

도시 대기오염 개선을 위한 제언

(자동차 공해를 중심으로)

On the Strategies of Air Quality Improvement in Urban Area
- Focussed on the Motor Vehicle Emissions -

趙 康 來*
Cho, Kang Rae

1. 머리말

그 동안 정부의 꾸준한 대기오염 저감 대책에 힘입어 아황산가스, 먼지, 일산화탄소와 같은 대기오염은 크게 개선되었으나 아직도 계절에 관계 없이 나타나는 심한 시정장애 현상은 시민들의 대기오염에 관한 불안을 가중시키고 있다.

대도시의 시정장애 현상에 관한 정확한 요인은 과학적으로 밝혀내지 못하고 있기 때문에 아황산가스 및 먼지오염도의 감소와 시정장애 현상의 악화 사이의 관계를 설명하기는 어려우나 대기 전문가들의 일반적인 견해는 대기중에 존재하는 미세한 먼지가 수분을 응축시키는 핵의 역할을 하여 대기중 에어로졸 농도가 증가하므로써 일어나는 현상으로 보고 있다.

대기중 미세먼지는 각종 연소시설에서 발생하는 입자상물질과 대기중에서 2차반응에 의하여 생성되는 과산화물(옥시단트)에 의하여 아황산가스나 질소산화물이 산화되어 생성되는 황산염이나 질산염이 주가 될 것이라고 보고 있다.

이와 같은 시정장애 현상을 감소시키기 위한 대책으로 무엇보다 중요한 것은 미세먼지의 발생을 억제하고 대기중 2차 반응에 의하여

생성되는 광화학 옥시단트의 생성 원인 물질인 질소산화물과 탄화수소의 발생을 줄여나가야 할 것이다.

여기서는 대도시 대기오염의 주범으로 등장한 자동차 배출가스에 의한 대기오염 현황과 전망을 살펴보고 대기오염을 개선하기 위한 자동차 배출가스 저감 대책에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 도시 대기오염 현황과 전망

도시 대기오염 물질은 아황산가스(SO₂), 부유먼지(TSP), 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC), 질소산화물(NO_x) 및 옥시단트(O₃)이다. 이들 오염물질은 각종 산업공정, 난방, 발전소와 같은 고정배출원과 자동차, 기차, 선박, 비행기와 같은 이동 배출원에서 배출된다.

이러한 오염물질은 배출원에서 직접 대기중에 배출되어 대기를 오염시키기도 하고 대기중에서 물리, 화학적인 반응을 일으켜 2차 오염물질을 생성시켜 대기를 오염시키기도 한다.

특히 NO_x와 HC는 대기중에서 햇빛과 반응하여 광화학옥시단트인 오존(O₃), 알데히드(RCHO) 및 팬(PAN)과 같은 과산화물을 생성시켜 대기질을 악화시키고 인체 뿐만 아니라 식물 및 재산에 큰 피해를 주기도 한다.

우리나라는 그간 꾸준한 대기오염 저감대책

* 대기관리기술사, 국립환경연구원 자동차공해연구소장

을 추진하여 SO₂, 부유먼지 및 CO에 의한 대기오염은 크게 개선되고 있으나 NO₂ 및 오존과 같은 일부 오염물질에 의한 대기오염은 계속 증가하고 있는 실정이다. 이들 오염물질은 아직 환경기준을 크게 초과하고 있지 않다고는 하나 최근 자동차의 급격한 증가와 연료사용량의 증가로 오염물질 배출량이 계속증가하고 있기 때문에 대기중 광화학 반응에 의한 오존농도의 증가로 광화학 스모그의 발생이 우려되고 있다.

대기오염 농도가 환경기준치를 만족하고 있음에도 불구하고 계절에 관계없이 늘 나타나는 뿌옇게 보이는 시정 악화현상은 시민들로 하여금 대기오염에 대한 불안감을 갖게하고 정부의 대기오염도 발표에 대한 불신을 초래하기도 한다.

