

— 專門家의 見解 —

맑은 空氣와 燃料政策



尹 明 照
(現代環境管理所長)

1. 머리말

오늘날 環境汚染問題는 社会的으로 커다란 문제로 대두되고 있음은 잘 알려진 사실이다. 대기오염이란 인간의 活動에 의하여 배출되는 원하지 않는 有害物質이 大氣를 오염시켜 健康被害, 財産上被害, 그리고 自然을 즐길 수 있는 人間 本然의 權利 剝脫과 生態界 破壞를 일으키는 現象으로 定義되고 있다.

人間的 活動은 生産活動, 消費活動, 그리고 廢棄 活動을 뜻한다. 실제로 대기를 오염시키는 主要原因은 燃料使用으로서 전체 대기오염의 70% 전후가 燃料연소로 인한 有害물질 배출에 의한 것이며, 특히 SOx(黃酸化物)의 경우 美國의 자료(우리나라 資料는 없음)에 의하면, 生産工程에서 배출되는 占有率은 불과 22.4%이고 나머지 77.6%는 燃料연소가 원인이 된다는 것으로 밝혀졌다.

따라서 大氣汚染의 해결은 곧 燃料연소에서 的 策이 근본적인 防止對策이 되므로 燃料政策을 어떻게 樹立하느냐에 따라 그 行방이 결정된다고 본다. 물론 燃料연소 시설의 관리 문제가 중요하지 않다는 것은 아니다. 燃料정책은 社會經濟의 構造的인 條件 때문에 短期計劃으로는 도저히 불가능하므로 說得力있는 科學的 資料를 基礎로 해서 치밀하게 作成된 長期計劃에 따라 推進되어야 한다. 大氣汚染으로 인한 피해는 단일 有害물질로 인한 피해라고는 볼 수 없다. 2個이상의 有害물질이 複合的으로 작용하여 피해를 주므로 새로운 政策의 轉換으로 발생되는 새로운 汚染物質들로 인한 피해를 세밀히 연구하면서 올바른 對策을 택해야 된다.

상술한 중요성에 비추어 본 論題에서는 大氣汚染現況을 排出源과 汚染程度를 밝히고, 燃料對策과 그 對策에 따른 새로운 문제점을 중심으로 설명코자 한다.

2. 大氣汚染현황

가) 排出源

大氣汚染을 일으키는 施設別로 구분하면, 交通施設, 産業施設, 火力發電施設, 高層건물 暖房施設및 家庭暖房廚事施設, 그리고 쓰레기 消却施設등이다. 쓰레기 소각시설과 산업시설의 生産공정을 제외하고는 모두 燃料연소가 그 원인이 되며, 전술한 바와같이, 이 燃料연소로 인한 대기오염의 寄与度는 약 70% 전후라고 할 수 있다.

排出源의 특이성을 고려하여 상술한 배출원을 우리나라의 특성에 따라 移動汚染源(交通施設), 固定汚染源(産業施設, 火力發電施設, 高層暖房施設), 家庭汚染源(固定汚染源에 해당되지만, 우리나라의 특수성을 고려하여 分離하였음)으로 구분할 수 있다. 현재 우리나라 環境保全法 第22條에 의하면, 固定排出源의 種別 현황은 <表1>과 같다.

한편 移動汚染源중 주로 都心地의 大氣汚染에 결정적인 역할을 하는 것은 자동차라고 할 수 있다. 우리나라의 자동차의 年度別 증가 추세는 <表2>와 같으며, 車種別 年間 증가 추세는 <表3>과 같다. 특히 유의해야 할 사실은 全國 563,028台中 220,635台인 39.1%가 서울에 집중되어 있으며(1981年 12月현재)검명이 배출량이 휘발유 사용차보다 11位가 많은 디젤 사용차가 外國에 비해 많다는 사실이 특이하다.

