

특집

□ 無鉛휘발유 □

無鉛휘발유 공급계획과 수요전망

金光勳

(動資部 石油需給課 化공기과)

I. 자동차 배출가스와 대기오염

1. 개 황

대기를 오염시키는 물질을 배출源별로 크게 나누면 고정 배출원과 이동배출원으로 나눌 수 있는데, 고정 배출원으로는 각종 산업공정, 화력발전, 빌딩난방, 가정난방 등이 있고, 이동배출원으로는 각종 자동차, 기차, 선박, 비행기 등이 있다.

특히 이동배출원 중에서 자동차는 산업의 고도성장과 더불어 생활수준이 향상됨에 따라 급격한 증가 추세를 보여 우리나라의 자동차 보유대수는 <表-1>에서 보는 바와 같이, 1960년도 약 3만대에서 1970년도에는 128천대, 1980년도에는 528천여대로 증가하였으며, 1985년 현재는 1백만대가 넘어 이들 자동차에서 배출되는 배출가스 저감대책이 시급한 문제로 대두되고 있다.

자동차는 사람이 많이 살고 있는 대도시에 집중되어 있어 인간의 일상 생활과 생산활동을 통하여 배출되는 오염물질과 더불어 환경오염을 더욱 크게 악화시키고 있다. 우리나라는 선진 외국의 대도시에 비해 자동차 보유 대수는 적다고 하더라도 자동차 배출가스 기준의 완화, 노후차량의 증가, 자동차의 도시집중현상, 도로조건의 불비 등이 자동차의 배출가스를 가중시키고 있어 이로 인한 대기오염의 증가는 앞으로 외국의 예처럼 스모그 현상을 가중시킬지도 모른다.

<表-1> 자동차 보유현황

	승용차	버 스	화물자동차	計
1960	12,776	4,195	14,014	30,985
1965	16,280	6,037	18,400	71,702
1970	60,677	17,469	49,055	127,201
1975	84,212	21,818	82,862	188,892
1980	249,102	42,463	226,940	518,505
1981	267,605	50,595	243,828	562,028
1982	305,811	66,326	263,939	636,076
1983	380,993	87,282	304,158	772,433
1984	465,149	108,018	360,364	933,531
1985*	517,952	120,591	389,958	1,028,501

註: *1985년은 1~7월 누계임.

<資料> 交通年鑑

2. 배기가스가 생체에 미치는 영향

자동차에서는 엔진의 종류, 사용연료, 연료의 연소조건등에 따라 각종 화학물질 즉, 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC), 질소산화물(NOx), 옥탄가향상제인 알킬납(TEL) 등으로 인하여 납화합물의 미립자, 매연 등이 배출되고 또한 2차 오염물질로서 탄화수소와 질소산화물이 대기중에서 햇빛과 반응하여 산화성 물질인 옥시단트(oxidants)를 생성하는데 배출가스 종류별로 생체등에 미치는 영향을 기술하면 다음과 같다.

-CO : 연료의 불완전연소시 다량 배출되는 일산화탄소는 무색·무취의 가스로서 다량 흡입하면 연탄가스 중독증세와 같이 혈액중의 Hemoglobin과 결합하여 Carboxy Hemoglobin(COHB)를 형성, 혈액속의 산소운반작용을 저해시켜 두통이나 구토증상을 일으키며, 심하면 의식불명도 된다.

-HC : 연료의 불완전연소로서 탄화수소가 배출되는데 산화되어 Aldehyde로 되면 눈이나 점막, 피부 등을 자극하게 되고 다시 산화되면 과산화물이 형성되고 질소산화물과 함께 광화학스모그의 원인이 된다. 또한 방향족의 탄화수소는 암의 발생과 관계가 있지 않나 보고 있는 물질이다.

-NOx : 질소산화물은 무색의 기체로서 NO 또는 NO₂로 배출되며, HO와 함께 태양에너지에 의하여 화학반응을 일으켜 광화학스모그를 발생시키게 된다. NO₂의 인체 및 동물에 대한 피해는 주로 호흡기의 세포파괴와 이로 인한 호흡기 질환에 대한 면역성 감소를 일으키며, 농작물 및 식물에 많은 손상을 준다. 특히 혈액중의 Hemoglobin과 결합하여 Metemoglobin을 형성하므로 산소결핍증이나 호흡작용을 방해하고 신경기능을 감퇴시키며, 심한 경우 폐부종을 일으킨다.