대도시의 하늘이 뿌옇게 흐려 가까운 거리도 잘 보이지 않게 하는 시정장애 현상은 미국, 일본 등 선진국에서 50년대부터 경험했던 바이며 특히 50년대 초에 있었던 미국의 로스앤젤레스시의 스모그 사건과 70년대 초에 있었던 동경시의 스모그 사건은 우리들에게 좋은 교훈을 안겨주었던 대기오염 사건들이다.

오늘날 동경과 로스앤젤레스시는 서울보다 훨씬 깨끗한 도시로 탈바꿈 하였으며 70년대에는 동경타워에서 잘보이지 않았던 후지산이 오늘날에는 뚜렷이 보이게 되었다고 일본 사람들은 자랑한다.

그러나 이들 선진국에서도 SO₂, 먼지 및 CO에의 대해서는 대기오염이 크게 개선되었으나

아직도 오존에 대한 대기오염도는 환경기준치를 초과하는 등 대기오염이 문제되어 지속적인 대책을 마련하고 있는 실정이다.

특히 O₃에 대한 오염은 연소시설에서 주로 배출되는 NO_x 및 HC가 대기중에서 2차오염을 일으켜 발생하기 때문에 NO_x 및 HC 저감대책에 많은 노력을 기울이고 있다.

이러한 대책중의 하나가 자동차 배출가스 대책이며 특히 미국에서는 '92년 대기청정법을 개정하여 엄격한 자동차 배출가스 규제를 하므로써 자동차 배출가스에 의한 대기오염을 획기적으로 개선하고자 하고 있다.

우리나라의 대기오염의 주요원인은 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 수송기관이 차지하는 비율이 가장 크며 특히 서울에 있어서는 전체 대기오염물질중 62%가 자동차에서 33%가 난방에서 배출되어 자동차가 대도시 대기오염의 주범임을 알 수 있다.

자동차에 의한 대기오염 물질 배출량을 차종별로 나타내면 그림 2와 같다. 그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이 전국에서는 트럭에 의한 기여율이 45%로서 가장 높으며 다음이 승용차, 버스 및 택시순이다. 그러나 서울에 있어서는 승용차의 기여율이 42%로서 가장 높고 다음이 트럭, 버스, 택시 순이다. 오염물질별로 보면 CO 및 HC는 승용차 및 택시에서 많이 배출하고 NO_x와 입자상물질(PM)은 경유를 사용하는 버스 및 트럭에서 많이 배출하고 있다.

광화학 스모그의 원인물질인 NO_x의 차종별 기여율을 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 볼

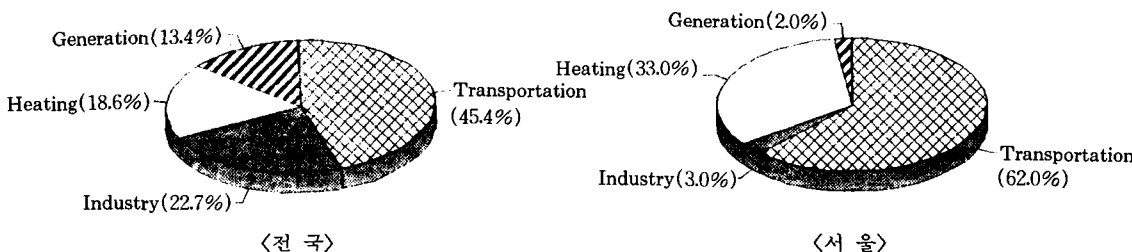


그림 1. 배출원별 대기오염 기여율(1992년)

