

서울 一部地域의 道路邊 大氣中 분진 및 납 濃度에 대한 調査研究

金志宣 · 朴碩煥 · 鄭文植

서울대학교 保健大學院

A Study on TSP and Pb Concentration in Atmosphere in Seoul

Kim Ji Seon · Park Suak Hwan · Zong Moon Shik

School of Public Health, Seoul National University

ABSTRACT

This study was performed to determine the concentrations of airborne TSP, Pb and street dust Pb in Kuro, Chongro, Namsan Tollgate and Kwachun from August 15 to September 15, 1990.

The results of this study are as follows.

1. Average airborne TSP concentrations in chongro and Kuro were $460\mu\text{g}/\text{m}^3$ and $440\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively, and exceeded the Korean air quality standards of $300\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Average airborne TSP concentrations in Namsan Tollgate and Kwachun were $270\mu\text{g}/\text{m}^3$ and $80\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively, and didn't exceeded the Korean air quality standards of $300\mu\text{g}/\text{m}^3$.

The airborne TSP concentrations between Seoul area(Kuro, Chongro and Namsan Tollgate) and Kwachun area were significantly different($p < 0.01$).

2. Average airborne Pb concentrations in Chongro, Kuro, Namsan Tollgate and Kwachun were 1.07, 0.55, 0.84 and $0.16\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. All the airborne Pb concentration at four area were below the Korean air quality standards of $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$. The airborne Pb concentrations between Seoul area(Kuro, Chongro and Namsan Tollgate) and Kwachun area were significantly different($p < 0.01$).

3. Pb contents in street dusts in Kuro, Chongro, Namsan Tollgate and Kwachun were 9.30, 15.25, 18.17 and $3.16\mu\text{g}/\text{g}$, respectively. The Pb contents in street dusts between Seoul area(Kuro, Chongro and Namsan Tollgate) and Kwachun area were significantly different($p < 0.01$).

4. The airborne TSP and Pb concentrations were highly correlated($r=0.68$), but the Pb concentrations in street dusts and atmosphere were poorly correlated($r=0.22$).

I. 서 론

많은 역학조사에 의하면 고도로 도시화된 지역

에 거주하는 주민의 사망률이 매우 높으며^{1,2)} 그 지역의 대기오염수준과 가래, 기침, 천식, 기관지염 및 폐암 등의 호흡기계통 질병의 발병률과는 정의 상관관계를 가진다고 한다.³⁻⁵⁾ 또한 실제 오

염농도를 조사한 보고에서도 도시지역의 대기, 먼지 및 토양 중에 더 많은 유해물질이 포함되어 있음을 밝혔다.^{1,6)}

도시지역에서 발견되는 유해물질 중 많은 부분을 차지하는 것이 자동차 배기가스에 의한 것이며⁷⁾, 이 중 도로변 대기 부유 분진은 각종 유기물질, 금속물질, 발암성 물질을 포함하고 있어 흡입시 인체에 건강장해를 초래하고⁸⁻¹¹⁾ 가스상 오염물질과 복합작용으로 장기간 폭로시 기관지염, 천식, 심장병 질환자의 질병을 악화시킨다.¹²⁾

납은 도로변 대기와 토양 중에서 특히 많이 발견되는 중금속이며, 납에 장기간 폭로시 빈혈, 복통 등의 증상이 나타나며 조혈기관장애, 소화기장애 및 중추신경계장애를 동반한다.¹³⁾

우리나라는 1980년대부터 자동차수가 급격히 증가하였으며 현재에도 기하급수적인 증가율을 보이고 있다. 특히 서울은 전 국토면적의 0.6%에 해당하나 전체인구 중 1/4이 집중 거주하고¹⁴⁾ 1989년 현재 전국 자동차의 36%인 116만대가 보유되어 있는 반면 도로 보급율은 17.8%¹⁵⁾로 낮아 자동차로 인한 대기오염이 심각한 상태이다.

또한 도로변에 고층건물과 상가가 밀집되어 있고 오래전에 건설된 도로가 많으므로 차량통과가 많을 때 대기오염물질이 다량 발생하여 확산되지 않을 가능성도 크다.

따라서 본 조사는 서울시 지역중 자동차로 인한 대기오염이 심한 지역을 선정하여 대기중 분진 및 납의 농도와 도로변 먼지 중 납의 농도를 조사하여 도로변 대기오염의 정도를 파악하고, 도시계획과 대기오염 관리대책에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 실시하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대 상

조사지역은 대기오염이 심각하리라 예상되는 구로공단, 종로5가 및 남산3호 터널 톨게이트를 선정하였으며 관악산 입구에 위치한 과천을 대조지역으로 선정하였다. 조사지역 및 교통량은 Table 1, Fig. 1 및 Table 2와 같다.

