

특집

□ 無鉛휘발유 □

대기오염 방지와 無鉛 휘발유의 공급

朴 當 雨

(환경청 교통공해과장)

I. 大氣汚染 물질의 배출현황과 생물체에 미치는 영향

1. 대기오염의 定義

대기오염의 정의는 국가나 단체 또는 개인에 따라 그 정의를 약간씩 달리하고 있음을 찾아 볼 수 있다. 그러나 그 定義를 종합하여 보면, 공기중에 정상적으로 존재하지 않는 물질인 매연, 먼지 가스 및 惡臭 등이 인위적으로나 자연적으로 대기중에 방출되어 사람의 보건위생상에 위해를 주거나 인간의 생활에 밀접한 관계가 있는 재산과 동식물 및 생육환경에 해를 미칠 정도로 다량 존재하는 상태를 말하고 있다.

世界保健機構(World Health Organization)의 대기오염에 관한 정의는 다음과 같다.

대기중에 인공적으로 배출된 오염물질이 존재하여 오염물질량 그 농도 및 지속시간이 어떤 지역주민의 不特定 대다수인에게 불쾌감을 일으키거나 해당지역에 공중보건상 위해를 미치고 인간이나 식물 동물의 생활에 해를 주어 도시민의 생활과 재산을 향유할 정당한 권리를 방해받는 상태를 말한다고 규정하고 있다.

2. 대기오염물질 排出源

대기오염 排出源을 크게 분류하면, 固定排出源(Stationary Combustion Source)과 移動排出源(Mobile Combustion Source)으로 區分할 수 있다. 前者는 산업장을 비롯한 화력발전소, 공공건물, 주택 등을 들 수 있고 후자는 자동차, 기차, 항공기, 선박 등이 있다. 이상의 대기오염 배출원은 인구의 증가, 경제의 성장 및 문명의 발달로 날로 증가일로에 있고, 아울러 오염물질의 배출량도 증가하고 있으며, 또한 성분도 다양화 되어가고 있다. 排出源別 주요 대기오염 물질은 <表-1>과 같다. <表-1>에 의하면, 가정난방이나 발전소에서 사용되는 연료가 목재, 석탄, 석유일 경우는 분진 아황산가스(SO₂), 질소산화물(Nox), 일산화탄소(Co) 등 비교적 오염물질이 단순하지만, 생산공장에서 발생하는 대기오염 물질은 重金屬을 비롯하여 오염물질이 다양하다.

