

# 환경문제와 정유업계의 대응



吳 薰

〈油公 안전·환경 및 기술담당이사〉

## 1. 머리말

산업발전과 경제성장의 원동력이며 인류의 문명 생활의 필수요소인 에너지의 사용에는 환경오염이 수반된다. 에너지 개발과정에서는 대규모 수력발전 건설에 따른 자연생태계 파괴, 석탄탄광의 수질오염 문제 등이 있고, 에너지 제조·가공 과정에서는 황산화물, 분진, 질소산화물 등에 의한 대기오염문제, Oil 등에 의한 수질오염문제, 핵폐기물, 폐유 등의 폐기물 처리문제 등이 있으며, 에너지 소비과정에서도 연료연소에 의한 대기오염문제 등의 환경오염문제가 야기된다.

이처럼 에너지의 사용은 산업발전을 통해 인류 생활의 질을 크게 향상시킨 반면 인류의 생활 환경을 파괴시켜 왔다.

최근 대기중 CO<sub>2</sub> 농도증가로 인해 발생하는 온실 효과와 기상이변, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 배출에 의한 산성비 등이 국제문제로 등장, 환경문제가 국지적인 문제가 아닌 전지구적인 문제로 확대되었고 그 심각성과 함께 세계적인 환경보호를 위한 협력의 필요성이 강조되고 있다.

이러한 시점에서 에너지사업의 일익을 담당하고 있는 정유업계에서도 환경문제에 대한 심각성을 인식하고 환경보전을 위한 대책을 수립하여야 할 것이다. 여기에서는 환경문제중 정유업계와 관련된 문제에 대한 국내외적 동향을 조명해보고 정유업계의 나아갈 길을 생각해 보고자 한다.

## 2. 지구환경문제 동향

환경오염의 영향이나 피해가 한지역 또는 한국가 내에 그치지 않고 국경을 넘어 확산되고 더 나아가 전지구적인 규모에 미치는 것을 지구환경문제라 부르고 있는데, 그 주요내용을 요약하면 〈표-1〉과 같다.

이중에서 석유산업과 관련이 큰 것은 지구온난화와 산성비 문제이다. 산성비 문제는 석유, 석탄 등 화석연료가 연소될 때 배출되는 황산화물(SO<sub>x</sub>)과 질소산화물(NO<sub>x</sub>)에 의해 발생된다. 대기중에 배출된 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>는 기류를 따라 이동하다가 대기중의 수분과 결합하여 산성비로 지상에 내려 넓은 지역에 걸쳐 삼림을 고사시키는 등 큰 피해를 입히고 있다.

그 대책으로는 황분이 적은 청정연료(천연가스, Methanol 등)로 연료를 전환하거나, 배기가스중의 SOx, NOx를 제거하는 배연탈황/탈질장치를 설치하는 방법 등이 있다.

그런데 산성비 문제가 화석연료를 다량 사용하는 국가와 그 인접 몇몇 국가간의 다소 국지적인 문제인데 반해, 지구온난화문제는 지구 전체적인 문제이고 그 해결방안이 매우 어렵고 근본적인 에너지 공급체계의 변화를 필요로 한다는 점에서 큰 차이가 있다.

지구상의 대기권은 식물의 동화작용 (CO<sub>2</sub>를 흡수하고 O<sub>2</sub>를 배출)과 동물의 호흡작용 (O<sub>2</sub>를 흡수하고

CO<sub>2</sub>를 배출)이 서로 균형을 이루는 상태가 가장 바람직한데, 인간이 보다 나은 삶을 영위하기 위하여 삼림을 벌목하고, 화석연료를 다량 사용함으로써 CO<sub>2</sub>의 발생량이 증가하여 대기의 평형상태가 깨어지게 되었다.

지구온난화는 대기중에 축적된 두꺼운 층을 형성하여 지구에서 복사되는 적외선 등을 흡수해 복사열의 확산을 억제함으로써 대기온이 상승하는 현상을 말한다. 즉 화석연료 사용에 따른 CO<sub>2</sub>등의 온실효과 가스(Greenhouse Gas)의 증가로 대기온이 매10년마다 0.3°C씩 상승함으로써 혹서, 홍수, 태풍 등의 기상이변을 일으키게 되어 농작물 흉작, 사막증가, 농

