

도시대기오염문제와 방지대책

동 종 인 · 조 윤 승*

서울시립대학교 공과대학 환경공학과
국립환경연구원 환경보건연구부*

Urban Air Pollution Problems and Control Strategies

Jong-In Dong · Yun-syng Cho*

Dept. of Environmental Engineering, Seoul City University

*Dept. of Environmental Health Research, National Institute of Environmental Researchc**

Abstract

Air pollution in urban areas of Korea is considered in significantly serious level because of population exceeding the capacity and diversified facilities for the activities in socioeconomic field, education, politics and even cultural society in confined areas. Korea is one of the most populated countries and the largest five cities occupy 2.4% of total area but 45% of total population. Patterns of urban air pollution are also changing due to the change of emission sources and fuel usage.

Essential recovery of urban environment in Korea has become extremely difficult and necessitates enormous investment. Accurate understanding of problems should be pursued for the efficient and effective improvement of the environment.

In this article, air pollution phenomena in urban areas are analyzed mainly with respect to recent urban air pollution trend and pollution sources and possible control strategies are discussed : 1) source control-stationary and mobile, 2) air quality management strategies, 3) research and development.

* 국립환경연구원 환경보건담당관

I. 서 론

대도시지역에서의 경제, 사회, 교육, 정치 및 문화적 편중은 이와 관련된 시설과 인구의 집중현상을 초래하게 되었고 따라서 한정된 지역에서의 과도한 오염물질의 발생과 미비된 방지시설로 인하여 도시환경의 전반적인 열화현상은 어느새 도시지역의 주민들이 겪는 공통적인 당연사가 되어버렸다. 비교적인 인구밀도가 세계에서 최상위권에 속해있는 우리나라에서 5대도시가 차지하는 행정구역상의 면적은 전국의 약2.4%에 불과하나 이들 지역의 인구수는 전체인구의 약 45%를 점유하고 있다.¹⁾ 이 사실에 기인하는 각종 도시환경문제는 근본적인 치유책의 강구를 사실상 어렵게 만들고 있고 장기간에 걸친 엄청난 투자를 필요로 하고 있다. 그러나 우리는 문제의 인식은 반드시 확실하게 갖고 있어야 하며 문제점을 정확히 파악하여야 한다. 그렇지 않을 경우 큰 재원의 손실에도 불구하고 효율적인 환경개선에 대처할 수가 없는 것이다. 본고에서는 도시지역의 대기오염현상의 개괄적인 파악과 이에 대한 가능한 대응방안에 대하여 고찰해 보고자 한다. 아직도 국내의 관련자료가 미비된 부분들이 많기 때문에 대부분 현상에 대한 정성적인 해석에 의존하지 않을 수가 없음을 밝혀 두고자 한다.

II. 오염물질별 현상과 경향

대기오염측정망에 의한 대기오염물질의 전국적인 분포농도를 살펴보면 대도시지역을 중심으로 등농도곡선의 급격한 커브가

형성되어 있음을 관찰할 수 있다.²⁾ 이것은 대기오염물질배출원이 대도시에 밀집되어 있다는 것을 잘 설명하고 있으며 대기오염 관리의 중점적 대상이 어디라는 것을 말해주고 있는 것이다. 그동안 우리나라는 나름대로 대기오염개선노력을 펼쳐왔지만 한편으로 생활수준의 향상과 산업활동의 팽창으로 인한 에너지사용량의 증대와 각종 유해물질의 배출로 괄목할 만한 개선을 이루지 못하고 있다고 볼 수 있다. 오염의 행태에 있어서도 그 양상이 많이 달라지고 있는 것도 주목해 보아야 할 부분으로 사료된다.

대기오염과 직접적인 인과관계가 있는 중요폐질환으로 급성비특이성 상기도질환, 만성기관지염, 만성폐쇄성 환기장애질환, 폐기종, 기관지천식, 폐암 등을 들 수 있다.³⁾ 서울의 오염이 심한 지역, 특히 오염도가 높은 동절기에 아황산가스/입자물질 복합체에 관해서만도 입원환자가 증가하고 초과사망자가 발생하는 수준의 오염도가 나타나고 있다는 것이 지적되고 있으나 전국적인 폐질환환자의 대기오염관련 경향은 조사,파악되지 않고 있는 실정이다. 다만 관련의사들의 부분적인 진단상황만이 집계되고 있으나 이들의 일반적인 견해는 도시지역 폐질환을 호소하는 환자가 급증하고 있다는 것이다. 여기에서는 각 오염물질에 대한 그동안의 경향과 오염행태의 일반적인 현상에 대하여 간단히 살펴보고자 한다.

1. 아황산가스

연료 특히 난방연료의 사용에 의해 직접적으로 영향을 받는 아황산가스는 일차적인 대기오염물질형태로 초기단계부터 관심의

대상이 되어온 물질이다. 따라서 대기오염관리정책의 최우선과제로 다루어져왔다. 그 결과 장기환경기준(0.05ppm)으로 볼 때 서울의 경우 '90년이후 그 산술평균치가 환경기준이내로 들고 있다(Fig. 1 참조). 이는 그동안 펼쳐온 연료정책과 시민들의 고급연료 선호경향에 힘입은 결과라고 할 수 있다. 그러나 이것은 아직 만족할 단계가 아니며 이제 겨우 지속적인 감소추세로 들어선 것뿐이다. 선진국의 수준인 0.02ppm 정도까지 계속 저감시키기 위해서는 지속적인 연료전환정책과 장기적인 차원에서 배연탈황장치의 개발,설치가 필요하다. 우리나라 도시지역의 입자물질농도는 높은 편이고 특히 미세입자물질의 분률이 많기 때문에 이것들이 아황산가스와 공존할 시 인체에 미치는 영향은 이 물질들이 독립적으로 존재할 때보다 더욱 상승하므로 아황산가스의 적극적인 제어가 필요한 것이다.⁴⁾

