

대기중금속 조사

대기 중 입자상 물질에 포함된 납, 카드뮴, 크롬 등 중금속 성분의 월별 현황파악을 통해 환경 기준 평가 및 유해 중금속물질에 대한 관리대책을 마련하기 위함.

1. 조사개요

- 측정기간 : 2006년 1월 ~ 12월(매월 둘째 주 5일간 시료채취)
- 측정지점

측정소	용도지역	주 소	위 치	비고
전포동*	상 업	부산진구 전포동 561번지	경남공고 옥상	대기중금속 측 정 망
감전동	공 업	사상구 감전1동 920-1	감전1동사무소 옥상	
덕천동	주 거	북구 덕천동 365-1	낙동강유역환경청 부산출장소옥상	
연산동**	주 거	연제구 연산5동 1300	연제초등학교 옥상	
온천동	녹 지	동래구 온천1동 산27-9	금강공원 관리사무실 옥상	

* 2004. 12. 범천동(진구 범천1동 진구보건소)에서 현 전포동(진구 전포동 561 경남공고)으로 이전
 ** 2006. 01. 연산동 추가



그림 1. 대기중금속 측정망 위치도.

담당부서 : 대기보전과(☎888-6816)
 과장 : 조정구, 담당자 : 이소림

- 조사항목 : 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni) 등 7개 항목
- 측정방법
 - 시료채취 : High volume air sampler법(24시간 간격 5일간 채취)
 - 분석방법 : 원자흡광광도법
- 자료 산출 방법
 - 각 지점에서 조사된 1일 자료를 산술평균하여 지점별 월 평균, 도심 월평균 농도를 생성하고, 도심 월평균 농도를 산술평균하여 지점별·전체 연 평균농도 산출함.

2. 조사결과

- 연도별 중금속 농도 변화 추이
 - 대기환경기준 설정항목인 Pb(납)의 연평균 농도는 $0.0591 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 연 평균 환경기준($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 11.8%수준이었으며, 월별 농도분포는 $0.0217 \sim 0.0902 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 전 월에 걸쳐 환경기준 이하 값을 나타냈다.
 - 2000년대 이후 우리시의 연도별 중금속 농도 변화를 살펴보면, 납(Pb) 경우 지속적인 감소 경향을 나타내다 금년에 소폭 증가 하였으며, 비교적 높은 농도 분포를 보이는 망간(Mn), 철(Fe)의 경우 연도별 변화폭이 크게 나타났으며, 특히 황사의 영향이 컸던 '02년과 금년에 농도 피크를 나타내어 토양 유래성분의 영향을 반영했다.
 - 대기 중에 미량으로 존재하는 카드뮴(Cd)의 경우 연평균농도 범위는 $0.0017 \sim 0.00030 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, WHO 권고기준인 $0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 값을 나타냈으며, 연도별 큰 변화를 나타내지 않았다.
 - 구리(Cu)의 경우 2002년을 기점으로 감소경향을 보였으며, 크롬(Cr)과 니켈(Ni)의 경우 '04년도에 크롬(Cr)이 특이치를 나타낸 것을 제외하고는 거의 유사한 농도분포를 나타냈다.

표 1. 2000년대 이후 연도별 평균농도

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Fe	Ni
2006년	0.0591	0.0020	0.0131	0.1278	0.0742	1.6423	0.0134
2005년	0.0464	0.0019	0.0131	0.1458	0.0515	1.0809	0.0122
2004년	0.0517	0.0017	0.0258	0.1258	0.0478	1.0218	0.0150
2003년	0.0512	0.0020	0.0137	0.1956	0.0396	0.8184	0.0105
2002년	0.0751	0.0025	0.0096	0.2491	0.0686	1.8372	0.0116
2001년	0.0698	0.0025	0.0116	0.2078	0.0648	1.4150	0.0105
2000년	0.1004	0.0030	0.0108	0.1916	0.0673	1.6925	0.0119
환경기준 (WHO 권고기준)	0.5 연평균	(0.005) 연평균	-	-	(0.15) 연평균	-	-

