

水質汚濁公害의 最少化方案 및 對策

朴 仲 鉉*

1. 우리나라의 水質汚濁의 現況

우리나라에 있어서 水質汚濁問題가 重大한 社会的 政治的 問題로 惹起된 것은 第2次經濟開發이 始作된 然後이며 都市의 急進的인 人口集中 現象과 더불어 産業에 있어서는 石油化学工業 및 섬유공업의 發展과 鐵鋼, 造船 및 機械工業의 未發展이 그 特徵인 故로 水質汚濁 題는 石油化学工業에 起因하는 近海의 汚濁問題로서 登場하게 된다. 其 代表的 例가 光陽灣의 湖南 精油工場과 蔚山灣의 蔚山精油工場에서 發生한 近海沿岸의 水質汚濁事件이며 그後 工業化의 急速한 發展에 따른 纖維, 製紙 및 金屬工業에 依한 水質汚濁問題도 그 重要性은 점차적으로 增加하게 되었다. 其外에 大都市의 急進的인 人口集中 現象과 그 反面 公共事業에 對한 投資가 다른 生産部分인 他事業에 比하여 顯著하게 적었던 關係로 都市 下水에 依한 河川의 汚濁이 또한 環境衛生上의 새로운 重要한 問題로서 登場하기에 이르렀으며 특히 漢江의 清溪川下流에 있어서 水質汚濁이 顯著하여 그 解決策 없이는 도저히 서울, 仁川 等地의 上水道 水源으로서 淨水가 不可能한 境지에 이르게 되었다.

이에 서울市 및 仁川市의 上水道 取水源에 百億원 以上の 莫大한 資金을 投入하여 建設部에서는 現取水地로부터 上流에 位置하고 있는 八堂 DAM으로 移轉하기에 이르렀으니 一種의 水質汚濁에 依한 都市 上水道에 對한 被害라 하겠다.

經濟發展에 따르는 水質汚濁問題는 歐美 및 日本等の 先進國에서도 일어나는 現象이나 우

리나라의 경우에는 經濟的, 自然的, 文化的 特異性으로 因하여 水質汚濁問題도 先進國인 歐美 및 日本 等地와는 判異한 性格을 가지고 있다.

무엇보다도 우리나라 水質汚濁問題의 特性은 農業 및 水産業의 被害로서 零細農漁民의 死活問題도 나타나지만 先進國의 水質汚濁問題는 環境衛生 및 「리크레이션」과 關聯하여 發生하는 경우가 흔하다.

우리나라의 農業은 河川水를 直接 利用하는 畝耕作을 主로 함으로써 그 水質汚濁은 直接 農業生産에 重大한 影響을 준다. 그러나 歐美에 있어서는 耕作이 主가 되므로 農業에 關해서는 水質汚濁問題는 별로 일어나지 않고 있는 實情이다. 그리고 漁業에 있어서도 零細한 沿岸漁業 및 內水面漁業이 우리나라에서는 相對的으로 큰 比重을 차지하고 있어 漁民들의 生活에 直接的인 影響을 주고 있으나 歐美에 있어서는 內水面 및 沿岸海域에 水質汚濁의 現象이 있더라도 産業으로서의 漁業에 對한 影響은 심각하게 나타나지 않고 「리크레이션」으로서 Fishing 및 水泳의 障害 등으로 問題化되고 있는 實情이다.

이와 같이 우리나라의 實情은 工業化를 이루기 前의 農業 및 漁業의 生産形態 및 그 後進性의 産業構造를 形成하고 있는 關係로 第1次産業과 第2次産業의 所得格差가 큰으로써 發生하는 水質汚濁問題가 貧富의 差에 依한 感情的인 紛爭으로 發展할 可能性이 있으며 零細農漁民에게는 심각한 問題가 되리라고 予想할 수가 있다.

