

우리나라 2000年代를 위한 물需給課題

崔 榮 博

<理學博士 高麗大學校 理工大學 教授>

1. 머 리 말

1960年代에 있어서 우리나라 經濟의 高度化成長과 함께 各産業中 特히 工業의 急激한 發展은 從來의 産業社會 및 都市構造에 甚한 變革을 가져오면서 70年代로 移行하여 왔다. 이어서 都市化 및 工業의 길로 國土가 變모해감에 따라 여태까지 自由財로 그 存在價値조차 없던 물도 用水란 이름으로 하나의 經濟財로 승격하고 있다. 한편, 年中行事처럼 되풀이되는 물에 관한 傳統的인 天災인 洪水, 旱魃과 海溢, 土砂崩壞(沙汰)와 함께 근자에와서 都市周邊과 新産業團地의 內水에 의한 低地浸水와 住宅地洪水, 그리고 河川의 水質汚濁등으로 물이 加害原因이되는 각종 災害가 質的量的으로 변화하고 있다. 또한 野山開發 및 牧草地 造成 등 國土의 68 푸로를 차지하는 山地의 條件變化는 새로운 國土保全의 중요성을 상기시키고 있다. 물론 제 1,2次 경제개발계획과 함께 종래의 河川改修 등 治水爲主인 하천 대책이 治利水등 여러 목적을 겸비하고 河川流域의 住民生活의 안정 및 産業開發과 연관된 綜合多目的으로 美國 T.V.A. 方式의 수자원종합개발 기운이 싹트기 시작한 것은 비교적 근자의 일이라 하겠다. 1960 년대에 와서 건설부는 수자원종합개발계획을 수차 수립하였지만 一貫된 계획성의 결여와 投資財源 屢출의 애로로 그 수행에는 허다한 차질을 가져왔다.

따라서 아무리 훌륭한 계획을 수립하더라도 適期에 投資配分을 하지 못하고 지체시키는 등 계획의 실행성이 결여되면 그 효과는 반감된다. 그 단 예로써 1969년 10월 완공한 南江多目的댐 건설에서도 보나실이 그 調查計劃 및 設計, 施工까지 20여년의 세월이 소요된 것을 알 수 있듯이 水資源開發은 상당한 장기의 세월을 요한다. 따라서 물의 利用開發에 관한 事態가 악화된 후에는 아무리 巨額을 투자하여도 그 효과를 거두지 못하여 돌발적인 사태에 대처하지 못할 때가 있

는 것이다.

요컨대 未來의 國土에 잘 적응된 물 對策이 마련되지 않으면 물을 싸고도는 諸現象은 더욱 복잡해지지만 할 뿐 國土는 어지없이 파괴되고 마는 것이다. 이것을 피하기 위하여 먼저 기본적으로 國土의 모습이 어떤 방향으로 변모해갈 것인가, 또한 변혁해가는 國土에서 물에 대한 계획은 어떤 자세를 갖추어야 할 것인가, 기기에다 여러 잡다한 물 문제를 하나의 프리즘을 통해서 보는 방법이 더욱 필요하게 되었다. 그래서 여기서는 巨視的인 안목으로 2000年代를 위한 우리나라 물 문제의 未來像을 염두에 두면서 그 需要와 대책을 조망하여 보기로 한다.

2. 변모하는 國土와 물 需要

2000年代의 우리 國土의 모습을 추측하건대 人口는 대강 현재의 倍로 增加를 합쳐 一億(南韓만 7千萬 정도)을 돌파할 것이고 1人當 國民所得이 1,000불을 넘어 先進國群 수준으로 되어 大量消費 및 工業社會를 이룩하여 생활 수준은 매우 상승될 것이다. 農村人口가 都市人口에 비해 全人口의 20% 이하로 감소되어 都市化가 가속화된다는 것과 서울 및 釜山은 二大 中樞, 管理機能을 가진 巨大한 都市化하고 大邱, 大田 光州 등 각도시는 大都市로 성장하여 東西南北各 방향의 高速道路 및 通信網의 완비로 全國이 一日行動圈안에 들게 되어 情報化社會의 문턱에 들어서게 될 것으로 본다. 우리나라의 工業패턴은 重化學裝 裝置系工業으로 系列化되고 自動車의 先進國水準普及과 아울러 에너지 革命으로 精神工場은 大規模化, 大量化하고 原子力發電의 건설과 함께 電力消費量은 200억 KWH(1968년도 실적 61억 KWH) 이상으로 늘어나고 浦項 綜合製鐵 規模로 粗鋼 年產能力 500만톤을 상회하고 이와 함께 高分子化學의 발달로 프라스틱이나 알미늄

工業이 鐵鋼業에 代替되어 가면서 선진국 공업구조로 이행될 것이다. 또한 社會 間接資本으로서 建設投資는 약 2兆억원대(1968년도 건설공사 발주 1,020억원)로 늘어날 것이다.

