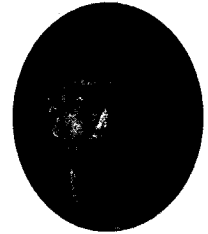


국내외 휘발유 및 경유의 연료품질 동향

Trends of Qualities of Gasoline and Diesel Fuels

신 동 현 · SK 수석연구원

Dong Hyon Sheen · SK Corporation



1. 서론

우리나라의 정유산업은 원유를 전량 수입/정제하여 가정용, 공업용 연료 및 자동차 연료를 생산하는 업종으로 환경오염문제와 불가분의 관계에 있다.

국내외적으로 경제발전이 활발히 이루어진 1970년, 1980년대 이후 각종 공해를 비롯한 환경문제가 대두, 심화되면서 기후변화협약 등 환경보호를 위한 국제적 협약이 체결되었으며 각종 에너지원에 대한 국내외적 환경규제가 강화되어 왔다. 자동차 운전성능이나 배출가스에 중요한 영향을 미치는 연료의 품질변화는 이러한 환경규제에 부응하여 변화되고 있다. 본문에서는 국내외 휘발유 및 경유의 규격변화를 정리하고 비교하였다.

2. 국내 동향

2.1 휘발유 및 경유

우리나라의 자동차 연료품질은 석유사업법상의 품질기준과 대기환경개선을 목적으로 한 대기환경보전법상의 자동차연료 또는 첨가제의 제조기준으로 관

리되고 있다. <표 1> 및 <표 2>는 1990년대 이후, 석유사업법의 휘발유, 경유의 항목별 규격변화를 정리한 것이다. 규격항목은 옥탄가, 증류성상, 수분 및 침전물, 세탄가, 인화점, 유동점 등과 같이 자동차 성능과 밀접한 관계가 있거나 배기가스 유출성분과 밀접한 관계가 있다.

휘발유는 1992년 이전까지는 옥탄가 향상을 위해 납화합물을 첨가하거나 방향족화합물을 규제없이 사용하였다. 그러나 1992년 중반이후 발암성물질의 생성원인인 방향족화합물 및 벤젠함량의 규제를 추가하였고 1996과 1998년에 더욱 강화되었다.

1996년 이후부터는 정유사간의 과다경쟁 및 그로 인한 불필요한 경제적 손실을 막기 위하여 옥탄가의 상한값을 규제하기 시작하였다. 또한 자동차 배기가스 성분 중 일산화탄소(CO)와 유해탄화수소성분(HC)의 배출 감소효과가 있는 산소함량을 1992년 중반 이후부터 규제하고 있다.

경유는 매연과 밀접한 유황분 및 10% 잔류탄소를 위주로 기준을 강화해 왔으며 1999년에는 동절기의 원활한 시동 및 주행성 확보를 위하여 저온필터막힘점을 규격으로 신설하였다.

특집 자동차 연료 및 윤활유

〈표 1〉 석유사업법상의 휘발유 품질기준

항 목	단 위	1992. 6. 1. ~ 1995. 12. 31.	1996. 1. 1. ~ 1996. 12. 31.	1997. 1. 1. ~ 1997. 1. 31.	1997. 2. 1. ~ 1998. 3. 31.	1998. 4. 1. ~ 1999. 12. 31.
옥탄가	RON	91 이상	91~96	→	91~94	→
	MON	83 이상	-	-	-	-
10 % 증류점	℃	70 이하	→	→	→	→
50 % 증류점	℃	125 이하	→	→	→	→
90 % 증류점	℃	190 이하	→	→	→	→
증류점	℃	225 이하	→	→	→	→
잔류량 (Vol %)	Vol %	2.0 이하	→	→	→	→
수분·침전물	Vol %	0.01 이하	→	→	→	→
동판부식도 (50℃.3Hr)	-	1 이하	→	→	→	→
증기압(37.8℃) (동절기)	kg/cm ²	0.45~0.85 (0.980이하)	→	→	→	→
산화안정도	분	480 이상	→	→	→	→
현존검	mg/100ml	5.0 이하	→	→	→	→
황분	Wt %	0.1 이하	→	0.05 이하	→	→
색상	-	노란색	→	→	→	→
납	g/l	0.013 이하	→	→	→	→
인	g/l	0.0013 이하	→	→	→	→
방향족	Vol %	55 이하	50 이하	→	→	45 이하
벤젠	Vol %	6 이하	5 이하	→	→	4 이하
산소	Vol %	0.5 이상	0.75 이상	→	→	1.0 이상