도시지역 아황산가스의 농도를 지배하는 직접적인 인자인 배출원외에 기상인자와 지형등에 의해서도 영향을 받는다.^{5),6)} 특히 기온, 풍속 및 혼합고의 변동에 따라 지표상에서의 오염도가 변할 수 있으므로 이에 대한 계속적이고 체계적인 관찰이 필요하다. 이것은 영국의 스모그참사등이 기상조건이 아주 불리한 조건에서 일어났기 때문이다. 외국의 여러 자료들에서도 풍속과 오염도가 역비례 관계가 있다는 것이 잘 나타나 있고 특히 풍속이 1.5m/s이하인 경우 고농도의 아황산가스농도가 관찰되고 있다. 지형 또한 오염도분포에 영향을 주는데 이것은 지형에 의해 바람장의 유형이 결정되기 때문이며 도시중 특정지역이 오염도가 높은 것과 무관

하지 않은 것으로 사료된다.

서울의 경우 특히 겨울철에 서쪽의 등촌동, 구로동 지역과 동쪽의 신설동, 면목동 지역등 크게 두 개의 고농도지역을 형성하고 있는 것으로 알려지고 있는데 이들 지역은 일차적으로 난방연료 특히 연탄사용에 기인한 것으로 판단되고 있다.⁷⁾

2. 입자물질과 스모그현상

입자물질의 대기중 오염도경향을 살펴보면 아황산가스와 같이 최근 3~4년동안 꾸준히 감소하고 있음을 알 수 있다. 따라서 서울의 경우 '91년에는 전체 산술평균치가 장기 대기환경기준인 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도까지 낮아지고 있다. 그러나 이것은 법상 기준방법인 총부유분진에 근거한 것이다.

이와 같은 지표상의 입자물질농도감소에도 불구하고 대도시지역의 스모그현상이 심해지고 개선되지 않는 것은 입자물질의 배출양태에 많은 변화가 있기 때문인 것으로 판단된다.

'90년 및 '91년에 조사된 자료에 의하면 서울의 경우 미세입자(직경 2.5 μm 이하)의 전체입자(직경 15 μm 이하)에 대한 양의 비가 48.6%이고 광주외의 경우 40%인 점을 감안하면 미세입자가 차지하는 비율이 매우 높음을 알 수 있다.⁸⁾ 일반적으로 대기중의 입자물질은 입자표면에서의 빛의 반사, 굴절 및 입자내부를 통과할 때의 굴절등에 의하여 빛을 산란시키는 것으로 알려져 있는데 이와 같이 미세입자가 많을 경우 특히 0.4~0.7 μm 크기의 가시광선의 파장과 같은 영역의 입자가 많을 경우 시정악화의 직접적인 원인이 된다.⁹⁾

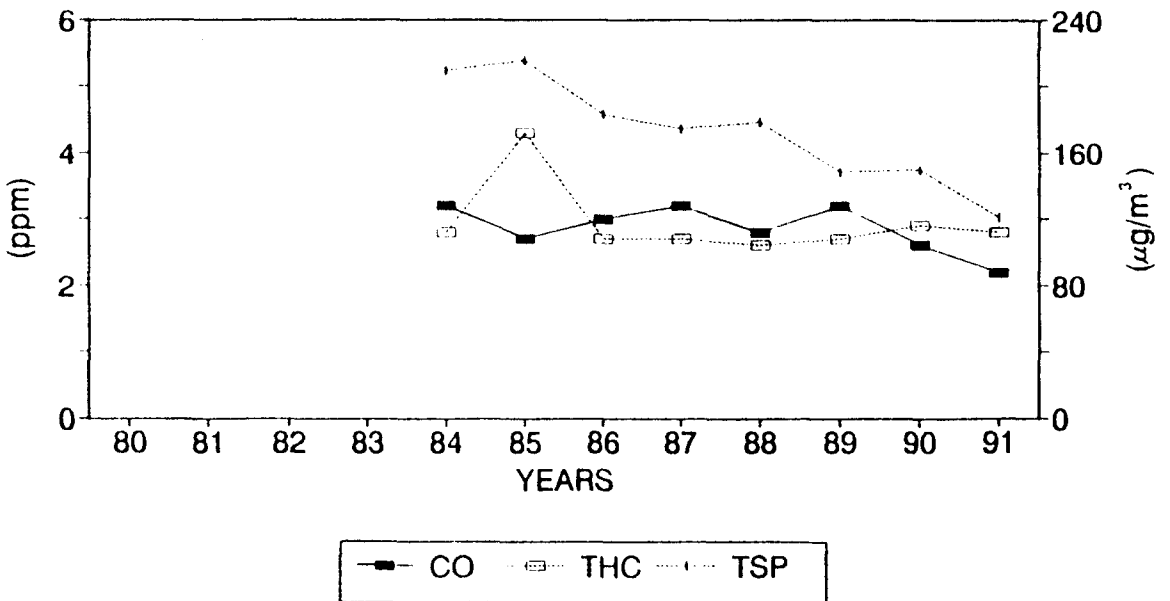
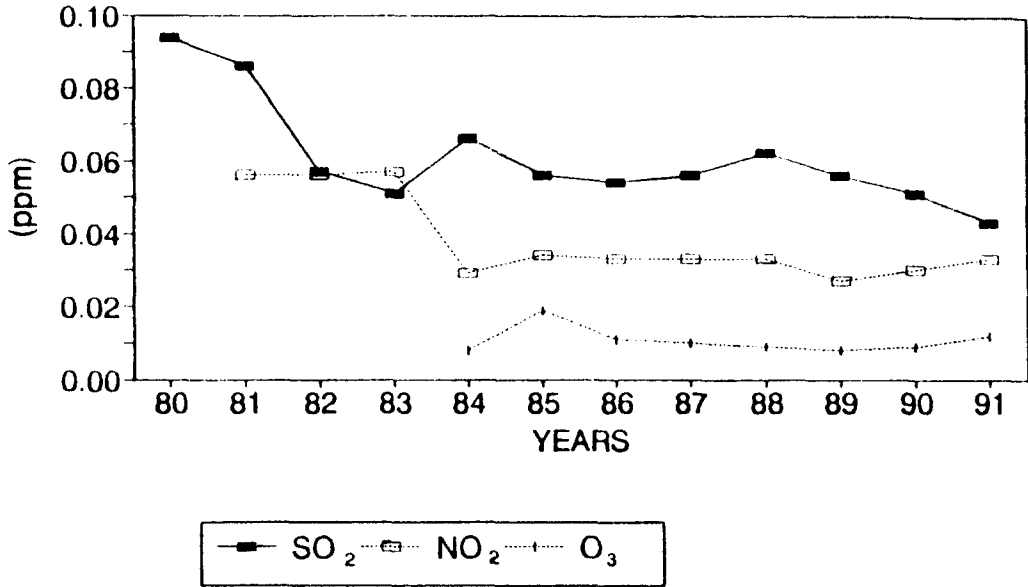


