

# 工業化와 環境保全의 適正化를 爲한 動態的 模型定立에 關한 研究

金 安 濟  
(서울大 環境大學院 教授)

## 目 次

1. 研究의 目的과 方向
  2. 工業化와 環境의 意義
  3. 工業化와 環境間의 相互關係
  4. 工業化에 依한 環境汚染의 社會經濟的 分析
  5. 經濟成長과 環境保全의 適正化를 위한 動態的 模型
  6. 動態的 接近方法의 實踐的 方策
- 參考文獻

### 1. 研究의 目的과 方向

오늘날 國力의 比較는 곧 經濟力의 比較로 歸結되며, 이러한 經濟力은 GNP 라는 指標에 의하여 數量的으로 表示되는데 一般的이다. GNP 를 構成하는 諸要素 가운데 가장 큰 部分을 차지하고 있는 것이 工業에 의한 總生産量이므로 一國의 經濟力은 工業化의 程度로써 代辦되어질 수 있다고 하겠다. 여기에 先後進國을 莫論하고 工業化에 主力을 傾注하는 所以가 있는 것이다.

한편, 工業化가 經濟成長에 寄與하는 肯定的 側面에 못지 않게 우리의 關心의 對象이 되는 것은 그것이 招來하는 不利益의 所産이다. 工業化가 가져오는 代表的인 不利益이 바로 自然環境의 破壞와 人間環境의 汚染인 것이다. 工業化의 程度가 커질수록 環境의 退落은 그만큼 더 심해지게 된다. 環境保全의 問題意識은 이와 같은 工業化의 環境에 對한 否定的 作用이라는 關係에 伏在하고 있는 것이다.

工業化가 經濟成長과 가지는 相互比例의 關係와 그것이 環境保全과 가지는 相互反比例의 關係야말로 特別히 物量의 絶對的 不足을 充塡하고 落後된 經濟狀態를 發展시키기 위하여 工業化를 서두르고 있는 우리나라를 위시한 開發途上國에 있어서는 解決하기 어려운 課題의

屬性인 것이다. 여기에 工業化와 더불어 環境保全의 問題를 아울러 苦心하고 研究해야 할 意義가 있다고 하겠다.

筆者는 이와 같은 問題意識에 基礎하여 먼저 工業化와 環境의 意義를 概觀하고 兩者間的 相互關係性을 살펴 본 뒤에 工業化가 環境에 미치는 社會經濟的 影響을 分析하고 끝으로 經濟成長과 環境保全의 適正化를 위한 하나의 動態的 模型을 樹立해 보고자 한다.

本研究는 特定한 하나의 國家나 어떤 特殊한 事例만을 對象으로 하지 않고 經濟와 環境이 存在하는 一般的 地域을 研究對象으로 하였으며, 具體的 資料의 例示는 주로 우리나라의 것으로 하였음을 附言하는 바이다.

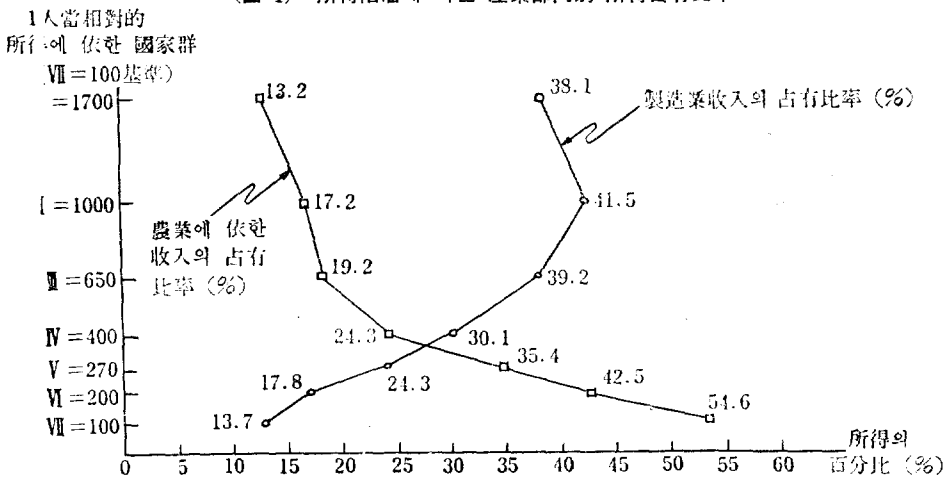
## 2. 工業化와 環境의 意義

### (1) 工業化의 概念과 效果

工業化(industrialization)란 生産體制가 工業中心으로 轉換되어 가는 過程이며, 여기서 工業이란 無生物的인 힘의 源泉과 關聯된 機械的 手段에 의하여 原料로부터 中間財나 完製物을 形成해 내는 産業을 말한다. 組織과 技術을 그 바탕으로 하는 工業化는 보는 側面과 分析의 方向에 따라 그것이 가지는 影響은 雜多할 수가 있으나 여기서는 다만 經濟的 效果만에 局限하여 概觀해 보고자 한다.

工業化가 經濟成長이나 經濟開發의 가장 重要한 決定要素임은 例外없는 事實인 것 같다. 經濟成長을 1人當 基準의 增加된 實質所得이란 指標로서 나타낼 때, 이 1人當 所得中 工業部門과 非工業部門이 차지하는 占有比는 1人當 所得이 높은 國家일 수록 工業部門의 그것이 크게 나타나고 있는 것이다. 이것은 58個國에 대한 다음 그림과 같은 研究結果로서 쉽게

〈圖 1〉 所得階層에 따른 産業部門別 所得占有比率



資料: Simon S. Kuznets, *Six Lectures on Economic Growth*, New York: Free Press, 1961.

立證될 수 있다 卽, 이 資料는 1人當의 相對的 所得이 높은 나라일 수록 製造業의 所得比率이 높고, 1人當의 相對的 所得이 낮은 나라일 수록 農業部門의 所得占有比가 높음을 示唆하고 있는 것이다.

한편 우리나라의 境遇를 보면 第2次産業의 總生産은 1962년부터 1966년까지는 年平均 14.2%씩 增加하고 1967년부터 1971년까지는 20.3%씩 增加하여 1960년에 總 GNP 中 12.1%의 占有比率을 보이던 것이 1971년에는 24.5%의 比率을 나타내었던 것이다 (<表 1> 參照). 그리고 生産別 輸出實績을 <表 2>에서 살펴 보면 1960년에 輸出總額中 21.9%의 構成比率을 보이며 農産物이 1972년에 와서는 겨우 2.9%에 이르고 있는 反面에 工業生産物

<表 1> 韓國의 年度別 및 産業別 GNP (1970年 不變價格; 單位: 10億圓)

區 分	年 度								1962~	1967~
	1960	1962	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1966間 年平均 成長率	1971間 年平均 成長率
總 GNP	1,119.72 (1.9)	1,220.98 (3.1)	1,719.18 (12.4)	1,853.01 (7.8)	2,087.12 (12.6)	2,400.49 (15.0)	2,589.26 (7.9)	2,826.82 (9.2)	7.8	10.5
第1次産業	46.57 (-1.3)	492.17 (-5.8)	667.91 (10.8)	634.78 (-5.0)	650.08 (2.4)	731.48 (12.5)	724.59 (-0.9)	748.46 (3.3)	5.3	2.5
第2次産業	16.80 (0.4)	161.69 (14.1)	274.62 (15.6)	334.02 (21.6)	416.70 (24.8)	499.59 (19.9)	590.74 (18.2)	690.42 (16.9)	14.2	20.3
第3次産業	56.35 (2.8)	567.12 (8.9)	776.65 (12.6)	884.21 (13.8)	1,020.34 (15.4)	1,169.42 (14.6)	1,273.93 (8.9)	1,387.94 (8.9)	8.4	12.3

註: (1) 괄호 안의 수치는 前年對比 增加率 (%)

(2) 年平均 成長率은 各 年度成長率의 算術平均인.

資料: 韓國銀行, 國民所得年報: 1972, 서울: 韓國銀行, 1972.

<表 2> 韓國의 年度別 및 産業別 輸出實績 (單位: 千弗)

區 分	年 度 別								
	1960	1962	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
輸 出 總 額	32,388	56,702	255,751	358,502	500,408	702,811	1,003,808	1,352,037	1,806,962
農 産 物	7,078 (21.9)	13,041 (23.0)	24,336 (9.5)	16,971 (4.7)	21,607 (4.3)	29,748 (4.2)	30,056 (3.0)	37,992 (2.9)	52,994 (2.9)
水 産 物	5,755 (17.7)	12,474 (22.0)	37,536 (14.7)	52,834 (15.0)	50,856 (10.2)	66,052 (9.4)	82,324 (8.2)	103,983 (7.7)	137,467 (7.6)
礦 産 物	13,681 (42.2)	15,877 (28.0)	34,195 (13.4)	37,612 (10.3)	41,005 (8.2)	51,995 (7.4)	52,059 (5.2)	47,207 (3.4)	32,234 (1.8)
工 産 品	5,871 (18.2)	15,310 (27.0)	159,684 (62.4)	251,175 (70.0)	386,940 (77.3)	555,055 (79.0)	839,369 (83.6)	1,628,558 (86.0)	1,584,268 (87.7)

註: ( ) 내는 構成比率인.

資料: 商工部, 輸出統計, 1972年 12月.

은 1960년에 11.2%의 構成比率에 지나지 않았으나 1972년에는 勿驚 87.7%의 높은 比率을 示顯하고 있는 것이다. GNP가 한 國家의 生産能力을 나타내고 輸出고가 그 나라 産業基盤의 健全性을 表示하는 것이라고 보고 一國의 經濟成長이 그 나라 生産能力과 産業基盤健

全度の 函數라고 한다면, 工業化가 우리나라의 經濟成長에 미친 重要性和 影響力은 극히 컸다고 하겠다.

