

3F3) 석유화학산단지역에서의 VOC 오염원목록표의 개발

Development of Source Profiles for VOCs in the Petrochemical Industrial Complexes

전준민 · 허 당 · 김동술¹⁾

순천제일대학 그린전남환경종합센터,

¹⁾경희대학교 환경·응용화학대학 및 환경연구센터

1. 서 론

국내의 대규모 석유화학산단지역은 석유정제 및 석유화학 관련 사업장으로서 공정별 저장탱크나 벨브, 플랜지 및 폐수처리장 등에서 다량의 VOCs 물질이 배출되고 있다. 여수산단은 1969년 종합적인 석유화학단지조 조성되기 시작하여 현재 93개 업체가 입주하여 가동 중에 있고, 이중 석유화학 관련 사업장이 51개사로서 VOCs 배출과 관련하여 환경부에 매년 배출량을 보고하고 있다. 도시지역의 VOCs 배출은 주로 자동차나 유기용제 사용 등으로 외국에서는 이에 대한 연구가 진행되어 도시지역 특성에 따른 기여도가 대략 산출되어 관리방안 등이 마련되고 있다. 하지만 석유화학산단지역은 국내 뿐만 아니라 외국에서도 VOCs 물질의 특이성 때문에 기초자료가 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대규모 석유화학산단지역에서 VOCs 배출원에 대한 오염원 목록표 (source profile)를 개발, 향후 수용모델인 CMB(chemical mass balance) model을 적용할 때 원자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구지역인 여수산단의 VOCs 배출원별 오염물질의 성분비 작성을 위하여 2000년부터 2001년 사이 주요 배출원으로 분류되는 13개 지점을 대상으로 조사하였다. VOCs 성분으로는 U.S EPA에서 인체 유해성 측면을 고려하여 주요 물질로 관리하고 있는 TO-14 물질을 대상으로 하였다 (U.S.EPA, 1997). VOCs 시료채취는 미국 Restek사의 silicocan의 canister (6ℓ)로서 재질은 SS, 내면과 벨브는 VOCs 성분 흡착을 방지하기 위해 비활성 silica로 코팅되어 있고, 입구에 1 시간 유속조절기를 부착하여 시료를 채취하였다. 시료분석은 전처리장치 (Entech, 7100)가 부착된 GC/MS (HP-6890, HP-5973N)로 분석하였으며, 자세한 분석조건은 전준민 (2002)에 기술되어 있다.

여수산단의 VOCs 배출원 조사시 선정지점은 일반 배출원 4 개 지점 (주유소, 인쇄, 터널, 도로포장)과 사업장 배출원 9 개 지점 (정유, 도장, 폐수처리, 소각, 비료, 저유, 석유화학, 화학제조, 제련)으로 분류하여, 일반 배출원 조사는 최대한 근접 지점에서 그리고 사업장 배출원 조사는 업종별로 각 사업장내 행정관리를 하는 본관 앞쪽의 1.5 m 높이에서 시료를 채취하였으며, 시료채취는 맑은 날 동일지점에서 계절별로 2 개~4 개 정도 샘플링하여 분석한 후 평균자료를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 여수산단의 대기 중 VOCs 농도에 영향을 미칠 수 있는 13 개 배출원 지점에서 조사된 VOCs 구성물질 성분비를 나타낸 것이다. 표와 같이 각 배출원별로 다소 차이는 있으나 성분별 비율을 보면 주요 구성물질로는 톨루엔, 벤젠, 메틸클로라이드, 디클로로메탄, 자일렌 성분들의 비율이 높게 나타났으며, 배출원별 전체 VOCs 농도를 보면 정유, 석유화학, 도장, 주유소, 소각시설의 순으로 높게 나타났다. 일반 배출원은 톨루엔과 벤젠 등 특정 성분의 성분비가 다소 높게 나타났으나, 사업장 배출원에 비하여 구성성분 비율이 고르게 분포하고 있었으며, 사업장 배출원은 톨루엔과 벤젠 등 특정 성분에 있어 구성비가 편중되어 있음을 볼 수 있다.