Fig. 1 서울지역 대기오염 변화경향

대기에서의 시정에 장애를 주는 주요요인은 에어로졸입자, 화학반응에 의해 에어로졸을 형성할 수 있는 기체상 물질 및 액체를 가지고 있는 기체등으로 생각할 수 있다. 따라서 시정장애현상을 일으키는 물질은 (1) 먼지, 흙, 비산회분 등 총부유먼지(TSP), (2) 아황산가스 및 기타 황화합물—이것들의 대기중에서 Sulfate 및 황산에어로졸입자로 전환하는 속도가 상당히 빠름, (3) 질소산화물—질산에어로졸입자를 형성하거나 이산화질소 자체가 적갈색의 액체를 형성함, (4) 광화학적 대기오염물질— $1\mu\text{m}$ 이하의 미세한 에어로졸입자를 형성함—등으로 대별될 수 있다.¹⁰⁾

그러나 우리나라의 도시지역에서 발생되고 있는 스모그에 의한 시정악화현상은 각 도시의 특성에 따라 특이한 형태로 나타나고 있는 것으로 알려지고 있다. 서울지역의 경우 1989년 1년간 오후3시의 시정거리가 10km이하인 날수가 56.7%로써 추풍령의 5.8%보다 높은 빈도를 나타내었다.¹¹⁾ 한편 오존중 시정거리 1km이하의 미스트의 발생일수가 1989년 1년간에 178회(추풍령의 경우 28회)가 되고 발생일수의 45%정도가 동계(11~2월)에 나타나고 있어 아황산가스 및 부유먼지입자등이 흡습성의 응결핵역할을 촉진시키는 것으로 알려지고 있다. 한편 오존농도도 시정악화의 한 원인으로 알려지고 있는데 최근 몇년간 도시지역의 일부 측정소에서 오존의 오염도가 꾸준한 증가추세에 있어 주목해 보아야 할 필요가 있다. 실제로 오존의 장기환경기준(1년평균 0.02ppm)을 초과하는 회수는 매우 빈번하고 단기환경기준(1시간기준 0.1ppm)을 초과하는 회수도

증가추세에 있다.¹²⁾ 따라서 동절기의 스모그에 의한 시정장애는 아황산가스와 먼지등의 입자물질에 의한 현상으로 보이고 우기를 제외한 하절기 및 늦봄 및 초가을에 발생하는 시정장애는 기상현상과 결부된 광화학적 스모그의 징후가 보인다.¹¹⁾

입자물질의 성분조성면에서도 외국의 경우와 대조적인데 일반적으로 연탄등 난방연료연소와 경유자동차운행에 따르는 매연에 의한 입자상 탄소물질과 고비점 탄화수소물질, 아황산가스의 대기중 변환에 의한 황산염의 구성비율이 특히 높다.^{9), 12)} 이것은 육안으로도 관찰이 가능한데 회색의 회뿌연 스모그(grey smog)의 출현을 자주 볼 수 있고 셔츠에 묻는 흑색의 때나 하이볼륨 공기채취기에 사용된 여지의 색깔도 검정색에 가까운 경우가 많다. 또한 날씨가 맑고 풍속이 낮은 날 연갈색의 스모그도 관찰되고 있다.

