

## 저공해 자동차용 연료

### Automotive Engine Fuels for Low Pollutant Emission

조 용 우\*, 김 경 원\*\*, 나 상 천\*\*\*  
Y. W. Cho, G. W. Kim, S. C. Rah

#### 1. 서 론

자동차 연료는 내연기관의 에너지원으로서 기본적으로는 엔진의 성능을 보장할 수 있어야 하고 나아가 배출가스 저감을 통한 환경개선에의 기여, 기업에 있어서는 적정 이윤을 실현할 수 있도록 제조되어야 한다.

자동차 연료는 크게 가솔린엔진용 연료인 휘발유와 디젤엔진용 연료인 경유로 구분되는데 각각의 기본 품질은 KS(한국공업표준규격), 석유사업법 등에 명시되어 있으며 정유사는 여기에 부가하여 나름대로의 제조 규격을 설정하여 보다 면밀한 품질관리를 행하고 있다(표 1. 2).

최근들어 자동차가 고성능화되고 환경보호 분위기가 고조됨에 따라 연료의 품질도 이에 부응하여 개선되고 있다. 특히 80년대 후반 들어 미국을 중심으로 시작된 대기 보전 노력은 마침내 90년 11월 강력한 환경규제 내용을 담은 대기정화법(Clean Air Act)을 미국 정부로 하여금 공포하기에 이르렀다. 국내에서도 정부가 환경개선 의지를 강력히 표명하고 있는 만큼 대기 보전을 위한 정유사의 품질 경쟁은 앞으로 더욱 치열해질 전망이다.

본고에서는 자동차 연료가 대기오염에 미치

는 영향, 최근의 품질개선 동향 및 국내 여건을 고려한 바람직한 품질개선 방향 등을 간략히 살펴보고자 한다.

#### 2. 자동차 배출가스와 공해

자동차에서 배출되는 오염물질로는 황산화물(SOx), 탄화수소, 질소산화물, 입자상물질, 일산화탄소, 납화합물, 벤젠, 다핵방향족화합물(PAH) 등이 있으며 이들 물질은 산성비, 광화학스모그(smog), 인체내의 독성에 직·간접으로 큰 영향을 미친다. 이들 물질의 생성은 연료의 성상과도 상당한 관계를 가지는 것으로 알려져 있다.

##### 2.1 휘 발 유

휘발유 차량에서 배출되는 오염물질로는 탄화수소, 일산화탄소, 질소산화물, 납화합물, 벤젠, 다핵방향족화합물 등이 있으며 이들은 휘발유중의 합산소화합물 함량, 방향족 함량, 벤젠 함량, 납 함량, 증기압(RVP), 청정분산제의 사용 여부 등과 관계가 있다.

##### 2.1.1 합산소화합물 함량(그림 1)

합산소화합물(MTBE 등)은 탄화수소와 일산화탄소의 배출을 크게 감소시키며 감소효

\* ㈜유공 울산연구소 석유연구실

\*\* 정회원, ㈜유공 울산연구소 석유연구실

\*\*\* 정회원, ㈜유공 신기술사업개발팀

표 1 휘발유 규격 및 국내 품질 현황 (무연휘발유)

	미국 ASTM	일본 JIS	석유사업법	국내품질수준
옥탄가, RON, Min.	85, 87, 90 (AKI*)	89, 96	91	92.5~93.0
분류성상				
10% 유출온도, °C, Max.	55	70	70	55 이하
50% 유출온도, °C, Max.	77~110	125	125	90~110
90% 유출온도, °C, Max.	185	180	190	180 이하
동판부식 50°C, 3hr, Max.	1	1	1	1 이하
증기압, kg/cm <sup>2</sup> , Max.	0.95	0.45~0.80 최대 0.95	0.45~0.85 최대 0.98	계절구분생산 0.45~0.98
산화안정도, 분, Min.	240	240	480	480 이하
검, mg/100ml, Max.	5.0	5.0	5.0	0.5~1.0
황분, wt. %, Max.	0.15	-	0.1	0.01 이하