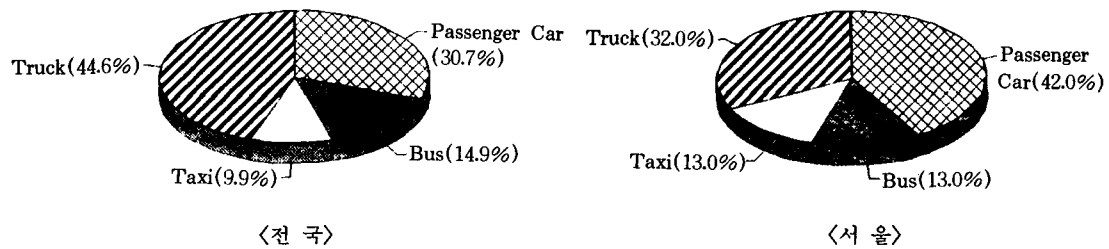


그림 2. 대기오염물질의 차종별 배출 기여율

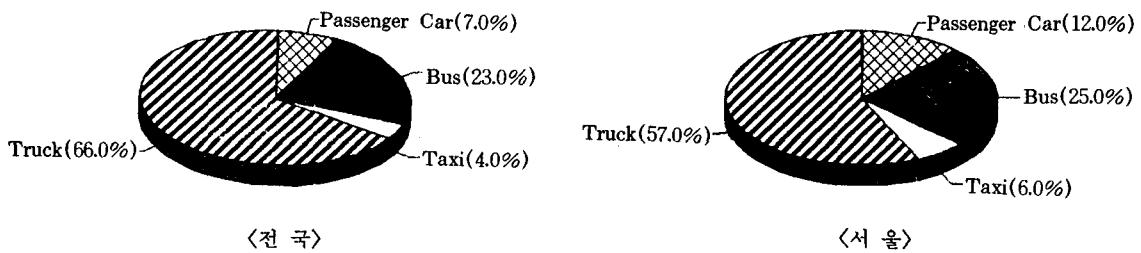


그림 3. NOx의 차종별 기여율

수 있는 바와 같이 NO_x는 트럭이 66%(서울 57%), 버스가 23%(서울 25%)를 배출하고 있어 NO_x의 주배출원은 경유자동차임을 알 수 있다.

전체자동차의 66%(서울 75%)를 차지하고 있는 휘발유 승용차 및 LPG 택시로부터 전체 오염물질의 41%(서울 55%), 질소산화물의 11%(서울 18%)밖에 배출하지 않고 있는 이유는 휘발유 및 LPG 자동차의 엄격한 배출가스 규제에 오염물질 배출량이 현저히 저감되었기 때문이며 전체자동차 보유대수의 34%(서울 25%)를 차지하고 있는 경유자동차는 아직 규제가 많이 완화되어 있을 뿐만 아니라 우리나라의 경유자동차 배출가스 방지기술은 선진국에 비하여 많이 낙후되어 있어 오염물질이 많이 배출되기 때문이다.

1990년 우리나라의 자동차 등록대수는 3,395천대(서울 1,194천대)였으나 1993년에는 6,274천대(서울 1,751천대)대로 증가되어 연간 20% 이상의 증가율을 나타내고 있으며 이대로 증가

한다면 2000년에는 전국에 14,000천대(서울 3,400천대)가 등록될 것으로 전망되어 자동차에 의한 오염물질 배출량도 계속 증가되어 대기가 더욱 악화될 전망이다. 그림 4에 1990년 이후 전국 및 서울에 있어서 자동차에서 배출되는 주요 오염물질의 연도별 배출량의 증가 추세를 나타내었다.

그림에서 볼 수 있는 바와 같이 CO와 HC는 감소하거나 거의 증가하지 않는 반면 NO_x와 입자상물질 (PM)은 계속증가하고 있음을 알 수 있다. 즉 전국에 있어서 '90년대비 2000년에 가서는 CO 6%, HC 3%, NO_x 79% 및 PM 81% 증가될 것으로 전망되며 서울에 있어서는 CO 26%, HC 16%가 감소될 것이며 NO_x 34%, PM 43%가 증가될 것으로 전망된다.

