

# 有限한 水資源 利水の 묘 살려야

## — 水資源과 利水對策 —

李 熙 榮

(서울市立大學工學部 교수)

이 논문은 지난 9월27일 科總이 주최한  
85방재과학워크숍 주제발표의 하나임.

우리나라의 水資源의 逼迫은 顯在化되었다. 水資源의 開發을 限界까지 생각해야할 段階가 되었다. 이와 같은 段階의 開發狀態를 極限的 水利開發이라고 부르고자 한다.

한국의 一人當의 물 使用量은 水稻를 爲主로 하는 나라로서는 例外的으로 적다. 一人當의 물 賦存量도 極히 적다. 그러나 물의 使用率(平均年 물 賦存量에 對한 年使用量)은 日本보다는 높으며 世界的으로 높다. 日本의 물 使用率이 높은것은 高度의 灌溉農業과 工業化에 의한 것이라 하여도 되나 한국의 물 使用率이 높은 것은 물의 量 自体가 적기 때문이다.

우리나라의 물 使用量이 現在 極히 적은 것은 今後 經濟成長과 함께 急速히 伸張할 것은 必至이다. 그러나 水資源의 開發余力은 그다지 없다. 그래서 우리나라의 물 問題는 特別視되는 것이다.

### ◇ 世界의 水準과

#### 우리나라 水資源 比較

##### ◎ 물 使用量

##### (1) 世界各地의 一人當 물 使用量

年間 一人當 물使用量이 700m<sup>3</sup>以上の 地域은 太平洋 北美 아시아地域이며 日本은 700m<sup>3</sup>強으로 이 地域內에 屬한다. 400m<sup>3</sup>台를 使用하는 地域은 歐洲이고 世界의 平均값이다. 200m<sup>3</sup>台를 使用하는 地域은 南美와 아프리카 地域이다. 우리나라는 250m<sup>3</sup>(1975年)로써 이 地域에 屬한다.

##### (2) 世界主要國家의 一人當 물使用量

西曆2000年의 地球의 資料에 의하면 1965년에 있어 一人當의 물 使用量은 美國이 2,300m<sup>3</sup>으로서 가장크고 그다음이 蘇聯으로서 1,000m<sup>3</sup>이다. 兩國은 다같이 高度로 發達한 灌溉農業과 工業國家이다. 開發途上國인 印度, 멕시코도 600m<sup>3</sup>, 930m<sup>3</sup>으로 相當이 큰 量이나 이는 灌溉農業國이기 때문이다. 逆으로 英國은 不過 200m<sup>3</sup>이다. 이는 灌溉用水의 需要가 極히 적은 國家이다. 우리나라는 灌溉農業國임에도 불구하고 一人當 使用量이 252m<sup>3</sup>(1975年)으로 적어 特殊한 케이스라고 할 수 있다.

◎ 水資源 賦存量

世界的으로 比較를 할 때에도 平均年의 값만 이 整理되어 있기 때문에 平均年의 값을 使用하여 比較한다.

(1) 世界各地의 年間 一人當 賦存量(1975年) 年間 一人當의 물 賦存量이 10,000m<sup>3</sup> 또는 그 以上의 地域은 太平洋, 北美, 南美아프리카로서 一人當 물 賦存量이 豊富한 地域인 것이다. 6,000m<sup>3</sup> 台는 아시아地域이고 3,000m<sup>3</sup> 台는 歐洲地域이다. 日本은 3,500m<sup>3</sup> 로써 이 地域에 屬하나 韓國은 1,800m<sup>3</sup> 程度로 極히 적은 狀態이다.

(2) 世界主要國家의 물 賦存量

間年 물의 賦存量을 mm 單位로 表示하면 이 日本과 같은 나라는 不過 4mm에 지나지 않으나 필리핀, 日本, 인도네시아 등은 1,300mm, 1,070mm, 1,000mm나 된다. 世界平均값은 226mm이며 美國, 터키가 世界平均값에 가까운 206mm, 216mm이다. 우리나라는 640mm로써 世界平均값의 2.4배를 上廻한다. 그러나 1人當 年間 물 賦存量은 1,850m<sup>3</sup> 에 不過하여 世界平均値보다도 적다. 美國은 7,570m<sup>3</sup> , 나이지리아 4,700m<sup>3</sup> , 터키 4,900m<sup>3</sup> , 美國이 4,071m<sup>3</sup> , 日本이 3,536m<sup>3</sup> 로써 대단히 많다. 大概 水稻作이 發達한 나라에서는 水資源賦存高가 높으나 1人當의 賦存量은 적다. 水稻作 地域은 高密度의 人口라고 할 수 있다.