〈표-1〉 지구환경문제

	사회경제적배경	발생원, 발생요인 등	대 응 책	국 제 적 동 향
오존층파괴	산업의 고도화, 생활의 고도화	정밀세정, 에어컨, 냉매(에어콘등)수지류의 발포 등으로 Freon가스 배출	회수 재이용, 대체물질의 개발, 대체 Process 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1985 비엔나 협약</li> <li>○ 1987 몬트리올 의정서</li> <li>○ 1989 헬싱키선언(2000년까지 전면 사용금지)</li> </ul>
지구온난화	공업화, 농업, 에너지 다소비생활	화석연료사용, 삼림남벌 농업, 축산업, 자연요인(화산폭발등)등으로 온실효과가스 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CFC 등)의 생성 및 대기중 축적 증대	에너지 절감, 대체에너지 개발, CO <sub>2</sub> 제거기술 개발, 식림 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1988 토론토 회의 (2005년까지 20% 삭감)</li> <li>○ 1988 정부간 Panel (IPCC) 발족</li> <li>○ 1990. 8. IPCC 중간보고</li> <li>○ 1990. 11. 제21회 세계기후 회의</li> <li>○ 1992. 6. 유엔환경개발회의 (UNCED) 개최 예정 (기후변화 협약체결 예정)</li> </ul>
산 성 비	공업화, 소비생활	화석연료 사용, 전력, 제조업, 자동차 등에서 SOx, NOx 의 배출	배연탈황, 탈질장치 설치, Clean 연료로의 전환(천연가스, Methanol 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1972 OECD공동측정계획</li> <li>○ 1987 헬싱키 의정서</li> <li>○ 1988 소피아 의정서</li> </ul>
열대림감소	인구급증, 빈곤, 자원채취, 선진국 목재 수요	목재·신탄채취, 화전농업, 지역개발	열대림의 적절한 관리·이용 계획적인 식림	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1981 FAO와 UNEP에 의한 열대림 자원 평가</li> <li>○ 1983 국제열대목재 협정</li> <li>○ 1985 열대림 행동계획 (FAO)</li> </ul>
사 막 화	인구급증, 빈곤, 자연조건변화	과다한 방목·경작·목재채취, 급경사지 개발, 대기순환 변동	계획적인 토지이용과 유지관리, 사막녹화, High Tech 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1977 사막화 방지행동계획 (UNEP)</li> <li>○ 1984 UNEP 행동계획 평가</li> </ul>

업 및 산림지역 한계선의 복상 등을 초래하게 됨과 함께, 북극의 빙하가 녹아내려 해수면이 상승(매 10년마다 6cm 정도)함으로써 저지대 침수, 해수의 하천역류 등으로 인류 주거지역(전 인류의 70%가 해안에 거주)을 위협하게 될 것이라는 것이 현재까지 제기되고 있는 지구온난화 문제의 주요내용이다.

이러한 지구환경문제에 대처하기 위하여 최근 선진국을 중심으로 대기오염물질 규제를 위한 국제협약이 활발히 진행되고 있는데 오존층 파괴문제에 대해서는 '85년 비엔나협약과 '89년 몬트리올 의정서 제정으로 프레온가스의 사용규제가 이미 이루어지고 있으며 지구온난화 문제에 대해서는 국제적인 협상이 진행중이다. (<표-2> 참조)

지구온난화 문제에 대한 국제협약의 초점은 CO<sub>2</sub> 배출량 삭감인데, 유럽공동체 제국가들은 상당히 적극적이던 반면, 화석연료 다량 사용으로 CO<sub>2</sub> 배출량이 가장 많은 미국, 소련, 중국 등은 상당히 소극적이며, 개발도상국 등 후진국의 거센 반발이 예상되어 '92년 6월 브라질 리오데자네이로에서 개최되는 유엔 환경개발회의에서의 기후변화 협약체결이 불투명한 실정이다.

그러나 '92년 6월 유엔환경개발회의에서 기후변화 협약이 체결되어 CO<sub>2</sub> 배출규제가 실시될 경우 CO<sub>2</sub> 저감을 위한 엄청난 투자가 소요되는 등 산업계에 미치는 영향은 지대할 것이다.

### 3. 각국의 지구온난화 대응현황

지구온난화에 대한 국제간의 협상 진행과 더불어 유럽을 중심으로한 선진국에서는 각국과 자체적인 CO<sub>2</sub> 안정화 및 삭감대책 수립이 진행되고 있다. 현재까지 진행된 각국의 지구온난화 대책 수립상황은 <표 3>과 같다.

