

AC4) 여수산업단지 대기 중 휘발성유기화합물의 측정과 농도경향 Measurement and Concentration Trend of VOCs in the Ambient Yeosu Industrial Area

전준민·허 당·고오석·김동술¹⁾
 순천제일대학 그린전남환경센터, ¹⁾경희대학교 환경응용화학부

1. 서 론

여수 국가산업단지(이하 여수산단, 舊 여천산단)는 울산지역과 함께 1967년부터 중화학공업 육성을 위한 석유화학단지로서 조성되기 시작하였다. 이 지역은 안전사고와 환경오염으로 인한 피해 분쟁이 빈발하였으며, 휘발성유기화합물질(VOCs)로 인한 대기오염 문제가 최초로 제기된 지역이기도 하다. 이에 따라 환경부에서는 1996년 9월 여수산단을 대기보전특별대책지역으로 지정하고, 석유정제 및 석유화학 제품 제조시설 등에 대하여 VOCs 배출억제 및 방지시설을 설치하도록 하는 한편, 기존 배출시설에 대해서는 엄격한 배출허용기준을, 신규배출시설에 대하여는 특별배출허용기준을 각각 적용하고 있다. 또한 이 지역은 1999년 12월 대기환경규제지역으로 지정되어 VOCs에 대한 각별한 관리가 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 여수산단 대기 중 VOCs 농도 변화 특성을 고찰함으로써 특별대책지역 지정에 따른 농도 변화를 검토하고자 하였다.

2. 측정 및 분석

VOCs 측정지점은 여수산단내 3곳 (공해추방협의회 옥상, 서남지역본부, 환경시설공사 옥상)으로 2000년 9월부터 2001년 8월까지 1년간 6일 간격으로 채취 및 분석하였다. 이들 측정지점은 여수산단 지역 특성을 대표할 수 있을 것으로 사료되며, 그동안 VOCs 조사가 지속적으로 수행된 지역이기 때문에 과거 자료와 농도경향을 비교할 수도 있다.

측정항목은 미국 EPA TO-14A에서 VOCs 물질로 고시된 40종류의 물질 중 37개 물질을 측정하였다. 시료의 채취는 캐니스터(canister)를 사용하여 24시간동안 채취하였으며, 사용한 캐니스터는 미국 Restek사의 silicocan으로서 용량은 6 l 이다. 캐니스터의 재질은 stainless steel로 되어 있고, 내면과 밸브는 VOCs 흡착을 방지하기 위해 비활성 silica로 코팅되어 있다. Restrictor는 채취시간의 조절기능 뿐만 아니라 내부 필터에 의하여 입상물질의 유입을 차단할 수 있다. 시료 분석시 캐니스터는 전처리장치(Entech 7100)에 연결되어 저온·농축과정을 거친 후 GC(6890, HP)의 HP-1 capillary column(60 m×0.32 mm×5 μm)을 거쳐 MSD(5973, HP)의 SIM(select ion monitoring) mode에서 검출하였다.

Table 1. Summary of sampling and analytical methods.

	Classification
Sampling period	Sep. 2000 - Aug. 2001
Sampler Type	Canister (Entech, SILONITE)
Analytical Instrument	GC/MSD (HP-6890 / HP-5973N)
Compounds	EPA TO-14A VOC

3. 결과 및 고찰

표 2는 2000년 9월부터 2001년 8월까지 조사된 VOCs 농도를 다른 측정자료와 비교한 것이다. 도표와 같이 여수산단내 서남지역관리본부에서 조사한 자료들을 1997년 국립환경연구원(NIER)의 측정치와 비교할 때, 대부분의 유해 VOCs 물질의 농도수준은 전반적으로 유사하거나 또는 다소 높은 경향을 보