이와 같은 증가추세는 현재 대기오염에 있어서 개선 추세에 있는 CO는 2000년에 가서도 크게 문제되지 않을 것이나 광화학 스모그와 밀접한 관계가 있는 NO_x에 있어서는 계속 증가하고 있기 때문에 2000년에는 O₃ 및 NO₂의

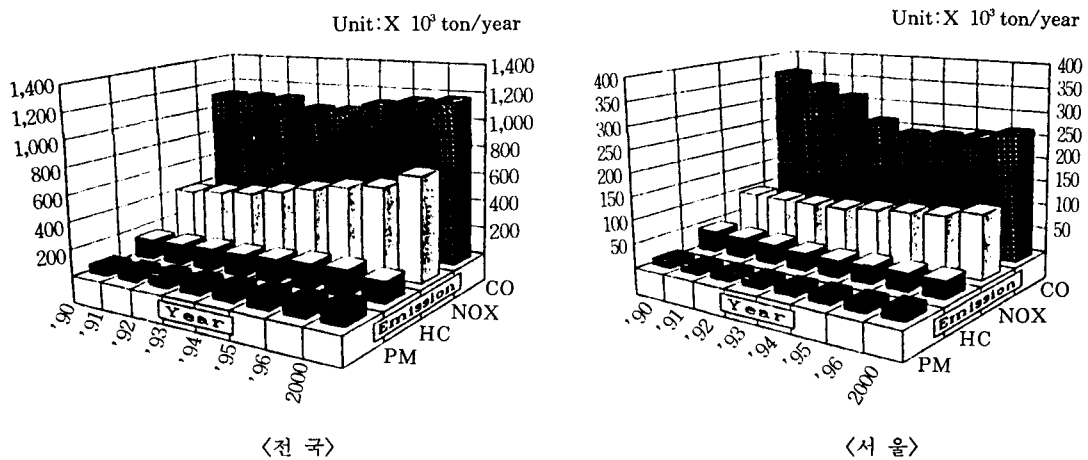


그림 4. 년도별 자동차에 의한 오염물질 배출량 변화 추이

대기오염도가 더욱 악화될 전망이다. 특히 경유자동차가 주범인 입자상물질은 대기중 총 부유먼지에 미치는 기여율은 그렇게 높지 않으나 경유자동차의 입자상 물질은 입경이 0.1~0.3 μm 로서 아주 작고 가볍기 때문에 대기중에 오랫동안 떠돌아 다니며 인체에 흡입되어 많은 피해를 줄 수 있다. 경유자동차의 입자상물질 중에는 벤조피렌과 같은 발암물질을 포함하여 많은 종류의 독성 화학물질을 함유하고 있으며 다른 입자상 물질 보다 검고 기름기가 있기 때문에 재산을 쉽게 오염시키고 빛을 흡수하거나 산란시키는 정도가 커서 시정장애 기여율이 높다. 이러한 경유자동차 입자상 물질은 90년이 후 계속 증가가 예상되므로 이에 의한 대기오염 피해는 계속될 전망이다.

3. 대기오염 개선 대책

3.1 규제 강화와 기술 개발

세계 주요국의 휘발유 승용차 및 대형 경유자동차의 배출가스 규제 강화 추세를 그림 5 및 그림 6에 나타내었다.

그림 5에서 볼 수 있는 바와 같이 우리나라의 휘발유 자동차에 있어서는 현재 선진국 수

준으로 엄격한 배출가스 규제를 하고 있다.

그러나 경유 자동차에 있어서는 그림 6에서 볼 수 있는 바와 같이 선진국에 비하여 많이 완화되어 있다. 우리나라는 1984년에 경유자동차 배출가스 규제를 실시한 이래 '88년과 '93에 규제 강화를 하였으며 앞으로 '96년과 2000년에 단계적인 규제 강화를 예시하고 있다. '96년 규제는 미국의 '88년 규제 수준이며 2000년의 규제는 미국의 '91년 규제 수준으로서 많이 완화되어 있다.

현재 미국에서 적용하고 있는 시내버스 및 트럭의 배출가스 규제를 만족시키기 위한 기술은 이미 양산단계의 기술로서 미국을 비롯한 일본, 독일 등 선진국가들은 이러한 기술을 이미 확보하고 있는 실정이다.

