

水資源 開發政策에 對한 小考

姜 瑄 沅

<본협회이사·인하공대교수>

<目 次>

1. 序 論
2. 水資源 開發政策
 - a. 政策樹立
 - b. 水資源政策의 目的
3. 水資源과 國土開發 政策
4. 鹽水의 淡水化(Desalination)
5. 人工降雨技術(Weather Modification)
6. 水資源의 效果의 利用
7. 結 論

1. 序 論

오늘날의 새로운 開發技術은 水資源開發面에서 比較的 米은적인 意味만을 가지고 있는 것 같지만, 그 潜在的인 影響力은 尙당하다고 할 수 있다. 廣範圍한 水資源開發政策에 新開發技術이 어떠한 影響을 미치는가 생각해 보면, 그것은 過去에 論難되었던 政策上의 問題點들을 增大 및 擴大시켜 주기도 하거나 또한 輕減, 減少시켜 주기도 한다는 것을 알게 된다. 또 다른 어느 경우에는는 完全히 새로운 問題點들을 到來시키며 新開發技術의 水資源系(Water Resources System)에의 기여와는 無關한 政策上의 問題들도 있게 된다.

앞으로 필자는 水資源開發에 있어 現在관건이 된다고 볼수있는 新開發技術들 鹽水의 淡水化(Desalination) 人工降雨(Weather Modification)와 물의 效果의 利用(Efficient Use of Water)에 관한 新技術을 택하여 그들을 分析, 展開하고 水資源政策樹立에 어떠한 關聯性을 가지고 있는가에 對해 簡單히 論해 보고자 한다. 勿論 이들에 對한 論考는 우리나라의 現實에만 局限한 것이 아니라 現在 世界的으로 舉論되고 있는것을

紹介하여 앞으로의 水資源政策立에 조그마한 보탬이 되도록 하고자 함이다.

2. 水資源 開發政策

우선 水資源開發政策은 어떠한 理由에서 樹立되며 그 政策의 要件과 目的이 무엇인가를 政策樹立과 政策의 目的으로 나누어 論하기로 한다.

a. 政策樹立

經濟開發政策期間이었던 지난 數年間 우리는 水資源開發政策의 問題들에 關하여 많은 關心을 기울여 왔으며 多數의 專門研究機關, 政府機關과 外國의 技術陣들이 實際로 이 問題들을 研究해 왔으며 發刊된 冊字도 수십種에 달하고 있다. 원래 水資源政策은 僞政者들이나 產業界의 企劃者들이 水資源問題를 認識하고 그러한 認識이 各樣各색의 經濟活動中에서 얻어지므로 政策樹立의 必要性을 느끼게 되는 것이다. 다시 말하면 水資源政策은 正常的이건 비관적이건간에 要求의 詰박성이있는 社會的인 與件에서 始作되는 過程의 하나의 產物이라고 할 수 있는 것이다. 이러한 要求의 詰박感(Pressure of Requirements)은 經濟開發의 社會變革의 促進과 資源의 좀더 效果的인 利用의 必要性을 認知하는데서 생겨나는 것이라 할 수 있다.

그러면 이러한 詰박감이 어떻게 하나의 水資源政策으로 化하는가 살펴보자. 이 要求의 詰박감이 立法府나 行政府를 통한 政治構造에 받아 들여져서 適當한 절차에 의해 하나의 政略(Political action)이 된다. 그 政略은 그에 부응되어야 되는 實際 水資源部門에서의 主되는 條件, 즉 그것이 實行되어지는 地方의 行政構造, 物理的인 與件과 財政構造에 따라 수행되어나가게 된다. 이러한 面에서의 分析이 끝나게 되면 이 政略은

하나의 水資源政策으로 樹立되어져서 產業開發의 일익을 담당하게 되는 것이다.

b. 水資源政策의 目的

水資源政策의 基礎가 되는 目的은 물의 需要와 供給을 一致하도록 하는 것이다. 즉 물의 需要量, 流出入의 系統, 水質, 물의 生産單價 등을 調整하여 短期間이나 長期間에 걸친 물의 需要量을 豫測, 判斷하고 그에 알맞은 供給量을 調節하는 것이다.

水資源은 大部分의 人間活動에 있어 絶對적으로 必要不可缺한 資源이기때문에 自然的으로 그의 必要性和 利用度는 무척 多様한 것이다. 이러한 多様한 利用의 目的의 特質을 파악하여야만 現在 開發된 새로운 技術이 水資源政策樹立 및 수행에 미치는 影響을 論할 수 있는 것이다.

