

流域利水の高度化에 따른 水利開發과 利水構造에 관하여

Study on the Development of Water resources and Water Utilization Structures Following the Heightening use of Water in Basins.

李 熙 榮* · 李 相 護**
Lee, Hee Young · Lee, Sang Ho

Summary

Because the development of Korea's water resources will reach its limit in the near future, preparations should now be begun to deal with problems that may come as a result.

It will be too late to start preparations when the water resources have already reach their limitation and, as the preparations cannot be done in a day, it will take a long time to provide them. Now is the great turning point to accumulate our technical experiences and attain our plans gradually.

The preparations against this are summarized as follows ;

- 1) The transitory use of water should be turn into the recurrent use for the future.
- 2) A cooperative water control system of an area should be arranged.
- 3) Water saving, control of water demand, and the multiple use of water should be encouraged. To do this effectively, people should be informed of the value and rarity of water.
- 4) The development of freshwater reservoirs at estuaries is closely related to the development of water utilization in the whole river basin. The development of water resources by the construction of freshwater reservoirs at the estuaries should be started, when the development of upstream water resources reaches their limitation.
- 5) The existing water utilization structures should be reorganized by water resources exchange planning, so the effective use of water in large areas could be attained.

I. 緒 論

生活水準의 向上과 産業의 急速한 發展으로 生活用水와 工業用水의 需要가 急増하고 農業基盤의 整備와 生産量의 增加, 營農構造의 變化로 農業用水의 需要量은 增加하고 있다.

우리나라의 물需要量의 增加는 生活用水나 工

業用水에 그치지 않고 農業用水까지 包含되기 때문에 매우 심각하다는 것을 염두에 두어야 한다. 더욱이 水資源은 限定되어 있고 우리나라에서는 極限의인 水資源開發에 들어가 있기 때문에 더욱 심각한 문제라 아니할 수 없다.

우리나라는 降雨狀態가 季節的으로 甚하게 偏在되어 있고 水資源의 賦存量이 不足하여 水資源에 대하여 몹시 逼迫感을 받고 있다. 이에 對

*서울市立大學校

**新丘專門大學

處하기 위하여 水資源의 開發과 適切한 管理에 의한 물의 利用이 더욱 重要視된다.

利水の 高度化를 招來함에 따라 점차로 流域의인 물管理의 질서는 이루어져 가고 있으며 이러한 가운데 필연적으로 물의 순환利用의 시스템이 構築되어 가고 있다.

流域의 물管理는 個別的인 地域으로 水利開發이 獨立的으로 이루어지는 것에 멈추는 것이 아니고 流域全體를 커버하여 相互關聯지어 생각해야 할 것이다.

또한 水資源은 有限하다, 節水와 再利用을 꾀하고 물利用體系의 轉換을 圖謀해야 할 것이다.

本研究에서는 우리나라 水資源의 特性, 賦存量, 利用狀況, 需要展望을 分析하여 前述한 諸問題에 대한 對策을 提示코져 한다.

II. 우리나라의 水資源

우리나라의 水資源의 開發은 限界까지 생각해야 할 段階가 되었다. 이와 같은 段階의 開發狀態를 極限的 水利開發이라 부르고자 한다.¹⁾

우리나라의 물使用量은 水稻作을 爲主로 하는 나라로서는 例外的으로 적으며 賦存量도 極히 적다. 그러나 물의 使用率(年間平均 賦存量에 대한 年間使用量)은 日本보다도 높으며 世界的으로도 높다. 日本이나 美國等の 물使用率이 높은 것은 高度의 灌溉農業과 工業化에 의한 것이기 때문이라고 할 수 있으나 한국의 물使用率이 높은 것은 물의量 自體가 적기 때문이다.⁸⁾

우리나라의 물使用量이 現在는 極히 적으나今後 經濟成長과 함께 急速히 伸張할것은 이다. 그러나 水資源의 開發餘力은 그다지 없어 우리나라의 물問題는 特別視되어야 할 것이다.

이와 같이 물의 使用量이 急增함으로써 流域의 利水는 高度化되어 最終的인 方法으로서 流域內的 洪水까지도 無効放流없이 캐취하고 完全히 利用할 수 있는 機能을 갖는 施設과 한번 使用하였던 水資源을 效率的으로 再利用하는 施設 및 利用體制를 가져야 할 것이다. 그러나 河口水資源은 山地水源과 같이 位置에너지를 갖는 것도 아니고 新鮮水와 同質의 水質을 가질수도 없는 것이다. 그러므로 上流에서 법에 의한 充分한 水資源開發이 先行되는 것이 바람직하다. 그렇치 않을 때에는 河口的 水資源開發施設의 規模가 過大化되고 維持管理費用도 加重되며 新鮮한 良

質의 물을 상실하게 된다.