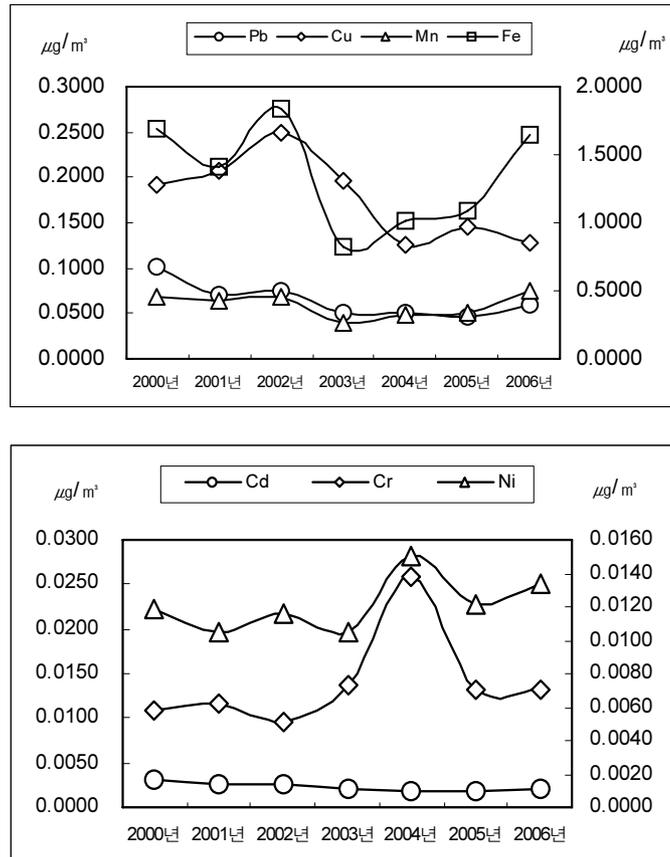


그림 2. 2000년대 이후 연도별 평균농도.

□ 월별 평균농도

- '06년 월별 농도 경향을 살펴보면, 미 강우에 의한 대기 건조 상태가 지속된 1, 3, 12월과 잦은 박무현상의 영향을 보인 5, 10월에 전반적으로 농도 증가 현상을 나타냈다. 반면에 채취기간 중 발생한 강우에 의한 세정효과 및 원활한 대기흐름에 의해 총 먼지 축적이 적었던 9월은 타 월에 비해 낮은 농도 분포를 보였다.
- 세부 항목별로 보면 1월에 납(Pb)이, 황사의 영향이 직접적으로 발생했던 4월은 총 먼지 농도의 증가와 함께 토양유래 성분인 망간(Mn), 철(Fe)이 타 월에 비해 현저히 증가하는 양상을 보였다.
- 또한 대기 건조와 박무 현상이 잦았던 5월과 대기건조와 겨울철 난방에 의한 영향이 큰 12월에 대부분의 항목이 타월에 비해 높은 농도 분포를 나타냈다.
- 그 외 미량으로 존재하는 카드뮴, 크롬, 니켈은 월별 큰 변화를 나타내지 않았으며, 구리의 경우 온천동 지점의 농도분포가 전체 농도 변화 패턴을 주도했으며, 시간적 변화 특성은 찾아 볼 수 없었다.