이와 같은 工業化의 程度는 各國의 業經成長의 程度를 規定지를 뿐만 아니라 國家間 經濟力의 差를 招來하는 決定的 要素이기도 한 것이다. 一般적으로 工業國家는 非工業國家에 比하여 1人當 生産高가 월등히 높게 되어 있으며, 이는 工業國인 美國의 1961年度 1人當 所得이 2,790 弗임에 대하여 農業國인 印度와 中國의 同年 1人當 所得은 各各 前者의 2.5%와 3%에 不過한 70 弗과 85 弗이었다는 事實에서 쉽게 理解될 수 있다.<sup>(1)</sup>

工業化는 經濟成長에만 正比例적으로 作用하는 것이 아니라 生産量의 增加와 더불어 經濟的 構造의 變化까지도 包含하는 經濟開發에도 크게 寄與하게 된다. 土地利用의 形態, 經濟活動人구의 再配置, 市場構造의 變化, 日常生活의 形態, 人間의 思考方式과 價值基準 등은 工業化에 따라 刷新되고 혹은 變質되어 가는 것이다. 工業化는 連續的인 變化와 함께 前提條件을 同伴하는 것이므로 工業化의 衝擊은 結果的인 同時에 豫發的(anticipatory)이기도 하다.<sup>(2)</sup>

## (2) 環境의 概念과 構成

環境(environment)은 人間이란 主體를 둘러싸고 있는 一切의 周圍를 말한다. 人間의 環境은 크게 自然環境과 人工環境(혹은 社會環境)으로 分類될 수 있으며, 前者는 또한 生物環境과 非生物環境으로 區分되고 後者는 物理的 人工環境과 社會經濟的 人工環境으로 나누어질 수 있다. 自然環境이 均衡과 調和를 原則으로 한 homeostatic 혹은 cybernetic한 것이라면, 人工的인 社會環境은 便利와 能率을 原則으로 한 契約的이고 組織的인 것이라고 할 수 있다.

人間은 自然環境 가운데 生物環境을 形成하는 하나의 要素인 同時에 人工的 社會環境의 造成者이다. 人間은 生物環境의 한 要素인 만큼 生態系(ecosystem)의 原理에 따라 生成되고 變化하며 死滅되어진다. 卽, 植物(生産者)이 太陽光線을 받아 光合性作用으로 「에너지」와 營養을 만들어 놓으면 草食動物(第一消費者)이 그것을 먹고 살고 다음에는 肉食動物(第二消費者)이 다시 草食動物을 取食하여 生存을 營爲하며, 動植物이 죽게 되면 「박테리아」, 「곰팡이」, 「바이러스」 등 (解體者)이 그 死體들의 原形質을 解體하여 土壤으로 還元시키고 다시 植物은 그 土壤에 뿌리를 박고 營養을 取하여 成長하게 되는<sup>(3)</sup> 크다란 回傳體系의 한 部分을 차지하고 있는게 人間인 것이다. 이러한 生態系는 「에너지」 및 營養의 傳授와 水分, 熱, 酸素, 二酸化炭素 등의 授受로서 維持되고 있다. 한편 人間은 環境의 造成者로서의 機能을 갖고 있으니 自然環境을 變形시키는 消極的 造成機能과 새로운 環境을 創出하는 積極

(1) David L. Sills, ed., *International Encyclopedia of the Social Sciences*, New York: The Macmillan Co. & the Free Press, 1968, Vol. 7, p.255.

(2) Vilbert E. Moore, *The Impact of Industry*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1965, p.7.

(3) 徐南同, “成長과 均衡의 倫理”, 新東亞, 1973年 4月號, p.279.

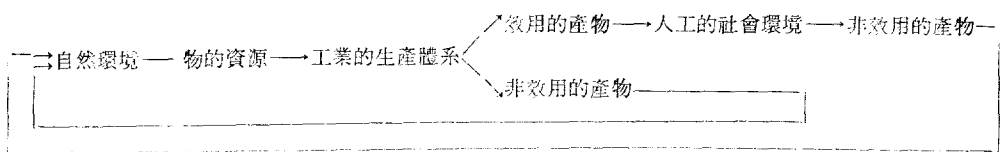
的 造成機能이 그것이다. 工業化야 말로 人間이 그의 環境造成機能을 行使함으로써 나타난 가장 커다란 月産이라고 할 수 있다.

環境의 한 要素인 同時에 環境의 造成者로서의 人間은 環境을 變形하고 創出하는 한편 自然環境과 人工的 社會環境의 影響을 받는 二元的 地位에 있다. 環境을 形成하고 있는 構成分子 相互間은 勿論, 自然環境과 人工環境 그리고 部分環境(sub-environment)들 간에도 相互間에 影響을 주고 받는 交互的 作用을 끊임없이 계속하게 된다.

### 3. 工業化와 環境間의 相互關係

人工的 社會環境의 한 部分을 形成하는 工業化는 自然環境을 爲始한 諸環境과 끊임 없이 影響을 주고 받고 있다는 事實은 이미 前述한 바 있다. 工業化의 核心的 要素인 物的 資源은 自然環境 가운데 存在하며, 工業化의 產物은 環境으로 投入되어 진다. 即, 自然環境으로부터 拔取된 物的 資源은 工業이란 mechanism 속으로 들어가서 科學的인 一定한 過程을 거쳐 產物로서 나오게 되는데, 이 產物 가운데 人間의 立場에서 効用性을 가진 產物은 人工的 社會環境으로 投入되고 非効用的인 產物은 바로 自然環境으로 돌아가게 되며, 또한 人工的 社會環境으로 投入된 効用的 產物은 그것이 지닌 効用價値가 消滅되어지면서 그것 亦是 自然環境으로 되돌아가게 된다. 이러한 循環過程을 圖式化하면 다음과 같다.

〈圖 2〉 物的 資源의 循環過程



物的 資源은 人間의 欲求를 充足시키기 위한 手段으로서, 혹은 經濟的 生産의 可能性과 費用에 대한 有良한 條件(limiting conditions)으로서 人間生活에 重要한 意義를 갖고 있다.<sup>(4)</sup> 이러한 物的 資源 가운데 어떤 資源은 再生産的 機能을 갖고 있어 外的인 制約要因이 크게 影響하지 않는 限 그 資源의 總量은 긴 時間을 그대로 維持되지만, 特히 地下資源과 같은 物的 資源은 再生産機能이 없거나 있어도 極히 弱하여 消耗의 速度에 比例하여 絶對總量이 減少하여 가게 된다. 다음 表에서 알 수 있는 바와 같이 工業化에 必要한 大部分의 地下資源은 現在 埋藏量을 1 倍로 잡는 경우에도 1 百年內에 모두 枯渴되어지게 되며, 耐用限界年에 이르러 鑛質은 低下되고 單位當 採掘費用은 遞增된다는 點을 고려하면 地下資源의 消滅時機는 더 短縮되어질는지 모른다.

人間은 相衝突이며 同等視되는 두 개의 基本的인 特性으로 形成되어져 있다. 하나는 自然

(4) Wilbert E. Moore, *op. cit.*, p.24.

〈表 5〉

主要地下資源의 耐用年數指標

(單位:年)

地下資源의 種類	靜態的 耐用年數指標	幾何級數的 耐用年數指標	現在 埋藏量을 5倍로 增加한 場合의 幾何級數的 耐用年數指標
알루미늄	1,000	31	55
크롬	420	95	154
石炭	2,300	111	150
코발트	110	60	148
銅	36	21	48
金	11	9	29
鐵	240	93	173
鉛	26	21	64
망간	97	46	94
水銀	13	13	41
모스덴	79	34	65
天竺개	38	22	49
니켈	150	53	96
石油	31	20	50
플라티나	130	47	85
銀	16	13	42
錫	17	15	61
텅스텐	40	28	72
亞鉛	23	18	50

資料:徐南同,“成長과 均衡의 倫理”,新東亞,1973年 4月號, p.275 〈表 1〉.

性이고 다른 하나는 經濟性이다.<sup>(5)</sup> 前者의 特性은 人間으로 하여금 純粹와 靜潔을 追求케 하고, 後者의 特性은 人間에게 豐饒와 便益을 좇도록 強要하게 된다. 人間의 經濟的 屬性은 物量의 所有慾과 더불어 人間의 競爭心에 의하여 相乘的으로 刺戟됨으로써 人間의 天賦한 自然性에 優越 乃至 支配하기에 이르러 行하게 된다. 이리하여 人間은 더 많은 消費財를 生産하기 위하여 더 많은 資源을 發掘하기 위한 努力이 行하여지게 된다. 이와 같은 人間의 經濟的 屬性을 基底로 한 工業的 生産活動은 크게 세 가지의 附隨的 結果를 뒤따르게 하고 있다.

그 첫째는 工業生産의 投入要素인 資源의 減少現象이다. 위에서 言及한 바와 같이 地下資源은 工業化에 가장 中樞的 役割을 擔當하면서도 再生産的 能力을 갖지 않고 있으므로 그의 利用壽命은 未久에 그 限界에 이르게 될 것이 確實視되고 있다. 賦存資源의 世代別 割當이나 世統別 適正利用量의 合理的 決定없이 當時點에서의 最大生産에만 注力을 하는 現在까지의 經濟活動의 原則이 繼續된다면 現在 利用되고 있는 資源의 消滅時機는 相當히 빨리 到來하게 될 것이다.

둘째로 惹起되는 附隨的 結果는 科學技術의 發達과 都市化이다. 工業化는 稀少性을 가진

(5) Thomas D. Crocker & A.J. Rogers, III, *Environmental Economics*, Hinsdale, Ill.: The Dryden Press, Inc., 1971, p.2.