디젤자동차의 전체 차량에 대한 점유율은 日本이 8%, 西獨이 9%, 美國이 22%인데 反하여 우리 나라는 51%를 차지하고 있다는 사실은 휘발유와 디젤油價의 현저한 差(휘발유 740원/ℓ, 디젤 286원/ℓ, 1982年 6月현재)가 그 원인이 되고 있다. 日本의 경우 대기 먼지중 휘발유자동차로 인한 먼지(검댕이)는 전체 먼지의 5.2%에 불과하지만, 디젤자동차의 먼지는 26.8%를 차지한다고 한다.

하물며 日本의 디젤자동차가 전체량의 8%인데 도 도시 대기먼지의 26.8%를 차지하고 있는 것을 볼 때, 우리나라의 경우는 엄청난 것으로 보아 서울 市內에서 하루만 입어도 와이셔츠의 목둘레가 새까맣게 되는 원인이 디젤자동차의 배기라는 것을 쉽게 짐작할 수 있다.

〈表 1〉 市道別·種別 大氣排出業所 現況 (1981. 12. 31. 現在)

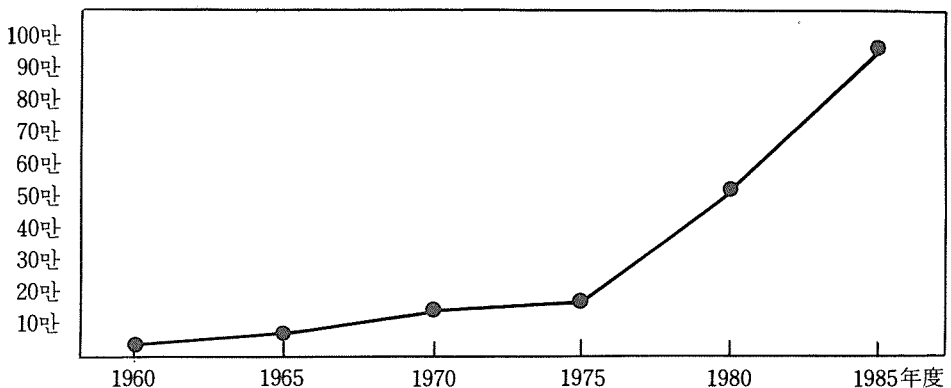
種別 市道別	計	1種	2種	3種	4種	5種
		大氣(10,000 톤/년이상)	大氣(2,000 ~9,900)	大氣(1,000 ~1,999)	大氣(200 ~999)	大氣(199톤 이하)
總計	14,297	216	477	587	3,080	9,946
서울시	3,777	32	110	139	812	2,684
釜山市	1,940	21	47	68	548	1,256
大邱市	1,042	6	34	70	272	660
仁川市	696	23	46	18	178	431
京畿	1,768	33	92	99	353	1,191
江源	377	8	4	3	22	340
忠北	477	6	20	19	61	341
忠南	897	14	22	40	119	702
全北	561	12	12	11	68	458
全南	694	15	14	11	70	584
慶北	814	10	30	36	122	616
慶南	1,108	35	44	64	449	516
濟州	176	1	2	0	6	167

〈表 3〉 우리나라의 年度別 自動車 保有台數 推移

구분 년도	總計		乘用車	버 스	貨物車
	대 수	지 수 (65년=100)			
1945	6,166	15	1,371	1,156	3,639
55	17,612	42	6,556	2,953	8,103
60	30,397	73	12,976	4,195	13,426
65	41,529	100	13,001	9,316	16,015
66	50,160	121	17,502	10,888	23,432
67	60,697	146	23,235	11,499	22,955
68	80,951	195	33,112	12,786	31,582
69	106,138	256	50,299	16,201	40,134
70	126,506	305	60,677	17,469	48,901
71	140,269	338	67,582	18,651	53,405
72	145,638	351	70,244	18,282	55,166
73	165,307	398	78,334	19,359	64,584
74	177,506	427	76,462	20,557	76,833
75	193,927	467	84,212	22,427	82,862
76	218,978	527	96,099	24,316	93,885
77	275,312	663	125,613	26,710	118,150
78	384,536	926	184,886	29,416	161,886
79	494,378	1,190	241,422	37,697	206,822
80	511,085	1,231	245,120	39,691	217,461
81	563,028	1,356	267,605	51,597	243,828