그 다음의 特性으로서는 우리나라의 下水處理分野는 建設中인 清溪川 下水處理場을 除外

* 서울대학교 工科大学教授·學術委員長·工学博士

하고는 全無한 現實로 汚水를 未處理狀態로 河川에 放流하고 있으며 또한 糞尿處理場도 서울시西大門區 城山洞에 建設한 濕式燃燒法에 依한 處理場과 釜山에 建設한 同一型의 小規模處理場을 除外하고는 大部分이 簡易處理場이며 분뇨를 洪水期에 無處理狀態로 河川에 放流하고 있는 實情이다. 이것이 또한 水質汚濁을 惹起시키는 重大한 原因 中の 하나라고 하겠다.

歐美諸國에 있어서 都市의 下水는 下水處理場에서 完全處理되고 있고 또한 下水道의 普及率은 下水處理場을 完備한 然後에 計算에 넣고 있는 것으로 그 普及率도 美國이 70%, 英國이 95%, 和蘭이 85%, 日本이 35% 程度이나 우리나라는 下水處理施設을 完備한 公共下水區域은 全無한 狀態이며 工場廢水도 直接 河川에 放流하는 경우에 있어서 單獨處理한 後 放流하는 것이 法制化 되어 있다.

우리나라의 企業者들이 主張하고 있는 것과 같이 廢水處理에 資本을 投資하면 原價上昇으로 因하여 企業으로서의 企業 自体가 存立할 수 없고 따라서 工場에서의 廢水處理 限界는 經濟的 利益을 維持할 수 있는 線까지이며 그 以上の 嚴格한 廢水處理의 要求는 公共機關에서 責任을 지고 行하여야 한다는 생각에 對해서는 水質汚濁의 防止를 아주 重要한 事實로 認定하고 國家的인 次元에서 어떤 特種의 工場 建設이 꼭 必要하다면 水質汚濁의 犧牲 위에 建設하는 것이 아니고 完備된 處理施設을 設備하여 行하여야 하며 工場廢水에 依해서 發生하는 被害額과 比較하여 그 工場에서 廢水處理에 所要되는 金額이 過多하다더라도 國家를 構成하고 있는 各個人의 犧牲 위에 企業의 利益을 追求할 수는 없을 것이다. 淸淨한 물, 푸른 하늘, 맑은 空氣, 조용한 空間 等의 生活環境에 被害를 招來하는 企業에 對해서는 單純히 經濟的 利益만으로 規定 지을 수 없는 事實이다. 따라서 歐美各國의 汚濁問題는 都市內에 있어서 特定地域內 人口의 過多集中現象에 依한 都市下水處理效率의 低下等이 問題가 되고 있으나 우리나라와 같은 下水處理場의 全無狀態에서 未處理로 放流하고 있는 實情에서는 이에 對해서 比較할 수 없는 實

情이다.

이것은 우리나라가 後進工業國으로서 急速한 工業化를 推進한 關係上 重化學工業을 中心으로 하는 經濟의 發展과 社會間接資本의 投資比率이 맞지 않고, 더구나 社會間接資本投資中에서도 道路, 港灣 및 工業用水 等 生産에 直結되는 部分에 重點을 두고 下水道, 廢水處理設備 等 直接的으로는 生産에 直結하고 있지 않는 部分에 對해서는 顯著히 投資를 하지 않았으며, 重化學工業의 推進에 있어서도 生産力의 增大에 쫓기어 排水 및 處理施設인 公害防止施設 等 非生産性 投資에 對해서는 投資를 最大限으로 억제한 것이 事實이나 GNP가 1,000\$에 到達하는 1981年경에 가서는 企業이 國際競爭力을 가지게 되는 時期로 보아 企業自体가 公益事業費用의 一部를 負擔하여야 할 것이다.

