

I. 머리말

정부는 '80년대에 이르기까지 경제정책에 역점을 두다가 국민생활수준의 향상에 따른 자연발생적 욕구인 환경의 개선에 주안점을 두게끔 되어 환경정책의 변화가 필연적임을 실감하고 있다.

환경오염 방지를 위한 정유사의 나아갈 길



高錫烈

〈극동정유 생산·사업담당 전무〉

환경문제가 대두하는 본질적인 요인은 인구증가, 산업화, 도시화와 생산기술의 혁신등으로 볼 수 있는데, 구체적, 개별적 원인은 가정, 공장, 차량등에서 배출되는 배연, 폐하수, 폐기물등이 그 원인이라 하겠다.

환경문제의 특성은 기술혁신등으로 오염물질의 다양화로 악성화 된다는 점과 오염피해의 광역적 확산 및 지구촌 문제로 확대된다는 점이다.

환경오염의 문제점은 공해가 생명·재산의 피해를 주고 생태계를 파괴시킴으로써 인류 생존자체를 위협한다는 것이다. 사회적 측면에서 보면, 국민소득수준향상에 따라 물질적 욕구는 어느 정도 충족되었으나 쾌적성에 대한 불만은 고조되었고, 오염은 가진 자로 인한 것이라는 국민의 피해의식이 확산되어 소득계층간의 갈등초래로 사회적 불안요소를 가져왔다.

경제적 측면은 경비절약을 위하여 환경투자 기피현상이 발생하여 오염예방을 위한 비용보다 공해제거를 위한 엄청난 사후대책비가 소요되게 되었다.

결과적으로 공장의 이전·폐쇄로 생산성이 저해받고 있으며, 국가 재정부담의 과중으로 경제적 압박과 사회발전을 저해하고 있다.

국가적인 면에서 보면, 정부의 국민에 대한 기본적인 서비스 충족의무를 갖고 선진복지사회구현의 선결문제로 이를 위한 기반정립이 필요하게 되었다.

이러한 환경문제에 대응하고 있는 여건을 잠시 살펴보면, 세계적인 추세가 지구환경에 대한 세계의 위기의식이

고조되고 있으며, 인류의 생존과 평화를 위하여 이념과 체제를 초월한 국제협력증진의 필요성을 절감하게 되어, 유엔환경기구(UNEP)창설 회의('72. 6. 스웨덴 스톡홀름, 113국 참가), 美國 환경전문가들이 「병든 지구는 회복이 가능한가」를 주제로 심포지움 개최('88.*1), 부시 美대통령의 환경문제에 대한 세계정상회담(Environment Summit)을 금년중 개최할 것을 제의('88.*12), 소련의 고르바초프는 유엔연설에서 『균비축소와 더불어 환경위협에 대한 대책이 있어야 국제경제가 안정될 수 있다』고 역설('88.12). 日本은 平成원년('89년)을 환경원년으로 하고 「세계에 공헌하는 日本」을 표방, 국제적인 환경보호 운동에 앞장서겠다는 외교방침 발표('89. 2), G7 회담에서 환경문제를 주요과제로 채택('89. 7) 하는 등 환경문제에 대응하는 세계적인 여건조성이 되어 가고 있는 추세이다.

국내적 여건을 살펴보면, '80년대 들어서면서 환경문제가 본격적 거론되었고 오염은 단순·소규모, 국지적이었으나 복합·대규모, 광역적으로 변화하게 되었고, 대책도 개별적, 지역적, 위생행정으로 대처하다가 종합계획에 의한 체계적 대응으로 변모하게 되었다. 현재는 쾌적한 환경에 대한 욕구가 폭발적으로 증대되어 6공화국이 반드시 해결하여야 할 과제로 부각되었다. 연대기적으로 보면, '60년대는 환경문제에 형식적 대응만이 있었고, '70년대는 환경문제가 일부 제기될 정도이었다. '77년 공해방지법을 환경보전법으로 개편하여 환경기준의 설정, 환경영향 평가실시, 사업자에 대한 오염방지 비용부담 등 제도를 마련하였으나, 법운영은 소극적이었다.

'80년 중앙행정기관으로서 환경청을 발족하여 모든 공공투자사업은 물론 민간개발사업까지 환경영향평가 실시, 배출부과금제도 채택 및 환경오염 방지기금 조성운용, 환경기술감리단 설치등 환경보전을 위한 선진제도의 도입과 함께 공단폐수처리장등 환경기초시설의 꾸준한 확충을 하게 되었다.

제6공화국 헌법에서는 환경권을 구체화하고 행정기반을 강화시켜 추진중에 있다. 환경권은 선언적 의미로 법적, 정책적 뒷받침이 요구되는 구체적 권리로서 천명되었고, 환경청은 환경처로 격상될 것이고, 환경보전위원회위원장을 부총리에서 국무총리로 격상될 것이다.

여기서 환경행정 여건의 변화를 보면, 소득수준향상에 따라 환경의 질에 대한 기대욕구가 상승하게 되었는데,

환경보전 실천의식은 미약한 반면, 「쾌적성」 및 「환경위해」로 부터 보호받으려는 욕구는 급증하게 되었다.

또한 산업기술의 발달로 유해한 화학물질과 산업폐수 증대 및 소비생활 향상에 따른 생활하수 및 에너지사용량의 증가, 산업폐기물 급증등 환경오염의 질적악화와 양적증대로 종합적이고 전문적으로 관리할 필요성이 증대하게 되었다.

지금까지 환경정책의 변화를 개괄적으로 살펴봤으나, 그 구체적인 환경문제의 대상은 대기오염, 수질오염, 쓰레기 발생량 급증으로 인한 국토오염 등이다.