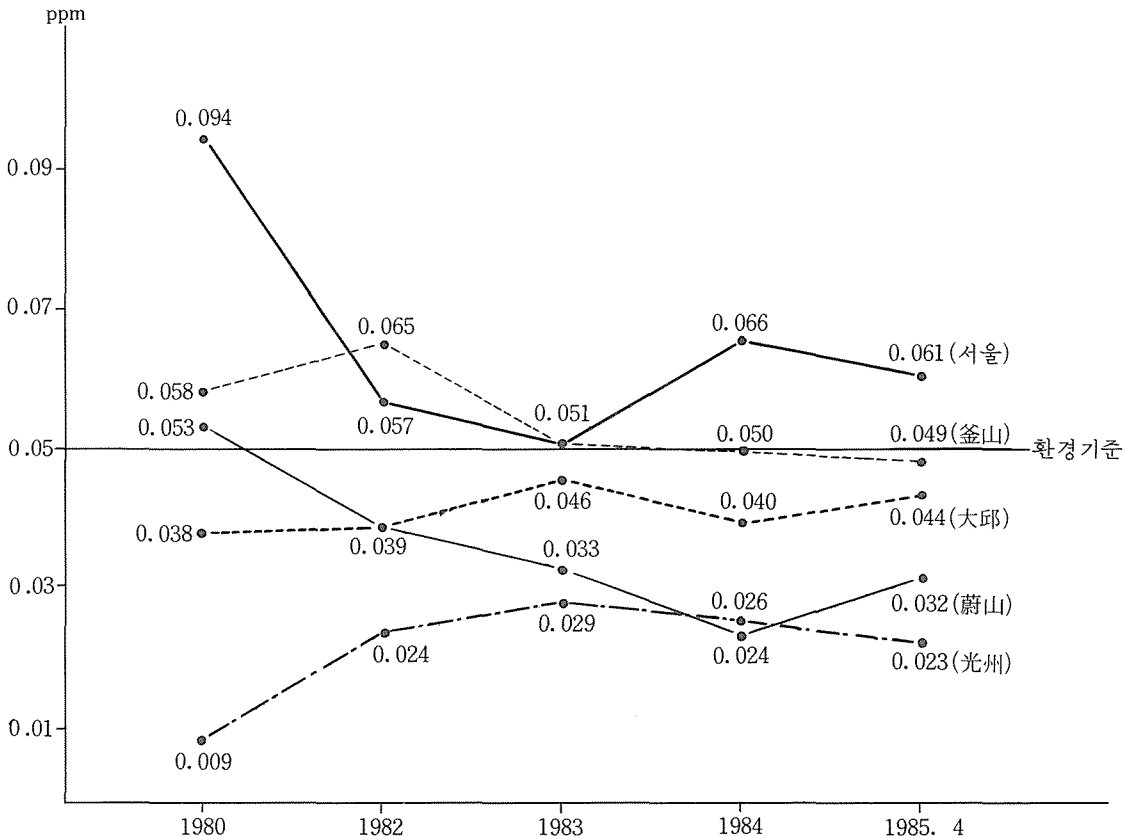
〈表 - 1〉 排出源別 주요 대기오염물질

배출원	연료	오염물질
가정난방	목재, 土炭 등 석탄 석유, 가스	분진, 일산화탄소, 질소산화물 분진, 아황산가스, 일산화탄소, 질소산화물, 아황산가스
산업장보일러, 화력발전소	석탄, 중유	아황산가스, 질소산화물, 분진
산업장 생산 공정	-	아황산가스, mercaptans, 重 金屬, 弗素, 산화철, 분진, 암모니아 등
교통기관	휘발유 디젤유	일산화탄소, 질소산화물, 鉛, 탄화수소, 산화물, 분진, 질 소산화물, 아황산가스, 냄새

3. 大氣汚染 현황과 증가요인

대기오염물질은 인구의 증가로 일반 주택연료의 사용량 증가와 산업장 및 자동차수의 급증으로 증가되고 있다. 따라서 SO₂를 제외한 기타 대기오염물질의 농도가 높아지고 있다. 특히 자동차는 전국 등록대수(1, 012, 151)의 45%인 468, 000(85. 5. 30 일 현재)대가 서울에 집중되고 있어 차량에서 배출되는 HC와 NO_x가 문제되고 있을 뿐 아니라, 이들 물질이 태양광선의 자외선과 光化學 반응을 일으켜 스모그현상의 원인물질인 옥시단트(O₃)가 서울 일부지역에서는 환경기준치(0. 1PPM)를 초과하고 있다. 환경기준이 설정되어 있는 아황산가스(SO₂)는 〈그림 - 1〉에서와 같이, 서울 지역을 환경기준치인 0. 05PPM을 초과하고 있는 상태이다.

〈그림 - 1〉 연도별 대도시 아황산가스(SO₂) 측정치



그러나 釜山지역은 83년까지 초과되었다가 점차 낮아져서 84로 부터는 환경기준치 이내에 있고, 大邱, 光州, 蔚山 지역은 아직 환경기준치 이내에 있음을 알 수 있다. 산업시설, 고층빌딩, 자동차등의 증가로 연료의 소비량이 점차 증가하고 있음에도 82년도 부터 아황산가스(SO₂) 오염도가 낮아지고 있는 것은 지난 81년 7월 1일부터 首都圈을 시작으로 低硫黃燃料油를 전국적으로 확대공급하여 사용하고 있고 취사연료도 연탄이나 石油에서 LPG나 프로판가스로 많이 전환된데 그 원인이 있는 것으로 판단된다.

