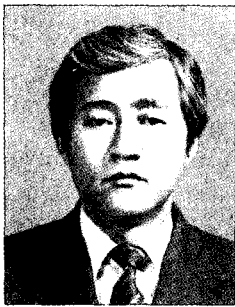


# 스모그현상의 국내실태

## 1. 머리말

스모그현상은, 과거에 세계적으로 크게 문제되었던 대기오염사건에 의하여 두 종류로 분류한다. 한가지는 주로 겨울철에 석탄 등의 연소에 의하여 대기중으로 배출된 아황산가스가 대기중에서 여러가지의 화학반응을 거쳐 생성되는 황산 및 황산염의 입자로 인해서 일어나는 겨울철의 스모그현상(런던형 스모그 현상)이다. 다른 한가지는 여름철의 일사가 강한 낮시간에 주로 자동차에서 배출된 질소화물과 비메탄계 탄화수소의 광화학반응에 의하여 생성되는 광화학스모그(로스엔젤스형 스모그)현상이다.

여름이나 겨울에 주로 많이 발생하는 스모그현상은 위에서와 같이, 대기 중에서 가스상의 오염물질이 화학반응을 거쳐 만들어진 유기 또는 무기의 입자상물질 때문에 일어나게 된다. 그런데 대기중에서 가스상물질의 화학반응으로 생성된 입자는 직경이 1~2 $\mu$ m 이하의 미세입자에 속한다. 미세입자는 크기가 작은 반면에 비표면적이 커서 태양빛을 차단 또는 산란시키는 효과가 커서 스모그현상이



김희강/ 건국대 환경공학과 교수

일어나면 가시거리가 단축되어 희뿌연게 보이는 상태가 된다. 이것은 스모그현상시에 미세입자의 농도가 많아지기 때문이다.

스모그현상은 미세입자를 만드는 가스상 오염물질 즉 아황산가스, 질소산화물 및 비메탄계 탄화수소의 농도에 따라 크게 좌우되지만, 중요한 스모그의 요인으로서 기상조건을 뺄 수 없다. 즉 스모그현상은 일반적으로 정체된 고기압권에서 많이 일어난다. 따라서 바람이 강하게 불면 오염물질의 희석 및 이동현상에 의하여 오염물질의 농도가 낮아지고 스모그의 원인물질도 적게 생성되어 가시거리를 단축시키는 일이 적어진다.

겨울철 스모그의 주요한 원인물질중의 하나인 황산 및 황산염 입자를 만드는 아황산가스는 주로 석탄, 중유 및 디젤유의 연소에 의하여 대기중으로 배출된다. 환경청이 신설된 1980년에 서울에서 측정된 아황산가스의 농도는 연평균환경기준치인 0.05ppm을 크게 웃도는 0.094ppm을 기록했다. 그 이후 여러가지의 아황산가스농도 저감정책에 의하여 매년 조금씩 감소하고 있으나 11년 후인 1990년에도 아황산가스의 농도는 0.051ppm으로 연평균 기준치를 상회하고 있다. 이 아황산가스의 농도는 난방용 연료의 사용이 많은 겨울철에 매우 높게 나타난다. 1990년의 계절별 농도를 보면, 봄에 0.049ppm, 여름에 0.019ppm, 가을에 0.047ppm, 겨울에 0.088ppm으로 여름에 가장 낮고 겨울에는 여름철의 약 5배나 높은 농도를 보인다. 이와같이 높은 아황산가스의 농도는 분진중의 황산염의 농도를 높게 한다. 그림1은 1986년 5월부터 1989년 3월까지의 사이에 측정된 서울(건국대 공대 옥상)에서의 분진중의 황산염 및 기타 성분의 평균농도를 같은 시기에 측정된 동경에서의 값과 비교한 것으로 황산염의 농도를 서울이 동경보다 2배 이상 높게 나타남을 알 수 있다. 그리고 분진중의 황산염의 점유율은 약9%이며 이 농도는 계절별로 보면, 봄, 여름, 가을 및 겨울에 각각  $12.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $12.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $15.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  및  $20.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 겨울철이 여름철보다 약 1.7배 높아 분진중의 황산염은 난방연료의 연소에 크게 영향을 받는 것으로 생각된다.