◇ 水資源의 極限의인 時代의 물 利用

◎ 增大하는 물 需要

우리나라의 近年에 물需要의 增加는 極히 顯著함을 알 수 있다. 建設部의 水資源長期綜合開發 基本計劃에 의하면 1978年의 年間 물需要量이 159億m<sup>3</sup> 이던것이 8年後인 1986년에는 217億m<sup>3</sup> 으로 58億m<sup>3</sup> 이 增加했고, 1978年의 물의 使用率이 24%(물賦存量 662億m<sup>3</sup> ) 이던것이 1986년에는 물使用率이 33%로 되었다. 물需要增加量은 8年間に 58億m<sup>3</sup> 이며 增加率은 136%이다. 1978年으로 부터 13年後인 1991년에는 243億m<sup>3</sup> 으로 予測되며 84億m<sup>3</sup> 이 增加하여 물 需要增加率이

153%로 되었으며 물의 使用率은 37%에 達하게 된다.

23年後인 2001년에는 물 需要量이 282億m<sup>3</sup> 으로 予測되며, 123億m<sup>3</sup> 이 增加하여 增加率이 177%로 되었으며 물의 使用率은 43%에 達하게 된다.

<表-1> 韓國의 물 需要量(賦存量 662億m<sup>3</sup> )

区分	年度						備 考
	1978	1981	1986	1991	1996	2001	
물 需要量(億m <sup>3</sup> )	159	179	217	243	262	282	建設部資料
물의 使用率(%)	24	29	33	37	40	43	
물需要增加量(億m <sup>3</sup> )	0	20	58	84	103	123	
1979年에對한增加率(%)	100	113	136	153	165	177	

以上에서 記述한바와 같이 1986년에 이미 물 使用率이 30%를 넘었으며 1991년에는 물의 使用率이 37%이며 2001년에는 43%에 達하게 된다. 우리나라의 水資源은 1986년에 限界에 突入됨을 알 수 있다. 水資源의 逼迫과 함께 물의 코스트는 上昇하게 되며 물의 有効利用의 推進이 確實히 이루어져야 할 것이다.

◎ 有限한 水資源

最近 水資源은 有限 하다고 잘 말하고 있다. 이 「有限하다」는 意味는 誤解되기도 한다. 물은 降雨→流出→海洋→蒸發→降雨로 순환을 되풀이하는 것이기 때문에 없어지는 것이 아니라고 指摘을 받는 일도 있다. 그러나 1年間に 내리는 降雨의 量은 그 해에 따라 다르다고는 하나 限度가 있는 것이다. 결코 無盡藏으로 내리는 것은 아니다. 그 降雨에 依存하는 것이 오늘날의 물 利用이다.

비가 오는것도 멎대로 이지만 1年間을 周期로 한 그 패턴이 되풀이된다. 그래서 1年을 基準期間으로 하여 降雨量을 取하여 그 範圍內에서 물 利用이 計劃된다. 一般的으로 「水資源」 이라고 하는 것은 이 一年分의 總降雨量이고 이것이 「有限하다」는 것이다. 물 利用은 降雨의 大小에 따라 增減할 수 없기 때문에 降雨가 적은 해를 基準으로 하여 물 利用의 計劃이 樹立한다.

◇ 利水对策

◎ 節水

우리의 주변부터 물의 使用方法을 고쳐 보자. 生活用水의 需要는 水道의 普及과 함께 增大하지 않을 수 없다. 建設部 資料에 의하면 50萬以上の 人口를 갖는 大都市에서 1978年의 上水道 普及率은 92%에 一人당 給水量은 323ℓ /日이며 1991년에는 普及率이 93%이고 一人당 給水量 440ℓ /日로 急増하였다. 200萬~500萬의 都市에서는 1978年에 上水道 普及率이 85%이고 一人당 給水量은 227ℓ /日이던 것이 1981年, 1986年, 1991년에는 普及率이 88%, 94%, 96%이며 一人당 給水量은 260ℓ /日, 330ℓ /日, 440ℓ /日으로 急激히 増加할 것으로 予測된다. 100萬以下の 小都市에서는 給水率이나 一人당 給水量이 大都市에 比하여 더욱 急増할 것으로 予測된다.