<표-3>에 의하면 각국이 대체로 2000년까지 CO<sub>2</sub>배출량을 '88~'90년 수준으로 유지하거나 20% 삭감한다는 계획이다.

또한, 지구온난화 방지협약 체결에 매우 적극적인 유럽의 제국가에서는 CO<sub>2</sub> 배출량 삭감을 위한 국제적인 행동계획으로서 탄소세제 도입을 검토하고 있는데 핀란드, 스웨덴, 노르웨이, 네덜란드의 4개국에서는 이미 탄소세제가 도입되어 실시되고 있다.

탄소세제의 기본적인 형태는 어느정도 높은 세율을 적용하여 화석연료의 사용량을 억제시키는 방식과, 에너지 절감 등 CO<sub>2</sub> 저감대책의 재원으로 비교적 낮은 세율을 적용하는 방식이 있는데, 네덜란드는 후자에 나머지 3개국은 전자에 해당된다.

상기 4개국의 탄소세제를 살펴보면, 세계 적용대상이 휘발유, 경유, 중유, 천연가스, LPG 등 전 석유제품에 걸쳐있고, 세율은 석유제품에 부과되는 전체세액의 10~85%로서 유종에 따라 다르게 적용하고 있다.

<표-2> 지구온난화문제 관련 국제협약

	시 기	장 소	주 요 내 용
대기변동에 관한 세계 과학회의	1988. 6	토 롬 토	- 대기보전을 위한 국제조약, 규제 기준 및 법안 제정 요청 - 2005년까지 CO <sub>2</sub> 배출량을 '88년 수준의 20% 삭감제안
대기오염 및 기상변화에 관한 환경 장관회의	1989. 11	헤 이 그	- CO <sub>2</sub> 배출량 2000년까지 동결필요성 인식 - '90년 가을 세계기후회의에서 국제조약안 채택 늦어도 '92년 UN 환경개발회의에서 채택키로 합의
제2차 세계기후회의	1990. 11	제 네 바	- CO <sub>2</sub> 배출규제 협약 초안에 합의키로 했으나 미국의 반대로 전지구적 지구온난화 방지조치 필요성을 인정하는 각료선언문 채택에 그침.
유엔환경개발회의	1992. 6	리오데자 네 이 로	- 지구온난화 방지 국제협약(기후변화 협약) 체결예상

(스웨덴의 경우 휘발유 12%, 등·경유35%, 중유 50%, LNG 75%, LPG 85% 정도임)

CO<sub>2</sub> 배출량당의 세액을 보면 세액이 가장 높은 스웨덴의 경우 모든 석유제품에 대해 탄소배출량 1톤당 약 120,000원이나 되며, 세액이 가장 낮은 네덜란드의 경우 탄소배출량 1톤당 약 2,000원 수준이다.

#### 4. 국내 환경규제동향

우리나라에서의 환경오염문제는 1960년대와 1970년대의 급속한 경제발전의 결과로 '70년대 후반부터 대두되기 시작했다.

이에 따라 정부에서는 '77년에 환경보전법을 제정하고 '80년 환경청을 설립하면서 본격적인 환경

보전정책을 수행해 오고 있다.

석유사업과 관련된 환경정책을 살펴보면 저황유 공급정책, 연료사용 규제정책, 휘발유 무연화 등을 들 수 있다.

저황유 공급정책은 대도시 및 공단지역의 아황산가스 오염도를 낮추기 위하여 연료유중의 황분함량을 규제하는 정책으로 '81. 7. 1부터 서울시에 저황연료유(1.6% B-C유, 0.4% 경유)를 공급토록 한 이래 점차 지역을 확대하여 현재는 27개시 7개군에 저황연료유가 공급되고 있다. 최근 환경처에서는 대도시 아황산가스 오염도를 보다 개선시키기 위하여 황분을 더욱 낮춘 초저황연료유(1.0% B-C유, 0.2% 경유)를 '93년부터 수도권에 공급하는 계획을 확정 공포한 바 있으며 '95년 이후 공급지역을 현재 저황

