수산단 대기중 휘발성유기화합물 농도경향을 조사한 결과인 Methyl chloride 0.35~1.27ppb, Chloroform 0.17~2.32ppb, Benzene 1.16~2.55ppb, Trichloroethane 0.11~0.36ppb, Toluene 1.85~25.7ppb과 비교할 때 대부분 이번 조사에서 더 높게 나타났는데 그 이유는 이번조사에서는 시

료채취지점이 주요 발생원 인근의 부지경계선상에서 발생원의 영향으로 인하여 높게 조사된 것으로 사료된다. 따라서 앞으로 산업단지전체를 대표할 수 있도록 더 많은 시료채취지점을 선정하여 조사가 요구된다. 또한 김태오¹⁸⁾가 2003년도 발표한 구미공업단지 대기중 휘발성유기화합물질(VOCs) 농도(Toluene 6.34~15.47ppb, Trichloroethane 0.75~6.39ppb, Dichloromethane 1.83~2.36 ppb, Benzene 0.93~1.02ppb, m,p-xylene 1.52~1.62 ppb, Chloroform 0.13~1.69ppb)와 비교할 때, 이번조사에서 더 높게 나타났다(Table 5).

또한 이번 조사에서는 특정배출원의 영향을 받지 않으면서 공단전체를 대표할 수 있다고 판단되는 갈산동 대기측정소를 대표지점으로 선정하여 24시간동안 시료를 채취하여 분석하였으며, 배출시설은 없으나 자동차의 통행은 성서공단과 유사하다고 판단되는 안동시 동부동 사무소를 대조군으로 선정하여 24시간 시료채취 및 분석을 수행하였다.

갈산동 및 대조군에서 측정한 VOCs농도를 비교해보면 자동차 나 난방에서 배출되는 물질로 알려진 물질을 제외하고도 성서공단에서는 Methyl chloride, 1,1-Dichloroethane, Trichloroethane, Styrene, Xylene, 1,3,5-Trichlorobenzene등이 검출되었는데 이

Table 5. Comparison about VOCs concentrations in Seongseo and other industrial complex (Unit : ppbv)

	This study		Kumi ¹⁸⁾	Sihwa-Banwol ¹⁰⁾	Yeosu ⁴⁾
	Source boundary	GAQMS ^{a)}			
Benzene	30.75	4.59	1.02	1.29	2.27
Toluene	338.04	48.21	15.47	31.7	4.19
m,p-Xylene	131.11	6.38	1.62	3.44	0.33
o-Xylene	92.89	6.18	1.06	2.98	0.33
1,3,5-Trimethylbenzene	3.93	2.53	1.33	5.97	0.09

^{a)}Galsan-Dong Air Monitoring Station, ¹⁸⁾김태오, 2003, ¹⁰⁾국립환경연구원, 2001, ⁴⁾전준민 등, 2003.

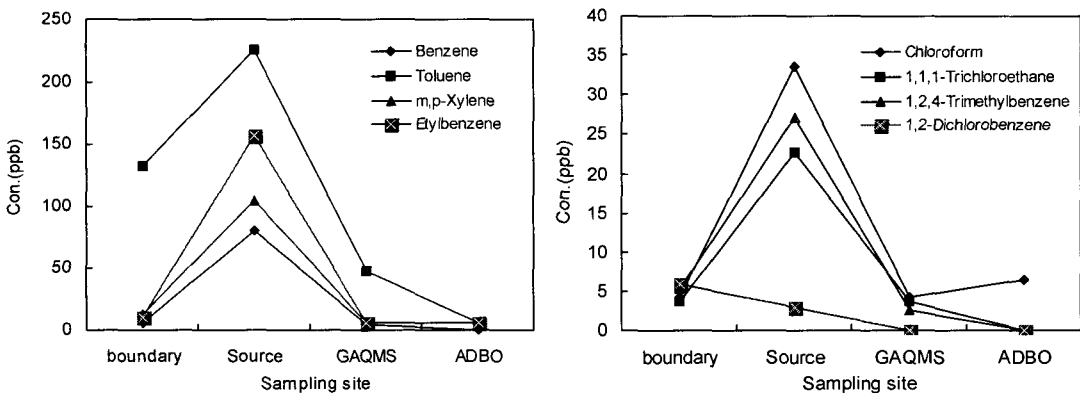


Fig. 4. Comparison of concentration from each site.

들 물질의 발생원은 공장배출원으로 보여진다.

3.2. 각 화합물별 VOCs농도 비교

Fig. 4는 발생원(Source)의 영향이 어느 정도 일반 환경에 미치는지를 알아보려고 하였다. Toluene의 경우 발생원에서 폭로된 농도가 인근 부지경계에 그대로 영향을 미치는 것으로 보이며, 그 외 Benzene, Xylene, Ethylbenzene, Chloroform, 1,1,1-Trichloroethane도 부지경계를 중심으로 일반환경 대기보다 높게 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 성서산업단지 발생원과 부지경계를 중심으로 발생하는 휘발성유기화합물질의 종류와 발생실태를 종합적으로 알아보려고 하였다. VOCs에 대한 발생실태는 이미 많은 연구가 수행되었으나, 성서공단에서 주요배출업소를 중심으로 한 조사는 이번이 처음으로 향후 지속적인 연구가 수행되리라 기대된다.