1. 우리나라 水資源의 特性

우리나라의 年平均降水量은 1,159mm이나 7, 8 月 2 個月의 降水量은 482.7mm로 年平均降水量의 42%를 占하고 있어 降水分布가 甚한 偏在性임을 알 수 있다.⁴⁾

年平均降水量은 世界平均의 1.5배이지만 人口 1 人當의 降水量은 3,100mm로써 世界平均의 1/10에 不過하다.¹¹⁾

地下水賦存量은 2,300億³로 推定되고 있으나 帶水層이 얇고 經濟性이 희박하여 利用하기에는 期待하기가 어렵다. 또한 물의 需要地域이 河口地域으로 集中되어 있어 水資源開發의 特殊性을 띠고 있다.¹⁵⁾

2. 水資源賦存量과 利用現況¹⁵⁾

우리나라의 年間平均降水量은 1,140億^{m³}이며 이중 蒸發等の 損失이 約 42%로써 478億^{m³}이며 이를 除外한 662億^{m³}이 河川流出量으로써 우리나라의 水資源賦存量이다. 이중 257億^{m³}이 平常時流出量이고 405億^{m³}은 洪水時에 流出된다. 平常時流出量중 利用量은 125億^{m³}으로 賦存量의 19%에 不過하다. 開發이 可能한 水資源量은 洪水時流出하는 405億^{m³}과 平常時 流出量 257億^{m³}중 利用量 125億^{m³}을 差引한 殘餘量 132億^{m³}으로 總 537億^{m³}이다. 그러나 降水의 偏在, 適地의 稀少, 補償費의 仰騰, 開發費의 上昇 등으로 큰 어려움이 뒤따르며 用水의 코스트가 매우 높아진다.

우리나라의 水資源 利用現況은 1978년에 常時流出量중 淤, 揚水場等과 같은 簡場用水施設과 自然取水로 125億^{m³}, 법에 의하여 16億^{m³}, 地下水 12億^{m³}으로 總 利用量은 153億^{m³}이며 總 賦存量 662億^{m³}의 23%에 該當된다. 이것이 우리나라의 1978年 물의 使用率이다. 2000年の 地球⁶⁾에 의하면 1975年の 世界平均 물使用率은 5.9%이며 世界에서 물의 使用率이 15%를 超過하는 나라는 日本, 美國, 印度, 파키스탄 정도로서 外國과 比較할때 우리나라 물 使用率이 極히 높다는 것을 알 수 있다.

우리나라 水資源의 用途別 利用現況은 1978年에 農業用水 102億^{m³}, 生活用水 19億^{m³}, 工業用水 7億^{m³} 河川維持水 25億^{m³}으로 用度別 比率을 보면 農業用水가 67%, 生活用水가 12% 工

業用水가 5% 河川維持水가 16%이다.

3. 水資源 需要展望

近年의 우리나라 물 需要增加가 顯著함을 알 수 있다. 建設部의 水資源長期綜合開發計劃(1980年)에 의하면 1978年의 年内 물需要量이 159億m³(河川維持水를 31億m³로 計上)이었던것이 8年 후인 1986년에는 58億m³이 增加한 217億m³으로 되어 물使用率은 24%에서 33%로 推定되었다. 또한 13年 後인 1991년에는 물需要量이 83億m³으로 增加된 243億m³으로 推定되어 使用率이 37%에 이르게 된다. 다시 23年後인 2001년에는 물需要量이 123億m³ 增加된 282億m³으로 推定되고 使用率이 43%에 達하게 된다.

以上과 같이 물의 使用率이 1986년에 33%로 30%를 超過하고 1991년에는 37%, 1996년에는 40%, 2001년에는 43%로 推定되어 우리나라의 水資源은 1986년에 限界를 넘어섰음을 알 수 있다. 水資源의 逼迫과 同時에 물의 코스트도 上昇하게 됨에 따라 물의 有効利用이 強力히 推進되어야 할것이다.

4. 水資源의 開發

建設部의 水資源長期綜合開發計劃¹⁵⁾에 의하면 댐, 河口堰, 淡水湖를 築造하여 2001년까지 물 需要量을 充足시킬 計劃으로 되어 있다. 그러나 前述한 바와 같이 2001년에는 물의 使用率이 43%에 達하게 되어 이와 같은 狀態에서는 流域內의 洪水를 充分히 캐취하고 다른用途를 거처은 물을 效率的으로 再利用하는 機能을 갖는 施設을 해야 할것이다.

즉 洪水量 全量을 캐취하여 大量的 用水를 確保하고 他用途로 使用되었던 물까지 貯溜할수 있는 施設로서 集水地域의 最末端인 海岸을 締切하여 干拓地의 開發과 함께 淡水湖의 造成, 섬과 섬, 灣을 連結 締切하여 Sub淡水湖의 築造 등이 필요하다.

우리나라에서는 干拓地의 用水와 河口附近의 農耕地用水의 確保를 위한 牙山湖, 南陽湖, 插橋湖, 榮山湖가 完成되어 用水源으로서 重要的 役割을 하고 있다.