農村은 近代化되어 한 戶당 耕地面積은 현재의 2~3배 이상으로 되어 企業化될 것이고 벼농사는 反當增收 高의 向上과 함께 논면적은 대폭 감소할 것이며 국민의 食生活改善과 함께 農村에는 소채 果樹園 및 牧場이 늘어날 것으로 본다. 이와 같이 國土의 人口産業 및 都市社會 구조는 매우 변모할 것이라고 가상해서 이에 적응해야 할 生活用水, 工業用水, 農業用水의 물 수요구조를 나타내면 다음 표 1과 같다.

表-1에서 나타난 숫자 그 자체에 대해서는 과연 적절한가의 여부에는 큰 이론이 있을 것이다. 그러나 都市生活用水나 工業用水의 물 需要는 매우 급증한다는 것에는 틀림이 없을 것이다. 2000年代에는 工業用水의 需要는 農業用水의 2배 이상을 상회할 것이며 工業用水가 물 需要의 王者를 차지할 것이다.

水 需要構造想定

表-1 (單位: 億噸)

區 分	1968	1971	1976	1981	1991	2001
生活用水量	3.77 (100)	6.79 (180.1)	11.33 (300.5)	17.34 (459.9)	21.51 (510.5)	25.6 (681.1)
工業用水量	72.70 (100)	101.69 (139.9)	111.35 (153.2)	130.49 (180.0)	178.1 (247.2)	225.71 (313.5)
農業用水量	5.32 (100)	8.63 (162.2)	19.37 (364.0)	118.90 (223.5)	123.16 (231.5)	127.42 (239.5)
河川維持 水量	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41	10.41
河川總 用水量 需要量 (A)	922.20 (100)	127.52 (138.3)	152.46 (165.4)	177.14 (192.1)	222.68 (241.5)	268.22 (290.9)
有效 降水量 (B)	630	630	630	630	630	630
過 不足 (B)-(A)	537.80	502.48	477.54	452.86	407.32	361.78

註: 有效降水量이란 降水總量 1,140億噸에서 河川으로의 流出分 55.3%를 말함

都市生活用水에 대해서는 都市人口가 격증하고 都市 構造가 현재의 서울과 같이 빌딩用水, 自動車 洗滌用水, 水洗式便所 보급등으로 물 消費型으로 이행해 간다는 것을 염두에 둔다면 2000年代에는 현재의 약 7배가 될 것으로 본다. 2000年代까지 農業用水에 관해서는 工業用水에 비한다면 現在와 別다름이 없다고 생각된다. 그러나 논이 減少할 것이라고 보고 農業의 機械化에 수반하는 물 管理勞力의 節約上, 또한 野山開發 및 水利干拓 등 新規需要도 상당히 있을 것이지만 그량은 미미할 정도이며 일면 田作轉換이 있다하더라도 옛부터의 水利慣行權 등 農民이 我田引水 등 感情面을 감안할 때 대폭적인 農業用水의 轉換을 생각하는 것은 社會的으로는 문제점이 많다.

또한 未來의 農村이 國土保全, 自然保護 또는 觀光 産業地區로서의 風致등을 고려할 때 이를 위한 새로운 형태의 물 需要가 일어나게 될 것이다. 만일 이것을 農業用水의 태두리안에 넣는다고 하면 가령 논 면적이 현재의 반정도가 되었다 하더라도 農業用水는 현재 보다 감하게 된다고 추정하는 것은 매우 위험하다.

다음에 이 增大할 물 需要에 대해서 우리들은 여기에 알맞는 물 供給施設을 준비하지 않으면 안된다. 그렇지 못하면 우리들은 매년 물 不足, 물 饑飢등으로 소동을 일으킬 때가 많을 것이다. 물 飢飢가 일어났을때 아무리 의논을 하더라도 겨우 應急의 給水對策 정도로서 根本的 對策은 우리 나라의 天賦의 資源인 降水總量 1,140億噸 중 주로 여름철에 集中 偏在 降下하는 有效 河川 流出量 630億噸(전체의 55.3%)을 適期에 收容하는 多目的댐, 河口堰개발로 이를 年中 資源化하기 위한 先行投資의 艱難은 없는 것이다. 물론 河川水를 70% 이상 이용한다는 것에는 經濟的 限界가 있지만 적어도 현재의 利用量 92.2億噸(河川表 淡水의 12%)를 향상시켜 30~50% 까지 향상시켜야 한다.

2000년대의 물 需要量은 360億噸으로 매년 一定된 有效 水資源量 630億噸의 過半을 훨씬 넘고 있는 것이다. 工業, 農業할 것 없이 물의 確保가 없으면 生産의 擴大에는 브레이크를 거는 것이 되며 都市에 물 飢飢가 일어나면 市民生活에의 危殆이 될 뿐만 아니라 3次 産業의 發展에 重大한 문제가 될 것이다.

물 需要는 앞으로 地域的으로 偏在할 것으로 예상된다. 人口가 특히 集中하는 제 2, 3차 産業이 旺盛한 地域에 특히 人口가 集中할 것이므로 서울 및 釜山 기타 大都市, 新生都市를 중심으로 하는 地域에서 앞으로 물 需要가 비약적으로 증대할 것이다. 따라서 이들에의 공급을 고려해서 물 供給의 廣域化 및 重點化가 全國的 視野에서 지금부터 계획이 수립되어야 한다.

