

전주공단지역의 주요VOCs 배출농도 측정 및 배출원별 특성 분석

김 득 수 · 양 고 수 · 박 비 오

*군산대학교 토목환경공학부 환경공학전공, 전북대학교 화공환경공학부 환경공학전공
(2006년 8월 29일 접수; 2007년 2월 1일 채택)

Measurement of VOCs Concentrations at Jeonju Industrial Area and Emission Characteristics

Deug-Soo Kim*, Gosoo Yang and Bio Park

*Department of Environmental engineering, Kunsan National University, Kunsan, Jeonbuk 573-701, Korea

Department of Environmental engineering, Jeonbuk National University, Jeonju, Jeonbuk 561-756, Korea

(Manuscript received 29 August, 2006; accepted 1 February, 2007)

It will be necessary to make proper management plans to preserve the air quality in good level for the public. In order to make these plans, source information and detail emission inventories of the city and near industrial areas should be given. However, lack of the source measurements data makes us more difficult to complete the source inventory. VOC source inventory could be utilized for the feasibility study to estimate the contribution of VOC sources presenting to the receptor such as residential area. It may give policy maker an idea how to control the air quality, and improve their social environment in the area. This study shows data that measured VOCs concentrations from the local industrial areas in Jeonju during from May 2005 to January 2006. The samples were collected from the near sources in 7 major factories in the industrial park as well as 5 general sources in near city Jeonju area to elucidate the abundances of speciated VOCs and their spacial and temporal distributions depending on source bases. Industrial sources are as follows; chemical, food, paper, wood, metal, non-metal (glass), and painting (coating) industries. The 5 general sources are sampled from tunnel, gasoline gas station, dry cleaning shop, printing (copy) shop, and road pavement working place in urban area. To understand the near source effect at receptor, samples from the 2 receptor sites (one is at center of the industrial complex and the other site is at distance residential area downwind from the center) were collected and analyzed for the comparison to source concentration. The mass contributions of the speciated VOC to total mass of VOCs measured from the different sources and ambient (2 receptors) were presented and discussed.

Key Words : VOCs, Volatile organic compounds, Source emission, Source apportionment, HC measurement

1. 서 론

공업단지과 도심이 혼재해 있는 지역의 경우 사업장 배출시설과 일상생활에 따른 배출원의 가중으로 기준 대기오염물질 뿐 아니라 악취를 비롯한 휘발성유기화합물(VOCs)로 인한 대기오염이 더욱 심각해 질 수 있다. 이들 오염물질들은 인체로의 직접적인 유해성 논란은 물론 오존을 비롯한 광화학소

그를 생성시키는 전구물질(precursor)로서 도시, 주거 및 공업지역의 대기환경을 악화시키는 주 오염물질로 주목받고 있다^{1,2)}. 특히 도심지역의 경우 자동차 등으로부터 배출된 탄화수소(hydrocarbon)는 대기환경 중의 라디칼(radical)의 생성을 촉진시키고, 질소산화물(oxides of nitrogen)을 포함하는 광화학과정을 유도하여 이차 에어로졸의 생성과 함께 대기 중 오존농도를 증가시키는 원인물질로 작용하고 있다^{3,4)}. 도심지역의 경우 각종 활동으로 인해 배출되는 탄화수소의 배출은 매우 높은 수준으로, 주로 자동차로 인한 배출이 높을 것으로 추정되고 있다. 최

Corresponding Author : Deug-Soo Kim, Department of Environmental Engineering, Kunsan National University, Kunsan, Jeonbuk 573-701, Korea
Phone/Fax: +82-(0)63-469-4764 / 4964
E-mail: dskim@kunsan.ac.kr

근 보고된 환경부 자료에 의하면 서울지역의 경우 도심 통과 차량의 배출로 인한 탄화수소의 영향으로 오존 고농도사례가 매년 증가하는 것으로 나타나고 있다^{5,6)}. 다양한 종류의 산업체와 공장이 밀집되어 있는 공업단지의 경우 도심지역의 배출 유형과 주요 배출원은 다를 지라도, 원료사용과 제품생산공정, 부산물 및 폐수처리, 소각 공정 등으로부터 다양한 종류의 VOCs물질이 다양한 수준으로 배출되고 있는 것으로 보고되고 있다^{7,8)}. 이번 연구에서는 전주공단 내에 입주해 있는 업종별 주요사업장에서의 배출원과 인근 도시에 산재한 일반 VOCs배출원들 중 일부 주요배출원에서의 시료를 채취한 후 악취 및 광화학산화를 생성에 연관된 주요VOCs의 성분과 농도를 측정, 분석하였다. 또한 공단 중심부에 위치한 지점과 공단 외 지역 풍하 측에 위치한 인근 주거지의 환경대기(ambient air) 농도와 성분조사를 병행하여 조사지점 간의 배출특성을 분석, 공단 내와 인근 대기질의 VOCs의 성분과 농도 특성을 비교하였다. 본 연구는 공단지역의 주요 배출원과 배출물질의 성분별 배출규모를 이해하고, 공단으로부터의 배출이 인근에 미치는 영향을 파악할 수 있을 뿐 아니라, 인근 지역의 공단 배출물질의 기여도 추정을 위한 모델 입력정보로도 활용될 수 있을 것이다.

2. 연구방법

2.1. 공단 내 사업장 및 일반 배출원 VOCs 측정

전주 1, 2 산업단지는 전주시 북쪽에 약 칠십 만 평 규모로 169개의 입주업체가 있으며, 주요업종으로는 펄프 및 종이제조업, 섬유제조업, 화학제품 제조업 등이고 5종이상의 환경배출사업장은 38개 업체가 있다. 대상 배출원은 측정단지내의 주요 업종인 목재제품 제조업, 화학제품 제조업, 종이제품 제조업, 금속제품 제조업, 비금속제품 제조업, 음식료품 제조업, 도장제품 제조업 등 7개 업종을 대상으로 업종별로 1개의 대표 업체를 선정하여 사업장 내 주요배출원으로 예상되는 1~2곳을 선정하여 배출원으로부터 직접 시료를 채취(총 7개 업소에서 9회 시료측정)하였다. 또한, 공단지역을 벗어난 도심지역의 주요 VOCs 배출원 조사를 위해서 도심터널 내부의 공기시료를 채취함에 의해 차량배출 VOCs조사를 수행하였고, 그 외 주요배출원으로 예상되는 주유소, 인쇄소, 세탁소 중 대표 업체 각 1곳씩을 임의로 선정하여 시료채취 후 VOCs의 성분별 농도를 측정하였다. 시료채취를 위해서는 VOCs와의 반응으로 인한 손실을 최소화하기 위한 목적으로 내부 벽면을 실리카로 코팅 처리한 6리터 부피의 canister를 사용하였다.

배출원에서의 시료채취는 순간채취방법으로 2005년 4월~2006년 2월 사이로 하계와 동계의 계절적 변화를 고려하기 위해 8월과 11월 중에 2~3일동안 수행되었으며, 각 특정 배출원에서의 시료채취일, 측정 시의 주요 기상인자와 측정지점 등을 포함한 세부 사항들은 Table 1, 2에 각각 나타내었다.