2. 방 법

Table 1. Sampling locations in this study

Sampling site	location	
	Sampling Height(m)	Distance from road(m)
Kuro(Industrial area)	2.0	1.0
Chongro(City center)	1.2	0.5
Namsan(3-Ho tollgate)	1.0	0.0
Kwachun(Residential area, control)	3.0	200.0

Table 2. Traffic volume by sampling sites

Sampling site	Traffic volume(number of vehicles/hr)		
	Passenger car+taxi	Bus+ truck	Total
Kuro	2,749	1,019	3,768
Chongro	5,185	1,052	6,237
Namsan tollgate	3,395	778	4,173

Source : Korea transport institute, survey data for traffic volume at intersection in seoul, 1990.

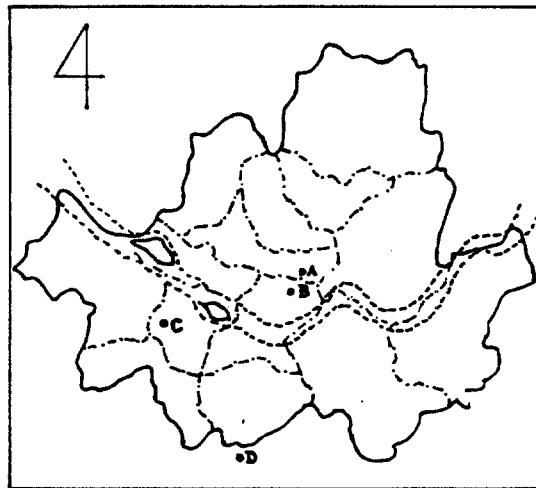


Fig. 1. Sampling sites in this study.

A : Chongro C : Kuro
B : Namsan tollgate D : Kwachun

본 조사기간은 1991년 8월 15일에서 9월 15일이었고, 시료는 오염물질의 일변화를 고려하여 오전

(09:00~12:00), 오후(12:00~15:00) 및 저녁(17:00~20:00)으로 나누어 채취하였다.

1) 대기중 분진의 포집과 분진농도의 측정

대기중 분진의 포집은 우리나라 환경오염 공정시험법¹⁶⁾에 따라 실시하였다.

High Volume Air Sampler(Gilian model HVC-500)에 미리 테시케이트에 24시간 보관한 여과지(Cellulose ester membrane filter)를 부착하여 15Lpm으로 3시간 포집한 후 여과지를 다시 테시케이트에서 24시간 건조시킨 후 포집 전후의 중량차를 구하여 이 값을 포집한 총 공기량으로 나누어 대기중 분진 농도를 산출하였다. 이때, 공시료(blank)를 사용하여 중량차를 보정하였으며 여과지 무게는 천평(Sartorius 200R)을 사용하여 측정하였다.

2) 분진중 납의 분석

분진중 납의 분석은 미국 국립산업안전보건연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)공정시험법¹⁷⁾인 "NIOSH Method No. 7082" 방법에 따라 실시하였다.

시료를 채취한 여과지를 비이커에 넣고 3ml의 HNO₃와 H₂O₂를 가한 후 시계접시를 덮고 Hot plate상에서 증발 건조시킨 뒤 2ml의 HNO₃와 1ml의 H₂O₂를 가하여 위의 과정을 세번 반복하였다. 회화를 끝낸 시료에 0.5N-HNO₃를 1ml 가한 뒤 증류수로 5ml를 만들어 검액으로 사용하였으며 이 용액중 납 농도는 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer, Varian model 30)를 사용하여 분석하였다.

3) 도로위 먼지의 채취와 먼지중 납의 분석

도로위 먼지는 오전, 오후 및 저녁으로 세 차례에 걸쳐 채취하였으며 한번에 약 0.5g씩 쓰레받기로 채취하여 하루동안 음지에서 건조시킨 뒤 시료로 사용하였다.

먼지중 납의 분석은 대기중 납의 분석과 동일한 "NIOSH Method No. 7082"에 따랐다.

4) 통계처리

본 조사의 결과, 네 지역의 분진, 납 농도 차이에 대한 유의성과 상관성을 보기 위하여 통계처리 프로그램인 SPSS/PC⁺ V2.0을 이용하였다. 대조지역인 과천시역과 서울지역 사이의 분진, 납 농도 차이의 유의성은 일원 분산 분석(Oneway

anaysis), 네 지역 사이의 오염농도 차이에 대한 유의성은 다중 비교 검정방법중 Duncan test, 분진농도와 납 농도 사이의 상관성은 단순상관(Simple correlation)으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 대기중 총분진의 농도

총분진의 농도는 입자의 크기에 상관없이 여과지에 걸린 모든 분진을 말하며 자동차에서 발생하는 분진은 주로 디젤 자동차 엔진에 의한 것으로 각종 유해물질이 흡착되어 방출된다.

본 조사에서 지역별 대기중 분진의 농도를 분석한 결과는 Table 3 및 Fig. 2와 같다.

