

환경 대기질 측정현황 및 과제

김 민 영

서울특별시 보건환경연구원

The Present Condition of Ambient Air Quality Monitoring and Problems with which Our Country is Confronted

Min Young Kim

Seoul Metropolitan Government, Institute of Health and Environment

I. 서 론

공해방지법이 1963년 11월 15일에 최초로 제정 공포¹⁾된 이후 14년이 지난 1977년 환경보전법으로 개정되어 다음해 7월부터 본법을 시행하게 되었는 바 이때 환경기준에 관한 규정이 최초로 설정²⁾되었다.

환경기준의 설정목적은 쾌적한 환경을 보전하고 환경오염으로부터 사람의 건강을 보호하기 위한 것으로서, 최초설정 당시에는 아황산가스, 일산화탄소, 질소산화물, 부유분진, 옥시던트 등 5개 항목이었으나, 시행령에서 구체적 기준을 규정한 것은 아황산가스의 1개 항목으로서 장기기준(0.05 ppm 이하), 단기기준(0.15 ppm 이하)의 2가지로 구분설정 하였다. 동시에 보사부장관과 시·도지사는 전국 혹은 관할 행정구역내에 측정망을 설치하여 환경 오염도를 상시 측정토록 규정하고 있다.

1979년 12월 환경보전법의 1차 개정시 상기 5개 항목에 더하여 탄화수소도 환경기준 설정항목에 삽입³⁾되었고, 1983년 8월 상기 6개항에 대한 장·단기 구체적 환경기준이 모두 확정공포⁴⁾되었으며, 1990년 8월 환경정책 기본법⁵⁾(이하 "법"이라 함)이 제정 공포된 6개월 후인 1991년 2월부터 납(Pb)이 추가 시행되어 총 7개의 환경기준 항목이 설정 시행되어 오고 있다. 그 내용은 Table 1과 같다.

서울시의 대기오염 측정망은 1973년 11월 보사부에서 장비를 구매하여 서울시에 이관하므로서 광화문, 신설동, 문래동 그리고 남산 등 4개소에 최초로 설치 운영하게 되었다.

1978년 2월에는 서울시 자체 예산으로 최초의

한남 대기측정소를 설치하여 가동을 개시하였고, 1980년 4월에는 구의, 구로, 등촌, 합동 등 4개소와 Mobile Lab을 국내 최초로 구매하여 대기오염 이동측정소로서의 기능을 확보하였다.

환경처 소관의 10개소를 포함하여 현재의 20개소로 확충된 것은 1982년 3월이며, 이 중 중앙정부로부터 이관하여 서울시에서 운영관리하던 10개소는 이듬해 6월 27일자로 환경처로 재이관하여 현재까지 수도서울의 대기오염 측정망은 양분화 되어 있다.

전국적인 대기오염 자동측정망의 설치현황은 Table 2-1과 2-2와 같다.

II. 측정소의 설치와 측정치의 신뢰도

대기오염 상시 측정의 목적은 대기오염 물질의 환경기준 적합여부 판단에 중점을 두고 있지만, 최근에는 측정망에서 얻어진 자료를 통계처리하여 환경영향 평가와 대기오염 방지계획 등의 입안을 위한 기초자료로서 널리 활용되고 있고, 또한 긴급시 대처 등에서도 활용할 계획으로 있기 때문에 보다 정확한 측정치의 확보가 필요하며 계절에 따라 일부 지역의 상시 측정값에서 저농도화 현상이 나타나 측정기의 유지관리 여하에 따라서 측정치의 정확, 정밀도에 현저한 영향을 미치게 되므로 측정기의 철저한 유지관리가 필요 불가결하다.

측정소는 목적별로 다음의 4가지로 분류⁶⁾할 수 있다.

첫째, 환경 대기측정소로서 법상 환경대기의 오염상황을 상시 관측 감시하는 측정소이다. 여기서 얻어진 측정결과는 환경기준의 적합여부 판단과 긴

Table 1. Ambient air quality standards

Substance	Condition		Method of measurement**
	Content	Standard value	
Sulfur dioxide (SO ₂)	Annual average	below 0.05 ppm	- Electric conductivity - Flame photometric detector - Ultra violet fluorescence**
	24 hour average	below 0.15 ppm*	
Carbon monoxide (CO)	Monthly average	below 8 ppm	- Non dispersive infrared*
	8 hour average	below 20 ppm*	
Nitrogen dioxide (NO ₂)	Annual average	below 0.05 ppm	- Chemiluminescence** Saltzman
	1 hour average	below 0.15 ppm	
Total suspended particulate (TSP)	Annual average	below 150 µg/m ³	- High volume air sampler** - β-ray absorption** - Low volume air sampler - Light scattering - Light transmission
	24 hour average	below 300 µg/m ³ *	
Oxidant (as O ₃)	Annual average	below 0.02 ppm	- Pulse-UV absorption** - Chemiluminescence - Neutral buffered potassium iodide
	1 hour average	below 0.1 ppm	
Hydrocarbon (HC)	Annual average	below 3 ppm	- Flame ionization detector*
	1 hour average	below 10 ppm	
Lead (Pb)	3 months average	below 1.5 µg/m ³	- High volume air sampler - Atomic absorption** spectrophotometry

* Shall not exceed more than 3 times a year.

** The principal measuring method.

*** Official measuring method.

급시 대책의 실시, 규제기준의 강화와 방지대책, 방지대책에 대한 효과의 판단 및 효과의 측정과 함께 건강영향의 방지대책에 관한 기초자료로 사용되는 일반적인 환경대기 측정소이다.

둘째, 특수항목 환경 대기측정소는 어떤 지역의 발생원 분포 및 지리적 상황에 따른 특정항목에 한하여 오염의 실태를 파악키 위하여 설치하는 측정소이다.

자동연속 측정에 의한 상시 측정항목으로서는 아황산가스, 질소산화물, 옥시던트, 불소화합물, 염소화합물, Mercaptan류, Trichloroethylene과 같은 유기용제 검출기, 지상 기상 및 입체기상 등이 있고, 오염물질을 단위시간마다 채취하여 별도 분석을 행하는 방법으로는 유황산화물(PbO₂ 혹은 alkali여지법), 부유입자상 물질(여지포집 후 무게 측정), 강화분진, 부유입자상 물질 중의 Cd, Pb 등의 중금속이나

PAH류와 같은 발암성 물질 등도 있다.