資源으로부터 最大의 効用을 가진 物的 財貨를 生産해 내는 하나의 mechanism 이다. 따라서 그것은 科學의 方法을 만드시 援用하게 되며, 科學의 方法은 바로 道具의 改良과 技術의 發達로서 나타나게 되는 것이다. 一定한 資本과 勞動力下에서 單位生産量을 높일 수 있는 第一의 方法이 科學的 技術의 開發이라는 原理를 具現하는 唯一한 生態系의 存在가 바로 人間인 것이다. 한편 工業化는 單位投入當 產出의 極大化에 活動目標의 焦點을 두고 있으므로 規模의 經濟性(economies of scale)과 產業間의 聯繫性 및 市場性을 爲始한 集積의 利益性을 當然히 追從하게 마련이며, 이의 追從은 곧 人間과 物資의 集中이라는 形態로 나타나게 된다. 都市化는 이와 같은 工業化의 必然的인 所產으로 나타난 現象의 하나라고 할 수 있다. 때로는 小規模의 都市化가 工業化와 無關하게 生成되기도 하지만 그것이 어느 程度以上으로 都市化가 되기 위해서는 集中의 經濟的 便益에 따른 工業과 都市間의 密接한 關係性을 全然 外面할 수는 없는 것이다.<sup>(6)</sup>

工業化에 따른 또 하나의 附隨結果는 殘滓物의 增加이다. 殘滓物은 生産過程에서 排出되어 直接 自然環境으로 流入되는 것과 生産된 財貨로서 一旦 人工的 社會環境에 投入되어 人間에 依하여 利用되다가 一定期間이 지나 그의 効用價値가 消滅된 後에 自然環境으로 流入되는 것이 있다. 前者에 該當되는 것으로서 代表的인 것은 大氣로 流入되는 工場粉塵과 河川 및 海洋으로 流入되는 工場廢水이고, 人間이 生産財나 消費財로 使用하다가 버리는 廢棄物이 後者の 殘滓物에 該當된다. 自然環境으로 直接 或은 間接으로 流入되는 이들 殘滓物은 工業生産品의 種類와 製造過程의 形態에 따라 量과 質에 있어 모두 相異하지만 一般的으로 보아 投入되는 資源, 即 原料의 量과 產出되는 生産의 量에 一定形態로 比例하여 그 量이 增減한다고 볼 수 있다. 따라서 生産高가 높아질수록, 곧 工業化가 加速될수록 그에 따른 殘滓物은 점점 增加하게 된다.

自然環境으로 流入되는 殘滓物은 環境을 汚染시키고 退落시키게 되며, 殘滓物이 工業化, 即 經濟成長의 附隨的인 所產인 만큼 經濟成長과 環境保全間에는 所望스럽지 못한 相反된 關係性이 存在한다고 볼 수 있다. 그러므로 모든 成長하는 經濟는 環境의 質을 低下시킨다는 問題와 直面하게 되는 것이다.<sup>(7)</sup> 經濟成長의 持續은 環境의 汚染과 退落을 不可避하게 할 것이며, 環境의 保全을 위해서는 經濟의 減少된 成長率을 甘受하지 않으면 안될 것이다.<sup>(8)</sup>

여기서 우리는 다음과 같은 세 가지의 크다란 世紀的 課題를 提起할 수 있게 된다. 그 첫째는 工業化, 즉 經濟成長을 現在의 速度와 形態로 繼續해 나가야만 할 境遇, 環境의 바람직한 狀態를 어떻게 改善하고 保全할 것인가 하는 것이다. 또 하나의 課題는 좋은 物理的

(6) Wilbert E. Moore, *op. cit.* pp.80-81 參照.

(7) Paul W. Brinker & David W. Seckler, *Economic Growth and Environmental Decay*, New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1972, p.11.

(8) *Ibid.*, p.12

環境에 대한 人間의 需要가 人口 및 1人當 所得에 대한 人間의 欲求보다 더 急速히 增加될 것으로 期待하는 경우에 經濟成長의 速度를 如何히 調整할 것인가 하는 것이다.<sup>(9)</sup> 끝으로 또 하나의 代案的 課題는 經濟成長과 環境保全을 共히 滿足시켜 줄 수 있는 適正한 限界는 무엇이며, 이 限界는 어떻게 達成되고 遵守될 수 있는가 하는 問題이다.

#### 4. 工業化에 依한 環境汚染의 社會經濟的 分析

環境汚染에 따른 被害를 우리는 一般的으로 公害라고 일컫는다. 우리나라의 公害防止法은 그 第1條에서 公害를 (1) 排出施設에서 나오는 煤煙, 먼지, 惡臭 및 「개스」 등으로 因한 大氣汚染, (2) 排出施設에서 나오는 化學的, 物理學的, 生物學的 要因에 依한 水質汚染, (3) 騒音·振動으로 因하여 國民의 健康에 미치는 危害와 生活環境을 沮害함으로써 發生되는 被害라고 定義하고 있다. 公害는 이와 같이 公害의 現象을 基準으로 할 때에는 大氣汚染과 水質汚染 및 騒音·振動 등으로 區分되지만, 公害의 結果를 基準으로 할 때에는 保健衛生上의 危害와 生活環境의 汚染으로 나누고, 公害의 原因을 基準으로 하는 境遇에는 産業公害, 都市公害, 食品公害, 農藥公害, 藥品公害, 原子力公害, 廢棄物公害, 電波公害, 地盤沈下와 土壤汚染 등으로 分類되고 있다.<sup>(10)</sup>

公害는 그것이 人間의 行爲에 依하여 招來된 現象이라는 點, 公害는 人間과 財產에 對한 直接的인 侵害가 아니고 여러가지 媒介體를 통한 間接的 侵害라는 點, 公害는 繼續적으로 徐徐히 發生한다는 點, 公害는 주로 環境汚染을 통한 侵害現象이라는 點, 公害의 主體와 客體가 不明치 않다는 點 등의 共通性을 가지는 한편,<sup>(11)</sup> 公害는 또한 多樣性, 累積性, 多發性 및 區域性의 特徵을 갖기도 한다.<sup>(12)</sup>

環境汚染에 依한 被害, 곧 公害가 中斷되지 않고 繼續되는 경우 招來하게 되는 結果를 몇 가지로 要約해 보기로 한다.

첫째는 自然生態系의 健全性을 破壞한다는 事實이다. 各種 生物間에 生成과 成長 및 消滅을 通하여 이어지는 生態系의 均衡과 調和가 汚染에 依한 一部 生物의 機能의 衰退乃至 中斷으로 因하여 깨어지게 된다는 것이다. 生態系의 平衡이 한번 破壞되는 境遇 그의 回復은 相當히 긴 期間을 要하게 되며, 極端的인 境遇에는 回復이 不可能하게 되기도 한다.

둘째는 環境汚染의 現象이 大氣中에 있는 構成要素들 間의 衡平을 攪亂시킨다는 事實이

(9) O. ris C. Herfindahl & Allen V. Kneese, *Quality of the Environment: An Economic Approach to Some Problems in Using Land, Water, and Air*, Washington, D.C.: Resources for the Future, Inc., 1965, p.3 參照.

(10) 公害問題研究委員會, 公害와 法的 規制, (公害問題研究委員會 報告 I輯), 서울: 學術院, 1971., pp. 20-25.

(11) 韓國經濟研究센터, 公害의 經濟的 接近, 서울: 大韓商工會議所, 1973, pp.30-33 參照.

(12) 岩井弘融外 編集, 都市問題講座: 公害·災害, 東京: 有斐閣, 昭和 41, pp.25-27 參照.



다. 酸素의 70%를 生産하고 있는 植物性「플랑크톤」이 廢油로 因해 그 機能을 喪失해 가고 있어 大氣圈의 酸素量은 遞減해 가고 있으며, 工業用「에너지」의 主原料인 火石燃料의 幾何級數의 消耗은 二酸化炭素의 大氣中 放出量을 增加시키고 있다. 酸素는 人間을 爲始한 動物系의 生存에 必要不可缺의 要素이고, 二酸化炭素는 大氣圈의 溫度를 調節하는 決定的 要素이다. 大氣中의 正常的인 二酸化炭素의 含有量은 0.03%이며, 그것이 0.06%로 늘어날 때 大氣圈의 平均溫度는 2度上昇하게 되는데, 大氣圈의 平均溫度가 2度 上昇하면 地球는 熱死期에 들어가고 反對로 2度가 내려가면 氷河期로 접어들게 된다. 지난 15年間 調査한 科學的 統計에 依하면 大氣中 二酸化炭素의 增加率은 年約 0.2%을 나타내고 있으며, 이 增加率이 그대로 繼續되더라도 2,000年에는 大氣圈의 平均溫度가 0.5度 上昇하게 되리라는 것이다. (13)

環境汚染에 따른 새번제로 豫測되는 結果는 産業基盤의 破壞이다. 産業의 健全한 第一次的 基盤은 資源과 動力 및 勞動力에 定礎하고 있다. 環境汚染이 資源의 枯竭과 動力의 腐敗 및 勞動力의 不健全을 招來하게 된다면 그에 따라 産業의 基盤은 弱화되고 破壞되어질 것은 贅言을 要치 않는 歸結이다.

네번째는 人間의 社會生活에 있어 生活費의 增大와 함께 生活基盤을 攪亂시킨다는 事實이 指摘될 수 있다. 健康의 被害에서 오는 治療費의 上昇, 汚染物財의 洗滌費의 附加, 被害地域의 地價下落 睡眠과 學業의 妨害, 情緒生活의 破壞 등에서 人間이 받는 損失은 莫大한 것이다.

끝으로는 環境汚染의 增加가 公害對策費의 上昇을 가져 온다는 事實을 言及코저 한다. 政府의 立場에서나 公害發生의 主體者의 立場에서나 時機과 程度의 差異는 있을지라도 언젠가

〈表 4〉 年度別 및 物質別 大氣汚染物質排出量

區 分	年 度	計	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Particulate	Hydro carbon
排 出 量 (1,000 ton)	1965	516	161	68	173	78	36
	1967	678	198	91	251	89	50
	1969	1,123	368	165	388	118	84
	1971	1,431	457	211	499	150	114
增 加 指 數 (%)	1965	100	100	100	100	100	100
	1967	131	123	133	145	114	139
	1969	218	229	244	224	151	233
	1971	278	284	310	228	192	307

資料：蔡一錫, 大氣汚染物質의 大氣中 排出量에 關한 研究, 서울大學校 保健大學院 碩士學位論文, 1970.

