

〈기술보문〉

댐·貯水池의 水質環境保全對策

李承彥*

1. 序 論

우리나라는 70년대 이후 重化學 工業의 發展과 高度의 經濟成長으로 각종 用水의 需要가 增大되고 있으며 河川의 水質汚染이 增加됨에 따라 多目的의 貯水池 水資源은 用水 利用面에서 다른 어느때보다 重要視되고 있다.

한국의 用水 利用量은 生活用水 49억 m^3 , 工業用水 25억 m^3 , 農業用水 151억 m^3 , 河川維持用水 57억 m^3 으로 총 282억 m^3 의 각종 용수를 이용하고 있고, 이중 多目的의 貯水池의 用水 利用量은 100억 m^3 에 이르고 있다.

이처럼 多目的의 貯水池는 用水供給面에서 중요한 役割을 하고 있으며 또한, 魚族의 棲息地로서, 觀光資源으로서의 역할까지 겸하게 되었다.

그러나 貯水池 용수의 需要는 계속 증가하는 반면 水資源 開發에는 많은 時日과 막대한 投資 財源이 所要되고 넓은 지역의 水沒에 따른 補償과 住民 移住上의 문제점, 貯水池 敵地의 不足 등으로 多目的의 貯水池 開發 事業이 날로 어려워짐에 따라 良質의 水資源 確報는 더욱 重要시되고 있고, 水質問題도 緊迫한 現實로 대두되고 있다.

최근 湖沼의 水質保全을 위하여 排水水 規制와 汚染의 團束을 크게 強化하고 있으며 水質環境保全法의 整備로 特別對策地域을 指定하는 등 水質管理에 적극적인 노력을 기울이고 있다.

따라서 本考에서는 우리나라 多목적댐의 水質 및 汚染源 現況과 水質源 保全對策에 대하여 論하고자 한다.

2. 多目的의 貯水池의 現況 및 特性

다목적댐은 昭陽江댐이 竣工된 이래 安東, 大淸, 忠州, 陝川, 住岩댐이 建設되었으며 蟾津江댐, 南江댐을 비롯하여 8개댐을 保有하고 있고 貯水容量은 1억9천만 m^3 내지 29억 m^3 으로 大 容量댐이며,

各 多目的의 貯水池의 一般現況은 〈表1〉과 같다.

流域面積은 763 km^2 내지 6,648 km^2 로써 매우 광활하며 일반적으로 流域面積/滿水面積의 比가 클수록 湖沼에 負荷되는 營養鹽類의 양이 증가하여 그 만큼 湖沼가 富營養化될 可能性을 갖고 있다고 볼 수 있다.

多目的의 貯水池의 流域面積에 대한 滿水面積의 比를 〈表2〉에 나타냈으며, 〈表2〉에서 알 수 있듯이 多目的의 貯水池 面積에 대하여 流域面積이 매우 넓은 것을 알 수 있으며 貯水池 流域面積에 대한 滿水面積의 非는 29~97로 매우 크다.

또한 대부분의 貯水池는 河川의 中上流부에 建設되었기 때문에 湖沼의 形態가 河川形인 것이 또 하나의 特徵이다.

貯水池의 縱/橫 比를 보면 대부분 50 以上으로 自然湖沼에 비하여 긴 河川형으로 형성된 것을 알 수 있다. 〈表3〉.

3. 多目的의 貯水池의 水質 現況

3.1 汚染源 現況

우리나라는 1960年代 初부터 意識적으로 推進된 工業化를 通한 經濟 개발 정책에 힘 입어 經濟 成長을 이룩하였지만 工業團地를 비롯한 大都市의 下·廢水 放流, 畜産 및 鑛山 廢水의 放流 등으로 인하여 河川의 水質 汚染 問題는 累積되어 왔다. 그러나 '80年代에는

* 건설부수자원국 댐계획과 토목기좌

表1 多目的 댐 現況

水 系	댐 名	流域面積 (km ²)	滿水面積 (km ²)	總貯水量 (百萬m ³)	貯 水 量 (百萬m ³)	平均水深 (m)
漢 江	昭陽江	2,703	64.3	2,900	1,900	45.1
	忠 州	6,648	86.0	2,750	1,789	32.0
洛東江	安 東	1,584	51.5	1,248	1,000	24.2
	陝 川	925	23.3	790	560	33.9
	南 江	2,285	23.5	190	109	8.1
錦 江	大 清	4,134	64.3	1,490	790	23.2
蟾津江	蟾津江	763	26.5	466	347	17.6
	住岩	1,010	33.0	457	352	13.8