4. 大氣汚染物質이 인체 및 생물체에 미치는 영향

대기오염물질은 크게 나누어 1차성물질과 2차성물질로 나눈다. 1차성물질은 각종 發生源으로부터 대기중에 배출되는 가스나 분진 미립자를 말하며, 2차성물질은 대기중에 배출된 오염물질간의 상호작용, 오염물질과 대기의 정상성분과의 반응 및 태양에너지에 의한 광화학작용 등에 의하여 생성되는데, 이는 排出源으로부터 배출되었을 때와는 아주 상이한 물질을 형성한다. 그 예로서 光化學的 반응에 의하여 생성되는 O₃, 알데하이드, PAN(Peroxy acylnitrate) 등을 들 수 있다. 대기오염 물질은 일반적으로 視界를 흐리게 하거나 인간에게 불쾌감을 줄 뿐 아니라, 高濃度인 경우는 眼疾患, 鼻炎, 기관지염, 기관지확장증, 喘息, 肺充血, 肺水腫, 폐렴 등을 일으킨다. 특히 오늘날에는 자동차에서 배출되는 배기가스중 벤조피린과 산화납이 새로운 공해물질로서 문제되고 있다. 벤조피린은 發癌性物質로서 휘발유 및 디젤엔진의 배기가스중에 포함되어 있고, 담배연기, 석탄, 피치등의 연기 등에도 포함되어 있다. 도시대기중에는 매 1,000 m³ 당 0.01~100μg의 납물질이 함유되어 있는데, 이 가스는 인체에 암을 일으킨다고 한다. 산화납은 자동차 휘발유에 옥탄가항상제로서 첨가한 4 에틸鉛이 자동차배출가스와 함께 대기중에 배출되는데 납은 독성이 강한 重金屬物質로서 체내에 들어가 식욕감퇴, 두통, 근육통, 관절통, 권태감, 造血기능, 장기 신진대사 및 뇌기능에 심한 장애를 일으킨다. 또한 납물질이 혈액 1ℓ당 1mg, 골수에 1kg

당 0.8mg만 있어도 빈혈, 신경장애, 수족마비, 정신분열증 등을 일으킨다. 대기오염으로 인한 피해 현상은 식물에 있어서도 급증하고 있는데, 가스의 농도와 접촉시간에 따라 급성피해 현상과 만성피해 현상으로 구분할 수 있다. 급성피해는 비교적 고농도의 가스에 단시간 접촉했을 경우 葉脈사이나 잎가의 세포가 파괴되어 죽거나 특유의 煙斑현상을 일으키고, 만성피해는 저농도의 가스에 장시간 접촉하였을 때 일어나는 현상으로 세포의 피사에 의하여 엽록소(chlorophyll)가 파괴되어 黃化症狀이 나타난다. 대기중 아황산가스는 대리석, 석회암 등을 부식시키고 건축물의 퇴색, 금속류(알루미늄, 銅, 鉛, 아연)와 섬유류, 피혁, 지류, 고무등을 부식시킨다. 이상 설명한 바와 같이, 대기오염 물질은 사람과 동식물, 건축물과 그 자재 및 섬유류등 광범위하게 피해를 주고 있다.

II. 自動車 排出가스 농도기준 강화에 따른 無鉛휘발유 공급

1. 自動車 휘발유 (Automotive gasoline)의 성분과 정제

原油(Crude Oil)로 부터 자동차용 휘발유로 되기까지는 복잡한 정제과정을 거친다. 원유는 炭素(C), 水素(H)로 구성된 여러가지 탄화수소의 혼합물이고, 그 외에 소량의 산소, 질소, 황 등을 포함하고 있고, 무기물질인 니켈, 바나리움, 철 등이 극소량 들어 있다. 原油의 성분은 產地에 따라 약간의 차이를 보이고 이것을 정제하여 만드는 각종 石油製品的 收率도 다르다. 그러나 原油를 구성하는 원소의 구성비는 보통 탄소 84~87(重量%), 수소 11~14%, 황 5% 이하, 질소 0.4% 이하, 산소 0.5% 이하의 범위로 되어 있다. 원유의 주성분인 탄소(C)와 수소(H)의 결합상태에 따라 다음의 5종류로 구분한다.

