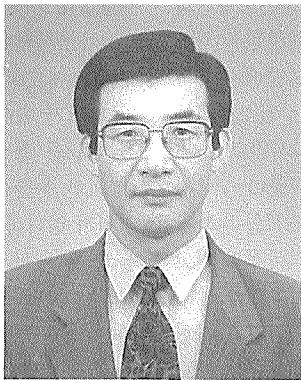


환경보전을 위한 정유산업의 역할



유철진
<현대정유 사업개발부장>

1. 머리말

오늘날 지구환경이 안고 있는 심각한 문제에 대하여는 이미 잘 알려져 있고, 국제사회에서는 물론 우리나라에서도 각계 각층에서 이의 해결을 위하여 노력하고 있다. 환경이 악화된 주된 원인으로 인간의 경제활동, 즉 최근 몇십년

동안의 급격한 산업 발달의 결과에 기인하는 바, 정유산업은 환경파괴의 주요인이라고 할 수 있는 산성비, 지구온난화, 기름유출에 의한 해양오염 등과 직간접으로 관련되어 있다.

따라서, 본란에서는 석유와 환경문제와의 관계를 밝힌 후, 환경보전을 위한 정유산업의 역할에 대해 언급하고자 한다.

2. 석유와 현대문명

인류가 현재 누리고 있는 물질문명의 풍요로움은 전적으로 석탄과 석유 등 화석연료의 덕택이라고 할 수 있다. 특히, 석유의 경우는 에너지의 주종으로서 정유시설을 통하여 LPG, 휘발유, 경유, 등유, B-C 유 등 각종 유통제품의 대량생산이 가능하고, 액체연료인 까닭에 발열량과 연소효율이 높고, 재가 발생하지 않으며, 품질이 안정되고, 수송, 저장, 계량이 용이하는 등 타 연료와는 가격면은 물론 효율성, 편리성, 안정성에서 도저히 비교가 될 수 없다.

뿐만 아니라 석유중의 나프타는 합성수지, 합성섬유, 합성고무, 화학비료 및 각종 화공약품과 의약품의 원료로 사용되므로 석유는 우리의 의식주와 절대적인 관련을 맺고 있다. 석유를「산업의 혈액」이라 하는 것도 이 때문이며, 현대 문명은 바로「석유문명」이라고 해도 결코 과언이 아니다.

지구상에서 온갖 물질문명의 혜택을 만끽하고 있는 나라들은 전부가 정유산업과 석유화학산업이 고도로 발달한 국가들이며, 우리나라도 정유산업과 석유화학산업의 선진화, 고도화를 위하여 매진하고 있는 중이다.

3. 석유와 지구환경문제

(1) 지구 온난화

석유가 환경에 직접 영향을 미치는 요인의 하나로 지구온난화 문제가 있다. 지구온난화란 화석연료의 연소시 배출되는 이산화탄소가 지구대기권에서 온실효과(Greenhouse effect)를 일으켜 지구의 온도를 상승시키는 것을 말한다. 과학자들의 연구에 의하면 21세기 중반에는 대기의 온도가 현재보다 2~3°C가량 높아지며, 해수면의 수위 상승, 홍수

와 가뭄, 폭서 등 기후 대변동을 일으킬 것이라고 한다.

EC 등 선진국에서는 석유에 탄소세의 부과 움직임이 있고, 「기후변화방지협약」등을 통하여 이산화탄소의 배출량을 감소시킬 것을 주장하고 있으며, 우리나라도 이미 이에 가입하였다. 그런데 이 협약을 선도한 국가들은 일찌기 저가의 석유를 대량 이용하여 이미 선진 공업화를 달성한 나라들로서, 이제 막 경제발전과 공업화를 시도하고 있는 후발 개도국과의 상당한 입장대립이 예견되고 있다.

왜냐하면, 절대적인 에너지의 확보없는 경제성장을 결코 달성할 수 없으며, 개도국의 입장에서 볼때 경제성, 기술성, 안전성 등에서 석유만큼 확실한 에너지의 원천도 없기 때문이다.