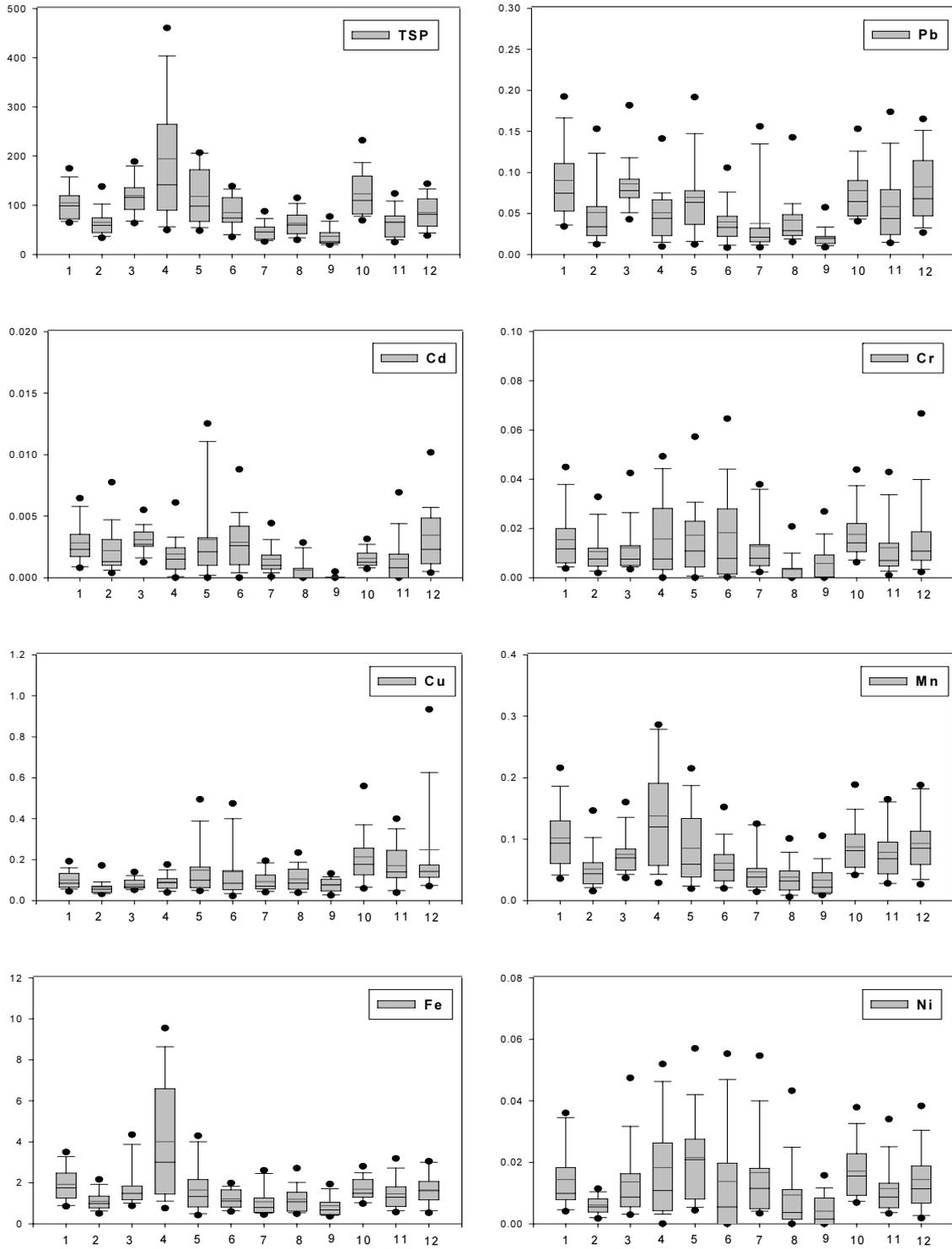


그림 3. 항목별 농도분포 현황.