셋째, 대기오염 이동측정소(Mobile Lab)는 오염의 양상이 복잡 다양화 하는 추세이므로 일반대기오염 측정소가 없는 지역에 있어서도 실태 파악이 필요한 경우가 많으며 특정 장소에서의 우발성 또는 특이성을 갖는 대기오염 발생시 긴급 이동측정에 의하여 상황을 분석할 필요가 있게 된다.

이 때문에 일정기간 동안만 측정하게 되고 목적에 따라서 다음 측정 장소로 이동할 수 있는 측정소로서 측정항목은 일반환경대기 측정소에 준하며, 내용에 따라서는 특정항목 환경 대기측정소와 같은 기능을 갖게 된다.

넷째, 자동차 배출가스 측정소는 차량 주행시 배출오염 물질에 의한 대기오염이 우심한 교차점, 도로변 근처의 대기를 대상으로 오염상황을 상시 감시하는 측정소이다. 그러나 대상 오염원이 다를 뿐

Table 2-1. Air quality monitoring networks

Classification		Number of stations	Cities
Local government	Seoul city	10	Seoul (10)
	Pusan	1	Pusan (1)
	Kyunggido	1(give order)	Suwon (1)
	Kangwondo	1(")	Chunchon (1)
Ministry of environment ⁶⁾	Seoul REO (Regional environment office)	26	Seoul (10), Inchon (3), Suwon (2) Anyang (1), Songnam (2), Kwangmyung (1) Ansan (2), Puchon (2), Kwachon (1) Uijongbu (1), Chunchon (1)
	Pusan REO	16	Pusan (7), Ulsan (4), Ulsangun (3) Changwon (2)
	Kwangju REO	9	Kwangju (3), Yochon (1), Chonju (1) Kwangyang (1), Kunsan (1), Iri (1), Yosu (1)
	Taegu REO	9	Taegu (5), Kumi (2), Pohang (2)
	Taejon REO	4	Taejon (3), Chonghu (1)
Wonju REO	4	Wonju (1), Chungju (1), Chechon (1), Kangnung (1)	
Total		81	31 cities/73 cities (+specia city 5 supervisory/cities)

Table 2-2. The present state of mobile lab holding

	Seoul	Inchon	Pusan	Kwangju	Wonju	Chunchon	Total
Local government	1	1					2
Ministry of environment*	2		1	1	1		5

*Taegu & Taejon are expected to be introduced by next year (1983).

상시 감시한다는 목적에서는 일반환경 대기측정소와 동일하다.

서울시에서는 92년도 하반기 국내 최초로 차량 통행이 많은 청계 3가, 신촌로타리, 영등포시장로타리 등 3개소에 차량 배출가스 측정소를 설치목표로 사업을 추진하고 있고, 94년도에는 3개소를 증설할 계획으로 있다.

Table 2에 전국의 대기오염 측정망을 요약하였던 바, 서울시 이외의 지방자치정부에서는 최근에서야 비로소 독자적인 측정망 확보를 착수한 상태로서 아직은 초기 단계이다. 서울시와 5개 직할시를 포함하여 총 73개 도시 중 31개시에 81개소의 측정소가 설치되어 있고, 절반이 넘는 42개 도시는 대기오염 측정소가 없는 실정이다.

42개 도시 중, 극히 일부도시에서 1960년 말에 이미 영국에서는 폐기된 BS-1747에 의한 중화적정

법의 반자동 측정기를 환경지청에서 가동하고 있으나 측정치의 신뢰도 등으로 단지 참고용으로만 이용하고 있는 실정이다.

또한 인위적인 오염부분의 파악과 오염현상의 보다 정확한 평가와 해석을 위해서는 오염이 전혀 안된 back ground level을 파악할 수 있는 back ground 전용 측정소가 필요하나 현재 1개소도 없는 것도 문제점이다.

발생원에서 대기 중에 배출된 오염물질은 수송되면서 반응에 의하여 변질되고, 침착과 비에 용해되면서 대기 중에서 제거되며, 또한 오염물질의 동태를 조사하는 경우 오염현상의 공간, 시간적인 규모가 중요한 요소가 되고, 실제로 오염이 전혀 안된 고산지역에서도 고농도 오존이 발생되고 있으므로 back ground level의 파악은 매우 중요한 것으로 판단된다.

Table 3. Limits of allowable error by measuring equipment of air pollutants

Item	Pollutans	SO ₂	NO _x	O ₃	NMHC	CO	SPM
Zero drift		± 2%	± 2%	± 2%	± 1%	± 2%	± 2%
Span drift		± 2%	± 2%	± 4%	± 2%	± 2%	± 3%
Repeatability		± 2%	± 2%	± 2%	± 1%	± 2%	± 2%
Linearity		± 4%	± 4%	± 5%	± 5%	± 5%	± 5%
Stability of sampling flow rate		± 7%	± 7%	± 10%	± 1%	± 2%	± 7%

Table 4. Definition and methods of measurement of particulate matter in the ambient air

Term	Definition	Methods of measurement
부유분진(총) Suspended particulate or air-borne dust (SP)	대기중에 부유하는 모든 입경의 입자상물질의 총칭	광산란법(digital dust counter) high-vol, low-vol을 사용하여 시료를 채취하여 중량을 측정
강하분진 Dust fall	대기중의 입자상물질 중 중력, 비(雨) 등에 의하여 강하하는 분진	Deposit gauge, dust jar 등으로 1개월 단위로 시료를 채취하여 중량을 측정
부유입자상물질 Suspended particulate matter (SPM)	대기 중에 부유하는 입자상물질 등 입경 10 μm 이하의 것	PM-10 high-vol 여과포집에 의한 중량농도 측정* 광산란법(F値 환산) Piezo-balance法(1시간치) β-ray 흡수법

* 표준측정법 : 다단분리장치 또는 cyclone식 분립장치를 붙인 low-volume air sampler.

