

PA4) 수도권 광화학오염물질측정망 오존전구물질의 농도분포 특성에 관한 연구

A Study on the Distribution Characteristics of Ozone Precursors at PAMS in Seoul Metropolitan Area

이두원 · 신동석 · 김웅선 · 김학희 · 강창국 · 정용국 · 유민경 · 황승만
 환경관리공단 측정관리처

1. 서 론

최근 국내에서의 오존오염도가 매년 증가하고 도시지역에서의 단기 대기환경기준을 초과하는 사례가 빈번히 발생함에 따라 지표면 오존생성에 기여하는 VOC에 대한 규제관리가 더욱 절실히 요망되고 있다. 이에 환경부는 『2000년대 대기오염측정망 기본계획』에 따라 도시지역의 지표면 오존 오염현상을 규명하기 위한 일환으로 수도권역에 광화학오염물질측정망을 설치하여 운영해오고 있으며, 특히 수도권은 2002년 5월을 기점으로 4개 유형별 8개 측정소를 구축하여 현재 정상운영 중에 있다. 따라서 본 연구는 환경관리공단에서 운영 중인 수도권역의 8개 광화학측정소에서 측정된 2005년도 오존전구물질 측정자료를 이용하여 측정소별 농도분포 특성을 평가하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 수도권에서 운영중인 8개 지점의 광화학오염물질측정망에서 Auto GC 온라인측정시스템을 이용하여 55개 항목의 오존전구물질을 매시간 연속 측정하였다. 대기시료는 15 ml/min으로 40분간 총 600ml를 채취하였으며, 1시간 간격으로 시료를 분석하였다. 측정분석시스템에 대한 자세한 사양은 표 1에 나타내었다.

Table 1. Analytical system of VOCs used in this study

측정소	모델명	제조사	측정방법	측정방식	컬럼
서울 정동경기 양서면	Auto system XL	Perkin Elmer (미국)	GC/FID	Automatic Continuous System	PLOT(C2~C6) BP-1(C6~C12)
서울 불광동경기 심곡동인천 구월동	VOC Analyser	AMA(독일)	GC/FID	Automatic Continuous System	PLOT(C2~C6)
강화 석모도경기 관인면	BTX Analyser	AMA(독일)	GC/FID	Automatic Continuous System	BP-1(C6~C12)
경기 탄벌동	GC CP-3800	Varian(미국)	GC/FID	Automatic Continuous System	PLOT(C2~C6) BP-1(C6~C12)

현장시료 분석을 위한 온라인측정시스템의 정성 및 정량 작업은 시료분석 전에 1, 5, 10 ppb에 해당하는 표준물질을 준비하여 multi-point calibration한 후 PLOT 및 BP-1 컬럼별로 프로판과 벤젠을 기준으로 하여 RF(Response Factor)를 구한다음 모든 항목의 농도를 계산하였다. 계산된 농도는 다시 각 대물질별로 ppbv 농도단위로 환산하여 자료를 비교·정리하였다.

2. 결과 및 고찰

표 2는 광화학오염물질측정망의 온라인측정시스템의 정도관리를 위해서 미국 광화학평가측정망 기술 지침서의 정도관리(QA/QC) 절차 기준에 근거하여 성능평가를 실시한 결과이다. 표에 나타난 바와 같이,

직선성, 검출한계, 재현성 등에 대한 성능평가 실시결과 기술지침서의 성능평가기준에 모두 만족하는 매우 양호한 수준으로 평가되었다.

Table 2. Results of performance assessment for VOC QC Procedures

Site	Item	System Blank		Linearity		MDL		Precision		Result
		20ppbC both, 10ppbC each		R ≥ 0.995		With in 2ppbC		With in ±25%		
인천 석모도(1형)	PLOT	0	0	Propane	0.999	Propane	0.19	Propane	0.4	Acceptance
	BP-I	0	0	Benzene	0.998	Benzene	0.39	Benzene	2.1	
서울 정동(2형)	PLOT	2.17	0.03	Propane	0.999	Propane	0.22	Propane	0.5	Acceptance
	BP-I	0.03	0.03	Benzene	0.999	Benzene	0.39	Benzene	0.7	
경기 십곡동(2형)	PLOT	2.59	4.43	Propane	0.998	Propane	0.53	Propane	1.2	Acceptance
	BP-I	4.43	4.43	Benzene	0.998	Benzene	0.60	Benzene	3.2	
인천 구월동(2형)	PLOT	0	0	Propane	0.999	Propane	0.20	Propane	0.8	Acceptance
	BP-I	0	0	Benzene	0.999	Benzene	0.27	Benzene	0.8	
서울 불광동(3형)	PLOT	0	0	Propane	0.999	Propane	0.29	Propane	1.6	Acceptance
	BP-I	0	0	Benzene	0.999	Benzene	0.12	Benzene	0.2	
경기 탄벌동(3형)	PLOT	2.40	6.91	Propane	0.999	Propane	0.43	Propane	2.1	Acceptance
	BP-I	6.91	6.91	Benzene	0.999	Benzene	0.55	Benzene	4.6	
경기 양서면(4형)	PLOT	0.01	0.12	Propane	0.998	Propane	0.15	Propane	0.2	Acceptance
	BP-I	0.12	0.12	Benzene	0.997	Benzene	0.13	Benzene	0.6	
경기 관인면(4/1형)	PLOT	0	0	Propane	0.999	Propane	0.15	Propane	0.7	Acceptance
	BP-I	0	0	Benzene	0.998	Benzene	0.31	Benzene	2.0	