表2 流域面積/滿水面積의 批

國籍	댐·湖沼名	流域面積(A)	滿水面積(B)	A/B
韓國	昭陽江 댐	2,703	64.3	42
	忠州 댐	6,638	86.0	77
	安東 댐	1,584	51.5	31
	陝川 댐	925	23.3	40
	南江 댐	2,285	23.5	97
	大清 댐	4,134	64.3	64
	蟾津江 댐	763	26.5	29
	住岩 댐	1,010	33.0	31

表3 湖沼 縱/橫 比

湖 沼 名	縱 / 橫
昭陽江 댐	100
忠州 댐	80
安東 댐	65
大清 댐	95

所得水準의 향상으로 水質汚染 문제가 대두됨에 따라 下·廢水處理場의 建設 등 수질보전을 위한 積極的인 事業을 추진하고 있다.

水質汚染의 原因이 되는 汚染源은 一般 家庭 및 公 共施設에서 배출되는 生活系 下水, 工場 및 事業場에서 排出되는 産業系 廢水, 그리고 農畜産系 廢水로 大別할 수 있으며 기타 農耕地 및 山林에서 排出되는 点 汚染源을 들 수 있다.

多目的댐은 주로 하천의 中上流部에 位置함에 따라 工場으로 인한 水質 汚染은 그리 크지않은 반면 中小

都市에서 배출되는 生活下水와 기타 촌락 排水, 農家의 畜産廢水와 流域面積이 넓음에 따라 山林 및 農耕地에 排出되는 汚染源이 주를 이루고 있다.

또한 댐 주변 지역 주민의 소득 증대사업으로 設置된 가두리 養殖場에 의한 水質汚染과 댐하류의 大都市에서 온 위락객에 의한 汚染도 문제시되고 있다. 댐 建設 당시의 流入河川의 水質은 대단히 良好하여 대부분 1等級水를 유지하고 있었으나 위에서 언급한 바와 같이 畜産에 의한 汚染과 農耕地에 투여되는 비료, 家庭에 使用되는 合成洗劑 등으로 因하여 最近 댐 流入河川의 수질은 2等級으로 低下되고 있다.

多目的댐 上流의 BOD 汚染發生 負荷量을 보면 (表 4)와 같으며 畜産에 의한 汚染比重이 가장 커 6,627~42,704kg/일(38.4~72.8%)이며, 그 다음이 生活에 의한 汚染으로 2,361~24,398kg/일(16.2~41.5%)이고 山林, 農耕地 등에서 배출되는 汚染負荷量은 1,969~27,492kg/일(5.0~38.2%)로 山林, 農耕地에 의한 汚染도 상당히 큰 것을 알 수 있다.

그러나 이와 같은 汚染發生量은 汚染源單位에 의해 算出된 것으로 實際 댐으로 流入되는 流出 負荷량은 發生負荷量의 약 20~30%로 推定하고 있으며 이의 實測을 위하여 調查研究中에 있다.

3.2 水質現況

多目的댐은 3.1節에서 언급한 바와 같이 流域圈內的 河川 汚染정도와 長期的인 停滯現象에 의하여 汚染物

表4 多目的댐 BOD 汚染發生 負荷量 現況

(單位: kg/day)

댐 別	生活系	畜産系	農耕地 및 山林	計	備 考
昭陽江	2,361 (16.2%)	6,627 (45.6%)	5,556 (38.2%)	14,544	()는 比率 을 나타냄
安 東	9,261 (41.5%)	9,498 (42.6%)	3,542 (15.9%)	22,301	
大 清	17,039 (22.6%)	42,704 (55.8%)	16,465 (21.5%)	76,478	
忠 州	24,398 (29.0%)	32,317 (38.4%)	27,492 (32.6%)	84,207	
陝 川	3,966 (16.3%)	17,676 (72.8%)	2,652 (10.9%)	24,294	
蟾津江	2,564 (19.3%)	8,372 (63.0%)	2,346 (17.7%)	13,282	
南 江	8,182 (20.6%)	29,505 (74.4%)	1,969 (5.0%)	39,656	