표 2 경유 규격 및 국내 성상

	미국 ASTM	일본 JIS	석유사업법	국내품질수준
유황, wt. %, Max.	0.5	0.56	0.4	0.30~0.38
세탄가(지수), Min.	40	특 1호: 50 1호: 50	45	48~55
분류성상 90%, °C, Max.	282~338	2호: 45 특 1호: 360 1호: 360 2호: 350	360	330~350
인화점, °C, Min.	52	50	45	55~65
유동점, °C, Min.	-	2호: -7.5	-5	-20~-30

과는 오래된 차량일수록 커진다. NO<sub>x</sub> 저감에는 효과가 없다.<sup>1)</sup>

2.1.2 벤젠 함량(표3)

벤젠은 발암성 물질이다. 미국의 경우 대기 중 벤젠의 75%가 휘발유 차량에서 배출되고 있으며 이중 절반은 휘발유중에 포함된 벤젠에 의해 발생하는 것으로 보고된 바 있다.<sup>2)</sup>

2.1.3 방향족 함량(그림 1)

방향족 함량을 변화시키면 차중 및 차의 연식에 따라 배출가스를 증가시키기도 하고 감소시키기도 하여 명백한 결론을 내리지는 못하고 있는 상태이나 대체로 NO<sub>x</sub> 감소에는 유효한 것으로 알려져 있다. 또 방향족 성분

표 3 자동차 배출가스 중 독성물질의 발암 영향

물 질 명	발암기여율(%)
Benzene	50
1,3-Butadiene	33
Formaldehyde	4
Acetaldehyde	0.6

은 휘발유 차량에 의한 대기중 벤젠의 나머지 절반을 생성하고 벤조피렌 등 다핵방향족 화합물 배출에 큰 영향을 미친다.<sup>1,2)</sup>

2.1.4 납 함량

납은 휘발유중의 가장 유해한 독성물질로서

전량 납화합물 상태로 대기중에 배출되어 인체의 조혈작용을 저해하고 특히 어린이의 건강을 해치는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup>

2.1.5 청정분산제 (그림 2, 3, 4)

엔진 및 연료 공급계통의 청결성은 자동차의 성능과 밀접한 관계를 갖는다(그림 2, 3). 청정분산제는 연료에 소량 첨가되어 차량의 성능을 향상시키고 배기가스를 저감시키며 저감효과는 사용기간에 비례하여 좋아진다(그림 4)<sup>4,6)</sup>.

2.1.6 증기압 (RVP)

휘발유로 인해 발생하는 총 광화학 유기물질 중에는 엔진의 직접적인 연소에 의하지 않고 일조, hot soaking, 유통과정 및 주행중 증발에 의한 것이 40%를 차지한다. 휘발유의 증기압을 낮추면 이러한 증발가스를 감소시킬 수 있으나 지나친 증기압 감소는 차량의 운전 성능을 악화시킬 위험이 있으므로 신중을 요한다.<sup>6)</sup>

2.2 경 유

경유 차량에서는 아황산가스, 매연을 포함하는 입자상물질, 질소산화물, 일산화탄소, 탄화수소, 다핵방향족화합물 등이 배출되며 이들과 관련있는 경유의 성상으로는 황 함량, 방향족 함량, 세탄가, 청정제 사용 여부 등이 있다. 경유 차량 배출 물질중에서는 아황산가스, 입자상물질 및 질소산화물이 특히 중요하다.

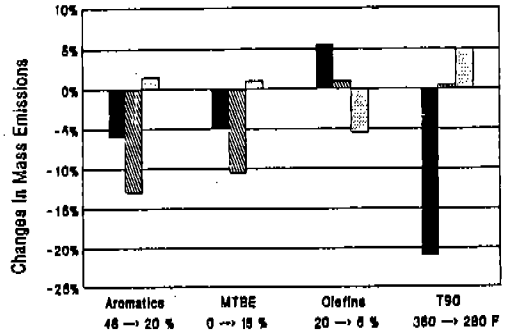
2.2.1 황 함량 (그림 5)

경유중의 황은 연소후 아황산가스를 발생시키며 이는 공기중의 수분과 결합, 황산 aerosol을 형성하여 산성비를 만든다. 또 입자상 표 4 휘발유로 인한 광화학 유기물질 배출량

원 인 별 구 분	배출량 (톤/일)	구성비 (%)
유통중 증발 손실	62	5.9
일조중 증발 손실	64	6.1
주행중 증발 손실	127	12.2
Hot soak 증발 손실	151	14.5
차량 배기 가스	640	61.3
합 계	1,044	100.0

\* 1990년 미국 캘리포니아주 조사자료임.

