

## G-2 서울의 대기부유분진, 납 및 다환방향족 탄화수소의 농도 특성

Characteristics of the Concentration of TSP, Lead  
and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Seoul

남재철 · B. C. Panther · L. Y. Zou · 정순화 · 조하만 · M. A. Hooper\*

기상연구소 응용기상연구소

(\*) 호주 Monash 대학 환경과학연구센터

### I. 서론

산업사회가 발전하면서 화석연료의 사용이 증가하고 대도시의 인구 집중과 자동차의 수가 급격히 증가하면서 대도시의 대기오염이 심각한 문제로 대두하게 되었다. 서울과 같은 대도시의 부유분진은 가장 큰 대기오염 요인으로 작용하며, 다환방향족 탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs)는 인체 발암성 및 염색체 돌연변이성 물질로 작용하여 인체에 강한 독성을 미치는 오염물질로 보고되었다(정용 등, 1986). 대기중의 납은 주로 유연휘발유를 사용하는 자동차에서 배출된다.

대기중의 PAHs의 발생원을 파악하기 위한 연구로서 Brasser(1980)은 네델란드에서 대기중의 PAHs를 측정하고 각각의 PAHs 구성 비율을 계산하여 발생원의 구별을 시도하였다.

본 연구에서는 서울 대기중의 부유분진을 포집하여 총대기부유분진(TSP), 납 및 PAHs의 일별 요일별 변동경향을 파악하고, 각각의 PAHs 구성비율을 계산하여 배출원을 유추하였다. 또한 이들 오염물질에 대한 배출원으로부터의 이동하는 경향을 바람자료와 관련하여 분석하였다.

### II. 자료 및 분석

2.1 부유분진 채취 : 기상연구소 옥상에서 1993년 3월부터 12월까지 6일 간격으로 High Volume Air Sampler(ECOTCH Model-2000, Australia; HVAS)와 Teflon coated glass fibre filter paper(Pallflex 8X10)를 사용하여 시료를 채취하였다.

2.2 분석 방법 : TSP 농도는 분진을 포집하기 전 후 같은 조건에서 filter paper의 증량차를 24시간 동안 흡입한 공기의 부피로 나누어 구하였다. PAH 분석은 100% acetonitrile 10ml에 필터를 넣고 초음파 장치내에 넣고 10분간 추출 후 Shimadzu LC-10 HPLC(Merck Lichrospher, PAH Column 250-4)의 UV 검출기 및 형광 검출기를 사용하여 이루어 졌다. 납 총량 분석을 위해 Filter paper를 15mm 직경의 원형으로 세정한 후 100ml의 플라스크에 넣고 0.2N nitric acid와 0.9N hydrochloric acid 혼합 용액 20ml를 첨가하여 초음파 장치로 약 20분간 성분을 추출했다. 추출된 용액의 분석은 Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy (Perkin-Elmer 3030)을 사용하였으며 분석시 검출 파장은 219nm로 하였다.

### III. 결과

3.1 TSP, 납, PAH의 농도 : 본 연구에서 관측된 월평균 TSP, PAH, 및 납농도를 표 1에서 보여주고 있다. 연평균 TSP 농도는  $153.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 환경기준치보다 조금 높게 관측되었다. 연중 가장 높게 나타난 달은 8월로  $177.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 가장 낮게 나타난 달은 6월로  $118.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 값을 보였다. 관측 기간 중 24시간기준치를 초과하는 경우는 4월 2일( $337.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 5월 2일( $324.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 두 사례로 이는 황사가 심한 날들이었다. 연평균 납의 농도는  $0.19\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 환경 기준치( $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ )보다 아주 낮게 나타났으며 이는 무연휘발유 사용에 따른 것으로 분석된다. PAHs 농도의 월변화 경향은 3월부터 계속 감소 하여 7월에 가장 낮게 나타났으며 8월에 다시 증가 경향을 보이다 12월에 급격히 증가하였다. 여름철(6, 7, 8월) 평균 PAHs량은  $28.5\text{ng}/\text{m}^3$ 이고 겨울(12월)은  $255.9\text{ng}/\text{m}^3$ 로 겨울이 여름보다 9배 높게 나타났다.

3.2 요일별 대기질 특성 : 대도시의 자동차 이동 상태에 따른 대기부유분진 농도의 변화를 파악하기 위하여 요일별로 분류하여 보았다. 그림 1은 TSP, 납 그리고 PAHs의 요일별 농도 분포를 나타내고 있다. TSP는 일요일에  $118.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮고 계속 증가하여 토요일  $180.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 대기중의 납 농도는 월요일에  $131.8\text{ng}/\text{m}^3$ 로 가장 낮았으며 금요일에  $248.6\text{ng}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났다. PAHs의 요일별 농도 변화는 일요일에  $20.5\text{ng}/\text{m}^3$ 로 가장 낮았으며 점차 증가 하다가 목요일에  $40.1\text{ng}/\text{m}^3$ 로 감소하였다가 다시 증가하여 토요일에  $111.3\text{ng}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났다.