교통량이 가장 많은 종로지역이 평균 460 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높은 농도를 보였고 구로 및 남산지역이 각각 평균 440 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 종로지역은 과천시역보다 약 5.8배의 값이 나타났다. 서울지역과 과천시역간의 대기중 분진의 농도를 통계검정한 결과 유의한 차가 있었으며($p < 0.01$), 네 지역간의 대기중 분진의 농도를 Duncan test로 검정한 결과 종로지역과 구로지역 사이를 제외한 나머지 지역들 사이에 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

구로지역의 경우 비교적 적은 교통량임에도 불구하고 종로와 비슷한 수준의 분진 농도가 나타났는데 이는 지형적으로 볼 때 5거리 형태의 4차선 도로위로 고가도로가 통과하고 있고 보도는 거의 포장되지 않은 상태로 주위상가와 사무실에 둘러싸여 있어 다량의 먼지가 부유하였거나 또는 통과 차량중 대다수가 대형차종이며 디젤 엔진에 의한 다량의 분진이 배출되었으리라 추측되며, 인근 공업단지의 영향도 컸으리라 본다.¹⁸⁾

시간별 분진 농도의 변화는 Table 3 및 Fig. 3에서 보는 바와 같이 세 지역 모두 시간에 따른 변화가 없었으므로 교통의 만성 적체 현상이나 건물 등에 의한 분진 확산의 방해, 혹은 자동차가 아닌 다른 요인에 의한 영향을 고려해 볼 수 있겠다.

Hosein¹⁾의 조사에 따르면 미국 도시지역 대기중 분진의 농도가 농촌지역보다 약 2배가 높다고 하며, 이¹⁹⁾, 고²⁰⁾, 손²¹⁾ 등이 서울시 대기중 분진 농도를 측정한 결과는 133~166 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타나

Table 3. TSP concentrations in atmosphere by sampling time at four sampling sites

Sampling site	No. of sample	TSP Concentration($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Total
		9:00~12:00	12:00~15:00	18:00~20:00	
Kuro	14	320	220	300	440
		330	270	390	
		450	340	440	
		690	440	570	
		770	650		
Mean \pm S.D.	450	410	470	440 \pm 170	
Chongro	10	410	440	390	460
		500	470	400	
		560	480	420	
				550	
Mean \pm S.D.	490	460	440	460 \pm 60	
Namsan tollgate	9	230	190	210	270
		280	260	300	
		280	410	310	
Mean \pm S.D.	260	290	270	270 \pm 60	
Kwachun*	2				
Mean \pm S.D.				80 \pm 20	

* : Samples were taken for 24 hour

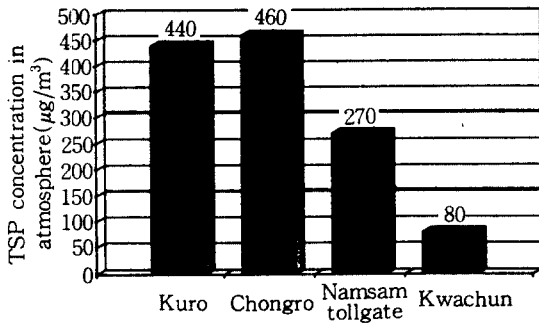


Fig. 2. Average TSP concentrations in atmosphere at four sampling sites.

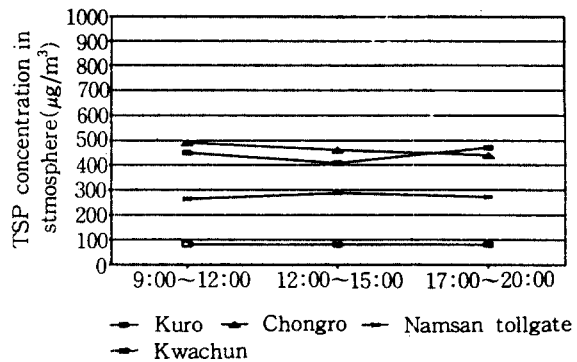


Fig. 3. TSP concentrations in atmosphere by sampling time.

본 조사의 결과인 교통혼잡 지역 도로변 대기중 분진 농도가 약 3~4배 정도 높음을 알 수 있었다.

우리나라 환경보존법의 대기오염 환경기준은 총 분진의 경우 연간 평균치가 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 24시간 평균치가 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 연간 3회이상 초과하지 않도록 규정되어 있다. 본 조사의 결과를 24시간 환경 기준치와 비교하면 총 35개의 시료중

24개(70%)가 평균치를 초과하였으며 특히 구로와 종로의 경우 거의 100%가 기준치를 초과하고 있었다.

또한 남산 3호터널 통게이트의 경우에도 이²²⁾의 경부고속도로 통게이트에 대한 결과치보다는 낮지만 대부분이 기준치와 비슷하거나 상회하고 있어 서울시 도로변 대기중 분진으로 인한 피해가

크리라 예상된다.