2.2. 공단배출원 VOCs의 영향평가를 위한 수용지점

공단사업장 배출원 VOCs로부터의 영향을 평가하기 위한 수용지점(receptor)으로는 공단 지역 중심부 1곳, 공단지역을 벗어난 풍하 측에 위치한 1개 지점씩을 선정하여 대기 중 VOCs 농도를 측정하였다. 24시간 동안 일정유량을 흡입하는 연속채취 방법을 사용하였으며, 수용지점의 상시 측정은 연구기간 중에 계절별로 실시하였다. 측정 위치 선정 방법은 기존의 전북지역환경기술개발센터의 전주 산단 VOCs 측정 결과(2002-2004년)와 과거 전주 기상자료를 바탕으로 공단지역을 대표할 수 있는 공단 중심부에 위치한 중소기업청 건물 옥상과 과거 10년 풍향 분석 결과(주풍향 남풍)에 따라 공단의 풍하 측에 위치하여 공단 지역 발생오염원의 영향이 예상될 수 있는 주변 마을 1개 지점을 선정하였다. 측정지점과 그 세부사항들에 대한 정보는 Table 1, 3에 나타내었다.

2.3. 시료 채취 방법

시료채취방법은 미국환경청 TO-14 method(U.S. EPA, 1999)을 따랐으며, 배출원이나 대기환경으로부터의 시료는 내부 벽면을 실리카로 코팅 처리한 6리터 부피의 canister를 사용하여 채취하였다. canister에는 흡인유량을 조절할 수 있도록 하는 유량조절장치가 장착되어 60psi까지 시료를 가압 채취할 수 있으며, 시료가스를 채취 사용한 후 고순도의 질소기체를 용기에 주입 및 배기과정을 6회 이상 반복하여 세척하였다. 세척시 3차 증류수를 첨가하여 canister 내부의 극성 불순물이 세척 될 수 있도록 하였다. 세척된 캐니스터를 분석 시스템에 연결하고 바탕시험을 통하여 세척의 정도를 확인하였다.

실제 현장시료 채취 시에는 대기공정시험법에 의거하여 주위 건물 등이 밀집되었을 경우, 건물 밖으로부터 최소한 1.5m 이상 떨어진 곳을 선택하였으며, 시료채취 높이는 1.5-2.0m 범위에서 부근의 평균오염도를 나타낼 수 있는 장소를 선정하여 수행하였다. 전주 공단 내의 사업장 배출원 측정지점 및 주요 일반 배출원 측정지점의 시료채취는 canister의 유량조절장치를 이용하여 일정한 유량으로 약 10분간 시료를 흡입하였으며, 공단 VOCs 배출에 의

전주공단지역의 주요VOCs 배출농도 측정 및 배출원별 특성 분석

Table 1. Sampling sites and information

	Sampling sites		Sampling No.	Remark
	Details	No.		
Jeonjoo 1, 2 area	<ul style="list-style-type: none"> Industrial park sources (9 points) <ul style="list-style-type: none"> Wood manufacture; 1 Chemical manufacture; 2 Paper manufacture; 2 Metal manufacture; 1 Food manufacture; 1 Non-metal manufacture; 1 Painting; 1 	9	<ul style="list-style-type: none"> VOCs: 9 points × 2 seasons instantaneous sample 	<ul style="list-style-type: none"> warm season (August) cold season (November)
Residential area	<ul style="list-style-type: none"> General sources (4 points) <ul style="list-style-type: none"> Vehicle exhaust; tunnel 1 Gas station; 1 Dry cleaning; 1 Printing shop; 1 	4	<ul style="list-style-type: none"> VOCs: 4 points × 2 seasons instantaneous sample 	<ul style="list-style-type: none"> warm season (August) cold season (November)
Receptor point	<ul style="list-style-type: none"> 2 receptor points <ul style="list-style-type: none"> Center of the Industrial park; 1 (24hrs) Downwind residential area; 1 (24hrs) 	2	<ul style="list-style-type: none"> VOCs: 2 points × four seasons 24 hrs (3days continuously) 	<ul style="list-style-type: none"> Spring (May) Summer (August) Fall (November) Winter (January)

Table 2. Sampling sites for source apportionment and meteorological information on the sampling dates

Manufacturing	Site I.D.	Source	Sampling date
wood manufacture (1)	Vi-1	wood manufacturing	* 2005. 08. 04, air temperature : 29.9°C humidity : 65.3%, wind speed : 2.6 m/sec * 2005.11.14, air temperature : 9.0°C humidity : 36.1%, wind speed : 2.5 m/sec
chemical manufacture (2)	Vi-2	stack	* 2005. 08. 18, air temperature : 26.5°C humidity : 76.1%, wind speed : 2.3 m/sec
	Vi-3	raw material treatment	* 2005.11.16, air temperature : 2.8°C humidity : 48.5%, wind speed : 1.7 m/sec
paper manufacture (2)	Vi-4	raw material treatment	* 2005. 08. 04, air temperature : 29.9°C humidity : 65.3%, wind speed : 2.6 m/sec
	Vi-5	wastewater treatment	* 2005.11.14, air temperature : 9.0°C humidity : 36.1%, wind speed : 2.5 m/sec
metal manufacture (1)	Vi-6	casting	* 2005. 08. 02, air temperature : 26.7°C humidity : 79.8%, wind speed : 2.0 m/sec * 2005.11.16, air temperature : 2.8°C humidity : 48.5%, wind speed : 1.7 m/sec
food manufacture (1)	Vi-7	wastewater treatment	* 2005. 08. 24, air temperature : 23.5°C humidity : 60.3%, wind speed : 3.5 m/sec * 2005.11.14, air temperature : 9.0°C humidity : 36.1%, wind speed : 2.5 m/sec
Non-metal manufacture (1)	Vi-8	manufacturing	* 2005. 08. 24, air temperature : 23.5°C humidity : 60.3%, wind speed : 3.5 m/sec
painting (1)	Vi-9	painting (coating)	* 2005. 08. 04, air temperature : 29.9°C humidity : 65.3%, wind speed : 2.6 m/sec * 2005.11.16, air temperature : 2.8°C humidity : 48.5%, wind speed : 1.7 m/sec
vehicle exhaust (1)	Vg-1	tunnel	* 2005. 08. 24, air temperature : 23.5°C humidity : 60.3%, wind speed : 3.5 m/sec * 2005.11.18, air temperature : 4.2°C humidity : 45.8%, wind speed : 1.9 m/sec
gas station (1)	Vg-2	near gasoline pump	* 2005. 08. 24, air temperature : 23.5°C humidity : 60.3%, wind speed : 3.5 m/sec * 2005.11.18, air temperature : 4.2°C humidity : 45.8%, wind speed : 1.9 m/sec
printing and copy shop (1)	Vg-3	printing	* 2005. 08. 24, air temperature : 23.5°C humidity : 60.3%, wind speed : 3.5 m/sec * 2005.11.18, air temperature : 4.2°C humidity : 45.8%, wind speed : 1.9 m/sec
dry cleaning (1)	Vg-4	cleaning	* 2005. 08. 24, air temperature : 23.5°C humidity : 60.3%, wind speed : 3.5 m/sec * 2005.11.18, air temperature : 4.2°C humidity : 45.8%, wind speed : 1.9 m/sec
road pavement (1)	Vg-5	road pavement	* 2005.11.27, air temperature : 10.0°C humidity : 64.8%, wind speed : 2.3 m/sec

한 영향평가와 기여도 평가를 위한 2곳의 수용지점에서의 시료 채취의 경우는 24시간 동안 시료를 일정한 양으로 흡인할 수 있도록 하여 계절별로 3일간 수행하였다.

