

세계 각국의 자동차용 연료유 품질동향



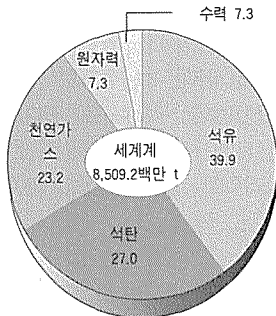
신 성 철

〈 한국석유품질검사소 시험연구부 조사과장 〉

1. 석유수급 현황

1997년 전세계의 석유소비량은 3,395.2백만톤으로 세계 전체 1차에너지 소비량 8,509.2백만톤 가운데 약 39.9%를 점하였다. 연도별 소비량추이를 살펴보면 '98년에 북반구에서 예년에 없었던 이상난동 및 '97년도 아시아지역의 통화위기 등으로 전년대비 0.8%의 미미한 증가에 머물렀지만, '97년까지는 매년 견실한 성장세를 보여주었다.

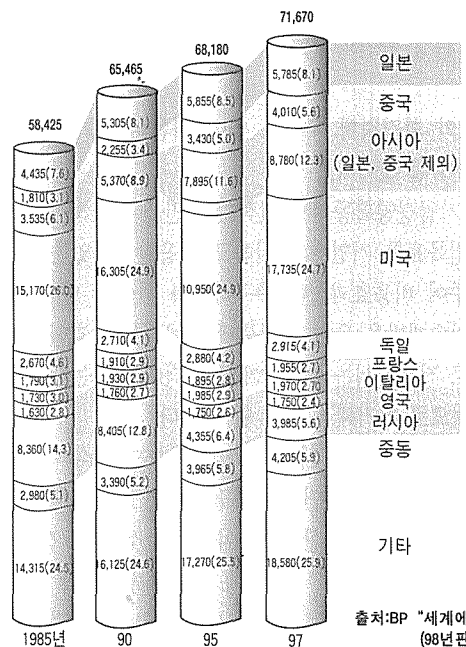
〈그림1〉 1차에너지 소비구성비 (1997년)



2000년 이후의 석유는 1998년 기준 원유의 가채년수가 석유합계로 43년이지만, 유전의 신규개발 등으로 향후

100년간은 에너지공급의 주도적 역할을 계속할 것으로 예상되고 있고, 탄화수소계의 연료유 중에서는 2040년부터 가스에 추월될 것으로 추정되고 있다.

〈그림2〉 세계각국의 석유소비량 추이



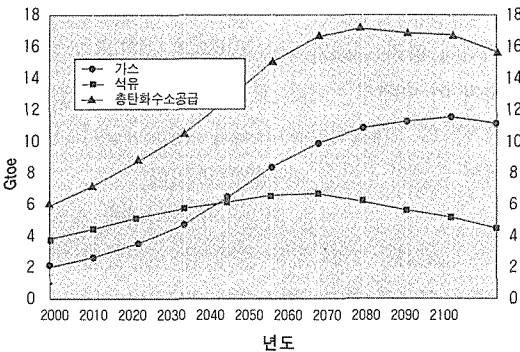
〈표1〉 2000~2050년 탄화수소계 연료의 공급추이
(단위 : Gtoe)

년도	총석유·가스공급	총석유공급	총석유 구성비(%)
2000	5.84	3.79	64.9
2010	6.95	4.43	63.4
2020	8.24	5.17	62.7
2030	10.58	5.76	54.4
2040	12.85	6.28	48.9
2050	14.86	6.54	44.0
↓	↓	↓	↓
2100	15.45	4.45	28.8

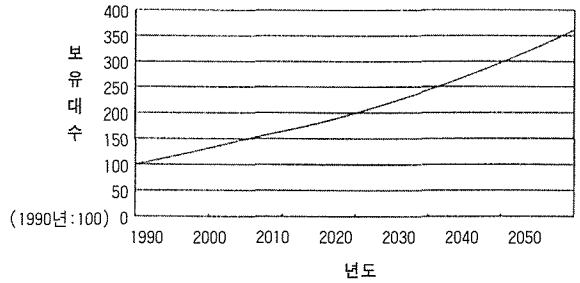
석유제품 가운데는 휘발유, 경유의 자동차용이 선진국에서 50% 이상을 차지하는 주요유종으로 자리잡고 있다.

경제활동의 증가와 쾌적한 생활의 추구 등으로 석유에너지의 소비는 매년 증가할 것으로 예상되고 있지만, 대기환경의 개선 등을 위하여 열원용 및 난방용의 연료는 가스 또는 전기 등으로 대체되어 감소를 보이고 있으며, 자동차용 연료의 수요는 개발도상국을 중심으로 한 자동차의 신규 수요증대 등으로 인하여 매년 꾸준히 증가되어 향후에도 매우 중요한 유종의 위치를 점할 것으로 예견되고 있다.

〈그림3〉 21세기의 석유 및 가스 공급



〈그림4〉 자동차 보유 대수 전망



2. 대기오염 저감대책

대기를 오염시키는 것에는 황산화물 (SOx), 매연 (검댕이), 분진 (미세입자), 질소산화물 (NOx), 일산화탄소 (CO), 탄화수소 (HC) 및 기타 여러 가지 유해물질 (H₂S, HF, Cl₂) 등이 있다.

