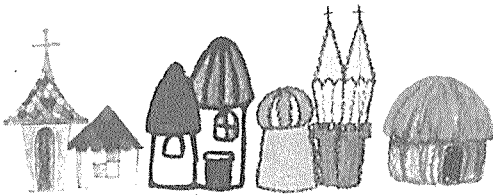


자동차와 환경



이 자료는 지난해 11월 13~14일 스위스 제네바에서 열린 「자동차산업과 환경」 주제의 국제세미나에서 발표된 내용으로 자동차회보 4월호에서 전재한 것임

〈편집자註〉

I. 머리말

전 세계에서 자동차의 사용량은 괄목하게 증가해 왔다. 오늘날 세계의 자동차수는 4억대를 넘어섰고 40년 단위로 10배 가량 증가하고 있다.

세계 곳곳에 있어서 산업화된 주요지역은 자동차 증가로 인한 심각한 문제에 시달리고 있다는 것이 바로 그 결과로 나타나고 있다. 이 문제들을 해결하기 위해 북아메리카, 유럽, 일본은 주목할만한 자동차 공해 억제 프로그램을 발전시켜 왔다. 이 프로그램은 휘발유 엔진자동차의 공해방지 기술에 있어 획기적인 진전을 보았다. 오늘날에는 디젤엔진을 장착한 자동차나 트럭에 대해서도 그것과 비슷한 기술들이 집중적으로 개발되고 있으며 그에 대한 확실한 돌파구가 디젤 자동차들의 생산과정에 그 모습을 드러내려 하고 있다.

그러나 시간이 경과할수록 자동차가 운행한 킬로미터당 배기량의 감소 효과는 자동차의 절대수 증가의 의해 상쇄되고 만다. 이 연구보고의 목적은 오늘날 대기오염 문제의 여러 양상 가운데 한 원인이 되는 자동차에 대해 작금의 중요성을 개괄하고 이 대기오염의 주범인 자동차의 역효과를 고찰하며 그 개선점을 찾기 위해 추진중인 여러가지 노력들을 제점

검하는 데 있다. 자동차와 그 배기가스에 있어서의 현추세에 관한 분석작업이 본 보고서에서 이루어질 것이다. 이는 만일 환경에 대한 관심들이 언급되어야 한다면 많은 배기가스와 연료절약을 위한 대책이 앞으로 필요하게 될 것이라는 사실을 보여주기 위한 것이다.

II. 대기오염과 관련된 자동차에 의한 환경 역효과

자동차, 트럭, 버스들은 상당한 양의 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 분진과 납을 배출한다. 이 오염물질들은 건강을 해치고, 식물들을 고사시키며 인간의 정상적인 삶을 방해한다. 특별히 건강에 대해서만 살펴보다라도 그 영향은 노인층이나 유아층에서 더 뚜렷이 나타나는데 그들은 통상적으로 그런 오염물질에 대한 저항력이 약한 층들이다.

대기오염에는 많은 원인이 있지만 자동차는 특히 심각한 것으로 손꼽혀 왔다. 대체로 이는 도시지역에서 넘쳐나는 많은 수의 자동차와 그것들이 내뿜는 오염물질의 절대량 때문이다. 자동차들의 오염물질을 사람들이 숨쉬는 지역에서 매우 가까운 곳에 내뿜는다는 사실 때문에 문제는 복잡해진다.

최근까지도 대부분의 대기오염 문제는 사실상 어느 특정 지역의 문제로 간주되었다. 그러나 지난 20여년간 대기오염에 대한 징후들은 증가해서 그 심각한 영향이 오랜 기간동안 증대되었을 것인데도 한동안 이 문제는 근본적인 원인과 무관한 것으로 여겨졌다. 그렇지만 오늘날의 대기오염에 대해 포괄적인 고찰은 어느 특정 지방의 악영향에서 지역과 대륙적인 영향, 더 나아가 심지어는 지구의 변화까지도 고려대상에 포함해야 한다.

1. 일산화탄소 (CO)

대부분 도시지역에서의 일산화탄소배출량의 90% 이상은 자동차때문이다. 이 일산화탄소는 산소가 혈액으로부터 세포조직으로 옮겨가는 것을 철저히 방해하는 성질이 있다. 그러므로 같은 양의 산소를 공급하기 위해서는 더욱 많은 양의 혈액을 심장이 펌프질해야 하는 것이다. 사람과 동물에 있어서의 많

은 연구들은 쇠약한 심장을 가진 개체는 혈액 안에 과도한 양의 일산화탄소가 있을 때 그에 상응하여 긴장 상태에 놓인다는 사실을 보여주었다. 임상 건강연구에서도 협심증 환자가 대기중의 증가하는 일산화탄소에 노출됨에 따라 고통이 시작되는 시간까지의 간격이 점점 줄어들고 있다는 것을 보여주었다. 태아와 겸상 적혈구 빈혈증(흑인들의 유전병:역사주) 환자와 어린이들은 또한 특별하게 이에 민감해서 적은 양의 일산화탄소에 노출되기만 해도 좋지않은 영향을 받을 수 있다.

2. 질소산화물 (NOx)

도시에서의 질소산화물 배출에 있어 대개 30-40%는 자동차류들의 몫이라 할 수 있는데 어떤때는 그 배출량이 더 많을 수도 있다. 이 질소산화물들은 인간건강과 환경에 대해 악영향을 미치는 데 있어 주범에 속한다. 예를 들어 이산화질소(NO_2)에 노출되는 것은 호흡기 전염병에 대한 저항력을 약화시키고, 천식환자들의 기관지 호흡곤란을 유발하고, 폐기능을 저하시킨다. 매우 제한적이면서 짧은 시간동안 이산화질소(NO_2)에 노출되는 것이 학생들에게서 흔하게 기침을 한다든가, 콧물이 흐르고 목이 아픈 증세로 나타나는 호흡기질환의 광범위한 원인이 된다는 사실이 밝혀졌다. 또 다른 연구는 NO_2 에 짧은 시간 노출되었을 때 천식으로 인한 질환이 증가함을 말해주고 있다.

반면에 이산화황(SO_2)은 산화 침식의 주된 요인이 되고 마찬가지로 질소산화물의 배출은 이에 공헌 요소가 된다. 산성비는 가시거리를 짧게 하고 작은 호수나 시냇물 같은 수중 생태계에서는 물고기와 다른 생명체를 완전히 없애버릴 수도 있다. 더 최근에는 산화 침식이 숲을 파괴하고 곡식의 수확량 감소의 원인임이 밝혀졌다. 흙으로부터 알루미늄을 여과해내는 것과 같은 작업들은 사람에게 직접적인 건강 문제를 제기시켜 왔다.

결론적으로, 질소산화물의 배출은 광화학 산화물 같은 것으로 알려진 합성물족(族)의 형성을 돕는 것이나 마찬가지로.