本稿에서는 논문의 성격상 대기오염을 주로 다루겠으며, 그중 연료유에 의한 대기오염 부분을 정유사의 입장에서 대응책을 제시하는 방향으로 전개해 보겠다. 대기오염의 요인은 외국과 에너지 소비구조가 달라 배출시설 대부분이 오염물질 발생이 많은 重質油를, 서민층은 연탄을 사용하는데, 가정의 80%가 연탄을, 공장과 빌딩의 대부분이 중유를 사용하며, 서울의 重質油 사용비율은 東京의 3배, 워싱턴의 7배에 이른다. 또한 자동차의 급증, 교통체증의 심화로 배출가스 증가, 도시스모그 현상이 발생하는데, 전체차량의 46%가 경유차로 매연배출이 심화(경유차비율이 美國은 3%, 日本 13%)되고 있다.

대기오염의 근원적 저감책으로서의 저공해 연료공급 확대로 오염요인의 원천적 저감과 자동차 공해에 대한 근원적인 대책을 추진하는 방안이 있다.

저유황유의 공급 및 청정연료 보급확대방안으로서 '88년에는 저유황 B-C油(유황분 1.6%) 및 경유(유황분 0.4%)를 수요의 70%까지 공급했다. 저유황유 공급현황을 <표-1>에 나타냈다.

<표-1> 저유황유 공급현황 ('88년)

(단위: 천배럴)

	총공급량	저유황유	수요/공급량 (%)
B-C油	76,979	59,928	64.9
경유	74,374	59,233	79.6

아황산가스를 저감시키기 위하여 19도시 9개군에 저유황유를 공급토록 하고 정유회사에 탈황시설을 설치토록 유도하였다.(脫黃시설 설치추진: 124천B/D(榑東, 油公,

京仁))

자동차의 저공해화를 지속적으로 추진하되 '88. 1 부터 모든 휘발유 및 LPG 자동차를 삼원촉매장치가 부착된 저공해차를 생산·보급하였고, 자동차 매연발생을 감소시키기 위하여 소형 경유차 및 시내버스 연료를 휘발유 또는 가스(LPG)로 대체도록 추진 검토중에 있다.

환경투자확충에 대한 전망은 선진국에 비해 낙후된 환경투자수준의 점진적 제고가 요망되며, 환경과학연구, 기술개발 등 민간부문에 대한 투자지원 강화가 예상된다.

환경투자의 문제점으로서 중앙정부의 환경투자는 GNP의 0.15% 수준으로 선진국의 1~2% 수준에 훨씬 못미치고 있으며, 지방자치단체는 재정부담능력 취약으로 막대한 비용이 소요되는 환경정화시설에 대한 투자를 기피한다. 민간부문에 있어서도 방지기술의 개발 및 연구에 대한 투자가 미흡한데 연구비가 환경투자의 0.1% 수준이어서 기술개발에 어려움이 따른다.

이러한 환경에 대한 여건과 정책변화에 따른 장래 환경투자의 방향에 대해서는 결론 부분에 가서 건의 형식으로 언급하기로 하고, 본 논문에서는 정유사가 현실적으로 처한 입장에서 환경에 대처해야 할 대응책에 관해서만 언급해 보겠다.

II. 정유사의 대응책

1. 석유제품의 품질개선

(1) 석유제품중 청정연료로서 LPG(액화석유가스)만큼 각광받는 제품도 없는 듯하다. LPG는 프로판과 부탄으로 구분되어 프로판은 주로 가정연료로서 수요가 크고 부탄은 영업용 택시 연료 또는 시내버스등 경유차에 혼합연료로서의 사용이 검토되고 있을 정도로 청정연료로서 부각되고 있으며, 생산 수급의 불안정한 균형을 균형잡기 위한 방안들이 다각적으로 모색되고 있다.

최근에 대도시 내에는 고체연료 사용금지 및 액체연료의 사용제한등으로 요즈음엔 LNG(액화천연가스)의 도입이 도시가스에 의한 가정용, 고층건물, 냉·난방용으로 앞으로의 수요는 매우 신장되리라 예상된다.

본 석유제품은 유황과 질소화합물이 극미량이며, CO₂ 발생이 상대적으로 적어 환경정책에 가장 부합되는 연료이나, 안정성을 보장해야 하는 부담이 따른다.

(2) 휘발유는 자동차 문화의 성장과 함께 그만큼 우리에게 환경오염의 주된 오염원으로서 작용하고 있었다. 그 오염원인중의 하나가 자동차의 불완전연소 배기가스로서 이 문제를 해결하기 위하여 삼원촉매장치를 장착해야 하고 ('88. 1. 1 부터) 그 촉매의 성능을 보장하기 위하여 無鉛휘발유를 사용해야하므로 그 공급을 위한 준비과정을 통해 '87. 7. 1부터 공급개시한 바 있다. 그 과정에서 무연휘발유 공급의 원래목적이 불완전 배기가스를 줄이기 위한 삼원촉매장치의 성능보장을 위해 無鉛 즉 납이 없고 옥탄가를 높인 휘발유 즉 무연휘발유가 필요하게 되는데, 이런 無鉛휘발유의 옥탄가를 높이는 방법으로 MTBE, IPA 등과 같은 Alcohol계의 고옥탄 유기물을 혼합하는 방법과 고옥탄 방향족 화합물 혼합방법이 있는데, 전자의 주입방법은 제조비용이 많이 소요되므로 방향족 화합물 혼합방법을 채택함으로써 옥탄가를 높이고 있으나, 실은 배기가스의 성분이 탄화수소, 질소산화물, 일산화탄소인데 탄화수소는 포화탄화수소, 올레핀계 탄화수소, 방향족계 탄화수소로 구성되며, 올레핀계는 광학반응에 의해 변하기 쉽고 방향족계는 인체의 발암물질인 벤조피렌을 형성하기 쉽다.