그래서 水資源政策이란 그 多様한 特質을 파악하여 水資源利用에 가장 適合한 水資源의 性質, 形態, 및 流動性을 內包하고 있는 물을 自然的으로나 人工的으로 處理하는 國家의이고 地域의이며 政治的인 目標을 達成하는 施策이라고 할수 있다. 이러한 政策을 수립함에 있어 大部分의 境遇에 물의 需要量推算은 現在の 供給量과는 獨立되어 算定되며 물의 供給量이 不足한 地域에서는 그 需要量을 充足시키도록 하는 것이 다른 무엇보다도 經濟成長에 重要한 役割을 하게 된다. 지금껏 論한것은 水資源政策의 根源의인 目的이 되는 것이며 實際로 水資源을 開發하는 目的은 좀더 汎國家的인 面에 있는 것이다. 國家經濟開發 計劃의 궁극적인 目的은 國家의 富強을 最大化시키는 것이며 이러한 經濟效率의 개념에 水資源開發政策을 적용시켜 생각하면 水資源分野에서의 役割이 수행되어 나감으로써 國家全體에 가져다주는 實際的이고 經濟的인 惠澤을 最大로 하는것이 水資源開發政策의 目的이라는 것을 못하게 된다. 또 다른面에서 그 開發目的은 經濟的으로는 評價할 수 없는 社會的이고 政治的인 性質의 것으로서 洪水地域住居民의 安全, 國家安保, 社會復興 및 經濟平準과 고용能力的 增大를 통한 生活水準向上 등을 들 수 있다.

3. 水資源과 國土開發政策

本質的인 面에서의 複雜性은 別個로하고서도 水資源政策樹立은 한가지 分野의 事業이 아니라 多方面의 事業을 實際로 合成한 것이기 때문에 複雜하다. 예를 들면, 水資源開發은 港海와 野外오락시설도 포함하고 있으므로 國家的인 水資源政策은 國家運輸政策과 厚生政

策의 일부가 되는 것이다. 추가적으로 水資源開發은 電力生産, 國民保健과 農村復興에 影響을 준다. 그러므로 水資源政策은 여러分野에 걸쳐서 立案되며 政策樹立者는 水資源政策과 다른 分野의 經濟活動뿐만 아니라 水資源利用과의 調和를 잘 이루는 하나의 政策을 樹立해야된다는 課題에 當面하게 된다.

國土開發에 關한 水資源開發의 役割을 明示하고 水資源開發의 範圍와 規模가 國家經濟의 全般的인 開發目標에 의해 어떻게 處理되는가를 알기 위하여는 國土開發計劃의 메카니즘에 對해 論하여야만 할 것이다.

大部分의 國土開發計劃에 있어서는 總成長目標 即 國民生産目標을 주어진 期間內에 수행하기 爲하여 策定하여 둔다. 이 目標을 基礎로 經濟各分野의 成長要求量이 決定된다. 거의 모든 分野의 經濟活動은 積진 크건간에 水資源을 必要로 하므로 水資源分野는 以外的인 需要를 充足되도록 해야한다. 어떤 경우에 있어서는 國家政策에 의해 수반된 以外的인 要求때문에 國家利益을 위한 目標에서 볼때 水資源分野의 效率的인 成果가 무시되기까지도 하는 것이다.

4. 鹽水の 淡水化

鹽水에서 淡水를 얻을 수 있다는 可能性은 잘알려져 있고 數世紀동안 작은 規模로 實施되어 왔다. 數年前까지만해도 淡水化 plant는 淡水가 몹시 부족하고 鹽水로부터 淡水를 얻지 않으면 안되는 海上이나 降雨量이 적은 地域에서 매우 소규모로 運用되거나 특수한 目的으로 運用되어 왔었다. 이 技術을 보급시키는데 있어 가장 큰 難點은 淡水의 生産價가 비싸다는 것이다

그러나 최근에는 農工開發과 人口의 增加로 인한 물 수요량의 急增때문에 가까운 將來에, 現在는 水資源이 豊富한 地域이라도, 水資源의 不足現象이 일어날 것이라고 判斷되고 있다. 이러한 理由때문에 鹽水の 淡水化 方法과 多量의 非礦物質의 淡水를 供給하기 위한 擴範圍하고 普遍的이며, 經濟的인 過程을 開發하는데 艱辛없는 努力을 하고 있는 것이다. 海水가 鹽水の 淡水化를 위한 가장 重要한 鹽水源이 되는 것은 勿論이며 礦物質의 地下水와 鹽분이 包含된 河川과 湖水도 또한 可能的인 鹽水源이 된다.