Current Vehicles - 1989



Older Vehicles - 1983-85

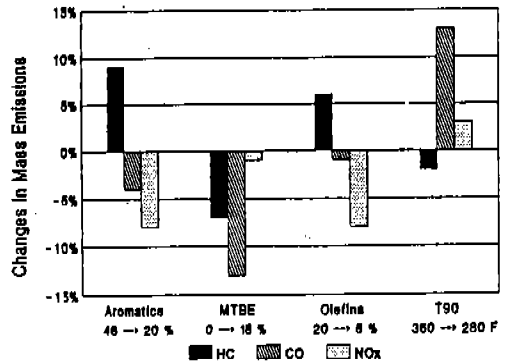


그림 1 휘발유 성상이 배기가스에 미치는 영향 (Auto/Oil Air Quality Improvement Research Program 중간 보고 자료, 1991)

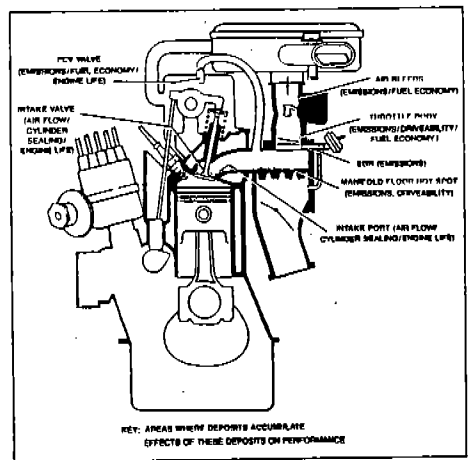


그림 2 흡입계통의 침적물이 엔진성능에 미치는 영향

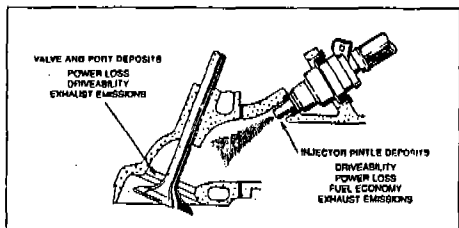


그림 3 Injector 차량의 엔진에서 침적물이 운전성능에 미치는 영향

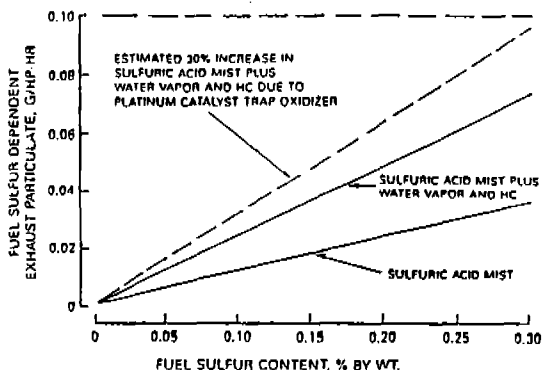


그림 5 황 함량이 입자상물질에 미치는 영향

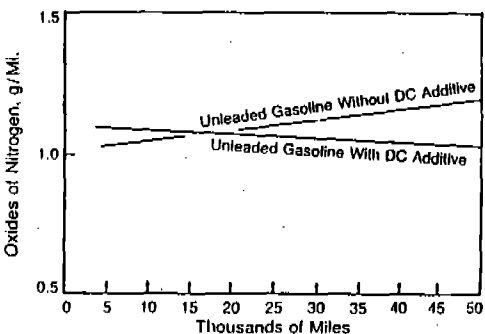
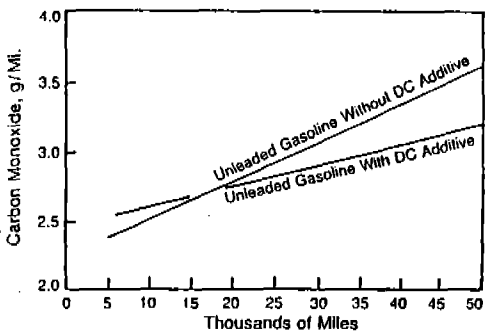
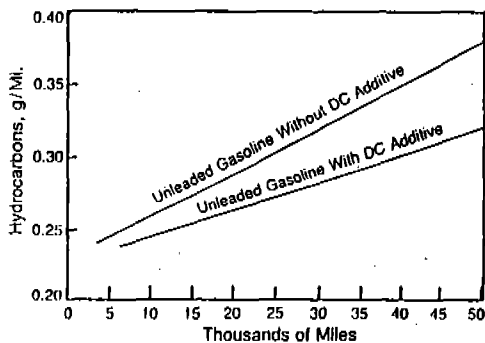


그림 4 청정분산제가 배기가스에 미치는 효과

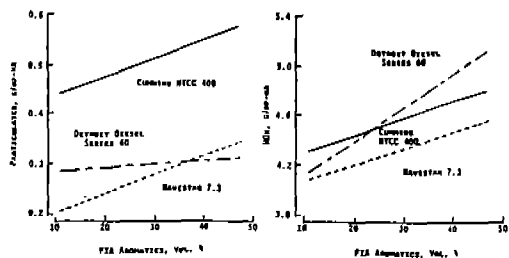


그림 6 방향족 함량이 입자상물질과 NOx에 미치는 영향

물질 생성에도 크게 관여하는데 현재 한국의 경우 경유 차량에서 배출되는 입자상물질의 반 정도가 황에 의해 생성되는 것으로 추정된다. 황은 과거에는 엔진 부식을 유발시키기도 하였으나 근래는 윤활유의 발달로 연료중 황 함량이 0.5% 이하일 경우에는 문제시 되지 않는다.

