

우리나라 휘발유 품질 선진국에 결코 뒤지지 않는다

- 오존 생성과 석유제품 품질과의 관계 -



신 성 철

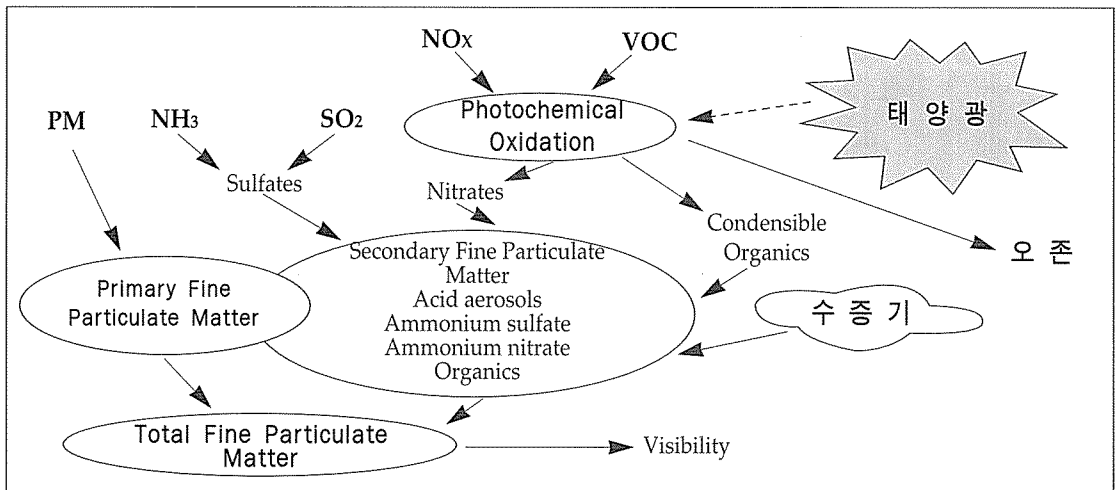
〈 한국석유품질검사소 조사연구과장 〉

1. 대기권 오존

(1) 대기권 오존의 생성원인

오존은 우리가 호흡하는 공기에서 발견될 수 있는

무색의 기체이며, 오존 분자는 우리가 수명을 유지하는데 필요한 산소 분자보다 원자 1개가 더 많은 산소 원자 3개로 구성된 물질이다. 이 부가적인 산소 원자는 오존을 아주 반응성 있게 만든다. 오존은 자연적으로 대기권 윗부분인 성층권에서도 존재하는데 (24~32km) 여기에서 이것은 태양 자외선을 막아 주



는 역할을 한다. 그러나 지구 표면 가까이 발견되는 오존은 대기권 오존이라 불리워지고, 공기오염물질로서 간주되고 있다.

오존은 태양 광선하에서 질소산화물 (*Oxides of Nitrogen : NOx*)과 휘발성유기화합물 (*Volatile Organic Compounds : VOCs*) 사이에서의 화학반응에 의해 생성된다. 휘발성유기화합물과 질소산화물의 주요 배출원은 자동차와 산업의 배출가스이며, 특히 휘발성유기화합물은 세탁과 페인트, 살충제 및 가정용 세척제와 같은 소비재들로부터도 배출된다. 오존은 날씨가 무덥고 바람이 거의 없는 맑은 날 몸에 해로운 정도의 고농도에 도달하게 된다.

(2) 오존이 인체 및 식물에 미치는 영향

고농도의 오존은 특히 과중한 야외 활동시 호흡기계통에 자극 및 염증을 초래한다. 이에 동반되는 증상은 기침, 목자극 및 호흡곤란 등이며, 흡입되는 오존은 폐기능에 영향을 끼치고, 천식을 악화시킨다. 오존은 또한 전염물질, 알레르겐 (알레르기를 일으키는 물질) 및 다른 오염물질에 영향을 미쳐 폐의 감염성을 증대시킨다. 의학연구는 폐조직에 손상을 끼치고 오존노출이 끝난 후에도 몇일 동안 몸에 해로운 영향을 끼친다는 사실을 보여주었다.