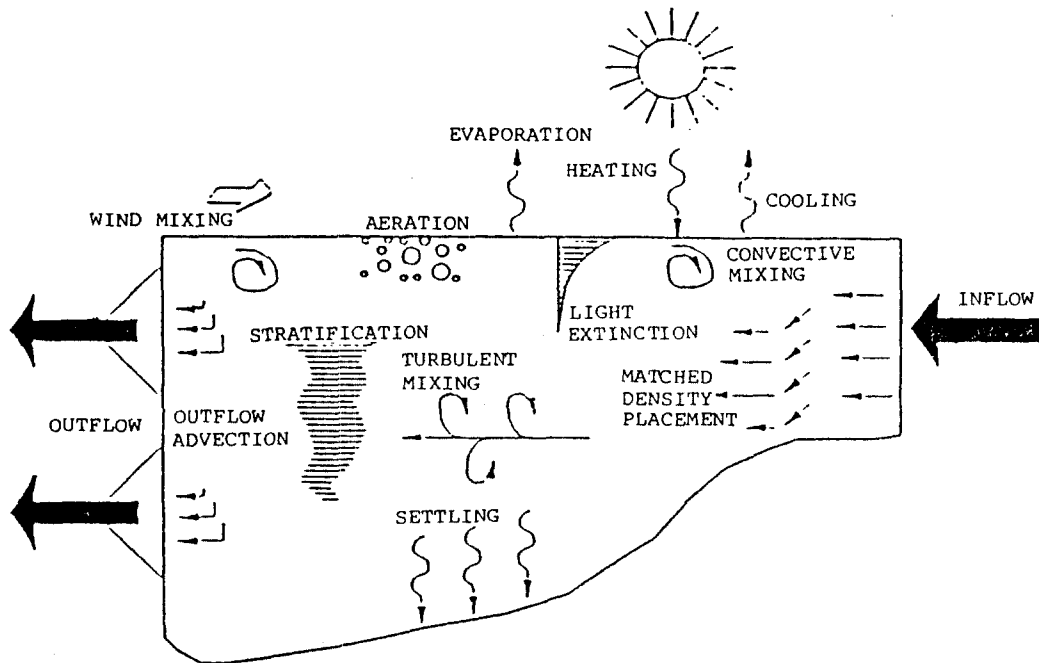


그림1 貯水池의 物理的 變化 過程

表5 '91年 多目的댐의 水質現況

項 目	댐 別 單 位	昭陽江	安 東	大 清	忠 州	陝 川	蟾津江	南 江
		수소이온농도(pH)	—	7.4	7.3	7.5	7.5	7.0
용존산소(DO)	mg/ℓ	8.8	8.7	8.6	9.4	7.5	7.4	9.0
부유물질(SS)	mg/ℓ	2.5	3.8	1.8	2.1	1.7	2.3	5.8
화학적산소요구량(COD)	mg/ℓ	1.7	2.1	2.3	1.3	2.4	2.6	2.6
대장균군수	MPN/ 100ml	67	34	47	92	98	148	171
총 인(T-P)	mg/ℓ	0.020	0.028	0.024	0.022	0.025	0.014	0.023
수질등급			2등급	2등급	2등급	2등급	2등급	2등급

質이 蓄積되는 等 댐內의 복잡한 메카니즘에 의하여 水質이 變化된다. 그림 1에서는 이와 같은 物理的인 過程을 나타내었다.

그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 댐 貯水池의 境遇에서는 季節變化에 따라 密度流가 형성되어 여름에는 成層現象이 나타나고 봄과 초겨울에는 上下層間의 循環이 이루어지는 顛倒現象(turnover)을 보이고 있으며, 하층 침전물의 溶出에 의해서 댐 水質이 달라지기도 한다.

댐에 流入되는 河川水는 貯水池內에서 長期間 滯留되어 그림 1과 같은 過程을 거쳐 댐 下流로 放流된다.

또한, 上流에서 流入된 營養鹽(窒素, 磷 等)의 영향으로 富營養化現象이 발생하기도 하며 이로 인하여 일부 댐의 局部地域에서 水華現象(water bloom)이 발생되기도 한다.

多目的댐의 年度別 COD 水質變化는 그림 2와 같으며 1985년 이래 '90년도 까지 COD의 汚染度는 대부분의 댐에서 全般的으로 增加 趨勢를 보이고 있으며, '91년도에는 충주, 蟾津江, 南江댐을 제외한 나머지 댐에서는 汚染度가 減少하는 傾向으로 나타났다.

또한 多目的댐에서는 上流 流域에 工場 等이 거의 없는 관계로 아연, 동, 납, 수은, 크롬, 카드 등 重金屬은 檢出되지 않고 있으며 기타 有害物質도 檢出되지 않고 있다.

表 5에서는 '91年度の 水質現況을 나타내고 있으며 모든 댐에서 上水原水 2等級으로써 비교적 良好한 水質을 보이고 있다.

