

# 韓國에 있어서의 水資源과 水質保全의 課題

(韓國과 日本과의 比較 考察)

日本技術士會 農學部會

鈴木 清

## 韓國水資源의 現況과 課題에 對한 討議內容

主題發表者 李善根 技術士

日本技術士會 鈴木清 技術士

이小論은 1980年 10月 30日 東京에서 開催된 第10回 韓日技術士 會議에서 論議된 8테-마 中 韓國水資源의 現況과 課題에 對하여 (財)韓國綜合技術研究院長 李善根氏가 報告, 이에 對하여 農學部會의 鈴木清會員이 質疑, 그 後 兩氏에 依해 討議된 事項에 對하여 鈴木會員·코멘트를 附加하여 報告된 것임,

다만 時間이 制限되어 있는 것과 韓國則의 事情에 依한 詳細한 데이터의 提供이 不可能한 關係上 討議가 總論的이라는 것은 매우 遺憾이었지만 어쩔수 없었습니다. 또다시 詳細한 討議를 續行할 것을 雙方間의 協議하고 今回를 가지고 第1回 討議로 함.

## 序 言

韓日兩國의 建設 “콘설 탄트”의 技術交流 “세미나”가 兩國技術士會의 主催로 10月 30日 東京의 麻布그린 會館에서 開催되어 韓國技術士會常任理事 鄭炳淑氏를 團長으로 하고 以下 韓國代表의 建設建築分野의 大學, 研究機關, “콘설 탄트”, 企業幹部等 技術士, 25名이 來日하였으며 이에 對한 日本側 技術士 30名이 出席한 사람중의 한 사람으로서 筆者도 이에 參加하게 된 것을 意義깊게 生覺하였다.

여러가지 “테-마”의 하나로서 (財)韓國綜合技術研究院長 李善根氏로부터 「韓國의 水資源 現況과 課題」라는 “테-마”로서 講演이 있었다. 筆者는 1970年~1971年 韓國農業振興公社 榮山江 綜合 開發計劃의 “매스터 플랜” 策定과 世界銀行

借款事業, 妥當性 調査에 從事할 當時 韓國政府 世界銀行 借款事業 調整常任委員의 委囑을 받아 여러모로 水資源開發計劃에 손을댄 經緯가 있으며 其後, 關連의 技術的 相談을 爲하여 訪韓하고 왔기에 특히 이 “테-마”의 興味 眞眞한 報告를 傾聽하였으며 따라서 質問을 交換하였다. 其直後 그들과의 2.3의 討議를 나누던中 四大河川의 水質에 對하여 流量以上の 深刻한 問題가 있어 筆者는 最適處理方法으로서, 土壤에 依한 淨化法을 紹介說明하고 今後 資料情報의 交換 討論을 繼續할 것이라고 生覺하였다. 韓國의 水資源의 現況과 課題를 여기서 되풀이해서 日本의 狀況과 對比하여 이에 對한 2.3의 項目에 關하여 筆者의 考察을 添加하고자 한다.

## § 韓國의 水資源의 現況

韓國의 國土面積 98,914km<sup>2</sup>에 있어서 年降雨

량은 1,267mm로서(日本 1,788mm) 全世界平均值 973mm에 比하면 豊富하다고 할수 있지만 人口過密로 國民 1人當의 水資源은 平均 3,050 m<sup>3</sup>(1979年)로 世界の 1人當 平均值 32,000m<sup>3</sup>의 不過 10% 以下이고 日本의 6,030m<sup>3</sup>와 比較하면 50% 强으로서 極히 적은 편이다. 韓國의 開發可能 水資源은 地質構造의 特性에서 地下水의 賦存量이 적어 그 利用度가 微微한 狀態 이어서 하는수 없이 河川流出의 地表水와 伏流水를 利用하는데 局限되어 있다.