지금까지 利用되어왔던 淡水化의 方法은 증류, 동결 격막에 의한 方法과 그의 化學的인 方法과 Ion 交換法이 있다. 그에 對하여 簡單히 論해 보겠다.

1) 증류에 의한 方法

가장 Up-to-date 한 증류 處理法으로는 증발기를 물-

에 담그어서 하는 Multi-effect distillation, Multi-stage flash distillation, vapour compression evaporation 등이 있다. solar distillation 을 제외하고는 數百年 동안 利用되어왔던 간단한 증류처리法을 개선한 것이다. 最近 第5의 처리과정 즉 Multi-stage long tube vertical evaporator 가 개발되었으며 다른 方法들도 개발되고 있다.

2) 동결에 의한 方法

동결에 의한 方法의 理論展開는 最近에 이루어 졌는데 그것은 증기압이나 부탄을 사용하는 동결제에 의하여 海水를 凍結시킴으로서 淡水를 얻는 것이다. 물이 얼 때에는 水中의 鹽分은 分離되기 때문에 結晶을 이룬 얼음을 溶解함으로써 淡水를 얻는다는 것이다.

3) 격막에 의한 方法

이 方法은 溫度變化가 必要하지 않다는 點에서 上記 2方法과 다르다. 오랫동안 알려진 원리에 기초를 둔 方法이나 그의 開發은 아주 最近에 이루어 졌다. 현재 연구개발 중인 方法은 逆滲透法과 電氣滲透分析器에 의한 것으로서 前者는 물은 투과시키나 鹽分은 투과시키지 않는 몇가지의 격막(Membrance)의 性質에 기초를 둔 것이고 後者는 ion 化 시켰을 때 같은 性質을 갖는 격막을 사용한 方法이다.

4) 化學的인 方法

化學的인 方法에 依한 鹽水 淡水化의 主工程은 溶媒를 써서 하는 分離法과 水化物에 의하는 추출법으로서 前者는 아직 開發初期에 있는 반면 後者는 成就하기가 몹시 힘들다는 것이 判明되었다.

5) 이온 交換法

이 方法은 高淨度의 非鑛物質 淡水를 生産하기 爲하여 오랫동안 利用되어왔다. 이 方法에 있어 제거되는 것은 鹽분이 아니라 물이며 그에 필요한 압력은 處理水의 鹽度에 비례한다. 이러한 特性때문에 海水를 變化시키는 方法으로 이온法이 좀더 有利하게 된다.

鹽水の 淡水化 技術을 適用하는데 必要한 主要條件의 하나는 鹽水源이 가까워야 하고 이온交換法에서 본 바와 같이 選擇된 淡水化法이 어느정도 물의 鹽度에 관계가 있다는 것이다.

水源에 追加해서 에너지源이 있어야 한다. 淡水化 方法에 따라 熱에너지나 電氣에너지가 있어야 한다. 淡水化에 사용되는 에너지의 費用은 工場選擇에 있어 상당한 影響의 미친다. 에너지 費用이 크다면 最大限으

로 그 에너지를 使用할 수 있도록 해야한다. 이러한 理由에서 같은 量의 에너지源으로 간단한 設計에 依한 工場이 적은 量의 물을 얻게된다면 보다 複雜하고 보다 費用이 많이드는 工場을 요구하게 된다. 다시말하면, 연료가 高價이면 高價의 工場建設이 되는데 연료가 싸다면 單位에너지當 물生産量이 적고, 工場에 다 적은 돈을 投資하는 것이 더 경제적이 되는 것이다.

單價切下の 必要에 적응하여 물과 電力을 生産하는 複合계획이 이루어지고 있다. 이들 二重目的의 工場에서는 두가지 生産을 爲하여 單一의 에너지源을 利用함으로써 單位에너지당 드는 費用을 감소시키는데 그것은 可用한 에너지를 效率的으로 使用하고 勞賃, 維持費 등 其他의 費用을 按配함으로써 達成할 수 있을 것이다.

淡水化工場 運營에 좀더 經濟的인 方法은 低廉한 化學原料로서 농축된 鹽水를 生産하여 냄으로서 이룰 수 있다. 結果적으로 모든 産業生産過程에서와 마찬가지로 設備의 規模가 크면 그만큼 生産單價가 적어지는 點은 지금까지 試圖한 淡水化 方法에 있어서도 어느정도 타당하다는 것이 밝혀졌다.