오존은 식물의 성장과 조림에도 해를 끼친다고 알려져 있다. 1988년 EPA (미연방환경보호청) 연구는 오존오염이 매년 약 30억 달러의 미국 농산물 생산을 감소시키고 있다는 것을 검증해 내었다. 이 연구는

오존이 인체에 미치는 영향

(캘리포니아주 정부 연구결과)

오존농도(ppm)	영향
0.18	호흡가쁨, 기침
0.37	가벼운 운동중 호흡곤란
0.50	호흡곤란

<자료> 1996년 환경백서

1988년 무더운 여름철에 오존이 실험구획지내에서 농작물 생산의 약 30% 감소시켰다는 것을 밝혀주었다. 오존 오염은 어린 잎의 발육을 방해하고, 성장률을 저하시키기 때문에 삼림에도 해를 끼치는 것으로 알려지고 있다.

이와 같은 오존에 의한 피해를 줄이기 위해 우리나라에서는 '95년부터 서울, 인천 등 대도시 6개지역에서 오존경보제를 실시하고 있다.

오존농도 0.12ppm인 경우 오존주의보가, 0.3ppm에서 경보, 0.5ppm에서 중대경보가 발령되게 된다.

1996년에는 전국적으로 11회 오존주의보가 발령된 바 있다.

2. 국내 오존관련 오염물 현황

(1). 휘발성유기화합물 및 질소산화물 배출원

환경부 추정자료에 의하면, 도시에서의 휘발성유기화합물 배출량은 자동차배기가스에서 가장 많고, 다음으로 건축물등의 도장, 인쇄, 세탁 등에서 방출되고, 그리고 주유소 및 유류 저장시설 등에서 상당량 배출되는 것으로 나타나 있다.

최근의 미국잡지에 따르면, 오존물질을 생성시키는 휘발성유기화합물은 식물에서도 상당히 많은 양을 방출해 내는 것으로 밝혀졌는데, 이것은 인간 및 자연계에서 방출하는 메탄가스와 거의 비슷한 양으로 추정하고 있다.

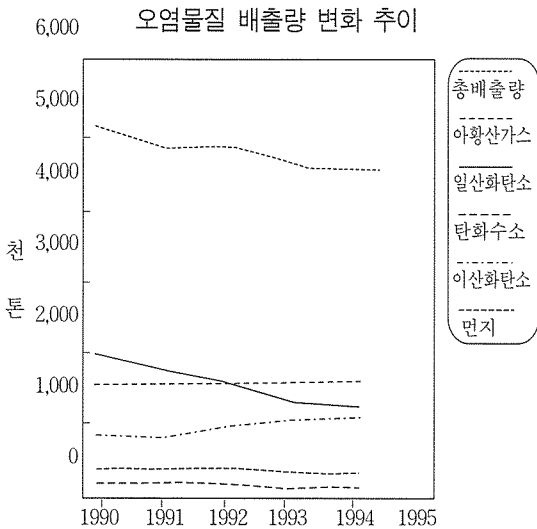
환경부고시 1997-52호의 울산, 미포 및 온산산업단지의 유기화합물질 배출저장 종합대책에는 휘발성유기화합물로서 석유제품 특히 휘발유 등의 구성성분으로서의 물질이 n-헥산 등 23종, 그밖에 알코올, 아민, 염소계 물질 등 총 47종이 고시되어 있다.

질소산화물은 석탄, 석유 등 화석연료를 연소시키는 모든 곳에서 발생하고 있으며, 주로 자동차, 선박 등의

이동오염원과 산업장, 빌딩 등 고정오염원 등 다양하게 배출되고 있다. 특히 석유제품 연소시에는 차량의 연료로 주로 사용되는 경질 석유제품보다 난방 및 동력원으로 사용되는 중질연료 연소시 질소산화물 단위당 배출량이 월등하게 높은 것으로 알려져 있다.

(2) 국내 오존생성물질 배출현황 및 주요 생성 원인

우리나라의 대기오염물질 배출량 변화추이에 의하면 오존생성물질로서의 휘발성유기화합물 등이 포함



〈자료〉 1996년 환경백서

되어 있는 탄화수소는 해마다 감소되고 있는데 비하여 질소산화물은 매년 증가경향을 보이고 있다.

질소산화물, 탄화수소의 배출량은 모두 유류에 의한 것이 가장 많아 NO₂는 '94년 전체 배출량 1,191,533톤 중 71.3%인 849,068톤이, 탄화수소(HC)는 146,091톤 중 98.8%인 144,395톤이 유류에 의해 배출되었다.