2000년대의 물 需要 전체를 현재(1968)년의 3배 268億噸으로 하여도 증대분을 거의 多目的댐이나 地下水開發등의 新水源개발에 의존할 수는 없다. 經濟的인 면뿐만 아니라 社會的 나아가서는 넓은 의미로서의 水資源 保全상의 立場에서 볼 때 실제로 소비되는 물(水蒸氣로서 大氣중으로 돌아가는 물)과 다소 汚染되나 河川으로 流出되든지 또는 大地로 스며들어서 결국 몇번이나 再回收 사용되는 물이 있다는 것이다. 이런 점을 생각하면 農業用水는 소비가 큰 典型으로서 이 灌溉에 사용되는 물의 60%는 用水路나 는 및 植物에서 증발산하나 일면 工業用水로서 사용되는 막대한 冷却用水(全工業用水의 60~80%)는 消費量이 적

은 쪽이 典型이다. 앞으로 우리나라 用水多消費型工業이 대규모, 대량화로 계열화함에 따라 工業용수의 대부분은 凝縮器나 冷却器에 필요한 것으로서 다소 汚染되더라도 再使用이 가능하다. 그래서 특히 물 需要가 격증하는 工業용수 면에서 이것의 回收 再利用 方式이 좋다. 그런데 여기서 冷却用水의 再利用이란 것은 더 워진 물을 생각하는 것이다. 그래서 冷却塔 건설이 좀 싸게 되고 보급될 것이 희망되며 이 回收 再利用 方式으로서 막대한 用水節約을 가져올 수 있다. 또한 下水處理用水의 再利用도 用水源개발이 앞으로 계속할 것이므로 유망하다. 물의 再利用은 都市用水에서 많이 고려되어야 한다. 都市用水라도 飲料나 食生活用 이외의 잠수수는 淨수에 많은 費用을 투입해서 飲料도 될 만큼 할 필요는 없다. 따라서 未來의 빌딩用水, 自動車 洗滌用水, 消火用水 등은 家庭用上下水道와 별개로 配水系統을 하면 합리적이다. 地下室이나 高層빌딩街의 일부에 簡易물 再生産工場을 설치해서 여기에 廢水를 모아 再生産하고 飲料·食生活用 아닌 雜用水에 사용하면 좋다.

다음 앞으로 都市化와 함께 洪水對策의 未來方策으로서 중요시할 것은 장래의 都市水害이다. 일반적으로 都市를 포함해서 土地의 利用形態가 변모하면 災害型도 변화한다. 따라서 質적으로 변모하는 樣相을 示顯하기 시작한 都市에서 水害가 어떤 型으로 발생하는가를 想定해두지 않으면 안된다. 특히 都市의 形態는 앞으로 급격히 變革하므로 새로운 都市設計에 있어서 水害나 海溢에서 市民을 어떻게 보호할 것인가를 계획할 것이다. 人口가 超過密化될 未來大都市에 있어서 治水防災計劃을 잘 못하면 破局的인 悲劇이 발생하는 것을 명심해야 한다. 특히 水害와 같이 國土利用의 環境條件이 변모하면 종전과는 완전히 變質된 종류로 災害型을 일으키는데서 都市設計 단계에서 면밀히 이 假想水害를 고려해 두어야 한다. 이제까지 2000년대까지의 물 問題를 단연히 구상하면서 약간의 推測과 提案을 하였는데 더욱 중요한 것은 이것을 實現하는 政府機關 國民의 態變, 關聯技術의 研究가 度外視 된다면 實行性없는 꿈이 되고 말 것이다.

3. 2000 年代를 위한 물 開發課題

① 댐 建設

물이라는 天然資源을 한 장소에 貯溜하여 洪水調節을 하는 동시에 그물을 水力發電, 農業, 生活 및 工業用水 등에 활용하는 多目的의 댐의 구상은 1930년대 미국의 T.V.A. 실공을 계기로 각국이 河川, 流域 綜合開

發事業에 이것이 유행되었다. 우리 나라에서도 1960년대에 와서 경제개발계획과 함께 治水對策 및 電力開發을 위해서 多目的의 댐, 개발방식으로 응용되어 南江댐, 蟾津江댐이 건설되고 현재 昭陽江 多目的의 댐이 건설중에 있다. 그런데 河川 單位水系別로 볼 때 큰 댐을 건설하던지 혹은 비교적 작은 댐이나마 연속적으로 댐群을 건설해서 전체로서 큰 貯水容量을 가지게 하는 方法이 좋다. 이것은 댐 下流의 河川 中下流의 流量을 조금이라도 平準化 하자는데 목적이 있는 까닭이다.