한편 부산과 같은 지역에서는 해륙풍의 영향이 뚜렷하여 대기의 입자물질중 해염입자의 농도가 높고 전반적인 총부유먼지의 농도도 서울과 같은 수준이거나 더 높은 경우가 많은 것으로 나타나고 있다.^{13), 14)}

서울등 도시지역에 발생하는 스모그의 현상은 한강등에 의한 자연적인 안개발생현상과 다양한 발생원 그리고 기상인자들과 관련된 복잡한 현상이므로 단적인 결론을 내리기 매우 어려운 문제이다. 다만 연료의 사용패턴이 바뀌고 배출원특성이 현격하게 변하고 있기 때문에 이에 대한 해석이 필요하고 과거 크게 문제시되지 않았던 오존등의 오염도가 특정 계절 및 시간대에 매우 높게 나타나고 있다고 할 수 있다. 현재 국내의 도시지역 스모그현상과 관련한 에어로졸의

생성과 전환 및 동태에 대한 연구가 매우 미미한 실정이고 기초학문분야의 지원도 미약하다. 앞으로 관련학자 및 관련연구기관들의 집중적인 연구와 자료축적이 요망되고 도시지역 시민들의 건강과 직결되는 문제이므로 적극적인 연구지원과 대책마련이 필요하다.

3. 질소산화물과 광화학적 산화물

각종 연소와 소각공정은 이에 사용되는 연료나 폐기물의 공기와의 급격한 산화반응에 의해 일어나는 것이므로 공기중 질소의 산화반응이나 연료중 질소성분에 의한 질소산화물의 배출은 필연적이다. 따라서 질소산화물의 총배출량은 에너지사용량 특히 화석에너지사용량에 비례관계가 있다고 할 수 있다.

우리나라 도시지역 대기중 질소산화물의 농도는 장기환경기준을 밑돌기 때문에 우려할 수준이 아닌 것으로 일반적으로 인식되고 있다. 그러나 산업발전과 생활수준의 향상으로 전국적인 에너지사용량은 과거 10년간 급격히 증가하여 왔고 서울을 비롯한 도시지역도 비슷한 증가추세를 유지하고 있다. 따라서 석유류와 석탄류를 합한 화석연료의 사용량도 급격히 늘어나고 있고 석유류만 볼 때 과거 5년간 전국 및 서울에서 그 사용량이 각각 약 2배씩 증가하여 왔다.^{15), 16)}

질소산화물의 농도는 아직 연평균농도로서 환경기준이내라고는 하나 서울의 일부 측정소에서 연평균농도가 환경기준(0.05 ppm)에 육박하고 한시간농도가 환경기준(0.15ppm)을 상회하는 사례가 나타나고 있다. 계절적 변동을 볼 때 대체적으로 10월부터

다음해 4월정도까지의 오염도가 높은 편인 것으로 나타나 아직 난방연료사용에 의한 영향이 큰 것으로 보인다. 그러나 자동차에 의한 연료사용량도 큰 증가세를 유지하고 있기 때문에 이에 의한 영향도 점점 증가하고 있다. 우리나라의 자동차증가추세는 10년에 5~6배 증가하고 있고 최근에는 도로의 수용능력을 초과하여 교통문제의 심각성뿐만 아니라 대기오염측면에서도 심각성을 더해주고 있다. 또한 도시지역의 대형 고속화도로의 계속적인 건설로 질소산화물 배출량의 지속적인 증가가 예상되고 있다.

이러한 질소산화물은 대기중에서 광화학반응을 일으켜 오존을 생성시키고 이것은 또한 다중결합구조를 가진 유기화학물질과 화학반응을 일으켜 각종 광화학적 산화물을 생성시킨다. 특히 올해들어 상반기의 평균오존농도는 작년보다 급속한 증가추세를 보이는 것으로 알려지고 있고 구로동등 몇개 대기오염자동측정소의 측정결과 오존의 장기환경기준을 초과하는 것으로 나타나 경종을 울려주고 있다. 이에 대한 현상이나 발생기전에 대하여 아직 국내의 축적된 연구결과가 미미하기 때문에 단정적으로 말하기 어려우나 휘발성 유기물질의 배출원이 산재해 있고 지역적인 질소산화물의 농도가 상승추세에 있는 점으로 미루어 비교적 건조하고 일사량이 많은 봄철과 일부 가을철에서 오존과 PAN(peroxy acetyl nitrate)등의 광화학반응 생성물이 다소 발생할 것으로 추측된다.

4. 비규제 오염물질

대기환경중에는 위에서 언급되지 않은 많

은 종류의 오염물질이 존재한다.

따라서 미국등 각국에서는 이에 대한 평가를 계속하고 있고 이를 제어하기 위하여 배출허용기준항목에 추가시키는 등 꾸준한 노력을 하고 있다.¹⁷⁾

이러한 물질들은 암이나 기타 인체에 대한 유해성으로 계속 독성등에 대한 연구가 되고 있다.

미국에서는 독성대기오염물질을 규제하기 위한 압력이 계속되어 왔지만 '70년부터 20년동안 8물질만이 NESHAPs(National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants)에 규정되는 등 실적이 미약하자 1990년에 개정된 CAA(Clean Air Act)에서 189 종류의 대기오염물질에 대하여 배출원을 조사하여 1994년 11월까지 25%에 대하여, '97년 11월까지 추가 25%에 대하여, 2000년 11월까지 나머지 50%에 대하여 배출허용기준을 제정토록 하고 있다.¹⁸⁾ 이것은 대기오염물질에 대한 새로운 지평을 이루는 작업으로서 평가되어질 수 있을 것으로 판단된다. 한 조사자료에 의하면 1987년 1년동안 미국의 산업시설에서 27억파운드의 독성대기오염물질이 배출되었고 205개의 특정배출시설에서 주위의 시민들에게 1,000명에 한명꼴로 발암위험성을 높혔다는 것이다. 우리나라는 도시지역이나 공업지역에서 예상되는 다양한 종류의 독성대기오염물질이나 유해화학물질에도 불구하고 기초적인 자료마저 미비한 실정이다. 미국의 위와 같은 조치의 배경을 보면 과거 20년동안 수천종류의 유해가능성이 있는 화학물질이 사용되어 왔고 수백가지의 신화학물질이 매년 쏟아져 나왔기 때문이다.

