



環境의 汚染과 科學技術의 使命

李 斗 護*
Lee, Doo Ho

1. 머리말—環境問題의 比重

環境問題가 汎世界的으로 問題化된 것은 最近 20餘年來의 일이다.

비록 그 問題性이 認識된 歷史는 짧은지라도 이 問題처럼 삼시간에 全世界的으로 全人類의 關心이 集中되고 그 深刻性이 公認된 問題는 일찌기 그 類例를 찾아보기 드물것이다.

이와같은 現象은 分明 새로운 하나의 물결(思潮)임에 틀림없다.

이같은 새로운 하나의 時代潮流는 로마클럽(The club of Rome)의 이른바 제로成長論의 한 波長이라고 해도 過言이 아니다.

그러니까 지금으로부터 14年前 즉 1972年 로마클럽은 소위 “成長의 限界(The limits to growth)”라고 불리우는 “生態學的 爆彈(ecological bomb)”을 터뜨림으로써 “全世界에 資源의 限界性(limits to its resources)과 돌이킬 수 없는 環境의 破壞(Irreversible destruction of its environment)에 대하여 警鍾을 울렸다.

같은해에 U.N은 Stockholm 會議에서 人間環境宣言(Declaration on the human Environment)을 制定宣布하게 되었고, 그 다음해에는 U.N內에서 環境문제를 專擔할 E.P(United Nations Environment Programme)가 誕生하게 되었다.

U.N이 人間環境 宣言을 制定 宣布한 以來 모

든 國際機構와 이 地上의 모든 나라들이 政治的 的 이데올로기를 超越하여 다 같이 이 問題를 主要 政策課題의 하나로 採擇하여 對處해 나가고 있으며, 많은 國際會議과 많은 學術團體가 各種 學術會議에서 이 問題를 主要論題로 삼아 論議하 기에 이르렀다.

돌이켜 보건데 우리 人類는 지난 18世紀 中葉의 産業革命 以來 참으로 無限한 人間의 能力을 體驗하면서 技術을 開發하고 産業化를 이룩하여 오늘에 이르러서는 우리 人類의 大部分이 極에 達하는 物質的 豊饒속에서 最大限의 享樂과 安逸을 누리고 있다고 해도 過言이 아닐 것이다.

그러나 反面 오늘날 GNP 盲信思潮下의 成長至上主義는 無節制한 開發事業과 大量生産—大量消費를 위한 工業化에 汲汲한 나머지 自然資源을 過消費하거나 枯渴시키고 綠地를 破壞하고 水面을 埋立하여 恒産의 資源寶庫인 自然生態等의 均衡마저 破壞하게 되었고, 生産工程에서 排出되는 煤煙·廢水廢棄物등의 各種汚染物質은 맑은 空氣, 깨끗한 물, 肥沃한 土壤을 汚染시켜 사람의 健康과 生命을 威脅하는 동시에 이 地上에서의 人類의 生存과 地球의 蒸發化까지를 威脅하기에 이르렀다.

이리하여 産業革命以後 3世紀에 걸쳐 한나라의 「國富」와 「繁榮」의 象徴으로, 相對가 없는 絶對的 價値로 滔滔히 흘러내려오던 「産業化의 물결

* 環境廳次長

은 이제 더 이상 至高至善의 價値로 君臨할 수 없게 되었다.

環境問題에 관한 現時點의 世界的 思潮를 크게 둘로 나누어 본다면 「經濟成長」과 「環境保全」의 兩者間에 어디에 더 優位價値를 두어야 할 것이냐는 極端的인 兩者擇一論(either~or~philosophy)과 環境의 質을 損傷하지 않고 오히려 環境의 質에 도움이 되는 方向에서 成長의 持續이 可能하다는 均衡調和論(Sustainable development with environmental quality)이 팽팽하게 맞서고 있는 것 같다.

앞서 論及한 로마클럽의 “제로成長論”과 이·에프·슈마허(E.F. Schumacher)의 작은것이 아름답다(small is beautiful) 및 西獨 綠色黨(The green party) 등은 前者인 兩者擇一論中에서도 環境保全論者의 立場에 屬할 것이고, U.N.E.P나 W.I.C.E.M(World Industry Conference on Environmental Management) 및 國際商工會議所등 各種 國際産業 및 經濟團體들의 立場은 後者に 屬한다고 할 것이다.

그리고 各國政府의 立場은 各國의 産業化程度와 自然資源의 保有程度 등에 따라 다르지만 第3 世界的 諸國들처럼 食糧問題를 비롯한 國民의 基礎生計問題가 더 火急한 低開發대지 開發初期段階의 나라들은 『産業化! 經濟成長』에 더 큰 比重을 두게 될 것이고, 中進國以上の 先進國에서는 成長과 保全의 均衡을 모색하게 될 것이다.

우리 나라의 경우에도 産業化 初期段階에서는 環境問題를 認識조차 하지 못했거나 의도적으로 外面해 오다가 國民總生産이 漸次 높아지고 産業都市化 現象이 深化되면서 이 問題에 대한 認識도가 높아져 1980 年代에 들어서면서 이 問題를 다룰 中央行政官署로 環境廳이 發足되고 環境政策의 基調도 「成長과 保全의 均衡調和」에 두어 先進國型的 開發戰略을 擇하게 되었다.

2. 環境問題의 問題性

앞에서 우리는 環境問題의 擡頭背景과 오늘날에 있어서 이 問題의 比重이 어떠한가를 살펴 보았다.

이 節에서는 環境汚染으로 인한 그간의 被害

事件과 오늘날 우리 人類가 當面하고 있는 全地球의 次元의 重要環境問題를 살펴본 후 環境問題의 特性이 어떤 것인지를 살펴 보고자 한다.

그간의 環境汚染被害 事件들(Episodes)

環境汚染은 크게 自然的汚染(natural pollution)과 人工的汚染(man-made pollution)으로 區分할 수 있을 것 같다.

前者의 環境汚染은 火山의 爆發, 地震의 發生 颱風, 海溢, 洪水 및 旱魃등의 天災地變이나 天體의 運動法則, 地球生態系의 自然法則의 變化에 의한 自然環境의 變化 및 汚染을 뜻하는 것으로서, 이같은 環境變化와 汚染은 이 地球의 生成歷史와 더불어 끊임없이 계속되어 聖書를 비롯하여 많은 文獻에 술한 記錄을 남기고 있다.

그리고 後者の 環境汚染은 그 정도가 크든 작든간에 人類歷史와 더불어 進行되었을 것이 分明한데 今世紀 以前의 記錄은 그렇게 흔치 않다 古代社會에 있어서는 祭政一致의 敬神思想 때문에 自然에 대한 畏敬心으로 自然的 毀損보다는 清潔觀念이 支配的이었을 것이며, 그리스 로마 時代에 들어와서는 飲料水 및 沐浴水 供給問題와 下水處理問題가 큰 問題로 다루어져 水道長官을 두었을 정도였으며, 中世에 들어와서는 都市등 住民集團地域의 周邊環境이 不良하여 페스트가 全유럽을 휩쓸때도 있었다. 그리고 産業革命以後부터는 産業活動에 따른 먼지, 騒音, 廢棄物등의 所謂 産業公害가 나타나기 始位했는데 初期段階에 있어서는 특히 勤勞者들의 作業環境과 宿食環境이 크게 問題되었었다.

그러던 것이 今世紀 中盤부터 本格的인 公害事件들(pollution episodes)이 나타나기 始作하여 最近에 와서는 大型事件들이 날로 增加되고 있는 實情이다.

그간 世界的 關心을 불러 일으켰던 주요 事件들을 年代順으로 요약 소개하면 다음과 같다.

