

● ● ● ● ● ●

2006년 서울시의 대기 중 중금속 농도 현황



김은연 >
서울특별시 맑은서울추진본부



고안자 >
서울특별시 맑은서울추진본부

1. 서론

도시 대기 중 중금속은 자동차 등 연료가 연소될 때 연료 속에 함유되어 있던 성분이 고온에서 기화되어 다른 연소 가스들처럼 대기 중에 배출되었다가 주변온도가 내려가면서 포화증기압이 떨어져 고체화되면서 부유분진 등에 흡착되어 발생하는 경우가 많다. 그러나 수은과 같이 휘발성이 큰 물질은 상온에서도 기체로 존재하는 경우도 있다.

이렇게 기체상으로 배출된 대기 중 입자상 물질들은 일반적으로 그 입경이 μm 수준으로 매우 작아 큰 입자들에 비해 호흡기 깊숙이 흡입될 수 있으며 또한 건식침적 등으로 토양에 침착되어 식물을 통해 인체에 유입될 수 있다(유종의 등, 2002).

인체에 대한 이러한 중금속들의 유해성은 세계보건기구(WHO) 등이 제시하는 대기 중 농도 권고치 등에 미루어 알 수 있으며 대부분의 중금속들은 암을 유발하는 것으로 알려져 있다. 뿐만 아니라 니켈의 경우 면역시스템 및 내분비계에 영향을 미치며 카드뮴은 호흡기 질환



을 유발하고 유전자 변형을 일으킬 수 있으며 납과 수은은 신경계통에 영향을 미쳐 신경 반응을 느리게 하는 것 등으로 알려져 있다(김예신 등, 2003; WHO, 2000).

우리나라에서는 대기환경보전법 제3조에 의해 전국적인 대기오염 및 기후·생태계변화 유발물질의 실태를 파악하기 위하여 환경부령이 정하는 바에 따라 측정망을 설치하고 대기오염 및 기후·생태계변화 유발물질을 상시측정 하도록 되어있다. 또한 특별시장·광역시장 또는 도지사는 당해 관할구역안의 대기 오염실태를 파악하기 위하여 환경부령이 정하는 바에 따라 측정망을 설치하여 대기 오염도를 상시측정하고, 그 측정결과를 환경부장관에게 보고하도록 되어 있다. 이에 서울시에서도 대기 중 중금속의 농도를 상시측정, 감시하고 있다(법제처, 1990; 서울특별시 a, 2006).

본 논문에서는 서울시가 운영 중인 대기 중금속 측정망의 운영 현황을 소개하고 2006년 1년간 측정한 서울시 지역의 중금속 오염도를 살펴보고자 한다.

2. 서울시의 중금속 측정망 및 측정방법

서울시 보건환경연구원에서 운영하는 서울시 중금속 측정소는 모두 6개소로 그 위치와 주변 환경은 표 1과 같다(서울특별시b, 2006).

시료는 일반적으로 매월 둘째 주에 고용량 공기 포집기 (미국 Tisch Environmental Inc. TSP VFC High Volume Air Sampler)로 24시간씩 4일간 측정하고 있으며 독일 Spectro Analytical Instruments사의 Spectro Ciros Vision을 이용하여 대기 오염공정시험법 중 유도결합 플라즈마 발광광도법에 의거 분석하고 있다. 그러나 강우 시는 측정을 순연

표 1. 서울시 대기 중 중금속 측정망 현황

측정소명	주 소(위 치)	용도지역
구로	구로구 구로동 832 (한국산업단지공단 정수장)	준공업지역
구의	광진구 구의동 164 (구의정수사업소 2층 옥상)	주거지역
방이	송파구 방이동 88 (올림픽공원 수변편익시설 1층 옥상)	녹지지역
방학	도봉구 방학1동 687-27 (방학1동사무소 3층 옥상)	주거지역
양재	서초구 양재동 202-3 (보건환경연구원 2층 옥상)	주거지역
화곡	강서구 화곡3동 1019 (화곡3동사무소 3층 옥상)	주거지역

하고 있다. 측정항목은 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 철(Fe), 망간(Mn), 니켈(Ni) 등 모두 7개 항목이다 (환경부, 2006).

