

PA21) 도로변 PAHs 농도 특성 Roadside Measurement of PAHs

박수미 · 진현철 · 배귀남
한국과학기술연구원 대기자원연구센터

1. 서 론

대기 중 PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons)는 산불이나 화산분출과 같은 자연적 발생원에 의해서도 배출되지만, 도시지역에서는 화석연료의 열분해 또는 불완전 연소과정 등 인위적 발생원으로부터 주로 배출된다. PAHs는 둘 이상의 방향족 고리가 융합된 물질의 총칭으로 탄소와 수소만으로 구성되어 있다. IARC (International Agency for Research on Cancer)는 PAHs 성분 중 benzo[b]fluoranthene과 benzo[k]fluoranthene은 인체에 대한 발암물질(group 2A)로, benzo[a]pyrene (BaP), chrysene 및 fluorene 등을 포함한 다수의 성분들을 발암가능물질(group 2B)로 분류하고 있다. BaP가 발암물질로 보고된 이래, PAHs 중 일부 화합물은 그동안 여러 동물실험 및 역학연구에서 인간 및 동물에 발암성 및 돌연변이원성이 있는 물질로 알려져 있어 점차 관심이 증가하고 있다.

자동차는 주거용 난방시설과 연소시설을 포함하는 다양한 산업시설과 함께 도시 대기 PAHs의 가장 중요한 발생원중 하나로, 전체 대기 중 방출량의 36%를 차지한다(Benner, et al., 1989). 이는 주로 자동차의 입자상 물질에 침적되어 배출되는데 매년 자동차 등록대수가 증가하고 있고 2005년부터는 디젤 승용차의 판매가 허용됨에 따라 도시 대기 PAHs의 농도는 더욱 증가될 것으로 예상된다.

이에 본 연구에서는 자동차의 영향을 많이 받는 도로변에서 PAHs의 농도특성을 알아보았다.

2. 실험 방법

8차선으로 교통량이 많은 연세대 정문 도로변에서 도로 끝으로부터 10 m 이내에 측정장비를 설치하였다. 대기 중 PAHs의 입자상 성분과 기체상 성분을 각각 채취할 수 있도록 유리섬유필터 (Whatman EPM 2000)와 PUF (polyurethane foam; Sibata 8013-0941A)를 장착한 대용량 공기채취기 (Sibata DHV-1000s)를 사용하였다. 시료채취는 2005년 5월 19일~24일까지 총 6일간 실시하였으며, 시료 당 24시간 동안 약 144m³의 공기를 채취하였다. 시료가 채취된 필터와 PUF는 각각 ASE (accelerated solvent extractor; Dionex ASE-200)를 이용하여 아세톤과 헥산 50:50 용액을 용매로 120°C, 1500 psi 조건에서 7분 동안 2회 추출하였다. 내부표준물질로서 d10-Flu와 d10-Pyr을 주입하고 GC/MSD (HP 6890/HP5973A)를 이용하여 5개의 메틸화합물과 biphenyl을 포함하여 24개의 PAHs 물질을 분석하였다. 분석컬럼은 DB5-MS (30 m long × 0.25 mm ID, 0.1 μm film thickness)를 사용하였다. MS 검출기는 SIM 모드로 운용하였으며, 시료 1μl를 splitless 모드로 주입하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1에 이 연구에서 측정된 입자상과 가스상 PAHs의 농도를 나타냈다. 기체상 PAHs의 농도를 보면 벤젠고리 2~4개로 구성된 PAHs만 검출되었고, 여지에 채취된 입자상 PAHs의 농도를 보면 대상 PAHs 18종이 모두 검출되었다. 기체상 PAHs는 Phenanthrene>Naphthalene>Fluorene 순으로 농도가 높게 나타났고 입자상 PAHs는 기체상에 비해 농도가 훨씬 낮지만, 인체에 유해한 벤젠고리 4이상의 PAHs가 골고루 검출되었고 Benzo[ghi]perylene>Indeno[123-cd]pyrene>Pyrene>Benzo[b]fluoranthene 순으로 농도가 높게 나타났다. 본 도로변 측정결과를 국내 터널 및 대기 중 여름철과 겨울철 측정결과와 비교하여 그림 1에 나타냈다(환경부, 2005; Lee et al., 2003). 터널은 외부와 거의 차단된 공간으로 자동차 배출의 직접적인 영향을 받으므로 PAHs의 농도가 높다. 이 연구에서 측정된 도로변은 개방된 공간이지만 자동차 배출원에 매우 인접하여 일반 대기 중 PAHs 농도보다 높았던 것으로 생각된다.