-Oxidant : 대기중에서 광화학반응에 의하여 생성되는 2차 오염물질로 대기중 NO₂가 햇빛을 받아 NO와 O로 분해하고 이 원자상태의 O가 활성이 강하여 O₂ 및 HC와 결합하여 O₃(오존) 등과 같은 산화성 합성물질을 만들어 낸다. Oxidant는 인체의 호흡기 계통에 직접적인 피해를 입히고 타질환에 대한 면역성을 감소시키며 눈을 따갑게 한다.

농작물 및 식물에 대하여는 성장을 방해하며, 유

기화학 제품중 고무, 폴리에스터, 나일론 등 고분자제품에 피해를 준다.

따라서 이와같은 대기오염을 방지하기 위하여는 근본적으로 오염물질이 발생되지 않도록 하는 것이지만, 이러한 방법은 사실상 불가능하기 때문에 되도록 오염물질의 발생이나 배출을 억제 또는 저감시키기 위한 노력은 계속되어야 할 줄로 안다.

II. 휘발유의 종류 및 無鉛휘발유 생산공급의 필요성

1. 휘발유의 종류

석유제품중 내연기관용 연료유로서 가장 널리 알려져 있는 것이 휘발유이다. 휘발유는 비점범위가 30~200℃ 정도이고, 휘발성이 있는 액체상태의 석유유분을 총칭하는 것으로서 그 용도는 매우 많으나, 사용량으로 볼 때 대부분 내연기관용 연료로 사용되는 자동차용 휘발유와 항공기용 휘발유 및 연료 이외의 유지추출용, 드라이크리닝용, 고무공업용, 도료용 또는 세척용 등으로 널리 사용되는 공업용 휘발유(Solvent)의 3가지 용도로 크게 나눌 수 있다.

자동차용 휘발유의 품질은 엔진의 구조성능의 개선과 더불어 변천하고 있지만, 우리나라에서 자동차용으로 판매되고 있는 휘발유는 옥탄가 95 (RON) 이상의 고급휘발유와 86 (RON) 이상의 보통휘발유가 있다. 자동차용 휘발유의 품질이 갖추어야 할 보편적인 성질은 안티녹크성(Antiknock quality), 휘발성, Vapor Lock정도, 출력과 가속성, 저장시 안정성 등이 있어야 하고 부식성이 없어야 한다. 특히 옥탄價 향상을 위하여 휘발유에 첨가하는 안티녹크제(TEL, TML 등)에 함유되어 있는 유독성 중금속인 납의 인체 유해성으로 인하여 향후 알킬납을 첨가한 加鉛 휘발유 대신에 無鉛 휘발유의 생산공급이 필요시 된다고 하겠다.

2. 加鉛휘발유(Leaded Gasoline)와 無鉛휘발유(Unleaded Gasoline)

加鉛 휘발유는 휘발유에 옥탄價 향상제인 4 에틸납(TEL) 및 4 메틸납(TML) 등의 첨가제를 넣어

옥탄율을 증진시킨 휘발유를 말한다.

휘발유에 첨가된 알킬납은 옥탄율 향상외에 엔진 밸브의 마모를 막는 2차적 효과도 가지고 있으므로 필수적인 연료 첨가제로 간주되어 현재까지 계속 사용되고 있다. 그러나 한편에서는 연소시 소연제 등과 반응하여 PbClBr, PbO, 또는 PbSO₄ 등의 형태로 대기중에 방출되어 대기를 오염시키게 된다.

無鉛휘발유란 TEL대신 옥탄율 향상제인 MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) 등 합산산화합물의 첨가제를 첨가하여 옥탄가를 증진시킨 휘발유로서 납성분을 거의 함유하지 않은 휘발유를 말한다. 옥탄율 향상을 위하여 납화합물 대신 방향족 성분 올레핀성분을 다량 함유하기 때문에 인체에 유해하다고 알려진 벤조피렌과 같은 다환방향족 물질이 배출되어 공해발생 문제는 여전히 남게 된다. 그러나 美国 등 선진제국에서도 휘발유중 방향족 물질등의 함유량에 대하여는 아직 법적으로 규제하지 않고 있다.

3. 無鉛휘발유 생산 공급의 필요성

최근 급격한 도시화와 인구의 도시집중 및 자동차증가에 따라 자동차 배출가스로 인한 대기오염문제가 대도시에서 점차 심각하게 대두되고 있고, 특히 휘발유의 옥탄율 향상제인 알킬납(TEL, TML)에 함유된 납성분이 인체에 유해(빈혈, 복통, 말초신경염 유발)할뿐 아니라, 자동차의 촉매전환장치에 나쁜 영향을 줌으로써 대기를 오염시키는 문제가 심화되고 있음을 감안하여 환경청은 1987년 7월부터 「88올림픽대비 환경보전종합대책」의 일환으로 신규제작 자동차에 대한 배출가스 허용 기준(表 2 참조)을 대폭 강화 시행키로 결정하고, 환경보전법 시행규칙의 개정을 추진하여 휘발유 및 LPG로 운행되는 국내 승용차의 배출허용 기준을 1985년도 美国기준과 동일하게 강화하기로 하였다.