1) 뮤즈계곡사건

- 1930 年, 벨지움(Belgium)의 뮤즈계곡(meuse Valley)
- 左右에 山이 있고 製鋼, 코크스, 發電 및 黃酸, 肥料工場 등이 들어서 있는 工場

- 3日間の 안개現象과 無風에 氣溫逆轉
- 氣管枝粘膜炎 등 呼吸器患者 急増(6,000餘名) → 60名死亡, 動植物에도 多數被害
- ※ 原因物質: SO₂, H₂SO₄, CO 등
- 被害당시의 SO₂ 농도: 0.1~0.4 ppm

2) 도노라事件

- 1948年, 美國 펜실바니아 西北쪽 도노라(Donora)
- 三面이 山이고 大規模 製鋼工場 亞鉛환원工場과 黃酸工場이 江邊에 位置
- 4日간의 안개現象, 無風에 氣溫逆轉
- 呼吸곤란, 肺痛 등 呼吸器患者 急増(5,900餘名) → 20名死亡
- ※ 原因物質: SO₂
- 被害당시의 농도: 0.32~0.39ppm

3) 포자리카 事件

- 1950年 11月 멕시코(Mexico)의 포자리카(Pozarica)
- 石油精製工場の 脫黃施設破損으로 多量の 黃化水素(H₂S)가 隣近마을로 流出
- 320餘名이 急性中毒으로 呼吸困難, 粘膜炎 증勢 → 22名死亡

4) 런던스모그(London-Smog)

- 1952年 12月, 英國런던
- 高氣壓, 氣溫逆轉下에 2週간의 스모그(Smog) 現象
- 不知其數의 呼吸器患者 및 眼患者發生 → 發生 3週後; 4,000餘名死亡, 發生 2個月後 8,000餘名死亡
- ※ 原因物質: 石炭燃料 使用에 따른 SO₂, CO 및 粉塵이 黃化스모그(Sulphrus Somg)形成
- 被害當時 濃度: SO₂-0.7ppm, 매연-4.46 mg/m³
- ※ London Smog의 特性: 추운 겨울 주로 12月—1月中 氣溫이 -1°C~4°C인 이른아침에 發生

5) 엘에이(L/A)스모그

- 1954年以來 美國, 로스엔젤레스(Los Angeles)

(社)韓國技術士 會誌

- 無風, 氣溫逆轉下에서 頻發
- 눈, 코, 목구멍자극으로 眼疾 및 呼吸器患者 急増 動植物 및 建築物被害 招來
- ※ 原因物質: 自動車排氣가스에서 나오는 CO, SO₂, NO₂, HC, O₃ 등이 PAN 物質形成
- ※ L/A Smog의 特性: 더운 여름 8月~9月 氣溫이 24°C~32°C에 이르는 正午頃에 자주 일어나며 太陽光線과 作用하여 光化學스모그(Photo-Chemical Smog)形成

6) 미나마타 病

- 1953年 및 1963年, 日本 미나마타(水俣)
- 原因: 新日本窒素(株)에서 廢水와 함께 排出된 메칠 水銀(Hg)이 魚貝類에 轉移蓄積된 것을 사람이 먹어 人體에 蓄積
- 視聽覺 및 步行障碍患者 多發(2次에 걸쳐 6,055名) → 2次에 걸쳐 605名死亡
- ※ 被害당시의 水銀濃度: 魚貝類: 50ppm
患者毛髮: 50ppm
患者血液: 10.8ppm

7) 이따이 이따이病

- 1968年, 日本 富山縣 神通川下流
- 原因: 工場廢水中의 카드뮴(Cd)이 農作物인 벼(禾)와 魚類 및 食水에 汚染 → 人體에 蓄積
- 發病 全身痛症骨軟化症, 심한 관절통 및 顔面경련환자 發生(20年間 258名) → 128名死亡
- ※ 被害당시의 Cd 濃度: 患者의 屑: 20—30ppm
死亡者의 肝: 100ppm

8) 보팔市 事件

- 1984年 12月, 印度 보팔(Bhopal) 市
- 多國籍企業인 美國의 유니온 카바이드(Union Carbide)肥料工場の M.I.C(methyl Iso-cyanate)貯藏탱크에서 無色, 無臭의 同 物質이 隣近 보팔市로 流出
- 1,408名이 死亡하고 數十萬名이 不具廢疾化되었음.

이와같은 事件을 모두 列舉하기는 어렵다. 가까운 日本의 경우만 하더라도 위에 소개한 事件들의외에 1946年の 요코하마 가스누출사건, 1963年 요카이찌市 SO_x 汚染事件, 1968年 가네미

食用製油造工場의 PCB 事件 등이 있었으며, UN EP 報告書에 수록된 1984 年 1 月부터 이듬해 2 月까지 약 1 年間の 事件단도, ① 1948 年 1 月の 英國에 있어서의 上水의 페놀(phenol)汚染事件, ② 1984 年 2 月の 브라질의 石油파이프 爆發事故, ③ 1984 年 파푸아 뉴기니아의 시아나이드(Cyanide) 漏出事故, ④ 1984 年 11 月の 제네바 香料工場의 브로마인(Bromine) 放出事件, ⑤ 1984 年 11 月の 멕시코市 郊外の 가스貯藏庫 爆發事故, ⑥ 1985 年 1 月の 스웨덴 칼스크가 市 火藥工場의 腐蝕가스 漏出事故, ⑦ 1985 年 2 月 美國 버지니아州 찰스톤(Charleston)에 있는 유니온 카바이드 社의 Methyl Oxide 混合物의 漏出事故 등 그 事例는 許多하다.

主要當面環境問題들(Environmental Challenges)

오늘날 全世界的으로 空氣와 물 그리고 土壤 등의 自然環境을 汚染시키고 騒音, 振動, 惡臭 등 日常生活環境의 靜穩을 파괴하는 要因과 原因物質은 너무나 많아 하나 하나 列舉하기란 어렵다.

또 各國이 處해 있는 地理的 位置와 産業化 정도 등 與件에 따라 그 當面問題의 種類와 그 深刻性이 各已 다르다. 그래서 여기에서는 우리 地球村 全體로 봤을 때 크게 問題되거나 各國 共通의 몇몇 問題란을 추려서 요약 소개하고자 한다.

1) 酸性雨(Acid rain)

○ 原因: 石炭, 石油 등 化石燃料가 發電所, 産業用보일러, 自動車 등 燃焼施設 등에서 燃焼할 때 燃料중의 硫黃등이 酸化하여 發生하는 SO₂, NO_x 가 空氣중에서 酸化反應하고 이것이 빗물에 溶解되어 빗물이 pH 5.6 以下로 되어 酸性雨가 됨.

○ 被害現況

- 美國의 경우 (pH 4.1~3.0) —
 - 그린산맥의 가문비나무 50% 枯死
 - 5大湖의 水質酸性化—水中動物의 一部 滅種
- 西獨의 경우—1982年—全國 740萬ha의 숲

中 7.7% 피해

- 1983 年—全國 740萬ha의 숲中 34% 피해
- 1984 年—南西部 黑林地帶의 75% 피해
- 東獨의 경우: 全國 300萬ha의 숲中 86% 피해
- 체코의 경우: 全國 숲의 20%(96萬ha)피해
- 日本, 캐나다, 스칸디나비아諸國: 湖水, 못의 水質酸性化

※ 化石燃料의 年間使用量 및 汚染物質 排出量

- 石油: 年 195 億 Barrel
- 石炭: 年 44 億 噸
- { SO_x: 7,800 萬 噸 ~ 2 億 8,400 萬 噸
- { NO_x: 2,000 萬 噸 ~ 9,000 萬 噸

2) CO₂의 增加와 氣候變化(Increasing CO₂ and climate change)

○ 原因: 化石燃料使用增加에 따라 産業革命以後 CO₂의 계속增加:

- 1860 年 280 ppmV
- 1957 年 315 "
- 1980 年 340 "
- 2065 年 600 " (豫測值)

○ 被害:

- 2065 年의 CO₂ 增加에 따른 氣溫變化豫測: 3±1.5°C
- 溫室效果(Green-house effect)에 따라 南北極의 極氷이 녹고 萬年雪이 녹아 海水의 水位가 上昇하거나 夏期解氷群의 消滅로 氣象異變豫想

3) 化學物質(Chemicals)의 危害

○ 原因: 化學物質의 過誤用 및 그 廢棄物의 不適正處理

- 現在 全世界的으로 開發된 化學物質: 500 萬種
- 그 중 商品化된 것: 6-7 萬種
- 그 중 有害한 것: 15,000 餘種
- 每年 200 種~1,000 餘種의 新規化學物質이 開發됨.

이들 化學物質이 殺蟲劑, 除草劑, 殺菌劑 등 農藥과 食品添加物 등의 原料 또는 溶劑 등 補助劑로 多樣하게 널리 使用되고 있으나 그 使用

및 取扱技術의 未熟과 不注意로 事故가 頻發하고 있는 데에 最近들어 先進國의 이들 有害化學物質生産工場이 開發國 또는 低開發國으로 移轉하여 잦은 事故를 誘發하기도 한다.