(13) 徐南同, 前揭論文, p.276.

는 그리고 어떤 方式으로든 環境汚染에 對한 對策을 講求·施行해야만 할 것이다. 公害對策을 위한 目的은 環境汚染의 程度가 높아짐에 따라 線型關係를 가지고 增加하는 것이 아니라 二次函數나 指數函數, 때로는 三次以上の 函數關係를 보이면서 增加하게 된다는 것이 既存資料에 依한 統計的 分析의 結果이다.

다음에 우리나라의 境遇, 環境汚染의 實態를 大氣汚染과 水質汚染을 中心으로 概觀해 보 고자 한다.

먼저 大氣汚染에 있어 1965年부터 1971年까지 6年間の 大氣汚染物質排出量을 年度別로 보면 <表>와 같은데, 1965年에 비해 1971年에는 거의 3倍에 가까운 排出量을 나타내고 있

<表 5> 年度別「에너지」需要量과 汚染物質排出量 推定表 (1972-81)

年 度	Energy 需要量(10 <sup>9</sup> Kcal)			原 料 別 汚 染 物 質					
	石 炭	石 油	計	SO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub>		
				石 炭	石 油	計	石 炭	石 油	計
1972	66,462	129,040	195,502	100.3	458.5	558.8	159.0	301.0	460.0
1973	68,720	150,743	219,463	103.7	528.9	632.6	162.9	352.9	515.8
1974	73,702	170,242	243,944	111.3	603.6	714.9	178.8	417.1	595.9
1975	76,643	192,708	269,351	115.7	689.5	805.2	190.5	490.8	681.3
1976	80,793	213,447	294,240	122.0	779.8	901.8	198.7	570.4	769.1
1977	83,644	229,580	313,224	126.3	872.3	998.6	208.3	649.3	857.6
1978	86,575	261,375	347,950	130.7	964.5	1,095.2	218.2	748.3	966.5
1979	89,501	285,803	375,304	135.1	1,066.4	1,201.5	223.5	833.0	1,056.5
1980	92,480	315,542	408,022	139.6	1,175.1	1,314.7	231.2	935.3	1,166.5
1981	95,575	358,042	453,617	144.3	1,293.8	1,438.1	245.0	1,054.9	1,299.9

年 度	排 量 出 (1,000 ton)								
	CO			粉 塵			炭 化 水 素		
	石 炭	石 油	計	石 炭	石 油	計	石 炭	石 油	計
1972	175.6	297.9	473.5	67.7	60.8	128.5	18.8	116.1	134.9
1973	181.5	340.0	521.5	70.0	70.0	140.0	19.4	133.1	152.5
1974	194.7	388.1	582.8	75.1	79.3	154.4	20.9	150.9	171.8
1975	202.5	437.6	640.1	78.1	90.1	168.2	21.7	170.8	192.5
1976	214.3	495.7	709.1	82.3	101.7	184.0	22.9	192.8	215.7
1977	220.9	549.6	770.5	85.2	113.8	199.0	23.7	215.3	239.0
1978	228.7	611.3	840.0	88.2	126.9	215.1	24.5	241.0	265.5
1979	236.4	671.4	907.8	91.2	141.5	232.7	25.3	268.5	293.8
1980	244.3	735.6	979.9	94.2	157.7	251.9	26.2	299.3	325.5
1981	252.5	804.5	1,057.0	97.4	175.4	272.8	27.1	333.0	360.1

資料: 環境問題研究委員會, 環境問題研究報告書, 서울: 學術院, 1972, pp.16-22(表 17, 18, 19, 20으로부터 再編成作表하였음).

으며, 排出物 가운데 가장 큰 部分은 一酸化炭素(CO)와 硫黃酸化物(SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>)이 차지하고 있음을 알 수 있다. 大氣汚染의 一次의 原因은 各種 燃料의 燃燒에 따른 有毒「게스」와 紛塵 塵의 排出에 있으므로 우리나라의 「에너지」消費趨勢는 곧 大氣汚染의 增加趨勢를 나타낸다고 할 수 있다. 1972년부터 1981년까지의 年度別「에너지」所要量과 그에 따른 汚染物質의 排出量을 推定한 結果値는 作成된 <表 5>에서 보는 바와 같다. 10年間の 石炭需要는 約 1.5倍 增加함에 比하여 石油需要는 約 3倍 程度 增加하게 되고 石炭에 比한 石油의 單位消費量當 汚染物質排出量은 거의 3倍에 이르고 있어 大氣汚染의 程度는 相當한 速度로 惡化될 것이 豫測된다. 全體的으로 볼 때 「에너지」의 需要量이 10年間 2.3倍 上昇함에 따라 汚染物質의 排出量은 2.5倍 以上 增加될 것으로 推定된다.

大氣汚染에 依한 損失은 莫大한 것으로서 美國의 경우 60年代 大氣汚染에 依한 植物 및 人間の 勞動力失에 基因한 被害額은 年間 49億弗로 推定되고, 英國의 경우는 50年代 大氣汚染에 依한 財産上의 損失은 年間 人口 1人當 15弗에 該當하는 10億弗에 達했던 것이다.<sup>(14)</sup>

한편 水質汚染은 上水道源을 危殆하고 各種 水因性疾病을 媒介하는 同時에 水産의 生産基盤을 破壞하고 農業 및 工業用水의 質을 低下시키며 人間の 慰樂生活을 沮害하는 등의 弊害를 招來하고 있다. 우리나라는 急激한 工業化와 都市化에 따라 이미 大都市内外의 河川 및 上水道源의 汚染增加와 PCB(포리염화비닐) 등 化學製品의 生産이나 各種 合成洗劑의 使用 등에 依한 水質因子의 多樣化, 그리고 臨海工業地域周邊海岸의 海水汚染增加 등에 依하여 크다란 被害를 입고 있는 實情이다.<sup>(15)</sup>

<表 6> 各 河川流域의 生活下水와 BOD 總排出量推計

河 川	1 9 7 1		1 9 8 1	
	下 水 量 (10 <sup>8</sup> ton)	BOD 總排出量* (ton/日)	下 水 量 (10 <sup>8</sup> ton)	BOD 總排出量** (ton/日)
漢 江	2.41	237.7	10.15	650.7
錦 江	0.21	20.6	0.88	56.4
洛 東 江	1.36	135.4	5.72	371.8
榮 山 江	0.14	13.9	0.40	25.6
計	4.12	407.6	17.15	1,104.5

註: \*  $\frac{\text{下水量}(L) \times 54}{365 \text{日} \times 1501} \times \frac{1}{10^6}$

\*\*  $\frac{\text{下水量}(L) \times 70}{365 \text{日} \times 3001} \times \frac{1}{10^6}$

資料: 公害問題研究委員會, 韓國의 水質汚染의 現況, 서울: 學術院, 1971, p.12.

(14) 金世權, 「環境汚染의 社會經濟的 費用」, 新東亞, 1973年 4月號, p.294.

(15) 韓國經濟研究센터, 前掲書, pp.52-53 參照.

都市의 下水排出量은 大體로 生活用水와 同一한 量으로 보고 있으며, 1971年의 都市人口 1日1人當 下水量을 150l, BOD(生化學的酸素消費量)排出量을 54g으로 보고 1981年의 그것을 各各 300l와 70g로 볼 때 4大江流域의 BOD排出量은 <表 6>에 나타나 있는 바와 같이 1971年의 1日 平均 BOD排出量이 407.6 ton 임에 對하여 1981年에는 1104.5 ton에 達하여 거의 3倍의 增加를 나타낼 것으로 推定된다. (16)

그리고 工業廢水의 排出量은 一應 工業用水의 消費量에 比例한다고 볼 때, 1968年의 5.32億 ton, 1971年의 8.63億 ton, 1976年의 19.37億 ton, 1981年의 30.49億 ton 이란 工業用水의 增加는 工場廢水 역시 그에 따라 增加시키게 된 것으로 思慮된다. 工場廢水와 함께 放流되는 汚染物로는 BOD를 위시하여 各種有機物, 酸, 「알카리」, 重金屬 等の 無機物質이 있는데, 그 中 BOD의 排出量을 다음 表에서 보면 1966年에는 1日平均 1,486.7 ton 이었으나 1981年에 가서는 7,902.3 ton 이 되어 1966年에 比하여 約 5.3倍에 이르게 된다. 한편 同

<表 7> 工業用水資源과 排出 BOD 推計

業 種	用 水 日 m <sup>3</sup> /億 원 生産	平 均 BOD (ppm)	1966 生産額 (億원)	1981 生産額 (億원)	1981/ 1966 生産比*	1966		1981	
						用水量 (1000 ton/日)	BOD 排出量 (ton/日)	用水量 (1000 ton/日)	BOD 排出量 (ton/日)
食 料 品	137	859	991.6	5,923.3	5.97	143.4	123.4	860.4	714.8
飲 料 品	250	10,000	318.0	221.0	4.17	79.5	795.0	333.9	3,312.0
織 維 系 物	151	256	616.1	1,553.8	3.88	93.1	23.8	363.1	92.2
織 維 製 品	39	181	427.7	3,341.6	7.81	16.7	3.0	130.3	23.4
織 維 製 品	41	181	405.9	1,573.4	2.52	16.6	3.0	41.6	7.6
製 材 合 板	22	12	226.4	1,232.4	5.44	5.0	0.06	27.0	0.3
木 製 品 家 具	14	12	68.3	672.2	9.85	9.6	0.1	94.1	1.1
紙 類 製 品	1,297	2,000	188.6	1,300.6	6.90	244.6	489.2	1,687.7	3,373.5
印 刷 合 板	14	12	153.0	969.4	6.34	2.1	0.03	13.2	0.2
皮 革 製 品	51	525	85.3	141.3	1.66	4.4	2.3	7.5	3.8
고 子 製 品	161	12	146.9	604.0	4.11	23.7	0.3	97.2	1.2
基 礎 化 學	449	139	70.5	1,105.3	15.69	31.7	4.4	496.1	69.1
其 他 化 學	226	139	247.1	2,313.8	9.36	65.1	9.1	617.6	85.2
化 學 肥 料	1,637	250	48.9	404.3	8.27	80.0	20.0	66.4	165.4
石 灰 製 品	128	213	184.5	1,193.8	6.49	23.6	5.0	159.4	32.5
石 炭 製 品	134	300	179.0	380.0	2.12	24.0	7.2	50.4	15.3
石 灰 土 石	300	12	226.3	1,305.5	5.77	67.9	0.8	293.8	4.6
計	日 當 日 間(億ton)					931.5 3.4	1,486.7	5,433.6 19.8	7,902.3

註: \* 産業伸張率(1981/1966 生産比)은 建設部 推計에 依함.