*총대수는 기타 차량제외 (한국 자동차연감)

〈表 2〉 우리나라의 自動車 保有臺數 및 增加趨勢



□ 特輯：低硫黃油 供給 1年 □

家庭汚染源은 서울의 경우 1,915,000世帯 (1981年 12月 31日 현재)이므로 적어도 배출원은 200万個所 이상은 될 것이다. 현재 가정에서는 연탄을 난방 또는 취사로 사용하는 세대가 81年末 현재 92.6%를 차지하고 나머지 7.4%에 해당되는 14万世帯가 가스의 혜택을 받고 있다. 연탄은 SO_x와 粒子狀物質(먼지)등의 유해물질을 주로 배출하여年間 서울의 맑은 하늘로 배출하는 비중이 전체 오염물질 중 약 50%를 차지하고 있는 實情이다.

나) 汚染度

연료연소시 배출되는 오염물질들은 대부분 액체 및 고체연료의 주성분인 炭素, 水素, 酸素, 窒素 및 硫黃 등의 元素의 酸化로 生成된다. 즉 SO_x, NO_x(窒素酸化物), CO(一酸化炭素), HC(炭化水素) 및 粒子狀物質 등으로 대기오염의 五大汚染物質이라고도 한다.

NO_x와 HC는 光線의 作用에 의해 2次汚染物質이라고도 하는 光化學汚染物質을 生成하여 새로운 유해한 複合汚染으로 그 피해를 加重한다. 그러나 가장 중요한 것은 연료성분에 함유되어 있는 硫黃분이 산화되어 生成되는 SO_x라고 할 수 있다. 즉 연료중 硫黃분의 농도에 비례하여 SO_x 배출량도 증가한다.

우리 나라 주요도시의 연도별 SO_x 오염도는 <表 4>와 같이 人口가 밀집되었거나 工場이 밀집된 서울, 釜山, 蔚山 등은 行政目標인 環境基準을 웃도는 실정이며, 서울은 이미 거의 2배에 육박하

고 있다. 釜山과 蔚山은 서울의 초기 현상과 같이年間 汚染增加率은 매우 높은 현상을 나타내고 있음은 그 심각성을 立證하고 있다.

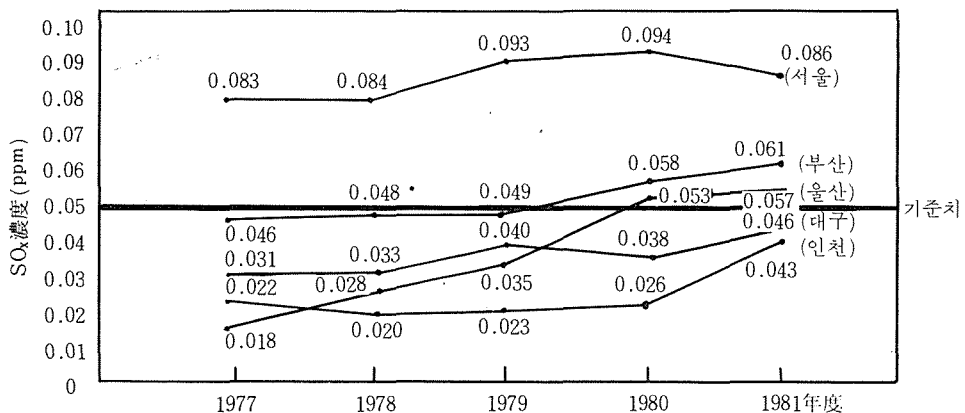
3. 燃料對策

연료대책은 燃燒管理와 연료선정에 있다. 대기오염은 연료 사용량과 정비례적인 관계가 있음은 이미 설명한 바 있다. 연료 사용량이 많은 産業의 育成, 즉 公害産業은 될 수 있으면 억제하는 한편, 연료사용량이 많거나 工程上 不完全 연소가 피치 못한 業所는 環境汚染을 加重하는 결과가 된다. 燃燒管理, 熱效率의 증진은 대기오염 방지를 위한 1次的이고도 기본적인 對策이라 할 수 있다.