○被害:

一殺蟲劑(pesticide)使用에 따른 被害:

- WHO의 評價: 全世界的으로 200萬屯(全世界人口 1人當 0.5kg)使用一年間 500,000名의 中毒者發生→5,000名 정도 死亡
- FAO의 抵抗性評價(1980年): 392種의 節肢動物과 50種의 植物病原菌 및 5種의 雜草가 各各 殺蟲劑, 殺菌劑, 除草劑에 대한 耐性 및 抵抗性 保有

一重金屬을 비롯한 有毒化學物質의 使用殘留物 및 이들 廢棄物의 汚染被害가 심각함—日本의 미나마따病, 이따이 이따이病 및 美國의 有害廢棄物埋立場(Superfund Lawprograms)

一化學物質生産工場의 잦은 安全事故로 인한 被害頻發—印度 Bophal 事件, 이태리 세베소 化學工場 爆發事件.

4) 砂漠化 및 土壤의 荒廢化(Desertification/Soil degradation)

○原因: 過剩放牧(over-grazing), 過剩耕作(over-cultivation), 土壤의 鹽化(salinization) 및 알칼리화(alkalization), 化學物質에 의한 分解 및 長期間의 旱魃(drought) 등 多様な 要因에 의한.

○被害:

一漠砂化: 現在 全世界砂漠의 面積은 全陸地 面積의 25%인데 每年 600萬 ha가 새로 砂漠化되어 今世紀末까지는 35%로 擴大될 것으로 전망되며, 每年 2,100萬 ha의 土地가 不用地로 變하고 있음.

一土壤鹽化:

- 濠州와 美國의 경우: 耕作地의 50%가 바람과 물의 浸蝕으로 이미 鹽化
- 印度의 경우: 2,700萬 ha가 洪水, 鹽化 및 알칼리화로 인해 이미 鹽化되었고, 8,000萬 ha의 土地에서 每年 60億屯의 土壤이 600萬屯의 營養分과 함께 流失

※ 全世界的 土壤損失量推計

- 브라운(Brown, 1984)—225億屯
- 고루베브(Goluber, 1982)—910億屯

5) 물의 汚染(Water pollution)

○原因 工場廢水, 生活下水, 産業 및 生活廢棄物의 增加와 農藥 및 化學肥料의 使用量 增加가 主, 洪水 등 降雨形態의 變化가 原因임.

※ 殺蟲劑 使用量의 增加趨勢: 1970-1980年 사이에 年 5%씩 增加하던 것이 최근에 와서는 年 10%씩 增加하여 1990年에 이르면 全世界 使用量이 總 300萬屯으로 增加할 것으로 豫想됨.

※ 化學肥料 使用量의 增加趨勢: 化學肥料는 1970年代에 들어와 全世界的으로 急激히 增加하였음.

- N質肥料 —1970年 질소량으로 3,200萬屯
—1980年 // 6,100萬屯
- P質肥料 —1970年 5 산화인산 2,000萬屯
—1980年 // 3,000萬屯
- K質肥料 —1970年 산화칼륨으로 1,600萬屯
—1980年 // 2,400萬屯

2,000年까지 農業生産性 倍增시킬 경우 앞으로 肥料使用量은 每年 8%씩 增加되어야 함.

○被害: 全世界 到處에서 河川, 湖沼 및 沿岸海水와 地下水가 汚染되어 飲料水, 農業用水, 工業用水 및 沿岸養殖業에 큰 支障을 招來하고 있으며, 그 事例은 地中海의 死海化, 美國 5大湖의 酸性化 등 全世界的 現象임.

—BOD 6ppm 以上이면, 上水原水로 不適

—BOD 8ppm 以上이면, 農業用水로도 不適

—BOD 10ppm 以上이면, 工業用水로도 不適

—COD 2ppm 以上이면, 魚貝類養殖에 不適

—DO 2ppm 以下이면, 물이 腐敗하게 됨.

6) 熱帶雨林的 減少(Deforestation)

○原因: 木材用 및 燃料用으로 過伐木, 牧草地造成 및 過放牧, 農耕地開墾, 移動耕作(Shifting cultivation), 地力減退, 火災 등이 原因임.

○被害: 年間 熱帶雨林(tropical rain forests)의 1%(93,030km²)가 減少되어 雨期の 沙汰를 유발하고 動物의 自然 棲息地를 파괴하며 醫藥,

農業工業分野에 있어 重要한 價値를 지닌 熱帶植物種의 棲息地를 파괴하게 됨.

7) 核問題(Nuclear problem)

- 原因：核에너지의 開發擴大, 核武器의 危險性 增大
- ※ 核發電現況：現在 稼動中인 것이 全世界 26 個國에 380 個所이고, 現在 建設中인 것이 22 個國에 151 個所이며, 各國別 核發電比率을 보면 프랑스는 總電量의 65%, 西獨 31%, 日本 26%, 美國 17%, 英國, 18%, 소련 11%이며 우리나라도 18%임.
- ※ 核彈頭保存現況：全世界 37,000~50,000 個로서 그 爆發力은 11,000~20,000 메가톤이며, 이는 1945年 日本 廣島에 投下되었던 原子彈의 846,000 倍~1,540,000 倍임.
- 被害：1945年以後 1982年까지 總 1,375 回의 核實驗 및 작은 核發電施設의 事故로 核放射能의 危險이 增加되고 있으며 核廢棄物은 保管以外의 다른 方途로 處理가 不可能하여 永久未決의 廢棄物로 殘存케 됨.
—最近의 한 研究結果는 5,000~10,000 메가톤級의 大規模核戰이 勃發할 경우의 被害 정도를 推算했는데 그 內容은 다음과 같다.
 - 人命被害：
 - △ 核爆風에 의한 直接殘亡—7 億 5,000 萬
 - △ 火焰, 放射能 등 複合要因에 의한 死亡—11 億
 - △ 治療를 要하는 負傷者—11 億
 - 氣象變化 및 生態系 파괴：
放出된 核塵, 積塵 및 各種 火災로 인한 混合效果로 日光이 遮斷되고 氣溫이 降下(−23°C~−43°C)하며, 전리방사선 및 자외선의 過多照射로 生物의 棲息基盤이 파괴되어 動植物 및 微生物의 大部分이 死滅되고 自然 및 農業生産力도 激減하게 됨.
위에서 우리는 오늘날 이 하나밖에 없는 地球가 當面하고 있는 主要環境問題 7가지에 대하여 그 原因과 被害 정도를 간략하게 살펴 보았다
오늘날 우리 地球村은 이 7가지 외에도 尙한 環境問題들의 挑戰을 받고 있다.
즉 오존층(Ozon layer)의 파괴, 種의 死滅(ex-

inction of species), 沿岸海의 汚染, 海岸紅樹林의 減少, 有毒産業廢棄物 및 大都市 生活廢棄物의 處理, 그리고 石綿(asbestos) 등 發癌物質 등 그 種類를 列舉하기 어려울 정도이다.

環境問題의 特性(Characteristics)

環境問題는 다른 문제와 달리 問題相互間 또는 汚染物質 相互間의 相乘深化性, 汚染 및 被害의 廣域性, 汚染物質의 自己增殖性, 汚染으로부터 被害發生까지의 時差性, 投資者와 收益者의 相違性, 汎世界的 共通性 등의 特性을 갖는다.

이와 같은 複合의이고도 多樣한 특성들 때문에 이 問題의 解決에는 어떤 空間的 限界나 技術的 定型이 있을 수 없게 된다. 이에 이들 諸 特性을 요약, 說明하면 다음과 같다.

1) 汚染의 相乘深化性

環境問題는 相互作用하는 여러 變數들에 의하여 惹起된다. 그리고 이들 問題 相互間에는 어떤 因果關係를 맺고 連續적으로 문제를 擴大해 나가게 되며 汚染物質 相互間에도 相乘作用으로 汚染 정도를 深化시키게 된다.

즉, 化石燃料의 燃燒結果 발생된 亞黃酸가스(SO₂)와 窒素酸化物(NOx)은 그들 자체의 個別作用은 물론이고 複合의으로 酸性雨(acid rain)를 유발하여 枯死시키고 森林을 枯死시키고 森林이 枯死되면 土壤의 浸蝕으로 地力이 減退되고 水分含量이 감소되어 그와 같은 열개를 유지하는 同一生態系내의 여타 動植物 및 微生物을 死滅시키기도 하고 自動車 排氣가스에서 나오는 NOx, HC, CO 등이 太陽熱에 의하여 光化學스모그 現象을 일으키는 경우가 그 例라 할 수 있다

2) 汚染의 廣域性

汚染物質은 大氣中 또는 水中에서 이동하여 그 汚染範圍를 空間적으로 擴散해 나가는 성질을 갖는다. 그래서 대부분의 汚染問題는 國境이 없다. 즉, 英國의 大氣汚染物質이 스칸디나비아 3國을 비롯한 全유럽에 酸性雨現象을 일으키고 프랑스의 알사스 鑛山地方의 鑛尾가 벨지움과 荷蘭에 있는 라인강 하류의 물고기를 죽게하며, 地中海沿岸 16 個國 120 個都市의 生活下水와 廢棄

물이 地中海를 죽음의 바다로 만들고 있음이 그 예라 할 수 있다.