석유를 연소시키는 것에 의하여 발생하는 오염물의 대책으로 우선 황산화물 (SOx) 저감을 들 수 있는데 이것은 석유제품 연소시 석유에 함유되어 있는 황분이 산화되어 아황산가스 등의 황산화물로 되고, 이것이 대기 중으로 배출될 때 충분히 희석되어 확산되지 않는 경우에 대기 공해의 원인으로 된다. 황산화물 저감대책으로 저황분 연료유의 공급, 사용업소의 煙突 고층화와 排煙脫黃 등으로 대처하고 있다.

황산화물 다음으로 도시에서 문제가 되는 것은 자동차 배기가스에 의한 대기오염이다. 이것의 대처방안으로 자동차엔진은 엔진의 개량, 연소방법의 개선, 산화촉매의 사용 등 여러 가지 대책을 실시하고 있으며, 석유업계에서는 휘발유의 무연화, 광화학스모그 원인물질 저감을 위한 연료 조성 개선 등을 실시하고 있다. 이 가운데 무연화는 휘발유가 연소되어 발생배출되는 이산화납도 문제로 제기되었지만, 자동차 배기가스대책으로 채택된 촉매의 피독방지를 위하여도 필수불가결한 것으로 판단되어 추진되었다.

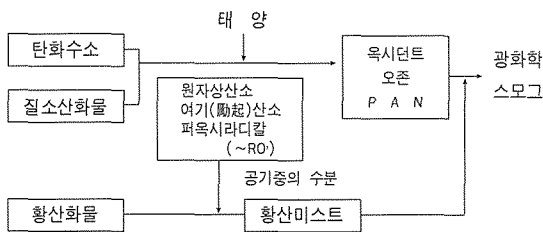
한편 디젤엔진은 NOx와 입상물질, 황산미스트 및 매연 등을 배출시켜 대기를 오염시키고 있는데 최근에 연소실의 개선과 연료의 고압분사, 고압축화, EGR (배기가

스재순환)의 채택 또는 전자제어 연료분사시스템의 도입 등에 의하여 NOx의 저감을 추진하고 있으며, 입자상물질, 매연의 경우 Particulate trap system 등의 장착에 의하여 오염물질 감소를 진행시키고 있다. 경유 중의 황분은 황산화물의 감소뿐만 아니라 배기가스 저감장치의 도입으로 인하여 함량이 크게 강화되었다.

하절기 서울을 비롯한 대도시 주변에서 문제가 되고 있는 광화학스모그는 대기오염물질 그 자체에 의한 것이 아니라 대기 중으로 배출된 오염물질 중, 특히 탄화수소 (HC)와 질소산화물 (NOx)이 광화학반응을 일으켜 발생시킨다.

질소산화물 (NOx)은 연료를 태울 때, 연료 또는 공기 중의 질소가 산화되어 발생 (소량)되는 독성이 강한 물질이다. 이 물질은 단독으로도 호흡기 계통에 병을 유발시키기도 하고 광화학스모그의 원인물질이기도 하다. 이것은 자동차와 화력발전소와 같이 대량으로 연료를 소비하는 곳으로부터 다량 발생한다. NOx의 저감은 이단연소법, 배기가스재순환방법, 저NOx버너 등의 연소기술 개량과 연료의 경질화 및 저질소분화 등으로 추진되고 있다.

〈그림5〉 광화학스모그의 생성과정



한편 탄화수소는 자동차 배기가스로부터 압도적으로 많이 배출되지만, 탱크로리 적하시 또는 산업현장에서 탄화수소 사용시 (예: 페인트 건조시)에도 상당량 배출된다. 저감대책으로는 배기가스후처리장치, 탄화수소회수장치 등의 배출방지장치 등의 설치와 함께 탄화수소 배출을 억제할 수 있는 합산화합물의 첨가 등 연료의 조성 개선 등으로도 탄화수소의 배출을 억제시키고 있다.

3. 외국의 자동차용 연료 품질현황

3.1 품질기준

3.1.1 미국

미국의 자동차용 연료유 생산은 주정부별 석유제품 품질 관리 법령 (예: 뉴욕주 Petroleum Products 1 NYCR Part 224) 기준에 의거하여 수행되고 있는데 이 품질기준은 국가규격으로 채택되고 있는 ASTM (미국재료시험협회)규격과 EPA (미연방환경보호청)의 Clean Air Act (대기정화법)* 에 의한 연료프로그램을 근거로 설정해 놓고 있다.

* 캘리포니아주에서는 EPA의 규격 대신 CARB (캘리포니아주 대기자원국)규격을 채택

즉, 휘발유의 경우 주별로 각 지역마다 대기오염 상황을 고려, CO 미달성지역에서는 합산소휘발유 (Oxygenated gasoline), 오존 미달성지역에서는 개질휘발유 (Reformulated gasoline)규격을 채택하고 있는데 이 규격은 환경관련항목만을 고려한 것이다.

품질규격에는 환경이외에 안전 및 성능관련 항목도 고려해야 하므로 휘발유의 환경이외 항목은 ASTM (D4814)에서 규정되어 있는 기준치를 따르고 있다.

단, 항목 및 기준수치 설정은 주정부별로 임의로 채택하고 있다.

캘리포니아주의 경우는 기타 모든 州가 대기오염 상황에 의거 지역에 따라 여러가지의 휘발유를 사용하고 있는 것에 비하여 이 주에서는 州內 모든 곳에서 년중 단일규격의 CARB RFG (개질휘발유)규격과 ASTM규격 (D4814)을 고려한 품질의 사용을 의무화하고 있다.

경유의 경우도 자동차용 휘발유와 동일하게 캘리포니아주에서는 CARB, 기타 모든 주에서는 EPA의 대기정화법 연료프로그램의 환경관련기준에 ASTM규격 (D975)을 가한 형태의 품질규격을 설정, 운용하고 있다.