2. 水質汚濁 處理 技術 開發의 方向

都市下水 및 工場廢水 處理에 있어서 在來의 高級處理로서 使用되고 있는 2次處理法보다 水質의 多樣化에 依한 處理方法으로서 下水의 3次處理方法이 要求되며 特히 下水를 淨化處理한 後 水資源으로 再使用하는 경우를 對備하여 3次處理가 要求된다. 2次處理에서 使用되고 있는 活性汚泥法은 放流水의 水質基準을 B. O. D 20ppm을 淨化目標로 하여 處理하고 있다. 그러나 利用回數가 많은 河川에 있어서는 이 程度의 淨化度로서는 水質汚濁을 防止할 수 없으므로 先進國에 있어서는 現在 放流水의 規制를 10ppm 程度로 要求하고 있는 實情이나 漢江의 경우 10回 以上 물을 再循環使用하고 있고 九宜里 水源地 附近에 있어서 1967년에는 B. O. D가 14.2ppm, 1970년에 16ppm에 達하며 同年 普光洞 淨水場 附近에 있어서는 30ppm을 超過하고 있는 實情이다. 따라서 今後 都市化 및 工業化가 急進의 으로 行하여질 것을 감안할 때 處理場의 負擔이 커지며 또한 處理場으로부터 放流되는 排水에 있어서도 B. O. D 및 浮遊物質 뿐만 아니라 磷, 窒素 等의 栄養鹽類에 依한 富栄養化도 問題가 되며 따라서 이들을 對象으로 하는 3次處理方法이 開發되어야 할 것이다. 特

히 工場廢水에 있어서 카드뮴 메질水銀等 重金屬의 除去는 放流水에 있어서는 絶대적으로 完全處理除去되어야 하나, 沈澱汚泥中에 包含되어 있는 微量에 대해서도 細心한 處理方法이 要求된다.

이러한 重金屬을 排出하는 工場의 處理法에 對해서는 嚴格한 行政府의 指示 監督이 必要하다.

下水의 3次處理를 行하는 目的으로서는

- (1) 水質汚濁의 防止
 - (2) 工業用水로서 再使用
 - (3) 都市上水道用으로서 再使用
- 等을 들 수가 있겠고 그 目的 및 用途에 따라서 除去物質을 定하고 그리고 處理方案을 決定하여야 할 것이다.
- 除去物質을 大別하면
- (1) B. O. D, C. O. D
 - (2) S. S, 色素等 外觀物質
 - (3) 窒素 및 磷等의 富栄養物質
 - (4) 銅, 亞鉛等의 金屬類
 - (5) 鹽化 Ion等의 溶解性物質
 - (6) 大腸菌等의 細菌性類
- 等이다.

現在 開發되고 있는 3次處理技術은 除去對象物質에 對해서 別個의 處理方法을 가지고 있으나 生物學的의 處理와 物理化學的의 處理로서 大別할 수가 있다.

- (1) 生物學的的 處理
 - (ㄱ) Lagoon 法
 - (ㄴ) 灌溉法
 - (ㄷ) 活性汚泥法
 - (ㄹ) 散水濾床法

等이며 生物學的的 處理法은 無理없이 汚染物質을 除去하며 또한 溶解性物質을 增加시키지 않고 維持管理費도 저렴하다고 하겠으나 特히 (ㄱ) (ㄴ)의 경우 廣大한 土地를 必要로 하는 缺點이 있고, 2次處理法인 活性汚泥法에 있어서는 有機物의 除去에는 相當한 高率除去가 可能하나 活性汚泥와 液相分離의 沈澱性에 對해서는 相當한 問題가 있다.

따라서 沈澱池 및 曝氣槽에 對한 開發이 必要

하며 改良開發의 方向은 다음과 같다.

- (1) 沈澱池效率을 向上시키기 위하여
 - (ㄱ) 傾斜板(管) 裝置
 - (ㄴ) 電氣泳動 및 浸透의 利用
 - (ㄷ) 高分子凝集濟의 開發
- (2) 曝氣槽의 形狀, 效率을 開發시키기 위해서
 - (ㄱ) 二段曝氣法
 - (ㄴ) 純酸素曝氣法
 - (ㄷ) 曝氣槽의 形狀 改善
 - (ㄹ) 酸化促進濟의 開發
- (3) 物理化學的 處理方法의 改善
 - (ㄱ) 藥品沈澱法
 - (ㄴ) Micro strainer 法
 - (ㄷ) 活性炭法
 - (ㄹ) 오존法
 - (ㄷ) Ion 交換樹脂 및 Ion 交換膜法
 - (ㄹ) 逆浸透法

今後 技術開發 및 改善에 留意하여야 할 點으로서는

- (ㄱ) 建設費가 저렴하여야 하며
- (ㄴ) 維持管理가 容易하며
- (ㄷ) 國土情勢에 適合하여야 하고
- (ㄹ) 除去物質에 依한 2次的 汚染問題가 惹起하지 않도록 綜合的 技術을 開發해야 겠다.