無鉛휘발유는 올레핀계와 방향족계 탄화수소의 함량이 많아 공해의 원인으로 작용하나 다행히도 삼원촉매장치를 장착한 무연자동차의 경우에는 배기가스의 오염도가 현저히 저하되므로 문제의 심각성은 반감되고 있을 따름이다. 이에 관련하여 미국 캘리포니아주에서는 1993년 1월 이후부터는 휘발유 성분의 방향족화합물중 벤젠함량을 0.8WL%까지 규제한다는 법안을 이미 통과시킨 바 있다.

한편, 美國 유럽등지에서는 여름철 증기압이 공해에 미치는 영향 때문에 증기압을 규제하는 경향이 있는데 美國 EPA는 '92년까지 11.5 Psi에서 9 Psi로 규제할 예정인데, 많은 州에서는 '92년 시행을 '89년부터 시행토록 주입법을 실시하거나 또는 고려중에 있어 10.5 Psi로 낮은 EPA의 중간단계 규제조치를 유명무실하게 하고 있다. 메인, 비몬트, 로드아일랜드, 메사추세츠, 뉴욕, 커네티컷, 뉴저지주등 대부분의 북동부 지역은 이미 연방 EPA의 규제보다 엄격한 입법조치를 하였으며, 그 밖에 다른 지역에서는 입법을 고려중에 있다.

요즈음, 첨가제로서 청정분산제를 주입하여 악성 배기가스를 줄이는 품질경쟁이 정유사간에 유행처럼 진행되고 있는데, 이 또한 자동차 엔진의 고급화에 따른 적절한

조치로서 평가되고 있고 좋은 현상이라 하겠다.

(3) 등유는 가정용 난방연료로서 그 자리를 굳힌바 오래되었고, 생활수준의 향상으로 최근 동절기엔 수요폭발로 연중 6개월간은 공급이 부족한 현상이 발생하고 있어 이의 청정성이 더욱 더 요구되고 있다.

최근 일부 정유사는 유황함량을 줄여서(800 ppm→150 ppm) 시장에 내놓음으로써 소비자의 요구에 부응하고자 광고선전을 한 바 있다. 등유는 유황함량을 줄이는 것도 중요하나, 그을음이 생기지 않도록 하는 것도 또한 중요하다. 이 두가지 품질을 개선 하는데에는 기존 정유사의 시설과 수급문제를 감안하면 한계가 있으므로 어느 정도까지는 개선할 수 있으나, 이것을 대폭 개선하려면 이 또한 특수한 제조설비(HCR: Hydro Cracker: 極東精油가 '89년 11월 완공) 또는 고온고압 수소처리시설을 갖춰야 하는데, 막대한 투자비가 소요되고 제조원가도 상승되기 마련이다.

(4) 경유는 경제규모가 커짐에 따라 운송의 빈번함에 기인하여 수요가 현저한 증가추세에 있으며 이 또한 환경에 영향을 줌으로써 품질규격에 민감해질 수 밖에 없다. 경유의 용도는 주로(약 80%) 운송차량연료(보통 "Diesel Oil" 이라고 칭함)와 일부 산업용 보일러 연료등으로 대별된다.

경유중에 함유된 유황성분을 과거 1.0%에서 0.4%로 저유황화한 바 있으나, 환경개선에의 요구가 더해짐에 따라 각국에서 0.2%의 초저유황 경유를 난방용으로 사용하기 시작했고, 더 나아가서 로스앤젤리스에서는 0.05%의 극초저유황 경유를 이미 하루에 70,000 배럴씩이나 사용하고 있다.

디젤녹크에 의해 실린더 내에서 순간적으로 발생하는 착화지연 현상에 영향을 주는 연료의 세탄가는 결국 착

화성을 좋게 하느냐 나쁘게 하느냐의 요구성상이므로 배기가스의 오염도에도 영향을 준다. 요즘은 겨울철에 시내버스가 운행전 시동시 내뿜는 배연, 즉 청연현상은 착화성과도 밀접한 관계가 있는데 일반적으로 세탄가가 높으면 착화성이 좋아진다. 시판제품은 거의 직류경유로 세탄가도 50전 정도이나 수소화분해 공정에 의해 생산된 Cracked Diesel(극동정유가 '89. 11 생산개시)은 유황분이 극미량임은 물론 세탄가도 50이상으로 훨씬 환경개선에 도움이 된다.

(5) 병커油는 최근 수요의 경질화 추세에 따라 사실상 그 수요가 줄어드는 경향이 있다. 고유황 병커油(4% Sulfur)는 저유황 병커油(1.6% Sulfur)에 의해 점점 더 그 자리바꿈을 하고 있으며, 최근엔 환경청에서 저유황 병커油도 초저유황 병커油(0.8~1.0% Sulfur)로 전환코자 다각적인 모색을 하고 있다.

2. 정제시설의 개선

기존 정제시설의 탈황, 탈질, 탈산소 및 탈금속 효과의 한계성으로 원유중 유황, 질소, 산소, 금속 화합물이 적은 原油를 선택해야하는 제한성이 있으며, 석유위기를 두차례나 넘긴 우리로서는 원유도입의 다변화를 도모하기에 높은 가격 뿐만 아니라, 고순도 품질의 선택이라는 두가지 어려움에 봉착하게 된다. 原油의 성분은 산지에 따라 상이하나, 대체로 原油를 구성하는 원소를 분석하면 탄소 80~85%(중량%), 수소 10~15%, 황분 5% 이하, 질소 0.5% 이하, 산소 0.5% 이하, 금속은 20~1,000 ppm의 비유로 존재한다.

이중 탄화수소를 제외한 불순물은 석유제품의 품질을 저하시킬 뿐만 아니라, 대기오염의 주원인이 되므로 정유 공정에서 분리 제거시켜야 한다.