〈표2〉 뉴욕주의 휘발유 품질기준

항목		종류	개질 휘발유 (Reformulated gasoline)	함산소 휘발유 (Oxygenated gasoline)	일반 휘발유 (Conventional gasoline)		
안티녹킹지수 < 89			주유기 품질표시	(좌동)	(좌동)		
(R+M2) ≥ 89			주유기 품질표시	(좌동)	(좌동)		
옥탄가(모터법) < 87			81.5 이상	(좌동)	(좌동)		
≥ 87			82 이상	(좌동)	(좌동)		
산소함량 (무게%)			2.0 이상	2.7~2.9	-		
벤젠함량 (부피%)			1.3 이하	(좌동)	-		
황함량 (무게%)			0.05 이하	(좌동)	-		
에탄올함량 (부피%)			주유기 품질표시	(좌동)	(좌동)		
메탄올/Cosolvent함량 (부피%)			주유기 품질표시	(좌동)	(좌동)		
증기압(psi)		5.1~9.15	8.3 이하	(좌동)	(좌동)		
		9.16~10.31	13.5 이하	(좌동)	(좌동)		
		11.1~3.31	15 이하	(좌동)	(좌동)		
		4.1~4.30	13.5 이하	(좌동)	(좌동)		
증류성상 (F°)		10% 유출온도		5.1~9.15	158 이하	(좌동)	(좌동)
				9.16~10.31	131 이하	(좌동)	(좌동)
				11.1~3.31	122 이하	(좌동)	(좌동)
				4.1~4.30	131 이하	(좌동)	(좌동)
		50% 유출온도		5.1~9.15	170~250	(좌동)	(좌동)
				9.16~10.31	170~235	(좌동)	(좌동)
				11.1~3.31	170~230	(좌동)	(좌동)
				4.1~4.30	170~235	(좌동)	(좌동)
		90%유출온도			365 이하	(좌동)	(좌동)
		중말점			437 이하	(좌동)	(좌동)
잔류량 (부피%)			2.0 이하	(좌동)	(좌동)		
비 고		적용지역	오존 미달성 지역 : New York City, Putchess, Nassau, Orange, Putnam, Rockland, Suffolk 및 Westchester Counties 관할지역	Co 미달성지역 : New York, Nassau, Orange, Putnam, Rockland, Suffolk 및 Westchester Counties 관할지역	개질휘발유 사용지역을 제외한 전주에 적용		
		적용기간	년중	10.1~4.30	년중		

주) 1. 휘발유-알코올 혼합물의 총 알코올 함량은 10부피% 이하
 2. 10% 에탄올을 함유한 휘발유의 50%유출온도는 158°F 이상 적용

〈표3〉 캘리포니아주의 휘발유 품질기준

항목	Parameter	Flat limit	Average	Cap
황합량(ppm)		40 이하	30 이하	80 이하
벤젠(부피%)		1.0 이하	0.8 이하	1.2 이하
올레핀합량(부피%)		6.0 이하	4.0 이하	10.0 이하
합산소합량(부피%)		1.8~2.2	—	2.7 이하
증류성상 (°F)	50%유출온도	210 이하	200 이하	220 이하
	90%유출온도	300 이하	290 이하	330 이하
방향족합량(부피%)		25 이하	22 이하	30 이하
증기압(psi)		7.0 이하	—	7.0 이하

- 주) 1. 안티녹킹지수는 최소 87이상일 것
 2. 알코올 함유는 5% 이하
 3. Flat limit : 정유공장 출하로트마다 넘어서는 안되는 제한
 Average : 90일 평균으로 넘어서는 안되는 제한
 Cap : 터미널에서 넘어서는 안되는 제한
 석유회사는 3가지방법의 조합을 선택할 수 있음
 4. 기타 항목은 최신의 ASTM 규격 (D4814) 적용

〈표4〉 뉴욕주의 경유 품질기준

항목	종류	Grade 1-D	Grade 2-D
인화점(°F)		100 이상	125 이상
90% 유출온도		500 이하	540~640 ¹⁾
황합량 (무게%)	고속도로용	0.05 이하	0.05 이하
	기타용	0.5 이하	0.5 이하
방향족합량(부피%)		35 이하	35 이하
세탄지수 ²⁾		—	—
세탄가 < 44		주유기 품질표시	주유기 품질표시
세탄가 ≥ 44		주유기 품질표시	주유기 품질표시
담점 ³⁾ (°C)	1지역 (북위 42이상 북부지역)	10월	+3 이하
		11월	-2 이하
		12월	-15 이하
		1월	-18 이하
		2월	-18 이하
		3월	-10 이하
	2지역 (북위 42이하 남부지역)	10월	+5 이하
		11월	-1 이하
		12월	-10 이하
		1월	-10 이하
		2월	-9 이하
		3월	-3 이하

- 주) 1. 담점 -12°C 이하일 경우 640이하 적용
 2. 세탄지수 39.5이하는 EPA규격에 부적합
 3. 4~9월까지의 담점 기준은 적용되지 않음

〈표5〉 캘리포니아주의 경유 품질기준

항목	기준	
황합량(부피%)	0.05 이하	
방향족 (부피%)	5B/D초과 석유회사	10이하
	5B/D이하 석유회사	20이하

주) 1. 기타항목은 최신 ASTM D975 규격 적용

3.1.2 유럽

유럽에서의 연료유 품질기준은 이전까지 국가별로 자국 규격을 제정, 운용하고 있었지만, 1993년 CEN (유럽표준화위원회, European Committee for Standardization) 규격의 제정을 계기로 영국등 18개국과 이후에 체코가 자국의 품질기준을 기본으로 제정하게 되었다.