III. 측정방법과 교정

환경처에서는 측정의 정확과 통일을 기하기 위하여 환경처 고시 91-73('91. 11. 5)⁸⁾서 대기오염 공정시험 방법을 제정 공포하고 있으며, 각각의 항목에 대한 주·부시험법은 Table 1에 언급하였다. 그러나 공정시험 방법이라 하더라도 각각의 오염물질마다 측정방법에 따라 오차의 범위가 다르고 성능에 차이가 있게 마련이다.

측정기의 시험항목별 허용범위⁹⁾는 Table 3과 같으며, 이는 공정시험 방법상 허용최대치를 조사하여 요약한 것이다.

예를 들면, oxidant의 경우 Table 3에는 중성 완충K1법에서의 각 항목에 대한 허용오차 범위이나, 화학발광법 혹은 자외선 흡수법 등은 zero와 span drift가 각 ± 1%, 반복 재현성 1%, 직선성 1~2%, 채취유량에 대한 안정성은 중성 완충K1법의 10%인데 비하여 상기 2개 분석법은 거의 문제가 되지

않으며 방해성분 등도 현저한 차이가 있음을 알 수 있다.

장비를 선택할 때 측정 목적에 대한 적합성은 물론 기기의 정확정밀도, 가동 및 보수용이성, 관리의 경제성 등과 공해측정 기술이 급진전하고 있으므로 공해측정 기술의 동향을 파악하여 측정방법을 선택하도록 한다.

총부유분진에 대한 공정시험 방법은 high-vol과 low-vol의 수동식과 β-ray법, 투과광법, 산란광법 등의 자동측정 방법이 있으나, Table 4와 같이 입자상물질에 대한 정의와 측정방법이 정립되어 있지 않은 관계로, β-ray법은 10 μm이하의 부유입자상물질을 측정하는데 반하여 나머지 분석법은 입경에 대한 개념이 전혀 없는 부유분진을 측정하는 방법으로 현재 측정치의 평가에 관하여 issue화 되어 있는 실정이다.

실제로 우리 연구원에서 비교 조사하여 본 결과 β-ray법에 의한 부유입자상 물질은 입자상 물질에

대한 환경대기기준이 총부유분진(total suspended particulate)으로 설정되어 있으나, 대기측정소의 먼지 측정기는 측정치의 정확정밀도, 방해물질 혹은 입자의 성상에 따른 오차의 영향 등을 고려하여 대부분의 측정기기가 β -ray법을 채용하고 있으므로 환경처에서는 급년 중으로 총부유분진을 부유입자상 물질로서 환경기준을 새로히 변경하여 제정할 예정으로 있다.

IV. 측정기기의 유지관리 체제

전술한 바와 같이 대기측정소에서 관측된 각종 자료는 대기오염 방지대책에 대한 입안에 매우 중요하게 사용되기 때문에 대기오염 자동측정기는 높은 신뢰성을 갖도록 효과적이고도 합리적으로 가동 운영하지 않으면 안된다.

따라서 측정소의 유지관리를 위하여 측정내용, 측정규모에 따라 적절히 전문기술요원을 배치할 필요가 있다.

환경처의 경우 직원 1인당 3~4개소의 측정소를 일정 주기마다 순회 점검하는 무인관리 방식으로 운영하고 있으나, 서울시 관리의 10개소 환경 대기 측정소는 1측정소 1인 상주 근무체제를 유지하므로서 기기의 일상점검 및 예방점검, 기기교정, 흡수액 교환과 high volume air sampler의 가동 및 여지 교환, 그리고 산성우의 시료채취 등의 임무를 수행하고 있으므로 system 전체의 가동률과 측정치의 신뢰도가 매우 높은 것이 사실이다.

따라서 상시 측정하는 대기오염 성분을 포함하여, 대기조성성분, 미규제 미량 유해물질의 검색, 산성화된 wet deposition 등 복합 대기오염의 mechanism해명, 도시지역의 back ground 대기조사 등의 기능을 갖는 측정시설도 많게 되리라고 예측되기 때문에 자동측정기가 이외에도 결국 이러한 기능을 유지키 위하여는 telemetering system에 의한 on-line화가 되었다고 하더라도, 1측정소 1인 근무체제는 필수적인 사항이라 사료된다.

측정기의 검출부에 대한 정기적인 세척이나 교환은 물론이고 필요에 따라 시료流路, 흡수액 혹은 반응액 경로의 배관을 교환하거나 각 부분의 청소 등을 행한다. 특히 비색부 cell이나 impinger 등을 분해 청소하거나 교환하는 경우는 반드시 흡수액량의 계량을 확인하여야 한다.

또한 작금에는 측정기의 성능향상에 수반하여 측정기의 내용년수를 넘어서 사용할 수가 있게 내구

성이 향상되었다. 그러나 일반적으로 측정기의 측정정도는 충분한 보수점검을 실시하여도 가동시간이 길어짐에 따라 저하되게 마련이다.

이 때문에 일상적인 유지관리외에 측정기 제작 maker 혹은 agent에 의뢰하는 정기점검을 실시해야만 한다.

정기점검에서 정도 유지가 곤란하다고 판명된 기기는 overhaul을 필요로 한다. Overhaul은 측정기 maker or agent 요원이 측정기를 분해하여 각 부품의 성능을 검사하여 필요에 따라 부품수리, 교환 등을 한 후 재조립하여 일정기간 가동한 후 각 부분의 기능이나 정도를 확인한다. Overhaul은 내용연수를 초과하여 사용하거나 결측 시간수가 현저히 증가한 측정기기에 대하여 실시할 필요가 있다.

환경대기의 상시 측정에 쓰이는 각종 기기의 정도와 성능을 유지하면서, 1일 20시간 이상, 월간 600시간 이상, 연간 7500시간 이상의 정상적인 측정치¹⁰⁾를 얻기 위하여 필요한 관리와 점검을 행하는 것이 바람직하다.

V. 측정기의 교정과 표준가스 공급체제

측정기의 성능을 확인하는 방법으로는 목적성분에 의한 표준가스, 등가액, color glass filter 등가흡수막 등이 쓰이고 있으나, 정확한 측정치의 확인과 성능을 유지하기 위하여는 신뢰할 수 있는 표준물질로서 일정 주기마다 교정을 실시하는 것이 필수적 사항이다.