錦江과 洛東江河口에는 河口堰을 建設중이며

Table-1. 우리나라의 물需要量(賦存量 662億m³)

年度	1978	1981	1986	1991	1996	2001	備考
區分							
물需要量(億m ³)	159	179	217	243	262	282	
人口(1000人)	36,630	38,810	42,090	45,250	48,280	50,950	
使用率(%)	24	29	33	37	40	43	
물需要 增加累計(億m ³)	0	20	58	84	103	123	
1978년에 比한 增加率(%)	100	113	136	153	165	177	

水資源長期綜合開發 基本計劃(1980. 12. 建設部 刊 加乙)

Table-2. 用水需給計劃(單位: 百萬m³)

年度別	1978	1981	1986	1991	1996	2001	備考
區分							
總 需 要 量	15,874	17,908	21,727	24,277	26,198	28,179	
生 活 用 水	1,915	2,727	3,871	5,201	6,087	6,867	
工 業 用 水	717	1,019	1,689	2,289	2,705	3,300	
農 業 用 水	10,193	11,113	13,118	13,738	14,357	14,983	
維 持 用 水	3,049	3,049	3,049	3,049	3,049	3,049	
用 水 供 給							
計	13,778	14,541	15,801	16,635	17,332	17,932	
河 川 水	13,531	13,120	14,118	14,944	15,564	16,085	
地 下 水	1,249	1,421	1,683	1,691	1,768	1,847	
不 足 量	- 2,096	- 3,367	- 5,926	- 7,642	- 8,866	- 10,247	
不 足 需 給	3,314	5,136	10,070	10,811	11,512	12,753	
過 不 足	1,218	1,769	4,144	3,169	2,646	2,506	

資料: 水資源長期綜合開發 基本計劃(1980. 12. 建設部刊 加乙)

이는 農業用水와 工業用水 生活用水로서 重要한 役割을 하게 된다. 그러나 淡水湖 등의 水質은 生活用水나 工業用水로서는 水質이 適合치 못하므로 上流의 良質의 農業用 水資源을 生活用水나 工業用水로 轉換하고 下流部の 田畠에 대한 用水를 河口淡水湖의 물로 交替하는 方法을 講究해야 할 것이다.^{8,15)}

Ⅲ. 極限의 水利開發과 利用

1. 極限의 水利開發時代의 水利用

가. 有限한 水資源^{4,10)}

最近水資源은 有限하다고 한다. 이 有限하다는 말은 誤解하기도 한다. 물은 降雨→流出→海洋→蒸發→降雨로 循環하기 때문에 없어지는 것이 아니라고 指摘을 받기도 한다. 그러나 年間 降雨量은 해에 따라 다르기는 하나 限度가 있는 것이고 결코 무한정 내리는 것은 아니며 그 降雨에 의존하고 있는 것이 오늘날의 水利用이다. 1年을 基準期間으로 하여 이期間의 降雨量을 取하여 그範圍內에서 물의 利用計劃을 세우는 것이다. 一般적으로 水資源이라고 하는 것은 이 1年分の 總 降雨量이다. 그러므로 有限하다는 것이다.

우리나라의 降水量은 年平均 1,140億^m이며 蒸發散量等 損失量을 除外하면 662億^m이다. 우리나라의 地形條件이나 降雨의 分布狀態로 보아 賦存量의 7割程度인 463億^m이 우리들의 利用對象이 될수 있는 水資源量이다. 明確하게 水資源은 有限하다고 할수있다.

나. 水利用

1) 節水^{10,16)}

水資源의 賦存量은 限界가 있고 또한 賦存하는 水資源開發에 있어서도 開發適地의 減少, 開發效率의 低下, 水源地域의 問題等으로 水資源의 有限性이 顯在化하고 開發의 急速한 進展은 어려워질 것이다.

물의 使用量의 增加는 排水量과 汚濁負荷量을 增加시키며 處理가 不充分할 때에는 河川水等の 水質을 汚濁시키고, 排水處理費用을 增大시킨다.

河川水 등의 過大한 採水 댐 등의 建設은 自然環境 및 生態系에 人爲的인 影響을 주게 되어 이들을 保全하기 위한 見地에서도 물의 使用量은 最小限으로 하고 增加를 抑制한다는 配慮가 필요하다.

國民모두가 물은 貴重하고 有限한 資源이라는 認識을 깊게하고 社會의 rule로서 節水를 指向하는 節水型社會의 形成을 目標로 할 필요가 있다. 節水는 利便性을 크게 損傷하면서까지 節水를 하라는 것은 아니며 無意識중에 浪費되는 물은 極力抑制하고 물의 循環利用과 節水型 물 使用機器의 使用方法 改善 普及等 물使用의 合理化를 꾀하는 것이다.

日本東京都의 調査에 의하면 節水型 세탁기, 節水型便器等을 사용하면 물使用量은 50%가 節水可能하다고 되어 있다. 日本 大阪市の 調査에 의하면 都市生活用水의 約 27%가 節水可能하다고 나타났다. 今後は 配水의 壓力制御에 의한 節水等を 包含하여 節水를 위한 裝置의 整備를 強力히 推進해야 할 것이다.⁴⁾ 그밖에 上水道에서 重視되어야 할 것은 漏水對策이라고 생각된다.