〈표 2〉 석유사업법상의 경유 품질기준

항 목	단 위	1992. 6. 1. ~ 1995. 12. 31.	1996. 1. 1. ~ 1996. 12. 31.	1997. 1. 1. ~ 1998. 3. 31.	1998. 4. 1. ~ 1999. 10. 6.	1999. 10. 7. ~
인화점	℃	40 이상	→	→	→	→
유동점 (여름용)	℃	0.0 이하	→	→	→	→
(겨울용)	℃	-10 이하	→	-12.5 이하	→	→
10% 잔유 잔류탄소분	무게 %	0.20 이하	0.15 이하	→	→	→
회분	무게 %	0.02 이하	→	→	→	→
동점도	cSt	2.0~5.8 @ 37.8℃	→	1.9~5.5 @ 40℃	→	→
황분	무게 %	0.2 이하	0.1 이하	→	0.05 이하	→
동판부식	-	1 이하	→	→	→	→
세탄값	세탄지수	45 이상	→	→	→	→
저온필터막힘점 (속한기)	℃	-	-	-	-	- 12 이하

〈표 3〉 대기환경보전법상의 휘발유 제조기준

기준항목	적용기간 1991.2.1 ~ 1992.12.31	1993.1.1 ~ 1995.12.31	1996.1.1 ~ 1998.3.31	1998.4.1 ~ 1999.12.31	2000.1.1 ~ 2000.12.31	2002.1.1 이후
방향족 화합물 (부피%)	-	55 이하	50 이하	45 이하	35 이하	→
벤젠 ¹⁾ (부피%)	-	6 이하	5 이하	4 이하	2 이하	1.5 이하
납 (g/l)	0.3 이하	0.013 이하	→	→	→	→
인 (g/l)	0.0013 이하	→	→	→	→	→
산소 ²⁾ (무게%)	-	0.5 이상	0.75 이상	1.0 이상	1.3~2.3	1.0~2.3
올레핀 ³⁾ (부피%)	-	-	-	-	23 이하	18(23)
황함량 ⁴⁾ (ppm)	-	-	-	-	200 이하	130 이하
증기압 ⁵⁾ (kPa, 37.8℃)	-	-	-	-	82 이하	70 이하
90% 증류점(℃)	-	-	-	-	175 이하	→

- 비고 1. 벤젠함량은 2005년 이후에는 1.0 이하로 한다.
 2. 매년 4월 1일부터 10월 31일까지 출고되는 제품에 대하여는 산소함량의 기준을 2.3 이하로 한다.
 3. 올레핀 함량에 대하여 ()안의 기준을 적용할 수 있으며, 이 경우 방향족 함량을 30으로 적용한다.
 4. 황함량 기준은 2002년에 한하여 평균 120 이하 최고 150 이하를 적용할 수 있다.
 5. 증기압기준은 2001년까지는 4월 1일부터 10월 31일 까지 2002년부터는 6월 1일부터 8월 31일까지 출고되는 제품에 대하여 적용한다.

〈표 4〉 대기환경보전법상의 경유 제조기준

기준항목	적용기간 1991.2.2 ~ 1992.12.31	1993.1.1 ~ 1995.12.31	1996.1.1 ~ 1998.3.31	1998.4.1 ~ 2000.12.31	2002.1.1 이후
10% 잔류탄소량 (%)	0.20 이하	0.15 이하	→	→	→
황함량 (무게%)	0.4 이하	0.2 이하	0.1 이하	0.05 이하	0.043 이하
밀도 (15℃, kg/m ³)	-	-	-	-	815~855
다고리방향족	-	-	-	-	-
윤활성	-	-	-	-	-

비고 : 다고리 방향족 및 윤활성의 기준은 환경부장관이 고시하는 측정방법에 따라 2001년 7월 1일 이후 환경부장관이 정하여 고시한다.