전술한 바와 같이, 휘발성유기화합물은 연료에 의한 것 뿐만 아니라 페인트, 세척, 세탁 등의 용제류 사용 장소와 자연계에서도 상당량 배출되기 때문에 대다수의 선진외국에서는 오존생성물질 저감은 주로 질소산화물의 방출억제에 목표를 두고 있다.

미국에서는 연료별 차량비율 등 제반사항과 관련하여 질소산화물이 문제가 되는 것은 가솔린 배기가스이기 때문에 개정대기정화법에서 개질가솔린(RFG) 규격신설을 비롯한 가솔린의 품질기준을 강화하여 질소산화물 저감을 추진하고 있으나, 우리나라의 경우에는 이러한 배기가스의 대부분이 디젤에서 배출되는 것

배출가스 추정 통계

(단위 : 천톤/년)

	질소산화물 (NO _x)	입자성물질 (Particulate)
가솔린	35	1
디젤	445	79

〈자료〉 미 텍사코 비콘연구소

연도별 대기오염물질 배출량

(단위 : 톤/년)

연도	계	아황산가스 (SO ₂)	이산화질소 (NO ₂)	먼지 (TSP)	일산화탄소 (CO)	탄화수소 (HC)
1990	5,169,119	1,610,960	926,065	420,318	1,991,065	220,711
1991	4,869,959	1,597,780	878,389	431,375	1,759,505	199,910
1992	4,867,637	1,613,549	1,067,001	392,243	1,630,378	164,466
1993	4,583,839	1,571,700	1,186,697	389,750	1,290,527	145,165
1994	4,526,250	1,602,764	1,191,533	429,398	1,156,464	146,091

〈자료〉 1996년 환경백서

으로 지적되고 있다. 또한 디젤가스에서 배출되는 입자성물질 (Particulate)들은 오존생성을 위한 질소산화물과 탄화수소의 반응을 일으킬 수 있는 표면 (Surface)를 제공하기 때문에 이러한 물질 또한 오존생성에 큰 영향을 끼치고 있다.

이렇듯 우리나라에서는 오존생성에 디젤이 휘발유보다 훨씬 영향을 많이 끼치고 있는데, 여기에 더하여 국내 차량보유비율을 보면 선진외국과 비교하여 경유차량 비율이 월등히 높기 때문에 문제를 더욱 심각하게 만들고 있는 실정이다.

3. 외국대비 국내 석유제품 품질기준 및 현황

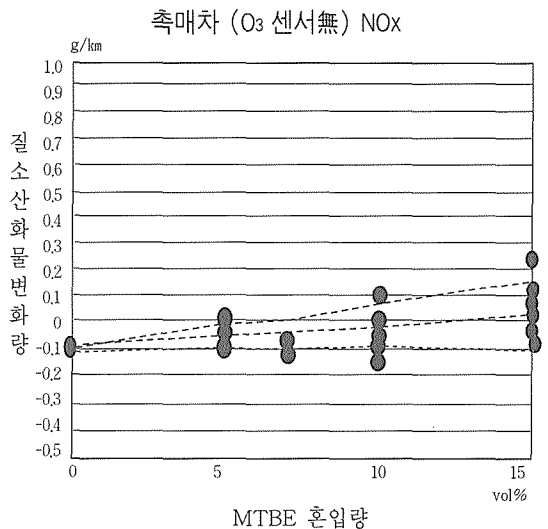
(1) 자동차용 휘발유

오존생성물질인 질소산화물, 휘발성유기화합물을 비롯한 대기오염물질 저감과 관련한 품질규격의 설정은 각국의 운행차량의 형태, 기술 등과 대기오염물질 현황에 따라 추진방법에 차이가 있다.