전주공단지역의 주요VOCs 배출농도 측정 및 배출원별 특성 분석

Table 4. Information of sample canister, GC/MSD operating condition, and target VOCs for analysis

Canister	· SILONITE(Fused silica, 6L)
Preconcentrator	- Tenex& Glass bead Trap(Cry : -150, Desorb : 20℃) - Tenex Trap(Cryo : -10℃, Desorb : 180℃) - Focuser(cryo : -160℃, Desorb : 80℃)
GC/MSD	- Column : HP-1 capillary column(60m × 0.32mm × 5μm) - Column temp. : 50℃(5min) → 80℃(5min) → 220℃(20min) - Ramp rate : 5℃/min to 220℃ - Column flow : 1.8 ml/min

Table 5. VOCs emissions from Jeonjoo industrial park⁹⁾

	speciees	emission (kg/yr)	
		2002	2003
1	di-chloromethane	697,400 (96.8%)	488,600 (96.7%)
2	methyl alcohol	8,509 (1.2%)	8,426 (1.7%)
3	xylene(o-,m-,p-)	5,974 (0.8%)	1,998 (0.4%)
4	hydrogen chloride	3,955 (0.5%)	4,699 (0.9%)
5	NaOH	1,694 (0.2%)	256 (<0.1%)
6	H ₂ O ₂	948 (0.1%)	1117 (0.2%)
7	acetic acid	328 (<0.1%)	317 (<0.1%)
8	chloride	8 (<0.01%)	22 (0.01%)
9	others	1,723(0.2%)	1 (<0.0002%)
	total	720,539	505,436

* NaClO₃ contributes more than 99% of total mass of these compounds.

우는 H₂O₂가 0.9%로 0.4%의 자일린을 앞서고 있다. 이와 같은 결과는 매해 마다 사업장에서 생산량의 변화에 따른 원료의 양과 공정의 변화, 그리고 공단 내의 사업장의 조업일수와 입주상황 등의 변동 때문인 것으로 추정되며, 연간 배출량 평가시에는 사업장 조업과 관련된 변동자료도 함께 조사되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

3.2. 공단내의 사업장 배출원 조사 결과

다음의 Table 6은 전주 공단 내 주요 사업장에서 수행된 1차(여름)와 2차(가을)의 사업장 배출원 조사 결과 성분물질별 농도(ppb)로 나타난 것으로 검출한계 미만과 검출되지 않은 성분들은 표시하지 않았다. 2차례의 측정결과에 의하면 측정대상 배출원에서 검출된 분석VOCs성분들의 총량은 여름철(36.4 ppm)이 가을철(24.2 ppm) 보다 높게 나타났으나, 배출원 자료의 특성 상 이러한 차이가 계절적인 요인에 기인하기 보다는 측정시기의 생산량이나 운전 조건 등에 따른 결과로 보는 것이 더 타당할 것이다. 목재사업장의 경우, 배출물질 중 검출된 주요 VOCs성분들은 trimethylbenzene, xylene, toluene, ethylbenzene, acetaldehyde 순으로 농도가 높게 나타났다. 1,2,4-trimethylbenzene은 1, 2차 모두에서 총 VOCs농도에 대한 기여가 가장 높았으며, 특히 여름철의 경우 전체농도의 약 53%를 차지하는 것으

로 조사되었다. 화학제품 제조업의 경우는 사용되는 원료의 생성물 자체가 휘발성유기화합물인 경우가 많아 사업장배출구를 통해 발생하는 종류도 다양하고 발생량도 많은 편이다. 이번 측정에서는 동일사업장 내 서로 다른 2곳의 배출구에서 측정이 이루어졌으며, 최고농도를 나타낸 성분은 chloroethane과 methylene chloride로 나타났다. 여름철 1차 측정의 경우는 두 성분량이 배출된 총VOCs농도의 약 99%를 차지할 정도로 높았다. 가을철 2차 측정결과에서는 1차 측정에서 1위를 차지하였던 methylene chloride가 검출되지 않았고, chloroethane이 총 VOCs량의 약 95%를 차지하였다. 반면에 사염화불화탄소가 약 4%로 나타났으며, 그 이외의 성분 acetaldehyde, p-xylene, ethylbenzene들의 농도 분포는 1%미만으로 나타났다. 2차 측정에서 methylene chloride가 검출되지 않은 것은 계절적 요인보다는 1차에서 측정되었던 2번째 배출구에서의 시료 채취가 운전상의 이유로 수행되지 못했기 때문으로 생각된다. 종이 제품사업장의 경우도 역시 원료처리 공정(Vi-4)과 공정상에서 발생한 폐수처리공정(Vi-5)의 2곳에서 측정을 하였으며, 측정결과는 상당히 유사한 배출 경향을 보였다. 1차 측정의 경우 배출원에 상관없이 p-xylene, o-xylene, ethylbenzene이 전체 VOCs 농도의 90% 정도를 차지하

Table 6-1. VOCs measured in ppb at source sampling sites in Jeonjoo industrial park (Summer)

Species	Vi-1 (wood)	Vi-2 (chem 1)	Vi-3 (chem 2)	Vi-4 (paper1)	Vi-5 (paper2)	Vi-6 (metal)	Vi-7 (food)	Vi-8 (non-met)	Vi-9 (painting)
acetaldehyde	4.44	28.32	11.32	13.79	5.37	tr.	79.24	3.81	12.52
chloromethane	0.64	18.04	1.48	0.92	0.70	26.72	3.68	0.55	0.60
chloroethane	n.d.	13723.8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
methylene chloride	n.d.	n.d.	13237.4	n.d.	8.93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
chloroform	n.d.	n.d.	n.d.	45.48	35.27	n.d.	tr.	tr.	n.d.
1,2-dichloroethane	n.d.	n.d.	n.d.	0.15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.68
benzene	1.52	2.80	n.d.	1.59	0.93	499.12	3.72	n.d.	13.92
cis -1,3- dichloropropene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.60	n.d.	n.d.	n.d.
toluene	17.06	7.48	n.d.	32.10	21.46	347.88	8.68	2.93	125.60
Tetrachloroethylene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6.12
chlorobenzene	1.73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
ethylbenzene	12.96	11.04	6.84	812.23	840.37	358.32	7.12	1.71	52.64
p-xylene	26.57	16.08	6.88	616.08	667.15	879.40	6.88	1.87	92.48
stylene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	25.96	9.48	n.d.	10.48
1,1,2,2-tetrachloroethane	4.44	n.d.	n.d.	5.99	3.84	n.d.	n.d.	n.d.	33.08
o-xylene	21.08	9.28	n.d.	796.05	898.36	145.36	7.12	n.d.	73.44
1,3,5-trimethylbenzene	41.33	n.d.	n.d.	30.0	12.78	11.00	n.d.	n.d.	80.36
1,2,4-trimethylbenzene	138.89	n.d.	n.d.	96.34	37.65	27.40	9.28	n.d.	168.76
1,3-dichlorobenzene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1,2-dichlorobenzene	n.d.	n.d.	n.d.	2.07	n.d.	7.20	n.d.	n.d.	n.d.
dichlorodifluoromethane	2.77	tr.	tr.	2.45	tr.	tr.	89.16	tr.	89.16
acetone	2.82	tr.	tr.	7.02	2.14	406.80	150.12	tr.	150.12