이와같이 강화된 배출허용기준을 충족시키기 위하여 신규제작 자동차에는 배출가스를 대폭 감소시킬 수 있는 촉매전환장치(Catalytic Converter)를 부착하여야 하고, 加鉛휘발유중의 납화합물이 촉매전환장치의 수명을 단축시키게 되므로 이 촉매장치의 기능유지를 위하여 無鉛휘발유를 생산 공급하지 않으면 안된다는 필연성이 대두되게 되었다.

〈表 - 2〉 배출 허용기준 강화내용

(單位 : g/km)

항 목	현 행 (84. 7. 1시행)	강화기준 (87. 7. 시행)
일산화탄소(CO)	18.0	2.11
탄화수소(HC)	2.8	0.25
산화질소(NO _x)	2.5	0.62

註 : * 휘발유 및 LPG차에 대한 기준강화
(資料) 環境廳

촉매전환장치는 자동차 배출가스 통로에서 백금, 로듐 등의 촉매를 사용함으로써 탄화수소, 일산화탄소, 질소산화물 등을 인체에 무해한 물질로 전환하는 기능을 하게 되어 대기오염을 크게 줄일 수 있는 특징을 가지고 있다.

Ⅲ. 각국의 無鉛휘발유 사용 추세

세계적으로 휘발유를 사용하는 국가는 130여개국에 달하고 있으나, 그중 無鉛휘발유를 사용하는 국가는 美国, 日本, 멕시코, 괌, 버진도, 하와이 등 6여개국에 불과한 실정이며, 대부분 加鉛휘발유 사용국가의 휘발유중 납함량 기준은 우리나라보다 높은 실정(表-3 참조)이나 선진제국에서는 점차적으로 납함량을 감소시키고 있는 추세이다.

1. 美 国

현재 無鉛휘발유의 첨가제로서 환경보호청(EPA)의 승인을 받은 것은 MTBE와 알킬류가 있으며, 無鉛휘발유의 공급율은 82년도 52.1%, 83년도 55.1%, 84년도에는 59.5%이다(表-4 참조).

또한 美国의 환경보호청은 84년 8월 加鉛휘발유의 배기가스 악화와 납화합물의 건강에 대한 영향을 이유로 납함량을 1985년 7월부터 1.10g/gal (0.277ml/l)에서 0.50g/gal (0.126ml/l)로, 1986년 1월부터 0.10g/gal (0.025ml/l)으로 감소시키는 단계적인 축소방안을 제시하고 있다.

2. 日 本

기준 加鉛휘발유의 사용과 더불어 1983년 9월

〈表-3〉 主要國家의 납含量 規制現況

	揮發油等級	옥 탄 價	납含量(ml/l)
美 國	高 級	98 / 95	0.88 / 0.142
	普 通	94 / 91	0.53 / 0.50
	無 鉛	97 / 89	0.028 / 0.0094
日 本	高 級	98 / 97	0.16
	無 鉛	91 / 89	0.0037
英 國	Four Star	97	0.378
	Three Star	94	0.378
	Two Star	90	0.378
西 獨	高 級	99 / 98	0.142
	普 通	94 / 91	0.142
프 랑 스	高 級	99 / 97	0.378
	普 通	91 / 89	0.378
台 灣	高 級	95	0.387
	普 通	89	0.302
泰 國	高 級	95	0.794
	普 通	83	0.794
백 시 코	普 通	82	0.898
	無 鉛	91	0.0122
韓 國	高 級	95	0.3
	普 通	86	0.3

〈資料〉 World-wide survey of motor gasoline quality(83. 5)

〈表-4〉 美國의 無鉛휘발유 공급추이

(單位: 천B/D)

	총 휘 발 유 소 비	무 연 휘 발 유 소 비	무 연 화 비 율
1977	7,177	1,976	27.5%
1978	7,412	2,521	34.0%
1979	7,034	2,798	39.8%
1980	6,579	3,067	46.6%
1981	6,588	3,264	49.5%
1982	6,539	3,409	52.1%
1983	6,622	3,647	55.1%
1984	6,698	3,987	59.5%

〈資料〉 1985 National petroleum News Fact Book

에 고옥탄 무연휘발유를 병행사용토록 하였고, 앞으로 無鉛휘발유의 판매비율은 사용차량의 판매량 여하에 크게 영향을 받을 것이다.

