

IA3)

대기 부유분진중 다환방향족 탄화수소류의 계절적 입경농도 분포 변이

Seasonal Variation of Size Distributions of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Air Particulates

장 용, 박성운, 황만식

연세대학교 환경공학연구소

I. 서론

대기중에는 차량, 소각시설, 난방 등 다양한 오염원에서 발생하는 오염물질들이 부유입자에 흡착되어 분포하게 된다. 이들은 호흡을 통해 체내로 흡수되어 건강상 해로운 영향을 유발하는데 우리 나라의 도심의 대기분진은 연간 오염도가 감소추세에 있으나 여전히 그 오염수준이 높아 문제시되고 있다(환경부, 1997). 이들 오염물질들중 일반적으로 비교적 작은 분자량 갖고 있는 PAHs는 자연중에서 상대적으로 급격히 생분해되나 대부분의 PAHs류는 매우 안정하기 때문에 자연중에 오래 남아 있게 된다. 특히 벤젠고리가 4-5개의 PAHs들은 대개 발암성을 띄고 있어, 보건학적으로 더욱 중요하다 할 수 있겠다. 다양한 입경의 부유분진은 그 크기에 따라 인체로의 침투 부위가 달라지기 때문에 오염물질의 입경분포를 파악하는 것은 매우 중요하다. 따라서 도시 대기의 차량증가에 의한 PAHs의 배출과 거동이 매우 중요하게 다루어지고 있는 가운데, 이 연구에서는 대기중 분진의 입경별 오염특성을 조사하고 또한 PAHs의 여러 입경별 오염분포를 파악하여 폐포침착(lung dosimetry)에 대한 기초 자료로 사용코자 하는데 연구 목적이 있다.

II. 실험 및 분석방법

입경별 부유분진을 포집하기 위하여 신촌도로 주변의 연세대 의과대학 6층 건물 위에서 High volume cascade impactor air sampler(US, Anderson)를 설치하여 1994년 9월부터 1995년 7월까지 48-72시간을 주기로 매달 2-3회/주일씩 포집하였다. 분진의 포집은 총 7단계로 구분되어진다. 분진의 무게를 칭량한 후, 흡착된 PAHs를 추출하기 위해 일정량의 dichloromethane(Merck 사)을 용매로 하여 초음파 추출기에서 20분씩 3회 추출·농축한 뒤 정량 분석하기 전 2 μ l로 최종 부피를 맞추었다. PAHs 표준용액(Supelco)을 희석하여 2 μ l를 GC/MSD(HP 6890 series GC, 5972 MSD ; scan mode)에 주입하여 최적 분리조건을 구하고, SIM mode로 실제 시료를 분석하였다. 본 연구에서 정량한 PAHs는 벤젠고리가 4개인 fluoranthene부터 고리가 5개인 dibenzo(a,h)anthracene까지 총 10종이었다.

III. 결과

대기중 분진과 흡착된 오염물질의 질량분포를 파악하기 위한 가장 일반적인 방법은 입경과 누적질량과의 관계를 알아보는 것으로(Lee, 1972) 이는 각 유효입경크기(effective cutoff diameter, ECD)를 y축으로 하는 로그 스케일과 백분율(%)로 표시된 x축의 각 ECD 이하의 누적질량의 함수로서 표현된다. 대부분의 입경분포는 로그형의 정규분포를 띄며 입자크기의 중앙값(mass median diameter, MMD)은 50% 질량 누적점이라고 부른다. 또한, 기하 표준편차(geometric standard deviation; σ_g)는 대략 이러한 분포의 기울기에 해당되며, 그 값은 분진 입경의 50%에 해당하는 값에 대한 84% 값의 비로 찾을 수 있는데, 이 값을 주어진 분진 입경 범위에서의 퍼짐 정도와 변화 정도를 나타내 준다(Katz and Chan, 1980; Pierce and Katz, 1975). 신촌의 교통혼잡지역에서 48시간 또는 72시간을 주기로 하여 매달 주 2-3회씩 약 1년간(1994-1995) 포집한 분진에 흡착된 각 PAHs의 MMD값과 σ_g 를 표 1에 나타내었다. 또한 PAHs의 MMD에 관한 결과수준을 국내의 다른 자료는 조사된 바 없어 비교할 수는 없었으나 캐나다를 비롯한 여러 다른 도시 지역에서 조사된 MMD값과 비교해 볼 때에 매우 낮은 수준이라고 할 수 있다.