Table 6-2. VOCs measured in ppb at source sampling sites in Jeonjoo industrial park (Fall*)

Species	Vi-1 (wood)	Vi-2 (chem 1)	Vi-4 (paper1)	Vi-5 (paper2)	Vi-6 (metal)	Vi-7 (food)	Vi-9 (painting)
acetaldehyde	4.14	8.92	15.08	52.50	90.69	7.80	4.55
chloromethane	0.15	19.08	0.92	1.90	193.70	n.d.	2.07
bromomethane	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.94	n.d.	n.d.
chloroethane	n.d.	6690.98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
freon-11	tr.	n.d.	n.d.	n.d.	tr.	n.d.	0.26
methylene chloride	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1905.46
1,1-dichloroethylene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.43	n.d.	n.d.
chloroform	n.d.	n.d.	21.12	0.40	n.d.	n.d.	0.92
1,1,1-trichloroethane	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.29
benzene	1.05	1.27	n.d.	0.34	2578.59	tr.	43.94
carbon tetrachloride	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	tr.	n.d.
cis -1,3- dichloropropene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.60	n.d.	n.d.
toluene	14.83	5.49	25.12	14.10	1350.27	6.28	1627.42
chlorobenzene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.88	n.d.	4.52
ethylbenzene	8.62	3.34	570.36	56.80	637.04	7.12	1031.09
p-xylene	17.37	4.36	127.00	18.30	561.37	6.68	777.88
stylene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17.19	tr.	17.06
1,1,2,2-tetrachloroethane	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.21	n.d.	5.65
o-xylene	22.06	3.77	71.52	20.10	168.86	tr.	238.48
1,3,5-trimethylbenzene	26.81	2.85	7.60	18.8	2.84	n.d.	51.01
1,2,4-trimethylbenzene	32.11	7.35	n.d.	23.6	5.15	9.36	147.64
1,3-dichlorobenzene	n.d.	1.81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1,2-dichlorobenzene	n.d.	n.d.	2.07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
dichlorodifluoromethane	tr.	165.21	tr.	tr.	tr.	tr.	15.41
acetone	tr.	12.02	tr.	tr.	3667.32	tr.	321.60
ethyl acetate	n.d.	tr.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	573.61

* During the period, Vi-3 (chemical source 2) and Vi-8 (non metal source) were not sampled.

는 것으로 나타났으며, 그 외에는 trimethylbenzene, chloroform, toluene, acetaldehyde 등의 순으로 검출되었다. 종이제조 사업장의 경우 측정을 수행한 지

점의 배출공정이 다름에도 불구하고 매우 유사한 배출성분을 보인 것은 종이 생산 공정의 특성상 전 공정을 거쳐 거의 일정 성분의 원료가 사용되기 때

전주공단지역의 주요VOCs 배출농도 측정 및 배출원별 특성 분석

문으로 사료된다. 2차 측정의 경우에는 공정상 발생 원보다는 폐수처리장에서 발생하는 양이 상대적으로 낮게 나타났으며, 이는 주로 폐수처리장의 경우 ethylbenzene과 p-xylene의 양이 원료처리공정에서 보다 상대적으로 매우 낮게 나타났기 때문이었다. 여러 가지 요인을 고려할 수 있겠으나, 외기에 노출된 폐수처리장 배출의 경우 시료채취 과정에서 외기의 혼입에 따른 희석효과와 측정당시의 기상조건 등에 의한 영향 등이었을 것으로 사료된다.

한편 금속제품 사업장 배출원 분석결과 여름철의 경우는 p-xylene, benzene, acetone, ethylbenzene, toluene, o-xylene, trimethylbenzene, chloromethane, dichlorobenzene 순으로 검출 되었으며, 가을철에서는 acetone, benzene, toluene, ethylbenzene, p-xylene 순으로 나타났으며, 일반적으로 문헌 등을 통해 조사된 열처리 공정상 많이 배출되는 것으로 알려진 benzene, toluene, xylene등의 성분이 주로 검출되어 금속 제품제조업의 주요 특징을 잘 보여주고 있다. 두 차례의 측정결과 총농도에서 2차의 경우가 3배 이상으로 높게 검출되었고, 이는 역시 계절적인 원인 보다는 공정상 사용된 원료의 양과 관계가 있는 것으로 사료된다.

음식료품의 경우는 농도 총량은 타 배출원에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며, 목재사업장의 경우

와 유사하였다. 배출농도는 acetone, dichlorodifluoromethane(freon-12), acetaldehyde, styrene, trimethylbenzene, toluene, xylene 순으로 나타났다. 비급속 제품의 경우는 총량이 가장 낮게 검출되었으며, 검출물질은 acetaldehyde, trichloroethane, p-xylene, ethylbenzene 순이었으며, 농도는 수 ppb미만으로 매우 저농도로 검출되었다. 도장제품의 경우는 비교적 다양한 성분물질들이 검출되었고, 농도는 1,2,4-trimethylbenzene, acetone, toluene, acetaldehyde, p-xylene, 1,2,4-trichlorobenzene, ethylbenzene, 1,3,5-trimethylbenzene 순으로 나타나 전체 농도의 75%이상을 차지하고 있었으며, 그 외에 o-xylene, ethylbenzene, 1,1,2,2-tetrachloroethane, benzene, acetaldehyde, styrene, tetrachloroethylene 등도 일정부분 검출되었다.