3. 광화학 산화물 (오존)

온화한 기후를 갖고 있는 지역에 있어서의 가장 광범위한 공기오염 문제는 오존이다. 이 오존은 광화학 산화물의 일종인데 태양빛을 받아서 산화수소와 질소산화물이 반응하여 발생한다. 자동차들은 이 오존이 만들어지는 데에 있어 필요한 두 가지 선행 오염물질의 주된 발생요인이다. 오존은 눈을 자극하고 기침을 나게 하면서 가슴을 답답하게 만들 뿐만 아니라 두통, 상부 호흡기관의 질환을 유발하고 천식환자를 증가시키며 심폐기능을 위축시킨다. 최근의 자료들은 건강한 성인조차도 현재의 미국 대기오염 기준과 비슷한 수준의 오존량 때문에 악영향을 받게 된다는 사실을 보여주고 있다. 게다가 광화학적 오염물질이 곡식의 성장에 심각하게 지장을 준다는 사실을 많은 연구 결과들이 규명해 왔다. 결국, 광화학 산화물들은 질소산화물과 유황성분이 산성비로 변화하는 데에 있어서 가장 중요한 역할을 담당하는 것으로 추정된다.

4. 디젤 분진

별다른 부가 장치가 없는 디젤엔진은 촉매전환장치를 장착한 요즘의 휘발유 엔진에 비해 대략 30배에서 70배 가량 많은 분진을 내뿜는다. 공기중에 떠다니는 분진의 총량(TSP)에 대한 종합적인 총 영향은 차치하고 기층 공기에 대한 건강 기준에 근거한 오염물질량은 미국과 세계 여러 나라에서 초과되었다. 디젤분진은 너무나 작기 때문에(그 크기는 평균 0.2미크론) 특별히 인체에 미치는 영향에 대한 관심을 불러 일으켰다.

미세한 분진은 일반 분진보다 인체에 대해 더 큰 위험을 끼칠 소지가 다분하다. 왜냐하면 이 미세한 분진은 폐의 가장 깊은 곳(폐포 조직)에 더 잘 스며들고 기관지에 붙어 있다가 떨어져 나가는 데에도 보다 많은 시간이 걸리기 때문이다. 국립과학연구소의 보고서는 다음과 같이 밝히고 있다. "분진의 크기는 크기와 화학적 특성은 공기중에 떠도는 오염물질의 전체 양에서 차지하는 분진의 총량과 비교할 때 상대적으로 더 큰 문제를 일으키는 원인이 되기도 한다." 게다가 디젤분진은 돌연변이를 일으키기도 하고 인간의 발암물질에서도 발견된다는 사실에서도 그 크기에 연관된 관심은 증폭된다. 동물 호흡에

관한 몇몇 연구는 디젤분진이 통계학적으로 명백하게 악성종양을 증가시키는 데 원인이 됨을 밝혔다. 또 사람들의 유행병에 관한 연구에서는 디젤 배기가스에 노출된 작업자 가운데서 암발생이 증가한다는 증거를 보여줬다. 건강에 대한 문제가 관심사가 되는 동안 디젤과 다른 분진은 또한 "성가신 것이 되고 미술품을 손상시키며 물건을 더럽히고 다른 공해물질과 결합해서 침식과 부식이라는 방법으로 직접적으로 구조적인 손상을 입힐 수 있다." 시야가 흐려지는 것 역시 분진이 증가함에 따라 생기는 악영향임은 잘 알려져 있다. 그 성분(탄소가 주가 되는)과 크기(0.2미크론 범위의 크기) 때문에 디젤분진은 매우 가벼운 흡수제이면서 잘 흩어지는 것이기 때문에 잠재적으로 인간의 시력에 해를 줄 수도 있다.

5. 납

대개 도시지역의 공기 가운데 납성분의 약 90%는 자동차에서 휘발유를 연료로 사용하는 데에서 비롯된다. 고농도 납의 유독한 성질은 옛날부터 잘 알려져 있었다. 그것을 사용하는 데에 있어서의 주의점은 최근 뿐만 아니라 수세기 동안 널리 알려져 왔으며 낮은 농도의 납이 주는 악영향은 충분히 이해되고 있다. 납이 주위 환경에 널리 퍼져 있다는 사실은 건강에 큰 위협 요소가 된다. 납은 알려지지 않은 생물학적 기능에 장애를 주는 독성물질이다. 그것은 혈액, 신장, 중추신경계, 생식기와 다른 기관을 손상케 하며 충분한 농도에서는 빈혈, 신장쇠약, 뇌에 항구적이고 치명적인 손상을 주며 죽음에까지 이르게 하는 것이다. 납이 어린이들에게 가장 심한 영향을 끼친다는 사실들이 이미 밝혀져 있다. 체내에 납 농도가 상승하는 아이들은 행동에 장애가 일어나고 지능이 낮으며 집중력이 격하된다는 사실이 연구 결과로 발표되었다. 또 다른 연구에서는 고혈압 환자의 수가 증가하고 혈액에 조금만이라도 납의 농도가 올라가면 성인 남자의 고혈압과 심장마비가 증가한다는 사실이 지적되고 있다.

6. 알데히드

포름알데히드와 다른 알데히드류는 휘발유와 디젤 자동차 모두에서 배기된다. 그리고 이것들은 알

콜연료를 사용하는 자동차 배기가스의 주된 성분이기도 하다. 자동차에서 나오는 알데히드 배출은 탄화수소(HC)의 배출과 상호 밀접한 관계를 갖고 있다. 디젤자동차는 휘발유 자동차보다 탄화수소의 배출 총량에 있어서 더욱 많은 비중을 차지하고 있다. 포름알데히드는 다른 유기체의 호흡에서도 발생하지만 광화학 반응에 의해서도 발생한다. 포름알데히드는 오존을 만드는데 있어서의 강한 광화학적 반응을 일으키며 발암성을 갖고 있을 것이라는 의혹의 두 가지 측면에서 특별한 관심을 끌고 있다. 포름알데히드는 또한 이에 유난히 민감한 사람에게는 호흡과 피부에 오래 가지 않는 짧은 자극을 주기도 한다.

7. 벤젠

벤젠은 배기가스와 증발되는 것의 두 가지 경우에 의해 발생한다. 대부분의 나라에 있어서 연료로 사용하는걸 포함해서 자동차가 벤젠배출의 주범으로 드러나고 있다. 예를 들면 미국 환경보호국에 의하면 대략 벤젠 배출의 70.2%가 자동차에 의한다는 것이다. 자동차의 경우만 놓고 볼 때 70%는 배기가스에서 오는 것이고, 14%는 그냥 증발되는 것이라고 볼 수 있다. 노동자들의 유행병에 대한 몇몇 연구는 벤젠이 사람에게 백혈병과 암을 유발시킨다는 사실을 규명해냈다.

8. 비(非) 디젤 유기체

휘발유로 가는 자동차는 그 비교대상인 디젤엔진 자동차보다 분진을 무척 적게 배출한다. 그러나 특히하게도 수집된 분진의 양에 따른 휘발유의 가용성 유기 분만(SOF)은 디젤엔진의 그것보다 더 많았다. 휘발유 분진의 문제에서 야기되는 모든 영향은 휘발유 자동차가 운행을 많이 하면 할수록 매우 심각할 수 있다. 휘발유 엔진에서 측정할 수 있는 배출요소들과 휘발유 분진의 위험 요소들은 디젤엔진 자동차의 그것보다 더 많이 불확실하다는 사실을 주목해야 할 것이다.