즉, 洪水期의 큰 河川 流量을 조금이라도 적게 감소시키고 澇水期에는 될 수 있는 대로 많은 流量을 흐르게 해서 바다로 조속히 상실되는 洪水量을 年中 資源化시키는 것이고 일면 이것은 洪水調節도 하므로 治, 利水面의 각 목적을 달성하는 것이 된다는 것이다. 流況을 이와 같이 年中 平準化 하는 것은 다시 말해서 河川 流量의 이용율을 도모하는 것이 된다. 1980년 까지 漢江에는 昭陽江댐(1973년 완공예정), 忠州댐(1981년 완공예정), 漢江댐(1981년 완공예정), 洛東江에는 南江댐(1969년 완성), 安東댐(1975년)이 그 기능을 발휘하고 2000년대까지 洛東江에는 臨河댐, 陝川댐, 錦江에는 龍潭댐, 大清댐, 榮山江에는 同福댐, 長城댐, 南平댐, 그리고 長城댐 第2寶城江댐, 臨溪댐 등이 건설될 것이다. 그래서 적어도 이와 같은 多目的의 댐으로 河川 利用率을 30~50% 선까지 상승시킬 수 있을 것이다. 그런데 문제는 資金과 水沒豫定地의 住民對策이 될 것이다. 우리나라 河川의 河狀係數(年間 最大流量과 最小流量의 比)가 높고 河川 流量은 降雨의 夏季集中偏在로 不安定하고 거기에다 山地가 全國土의 68%를 차지하지만 林相荒廢로 水源涵養이 못되고 洪水시 河川水가 下流平地로 급격히 出水된다. 이 까닭에 治水, 灌溉용은 平地 가까운 곳에 貯水池를 건설할 것이 희망되나 落差를 요구하는 水力發電용을 위하여는 上流가 희망된다. 거기에다 洪水調節을 위해서 貯水池를 비워두어야 하나 發電은 항상 貯水池가 滿水로 되어 있음을 희망한다. 이리하여 發電과 治水라 하는 두개의 相反된 이용목적을 내포하고 있고 發電을 위한 排放流가 下流에 急速流를 일으켜 下流 全域의 災害를 확대시키는 예로 장래 일어날 수 있는 것이다. 그래서 多目的의 댐 建設 一邊倒만으로서 물 問題를 일괄 해결한다는 것은 지나친 이야기이고 앞으로 多目的의 댐에 있어서 水門操作과 上下流의 河床變動 및 貯水池내의 堆砂 문제등 새로운 問題를 위한 조사, 계획 및 그 대책을 강구해야 할 것이다.

② 河口堰 및 臨海工業地의 新水源

우리나라에는 洛東江 하류 및 蔚山 大和江 하류등에 현재 河口堰을 건설해서 하류부의 水流를 貯溜코저 하는 계획 안이 조사, 논의되고 있다. 즉, 河口 가까운 곳에서 水流를 막아마지막으로 바다로 流出되는 물을 저수해서 그 물을 이용하자는 것이다. 물론 河口에 堰(웨이라고 하여 水中 댐을 말함)을 만든다고 하지만 이것은 산간계곡이 댐과 같은 거대한 것이 아니고 貯溜되는 水量도 그처럼 큰 것이 아니다. 河口堰의 利用가치의 중요한 일면은 海水가 河川으로 침입하는 것을 여기서 멈추게 하자는 것이다. 河口 가까운 곳에서는 海水가 河川밖에 鹽水 격외 모양으로 침입해온다. 이 격외는 그날 그날의 潮汐의 干滿과 함께 깊이 侵入退去를 반복한다. 특히 渴水時가 되면 河川으로 부터 流下하는 水量이 적어서 바다로 부터의 鹽水가 상당히 상류까지 침입한다. 예로써 洛東江에는 勿禁津 가까이 까지 漢江은 麻浦 가까이까지 침입해온다. 河口堰은 河川最下流에 위치하는 까닭에 水資源의 利水方法인 것이다. 사실 河川流域에서의 물 利用은 河川縱斷 방향에 따라서 각지점에서 取水利用된다. 이용된 용수의 대부분을 차지하는 농업용수중 증발산량을 제외한 나머지는 땅속으로 스며드는 것은 하류로 還元된다. 이 까닭에 유역외로 물을 끌지 않는 한 水資源의 대부분은 利用→還元→利用을 반복해서 최하류로와 바다로 無効放流 된다. 이리하여 河口堰에서 물 利用을 계획하면 가장 효과적이며 크게 개발을 촉진할 것이다. 2000년대 까지 하천상류의 댐 양호지역은 거의 개발될 것이므로 貯水에 유리한 포켓트를 가진 地點은 적어지고 또한 건설비가 엽가인 곳은 적고 또 水沒地補償額도 매우 상승된다. 中流地點은 大容量댐은 가능하지만 水沒對象地點이 커져서 그 개발이 사회문제로 되어 댐 建設에는 곤란점이 많아질 것이다. 물론 河口堰을 건설할 때 그를 건설하는 하천 최하류부의 계획 홍수량 팽대에 의한 治水문제 河口堰 건설에 의한 堰內湛水에 의한 內水排除문제, 舟運의 自由往來 制限, 魚族의 回遊妨害 등 문제점도 있으나 댐建設에 비한다면 河口堰은 유리한 수자원 개발지점이 될 가능성은 건설 코스트면에서 있는 것이다.