한편 온실효과에는 이산화탄소 뿐만 아니라 프레온, 메탄, 질소산화물, 오존 등도 관여하고 있으며 석유사용 외에도 열대림의 소실과 석탄의 연소에 의한 이산화탄소 배출량도 엄청나다. 구체적으로 CO₂의 온실효과를 1로 볼때 CH₄와 N₂O는 1백배, 프레온은 1만배의 능력을 가지며 전체적으로 CO₂에 의한 지구온난화 기여도는 50%정도이다. 따라서, 세계적으로 볼 때 오로지 석유만에 의한 지구온난화 기여도는 25% 미만이라 할 수 있다.

(2) 산성비

석탄이나 석유를 연소시킬 때 그 속에 함유된 황이나 질소 등 불순물질은 황산화물이나 질소산화물로 배출된다. 산성비란 그들이 대기를 떠돌아 다니는 동안 산화되어 황산염이나 질산염이 되면서 빗속에 흡수되어 지상에 떨어지는 것을 말한다. 1960년대만 하더라도 우리나라 빗물의 PH는 6.0정도에 불과했지만 급격한 공업화가 이루어진 지금은

PH가 4.0~4.5까지 떨어졌다. 산성비가 내리면 호수의 생물들이 사멸하고, 토양의 산성화, 영양염류들의 용출로 인하여 농작물과 삼림에 큰 피해가 발생한다. 유럽에서는 산성비를 「초록색 페스트」, 중국에서는 「空中死神」이라 하는 것도 바로 이 때문이다. 산성비 외에도 대기중의 황산화물과 질소산화물은 기침과 호흡곤란, 폐렴과 기관지염 유발, 엽록소등 식물세포 파괴, 그리고 금속부식의 원인이 된다. 또한 질소산화물은 대기중의 오존과 반응하여 광화학 스모그현상을 일으키기도 한다.

그런데, 지구온난화 뿐만 아니라 산성비 문제도 한 국가의 노력에는 한계가 있다. 예컨대, 동아시아에서 황산화물과 질소산화물의 연간 배출량은 각각 2천만톤과 1천만톤인데 그 중에서 중국이 황산화물 1천6백만톤, 질소산화물 7백60만톤으로 80%를 차지하고 있다. 우리나라는 황사현상과 더불어 중국의 급격한 공업화에 따른 대표적인 피해지역인 바, 이러한 문제는 적극적인 외교 노력으로 풀 수 밖에 없다.

최근에 중국과 환경오염방지를 위한 노력에 공동보조를 맞추기로 했다는 보도가 있으나 수단방법을 가리지 않고 경제성장에 혈안이 되어 있는 後陣強大國 중국과의 협약이므로 얼마간의 실효성을 거둘 수 있을지 미지수이다.

(3) 분진과 매연

매연이란 석탄과 석유등이 연소과정에서 완전연소가 되지 못하고 불완전연소되어 입자상의 그을음이 발생하는 것으로 대기오염과 스모그현상을 유발한다. 매연은 그 자체의 영향력도 있으나 대개는 황산화물, 질소산화물과 결합하여 각종 금속 및 건물에 부착, 부식의 원인이 되며, 인체에는 호흡기, 임파선, 혈액, 소화기등의 장애를 일으킨다. 중

질유일수록 그을음의 발생가능성이 많은 것은 사실이나, 실제로는 석유보다 석탄의 연소시에 비교가 안될 정도로 분진과 매연이 엄청나게 많이 발생한다.

(4) 원유유출에 의한 해양오염

지구상에서 70%를 차지하고 있는 해양은 대기순환이나 이산화탄소의 흡수, 오염물질의 정화등에 중요한 구실을 하고 수많은 해양 동식물의 보금자리 역할을 하고 있다. 그런데 현재 각종 폐기물의 투기로 해양이 나날이 오염되고 있으며, 유조선 등 선박사고에 의해 대량의 원유가 수시로 바다로 유출되고 있다. 특히, 산업발전에 따른 석유류의 수요증대로 해상수송이 증가하고 있는 바, 유조선의 충돌 좌초사고는 예측할 수 없으며, 일단 사고가 발생하면 유류가 단시간 내에 광범위한 해역으로 확산되어 큰 환경피해를 일으킨다. 기름에 의한 유출사고는 일일이 사례를 나열하지 않더라도 해양생물에게 큰 타격을 주어 수산자원의 황폐화는 물론 주변의 생태계 전체가 파괴되는 등 그 피해는 막대하다.