즉 스판, 제로의 점검 및 조정을 실시한다는 것을 측정기기의 검량선의 교정을 의미하며, 통상 검량선은 원리적으로 직선으로 보기 때문에 제로와 스판(full scale와 90% 부근)으로 교정하거나 그의 중간 점에서 확인하는 것이 보통이다.

이 때문에 옥시던트 자동측정기의 색유리 휠터 및 부유입자상 물질 자동측정기의 等價膜 등에 의하여 1점으로 확인하는 방법은 어디까지나 간이적인 감도 확인법이다.

일반적으로 측정기의 눈금 직선성은 측정범위를 4분등하는 방법(25, 50, 75%)과 5분할 하는 방법(20, 40, 60(통상은 생략), 80%)이 있다.

교정에 사용하는 표준물질은 국제적 또는 국가적으로 통일되어 있는 것이 바람직하다. 최상의 방법은 국가가 유지관리하고 있는 공통의 표준물질에 의하여 각각의 공해측정장비를 교정하는 것이지만 이같은 방법은 현실성이 없으며 비경제적이다.

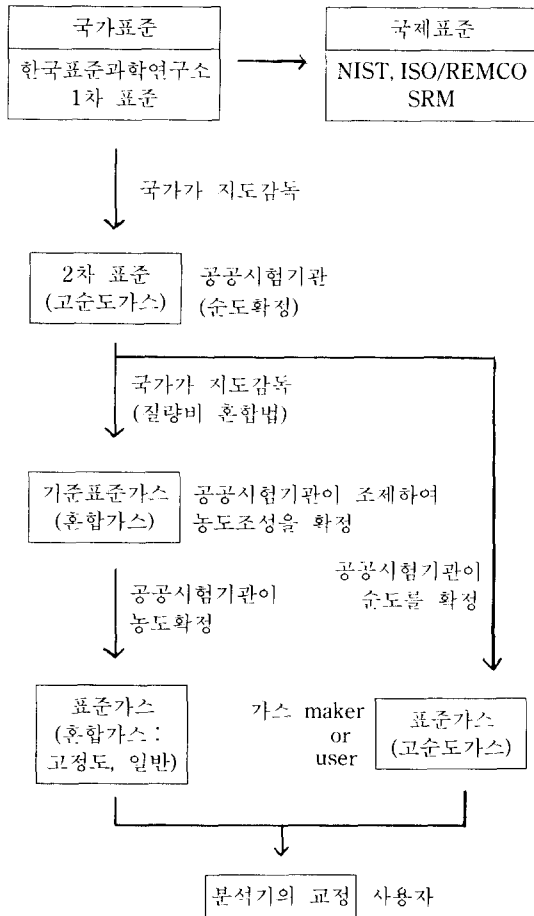


Fig. 1. Traceability를 바탕으로 한 표준가스 공급체계 (안)

따라서 중간에 검사기관을 두던가 공해측정장비 메이커, 표준가스 메이커 등이 표준가스 또는 표준액을 국가표준과 비교하여 두면 현장에서 사용하는 표준은 중간의 표준물을 매개로 하여 국가표준과 결부되어서 국가표준에 대비하여 교정을 받는 것으로 되고, 측정결과의 보편성은 보증된다고 하겠다. 이같이 각각의 환경측정장비가 국가표준과 결부되어 있는 것을 일반적으로 소급성(traceability)¹¹⁾이 있다고 한다.

공해측정에 사용되는 표준물질의 溯及體系는 그의 사회적 중요성에 비추어 볼때, 정비되어 간단할 수록 좋은 것이지만, 우리나라의 공해측정장비에 의한 측정의 역사는 상당히 짧고 표준가스 또는 표준액의 소급체계는 극히 단순화 되어 있는 형편으로 국가표준과 사용자간에 거의 직결되어 있으므로 前述한

바와 같이 비경제적이며 앞으로의 수요를 감당할 수도 없다고 생각된다.

또한 표준물질에 관한 국가표준과 그의 공급체계는 공해측정용 화학표준물질 중 보다 긴급성이 있는 표준물질부터 긴급히 국가표준을 확립하고, 아울러 공급체계 확립을 도모할 필요가 있다고 본다.

이렇게 된다면, 分析者에 따른 測定誤差를 많이 감소시킬 수 있을 것이다.

표준가스에 관한 공급체계의 한 방안으로서 Fig. 1과 같은 체계를 생각할 수 있겠다.

VI. 예비기기의 필요

예비기기(대체기기)는 정기점검이나 overhaul을 실시할 때에 기기를 대체할 뿐만이 아니고, 측정기의 고장이나 이상치가 발생한 상황에서 측정치의 cross check 등에도 이용하여 결측치를 최소화하고 긴급시에 사용할 수 있도록 각 측정기마다 보유하여 두는 것이 바람직하다.

예비기기는 특별히 구입할 필요가 없다고 신장비로 기기교체시 측정기기를 완전수리 보수하여 예비기기로서 공운전하여 둬므로서 확보할 수가 있다. 이러한 예비기기는 평소에는 보수관리 업무를 담당하는 직원의 기술적인 training 역할도 하게 되므로 일석이조의 효과가 있다.

VII. 측정기의 내용연수

대기오염 자동측정장비는 24시간 연속 가동되기 때문에 사용에 따라 부품에서 노후화 현상이 나타난다.

보수점검, 정기점검에 의한 측정기의 성능유지를 하더라도 노후화에 의한 고장발생의 빈도 등에서 종합적으로 판단하면 대개 내용연수는 5~7년이 된다.