3.3 부유분진중의 황사영향 : 1993년 봄에는 황사일수가 많았으며(10일; 기상청자료) 관측 사례중 4월 2일, 5월 8일 그리고 5월 20일 황사가 나타났으며 이때 TSP 농도는 각각  $337.5$ ,  $324.3$ ,  $257.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 Kim and Shin(1991)의 방법으로 계산한 결과 토양의 양은 각각  $111.4$ ,  $114.5$ ,  $78.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 기여율은 각각  $33.0$ ,  $35.3$ ,  $30.4\%$ 로 나타났다.

표 1. Monthly data of PAH, TSP, and Pb at Seoul in 1993.

Month	PAH (ng/m <sup>3</sup> )	TSP (μg/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
March	62.80	148.8	174.5
April	47.34	141.8	222.2
May	26.77	175.9	146.7
June	34.34	134.0	108.2
July	12.35	118.4	146.2
August	38.89	177.2	210.1
September	63.08	125.0	201.8
October	33.26	134.3	198.6
November	86.60	176.4	240.0
December	255.99	156.0	250.0

Weekly Variation of TSP, PAH, and Lead  
(1993, Seoul)

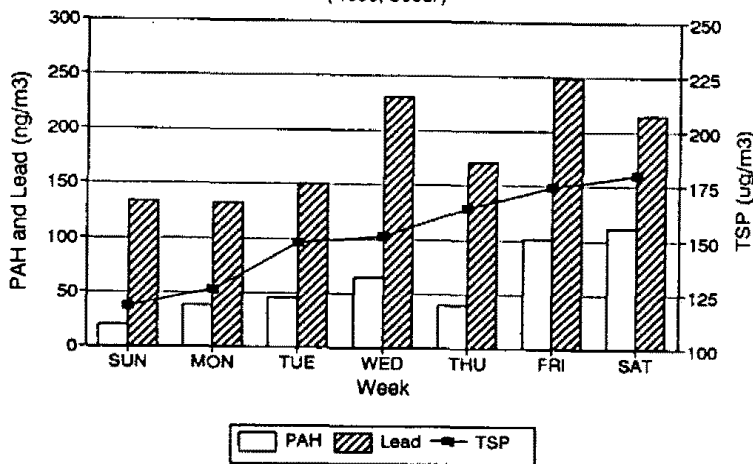


그림 1 Weekly variation of TSP, Lead and PAH at Seoul in 1993.

3.4 PAHs의 배출원 분석 : PAHs에 대한 Brasser의 분류 기준에 따라 배출원을 분리한 결과 관측자료의 대부분은 고정 배출원인 연료의 연소에 의한 것으로 나타났으며 4, 5월의 일부 자료에서 이동 배출원인 자동차에 의한 것으로 나타났다.

3.5 풍계별 TSP, Pb 및 PAH 농도분포 : 관측자료를 풍계별로 구분한 결과 TSP, 납 및 PAHs가 풍향에 대해서 농도 분포가 비슷한 경향을 보였다. 동풍계열에서 가장 낮은 농도를 보이고 남풍 및 서풍계열의 바람이 불때 높은 농도를 보였다. TSP는 동풍계열에서 81.5μg/m<sup>3</sup>로 가장 낮으며 남풍계열에서 171.7μg/m<sup>3</sup>로 가장 높게 나타났다. TSP가 남서계열에서 높게 나타난 것은 경인지역의 공단에서 배출된 고정 배출원의 영향으로 생각된다. PAHs는 동풍계열에서 16.7ng/m<sup>3</sup>로 가장 낮으며 북서계열에서 165.5ng/m<sup>3</sup>로 가장 높게 나타났다. 납은 동풍계열에서 86.5ng/m<sup>3</sup>로 가장 낮으며 남서계열에서 353.0ng/m<sup>3</sup>로 높게 나타났다.

참고문헌

박성은, 정용 (1992) 서울시 대기부유분진의 농도와 다환방향족 유기물질에 의한 발암 위해성, 한국대기보전학회지, 8(4), 247-256.  
 정용 외 2인 (1986) 오염물질기준지수 (Pollutant Standards Index)를 이용한 대기질의 평가, 예방의학회지, 19(1), 65-75.  
 Brasser, L. J. (1980) Polycyclic aromatic Hydrocarbon Concentrations in the Netherlands, VDI-Berichte Nr, 358, 171-180.  
 Kim, H. K. and E. S. Shin (1991) Influence of Yellow Sand on TSP in Seoul, Emerging Issues in Asia. Proceedings of the 2nd IUAPPA Regional Conference on Air Pollution, Seoul, Korea, Volume II, 1-7.