1991년부터는 일부 환경관련 항목에 대하여 대기 환경보전법상에서 규제를 시작하여 〈표 3〉과 〈표 4〉와 같이 항목 및 기준을 단계적으로 강화해 오고 있다. 대기환경보전법에 규정되지 아니한 자동차연료의 제조기준 항목은 석유사업법에 따른다.

휘발유의 경우 1990년도에는 방향족, 산소 및 납 함량 등 최소한의 항목만 관리하여 왔으나 2000년부터 자동차 배출가스 허용기준에 상응하도록 황함량의 기준을 신설하고 오존오염 영향물질인 올레핀

및 증기압 기준도 신설하였다. 2005년부터 적용될 대기오염물질 배출허용기준과 연동하여 2002년 이후 적용될 연료품질 기준이 한층 더 강화되었다.

경유의 경우 선진국의 규격 강화추세에 맞추어 유황분함량이 더욱 강화되었고 매연배출과 관련이 있는 밀도 규격이 신설되었으며 윤활성, 다고리방향족 함량에 대해서는 국내 품질수준 및 환경오염에 끼치는 영향을 종합 검토하여 2001년 7월중에 규제기준이 설정될 예정이다.

〈표 5〉 미국의 휘발유 품질기준

항 목	1990 산업평균	1990 대기정화법 (여름기준)	1990 대기정화법 (겨울기준)	연방기준	
				RFG I (1995)	RFG II (2000)
방향족 화합물 (부피%)	34.4	32	26.3	< 27	< 25
벤젠 (부피%)	1.6	1.53	1.64	< 0.8	< 0.8
산소 (무게%)	0	0	0.52	2.0 이상	2.0 이상
올레핀 (부피%)	9.7	9.2	11.9	< 8.5	< 8.5
황함량 (ppm)	349	339	340	< 130	< 130
증기압 (kPa)	59.2	59.9	88.7	< 48.2	< 46.1
90% 유출온도 (℃)	162	165	167	< 165	< 161

〈표 6〉 미국의 경유 품질기준

항 목	기 준
세탄가	40 이상
밀도	-
다고리방향족(PAH) (무게 %)	-
황함량 (무게 %)	0.05
10% 잔류탄소 (무게 %)	0.15
90% 유출온도 (℃)	282~338

탄올, 에테르 및 알코올계(ETBE, TAME, TBA 등), 알킬레이트(Alkylate)가 유력하다. 그러나 에탄올은 증기압이 높고 수분을 더욱 잘 흡수하여 기름과 쉽게 분리될 수 있어 송유관 운송에 적합하지 않고 최종 수요처에서 배합해야하는 문제가 있으며 에테르 및 알코올계 화합물은 공급부족 및 MTBE와 유사한 유해성문제가 예상되며 알킬레이트는 생산량이 부족하고 생산단가가 높다는 문제가 있다. 또한 MTBE의 사용중지에 따라 기존 생산설비를 다른 용도로 전환하기 위한 대책과 그 원료인 메탄올의 효율적 사용에 대한 준비가 필요하다.

3.2 유럽

현재 유럽연합의 국가들은 자동차용 연료와 관련하여 기본적으로 유럽표준기구(CEN: Comite Europeen de Normalization) 규격을 채택하고 있고 일부 국가들은 CEN규격에 준하여 더욱 엄격한

규정을 채택하고 있다. 영국, 덴마크, 핀란드, 스웨덴, 독일, 벨기에서는 연료중 황함량에 따른 차별적 세금부과제를 통하여 초저유황경유(ULSD, Ultra Low Sulfur Diesel) 또는 개질휘발유의 사용을 장려하고 있다. 한편 영국, 덴마크 경유시장의 거의 100%가 ULSD로 판매되고 있으나 프랑스나 지중해연안 국가들은 탈황설비 능력부족으로 전면적인 ULSD도입은 어려운 것으로 분석된 바 있다.