다음에 臨海工業地에 있어서 水源取得의 다른 방법으로서 河口湖나 臨海댐이 될 것이다. 장래하천 최하류부에서 여러 取水新技術이 구상되는 배경은 水利權에 결부되는 것으로 최하류부만이 기왕의 既得 水利權에 저촉되지 않고 取水할 수 있는 것이다. 상, 중류부에서 水源을 구하고자 하면 기득 수리권과의 원만한 타협이 불가능하여 수원을 멀리 떨어진 지점까지 引水

하는 결과가 되어 건설 코스트가 매우 고가로 되어 실현불가능할 것이다. 따라서 臨海工業地 하천 하류부 주변에 人工 貯水池를 만들어 하류부에서 이湖에 取水해서 저수지로 사용코자 하는 것으로 상당한 渴水期에도 사용할수 있는 大容量 貯水池로 해야한다. 문제는 河口 가까운 土地를 10 m 이상 굴착하면 海水의 침입 우려가 있으므로 해수침입 방지 工法이 검토 개발되어야 할 것이다. 이와 같이 河口湖를 설치해서 臨海工業地의 工業用水를 해결코자 하는 계획이 속출할 것이므로 같은 양의 물을 取水하는데 있어서 河口湖 쪽이 山間댐보다 엽가가 되느냐가 남아있을 뿐 장래 수원 획득의 유망한 수단일 것이다. 나아가서는 海面을 締切하여 河口에서 流出된 水量을 原海面에서 貯溜하는 淡水湖 계획도 和蘭에서 계획되고 있는데 요는 海水侵入 문제와 洪水 및 高潮대책의 성부가 중요한 열쇠가 될 것이며 앞으로 검토의 여지가 있는 新技術 계획인 것이다. 이것도 마지막 바다로 쓸모없이 流出되는 물의 최후의 한방울까지라도 이용하고자 하는 취지에서 나온 것이다.

③ 人工降雨의 實用性

물의 원천은 말할 것도 없이 降雨로서 水資源에 혜택을 받느냐의 여부는 降水量의 다과에 있는 것이다. 만일 人工의으로 강우를 내리게 할 수 있으면 근본적인 물 對策이 될 수 있을 것이다. 人工降雨실험은 1931년 和蘭에서, 그리고 이것이 계속적으로 추진되게 된 것은 1946년 이후로서 1947년 여름 美國하와이에서의 實驗은 대성공으로서 이 경우 固體 얼음 약 22.7 kg가 사용되었는데 20 mm의 강우를 보았다. 최근 人工降雨에 가장 열심인 나라는 美國과 호주 및 日本이다. 호주에서는 1952년 약 136릿터의 물을 비행기로 살포하여 두께 15,000 mm 이상의 구름이 있을 경우는 매우 좋은 성공을 나타냈다고 한다. 또 「沃化銀의 아세톤溶液을 滲入시킨 木炭을 태워서 비행기에 구름속으로 낙하시키고 그 후 地上에서 沃化銀의 연기를 내어 上昇氣流에 먼저 구름속으로 보내는 방법」이 주로 채용되었다. 여러 실험결과에서 판단할 때 人工降雨의 장래성은 조건에 따라서는 확실히 유효할지 모르나 그 성공을 더욱 확실케 하는데는 아직도 실현횟수가 적고 연구해야 할 문제점이 많다. 그러나 그 2000년 내에는 모르겠지만 아직 실용화 단계에 도달하기에는 많은 시간이 소요될 것이다. 또한 그 實用化를 위하여는 氣象物理學의 진보와 기술적인 면의 발전에 관한 연구등 여러 선행조건이 개발되어야 할 것이다.