- ① 파라핀계 탄화수소(Paraffinic hydro carbons)
- ② 나프텐계 탄화수소(Naphtenic ")
- ③ 올레핀계 탄화수소(Olefinic ")
- ④ 알로마틱계 탄화수소(Aromatic ")
- ⑤ 기타 불포화계 탄화수소

原油를 정제하는 기본적인 공정은 原油의 주성

분인 탄화수소의 혼합물들을 비점차에 따라 몇가지溜分으로 증류시키고 소량의 불순물을 분리시키는 것이다. 原油는 우선 수분을 脫水하여 대기압보다 약간 높은 1.5기압 정도의 상압증류장치에서 가열되어 3가지溜分으로 분리된다. 각 유분은 그 분리되는 비점범위에 따라 輕質溜分, 中質溜分, 重質溜分으로 구분되며, 다시 계속해서 분해, 개질, 洗滌, 감압증류 등의 공정을 거치면서 정제되고 조합하여서 각종 석유제품이 제조된다. 이와같이 복잡한 공정이 필요한 것은 각종 석유제품으로서 요구되는 성질, 性狀 등을 맞추어야 하고, 제품별 수요구성에 알맞는 收率을 맞추어야 하기 때문이다.

휘발유는 대부분 內燃機關 (internal Combustion Engine) 用 연료로 사용되는데 자동차와 항공기의 엔진용 연료로 가장 많이 사용되고 있다. 자동차는 휘발유가 갖고 있는 熱에너지를 엔진에 의해 기계적 에너지로 전환하는 것을 원리로 하고 있으므로 자동차용 휘발유는 자동차 엔진에 가장 열효율이 좋은 품질이어야 한다. 휘발유가 실린더 내에서 연소하여 좋은 열효율을 내려면 휘발유와 공기의 혼합비율이 잘 조성되어 완전연소가 되어야 한다. 열효율이 좋은 휘발유는 엔진의 압축비를 높이고 압축비 (Compression ratio)가 큰 엔진은 옥탄가가 높은 휘발유를 요구하게 된다. 엔진의 구조와 성능에 따라 이에 요구되는 휘발유의 품질이 결정되는데 자동차 휘발유가 일반적으로 갖추어야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 충분한 안티노크성을 지닐 것
- ② 휘발성이 양호하여 시동이 용이할 것 (휘발성이 蒸氣閉塞 (Vapor Cock) 을 일으킬 정도로 높지 않을 것)
- ③ 충분한 출력을 지녀 가속성이 좋을 것
- ④ 연료소비량이 적을 것
- ⑤ 不揮發性溜分이 실린더내에 생기지 않을 것
- ⑥ 저장안정성이 좋고 부식성이 없을 것

2. 揮發油 첨가제

자동차용 휘발유에는 안티노크劑, 산화방지제, 金屬不活劑, 堆積物改質劑, 淸淨劑, 腐蝕防止劑, 氷結防止劑 등이 첨가되어 있다.

자동차 휘발유의 중요한 성질인 안티노크性(A.

K. I : Anti-Knock Index = RON + MON / 2) 을 좋게 하기 위하여 옥탄가 향상제로서 4 에틸鉛 (TEL), 4 메틸鉛 (TML) 등 4 알킬鉛을 첨가한다는 것은 널리 알려져 있다. 보다 높은 안티노크성이 요구되는 경우 정제방식의 개량에만 의존하면 제품가격의 상승과 收率의 감소를 가져오나, 첨가제를 사용하면 휘발유의 一般性狀을 거의 변화시키지 않고 소량의 첨가제로서 옥탄가만을 현저히 향상시킬 수 있다. 4 에틸연의 안티노크性 향상효과를 加鉛효과라 하는데, 가연효과는 파라핀계 탄화수소가 가장 많고 다음은 나프텐系 탄화수소, 올레핀系 탄화수소, 방향족系 탄화수소의 순으로 효과가 적어진다. 4 알킬연은 안티노크성은 아주 좋으나, 이 單體로서는 화학적으로 불안정하여 엔진내의 熱에 의하여 분해되어 酸化鉛 (PbO) 으로 침전하기 때문에 4 알킬溶液 (Alkyl Fluid) 이 사용된다. 4 알킬연은 독성이 강하므로 신중히 취급되어야 하고 KS규격에서는 0.3ml/ℓ로 규정하고 있다.

直溜휘발유와 熱分解휘발유를 주성분으로 하는 자동차 휘발유의 옥탄가 향상제로서 4 에틸연이 약 40년간 사용되어 왔으나, 오늘 날에는 석유정제의 기술향상, 각 석유제품의 수급비율의 변화, 보다 높은 옥탄가의 휘발유가 요구되는 등의 이유로 플랫폼 포메이트 등 芳香族 탄화수소가 많은 改質휘발유가 사용됨으로써 4 메틸연 (TML), 混合알킬연 등 TML계 옥탄가 향상제가 각광을 받게 되었다.