資料: 公害問題研究委員會, 韓國의 水質汚染의 現況, 서울: 學術院, 1971, p.13.

(16) 公害問題研究委員會, 韓國의 水質汚染의 現況, (公害問題研究委員會 報告 Ⅲ輯), 서울: 學術院, 1972, p.12.

表가 示唆하는 바와 같이 여러 業種 가운데 廢水量과 BOD 排出量이 높은 것은 紙類工業과 食料 및 飲料工業들인데 이들의 伸張率 또한 높아 伸張率이 높은 產業部門에서 廢水量이 많다는 特色을 나타내고 있다.<sup>(17)</sup>

우리나라 瀛海工業團地에서 流出되는 工場產水로 因한 海水汚染은 沿岸漁業에 이미 적잖은 被害를 與하고 있다. 1971 年度의 調査結果 廢水로 因한 全國 魚獲高의 減少는 年間 2 萬 2 千餘 ton 으로서 8 億 5 千餘萬원에 이르고 있으며, 公害로 因해 漁場이 廢鎖되는 永久損失은 10 年基準으로 보아 86 億원에 達하고 있음이 밝혀졌다.<sup>(18)</sup>

以上에서 우리나라의 大氣汚染과 水質汚染의 實態와 展望을 簡單히 살펴 보았는데, 우리나라에 있어 環境汚染問題를 보다 深刻하게 하는 몇가지 要因을 附加하여 指摘해 두고자 한다. 첫째로 되는 要因은 經濟成長의 加速化이다. 1981 년에 國民 1 人當 GNP 1,000 弗과 年間 輸出額 10 億弗이라는 經濟開發 目標을 達成하기 위해서는 重化學工業을 中心으로 한 工業化政策을 繼續적으로 強化해 나갈 것이 確實視되며, 이에 따른 公害의 發生量 亦是 漸高해 갈 것이다. 더욱이 自然資源多消費型의 工業生產이 增大될수록 環境汚染은 顯著히 增加하게 될 것이다.

두번째의 加速要因은 工業의 集中現象이다. 工業은 그의 立地的 要素와 產業間的 系列性에 따라 集中되어지는게 當然한 趨勢이며, 이는 우리나라에서도 例外가 되기 어려울 것이다. 集中된 工業에 依하여 排出되는 各種 公害는 相乘的인 效果를 招來하는 同時에, 短期間에 多量의 公害物이 排出됨으로써 工業地域周邊의 環境은 짧은 期間內에 相當한 程度로 汚染되고 말게 될 것이다.

셋째로 想定될 수 있는 要因은 地形, 地勢에서 찾을 수 있다. 우리나라는 國土가 狹少한 데다 山地가 많아 公害의 弊가 더 크게 나타나며, 더욱이 많은 都市가 盆地의 形勢로 되어 있어 都市內의 汚染을 容易하게 하고 있다.

네번째로는 公害에 대한 對策이 極히 微溫的이라는 點에서 그 要因을 찾아 볼 수 있다. 舉皆의 工業의 汚染物質의 發生要因을 內包한채 近代的인 大量生産體制를 갖추고 稼動되고 있고, 將次도 그러한 工業이 立地·稼動되어질 것이다. 西歐의 先進工業國家들은 產業革命以後 工業技術의 開發을 徐徐히 連續적으로 이루어 왔기에 그에 따른 環境의 汚染 亦是 徐徐히 發生하여 왔지만, 高度로 開發된 近代的인 工業技術을 導入하여 工業化에 迫車를 加하고 있는 우리나라에 있어서는 環境汚染의 危險水位는 極히 짧은 期間內에 到來할지도 모른다. 더욱이 先進工業國으로부터 多公害發生工業을 單純한 生産量의 提高단을 基準하여 導入해 오는 境遇는 汚染危險水位의 時機는 보다 短縮되어질 것이다. 여기에 政府의 賢明한

(17) 前掲書, p.12 參照.

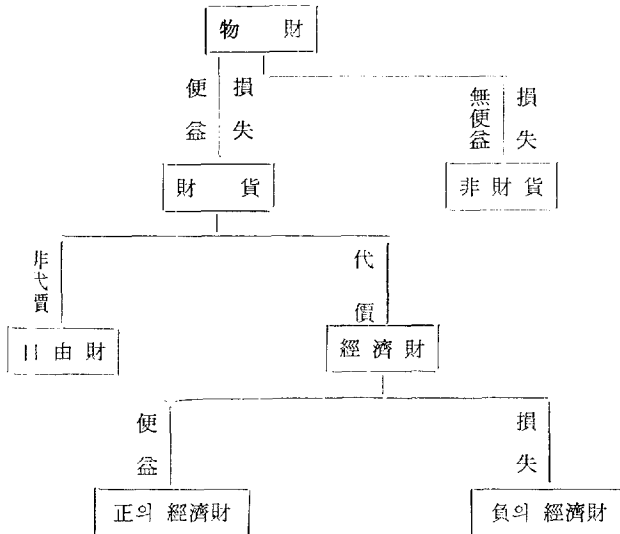
(18) 環境問題 研究委員會, 環境問題研究報告書, 서울: 學術院, 1972, pp.61-62.

判斷에 의한 科學的인 施策의 樹立과 果敢한 施策具現의 勇氣가 渴望되는 所以가 있다. 그러나 丁今까지의 當局의 態度는 公害防止法을 制定하여 매우 部分的인 汚染防止를 위한 努力을 事後의 彌縫的 方式으로 行하여 오는 것으로 點綴되고 있었던 것이다.

끝으로 또하나의 加速要因은 國民의 公害問題에 對한 認識의 不足에 있다. 이것은 日常的인 糊口之策의 營爲에 汲汲하여 公害와 같이 切實하지 않은 問題에 掛念할 餘裕가 없다는 事實에 主因을 두고 있지만 遠隔된 問題에 눈을 돌릴 줄 아는 眼目的 缺乏에도 그의 理由를 찾을 수 있다. 오늘날 美國과 日本을 爲始한 先進工業國家에서는 國民의 輿論 때문에 多 公害發生工場을 自國內에 立地시키기 어렵다는 事實을 注視해 볼 必要가 있을 것이다.

다음으로 環境汚染, 곧 公害가 갖는 經濟學的 意味를 簡單히 考察해 보고자 한다. 公害는 다음에 있는 物財의 區分圖에서 볼 때 效用性이 없다는 意味에서 非財貨(nongood)라고 할 수 있고, 萬一 그것을 財貨라고 보는 境遇에는 代價의 支拂없이 消費될 수 있는 것이기에 自由財(free goods)라고 볼 수 있는 同時에 그것이 經濟財로 看做된다면 損失(disservices)을 招來하므로 負의 經濟財(negative economic goods)라고 할 수 있다. 公害가 어떤 形態로든

〈圖 3〉 物財의 區分(Material world)



資料: Thomas D. Crocker & A.J. Rogers, III, *Environmental Economics*, Hinsdale, Ill.: The Dryden Press, Inc., 1971, p.41.

經濟活動에 影響을 주고 있는 것이기에 公害를 單純히 非財貨라 보고 經濟的 考慮에서 除外하는 것은 全體的 經濟體制에서 볼 때 妥當하다고는 볼 수 없으므로 自由財의 性格을 띤 負의 經濟財로 보는 것이 合理的인 일 것이다.

公害를 自由財로 보는 立場에서는 그것은 곧 同時供給性과 同時消費性 및 非排除性的의 特

色을 가지는 公共財와 같은 것이다. 負의 性格을 띤 自由財 或은 公共財로서의 公害는 當然히 市場性을 排除하고 있으므로 公害問題는 市場經濟의 操作으로서는 處理될 수 없으며 公共政策에 依한 自由市場의 性格을 가진 經濟體制의 運用에 依해서 接近되어져야 할 것이다. 自由市場의 運用은 環境의 質을 向上시키는데 必要한 誘導을 保障하게 될 것이다.<sup>(19)</sup>

公害의 負의 經濟財로서의 特性은 經濟의 外的인 下利益을 意味하므로 곧 外部不經濟(external diseconomies)와 同一한 것으로 理解될 수 있다. 外部不經濟는 市場 mechanism을 갖고 있지 않고, 代價의 支拂없이 授受되며, 하나의 經濟主體가 다른 經濟主體에게 不利益을 招來시킨다는 特色을 가지고 있다. 公害, 即 環境汚染의 外部不經濟는 資源과 人間 및 生活環境에 對한 物理的, 精神的 損失로서 나타나게 된다. 이러한 外部不經濟는 生産과 消費의 過程에 있어 奇型的인 變態現象이 아니라 生産과 消費過程의 固有하고도 正常的인 部分이다.<sup>(20)</sup> 우리는 이와 같은 公害의 固有性을 認定하고 問題解決의 端緒를 잡아야 할 것이다. 이러한 外部不經濟는 人口가 적고 經濟開發이 낮은 狀態에 있을 때에는 極히 微微하여 거의 無視될 수 있지만, 人口가 增加하고 生産量이 上昇함에 따라 外部經濟의 影響力은 累進的으로, 即 非線型的 形態로 增大하여 가는 것이다. 外部不經濟의 出現과 함께 資源의 割當은 잘못된 方向으로 結果될지도 모른다.<sup>(21)</sup> 이것은 적어도 單純한 能率追求의 經濟的 側面에서는 그러할 것이다. 왜냐하면 外部不經濟가 增加해 갈수록 需要供給의 經濟的 均衡이 攪亂되고 社會的 費用의 經濟的 意義가 無視될 수 없을 만큼 重要하게 되기 때문이다.