현재 연료유의 CEN규격으로는 무연휘발유 (EN228) 과 자동차용LPG (EN589) 및 경유 (EN590)가 있다.

EN228 규격에는 고급과 보통휘발유의 2종류로 구분, 제정되어 있으며, 계절 및 지역을 고려하여 증기압, 증류성상 및 휘발성 등을 고려한 8종의 class가 설정되어 국가마다 기온 및 시기를 고려, 적절한 class를 채택, 적용시키고 있다.

유럽통일 무연휘발유 규격과는 별도로 유럽각국에서는 무연휘발유에 대한 품질규격을 운용하고 있는 국가도 있고, 스웨덴, 핀란드와 같이 미국의 RFG와 같은 타입의 저공해휘발유를 제정하여 운용하고 있는 국가도 있다.

EN590 (경유 규격)은 인화점, 황분, 산화안정도 등 공통의 품질항목 이외에 필터막힘점, 밀도, 동점도, 세탄가, 증류성상에 관하여는 온난기후 그레이드 (A~F의 6종)와 극한기후 그레이드 (0~4의 5종)로 구분, 규정되어 있다. 또한 자동차용 휘발유와 같이 북구의 국가들은 환경측면을 고려한 개질경유가 사용되고 있는데 이것의 특징은 황분이 낮고, 세계상의 우대조치를 도입하여 사용촉진을 꾀하고 있는 것을 들 수 있다.



〈표6〉 유럽통일 무연휘발유 규격 (EN228)

항목		종류	Premium	Regular
옥탄가	리서치법		95.0 이상	1)
	모터법		85.0 이상	1)
납함량			0.013이하	
벤젠함량 (부피%)			5.0이하	
밀도 (15°C, kg/m ³)			725~780	
황분 (무게%)			0.05 이하	
산화안정도 (분)			360 이상	
실재검 (세척, mg/100 ml)			5 이하	
동판부식 (50°C, 3h)			1 이하	
외관			Clear and Bright	
Water tolerance			no water segregation	
합산소함량 (부피%)			Directive 85/536/EEC 의거	
산도			3)	

휘발성	Class	1	2	3	4
	증기압 (hPa)		350~700	350~700	450~800
증류성상 (부피%)	70°C 유출량	15~45	15~45	15~45	15~45
	100°C 유출량	40~65	40~65	40~65	40~65
	180°C 유출량	85이하	85이하	85이하	85이하
	종말점 (°C)	215이하	215이하	215이하	215이하
	잔류량	2이하	2이하	2이하	2이하
	VLI (RVP + 7E70)		900이하	950이하	1000이하

휘발성	Class	5	6	7	8
	증기압 (hPa)		550~900	550~900	600~950
증류성상 (부피%)	70°C 유출량	15~47	15~47	15~47	20~50
	100°C 유출량	43~70	43~70	43~70	43~70
	180°C 유출량	85이하	85이하	85이하	85이하
	종말점 (°C)	215이하	215이하	215이하	215이하
	잔류량	2이하	2이하	2이하	2이하
	VLI (RVP + 7E70)		1100이하	1150이하	1200이하

- 주) 1. 국가 기준으로 설정 (예 : 영국 리서치법 90이상, 모터법 80 이상)
 2. A (산소함량 2.5무게%이하, MTBE 10부피%이하) 또는 B(산소함량 3.7무게%이하, MTBE 15부피%이하) 적용
 3. Blend-stock으로 사용된 ethanol의 산도는 0.007무게% (as acetic acid)이하일 것
 4. 염료, 식별제 및 성능향상 첨가제 (인화합물 제외) 사용 허용

〈표7〉 유럽통일 경유 규격(EN590)

항목	기준
인화점 (PMCC, °C)	55 이상
회분 (무게%)	0.01 이하
수분(mg/kg)	200 이하
Particulates (mg/l)	24 이하
동판부식 (50°C, 3h)	1 이하
산화안정도 (g/m ³)	25 이하
황함량(무게%)	0.05 이하
10% 잔류탄소 (무게%)	0.30 이하 ¹⁾
윤활성(60°C, corrected, wsd μm)	460 이하

은난기후 그레이드						
Grade	A	B	C	D	E	F
필터막힘점 (°C)	-20	-15	-10	-5	0	5
밀도 (15°C, kg/m ³)	820-860					
동점도 (40°C, ml/s)	2.00-4.50					
세탁가	49					
세탁지수	46					
증류성상 (°C)						
10% 유출온도	report					
50% 유출온도	report					
65% 유출온도	250 이상					
85% 유출온도	350 이하					
95% 유출온도	370 이하					

극한기후 그레이드					
Grade	0	1	2	3	4
필터막힘점 (°C)	-20이하	-26이하	-32이하	-38이하	-44이하
담점 (°C)	-10이하	-16이하	-22이하	-28이하	-34이하
밀도 (15°C, kg/m ³)	800이상 845이하	800이상 845이하	800이상 840이하	800이상 840이하	800이상 840이하
동점도 (40°C, ml/s)	1.50이상 4.00이하	1.50이상 4.00이하	1.50이상 4.00이하	1.40이상 ²⁾ 4.00이하	1.20이상 ²⁾ 4.00이하
세탁가	47이상	47이상	46이상	45이상	45이상
세탁지수	46이상	46이상	46이상	43이상	43이상
증류성상					
10% 유출온도	180이하	180이하	180이하	180이하	180이하
50% 유출온도	report	report	report	report	report
95% 유출온도	340이하	340이하	340이하	340이하	340이하

- 주) 1. Based on fuel without ignition improver additives, if a higher value is found, fuel should be tested by ASTM D 4046 for presence of nitrates. If present the limit does not apply.
 2. Arctic classes may exhibit poor lubricity characteristics and corrective measures (lubricity additives) may have to be used.