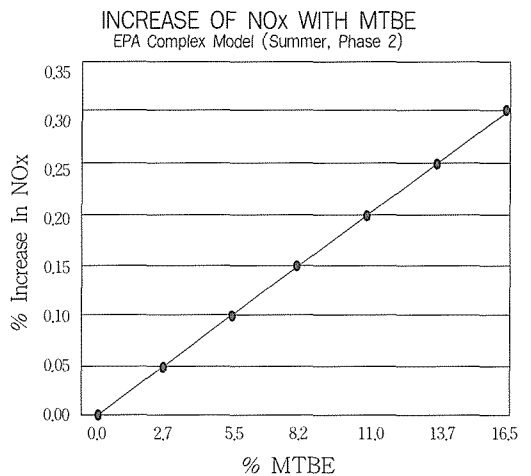
일례로서 일산화탄소를 저감시키고, 납화합물 대체물질로서 고옥탄가 기재인 MTBE는 다량 혼합시 삼원촉매의 차량에서는 질소산화물을 오히려 증가시키는 것으로 밝혀져 일본에서는 질소산화물을 증가시키지 않는 안심한 수준까지를 허용하고 있다. 또한 미국의 Auto/Oil Program에서도 MTBE는 질소산화물을 약간량 증가시키고 있는 것으로 나타났지만, 일산화탄소 등 다른 오염물질저감 등을 고려하여 적정수준을 첨가하는 것으로 결정되어 있다.

우리나라에서의 품질기준에는 아직 고농도의 MTBE가 설정되어 있지는 않지만 향후 MTBE 혼입량 증가시에는 대기오염 저감효과들을 종합적으로 검토하여 상한 하한치를 설정하는 방향으로 추진하는 것도 고려해 봐야 할 것으로 생각된다.

환경항목 (미국 EPA 항목 기준)등과 관련한 품질기준을 비교해 보면, 우리나라의 품질기준은 미국에 비해서는 설정항목이나 기준치에서 약간 차이를 보이고 있지만 일본과 유럽과는 거의 유사하게 설정되어 있다. 또한 시장에서 유통되고 있는 보통기술린의 품질기준을 비교해 보아도 선진외국과 크게 차이가 나지 않고 있다.



(자료) 에너지종합연구소 MTBE 도입에 관한 조사보고서



All Other Fuel Properties Set at 1990 Baseline

(자료) Texaco 연구소

환경관련 항목 품질기준 대비

	한 국	미 국		일 본	유 럽
		개질휘발유 (Phase I)	일반휘발유 (Conventional)		
증기압 (kg/cm ²)	0.45~0.98	1)남부 0.50 이하 북부 0.56 이하		0.45~0.95	2)(하)0.46~0.82 (동)0.66~1.02
산소 함량 (%)	0.75 이상	2.1 이상	-	3)1.3 이하	4)2.5 이하
벤젠 (부피 %)	5 이하	0.95 이하	0.95 이하	5 이하	5 이하
황 분 (ppm)	500 이하	339 이하	424 이하	100 이하	500 이하
올레핀 (부피 %)	-	9 이하	11.25 이하	-	-
증류성상 유출온도					(유출량으로 설정)
50%	125 이하	103 이하	-	75~110	
90%	190 이하	161 이하	201 이하	180 이하	

- 주 : 1) 하절기만의 기준임
 2) 영국의 기준임
 3) MTBE 7부피% 이하를 환산한 수치임
 4) MTBE 함량만은 10부피% 이하임

시중 유통제품의 품질현황 (보통 휘발유)

	한 국			일 본			미 국					
							일반휘발유			개질휘발유		
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균
증기압(37.8°C, kg/cm ²)	0.65	0.90	0.80	0.63	0.87	0.79	0.56	0.89	1.03	0.51	0.88	1.01
합산소화합물(부피%)												
MTBE	5.3	10.7	7.0	1)0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	1.9	1.8	15.3	9.4
기타 물질	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	16.0	1.0
벤젠(부피%)	0.4	4.3	2.3	0.3	5.0	2.2	0.33	2.63	1.02	0.34	1.14	0.75
황분(%)	0.01↓	0.02	0.01↓	0.01↓	0.01	0.01↓	0.001	0.083	0.023	0.001	0.077	0.024
올레핀(부피%)	1.1	28.1	12.6	8.8	23.3	18.0	1.0	31.5	11.6	1.2	22.2	10.5
증류성상 유출온도(%)												
50%	81	104	89	80	97	86	-	-	89	-	-	81
90%	124	176	150	132	172	151	-	-	167	-	-	159
방향족(부피%)	21.2	45.1	33.4	19.5	36.6	24.7	11.0	38.6	24.7	13.0	30.2	18.7