〈표-3〉 각국의 지구온난화 방지 목표설정 동향

	대 상 Gas	목 표		기준년도	비 고
		안 정 화	목 표		
유 럽 공 동 체	CO <sub>2</sub>	2000년	-	1990	1990. 10. EC 환경에너지 합동 이사회에서 단정
영 국	CO <sub>2</sub>	2005년	-	1990	1990. 9. 환경백서에서 표명
독 일	CO <sub>2</sub>	-	2000년까지 25%	1987	1990. 11. 국무회의 결정
프 랑 스	CO <sub>2</sub>	2000년까지 1인당 2톤/ 년 이하	-	-	1990. 9. 국무회의 논의
네덜란드	CO <sub>2</sub>	1995년	2000년까지 3~5%	'89, '90년 평균	1990. 6. 신국가 환경정책 계획
이탈리아	CO <sub>2</sub>	2000년	2005년까지 20%	1990	1990. 5. ECE 환경장관회의에서 표명
덴 마 크	CO <sub>2</sub>	-	2005년까지 20%	1988	
캐 나 다	CO <sub>2</sub> 와 기타 온 실효과가스	2000년	-	1990	1990. 12. Green Plan (환경문제 에 관한 행동 계획)
스웨덴	CO <sub>2</sub>	1988년 수 준으로 안정	-	1988	1988. 6. 국회결의
노르웨이	CO <sub>2</sub>	2000년	-	1989	1990. 5. ECE 환경장관회의에서 표명
오 스 트 리 아	CO <sub>2</sub>	-	2005년까지 20%	1988	
오스트레 일 리 아	온실효과가스 전체(CFC 제외)	-	2005년까지 20%	1988	1990. 10. 국무회의 결정
뉴질랜드	CO <sub>2</sub>	-	2000년까지 20%	1990	1990. 10. 집권 국민당 총선공약

유 사용지역으로 확대해 나갈 계획이다.

연료사용 규제정책은 고체 또는 액체연료의 사용을 금지하고 청정연료(LNG, LPG등 가스연료)를 사용토록 의무화하는 정책인데, 현재 수도권지역의 업무용 빌딩, 아파트단지 등에는 청정연료 사용이 의무화되어 있으며, 향후 사용 의무지역을 점차 확대해 나갈 계획이다.

휘발유 무연화 정책은 그동안 휘발유 옥탄가 향상제로 사용되어온 사에틸납(TEL : Tetraethyl Lead)에 의한 대기중의 납 오염도 저감을 위하여 납성분이 들어가지 않은 휘발유를 만들어 내도록 규제한 정책으로, '87. 9월부터 실시되어 현재는 전체 휘발유의 80% 이상이 무연휘발유로 공급되고 있으며 '93년부터는 모든 휘발유가 무연화되도록 규제하고 있다.

이처럼 우리나라는 현재 기업들의 상품 제조공장에서 배출되는 오염물질로 인한 산업형 공해문제와, 자동차 매연 및 생활하수 등에 의한 도시형 공해문제 등 기본적인 공해문제가 해결되지 않은 상태여서 이에 치중하다 보니 지구환경문제에까지 대처하지 못하고 있다.

지구환경문제에 대해서는 제선진국의 움직임과 국제간 협의의 진행과정 등을 주시하면서 사태의 추이를 파악하는 정도에 그치고 있었다. 그러나 최근 지구환경문제가 세계적인 Issue가 되고 각종규제가 가시화됨에 따라 이에 대응해야 할 필요성이 인식되고 있다.

그에 따라 '91. 1월에는 "오존층 보호를 위한 특정물질의제조금지등에 관한법률(=오존층보호법)"을 제정하였고, '92. 1월 환경처에 지구환경과를 신설하는 등 지구환경문제에 적극적으로 대응하고자 노력하고 있다.

## 5. 정유업계 대응방향

지구온난화 문제에 대한 국제간 협의가 유럽 제국가에서 주장하는대로 2000년까지 CO<sub>2</sub>배출량 동결 또는 삭감으로 결론지어질 경우 전세계적으로 산업계에 미치는 영향은 지대할 것이다. 특히 우리나라 같은 개발도상국의 경우 지속적인 경제성장과 산업

발전에 큰 장애요인이 될 수 있을 것이며, 공해방지 기술 및 환경보전기술력을 배경으로 한 선진국의 압력이 더욱 가중될 것으로 전망된다.

따라서 정부차원에서는 지구환경문제에 대해 적극적인 대응책을 마련하여 국제적인 협의과정에서 개발도상국 및 후진국의 지속적인 경제발전과 선진국의 환경오염 방지기술의 이전을 보장받을 수 있도록 대처해 나가야 할 것이다.