뿐만아니라, 오늘날 環境汚染源(Sources)은 全世界到處에 散在해 있고 自動車, 飛行機, 船舶 등 移動汚染源이 增加되고 있어 汚染의 廣布性 또는 廣域性은 더 絶對해지고 있다.

3) 汚染物質의 自己增殖性

自然狀態의 공기와 물은 스스로 自淨(Self-purification)能力을 가지나 일정 水準以上の 過度한 汚染物質이 混入되게 되면 自淨能力을 잃고 汚染物質이 增殖되어 汚染이 深化되게 된다. 즉 水中의 磷酸(P)과 窒素(N)가 富營養化(Eutrophication)現象을 일으켜 파이토프랑크톤(Phytoplankton)이 過度하게 繁殖되어 水中汚染을 深化시키고 水中生態系에 惡影響을 미치는 것이 그 예라 할 수 있다.

4) 汚染—被害間의 時差性

環境問題는 原因物質→汚染實現→被害의 確認까지에는 상당한 期間이 소요된다. 有毒物質 保管탱크의 폭발과 같은 産業安全事故에 의한 被害는 그 즉시 確認되나 대부분의 典型的인 環境汚染에 의한 被害는 몇年 몇 10年 또는 몇代에 걸쳐 確認된다. 그렇기 때문에 설사 어떤 被害狀態가 확인되었다 하더라도 그 原因이 環境汚染에 의한 것인지 아닌지에 대하여는 상당한 論難이 제기된다. 대부분의 汚染被害가 다 그러하였다. 즉 日本의 이따이 이따이病에 대한 裁判記錄이 그러하고 美國의 수퍼펀드(Superfund) 論爭이 그러하다.

5) 投資者와 收惠者의 相違性

汚染物質의 移動性, 相乘性, 自己增殖性, 廣域性등의 特性때문에 環境汚染의 問題는 그 汚染源 所在地만의 問題가 아니다. 오히려 공기의 移動, 물의 흐름에 따라 汚染物質은 汚染源에서 떠나 他地域, 他空間에서 汚染現象을 일으킨다. 예컨대 英國의 大氣汚染物質(SO₂, NO_x)이 도버 海峽을 건너 유럽大陸에 酸性雨現象을 일으키고, 大邱市內의 家庭下水가 琴湖江을 汚染시켜 그 下流의 水質을 汚染시키는 것과 같은 이치이다.

(社)韓國技術士 會誌

이 경우 原因者負擔原則에 따라 大邱市가 下水 終末處理場을 설치하여 水質을 淨化하더라도 그 惠澤은 막바로 大邱市民에 되돌아 오는 것이 아니라 그 下流住民들에게 돌아가게 된다. 따라서 이와같은 경우 地域間, 國家間에는 그 處理責任의 轉嫁 및 投資問題 등으로 不和 또는 紛爭이 惹起되게 된다.

6) 問題의 共通性—世界性

産業化以前의 停滯的 農耕社會에서는 絶對貧困 그 자체가 環境汚染의 큰 요인이었다. 즉 過度耕作, 過剩放牧, 무자비한 森林伐採등으로 산은 험벗고 沙汰와 洪水가 잦았으며, 土壤은 瘠薄해졌다. 지금 제3世界의 低開發諸國이 當面하고 있는 共通된 環境問題가 바로 이런 문제들인 것이다. 그러나 産業化 이후에는 産業化가 곧 物質的富를 創出해 주는 한편 다른 한편에서는 그 自體가 또 環境을 汚染시키는 主犯이 되고 있는 것이다. 즉 産業化가 어떤 物體의 實像이라면 環境汚染은 그 그림자라 할 수 있을 것이다. 따라서 産業化가 全世界共通的 善의 價値로 追求되는 한 環境汚染은 全世界 共通的 惡의 價値로 殘存하게 될 것이다.

뿐만아니라 위에 소개한 汚染物質의 각종 特性 때문에 오늘날의 環境問題는 어느 한 地域 또는 어느 한 나라에만 局限된 問題가 아니라 各國共通的 全世界的 問題가 되고 있는 것이다. 즉 酸性雨問題, 核塵問題 등이 그 代表的인 예라 할 수 있다.

3. 우리나라의 環境汚染現況과 그 對策

앞의 두節에서 우리는 環境問題의 問題化 趨勢와 그 問題性을 汎世界的 視覺에서 살펴 보았다.

本節에서는 우리나라에 局限하여 1960年代初 盤産業化를 着手한 以來 오늘에 이르기까지 『環境問題에 대한 認識』과 『環境汚染의 要因』 및 汚染現況』이 어떻게 變化되어 왔는가를 살펴본 후 『그간의 對處努力』과 앞으로의 『對策』에 관하여 살펴보고자 한다.

環境問題에 대한 認識의 增大

우리 나라에 있어서도 環境問題는 産業化, 人口의 增加 및 都市化現象과 더불어 1970年代 後半부터 主要 國策課題의 하나로 浮刻되었다.

우리 나라에 있어 本格的인 産業化는 第1次經濟開發 5 年計劃이 推進되기 始作한 1962 年을 그 分水嶺으로 잡을 수 있겠으나 産業化가 公害問題를 惹起시키기 始作한 것은 1964 年以後라 하겠다.

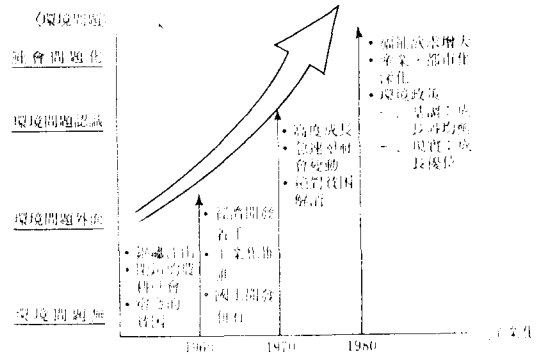
64年度 當時 우리나라 人口가 2千7百萬名인 때에 1人當 國民所得은 103 弗에 不遇하였다.

當時 産業構造는 農林漁業이 全體의 46.8%였고, 社會間接資本·其他가 35.8%였으며, 鑛工業은 17.3%에 지나지 않았다. 이러한 産業分野를 網羅한 國民總生産은 28 億 7 千 6 百萬弗이었다.

이것이 84 年에 이르러서는 人口 4 千 1 百萬名 1人當 國民所得 1,998 弗, 國民總生産 810 億 7 千 3 百萬弗에 달하게 되었고, 産業構造面에서도 社會間接資本과 其他가 56.6%, 鑛工業이 29.9%, 農林漁業은 13.6%로 줄어들어 産業構造가 完全逆轉되었으며 都市化(urbanization) 現象이 深化되면서 우리 社會도 이른바 高度産業社會로 變貌하게 되었다.

이와같은 社會經濟的 條件의 變化에 따라 環

境問題에 대한 認識도 産業化의 進展, 國民所得水準의 向上, 社會構造變化 및 國民福祉欲求의 增大에 따라 크게 變化해 왔는바 이를 簡略하게 說明한다면 다음과 같은 圖式으로 表現할 수 있을 것 같다.



〈그림 1〉 産業化와 環境問題의 相關關係

우리는 위 圖式橫軸의 <産業化>代身에 <人口增加> <都市化> 등의 要因을 代入하여 産業化以外의 餘他 環境汚染要因들의 變化에 따른 環境問題의 問題化 趨勢도 알아볼 수 있을 것 같다.

汚析要因의 增大

1960 年代初 産業化以來 오늘에 이르기까지의 主要環境汚染要因을 간략하게 表로 整理해 보면 다음과 같다.