가) 燃料選定

生産工程 또는 施設에 적합한 연료를 선정 한다는 것은 대단히 중요하다. 그러나 燃料資源에 대한 國家施策과 재정적으로 빈약한 우리 나라 事業體의 현실 등으로 기업들은 에너지를 자유 선정한다는 것은 매우 어려운 점들이 있다. 그러나 다음 사항들에 유념해야 한다. 첫째 싸고 손쉽게 熱源을 공급해야 한다는 점, 둘째 사용하는 연료의 선택 기준은 매년, SO_x의 배출량이 적은 연료, 셋째 열 발생이 목적에 따라 적합해야 한다는 점, 넷째 연소 장치에 적합하고 연소가 만족하게 이루어지는 연료, 다섯째 부하 상태에 적합한 연료, 여섯째 立地條件과 굴뚝 높이에 적합한 연료등이 될

<表 4> 主要都市의 年度別 黃酸化物(SO_x) 汚染度 추세



수적인 조건이 된다.

〈表4〉에서 보는바와 같이, 서울의 SO_x 오염도는 81년에 減少되는 추세를 보이고 있으며, 蔚山의 경우는 오염도 증가율이 역시 81年度에 둔화되는 현상이 두드러지게 나타 나고 있는 그 이유는 低硫黃油 供給으로 인한 성과라고 할 수 있다.

低硫黃油 供給후의 SO_x減少량을 보면 〈表5〉에서와 같이, 서울에 年間 히늘로 배출된 SO_x 量은 79年の 약 26萬톤에서 80년에는 약 53.8%인 14萬톤으로 감소했다는 사실은 획기적이라고 할 수 있다.

배출량이 감소됨에 따라 대기오염도도 역시 하강추세로 나타났다. 〈表6〉과 같이, 81年 7月 1日부터 유탕분이 3.8%였던 B-C油를 1.6% 저유탕유로 공급하는 동시 디젤자동차는 유탕분이 1%였던 것을 0.5%인 저유탕 디젤유를 공급함으로써 가을(9월~11월)의 서울 대기의 SO_x오염도는 80年(0.088ppm)보다 81年(0.057ppm)에 약 35.2% 깨끗한 결과를 가져왔다. 이와 같은 사실은

대기오염을 감축기 위한 연료선정 기준을 매연 또는 SO_x를 적게 배출하는 연료에 두어야 한다는 原則을 적용함으로써 얻어진 効果라고 확신한다.

따라서 장차 연료중의 유탕함량이 더욱 낮은 低硫黃油를 공급하여 서울과 같은 경우, 하루 속히 行政目標을 達成해야 함은 물론 外國의 경우처럼, 環境基準을 더욱 強化해야 할 것이다.

한편 자동차의 경우 연간 대기로 배출되는 CO는 년총량의 약 60%가 휘발유 자동차 배기가 원인이 된다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 〈表7〉에서와 같이, 휘발유 연료를 LPG연료로 代替한다면 CO오염도를 약 절반정도로 억제할 수 있다. 그러나 이때 NO_x와 HCHO는 약 3배 증가되므로 이에 대한 対策도 병행하여 수립해야 된다고 믿는다.