工業用水의 合理化는 工場에서 물管理의 철저, 生産設備과 물使用工程의 改善等에 의한 使用量 原單位의 低下 및 回收水의 순환使用等에 의한 回收率의 向上에 의하여 節水를 推進하여 왔다. 工業用水의 使用量은 많은 量이 消費되는 것이 아니고 質의 利用이다. 使用에 의하여 混入한 汚濁物質을 除去하거나 上昇한 溫度를 低下시키면 相當한 물을 再利用할 수 있다.

企業經營의 經濟的側面과의 調整을 꾀하면서 地域의 물需給이나 排水規制의 狀況等を 土臺로 企業의 實情에 따라 물使用의 合理化를 推進해야 할 것이다. 今後 工場排水의 再使用을 위하여 經濟的이며 效率의인 高度處理技術의 開發, 實用化를 위한 調査研究을 推進함은 勿論, 合理化의 유도와 推進을 위하여 필요한 措置等を 檢討하여 工業用水 使用의 合理化를 꾀해야 할 것이다.

農業用水의 合理化에는 農業用水內部에 있어서 利水의 合理化와 農業用水의 合理化로 생긴 剩餘水를 他用途로 轉用하는 두가지 側面으로 나눌수 있다.

農業用水는 地域의 規模로 反復利用이 되기 때문에 下流에서 反復利用이 可能한 地域에서는 節水에 대하여 크게 考慮할 필요는 없으나 反復利用이 거의 期待할 수 없는 下流地域等에서는 節水를 위한 施設整備를 하여 貴重한 물이 無効放流가 되지 않도록 해야 할 것이다.

農耕地가 工場數地化 宅地化되어 가는 地域에서는 潛在的인 剩餘水가 發生하기 때문에 適切

한 方法으로 이를 都市用水로 轉換시키는 方策이 講究되어야 할 것이다.

以上과 같이 節水の 可能性은 廣範圍하며, 高度의 文化를 維持하면서도 물需要를 抑制할 수 있는 것이다.

요는 물을 使用하는 各自가 水資源의 有限性과 貴重함을 認識하여 節水를 第一의 課題로 하고 이를 有效하게 成就하기 위하여 節水시스템, 節水機器의 改善, 整備 및 普及을 해나가야 할 것이다.

2) 물利用體系의 轉換 4.10.16)

節水에 의하여 물需要를 抑制하는 것은 不可缺하지만 節水만으로서 이를 수습할수단은 없다. 즉 上水道普及의 擴大와 人口增加에 따른 生活用水의 增加는 불가피하다. 또 工業用水의 回收率을 90%까지 올렸다고 하여도 工場의 增加와 工產品의 生産은 增加될 것이다. 農業用水에 있어서도 農業構造의 變化, 生産量의 增加, 非灌溉地域의 新規給水等은 피할 수 없다.

그러나 물은 되풀이 利用이 可能하다. 이 方法이 技術적으로 잘 處理되면 물需要량을 相當이 伸張시킬 수 있을 것으로 생각된다. 現行의 一過的 물利用體系를 되풀이 利用體系로 轉換한다는 것은 그리 쉬운것은 아니다. 現行의 물利用體系는 技術的인 面으로나 管理運營面, 制度的인面等 모두가 一過的 물利用體系로 되어 있는 것이다. 이를 變換한다는 것은 이들 全體를 變更해야 하는 것이다.

이와 같은 變更은 長期間을 要하게 됨으로 이제부터 時間을 들여 經驗을 쌓고 점차적으로 實現해 나가야 할 大轉換期라고 생각된다.

3) 되풀이 물利用

現在 되풀이 물利用으로는 流域의 規模로서 農業用水의 反復利用, 工場內에서의 工業用水의 回收의 再利用, 都市에서의 下水處理水의 洗淨用水로서의 利用등을 들 수 있다.

農業用水의 反復利用은 歷史적이었던 것이다. 댐에 의한 水資源開發이 되기전에는 沓, 小溜池等에 의하여 利水를 하였다. 그러나 經濟의 成長과 農業水利事業은 大規模로 發展되어 물의 供給이 安定化됨에 따라 農業用水는 一過的 물利用體系로 發達되어 이제까지의 主水源이었던 沓와 小溜池等은 經視되어 廢止하는 事態가 되었다. 그러나 앞으로 現在와 같은 一過的 물利用體系로서는 逼迫한 水資源으로서 물需要量에 對

應하기 어려울 것이다. 그러므로 農業用水의 利用體制는 流域의 規模로서 反復利用은 勿論, 農業用水의 內部에서도 물의 反復利用을 疎해야 할 것이다. 이와 같은 體制로 變換하기 위해서는 過去의 沓나 小溜池의 施設을 蘇生시켜야 할 것이다.