④ 蒸發抑制法

하늘에서 내리온 水資源은 蒸發하여 다시 하늘로 되 돌아가는 것이 적지 않다. 우리나라에도 나라 전체의 年中 降水量의 약 3~4割이 년간에 증발한다고 한다. 그러나 이는 장소와 계절에 따라 그 관계는 劃一的이 아니다. 특히 降雨가 적어 건조된 나라에서 옛날부터 증발을 억제해서 물을 확보하는데 고생하였다. 印度의 폼베이市에서는 上水道 貯水池가 地下에 매몰되고 地表를 公園으로 이용하고 있는데 이것은 年間 水面蒸發量의 3m가 되는 이 地方의 증발을 억제하기 위함이다. 印度와 호주등 國土 大半의 年間 蒸發量이 2.5m 이상이므로 증발 억제법은 寡雨乾燥의 나라부터 진행되었다. 처음으로 증발 억제법은 호주의 스노이 山脈에서 水力發電計劃에 근자 이용되었다. 이 호주 최대의 유간빈湖(면적 126 km²)는 해발 1,160 m에 있고 發電과 灌溉를 위하여 貯水하기 시작하였는데 이 貯水池 수면에서의 年間 증발량은 수심으로 1,600 mm로서 이는 自然流入量의 1/3에 해당되고 蒸發量에 의한 發電使用 水量으로 본다면 5 億원의 거액의 물 損失이 된다고 한다. 年間 강우가 비교적 풍부한 우리나라도 2000년 대를 위한 물 需要의 增大에서 본다면 節水方法으로 고려해야 할 장래 과제인 것이다. 또한 蒸發抑制法은 물 不足 뿐만 아니라 벼 농사에 있어서 熱不足을 막기 위하여 水面 증발에 수반하는 熱損失을 막아 논의 水溫을 上昇하는데도 개발대상이 되며 先進各國에서 실용화되고 있는 것이다. 乾燥地帶에서나 물이 귀중한 곳에서는 물을 保全하는 여러가지 방법이 채용되고 있다. 貯水池뿐만 아니라 耕地에 있어서도 효과적인 방법이 채용되고 있는데 특히 貯水池등의 水面蒸發抑制法에는 증발면의 減少, 構造物 被覆法, 薄膜被覆法이 있는 것이다. 증발면의 감소는 첫째로 貯水池의 水面積을 적게하여 될 수 있는 대로 水深을 깊게 하는 것이며 둘째로는 地下貯水, 셋째로는 群小貯水池를 單一貯水池로 統合하는 것이라 하겠다. 또한 저수지 구축에 있어서는 적당한 장소를 선정하면 (산에 포위된 곳) 증발량도 감소될 것이다. 構造物 被覆은 지붕 防風石築, 나무를 많이 띄우는 것이라 하겠다. 地下貯水池는 노층표면은 없으나 수면상의 포화된 층에서 물을 흡수하는 식물의 繁茂로 물을 잃기 쉽다. 이와 같은 吸濕物을 제거하는데 태만하면 節水目的을 달성할 수 없다. 印度 폼베이의 公園 地下貯水池가 이것으로 유명하다. 薄膜法은 가장 경제적인 것으로 수면에 자동적으로 얇은 막을 만들어 수면 증발을 억제 하자는 것인데 불란서에서 실험 결과 적어도 0.01 mm의 油膜을 수면에 붙여야 하기 때문에 실용화는 이

렵다하여 현재로서는 單分子被覆法이 연구되어 실용화 하고 있는데 그 경비는 다음과 같다고 한다.

7월 7일 부터 10월 1일까지

節水量 : 183,000톤

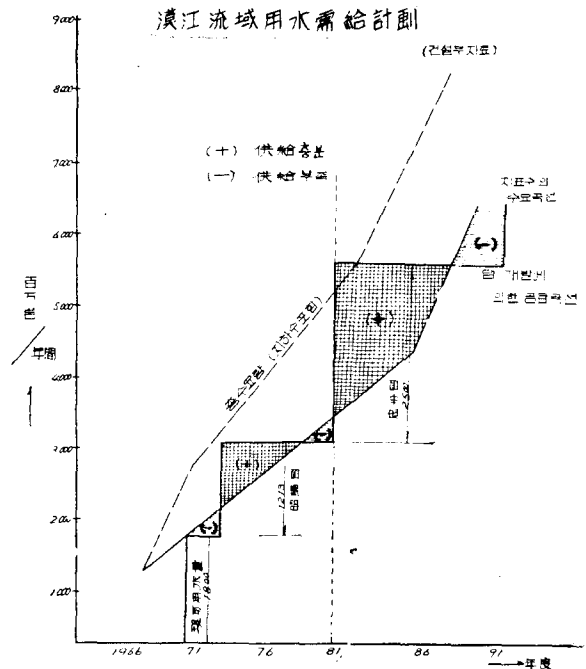
所要經費 : 8,200,000원

所要水量 : 경비 톤당 45원

耕地에 대한 증발방지법으로는 강우 직후 지면을 얇게 깔고 지중에서의 毛管水 上昇을 중단하는 淺耕法이 옛 부터 건조지대에서 널리 이용되었고 수확후에 잎사귀나 잡초로서 논두렁 사이를 덮는 방법도 세계공통의 방법인 것이다. 실용화 되어가는 單分子被覆法은 많은 실험결과를 통한 高性能抑制劑와 風力阻止 수단의 개발로 실용화 될 것인데 그 증발억제는 많은 경우 2~3 할로 보고 있다. 이 정도로서는 아직 경제성이 문제이므로 앞으로 연구에 따라 2000년대에는 節水方法으로 실용보급화될 것이다.

⑤ 海水의 淡水化

2000年代의 물 不足을 보증하는 방법중에서 가장 기대되는 것은 海水淡水化方法(眞水化)이다. 地球上의 물 총량의 98퍼를 차지하는 海水에서 鹽물을 얻는 기술은 세계적으로 봐서 현재 벌써 연구단계에서 실용화 단계로 옮겨지고 있다고 하여도 과언이 아니다. 1966년도에 벌써 1일 造水容量 수십만톤의 능력을 가



(그림 1)

진 工場이 운전 혹은 건설중이었다. 특히 「쿠웨이트」에서는 「슈와이키」와 「슈아이바」의 양地區에만 해도 운전중인 것이 1일당 능력 50,000톤, 건설중인 것이 30,000톤으로 되어 있다. 美國에서도 「로스안젤스」 지구의 물 不足을 보충하기 위하여 1973년을 완성목표로 原子力에 의한 본격적인 大型工場이 설계중이다. 이 계획과 함께 「회랍」 「이스라엘」의 대규모의 계획을 표시하면 표-2와 같다. 일본에서도 1일 造水容量 2,650톤의 본격적인 淡水化工場이 나가사키(長崎)縣의 이케지마(池島)에 완성되었다. 앞으로 海水淡水化의 실용화 속도는 더욱 신장할 것이다. 그 개발속도는 海水에서 만들어진 물 原價가 얼마로 되는가에 달려있는 것이다.