3.1.3 일본

일본은 석유산업의 규제완화를 위한 제도개혁의 일환으로 '96년 3월 31일 폐지된 특석법(특정석유제품수입잠정조치법)에 따라 수입자유화가 허용되고, 이것에 의해 일본 국내에서 유통되는 제품의 품질다양화가 예상되어 휘발유 판매업법을 전면개정한 품질확보법(휘발유등 품질확보등에 관한 법률)에 휘발유, 등유, 경유 등의 규격을 설정, 품질을 관리하게 되었다. 품질기준항목으로는 안전과 환경에 관한 항목에 대하여는 정부가 국민의 환경, 건강 및 안전을 지키겠다고 하는 기본적인 생각으로 강제규격화하였고, 휘발유의 옥탄가와 같은 성능항목에 대하여는 소비자가 임의 선택할 수 있는 형태의 항목으로 하였다.

그러나 석유제품은 소비자가 품질을 용이하게 식별할 수 있는 것이 아니기 때문에 소비자의 선택 가이드로서 강제 기준항목을 포함하여 모든 항목에서 JIS (일본공업규격) 수준 이상인 경우 표준마크를 부착 (주유소의 주유기 등) 할 수 있는 표준품질기준을 아울러 설정, 운용하고 있다.

〈표8〉 일본의 품질확보법 강제규격

내용 유종	항 목	기 준	근 거	비고 (법규조항)
휘발유	납함량	검출되지 않을 것	환경(NOx등)	품질확보법 시행규칙 제10조 제1항
	황함량	0.01wt% (100ppm)이하	환경(NOx등)	
	MTBE	7vol% 이하	환경(NOx등)	
	벤젠	5vol% 이하	환경(인체)	
	등유혼입율	4vol% 이하	안전	
	메탄올	검출되지 않을 것	안전	
	실제검 색	5mg/100ml 이하 오렌지계 색	안전	
경 유	황함량	0.05wt% 이하	환경(NOx등)	품질확보법 시행규칙 제22조 제1항
	세탄지수	45이상	환경(NOx등)	
	90% 유출온도	360°C 이하	환경(입자상물질)	
등 유	황함량	0.08wt% (80ppm)이하	환경(NOx등)	품질확보법 시행규칙 제27조 제1항
	인화점	40°C 이하	안전	
	색	+25 이상	안전	

3.2 향후 품질기준 강화계획

3.2.1 미국

미국의 자동차용 연료의 최근 품질기준동향은 ASTM 규격의 경우, 휘발유 (D4814)규격에 운전성지수 (Drivability Index) 1250 이하가 신설되었고, 1998년 12월 바이오디젤 규격이 잠정적으로 승인되었으며, ASTM과 NCWM (미연방도량형국)에 의하여 작성된 Premium diesel이 제정되었다.

환경관련규격으로는 현행 사용되고 있는 연방 RFG 및 캘리포니아주 RFG의 전면개정과 같은 움직임은 없고 자동차회사의 강력한 요구에 의해 황함량의 규제강화와 개질 휘발유 및 합산소휘발유에 사용이 의무화되어 있는 MTBE에 대한 검토가 현재의 이슈로 되고 있다.

휘발유 황함량의 경우는 '99년 5월 1일 클린턴대통령에 의하여 EPA의 National Sulfur Rule이 발표되었는데, 이것은 Tier II배출기준을 맞춰야 하는 자동차업체의 요청 (배기가스를 저감을 위한 촉매 사용시 초저황분의 사용이 반드시 필요)에 의하여 설정된 것이다. 이 규정은 연도별의 기준과 소규모 정제공장의 경우, 각기 다른 기준의 적용 등이 특징으로 되어 있다.

〈표9〉 미국의 단계별 황함량기준(Average period¹⁾)

구분	실행시기	2004. 1. 1	2005. 1. 1	2006. 1. 1 이후
	Refinery/Importer ²⁾ (ppm)		30	30
Corporate Pool ³⁾ (ppm)		120	90	Per-Gallon Cut
per-Gallon Cap ⁴⁾ (ppm)		300 ⁵⁾	180	80

- 주) 1. 90일 평균
 2. 정제업자 및 수입업자의 시설(설비, 플랜트, 탱크트럭등)에서 Average period 기준으로 초과해서는 안되는 제한
 3. 미국 공공단체의 시설에서 Average period 기준으로 초과해서는 안되는 제한
 4. 모든 제품에서 초과해서는 안되는 제한
 5. 2003. 10. 1부터 적용

MTBE의 경우는 CO 및 오존 미달성지역 (MTBE 사용의무화)에서 기대한 만큼 효과가 없었다고 하는 미연방국립과학원 (National Academy of Sciences) 산하 국립연구위원회 (National Research Council)의 보고에 따라 미의회와 EPA가 합산소화합물의 장단점을 재검토하여 조치를 취한다고 하는 것으로 알려지고 있으며, MTBE가 지하수등을 오염, 보건상의 문제를 일으킬 가능성이 지적되어 캘리포니아주에서는 MTBE의 사용을 점차로 줄여 나가고, 메인주의 경우는 사용을 중지하고 있는 상황이다.