최근에는 경유 차량의 매연(smoke)을 저감시키기 위한 획기적인 방법으로 휘발유 차량의 삼원촉매 장치에 상응하는 매연 2차 산화장치인 catalyst trap oxidizer 등에 대한 연구가 활발하다. 이 장치는 귀금속을 촉매로 이용하는데 제대로 효과를 발휘하도록 하기 위해서는 연료중 황 함량이 0.05% 이하여야 하는 것으로 알려져 있다.<sup>7,8)</sup>

2.2.2 방향족 함량(그림 6)

방향족 성분은 탄소입자인 매연을 증가시키고 입자상물질내의 유기물 함량을 상승시켜 결과적으로 입자상물질 배출량을 높인다. 특히

입자상물질에 함유된 유기물질중의 다핵방향족화합물 함량을 증가시켜 인체 유독성을 가중시킨다. 방향족 함량이 증가하면 탄화수소 배출량도 증가하는 것으로 알려져 있다.<sup>7,8)</sup>

2.2.3 청정제

청정제는 디젤엔진의 연료 공급계통, 특히 연료 분사 노즐을 청결하게 함으로써 배기 가스를 저감시키며 연비 및 운전 성능상의 향상도 기대할 수 있다.<sup>7,8)</sup>

2.2.4 세탄가

차량 요구 수준 이하일 경우에는 비정상연

소를 유발하여 배기가스를 증가시킨다. 현재 국내 경유의 세탄가는 50 이상으로 충분한 수준이며 별도의 세탄가 개선이 불필요하다. 하지만 휘발유 생산 위주의 중질유 분해 공정에서 부생되는 경유는 세탄가가 매우 낮으므로 이러한 유분을 배합, 사용할 경우에는 주의가 필요하다.<sup>7,8)</sup>

표 6 경유의 청정대체연료 규정 (미국)

규제 항목	규제 내용	적용시기	규제대상지역
황함량 기준	최대 0.05wt.%	'93.10.1	48개주
Cetane Index	최소 40	'93.10.1	48개주