〈표 - 3〉 원유의 성분 분석

	Arabian Heavy	Iranian Heavy	Indonesian Badak	Venezuela Bachaquero	Venezuela Boscan
비중 (15.6℃)	0.887	0.871	0.819	0.979	0.975
Sulfur (wt %)	2.85	1.65	0.08	2.6	4.1
Nitrogen (ppm)	2850	3960	-	3775	4500
Vanadium (ppm)	64	58	2	53	70
Nickel (ppm)	205	139	2	430	790

석유 유분중의 황의 분포

(단위 : wt %)

	원유중 황함유량	유분중 황함유량(원유중의 황분비율)				
		가솔린	등 유	경 유	잔사유	계
Far East	0.15	0.3	3.6	38.6	57.5	100
East Texas	0.36	0.9	1.3	15.4	82.4	100
East Venezuela	0.55	0.5	1.7	15.5	82.3	100
Iran	1.4	1.1	1.5	12.6	84.8	100
West Texas	2.0	1.8	4.2	14.8	79.2	100
West Venezuela	2.2	0.05	0.55	6.6	92.8	100
Kuwait	2.45	0.1	0.8	9.5	89.6	100

산지별 원유의 성분은 <표-3>과 같다.

(1) 휘발유의 품질개선

지금까지 국내에서는 집축개질장치에 의한 가솔린이 전 부이었으나, 앞으로 옥탄價는 높이되 벤젠 함량을 줄이고 증기압을 낮춰야 하므로 집축개질 가솔린 외에도 집축분해 장치(FCC), 알킬레이트 장치(Alkylation), 이성화장치(Isomerization)에서 생산되는 가솔린의 비중을 높이거나 MTBE, IPA 나 Ethanol 등의 첨가제를 사용하여야 할 것이다.

(2) 탈황(HDS, Hydrodesulfurization)

탈황공정은 대개 수소제조공정, 탈황공정, 유황 회수공정의 3 unit로 되어 있는데, 유황 회수가 절대 필요한 경우는 Claus Process를 사용, 유황을 회수한다. 경질유의 탈황은 비교적 용이한데 이는 경질유에는 탈황촉매에 영향을 주는 Asphaltene이나 금속화합물이 적기 때문이다. 따라서 경질유의 탈황에는 주로 직접 탈황법을 쓰며, 이에 반해 중질유는 원유의 질이 월등히 양호하지 않는 한 상압잔사유를 감압증류하여 감압경유분을 분리한 후 감압증류잔사유를 혼합하는 간접탈황법을 많이 사용한다. 상압잔사유에 대한 탈황공정 종류는 <표-4>와 같다. 보통 탈황공정은 유황분을 제거하는 것이나 좀더 고온, 고압하에서 운전할 수 있는 시설을 함으로써 탈황 뿐만 아니고, 수소첨가로 Olefine / Aromatic을 줄여 공해요인을 개선할 수도 있다.

(3) 탈질소(HDN, Hydrodenitrogenation)

질소화합물은 연소 과정에서 산화되어 NO₂로 전환, 스모그현상을 일으키는 대기오염원이 되며, 유분중의 질소

화합물은 촉매를 피독시켜 촉매의 활성을 저하시킴으로 질소화합물의 함량을 최대한으로 줄여야 하며 이러한 요구를 가장 효과적으로 충족시켜 주는 것이 수소화 탈질공정이다. 일반적으로 유분중의 질소화합물은 반응성이 작은 헤테로고리 화합물이 대부분이므로 그 반응조건이 가혹하며, 수첨 탈황 반응이나 수첨 탈산소 반응에 비하여 반응이 쉽게 일어나지 않는다.

수소화 탈질 반응은 질소화합물이 잔사유의 촉매 개질 반응시 촉매의 활성에 지대한 영향을 미치므로 이의 개질 반응전에 최소량으로 감소시키기 위해 적용되는데 20여년 전만해도 황산세척이나 백토흡착에 의해 제거하였던 질소화합물을 산업발달과 더불어 原油 처리량의 증가와 산폐기물의 폐기 문제로 수첨처리를 하게 되었다.

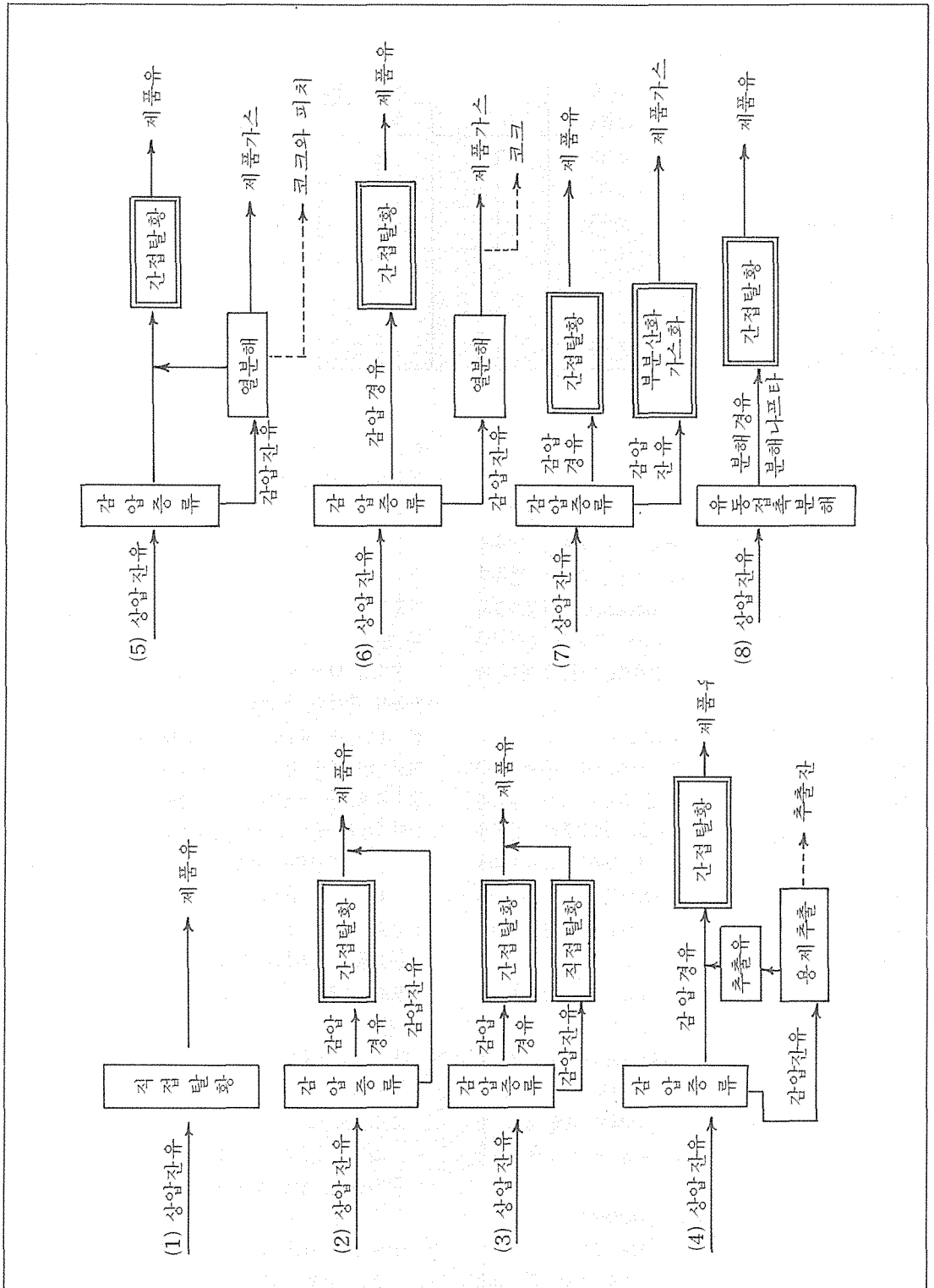
수첨 탈질공정은 原油 정제공정중 별도로 존재하지 않고 집축개질, 집축분해, 수소화 분해 수행시 전처리공정을 통하여 탈질이 이루어진다.