3. 西 獨

無鉛휘발유는 사용하지 않고 있으나, 1976년 1월부터 납함량을 0.4g/l(0.378ml/l)에서 0.15g/l(0.142~ml/l)로 제한하여 대기중의 납함량을 감소시킨 바 있고, 산성비에 의한 산림의 황폐를 막기 위한 대책의 하나로 무연화 실시가 대두되고 있다.

4. 英 國

자동차 배기가스중의 납화합물이 아동들의 건강에 나쁜 영향을 미치는 것을 방지하기 위하여 무연화 실시가 대두되고 있으며, 현재 휘발유의 납함량 기준은 0.378ml/l이나, 1986년에는 0.142ml/l로 감소시킬 계획으로 있다.

5. 無鉛휘발유의 공급확대 전망

현재 전량 無鉛휘발유를 사용하는 나라는 없으나, 美國이나 유럽에서는 TEL 등 알킬납 대신에 옥탄価 향상제로서 메타놀과 이소부틸렌을 원료로 하여 제조되는 MTBE가 사용되고 있으며, 西獨, 英國, 네덜란드 등에서도 휘발유의 무연화 실시가 필요시 되고 있어 앞으로 더욱 무연화가 진행됨으로써 이들 여러 나라에서는 함산소화합물이 옥탄価 향상기제로 활용될 것으로 추측되는 바, 무연화에 의한 비용상승은 소비자 부담을 증가시키게 될 것으로 전망된다.

IV. 無鉛휘발유 생산방법

1. Reformer 설치로 Reformate 활용방법

〈생산개요〉 나프타를 원료로 하여 Hydrotreater에서 탈황처리후 Reformer에서 수소와 함께 유입, 특수촉매상에서 반응시켜 옥탄価 92~100 정도의 방향족 함유 Reformate를 생산한 다음 이 고옥탄

가 Reformate를 기본유로 하여 부탄, 직류가솔린, 기존 Reformate, 석유화학부산물 등을 배합하여 규격품의 무연휘발유를 생산함.

〈추가시설〉 Naphtha Hydrotreater, Catalytic Reformer, 저장탱크, 동력 및 부대시설등 Reformer설치에 의한 생산제품은 현행 加鉛휘발유 및 MTBE배합 無鉛휘발유 등의 타제품에 비해 보다 많은 방향족 성분을 함유(加鉛휘발유 보통: 30~35%, 고급: 40~45%, Reformer설치생산제품: 55%, MTBE배합 생산제품: 45% 정도임)하고 있어 벤조피렌등 다환방향족(Polynuclear Aromatic) 같은 물질이 배출될 우려가 있을 뿐만 아니라, Catalytic Reformer, 저장탱크등 신규시설의 설치로 인해 加鉛휘발유보다 無鉛휘발유의 가격상승이 예상된다.

2. MTBE 첨가제 배합에 의한 제조방법

〈생산개요〉 기존 Reformate를 기본유로 하고 부탄, 직류가솔린, 석유화학부산물과 MTBE를 첨가하여 규격품의 무연휘발유를 생산하는 것인데 현재 MTBE의 배합율은 美国 EPA가 효율 등을 감안 11%까지만 허용하고 있음.

〈MTBE의 공급〉 국내에서 생산되지 않아 전량 수입에 의존해야 함

〈추가시설〉 MTBE 저장탱크, 입출하 및 배합시설등

휘발유에 MTBE를 10~15% 정도 첨가하면 옥탄율을 15~20% 높일 뿐 아니라, 안전성, 독성 및 위험성 등에 있어서도 순수한 휘발유와 거의 같아 현재로서는 가장 유망시되는 제조방법이나 현 정제시설하에서 MTBE 첨가 생산제품은 MTBE의 전량 고가수입 및 저장시설 배합탱크 등 관련시설을 추가 설치하여야 하므로 역시 무연휘발유의 가격상승이 예상된다.

V. 無鉛휘발유 생산공급

1. 생산방법

Reformer 설치로 생산된 無鉛휘발유는 방향족 물질이 다량 함유되어 연소시 배출가스에 의한 공

해발생문제로 현재로서는 방향족화합물이 보다 적게 함유된 함산소화합물(특히MTBE)의 첨가에 의한 무연휘발유 제조방법이 더 좋을 것으로 생각되나 어느 방법으로 생산하더라도 무연휘발유는 가격상승이 예상되며 또한 자동차에 무연휘발유 사용을 위한 촉매전환장치부착 및 Valve Heat(엔진의 대기흡입장치)의 특수합금 재질사용 등에 따라 자동차 가격도 상승되는 불리성이 있으므로 각 정유사가 자사의 시설여건, 경제성등을 감안하여 가장 합리적인 생산방법을 자체적으로 검토 판단하여야 할 것이다.