3. 水質汚濁에 對한 對策

水質汚濁의 防止對策에는 크게 들로 나눌 수 있다. 卽 現在 發生하고 있는 水質汚濁을 얼마만큼 輕減시킬 수 있는 對策法의 立案과, 둘째에 있어서는 將來 水質汚濁이 發生하지 않도록 할 健全한 社會의 設計이다.

汚濁되지 않은 깨끗한 물이 存在하는 社會와 自然環境이 汚濁되지 않는 空間을 保全하는 것이 汚濁防止의 理想이라 하겠다.

現在의 汚濁防止策은 公害基本法에 依하여 各水系別 汚濁現況, 水利用狀況 等에 依해서 判斷하여 基準値를 定하며 그 基準値內에 들도록 排出의 規制를 行하여 水質汚濁을 防止하고 있는 實情이며, 따라서 汚濁防止는 國家行政機關에서 嚴한 指針을 定하여 施行하지 않으면 아니

된다고 하겠다.

가. 環境基準의 確立

적어도 水質의 인 面에서는 마음놓고 使用할 수 있는 條件으로서 各 水系別 環境基準을 設定하지 않으면 아니된다.

특히 國土綜合計劃時에 있어서는 土地利用計劃, 都市計劃, 工業立地計劃 및 用水計劃 以外에 水質汚濁 防止計劃을 考慮하여 立案하여야 하며, 巨視的 眼目으로 広域利水計劃을 推進하여야 한다. 그리고 各 河川의 使用水에 對한 認可 및 監視測定 등이 있으며 現在의 公共水域에 있어서의 使用水量의 認可에 對해서는 建設部의 河川法에 依한 使用許可와 工場의 排水 放流에 對해서는 保社部의 公害法에 規制를 받고 있고, 水質의 測定에 있어서는 建設部, 農水産部, 保

社部 및 地方市, 邑 등이 各己 分散 投資하여 予算과 人員의 낭비를 가져 오고 測定方式, 場所 및 時間 等의 差에 依한 公表值의 差異에서 오는 混亂 等を 防止하기 위하여 綜合的인 觀點으로부터 系統的으로 行하여야 하며, 測定結果의 公表 等に 依해서 國民全體의 監視下에 汚濁防止를 目標할 것 같으면 그 目的達成에 크게 寄與할 수가 있다고 하겠다. [表1 参照]

나. 研究方法論의 確立

水質汚濁의 主要 根源은 都市下水 및 各種 産業廢水이며 어떠한 産業形態로부터 어떤 種類의 廢水가 얼마만큼 排出되는가에 對해서 環境工學的 立場에서 現在 聯關되고 있는 自然科學 및 社會科學의 知識을 總動員하여 水質汚濁 現象을 測定 分析한 後 防止對策을 樹立 하여야

[表] 1

水質等級 및 使用水의 用途

等級	生物化學的 酸素要求量 (B.O.D) 20°C p.p.m	溶存酸素 (D.O) p.p.m	大腸菌系群 (1cc에 對해서)	水素 ion 濃度 PH에 對해서	用 途 例
A	1.0 以下	7.5 以上			水泳 水道用水
B	1.1~2.0	7.5 以上			水泳 水道用水 工業用水 漁介增殖用
C	2.1~5.0	5以上			工業用水 水産用水 (B.O.D 4 以下) 農業用水
汚濁限界点	5	5	250	5.8~9.0	
D	5.1~8.0				工業用水로서도 沈澱 및 濾過를 必要로 함.
E	8.1 보다 大				上水道用水不適, 工業 用水로서 高度의 技術 을 要함. 水産用水에 도 不適, 農業用水에 는 疑問.