日本の 水資源 便覽(1979年版)에 의하면 日本의 東京都에서는 一人당 給水量이 1965年에 395ℓ /日, 1975年에 448ℓ /日이고, 日本의 大版市에서는 1965年에 502ℓ /日, 1975年에 610ℓ /日이다.

歐洲에서는 런던이 286ℓ /日(1974年), 西베르린이 244ℓ /日(1975年), 암스텔담이 215ℓ /日(1975年), 위윈이 317ℓ /日(1974年), 마드리드가 330ℓ /日(1974年)과 같이 200~300ℓ /日인 大都市가 많다. 그러나 美国의 샌프란시스코는 1,457ℓ /日(1975年)와 캐나다의 센트리올은 647ℓ /日(1974年)과 같이 極히 높은 大都市가 있다. 歐洲와 같이 높은 文化生活을 營為하기 위해서는 많은 물이 必要로 할 것이다.

물需要中에는 浪費的인 部分이 包含돼 있다. 日本의 東京都의 調査에 의하면 節水型 세탁기 및 節水型 水洗式便所를 사용하면 물 使用量의 約50%는 節水可能하다고 되어 있고, 大版市の 調査에서는 節水型機器를 使用함으로써 都市活動用水는 約27%가 節水可能하다고 되어 있다. 今後は 配水의 压力制御, 節水 등을 包含하여 節水를 위한 裝置의 整備를 強力히 推進할 必要가

있다. 此外에 上水道에서 重視되어야 할 것은 漏水对策이다.

工業用水는 되풀이利用이 可能하기 때문에 回收率을 높이는 것이 急先務이고 成績은 比較的 良好하나 回收率을 70%以上 上昇시키도록 努力해야 한다.

農業用水는 流域의 規模로 反復利用이 되어 있기 때문에 下流에서의 反復利用이 可能한 地域에서의 節水는 거의 생각할 必要가 없으나 反復利用이 거의 期待할 수 없는 下流地域의 農業用水에 對해서는 今後節水를 위한 施設整備를 充分히 企圖해야 할 것이다. 特히 都市化되어 가는 地域에서는 畚의 宅地化에 따른 潜在的인 剩余水가 形成되는 일이 있기 때문에 適切한 方法으로 이를 都市用水로 轉換시키는 方策이 必要하다.

以上과 같이 節水의 可能性은 広範圍하게 미치고 있고 高度의 文化를 維持하면서 물需要를 抑制할 수 있는 것이다. 要는 물使用者 各自가 水資源의 有限性을 認識하여 節水를 물使用者의 第一義的인 課題로 하고 그를 有効하게 作動시키기 위해서 節水시스템, 節水機器를 社会的인 責任下에서 整備해 나갈 必要가 있다.

◎ 물利用体系의 轉換

節水만으로서 事態가 수습되는 것은 아니다. 그러나 確實히 節水를 通하여 물需要를 抑制하는 것은 不可缺하지만 社会의 進展과 함께 물需要가 增大해가는 것은 避할 수 없을 것이다. 만약 1人 1日당 使用水量을 抑制하였다 하여도 모든 사람들이 다 上水道의 惠澤을 받고 있지 못한 上水道의 普及의 擴大가 불가피하다. 工業用水의 回收率을 90%로 올렸다 하여도 工場의 數가 増加할 것은 必至이고 文化의 進展과 함께 工場의 增大는 避할 수 없을 것이다. 既存 農業用水의 節水, 合理化는 必要하지만 아직까지 灌溉施設의 未備 및 整備되어 있지 않는 많은 農地가 아직도 많이 남아 있고 이들 農地에도 給水의 惠澤을 주어야 할 것이다.

既存 利水の 물需要를 節水로서 아무리 抑制

한다 하여도 新規利水에 의한 물需要의 增加는 피할 수 없다고 생각된다. 그러므로 利用可能量까지 물需要를 伸張하고 여기서 停止한다고는 할 수 없다. 그러나 물은 性質上 되풀이 利用이 可能하고 되풀이 利用을 技術的으로 잘하면 물需要는 相當이 伸張시킬 수 있다.

