

김조천*, 김기준

동신대학교 환경공학과

1. 서론

대기중의 자연적, 인위적으로 발생한 오염물질중 주요오염물질은 NO, NO₂, SO₂, 분진 및 휘발성 유기화합물(volatile organic compounds, VOCs)등이 있는데, 최근에는 자동차의 급증과 각종 유기용매 사용의 증가로 VOC가 대기질에 커다란 영향을 주는 것으로 알려지고 있다. VOC는 광화학 산화물(오존, PAN 등)의 전구물질로써 성층권의 오존층을 파괴하고 지구 온난화에도 직접 관여하는 물질이며 인체에도 위해하다고 알려져 있다. 그 중에서도 벤젠은 80%이상이 자동차 배출가스로부터 기인되며, 전체 탄화수소 배출량의 약 5%를 차지할 만큼 대기오염에 비중이 높은 물질이다. 그러나 우리나라는 VOC에 대한 측정 사례도 많지 않고 그 종류와 농도에 대한 연구도 아직은 미약한 실정이다. 1990년 미국 청정 대기법에서는 188종류의 유해성 대기오염물질(HAPs, hazardous air pollutants)을 규정하고 있는데 이중 159종류가 유기화합물이거나 그 유도체였다. 따라서 대기중 유기화합물의 종류와 농도에 대한 충분한 정보 없이는 광화학 산화물의 광역적인 피해에 대한 효과적인 저감대책 수립이 힘들고 그런 정보들이 인체에 대한 위해성을 파악하는 데도 매우 중요하다는 점을 고려할 때, 환경대기중의 VOC에 대한 성분분석과 그 농도의 지속적인 측정은 매우 중요한 일이라 할 수 있다.

본 연구에서는 교외지역인 전남 나주시의 대기중 발암물질이며, 만성중독시 백혈구, 혈소판에서 문제를 야기시키는 벤젠의 계절별 농도분포 특성을 알아 보았다.

2. 실험방법

2.1 시료채취 방법

VOC는 일반적으로 대기 중에 극 미량(10ppb이하)으로 존재하기 때문에 이를 측정하는 데는 분석만큼이나 시료의 샘플링 방법이 중요하다. 현재 VOC 물질을 포집하는 방법에는 Canister를 이용하여 직접포집하는 방법과 흡착트랩을 이용하는 능동형 샘플링 방법이 가장 많이 쓰이고 있다. 이 두 방법은 각각 장·단점을 가지고 있으므로 실제 사용 시에는 연구목적과 상황에 따라 두 방법이 병행되고 있다. 본 연구에서는 흡착법을 사용하였으며, 샘플링에 사용된 VOC 시료포집용 흡착트랩은 Tenax TA와 Carbosieve™ SIII를 채운 유리흡착트랩으로 이는 탈착력은 좋으나 흡착력이 떨어지는 Tenax 적정량과 흡착력은 뛰어나나 탈착이 어려운 Carbosieve 소량을 동시에 사용함으로써 이들의 단점을 서로 보완하여 만든 흡착트랩이다. 실질적인 분석에 앞서 흡착트랩의 성능시험을 실험실적으로 강도 높게 행하여졌다. 여름철에 가장 온도가 높은 경우를 가정하고 벤젠보다 휘발성이 강하고 불안정한 이소프렌을 벤젠과 함께 시험하여 거의 100%의 흡·탈착 성능을 확인하였다.

2.2 측정장소 및 시료채취

측정 장소는 전남 나주시 동신대학교 운동장 주위를 선정하였고, 시료는 봄, 여름, 가을로 세 번 나누어 계절별로 측정하였다. 시료포집장치는 장시간 동안 시료를 포집할 수 있도록 휴대성과 전원공급의 편리성을 고려하여 실험실적으로 제작하여 사용하였다. 흡착트랩의 앞부분에는 Glass Wool로 만든 filter를 두어 먼지 등의 이물질로 인한 실험오차를 줄였다. 포집은 유량을 100mL/min으로 하여 3-4시간동안 행하였으며, 포집이 완료된 Sample Trap은 Parafilm과 홀더로 이중 밀봉한 후 분석장소로 옮겨졌다.

2.3 분석방법

고체흡착에 의해 얻어진 샘플트랩(Sample Trap)은 자동열탈착장치(Tekmar 6000, Tekmar-Dohrmann, USA)와 GC/FID(5890 SERISE II, Hewlett Packard, USA)시스템을 동시에 이용하여 분석하였다. Column은 DB-5 Capillary (60m × 0.530mm, 1.5 μ m)가 사용되었고, 검출기는 Flame Ionization Detector (FID)가 사용되었다. 검량선은 실험실에서 표준용액 (Aldrich, 99.9+%)을 이용하여 농도별로 만든 표준가스를 분석하여 작성하였다.