## 5. 經濟成長과 環境保全의 適正化를 爲한 動態의 模型

經濟成長에 있어 中樞의 役割을 하는 工業化만을 推進하는 境遇, 環境汚染을 深化시키게 되고 環境의 保全에만 置重하게 되면 工業化의 鈍化를 招來하게 됨으로써 經濟成長의 遲滯가 不可避하게 된다는 經濟成長과 環境保全間의 第一次的인 基本關係는 위에서 詳述한 바와 같다. 環境汚染의 높은 狀態는 國民 1人當實質所得이 높은 國家일수록 더 容易하게 達成될 수 있다는 見解도 없지 않으나,<sup>(22)</sup> 高度로 發達한 過密工業社會가 低開發國에 比하여 보다는 큰 環境汚染의 問題에 達着하고 있는 昨今の 實態는 1人當 實質所得의 上昇이 環境汚染의 減少를 언제나 同伴하지는 않는다는 事實을 이야기해 주고 있는 것이다. 過密工業社會가 達着하고 있는 成長과 環境汚染의 迷路 속을 헤메는 實態를 注視하고 있는 後續工業國家들은 自國內에서 進行되고 있는 工業化의 趨勢가 드디어는 過密工業社會의 迷路에 歸着될 것을 正確히 豫測하고 있는 나머지 環境汚染에 對한 銳利한 問題意識을 품는다는 것은 當然한 事

(19) Thomas D. Crocker & A.J. Rogers, III, *op. cit.* p.13.

(20) Allen V. Kneese, Robert U. Ayres & Ralph C. D'Arge, *Economics and the Environment: A Material Balance Approach*, Washington, D.C.: Resources for the Future, Inc., 1970, p.14.

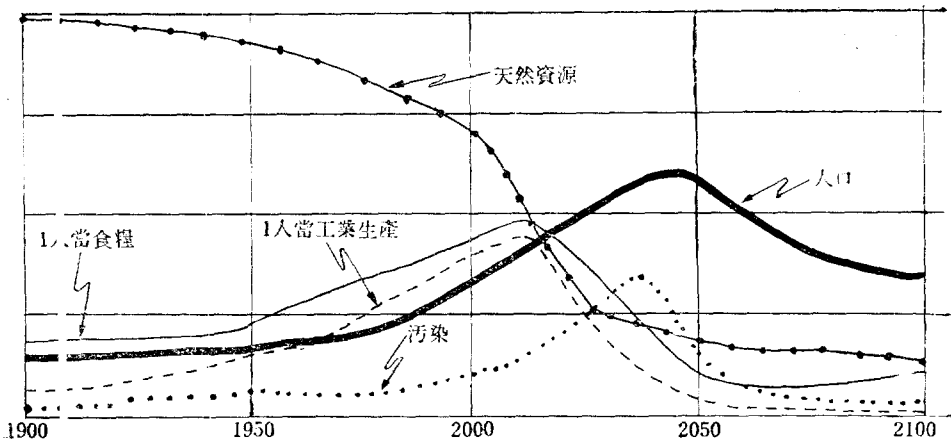
(21) Orris C. Herfindahl & Allen V. Kneese, *op. cit.* p.7.

(22) Thomas D. Crocker & A.J. Rogers, III, *op. cit.*, pp.11-14 參照.

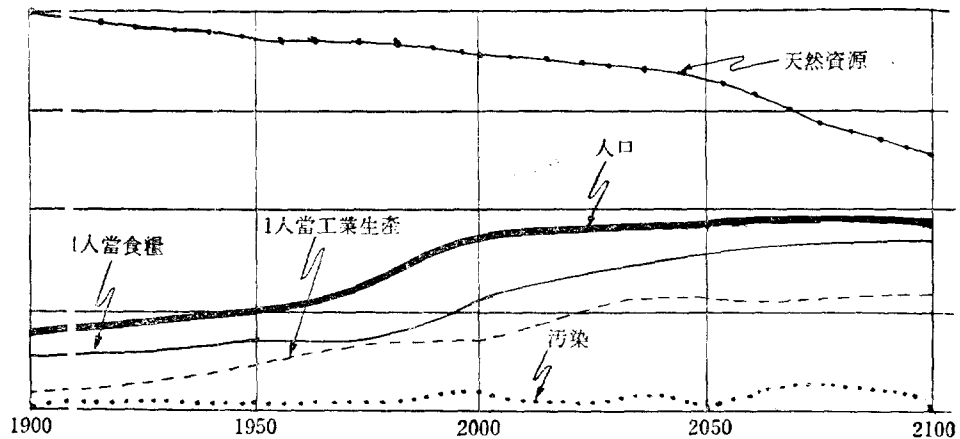
理일기 도 모른다. (23)

當面의 問題의 特性이 이와 같이 分明하다라도 問題處理의 主體者가 갖는 努力의 量과 方向에 따라 狀況의 展開는 매우 多樣하게 나타날 것이다. 더욱이 資源利用과 汚染對策에 對한 깊은 配慮가 없는 工業化一邊倒의 人間努力은 不遠 所望스럽지 못한 退落의 狀態를 낳고 말 것이다. 6 個國의 體系分析(systems analysis) 專門家 17 名으로 構成된 MIT 研究 「팀」은 「成長의 限界(The Limits to Growth)」라는 研究報告書에서 世界體系의 力學模型(world system dynamics model)에 基礎한 未來世界의 事情을 豫測한 바 있다. 本研究의 結果로서 나타낸 다음 두 개의 그림 가운데 위의 것은 現在까지의 狀態가 將次에도 그대로 持續된다고 할 때 5 個變數, 곧 人口, 年間 1 人當 工業生産額, 年間 1 人當 穀類 kg 換等額, 汚染度

〈圖 4-1〉 統制가 없을 境遇 世界變化의 模型圖



〈圖 4-2〉 統制量 加할 境遇 世界變化의 模型圖



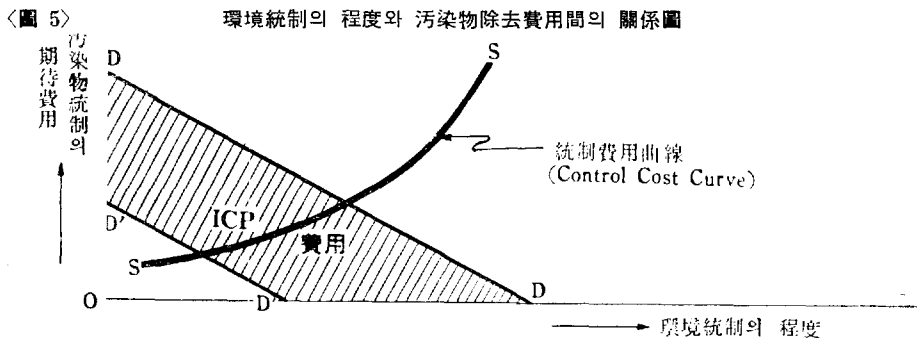
※ 資料 徐南同, “成長과 均衡의 倫理,” 新東亞, 1973年 4號 p. 278

(23) 環境問題研究委員會, 前掲書(環境問題研究報告書), p. 237.



(1970年基準信數) 및 天然資源保有度(1900年殘存量에 對한 比率)의 變化를 2,100년까지 推計해 본 것인데, 5個의 變數가 2,000년부터 2,050年 사이에 急降下함을 보여주고 있다. 두 번째의 그림은 人間이 5個變數에 對하여 出生率의 低下, 資源消費의 抑制, 選好性向의 變更, 汚染發生의 除去, 產業構造의 變更, 生産體制의 改善 등의 統制를 加하는 경우에 나타나게 될 安定化模型을 圖示하고 있다. (24)

그러나 諸變數에 對한 人間의 統制는 決코 모든 境遇에 同一할 수는 없는 것이다. 環境의 質을 改善하려는 모든 企圖는 根本적으로 當時代에 存在하는 財產權의 變形으로 나타나게 된다. 環境資源을 利用하는 個人裁量의 範圍는 情報費用(information costs)과 契約費用(contractual costs) 및 安全維持費用(policing costs)으로 構成되는 處理費用(transactions costs)이 클수록 좁아지고, 작을수록 넓어지게 된다. (25) 다시 말하면, 環境의 質의 問題는 各 狀況에 있어서 個人裁量에 對한 適正한 一團의 制約條件을 찾아내는 問題인 것이다. 이들 問題에 對해서는 單一한 一般解가 存在할 수 없으니, 그 理由는 處理費用, 곧 ICP費用이 關聯된 資源의 屬性과 資源利用者의 態度 및 그 資源의 用途 등에 따라 相異해질 뿐만 아니라 그러한 ICP費用은 不確實性(uncertainty)을 갖고 있기 때문이다. 이것은 環境統制의 程度와 汚染物의 除去費用間의 關係를 보여주는 다음 그림에서 ICP費用을 나타내는 射線部分이 여러가지 要因에 依하여 不確實性을 가지고 決定된다는 事實에서도 理解될 수 있다.



資料: Thomas D. Crocker & A.J. Rogers, III, *Environmental Economics*, Hinsdale, Ill.: The Dryden Press, Inc., 1971, p.110.

다음에 우리나라의 狀況과 興件을 考慮하여 經濟成長과 環境保全을 위한 하나의 動的의 模型을 概括的으로 定立해 보기로 한다.

### (1) 基本目標

福祉總生産(gross welfare products; GWP)을 極大化하는 것을 模型의 基本目標로 한다. 여기서 福祉總生産은 經濟成長程度와 環境保全狀態의 函數로 表示되는 것으로 定義하기로

(24) 徐南同, 前揭論文, pp.277-278 參照.

(25) Thomas D. Crocker & A.J. Rogers, III, *op. cit.*, pp.49-50 & p.113 參照.