3.3. 일반지역 배출원 농도분포 및 질량 기여도

Table 7은 공단의 지역에 위치한 배출원으로부터 측정된 VOCs의 성분별 농도를 나타낸 것으로 수용점에서의 이들 배출원으로 인한 영향정도를 평가하기 위한 목적으로 조사되었다. 수용점에서의 사업장 VOCs기여도 평가를 위해서는 질량평형을 기초로 한 US EPA수용모델¹⁰⁾에 의해서 수행되었으며, 수용지점으로 선정된 공단 중심부의 측정지점과 공단

Table 7. VOCs concentrations in ppb at the general source sampling sites in urban area of Jeonju

Species	Sample sites	Summer				Fall				
		Vg-1 (vehicle)	Vg-2 (gas st.)	Vg-3 (print)	Vg-4 (clean)	Vg-1 (vehicle)	Vg-2 (gas st.)	Vg-3 (print)	Vg-4 (clean)	Vg-5 (pavement)
acetaldehyde		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12.62	6.19	n.d.	1.80
chloromethane		0.27	0.51	0.54	0.53	1.43	1.27	1.68	1.86	1.27
freon-11		n.d.	tr.	tr.	tr.	0.14	tr.	tr.	tr.	tr.
1,1-dichloroethylene		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	n.d.
chloroform		n.d.	n.d.	n.d.	0.05	tr.	n.d.	n.d.	0.03	n.d.
benzene		0.76	n.d.	0.57	n.d.	3.86	19.86	2.0	2.96	0.65
cis -1,3-dichloropropene		1.40	1.42	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.7	n.d.	n.d.
toluene		1.21	1.44	17.97	2.44	5.91	23.90	13.88	38.08	2.77
1,2-dibromoethane		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.62	n.d.	n.d.	n.d.
Tetrachloroethylene		n.d.	n.d.	n.d.	1.53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
chlorobenzene		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	28.98	n.d.
ethylbenzene		1.77	2.85	2.89	2.32	2.37	9.89	2.30	100.25	2.20
p-xylene		n.d.	2.18	2.13	2.49	3.42	15.51	2.50	161.10	3.05
styrene		n.d.	n.d.	n.d.	2.26	n.d.	1.25	2.51	3.1	n.d.
1,1,2,2-tetrachloroethane		n.d.	n.d.	n.d.	4.09	0.91	1.15	n.d.	105.56	n.d.
o-xylene		1.83	1.97	1.90	n.d.	2.24	8.89	2.24	235.17	2.17
1,3,5-trimethylbenzene		1.89	n.d.	n.d.	n.d.	2.39	2.25	1.18	10.31	2.92
1,2,4-trimethylbenzene		2.30	2.53	2.33	n.d.	4.83	11.73	4.15	48.55	5.92
1,3-dichlorobenzene		n.d.	2.18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.81
1,4-dichlorobenzene		n.d.	3.06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.35	n.d.	n.d.
1,2-dichlorobenzene		n.d.	1.86	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
dichlorodifluoromethane		tr.	0.75	2.10	1.58	11.98	5.08	9.09	9.74	10.89
acetone		tr.	tr.	6.58	0.68	6.23	15.94	58.36	42.33	5.94

중심으로부터 풍하 측 공단부지 경계 인근에 위치한 지점에서의 기여도 평가에 대한 분석은 진행 중이다. 일반 배출원 농도조사 결과 검출된 VOC종류와 농도총량은 공단 내 사업장의 배출구에서 측정된 것에 비해 현저히 적게 나타났다. 따라서 성분별 VOC의 경우 공단 내 사업장에서 더욱 다양하게 배출되고 있으며 그 양도 상대적으로 높은 것을 알 수 있었다. 이는 도시 공간 내의 배출원의 경우 사업장 배출구와는 달리 VOC배출에 영향을 줄 수 있는 사용원료나 유기용제의 양과 성분 등이 상대적으로 적고 단순할 뿐 아니라 배출되는 공간이 외기와의 혼입이 비교적 자유로운 열린공간(open space)에 있어 외부공기의 유동으로 인한 혼합(mixing)이 가능했기 때문으로 사료될 수 있다. 전반적으로 일반 지역 배출원의 경우도 BTX(benzene, toluene, xylene)의 농도가 비교적 높게 나타났으며, 주요 배출원별 질량비율과 기여정도를 파악하기 위한 방법으로 분석된 부피농도를 표준상태의 질량농도로 환산하여 중량기여도를 비교하였다.

주요 배출원 중 전주시 차량배출성분 분석을 위해 통행이 가장 빈번한 터널 내부와 주유소에서 채취된 시료를 분석한 주요 VOCs성분별 질량농도 비율을 Fig. 2와 3에 나타내었다. 터널내부 성분별 질량농도의 경우 1,2,4-trimethylbenzene, 1,3,5-trimethylbenzene, o-xylene, cis, ethylbenzene, toluene,

benzene, chloromethane 등이 주요성분으로 검출되었다. 가을철 2차 측정의 경우 1차 측정에서 거의 나타나지 않았던 dichlorofluoromethane이 상당량(~12 ppb; 총량의 약 33%) 검출되었다. 주유소의 경우도 터널 내부에서 검출된 성분과 유사하며, 농도는 dichlorobenzene, trimethylbenzene, xylene, toluene 순으로 검출되었다. 특히 2차 측정 시에 benzene, toluene, acetone 등이 고농도로 측정되었다. 터널과 주유소 배출의 경우 여름철에서 보다 가을철 측정 결과에서 VOC총량농도가 더 높게 나타나 여름철의 경우 한낮의 강한 지표복사로 인한 대류가 배출직후 난류를 형성하여 혼합에 따른 희석 결과로 사료된다. 질량농도 환산 결과는 기여도 평가를 위한 수용모델인 CMB(chemical mass balance) 모델의 source profile 도출을 위해 사용될 수 있다. 터널과 주유소 배출 시료는 모두 차량연료와 연관되어 있어, 배출원의 유사성으로 인해 검출되는 성분물질들의 상관성이 예상되어진다. 자동차배출의 경우 1차 측정(여름)시기의 총 VOCs 발생 중량 농도는 54ng/l로 산출되었으며, 2차 측정(가을)시기에는 210ng/l로 측정되어 2차에 비교적 많은 오염물질이 발생된 것을 알 수 있었다. 1차 측정시기에는 1,2,4-trimethylbenzene이 약 22%로 가장 높은 중량비를 나타냈으며, 다음으로는 1,3, 5-trimethylbenzene이 약 19%, o-xylene이 약 16%, ethyl-

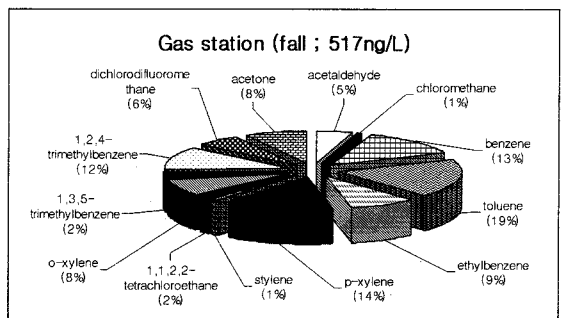
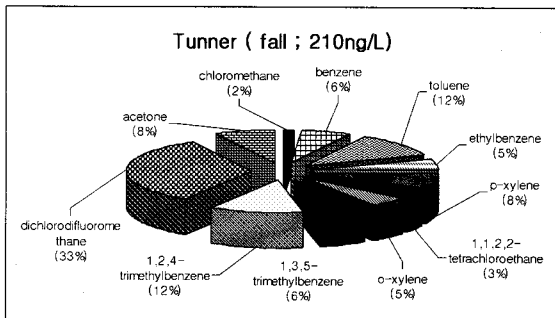
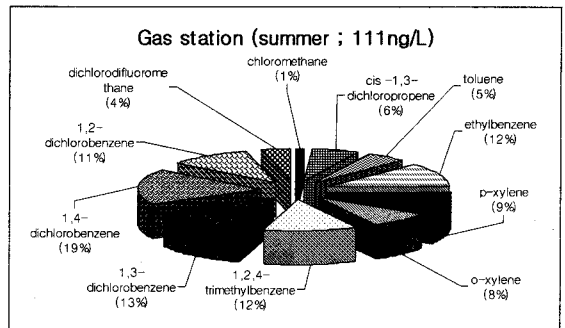
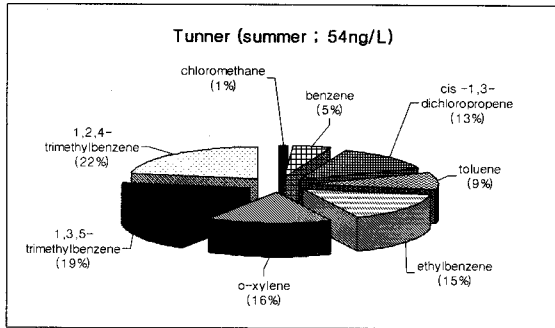