표 3은 수도권 광화학오염물질측정망의 주요 검출빈도별 오존전구물질에 대한 2005년도 계절별 평균농도 자료를 요약하여 나타낸 것이다. 석모도의 경우 대상성분의 농도가 여름철에는 낮고 겨울철에는 상대적으로 높은 경향을 보였으며, 다른 측정소의 경우 대상성분별로 계절에 따라 다양한 농도분포 특성을 나타내었다.

Table 3. Concentration distribution of VOCs at PAMS in Metropolitan area

Season	석모도(I)				정동(II)				십곡동(II)				구월동(II)			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
ethane	2.41	0.92	1.97	7.37	4.98	3.70	4.95	5.86	4.84	2.37	4.24	6.71	6.03	4.32	6.63	9.24
ethylene	0.42	0.12	0.69	3.47	2.48	2.61	2.99	3.26	2.28	1.28	2.36	3.49	2.51	2.27	3.30	3.93
propane	0.77	0.34	0.98	2.62	4.52	4.50	4.83	5.18	5.09	4.02	5.75	6.55	4.37	3.72	6.85	6.96
propylene	0.01	0.01	0.06	0.78	0.61	0.63	0.87	0.63	0.60	0.44	0.64	0.74	0.58	0.63	0.90	0.91
isobutane	0.12	0.06	0.20	1.34	1.19	1.28	1.45	1.14	1.36	1.42	1.95	1.60	1.61	2.06	2.39	1.53
n-butane	0.26	0.16	0.44	2.27	2.04	2.44	2.44	1.80	2.81	3.11	3.94	2.82	3.24	4.81	5.31	2.77
acetylene	0.75	0.42	1.03	2.60	1.58	1.54	1.49	2.13	1.95	1.30	2.20	2.50	2.48	2.08	2.95	2.73
isopentane	0.18	0.15	0.27	0.61	0.78	0.95	0.72	0.61	1.02	1.22	1.30	0.76	1.29	1.70	1.73	0.73
n-pentane	0.07	0.06	0.16	0.82	0.53	0.55	3.63	0.42	0.50	0.58	0.81	0.44	0.80	0.84	1.12	0.57
benzene	0.24	0.17	0.29	1.31	0.42	0.35	0.31	0.49	0.50	0.38	0.50	0.62	0.45	0.47	0.69	0.64
toluene	0.28	0.30	0.92	1.75	6.72	4.47	4.04	3.03	4.77	5.17	5.95	5.99	4.46	3.75	7.42	3.73
Season	불광동(III)				탄벌동(III)				양서면(IV)				관인면(V)			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
ethane	6.61	1.91	3.67	6.61	2.46	0.68	3.07	4.02	2.62	1.25	2.19	3.61	2.42	1.10	2.44	2.64
ethylene	1.48	0.91	1.57	2.76	0.90	0.19	2.37	2.49	0.68	0.49	1.03	1.68	0.63	0.41	0.96	0.84
propane	3.76	3.06	4.09	5.49	3.20	2.17	4.46	8.09	2.78	2.14	2.50	4.23	1.02	1.34	1.80	1.53
propylene	0.57	0.34	0.43	0.49	0.39	0.23	0.58	1.03	0.33	0.27	0.38	0.60	0.19	0.16	0.28	0.22
isobutane	1.64	1.48	1.28	0.85	0.84	0.73	1.30	1.90	0.51	0.56	0.53	0.69	0.21	0.20	0.21	0.27
n-butane	2.09	1.98	2.44	1.39	1.62	1.46	2.38	3.14	0.88	1.06	0.94	1.11	0.41	0.46	0.48	0.49
acetylene	2.30	1.05	1.35	1.63	0.34	0.13	0.77	1.89	0.49	0.23	0.55	1.04	0.50	0.33	0.49	0.23
isopentane	1.03	0.90	0.70	0.50	0.55	0.95	1.23	1.10	0.38	0.66	0.45	0.49	0.25	0.29	0.62	0.26
n-pentane	0.49	0.41	0.35	0.34	0.44	0.45	0.61	0.74	0.31	0.29	0.22	0.36	0.16	0.16	0.19	0.13
benzene	0.39	0.27	0.37	0.48	0.60	0.35	0.55	1.15	0.34	0.26	0.33	0.56	0.32	0.18	0.27	0.30
toluene	3.44	2.92	3.37	1.93	3.34	3.75	14.38	9.79	2.14	2.04	1.55	1.99	0.79	0.96	0.78	0.39

참 고 문 헌

한국대기환경학회 측정 및 분석분과회 (2002) 한국형 광화학측정망의 초기운영 평가 및 VOC 측정기술
환경부 (2002) 광화학 대기오염의 생성과정 규명과 저감대책 수립을 위한 종합조사·연구.

US EPA (1998) Technical Assistance Document for Sampling and Analysis of Ozone Precursors.