지구환경의 위기는 지구온난화, 산성비, 해양오염 외에도 오존층파괴, 방사능오염, 열대림파괴와 사막화등이 있으나 석유와는 직접 관련이 없으므로 여기서는 생략하겠다.

4. 정유산업의 환경보전대책

정유산업에서의 환경보전 측면은 크게 두가지로 구분할 수 있는 바, 하나는 소비자에게 깨끗한 품질의 석유제품을 공급하는 측면이고, 또 하나는 정유공장에서 완벽한 공해방지시설을 갖추어 주변 환경을 보전하는 측면이다.

(1) 청정연료의 공급

대기오염, 특히 황산화물과 질소산화

물에 의한 산성비 문제는 황이나 질소 등 불순물을 최소로 한 청정연료를 공급함으로써 해결할 수 있다. 우리나라 정유산업의 태동기인 1960년대와 1970년대는 상압증류시설만 설치되었을 뿐 탈황시설은 거의 없었으며 하였다. 즉, 에너지의 확보측면에서 유류제품의 공급에 우선을 두었으며 품질과 환경문제는 그다지 문제가 되지 않았던 것이다. 그러나 1980년대에 들어와서 환경보전에 대한 정유사의 사회적 책임을 다하기 위하여 각사마다 앞다투어 탈황 및 분해시설을 설치하였다. 청정연료를 생산하기 위한 정유공장의 시설은 다음과 같다.

1) 등·경유의 탈황시설

난방용 및 수송용으로 매우 중요한 등유 및 경유의 탈황시설은 정유공장에서 가장 기본적인 청정연료 공급시설이다. 상압증류탑에서 바로 생산되는 고유황 제품을 촉매하에서 수소를 첨가시켜 석유성분중의 황 및 질소 성분을 제거하는 장치인데, 온도는 300~400°C, 압력은 30~40기압의 조건으로 수소화정제방식의 공정은 각사마다 대동소이하다. 탈황률은 90%이상으로 등유의 경우 환경규제치인 150ppm 이하로, 경유는 0.4% 저유황 경유는 말할 것도 없고 1993년부터 공급되는 0.2% 초저유황 제품을 생산할 수 있다. 또한 시설에 따라서는 1996년부터 고시되는 황함량 0.1%이하의 울트라 저유황 경유 제품 생산도 가능하다.

현재 가동중인 정유5사의 탈황시설능력은 총 23만 BPSD로서, 1992년도 국내 등유 및 경유 총생산량의 42%에 해당되나 저유황 원유의 사용, 수소화분해 경유의 혼합등으로 저유황 경유의 생산은 90%까지도 가능하다. 그리고 환경보전에 좀더 적극적으로 대응하기 위하여 각사마다 추가로 탈황시설의 설

치를 고려하고 있다.

2) 무연휘발유의 생산

이전에는 휘발유의 옥탄가 향상을 위하여 납성분(TEL)을 주입하였으나, 1987년부터 납성분을 배제한 무연휘발유의 생산이 시작되었다. 납성분은 간, 신장, 소화기관등에 장해를 일으키며 뇌의 장해와 빈혈까지 동반하는 중금속인 바, 1993년 부터는 유연휘발유의 생산이 거의 중단되고 대부분 무연휘발유로 대체되었다. 1994년에는 유연휘발유의 생산을 아예 중단할 예정인 바, 선진국의 예를 보더라도 우리나라처럼 짧은 기간내에 전량 무연휘발유로 전환된 경우는 거의 드물다고 하겠다. 또한 납 이외에도 벤젠등 방향족 물질, 황 및 질소 등 불순물질을 최소화시킨 청정휘발유의 생산을 위하여 정유사별로 노력을 기울이고 있다. 여기에는 기존의 접촉개질시설에 추가하여 수소화분해 나프타의 사용, MTBE, TAME, TBA 등 합산소물질을 첨가하고 있으며, 각 정유사별로 접촉 개질시설(FCC)의 신설, 알킬레이트, 이성화기술린 및 중합기술린의 첨가등이 연차적으로 추진되고 있다.