- 産業化
 - 一 産業構造
 - 一 産業生産性
 - 一 工業團地
 - 一 工場
 - 一 自動車
 - 一 燃料排出量
 - 一 産業廢棄物排出量
 - 一 工場廢水排出量
- 人口增加
 - 一 總人口
 - 一 住宅

	1960	1980	1985
(1次産業)	41.4%	14.4%	14.5%
(2.3次〃)	58.6%	85.6	85.5
一 産業生産性	1	20	33
一 工業團地	—	23個工團	57個工團
一 工場	15,572個所	32,560個所	43,483個所
一 自動車	29千臺	527千臺	1,113千臺
一 燃料排出量	5,500千/屯年	46,767千屯/年	62,745千屯/年
一 産業廢棄物排出量	2,859屯/日	19,259屯/日	31,354屯/日
一 工場廢水排出量	—	1,962千屯/日	3,109千屯/日
○ 人口增加			
一 總人口	2,500萬名	3,800萬名	4,130萬名
一 住宅	330萬家口	532萬家口	627萬家口

○都市化

—都市人口

—市級以上都市

—生活下水排出量

—生活쓰레기排出量

—糞尿排出量

○其他

—毒劇物使用量

—農藥使用量(殘分屯)

—化學肥料使用量(殘分屯)

	39.1%	68.7%	74.1%
	27	40	50('86)61
		7,433千屯/日	8,423千屯/日
	24,990屯/日	43,317屯/日	57,518屯/日
	25千kl/日	38千kl/日	41千kl/日
		43,132千屯	6,630千屯
	1,807屯	16,132屯	18,189屯
	62千屯	828千屯	807千屯

위의 같은 汚染源 및 汚染要因의 增大에 따라 漸次 增大되고 있는 바 1985年度 年間基準으로 5가지 大氣汚染物質과 BOD 基準의 水質汚染負荷量을 살펴보면 다음 表 1과 같다.

〈表 1〉 汚染物質負荷量(1985) (單位: 千屯)

汚染源		計	發電	産業	運輸	暖房
大氣	SO ₂	1,352	423	487	76	366
	TSP	342	108	92	21	121
	NO _x	723	76	44	552	51
	CO	1,361	8	30	273	1,051
	HC	137	14	25	68	30
小計		3,915	629	678	990	1,619
水質	BOD	生活下水: 1,420屯/日				
		工場廢水: 842屯/日				

汚染度現況

여기에서는 위와같은 汚染要因 및 汚染物質의 增加에 따른 大氣, 水質, 土壤 등의 汚染度現況이 어느정도인가를 살펴보고자 한다.

〈大氣汚染度〉

우리나라에 있어 法定 大氣汚染物質은 亞黃酸가스(SO₂), 浮遊紛塵(TSP), 窒素酸化物(NO_x), 一酸化炭素(CO), 炭化水素(HC), 옥시단트(Oxidents) 등 6種이다. 이들 汚染物質은 1986年 7月 現在 主要 8大都市에 設置된 30個所의 自動測定網과 全國 43個市 193個 地點에 設置된 半自動測定器에 의하여 그 汚染度가 測定되고 있

으며, 酸性雨 또한 全國 21個地域에서 44臺의 測定器에 의하여 常時 測定되고 있는바 主要汚染物質別 汚染現況은 다음과 같다.

1) 亞黃酸가스(SO₂)

SO₂ 汚染度推移는 아래 表 2와 같다는 非鐵金屬製鍊이나 製鐵, 코크스製造工程의 原鑛等에 함유된 黃이 化學反應을 거쳐 空氣中에 流入되어 생기기도 하지만 大部分 燃料中의 黃이 燃燒過程에서 산소와 結合하여 생긴다.

〈表 2〉 主要都市의 亞黃酸가스 汚染現況 (ppm)

區分	'80	'82	'84	'85	備 考
서울	0.094	0.057	0.066	0.056	環境基準 0.05ppm
釜山	0.058	0.065	0.050	0.047	
大邱	0.038	0.039	0.040	0.049	
仁川	0.027	0.033	0.056	0.051	

서울의 경우 80년에 0.094ppm 까지 上昇되었던 SO₂ 汚染度는 1981년부터 저유황유 供給으로 크게 改善되었으나 84年 이후 크게 改善되지 않고 同一水準에 머물고 있는 原因은 首都圈內油類消費의 絕對量이 增加되고 있기 때문인 것으로 판단된다.

現在の 趨勢대로 나간다면 91년까지에는 亞黃酸가스排出量이 약 10%정도 增加될 것으로 展望된다.

2) 먼지(TSP)

먼지는 産業活動뿐 아니라 道路나 裸地, 貯

炭場 쓰레기埋立場等 到處에서 發生한다.

그러나 現實의 公害로서의 먼지는 首都圈 釜山, 大邱와 같은 大都市와 시멘트産業體가 있는 忠北의 丹陽, 堤川, 江原의 三陟, 東海 및 全南長城 등 一部地域에서 問題가 된다.

'84 年度의 먼지汚染度 現況을 보면 首都圈 188 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 釜山 210, 大邱 170 으로서 모두 環境基準值 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 超過하고 있으며 이런 現狀은 特히 都心圈에서의 飛散먼지가 그 主犯이라는 事實을 表 3에서 알 수 있다.

〈表 3〉 粉塵排出現況('84) (千屯)

區分	全國	首都圈	釜山	大邱
計	835	229.34	80.13	45.74
○ 固定汚染源	334	69.02	25.02	10.67
- 石炭	251	45.35	7.90	7.18
- 油類	83	23.67	17.12	3.49
○ 飛散粉塵	501	160.32	55.11	35.07
- 道路上粉塵	225	72.00	24.75	15.75
- 工事場粉塵	234	74.88	25.74	16.38
- 其他飛散粉塵	42	13.44	4.62	2.94

3) 옥시단트(Oxidants)

주로 自動車排기가스로 나오는 질소산화물(NO_x)과 탄화수소(HC) 등이 햇빛과 作用, 空氣中에서 光化學스모그 現象을 일으키는 옥시단트는 우리나라의 경우 아직 크게 問題될 進도는 아니다.

〈表 4〉 主要都市 옥시단트 濃度測定值

地域	서울	釜山	大邱	備考
測定值 (最高-最低)	0.18- 0.025	0.10- 0.02	0.06- 0.02	環境基準 0.1ppm/h

그러나 自動車의 人口比 保有臺數가 다른 나라와 GNP 水準면에서 비교할 때 우리나라가 相對的으로 적다는 점과 現在 우리 國民의 自動車에 대한 選好傾向으로 볼 때 가까운 將來 自動車保有臺數는 急増할 것으로 豫測되며 이에 따라 옥시단트문제도 早晚간 問題로 부각될 것으로 보여진다.

4) 酸性雨(acid rain)

1985 年度 우리나라 6 大都市 酸性雨測定值의

最高值 및 最低值는 다음 表 5와 같다.

〈表 5〉 主要都市 酸性雨 測定值('85年度)
正常基準 pH 5.6

地域 汚染度	서울	釜山	大邱	大田	光州	春川
最高值	4.6	5.0	5.3	5.6	5.9	4.9
最低值	6.0	5.3	5.4	5.9	6.2	6.5

〈水質汚染度〉

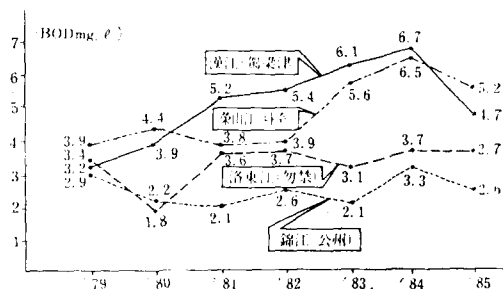
水質汚染은 酸性和 알칼리성程度를 測定하는 수소이온농도(pH), 물속의 有機物의 混入程度를 測定하는 生物化學的 酸表要求量(BOD), 부유물질(SS), 溶存酸素量(DO) 등으로 그 汚染程度를 나타내게 된다. 河川水質은 보통 BOD로 그 狀態를 表示하지만 때로는 水中溶存酸素인 DO로 表示되기도 한다.

1) 河川水質汚染度

河川은 古來로 人類文化의 發祥地였으며 精神文化의 産室이었다. 卽 河川은 우리 사람에게 마실물과 농사지을 물을 제공해 주고 交通의 要路로서 通行과 物易의 中心地 구실을 해 왔다.

自然의 山野水를 우리 人體에 비유한다면 山脈은 骨格이요 들은 筋肉이고 河川은 血管이 될 것이다. 따라서 河川이 汚染된다는 것은 곧 우리 人間의 敗血症과 같다고 할 수 있다.

우리나라도 産業化, 都市가 深化되면서 大都市貫流支川과 工團直下流 河川의 水質은 물론이고 河床과 그 流域의 土壤 및 地下水까지 汚



※ 水質基準: 上水原水 1級: 1ppm 以下
2級: 3ppm 以下
3級: 6ppm 以下
: 農業用水 8ppm 以下
: 工業用水 10ppm 以下

〈그림 2〉 4大江의 年度別 水質汚染現況

染이 深化되고 있다.