工業用水의 工場內에서 되풀이 利用은 現在에도 施行되고 있으나 工業用水道 그 自体를 再生 물利用 시스템속에 넣어 생각함이 要請된다.

물의 再生利用에 있어 가장 力點을 傾注하고 研究發展시켜야 할것은 都市에서의 下水處理水의 再利用이다. 그러나 現在의 難點은 再生水의 코스트가 意外로 높아 上水道보다도 높다. 이 問題는 앞으로 研究되어야 할 것이며 新規水資源 開發費用이 上昇됨에 따라 實現性이 具體化될 것이다.

下水處理水を 現在 利用하는 곳은 洗淨用水, 觀光, 環境整備水, 河川維持水等에 限定되어 있으나 앞으로는 農業用水로서 利用이 實現되어야 할 것이다. 上水道의 普及이 增大되면 多量의 下水處理水는 都市에서만 消費는 어려우며 이를 有效하게 利用하기 위해서는 廣大한 農地의 參加가 있어야 할 것이다. 農地에서 下水處理水 利用이 進行될 때에 人間活動에 의하여 汚濁된 물이 人間活動속에서 蘇生시킨다는 것이 實現될 것이다. 이것이 再生利用의 基本像이라고 할 수 있다. 그러나 新鮮水의 水利權을 갖고 있는 農民에게 都市의 汚水를 強要한다는 것은 있을 수 없다. 그렇지만 水資源의 逼迫이 進行되고, 밭에서 下水處理水의 利用이 徐徐히 進行될 可能이 있다. 이와 같이 狀況이 變化하면서 農業用水와 都市의 下水處理水와의 交替는 都市와 農村의 地減의 結合을 바탕으로 徐徐히 이루어 질 可能性이 있다.

2. 極限의 水利開發

가. 上流水源

流域上流의 山地에서 水資源開發이 極限狀況일 경우를 對象으로 하여 論述코자 한다.

現行의 方式으로 計劃基準年을 定하고 水利計劃을 세운다고 한다면 計劃基準年의 降雨中 蒸發散量을 除外한 水量을 利用할 수 있는 貯水池를 築造하는 경우이다.

물利用이 年間 一定한 流量이라고 하면 計劃基準의 流況을 完全한 年平均流量으로 平滑化할 수 있는 貯水池를 築造하는 경우이다. 물利用이

時期別로 다른 경우는 各時期別 所要流量을 保障하고 計劃基準年에는 그以上 開發이 不可能한 경우이다. 그러나 再現確率年을 變更하거나 計劃期間을 1年으로 基準하지 않고 複數年을 計劃基準期間으로 하면 달라진다. 前者는 現行的 再現確率年10年을 그 以上 또는 그 以下로 하는 것이다. 再現確率年을 增大시키면 開發可能流量이 低下되고, 開發可能流量을 增大시키려면 再現確率年을 縮小해야 하나 이러한 경우는 水不足의 해가 增大됨으로 再現確率年을 變更한다는 것은 有效한 方法이 될 수 없다고 생각된다.

後者의 경우는 現行 計劃基準期間을 現行 1年에서 2年 또는 그 以上으로 하는 方法이다. 1年單位の 計劃基準年에서는 貯水位의 回復은 年內에 이루어지는 것이 原則이지만 그해에는 回復이 어려웠던 貯水池라도 다음해에 降雨가 比較的 豊富하면 無事이 計劃水位에 이르게 될 것이다. 즉 經年 貯溜량의 發想은 이에 의하여 着眼한 것이라고 생각된다. 따라서 1/10確率年을 前提로 하여도 計劃基準期間을 增大한다면 水資源開發量을 더 增大시킬 수 있으나 댐의 規模가 커져 開發費用이 增大하게 된다. 아직까지는 切迫感을 느끼지 않으나 將次는 實用的인 目標가 될 것이다.

計劃基準年內의 極限的인 水利開發을 하는 경우 流域內에 그만한 貯水容量을 設定할 수 있는 포텐이 있는가가 문제이다. 우리나라는 流域의 約 7割이 山地이다. 그러므로 댐으로 물을 貯水할 수 있는 實地流域 面積은 約 6割程度이다. 즉 上流側山地水源은 計劃基準年內에 있어서 極限까지 開發한다 하여도 極限的 貯水容量의 6割까지밖에 開發할 수 없다. 그러나 上流水源은 新鮮水로써 有効性이 極히 높다는 것을 알아야 한다. 集水域의 管理를 適切히 한다면 新鮮水로써 確保할 수 있다. 將來 平地에서 水순환系統이 發達한다 하여도 新鮮水의 需要度는 높아질 것이다. 山地水源에서 確保하는 물을 恒常 新鮮水로써 維持가 되도록 流域管理를 잘 하는 것은 重要한 일이다.