3) 중질유의 탈황시설

발전용·산업용으로 다량 소비되는 B-C 유는 석유제품 중에서 환경공해요인이 가장 많은 제품이라 할 수 있다. 원유 정제과정에서 B-C 유의 생산은 불가피한 것으로 (원유에 따라 40~55%) 이의 탈황은 이전부터 문제시 되어 왔다. 중질유의 탈황은 공정도 복잡하고, 운전조건도 까다로울 뿐더러 건설기간도 길고, 투자비가 막대하여 현재의 유가체계 하에서는 투자에 대한 경제성이 적다. 예컨대 상압증류시설의 경우 1BPSD당 350~500달러(부대시설 제외), 등경유탈황시설의 경우 1 BPSD당 1500~2000달러에 불과하나

중질유 탈황시설은 1BPSD당 1만달러 이상이 소요되므로, 상압탑 기준으로 20~30배, 등경유 탈황시설 기준으로는 5~7배나 되는 엄청난 투자비가 필요하다.

그러나, 경제성 문제만 가지고 점증하는 환경문제를 도외시 할 수가 없어 油公은 1992년 부터 이미 3만 BPSD 규모의 중질유 탈황시설을 가동중에 있으며, 여타 정유사들도 건설 또는 계획추진중에 있다. 참고로 1993년 7월부터 6대도시에 1.0% 초저유황유 공급이 의무화 되고 있는 바 중질유 탈황시설 완공전까지는 잠정적으로 저유황원유의 도입으로 생산공급하고 있다.

4) 重質油의 분해시설

중질유의 분해시설은 원래 저유황 제품의 공급에 있는 것이 아니라 과잉의 중질유를 분해하여 경질유로 전환시킴으로써 유종간의 수급불균형을 해소하고 부가가치를 향상시키는데 그 목적이 있다.

그러나 경질유 제품은 중질유 제품에 비하여 연소효율이 좋을 뿐만아니라 아황산가스나 매연·분진 배출량이 적으므로, 중질유분해시설도 결국은 청정연료의 공급에 기여한다고 할 수 있다. 대표적인 중질유 분해법의 하나인 「수소화분해법」(Hydrocracking)은 고온, 고압(온도 450~500°C, 압력 180~200기압)의 가혹한 조건하에서 다량의 수소와 접촉반응 시킴으로써 탈황, 탈질소 반응도 동시에 진행되는데, 이 과정에서 생산되는 등·경유제품의 유황 함량은 10ppm 즉 0.0001%이하로 일반 경유탈황시설보다 월등히 우수하여 완전탈황에 가깝다. 즉, 수소화분해시설은 분해와 탈황을 동시에 겸한 첨단 석유기술로 유종간의 수급균형을 도모하고 환경오염방지에 크게 기여하는 一石二鳥의 효과가 있다. 그러나 중질유탈

황시설보다 공정이 복잡하고, 투자비가 비싸며 운전도 훨씬 까다롭다.

중질유 분해법의 다른 방법으로 「접촉분해법」(FCC) 과 「아스팔트코크화법」(Delayed Coking)이 있는데, 이들은 분해과정중에는 수소가 첨가되지 않으나 분해생성물은 반드시 2차로 수소화 정제시설을 거치도록 되어 있다. 그리고, 접촉분해 나프타는 방향족 성분이 적어 가솔린의 기재로서 우수하다. 국내에서는 現代精油가 1989년 최초로 2만2천 BPSD 규모의 수소화분해시설과 1만9천 BPSD의 아스팔트코크화 시설을 설치하였다. 油公도 1992년부터 3만 BPSD 규모의 수소화분해시설을 가동시키고 있으며, 호남정유, 경인에너지, 쌍용정유도 각사의 실정에 따라 수소화 분해시설 또는 접촉분해시설을 건설중에 있다.

(2) 정유공장의 공해방지시설

원유의 정제에는 다량의 에너지가 필요하므로 가열로, 보일러 등에서 사용 연료에 따라 아황산가스가 배출된다. 그리고 정제과정에서 황화수소, 암모니아 등의 유해가스가 생성되며 공정수·냉각수 등의 처리과정에서 폐수가 발생하므로 이들을 처리하기 위한 공해방지시설은 정유공장마다 필수적이다.