四大江의 本流도 그 下流地點에서는 다음 圖表에서 보는바와 같이 3級水質에 惡化하고 있는 實情이다.

2) 沿岸水質汚染度

다음 우리나라 主要港灣 및 沿岸의 汚染度와 赤潮發生現況을 보면 다음 表 6과 같다.

〈表 6〉 主要沿岸汚染度(85年度)

汚染度 \ 地域	釜山	馬山	鎭海	蔚山	光陽	木浦	群山	仁川
最高值	4.3	5.8	4.7	4.4	3.8	5.1	3.4	5.7
最低值	1.1	2.3	0.9	0.8	1.3	1.0	0.6	0.4

※ 海水基準(COD) : · 水産物 棲息適合 : 1ppm 以下
 · 慰樂(海水浴等) 適合 : 2ppm 以下
 · 工業用水 : 4ppm 以下

〈表 7〉 赤潮發生現況

1981	1982	1983	1984	1985
· 鎭海灣 · 洛東江河口	· 鎭海灣 · 洛東江河口	· 鎭海灣	· 鎭海灣 · 洛東江河口 · 蔚山灣 · 忠武沿岸 · 仁川沿岸	· 鎭海灣 · 馬山灣 · 蔚山, 溫山灣 · 固城柴灣 · 北新灣
被害額 18億원	—	—	—	7,700萬원

(註) 鎭海灣一圓은 閉鎖性 海域으로 每年 赤潮發生

土壤汚染

土壤汚染物質은 Cd, Cu, Pb, Zn, Hg, As 와 같은 重金屬 등 化學物質로서 이같은 物質은 主로 工場의 有害産業廢棄物, 鑛山地域의 殘砂物 및 都

市쓰레기 處理場의 有害物質 및 農藥 등 毒劇物들이 地表水 또는 地下水를 통해 土壤에 蓄積된다.

우리나라의 土壤汚染度는 아래表와 같이 아직 까지 그렇게 尤甚한 편은 아니다. 最近들어 長

〈表 8〉 土壤汚染度 및 許容基準('81~'82 標本調査)

(單位 : ppm)

區分	項目別	許容基準	汚 染 度			
			平野地域	工業地域	鑛山地域	河川敷地
農藥	BHC		不檢出	-0.238(0.013)		
	메프		不檢出	-0.040(0.001)		
重金屬	카드뮴	25	0.038-0.821(0.271)	0.195-3.619(0.8240)	0.10-7.25(0.78)	0.19-0.77(0.043)
	구리	125	5.0-58.9(17.758)	4.7-82.0(28.9714)	9.07-325.98(59.13)	51.23-174.84(101.06)
	납	400-500 (450)	—	—	13.93-243.99(42.89)	49.83-192.77(118.50)
	아연	150-500 (325)	—	—	30.23-204.36(68.81)	66.60-187.20(138.05)
	수은	40-50 (45)	0.016-0.435(0.079)	0.023-0.112(0.0611)	0.02-9.18(0.43)	0.16-1.22(0.64)
屬	비소	15	0.034-11.056(2.314)	2.844-7.352(4.368)	1.61-56.84(10.06)	2.53-13.16(6.18)

〈騒音·惡臭〉

項·溫山 등 工團地域 및 「시흥」, 「삼척」 등 全國 15個 鎭山地域과 大邱, 光州, 城南 등 쓰레기埋立場부근의 土壤에서는 위의 重金屬物質이 基準値를 超過하고 있으며 土壤의 酸化現象도 앞으로 化學肥料의 使用量增加에 따라 더욱 惡化될 것으로 展望된다.

騷音·惡臭 및 振動은 日常生活의 靜穩을 파괴하는 公害要因들이다.

그중 騷音의 경우 環境基準은 크게 “一般地域”과 “道路邊地域”으로 나누고 이를 다시 具體的인 用途別로 “가”綠地 病院, 住居 專用地域, “나”準住居地域, “다”商業, 準工業地域 “라”工業地域으로 區分하여 晝間과 夜間의 基準을 다르게 設定하여 適用하고 있는데 그 基準과 1984年 1/4分期中の 騷音度는 다음 表 9와 같다.

〈表 9〉 全國地域別 騷音環境基準 및 騷音度 (1984. 1/4分期)

地域區分	適用對象地域	環境基準		騷音度	
		낮	밤	낮	밤
一般地域	“가”地域(綠地, 病院, 住居專用地域)	50	40	58.5	45.7
	“나”地域(準住居地域)	55	45	57.7	50.2
	“다”地域(商業, 準工業地域)	65	55	66.7	56.2
	“라”地域(工業地域)	70	65	66.3	53.2
道路邊地域	“가” 및 “나”地域	65	55	71.4	63.1
	“다”地域	70	60	76.2	68.9
	“라”地域	75	70	71.9	60.8

一測定地域: 6 大都市(서울, 釜山, 春川, 大田, 光州, 大邱)의 46 個 地域

一測定地點: 230 個地點

一測定回數: 1 個地點 1 日 6 回(낮時間帶 4 回 밤時間帶 2 回)

그리고 이들 騷音과 惡臭은 隣近住民들에게 가장 敏減한 反應을 불러 일으켜 陳情, 歎願, 告發 등 民願이 가장 많은 公害要因이다.

最近 3 年間 環境廳에 接受된 民願狀況을 보면 다음 表 10과 같다.

〈表 10〉 騷音, 惡臭 關聯民願 現況

年度	1983	1984	1985	備考
騷音	852件	753件	684件	·全體 環境民願의 57% 水準
惡臭	166	143	139	

그간의 措置 및 向後主要對策

우리나라도 最近 10 餘年來 特히 1980 年 環境廳 發足以來 이 分野에 關한 必要한 法令을 비롯하여 各種 制度와 基準 등 基本的인 틀(型)은 거의 다 갖추어 놓았다.

卽, 環境保全法, 汚物淸掃法, 海洋汚染防止法 合成樹脂 廢棄物 處理事業法, 毒物 및 劇物에 關한 法律, 環境汚染 防止 事業團法 등 諸 法律과 이들 法律의 施行令, 施行規則을 비롯하여 大氣 水質, 騷音 등 各種 開發事業에 대한 環境影響 評價制度, 排出賦課金制度 및 各種 制度를 導入했으며, 防止施設 設置資金을 融資 支援하기 위한 環境汚染 防止基金을 設置 運營하고 있다.

앞으로 分野別로 力點을 傾注해야 할 主要對策을 要約해 보면 다음과 같다.

〈大氣〉

1) 大氣汚染이 尤甚한 大都市 및 工業團地를 特別對策地域으로 指定하여 汚染物質의 總量規制를 實施하고 警報體制를 導入한다.

2) SO₂ 發生量을 줄이기 위하여 先進國 水準의 低硫黃油 供給을 繼續 擴大해 나가며, 大都市의 燃料도 都市가스 및 LNG로 代替해 나간다.

3) 交通公害를 줄이기 위해 新規製作 自動車를 包含한 排出가스 規制基準을 強化하고 低公害 엔진 開發을 促求하는 同時에 交通體系도 改善해 나간다.

4) 浮遊粉塵을 줄이기 위하여는 都心의 石炭 積置場, 레미콘工場 등을 團地化하여 移轉하고 防塵施設을 設置하는 동시에 對國民弘報도 強化한다.

〈水質〉

1) 全國 17 個 江을 115 個 區間으로 區劃하여 區域別 環境基準과 排出許容基準을 設定하여 水系管理, 地域管理·排出施設 管理를 體系화한다

2) 汚染이 尤甚한 河川區間을 特別對策 地域으로 指定하여 總量規制에 의한 特別 管理를 行한다.

3) 上水 保護區域을 擴大하고 上水源 上流地域에 대하여는 有害物質 排出工場의 入住를 禁止한다.

4) 都市地域의 糞尿 終末處理 施設을 擴充하여 糞尿 및 下水를 全量 衛生處理한다.

5) 海洋汚染을 防止하기 위하여 赤潮 多發地域과 閉鎖地域에 대하여는 各種 海域 利用行爲를 제한하고 有害物質 및 各種 廢棄物投棄行爲를 積極 團束한다.

〈廢棄物〉

1) 再活用 또는 가능한 有價廢棄物은 最優先的으로 資源化한다.

2) 有害 産業廢棄物의 安全 處理를 위해 燒却 施設을 年次的으로 設置 完備하되 餘熱利用 技法을 開發한다.

3) 一般 生活廢棄物은 堆肥化, 衛生 埋立 등으로 處理하되 埋立 完了 然後의 埋立地는 綠地帶 또는 休息空間으로 造成하며 發生되는 가스는 燃料化 한다.