韓國河川의 總流量은 662億 m<sup>3</sup> 이나 그의 61%

(405億 m<sup>3</sup>)가 洪水狀態로 流下하기 때문에 平水時流出量은 總量의 39%에 지나지 않다. 全國平均年降雨量을 1,159mm(政府發表數值)라고 할 때 降水總量은 1,140億 m<sup>3</sup>(日本 6,749億 m<sup>3</sup>)로서 이중 42%의 748億 m<sup>3</sup>가 蒸發하고 나머지 58% 即 662億 m<sup>3</sup>가 河川에 流出하는데 이중 61%의 405億 m<sup>3</sup>가 洪水로서 流出 殘量 39%의 257億 m<sup>3</sup>가 平水로서 流出하는데 不過하다.

1979年 現在 各種用水 需要總量은 約 150億 m<sup>3</sup>의 規模로서 平水量의 約 59%가 利用되는 것임. 이것은 韓國河川의 特徵이라 할 수 있는 河狀係

表-1~1. 全國用水需要展望과 年次別 水源建設計劃 (百萬屯/年) <p. 56. 表 3참조>

表-1~2. 日本의 長期用水需要計劃에 對한 水 供給의 展望 (單位: 億m<sup>3</sup>/年)

地域區分	需要增加量		供給增加量		不足水量		
	1976~1985	1976~1985	1976~1985	1976~1985	1985	1990	
北海道	12.5	21.9	14.1	25.5			
東北	32.9	46.4	30.7	49.6	2.2		
關東	內陸	30.7	38.1	30.9	40.4		
	臨海	44.9	52.6	40.0	45.7	4.9	6.9
	計	75.6	90.7	70.9	86.1		
東海	38.3	49.4	41.9	52.1			
北陸	9.1	11.7	10.0	13.4			
近畿	內陸	11.7	14.4	10.8	17.3	0.9	
	臨海	20.2	23.8	19.4	22.7	0.8	1.1
	計	31.9	38.2	30.2	40.0		
中國	山陰	3.0	4.1	2.5	4.6	0.5	
	山陽	12.0	16.5	14.4	18.8		
	計	15.0	20.6	16.9	23.4		
四國	9.4	11.7	11.2	13.6			
	北九州	12.8	20.3	8.8	19.3	4.0	1.0
	南九州	7.4	13.2	5.8	14.4	1.6	
	計	20.2	33.5	14.6	33.7		
沖繩	1.3	2.1	1.0	2.2	0.3		
全國計	246.5	326.2	241.5	339.6	8地域 15.2	3地域 9.0	

(注) 長期用水供給計劃에 依함.

數가 크기 때문에 渴水期에 있어서는 河道維持用水가 不足한 渴水量이 되며, 流出量은 不過 85 億m<sup>3</sup>에 不過하는 利水面에 있어서 極히 不利한 條件에 놓여 있다고 볼 수 있다.

韓國은 1991年~2001年에는 人口가 各各, 44 百萬名에서 50百萬名으로 增加하여 1人當 GNP 는 US\$ 3,400에서 US\$ 7,900로 上昇할 것으로 展望된다. 물 需要가 相對的으로 增大되어 1991年度 234億 m<sup>3</sup>, 2001年度 293億 m<sup>3</sup>라고 推定되므로 물의 供給은 深刻한 問題로 귀착된다.

韓國 政府는 表-1에서 보는 바와 같이 多目的 댐과 河口堰을 建設하여 물 需要에 對備하는 計劃이나 水資源分布의 時間的 變動과 流域間 不均衡에 依한 물供給面에 있어서의 問題가 特히 深刻하다.

例를 들자면 1971年에 水資源開發을 計劃한 榮山江流域에는 앞으로 甚한 供給不足이 迫頭됨에 反해 流域이 隣接된 蟾津江 流域에 있어서는 供給이 需要量을 上廻함.

또는 洛東江流域의 물로서는 流域外의 蔚山, 浦項 等地에 供給하는데 河川의 變動이 클 것이다.