나. 下流水源^{4, 6)}

現行河川은 給水組織인 同時에 한편으로는 排水組織이기도 하다. 極限的 水利開發이 이루어질 때에는 現行과 같은 用排水兼用으로서는 困難하다. 極限的 水利用의 段階에 이르러서는 新鮮水와 汚水를 區別하여 送水해야 한다. 新鮮水를 供給하는 河川을 動脈, 汚水를 輸送하는 河川을

靜脈이라 하여도 좋을 것이다. 地形的으로 可能한 곳에서는 動脈河川과 靜脈河川으로 區分하는 것이 바람직하다. 그러나 明確하게 區分할 수 있는 地域은 極히 限定될 것이다. 一般的으로는 河川上流部를 動脈河川으로 使用하고 下流部를 靜脈河川으로 할 수 밖에 없을 것이다. 下流水源組織으로서의 河口堰과 河口周邊의 淡水湖이다. 이들을 大別하여 動脈河川과 連結되는 河口堰과 淡水湖, 靜脈河川과 連結되는 河口堰과 淡水湖로 區分할 수 있다. 動脈河川과 連結되는 河口堰이나 淡水湖는 新鮮水를 確保하게 될 것이며 平野部의 排水는 流入할 수 없음으로 平野部에 내린 降雨까지 水資源으로 開發할 수는 없다. 이 機能은 靜脈河川에 連結한 河口堰이나 淡水湖가 負擔해야 할 것이다.

新鮮水의 管理는 上流의 水源組織, 動脈河川, 動脈河川과 連結되는 河口堰 및 淡水湖에 의하여 綜合的으로 調整 管理되어 損失없이 利用되어야 할 것이다.

靜脈河川에 連結되는 河口堰과 淡水湖는 平野部의 水資源을 計劃基準年에 있어서 完全히 開發되는 機能과 反復利用組織의 末端的인 中心部로서의 役割을 充分히 해야 할 것이다.

河口淡水湖는 本來 山地에서 캐취가 不可能한 水資源을 貯溜하여 利用하는 機能과 다른 곳에서 使用되었던 물을 効率있게 再利用하는 순환적 水利用의 組織이기도 하다. 大容量의 것을 準備할 수 있다면 流域內의 洪水를 無効放流됨이 없이 캐취利用하는 極限的 水資源開發의 最終手段이 된다.

다. 循環的 水利用^{4, 10)}

순환적組織의 水利用은 使用한 물을 河川으로 되돌린後 再利用하는 開放型과 使用한 물을 河川으로 되돌려 보내지 않고 再利用하는 閉鎖型으로 區分할 수 있다. 어느것이 有用한가는 地域의 條件에 의하여 決定되어야 하며 劃一的으로 論할 수는 없는 것이다.

現在의 순환적 水利用으로서의 都市에서의 雜用水 利用과 農業用水의 流域의 規模로서의 反復利用을 들 수 있다.

都市에서의 雜用水 利用은 使用된 물을 處理하여 再利用하는 것으로 現在는 局部的으로 施行되고 있다. 河川에서 새로운 水利權取得이 매우 어려워 内部自体에서 利用可能한 물을 다시 使用한다는 意識이 作用하기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 이것이 廣域에 걸쳐 施行된다면

문제가 생길 우려가 있다. 즉 河川의 基準點 流量은 還元水を 計上하여 成立되어 있기 때문에 基準的 流量을 變更해야 한다는 문제가 發生한다.

將來에는 河川의 管理와 地域의 利水를 共同으로 講究해야 할 문제이다.

流域의 規模로 反復利用이 되고 있는 農業用水에서는 現在 個個의 水利組織이 一過的 物利用 體制가 支配의 이지만 物利用이 高度化 됨에 따라 排水의 再利用이 各水利組織內에서 이루어질 可能이 크다. 그러므로 消費水量의 增大가 顯著하지 않는 限 큰문제는 안될 것이다.

1) 新鮮水와 處理水

現在는 新鮮水의 값이 處理水보다 저렴하기 때문에 處理水를 기피하는 現象이다. 이와 같은 現象은 아직 水資源이 餘裕가 있고 一過的 物利用의 結果라 할 수 있다. 그러나 水資源의 逼迫度가 極度로 되어 순환의 物利用時代가 되면 新鮮水의 값은 處理水에 比하여 高價로 될 것이다.

순환의 物利用이 普遍化되기 위해서는 汚染시키는 물은 汚染者가 責任지고 處理하는 體制로 되어야 하며 義務의 社會的 基準까지 處理하여 排水해야 할 것이다.

新鮮水의 需要者는 新鮮水를 供給하는데 所要되는 費用과 使用한 물을 社會的 水質의 規準까지 淨化하는 處理費用을 負擔해야 할 것이다. 處理水를 使用하는者는 處理水供給에 所要되는 費用과 靜脈水路에 排水하는데 所要되는 費用은 負擔해야 할 것이다. 이와 같은 分担은 순환의 物利用體制를 維持하는데 不可缺한 原則이 될 것이다. 그러나 新鮮水의 需要者와 處理水 使用者間에는 費用負擔의 差가 크게 생길 것이다.