현재 조달물품 내용연수 연한은 10년¹²⁾으로 되어 있고, 환경처의 권고기준은 7년¹³⁾으로 되어 있으나 법적 구속력은 없다. 그러나 환경처의 경우 최근에는 장비 교체시기를 7년으로 하여 대량교체를 하고 있다. 그러나 각 지역의 오염상황(이로인한 기기의 부식정도는 지역에 따라 매우 큼)과 전기사정(전압과 주파수변동, 정전 등)에 따라 기기의 노후화 정도는 매우 큰 차이를 나타내는 것이 현실임으로 일관하여 7년 혹은 10년으로 획일적으로 정하는 것은 다소 문제가 있다고 판단된다. 동일한 기간을 사용하여도 7년 정도에서 노후화도가 매우 큰 장비가 있는가

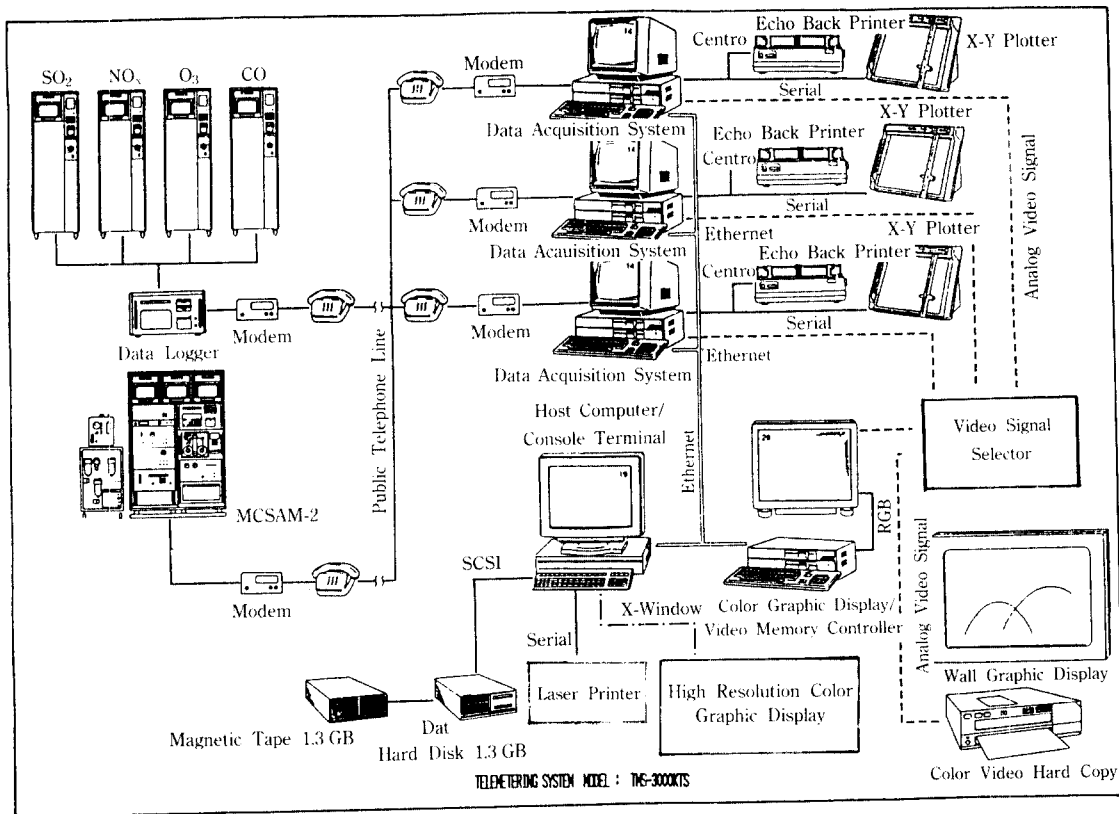


Fig. 2. Telemetering system model TS-2500.

하면, 10년 이상 사용하여도 별로 문제가 없는 기기도 있는 것이 실정이다. 따라서 관리기관의 판단에 따라 최소 사용년수만을 지정하여 두고(대략 7년 정도) 내용년수를 다소 신축적으로 운영하는 것이 좋다고 사료된다.

현재 우리 서울시의 경우 공해측정장비는 10년 이상 사용한 후 폐기하고 있다.

VIII. 대기오염상시 감시시스템

대기오염상시 감시시스템은 측정소에서 측정된 자료를 환경통제 center에 전송하는 data 전송 system과 자료를 처리하는 data 처리 system으로 구성되어 있다. 이러한 system은 1986년 환경처에서 최초로 설치 운영하여 오고 있으며, 지방자치정부로서는 유일하게 대기환경 측정망을 설치 운영하고 있는 서울시는 금년내로 확충운영할 예정으로 있다. 측정치는 on-line으로 center에 전송하여 단시간내에 처리하는 것이 통상의 방법이다.

즉, 대기오염 상황을 real time에서 파악함으로써

사람의 건강에 영향을 미치는 긴급사태에 대하여 즉시 필요한 대책을 취하며, 인근의 지방자치단체 혹은 national network와 연계 시킴으로서 광역적인 오염상황을 단시간내에 파악할 수 있게 되며 가로 전광표시 장치로서 대기오염 상황을 지역주민에게 주지 혹은 홍보한다.

또한 측정기기의 가동상황을 일괄해서 파악함으로써 측정기의 고장 등에 신속히 대처할 수 있는 등 여러 가지 기능을 갖고 있다.

따라서 좁은 지역의 환경감시에 국한하지 않고, 광역 대기오염에 대하여 적절한 대응을 한다는 관점에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

Fig. 2는 이번에 서울시에서 구축코자 발주한 telemetering system의 configuration이며 Fig. 3은 환경정보관리 system의 계통도를 나타낸 것이다.

대기오염관리 system으로서 자동측정 및 electronics의 기술 진전에 따라 조만간 대기오염 측정망과 대기오염 콘트롤 시스템이 전국의 지방자치정부에 도입되어 가동되리라고 추측된다. 이러한 system은 크게 분류하면 대기오염 상시 측정 system 발생원