Table 1. Statistical summary of PAHs concentrations measured on the roadside

	Concentration (ng/m ³)											
	Gas				Particulate				Sum of gas and particulate			
	Avg	Med	Min	Max	Avg	Med	Min	Max	Avg	Med	Min	Max
Nap	45.67	29.58	20.34	130.07	0.33	0.33	0.11	0.55	46.00	29.85	20.68	130.50
Acy	14.89	9.67	7.43	42.68	0.19	0.18	0.10	0.29	15.08	9.88	7.62	42.85
Ace	6.30	5.00	2.47	13.97	0.07	0.06	0.05	0.11	6.36	5.03	2.53	14.08
Flu	23.97	21.66	12.36	42.42	0.18	0.18	0.09	0.28	24.15	21.86	12.58	42.70
Phen	44.92	43.39	39.83	59.16	1.05	1.02	0.56	1.55	45.97	44.46	40.53	60.71
Anthr	5.33	5.27	3.78	7.77	0.15	0.15	0.09	0.19	5.47	5.43	3.87	7.96
Flt	10.65	10.53	9.40	13.02	2.72	2.56	1.26	4.49	13.37	13.26	10.66	17.51
Pyr	10.98	10.46	8.64	15.68	3.21	3.14	1.29	5.59	14.19	13.50	9.93	21.27
BaA	0.15	0.17	0.06	0.21	1.34	1.28	1.16	1.57	1.49	1.43	1.31	1.75
Chry	0.29	0.28	0.16	0.43	2.43	2.53	1.95	2.81	2.72	2.71	2.38	3.09
BbF	N.D.	-	-	-	2.92	2.91	2.52	3.20	2.92	2.91	2.52	3.20
BkF	N.D.	-	-	-	1.77	1.76	1.68	1.96	1.77	1.76	1.68	1.96
BeP	N.D.	-	-	-	1.81	1.84	1.52	2.01	1.81	1.84	1.52	2.01
BaP	N.D.	-	-	-	1.40	1.37	1.19	1.65	1.40	1.37	1.19	1.65
Per	N.D.	-	-	-	0.23	0.22	1.17	0.28	0.23	0.22	0.17	0.28
Ind	N.D.	-	-	-	3.67	3.69	3.46	3.87	3.67	3.69	3.46	3.87
BghiP	N.D.	-	-	-	4.19	4.20	3.28	4.90	4.19	4.20	3.28	4.90
DBahP	N.D.	-	-	-	0.38	0.34	0.22	0.64	0.38	0.34	0.22	0.64
Total	163.13	136.01	104.48	325.41	28.04	27.79	20.73	35.93	191.16	163.74	126.15	360.91

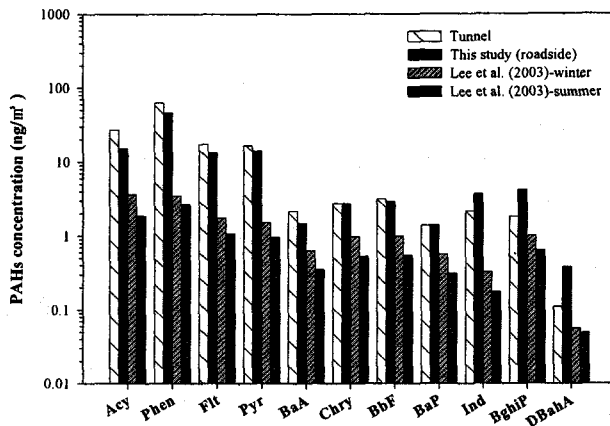


Fig. 1. Comparison of PAHs concentrations.

사 사

이 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업 무. 저공해자동차사업단의 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

한국과학기술연구원, 한국기계연구원, 연세대환경공해연구소 (2005) 극미세입자 평가관리 기반구축, 환경부.
 Benner, B.A., Jr., G.E. Gordon, and S.A. Wise (1989) Mobile sources of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: A roadway tunnel study, Environ. Sci. Technol., 23, 1269-1278.
 Lee, H.S., Kang, G.W., Kwon, D.H., Yeo, H.G., and Chun, M.Y. (2003) A study on the concentration characteristics of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs) in Chongju, J. KOSAE, 19(E2), 88-97.