2) 都市와 農村間의 物交替

순환의 物利用은 現行의 都市內 순환利用과 같이 몇번이고 再利用하여 高濃度의 汚染水를 排水한다는 것이 아니고 순환중에 汚染水를 蘇生시켜 新鮮水化하여 使用한다는 것이다. 이를 實現하기 위한 가장 有效한 方法은 汚染水를 農業的으로 利用하는 것이다. 一定한 範圍의 農地를 汚水淨化 裝置로 하여 이곳에 汚染水를 流入시켜 이를 거친 汚染水가 地下水로 되어 動脈河川에 新鮮水로서 되돌아 가는 組織이다. 그러나 現行의 農地는 新鮮水의 水利權을 가지고 있어 이에 汚染水를 強要한다는 것은 있을 수 없다. 그러나 머지 않아 新鮮水의 水利權은 높은 價値를 갖게 되어 이에 對한 經濟的 條件만 充足된 다면 農地의 新鮮水의 水利權과 都市下水處理水

와의 交替가 實現될 것이다. 이와 같은 制度가 設定되는 것이 순환의 物利用體制를 確立하는데 重要한 課題이며 이의 交替가 進行될때에 순환의 物利用은 安定된 體制로 될 것이다.

다. 流域의 物管理⁴⁾

流域의 物管理를 하기 위해서는 既存河川과 水路를 包含하여 動脈水路와 靜脈水路를 建設해야 하며 新鮮水와 處理水의 貯水池, 調整池의 設定計劃이 이루어져야 한다. 이들 計劃은 各種利水를 統合하는 地域의 用水의 性格을 띠어야 할 것이며 流域의 物問題는 流域的인 次元에서 共同으로 統括해야 한다.

물순환利用體制가 形成됨과 함께 下流平野部의 物利用地域은 新鮮水利用區, 處理水利用區, 下流水源組織區로 區分된다.

上流山地水源地域은 앞으로 新鮮水의 保存場으로 社會的으로 높이 評價되나 水沒地의 補償費, 自然環境變形, 生態系의 파괴等 社會的으로 어려움은 많다.

各地區는 相互間 連帶感을 갖고 流域全體가 물의 共同利用地域化 되어야 할 것이다.

마. 錦江流域의 用水開發과 利水構造^{8,17,18)}

錦江流域을 參考例로 하여 用水開發과 利水構造를 分析하여 流域의 共同利水體制를 檢討코자 한다.

1) 錦江流域의 用水開發

1975年 農業振興公社의 沃舒地區 妥當性 調查報告書와 1979年 建設部의 錦江流域 調查報告書에 의하면 錦江流域의 水資源賦存量은 年間平均 67億m³이며 이中 農業用水 99,000萬m³, 生活用水 35,000萬m³, 工業用水 47,000萬m³로서 總使用水量이 181,000萬m³으로 물의 使用率이 27%에 達하고 있다. 그래도 不足하여 農業用 34,000萬m³, 生活用水 17,000萬m³, 工業用水 26,000萬m³를 開發供給하기 위하여 錦江河口堰을 施工中에 있다. 이것이 完成되면 錦江流域의 水資

Table-3. 錦江流域의 物使用量

(單位: 億m³)

區 分	農業用水	生活用水	工業用水	計	使用率 (%)	備考
既設施設	9.9	3.5	4.7	18.1	27	
河口堰	3.4	1.7	2.6	7.7		
計	13.3	5.2	7.3	25.8	39	

資料: 錦江流域調查報告書, 1979年 建設部刊
沃舒地區妥當性調查報告書, 1975年 農業振興公社刊
抜出

源使用량은 258,000萬 m^3 이 되며 물의 使用率は 39%가 되며 使用率의 限界인 30%를 超過利用하게 되어 앞으로 錦江流域의 水資源開發은 심각한 狀況이다.

2) 水源交替

이 流域에서는 上·中流에 伏, 揚水場, 댐 等 많은 用水源施設로 水賦存量의 27%를 使用하고 있어 上流에서의 水資源開發은 限界에 達하여 새로운 水資源을 얻기 위해서는 河口堰에 依存할 수 밖에 없다. 河口水源으로서 給水可能地域은 主로 下流部이며 上流部의 灌溉施設이 없는 農地에 供給한다는 것은 거의 不可能하며 實現된다고 하여도 코스트가 높아져 期待하기 어렵다. 그러나 이와 같은 難點을 大規模의 水源交替에 의하여 이를 解決코자 하는 것이다.