2. 대기중 납의 농도

납은 주로 가솔린엔진 자동차의 Anti-knocking 제인 tetraethyl lead의 연소에 의해 배출된다. 우리나라는 1987년 7월 1일부터 무연휘발유를 사용하게 하여 자동차로 인한 납의 배출량은 감소된 것으로 보이나, 88년에 소비된 휘발유량으로 납 배출량을 추계한 정²³⁾의 보고에 의하면 서울은 연간 128톤, 전국은 330톤을 배출하여 70년에 조사된 전국의 57톤에 비하면 약 6배가 증가하였으므로 다량의 납이 배출되었으리라 짐작된다.

지역별 대기중 납의 농도를 측정된 결과는 Table 4 및 Fig. 4와 같다. 종로지역이 평균 1.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았고 남산 및 구로지역이 각각 평균 0.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 0.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 종로지역은 과천지역(0.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 비해 약 6.8 배의 농도 수준이었다.

서울지역과 과천지역간의 대기중 납농도 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.01$),

네 지역 대기중 납 농도 사이의 차이를 Duncan test로 검정한 결과 종로지역과 과천지역 및 종로지역과 구로지역 사이에만 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 또한 분진의 결과와는 달리 과천지역과 구로지역 및 과천지역과 남산지역 사이에는 통계적인 유의성이 없어 과천지역이 대기중 납의 농도가 높음을 추측할 수 있었다.

시간별 대기중 납농도의 변화는 Table 4 및 Fig. 5와 같다. 대기중 분진 농도의 변화와는 달리 대기중 납농도는 시간에 따라 변화가 심했으며 종로지역을 제외하면 대체로 아침과 저녁에 높은 농도가 나타났다. 종로지역은 정오 시간대에 한 시료에 의해 평균농도가 과대평가 된 것으로 보여지므로 대기중 납농도의 시간변화는 출, 퇴근시간의 교통 체증에 의한 영향으로 고려되어진다.

우리나라 환경보존법 시행규칙의 대기오염 환경 기준 및 미국 환경보호청(U. S. Environmental Protection Agency)의 환경기준은 납에 대해 3개월 평균치로 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 규정하고 있는데, 본 조사의 네 지역의 평균치는 기준치를 모두 초과하지

Table 4. Pb concentrations in atmosphere by sampling time at four sampling sites

Sampling site	No. of sample	Pb Concentration($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		9:00~12:00	12:00~15:00	18:00~20:00	Total
Kuro	14	0.25	0.00	0.28	
		0.32	0.11	0.54	
		0.57	0.41	0.81	
		0.88	0.48	0.99	
			1.05	1.06	
Mean±S.D.	0.50	0.41	0.74	0.55±0.35	
Chongro	10	0.60	0.65	0.66	
		0.66	0.78	0.83	
		1.01	2.80	0.94	
				1.76	
Mean±S.D.	0.76	1.41	1.05	1.07± 0.70	
Namsan tollgate	9	0.95	0.56	0.68	
		1.01	0.77	0.72	
		1.02	0.95	0.97	
Mean±S.D.	0.99	0.75	0.79	0.84± 0.17	
Kwachun*	2				
Mean±S.D.				0.16± 0.07	

*: Samples were taken for 24 hour

않았다. 그러나 교통량이 많은 종로지역의 경우에 순간적으로 높은 농도가 나타남을 볼 수 있었다.

백²⁴⁾이 서울시 을지로, 삼일로 교차로와 경운동 도로변 대기중 납함량을 조사한 결과 1.58~9.80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 본 조사 결과보다 매우 높은 농도가 나타났는데 이는 1975년 조사 당시 유연휘발유가 다량 사용되어졌고 도로도 좁아 차량이 정체되는 시간이 길었기 때문이라 추측된다. 그리고 무연휘발유를 사용하게 된 1987년 이후에 정²⁵⁾, 임²⁶⁾, 손²⁷⁾ 등이 서울시 대기중 납농도를 조사한 결과 0.22~0.74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 본 조사 결과가 2~5배 정도 높게 나타났다.

납에 의한 건강장해나 질병의 가장 중요한 지표로 이용되고 있는 것은 혈중 납의 농도이며 미국 환경보호청에서는²⁸⁾ 혈중 납함량이 50~60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 일때 질병의 가능성이 있다고 발표하였으며 영국 납과 건강연구소(British working party on Lead and Health)에 의하면 혈중 납농도가 40~80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 일때 사고능력의 장애가 일어난다고 한다.²⁹⁾

어린이들이 납에 폭로되었을 경우 가끔 치명적인 영향을 받는데, 혈중 납함량이 60~70 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 에서는 연뇌증(leadencephalopathy)을 나타내고, 80~100 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 에서는 급성 신장해를 일으키거나 발작(seizures), 행동변화 및 정신박약 등의 치명적인 증상이 남게 된다.³⁰⁾

도로변의 대기에서 오랜 기간동안 폭로되었던 사람을 대상으로 혈중 납함량을 조사한 보고를 살펴보면, Sias²⁹⁾는 도로변을 따라 정기적으로 조깅하는 사람을 대상으로 조사한 결과 도시 도로변의 조깅인이 도시 근교보다 3~5배 높은 20~78 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 혈중 납농도를 보였고, Ahmed³¹⁾가 도시 교통경찰관을 대상으로 조사한 바에 의하면 37~97 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 높은 혈중 납농도를 나타냈다.