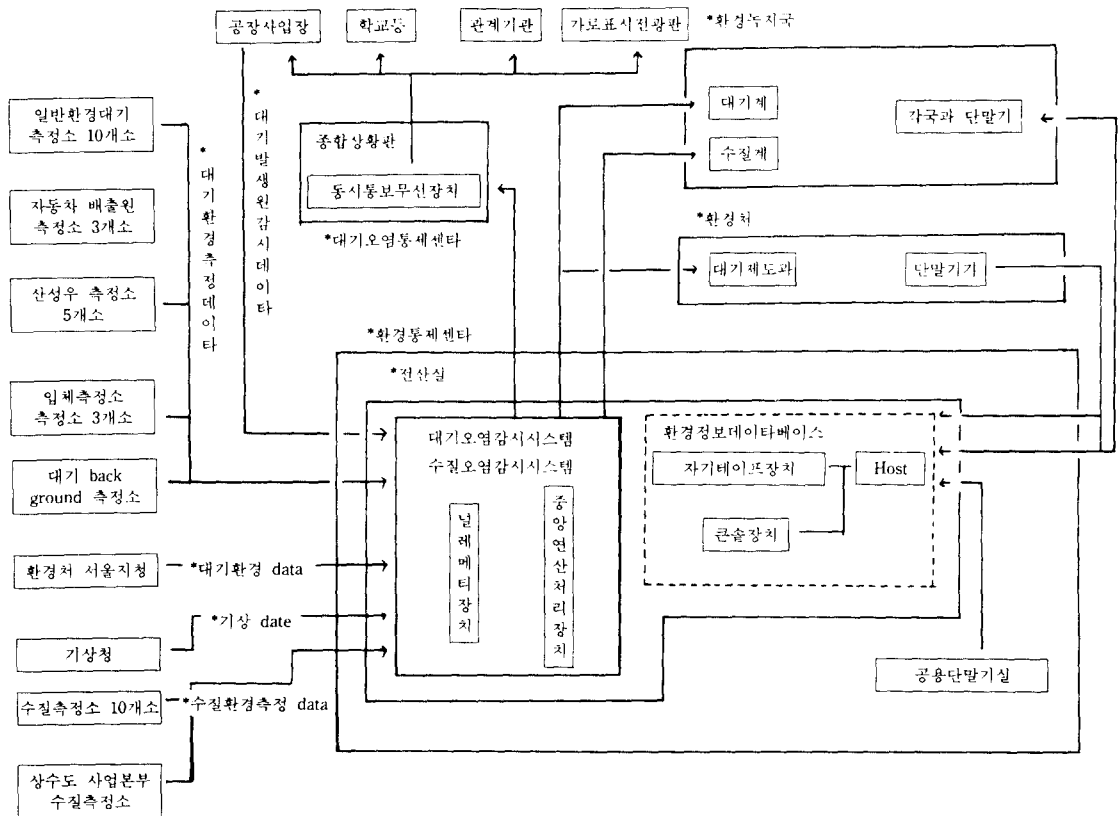


Fig. 3. 환경정보관리 system 계통도.

감시 system, 연락, 주지 및 홍보 system으로 3가지로 나눌수 있는 바 system의 자세한 내용은 생략하며 Fig.3은 개요의 일례를 나타낸 것이다.

IX. 측정치의 보존

대기오염 측정망은 SO₂, NO, NO₂, TSP, Oxidant, CO, HC, 풍향, 풍속, 온도, 습도 및 자외선 강도 등을 연속측정하고 있고, Table 2와 같이 1991년 현재 전국에 81개소의 측정소에 약 1000여대의 자동측정기가 가동하고 있다. 서울시만 하더라도 20개소(환경처 포함)에 230대의 기기가 가동하고 있고 산성우 5개소 20대의 측정기가 가동하므로써 매시간 마다 막대한 양의 측정치가 얻어지며 이들 자료가 축적되고 있다.

이들 자료의 대부분은 자기 tape의 형태로 기록되던가 기록지, 프린터, 월보대장의 형태로 보존하고

있다.

또한 서울시의 경우 최근의 구입장비는 60 m자리 DDA(digital data storage) 1개가 1.3 giga bytes의 자료를 보존할 수도 있게 되어있다. 앞으로는 기억밀도가 높은 광 disk를 매체로 하여 통계처리된 측정치의 대장에 의한 보존형태도 활용할 수 있을 것이다. 이 방식은 보존 tape를 가지적으로 확인할 수 있고, 필요한 data를 신속히 제공할 수 있는 범위가 매우 넓다.

자기 매체는 대장 등의 data 보존형태에 비하여 기억밀도가 높고 보관장소를 차지하지 않는 장점을 갖고 있는 외에 기억내용의 정보교환도 용이하게 행할 수 있다.

그러나 한편으로는 사소한 부주의 때문에 컴퓨터에 의한 기억정보를 읽을 수 있게 되어 정보가 쉽게 유출되게 된다. 따라서 정보의 보호에 대하여도 충분한 배려가 바람직하다고 사료된다.

X. 자기매체 Spec의 표준화

환경대기측정 data의 처리에는 전문화 바와 같이 personal computer에서 main frame급까지 여러 종류를 쓸 수 있으므로 컴퓨터마다 자기매체 track수, track수, 기억밀도 등이 다를 수 밖에 없게 된다. 광화학 대기오염 등 광역적으로 측정치의 교환해석, 또는 2개 이상의 지방자치정부에 의하여 추진되는 대규모 개발계획 등에 대한 환경영향평가를 행하려면 관계 지방자치정부간에 대기오염 조사의 정보교환이 필요하게 된다. 그러나 환경처와 지방자치정부에서 측정된 결과는 각자의 독자적인 기록방식으로 보관하게 되기 때문에 각각의 지방자치정부가 설치하게 될 local network에서의 측정치가 널리 활용되려면 format을 전환시키지 않으면 안된다. 따라서 format의 표준화 설정은 시급히 확립될수록 좋다고 생각된다.

XI. 측정치의 확정과 관리

환경대기 측정망의 연속성이 필요하기 때문에 측정기는 완벽한 보수점검이 행하여져야 한다. 끊임 없는 노력 등 최선을 다하여도 여러 가지의 원인에 의하여 결측치가 발생하게 되며 결측원인으로는 측정기의 교정작업시, 성능유지를 위한 정기점검 등이 있지만 정도 확보를 위하여 장시간 결측이 된다는 것은 본래의 측정목적에 어긋나기 때문에 주의할 필요가 있다.