### § 水質保全

韓國의 물問題는 量的問題以上의 問題가 水質이다. 降雨量이 적다는 것은 工業化, 都市化의 急激한 進展이 벌써 물의 自然淨化能力限度를 일으켜 大河川의 下流部는 이미 自然生態系의 破壞現象이 是認되어 數年前부터 自然保護運動이 展開되고 있다. 一方 立選水같은 것도 下水道와 下水處理場等 廢水處理場의 建設에 拍車를 加하게 되었다.

韓國河川에 있어서 水質汚染의 要因은 自然條件에 依한 것과 社會經濟的인 條件에 依한 것으로 大別된다. 自然現狀에 依한 것은 降雨의 季節性 時差的 不均衡에 依한 平水量의 不足과 물의 自然淨化能力이 低下된 渴水期의 汚染이며 社會的 經濟的 要因이라 할 수 있는 것은 60~70年代의 急激한 産業化 過程에 따라 工業廢水의 急增, 都市化에 따른 都市下水의 排水量 增大에 基因되며 이들 處理 施設의 未備等으로 水質을 크게 劣化 시켜왔으며 餘他 農業의 近代化

에 따라 化學肥料 또는 農藥의 過多使用으로 말미암아 土壤의 汚染과 殘留物質이 流出함에 따라 水質保全에 크나큰 問題를 惹起시키게 되었다.

서울特別市의 境遇 廢水處理施設 集塵施設 騒音防止施設의 設置가 強化되어 漢江물의 平均 BOD는 2.8로서 好轉되고 있다. 生活環境의 實態와 1981年까지의 展望으로서는 다음 表-4와 같이 될 것이라 하였다.

表-2. 廢水排出量 <p. 57 表 5참조>

表-3. BOD 負荷量 <p. 58 表 6참조>

表-4. 生活環境의 實態와 展望

項 目	指 標	實態와 展望	
		1974	1981
安全水供給	安全水供給比率(%)	25	53
都市屎尿衛生處理	都市屎尿處理率(%)	29.5	100
水質汚染	漢江의 平均 BOD (PPM)	4	2.8※
大氣汚染	亞硫酸가스 濃度 (PPM)서울	0.048	0.025
〃	〃 仁川	0.033	0.023

出所: 韓國保健社會部 ※ 一部改訂(鈴木)

또한 寄生蟲의 感染率은 1974年 43%이었던 것이 1981년에는 15%이며 1991년에는 撲滅을 目標로 하고 있다.

韓國의 主要河川은 漢江, 洛東江, 錦江, 榮山江의 4大河川으로서 1975~1979年間의 生物酸素要求量(BOD)의 平均的 變化를 測定한 結果는 다음의 圖-1과 같다.

河川에 流入汚染水を 都市下水 工場廢水 其他로 分類하면 表-2와 같은 排出量에 있어서는 都市下水가 72.4% 工場廢水가 19.0% 家畜排水가 5.1%로 되어 있으나 BOD 負荷量을 比較하여 보면 表-3에 表示함과 같이 都市下水가 42.2% 工場廢水가 44.5% 家畜廢水가 13.1%로서 都市下水와 工場廢水가 거의 同量이 된다.

圖-1. 韓國 4大江의 BOD(PPM) 變化推移

<p. 57 그림 1 참조>

表-5. 年度別農藥使用量 <p. 58 表 7 參照>

이러한 條件下에 놓여 있는 韓國政府는 水質 綜合對策의 基本目標로 하여 다음과 같은 事項

을 樹立하게 되었다.

1. 水質의 現況把握 및 將來豫測, 汚染物質의 發生源과 環境容量의 究明.
2. 汚染物質 排出의 經路 및 人間과 自然에게 미치는 影響等의 汚染機構의 究明.
3. 緘持 시킬수 있는 水質基準의 設定과 이를 爲한 監視統制體制의 確立.