1969년에 發刊된 UN의 淡水化工場 運營調查報告書에서 흥미로운 점을 발견할 수 있는데 Multi-flash Distillation 工場에서 日總生産量 2,500萬갤론의 2/3 이상을 生産하고 있기때문에 主要供給源으로서 淡水化에 對한 一般的인 生産形態를 확인할 수 있다. 전술한바와 같이 發電을 爲한 良質의 熱源과 증류를 위한 저질의 熱源의 기본적 要求事項때문에 全體原價의 質감을 爲해 二重目的의 에너지와 물生産工場問題에 關해 考慮해야 한다. 따라서 Multi-flash Distillation 工場의 2/3 가 他 Submerged-tube Distillation 工場과 마찬가지로 動力生産도 겸하고 있다는 것이 밝혀졌다.

二重目的의 工場運營의 特異한 例는 소금의 生産과 물의 生産을 통합시킨 것이었다.

이 조사서에 포함된 生産 形態의 規模와 分類에서 淡水化의 現況을 알 수 있으며 예로서 逆滲透와 凍結을 取하고 있는 販賣工場은 없다는 것이 밝혀졌다. 이 조사보고서에서는 地域的인 條件이 特殊한 工場型態를 選擇하는데 重要한 役割을 한다고 結論지었다.

이 보고서는 여러가지 조건하에서 運用되고 있는 淡水化工場에서의 물의 生産價는 極度로 多樣하여서 生産原價에 關하여 一般的인 見解를 論하는 것은 위험천만한 일이라는 점을 강조하였다.

이러한 現況을 감안하여 最近 鹽水의 淡水化에 對한 새로운 技術開發의 傾向을 파악하고 그것이 水資源政策上 어떠한 問題點을 야기시키고 있는가 알아보기로

한다.

上記의 보고서와 最近의 報告書에 나타난 점들을 比較하여 보면 現在 世界的으로 鹽水에서의 淡水生産量이 계속적으로 현저한 增加를 보이고 있음을 알 수 있다. 現在 日總淡水生産量이 約 22,000萬 톤에 달하고 있어 上記보고서를 作成할 때의 새로운 技術의 進歩와는 判異하게 다르게 되었다. 現在 淡水化로 家庭用水나 工業用水는 實際所要水量을 相當한만큼 充足한 技術이 되었다. 生産價 때문에 農業用水로서는 使用되지 않고 있으나 生産價를 절감하고 將來에 多角的으로 적용하기 위한 研究를 하고 있다. 대부분의 새로 建立되고 있는 工場은 Multi-stage flash Distillation 型이며 또한 電力生産을 同時에 하고 있다.

容量을 大型化 시키고자 뚜렷한 추세로서 평균 크기에 있어 日生産量 100萬 톤에 달하는 시설을 갖은 淡水化工場의 增加가 주목할 만하다. 發展도상에 있는 國家들에 있어 淡水化工場의 容量增加가 뚜렷히 나타나고 있는바 1967~1968年間に 총용량 2,600萬 톤/day에 달하는 20개의 工場施設이 建立되었고 총용량 3,500萬 Gal/day에 달하는 23개의 工場이 認可되었거나 建立中에 있다.

淡水化工場大型化의 추세에 따라 에너지源으로서 원자력을 사용할려는 問題가 대두되고 있다. 이러한 추세에 따른다면 現在容量보다 100배 이상의 規模로 生産單位를 擴大시킬 수 있다고 보고한 最近의 研究를 참조하면 쉽게 알 수 있다. 그중 어떤것에는 1,000~2,000 megawatts의 原子爐를 設置하여 降雨량이 적은 地域의 大規模 農工開發을 目的으로 100,000 Gal/day의 容量을 갖은 淡水化工場을 建立하려는 研究도 찾아볼 수 있다. 低價의 原子力을 使用할 수 있게 되면 이들 農工複合開發에 따라 그 地域을 生産地域으로 變換시키에 必要한 물, 動力, 화학제품, 비료 그리고 産業用動力을 供給할 수 있게 되는 것이다.

그렇지만 이 開發의 性質과 規模로 보아 이에는 많은 專門技術을 要求하며 또한 막대한 資本이 必要하게 되는 것이다. 그러므로 이 計劃을 樹立할 경우에는 財政的인 與件은 勿論 工業과 經濟의 構造를 면밀히 分析하여 그 計劃實行의 經濟性을 파악해야만 하는 것이다.