본 조사의 결과는 환경기준치를 초과하지 않았지만 교통량이 많은 지역이 대조지역에 비해 약 7배의 높은 농도가 나타나 도로변에서 장기 폭로되는 사람들의 납에 의한 건강장해가 우려된다.

3. 도로위 먼지중 납의 농도

도로위 먼지중 납의 농도를 측정된 결과는 Table 5 및 Fig. 6과 같이 남산지역이 18.17 $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높았고, 종로, 구로지역이 각각 15.25

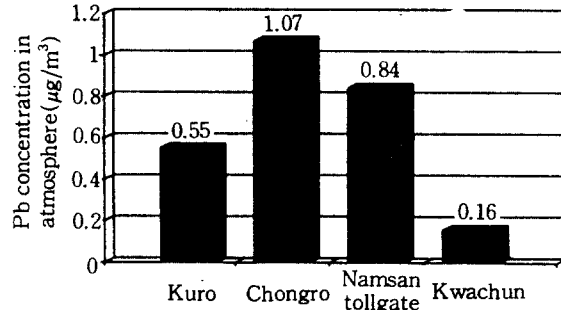


Fig. 4. Average Pb concentration in atmosphere at four sampling sites.

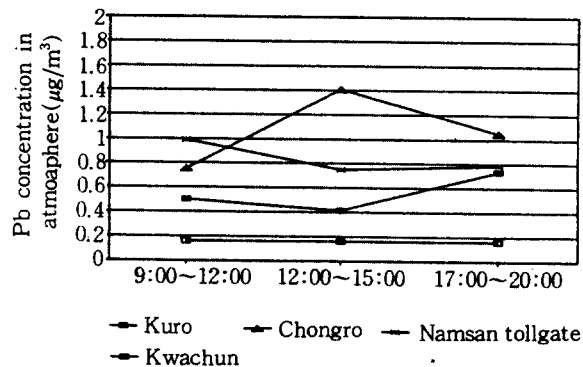


Fig. 5. Pb concentrations in atmosphere by sampling time.

$\mu\text{g}/\text{g}$, 9.30 $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 나타났으며 과천지역은 3.16 $\mu\text{g}/\text{g}$ 이었다. 서울지역과 과천지역 간의 납의 농도는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p < 0.01$) 네 지역 도로위 먼지중 납의 농도사이의 차이를 Duncan test로 검정한 결과 종로지역과 남산지역 사이를 제외한 모든 지역들 사이에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

남산지역이 교통량에 비해 높은 농도가 나타나는 이유는 도로변이 축대로 쌓여 있었고 tollgate 아래에서 채취하여 측정되어 있던 납의 양이 많았으리라 생각되어 진다.

도로위 먼지중 납농도의 시간별 변화는 Fig. 7에서와 같이 비교적 일정하게 나타났으며 종로지역의 경우에만 저녁에 높은 농도를 보였다.

먼지중 납농도의 자연함유량은 11.7 $\mu\text{g}/\text{g}$ 정도 된다고 하며 손³⁰⁾ 등의 보고에 의하면 교통량이 많은 공업지역과 상업지역이 대조지역 보다 12.3

Table 5. Average Pb contents in street dust sampling time at four sampling sites

Sampling site	No. of sample	Average Pb Concentrations ($\mu\text{g/g}$)			Range	Mean \pm S.D.
		9:00~12:00	12:00~15:00	18:00~20:00		
Kuro	22	9.15	10.18	8.17	1.43-42.93	9.30 \pm 10.61
Chongro	14	13.32	13.50	18.57	7.98-27.80	15.25 \pm 5.79
Namsan tollgate	19	19.64	16.92	18.20	9.87-32.50	18.17 \pm 7.55
Kwachun	12				2.43- 3.70	3.16 \pm 0.38

배정도 납의 농도가 높다고 한다. 본 조사의 결과는 남산지역이 과천지역보다 6배 높은 농도를 보였다.

도로위 먼지는 자동차에서 배출된 납 및 독성물질을 다량 함유하고 있다. 그러나 대부분이 입경이 큰 입자로 구성되어 있어 인체에 영향은 적지만, 바람과 진동에 의해 재비산될 때 미세입자는 흡입될 수 있으며 또한 비에 의해 씻겨 내려가서 토양, 하천, 해양오염의 원인이 된다.