4) 畜産 廢棄物도 制度的으로 管理해 나간다.

〈其他〉

1) 土壤汚染 防止를 위해 化學肥料과 農藥의 過多使用을 抑制하고 客土 등으로 汚染濃度를 줄이는 同時에 汚染尤甚地域에 대하여는 耕作禁止 또는 栽培 作物의 變更을 誘導한다.

2) 騒音公害를 防止하기 위하여는 地域別 時間基準을 強化하여 嚴格히 運營하고 道路邊 住宅地에 대하여는 自動車 走行騒音을 遮斷하는 騒音壁과 樹林帶를 造成한다.

3) 振動 및 惡臭 規制基準도 制定하여 制度的으로 管理한다.

4. 科學技術의 發達과 環境問題

本節에서는 産業化와 科學技術의 發達 및 環境汚染간의 相關關係를 살피본 후 最近 全世界的으로 擴散되고 있는 「低—또는—無公害技術」의 開發趨勢를 紹介하고자 한다.

産業化, 科學技術, 環境汚染간의 相關關係

18C 中葉以來 科學技術의 發達は 産業革命을 胎動시켜 이를 끊임없이 促進시켜 왔고, 보다 적은 努力과 經費로 보다 높은 生産性 追求라는 産業化의 屬性(The Nature of Industrialization)은 科學技術의 發達을 끊임없이 促求해 왔다.

이들 兩者간의 關係 卽 「産業化」와 「科學技術」과의 關係는 하나의 칼의 양날의 관계이거나 아니면 그것보다도 더 가까운 關係 卽 産業化=科學技術의 發達 또는 科學技術의 發達=産業化의 關係라고 해도 無妨할 것 같다.

달걀과 닭과의 關係에 있어서는 어느 것이 먼저인지 알 수 없으나 産業化와 科學技術의 關係에 있어서는 紡績機의 發明이란 새로운 技術이 나오고 난 然後産業化가 着水되었기 때문에 이 兩者間에는 科學技術이 먼저 었음이 分明하다. 그러나 일단 産業化가 始作된 以後부터는 兩者間에 相互促進↔促求關係가 形成되어 科學技術의 發達は 産業化의 進展을 「促進」하고 産業化는 다시 보다 높은 生産성과 보다 높은 效率을 擧揚할 수 있는 科學技術의 發達の 「促求」하는 이틀테면 兩者間的 끊임없는 「促進—促求」作用으로 産業化와 科學技術은 加速的으로 發展하여 오늘날에 이르러서는 高度技術産業社會를 이룩하게 된 것이다.

原來 産業化(Industrialization)란 英語의 産業(Industry)이란 말의 語幹: Indust가 In(안)+Dust(먼지)로서 環境汚染物質中에서도 가장 原初的이고도 第一次의 汚染物質인 「먼지속」 또는 「紛塵內」를 의미하고 있듯이 必然的으로 環境汚染(Environmental pollution)을 誘發하는 屬性(nature)을 갖고 있었던 것이다. 그러하기에 資本主義의 利潤動機가 이에 結府되어 産業化와 市場經濟를 부채질한 나머지 生産과 消費構造가 大量生産↔大量消費樣態로 바뀌어 自然資源은 再生産限界를 넘어 過消耗되고 再生不可能한 化石燃料은 바닥이 들어날 危機를 直面하게 되었으며 自然生態系는 그 均衡을 잃고 滅種, 變異 등 그 健康을 잃어가고 있는 것이다.

오늘날의 이같은 環境的 危機(Enviromental Crisis)에 대해 美國의 科學者 배리 콤머너(Barry

Commoner)는 “그 根本的 原因이 進路를 잘못된 技術의 屬性(The nature of technology which had gone wrong) 때문”이라고 했으며, 또다른 類似見解는 “오직 專門家들의 손안에만 知識을 맡겨 놓고 있는 科學(Science Which Put Knowledge in the hands only of Specialists) 때문”이라고도 한다.

일찌기 노우벨賞(Nobel Prize)의 創始者인 알프레트 노우벨(Alfred B. Nobel)이 畢生의 努力으로 다이나마이트를 發明했지만 그것이 平和的으로만 쓰이지 않고 무서운 破壞力을 가진 武器로도 쓰이게 되자 이를 後悔하고 報償하는 뜻에서 平生 모은 全財産을 내놓고 노우벨賞을 제정했듯이 個個 科學者나 技術者 自身들은 새로운 發明이나 新技術의 開發을 天職으로 삼고 조그마한 個人研究室에서부터 大規模 公共事業場의 實驗研究室에 이르기까지 全世界 도처에서 좁고 깊은 自己 專門分野의 研究에만 沒頭한 나머지 그 結果 얻어진 새로운 産業技術과 化學物質의 環境汚染에 대한 影響이나 他用途에로의 惡用與否는 미처 생각지도 못하고 있었던 것이다.

지난날의 科學技術의 發達과 産業化의 進行이 이려했던 結果 오늘날 우리 人類는 物質的 豊饒 속에 최고도로 耽溺되어 史上 最大의 寧逸을 누리면서도 다른 한편으로는 物質萬能主義下의 人間喪失이란 精神的 貧困 속에서 環境汚染이란 重病을 앓고 있는 것이다.

20C 後半에 들어 이같은 危機를 自覺한 우리 人類는 1970年代 初盤부터 이 問題에 대하여 全世界의 共同對處해 나가고자 從來의 經濟成長과 資源利用 및 環境管理方式을 바꾸기 위한 努力을 傾注하고 있는 것이다.

그中 環境問題와 直結되는 對處努力의 代表的인 것이 「低-또는-無公害技術(Low-or non-pollution technology)」開發이라고 할 수 있다.

低-또는-無公害技術의 開發

「低-또는-無公害技術開發」運動은 科學技術의 開發에 새로운 方向을 提示하는 汎世界的 運動이라고 할 수 있다.

即 從前의 技術開發은 環境問題는 별로 意識하지 않고 오직 生産性 向上만을 追求하는 技術

開發이었는데 비해 「低-또는-無公害技術」의 開發은 “環境의 健全한 技術(Invironmentally-sound technology)”의 開發 即 環境汚染을 最少化하거나 전혀 없게 하는 産業技術의 開發로 그 方向을 一大 轉換했음을 意味한다.

〔概念〕

「低-또는-無公害」란 概念은 항시 두 目標 即 ① 環境의 惡化를 줄이고, ② 自然資源의 保全을 늘리는 쌍둥이 目標를 갖는다. 그리고 그것은 항시 量的으로 저고 質的으로 덜 危害로운 産業廢棄物을 排出하는 即, 粗原料와 에너지를 經濟的으로 利用하고 生産物의 利用 및 處分에 있어서 汚染을 적게 내는 工程을 勸裝한다.

그리고 「低-또는-無公害技術」은 다음의 모든 「Chain」과 「link」에 適用될 수 있다.

1. 原料의 生産(Production of raw materials.)
2. 原料의 수송(Transportation of raw materials.)
3. 완성재 또는 半완성재의 제조(Manufacture of finished and semi-finished products.)
4. 수송, 보관, 판매를 포함한 生産物의 배포(Distribution of products, including transportation, storage and sale.)
5. 제품의 처분 및 재생활용(Disposal and possible recycling of used products.)

그리고 低-또는-無公害技術의 이와같은 概念은 多岐多樣한 生産의 모든 次元(levels)과 他 産業活動(other business activity)에서도 應用될 수 있다. 即

- A. 生産 및 산출에 대한 概念(Conception of product or output)
- B. 제조공정설계(Design of manufacturing)
- C. 잔여품 및 生産物의 재이용(Design of residuals, and reuse of products.)
- D. 古폐기물로부터 新資源을 生産해 내기 위한 중앙폐기물처리 시설의 설계(Design of a central waste-handling facility to produce new resources from old residues.)
- E. 폐기물처리과정 이전에 폐기물 自體를 배출하지 않도록 하는 전 체제적 설계(Design of the system as a whole, including how to

avoidwaste “before a process begins rather than handling waste effectively after it has been produced.”)

以上の各分野에서 「低一또는—公害技術은 開發되어야 한다. 結局 低一또는—無公害技術은 앞으로 能率의 極度(final degree of efficiency)를 測定하는 唯一한 規範이 될 것이며 低一또는—無公害技術中에서도 「低一및—無廢棄物技術(low-and-non-wart technology)」 淸淨技術(clean technology)의 一環으로서 産業工程(Industrial process) 및 裝備와 機械(Equipment and machinery) 그리고 生産設備(Production facilliter) 및 産物(Products) 그 自體를 再設計, 再考案케 하고 廢棄物의 排出을 最少化하는 동시에 排出된 廢棄物의 再活用에 크게 寄與하게 될 것이다.