9. 석면

석면은 자동차의 브레이크 라이닝이나 클러치 접속면과 자동 변속기에 쓰인다. 1984년 미국에서의

석면 총사용량의 22%가 자동차에 쓰였다. 석면에 노출되었을 때의 건강에 끼쳐지는 영향은 암을 포함해서 석면 침착증(허파 등의 장기에 석면이 침착되는 직업병 :역자 주)과 중피종양으로 잘 알려져 있다.

10. 금속

금속, 특히 중금속이 끼치는 독성은 한동안 잘 알려져 있었다. 게다가 그 위험성이 책으로 출간되기까지 한 몇가지 중금속을 포함한 많은 금속들이 그 잠재적인 발암성으로 인해 연구중이다. 미국 환경보호국은 1.4%의 베릴륨과 0.8%의 니켈을 포함해서 미국내에서의 전국적인 금속 분포 목록에 자동차가 지대한 공헌을 하고 있음을 밝혔다. 캘리포니아 공기자원 위원회는 비소나 망간 혹은 카드뮴 같은 금속들의 존재는 자동차 때문이라고 판단한다. 상대적으로 높은 위험성 때문에 비록 건강에 대한 관심은 자동차가 배출하지 않는 원자가 6인 크롬에 쏠려 있지만 크롬의 배출 역시 관심사가 된다.

III. 현실로 드러나는 지구의 기온상승 문제와 그 잠재적인 영향

지난 몇 년간의 많은 환경개발은 지구가 따뜻해지는 것 다시 말해 국제사회에 있어서의 주된 관심사인 지구의 온실효과에 대한 관심을 야기시켰다. 인간의 모든 활동은 지구를 따뜻하게 만든다. 환경이 변화되면 태양복사열이 우리 지구의 바깥으로 발산되는 것이 방해받거나 이 복사열이 빠져 나가는 것을 줄어든다. 지구 대기 상층의 환경이 변화한다는 「반박할 수 없는」 징후들에 이 변화들이 지구를 덥게 한다는 물리적 증거들이 밀접하게 연관되어 있다. 게다가 정치단체와 정책 제시기관과 개인들이 극적으로 지구가 더워지는 문제에 관심을 표명하기 시작했다는 「관찰가능한 조짐」들이 중첩되고 있다.

그 결과의 하나로 이 위기를 다룰 대책이 35개국 사이에 체결되어 있다. 유엔 환경보호 프로그램의 후원아래 활동하는 단체들이 다음의 목적을 위해 설립되었다.

①만일 지구의 온도 상승이 이미 시작되었다면 이

- 를 증명하기 위한 과학적인 증거들을 나눠 갖고
- ②환경변화의 잠정적인 영향을 측정하며
- ③대책을 강구한다.

IPCC로 불리는 이 단체는 그들의 일을 원칙적으로 완수했다. 반면에 이에 대한 대책 결정은 여전히 추진중이고 지구의 온도상승은 이미 시작됐다는 의견이 과학계에서는 압도적으로 의견의 일치를 보고 있다.

1. 온실효과를 일으키는 주요 기체들

이산화탄소(CO₂), CFC, 메탄(CH₄), 이산화질소(NO₂), 오존(O₃), 지표면에서의 오존합성이 원인이 되는 혼합물, 탄화수소(HC), 그리고 질소산화물들이 온실효과를 유발시키는 기체들이다. 이 기체들은 각각 지표면에서 그 양이 증가하고 있다. “할로젠탄소, 메탄, 일산화질소(NO), 질소이온들의 농도가 현재 지구표면에서 높아지고 있다. CFC의 경우 일년에 5%씩 증가하고 CH₃CCI는 7%, 메탄의 경우는 1%, 이산화질소(N₂O)는 0.2%, 일산화탄소의 경우, 1~2% 증가하고 있다.”

지표면에서의 오존 농도는 증가하고 있고, 성층권에서의 오존층은 둥근 모양으로 파괴되고 있다. 남극의 봄철에 관측하면 북미 크기의 구멍이 오존층에 뚫려 있고, 일정 높이의 오존층은 인간들이 만든 화학물질로 인해서 거의 완전히 없어졌다. 금세기 초부터 대류권의 오존농도를 측정 한 유럽의 데이터를 최근에 재분석한 연구자들은 지난 100년간 오존의 농도가 배로 늘었다고 결론지었다. 한 해설자는 이 발견을 다음과 같이 설명했다. “이는 남극대륙의 위에 있는 성층권의 오존에 있는 구멍을 관찰하는 것 만큼 중요한 것이고 잠재적으로 연관이 있는 것이다.” 몇 장소에서의 연구분석은 대류권의 오존 뒤에 있는 배경층은 1에서 3퍼센트의 비율로 매년 질소 산화물이 증가하고 있음을 알려주는데 이것은 오존층이 구멍뚫리는 데 영향을 미치는 요소이다.

2. 또 하나의 요인인 일산화탄소

이 혼합물 중 일부는 최근에야 알려졌지만 자신들 끼리 반응을 일으킨다. 예를 들어 수산화(OH)는 인류발생의 요인으로 인정되었고 환경으로부터 자연

적인 흔적기체라 할 수 있는데 이는 일산화탄소에 의해 스스로 없어진다. 최근에는 이에 대해 다음과 같이 요약된다.

“매우 반응력이 강한 수산은 O₃, CH₄, CO, 그리고 NO 같은 것들도 포함되는 오염물질과, 많은 대류권 기체의 일차적인 응집체가 된다. 그래서 메탄의 경우 1세기 동안 135%가 증가한 것이 수산이 20~40% 가량 감소하는 것의 이유가 될 수 있다. 이는 또한 차례로 20% 정도의 대류권에서의 오존량을 증가시키는 이유가 된다. 그 이유는 주요 온실가스인 메탄 산화물이 H₂O를 구성하게 되고 이는 곧 성층권에서의 H₂O량을 증가시킨다. 똑같은 원리로 일산화탄소의 농도가 짙어지는 가운데서 이의 증가는 일산화탄소의 산화과정에서 더욱 많은 수산을 결합할 수 있게 된다. 그래서 화학적 반응을 통해서 메탄과 같은 방사성 활성가스 뿐만 아니라 일산화탄소 같은 방사성 비활성 가스 안에서 조차도 수산의 증가는 몇몇 중요한 온실가스의 집약을 증대시킨다.”

그 결과로 일산화물의 배출은 환경변화에 매우 중요한 의미를 지닌다. 지구상의 일산화탄소 양도 지금 여전히 증가하고 있다는 징후에 대한 전망에서 볼때 이것은 특히 명백하다. 최근에는 다음과 같이 알려졌다.

“대류권의 일산화탄소의 집약은 일년에 0.8~1.4% 사이에서 증가하고 있으며 그 추세를 측정하는 방법에 따라 조금씩 달라지는데 0.5%에서 2.0% 사이의 범위에서 다양한 측정은 90% 신뢰도를 갖는다.