家庭汚染源의 경우, 主에 內지源은 연탄이라 함

〈表5〉 低硫黃 燃料油 供給後 SO_x減少量(서울)

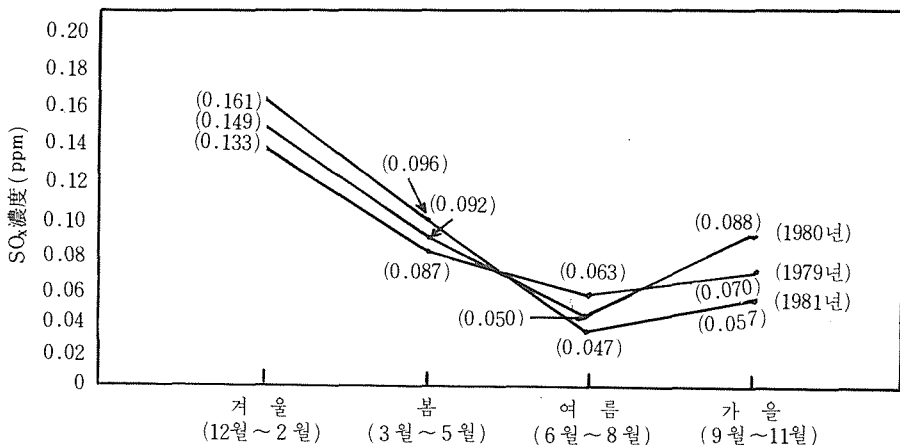
區 分 燃料別	供給前('79)		供給後	
	排 出 量 (千噸)	構 成 比 率 (%)	排 出 量 (千噸)	構 成 比 率 (%)
B-C 油	151	58.6	43.6	31.6
輕 油	21	8.0	8.4	6.1
石 炭	85	33.0	85.0	61.6
其 他	1	0.4	1.0	0.7
計	258	100.0	138.0	100.0

〈表7〉 LPG 및 가솔린 自動車 排氣의 走行 狀態別 成分

Mode	燃 料	CO ① (%V)	NO _x ② (ppm)	HCHO ③ (ppm)
Idling	揮 發 油	11.7	33	30
	L P G	5.1	47	30
加 速	揮 發 油	3.0	1,347	16
	L P G	3.5	1,290	18
定 速	揮 發 油	3.4	653	7
	L P G	1.8	2,052	23
減 速	揮 發 油	5.5	18	286
	L P G	4.2	56	172

① CO: 一酸化 炭素, ② NO_x: 窒素酸化物
③ HCHO: 포름알데히드

〈表6〉 서울地域 季節別 SO_x 汚染度 變化



은 이미 밝힌바 있다. 때문에 이때 배출되는 오염물질은 약 50%를 차지하므로 연료전환이 급선무이다. 연탄으로 인한 주요오염물질은 粒狀物質과 SO_x이므로 이러한 오염물질을 배출하지 않는 氣體燃料로 代置해야 할 것이다. 이러한 조치는 이미 政策에 反映되어 LNG 연료기지를 건설하고 있는 것으로 알려지고 있으므로 참으로 다행스럽다고 생각된다. 그러나 이러한 연료전환에도 문제가 전연 없는 것은 아니다. 누누히 강조하지만, 새로운 연료로 전환했을 때 새로운 오염물질이 발생되어 새로운 피해를 일으킬 수도 있으므로 세밀한 연구가 병행되어야 될 것이다.

나) 燃燒管理

연소관리라 함은 연료의 節約이라고 단적으로 말할 수 있다. 대기오염 방지라는 차원에서 아무리 좋은 연료라 할지라도 연소관리가 좋지 않으면 연료를 낭비하게 되며, 동시에 大氣汚染을 惡化시킬 우려가 있다.

연료취급상의 부주의, 연소시설의 결함, 연소방법의 결함, 그리고 연소효율 향상을 위한 新技術導入의 迅速化등은 燃燒管理의 基本이 된다. 즉 燃料取扱上의 注意点은 연료구입時 모든 企業体에서는 검댕이, 입자상물질, SO_x, HC, 중금속등의 배출에 원인이 되는 물질들을 철저히 분석하여 확인할 필요가 있다. 이러한 科学的인 管理야말로 대기오염방지도도 중요하지만, 生産屮의 자질향상에 간접적으로 영향을 주므로 연료를 안심하고 사용할 수 있게 된다. 한편 固体燃料에 있어서는 휘발분이 많은 것은 검댕이, 탄화수소의 배출량이 많으며, 灰分이 많은 연료는 연소할 때 깨어져서 생기는 微細粒子의 먼지가 많이 배출하므로 피해를