3.2.2 유럽

유럽에서는 대기청정화의 일환으로 미국의 Auto/Oil Program과 같은 EPEFE (European Programme on Emissions, Fuel and Engine Technologies)가 수행되어 2000년의 연료기준이 확정되었고, 2005년의 기준은 황

분을 제외하고는 AOP II 결과에 의거 결정하기로 합의되었다. 최종기준안을 확정하기 까지에는 유럽위원회, 유럽의회 및 각료이사회 사이에 열띤 논쟁이 있었는데 1998년 6월 29일 최종안이 다음과 같은 내용을 포함하여 발표되었다.

- ① 기준수치는 유럽의회안보다 약간 마일드하게 되었지만, 2005년 규격은 목표치 (Indicative)가 아닌 강제규격으로 한다.
- ② 2005년의 황함량, 방향족 이외의 규격에 관하여는 AOP II 결과에 의거하여 결정한다.
- ③ 2005년 규격의 연료를 2000년부터 판매하는 것에 대하여 각국에서 세제우대를 검토한다.
- ④ 각국은 저황함량화에 즈음하여 중대한 사회경제적 문제가 있다고 인정되는 경우, 2000년에 관하여는 최대 3년, 2005년에 관하여는 최대 2년의 저황함량화에 관한 것만 실시가 유예된다.

〈표10〉 EU 자동차연료 규격안

규격안	유럽위원회		유럽의회		유럽각료이사회		유럽의회		최종안		
	제안년월	적용년	1996.6	1997.4	1997.6	1998.2	1998.6	2000	2005	2000	2005
휘발유											
RVP(夏季) kPa,max	60		60		60		60		60		60
E100 v%, min	46		51		46		46		46		
E160 v%, min	75		80		75		76				
벤젠 v%, max	2		1		1		1		1		1
방향족 v%, max	45		35	30	42	35	35	30	42	35	
올레핀 v%, max	18		10		18		14		18		
황함량 m%, max	0.02	低減要	0.005	0.003	0.015	0.005	0.015	0.003	0.015	0.00	
산소함량 m%, max	2.3		2.7		2.3		2.7		2.7		
경유											
세탄가 min	51		52	58	51		51	58	51		
밀도 kg/m ³ , max	845		837	825	845		845	825	845		
T95 °C, max	360		350	340	360		360	340	360		
다환방향족 m%, max	11		6	1	11		11	1	11		
황함량 m%, max	0.035	低減要	0.01	0.005	0.035	0.005	0.02	0.005	0.035	0.005	

3.2.3 일본

일본에서는 1996년 9월부터 2001년까지 일본판 Auto Oil Program인 JCAP (Japan Clean Air Program) 이 실시되어 이 결과에 의거 자동차연료 규격에 대한 개정이 있을 것으로 예상되고 있다.

자동차용 연료기준 강화동향으로는 JCAP와는 별도로 2000년 1월부터 휘발유의 벤젠함량을 현행 5부피% 이하로부터 1부피% 이하로 강화하기 위한 규격 개정작업이 진행되고 있으며, 경유의 황함량에 관하여는 환경청의 중앙환경심의회 대기부회의 「금후의 자동차 배출가스 저감대책 대응방안 (제3차 답신)」에서 2002년말까지 구체적인 품질 수준을 결정하고 5년후인 2007년경에 새로운 제품의 도입을 예정하고 있는데 현재 신품질의 경유로는 현행 0.05무게% 이하의 황함량을 1/10으로 강화한 0.005무게% 이하의 제품이 예상되고 있다.

3.2.4 기타 아시아 국가

대만, 태국, 인도 등의 국가에서도 대기질 개선을 위하여 자동차 배출가스 규정을 엄격하게 함과 아울러 연료품질 향상을 위한 조치도 수행하였다. 이에 따라 대만의 연료유기준 경우는 미국의 연방 RFG 프로그램과 유사하게 배출가스 목표를 2001, 2005 및 2010년의 3단계로 설정

〈표11〉 대만의 휘발유환경품질규격(초안)

Property	Phase I (2001-2004)	Phase II (2005-2009)	Phase III (2010 부터)
벤젠함량(vol%)	1.0 이하	1.0 이하	1.0 이하
방향족함량(vol%)	50 이하	50 이하	50 이하
올레핀함량(vol%)	30 이하	30 이하	30 이하
황함량(ppm)	280 이하	200 이하	160 이하
증기압(psi)	8.8 이하	8.8 이하	8.8 이하
90%유출온도(°C)	190 이하	190 이하	190 이하
벤젠함량(wt%)	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하
배출가스 감소기준(%)	—	VOC+NOx)5% Air Toxics)5%	VOC+NOx)8% Air Toxics)8%

하여 품질기준도 아울러 여기에 적합시키도록 기준을 3단계로 구분, 설정하고 있다.

태국과 인도에서도 대만과 같은 목적으로 자동차용 연료 품질기준을 강화, 시행하려고 계획하고 있다.