표 5 휘발유의 청정대체연료 규정 (미국)

규제 분류	규제 항목	규제 내용	적용시기
1. 일산화탄소 규제 미충족 지역 (44개 도시) 기준	산소 함량	• CO 고배출 계절 동안 최소 2.7 wt. %	'92. 10.15
2. Reformulated Gasoline 기준 (오존규제 미충족 지역 9개 도시에 한정 공급)	가. 산소 함량	• 최소 2.0 wt. %	'95. 1. 1
	나. 방향족 함량	• 최대 25 vol. %	'95. 1. 1
	다. 벤젠 함량	• 최대 1 vol. %	'95. 1. 1
	라. 납성분 함유 연료	• 사용 금지	'95. 1. 1
	마. 청정분산제 (Deposit Control Additives)	• 사용 의무화	'95. 1. 1
	바. 오존생성 유발물질 (휘발성 유기화합물 : VOCs)	NOx의 증가없이 기존 휘발유와 비교하여 - 15 % 감소 - 25 % 감소	'95. 1. 1 2000년
	사. 유독성 대기오염물질 (Toxics)	기존 휘발유와 비교하여 - 15 % 감소 - 25 % 감소	'95. 1. 1 2000년
3. 기타 기준	가. 증기압 (RVP), 48개주 대상	• 최대 9 psi * 휘발유와 10%의 무수 에탄올 배합시 1 psi 유보, 10 psi 이하로 유지 * 기타 알코올 및 첨가제에 의한 RVP 상승을 인정하지 않음.	'92년
	나. 청정분산제 (Deposit Control Additives)	• 사용 의무화	'95. 1. 1
	다. 납성분 함유 연료	• 고속도로 사용금지	'96. 1. 1
	라. 유연용 엔진	• 전지역 생산금지	'92년

표 7 미국 정유사의 Reformulated Gasoline 판매동향

Company	Name	Markets	Max. Summer RVP	Max. Aromatics (vol.%)	Max. Benzene (wt.%)	Max. Sulfur (ppm)	Typical Oxygen (wt.%)
Arco	EC-1	Southern California	8.0	20	1	300	1.0
	EC-Premium	Southern California	8.0	25	1	300	1.5
Diamond Shamrock	RG-87	Colorado	8.5	20	1	300	2.0
	RXL	Colorado	8.5	25	2	300	2.5 <sup>1</sup>
Conoco	Regular Unleaded	Montana	8.5	25	2 <sup>2</sup>	450 <sup>2</sup>	0
	Super Clean Unleaded Plus	St. Louis	9	20	1	300	1.0
Phillips	Regular Unleaded	Colorado	8.5	20	1	300	2.0 <sup>3</sup>
	Supreme	Southeastern Michigan	9.5	25 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	450 <sup>5</sup>	1.8
Marathon	Amaraclean <sup>4</sup>	Los Angeles, San Diego,	9.5	40-45 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	450 <sup>2</sup>	1.0
	Supreme	Santa Barbara					
Chevron	SU 2000-E	Nine Severe Ozone	8.5 <sup>6</sup>	40-45 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	450 <sup>2</sup>	1.0
		Nonattainment Cities plus Washington, D.C.					
Exxon	Supreme, Plus, Extra	40 Gulf Coast and East Coast Markets	8.5	30-45 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	450 <sup>2</sup>	1.0 <sup>7</sup>
	Regular, Silver, Ultimate	Washington, D.C., Baltimore, Richmond, Roanoke, VA	9.0	30	0.8	300	2.7

(\*) 1. Colorado의 RXL 겨울철에만 합산소화합물 배합  
 2. 측정치  
 3. 겨울철 이외에는 1.0 wt. % 배합  
 4.  $87, 89, 92\text{-otane (R+M)}/2$  세 등급의 제품 생산  
 5. 평균치, 등급에 따라 다름  
 6. 판매지역에 따라, 8.0-8.5 psi의 제품 생산  
 7. New York과 L.A 지역을 제외한 지역에서는 겨울철에만 합산소화합물을 배합함.