3. 환경변화 가능성 있는 영향들

향후 50년 이상 대류권의 오존과 온실효과 기체의 양이 증가하면 지구의 온도는 섭씨 1.5에서 4.5도 까지 상승할 것이 예상된다. 많은 변화들이 성층권이 냉각되는 것을 포함해서 온도상승에 따라 나타날 것이다. 지구의 평균온도의 상승이 촉진되면 바다의 얼음이 녹기 시작할 것이다. 극지방의 추운 기후가 따뜻해지고, 온대지방은 건조해진다. 고위도 지방의 강수량이 증가한다. 지구의 평균 해면도 올라갈 것이다. 만일 우리가 예측한 대로 일이 벌어진다면

도 이같은 변화는 대개 서서히 일어날 것이다(예를 들어 환경보호국은 평균 해수면이 현재의 수면에서 2025년이면 5에서 15인치까지 올라갈 것이라고 최근에 계산해냈다). 그렇다고는 하지만 남극의 오존층에 뚫린 구멍에 대한 실제적인 체험은 명백하지만 잘 알려져 있지 않은 제반 현상들에 관련된 우려를 더욱 부채질 할 것이다. 왜냐하면 화학적인 변화라는 것은 한번 시작하기만 하면 예측했던 것보다 더욱 급속도로 진행될지도 모르기 때문이다.

IV. 이 기체들의 주요 발생요인인 자동차

자동차는 어떤 인간의 활동보다도 많은 공기오염 물질을 배출한다. 프레온(CFCs)과 이산화탄소(CO₂), 산화질소(N₂O), 메탄(CH₄) 그리고 지표면의 오존을 만드는데 기여하는 탄화수소와 질소산화물 등의 온실효과 유발기체는 자동차에 의해 배출되고 자동차 때문에 발생한다.

프레온 가스, 이것은 가장 온실효과를 일으킬 잠재력이 많은 기체로서 지구가 따뜻해지는 데에 15내지 20%의 공헌을 하고 있다. 미국에서 생산되는 프레온의 40% 정도와 유럽에서 생산되는 30% 정도가 에어컨과 냉장고에 사용되고 있다. 미국내에서는 56,500톤 가량의 프레온이 장도차의 에어컨에 사용되고 28%의 프레온이 냉동에 사용되고 있는데 이는 전체 생산량의 13% 정도이다.

이와는 대조적으로 가정용 냉장고에는 고작 3,800톤이 사용될 뿐이다. 그래서 대략 미국에서 생산되는 프레온의 8분의 1정도가 자동차에 의해 사용되면서 배출되고 있다(프레온은 쿠션이나 다른 성형물의 발포제로도 사용되지만 이는 자동차에 사용되는 것에 비하면 매우 적은 양이다).

이산화탄소는 온실효과를 일으키는 또 다른 기체의 하나이다. 탱크 하나 분량의 휘발유가 연소될 때 300에서 400파운드의 CO₂가 발생한다. 전체적으로 볼 때 운송부문이 매년 대략 56쿼드(Quads)의 에너지를 사용한다. 운송은 세계에서 사용되는 에너지 총량에서 거의 3분의 1 가까이를 소비한다. 이 높은 에너지의 소비량 때문에 운송이 지구가 배출하는 총량의 약 25%에 달하는 1,100Tg의 탄소를 만들어낸

다는 데에 책임을 져야 한다는 게 놀라운 일은 아니다.

자동차의 연료절약은 전세계적으로 더 이상의 관심사가 못 된다는 사실이 이 문제와 관련이 있다(이는 대략 1970년대 후반과 1980년대 초의 얘기다). 오히려 대부분의 자동차 시장은 지금 자동차의 마력수를 늘리는 전생애에 돌입했다. 자동차들은 매년 연료로 쓰이는 기름의 반 이상을 소비하기 때문에 이는 특히 심각한 문제가 아닐 수 없다. 중동의 문제와 연관지어져서 지구의 온실효과에 대한 우려는 가까운 장래에 이런 추세를 뒤바꿔 놓을 것이다.

일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 1987년에 운송부문은 미국 전역에서의 납 배출에 있어 40%를 차지했고, 일산화탄소에 있어서는 70%, 탄화수소는 34%를 차지했으며, 질소산화물은 45%, 분진은 18%를 차지하고 있다. 일부 도시에서는 자동차가 접하는 이같은 비율이 더 높기 조차하다. 이 점유비율은 운행중의 자동차로부터 배출되는 휘발유 증기와 "유실되는 부분"을 제외한 것이기도 하다.

자동차는 역시 마찬가지로 대부분의 유럽지역 국가에서의 배출가스 자료에서도 우위를 점하고 있다. 경제협력개발기구(OECD)는 다음과 같이 밝혔다.

"모든 질소산화물에 있어서는 근본적인 원인은 약 50에서 70%가 도로운송 때문이다. 자동차, 다시 말해서 주로 도로 교통은 인류가 만드는 VOC발생의 50%를 차지하며 모든 유럽 경제협력개발 기구 국가에 있어서는 사람에 의해 만들어진 VOC의 가장 큰 비중을 차지한다."

미국이나 유럽은 차지하고 아래의 [표1]은 대체로 경제협력개발기구의 나라에 있어서 자동차들이 일산화탄소와 질소산화물과 탄화수소의 주범임을 보여준다.

[표1] 경제협력개발기구 국가에 있어서 오염물질 배출의 자동차 점유율

(단위 : 1000톤, 1980)

오염물질	총 배출량	자동차의 점유율
질소산화물	35,019	17,012(47%)
탄화수소	33,869	13,239(39%)
일산화탄소	119,148	78,227(66%)

많은 개발도상국에서 이 자동차의 점유율은 더 크기도 하다. 예를 들어 멕시코씨티에서는 이 자동차의 점유율이 80%에 달하고 있다. 이는 또한 상파울로, 서울, 샌티에고, 방콕, 홍콩, 자카르타, 그리고 다른 많은 개발도상국가에서 압도적으로 나타나고 있다.

V. 이 문제에 대한 결론

그러므로 탄화수소, 일산화탄소, 질소산화물 같은 자동차의 배기가스는 환경변화의 주범으로서 뿐만 아니라 지구상의 환경과 사람들의 건강에 악영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 게다가 대류권의 오염과 환경변화는 다양한 기계장치와 직접적으로 연관됨을 알 수 있었다. 이 복합적인 문제들을 해결하려면 일산화탄소, 이산화탄소, 탄화수소류, 질소산화물과 프레온같은 물질의 절대량을 줄여야 한다.

지구 전체로 볼 때 이 오염물질의 배출은 사용되는 자동차의 수와 그 배출비율에 달려 있다. 따라서 그 실제적인 배출 비율은 자동차의 연비 향상과 실용적인 억제장치의 사용에 달려 있다.

자동차의 공해억제와 연비의 향상은 자동차로부터 비롯되는 온실효과와 또 다른 역효과를 줄일 수 있다. 그러나, 자동차의 지속적인 증가와 그 사용은 이 기술적인 효과로 인한 잠정적 이익을 압도해 버릴 수 있다. 이 증가가 이상한 것이 아니라면 지구의 오염은 계속 증가 할 것이고 현재 상대적으로 청정한 환경을 가진 많은 지역들이 오염될 것이며 발전된 몇 지역은 이 이익이 깎이는 걸 보게 될 것이다.