3.3 富營養化 現況

댐 貯水池 水質의 가장 큰 問題인 富營養化現象은 富營養鹽類의 流入으로 藻類가 發生하여 냄새를 誘發하고 上水處理時에 瀘過池가 閉鎖되는 등 水 利用上의 問題點으로 提起되고 있으며, 藻類가 死滅하여 沈澱될 경우 下層水의 酸素 소비와 顛倒現象時 藻類의 繁殖에 再利用되는 등 富營養化는 一般的으로 貯水池 水質에 惡影響으로 作用하게 된다. 앞에서 기술한 바와 같이 多目的댐 富營養化의 原因은 窒素, 磷 等 營養鹽類의 流入에 起因된 現象으로 生活下水의 流入과 畜產廢水의 流入이 주된 要因으로 作用되고 있으며 특히 最近에 增大되고 있는 合成洗劑와 農業 生産性を 極大化하기 위해서 多量 使用되고 있는 肥類가 주된 要因이다.

多目的댐의 營養段階는 현재로서는 中營養狀態로써 비교적 良好하나, 長期 測에 의하면 忠州댐과 大清댐은 2001年度에 中富營養狀態로 될 展望이므로 政府에서는 우선 大清댐 貯水池 附近 地域에 대하여 上水源 水質保全 特別對策地域을 지정하여 汚染規制를 強化하고 特定 有害物質을 排出하는 工場의 立地를 禁止하는 등 特別 水質管理를 '90年 부터 실시하고 있다.

4. 水資源 保全 對策

우리나라에서는 '80年代 중반부터 水質汚染의 深刻性을 認識하고 下·廢水 處理場建設, 畜產廢水 處理施設 擴充 등 環境 基礎施設의 確保에 전력하고 있으며 水

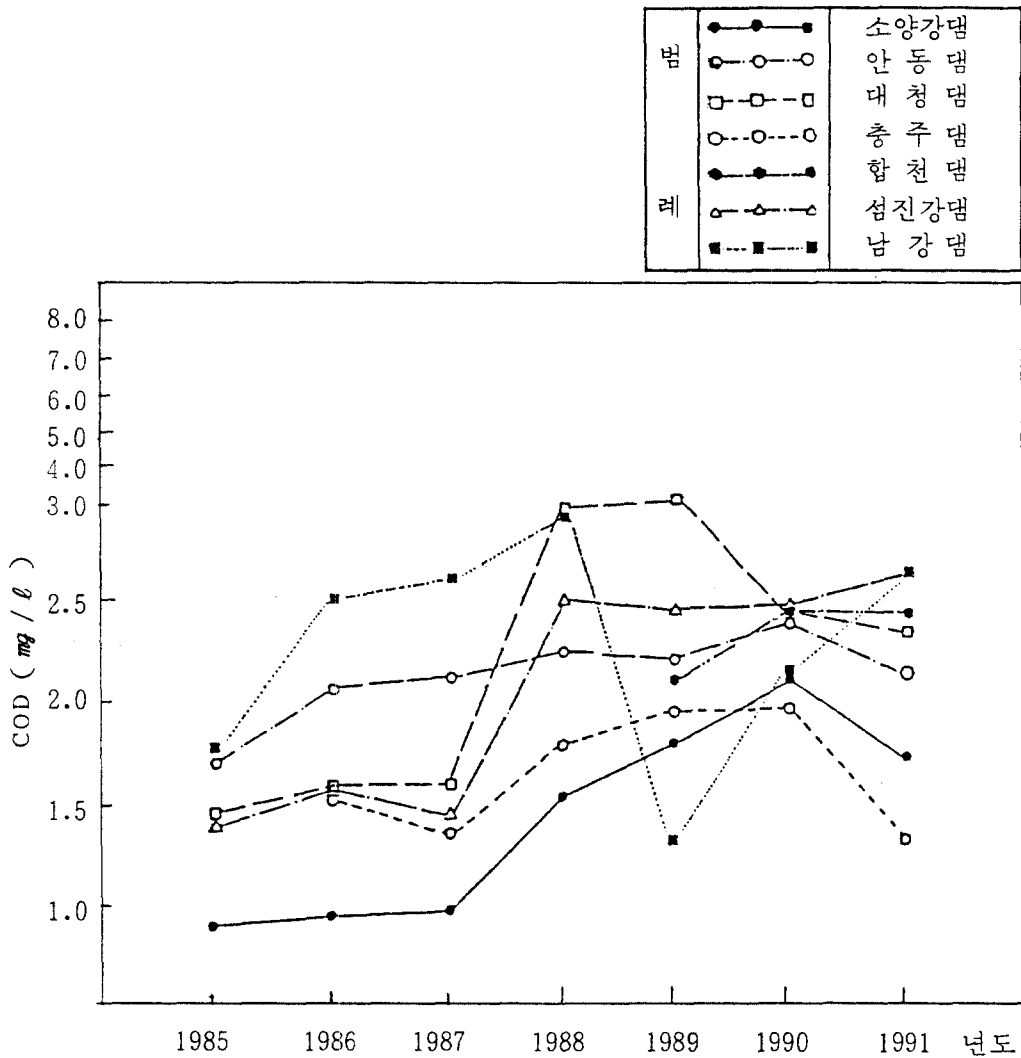


그림 2 多目的댐 年度別 水質 變化(COD)

質汚染에 대한 國民意識을 提高코자 弘報에도 주력하고 있다.