### 3. 정유사의 품질개선 방향

#### 3.1 국내외 품질 동향

미국은 1990년 11월 개정된 대기정화법을 공표함으로써 현재 이 규정을 충족시키기 위한 정유사간의 품질개선 노력이 치열하다. 개정된 대기정화법중 자동차 연료 해당 사항은 표 5.6에 나타난 바와 같고 정유사들의 제공해 연료(reformulated fuel) 판매 현황은 표 7에 나타난 바와 같다.<sup>9,10)</sup>

최근 국내에서도 환경규제를 보다 강화하여 점진적 무연화, 비록 낮은 수준이기는 하나 MTBE 등 합산소화합물의 사용 의무화,

경유 황 함량의 단계적 하향 등 자동차 배기 가스로 인한 대기오염 저감 노력을 계속하고 있다(표 8 참조).<sup>11)</sup>

미국은 reformulated gasoline 규정에서 휘발유의 산소함량을 최소 2.0 wt % (MTBE 11 vol %에 해당) 이상 유지할 것을 의무화하고 국내 자동차사의 수출용 차량에 주입되는 충전용 휘발유에 MTBE가 약 10% 함유되어 있음에도 불구하고 아직도 국내에는 MTBE에 대한 부정적 시각이 일부 잔존하고 있는 실정이다.

MTBE는 여러가지 합산소화합물(메탄올, 에탄올, ETBE, TAME 등)들 중에서도 낮은 수용해성, 낮은 증기압, 공비혼합 방지, 원

표 8 자동차 연료 또는 첨가제의 제조기준(시행규칙 제 86 조)

연료	기준 항목	적용기간	'91. 2. 2 ~	'93. 1. 1 ~	'96. 1. 1
			'92. 12. 31	'95. 12. 31	이후
휘발유	방향족화합물함량 (부피 %)		-	55 이하	55 이하
	벤젠함량 (부피 %)		-	6 이하	5 이하
	납함량 (g/l)		-	0.013 이하	0.013 이하
	인함량 (g/l)		0.0013 이하	0.0013 이하	0.0013 이하
	산소함량 (무게 %)		-	0.5 이상	0.5 이상
경유	10% 잔류탄소량 (%)		0.20 이하	0.20 이하	0.15 이하
	황함량 (무게 %)		0.4 이하	0.2 이하	0.1 이하

비고 : 석유사업법시행령규칙 별표 2의 2.4호란의 규정에 해당하는 휘발유의 납함량은 '91.2.2일부터 0.013g/l를 적용한다.

표 9 MTBE 휘발유의 자동차 성능 영향

구분	성능영향
운전성능	1) Front end 옥탄가(100℃ 이하 유분의 옥탄가)를 향상시켜 낮은 속도에서 급가속시 Anti-knocking 성 개선 2) Sensitivity (RON-MON) 개선으로 저속/고속 운전시에도 균일한 Anti-knocking 성 유지 3) 저온 시동성(Cold startability) 향상
청정성	1) 침전물 생성에는 영향 없음 2) Polyetheramine 류의 청정분산제 사용시 청정분산제의 기능 저하 문제 없음
배기가스	1) 일산화탄소 대폭 저감(15% 배합시 약 10% 저감) 2) 탄화수소 저감(15% 배합시 약 5% 저감) 3) NOx 저감에는 효과 없음
연비	연소효율 향상으로 연비 최대 6%까지 개선

료확보의 용이성 등으로 인해 가장 보편적으로 이용되는 휘발유 배합제이다. MTBE의 휘발유 배합특성을 요약하면 표 9에 나타난 바와 같다.<sup>12,13,14)</sup>

### 3.2 국내 여건

#### 3.2.1 차량 분포의 특이성

우리나라의 경유 차량 비중은 전체 차량의 41%로 미국, 일본, 유럽 등에 비해 월등히 높은 편이다. 이러한 구성비는 산업연료라는 인식하에서의 저가정책에 기인하는 것으로 보인다.