측정기의 성능유지를 위하여 발생한 결측치 이외에도 연속측정 중에는 비정상 측정치라고 생각되는 data도 있게 된다. 이같은 비정상 측정치의 검색은 data처리시 system에 의하여 자동적으로 행할 수도 있다. 그러나 환경대기 측정에는 여러 가지 경우가 있을 수 있기 때문에 획일적으로 이상치로 처리하는 것은 바람직하지 않다. 따라서 이상치로 생각되는 측정치를 취급할 때는 측정에 부수되는 여러 정보를 동시에 수집하여 두는 것이 필요하다. 서울시에는 지금까지의 경험을 바탕으로 일정한 비정상치의 판단기준을 설정하여 측정치를 확정하고 있으나 앞으로 TMS가 확충되면 x-R관리도에 따라서 이상치의 검색을 실시토록 계획하고 있다.

측정기에서 생산되는 data는 통상 1시간 평균농도를 기록 사용하고 있고, 요컨대 몇겹으로 측정치가 얻어지게 된다. Telemeter system은 data의 안정화 문제 때문에 전송 data의 가공이 행하여지는 수가 많고, 이 때문에 측정기의 기록을 기준으로 하여

측정치를 확정하게 되지만, 환경대기오염 물질농도의 신속한 파악과 동시에 보다 신뢰성 있는 측정치를 확보하기 위하여 각종 정보를 활용하는 것이 바람직하다.

XII. 서울시의 대기오염 현황

1986년에서 92년까지 6년간 서울의 대기오염도의 계절변동은 Table 5와 같다.

1. 환경대기 중 아황산가스농도

서울시의 환경대기 중 아황산가스의 년도별 장기 추세 변동은 1980년의 0.094 ppm을 정점으로, 정부의 엄격한 법규제조치와 저유황유공급과 기업측의 공해피해 인식으로 점차 감소추세를 나타내었다.

1988년부터 국가에너지 및 환경정책차원에서 추진된 서울지역의 LNG 등 청정연료 공급확대 조치와 함께 국민들의 의식수준 및 생활수준의 향상으로 사용연료의 고급화가 급속히 이루어져, 매년 에너지 사용량의 급증에도 불구하고 더이상의 환경농도 증가는 없었으며, 서서히 감소추세를 계속하였다. 이는 대기 중 유황산화물의 가장 큰 공급원인 연탄사용의 급격한 감소와 저유황유 사용규제로 말미암은 것이며, 1991년도에는 최초로 년평균농도가 0.05 ppm 이하로 환경기준을 최초로 달성하였다.

이러한 감소추세는 앞으로도 계속될 것으로 기대되지만, 미국이나 일본이 연간 평균치 0.010 ppm 이하를 이미 달성하고 있는 것에 비하면 아직도 매우 높은 것이 사실이다.

또한 겨울철의 아황산가스농도는 난방연료사용의 증가와 지표역전의 형성으로 실제로 하절기의 월평균농도에 비하여 지역에 따라 10배에서 25배에 이르고 있는 실정이므로, 비록 환경기준의 년평균치를 하회 한다고 하더라도 특히 겨울철의 난방으로 인한 환경대기 중의 아황산가스농도는 특단의 대책을 필요로 하고 있다.

2. 먼지

먼지오염도는 1986년도에 181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서, 1991년에는 137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 장기 환경기준치 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이내의 농도를 나타내고 있는 반면에, 단기 기준치인 1일 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 경우 또한 거의 모든 측정소에서 나타나고 있다.

전체적으로 11, 12, 1월의 동절기에 고농도를 나타내고 7, 8월의 하절기에 저농도를 나타내는 전형적인 도시형의 부유분진농도 분포를 나타내고 있다.

Table 5. Annual trend of air pollutants in Seoul

Pollutants	Year	Annual mean	Spring	Summer	Autumn	Winter
Sulfur dioxide (ppb)	86	73	59	15	74	134
	87	72	68	15	67	143
	88	74	83	17	62	138
	89	64	60	14	72	120
	90	53	51	18	51	86
	91	40	42	10	40	82
Total suspended particulate	86	181	190	138	180	216
	87	177	161	154	188	208
	88	162	143	125	183	193
	89	166	164	126	183	198
	90	174	155	151	201	186
	91	137	139	107	139	182
Carbon monoxide (ppm)	86	3.0	3.0	1.3	3.1	4.7
	87	3.0	2.8	1.4	3.0	4.8
	88	3.0	2.6	1.5	3.0	4.5
	89	2.9	2.7	1.4	3.4	4.8
	90	2.60	2.38	1.6	2.8	3.8
	91	1.95	2.03	1.11	1.94	2.87
Ozone (ppb)	86	11	11	13	13	7
	87	11	16	12	9	9
	88	10	13	14	8	6
	89	11	15	15	8	6
	90	11	13	13	9	7
	91	12	14	17	11	7
Nitrogen dioxide (ppb)	86	31	38	25	30	32
	87	34	40	32	30	32
	88	28	32	24	27	30
	89	32	37	27	33	32
	90	31	29	28	36	33
	91	34	37	27	35	35
Total hydrocarbon (ppm)	86	2.71	2.77	2.56	2.77	2.75
	87	2.55	2.50	2.64	2.60	2.47
	88	2.44	2.34	2.29	2.55	2.52
	89	2.49	2.49	2.44	2.52	2.86
	90	2.75	2.78	2.83	3.01	2.86
	91	2.79	2.72	2.58	2.96	2.92
Lead (ng/m ³)	75	1265	1828	844	1179	1206
	77	1573	1569	1190	1601	1932
	80	2274	2447	1572	2162	2514
	84	—	—	—	745	—
	90	563	471	414	654	714
	91	354	359	194	403	458

3. 광화학 옥시단트의 대기 중 농도

환경대기 중 오존농도는 1991년도 년평균치는 0.012 ppm이나, 0.1 ppm 이상의 단기 환경기준치를 초과한 회수는 110회(시간)로서 24일이며, 최근 5년

간 년평균은 23일로서 고농도 오존의 발생회수는 매년 증가하고 있는 실정이다.

서울지역의 광화학 스모그 계절은 3월에서 9월 까지인 것으로 판단되며, 비스모그 시즌의 평균농

도의 2배 이상이 된다. 또한 성수동 등 일부 지역에서는 야간시 night smog 현상이 발생하고 있다.