多目的댐 水質源의 保全을 위하여는 우선 流域對策이 先行되어야 하고 貯水池內 對策을 並行 推進되어야 한다. 여기서는 流域對策은 一般的으로 論하고 現在 實施하고 있는 水資源 保全對策을 中心으로 기술코자 한다.

1) 法令整備 및 汚染規制 強化 措置

水質保全에 대한 法令을 統合하여 整備하였으며 水質基準, 排水基準, 特別管理 對策地域 指定 等

汚染規制 措置를 實施하고 있다.

2) 水質 影響圈別 協議體에 의한 水質保全을 綜合對策 樹立

各 水系別로 水質 影響圈域을 設定하여 圈域 特性에 맞는 水質保全 對策을 樹立토록 하고 각 기관, 地域間의 意見調整과 役割分擔 및 費用分擔 等 綜合的 水質管理를 위하여 協議體가 構成되고 있으며 '92~'96까지의 綜合對策案이 作成되어 '92年 上半期內로 確定, 施行할 計劃이다.

3) 都市 下水終末處理場 建設

多目的댐 流域에 位置한 中小都市의 生活下水 處理를 爲하여 '96年 까지 總 10個의 下水終末處理場을 建設할 計劃이다.

4) 簡易 汚水處理場 建設

貯水池 水質에 直接 影響을 미치거나 主要 소촌락을 對象으로 汚水處理를 할 수 있도록 '92年度에 建設 計劃을 樹立中에 있다.

5) 畜産廢水 共同處理場 建設

大單位 畜産團地가 형성된 地域에 대하여 共同 廢水處理場을 建設토록 하고 있으며 小單位 畜産農家에 대하여는 簡易 汚水淨化槽를 設置토록 勸獎하고 있다.

6) 水中曝氣裝置 設置 運用

多目的댐의 上水 取水塔중에서 汚染이 심한 地域 1 個所를 選定하여 '90년부터 示範的으로 水中曝氣를 實施하고 있으며 今年에는 同 地域에 曝氣裝置를 補完 增設토록 하고 1 個所를 追加 選定하여 水中曝氣裝置를 設置할 計劃이다.

7) 藻類 除去設備의 製作 運營

水華(Water Bloom)現象으로 藻類가 多量 發生하고 있는 댐을 對象으로 '91年度에 藻類 除去 設備을 製作 完了하였으며 藻類가 發生되는 7月~10月에는 藻類를 收去 處理하고, 그 外的 時期에는 우선 가두리 養殖場의 堆積物을 收去 處理토록 하고 있다.

8) 多目的댐 精密 水質調查 實施 및 水質改善 研究事業 強化

댐의 水質動向을 精密 調査키 爲하여 月 1回 以上 水質調查를 強化 實施토록 하고 있으며 특정 댐을 選定, 水草 栽培에 의한 湖沼 淨化技術研究和 水質 豫測, 먹이사슬(food chain)을 應用한 水質改善 研究 等多角의인 湖沼 淨化技術開發을 推進하고 있다.

9) 水質汚染 監視員에 의한 汚染監視

댐 地域住民을 汚染監視員으로 養成 委囑하여 댐 管理事務所와 連繫한 水質汚染을 徹底히 監視토록 하고 있다.

10) 水質汚染 防止를 위한 弘報

社會團體가 中心이 되어 合成洗劑 덜 쓰기運動을 展開하고 水質汚染最少化 할 수 있는 天然洗劑를 開發하여 普及토록 하고 있으며 水資源 保全을 위한 물白日場 實施와 水資源保全賞을 制定 施行하고 各種 마스크와 汚染防止 弘報物을 製作하여 水資源 保全意識을 높이도록 하고 있다.

5. 結 論

以上에서 多目的댐의 現況과 水資源保全對策에 대하여 考察하였으며, 水資源 保全을 爲하여 上水源의 1等 級化를 目標로 하여 環境 基礎設施의 設置와 弘報를 並行하여 多角의인 對策을 講究하고 있으며 보다 質 좋은 水資源을 確保토록 積極的인 投資와 研究事業의 推進으로 水資源의 水質을 保全토록 하고 있다.