이에 對한 河川汚染 防止對策 海洋保全對策, 廢棄物 處理對策, 土壤 및 農作物의 汚染防止對策 毒劇物處理의 對策等 여러가지의 相對的 措置가 講究되어 있으며 廢棄物에 對해서는

- 1) 廢棄物의 收集, 運搬, 處理體系의 確立 및 埋立處理에 依한 2次 汚染防止 對策의 研究
- 2) 廢棄物을 資源化 하기 위한 資源再生公社의 設立運營 上記의 對策이 實施되어 있다.

또한 河川汚染防止 對策의 一環으로 多目的댐의 開發目標의 하나로서 多目的댐의 放流量을 調節함에 依한 河川의 流況을 改善하고 流水의 自淨力과 汚染物質의 稀釋하는 能力을 높여 河川의 保全에 奇與하는 期待를 하고 있다.

## § 農業工學的 考察

韓國의 降雨狀況은 日本과 同一한 “아세아 몬순” 地域에 있는 것으로서, 大陸性 氣候의 降雨量은 日本에 比해 적은 편이다. 또한 季節의 變動이 甚하여 雨期인 늦은 여름(6月~8月)에 降雨가 年間雨量의 約 40~60% 集中하여 同一地域에 있어서도 年次의 變動이 甚하여 多雨年과 寡雨年의 年較差가 大端히 크다. 每年 來襲하는 台風 또는 暴風과 함께 數10億 m<sup>3</sup>의 降雨를 수반하여 莫大한 財産과 人命의 被害를 가져오게 하고 있다.

渴水年은 例年에 있어서도 初夏의 乾期인 5~6月에는 河川의 流出量이 減少되어 水力發電 灌漑用水, 生活用水 및 工業用水 供給에 큰 支障을 초래함. 이러한 것은 韓國의 河川의 河狀係數가 特別이 커서 河川의 流況은 變動의 巾이 極히 甚한 것으로 풀이된다. 日本國의 河川의 河狀係數는 利根川이 236으로서 河狀係數가 比較的 적은 錦江이라도 298이라는 큰 수치이다. 強하고 큰 日本의 河川을 列舉한다면 富士川, 吉井川, 球摩川, 矢作川, 大井川, 曠川, 정도이다. 이것은

治水 또는 利水面에서 極히 不利한 自然條件이며 또 水質保全上에도 不利한 要因이 된다. 現在 韓國은 多目的댐이며 河口堰의 建設을 盛行하고 있는데 1976년에는 2,521百萬m<sup>3</sup>/年の 댐이 完成되어도 923百萬m<sup>3</sup>의 不足을 招來하며 1981年에 다시 2,270百萬m<sup>3</sup>의 댐이 完成되더라도 1,282百萬m<sup>3</sup>의 不足이 豫見되어 深刻한 물의 問題를 若起시키게 된다.

全天候 農田水利事業의 根元에 灌漑의 擴大를 期하고 있는 것중 排水事業에 對하여는 殆半이 未着工의 狀態에 있는 것도 물 不足이라는 點에서 其原因이 있다.

댐의 立地條件 亦是 年年 不利하며 開發條件의 不利한 建設로서 開發單價는 날로 上昇하고 있다. 1976年 完成한 安東댐은 貯水量 單價가 30W/m<sup>3</sup>이었던 것이 今年完成되는 大清댐은 114W/m<sup>3</sup>이고 建設中의 忠州댐은 128.5W/m<sup>3</sup>가 되어 점차 經濟를 壓迫하는 것이다.