앞으로는 되풀이 利用이 基本의 形態로 될 것이다. 그러나 一過的 물 利用을 되풀이 利用으로 轉換한다는 것은 간단한 것은 아니다. 現行의 물 利用의 体系는 技術的인 面이나 또한 制度的인 面에서 모두 一過的 물 利用에 屬하여 있기 때문에 이것을 바꾼다는 것은 이러한 모든것을 다 바꿔야한다는 意味이다. 이것은 하루아침에 되는 것이 아니고 長期間이 要할 것이다. 一過的 물 利用이 限界에 達하였을 때부터 서둘러 轉換해서는 안된다. 지금까지 時間을 들여 經驗을 쌓고 점차적으로 實現해 나가야 할 大轉換 이라야 한다.

◎ 再生利用시스템의 構築

現在 되풀이 물 利用에 相當하는 것으로는 農業用水의 流域의 規模로써의 反復利用, 工業用水의 工場内에서의 回收的 再利用, 都市에서의 下水處理水의 洗淨水의 利用 등이 있다.

農業用水의 反復利用은 歷史的인 것이며 特히 댐에 의한 水資源開發이 되기 以前에는 많은 小溜池等에 의하여 意識的으로 이루어졌었다. 이 經驗이 앞으로 必要할 것이다. 그러나 高度經濟 成長期에 農業水利事業의 進展으로 물供給이 安定化됨에 따라 個個의 農業用水에서는 一過的 물 利用으로 發達되어 小溜池等은 輕視하고 廢止하는 事態를 낳게 했다. 지금으로 부터의 물 利用에서는 流域의 規模로써의 自然的 反復利用은 勿論, 個個의 農業用水의 内部에서도 되풀이 물 利用을 꾀하는 것이 바람직 하다.

工業用水의 工場内에서 되풀이 利用은 相當이 施行되고 있으나 지금으로 부터의 물 利用에서는 工業用水도 그 自体가 되풀이 물 利用시스템 속에 넣어 생각함이 要請된다.

오늘날 가장 注目을 모으고 있는 되풀이 물 利

用의 模型은 都市에서의 下水處理水의 再利用일 것이다. 現在의 難點은 再利用 코스트가 意外로 높고 上水道料金보다도 훨씬 높아진다. 이 問題는 앞으로 研究해야 할 點이라고 생각되며 新規水資源 開發 코스트가 上昇됨에 따라 實現性은 具體化될 것이다.

現在로서의 下水處理水의 再利用은 都市에서의 洗淨水, 觀水環境整備·河川維持用水等에 限定되어 있으나 將來에는 農業的 利用이 實視되어야 할 것이다. 앞으로 下水道의 普及이 增大됨에 多量의 下水處理水는 都市에서만 消費는 어려우며 이를 有効利用하기에는 廣大한 農地의 參加가 期待된다. 農地에서의 下水利用이 進行될때 人間活動에 의하여 汚濁한 물이 人間活動속에서 蘇生시킨다는 것이 可能한 것이다. 이것이 되풀이 물 利用의 基本像이라고 할 수 있다. 그러나 일이란 간단한 것은 아니다. 既存의 논에 下水處理水를 가져간다는 것은 期待할 수도 없고 해서는 안된다. 이미 新鮮水의 水利權을 갖고 있고 農業者에게 都市의 污水를 強要한다면 反발이 생길 것이다. 그러나 水資源의 逼迫이 進行됨에 따라 밭에서의 再利用이 徐徐이 進行될 可能性이 있고 그 狀況이 進展속에서 農業用水와 都市下水處理水와의 交換이 都市와 農村의 地域的 結合을 基礎로 이루어질 可能性이 있다. 이 때에 未來型의 물 利用이 시작된다고 해도 좋을 것이다.

歷史的인 轉換期에서 將來의 물 利用에의 準備를 推進하면서 節水를 꾀하고 물需要를 抑制하고 물 再利用의 必要를 記述하였으나 現在로서는 아직 水資源開發의 餘地가 있음으로 積極的으로 水資源開發을 꾀해야 할 必要가 있음을 잊어서는 안된다.

直面하는 現實의 問題에 適切이 対処하면서 다음 時代를 向하여 着實이 準備를 推進할것. 特히 轉換期의 水資源問題에서는 強調해야 한다. 이것이 實行되는 社會만이 節水型社會인 것이다.