또한, 디젤자동차 및 중유의 연소에 의하여 배출

되는 매연입자는 일반적으로 미세입자에 속하며, 서울의 분진농도가  $177\mu\text{g}/\text{m}^3$ 일 때 이 중 15%에 해당되는 약  $27\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 매연의 주성분인 원소상 탄소성분으로 이루어져 있다. 원소상 탄소입자의 계절별 농도를 보면 여름에 약  $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이나 겨울에는  $32\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 겨울철이 여름철보다 약 1.7배나 높다. 매연입자는 검은 색을 띠고 있어 태양빛을 잘 흡수하여 가시거리를 크게 단축시키는 역할을 할 뿐만 아니라 아황산가스를 황산염으로 만드는 촉매역할도 하기 때문에 겨울철 스모그현상의 주요한 원인물질이 된다.

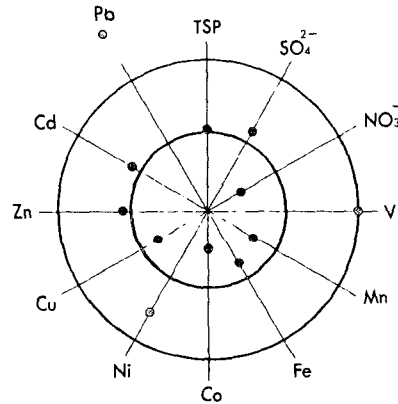
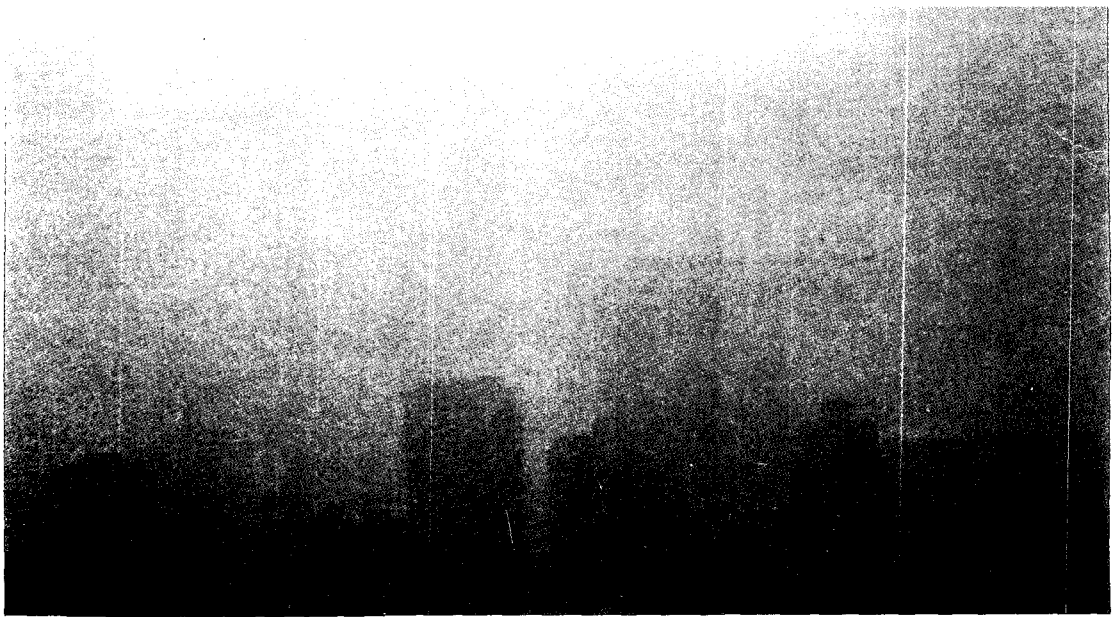


그림 1. 서울과 동경의 분진성분 농도의 비교 (1986.5~1989.3)  
(내부의 원은 동경에서의 성분농도의 2배, 외부의 원은 4배를 나타냄)

위에서 언급된 바와같이 황산염과 원소상 탄소입자의 농도를 합하면 겨울철에 무려  $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ 나 되어, 분진의 연평균기준치인  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 비교할 때 그 농도가 매우 높음을 알 수 있다.