筆者가 韓國에 滞在했던 10年前만해도 河川水는 그대로 飲料水로서 利用되던 것이 오늘날에 와서는 2次處理를 하지 않은 물로서는 使用할 수 없는 狀況에 놓여 있다. 이 水質汚染의 原因은 60~70年代의 急激한 産業化過程에 있어 工業廢水의 急增, 都市化에 基因하는 都市下水의 排水量增加, 其外 農業近代化에 遂伴하여 化學肥料 또는 農藥의 過多使用에 依한 農業排水의 汚濁이 河川에 流出되기 때문이라고 할수 있다. 漢江의 水質이 BOD 2.8로서 急激한 回復을 가져오게 된 것은 서울시 下水處理場의 終末處理場整備를 갖췄는데 큰 效果가 있지만 他의 河川의 急激한 惡化는 下水處理場의 整備의 未洽과 農村集落排水(畜産排水包含)에서 起因하는 것이라고 生覺된다

生活와 生産에 附隨해서 排水되는 污水, 汚物을 簡單히 處理 處分한다는 것이 아니고 安全性을 確認하여 積極的으로, 農林水産 生産에 奇與할 수 있게 보다 進展한 “씨스템”(system)으로 發展시킬것 生活의 快適性和 健全한 農業生産을 새로운 連系에 誘導하는 結節點에 處理施設을 들것 農村의 生物 生産을 增加시키는 立場에서 可能的한 “씨스템”이 된다면 都市技術에서 없는 獨自의 技術“씨스템”이 될 것이며, 그 技術“씨스템”을 通하여 都市에서 苦悶하는 下水汚泥 塵芥

對策에 農村側에서 主體性을 가지고 손을 뻗치는 機緣이 될 것이다.

水中에서 溶解된 微量의 窒素를 除却한다는 것은 污水處理技術에서는 最後에 남는 問題이며 公衆衛生을 主眼點으로 한 從來의 下水道나 尿管處理場의 處理로서는 問題視하지 않았던 項目이지만 近代의 水稻栽培 技術에서 期待하는 流域農村에 있어서 가장 重要한 項目은 水質이라 할 수 있다.

近年 閉鎖水域의 富榮養化 對策이 水質 保全上의 重要課題로 되어 있으며, 그 原因이라고 볼 수 있는 窒素 磷의 除却技術은 下水道 終末處理場의 緊急한 研究對象이라고 할 수 있는 것의 窒素에 對해서는 아직 實用化技術이 確立되지 않았으며 또 內灣等의 總量 規制에 있어서도 規制 項目에 올라 있지 않다.

日本에서는 “비와湖”의 水質保全對策으로서 滋賀縣이 排出規準에 全窒素 20PPM 以下로 規制를 定하여진 것이 注目된다.

上水道 原水에 對해서는 硝酸態窒素 10PPM 以下이고 農業用水規準의 示方한 水稻栽培에 希求하는 水質이라는 것의 全窒素 1PPM은 極히 嚴格하지만 그 保全에 最大의 努力을 한다는 것은 當然할 것이다.

從來의 污水處理 方式에서는 BOD의 除却이 重視되어 活性汚泥法에서는 磷, 窒素와의 素同이며 生物膜法(接觸曝氣, 回轉圓板等)에 있어서의 好氣의 處理로서 硝化까지 될 수 있지만 除去(脫窒)하게 되면 嫌氣條件을 만듦, 脫窒菌의 “에네르기”源이라 하여 炭素分을 加하는 等の 特別한 措置操作이 必要하게 된다.

亦是生活排水의 境過 當初 有機態의 것이 암모니아態에 암모니아態가 硝化菌等に 依해 亞硝酸을 經由 最後에 硝酸態로 되어 安定된다. 從來의 二次處理에서는 殆半이 암모니아 態로서 放流되지만, 암모니아 態의 窒素는 鹽素消毒의 效果를 妨害할 程度가 아니고 쿠로라민 等の 有毒物質을 生成하며 또 水域에서는 魚貝類에 害를 끼친다.

大規模의 下水終末處理施設에서 增大 되는 汚泥의 處분에 若闕, 下水處理場 尿管處理場, 家庭淨化槽 어떤 것이든지 處理水를 放流하기 때

문에 水域을 汚損시키고 있음, 即 이것은 農村 集落排水, 畜産排水도 例外는 아니며 流域은 적이고 流量變動이 큰 上流域의 農村集落은 當時 10倍 以上の 稀釋을 前提로 한 下流의 下水道에 比해 不利하다.