우리나라의 '96년 규제(11NO_x/0.9PM)를 만족시키기 위해서는 연소실개선, 흡·배기계 개선, 연료분사계 개선, 터보차저 및 인터쿨러 사용 등의 기술이 적용되어야 하며 2000년의 규제(6.0NO_x/0.25PM)를 만족시키기 위해서는 '96년 적용기술 이외에 연료의 고압분사, 연료분사량 및 분사시기의 전자화, 저황경유(0.5% 이하) 공급, 윤활유 대책 및 산화촉매기술이 적용되어야 할 것이다. 또한 시내버스에 있

어서는 입자상물질 여과장치의 부착도 고려하여야 할 것으로 본다.

이러한 기술을 개발하기 위해서는 정부 차원의 적극적인 지원과 자동차 제작사 및 부품 회사의 적극적인 참여가 있어야 하겠고, 현재 추진중인 국가 선도기술 개발사업(G-7 과제)의 연구비를 확충하여 2000년의 규제를 재검토하여 보다 빠른 기안내에 선진국의 수준으로 기준을 강화함으로써 국내의 도시 대기오염을 개선함과 아울러 그린라운드에 대비해 나가야 할 것이다.

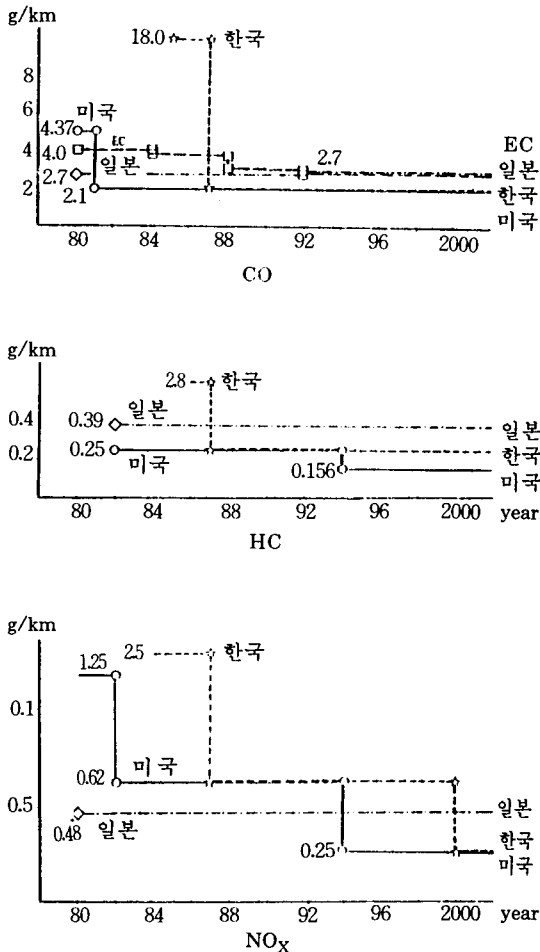


그림 5. 세계주요국의 휘발유 승용차 배출가스 규제 추이

3.2 연료 품질의 고급화

자동차의 연료는 오염물질 배출량과 밀접한 관계가 있다. 경유 자동차에 있어서도 경유의 세탄가, 90% 유출온도, 방향족 탄화수소 함유량 및 황함유량은 NO_x 및 입자상 물질 배출량과 직접적인 관계가 있는 것들이다. 이 중에서도 특히 황함유량은 경유자동차의 저공해화와 함께 반드시 규제하여야 할 사항으로서 2000년의 규제를 위해서는 황함유량을 0.05% 이하로 규제하여야 한다.