아울러 정유업계 등 산업계에서는 향후 환경문제에 대비책을 갖고 있지 않은 기업은 살아남을 수 없다는 인식하에 지구환경문제를 포함한 환경보전에 지속적인 관심을 가지고, 환경오염 방지기술의 개발에 적극 투자하여야 할 것이다. 지구환경문제와 관련한 정유업계의 대응책을 나름대로 기술하는 것으로 본고를 끝맺고자 한다.

### (1) 에너지 효율 향상

현재 이용 가능한 기술로서 지구온난화 문제에 대응할 수 있는 것은 석유, 석탄 등 에너지 효율 향상을 통한 에너지 절감기술이라 할 것이다. 뚜렷한 대체에너지가 없는 현재상황에서 CO<sub>2</sub> 배출량의 동결 또는 삭감을 위해서는 에너지 사용시스템 개선 등을 통한 에너지 절감을 가장 손쉬운 것이라 생각한다.

CO<sub>2</sub> 배출량이 많은 석유제품을 생산 공급하는 정유업계에서는 석유제품 사용시설의 효율을 개선하여 에너지를 절감할 수 있는 기술개발에 힘써야 할 것이다.

### (2) 대체에너지 개발

석유 및 석탄 등 화석연료는 그 매장량이 한정되어 있고 환경문제로 인해 그 사용이 크게 제약될 전망이다어서 이에 대체할 새로운 에너지원의 개발이 지상과제로 대두되고 있다.

에너지산업을 지속적으로 영위하기 위해서는 정유업계에서는 장기적으로 석유에 대체되는 에너지를 개발하여야 할 것이다. 현재 대체에너지원으로 고려되고 있는 것으로는 태양에너지, 풍력, 바이오매스 에너지, 조력, 수소에너지 등이 될 수 있을 것이다.

### (3) 저공해 연료유 생산·공급

국내에서는 지구환경문제보다는 산업형 또는 도시형 공해문제 해결이 우선 과제인 바, 정유업계는 에너지 절감 및 대체에너지 개발 등 지구환경문제에 대응하는 한편 국내 정부의 환경정책에 맞추어 산업형, 도시형 공해문제 해결을 위한 저공해 연료유의

생산·공급에 힘써야 할 것이다.

여기에는 연료유종의 황함유기준 강화에 대비한 탈황시설의 설치, 자동차연료품질규제(휘발유중 방향족, 벤젠함량 규제 등)에 대응한 비방향족 고옥탄유분 생산시설 설치 및 메탄올 등 대체연료 개발 등이 포함된다.

## ■ 알아봅시다 ■

### ▲한국, 세계 10대 에너지소비국

국내 1차에너지 소비량이 '91년 사상 처음으로 1억t(석유환산기준)을 넘어서 세계 10대 에너지 소비국으로 부상했다.

동력자원부에 따르면 '91년 한해동안 석유, 석탄, 원자력 등 1차에너지의 국내소비량은 석유환산톤(TOE) 1억3백37만8천t으로 잠정집계돼 '90년의 9천3백19만1천t에 비해 10.9% 증가했다.

이는 '91년 국내에너지 소비량을 배럴로 따질 경우 석유 7억5천7백76만 배럴, 5억9천8백63만 드럼에 해당하는 양이다.

### ▲저공해버스

○ CNG버스 (Compressed Natural Gas=압축천연가스)

디젤 20%에 천연가스 80%를 주입시켜 전자식으로 조정, 매연을 90% 감소시킨다. 기존디젤엔진에

대당 4백80만원 상당의 가스주입장치를 장착하며, 출력은 7% 향상되고 엔진수명도 2배 연장된다. 현재 미국·캐나다·이탈리아 등에서 50만대 이상이 운행되고 있다.

#### ○ 트롤리버스

전력을 공급받아 움직이는 버스로 디젤사용시 발생하는 매연을 원천적으로 방지할 수 있다. 1935년 소련 모스크바에서 첫선을 보인 이래 이탈리아·그리스·시애틀(미국)·에센시(독일) 등 세계 2백60개 도시에서 운행되고 있다. 1km 주행시 3kW의 전기가 소요된다. 시속 60~70km.

#### ○ 후처리장치버스

디젤에 매연제거 첨가제인 세를을 혼합시켜 매연을 90~95% 제거한다. 그리스에서 1년전에 개발 1백10대를 시험운행중이며 안전도에도 이상이 없는 것으로 알려졌다.

“노는기쁨 순간이고  
일한보람 오래간다”