따라서 우리나라는 특이하게 경유 차량의 공해 기여율이 매우 높아 자동차에서 배출되는 총 오염물질중 아황산가스는 98%, 매연은 87%, NO<sub>x</sub>는 78%가 경유 차량에서 배출되고 탄화수소와 일산화탄소도 휘발유 차량에 비해 낮은 수준이긴 하나 33%씩을 차지하는 것으로 보고된 바 있다.<sup>15)</sup>

#### 3.2.2 정유사의 실정

우리나라는 휘발유 시장의 협소성으로 인해 제조시설이 단순하고 배합유분이 제한적이어서 품질관리에 애로가 많은 편이다. 현재 미국에서 각광받는 저공해 휘발유(reformulated gasoline)에 상응하는 수준의 휘발유를 제조

하기 위해서는 휘발유 생산 위주의 증질유 분해시설, 합산소화합물 제조공정, alkylation 공정등의 신설이나 혹은 해당 유분의 수입등이 검토되어야 할 것이다.

국내 경유의 세탄가는 우수한 편이나 미국의 저공해 경유(reformulated diesel) 수준의 공해 저감효과를 보이는 경유를 생산하기 위해서는 고가인 저유황 원유의 도입, 탈황 및 방향족 제거 혹은 전환을 위한 공정의 신설등 막대한 시설투자가 필요할 것으로 전망된다.

### 3.3 품질개선 방향

앞에서 언급한 자동차 연료의 공해 영향과 이를 저감하기 위한 연료측면의 개선방향을 요약하면 표 11과 같다.

표 10 국가별 경유 차량 비율 및 가격

국가명	경유차량비율 (%)	가격(휘발유=1.0)
미 국	3	0.91
일 본	13	-
독 일	약 20	0.83
영 국	약 20	0.91
대 만	-	0.83
한 국	41	0.38

표 11 자동차 연료의 품질개선 방향

배출물질	공해영향	품질개선방향	
		휘발유	경유
황산화물(SO <sub>x</sub> )	산성비		-황 함량 감소
탄화수소	스모그	-합산소화합물 배합 -청정분산제 주입	-방향족 함량 감소 -청정제 주입
질소화합물(NO <sub>x</sub> )	산성비 스모그	-청정분산제 주입 -방향족 함량 감소	-방향족 함량 감소
입자상물질	인체 유독성		-황 함량 감소 -방향족 함량 감소
납 화합물	인체 유독성	-저연/무연화	
일산화탄소	인체 유독성	-합산소화합물 배합 -청정분산제 주입	-청정제 주입
벤젠	인체 유독성	-벤젠 함량 감소 -방향족 함량 감소	
다해방향족화합물	인체 유독성	-방향족 함량 감소	-방향족 함량 감소



### 3.3.1 휘발유

합산산화합물의 배합, 청정분산제의 주입으로 탄화수소와 일산화탄소의 대폭 저감 및 NO<sub>x</sub>의 감소를 기대할 수 있고 인체 독성물질의 저감을 위해서는 무연화를 더욱 가속시켜야 하며 기존 유연휘발유의 납 함량을 단계적으로 하향시켜 나가는 방향도 고려해야 한다. 벤젠을 포함한 발암성 물질의 배출을 저감하기 위해서는 시설 신설이나 일부 시설의 개조를 통하여 휘발유의 벤젠 함량, 방향족 함량을 낮추어야 한다.

### 3.3.2 경유

경유중의 유황 함량은 입자상 물질의 양을 직접적으로 증가시키는 요인이므로 시급히 개선되어야 할 것이나 탈황시설의 신설 등이 필요하므로 충분한 시간적인 여유가 주어져야 할 것이다. 청정제의 사용은 효과는 상대적으로 낮으나 고려해 볼 만하다. 방향족 함량을 낮추면 입자상 물질과 NO<sub>x</sub>가 비례하여 감소하지만 이를 위해서는 막대한 시설투자가 요구되는 만큼 차량 배기가스 정화장치와 연계하여 충분히 검토한 후에 결정되어야 할 것이다.