可及的 高度의 處理가 可能하여 汚泥發生量이 적은 處理方式 例를 들면 高効發酵消化에 依한 汚泥가스 發電 시스템의 取込, “省에네”도 加한 方式을 選擇하는 同時 農村의 立地를 生生하게 如何히 農村環境을 損傷시키지 않고 自然의 水循環이 되어 汚泥를 自然의 循環系에 되돌리게 하는 것을 具體化하는 것이다. 自然의 土壤中の 水의 不飽和流는 土壤의 物理性外에 微生物, 植物의 根毛等의 淨化能에 期待하는 것이다. 微生物을 自己制御가 되지 않으며 外氣溫度에 支配되기 쉽다. 그리하여 從來의 處理施設과 概念이 相違하므로 그 學系엔지니어의 發想으로서는 追隨하기 힘든 問題가 있다. 그래서 農業工學의 考察을 加하는 課題이다.

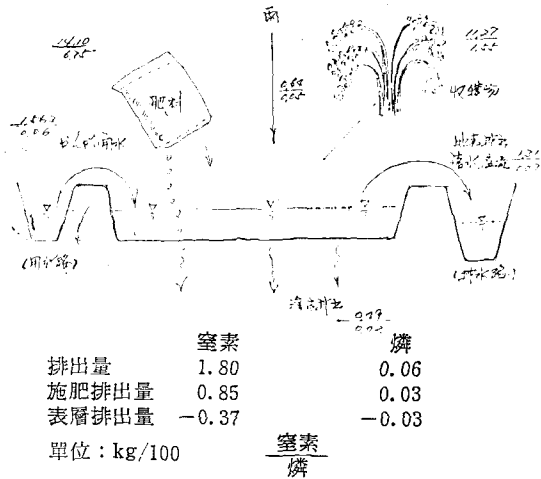
日本에 있어서는 建設省에서 荒川의 下水處理水를 河川敷地土壤에서 日量 36萬 m<sup>3</sup>을 處理하는 計劃을 進行하는 中이며 廣島學園都市에서는 5萬名規模의 山林散布處理를 새롭게 發想하여 試圖하게 될 것을 紹介하고자 한다.

農業排水中 가장 富榮養化에 影響이 있는 것은 水畚에서의 肥料成分이 流出하는 것이다.

그의 “메가니즘”은 充分히 解明되지 않았지만 “비와湖” 富榮養化防止 條例 施行에 맞추어 滋賀縣 農村水産部가 마련한 “쿠—링, 안도 리싸이쿠—링 農業”에는 다음과 같은 試算을 行하고 있다. 即 窒素를 例를 들면 水畚에 浸入되는 窒素成分은 用水로서 1ha 當 27kg 兩水에 7kg 空中窒素固定에서 40kg 벗 還元에서 40kg 肥料에서 96kg 合計 210kg 이에 對해서 排出量은 밧집에서 40kg 벼이삭에서 60kg 空中으로 脫窒에서 70kg 排水와 地下浸透에서 40kg로 計算되어 있다. 施肥한 肥料中에 벼에 吸收되는 것이 35% 흙에 남는 것이 37% 流出하는 것이 8% 로서 土地改良事業을 하여 用排水分離가 促進되면 湖邊部에서는 排水가 水畚에 再利用되는 것임. “비와湖”에 施肥의 3分の 1이 流入하여 富榮養化할 수 있는 것이 된다.

圖-2. 水峯에 있어서 窒素와 磷收支

(霞霞浦流域의 濕田 1975-清城大學 農學部高村義親)



### § 土壤에 依한 污水淨化法

生活排水를 土壤에 依해서 淨化하는 方法은 元來 人類의 歷史와 함께 始作되었다. 그것이 오늘날과 같이 特殊한 水 處理技術에 依하여 다루게 된 것은 極히 最近의 일이다. 거기까지에는 農地, 森林에서 生活排水를 引用하였던 것이다. 1972年 水質汚濁防止法, 所謂 “마스키-法”이 美合象國에서 成立되어 土壤 “필타”를 利用하는 方向이 提示된 것은 太古적부터 내려오던 水 處理의 回歸를 意味하는 것이다.