(4) 탈산소(HDO, Hydrodeoxygenation)

原油 정제공정에서 탈산소가 필요한 이유는 전술한 바와 같이,

- ① 산소화합물중의 산소로 인해 수소의 소비량이 증가하며,
- ② 산소화합물은 유분의 점도에 영향을 끼쳐 유분의 손실 및 수송비가 증가하며,
- ③ 탈황 및 탈질 반응과의 경쟁적 반응으로 탈황, 탈질 속도에의 영향,
- ④ 수소화 처리 촉매의 산소화합물로부터 생성된 물에 의한 활성 저하 현상

〈표-4〉 탈황공정의 종류



등으로 산소화합물의 제거는 반드시 필요하다. 그러나 탈산소 공정은 HDS 및 Hydrotreating 공정에서 동시에 이루어진다.

산소화합물은 coal, shale, tar sands로부터 유도된 유분에 다량(0.4~4%) 함유되어 있어 이들로부터 탈산소 공정이 많이 연구되고 있다.

(5) 탈금속(HDM, Hydrometallation)

유분중의 금속화합물은 HDS 및 Catalytic Cracking 공정에 가장 큰 영향을 주는데, 특히 이들 금속의 촉매 입자내의 퇴적 현상은 촉매 활성의 저하를 유발하여 촉매 수명을 단축시키는 결정적인 원인이 되므로 금속화합물은 공정전에 반드시 제거되어야 한다.

3. 사용시설의 개선

연료유의 사용시설을 구분하면 자동차와 보일러시설/연소기구등으로 구분할 수 있다.

(1) 자동차의 개선

가. 휘발유 자동차

삼원촉매장치/배출가스 재순환장치(EGR, Exhaust gas recirculation)/전자제어 연료분사장치(EFI, Electronic fuel injection)/회박연소(Lean burn) 등 휘발유 엔진의 새로운 기술로서 많이 연구되고 있으며, 환경개선에 도움이 되고 있다.

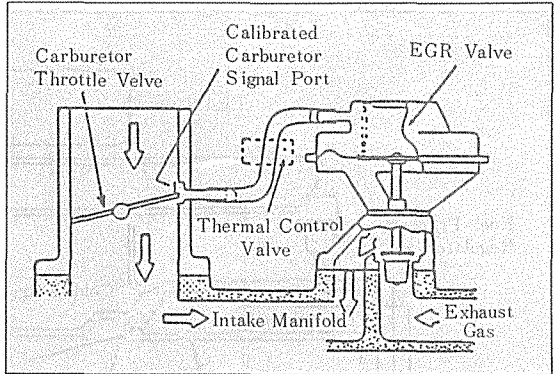
• 삼원촉매장치

선진제국의 급속한 산업화와 도시화에 따른 대도시에 있어서 자동차배출가스에 의한 대기오염은 인간의 건강을 보호함에 필요한 환경기준을 초과하게 됨에 따라 각국에서는 자동차배출 가스의 허용 기준을 설정하게 되었고, 특히 美國과 日本에서의 엄격한 배출가스 규제는 자동차 엔진의 개발에 박차를 가하게 되었다. 처음에는 엔진내에서의 배출가스 저감기술, 즉 공연배제도, 점화시기조절 등 엔진개량에 의한 배출가스를 줄이는데 노력하였으나, 이는 한계가 있기 때문에 엔진내에서 저감시킬 수 없는 오염물질은 후처리장치인 촉매장치에 의하여 제거시킬 수 있는 기술을 개발하였다.

• 배출가스 재순환장치(EGR)

배출가스 재순환장치(EGR: Exhaust Gas Recirculation)는 <그림-1>에서 볼 수 있는 바와 같이, 배출가스의 일부는 흡기매니폴드에 되돌려 보냄으로써 산소농도를 저감시켜 연소시 최고온도(Peak Temperature)를 낮춤으로써

<그림 - 1> EGR 장치의 보기



NOx의 발생을 억제하기 위함이다. EGR장치는 기계식과 전자식이 있는데, 컴퓨터에 의해 조절하는 전자식이 점차 증가하고 있다.