〈표12〉 태국의 경유 신규격

시험항목	기준치
1. 비중 (15.6°C)	0.81~0.87
2. 세탄가	47 이상
세탄지수	47 이상
3. 동점도 (40°C, cSt)	1.8~4.1
4. 유동점 (°C)	10 이하
5. 황함량 (wt%)	0.25 이하
(1999년 1월~)	0.05 이하
6. 동판부식	1
7. 잔류탄소 (wt%)	0.05 이하
8. 물과 침전물 (vol%)	0.05 이하
9. 회분 (wt%)	0.05 이하
10. 인화점 (°C)	52 이상
11. 90% 증류온도 (°C)	357 이하
12. 색 (ASTM)	4.0 이하
13. 청정제	DCR 요구방법

〈표13〉 인도의 자동차용휘발유 (무연보통) 규격

항목	현행규격	2000년 규격(목표)
안티녹킹지수	84 이상	82 이상
잔재검 (g/m ³)	50 이하	50 이하
황함량 (무게%)	0.10 이하	0.20 이하
벤젠함량 (부피%)	5.0 (3.0)*	3*

* 대도시에서는 이미 3.0%로 지켜지고 있음.

〈표14〉 인도의 경유(High Speed)규격

항목	현행규격	2000년 규격(목표)
세탄가	45 이상	48 이상
황함량 (무게%)	0.5 이하	0.25 이하

3.2.5 자동차업계의 통일품질규격

미국, 유럽 및 일본의 자동차공업협회는 '98년 6월 공동으로 전세계통일의 품질기준 제언을 행하여 정유업계 등 관련기관과의 협의를 통하여 최종기준을 완성시키려고 시도하고 있으나, 정유업계에는 확신을 주지 못하고 있다.

<표15> 자동차공업협회 자동차연료 통일품질기준안 (카테고리3, 주요항목)

휘발유	경유
옥탄가 91 RON RON 91 이상 MON 82.5 이상	세탄가 55 이상 밀도 (kg/m ³) 840 이하
95 RON RON 95 이상 MON 85 이상	95%유출온도 (°C) 340 이하
98 RON RON 98 이상 MON 88 이상	다환방향족 (무계%) 1 이하 황함량 (무계%) 0.003 이하
황함량 (무계%) 0.003 이하	
산소함량 (무계%) 2.7 이하	
올레핀함량 (부피%) 10.0 이하	
방향족함량 (부피%) 35.0 이하	
벤젠함량 1.0 이하	

이 연료기준은 운전성향상과 배출가스 저감을 목적으로 하고 있으며, 무연휘발유와 경유의 3종류씩의 카테고리로서 설정되어 있다.

기준의 적용은 배출가스 규제정도에 대응시킨 것으로 카테고리1은 최소한의 배출가스 관리가 필요한 시장, 카테고리2는 엄격한 배출가스 관리가 필요한 시장, 카테고리3은 진보된 배출가스 관리가 필요한 시장용으로 현행의 품질기준보다 훨씬 강화된 기준으로 되어 있다.

4. 국내의 품질현황

4.1 품질기준

국내의 자동차용 연료 품질은 국내 석유제품의 수급 및 소비자보호를 고려하여 품질을 설정한 석유사업법의 품질기준과 대기환경개선을 목적으로 한 대기환경보전법의 자동차연료 또는 첨가제의 제조기준에 의하여 관리되고 있다.

이 가운데 대기환경보전법의 제조기준은 적용시기에 따라 품질기준을 강화시키는 형태로 구성되어 있으며, 적용시기에 맞추어 석유사업법의 품질기준도 이것을 적용시키

<표16> 휘발유의 환경관련 항목 품질기준 대비 (2000년 기준)

국 가	항 목	한 국	일 본	미국(EPA)		유럽
				RFQ ³⁾ (개질휘발유)	Conventional (일반휘발유)	
	방향족함량 (부피%)	35 이하	규정없음	규정없음	규정없음	42 이하
	벤젠함량 (부피%)	2 이하	1 이하	0.95 이하	0.95 이하	1 이하
	납함량 (g/l)	0.013 이하	0.001 이하	무연	무연	-
	인함량 (g/l)	0.0013이하	규정없음	-	-	-
	산소함량 (무계%)	1.3~2.3	²⁾	2.1 이상	규정없음	2.7 이하
	올레핀함량 (부피%)	23 이하	규정없음	9 이하	11.25 이하	18 이하
	황함량 (ppm)	200 이하	100 이하	339 이하	424 이하	150 이하
	증기압 (kPa, 37.8°C) ¹⁾	82 이하	44~78	남부 49 이하 북부 55 이하		60 이하
	증류성상 50%	125 이하 ⁴⁾	75~110	103 이하	-	-
	90%	175 이하 ⁴⁾	180 이하	161 이하	201 이하	-

주) 1. 하절기말 적용
3. 전미 판매량 : 약 30%

2. MTBE (부피%) 함량으로 7이하
4. 석유사업법 품질기준

시기에 맞추어 석유사업법의 품질기준도 이것을 적용시키는 것으로 되어 있다. 또한 대기환경보전법 제조기준은 동법에서 규정하고 있지 않는 기타 항목에 관하여는 석유사업법을 따르는 것으로 하여 상호 보완하는 형태로 규격이 설정, 운용되고 있다.

주요 선진국과의 휘발유 품질기준을 비교해 보면 미국의 개질휘발유 규격에는 다소 차이를 보이지만, 일본 및 유럽과는 거의 유사하게 설정되어 있다.

경유의 경우도 2000년부터 처음으로 발효되는 유럽의 기준에는 다소 미달되지만, 미국, 일본과는 거의 비슷한 품질기준이 설정, 운용되고 있으며 경유에서 중요한 항목의 하나인 세탄가에서는 미국보다 더 높게 설정되어 있다.