더 심하게 한다. 연료의 貯藏輸送과정에서도 취급을 잘 해야 한다. 煤炭 또는 木材는 저장수송에 결점이 많으며, 灰分 처리등의 난점이 있다. 때문에 석탄의 風化를 촉진한다든가 수분의 부착, 불연성물질의 혼입등 연소조건이 악화되어 불완전연소를 촉진하므로 대기오염을 심하게 하여준다.

액체연료는 휘발성이 강하기 때문에 수송도중에 탄화수소로 증발되어 光化學汚染을 악화할 우려도 있지만, <表8>과 같이 精油工場에서 注油所를 거쳐 소비자에게 공급되는 流通過程에서 유황분이 유입되거나 貯油탱크의 불결로서 연료가 오염될 가능성이 있으므로 이에 대한 대책도 강구되어야 한다.

燃燒施設의 缺陷은 연소효율을 나쁘게 하여 本意아니게 연료를 浪費하여 대기오염을 심하게 하는 경우가 자주 일어난다. 즉 연료의 공급과 회처리 설비의 철저한 점검, 적절한 크기와 구조를 갖춘 燃燒室, 廢熱回收施設등을 자주 점검해야 한다.

燃燒方法의 缺陷도 역시 연료낭비의 원인이 된다. 연료의 공급, 화로, 過負荷燃燒, 計測器의 活用등으로 연소효율을 높여 주어야 하며, 특히 경험에만 너무 의존치 말고 計測器를 사용하여 科学的인 자료로써 적정한 空氣比를 유지함으로써 연소관리를 철저히 하여 대기오염 문제도 해결할 수 있을 뿐 아니라 企業經營合理化, 나아가서는 國家에너지政策에도 맞는 해결책이 된다.

新技術導入의 迅速化는 매우 중요한 문제점이라 본다. 産業보일러인 경우, 증기 발생량이 시간당 30톤 이상인 비교적 큰 규모의 것은 근래 정책적으로 장려하고 있는 熱併合發電을 설치한다면 電力을 自体공급할 수 있으므로 경영면에서도 유익하지만, 국가 전체를 보았을 때 에너지 節減 즉, 대기오염 억제에 커다란 역할을 할 수 있겠다. 그러나 대체로 규모가 적은 보일러는 근래 에너지 절약이라는 국제적인 추세에 맞추어 에너지節約型技術들이 많이 발전하고 있다.

粉末添加劑, 에멀존油, 電磁場密度를 注油部에 부착한 연소법등은 이미 外國에서 성공하여 실용화되고 있는 방법들인데도 불구하고 우리 나라에서는 실용화 되지 않는 이유는 무엇인지? 그 원인을 규명하여 이에 대한 대책 강구가 필요하다고 본다.

(表-8) 精油工場에 따르는 揮發油와 輕油內의 硫黃分含量(mg%)

精油工場名		揮發油		輕油(高級)
		高級	普通	
가. 工 場	精油所	22.6(5)	31.9(6)	724.4(5)
	27.5(11)			
나. 工 場	注油所	33.2(10)	43.1(10)	742.4(10)
	38.2(10)			
다. 工 場	注油所	43.5(10)	47.7(10)	708.6(10)
		45.6(20)		

() 內는 分析 檢体數

4. 맺는 말

대기오염은 연료선정과 연료대책에 따라 좌우된다고 해도 과언이 아니다. 벙커C油와 輕油등의低硫黃油를 사용함으로써 서울의 SO_x 오염도를 低減시켰다는 사실은 燃料轉換政策으로 성공한 사례라 보겠다. 그러나 아직도 서울의 오염도는 行政目標인 環境基準를 훨씬 웃돌고 있으므로 보다 낮은 低硫黃油를 사용함으로써 기왕 시행한 정책을 더욱 경험을 살려야 하겠다. 그러나 연료전환정책

과 병행하여 연소관리라는 차원에서 연료절감을 하는 동시에 多燃料使用産業과 工程上 不完全燃燒되는 産業育成的 止揚등을 강구해야 하겠다.