연구결과를 요약하면, 첫째, 주요 배출원 부지경계에서 측정된 VOCs농도는 조사지점에 따라 매우 다양하게 나타났으며 BTX성분은 다른 성분에 비해 높게 나타났다. 특히 주요 배출원에서 고농도로 측정된 항목이 인근 부지경계에서도 높게 나타났다.

둘째, 주요 발생원인 폐수수탁업체, 음식료품제조업, 화학제품제조업, 염색업, 종이제조업의 발생원에서 측정된 결과를 보면, Trichlorofluoromethane 2.62~3.28ppb, Methylene chloride 4.75~1580ppb, Benzene 4.68~735.81ppb, Toluene 29.19~1105ppb, m,p-Xylene 6.52~548ppb, Styrene 4.82~4777.8ppb, 1,3,5-Trimethylbenzene 2.52~52.22ppb, 1,2,4-Trimethylbenzene 2.43~202.85ppb로 조사되었으며, Toluene, Benzene, Styrene 등 일부 물질은 고농도로 검출되었다.

셋째, 국내 다른 산업단지에서 조사한 결과와 비교시, BTEX 및 Styrene, 1,2,4-TMB, 1,3,5-TMB 성분은 여천지역 및 구미지역보다 이번 조사에서 높게 나타났으며, 시화반월지역과는 비슷한 수준으로 고농도 경향을 보이고 있기 때문에 이에 대한 집중적인 조사와 대책마련이 요구된다.

넷째, 배출업소의 영향이 없는 대조군과 비교할 때, Methyl chloride, Benzene, Trichlorofluoromethane, 1,1-Dichloroethane, Trichloroethene, Toluene, m,p-Xylene, 1,2,4-TMB, 1,3,5-TMB 등의 성분은 성서공단에서는 검출되었으나 배출업소의 영향이 없는 지역에서는 검출되지 않아 이들 물질의 발생원이 배출업소로 추정되며, 발생원관리를 위한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 대구지역환경기술개발센터(03-2-40-41) 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 1) 이영재, 신대윤, 이학성, 강병욱, 한종수, 2001, 광주지역 여름철 대기 중 주야간 VOC 농도특성, 한국대기환경학회지, 17(2), 169-170.
- 2) 남창모, 2003, 성서지역 악취관리를 위한 대기관리시스템 기반조성 및 대책 방안강구, 대구지역환경기술개발센터, 5-6pp.
- 3) Parrish, D. D. and F. C. Fehsenfeld, 2000, Methods for gas phase measurements of ozone, ozone precursors and aerosol precursors, Atmos. Environ., 34, 1921-1957.
- 4) 진준민, 허 당, 김동술, 2003, 여수산단 대기 중 휘발성유기화합물질 농도경향, 대기환경학회지, 19(6), 663-667.
- 5) 나광삼, 김용표, 진현철, 문길주, 1998, 울산 대기중 입자상 기체상 물질의 수용성 이온성분과 휘발성유기화합물질의 농도, 한국대기환경보전학회지, 14(4), 281-292.
- 6) 나광삼, 김용표, 1999, 서울 대기에서 방향족 탄화수소의 계절적 농도특성, 한국대기환경학회 춘계 학술대회논문집, 214-215pp.
- 7) 백성욱, 2001, 특정대기유해물질의 대기오염실태조사연구, 환경부 보고서, 155pp.
- 8) 김미현, 박상곤, 백성욱, 2002, 대도시 교통밀집지역 도로변 대기 중 휘발성유기화합물의 농도 분포 특성, 한국대기환경학회지, 18(2), 113-126.
- 9) 환경부, 1999, 휘발성유기화합물(VOCs)관리 정책.
- 10) 국립환경연구원, 2001, 시화.반월지역 악취원인물질 규명을 위한 정밀조사, 123-124pp.
- 11) 국립환경연구원, 2002, 환경기초시설에서 발생하는 유해대기오염물질 배출계수 산정연구, 128-199pp.
- 12) 환경부, 2001, 악취물질 발생원 관리방안 개선을 위한 조사연구, 55-86pp.
- 13) 송정환, 2002, 환경위생시설에서의 휘발성유기화합물 배출특성에 관한 연구(생활폐기물 매립장을 중심으로), 영남대학교 대학원 박사학위논문, 8pp.
- 14) 환경부, 2001, 환경부고시 제200-36호.
- 15) 최성우, 2002, 성서지역 악취원인 및 대책방안강구, 대구지역환경기술개발센터, 38-44pp.
- 16) 전선주, 허귀석, 1999, 캐니스터와 Tedlar bag 시료채취법을 이용한 대기중의 휘발성유기화합물의 측정, 한국대기환경학회지, 15(4), 417-428.

- 17) US Environmental Protection Agency, 1999, Compendium method TO-14 Determination of Volatile Organic Compounds(VOCs) In air collected in specially-prepared canister and analyzed by Gas Chromatography/Mass Spectrometry(GC/MS), Center for Environmental Research Information Office of Research and Development, US-EPA Cincinnati, OH 45268, EPA/625/R-96/010b.
- 18) 김태오, 2003, 구미공업단지 대기중 휘발성유기화합물질(VOCs)의 농도 특성연구, 경북지역환경기술개발센터지, 2-7pp.