한다. 萬一 經濟成長의 程度를  $X$ 로 表示하고 環境保全의 狀態를  $Y$ 로 表示한다면 福祉總生産  $Z$ 는 다음과 같이 나타내어질 수 있을 것이다.

$$Z=C_0+C_1X+C_2Y+C_3X^n+C_4Y^m+C_5X^pY^q$$

이 式에서  $C_i$ 는  $Z$ 에의 寄與係數이고  $n, m, p, q$ 는 指數이다. 따라서 우리의 基本目標은  $Z$ 의 값을 極大化하는 것이다.

#### (3) 前提條件

첫째, 工業化에 依한 經濟成長의 政策은 今後 不斷하게 繼續된다.

둘째, 國民의 環境保全에 對한 欲求는 漸次 增大하여 간다.

셋째, 工業化, 곧 經濟成長은 環境汚染을 招來하게 된다.

넷째, 環境汚染은 外部不經濟의 形態를 띠고 經濟成長에도 影響을 주게 된다.

다섯째, 資源은 無限한 것이 아니라 量과 質에 있어서 有限한 것이다.

여섯째, 人間을 위한 참다운 福祉成長은 經濟成長과 環境保全의 調和로서 이룩되는 것으로 본다.

일곱째, 對立된 國家間의 競爭은 經濟力의 強化와 國民福祉의 向上을 통하여 行하여지는 것으로 보고 武力侵略의 可能性을 前提하여 環境保全의 問題가 政策的으로 排除되는 일이 없다고 看做한다.

#### (4) 關聯變數의 選定과 函數關係式의 定立

基本目標인 福祉總生産을 極大化하는 問題는 곧 總資源을 가장 效果의으로 利用하는 問題, 다시 말하면 資源을 適正하게 配分하는 問題로 풀이될 수 있다. 여기서의 資源은 物的 資源과 人的 資源을 總稱하고 있다. 經濟成長을 위하여 投入되는 各 資源의 量을  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots$ 라 하고 環境保全을 위하여 割當된 各 資源을  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_j, \dots$ 라 하면 經濟成長의 程度  $X$ 와 環境保全의 狀態  $Y$ 는 各各 다음을 一般式을 갖게 된다.

$$X=f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots)$$

$$Y=f(y_1, y_2, \dots, y_j, \dots)$$

#### (4) 制約條件

첫째로 提起될 수 있는 制約條件은 經濟成長과 環境保全에 投入된 資源의 總和는 自然的으로 財存된 資源과 生産된 資源, 곧 中間生産財의 總和를 超過할 수 없다는 것이다. 即,

$$\sum_i x_i + \sum_j y_j \leq R$$

여기서  $R$ 은 許與된 資源의 總量이다.

둘째는 工業化에 依한 經濟成長이 下降해서는 안 된다는 制約性이다. 即,  $t$ 年度의 1人當 平均 實質所得을  $I_t$ 라 할 때 다음의 關係式이 維持되어야 한다는 것이다.

$$I_{t+1} - I_t \geq 0$$

여기서  $I_{t+1}$  과  $I_t$  는 그 해의 經濟成長의 程度  $X$  의 函數로서 나타나게 된다.

세번째의 制約條件은 環境狀態가 最少의 適正限界를 넘어설 만큼 惡化되어서는 안 된다는 것이다. 여기서 環境의 最少適正限界란 人間의 生存이 保障될 수 있고 自然生態系의 recycle 的인 變化가 正常的인 均衡을 維持될 수 있는 狀態를 意味한다고 規定될 수 있을 것이다. 이 最少適正限界를  $L_{min}$  이라 하면 이 制約性은 다음의 式으로 表示될 수 있다.

$$Y = f(y_1, y_2, \dots, y_j, \dots) \geq L_{min}$$

### (5) 動的 計劃模型(dynamic programming model)

우리에게 賦果된 問題가 어느 한 時點이나 一定한 短期間에 限定된 것이라면 우리는 다음과 같은 數理計劃(mathematical programming)의 基本式만을 품으로써 우리가 所望하는 解答을 얻게 될지도 모른다.

目的函數 :  $\text{Max } Z = C_0 + C_1X + C_2Y + C_3X^n + C_4Y^m + C_5X^pY^q$

制約條件 : (1)  $\sum_i X_i + \sum_j Y_j \leq R$

(2)  $I_{t+1} - I_t \geq 0$

• (3)  $Y \geq L_{min}$

여기서,  $X = f(x_1, x_2, \dots)$

$Y = f(y_1, y_2, \dots)$

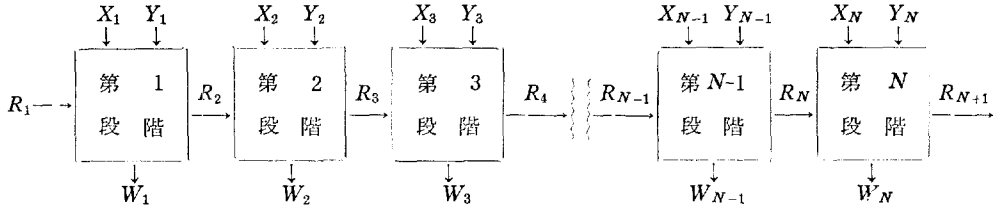
$I_t = f(X)$

$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots$

$y_j \geq 0, j = 1, 2, \dots$

그러나 世代는 이어지고 人類의 生存은 永遠할는지 모른다 神의 攝理에 依한 人類의 滅亡은 어쩔 수 없는 것이지만 人間의 獨決한 短見에 依해 人類의 消滅이나 衰殘을 自招하게 되어서는 안될 것이다. 여기에 時間變數의 重要性이 있다고 하겠다. 時間의 單位는 1年, 5年, 10年, 30年(1世代), 50年(半世紀), 或은 100年(1世紀) 등 어느 것으로나 잡을 수 있으며 各 單位 期間의 順序로 期間段階로 볼 때 주어진 資源을 各 段階에 適切하게 割當해야 할 量을 決定해야 하는 問題가 發生한다. 各 段階에 割當된 資源은 經濟成長에 投入되는 部分과 環境保全에 投入되는 部分으로 나누어지고 이로부터 그 段階가 가지는 福祉總生産이 產出되는 것이다. 이 段階에서 使用하고 남은 資源과 그 段階에서 새로이 創出한 資源은 다음 段階의 投入資源이 된다. 이렇게 하여 各 段階에서 나타난 福祉總生産을 모두 더한 總和를 極大化되도록 하는 것이 動的 模型의 基本原理인 것이다.

〈圖 6〉 資源配分을 위한 動的 模型의 基本圖式



위의 그림에서  $R_t$ 는  $t$  단계가 利用할 수 있는 資源의 總量이고,  $X_t$ 와  $Y_t$ 는  $t$  단계의 期間中 各 經濟成長과 環境保全에 投入·使用된 資源의 量이며,  $W_t$ 는  $t$  단계에서 產出된 福祉總生産이다. 이들 間에는 다음과 같은 關係式이 成立한다고 볼 수 있다.

$$W_t = f(R_t, X_t, Y_t)$$

$$R_t = f(R_{t-1}, X_{t-1}, Y_{t-1}, W_{t-1})$$

따라서 動的 模型의 基本式은 다음과 같이 要約된다.

$$\text{目的函數: Max } Z = W_1 + W_2 + \dots + W_N = \sum_{t=1}^N W_t$$

$$\text{或은 Max } Z = f_1(R_1, X_1, Y_1) + f_2(R_2, X_2, Y_2) + \dots + f_N(R_N, X_N, Y_N)$$

$$\text{制約條件: (1) } \sum_{t=1}^N X_t + \sum_{t=1}^N Y_t + R_{N+1} \leq R$$

$$(2) I_{t+1} - I_t \geq 0$$

$$(3) Y_t \geq L_{min}$$

$$(4) R_t = f(R_{t-1}, X_{t-1}, Y_{t-1}, W_{t-1})$$

$$(5) X_t \geq 0, Y_t \geq 0; t = 1, 2, \dots, N$$

여기서  $Y_t$ 는  $t$  단계에서의 環境保全狀態를  $I_t$ 는  $t$  단계에서의 經濟成長程度를 나타내고 있다.

이 模型은 바로 動的 計劃(dynamic programming)의 基本型이므로 具體的인 關聯變數의 選定과 選定된 變數間의 函數式의 發見만 이루어진다면 動的 計劃의 技法에 依해 各 期間別로 工業化에 投入될 資源의 量과 環境保全에 割當될 資源의 量은 가장 適正하게 決定되어질 것이다. 따라서 工業化가 어느 程度 이루어진 다음에 環境汚染防止를 위한 投資를 해야 하느냐, 工業化와 併行하여 環境保全에의 投資가 進行해야 하느냐 하는 問題는 이 動的 模型에 依하여 自然히 解決되어지게 된다고 볼 수 있다.

## 6. 動的 接近方法의 實踐的 方策

바로 前章에서 定立한 動的 模型에 依해 工業化와 環境保全의 問題를 다루기 위해서는 體

系分析(systems analysis)의인 接近姿勢를 取하는 것이 바람직하다고 본다. 여기서 意味하는 體系分析的 接近方法이란 工業化와 環境保全에 關聯된 一切의 投入資源과 兩者가 갖는 變化의 mechanism 및 그로부터 나타나는 產出結果의 影響力 등을 基本變數로 하여 長久한 時間的 次元 위에 具現되는 適正한 工業化의 程度와 所望스러운 環境保全의 狀態를 發見해내는 方法을 말한다. 이는 곧 「大氣, 물, 土壤, 動植物과 特히 自然生態系의 代表的인 標本 등을 包含하는 地球의 天然資源은 現在 및 다음 世代를 위해 細密한 計劃 및 管理運營을 통해 保護되어야 하고, 再生産이 可能한 主要資源을 產出하는 地球의 能力은 維持・保存되어야 하며 可能하면 回復되어야 한다」는 1972年度 世界環境宣言의 뜻을 具體적으로 實現시킬 수 있는 方法이 될 수도 있을 것이다.