또한 생활쓰레기 및 산업폐기물의 처리과정 특히 소각과정이나 매립지, 또는 하수 및 폐수의 처리과정등에서 발생하는 각종 오염물질이 대기오염형태로 전이될 수 있으므로 각별한 주의를 요한다. 우리나라에서도 시급히 이들에 대한 데이터베이스구축과 함께 오염현황을 파악하고 대책을 강구하여야 할 것이다.

III. 대기오염물질 배출원

대기오염을 개선하기 위한 가장 직접적인 방법은 배출원규제인 것은 두말할 나위가 없다. 그러나 환경관리가 행정적으로 본격적인 가동에 들어간지 10여년이 지났지만 배출원에 대한 데이터베이스와 배출계수에 대한 파악이 미비한 실정이다. 단지 연료의 소비량과 외국의 배출계수에 근거한 일반 규제대상 대기오염물질배출량을 계산하고 있다. 이러한 기초적인 연구는 효율적인 대기오염관리정책의 기본이 될 뿐만 아니라 기술개발의 기초자료가 되므로 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한 일회성의 조사로 그칠 것이 아니라 배출원의 변동이 심하므로 지속적인 조사·관찰이 필요하다. 여기에서는 주요 대기오염배출시설의 개황과 동향등에 대하여 살펴보고자 한다.

1. 난방시설 및 소각시설

대부분의 대기오염물질은 난방 및 소각등에 의한 연소산물로서 배출된다. 따라서 효율적인 연료대책은 대기오염형태를 결정짓는 중요한 요소라고 할 수 있다. Table 1은 최근 도시지역의 주요 에너지원

Table 1. 최근 주요에너지의 사용동향

지역	연료	연도				
		'86	'87	'88	'89	'90
전국	석유류계	109,486	200,419	294,777	333,765	344,241
	휘발유	7,774	9,680	13,615	18,317	23,114
	등유	7,915	8,122	11,087	15,897	24,894
	경유	53,093	59,634	81,534	94,173	93,277
	B-C유	64,304	59,131	94,969	111,178	103,955
	가스류	17,581	21,210	25,921	30,704	35,704
	도시가스	126,000	189,000	322,945	589,479	963,345
	석탄(가정·상업용)	24,250	23,587	22,926	20,054	18,779
서울	석유류계	33,492	34,138	51,558	64,265	64,152
	휘발유	3,273	3,950	7,020	8,737	8,096
	등유	2,036	2,052	3,417	4,895	6,066
	경유	10,640	10,709	18,961	23,966	-
	B-C유	9,582	8,971	11,845	14,866	21,038
	가스류	5,571	6,448	4,406	4,681	9,098
	도시가스	59,996	76,677	154,176	319,989	501,130
	석탄(가정·상업용)	9,108	8,728	8,232	6,791	6,202

단위 : 석유류 : 10³bbi

도시가스 : 10³m³(서울경우 : 주공급지역이 서울인 5개회사 공급량)

석탄 : 10³ton

인 석유, 석탄 및 가스류의 연도별 사용량 경향을 전국과 서울에 대하여 나타낸 것이다.^{15), 16), 19), 20)} 전체 에너지의 사용량은 앞에서 언급한 바와 같이 급격히 늘고 있지만 몇가지 특징이 있다.

LNG의 공급이 '86년 개시된 이래 수도권의 도시가스가 이것으로 공급되기 시작하여 가스연료의 사용규모가 급속히 늘고 있으며 LNG공급망이 전국으로 확대되는 2,000년 가서는 도시가스용의 LNG사용량이 약8배 이상 늘어날 것으로 예상되고 있다.²¹⁾ 이에 반해 연탄소비량은 '85년 이후 급격히 줄고 있다. '80년에 전체가구의 70%가 연탄을 사용하던 것이 '90년에는 55% 그리고 2000년에는 35%로 줄어들 것으로 예상되고 있다. 월별 연탄사용량의 실적을 보면 10~3월 사이에 전체의 약 72%를 사용하여 주로 겨울

철 난방용으로 많이 사용되고 있음을 알 수 있다.

이와 같은 연료사용량과 단순배출계수를 적용한 오염물질별 배출량을 나타내어 보면 Table 2와 같다.²²⁾ 그러나 보다 정확한 배출량을 산정하기 위해서는 국내 연소기기특성과 사용연료에 적합한 배출계수의 파악과 충실한 배출원조사가 선행되어야 한다.

또한 생활쓰레기의 처리가 과거 매립위주 방식에서 소각을 일부 도입함에 따라 대기질의 불가피한 영향을 고려하여야 한다. 서울시내에는 현재 목동의 일일 150톤규모의 소각로 1기가 가동되고 있지만 현재의 계획대로라면 '99년까지 일일 16,500톤의 소각용량을 갖추게 되어 현재 서울시의 연탄사용량과 맞먹는 규모가 되며 전국적으로는 2001년까지 최소 30개소이상의 소각시설이

Table 2. 연도별 오염물질 배출량

단위: 천톤

오염물질	지역	연도		
		'85	'88	'91
아황산가스	전국	1,352	1,401	1,598
	서울	162	177	123
일산화탄소	전국	1,361	1,476	1,760
	서울	450	536	532
탄화수소	전국	137	196	200
	서울	32	45	49
질소산화물	전국	723	876	878
	서울	158	110	127
먼지	전국	342	390	431
	서울	52	55	43