1980년대에는 1일 3,800,000톤의 물을 生産하는 工場을 건설할 경우 물의 생산비 추정은 톤당 약 9원으로 될 것이라고 추정하고 있으며 2000년물 위하여 우리나라에서도 급격한 물 需要 보충을 위해서 독자적인 연구 개발이 있어야 할 줄 안다. 오늘날 세계 각국에서 海水淡水化에 대한 열의와 연구가 활발하여 많은 기술 진보가 있는데 직접적으로는 二重目的 工場이라는 착상이다 二重目的 工場이라는 것은 火力發電所 또는 原子力發電所와 淡水化工場을 결합시킨 것이다. 즉 從來發電所에 있어서는 復水器를 사용하여 冷却水를 이용하여 터빈 排氣(蒸氣)를 凝縮하였는데 이 復水器 대신 脫鹽裝置의 加熱器에 의해서 排氣를 凝縮시키고 이때 이 凝縮潛熱로 海水의 加熱에 이용해서 脫鹽裝置의 에너지 源으로 하는 것이다. 1980년대까지만 하더라도 세계 海水淡水化의 전망은 大都市의 生活用水 不足은 海水의 淡水化가 중요한 수단이 될 것이다. 그 단위 규모는 1일 造水容量 500,000~1,000,000톤이 되고 에너지로서는 原子力을 이용하는 淡水化와 함께 발전을 하고 그 단위 규모는 500,000~2,000,000 KW가 예상되며 이때의 물 생성비는 톤당 15~23원 정도가 될 것이다. 農村用으로서의 1일 容量 200~1,000톤 정도의 海水脫鹽장치가 요구될 것이다. 특히 2000년대에는 觀光地나 都市지구에의 보급이 많을 것이다. 여기에는 冷凍法海水를 냉각해서 얼음을 만들고 이것을 分離水洗해서 물을 얻는 방법이 이용될 것이다. 그런데 근자 美國이나 이스라엘에서 이것이 實用期에 들어가서 1일 容量 600톤 생산규모에서 톤당 75원의 생성비가 든다고 하니 2000년대의 물 문제는 海水淡水化에 의한 염가공급과 需要充當에 기여를 할 것이며 일면 이것은 熱과 動力을 생산하는 거대한 原子力發電과 연결되어 새로운 水資源의 보호와 관리로서 대두될 것이다.

⑥ 下水의 回收 再利用

人工降雨나 海水淡水化 등 2000년대의 水資源開發에 상당히 공헌할 것이지만 현재로서는 조금한 물 需要에 이용될 수 없다. 이들 手段이 實用化되기 전에 급증하는 물 不足이 광범위하게 심각화할 가능성이 많다. 현 시점에서 降水量을 물 공급원의 即應對備策으로 생각할 수 있다. 강수량으로 생각한 공급원은 대량이나 현실 문제로서 개발 곤란한 부분이 많고 새로운 水源 개발은 매우 고가가 될 것이다. 여기서 고려할 것은 물의 再利用이 한번 사용한 물을 回收 淨化해서 몇번이나 사용코저 한다는 것은 극단으로 말해서 新水源을 필요로 하지 않는 방법이다. 현재 그대로 流出되어 河川을 汚染시키는 工場廢水나 家庭汚水를 下水道로 모아 처리하던지 각 공장에서 처리해서 깨끗한 물을 河川으로 流出시키는 것이다. 각 企業이 自己의 採算만 생각해서 社會全體로서 귀중한 水資源의 再利用을 저해하는 것이 社會全體로서 얼마나 큰 손실인가를 생각해서 결심한다면 될 문제이다. 처리한 下水를 河川으로 流出시키지 말고 工業用水로서 配水도 할 수 있다. 이것은 25년전부터 美國에서 채용한 방법으로서 火力發電 製鋼精油 등 대량의 물을 소비하는 工場에서 都市의 下水處理水를 사용하는 곳이 많다. 또한 農業用水도 상당한 양이 논으로 주입되는데 사용후 상당한 양이 어느 기간을 경유한 후 河川으로 還元된다. 河川과 논의 물 收支의 量的 관계나 시간적 지체를 조사연구하는 것도 상세한 수자원 개발계획상 주요한 과제인 것 같다. 이래서 도시생활용수, 공업용수, 농업용수를 적극적으로 회수 재이용해야 할 것이며 따라서 사용된 물을 原水에 가까운 상태로 해서 하천으로 주입시키는 水質保全規制가 필요한 것으로 최근 公害問題로 심각하게 대두되고 있는 水質汚染과 관련되어 그 水質汚染방지는 生活環境의 문제인 동시에 수자원 확보상의 과제인 것이다. 또한 汚濁水를 原水로 환원하는데 소요되는 코스트를 얼마나 염가로 하느냐에 있으며 이것은 新水源을 개발하는 비용과 비교해서 이 방식의 채용이 실용화될 것이다. 하수 처리 이용의 先驅는 美國의 발티모너시의 베들레헴 製鐵工場이며 1942년부터 1일 약 10만톤의 處理水 급수를 해서 현재 그 양은 1일 약 50만톤이라 한다. 또한 下水處理水는 자주 田地灌溉에 이용하는데 이것은 廢水중에 포함된 肥料成分을 灌溉用水로서 이용될 때의 効用率을 위한 것이다. 또한 하수처리수를 人工地下水의 수원으로 사용하는데 이는 지하수개발에 의한 地下水位 降下 臨海地의 海水의 地下水脈 침입을 방지하기 위하여 공장 폐수를 처리해서 原水로 환원한 후 注入井이나 滲透池에서 地層으로 하