3. 2006 서울시 대기 중금속 오염도 현황

아래 표 2는 6개의 관측소에서 수집된 시료 중 각 중금속들의 2006년 연평균과 최고치를 나타내었다. 이 중 납, 카드뮴, 망간은 우리나라의 환경기준(납 500ng/m³)과 WHO 권고기준(납 500ng/m³, 카드뮴 5ng/m³, 망간 150ng/m³)에 비해 1/5~1/10 수준이었으며 최고치들도 이들 환경기준보다 낮게 나타났다(서울특별시b, 2006). 또한 국내 다른 연구 결과들과도 비교할 만한 수준이었다. 배민석 등(1998)이 1998년 4월~6월 시화지구에서 채집한 PM10시료들의 중금속 농도는 납 196ng/m³, 구리 97ng/m³, 망간 204ng/m³, 철 886ng/m³, 니켈 12ng/m³이었으며 최규훈 등(2003)이 2001년 3월~5월 서울 시내 세종대 학교에서 채취한 PM10 시료들 중 비황사기간 중의 대기 중금속 농도는 납 120ng/m³, 카드뮴 7.63ng/

표 2. 2006 서울시 대기 중 중금속 평균농도

구 분	Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Fe	Ni	Hg
연평균	42	1.1	11.2	143	35	1,174	7.8	3.1
최고치	212	4.3	75	1,383	110	4,140	67	33

(단위 ng/m³)

관관계를 계산한 결과(표 3) 구리의 경우 납과 같이 인위적인 오염원에서 발생되나 그 거동은 다르게 나타났다. 수은은 상온에서 기체의 상태로 존재하는 경우가 많아 타 금속과는 거동이 다른 것으로 생각된다. 표 3에 의하면 납, 카드뮴, 망간, 철은 서로 월평균 농도변화 거동이 비슷하게 나타났으며, 크롬과 니켈도 상관관계가 매우 높게 나타났다. 즉, 납과 카드뮴, 철과 망간, 크롬과 니켈 등은 적어도 서울시내에서는 동일한 오염원에서 유래할 가능성이 크다고 해석될 수 있다.

그림 2는 관측지점별 연평균 중금속 농도를 비교한 것이다. 준공업지역인 구로는 크롬과 구리 그리고 니켈이 다른 지점보다 높게 나타났으나 다른 항목에서는 평균과 비슷하거나 낮은 값을 나타내었는데 이는 국지적인 오염원에 기인한 것으로 판단된다. 올림픽공원 내 녹지 지역에 위치한 방이 관측소는 모든 항목에서 평균과 비슷하거나 평균보다 낮은 값을 보였다. 나머지 구의, 방학, 양재, 화곡 관측소들은 모두 주거지역에 위치해 있으나 구의의 경우 구로측정소의 결과와 비슷하게 크롬과 구리 그리고 니켈이 다른 지점보다 높게 나타났으며, 도봉산 아래에 위치한 방학 측정소는 녹지지역인 방이 관측소와 비슷하게 모든 항목에서 평균과 비슷하거나 평균보다 낮은 값을 보였다. 양재측정소의 경우 납과 철이 평균보다 높게 나타났으며 화곡관측소에서는 카드뮴과 구리가 높게 나타났다. 기체상 물질들에 비해 지표 가까이 부유하는 입자상 물질들의 대기 잔류시간이 비교적 짧은 것을 고려한다면 이러한 금속별 지점별 농도의

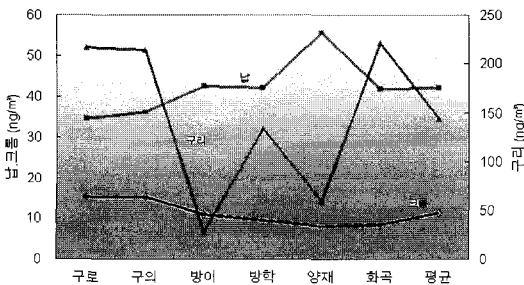


그림 2. 관측지점별 연평균 중금속 농도 비교

차이는 관측소 주변의 국지적인 영향에 의한 것으로 지점별 특성이라고 생각된다.