따라서 이 지역 분진의 경우 미세입자에 함유된 PAHs의 비율이 훨씬 높아 이를 호흡하는 주민의 경우 만성적인 노출로 인한 호흡기관내 영향이 우려된다. 이러한 인위적 오염원에서 발생하는 오염물질의 경우 일반적으로 낮은 MMD를 보이고 있어 PAHs와 같은 비양오염물질에 대한 인체 영향은 지속적으로 고농도에서 될 것이며 이번 연구결 과를 바탕으로 PAHs의 입경분포 특성(angular desymetry)에 대한 추후 연구가 진행될 수 있을 것이다.

Table 1. Geometric means of Mass median diameter(MMD) and geometric standard deviation(σ_g) of polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs) in air particulates.

Component	Seasons	MMD (μm)	σ_g (ng/m^3)	$\leq 1\mu\text{m}^{\text{a}}$ Cumulative %	$\leq 2\mu\text{m}^{\text{b}}$ Cumulative %
Fluoranthene	Spring	0.66±0.02	3.89±0.11	60.3	77.6
	Summer	1.26±1.32	2.99±3.05	41.7	63.6
	Fall	0.79±0.16	3.78±0.36	55.9	73.6
	Winter	0.70±0.28	3.73±0.48	58.6	76.6
Pyrene	Spring	0.63±0.03	4.13±0.21	61.2	77.9
	Summer	1.18±1.24	3.15±3.22	44.2	65.1
	Fall	0.74±0.15	4.03±0.37	57.1	74.0
	Winter	0.67±0.29	3.82±0.48	59.5	77.2
Benzo(a)anthracene	Spring	0.66±0.08	4.54±0.38	59.4	75.0
	Summer	0.93±0.95	3.84±3.87	52.0	69.6
	Fall	0.57±0.16	4.26±0.68	62.7	79.1
	Winter	0.59±0.26	4.15±0.47	62.1	78.7
Chrysene	Spring	0.66±0.06	4.36±0.16	59.5	75.5
	Summer	1.11±1.12	3.72±3.72	47.2	65.2
	Fall	0.63±0.13	4.10±0.54	60.9	77.7
	Winter	0.75±0.20	3.59±0.29	57.5	76.0
Benzo(b)fluoranthene	Spring	0.62±0.10	3.98±0.33	61.7	78.8
	Summer	0.90±0.98	3.31±3.32	52.7	72.4
	Fall	0.42±0.09	4.57±0.33	69.3	84.8
	Winter	0.61±0.25	3.94±0.46	61.7	79.0
Benzo(k)fluoranthene	Spring	0.36±0.13	4.46±0.37	72.8	88.6
	Summer	0.71±0.94	3.13±3.41	56.2	78.3
	Fall	1.90±1.58	2.87±2.15	31.2	53.0
	Winter	0.59±0.27	3.98±0.37	62.5	79.6
Benzo(a)pyrene	Spring	0.49±0.04	4.50±0.58	66.1	81.9
	Summer	0.54±0.55	3.56±3.57	66.8	85.4
	Fall	0.46±0.08	4.24±0.56	68.2	84.6
	Winter	0.55±0.28	4.21±0.51	63.9	80.3
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Spring	0.54±0.03	4.18±0.15	64.5	81.0
	Summer	1.03±1.04	3.82±3.82	49.3	66.9
	Fall	0.55±0.11	4.02±0.24	64.7	81.6
	Winter	0.63±0.27	4.15±0.49	60.5	77.1
Dibenzo(a,h)anthracene	Spring	0.50±0.02	3.37±0.10	69.6	89.0
	Summer	0.54+ -	3.21+ -	-	-
	Fall	0.45±0.10	3.40±0.30	72.3	91.6
	Winter	0.25±0.59	6.83±16.00	67.0	82.4
Benzo(g,h,i)pyrene	Spring	0.55±0.01	4.65±0.21	63.2	78.5
	Summer	0.90±0.92	4.00±4.01	52.5	69.5
	Fall	0.50±0.09	4.50±0.49	66.9	82.1
	Winter	0.58±0.24	4.26±0.45	62.3	78.6

^a Cumulative concentration of less than 1 μm particle diameter

^b Cumulative concentration of less than 2 μm particle diameter

IV. 참고문헌

환경부 (1997) 환경백서.

Lee, R.E. (1972) Science, 178, 567-575.

Kartz, M. and C. Chan (1980) 14(7), 838-843.

Pierce, R.C., and K. Morris (1975) Environmental Science & Technology, 9(4), 347-353