## 4. 결 론

자동차 공해를 저감하기 위해서는 정부당국의 도로여건 개선을 통한 도심 교통체증의 해소, 자동차 제조기술(연소, 제어, 배기가스 정화 등)의 개선, 정유사의 저공해연료 개발 및 운전자 개인의 운전습관 개선, 차량 정비 점검 등 제반 노력이 합쳐되어야 할 것이다.

이 중 연료측면에서의 개선사항을 요약하면 다음과 같다.

### 4.1 휘발유

합산산화합물 배합, 청정분산제의 사용, 단계적인 저연화 및 무연화, 방향족 및 벤젠 함량의 하향 조정을 통한 저공해화가 이루어져야 할 것이다. 그러나 국내 정유시설의 상대적 취약성을 감안할 때 충분한 시간이 필

요하며 유연휘발유 차량의 배기가스 배출량이 무연 차량에 비해 5배 정도 많은 점을 고려할 때 특히 이러한 저공해화는 유연휘발유를 중심으로 우선 실시하고 추후 무연휘발유로 확대하는 방법을 고려해 볼 만하다.

## 4.2 경유

국내 경유 차량 비중이 매우 높은 수준(41%)인 만큼 황 함량의 단계적 하향 조정이 시급한 실정이고 청정제의 사용은 효과는 미미하나 고려해 볼 만하다. 방향족 함량을 낮추기 위해서는 막대한 정제시설 투자가 수반되는 만큼 경유 차량용 배기가스 정화장치 등과 연계하여 충분한 검토를 거친 후에 결정되어야 할 것이다.

그리고 정부, 자동차사, 정유사의 공해개선 노력도 중요하지만 별도의 투자없이 개개인의 주의만으로도 효과를 볼 수 있는 운전자세의 개선 또한 중요하다. 환경개선은 국민모두를 위한 것인만큼 어느 특정인이나 조직만의 책임이 아니며 정부, 자동차사, 정유사 및 운전자 개개인의 협심 노력이 절실히 요구된다고 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. "Initial Mass Exhaust Emissions Result from Reformulated Gasolines," Auto/Oil Air Quality Improvement Research Program Technical Bulletin No. 1, Dec., 1990.
2. "Low-Emission Vehicles/Clean Fuels and New Gasoline Specifications," CARB, Dec., 1989.
3. "U.S. Gasoline Outlook 1989-1994," Information Resources, Inc., 1989.
4. Tupa, R.C. and Koehler, D.E., "Intake Valve Deposits-Effects of Engines, Fuels & Additives," SAE Paper 881645.
5. Taniguchi, B.Y., et al., "Injector Deposits-The Tip of Intake System Deposit Problems," SAE Paper 861534.

6. "Reformulated Gasoline: Proposed Phase I Specifications," CARB, Aug., 1990.
7. Springer, K.J., "Gasoline and Diesel Fuel Qualification: A National Need," Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 112, Jul., 1990.
8. Springer, K.J., "Low Emission Diesel Fuel For 1991-1994," Advances in Engine Emissions Control Technology ICE, Vol. 5, 1989.
9. "The Impact of The Clean Air Act on Motor Fuels: An Analysis of Reformulated Fuels and Oxygenates, 1990-2000," Information Resources, Inc., 1990.
10. "Several Interim Products Change for Summer Season," Octane Week, Apr. 8, 1991.
11. 양방철, "자동차 공해방지 대책 추진 방향", 대기보전 세미나, 한국대기보전학회, Feb. 8, 1991.
12. Miyawaki, S., Date, K., Akasaka, Y. and Maeda, T., "Evaluation of MTBE Gasoline by Japanese Passenger Cars," SAE Paper 801352.
13. 한국석유품질검사소, "가솔린 측정방법간의 상호관계 조사", 석유와 유탄, Vol. 8 No.1. Jan., 1991.
14. 조용우, 김경원, 나상천, "휘발유 배합재로서의 MTBE", 자동차공학회지, Vol.13, No.1. Feb., 1991.
15. 정 용, "자동차 배출물질과 건강장해", 대기보전 세미나, 한국대기보전학회, Feb. 8, 1991.