어린이들이 도로위 먼지를 섭취하여 질병을 일으킬 수 있는데, Lepow³²⁾에 의하면 어린이들이 매일 100mg의 도로변 토사를, 미국 국립연구협회의 통계(U. S. National Research Council)³³⁾에 따르면 40mg의 도로변 토사를 섭취하고 있다고 한다. 또한 Needleman³⁴⁾에 따르면 자동차 배기가스의 영향으로 어린이의 혈중 납농도가 높아진다고 하며, Caprio³⁵⁾는 New Jersey주에는 도로변 거주 어린이를 대상으로 조사한 결과, 원거리에 거주하는 어린이보다 높은 농도의 혈중 납농도가 나타났다고 한다. 따라서 도로위 먼지는 주기적인 청소로 제거가 필요하다고 생각된다.

4. 대기중 분진농도와 납농도와의 관계

현재 대기중 오염물질들 사이의 상관관계를 밝혀 오염배출원을 추정하는 연구가 많이 진행되고 있다. 허³⁶⁾와 임²⁶⁾은 대기중 부유분진과 납의 농도는 뚜렷한 정의 상관관계를 가진다고 보고하였으며 임²⁶⁾에 의하면 대기중 부유분진의 농도는 중급속중 납과 가장 상관성이 높고($r = 0.7199$), 납은 NO_2 , CO 및 SO_2 와 상관성이 높은 동시에 자동차에서 다량 배출되는 메탄과 상관성이 높아 대기중 납과 분진은 자동차에 의해서 다량 배출되어짐을 밝혔다.

특히 William¹⁰⁾에 의하면 자동차에서 배출되는 분진은 입경이 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 범위로 90% 이상이 $2.5 \mu\text{m}$ 이하의 입경이며 납 또한 미세입자의 입경으로 방출되어 1/3 이상이 체내로 흡수되어 진다고 하였고³⁷⁾ Olfat³⁸⁾는 납의 방사성 동위원소를 이용하여 혈중 납농도를 분석한 결과 57%가 가솔린의 납에서 연유됨을 밝혔는데 본 조사 결과 도로변 대기중의 분진과 납농도의 상관관계는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 뚜렷한 정의 상관관계($r = 0.68$)가

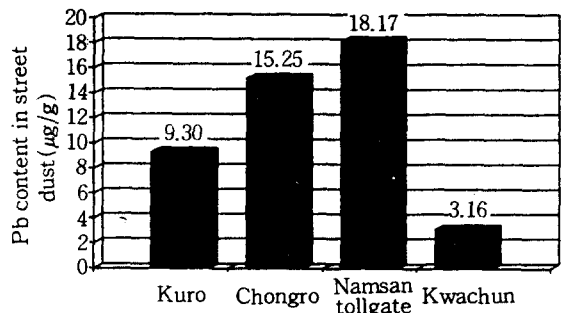


Fig. 6. Average Pb contents in street dusts at four sampling sites.

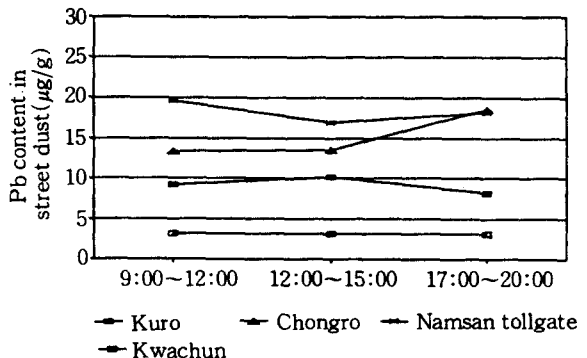


Fig. 7. Pb contents in street dusts by sampling time.

있었다.

동시에 대기중의 납과 도로위 먼지중의 납 농도와 상관관계도 구하였는데 두 농도 사이에는 큰 상관성이 없었다($r=0.22$). 이는 도로 위 먼지가 장소에 따라 침강되는 정도가 다르기 때문이라 생각되며 앞으로 더 많은 조사가 진행되어야 하겠다.

5. 자동측정망 자료와의 비교 및 평가

본 조사에서 구한 서울시 교통혼잡지역 세 곳의 대기중 납 평균농도 $0.79\mu\text{g}/\text{m}^3$, 분진의 평균농도 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 서울시 자동측정망 자료와 비교하였다. 1988년 서울시 대기오염 반자동 측정망에 의한 서울시 대기중 납의 평균농도는 $0.33\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 자동 측정망에 의한 1990년 구로동 지역 대기중 분진의 평균농도는 $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 본 연구의 대기중 납농도 및 총 분진의 농도가 각각 2.5배 및 2배 높게 나타났다. 자동 측정망 자료의 대기중 총분진의 농도는 12달중 8달이 연평균 기준치를 초과하고 있었고(Fig. 9참조), 또한 본 조사 결과 대기중 분진의 농도가 기준치보다 훨씬 높게 나타났으며 총분진 농도의 계절별 변동을 고려할 때 여름철보다 겨울철에 대기중의 농도가 2배로 높게 나타나므로 겨울철에 교통혼잡지역에서의 분진 오염은 큰 문제점이라고 사료된다.