이 地上의 모든 個別經濟와 모든 公共事業이 모두 다 이와같은 方向에서 올바른 技術을 選擇하고 最適의 立地를 잡아 資源을 合理的으로 利用하고 生産의 副作用을 最大限으로 除去한다면 이는 곧 生産原料와 에너지를 節約하고, 廢棄物과 副産物을 再利用함으로써 「環境적으로 健全한 開發」(Invironmentally sound Development) 이 될 수 있을 것이다.

〔成功事例〕

「低一또는—無公害技術」 또는 「低一및—無廢棄物技術」 開發은 1980年代에 들어와 全世界의 으로 擴散되고 있다.

특히 先進産業化 諸國에서는 높은 水準의 環境基準과 罰課金制度 및 各種 인센티브제도를 導入하여 이의 開發擴散을 促進하고 있다.

이에 1984年 UNEP의 産業環境事務所(Industry and Environment office Paris)가 汚染豫防事業(Pollution Prevention Business)誌에 紹介한 成功事例를 간추려 보면 다음과 같다.

〈프랑스의 경우〉 한 精油工場에서 1,100萬 프랑을 投入하여 廢炭化水素(waste hydro carbons)를 回收한 결과 年間 540萬 프랑의 運營收益을 擧場하고 있다.

〈蘇聯의 경우〉 製鐵 및 製鋼工場에서 나오는 쇠부스러기(slags)의 90% 정도를 道路建設用廢石 또는 시멘트 및 도자기 공장 의 粗原料 또는

肥料로 使用하고 있으며, 農産廢棄物을 家畜의 飼料 또는 메탄가스 및 메타놀 生産원료로 사용하고 있다.

〈印度의 경우〉 全國 20,000 個의 가스工場은 動植物의 쓰레기를 利用하여 메탄가스를 生産하여 주방용 및 照明用으로 쓰는 한편 肥料로 利用하기도 한다.

〈필리핀의 경우〉 銅製鍊所에 黃酸工場과 肥料工場을 併設하여 銅製鍊過程에서 나오는 黃의 98%를 回收하여 黃酸과 肥料를 製造하는 한편 黃鐵 鑛石은 태워 그 熱을 利用하고 있다.

〈美國의 경우〉 사례 1) 한 工場에서는 하루 1,300 噸의 廢棄物을 태워 年間 100,000m³의 石油使用에 맞먹는 증기에너지를 生産하여 “제너럴 일렉트릭” 電氣會社에 販賣함으로써 廢棄物은 廢棄物대로 處分되고 증기에너지를 팔아 돈은 돈대로 벌고 또 쇠붙이와 灰分도 回收하고 있으며,

사례 2) 미시건州에 있는 다오회사(Dow Company)의 한 工場에서는 冷却水의 再活用을 위해 720萬弗을 들여 28개의 冷却塔을 設置하였던 바 運營能率은 上昇되고 물값은 적게 들어 年間 投資費의 10% 정도가 回收될 것으로 展望된다.

사례 3) 한 電氣도금工場에서 廢크롬(Cr)을 줄이고 殘締物을 回收하기 위해 3臺의 film vacuum evaporator와 2臺의 electrolytic oxidation system을 170,000\$을 들여 設置했던 바 初年度에 480 噸의 크롬酸과 120萬弗의 經費를 節約했다. (단약 이만한 정도 的 크롬이 잘못 취급되어 湖水로 流出된다면 表面積 10ha에 길이로 40m 정도가 汚染되어 湖水의 송어(trout)의 半이 죽고 말았을 것이다.)

〈中共의 경우〉 石炭에서 黃을 추출하여 大氣 汚染物質인 亞黃酸 가스(SO₂)를 原初의 으로 없애고 추출된 黃은 他用途로 利用된다.

〈西獨의 경우〉 사례 1) 新設된 크롤알카리 工場에서는 값비싸고 危險스러운 수은사용의 必要性을 完全 除去했다.

사례 2) 린스프링게에 있는 1日 150 噸 규모 的 할젤(Harjer) 製紙工場에서는 소위 高速여과막(super cell)을 利用한 超高速淸水方法을 이용

하여 廢水를 전혀 내지 않는 zero-discharge-approach 를 試圖하였던 바 악취, 미생물 번식 및 溫度損失을 減少시켜 주는 한편 熱의 回收 및 下水道稅의 減免에서 상당한 利益을 보게 되었다.

이상에서 우리는 低—또는—無公害技術開發의 實例를 各國의 成功事例에서 간략하게 살펴 보았다.

이름 全世界的으로 普遍化되고 있는 無公害技術의 開發은 特히 다음 各分野에서 活潑히 展開되고 있다.

- 鑛物質(mineral raw materials)의 廢石(tailing) 再活用
- 廢水 再循環(waste water recycling)
- 鍍金産業에서의 金屬回收(Metal recovery in the Plating Industry)
- 乳漿의 産業에의 利用(Industrial use of whey)
- 시안을 사용하지 않는 鍍金方法(cyanide-free plating system)
- 動植物性 廢棄物의 再活用(Reuse of Animal and Plant Wasters)

5. 맺음말—汚染豫防 優先原則

環境問題가 本格的으로 汎世界化된 이래 지난 한 世代 동안의 每 10年마다에는 各기 다른 特性을 갖고 있다고 보여진다.

1960年代 初盤, 그러니까 우리나라가 第1次 經濟開發 5年計劃을 着手하던 1962年 라셀 카슨(Rachel Carson)女史는 「沈默의 봄(silent spring)」을 發表하여 디디티(D.D.T.)와 여타 殺虫劑가 野生動植物을 損傷(damage)시키고 種(species)이 死滅(extinction)되고 있다고 警告했다. 이것은 戰後 最大의 好況期를 맞아 相對가 없는 絶對的 價値로 上昇 커브만을 타고 치솟던 産業化에 대하여 큰 警鍾을 울렸던 大事件이 었다.

이로써 環境保全에 관한 認識이 全世界的으로 擴散되기 시작했다.

그다음 1970年代 初盤, 그러니까 앞에서 소개한 「沈默의 봄」이 出刊된지 꼭 10年이 되는

1972年에 로마클럽은 소위 메도우즈報告書라고 불리우는 「成長의 限界」를 發表했다.

UNEP의 産業環境事務所는 이 報告書를 일컬어 「生態學的 爆彈」이라고 부르게 되었고, 이로부터 成長이나? 保存이나? (either or... philosophy)의 兩者擇一論 내지 兩者對立論으로 팽팽하게 맞서게 되었다.

그러던 것이 1980年代에 들어와서는 UNEP의 各種會議와 世界産業環境會議(World Industry Conference on Environmental Management; WICEM) 등이 成長과 保全의 兩立論을 強調하게 되자 全世界的 雰圍氣는 「環境의 質을 維持하는 持續的 經濟成長(Sustainable Economic Development with Environmental Quality)」 또는 「環境적으로 健全한 開發類型(Environmentally-sound Patterns of Development)」 등의 新造語들이 만들어지면서 産業 및 科學技術側面에서는 앞 節에서 論及한 「低—또는—無公害技術開發」運動이 붐을 이루게 되고 各國의 政策基調는 成長과 保全의 均衡調和로 定立되게 되었다.

지금 우리가 갖추고 있는 거의 모든 法令과 制度는 소위 舊 3P原則 즉 原因者負擔原則(Polluter-Pays-Principle)에 의거 汚染物質이 排出된 後의 事後的 處理와 團束에 重點이 맞추어져 있었으나 앞으로는 그 基本方向을 低—또는—無公害技術의 開發로 新 3P原則 즉 豫防優先原則(Pollution Provention Pays)이 實現될 수 있도록 이 分野에 보다 積極적인 努力이 傾注되어야 하리라고 생각된다.

即 技術士 여러분들을 비롯한 科學技術界에서는 原料生産段階에서부터 最終 廢棄物의 處理過程에 이르기까지 全産業過程(Industrial process)에 應用될 低公害 내지 無公害技術을 開發해 내고 産業界에서는 이들 新技術을 導入하여 生産工程을 果敢하게 改善해 나가야 하며 政府도 이들 新技術의 開發과 産業에의 導入利用을 積極적으로 支援할 수 있는 諸般支援等を 마련하는 한편 政府自身도 調查研究機能을 總動員하여 外國의 新情報, 新技術의 導入에 앞장서 나가야 한다.