• 전자제어 연료분사장치

전자제어 연료분사장치(EFI: Electronic Fuel Injection)는 흡입공기량에 따라 필요량의 연료를 분사시키는 장치로서 분사노즐의 배치방식에 따라 1개 또는 복수의 분사노즐을 통해 흡기매니폴드의 다기관 전에서 분사시키는 Single Point Injection (SPI)과 분사노즐을 흡기다기관마다 1개씩 배치하여 연료를 분사시키는 Multi Point Injection (MPI) 방식이 있다.

이러한 EFI 장치는 공기비의 변동을 ±0.4이내로 제어할 수 있기 때문에 배출가스 뿐만 아니라 연료 경제성에 있어서도 좋은 결과를 나타내 '80년대에 들어와 많이 사용하고 있다. EFI 장치의 보기를 <그림-2>에 나타내었다.

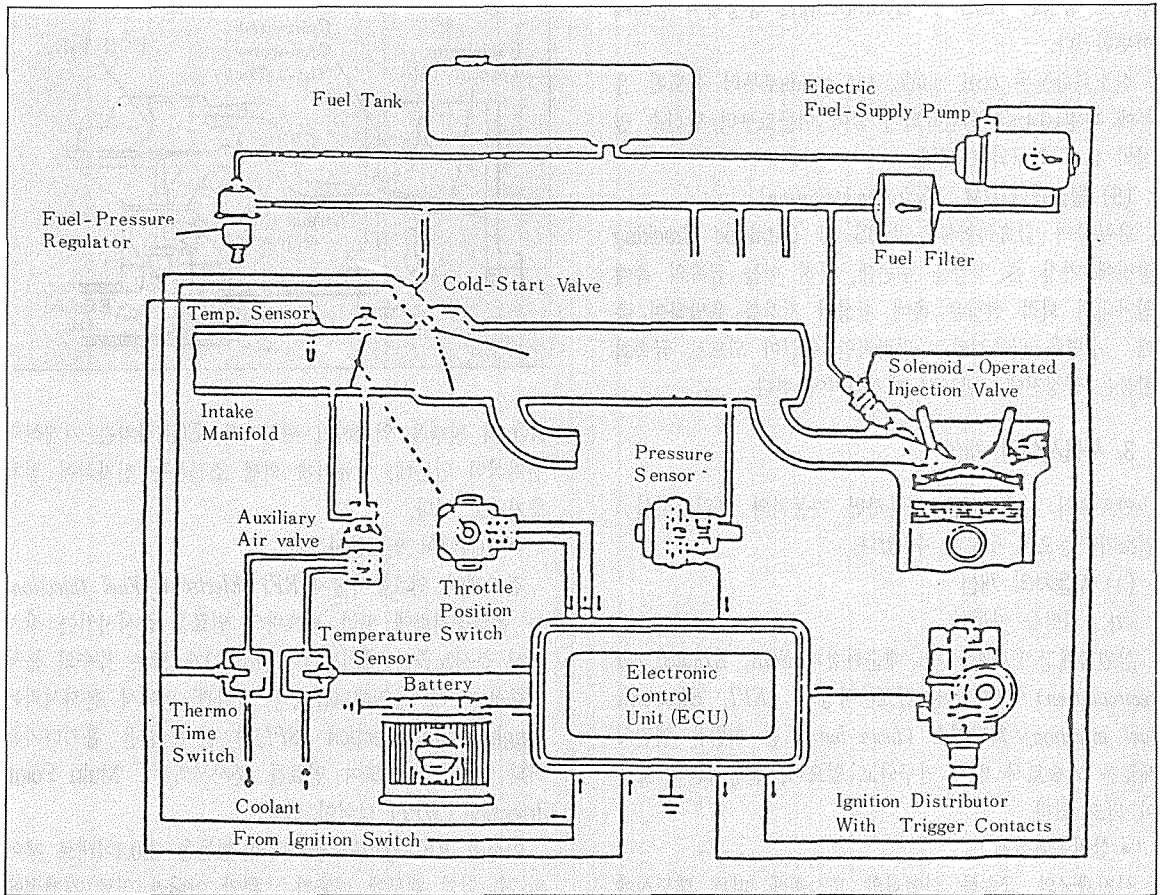
• 회박연소(Lean burn)

최근 선진국에서 휘발유엔진의 새로운 기술로서 많이 연구하고 있는 회박연소는 엔진의 연소에 필요한 공기비보다 공기를 더 많이 넣어 HC, NOx의 배출량도 낮고 에너지 소비효율도 5~8% 향상된다.

나. 디젤자동차

디젤자동차에서 배출되는 오염물질은 CO, HC, NOx 및 입자상물질(입자상물질은 매연 등 여러가지 고비점탄화수소화합물, 탄소화물 및 결합수를 포함한다)을 들 수 있으나, 디젤엔진은 공기가 비교적 충분한 상태에서 운전되기 때문에 CO와 HC의 배출은 휘발유자동차에 비하여 크게 문제시 되고 있어 디젤엔진의 배출가스 저감기술은

〈그림 - 2〉 EFI 장치의 보기



주로 입자상물질 및 NOx 저감기술이다.

디젤승용차 및 소형디젤트럭의 NOx 및 입자상물질 저감기술로 연소실개선, 연료분사계의 개선, 배출가스 재순환 등을 이용하여 NOx 및 매연을 저감시키고 있으며 특히 최근에는 연료분사계의 전자식콘트롤에 의한 연소특성을 크게 개선함으로써 NOx 및 매연을 저감시키고 있고 일부 차종에 있어서는 입자상물질 여과장치를 장착 사용하고 있으나, 아직 완벽한 기술로서 평가되고 있지는 못한 실정이다.