할 것이다.

이 경우 특히 필요한 것은

1. 生産量當 廢水量

2. 廢水質에 對한 詳細한 分析値

3. 生産의 各 工程에서 發生하는 廢水の 質等이며 廢水分析法의 研究에 있어서는 微量 重金屬有機物의 測定方法을 開發할 必要가 있고 微量有機物의 分析에 있어서 最大의 難點은 이것을 定量的으로 濃縮 分離하는 操作이며, 그 後에 이들物質量을 正確히 確認하는 것이다.

그리고 他 方向의 分析法의 研究은 分析器機의 自動化 測定이며 廢水の 性質은 時時刻刻 變化하고 있으므로 完全 自動化된 計測器를 水系 別로 適當한 位置에 設置한 後 中央集中管理 System에 依해서 分析 評價한 後 綜合的인 對策을 수립하여야 할 것이다.

다. 教育에 있어서 公害 認識의 普及 및 大學에 있어서의 水質汚濁研究所 設置

水質汚濁問題를 理解하고 그 對策을 樹立하기 위해서는 自然科學의 知識을 基礎로 하며, 自然의 生態學에 關心을 가지고 있는 物理學者, 化學者 및 生物學者 環境의 設計에 從事하는 土木工學者, 衛生工學者, 環境工學者, 都市工學者 및 生産工學者と 水質汚濁의 人體에 미치는 影響에 대한 關心을 가지고 있는 醫學關係者와 公害의 責任 所在을 論하는 法學者와 社會的 側面에서 公害對策 및 水質汚濁防止策을 論하는 社會學者等 其他 여러 分野에서 關聯하여 研究 開發하여야 하나 특히 環境의 設計에 從事하는 土木工學, 衛生工學, 環境工學 및 都市工學의 學問中에 水量을 다루고 있는 水理學, 或은 流體力學 以外에 水質에 關해 化學 및 微生物學

의 基礎知識을 加味한 學問을 다루는 環境工學科를 學部에 新設하고 專門的인 環境工學者를 養成하여 未來社會에 奇與하여야 할 것이다.

그 外에 水質汚濁防止에 必要한 研究은 莫大한 量과 많은 專門分野科學者의 協力이 必要하므로 專問別 科學者를 保有한 綜合大學에 新設 研究所로서 設立하는 것이 별도로 研究所를 新設하여 새사람을 採用, 運營하는 것보다 高度의 專門的 技術의 導入, 教育效率의 向上, 人力의 動員 및 運營上 經濟的이라고 하겠다.

라. 重化學工業 團地內의 處理施設의 完備

重化學工業基地內의 下水管路의 配置는 分流式으로 設計하며 雨水 및 污水管路를 布設하고 排出되어 工場廢水中 特別 重金屬이 排出되는 工場에 對해서 別度로 單獨處理하도록 하며 可能하면 限定된 地域內에 重金屬이 排出되는 別度 工場團地를 造成하여 處理에 對한 監視에 萬全을 기하여야 할 것이다. 끝으로 自然環境이란 生態系를 保全하기 위한 總人智를 投入치 아니하면 아니되며 水質汚濁問題에 있어서 3次處理를 包含한 諸問題를 우리나라에서도 慎重히 考慮할 時期가 왔다고 생각하는 바이다.

4. 結 言

實際적으로 公害를 전혀 發生하지 않도록 하는 것은 都市 및 産業發展上 不可能함으로 許容範圍를 設定하여 規定하는 方案과 아울러 環境惡化의 費用을 計算에 넣은 價格을 污染發生製品의 價格에 添加하여 PPP(Polluter Pay's Principle)의 原則에 의하여 都市 및 企業主도 그 利益의 一部를 國家의 公害防止事業에 投資하도록 政策의 으로 考慮하여야 한다.