미래의 인구증가와 경제활동은 이 문제를 증폭시킬 위험을 안고 있다. 그래도 미국과 유럽의 인구수는 천천히 증가하는데 지구 전체의 인구는 배로 증가할 것이 예상된다(1960년을 기준으로) 이는 아시아 인구가 두배 이상, 남미의 인구가 거의 150% 증가하는 데에 힘입은 결과이다. 아시아와 남아메리카의 증가된 인구는 도시로 집중되고, 지구상의 도시 지역 오염을 증가시킨다. 그 결과 지구상의 자동차 생산과 그 사용량의 증가는 사실상 향후 수십년간 계속될 것이라는 예측이다.

VI. 세계의 공해억제 상황

다행스럽게도 인류의 기술은 계속 발전해서 휘발유 자동차의 배출을 극적으로 낮추는데 성공했고 세계 각국의 그 기술의 덕을 점점 많이 보고 있다. 그 첫 기술은 1963년 미국에서 채택되었는데(1966년 캘리포니아에서의 배출기준과 1971년의 연방 배출기준) 1966년엔 일본이 뒤를 이었고, 유럽(EC국가)과 캐나다와 스웨덴이 1971년에, 영국과 오스트레일리아가 1972년에, 그리고 핀란드가 1975년에 채택했다. 여러가지 다양한 이유-대기오염문제의 양태와 정도차이, 자동차의 특성, 경제력 등-때문에 배출억제 기준은 나라마다 많이 다르다.

일본과 미국은 현재 배출 억제에 있어서 첨단을 걷는 국가다. 그 나라에선 모든 새 차가 최신 공해방지 장치를 장착하고 출고되도록 하고 있다. 비록 일본이 그 출발은 늦었지만 미국보다 훨씬 빨리 움직이고 있으며 무연 휘발유로 완전히 전환하는 것만 놓고 본다면 오히려 실제로는 앞서 가고 있다.

미국과 일본 시장을 위해 만들어진 자동차에 있어서의 이같은 기술개발에 관한 지식들이 널리 퍼짐에 따라, 그리고 자동차 공해의 악영향이 폭넓게 인식되면서 지구의 더 많은 사람들이 그들 나라에서도 이 시스템을 채용할 것을 요구하고 있다. 예를 들어 네덜란드와 독일연방은 공해가 적은 자동차를 구입하는데 있어서 혁신적인 혜택을 주고 있다. 캐나다, 오스트리아, 노르웨이, 스웨덴, 스위스가 미국의 자동차 기준을 채택했다. 오스트레일리아는 1970년대 후반에 미국에서 사용된 기준과 비슷한 기준을 채택했는데 이것은 촉매 기술이 처음 개발되었을 때의 기준이다. 브라질이나 멕시코, 한국, 대만 등의 급속한 산업화를 이룩하고 있는 개발도상국에서도 엄격한 배출기준을 적용시키고 있다. 이 프로그램의 중요한 요점은 무연휘발유의 폭넓은 사용에 있다. 지금 현재 세계의 주요자동차 시장은 무연 연료를 선보여 왔는데 이는 결국 무연 휘발유의 시대는 갔다는 걸 뜻한다.

이같은 기술에 영향을 받은 자동차의 양이 많다는 견지에서 볼 때 가장 극적인 발전은 일반 자동차시

장에서 추세가 신기술로 신속히 이전되었다는 사실이다. 1989년, 급속하게 일련의 기술이 발전하는 가운데서 유럽 의회는 국민들의 압력에 의해 자극받아 결정하길 자동차의 검사절차를 개선하고 1993년 까지 오염방지 기술의 향상을 일괄적으로 요구하기로 했다. 세금혜택을 주어 기술개발에 대한 용기를 북돋는 나라가 나오는 것처럼 새로운 모델도 더욱 빨리 나올것이다. 의회의 마지막 인준이 나오듯 세부적인 것들은 다듬어지고 있다. 대약진은 확실히 이미 시작되었다.

VIII. 자동차의 역사적인 추세

자동차의 사용은 상대적으로 짧은 기간 동안 엄청나게 증가했다. 1950년에 5천만대에 가까운 자동차가 세계의 도로를 누볐으며 그 가운데 85%는 북미에 있었다. 겨우 한 세대 뒤에는 8배 이상 증가해서 자동차 수가 4억대를 넘어섰다. 1950년의 7백만대에서 1980년의 1억2천5백만대로의 증가에서 알 수 있듯이 북미주 밖에서의 증가추세는 특히 빠르다. 증가비율이 고도 산업화국가에선 느려지고 있지만 인구증가와 도시집중과 산업화가 이루어지는 많은 개발도상국가에서는 가속화되고 있다.

2차대전이 끝나면서부터 자동차 생산의 세계적 동향은 또한 극적인 것으로서 매년 평균 5.5% 이상의 성장을 기록했다. 1970년대의 두 차례 오일쇼크로 인해 지난 20년간 그 추세가 둔화되기는 했어도 여전히 1970년 이래로 평균 3%의 증가율을 보여왔다.

1950년 이래 세계 전체의 자동차 등록대수는 승용차만 놓고 볼 때 연평균 5.9%의 증가율을 보였다. 트럭이나 버스 역시도 연평균 약 5.6%를 나타내고 있다. 가장 최근의 추세 역시 여전히 증가일로에 있지만 승용차의 경우는 이 증가추세가 일반 승용차의 그것을 많이 상회하고 있다. 예를 들면 1970년 이래로 매년 승용차의 등록 증가율은 매년 4.7%였는데 트럭과 버스는 매년 5.1%씩 증가했다.

유럽과 북아메리카는 각각 세계 자동차의 약 3분의 1을 보유하고 있는데 나머지는 아시아, 남미, 오세아니아, 아프리카가 순서대로 자동차를 보유하고

있다. 반면에 트럭과 버스를 보면 북미주가 40%를 차지하고 아시아와 유럽이 그 다음 순서다.

전 세계의 자동차수는 인구증가보다 더 빠르게 증가했다. 지난 10년간 1인당 자동차의 수는 세계 어느 곳이나 증가해왔다. 세계 어느 나라 보다도 일인당 자동차 수가 많은 미국에서조차도 자동차의 수는 증가해서 자동차수에 있어서 그 한계는 없고 최소한 있다 하더라도 아직은 그 한계에 도달하지 않았음을 말해주고 있다.

VIII. 자동차에 대한 미래의 전망

인구와 경제 활동이 증가하는 것은 지구상의 자동차수를 계속해서 증가하게 만든다. 미국과 유럽의 인구가 서서히 증가할 동안 지구 전체의 인구수는 2000년이 되면 두배가 될 것이다.(1960년과 비교해서) 이는 아시아인구가 2배가 되고 남미 인구가 150% 증가하는 것에 힘입은 결과다. 전체인구의 증가는 차치하고라도 아시아와 남미의 증가분에 속하는 인구들은 도시로 이주하고 도시지역의 대기오염을 증가시킨다. 그 결과로 지구의 자동차 생산과 그 사용은 향후 10년 동안에 걸쳐서 실질적으로 계속해서 증가할 것이 예측된다. 향후 40년에 걸쳐서 지구상의 자동차 수는 대략 두배로 증가해서 10억대가 될 것으로 추정되고 있다.