유럽연합의 2000년 이후 가솔린과 경유의 연료품질기준은 〈표 7〉과 〈표 8〉에서와 같으며 2005년부터 휘발유 및 경유의 황함량이 각각 150ppm, 350ppm에서 50ppm으로 대폭 강화될 전망이고, 휘발유의 방향족 화합물도 42부피%에서 35부피%로 강화된다.

〈표 7〉 유럽연합의 휘발유 품질기준

항 목	유럽 (98/70/EC)	
	2000년	2005년
방향족 화합물 (부피%)	< 42	< 35
벤젠 (부피%)	< 1	·
산소 (무게%)	< 2.7	←
올레핀 (부피%)	< 18	·
황함량 (ppm)	< 150	< 50
증기압 (kPa)	< 60 (여름)	←
90% 유출온도 (℃)	-	-

비고 : 2005년 항목중 ←로 표시된 항목은 2000년 수치에서 변경될 수 있음

특집 자동차 연료 및 윤활유

〈표 8〉 유럽연합의 경유 연료품질 기준

항 목	유럽 (98/70/EC)	
	2000년	2005년
10% 잔류탄소량 (%)	-	-
황함량 (무계%)	0.035	0.005
다고리방향족(PAH) (무계%)	11	←
방향족화합물 (무계%)	-	-
세탄수	51 이상	←
세탄지수	-	-
밀도 (@15℃ kg/m ³)	845	←
점도 (@40℃ mm ² /s)	-	-
T95 (℃)	360 이하	←
T90 (℃)	-	-

- 비고 1. T95, T90중 선택적인 만족허용
 2. 2005년 항목중 ←로 표시된 항목은 2000년 수치에서 변경될 수 있음

3.3 일본

일본의 석유제품 품질기준은 일본공업규격(JIS)을 근간으로 품질확보법과 대기오염 방지법을 두어 보완하고 있다. 품질확보법은 1996년 4월의 석유제품 수입 자유화에 따라 일정수준 이상의 품질만을 수입하도록 제정되었다. 〈표 9〉는 휘발유, 경유에 대한 품질확보법을 정리한 것으로서 전반적으로 국내수준과 유사하다. 다만 휘발유 항목에 등유혼입에 대한 수치를 명확히 하고 매탄을 혼입을 방지하며 MTBE

에 대한 상한규정을 둔 것이 특징이고 경유 항목에서는 색상을 세이볼트로 관리하는 것이 특징이다.

3.4. 국내의 연료기준 비교

우리나라의 현행기준은 미국과 유럽의 수준과 비교하면 벤젠의 허용기준은 유럽의 50% 수준이고 오존생성에 영향을 주는 올레핀과 증기압은 유럽의 60~70% 수준이며 휘발유차의 공해저감 장치의 성능에 영향이 큰 황함량도 유럽과 미국의 60% 수준이다.

그러나 2005년부터 적용될 자동차 배출가스 허용기준과 그에 따른 연료품질 기준이 대폭 강화되었고 선진국 수준으로 점차 강화될 전망이다. 국내의 휘발유와 경유의 연료품질기준의 주요 항목을 비교하면 〈그림 1〉 및 〈그림 2〉에서와 같다.

5. 결론

인구성장과 경제발전이 수반된 환경오염, 지구온난화 문제가 심각해져 감에 따라 전세계적으로 환경문제를 해결하기 위하여 다양한 연구 및 활동이 진행

〈표 9〉 일본의 휘발유 및 경유 품질확보법

유 종	항 목	수 준	근 거
가 솔 린	납	불검출	환경(NOx 등)
	유황분 (무계%)	0.01 이하	환경(NOx 등)
	MTBE (부피%)	7 이하	환경(NOx 등)
	벤젠 (부피%)	5 이하	환경(인체)
	등유혼입	4% 이하	안전
	매탄을	불검출	안전
	색	오렌지착색	안전
경 유	유황분 (무계%)	0.05 이하	환경(SOx 등)
	인화점 (℃)	40 이상	안전
	색	세이볼트 +250이상	안전

되어 왔다. 지구온난화를 초래하는 주요원인중의 하나로 밝혀진 바 있는 자동차 배기가스의 저감을 위하여 자동차 기술의 발전과 더불어 앞으로도 계속적으로 연료품질 기준이 강화될 것이다.