Fig. 2. Mass contributions of species to total VOCs from tunnel samples.

Fig. 3. Mass contributions of species to total VOCs from gas station samples.

benzene이 약 15%, cis-1,3-dichloropropene이 약 13%, toluene이 약 9%, benzene이 약 5%의 중량 비율을 나타내었다. 2차 측정시기에는 freon-12가 약 33%로 가장 높은 중량비를 나타냈으며, 다음으로는 1,2,4-trimethylbenzene, toluene이 약 12%, acetone, p-xylene이 약 8%, 1,3,5-trimethylbenzene, benzene이 약 6%, o-xylene, ethylbenzene이 약 5%, chloromethane이 약 2%의 중량 비율을 나타내었다. 유류소에서 질량기여도(Fig. 3)는 1차 여름철 측정결과가 2차 가을철 결과에 비해 낮게 나타났으며, 1차 측정시기에는 1,4-dichlorobenzene이 약 19%로 가장 높은 중량비를 나타냈으며, 다음으로 1,3-dichlorobenzene이 약 13%, 1,2,4-trimethylbenzene, ethylbenzene이 약 12%, 1,2-dichlorobenzene이 약 11%, p-xylene이 약 9%, cis-1,3-dichloropropene이 약 6%, toluene이 약 5%의 중량 비율을 나타내었다. 2차 측정시기에는 toluene이 약 19%로 가장 높은 중량비를 나타냈으며, 다음으로는 p-xylene이 약 14%, benzene이 약 13%, 1,2,4-trimethylbenzene이 약 12%, ethylbenzene이 약 9%, acetone, o-xylene이 약 8%, freon-12가 약 6%의 중량 비율을 나타내었다.

인쇄소의 경우는 acetaldehyde, benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, styrene, 1,2,4-trimethylbenzene, freon-12, acetone 등이 주요 VOCs 물질로 검출되었다. 1차 측정에서 toluene이 총량의 약 50%, acetone이 약 11%를 차지하는 것으로 나타났으며, 그 외에는 ethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene, p-xylene, freon-12 등의 순으로 나타났다. 2차 측정 시기에서는 acetone이 가장 높고 다음으로 toluene이 높게 검출되었다. 세탁소의 경우는 benzene, toluene, tetrachloroethylene, chlorobenzene, ethyl-

benzene, xylene, styrene, 1,1,2,2-tetrachloroethane, 1,2,4-trimethylbenzene, freon-12, acetone 등이 주요 VOCs 물질로 검출되었다. 특히, 2차 측정시 ethylbenzene, xylene, 1,1,2,2-tetrachloroethane 등 여러 가지 다양한 VOCs 물질이 비교적 고농도로 검출되었다. 도로 포장의 경우는 acetaldehyde, toluene, ethylbenzene, xylene, styrene, 1,3,5-trimethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene, freon-12, acetone 등이 주요 VOCs 물질로 검출되었다. 세탁소의 경우는 1,1,2,2-tetrachloroethane, p-xylene, toluene, ethylbenzene, styrene, freon-12, tetrachloroethylene 순으로 검출 되었다.

3.4. 수용지점 대기 중 농도분포특성

Table 8은 공단 VOCs배출에 따른 영향을 평가하기 위해서, 공단을 기준으로 한 주풍향측 상에 위치한 공단 중심지점과 인근지점에서 대기 중 농도조사 결과(24시간 연속 샘플링)를 나타낸 것으로 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울) 한 차례씩 모두 4회에 걸쳐 측정된 결과이다. 배출구가 아닌 대기환경 시료를 채취하여 분석한 것으로 시료 중의 VOC총량은 배출구에서 측정된 것과 비교해서 현저히 낮게 나타났다. 공단 내 수용지점에서 측정된 주요 VOCs 물질로는 acetaldehyde, chloromethane, methylenechloride, 1,2-dichloroethane, benzene, toluene, tetrachloroethylene, ethylbenzene, xylene, styrene, 1,3,5-trimethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene, freon-12, acetone 등으로 검출되었다. 공단 내 특정 사업장배출원에서 측정된 결과와 비교하여 유사한 성분특성과 중량비율을 갖는 경우를 확인할 수 없었고, 이는 공단 내 위치한 지점일 지라도 배출구가 아닌 일반대기시료 중의 성분과 농도는 측정 시점의 기상여건과 인근

Table 8-1. VOCs concentrations in ppb at receptor sampling sites during Spring, 2005

	Vr-1(center of industrial park)		Vr-2(downwind site @boundary)	
	1st	2nd	1st	2nd
acetaldehyde	7.28	6.53	8.05	5.94
chloromethane	0.47	0.40	1.02	0.89
1,1-dichloroethylene	0.51	tr.	n.d.	n.d.
1,2-dichloroethane	1.85	0.42	1.91	n.d.
benzene	1.73	n.d.	0.79	0.58
toluene	4.20	1.76	1.76	1.50
Tetrachloroethylene	0.95	1.17	n.d.	n.d.
ethylbenzene	2.06	1.86	1.86	1.69
p-xylene	1.66	1.75	1.88	n.d.
styrene	tr.	n.d.	2.27	n.d.
o-xylene	n.d.	n.d.	1.88	n.d.
1,3,5-trimethylbenzene	n.d.	n.d.	1.89	n.d.
1,2,4-trimethylbenzene	n.d.	n.d.	2.36	n.d.
dichlorodifluoromethane	1.36	0.16	5.49	1.91
acetone	4.23	1.61	8.16	4.64

Table 8-2. VOCs concentrations in ppb at receptor sampling sites during Summer, 2005

	Vr-1(center of industrial park)		Vr-2(downwind site @boundary)	
	1st	2nd	1st	2nd
acetaldehyde	13.36	68.6	15.52	tr.
chloromethane	1.12	0.16	1.04	0.52
1,1-dichloroethylene	0.04	n.d.	n.d.	n.d.
1,2-dichloroethane	n.d.	0.36	n.d.	0.21
benzene	2.32	tr.	tr.	0.60
toluene	4.76	1.53	5.08	1.79
ethylbenzene	7.60	1.85	7.92	1.73
p-xylene	8.72	1.71	6.80	1.88
styrene	n.d.	2.25	n.d.	2.25
o-xylene	n.d.	n.d.	7.20	n.d.
1,3,5-trimethylbenzene	n.d.	1.86	n.d.	n.d.
1,3-dichlorobenzene	n.d.	1.81	n.d.	n.d.
1,2-dichlorobenzene	n.d.	1.71	n.d.	n.d.
hexachloro-1,3-butadiene	3.64	n.d.	n.d.	n.d.
dichlorodifluoromethane	tr.	1.94	tr.	1.22
acetone	tr.	1.50	tr.	tr.