3. 결과 및 고찰

얻어진 데이터를 분석한 결과가 표 1.에 나타나 있다. 벤젠의 계절별 평균값을 비교한 결과 봄에는 0.55ppb, 여름에는 0.47ppb, 가을에는 0.32ppb로 봄에 포집한 시료가스의 농도가 가장 높았고 그 다음으로 여름, 가을 순 이었다. VOC의 특성상 기온이 높은 여름에 가장 높은 농도로 분포해야함에도 불구하고 봄에 가장 높은 농도가 검출되는데 그 이유는 시료가스의 Sampling 시기가 늦봄이었고, 당시 기상조건이 여름에 가까울 정도로 더웠기 때문에 휘발성물질이 대기 중에 많이 포함되어 있었던 것으로 판단된다.

표 1. Concentrations of benzene based on season

단위 : ppb

	Trap ID#	Benzene	Trap ID#	Benzene	Trap ID#	Benzene
Spring	B-27	0.59	B-35	0.64	B-42	0.68
	B-28	0.40	B-36	0.29	B-43	1.05
	B-29	0.39	B-37	0.39	B-44	0.87
	B-31	0.66	B-38	0.36	B-45	0.50
	B-32	0.45	B-39	0.74	B-46	0.37
	B-33	0.62	B-40	0.62		
	B-34	0.47	B-41	0.40		
average	0.55					
Summer	C-02	0.58	C-06	0.25	C-08	0.26
	C-03	0.66	C-07	0.54	C-09	0.42
	C-05	0.61				
average	0.47					
Fall	D10	0.18	D12	0.17	D14	0.33
	D11	0.26	D13	0.77	D15	0.23
average	0.32					

전라남도의 농촌지역에 위치한 나주시의 대기중 벤젠농도를 공업지역인 여천과 도심지역인 서울의 벤젠농도와 비교하여 보면, 나주지역 봄철 대기중 벤젠의 평균농도는 0.55ppb(0.29-1.05ppb)인 반면 여천의 평균농도는 4.3ppb(0.97 - 6.66ppb)로써 약 8배정도 농도가 낮은 것으로 나타났고, 또한 서울시의 봄철 벤젠 평균농도 1.63ppb 보다 약 3배정도 낮은 것으로 나타났다. 한편, 여름철 대기중 벤젠의 평균농도는 나주가 0.47ppb(0.25 - 0.66ppb)로 여천의 6.32 ppb(1.53 - 15.3 ppb)보다 약 14배 정도 낮은 것으로 나타났고, 서울의 여름철 평균농도 2.34ppb 보다 약 5배정도 낮은 것으로 나타났다. 따라서 나주지역의 대기중 유해성분의 농도가 여천지역같은 공단지역과 도심지역에 비하여 전반적으로 매우 낮을 것으로 사료되었다(김용표 등, 1997, 나광삼 등, 1998).

4. 요약

본 연구에서는 교외지역인 전남 나주에 소재한 동신대학교 1공학관 주변의 환경 대기중의 VOC중 벤젠을 계절별로 그 농도를 비교해 보았다.

그 결과 첫째, 벤젠과 톨루엔의 계절별 농도 평균값이 봄(늦봄), 여름, 가을 순으로 농도가 높게 나타나 온도에 상대적으로 많은 영향이 있음을 알 수 있었다.

둘째, 나주지역의 벤젠농도가 여천지역이나 서울지역에 비해 봄에 8배, 3배 그리고 여름철에 14배, 5배 정도로 각각 낮게 나타나 나주 지역이 비교적 청정지역임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 나광삼, 김용표, 김영성, 1998, 서울 대기 중에서 C₂~C₉ 휘발성 유기화합물의 농도, 한국 대기보전학회지, 14, 2, 95-105pp.
- 김영성, 송철한, 심상규, 김용표, 문길주, 1998, 여천 공업단지 봄, 가을 대기 중 휘발성 유기화합물 농도 비교 연구, 한국대기보전학회지, 14, 2, 153-160pp.
- 김용표, 이종훈, 전현철, 문길주, 1997, 여천공단 대기 중의 입자상 및 기체상 이온성분과 유기화합물의 농도, 한국대기보전학회지, 13, 4, 269-284pp.
- 백성욱, 김기현, 송동현, 1998, 대기환경과 휘발성 유기화합물질, 사단법인 한국 대기보전학회 1장 대기중 휘발성 유기화합물의 정의와 환경학적 중요성, 1-7pp.
- 백성욱, 김영민, 황승만, 1998, 고속도로 터널내부 공기중 휘발성유기화합물 농도측정, 한국대기보전학회지, 14, 2, 73-77pp.
- 김만구, 권영선, 심해영, 장인영, 1995, 저온농축 GC/FID, FPD를 이용한 대기중 휘발성 유기화합물의 분석, 추계 학술대회 요지집, 73-75pp.