<자료> 한국석유품질검사소 품질검사 ('96.11~'97. 2, 20건)
 코스모석유 품질분석 ('95 동절기, 23건)
 NIPER(National Institute for Petroleum and Energy Research) Survey
 ('95~'96, 일반가솔린 598건, 개질휘발유 183건)
 주 : 1) 일본의 고급 휘발유 MTBE 분석결과 : 최소 0, 최대 6.8, 평균 2.7 부피%

(2) 경유

미국 EPA는 환경관련항목으로 황분 및 세탄지수를 품질기준으로 설정하고 있다. 우리나라와 선진외국의 품질기준을 비교해보면 황분의 경우 우리나라를 제외하고는 선진외국 모두가 0.05% 이하가 설정되어 있다. 그러나 우리나라에서도 '98년 4월부터는 이들 국가와 동일한 수준으로 강화할 예정으로 되어 있다. 세탄지수는 일본, 유럽과 동일한 수준이며, 미국에 비해서는 오히려 높은 수준으로 설정되어 있다.

환경 관련항목 품질기준 대비

	한국	미국	일본	유럽
황분(%)	0.1 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.05 이하
세탄지수	45 이상	40 이상	45 이상	46 이상

시중 유통제품에 대한 품질현황을 미국과 비교해보면 규제치 설정과 같이 황분에서는 약간 떨어지지만 배기가스 등과 연관성이 큰 세탄지수는 오히려 우수한 결과를 보이고 있다.

시중유통 제품 품질현황

	한국			미국		
	최소	최대	평균	최소	최대	평균
황분(%)	0.1 이하	0.1	0.1	0.016	0.046	0.033
세탄지수	48	64	57	39.5	59.6	47.5

(자료) 한국석유품질검사소 품질조사 (1996년, 60건)
NIPER Survey (1996년, No.2, On-highway fuel, 32건)

4. 오존저감을 위한 향후 정책방향

전술한 바와 같이 우리나라에서는 휘발유보다는 경유에서 오염과 관련한 오염물질이 다량 배출됨에 따라 우선적으로 경유차량 사용억제를 위한 정책방향이 필요하다. 이를 위해서는 OECD의 권고와 에너지절약

등의 시책으로서 최근 논의가 진행중에 있는 세계 조정에 의한 경유사용억제가 가장 바람직할 것으로 사료된다.

다음으로 석유제품 품질강화를 들 수 있는데 우리나라의 경우 석유제품 품질규제는 일부항목에서는 미국을 제외하고 전세계적으로 가장 빠르게 규격으로 설정되어 관리되고 있는 것도 있으며, 현재 규제치에 대해서도 선진외국에 비해 크게 뒤지고 있지 않은 실정 이지만 향후 쾌적한 생활추구를 위한 대기질 확보를 위해서는 앞으로도 규제는 강화되어야 하고, 강화될 것으로 예상되고 있다. 그러나 규제강화대비를 위한 시설투자부담은 막대한 자금과 시간이 소요되는 관계로 규제강화의 효과, 시설신규투자여력 및 국민경제부담 등을 충분하고 면밀하게 고려 후, 우리 실정에 적합한 연구와 관련 각 기관과의 충분한 토의를 통해 규제수준을 결정해 나가야 할 것으로 생각한다. 1999년도 일본의 벤젠규제 (1%이하)와 미국의 대기정화법 개정과정에서의 충분한 연구, 수많은 관련기관의 협의를 통해 본격적으로 시행되었음이 좋은 사례를 보여준다고 말할 수 있겠다.

지난 5월 환경부에서 실시한 자동차 배출가스 점검 결과를 보면 총 22만 8천여 대의 차량중 약 9%가 배출허용기준을 초과하였고, 이중에서도 자동차 배출 질소산화물의 약 80%를 담당하는 경유차량이 휘발유나 가스차량보다 위반율이 2배 높은 것으로 나타난 바와 같이 아무리 석유제품의 품질기준을 강화하더라도 차량의 적정상태 유지 없이는 소기의 목적을 올리지 못하기 때문에 운행차량에 대하여 배출허용기준치가 준수되도록 관리측면에서도 또한 분발이 요구된다고 하겠다.

끝으로 오염물질 저감을 위한 자동차업계의 부단한 기술개발 및 품질향상 노력이 앞으로도 계속 필요하고 요청될 것으로 생각되는 바이다. 📍