아직 우리나라는 선진국의 연구사례나 규제동향을

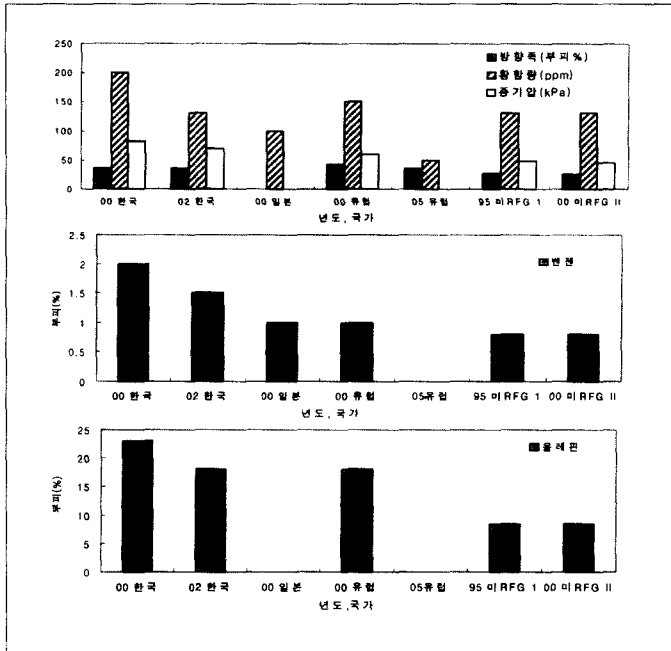
뒤따라가는 형편이나 국내 배출가스 허용기준 및 연료품질기준은 정부와 정유사, 자동차제조사 등 관련 기관과 업계의 협력을 통해 비용-효과분석에 근거하여 설정되어야 할 것이다.

한편 연료전지나 Biodiesel 등과 같은 대체연료의 연구개발이 성공적으로 이루어진다면 21 세기의 연료는 더욱 다양하고 환경 친화적으로 될 것이다.

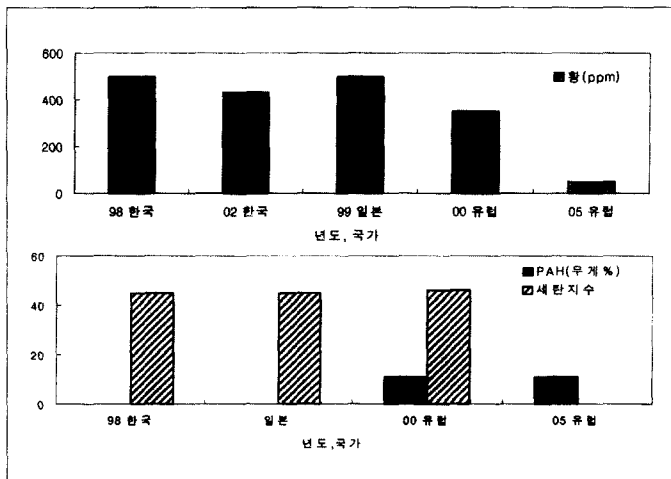
〈참고문헌〉

- 1) 석유제품의 규격과 품질, 대한석유협회, 1999.
- 2) 중장기 자동차용 연료품질 기준 설정을 위한 연구 보고서, 대한석유협회, 2000.
- 3) EU, Directive, 98/70/EC, 1998.
- 4) 자동차 배출가스 종합대책, 환경부, 1995.
- 5) California RFG, Fact Sheet 3, CARB, 1995.

〈신동현 수석연구원 : dhsheen@skcorp.com〉



〈그림 1〉 국내의 휘발유의 주요항목별 품질기준 비교



〈그림 2〉 국내의 경유의 주요항목별 품질기준 비교