따라서 현재 도로망을 중심으로 생활하는 인구가 증가하고 교통량이 증가하는 추세이므로 앞으로 도로망 확장, 자동차 오염물질 배출 규제의 강화 혹은 도로변에 별도의 오염 측정망을 설치하여 수시로 오염정도를 파악하는 것이 시급한 과제라고 생각된다.

IV. 결 론

서울시 구로, 종로 및 남산지역과 과천지역의 도로변 대기중 분진 및 납의 농도와 도로위 먼지중 납의 농도를 1991년 8월 15일에서 9월 15일에 걸쳐 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 대기중 분진의 농도는 종로지역이 평균 $460\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았고, 서울지역과 과천지역의 농도사이에는 유의한 차이가 있었으며($p<0.01$), 종로(평균 $460\mu\text{g}/\text{m}^3$)와 구로(평균 $440\mu\text{g}/\text{m}^3$)지역

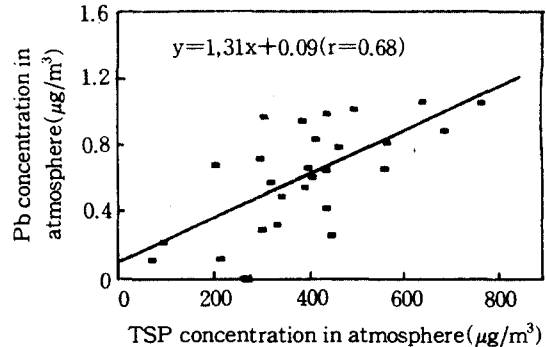


Fig. 8. Relationship between TSP and Pb concentrations in atmosphere.

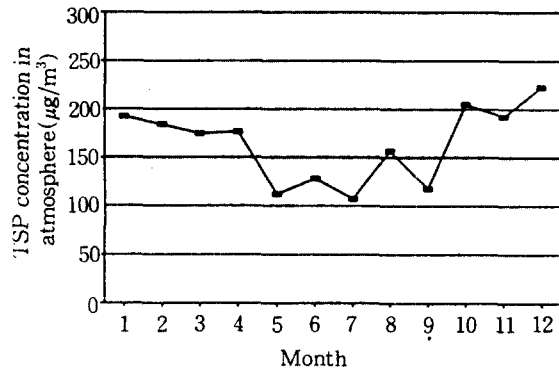


Fig. 9. Monthly change of TSP concentration in atmosphere surveyed from 1989 to 1991.

이 24시간 평균환경기준인 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하고 있었다.

2. 대기중 납의 농도는 종로지역이 평균 $1.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았고, 서울지역과 과천지역의 농도 사이에는 유의한 차이가 있었으며($p<0.01$), 네 지역 모두 3개월 평균환경기준인 $1.50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하지 않았다.

3. 도로위 먼지중 납의 농도는 남산지역이 평균 $18.17\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 가장 높은 농도였고 종로, 구로, 과천이 각각 평균 $15.25\mu\text{g}/\text{g}$, $9.30\mu\text{g}/\text{g}$, $3.16\mu\text{g}/\text{g}$ 이었으며, 서울지역과 과천지역의 농도 사이에는 유의한 차이가 있었다($p<0.01$).

4. 대기중 분진 농도와 납 농도 사이에는 정의 상관관계가 있었으며(상관계수 $r=0.68$), 대기중 납 농도와 도로위 먼지중 납농도 사이에는 유의한 상관성이 없었다(상관계수 $r=0.22$).