Table 8-3. VOCs concentrations in ppb at receptor sampling sites during Fall, 2005

	Vr-1(center of industrial park)		Vr-2(downwind site @boundary)	
	1st	2nd	1st	2nd
acetaldehyde	13.84	47.68	tr.	15.24
chloromethane	2.80	2.48	2.31	3.96
freon-114	n.d.	0.04	n.d.	n.d.
freon-11	n.d.	tr.	0.68	tr.
methylene chloride	tr.	7.28	n.d.	n.d.
1,2-dichloroethane	12.07	2.20	n.d.	0.56
1,1,1-trichloroethane	n.d.	n.d.	tr.	n.d.
benzene	2.36	4.56	0.83	5.4
cis-1,3-dichloropropene	n.d.	n.d.	1.40	n.d.
trans-1,3-dichloropropene	n.d.	n.d.	1.51	n.d.
toluene	8.96	8.08	3.52	17.56
Tetrachloroethylene	26.52	5.24	n.d.	n.d.
ethylbenzene	7.60	n.d.	1.94	17.20
p-xylene	8.12	6.92	3.17	10.60
o-xylene	7.80	n.d.	2.75	9.08
1,3,5-trimethylbenzene	n.d.	n.d.	2.94	7.64
1,2,4-trimethylbenzene	9.72	n.d.	7.06	9.80
1,3-dichlorobenzene	n.d.	n.d.	1.81	n.d.
dichlorodifluoromethane	10.20	tr.	31.15	21.08
acetone	3.84	12.32	22.58	9.64

사업장의 조업 여부 등에 따라 영향을 받을 수 있으며, 특히 기상조건은 주변대기(ambient air)의 유입을 초래하여 인근 여러 사업장으로부터의 영향을 희석시킬 수 있는 충분한 조건을 일으킬 수 가 있기 때문에 여겨진다. 공단주변 지역의 경우는 acetaldehyde, chloromethane, benzene, 1,2-dichloroethane, toluene, ethylbenzene, xylene, styrene, freon-12, acetone 등이 주로 검출되었으며, 공단 내 수용지점과 공단 주변지역 수용지점의 검출 항목은 대부분이 유사하게 나타나고 있으나 공단 내 대기 시료 중 총VOCs 측정농도가 공단주변지역의 측정농도

에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 이는 공단주변지역의 경우 공단 내 지역 보다는 비교적 오염이 덜된 공기와의 혼합을 예상할 수 있으며, 결과적으로 공단 인근지점에서의 성분물질별 농도가 상대적으로 공단 내 지역에 비해 낮게 나타난 것으로 추정된다.

수용지점 대기에서의 VOC총량을 비교하기 위해 각 수용지점에서의 측정 농도를 표준대기에서 질량 농도로 변환하였다. Fig. 6은 공단 내에서 수용점 대기중의 각 성분 농도를 검출된 전체 VOCs 총중량에 대한 중량비율로 하여 여름과 겨울의 결과를 제시하였다. 측정기간 중 1차(봄)의 총 VOCs 발생 중

전주공단지역의 주요VOCs 배출농도 측정 및 배출원별 특성 분석

Table 8-4. VOCs concentrations in ppb at receptor sampling sites during Winter, 2005

	Vr-1(center of industrial park)			Vr-2(downwind site @boundary)		
	1st	2nd	1st	2nd	4차 2회	4차 3회
acetaldehyde	27.68	11.81	14.77	7.76	6.12	7.37
chloromethane	2.31	1.63	2.68	1.19	1.78	2.19
freon-114	n.d.	n.d.	0.03	n.d.	n.d.	n.d.
vinyl chloride	0.06	tr.	n.d.	tr.	n.d.	tr.
chloroethane	0.33	n.d.	n.d.	0.42	n.d.	n.d.
freon-11	0.50	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
1,1-dichloroethylene	0.01	n.d.	n.d.	0.03	n.d.	n.d.
benzene	1.46	1.50	1.02	1.25	0.98	0.94
cis -1,3-dichloropropene	n.d.	n.d.	1.40	n.d.	1.42	n.d.
trans-1,3-dichloropropene	1.44	n.d.	1.42	n.d.	n.d.	1.43
toluene	2.60	4.01	3.00	1.88	1.64	2.36
1,2-dibromoethane	1.25	n.d.	n.d.	1.25	n.d.	1.24
Tetrachloroethylene	n.d.	n.d.	1.74	n.d.	n.d.	n.d.
chlorobenzene	n.d.	n.d.	1.51	n.d.	n.d.	n.d.
ethylbenzene	1.73	1.97	1.94	n.d.	1.69	1.70
p-xylene	n.d.	1.74	1.88	n.d.	1.69	1.92
styrene	n.d.	2.29	n.d.	2.29	n.d.	2.28
1,1,2,2-tetrachloroethane	n.d.	n.d.	1.82	1.81	1.81	n.d.
o-xylene	1.78	2.05	1.94	1.76	n.d.	1.87
1,3,5-trimethylbenzene	1.85	1.91	1.87	n.d.	1.85	1.86
1,2,4-trimethylbenzene	2.33	2.40	n.d.	n.d.	n.d.	2.38
1,3-dichlorobenzene	n.d.	n.d.	1.81	n.d.	n.d.	1.81
1,4-dichlorobenzene	n.d.	n.d.	n.d.	2.70	n.d.	2.70
1,2-dichlorobenzene	1.72	1.73	1.73	n.d.	n.d.	n.d.
dichlorodifluoromethane	27.03	14.63	30.32	13.60	19.44	24.82
acetone	4.43	3.58	tr.	6.15	0.14	4.25