이 地域의 新規灌溉開發畝面積은 27,400hr 이나 河口堰의 水源으로서 給水可能한 畝面積은 10,300ha이며, 17,100ha는 上流地域에 散在하여 河口堰의 물로서 給水는 거의 不可能하다. 그러므로 上流의 6個貯水池로 上流의 未灌溉地를 給水하고 河口堰의 물로 6個貯水池로 給水하던 畝에 給水하며 既存貯水池로 給水하게 되어 있으나 물이 不足하여 實質的 給水를 하지 못하던 6,900ha의 畝에 給水를 計劃한 것이다. 이와 같은 大規模 水源交替計劃으로 34,300ha의 畝을 安全하게 給水를 할 수 있게 되었다. 또한 塔亭貯水池는 6,000ha의 논에 灌溉할 수 있는 貯水量을 가지고 있으나 渴水期에 錦江의 塩分濃도가 높아져 揚水不可能할 때 IBRD 地區에 灌溉하기 위하여 3,000ha에만 灌溉를 하고 恒常備蓄하였으나 河口堰을 築造하므로써 塩水の 壟上을 防止함으로 全量은 灌溉用水로 活用할 수 있게 되었다. 이와 같이 既存의 水利組織으로서는 水利慣行때문에 물의 有効利用이 不可能 하였으나 水源交替計劃에 의하여 抜本的으로 再編成됨으로써 물의 有効利用이 廣域的으로 이루어 지게 된 것이다.

錦江河口堰의 水源交替計劃은 流域의 規模로 물의 有効利用을 꾀하는데 貴重한 標本이 될 것이다.

IV. 結 論

1. 現代의 一過的 水利用體制에서 循環利用

體制로 轉換하는 準備期로 하여 逼迫한 水資源에 對備한 將來의 水利用體制를 構築하는 時期가 되어야 할 것이다.

2. 地域共同의 水管理體制로 整備되어야 할 것이다.

3. 都市와 農村間의 水利用體系는 流域의 規模로서 協同體制가 이루어져야 할 것이다.

4. 節水, 水需要의 抑制, 물의 再利用等을 꾀하고 물의 有限性과 貴重함을 國民에 認識시키고 계몽하는 弘報活動을 널리 展開해야 할 것이다.

5. 流域의 動脈水路와 靜脈水路를 整備하고 土地利用의 秩序를 確立하여 地域用水를 設定하고 開放型과 閉鎖型을 包含한 各種 循環組織을 構築해야 할 것이다.

6. 河口淡水湖의 開發은 上流地域의 水利開發이 充分히 되어 限界에 達하였을 때에 시작되어야 하며 水質汚染의 防止에 對한 制度나 格別한 장치가 있어야 할 것이다.

7. 水源交替計劃에 의하여 既存水利組織을 抜本的으로 再編成하여 물의 有効利用이 이루어 지도록 해야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 中沢式仁外 6人共著, 케이스스다데이 水資源, 1978彰國社, p. 53~p. 55, p. 145~155.
2. 丸山利輔, 都市化に伴う水循環의 變化, 水資源保護と農業用水計劃 1976年 日本農業土木學會 京都支部, p. 61~62.
3. 千賀裕太郎, 農業水利におけるダムの貯水管理に関する研究, 宇都宮大學 農學部 論文集 40號, 1983年 宇都宮大學, p. 15~16, p. 48, p. 251~253.
4. 志村博康著, 現代水利論, 1982年 東大出版會, p. 14~21, p. 71~72, p. 226~236.
5. 志村博康著, 農業水利의 取水管理問題, 農業水利의 合理化에 關する 調査研究報告書, 1978年 水利科學研究所, p. 29~31.
6. 志村博康, 水資源豫測, 西曆 2000年の地球 1編 1981年家の光協會, p. 193~206, p. 219~222.
7. 新沢嘉芽著, 水利의 開發と調整上卷, 1978年 時潮社, p. 265~266, p. 431~432.
8. 李熙榮著, 流域利水の高度化에 對應する, 河

- 口淡水湖計劃論, 1982年 二友出版社, p. 9, p. 11, p. 13, p. 17, p. 21~22, p. 51~52, p. 214~218, p. 248~251.
9. 李熙榮著, 水資源開發과 물管理, 市立大論文集16輯, 1982年 서울市立大學, p. 445, p. 474.
 10. 李熙榮著, 水資源과 利水對策, 水資源開發과 防災, 1985年 韓國科總, p. 23~29.
 11. 石川武男編, 水資源開發と流域保全, 1978年 東大出版會, p. 90~94, p. 241.
 12. 市川新著, 都市河川の環境科學, 1980年 培風館, p. ~3.
 13. 原田壤二, 水資源開發事業, 水經濟年報, 1980年, 日本水利科學研究所, p. 146~153.
 14. 樅根勇著, 水の循環, 1978 共立出版, p. 119
 15. 水資源 長期綜合開發基本計劃, 建設部 水資源局, 1980年 建設部, p. 8, p. 15, p. 34~35, p. 36~37.
 16. 水資源便覽, 日本國土廳水資源局, 1979年創造書房, p. 23. p. 280~282, p. 285~286, p. 312~313.
 17. 錦江地区(I)調查報告書, 1981年 農水產部, 農振公, p. 63~73.
 18. 錦江流域調查報告書, 1979年 建設部, p. 183~222.
 19. 沃舒地区 農業綜合開發事業, 妥當性調查報告書, 1975年 TAHAL 技術用役団. p.C-20, P.E-19~E-23.