1) 유황회수시설

탈황시설, 분해시설 등 원유의 정제시 발생하는 황화수소를 처리하여 유황으로 회수하는 시설이다. 우선 각 공정에서 부생되는 가스들을 모아 산성가스 제거시설에서 황화수소만을 선택 흡수한 후, 이 황화수소가스를 클라우스(Claus)반응기에서 산화시켜 유황을 생산한다. 유황회수율은 95%정도이나, 미반응 황화수소는 잔여가스 처리시설(Tail Gas Treating)을 통하여 99.9%까지 회수할 수 있다. 부산물로 생성된 유황은 유안비료 등의 원료로 사용된다.

2) 대기오염방지시설

정유공장의 가열로, 보일러에는 공정중에 발생하는 부생가스를 사용하나, 연료유를 사용할 경우에는 배출가스중에는 황산화물과 질소산화물이 포함되어 있어 이를 그대로 배출할 경우 대기오염의 원인이 된다. 배연 탈황시설에는 건식법과 습식법이 있는 바, 주로 석회석(CaCO₃)과 석회유(Ca(OH)₂)를 사용하여 황산화물은 석고(CaSO₄)로 회수 하는 것이 일반적이다.

배연탈황시설의 설치여부는 연료의 종류와 배출허용 기준에 좌우되는 바, 지금까지는 연료의 선택으로 배출 허용치 이하에서 조절이 가능하였다. 그러나 향후 환경기준이 강화될 것을 예상하여 각 정유사마다 이의 설치를 적극 검토중에 있다.

질소산화물의 경우는 버너를 교체하거나 가열로의 구조를 바꾸는 등 근본적으로 질소산화물의 발생 저감을 위하여 노력하고 있다. 한편, 가열로와 보일러 굴뚝에 전기집진기와 같은 집진장치를 설치하여 매연 및 분진의 배출을 최소한으로 억제하고 있다.

3) 수질오염 방지시설

공정중에 발생하는 모든 공장폐수와 생활하수 및 선박의 해수 폐수(Ballast Water)에 대하여는 설계당시부터 물리·화학 처리방법과 생물학적 처리방법을 병행하도록하여 완벽한 폐수 처리를 실시하고 있다. 또한 최종 방류하는 방류수는 기준치에 도달하여야만 방출시킴으로써 주변 해양의 수질을 적극 보호하고 있다.

한편, 원유 및 석유제품의 해상 입출하시설에 오일펜스와 같은 방제장비와 기름처리 약품을 대량 비치하여 돌발적인 유분 유출사고에 신속하게 대응할 수 있도록 만전을 기하고 있다.

4) 폐기물 처리시설

공장 가동중에 발생하는 폐유나 슬러지 등 산업폐기물은 공장내에서 적절하게 중간처리하여 허가받은 산업폐기물 전문처리 업체로 하여금 최종 종말처리를 위탁하고 있다. 또한, 이들 폐기물로 인하여 토양이나 수질이 오염되지 않도록 전문처리업체가 적법하게 처리하고 있는지 정기적으로 감독하고 있다. 최근에는 정유공장 자체적으로 폐기물을 처리하기 위한 소각로를 건설중에 있다.

(3) 정유사의 환경관련조직

정유사마다 자체 조직내에 안전환경부라는 환경전담부서를 두어 전문인력으로 하여금 공해방지 및 환경관련 제반 업무를 수행토록 하고 있다. 또한 기술부, 기술개발부 등에서는 국내의 연료유의 품질동향을 파악하고, 청정연료에 필수적인 탈황·분해 등 첨단 석유기술과 공해방지기술의 정보 및 자료를 수집하여 환경업무를 지원하고 있으며, 실험실과 품질관리과 등에서는 생산제품의 품질 관리에 만전을 기하고 있다.

뿐만아니라 시설의 증설 등 모든 기업 활동은 환경문제를 최우선에 두고 있어, 정유산업은 과거의 소극적이고 방어적인 수준을 벗어나 국가의 환경보전시책에 적극적으로 호응하고 있다.

5. 맺는말

이상으로 정유산업과 관련된 환경문제들을 간략히 살펴보았다.