자동차수의 증가는 역사적 추세에 비추어 볼 때 조심스럽게 수직 상승곡선을 그린다. 이는 2030년까지 자동차의 수가 10억대에 달하리라는 것을 의미한다. 반면에 만일 일인당 댓수가 감소하고 그래서 인구 조절계획에 의해 극대화가 된다면 지구상의 자동차 수는 더 적어질 수도 있다. 어쨌든 각각의 시나리오의 시간을 흐름을 조사한 결과 지구상의 자동차수는 일년에 평균 3% 정도의 증가를 보일 것이고 아시아와 남미같은 개별 국가들은 특별히 더 빠른 속도로 증가할 것이라는 사실이다.

IX. 자동차 배출에 대한 전망

자동차의 배기량을 측정하기 위해 세계의 자동차수는 몇개의 범주로 세분화되었다. 이는 적절히 주

어진 시점에서 적용할 것으로 판단되는 배출 억제 등급에 따라 나뉜 것이다. 각국의 배출 기준은 이미 채택되어서 실시되는 것도 있고, 향후 몇 년 뒤에 실시될 계획이 잡혀 있는 것도 있다.

〈그림-1〉은 만일 현재의 추세가 계속될 경우 자동차 하나에서만 배출되는 지구의 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물이 앞으로 얼마나 증가할 것인가를 추정한 것이다.

1990년의 맑은 공기 요구운동에 의해 작성된 미국 기준이 앞으로 더욱 까다로워질 것과 관련되어서 서유럽에서 최근에 채택된 요구 조건은 1990년대를 통해서 오염물질이 그 배출에 있어서는 서서히 단계적인 감소를 계속할 것임을 시사한다. 그러나 세기가 바뀔 때까지 이 오염물질들은 바닥세를 벗어날 것이고, 미래의 새로운 공해 억제책이 나오지 않으면 증가하기 시작할 것이다. 세계의 고도 산업화지역이 자동차 오염물질 배출의 주범으로 남는 동안 가장 큰 증가는 세계의 공업화되는 지역과 사실상 자동차 오염 억제책이 전무한 나머지 지역에서 일어날 것이라는 사실을 〈그림-2, 3〉은 보여준다.

세계 각 지역에서 자동차 운행거리를 요약한 〈그림-5〉은 이 지역들이 세계 전체의 주행량에 있어서 중요한 부분을 차지해가고 있음을 보여준다.

지구 전체에 걸쳐 새로운 자동차에 대한 현 상태의 공해 억제 장치를 적용하는 것이 가능하다면 자동차로부터 배출되는 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물들의 배출을 감소시킬 수 있음을 미래에 대한 분석은 알려준다. 최소한 2010년 까지는 매년 VMT 증가량을 3% 가량 흡수할 수 있음도 알 수 있다. 마일당 배출량을 충분히 낮출 수 있을 만큼 기술이 향상되거나 증가가 억제되지 않으면 대기오염의 양상은 2010년 후엔 다시 뒤집히기 시작할 것이다.

X. 이산화탄소의 배출

앞서 언급했듯이 자동차의 특정 연료소모는 여전히 높음을 알 수 있다. 1980년대 이래로 새로운 자동차의 연비향상률은 낮은 유가로 인해 명백히 둔화되는 추세를 보이고 있다. 비록 세계 각국은 자동차의 속도를 제한하고 있지만 새로운 자동차 모델은

일반적으로 고성능에다 많은 연료를 소비하는 힘센 자동차이다. 대부분의 국가에서 효율이 낮은 자동차의 주행 거리당 연료소비는 이제 사실상 증가하고 있다.

지구 기온 상승에 대한 토론토 회담은 간략히 결론을 내렸다. 그것은 향후 15년 동안 이산화탄소의 약 20% 감소가 요구된다는 것이다. 더 오랜 기간에 걸쳐 현재 배출율로부터 대략 50%의 감소가 지구 환경을 안정시키기 위해 이룩되어야 한다. 미국에서 1970년대에서 1980년대 동안에 터득한 결론은 낮은 배출(일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물)의 두 목표는 〈그림-6〉에서 알 수 있듯이 모순되는 것이 아니고 상호 보완적이라는 것이다. 그러나 각 분야에서의 명백한 향상은 정부의 강력한 제재에 달려 있다. 스스로 알아서 하라고 했을 경우 자동차공업계는 공해억제 시스템을 채용하거나 연비 향상 기술을 채택하는데에 썩 내키지 않았다. 동시에 세계 각국의 정부는 엄중한 자동차 연비향상의 목표와 세계 석유시장에서의 주기적인 가격 변화의 사이에서 극도로 우왕좌왕하는 모습을 보여준다. 산업화된 국가들은 사실상 새로운 자동차연비 향상의 면에서만 본다면 슬그머니 후퇴했다.

1갤런의 휘발유의 소비는 6파운드의 탄소(C), 혹은 22파운드의 이산화탄소(CO₂)를 배출하기 때문에 왜 이산화탄소의 전체량이 증가하는가를 말해주고 있다. 세계 각국에서의 자동차의 대수와 사용의 증가에 대한 예측에 힘입어 〈그림-7〉에서 알 수 있듯이 자동차의 이산화탄소 배출은 향후 40내지 50년 동안에 걸쳐서 치솟을 것이다. 그러나 자동차의 사용과 그 댓수의 성장률을 줄이는 것은 이산화탄소의 증가를 없앨 수는 없지만 낮게 할 수는 있다.

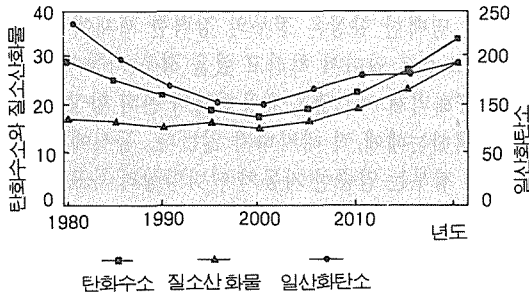
지구 전체를 위해 연료 소비를 줄이는 것이 이산화탄소의 배출을 줄이는 진짜 지름길이다. 이 에너지 절약은 일년간의 자동차 주행거리를 줄이거나, 자동차의 총 대수를 줄이거나, 보다 효율 높은 자동차의 형태로 나타날 수 있다. 궁극적으로 이 에너지 절약은 각각의 방법들이 조화를 이룰 때 성취될 수 있을 것이다. 지금까지는 할 수 있는 때까지 자동차에 대한 연료의 절약 압력은 줄어들었다. 또 다소간 재래의 자동차는 더욱 깨끗하게 만들어져야 했고 연

비가 향상되었지만, 개발된 기술로 전환해야 한다는 압력은 적다.