〈표17〉 경유의 환경관련 항목 품질기준 대비(2000년 기준)

항목	국가	한국	일본
세탄가		45 이상 ¹⁾	45 이상
밀도(kg/m ³)		규정없음	규정없음
증류성상 (°C)	90% 95%	360 이하 ¹⁾	360 이하
다환방향족(무계%)		규정없음	규정없음
황함량(무계%)		0.05 이하	0.05 이하
10%잔류탄소(무계%)		0.15 이하	0.1 이하

항목	국가	미국	유럽
세탄가		40 이상	51 이상
밀도(kg/m ³)		규정없음	845 이하
증류성상 (°C)	90% 95%	282~338 ²⁾	360 이하
다환방향족(무계%)		규정없음	11 이하
황함량(무계%)		0.05 이하	0.035 이하
10%잔류탄소(무계%)		0.15 이하 ²⁾	0.30 이하 ³⁾

주) 1. 석유사업법 품질기준
2. No. 2-D 기준
3. EN 590 품질기준

4.2 품질수준

시중유통제품에 대한 품질수준을 비교해 보면 휘발유의 경우 벤젠함량에서 미국보다 약간 떨어지지만, 황함량의 경우는 월등히 우수하다. 조사시기의 차이는 있지만 국내 제품의 품질수준은 전반적으로 일본 및 유럽에 비해 동등한 수준이나 또는 약간 우수한 수준을 보이고 있다.

경유의 경우는 세탄가(세탄지수)에서 미국보다 품질이 우수하고 기타항목에 관하여는 선진외국과 동등한 수준이다.

5. 종합

대기환경개선을 위한 자동차업계의 엔진개량, 연소기술개선 등의 연구와 아울러 사용되는 연료의 조성개선도 필수불가결한 것으로 고려되고 있다. 그러나 연료유의 과도한 품질강화는 비용뿐만 아니라 경질연료유의 수율저하가 초래되어 유한하고 귀중한 석유자원의 활용측면에서도 문제가 발생되고, 최근 전세계적인 문제로 대두되고 있는 지구온난화를 유발시키는 CO₂ 배출도 증가시키는 것으로 알려지고 있다.

또한 비용측면에서는 일본의 경우 경유의 황함량을 0.2무계% 이하에서 0.05무계% 이하로 저감시켰을 때 약 2,000억엔의 설비투자가 투입되고, 휘발유의 저벤젠화(5부피% 이하에서 1부피% 이하)에는 1,800억엔의 투자가 소요되고 있다.

유럽의 경우는 품질을 2005년 규격에 적합시키기 위하여는 막대한 공장설비투자가 소요되어 유럽 총 95개사의 정유사중 17개사의 폐쇄를 포함하여 28개 회사가 파산위기에 놓일 것이라는 보도가 발표되고 있으며, 미국의 경우도 예외가 아니어서 2004년의 새로운 황함량규격에 적합시키기 위하여 휘발유 겔론당 1.5~2.0센트가 필요할 것으로 고려되고 있다.

이와 같이 석유제품의 품질강화는 막대한 재원 및 부수적인 나쁜 영향(수율저하 등)이 발생할 수 있으며

로 기준개정 당시부터 시행필요성을 관련업체와 신중하게 논의하는 것이 중요하고 결정시에는 품질기준 강하게 논의하는 것이 중요하고 결정시에는 품질기준 강하게 논의하는 것이 중요하고 결정시에는 품질기준 강하게 논의하는 것이 중요하고 결정시에는 품질기준 강하게 논의하는 것이 중요하다. 화수준을 필요최소한으로 고려하는 것이 바람직하다고 사료된다.

〈표18〉 시중 유통제품의 품질수준 (보통휘발유)

항 목	국 가	한국 ¹⁾			일본 ²⁾			미국 ³⁾			유럽 ⁴⁾		
		최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균
방향족 (부피%)		15.2	38.0	27.5	16.1	42.3	24.1	13.6	39.7	23.8	25.2	65.0	49.9
벤젠 (부피%)		0.4	3.7	1.5	0.3	4.5	2.1	0.24	3.23	1.06	0.6	3.2	1.5
황함량 (ppm)		2	305	72	0	70	24	0	1210	250	10	490	244
올레핀 (부피%)		4.8	33.0	19.9	0.1	31.0	18.7	0.8	27.8	9.7	0.8	32.7	16.6
산소함량 (무게%)		0.84	2.52	1.11							0.0	0.53	0.07
합산소화합물 (부피%)	MTBE	4.5	13.6	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	2.3	0.0	2.9	0.3
	기타물질							0	4.0	0.3			
증류성상 (°C)	50%	77	103	87	77	92.5	85.5			88	87	110	98
	90%	134	177	151	130.5	167.5	146			163	149	179	165
증기압 (37.8°C, kg/cm ²)		0.49	0.90	0.68	0.61	0.93	0.76	0.65	0.86	1.02	0.49	0.73	0.65

- 주) 1. 98.1~98.12월 검사실적 (60건)
- 2. 97. 2 조사자료 (8건)
- 3. 1996~97년 겨울 (303건)
- 4. 1996년 여름 (독일)

〈표19〉 시중 유통제품의 품질수준 (경유)

항 목	국 가	한국 ¹⁾			일본 ²⁾			미국 ³⁾			유럽 ⁴⁾		
		최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균
세탄가 (세탄지수)		45	60	53	52	59	56			46			52
황함량 (무게%)		0.02	0.09	0.04						0.03			0.03
10%잔류탄소 (무게%)		0.01	0.12	0.02	0.01미만	0.03	0.01			-			-

- 주) 1. 98.1~98.12월 검사실적 (60건)
- 2. 97. 8 조사자료 (10건)
- 3. 1998년 겨울 (34건)
- 4. 1998년 겨울 (독일, 23건)