TEL, TML 이외에도 이들을 물리적으로 일정비율로 혼합한 후 이를 화학적으로 반응시켜 알킬鉛 혼합물을 생산한다.

3. 自動車 排出가스 규제강화

60년대 이후 급속한 산업화정책으로 인하여 우리의 경제는 고도의 성장을 이룩하였고, 자동차산업도 급격한 발전을 가져왔다. 1975년말 우리나라의 자동차 등록대수는 193,927대 이었던 것이 10년 5개월이 지난 5월말 현재 1,012,151대로 늘어 75년에 대비하여 5.2배나 증가하였다. 자동차산업도 지난 10년 사이에 급성장하여 선진국 수준에 이르게 되어 美國, 캐나다, 英國 등 60여개국에 수출하고 있다. 급증하는 자동차는 물자의 수송과 사람들의 활동력을 원활하게 하여 주므로 우리들의 생

활에 크게 공헌하고 있다. 그러나 자동차로 부터 배출되는 배기가스는 대기오염도에 큰 비중을 차지하고 있을 뿐 아니라, 대도시에 있어서의 光化學的 스모그현상의 주범이 되고 있다. 인체 및 생물체에 많은 피해를 주고 있다. 환경청에서는 이와같이 급증하는 자동차 배출가스의 저감대책으로서 오는 87년 7월 1일부터 자동차 배출가스 농도기준을 日本이나 美国 등 선진국 수준으로 강화할 목적으로 환경보전법 시행규칙을 개정하고 지난 10월 28일자 관보에 게재 공포하였다.

강화되는 배출가스 농도기준은 현행 기술수준의 엔진이나 자동차 연료개선 만으로는 적응하기 어려우므로 현재 선진국에서 실행하고 있는 배기가스 触媒 還元法을 이용하여야 할 것이다. 촉매환원법은 자동차 엔진에서 발생하는 유해성 가스를 백금 등 貴金屬物質에 의하여 촉매반응토록 하여 無害性가스로 환원시키는 방법으로서 美国을 비롯한 선진국에서는 이미 三元(Co, Nox, HC) 촉매장치에 의하여 자동차 배출가스를 격감시키고 있다.

그러므로 우리나라도 87년 7월 1일부터 생산되

〈表 - 2〉 자동차 배출가스 농도기준(1987. 7. 1부터 시행)

차	종	연 료	측 정 방 법	배 출 가 스 의 종 류					
				일산화탄소(CO)	탄화수소(HC)			질소산화물(NOx)	매연(정지자동차상태에서전부하시 측정)
					배기관가스	부로바이가스	증발가스		
● 경승용차 보통자동차, 소형자동차로서 차량배기량 800cc 이하의 것. 2사이클 및 2륜자동차는 제외한다.		휘발유 LPG	CVS -75에 의한측정	8.0g/ km이하	2.1g/ km이하	0g/1 주행	4.0g/ 테스트 이하	1.5g/ km이하	-
● 경자동차 보통자동차, 소형자동차로서 차량총중량 2.7톤 이하 또는 승차정원 12인 이하의 것. 2사이클 및 2륜자동차는 제외한다.		휘발유 LPG	CVS -75에 의한측정	2.11g/ km이하	0.25g/ km이하	0g/1 주행	2.0g/ 테스트 이하	0.62g/ km이하	-
● 경화물차 보통자동차, 소형자동차로서 차량 총중량 2.7톤 이하 화물에 전용하는 것. 2사이클 및 2륜자동차는 제외한다.		휘발유 LPG	CVS -75에 의한측정	6.21g/ km이하	0.50g/ km이하	0g/1 주행	2.0g/ 테스트 이하	1.43g/ km이하	-
● 중량자동차 보통자동차, 소형자동차로서 차량 총중량 2.7톤 초과인 것. 승차정원 12인 이하의 것을 제외한다.		휘발유 LPG	트란지언트테스트에 의한측정	15.5g/ BHP- hr이하	1.3g/ BHP- hr이하	0g/1 주행	4.0g/ 테스트 이하	10.7g/ BHP- hr이하	-
● 경유자동차 보통자동차, 소형자동차, 특수자동차	직접분사식	경유	6-모드에의한측정	980 ppm 이하	670 ppm 이하	-	-	850 ppm 이하	50%이하
	부실식	경유	6-모드에의한측정	980 ppm 이하	670 ppm 이하	-	-	450 ppm 이하	50%이하

는 신규자동차에 대하여는 삼원촉매 장치를 부착하여 강화되는 배출가스 농도기준에 적응토록 할 방침이며, 현재 생산되고 있는 旧型엔진을 부착하는 자동차는 오는 87년 12월말까지만 생산토록 하였다.