그림 3은 2005년 대비 2006년의 각 중금속별 연평균 농도를 비교한 것이다(서울특별시c, 2005). 구리의 경우를 제외하고 나머지 모든 금속들의 농도가 감소한 것으로 나타났으며 특히 크롬의 경우 2005년도 농도의 50%에 해당하는 것으로 나타났다. 구리의 경우는 2005년 보다 증가한 116%로 나타났다.

4. 결론

서울시가 운영 중인 대기 중금속 측정망의 6개 관측소의 2006년 중금속 오염도 자료를 활용하여 서울시 대기 중 중금속 오염도 현황을 살펴 본 결과 서울시의 중금속 오염도는 우리나라의 환경기준이나 WHO 권고기준에 비해 1/5~1/10 수준이었으며 연최고치들도 이들 환경기준보다 낮게 나타났다.

서울시 대기 중 중금속 오염도는 일반적으로 강우에 의한 세정효과가 있는 여름이 다른 계절보다 낮게 나타났는데 증기상으로 존재하는 수은의 경우는 그러한 경향을 찾아볼 수 없었다.

각 중금속 간 월평균 농도 변화의 상관관계를 살펴본 결과 납과 카드뮴, 철과 망간, 크롬과 니켈 등이 서로 높은 상관관계를 나타내고 있어 적어도 서울시내에서는 이들 중금속들이 동일한 오염원에서 유래할 가능성이 크다고 해석될 수 있다.

지점별로는 녹지지역에 위치한 방이측정소와 도봉

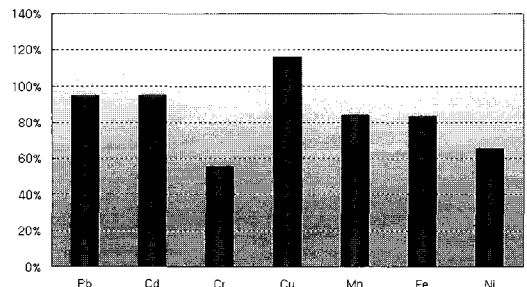


그림 3. 2005년 대비 2006 서울시 연평균 중금속 농도 비교

산 아래 위치한 방학 측정소의 오염도가 모든 중금속에 대해 비교적 낮게 나타났으며 다른 지점의 경우 금속에 따라 오염도의 강도가 다르게 나타나 주변 오염원의 국지적인 영향을 받는 것으로 생각된다.

또한 2006년의 서울시 중금속 오염도는 구리를 제외하고는 2005년에 비해 개선된 것으로 나타났다.

참고문헌

유종익, 이성준, 김기현, 장하나, 석정희, 석광설, 홍지형, 김병화, 서용칠 (2002), 산업 폐기물 소각시설의 입자상 물질 및 중금속의 배출특성, 한국대기환경학회지, 18, 213-221.

김예신, 박화성, 이용진, 임영옥, 신동천 (2003), 서울지역에서 인체 위해도에 입각한 대기오염물질의 관리 우선순위 선정에 관한 연구, 한국대기환경학

회지, 19, 205-216.

WHO(World Health Organization) (2000), Air Pollution including WHO's 1999 Guidelines for Air Pollution Control, Geneva, Switzerland.

법제처, 대기환경보전법(1990 제정, 최근개정 2007년), 제3조(상시측정)

서울특별시a (2006), 2005 환경백서, 서울의 환경.

환경부 (2006), 대기오염측정망 설치운영지침.

서울특별시b (2006), 2005년 서울의 대기현황.

배민석, 김영준, 박승식, 조승현 (1998), 시화지구 대기분진 중 중금속 성분의 통계적 인자분석, 한국대기환경학회 학술대회논문집 제2권, 232-234.

최규훈, 김기현, 강창희, 이진홍 (2003), 황사와 비황사기간의 중금속 농도분포 특성: 2001년 황사기간에 대한 비교연구, 한국대기환경학회지 19, 45-56.

서울특별시c (2005), 2004년 서울의 대기현황.