参 考 文 献

- 1) Hosein, H. R. and A. M. Charles : Evaluation of Outdoor Air Quality in Rural and Urban Communities. *Archiv. Environ. Health*, **32**(1), 4~13, 1977.
- 2) Aubry, F. and W. G. Graham : Air Pollution and Health in Three Urban Communities. *Archiv. Environ. Health*, **34**(5), 360~368, 1979.
- 3) Michael, T. S. : Pulmonary Function and Health Status of Children in Two Cities of Different Air Quality. *Archiv. Environ. Health*, **34**(2), 114~119, 1979.
- 4) Mostardi, R. A. and E. L. Daniel : The University of Akron Study on Air Pollution and Human Health Effects. *Archiv. Environ. Health*, **36**(5), 243~249, 1981.
- 5) Jacobson, B. S. : The Role of Air Pollution and Other Factors in Local Variations in General Mortality and Cancer Mortality. *Archiv. Environ. Health*, **39**(4), 306~313, 1984.
- 6) Lau, W. M. and H. M. Wong : An Ecological Survey of Lead Contents in Roadside Dusts and Soils in Hong Kong. *Environmental Research*, **28**, 39~54, 1982.
- 7) Philip, K. H. and R. E. Lamb : Multielemental Characterization of Urban Roadway Dust. *Environ. Sci. Technol*, **14**(2), 164~172, 1980.
- 8) Richard, G. A. : Chronic Respiratory Effects of Exposure to Diesel Emissions in Coal Mines. *Archiv. Environ. Health*, **39**(6), 389~394, 1984.
- 9) Yulko, S. and K. Toshio : Carcinogenicity of Extract of Airborne Particles Using Newborn Mice and Comparative Study of Carcinogenic and Mutagenic of the Extract. *Archiv. Environ. Health*, **42**(1), 15~18, 1987.
- 10) William, M. A. : Effects of a Brief Low-Level Exposure to the Particulate Fraction of Diesel Exhaust on Pulmonary Function of Conscious Sheep. *Archi. Environ. Health*, **35**(2), 77~80, 1980.
- 11) Michael, I. G. : Automotive Exhaust and Mouse Activity, Relationship between Pollutant Concentrations and Decreases in Wheel Running. *Archiv. Environ. Health*, **34**(3), 164~168, 1979.
- 12) Laurette, L. and S. Hoover : GMR Studies of Diesel Health Effects. *General Mortors Research lab*, **15**(5), 1985.
- 13) Friberg, L. and N. Nelson : Introduction, General Findings and General Recommendations. *Environmental Health Perspect*, **40**, 1981.
- 14) 이재일 : 자동차와 대기오염의 영향, 한국 대기보전학회 세미나집, 한국대기보전학회, 143~146, 1991.
- 15) 교통개발 연구원 : 도시 교통소통을 위한 정책 대안 수립에 관한 연구, 교통개발연구원, 1990.
- 16) 환경청 : 환경오염 공정시험법, 환경청, 431~433, 1988.
- 17) National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH) : Method No. 7082, NIOSH Manual of Analytical Methods, Third Edition, Cincinnati, OH, NIOSH, 1984.
- 18) 양방철 : 자동차 공해방지대책 추진방향, 한국 대기보전학회 세미나집, 한국 대기보전학회, 70~83, 1991.
- 19) 이용근, 원정호 : 대기부유분진 중의 고무성분 및 납과 아연의 입도별 거동, 대기보전, **2**(2), 60~65, 1986.
- 20) 고현규, 김희강 : 대기 부유분진중 납과 가로수 잎중 납과의 상관성에 관한 연구, 대기보전, **2**(3), 11~18, 1986.
- 21) 손동현, 허문영 : 대기 부유 입자상 물질중 Benzo(a)pyrene농도에 관한 연구, 대기보전, **3**(2), 11~17, 1987.

- 22) 이윤재, 김정철 : 고속도로 요금소 주변의 대기오염에 관한 조사 연구, 대기 보전, **4**(1), 76~83, 1988.
- 23) 정 용 : 자동차 배출물질과 건강장해, 대기보전학회 세미나집, 한국 대기보전학회, 14~53, 1991.
- 24) 백남원, 이광목, 오세민 : 서울시 대기중의 연농도에 관한 조사, 한국의 산업과 의학, **4**(2), 1~4, 1975.
- 25) 정용, 장재연 : 도시 대기중 중금속에 관한 연구, 대기보전, **3**(2), 18~26, 1987.
- 26) 임영욱, 정용 : 호흡성 분진 중의 중금속 오염도에 관한 조사 연구, 대기 보전, **5**(1), 68~78, 1989.
- 27) 손동현, 권창호 : 대기 부유분진중 다환 방향족 탄화 수소 및 중금속의 농도, 대기보전, **7**(1), 17~29, 1991.
- 28) U. S. Environmental Protection Agency : Air Quality Criteria for Lead. EPA-600/8-77-077, 1977.
- 29) Sias, R. G. : Blood Lead Levels of South African Long-Distance Road Runners, Archiv. Environ. Health, **41**(3), 155~158, 1986.
- 30) 손동현 : 도시 대기 부유분진과 미량 유해물질에 관한 연구, 환경대책, 1989.
- 31) Ahmed, N. S. and K. S. Elgendy : Assessment of Lead Toxicity in Traffic Controllers of Alexandria, Egypt, Road Intersections. Archiv. Environ. Health, **42**(2), 92~95, 1987.
- 32) Lepow, M. L. and L. Bruckman : Role of Airborne Lead in Increased Body Burden of Lead in Hartford Children. Environmental Health Perspect, **7**, 1974.
- 33) National Research Council : Lead in the Human Environment. Washington D. C. National Research Council, 1980.
- 34) Needleman, H. L. and I. Davidson : Subclinical Lead Exposure in Philadelphia School Children. N. Engl. J. Med. **290**, 245~248, 1974.
- 35) Caprio, R. J. and H. L. Margulis : Lead Absorption in Children and its Relationship to Urban Traffic Densities. Archiv. Environ. Health, **28**, 195~197, 1974.
- 36) 허문영 : 대기 부유분진 중 미량 유해 물질들의 통계적 오염 해석, 대기 보전, **6**(2), 155~160, 1990.
- 37) Barltrop, D. : Effect of Partical Size on Lead Absorption From the Gut. Archiv. Environ. Health, **34**(4), 280~285, 1979.
- 38) Olfat, T. : Identification of Gasoline Lead in Children's Blood using Isotopic Analysis. Archiv. Environ. Health, **40**(2), 120~123, 1985.