또한 자동차 배출가스 저감대책으로서 현재 운행 중인 자동차에 대하여는 철저한 정비를 하도록 하여 배출가스를 줄이도록 하고 배출가스 단속을 보다 강화하여 운전자나 車主가 자동차 정비에 관심을 갖도록 할 계획이다.

이외에도 신호체계 개선, 도로망 개선, 정기운행 버스노선 조정 등으로 자동차의 정지회수나 시간을 최소화하여 88올림픽 개최연도까지는 首都圈의 옥시던트 오염도를 현재의 최고치 0.18PPM/시간당 평균에서 0.09PPM/시간당 평균으로 低減시킬 방침이다.

4. 無鉛휘발유 공급

지난 10월 28일자 관보에 고시된 자동차 배출가스 농도기준에 적응하려면 삼원촉매장치(Three way Catalytic Converter)의 부착은 불가피하며, 또한 無鉛휘발유의 공급이 동시에 이루어져야 한다. 납(鉛)의 농도가 높은 휘발유(有鉛휘발유)를 사용하면 배기가스中에 포함된 Pb입자가 촉매장치의 세라믹 내 貴金屬에 부착되어 배기가스와 귀금속과의 화학적 반응을 저해시키고, 촉매변환기의 warm-up 특성을 저하시킨다. 有鉛휘발유가 촉매장치에 미치는 영향은 한번의 注油에 의해서도 Co(일산화탄소) 100%, HC(탄화수소) 250%를 증가시킨다고 하므로 배기가스를 저감시키는데 있어 가장 중요한 것은 저공해 자동차의 생산과 無鉛휘발유

의 공급체계이다. 즉 무연휘발유에 유연휘발유가 혼합되지 않도록 하는 문제와 삼원촉매장치가 부착된 低公害 자동차에 유연휘발유를 注油하는 행위를 어떻게 단속하느냐가 중요한 과제이다. 저공해 자동차 개발을 위한 시험용 무연휘발유는 현재에도 各 精油社와 自動車 메이커와의 계약하에 공급하고 있다. 그러나 87년 7월 1일부터 저공해 자동차가 생산되어 전국에 판매되면 많은 무연휘발유가 소요되므로 동자동차에 공급할 수 있는 무연휘발유의 다량생산 및 저유시설이 同時期보다 이전에 완성되어야 하고 공급체계 역시 87년 7월 1일 이전에 완료되어야 한다. 各 注油所에서는 無鉛휘발유와 有鉛휘발유가 혼합되지 않도록 저유시설을 엄격히 구별하고 주유시 실수를 범하는 일이 없도록 하기 위하여 정확한 표시와 fill pipe內에 lead restrictor를 끼워 유연용 dispenser가 무연용 fuel tank에 끼워지지 않게 하여야 한다. 특히 지방 小都市(작은 시군)에 위치한 주유소에서는 무연휘발유가 품귀되는 일이 없도록 항상 각별한 주의를 기울여야 하며, 精油회사에서는 원거리에 위치한 지방도시의 소규모 주유소에도 무연휘발유 공급에 게을리 함이 없도록 하여 전국 어느 지역에서나 항상 무연휘발유 주유가 가능하도록 공급하여야 한다. 환경청에서는 그간 무연휘발유 공급과 관련하여 동력 자원부 및 각 정유사와 수차에 걸쳐 생산시기와 규격에 關하여 협의하였으므로 무연휘발유의 생산량과 공급시기에는 차질이 없을 것으로 판단된다.

그러나 기존 주유소에 있어서의 무연휘발유 저유시설을 위한 공간확보가 어려울 것으로 판단되므로 각 주유소에서는 充分한 시간을 두고 저유시설 설치에 전력을 기울여야 할 것으로 생각된다. *

지각없는 외제선호

부리썩는 경제질서