3.3 운행차 배출가스 정기검사 제도의 정착

아무리 오염물질이 적게 배출하는 자동차를 제작 판매한다 하더라도 사용자가 제대로 관리를 하지 않거나 장기간 사용하게 되면 오염물

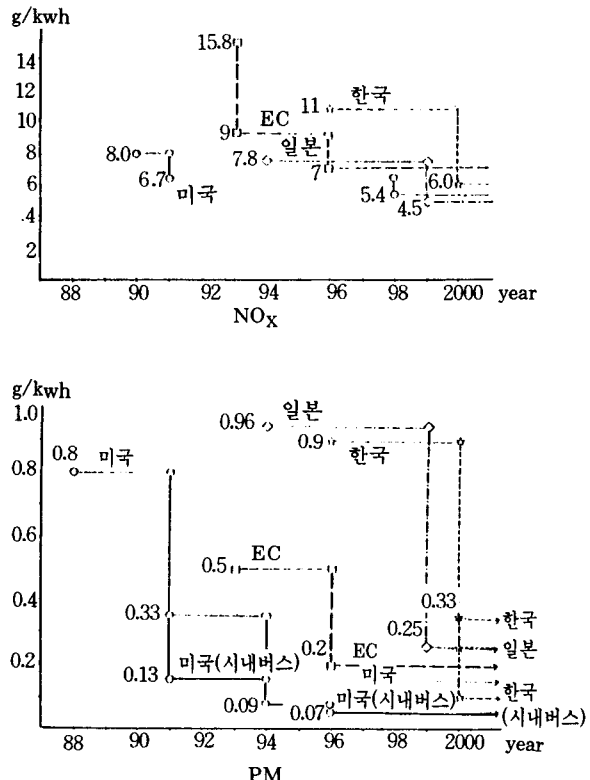


그림 6. 세계주요국의 경유 중량자동차 배출가스 규제 추이

질이 많이 배출되게 된다. 우리나라의 휘발유 자동차는 배출가스 관련 성능 보증기간을 8만 km 또는 5년으로 정하고 있다. 즉 이 기간까지는 배출가스가 제작차 배출가스 허용기준을 만족시켜야 한다는 것이다. 자동차는 제작사에서 제시한 정비·점검 지침에 따라 자격을 구비한 정비 업체에서 정기적으로 정비·점검을 하여야 한다. 운행중인 자동차의 오염물질 배출상태를 확인하기 위하여 노상단속과 정기검사를 실시하고 있다. 특히 정기 검사는 일정기간마다 모든 자동차에 대하여 실시하는 검사이므로 이 과정에서 오염물질 과다 배출 자동차를 가려내고 정비토록 하여야 한다. 그러나 현재 우리나라에서 실시하고 있는 정기검사 제도는 안전위주이며 배출가스 검사는 보완되어야 할 사항이 많다고 본다.

3.4 교통 체계 개선

교통정체는 귀한 시간을 도로에서 보낼뿐만 아니라 연료 소비를 증가시키고 오염물질을 많이 배출하게 한다. 그러므로 신호 체계의 개선과 도로 정비 등을 통하여 교통의 흐름을 원활히 하고 버스노선의 합리화 및 화물운송 체계를 개선하여 교통량을 감소시켜야 할 것이다.

3.5 시민 의식 전환을 위한 교육 홍보

자동차는 규정된 적재량과 승차 인원을 실고

규정된 속도로 운행하여야 한다. 과적 및 과속과 급가감속 및 과속운전은 연료 소비량의 증가는 물론 오염물질이 많이 배출된다.

우리 시민들은 이러한 사항을 잘 알고 있으면서도 습관에 의해서 또는 금전적인 문제와 관련하여 실천하지 않는 경우가 많다.

이러한 사항은 각종 홍보 매체를 통한 반복적인 교육, 홍보를 통하여 개선해 나가야 할 것이다.

4. 결 론

그간 꾸준히 추진되어 왔던 아황산가스 및 먼지의 저감 대책에 힘입어 이들 오염물질의 대기오염도는 크게 개선되고 있으며 앞으로 점차 개선될 전망이다.

그러나 자동차의 급격한 증가는 교통정체를 야기하였고 이로 인한 오염물질의 배출은 가중되어 오늘날 자동차는 도시대기오염의 주범으로 등장하게 되었으며 앞으로 자동차의 대기오염 기여율은 점차 증가될 전망이다.

자동차중 특히 경유자동차에서 배출되는 입자상 물질과 질소산화물은 대도시 시정장애 현상과 밀접한 관계가 있다고 사료되는바 이들 오염물질의 저감을 위한 기술개발은 물론 제반 저감 대책을 적극적으로 추진해 나가야 할 것이다.