정유산업은 한 국가의 에너지중에서도 중추적인 역할을 담당하고 있는 매우 중요한 기간산업이라 할 수 있다. 석유가 지구환경훼손에 일조를 하고 있는 것을 부인하지는 않겠다. 그러나, 다른 에너지 에컨대 석탄은 단위당 이산화탄소와 아황산가스, 분진과 매연의 발생량이 훨씬 높으며, 부존자원개발 일부

국가에서는 보조금까지 지원하며 석탄 산업을 장려하고 있다. 그리고 원자력 발전소에서 만에 하나 방사능 누출사고도 날 경우, 그 환경피해는 석유사용에서 오는 환경오염과는 도저히 비교될 수 없다. (일부에서는 노후 원자력 발전에 대한 안전문제와 엄청난 철거비용 및 핵폐기물 문제는 고려하지 않고 원자력 발전이 가장 경제적이며 절대적으로 안전하다고 주장하고 있다.)

그런데도 유독 환경문제에 있어서만은 지금까지 정유산업이 환경오염, 특히 대기오염의 주범이라고 보는 시각이 없지 않았다. 더우기 자금의 제반 어려운 여건하에서도 막대한 투자비를 들여가며 청정연료를 생산 공급하고 환경보전을 위한 정유업계의 노력은 과소평가 받고 있다. 하지만 정유업계는 이러한 일반의 부당하고 왜곡된 인식에도 불구하고 앞으로

도 계속 환경투자에 있어서 다른 분야를 선도하는 역할을 담당할 것이다. 마지막으로 경제발전과 환경보전은 양립하기 어려운 과제처럼 보인다. 그러나 이제부터라도 지속적인 경제성장과 쾌적한 환경보전이 원만한 조화를 이룰 수 있도록 업계와 정부는 물론, 국민 모두가 슬기로운 지혜를 모아야 하겠다. 처음부터 모든 것이 완벽할 수는 없지 않는가? ♠

■ 용어풀이 ■

割當 관세

국내의 물자수급을 원활히 하고 물가안정 및 산업 보호를 위해 적용하는 관세로 탄력 관세의 하나이다. 기본관세율을 중심으로 상하 40%포인트 범위 안에서 관세율을 정할 수 있다. 국내의 가격차가 큰 농·축·수산물의 경우는 내외가격차만큼 할당관세를 부과할 수 있다.

예컨대 ▲사료원료로 쓰이는 알팔파같이 국내생산이 안돼 수입이 불가피하고 ▲원당같이 국제가격이 급등, 국내가격을 안정시킬 필요가 있거나 ▲유사물 품끼리 세율이 다를 때 불균형을 시정하기 위해선 기본세율보다 낮은 할당관세율을 적용할 수 있다.

반면 마가린원료로 쓰이는 대두유처럼 과다하게 수입될 경우 국내산에 피해가 발생할 우려가 있으면 할당관세율을 기본세율보다 높게 규정하기도 한다.

할당관세는 통상 1년동안 한시적으로 부과되며 필요할 경우 연장하는 방식으로 운용된다.

정부는 지난 6월 말로 시한이 끝난 옥수수 등 14개 품목 중 6개 품목과 기존의 34개 품목 등 총 40개 품목에 대해 올 연말까지 할당관세를 부과기로 했다.

부도처리유예제

어음이나 수표대금을 주어진 기일안에 거래은행에 입금시키지 못해도 부도처리를 일정기간 유예해주는 제도. 성장가능성이 있는 중소기업이 자신의 직접적인 잘못이 없어도 거래처의 도산등에 따라 부도위기에 물리는 등 이른바 黑字도산을 막기 위한 것이다.

그러나 부도처리를 유예할 경우 금융기관의 자율성과 지급결제제도의 안정성을 해칠 우려가 있다.

부도를 유예해준 기업이 실제로 부도를 냈을 때 금융기관이 자금부담을 져야 하는 등의 부작용이 발생할 수 있다.

유예제도를 도입하더라도 최소한으로 제한하는 것은 이런 이유에서다.

정부가 3일 확정된 부도처리유예제도는 우선 1차 부도 횟수를 현재 年2회에서 3회로 늘리고 당좌거래 정지처분후 적색거래처로 등록하는 기간을 현재 7일 이내에서 1개월 이내로 늘려주는 방안을 골자로 하고 있다. 또 부도발생기업은 무조건 2년간 당좌거래가 정지되는 규정을 고쳐 부도대금을 납입할 경우 가능한 빨리 당좌거래체계를 허용토록 한다는 내용을 담고 있다.