한편 대형 디젤엔진에 있어서는 美國에서도 아직 입자상물질을 규제하고 있지 않으나, 1988년 부터는 0.6 g/bhp-hr로 처음 규제가 실시되고 1991년에는 0.25 g/bhp-hr로 단계적으로 규제강화됨에 따라 NOx의 규제와 더불어 입자상물질의 규제목표치를 만족시키기 위하여 유기적인

기술개발이 이루어져야 한다.

1988년도의 규제목표치를 만족시키기 위해서는 현재 운용하고 있는 기술의 개선과 배출가스 재순환기술이 운용될 것이며, 입자상물질의 여과장치는 운용되지 않을 것이다. 그러나 1991년도의 규제목표치(특히 시내버스 규제목표치)를 만족시키기 위해서 피드백감지기(Feed-Back System)를 가진 전자식연료분사장치(Electrical Fuel-Injection)와 입자상물질 여과장치의 등장이 예견된다.

최근 美國의 디젤자동차메이커들은 1991년도의 규제목표치를 만족시키기 위해서는 경유중 유향을 0.05%이하로 하여야 한다고 강력히 요구함에 따라 美國 환경청에서는 경유의 규격개정을 적극 추진중에 있으며, 캘리포니아주에서는 이미 0.05%의 황을 함유한 경유를 판매하고 있다.

한편 1994년도의 규제목표치를 만족시키기 위해서는 저황경유 공급은 물론 여과효율이 높은 입자상물질 여과 장치의 사용, 컴퓨터에 의해 조절되는 연료분사장치, 과 급기, 분사시기 및 EGR 등을 장착하여야 할 것이며, 세 라믹과 같은 대체 재료의 사용이 예견된다.

다. 알콜자동차

기존의 가솔린엔진을 개조하여 메탄올을 연료로 사용할 수 있는 메탄올자동차는 대기중에서 반응하여 스모그를 형성하여 수많은 종류의 탄화수소를 배출하는 휘발유엔진 과는 달리 다만 두가지 종류의 오염물질, 즉 미연소 메 탄올과 포름알데히드를 배출하여 메탄올은 휘발유자동차 배출가스보다 스모그생성에 대한 반응물이 적을 뿐만 아 니라, 입자상물질은 거의 배출되지 않고 질소산화물도 아 주 적게 배출되어 대기오염 저감대책을 추진해 나가는데 있어서 크게 매력을 느끼는 자동차이다.

그러므로 오늘날 美國을 비롯한 자동차 공업의 선진국 에 있어서는 휘발유자동차 뿐만 아니라, 디젤자동차의 메 탄올자동차화에 관한 연구에 많은 투자를 하고 있다.

美國에 있어서도 자동차 배출가스에 의한 대기오염이 가장 심한 캘리포니아주를 중심으로 하여 메탄올 및 에 탄올과 같은 알콜자동차에 대한 연구가 활발히 추진되고 있으며, 일부 자동차는 실용화단계에 이르고 있다.

메탄올은 에탄올에 비하여 가격 및 공급면에서 유리하 기 때문에 에탄올보다는 메탄올자동차의 실용화가 더욱 활발하다. 메탄올은 천연가스 및 석탄으로부터 생산하여 특히 美國에 있어서, 석탄으로부터 생산되는 메탄올은 250 년 이상의 총 휘발유 수요량을 충족시킬 만한 량의 석탄 매장량을 갖고 있다.

그리고 메탄올은 옥탄價 110~115의 高 옥탄價 연료로 서 고급휘발유의 옥탄價 95보다 높아 연료효율이 높으나, 합산소연료로서 에너지 함유량은 휘발유의 약 반에 해당 한다.

이러한 메탄올을 연료로 사용하는 자동차는 대기오염물 질 배출이 적어 대기오염 저감대책의 일환으로 큰 관심 의 대상이 되나, 메탄올자동차의 생산, 메탄올의 수송, 공급에 막대한 예산이 투자되어야 하며, 아직 메탄올자 동차의 신빙성등이 불확실하고 메탄올 공급, 메탄올 가격 및 소비자의 반응과 정부, 자동차메이커 및 석유회사들의 참여도등의 불확실성이 많아 아직 미국에서도 그 전망 이 불투명하지만 한정된 석유연료의 매장량과 그 분포지

역의 편중 등의 문제로 石油 수입국을 위시하여 앞으로 크게 각광을 받을 자동차 연료로 대두되고 있다.

특히 최근 디젤자동차의 입자상물질의 엄격한 규제는 디젤자동차 배출가스 방지기술의 획기적인 개발이 요구되 고 있으며, 연차적인 규제 목표치를 만족시키기 위해서는 디젤엔진 개량과 후처리기술은 물론 대체 연료로서 알콜 자동차의 개발이 크게 기대되고 있다.

포드 자동차회사 등에서 개발하여 최근 실험단계에 있 는 FFV(Flexible-Fueled Vehicle) 자동차는 휘발유와 메 탄올을 어떤 비율로도 조절사용할 수 있는 엔진으로서 알콜연료의 공급에 따른 문제점을 해소할 수 있어 크게 기대되고 있다.

라. LPG 자동차

우리나라에서 자동차연료로 사용하고 있는 액화석유가 스(LPG: Liquefied Petroleum Gas)는 주로 부탄(C₄H₁₀) 이며 동절기에는 약 15%의 프로판(C₃H₈)을 혼합하여 휘 발성을 높이고 있다.

LPG는 조성이 간단하고 휘발성이 좋아 공기와 쉽게 혼합함으로써 연소특성이 좋기 때문에 청화연료로서 알려 져 오고 있으며, 휘발유엔진의 연료 공급계통을 다소 개 량함으로써 쉽게 LPG화할 수 있고, 휘발유자동차에 적 용하는 배출가스 방지기술을 그대로 적용함으로써 오염물 질을 저감시킬 수 있어 강제점화기관(Spark Ignition Engine)에 많이 사용하고 있다.