大氣汚染防止라는 차원에서의 연료전환은 현재 문제가 되고 있는 대기오염의 피해는 해결했을까 지 모르겠으나, 아직 알려지지 않은 새로운 대기오염을 야기하고 있는지는 아무도 모른다. 따라서 조심성 있고 세밀한 연구를 병행하면서 燃料政策을 展開해야만 할 것으로 믿는다. *

⊗ 技術토픽 ⊗

国内外에서 脚光받는 脱黃助燃劑 「에물油 - KC」

국내에서 처음으로 開發된 脱黃造成物인 「에물油 - KC」가 벙커C油절약은 물론 大氣오염방지에도 효과가 높다는 사실이 국내외적으로 인정을 관심을 모으고 있다.

韓國化學에너지(대표 王在成)가 개발한 에물油 - KC는 에(에너지), 물(水分), 油(기름) - K(코리아), C(벙커C油)의 머리글자를 합친 脱黃劑제조성물로 이것을 重油에 첨가하여 사용하면 大氣오염의 원흉인 아황산가스를 60% 이상 제거하는 한편 연료비도 크게 절감할 수 있는 획기적인 것으로 알려지고 있다.

지금까지 重油의 연소로 발생되는 아황산가스의 제거는 연돌에서 後處理방식을 주대상으로 하여 왔는데 이는 막대한 비용이 소요되고 건식의 경우 아황산가스를 감소시키지는 못하는 문제점과 습식의 경우는 폐수처리를 해야 하는 2차적인 문제점을 갖고 있었다. 에물油 - KC는 이러한 문제점을 시정 보완하여 重質原油(高硫黃油 3.8%)의 연소로부터 발생되는 여러가지 公害物質을 고온의 화실에서 황산마그네슘으로 전환시키는 연소탈황의 前處理기술로 이 기술을 개발한 王在成씨는 지난 해 科技技長官賞을 받았고, 또 최근 뉴욕에서 열린 第6回 국제 發明 新製品展示會에서는 최고상인 大賞을 받았다.

지금까지 燃料절감 및 公害방지를 위해 여러 가지 方法이 개발되었다. 80년전부터 액체연료

에 물을 혼합시켜 연소시키는 方法(에멀존)이 연구되어 이미 선진국에서 각광을 받고 사용되고 있으며, 국내에서도 이와 유사한 方法들이 개발되어 다소 보급이 되고 있으나 물과 아황산가스의 反應등으로 인한 기존설비(보일러 轉熱面)의 부식에 대한 우려 등으로 실제 사용을 꺼리고 있는 형편이다.

그러나 에물油 - KC는 乳化된 연료의 연소과정을 추적, 연소과정에서 완전연소의 촉진및 大氣오염물질의 생성억제 또는 無害물질로 전환시키는 등의 제반조건을 충족시키도록 개발된 脱黃助燃劑이며 바닷물에서 뽑아낸 마그네슘乳液을 주원료로 하고 있다.

이는 종래의 물과 액체연료를 乳化시켜 연소함으로써 물의 폭발로 연료가스를 초미립자화하여 연소표면적의 확대로 인한 완전연소 유도등의 방법과는 다른 획기적인 기술로 전해지고 있다.

에물油 - KC는 경제성으로 볼 때 아황산가스의 감소목적으로 사용하는 低硫黃油 대신에 高硫黃油와 함께 사용하는 것이 유리하다.

에물油 - KC의 사용분야는 보일러가 설치된 火力發電所, 선박, 각종 産業체(로타리, 스팀보일러 및 炬등), 난방용 아파트, 빌딩, 병원, 학교 등이 있다.