Table 1. Source profile normalized to the VOCs compounds (wt %)

Compounds	gasoline vapor	graphic art	vehicle	road covering	oil refinery	coating	waste water	incinerator facility	fertilizer plant	tank storage	petrochemical plant	chemicals	iron mill
methyl chloride	0.81	0.12	8.19	8.79	0.67	0.44	4.96	0.43	0.48	3.13	0.15	0.24	4.74
Vinyl chloride	0.78	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	7.30	0.15	0.17	0.00	0.02	5.48	1.31
Methyl bromide	0.53	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	10.13	0.05	0.06	0.00	0.02	0.03	0.35
Vinylidene chloride	0.17	0.09	1.63	1.11	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	1.93
Dichloromethane	1.42	0.00	8.69	5.81	3.88	0.16	14.09	3.16	6.29	1.01	0.12	4.84	17.40
1,1-Dichloroethane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.41	0.56	0.05	0.00	0.00	0.02	3.70
cis-1,2-Dichloroethylene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.40	0.27	0.14	0.00	0.00	0.04	0.44
Chloroform	0.49	0.00	4.44	3.30	0.43	0.05	2.28	1.94	0.26	0.41	0.03	0.12	1.92
1,2-Dichloroethane	0.58	2.35	4.18	3.65	0.17	0.11	25.12	0.30	0.15	0.00	0.10	0.12	0.92
Methyl chloroform	0.58	0.21	5.64	4.15	0.18	0.05	1.03	0.23	0.13	0.42	0.05	0.05	1.23
Benzene	1.14	0.32	5.41	5.05	21.80	36.90	6.75	0.54	0.52	23.41	29.40	1.79	5.49
Carbon tetrachloride	0.44	0.14	3.90	3.55	0.60	0.10	1.83	0.48	0.30	0.96	0.11	0.75	2.12
1,2-Dichloropropane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.74	0.08	0.06	0.00	0.00	0.04	0.29
Trichloroethylene	0.83	0.00	8.43	5.91	0.33	0.20	0.63	0.67	0.18	0.00	0.09	0.09	0.82
1,1,2-Trichloroethane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.10	0.08	0.00	0.00	0.04	0.42
Toluene	40.43	4.53	12.15	7.97	59.88	52.85	15.32	85.25	86.69	39.95	62.82	84.64	24.53
1,2-Dibromoethane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85
Tetrachloroethylene	0.78	0.00	7.85	6.69	0.17	0.08	0.40	0.15	0.14	0.52	0.07	0.06	0.42
Chlorobenzene	0.00	0.41	0.00	1.43	0.24	0.09	0.20	0.40	0.12	0.00	0.04	0.04	0.60
Ethylbenzene	2.37	21.57	3.95	5.27	1.61	1.68	1.27	0.71	0.49	2.20	0.97	0.30	2.76
m,p-Xylene	6.02	35.15	3.59	5.63	4.33	1.89	1.45	0.74	0.63	2.80	1.28	0.20	7.24
Styrene	0.31	0.00	3.35	2.64	0.27	1.86	0.37	0.37	0.26	0.00	0.27	0.09	1.97
o-Xylene	5.70	31.56	5.20	7.96	2.22	1.31	1.77	0.82	0.48	2.42	1.13	0.17	7.02
1,3,5-Trimethylbenzene	8.95	0.00	5.49	7.49	1.53	0.53	1.00	0.39	0.48	5.00	1.16	0.21	2.37
1,2,4-Trimethylbenzene	27.67	3.55	7.92	13.59	0.59	1.69	0.36	0.17	0.17	15.66	2.16	0.08	1.01
m-Dichlorobenzene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.95	0.04	0.00	0.00	0.03	2.33
o-Dichlorobenzene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	2.19	0.08	1.50	1.06	0.00	0.04	3.29
p-Dichlorobenzene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.98	0.09	1.06	0.00	0.48	2.55
total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

사 사

본 연구는 전남지역환경기술개발센터(2001년)지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 전준민, 허 당, 김동술 (2002) Canister와 GC/MSD를 이용한 대기 중 VOCs 분석시스템의 정도관리 (QC), 한국대기환경학회지, 18(6), 527-538.
- US EPA (1997) Compendium Method TO-14A-Determination of Volatile Organic Compounds(VOCs) in Ambient Air Using Specially Prepared Canisters With Subsequent Analysis By Gas Chromatography, Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, 2nd ed., EPA/625/R-96/010b.
- Cheng, L., Fu, L., Angle, R.P. and Sandhu, H.S. (1997) Seasonal variations of volatile organic compounds in Edmonton, Alberta, Atmos. Environ., 31(2), 239-246.
- Scheff, P.A. and Wadden, R.A. (1993) Receptor modeling of volatile organic compounds. 1. emission inventory and validation, Environ. Sci. Technol., 27(4), 617-625.