* This plot type that displays the 10th, 25th, 50th, 75th, and 90th percentiles as lines on a bar centered about the mean, and the 5th and 95th percentiles as error bars. (단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

표 2. 2006년 월별 평균농도

	TSP	Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Fe	Ni	강우량 (mm)
1월	105	0.0902	0.0028	0.0155	0.1008	0.1019	1.9271	0.0144	24.3
2월	65	0.0513	0.0022	0.0105	0.0649	0.0516	1.1027	0.0061	36.3
3월	120	0.0860	0.0031	0.0121	0.0797	0.0754	1.8512	0.0137	24.7
4월	195	0.0508	0.0019	0.0155	0.0909	0.1376	4.0042	0.0134	166.3
5월	105	0.0707	0.0031	0.0171	0.1482	0.0853	1.6502	0.0215	257.6
6월	85	0.0398	0.0029	0.0183	0.1413	0.0609	1.2216	0.0138	175.4
7월	46	0.0380	0.0015	0.0127	0.0932	0.0467	1.0710	0.0167	591.7
8월	64	0.0420	0.0006	0.0033	0.1058	0.0383	1.1973	0.0094	68
9월	38	0.0217	0.0001	0.0058	0.0759	0.0335	0.8802	0.0041	132.8
10월	123	0.0781	0.0016	0.0176	0.2131	0.0874	1.6902	0.0171	13.1
11월	65	0.0585	0.0011	0.0101	0.1709	0.0787	1.4638	0.0115	30.5
12월	85	0.0824	0.0035	0.0186	0.2483	0.0932	1.6477	0.0144	7.5
평 균	91	0.0591	0.0020	0.0131	0.1278	0.0742	1.6423	0.1494	X
최 대	599	0.2422	0.0203	0.113	1.0188	0.4263	11.7058	0.0847	
최 소	20	0.0041	0	0	0.0214	0.0031	0.3455	0	
자료수	301	301	301	301	301	301	301	301	

□ 지점별 검토

- '06년 지점별 평균농도를 보면 공업지역인 감전동이 구리를 제외한 전 항목에서 최고농도를 나타내었고, 그 다음으로 연산 > 덕천 > 전포 > 온천동의 농도 순으로 나타났다.
- 공업지역인 감전동에서의 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni)은 타 지점에 비해 높은 농도편차를 보였고, 그 외 지점은 유사한 농도분포를 나타내어 공업지역의 농도가 전체 도시평균 농도 증가의 요인으로 작용했다.
- 세부항목별로 연도별 변화 경향을 살펴보면 납(Pb)의 경우 전 지점에서 꾸준한 감소 경향을 보이다 금년에 전포동을 제외한 전 지점에서 소폭 증가를 보였다. 카드뮴(Cd)의 경우 전포동과 온천동은 연도별 꾸준한 감소경향을 보였으며, 그 외 감전동과 덕천동은 '04년 이후부터 소폭 증가 경향을 나타냈다.

크롬(Cr)은 '04년에 특이치를 보인 것을 제외하고 전 지점에서 큰 변화는 없었다.

구리(Cu)의 경우 증감을 반복하며 특정패턴을 나타내지 않았으며, 녹지지역인 온천동지점은 타 지점에 비해 꾸준히 높은 농도 분포를 보였다. 이는 동 부산 내륙지역에 위치한 대기 배출시설에서 발생하는 오염물질이 공기계의 이동과 함께 유입되어 영향을 준 것으로 추정된다.

망간(Mn), 철(Fe)의 경우 전 지점에서 '02년과 금년에 피크치를 나타내어 인위적 오염원 영향보다는 황사에 의한 외부 기상요인 영향이 더 크게 작용한 것으로 나타났다.

니켈(Ni)의 경우 공업지역인 감전동이 타 지점에 비해 높은 농도편차를 보여 전체 농도 패턴을 주도함으로써, 인위적 배출원에 의한 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