들어설 예정이다.²⁹⁾ 폐기물소각시설은 일반적인 대기오염물질외에 쓰레기의 성상 및 소각조건에 따라서 각종 미량유해물질(Dioxin/Furan, phosgene, PAH, mercury 등)을 포함한 다양한 오염물질이 배출될 수 있다.³⁰⁾ 대부분 소각로의 예상위치가 쓰레기의 발생지와 가깝고 열이용이 용이한 주민거주지역과 인접한 지역에 설치되기 때문에 단순한 대기오염 배출허용기준에의 적합성여부외에 총체적인 도시지역 대기오염에 미칠 영향을 평가하여야 한다. 여기에서는 관련시설의 입지나 용량, 그리고 소각방식 및 대기오염방지시설등이 아직 확정된 상태가 아니기 때문에 더 이상의 검토는 생략하기로 한다.

2. 이동배출원

향후 도시지역 대기오염의 가장 중요한 요인은 자동차 배출가스에 의한 도심지역 대기오염이 될 것이다. 이는 대부분의 선진국 거대도시들이 겪는 바와 같이 일차적인 대기오염물질과 대기중 화학반응에 의한 이차대기오염문제들이다. 우리나라의 자동차에 의한 대기오염의 특징적인 것은 경유를

사용하는 디젤자동차가 어느 나라보다 많은 것과 이들 차량의 과적에 따른 무리한 운행, 지형상 오르막길이 많은 점, 운행자동차의 배기가스관점에서의 정비불량등을 꼽을 수 있다.

앞에서도 언급한 바와 같이 자동차의 등록숫자의 증가는 가히 경이적이다. '80년에 전국에 53만대(서울 21만대)이던 것이 '90년에는 340만대(서울 120만대), 2000년에는 1300만대(서울 340만대)에 이를 것으로 전망된다.³¹⁾ 이중 디젤자동차가 38%에 이르고 있어 선진국의 3%(미국)~15%(일본, 독일)보다 그 비중이 매우 높다. 따라서 외국에서의 디젤자동차 배출가스 방지장치의 기술개발이 상대적으로 늦어지고 있다. 그러나 미국에서 디젤자동차 입자물질규제가 '91년 및 '94년에 각각 강화되어 매연저감장치의 개발이 가속화될 것으로 예상된다. 따라서 국내에서도 이러한 시스템을 조기도입 또는 개발하거나 가스연료(LPG 또는 CNG)나 휘발유등의 연료로 전환하는 것을 현재의 연료가격구조개선등을 통하여 적극 시도하여야 할 것으로 판단된다.

다행히도 우리나라는 '87년도 촉매전환장치를 장착한 자동차를 보급할 수 있었다. 그러나 이 장치들이 보증기간인 80,000km까지 성능을 유지시키는데 대해서는 희의를 나타내는 견해들이 있다. 만약 이들이 열화 또는 결합으로 제성능을 유지하고 있지 못하고 한다면 도시지역의 대기오염문제는 그 해결이 요원하다고 할 수 있다. 이것들을 해결하기 위해서는 매우 강력한 검사/정비(I/M, Inspection/Maintenance)제도의 실시가 불가피하다. 우리나라의 경우 이것을 도모하기 위한 제도적 장치의 하나인 정기검사에서의 배출가스측정검사는 유명무실해진 것 같고 일부의 노상단속에 의존하고 있는 실정이다. 이것을 위한 보다 체계적인 제도정비가 도시지역을 중심으로 이루어져야 하겠고 현재의 정지자동차상태에서의 검사방법의 실효성에 대해서도 연구검토하여 보다 실질적으로 배출가스를 관리할 수 있는 방법들이 강구되어야 하겠다.

3. 각종 배출시설

위에서 언급된 대기오염 배출원외에도 여러가지 형태의 배출시설들이 존재할 수 있다. 현행 대기환경보전법에 의한 대기오염 배출허용기준항목에는 그 물질이 제한되어 있고 그나마 실제 일선 단속차원에서는 매연이나 아황산가스 등 일부 항목에 대해서만이 관리되고 있다. 훈련된 인력의 확보와 고도측정장비의 구매, 활용이 시급히 요청되고 있다. 이는 배출업소의 관리주체가 지방행정부서로 이관된 것과 관련하여 그 필요성이 더욱 높아졌다.

배출시설면에서도 각종 지하철 및 도로공

사장, 하수처리장 및 매립지, 휘발유주유소, 세탁시설 등 일반 및 독성 대기오염물질을 배출할 가능성이 있는 시설이 산재해 있다. 이와 같은 여러 형태의 배출원에 대해서도 기본조사와 방지대책에 대하여 연구검토가 이루어져야 하고 한가지씩 관리영역을 넓혀가야한다. 특히 공개된 장소에서의 쓰레기 등 각종 폐기물의 소각이 아직도 이루어지고 있는데 이는 매연과 벤조(a)피렌 등 발암성물질의 배출가능성이 높으므로 억제하여야 한다.

IV. 대기오염 방지대책

도시지역의 대기오염현상을 개선시키기 위하여 앞의 오염물질별 현상이나 배출원에서도 살펴본 바와 같이 크게 배출원대책과 환경대기질관리로 구분지을 수 있을 것이다. 이 두가지 분야가 유기적으로 연결될 때 합리적이고 효율적인 대기질개선을 기대할 수 있다.