4. 환경대기 중 납(Pb) 농도

서울지역의 환경대기 중 납의 입도분포는 구리, 망간, 철 그리고 코발트 등의 원소와는 달리 계절 변화없이 년중 미세입자측에 집중되어 있는 특징이 있으며, 2 μm 이하의 미세입자측에 50.3~71.4%의 분포를 나타내고 있고, 여름철 대기 중 농도는 170.5~210.5 ng/m³, 그 이외의 계절은 300.5~488.9 ng/m³로 거의 2배에 가까운 수치를 나타내고 있다.

1991년의 Osaka市の 연간 측정치¹⁵⁾는 일반측정소 76~133 ng/m³, 자동차 배출가스 측정치가 149 ng/m³이며 미국의 남부연안대기질관리구(south coast air quality management district)의 1990년 11개 지점의 분기별 평균치¹⁶⁾ 70 ng/m³(range 50~110 ng/m³)에 비하여도 매우 높은 수치이다.

5. 환경대기 중 수은 농도

수은은 인위적 혹은 자연적 요인으로서 대기, 수질, 토양, 생물 등의 유기적, 무기적 환경을 순환하는 가장 움직임이 큰 금속으로 인식되어 있고, 이는 수은이 높은 기화성 및 휘산성을 갖고 있기 때문이다.

따라서 대기권의 수은의 행동양상 또는 농도분포를 파악함으로써 환경에서의 수은의 동태를 밝힐 수도 있고, 나아가 환경에서의 수은의 순환실태를 규명할 수도 있다고 사료된다.

서울도심지역의 대기 중 수은의 최저농도는 4.73 ng/m³, 최고 112.8 ng/m³이며, 년평균치 14.7 ng/m³, 중앙치는 11.3 ng/m³로서 최저치는 4계절 모두 비슷한 수준이나 최고치의 계절적 변동은 매우 크게 나타나고 있다.¹⁷⁾

총 약 2500회의 분석시료 중 20~49 ng/m³ 범위가 16.4%, 50 ng/m³ 이상인 시료가 1.7%이며 전체의 81.9%가 20 ng/m³ 이하이다.

서울의 대기 중의 수은(gaseous mercury)은 가스상 대기오염 성분과 기상인자 모두와 고도로 유의한 상관성이 있으며 연소계 대기오염 물질과 매우 유사한 거동을 나타내고 있다. 특히 온도가 높은 8, 9월과 연료사용이 많은 12, 1월이 높게 나타나고 있으나, 여름보다는 겨울철이 다소 높게 나타나고 있어 석탄 등 화석연료의 사용이 대기 중 수은의 주요한 증가요인으로 보인다.

XIII. 결 언

서울시의 인구증가율은 진정상태에 있으나 연료 사용량과 차량의 증가, 연료의 전환, 도시개발의 광역화 그리고 1차 오염물질의 감소추세 등에 따라 오염의 양상이 2차성 복합오염으로 급속히 전환될 가능성이 있으므로 이에 대한 적극적인 대책이 필요하며, 대기오염 측정망 운영체제를 국가 측정망은 주로 back ground level의 장기적 추세를 파악하는 것으로 전환 최소화 하는 동시에 각 지방자치정부에 의해 운영되는 대기오염 측정망은 빠른 기간내에 확충되는 것이 바람직하다고 사료된다.

또한 지표부근의 대기화학적 현상은 기상이나 경제활동 등이 변동요인으로서 주로 고려하여야 할 인자들이기 때문에 최근에 문제가 되고있는 발암성 및 변이원성 오염물질, Hg, Pb, Se, Te 등의 중금속류, trichloroethylene과 같은 용기용제, 그리고 휘발성 유기화합물(VOC) 등도 일시적이 아닌 장기적인 monitoring이 수행되어야 한다고 판단된다.

대기오염 감시시스템의 확충으로 측정치를 on-line으로 전송 대기오염 상황을 real time에서 파악하여 긴급사태에 대비하여 인근의 지방자치단체 혹은 국가 측정망과 연계시킴으로서 광역적인 오염상황을 단시간내에 파악하고, 측정기기의 가동상황을 일괄해서 파악함으로써 결측치의 최소화에 노력하여 환경영향평가와 방지계획 등의 입안에 유용하게 쓰이도록 힘써야 하리라고 생각된다.

참고문헌

- 1) 保健社會部, 公害防止法 法律 第1436號 (1963. 11. 5).
- 2) 保健社會部, 環境保存法 法律 第3078號 (1977. 12. 31).
- 3) 保健社會部, 環境保存法 法律 第3213號 (1979. 12. 28).
- 4) 環境廳, 環境保存施行規則, 保健社會部令 第733號 (1983. 8.).
- 5) 環境廳, 環境政策基本法施行令, 大統領令 第13303號 (1991. 2. 2).
- 6) 金仁峽, 우리나라의 大氣保全政策方向 “第20回 世界環境의 날” 紀念國際세미나, 國立環境研究院 3-16 (1992).
- 7) 計量管理協會編, 公害計測技術導書, コロナ社 193-

- 194 (1979).
- 8) 環境處, 大氣污染公定試驗方法, 環境處 告示 第91-73號 (1991. 11. 5).
 - 9) 環境廳 大氣保全局, 環境大氣常時監視 マニュアル (改定版), 206 (1990).
 - 10) 大氣污染監視網管理研究會, 大氣污染常時測定網の管理に關する研究 (50年度 環境廳 委託).
 - 11) 金旻永, 標準가스에 의한 環境測定の 程度管理, 測定標準, 한국표준연구소, 9(2), 29-34 (1986).
 - 12) 內務部, 地方自治團體 物品管理指針 (1992).
 - 13) 環境廳, 大氣污染 및 氣象測定機 取扱指針 (1986).
 - 14) Arthur, C. Stern, Air Pollution, Vol. III, 3rd edi. 453-484 (1976).
 - 15) 大阪市, 公害の現況と對策, 80-81 (1990).
 - 16) South Coast Air Quality Management District, 1990 Air Quality Data (1990).
 - 17) 金玟永, 朴相賢, 朴聖培, 都市大氣의 水銀動態와 影響因子에 關한 研究, 韓國大氣保存學會誌, 5(1), 11-21 (1989).

(Received February 3, 1993)