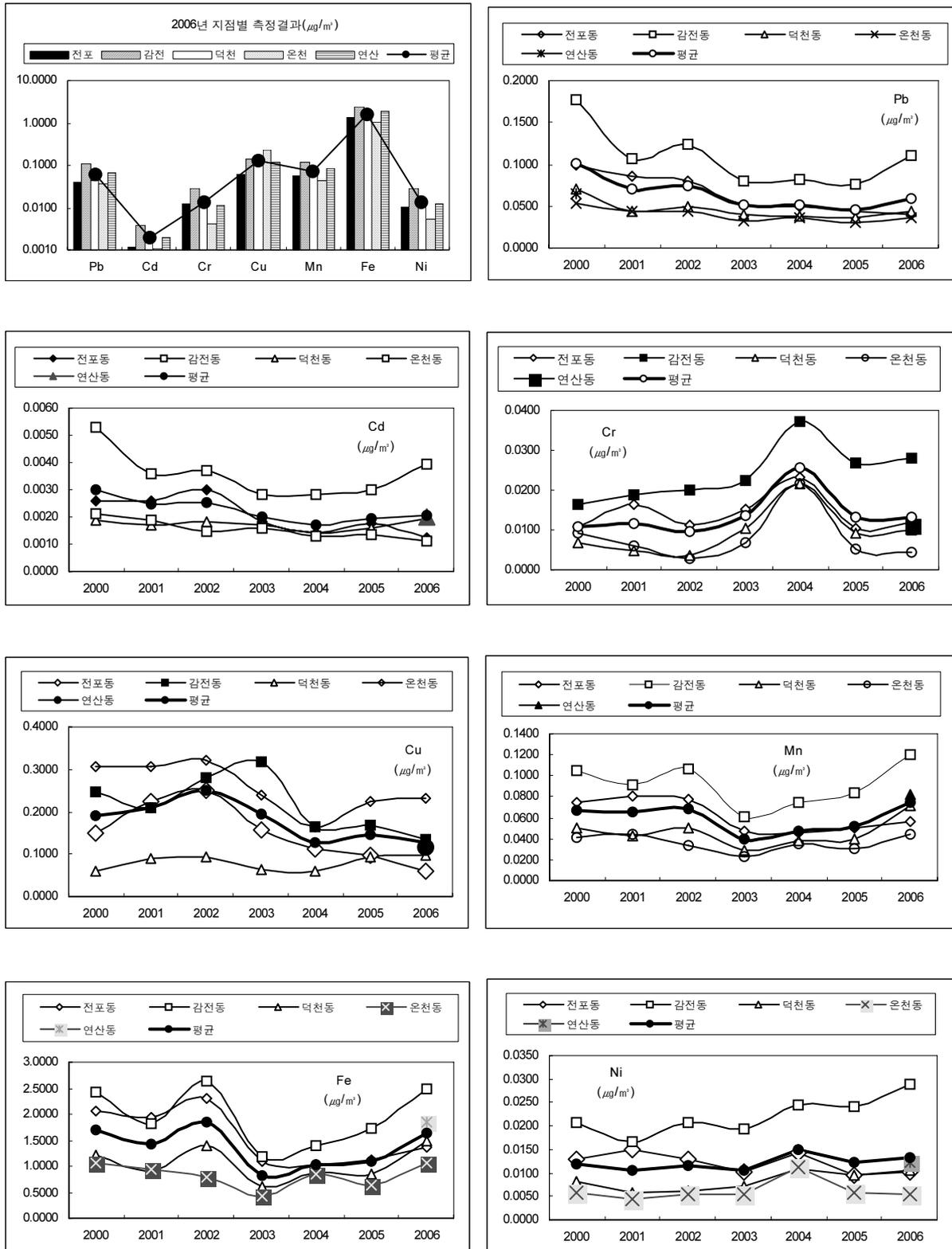


그림 4. 지점별 항목별 측정결과(단위 : µg/m³)