최근 디젤자동차에서 많이 배출되는 입자상물질 및 NOx 가 대기오염에 영향을 미치게 되자 디젤엔진을 사용하는 시내버스 및 대형트럭에 LPG를 연료로 사용하는 기술이 많이 연구되고 있다.

LPG를 디젤엔진에 사용하는 기술은 엔진의 최대 부하 에서 경유 사용량의 20~30%를 LPG로 대체하여 디젤 엔진의 흡입공기와 같이 엔진에 도입 연소시키는 기술과 디젤엔진을 일부 개조하여 경유 대신 LPG를 사용하는 기술이 있는데 전자는 주로 운행중인 자동차에 적용할 수 있으며, 후자는 신규제작 자동차에 적용할 수 있다.

100% LPG를 사용하는 디젤엔진은 점화방식이 압축점 화방식에서 스파이크점화방식으로 하여야 하며 매연 배출 이 없는 대신 CO, HC, NOx의 배출이 많아지므로 삼원 촉매장치를 장착 이들 오염물질을 제거시켜야 한다.

이러한 기술은 LPG 뿐만 아니라 액화천연가스(LNG Liquefied Natural Gas) 및 알콜과 같은 대체연료로 사

용할 수 있으므로 오염물질 저감 뿐만 아니라 연료의 대체에도 크게 기대된다.

(2) 보일러시설 / 연소기구의 개선

보일러시설이나 연소기구 모두가 장치의 개선에 의해 연소효율을 높여 경제성을 제고함과 동시에 공해를 저감시키는 효과가 있으므로 다각적으로 연구개선되어야 할 분야이다.

4. 제도개선

(1) 석유기금 활용의 확대적용

환경청이 환경에 관련한 설비투자로의 유도를 하고 있고, 그의 당위성마저 정유사가 느끼고 있지만, 결국 투자에 대한 회수가 어려워 선불리 투자를 못하고 있는 것이 실정이다. 특히 脫黃시설(HDS)이나 重質油 분해시설(HCR)은 막대한 투자비가 소요되며, 고유황유와 저유황유간과 중질원유와 경질원유간의 가격차가 클때에만 투자에 유리하나, 요즘처럼 그 폭이 좁은 현 유가체제에서는 투자자로서 매우 곤혹스러운 입장에 처하게 되고, 앞으로 투자해야 할 정유사는 투자를 꺼려 환경개선의 뜻과는 현실적으로 거리가 점점 멀어질 수 밖에 없는 것이다.

여기서 정부는 정부부문 비용(관세와 기금)을 환경설비투자에만 활용하도록함에 그치지 않고, 현유가체제상 重質油 분해시설과 脫黃시설의 사업성과 수익성을 보장해주는 적절한 지원책을 다각적으로 마련해 주어 신속성 있게 운용할 수 있도록 해야 할 것으로 판단된다.

(2) LPG, 초저유황유 및 대체에너지로의 전환유도

청정연료인 LNG, LPG와 초저유황유의 사용을 적극 유도키 위해 그에 관련한 시설투자 및 연구개발에 보다 적극적으로 제도적 지원을 해줘야 하며, 대체에너지 개발은 공해의 저감효과와 동시에 石油의존에서 탈피하고 새로운 에너지원의 발굴에 그 효과가 있겠으나, 워낙 장기적이고 연구개발의 결과가 불투명하며 복잡적이고도 종합적인 기술이 필요하고 막대한 자금이 소요되는 성격인 만큼, 이또한 누구나 선불리 접근할 수 없는 사업중의 하나이기 때문에 관련기업 또는 연구소 그리고 학술단체 등을 정부가 추진 매개체가 되어 콘소시엄 형태를 이루던가 하나의 종합 구성체(日本の 석유활성화 센터; Petroleum Energy Center 등)를 이루어 장기적이고도 단계적으로 착실하게 대처해 나가야 할 정부의 또 다른 과제

라 하겠다.

Ⅲ. 맺는말

지금까지 환경개선에 따른 정유사의 대응책에 대해 기술하였지만, 무엇보다도 중요한 것은 국민각자가 환경보전에 대한 인식을 높여야겠다. 첫째로 기업도 오염방지비용을 당연히 생산비용으로 인식하는 풍토를 조성해야 하고, 나아가서 환경보전에 앞장서는 기업관을 확립하며, 환경분야 기술개발(R&D)투자 확대 및 전담기능을 강화하여 Clean Technology를 개발하고, 기업의 형편에 따라 전담부서를 설치 환경관리 기능을 제고시키며, 배출시설 관리인의 사기를 진작해야 하겠다. 둘째로 저공해 제품생산을 촉진할 수 있도록 공업규격을 상향조정하는 방안을 강구해야 하며, 셋째로 공해의 주범인 유황, 질소, 산소, 귀금속, CO₂, 기타 등을 최소화 하기 위해선 사용량을 최소화 하고, 공해물질을 사전에 제거할 수 있는 시설을 강화하며, 重質油보다 상대적으로 공해 배출농도가 적은 輕質油 또는 가스를 전폭적으로 사용할 수 있는 생산시설과 사회구조가 실현되어야 하겠으며, 공해물질 배출을 근본적으로 봉쇄할 수 있는 제2의 에너지源 즉, 수력발전, 조력발전, 태양열 이용, 핵융합에너지 등의 적극개발이 추진되어야 하겠다. 넷째로 정부도 이를 지원하기 위한 다각적인 노력으로 연구소, 학술단체 그리고 기업으로 하여금 공동협력하여 해결할 수 있도록 제도적인 방안을 마련함으로써, 나아가서는 다음 세대에 깨끗한 환경(Clean Environment)과 풍요로운 에너지源을 물려줘야 하겠다. ♣