이와같이 겨울철에 아황산가스의 배출량이 많아 높은 대기농도를 나타내고 있는데 여기에는 기상의 영향도 크다. 서울의 연평균 풍속은 약 2.4m/s로 매우 약한 풍속을 보이며 무풍상태에 가까운 1m/s 이하인 풍속의 발생빈도가 약 21%를 차지하여 대기오염물질의 이동이 이루어지지 않고 정체되기 때문에 스모그현상이 자주 일어나게 된다.

일본의 대도시의 경우에는 1960년대 이후의 급속한 경제발전으로 1960년대 말에서 1970년대 초까지 심한 겨울철 스모그현상을 나타냈다. 스스로 공해선진국이라고 할 만큼 각종 공해에 시달렸던 일본의 대표적인 중공업지역인 가와사끼시에서 아



황산가스의 년평균농도는 1968년의 0.07ppm을 최고치로 하여 1970년에 0.05ppm으로 낮아졌다. 이후에 계속된 연료의 탈황, 연료의 전환, 총량규제의 실시 및 시민의 공해에 대한 인식제고 등으로 아황산가스의 농도는 급격히 감소하여 1975년 이후에는 0.02ppm 이하의 낮은 농도를 계속 유지하고 있다.

여름철 광화학스모그의 지표성분인 오존의 농도를 서울시가 1985년 12월 부터 1987년 11월 까지 측정된 자료에 의하면, 년평균기준치인 0.02ppm을 초과한 회수는 85~86년 사이에 약 2,000회로 8.3%의 초과율을 보였으나 86~87년 사이에는 약 12,000회로 초과회수가 급증하고 초과율도 약 20%에 육박하는 높은 농도를 나타냈다. 또한 1시간평균치인 0.1ppm을 초과한 회수는 85~86년 사이의 44회(초과율 0.18%)에서 86~87년에는 477회(초과율 0.71%)로 1년 동안에 무려 11배나 증가하였다.

서울의 차량은 87년에 약 63만대이었으나 90년에는 약 2배로 증가되는 등 자동차의 증가율이 매우 크기 때문에 앞으로 고농도 오존의 출현빈도는 더욱 높아질 것으로 예상된다.

일본에서의 광화학스모그는 1970년 8월에 동경에서 발생되기 시작하여 사회문제가 된 후, 광화학옥시던트주의보(광화학옥시던트-오존-의 농도의 1시간 평균치가 0.12ppm 이상으로 기상조건에 의하여 이 상태가 계속될 것으로 예상되는 경우에 발령함)를 발령한 일수는 1973년에 전국에서 328일

을 최고로 하여 계속 감소추세에 있다. 동경지역의 경우, 1980년 부터 1984년 사이에 주의보 발령회수는 214회를 기록하고 있다. 일본의 광화학옥시던트주의보의 발령기준농도는 우리나라의 1시간평균 기준치보다 0.02ppm이 높기 때문에 서로 직접 비교 하기는 어려우나, 서울에서 1시간 평균치의 초과일수는 결코 적은 것으로 보기 어렵다.

### 3. 결 론

우리나라에서 오염도가 가장 높은 수도권 지역(서울과 경기지역)은 전인구의 약 40%를 점유하고 있고 사업활동도 활발하여 오염물질의 배출량도 매우 높다. 겨울철 스모그물질의 원인이 되는 아황산가스의 배출량은 전국 배출량의 약 25%이며, 여름철 광화학스모그물질의 원인물질인 질소산화물이 약 30%, 탄화수소 약 40%를 국토면적의 12%정도의 좁은 면적에서 배출하고 있다. 이러한 오염물질의 배출원은 주로 서울의 서쪽인 서해안에 위치해 있기 때문에 우리나라의 주풍향인 북서풍에 의하여 서울로 유입된다고 생각된다. 여기에 기상조건 대기오염물질의 희석 및 이동에 매우 불리한 위치에 있어 스모그현상이 빈발할 수 있는 좋지 않은 여건을 갖고 있다. 따라서 성공적으로 환경개선이 이루어지고 있는 외국의 환경정책과 의지 및 국민의 참여 등에 관하여 더욱 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.