1. 기술적 가능성

오늘날의 자동차 세대를 위해 연료소비와 자동차로부터의 공해에 있어서 명백한 개선은 실행 가능한 동시에 또한 필요하다. 연료소비를 줄이는 과정은 우선 칩단계로 엔진과 트랜스미션에 관심을 갖거나, 차체의 무게를 줄이거나, 공기저항을 줄이거나, 전자기술의 이용을 늘리는 것으로 타나날 수 있다. 1 갤런으로 60~120마일을 가는 연료 절약 자동차의

〈그림-1〉전세계 자동차의 배출추세
최근에 채택된 요구량
자동차배출량 (연간 백만톤)



〈그림-2〉자동차 배출추세
최근에 채택된 요구량 탄화수소
자동차배출량 (연간 백만톤)

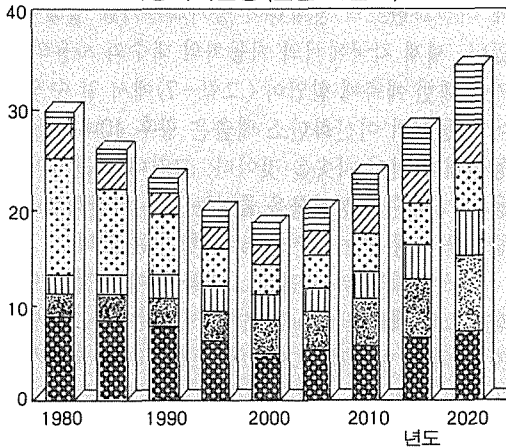
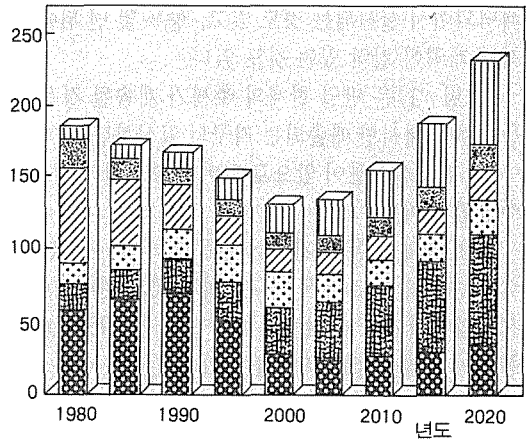


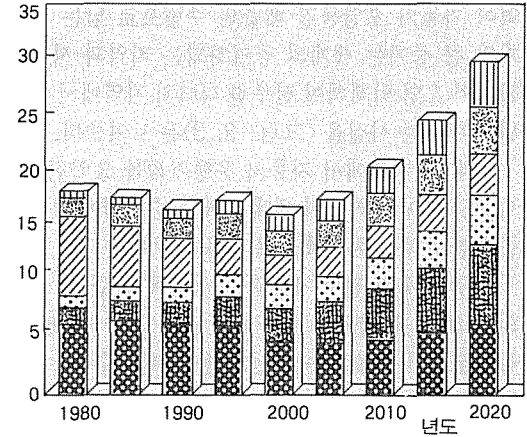
그림 2~5

- 세계의 나머지 부분
- ▨ OECD-태평양지역
- OECD-북아메리카
- ▤ 아시아와 남아메리카
- ▧ 동유럽
- ▩ OECD 유럽

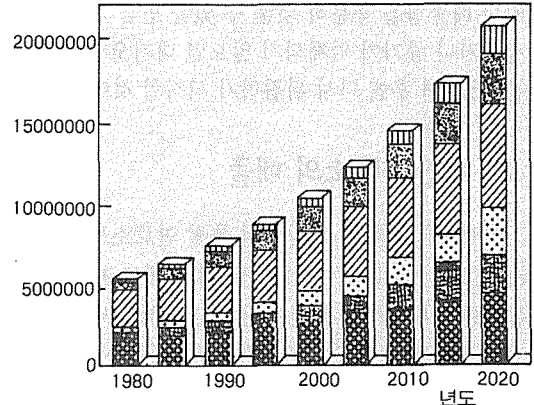
〈그림-3〉자동차의 배출추세
최근에 채택된 요구량-일산화탄소
자동차배출량 (연간 백만톤)



〈그림-4〉자동차의 배출추세
최근에 채택된 요구량-질소산화물
자동차배출량 (연간 백만톤)



〈그림-5〉자동차의 운행 킬로미터 추세
(기본적인 경우) km (1조)



실제 시제품과 컴퓨터설계상의 이론은 내부 공간을 줄이지도 않고 자동차의 적절한 성능을 유지하면서 현재의 자동차가 약 두배 이상 연료절약을 기술적으로 할 수 있음을 보여준다. 그같은 대폭적인 개선은 출력에 대한 욕구를 줄이고 동력장치의 능력을 개선하는 것으로 가능해졌다.

추진기관의 에너지 절약은 바퀴가 요구하는 각각의 출력마다 가장 효율적인 속도를 낼 수 있게 엔진을 작동시킴으로써 증대시킬 수 있다. 이는 폭넓은 영역을 가진 트랜스미션을 요구한다. 그것은 연속적으로 기어가 변속되거나 최선의 연료 절약을 위해 언제 기어를 변속해야 할지를 운전자에게 알려주는 장치 또는 전자제어장치를 뜻한다. 이런 트랜스미션은 모든 주행속도에 있어서 엔진 효율이 최고가 되게 해서 엔진이 최고상태에 도달하지 않았을 때 사용되는 힘의 낭비를 줄이는 것을 가능케 하고, 그럼으로써 에너지를 절약하게 해준다.

바퀴에서의 저항을 줄이고, 자동차의 소재를 바꿈으로써 자동차의 무게를 가볍게 하거나 공기저항을 줄이거나 하는 많은 다양한 개선책들이 있을 수 있다. 그러나 애석하게도 출력에 대한 욕구를 줄이는데 있어서 이미 이룩해놓은 일부기술 업적들은 통상적인 주행때도 기름을 많이 소모하는 강력한 엔진을 선호하는 사람들의 경향으로 인해 상쇄되고 있다.

서기 2000년이 넘어가서 정부의 규제나 그밖의 자극에 힘입는다면 다른 저공해와 에너지 절약기술은 실행 가능하게 될 것이다. 이는 2행정 엔진이나 가스터빈, 열엔진과 전기엔진의 기능이 혼합된 자동차, 알콜이나 수소를 연료로 사용하는 자동차들도 포함하는 것이다.

2. 경제적인 자동차를 위한 정책

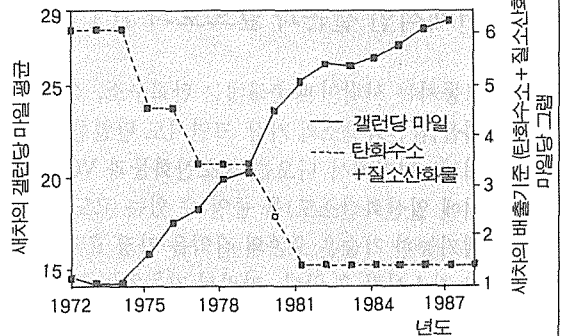
정책의 다양성은 시장에 있어서의 연료절약기술의 소개와 수용을 보증하는데 필요하다. 이에 포함되는 것들은 자동차 연료절약 기준, 자동차와 연료 생산자와 소비자를 향한 경제적인 장치와 마찬가지로 더욱 관심의 초점이 되는 대중홍보 노력 등이다. 경제제도는 연료를 적게 소비하는 자동차의 세금을 낮추는 동시에 연료소비가 많은 자동차에 대해 높은 세금을 부과해야 한다. 이것은 다음과 같은 제도의

조화로 결론지을 수 있다.