工業化와 環境保全의 均衡化 및 效率化를 根本趣旨로 하는 우리의 動的 模型을 體系分析的 接近方法에 依해 實踐에 옮기고자 함에 있어 想定 될 수 있는 方案은 여러가지가 있을 수 있지만 여기서는 몇가지 核心的인 것만 指摘해 보기로 하겠다.

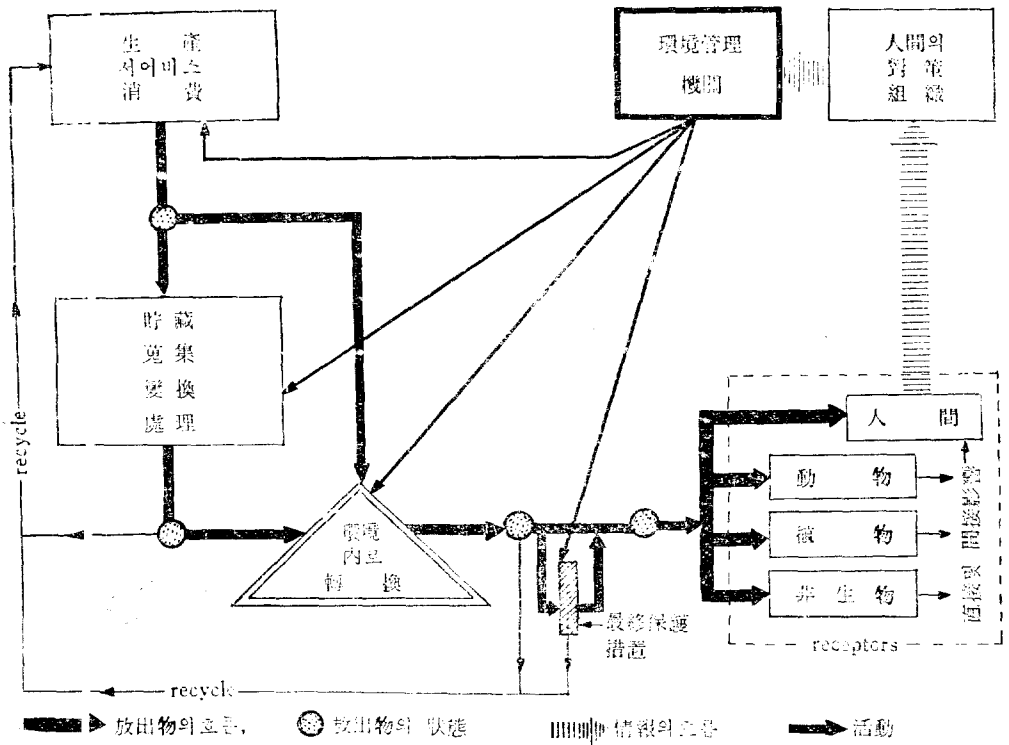
첫째는 國民 모두가 工業化에 못지 않게 環境保全의 重要性을 自覺해야 한다는 것이다. 人間은 그에게 物質을 提供하고 知的, 道德的, 社會的 및 精神的인 成長의 期會를 提供해 주는 環境의 創造者임과 同時에 造型者이며, 人間環境에 對한 保護와 改善은 人類의 福祉와 全世界의 經濟發展에 影響을 주는 重要한 問題라는(人間環境宣言前文) 事實을 國民 모두가 깊이 認識해야 한다. 많은 國民이 生存營爲에 汲及한 開發途上國에 있어서는 이러한 國民의 自覺이 政治家와 政府當局 및 知識人의 先導에 힘입는 바가 크다고 볼 수 있다.

둘째로 指摘하고 싶은 것은 組織化의 길이다. 環境汚染에 對抗하기 위한 國民의 自生的 組織의 形成도 重要하지만 보다 바람직한 것은 우리나라 環境全般을 다룰 수 있는 規制力과 財政力을 갖춘 公式機關의 樹立이다. 現在 保健社會部의 一部 組織이 이러한 機能을 擔當하고 있으나 그의 人力과 財政力 및 規制力으로서는 滿足할 만한 成果를 내기가 어렵지 않은가 한다. 여기에 環境管理廳과 같은 보다 次元 높은 機關의 形成이 要望된다고 하겠다. 이와 같은 環境管理廳이 人間環境의 質的 向上을 期하기 위해 우리나라의 環境資源에 關한 計劃, 管理 및 統制 任務를 遂行하는 適切한 國家機關이 되기 위해서는(環境宣言文 第17原則) 工業立地, 生産計劃, 生産方法과 같은 工業政策 乃至 工業化 計劃으로부터 生産過程을 거쳐 工產品處理에 이르는 一連의 體系에 깊이 關與하면서 工業擔當機關과 有機的인 調整과 協議 體制를 構築해 나가야 할 것이다. 이렇게 함으로써만이 우리의 動的 模型이 體系分析的 接近方法에 依하여 互功적으로 具現될 수 있을 것이다. 諸部門과 部門間的 過程을 綜合的이고 體系的으로 다루는 環境管理機關의 活動機能을 하나의 例로 圖式化 한 것이 다음의 그림이다.

세번째로 提起될 수 있는 成功의 方案은 合理的인 構造的 變化를 위한 賢明하고도 果敢한 努力의 繼續에 있다. 工業化라는 人工的 體制와 環境이라는 多分히 自然的 體制를 時系列

〈圖 1〉

環境管理機關의 活動機能體系圖



資料 : Allen V. Kneese, Robert U. Ayres & Ralph C. D'arge, *Economics and the Environment: A Materials Balance Approach*, Washington, D.C.: Resources for the Future, Inc., 1970, p.113.

에 따라 合理的으로 調和시켜 나간다는 것은 至極히 어려운 課業인 것만은 事實이다. 그러나 이것은 그렇게 어려운 만큼 또한 우리에게 切實한 것이기도 하다. 많은 基準과 制約條件의 限界는 時代의인 背景을 따라 價値判斷的으로 決定되기 쉽다. 空間的인 包括性과 時間的인 系列性을 깊이 考慮하면서 科學과 賢明을 土臺로 敢果한 努力이 間斷없이 繼續되어야 할 것이다. 世代와 政府는 바뀌어도 環境과 國民은 永遠한 것이기 때문이다.

## 參 考 文 獻

### I. 國內文獻

1. 環境問題研究委員會, 環境問題研究報告書, 學術院, 1972.
2. 韓國經濟研究센터, 公害의 經濟的 接近, 大韓商工會議所, 1973.
3. 環境問題研究委員會, 公害와 法的 規制, (公害問題研究委員會 報告 I輯), 學術院, 1971.

4. 環境問題研究委員會，韓國의 大氣汚染의 現況，(公害問題研究委員會 報告 II 輯)，學術院，1971.
5. 環境問題研究委員會，韓國의 水質汚染의 現況，(公害問題研究委員會 報告 III 輯)，學術院，1971.
6. 金孝相 外 三人，“서울特別市河川汚染度調查研究，” 서울特別市衛生試驗所報，1970年6月號.
7. 權肅杓，“公害豫防과 生活環境，” 科學技術，1970年3月號.
8. 建設部，國土綜合開發計劃，1971.
9. 蔡一錫，大氣汚染物質의 大氣中 排出量에 關한 研究，서울大學校 保健大學院 碩士學位論文，1971).
10. 特輯：“戎長이나 生存이나，” 新東亞，1973年4月號.

## II. 外國文獻

1. Sills, David L., ed., *International Encyclopedia of the Social Sciences*. New York: The Macmillan Co. & the Free Press, 1968.
2. Moore, Wilbert E., *The Impact of Industry*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1965.
3. Crocker, Thomas D. & Rogers, A.J., III, *Environmental Economics*. Hinsdale: The Dryden Press, Inc., 1971.
4. Barkley, Paul W. & Seckler, David W., *Economic Growth and Environmental Decay*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1972.
5. Herfindahl, Orris C. & Kneese, Allen V., *Quality of the Environment: An Economic Approach to Some Problems in Using Land, Water and Air*. Washington, D.C.: Resources for the Future, Inc., 1965.
6. Kneese, Allen V.; Ayres, Robert U. & D'Arge, Ralph C., *Economics and the Environment: A Materials Balance Approach*. Washington, D.C.: Resources for the Future, Inc., 1970.
7. Ewald, William R., Jr., ed., *Environment for Man: The Next Fifty Years*. Bloomington: Indiana University Press, 1967.
8. Ewald, William R., Jr., *Environment and Policy: The Next Fifty Years*. Bloomington: Indiana University Press, 1968.
9. United Nations, *Environment*. United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 1972.
10. Nemhauser, George L., *Introduction to Dynamic Programming*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966.

11. Lee Alec M., *Systems Analysis Frameworks*. London: Macmillan & Co., Ltd., 1970.
12. Meadows, Dennis L., *The Limits to Growth*. New York: Universe Books, 1972.
13. Devling, Richard T. & Lim, Jee-Hwan, *Effect of Pollution on Korea's Fishery Resources*. Seoul: USAID, 1968.
14. Leontief, Wassily, "Environmental Repurcussion and the Economic Structure: An Input-Output Approach," *The Review of Economics and Statistics*. Vol. II, No. 3 (August 1970).
15. Kuznets, Simon S., *Six Lectures on Economic Growth*. New York: Free Press, 1961.
16. Ehrlich, Paul R. & Ehrlich, Anne H., *Population, Resources, Environment*. San Francisco: W.H. Freeman & Co., 1970.
17. Logan, John A.; Oppermann, Paul & Tucker, Norman E., ed., *Proceedings of the First Conference on Environmental Engineering and Metropolitan Planning*. Chicago: Northwestern University Press, 1962.
18. United Nations, *Industrial Development in Asia and the Far East*. Volume I, II, III & IV, Washington, D.C.: United Nations, 1966.
19. 岩井弘融, 加藤一郎, 柴田徳衛, 八十島義之助 編集, 都市問題講座: 公害・災害, 東京: 有斐閣, 昭和 41.