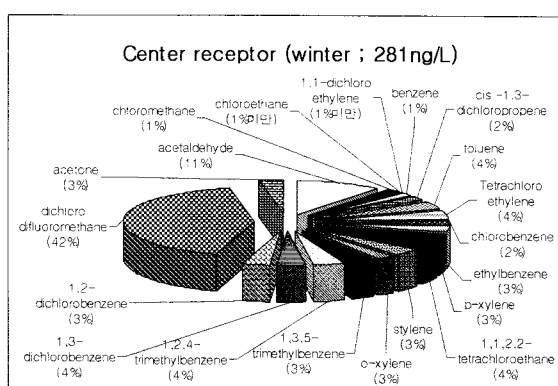
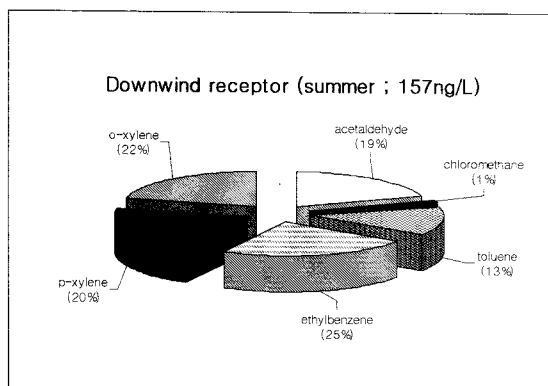
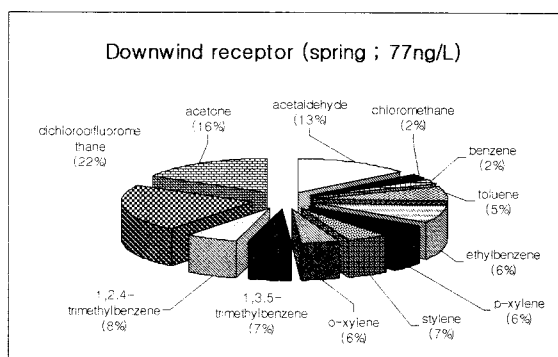
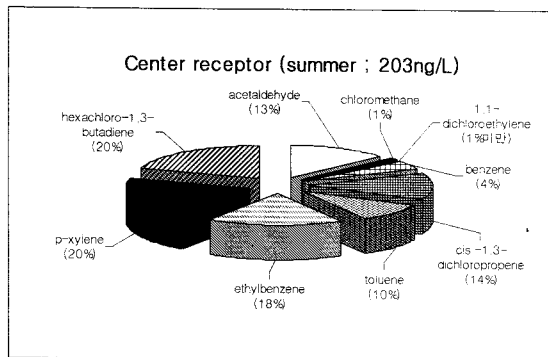


Fig. 6. Mass contributions of species to total VOCs at center receptor during summer and winter

Fig. 7. Mass contributions of species to total VOCs at downwind receptor during spring and summer

량 농도는 68ng/l, 2차 측정(여름)시기에는 203ng/l, 3차 측정(가을)시기에는 392ng/l, 4차 측정(겨울)시기에는 281ng/l로 산출되었다. 계절적인 변화는 봄철에 가장 낮은 농도를 보였으며 타 계절에는 유사한 수준을 유지하였으나, 가을철에 가장 높은 중량 농도를 보여 주었다. 성분별로는 BTEX성분은 모든 경우에서 일정부분 기여하는 것으로 나타났으나, 중량비율은 차이가 있었다. 또한 검출된 성분들의 중량기여율도 측정시기에 따라 차이가 있는 것으로 나타나 측정시의 외부환경조건이 민감하게 영향을 준 것으로 생각된다. Fig. 7은 풍하 측 공단주변지역에서 측정된 성분별 부피 농도를 VOCs총량에 대한 중량비율로 나타낸 것으로 1차 측정(봄)시기의 총 VOCs총중량농도는 77ng/l, 2차 측정(여름)시기에는 157ng/l, 3차 측정(가을)시기에는 460ng/l, 4차 측정(겨울)시기에는 214ng/l로 산출되어 공단 중심 수용점 대기시료 분석결과와 유사한 계절적인 경향을 보였으며, 총량 면에서도 공단 내 대기 중 검출된 양과 유사한 수준이었다. 수용지점 대기시료 모두에서 봄과 여름철에서 보다 가을과 겨울철 대기에서 보다 다양한 VOCs성분들이 일정수준 씩 검출되었으며, 특히 겨울철 대기에는 봄, 여름에는 검출되지 않았던 여러 성분 물질들이 나타나 봄, 여름, 가을, 겨울 대기 중 VOCs조성이 다름을 예상할 수 있다.

4. 결 론

특정지역의 적절한 VOC관리를 위해서는 주요한 유해성 VOCs의 배출원별 조사가 지속적인 측정을 통해 이루어질 수 있도록 하는 것이 필수적이며, 그 측정대상 지역은 산업단지화 도심공간을 대상으로 함과 동시에 대기의 이동과 수송으로 인해 피해가 예상될 수 있는 인근 지역에서도 함께 수행되어야 할 것이다. 이와 동시에 도심과 산업단지에 산재해 있는 VOCs배출원에 관한 정보를 수집하며, 각 배출원들로부터의 배출량 조사사업도 동시에 이루어져야 할 것이다. 배출원 정보는 산단과 도심에 산재해 있는 주요 배출원의 배출특성(종류별 VOCs의 질량분율 등)을 파악할 수 있으며, 정확한 배출원 정보의 분석을 통해 인근 지역이나 공단 내부 지역에서 이들 특정 배출원으로부터 인한 영향을 판단하고, 그에 적절한 배출원 개별관리나 산단 전체에 대한 통합관리방안 등이 이루어 질 수 있다. 이러한 대기

환경관리방안을 과학적으로 수립하고 효율적으로 수행하기 위해서는 개별 오염원에 대한 정량적 VOCs 기여도 추정이 필수적으로 요구될 수 있다. 이와 같은 접근을 통한 공단 인근지역의 개별적 기여도평가는 현재민원이나, 또는 향후 공단인근 지역에서 제기될 관련 민원해결을 위한 객관적 자료로서 활용될 수 있으며, 따라서 기업의 입장에서 생산 활동을 원활히 수행하고 문제가 발생했을 경우 합리적으로 해결할 수 있는 방안 마련에 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 전북지역환경기술개발센터와 전북지역 친화기업의 연구지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 전준민, 허당, 김동술, 2005, 여수석유화학산단 내 VOCs에 대한 오염원 분류표의 개발 및 CMB모델에 의한 기여도 산정, 한국대기환경학회지, 21(1), 83-96.
- 2) Na, K. S., Kim, Y. P., 2001, Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds in Seoul, Korea, Atmos. Environ., 35, 2603-2614.
- 3) 봉춘근, 윤중섭, 황인조, 김창년, 김동술, 2003, 서울지역에서의 VOCs 오염원 기여도 추정에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 19(4), 387-396.
- 4) Doskey, P. V., Fukui, Y., Sultan, M., Maghraby, A. A., Taher, A., 1999, Source profile for nonmethane organic compounds in the atmosphere of Cairo, Egypt, J. Air & Waste Manage. Assoc., 49, 814-822.
- 5) 환경부, 2000, 환경백서, 환경부
- 6) 환경부, 2001, 환경통계연감, 환경부
- 7) 김영성, 1999, 산업단지 대기질 관리, HAP인가 VOC인가?, 한국대기환경학회지, 15(4), 513-517.
- 8) 전준민, 허당, 김동술, 2003, 여수산단 대기중 휘발성유기화합물질 농도 경향, 한국대기환경학회지, 19(6), 663-677.
- 9) 환경부, 2006, 화학물질 배출량 조사 결과보고서, 환경부