이고 있다. 우선 여수산업단지 상시측정 장소인 서남지역관리본부 옥상과 환경관리시설공사 지점에서 측정된 자료를 보면, 서남지역관리본부에서는 특히 styrene, 1,2-dichloroethane 성분이, 환경관리시설공사에서는 styrene, 1,2-dichloroethane과 chloroform 성분이 과거 측정치 보다 다소 높게 검출되었다. Styrene은 석유화학 산업공정, 자동차 및 연소시설 등이 주요 오염원이며, 1,2-dichloroethane 성분은 납을 함유한 가솔린의 첨가제나 화학물질 제조의 중간체로서 사용되며 (Singh H.B. *et al*, 1992), vinylchloride를 생산하는데 가장 많이 이용되는 것으로 알려져 있다. 이러한 농도 차이들은 다양한 환경요인의 변화에 의해 야기된 것으로 해석된다. 한편, 여수시 월내동에 위치한 환경관리시설공사는 여수산업단지에서 발생하는 폐수를 위탁처리하는 사업장으로서, 화학물질 제조 및 정제시설 공정을 통한 폐수가 대부분이므로 다량의 VOCs 물질들이 배출되고 있으나, 여수산업단지에서 이와 관련하여 조사된 자료는 거의 없기 때문에 위의 자료와 직접 비교에는 다소 무리가 있다.

한편 유사한 화학장치 산업시설인 울산지역 (1998년)과 대도심지역인 서울지역 (1999년)에서 조사된 VOCs 농도를 본 자료와 비교해 볼 때, 일부 성분 (toluene, styrene, tetrachloroethylene 등)을 제외하곤 울산 및 서울지역에서 VOCs의 농도가 더 높음을 알 수 있다.

Table 2. VOCs' concentrations measured in Yeosu Industrial sites where compared with the other studies. (unit : ppbv)

Compounds	Yeosu ¹⁾	Ulsan ²⁾	Seoul ³⁾	This Study	
	'96. 11. ~ '97. 3. SUMMA, 24hr (n=4)	'98. 6. 8~6. 18 SUMMA, 24hr (n=17)	'98. 8. ~ '99. 7. SUMMA, 24hr (n=55)	'00. 9~ '01. 8 ⁴⁾ Silicocan., 24hr (n=47)	'01. 3~ '01. 8 ⁵⁾ Silicocan., 24hr (n=20)
Benzene	2.95	1.80	1.00	0.96	2.27
Toluene	4.57	3.80	6.40	4.19	1.68
Ethylbenzene	0.30	0.60	0.70	0.33	0.30
m, p-Xylene	0.27	1.70	2.30	0.29	0.30
o-Xylene	0.42	0.60	0.80	0.33	0.32
Styrene	0.08	0.40	0.30	0.99	0.16
Vinylchloride	-	5.90	ND	2.25	4.05
1,2-Dichloroethane	0.10	0.20	0.30	0.35	11.89
Methylene chloride	0.50	0.60	0.40	0.16	0.32
Tetrachloroethylene	0.05	ND ⁶⁾	ND	0.11	0.06
Chloroform	0.04	0.20	0.10	0.13	0.33
1,1,1-Trichloroethane	0.13	0.30	0.20	0.20	0.10
Corbontetrachloride	0.12	0.20	0.10	0.18	0.16
Trichloroethylene	0.05	0.20	0.20	0.10	0.07

¹⁾ Yeosu Industrial Site : NIER (1997)

²⁾ Ulsan Industrial Site : Na, K. *et al* (1999)

³⁾ Seoul Area : Na, K. *et al* (2001)

⁴⁾ KICOX, Southwest Regional Office

⁵⁾ Environment Facilities Management Corporation

⁶⁾ Not detected (less than 0.1 ppbv)

참 고 문 헌

- 전준민, 김동술 (2000) Canister와 GC/MS를 이용한 대기 중 VOC 분석을 위한 QA/QC, 한국대기환경학회 2000 추계학술대회논문집, 85~86.
- 국립환경연구원 (1997) 여천공단 환경오염대책 마련을 위한 오염실태 정밀조사 사업, 한국과학기술연구원 보고서.
- 나광삼 등(1999) 울산 공단 대기에서 측정된 휘발성 유기화합물의 1997년과 1998년 결과비교, 한국대기환경학회지, 15(5), 567~574.
- Na, K. *et al*. (2001) Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds in Seoul, Korea, Atmos. Environ., 35, 2603~2614.
- Singh, H.B. *et al*. (1992) Measurement of Volatile Organic Chemicals at Selected Sites in California, Atmos. Environ., 26A(16), 2929~2946.