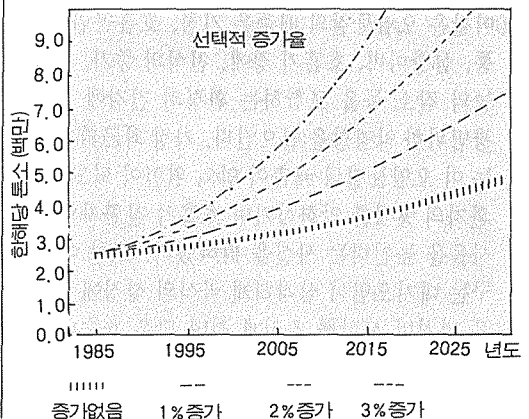
- ①연료에 대한 세금
- ②자동차의 판매시와 매년 납부시의 두 측면에서의 연료소비와 관련된 자동차세
- ③유료 도로와(혹은) 자동차 연료소비에 따른 특정 지역의 항구적인 출입금지
- ④주차세금과(혹은) 절약에 대한 규제

현재의 연료 가격에서 - 더 높은 가격에서도 - 자동차의 연료절약을 개선할 수 있는 다양한 가능성은 만일 그정책이 단순한 시장압력으로만 남는다면 시행되지 않을 수도 있다. 왜냐하면 높은 연료 가격에서의 총 주행비용에 대한 인상압력은 별개 아닐 수 있으므로 이것들은 자동차의 연료절약이 늘어나는 것을 부분적으로 상쇄해 버릴 수 있기 때문이다. 그러므로 연료에 대한 세금을 올리는 것 하나만으론 필요한 만큼 연료소비를 줄이는 데에 충분치 않다.

<그림-6> 미국의 배출과 연료 절약 추세



<그림-7> 전 세계 자동차의 이산화탄소 배출량



가장 효과적인 정책은 경제장치와 자동차 기준의 양쪽 다를 포함하는 통합적인 것이다. 만일 정부가 세금, 법규 등으로 이같은 것을 추구하기로 결정한다면 금세기 말과 1990년을 비교할 때 큰 개선효과가 기대된다.

3. CO₂에 대한 결론

짧은 기간이든 더 긴 기간이든 이산화탄소의 오염에 있어 명백한 개선을 가져오는 것은 가능하다. 엔진의 연비개선, 보다 나은 에어로 다이내믹 디자인, 장작물의 대체, 차체무게 절감, 마찰력 감소와 전자기술의 향상, 오늘날 자동차보다 30~40%의 연료절약 등을 합친다면 향후 5년에서 7년 사이에 가능한 얘기다. 질이 좋아진 연료와 보다 세밀한 자동차 검사를 지속한다면 이같은 효과를 가져다 줄 것이다 더욱 오랜 기간이 지난다면 약 60%까지의 개선이 가능해 진다.

XI. 전체적인 결론과 앞으로의 연구방향

- ① 자동차는 사람이 배출해내는 탄화수소, 질소산화물, 일산화탄소의 가장 크면서도 단일한 주범이다. 여기에서 나오는 질소산화물과 VOC(동시에 일산화탄소도)를 줄일 수 있는 고도의 실행가능한 기술은 오존의 집약을 가장 효과적으로 감소시킬 수 있다. 따라서 자동차는 현재 환경을 변화시키는 오염물질의 배출에 있어서 가장 큰 이바지를 할뿐만 아니라 심각한 오염의 주된 원인이라 할 수 있다.
- ② 이같은 오염물질의 배출은 기침, 호흡곤란, 두통, 심장마비, 호흡기 장애, 천식의 증가, 폐기능의 감소 등을 포함하는 환경과 건강에 대한 광범위한 악영향을 일으킨다. 가장 최근의 연구는 이 오염물질의 배출이 암의 원인이 되고, 중환자의 병세를 악화시키며 호흡기 질환자의 치사율을 높인다는 사실을 밝혀냈다. 또한 이 연구는 대기오염이 심각하게 곡식의 성장에 영향을 미치며 시야를 흐리게 하며 작은 호수나 시냇물같은 수중 생태계에서의 물고기나 다른 생명체를 파멸시키고 중부 유럽의 경우에서도 알

수 있듯이 숲을 고사시킨다는 걸 알아냈다.

- ③ 이런 것들이 도시의 문제건 지역의 스모그 혹은 지구 환경의 변화이건간에 자동차는 대기오염의 주된 원인이라는 사실만은 분명하다.
- ④ 밀폐고리 3방식 촉매같은 기술은 가격절약의 입장에서 자동차 오염물질 배출을 실질적으로 줄여주는 가능성을 갖고 개발되었다. 이같은 기술의 적용은 자동차의 성능과 주행성을 높여주고 연료절약과도 부합한다. 연료의 기화조절은 또한 곧 유용한 것이면서 비용을 절감해 준다.
- ⑤ 자동차의 수와 그 이용의 증가는 명백하게 자동차로 부터 나오는 오염물질배출 억제에 이로운 효과들을 상쇄해 버릴 것이다. 만일 이 증가가 자연스러운 현상이 아니라면 교통혼잡을 줄이기 위한 통제는 중심 도시의 공기오염 문제를 누그러뜨릴 것이다. 자동차의 사용을 억제하지 않고 교통량을 증대시킨다면 늘어나는 오염물질 배출을 줄일 수 없다.
- ⑥ 배출억제 기술의 효과는 자동차의 검사와 유지보수, 불량상품의 회수와 보증같은 프로그램과 연계되어야만 증대될 수 있다.
- ⑦ 발전된 자동차 기술수준은 그것이 광범위하게 실용화가 되고 효과적으로 적용된다면 예상되는 자동차 수의 증가를 상쇄시킬 수 있을 것이다. 특히 예열촉매같은 것에서 그 가능성이 있다 할 수 있다.
- ⑧ 연료의 특성과 질은 향상된 공해배출 억제기술의 효력을 증대시키기도 하고 감소시키기도 한다.
- ⑨ 특히 질소 산화물과 분진에 있어서는 버스나 트럭이 비교적 그것의 배출증가에 중요한 요인이 된다. 이같은 배출의 억제는 기술적인 면과 아울러 사회적 규제에 의해 우선적으로 시행되어야 한다.
- ⑩ 향후 10년 내지 20년에 걸쳐서 세계의 환경문제에 심각한 영향을 미칠 자동차의 증가 정도는 얼마나 적극적으로 진보된 오염물질 배출 억제 기준이 발전되는가와 '청정' 연료 사용과 자동차의 프로그램의 강력한 시행에 달려 있다고 할 수 있다. ♠