下水道 終末處理場이나, 尿尿淨化槽도 全部 BOD의 濃度規制에 依한 放流水質基準이 適應된다면 이들의 處理技術이 BOD만을 低下시키기 쉬운 活性汚泥法에 依하여야 한다. COD의 總量規制에 基準이 變更된 오늘날 污水處理關係者는 根本的으로 生覺하는 方向을 바꾸지 않으면 안된다.

活性汚泥法에서는 COD의 除去率은 BOD의 그것에 比較하여 極히 効率이 나뉘 果然 營養鹽類의 窒素, 磷의 除去率이 되면 어느 것이든지 30% 以下이고, 汚泥處理를 제대로 잘하지 않으면 除去가 不可能한 點에 留意하여야 한다. 土壤淨化 “씨스뎀”에 對하여는 別途配布한 資料 “土壤에 依한 污水處理淨化法”에서 論하고 河川等의 具體的 應用 展望에 對하여 簡單히 記述함.

(1) 河川敷地의 土壤을 利用하는 污水處理

河川의 高水敷地 또는 洪水調節의 遊水池와 그

周邊土壤의 利用을 生覺하여 各種 排水를 河川敷地 土壤으로서 處理하는 것은 河川의 水質汚濁 對策으로서는 合理性이 있다.

(2) 底層水의 山林撒布

富榮養化가 進行하여 下流의 飲料水利用에 支障이 招來된다고 指適되고 있는데 長期에 亘하여 湖底에 蓄積된 窒素와 磷은 夏季水溫成層期에만 底層의 冷水域에 窒素와 磷이 多量溶出이 된 表層水보다 5倍以上의 高濃度가됨. 이 高濃度의 水塊를 取水 또는 水中펌프로 揚水하여 湖岸의 山林土壤에 窒素와 磷을 除去한다는 것은 河川汚濁防止策으로서 檢討하여야 할 것임.

(3) 海域 湖沼(河口堰包含)에의 都市下水의 汚濁防止

水面이 安定되어 있는 水域에서는 넓은 水面에 流入하는 不特定 多數의 排水가 原因이나 이 污水雨水의 混合排水를 水面의 一部 合成樹脂膜等으로 他의 水域과 區分하여 酸化池法과 土壤淨化法을 組合하는 方式도 檢討되어야 할 方法의 하나라고 할 수 있다.

### § 結으로

第10回 韓日技術士會議에 參加되어 「韓國의 水資源의 課題와 展望」에 對한 講演을 하고 資料를 提供해 주신 李善根氏에게 紙面을 빌려 謝意를 表하며 今後 이問題에 對하여 討議를 繼續하여 주실 것을 希望합니다. 그리고 引用하게 된 文獻의 筆者분들에게 謝意를 表하는 바입니다.

### 〔引用文獻〕

- (財)農地開發企劃委員會: 集落排水處理技術의 展開, 農林工學研究 26, 1980. 3
- 行政管理廳行政監察局: 水産源의 利用에 關する 調査報告書 下 18, 1980. 10
- 木村正二郎: 污水의 土壤淨化法의 展望と 課題, 土壤淨化システム Vol 4-No. 29, 1979. 4
- ふじひろし: 土壤による 污水淨化法 케미칼엔지니어링 Vol 25-No. 7 1979. 7
- 李善根: 韓國의 水資源과 課題 第10回 韓日技術士會議資料 1980. 10
- 中出幸: クリーンアンドリサイクル農業とびわ湖, 用水と營農 No. 91 日本イリゲーションクラブ 1980. 9 (技術士勞働安全コンサルタント(株) AICD 社長乾地生態研究所長, 小宇宙工學研究所主幹)