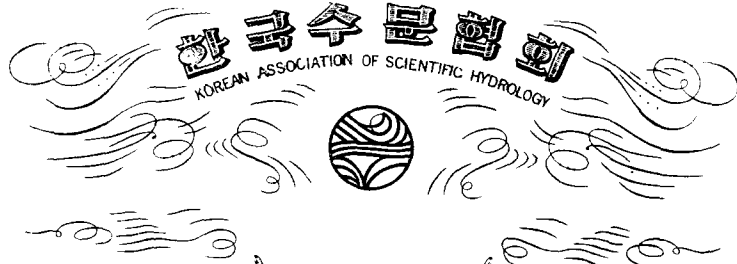
수 처리수를 注入한다. 이 목적을 위해서는 공장이나 빌딩에서 냉각 또는 冷房用水도 지하로 환원시키는 게 보급되고 있다. 이와 같이 해서 보급되는 注入水가 人工地下水이며 미국의 加州, 또는 이스라엘 등에서 특히 연구가 진행되어 실용화되고 있다. 下水處理水는 海水淡水化에 비하면 일반적으로 기술적으로나 경제적으로 유리하고 실행하기 쉬운 거리에 있다. 下水는 海水보다 溶存物質이 훨씬 적고 그 除去는 海수의 경우에 비해 경비를 요하지 않는다. 완전히 재생하지 않더라도 상당히 넓은 범위에 사용되어 유리하다는 것은 전술한 바이다. 거기에다 장래 진전되는 宇宙開發의 宇宙飛行에 있어서 필요한 물을 적은 量의 물로서 몇 번이나 回收, 再利用하는데 이용할 수 있는 점이 있다. 또한 늪웨이에서 개발된 진멸만법은 물을 많이 포함시킨 泥炭을 燃料로서 이용한 까닭에 개발된 것인데 水中에서도 下水汚泥를 연소시키는 기술이 개발되어 미국 시카고시 하수도 당국이 하수처리 방법으로 이용하고 있는데 水中에서도 固體를 연소시킨다는 것에서

濕式燃燒法이라 하여 실용 단계에 있는 것이다.

⑦ 人工地下水

인공지하수라 해서 地下에 물을 注入하는데도 여러 방법이 있다. 먼저 댐에 의한 작은 貯水池 또는 貯水池群을 만들어 여기에 貯溜한다. 댐군을 等高線에 平行하게 해서 댐의 바닥이나 댐사이의 도랑에서 물을 地下로 滲入시킨다. 또한 地表에 도랑을 파고 여기 流水를 滲入시킨다. 또한 洪水法 또는 擴水法이라 해서 대량의 물을 천천히 얇게 地表面을 흐르게 하는 방법으로 인공적으로 而狀으로 홍수를 확산하는 형태로 凸凹이 적은 緩傾斜地에 美國서 많이 이용하고 있다.

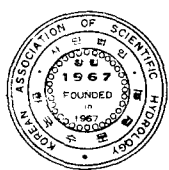
다음에는 우물에서 滲入시키는 것으로서 注入方法으로서 自然注入과 強制注入이 있다. 이것은 전술한 바와 같이 지하수 涵養과 지하수 多量 揚水에 의한 地盤沈下의 公害防止의 一環으로 水資源保全上 重要한 의의가 있는 것이다.



한국수문협회
KOREAN ASSOCIATION OF SCIENTIFIC HYDROLOGY

위 사람은 사단법인 한국수문협회의
정 회원임을 증명합니다.

*This is to certify that _____ is a
Member of this Association*



사단법인 **한국수문협회**

회 장 안 경 모

가입일자 19 年 月 日

President Kyung Mo Ahn

Date of membership _____

<회원증 발급>

본협회에서는 회원증을 금, 물, 까만색 凸凹(마크) 가로 29.5cm 세로 22cm 크기의 한, 영문으로 고급 읍셋트 인쇄하여 많은 정회원에게 이미 발급한바 있으니 희망하신 회원은 다음 요령에 의거 신청하시면 곧 우송하겠습니다.

성명을 한글과 영문으로 기입하고 발급수수료(협회운영기금포함) 금 400원을 진채구좌 서울 554한국수문협회로 불입하여 주시기 바랍니다.