1. 배출원대책

각종 산업 및 상업시설과 주거시설이 혼재해 있는 도시지역의 대기오염배출원의 정확한 데이터베이스(Source Inventory)를 확보하는 것은 물론 쉬운 일이 아니나 이것에 대한 꾸준한 자료축적과 보완은 대기오염정책수립과 평가의 기초가 될 수 있다. 또한 국내실정에 맞는 배출원별 배출계수의 확보도 함께 이루어져야 한다.

그간의 난방연료의 전환에 힘입어 대기중 아황산가스 및 먼지의 농도가 저감되고 있는 것은 오염도자료에서 확인되었으나 전체

에너지사용량의 증가와 자동차 보유대수의 증가등으로 인하여 대기중 질소산화물 및 오존등의 광화학적 산화물의 농도는 환경기준을 육박하거나 일부 초과하는 등 새로운 양상이 일어나고 있다. 따라서 대기오염 배출원대책이나 대기오염물질 배출허용기준의 새로운 각도에서의 검토가 요망되고 있다.

기 설치되어 있는 방지시설의 성능유지도 중요한 문제인데 특히 자동차의 경우 촉매 전환장치의 확고한 성능유지를 위한 강력한 정책수행과 운행자동차의 검사/정비를 위한 획기적인 시스템의 개발이 필요하다.

한편 환경기준을 준수하기 위한 배출허용기준의 적정성문제를 들 수 있는데 도시지역과 같이 배출원이 밀집되어 있는 경우 개별적인 배출원이 배출허용기준을 비록 준수한다고 가정해도 경제규모의 팽창과 에너지사용량의 급증은 대기환경기준의 달성을 어렵게 하고 있다. 따라서 오염부담금제같은 간접규제수단뿐만 아니라 도시계획의 기본단계나 시설의 입지단계에서 보다 강력한 수단의 장구가 대기오염상태, 도시의 여건과 특성에 맞게 이루어져야 할 것이다.

또한 쓰레기소각시설등 새로운 배출원의 도입시는 자체의 배출허용기준의 준수뿐만 아니라 전체 대기질에 미칠 영향을 고려하여야 하고 상승되는 오염물질 배출량을 감소시키기 위해 소요되는 다른 분야에서의 비용도 함께 고려하여야 한다.

2. 환경대기질 관리대책

대기환경의 평가기준으로서 대기환경기준이 가지는 의의는 크다고 할 수 있다. 따라서 현행 환경기준의 적정성 및 강화시기등

에 대하여 그간 논의가 있어 왔다. 이러한 환경기준의 강화도 적절한 시기에 이루어져야 하겠지만 인체건강에 보다 실질적인 기준에 대한 검토도 수행되어야 한다. 즉 인간의 호흡기에 영향을 줄 수 있는 입자크기에 대한 검토(예를 들며 PM10) 및 대기오염물질들의 인체독성과 오염도등에 관한 종합적인 연구로 실제 인체에 대한 위해성평가에서 각 물질에 대한 특정대기유해물질의 규정과 함께 배출허용기준을 신설 또는 강화를 모색할 수 있을 것이다.

사실 과거부터 총량규제에 대한 논란이 있어왔고 법상으로도 이에 대한 근거가 마련되어 있지만 적용되지는 않고 있다. 물론 대기에서의 허용한계에 대해 규정하는 문제가 기상이나 지형적인 영향과 함께 복잡한 양상을 갖고 있지만 수계별 수질관리와 같이 행정구역별 대기오염물질의 관리보다는 배출원이 밀집되어 있는 영향권별 구역을 연구, 설정하고 이 지역에서의 총량규제 등 종합적인 관리대책을 추진하는 것이 보다 실효성있는 대책이 될 수 있을 것이다.

또한 대기오염도, 배출원자료, 기상자료 및 사례등을 종합적으로 펙키지화하여 가능한 대기오염위해수준을 예보하고 시민들에게 대비할 수 있는 서비스의 개발과 주의보, 경보 등 각 위해수준에 대처할 수 있는 시나리오를 작성, 개발하여 만약의 사태에 대비할 수 있어야 한다.

근래에 들어서 제기되고 있는 국제환경문제 또는 지역별 환경협력등에 대해서도 이제는 더이상 방관할 수 없는 것이 우리나라와 같은 국가들의 입장이다. 여러가지 지구환경문제중에서 국가간 산성대기오염물질의

이동문제도 우리나라가 금명간 해결해야 할 문제이다. 산성비 및 산성강하물질의 측정, 인접국가간 오염물질의 흐름에 대해서 미국, 캐나다 및 유럽등지에서 이루어지고 있는 바와 같은 보다 광역적인 연구가 이루어져야 한다. 이를 위해서는 인접 일본, 중국을 포함한 국가들과의 국제협력이 필수적이다. 지구온난화물질 및 오존층 파괴물질에 대한 대책과 연구도 또한 이루어져야 한다.

3. 연구·개발

위에서 살펴본 대기질의 관리와 방지대책을 강구하기 위하여 여러 수준의 기술개발 및 연구가 필요하다. 국제관계에서 기술이전이 계속 거론되고 있지만 실제로 기술의 이전은 현실적으로 어렵다. 설령 이전된다고 하더라도 첨단기술의 확보는 대단히 어렵다. 따라서 보다 경쟁력있는 기술을 보유하기 위해서는 자체개발은 어떻게 보면 필연적이다.²⁰⁾ 그러나 우리나라의 현실은 기초연구 및 방지기술개발을 동시에 추진해야하는 어려움이 있다.