표 3. 계속

		Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Fe	Ni	TSP
덕천	Pb	1.00							
	Cd	0.46**	1.00						
	Cr	0.40**	0.26*	1.00					
	Cu	0.35**	0.17	0.27*	1.00				
	Mn	0.61**	0.30*	0.40**	0.24	1.00			
	Fe	0.28*	0.11	0.11	0.09	0.83**	1.00		
	Ni	0.58	0.28*	0.86**	0.31*	0.66**	0.35**	1.00	
	TSP	0.44	0.23	0.14	0.20	0.85**	0.95**	0.40**	1.00
	No.	59	59	59	59	59	59	59	59
연산	Pb	1.00							
	Cd	0.60**	1.00						
	Cr	0.24	0.68**	1.00					
	Cu	0.73**	0.35**	0.17	1.00				
	Mn	0.41**	0.27*	0.40**	0.44**	1.00			
	Fe	0.17	0.09	0.31*	0.13	0.89**	1.00		
	Ni	0.24	0.56**	0.88**	0.24	0.58**	0.45**	1.00	
	TSP	0.26	0.16	0.33*	0.25	0.92**	0.95**	0.48*	1.00
	No.	57	57	57	57	57	57	57	57
운천	Pb	1.00							
	Cd	0.73**	1.00						
	Cr	0.38**	0.30*	1.00					
	Cu	0.00	0.01	-0.11	1.00				
	Mn	0.43**	0.38**	0.64**	-0.11	1.00			
	Fe	0.23	0.21	0.56**	-0.17	0.94**	1.00		
	Ni	0.43**	0.33**	0.87**	-0.07	0.78**	0.68**	1.00	
	TSP	0.40**	0.36**	0.54**	-0.17	0.95**	0.95**	0.65**	1.00
	No.	61	61	61	61	61	61	61	61

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

□ 타시도 대비

- 주요 광역시의 '06년 연평균은 환경기준 설정항목인 납(Pb)의 경우 0.0399~0.0798 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 주요도시 모두 환경기준 이하 값을 나타냈으며, 우리시 납의 농도는 0.0564 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 인천 0.0798 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대전 0.0568 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮게 나타났다.
- 그 외 중금속 농도를 살펴보면 인천시가 납(Pb), 카드뮴(Cd), 망간(Mn), 철(Fe)등 대부분의 중금속에서 높은 농도분포를 보였으며, 크롬(Cr)은 서울시와 우리시, 구리(Cu)는 광주시, 니켈(Ni)은 인천시와 우리시가 타 시도 비교 높은 농도수준을 나타냈다.

표 4. 2006년(11월까지 기준) 주요도시 농도

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구분	Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Fe	Ni
부산	0.0564	0.0022	0.0125	0.1162	0.0729	1.6529	0.0133
서울	0.0399	0.0011	0.0119	0.1449	0.0602	1.6813	0.0081
대구	0.0560	0.0021	0.0056	0.1386	0.0719	1.6831	0.0071
인천	0.0798	0.0057	0.0100	0.1193	0.1005	2.2896	0.0116
광주	0.0491	0.0014	0.0037	0.2524	0.0518	1.0353	0.0040
대전	0.0568	0.0010	0.0033	0.0267	0.0461	1.1050	0.0034
울산	0.0431	0.0022	0.0022	0.1038	0.0596	1.7049	0.0057

※ NANIS 자료 참조.

3. 결론

- 대기환경 설정항목인 납(pb)의 평균값은 $0.0591 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대기환경기준(연평균 $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 11.8%수준이었음.
- 연도별 농도변화는 납은 지속적 감소경향을 보이다 금년 소폭 증가하였으며, 토양유래성분인 망간, 철의 경우 황사영향이 컸던 '02년과 금년에 피크치를, 대기 중 미량으로 존재하는 카드뮴, 크롬, 니켈은 큰 변화를 보이지 않음.
- 금년 월별 농도변화는 대기 건조 상태가 지속된 1, 3, 12월과 잦은 박무현상의 영향을 보인 5, 10월에 전반적으로 농도 증가를 보임.
- 지점별 농도분포는 전반적으로 감전>연산>덕천>전포>온천동의 순으로 나타남.
- 주요 광역시 측정농도 비교 시 인천시가 대부분의 중금속에서 높은 농도분포를 보였으며, 우리시는 크롬과 니켈이 타시도 대비 높은 농도 수준을 보였음.