2. 無鉛휘발유 생산가능시기

생산방법의 검토, 정유사 및 유통단계별로 생산·저장시설등 관련시설을 추가설치하여야 하는 등 無鉛휘발유 생산기반 구축을 위하여 약 2년간의 준비기간이 필요할 것이므로 無鉛휘발유용 자동차 생산시기와 맞추어 1987년 7월부터 국내에서 생산 공급기로 하였다.

3. 無鉛휘발유 사용 대상

〈공급대상〉 무연휘발유를 사용하기 위하여는 자동차에 3원촉매전환장치(Catalytic Converter)를 부착하여야 하는데 기존 운행 자동차에는 이를 별도로 부착키 위하여 엔진 및 배기시스템 관련부위의 설계변경이 불가피하고 또한 경제적 추가부담(대당 약 50만원)을 주게되므로 무연휘발유용으로 신규제작된 자동차만을 공급대상으로 하였다.

〈공급지역〉 무연휘발유의 확대 보급과 무연휘발유용 자동차의 운행상 편리를 위하여 전국의 신규 자동차에만 공급토록하여 연차적으로 확대 공급기로 하였으며 무연휘발유 판매주유소의 신규설치 허가는 가급적 지양하고 기존주유소에서 3종(고급, 보통, 무연)의 휘발유를 동시에 판매토록 하거나 보통휘발유와 無鉛휘발유 또는 현재와 같이 고급 휘발유와 보통휘발유의 병행 판매등 주유소 경영자의 자유의사에 따라 선택토록 유도할 방침이다.



〈表 - 6〉揮發油 車輛 生産計劃

(單位：千台)

年度別 區分	1987	1988	1989	1990	備 考
輸 出	460	540	620	720	
內 需 (營業用除外)	188 (150)	225 (180)	271 (217)	326 (261)	營業用：內 需의 20%
計	648	765	891	1,046	

〈資料〉商工部

산공급방침을 확정하고 이를 1985년 10월 23일 각 정유사에 시달함과 아울러 1987년 7월 공급개시 이전까지 메반기별로 사업추진 진도상황을 점검할 계획이며 빠른 시일내에 무연휘발유의 품질기준을 마련하여 석유사업법 시행규칙에 반영시킬 예정이다. 또한 향후 무연휘발유 생산보급을 위하여 무연휘발유에 대한 특별소비세의 차등부과 및 추가 비용 등을 검토 가격에 반영할 수 있도록 관련부처와 협의할 계획이다. *

〈表 - 7〉無鉛揮發油 需要전망

(單位：千Bbl, 台)

年度別 區分	1983	1984	1985	1986	1987	1988
車輛用總需要 (前年對比：%)	3,412 (△1.6)	4,264 (25.0)	5,103 (19.7)	6,039 (18.3)	7,148 (18.4)	8,463 (18.4)
總 車 輛 台 數	301,122	372,993	440,079	519,351	612,809	723,010
無鉛揮發油需要	—	—	—	—	483	1,646
無鉛揮發油車輛	—	—	—	—	75,000	180,000

註：*87. 7~12월까지 6個月間 需要.

□ 産油国短信 □

油價 20弗線 이하로 暴落할 可能性 있다

— 石油輸出國기구 수브로토 議長 —

石油輸出國機構(OPEC) 의장인 수브로토 인도네시아石油相은 OPEC가 基準油價를 현재의 배럴당 28달러에서 20달러 이하로 인하해야 될지도 모른다는 우려에 동감을 표시했다고 자카르타에서 발행되는 시나르 하라판紙가 12일 보도했다.

수브로토의장은 이날 시나르 하라판紙와 가진 회견에서 만일 석유공급과잉상태가 계속된다면 OPEC 公示油價가 폭락할 가능성이 있다고 말했다.

그는 國際油價가 배럴당 20달러 이하로 떨어질 것이라는 야마니 사우디아라비아 石油相의 최근 발언에 대해 논평을 요구받고 그럴 가능성이 충분히 있다고 말했다.

그러나 수브로토議長은 현재의 공급과잉상태가 油價를 폭락시킬만큼 심각한 것인가라는 질문에는 답변을 회피했다.

그는 또 오는 12월 7일 제네바에서 열리는 OPEC 총회에서 油價문제가 거론될 것이라고 밝혔다.