국내외적으로 환경기술은 과거와 같이 기업이 허비해 버리는 부분이 아니라 새로운 생산성을 확보할 수 있고 환경관련 상품의 개발이나 방지장치산업분야가 매년 확장되는 등 미래의 산업분야로 부상하고 있다. 따라서 정부에서의 관련분야 개발을 위한 지원뿐만 아니라 기업에서의 과감한 투자가 요망되기도 한다.

최근 환경공학기술개발의 국가적 추진을 위한 기획이 이루어진 바 있는데 여기에서의 대기오염방지관련과제로 배연탈황장치개발, 집진기술개발, 연료탈황기술, 측정기기개

발 등이 제시되어 추진되고 있다.²⁰⁾ 환경개선중기종합계획에서도 기술개발에 대한 정부의 의지가 나타나고 있는데 '92~'96년간 동안 2,134억의 환경과학기술개발투자를 계획하고 있고 이중 상당부분 대기오염방지 기술개발에의 활용이 가능할 것으로 보인다.²⁰⁾ 이러한 계획은 위의 기획과제들에 대한 기업들의 참여도 정도에 따라 더 활발해질 수 있을 것이며 더 성공적일 수 있다. 이러한 가시적인 기술개발외에도 기초기술연구를 위한 부분도 있지만 하드웨어적인 방지 기술을 실제에 있어서 더 효율적으로 하기 위한 소프트웨어적인 연구개발도 이제는 더욱 관심과 투자를 할 때이다. 산업체, 대학, 연구소의 유기적 협력관계가 어느 때보다 필요하고 외국 연구주체들과의 과감한 공동연구도 경우에 따라서는 연구성과를 앞당길 수가 있을 것이다.

V. 결 론

일반적으로 대기오염물질이라고 하면 바람에 의해 확산되어 버리거나 빗물에 의해 씻겨 버리는 것이라고 쉽게 생각할 수가 있다. 그러나 근래에 도시지역을 중심으로 일어나고 있는 대기오염현상은 이러한 자연적인 정화한계를 넘어서 인체에 심각한 위해를 줄 수 있는 단계에 이르렀고 오염의 양상도 최근들어 변하고 있다. 또한 대기오염물질과 관련한 국제적인 논의와 공동대처방안도 강구되고 있다.

과거 연료전환정책에 의해 일차적인 오염물질농도의 개선은 관찰되고 있으나 이차 대기오염물질에 의한 오염도는 증가추세에

있다. 이러한 오염현상에 의한 건강피해를 보다 실질적으로 줄이기 위해서는 배출원자료의 확보와 광역적인 종합대기관리대책, 각종 방지장치의 개발, 자동차등의 대기오염방지장치 성능유지방안대책 및 다양한 미량유해물질의 배출원에 대한 대책등이 강구되어야 한다.

이를 위해서 정부차원의 대책 및 부처간의 협조, 기업의 방지시설설치 및 적정가동에 대한 투자, 연구주체간의 유기적 협력하의 기술개발과 정부지원등이 더욱 중요시되는 시점에 와 있다고 할 수 있다.

참고문헌

- 1) 한국환경연감, 제3호, 환경처, 1990
- 2) 윤순창, 대기환경기준개정에 관한 공청회자료집, 한국환경과학연구협의회, 1992.5
- 3) 김건열, 대기오염과 건강위해, 정행사, 1991
- 4) K. Wark & C.F. Warner, Air Pollution-Its Origin and Control, 2nd ed., Harper & Row, 1981
- 5) 박일수 등, 대기보전학회지, 제7권, 96-104, 1991
- 6) 박일수 등, 대기보전학회지, 제7권, 105-113, 1991
- 7) 송동용 등, 대기보전학회지, 제7권, 23-30, 1991
- 8) 한의정 등, 국립환경연구원보, 제13권, 99-112, 1991
- 9) 이민희 등, 국립환경연구소보, 제7권, 45-61, 1985
- 10) S. Calvert et al., Handbook of Air Pollution Technology, John-Wiley & Sons, 43-63, 1984
- 11) 정용승, 대도시 광화학스모그에 관한 연구, 한국환경과학연구협의회, 1991
- 12) 김희강, 환경보전, 제14권, 16-18, 1992
- 13) 문성의 등, 제12회 대기보전학술연구발표회 요지집, 한국대기보전학회, 53-57, 1991.5
- 14) 환경백서, 환경처, 1990
- 15) 석유연보, 대한석유협회, 1991
- 16) 에너지통계연보, 동력자원부, 1991
- 17) 동종인, 대기오염과 방지기술, 신광출판사, 1987
- 18) The Clean Air Amendments, BNA's Comprehensive Analysis of the New Law, The Bureau of National Affairs, 1991
- 19) 도시가스사업편람, 한국도시가스협회, 1991
- 20) 연탄소비실태 조사보고, 대한석탄협회, 1991
- 21) 나진균, 동종인 등, 도시지역 대기질개선에 관한 연구(), 국립환경연구원, 1991
- 22) 대기오염물질배출량, 환경처, 1992
- 23) 도갑수, 도시폐기물 소각처리기술 세미나, 서울특별시, 1992. 8
- 24) 總合大氣環境保全對策檢討調查, 日本産業機械工業會, 1985. 3
- 25) 조강래, 제20회 세계환경의 날 기념 국제세미나-대기오염저감을 위한 주요 과제와 대책, 국립환경연구원, 1992. 6
- 26) 신현국, 환경기술개발정책방향, 환경처,

1992. 6
- 27) 환경공학기술개발 연구기획, 국립환경
연구원, 1992. 4
- 28) 환경개선증기종합계획 1992-1996, 환경
처, 1992