5. 人工降雨技術

人工的으로 日氣와 氣候를 調節한다는 問題는 넓은 의미에서 주어진 領域內的 降雨量, 안개, 우박과 번개 폭풍과 태풍을 人工的으로 調整하며 또한 그 地域의

氣候를 操作하는 것을 포함하고 있다. 그리고 大氣汚染과 같이, 이들 現象에 文明이 미치는 影響을 判斷하는 것도 그 中에 포함된다.

研究와 과거의 經驗에서 降雨을 발생시키는 두가지 과정이 알려져 왔다.

일음結晶體가 매우 온도가 낮은 구름속에 포함되면 그것은 수증기의 流布에 의해 주위의 물방울 때문에 커지고 그 氷晶이 落下하면 물방울이 달라붙게 된다. 낮은 大氣層의 溫度에 따라 降水粒子는 눈이나 빗방울로서 地面에 떨어진다. 하나의 구름속에서 큰 물방울은 빗방울이 될때까지 적은 물방울과 결합되어 커진다

만약 이 핵을 이루는 粒子가 자연상태에서 充分하지 않으면 降水量이 적거나 전혀 없게된다. 이것이 人工降雨操作의 基礎的인 理論으로서 氷晶을 만들기 위해 드라이아이스나 옥화은과같은 에어로졸을 구름속에 뿌리거나 물방울結합을 촉진시키기 위해 물방울이나 큰 吸濕性核을 注入함으로써 降雨不足을 解決하는것을 일컫는다. 後者의 人工降雨方法은 熱帶나 亞熱帶性氣候에 매우 적합하다.

過冷却狀態의 구름속에 드라이아이스를 注入하는 일반적인 方法은 항공기로서 적절한 구름層위나 속에 작은 알갱이를 뿌리거나 氣球로 氷粒子를 뿌리는 것이다

降雨을 發産시키는 또하나의 方法은 氷核(옥화은)을 지상에서 霧霧發生器로서 細粒子의 霧霧로 變化시켜 使用하는 것이다. 이 方法의 問題點은 霧霧를 上層으로 올려놓기 爲하여 氣流를 上昇시킬 필요가 있는點이다. 調節할 수 없는 氣流에 의해 霧霧를 운반한다는것은 不確實한 方法이며 太陽熱아래에서는 옥화은의 效用性이 다소 감소한다. 그러나 옥화은을 彈頭에 폭발성 혼합물이 들어있는 로켓트로서 직접 구름속에 운반할수도 있다. 폭발물이 폭발할때 응축된 옥화은의 分子가 구름속에 分散된다.

降雨을 發生시키는 또다른 方法은 온난한 구름속에 항공기로부터 물을 뿌리는 方法이다. 이 方法으로 총돌과 증발, 응축현상에 의해 많은 작은 구름속에 물방울의 人工的인 核을 만들수 있다. 크기가 다른 물방울이 서로 結合되어 降雨로 된다. 다른 새로운 技術開發에서와 마찬가지로 人工降雨의 重要問題點은 經濟的인 면에 적합한 규모로 적합한 降雨發生에 對한 可能性 여부이다. 이를 決定하는데 主要難點은 自然降雨의 變化가 크고 現在의 知識으로서 人工降雨劑가 없을 境遇 야기되는 問題를 예측할 수 없다는데에 있다. 다음에는 구름에 分散시키는데 對한 效用이 統計學的으로 증명되어야 한다.

近年에 人工降雨分野의 運營範圍은 놀랄정도로 擴大

되었다. 예로서 美國에서는 1965년에 26개주에서 59개의 企圖으로 100,000평방마일에 실시하였고 소련에서는 이의 2~3배에 달한다고 발표되었다.

약물살포로 地域의 降雨量을 增大시킬 수 있는 可能性에 對해 오랫동안 論難되어왔지만 現在의 統計資料로서 10~20%以上の 降雨增加를 나타내고 있다. 예를 들면 이스라엘의 경우, 세심한 계획과 工程下에 제한된 地域에 藥物살포한 결과 평균 27%의 降雨增加量을 나타내고 있다 한다.

이 技術이 다른 새로운 方法에 比하여 열가의 물을 제공하며 增加되는 물 공급량의 가치에 比해 매우 적은 費用이라 하더라도 氣象條件의 變化가 크므로 믿을 만한 方法은 되지 못한다.

현재 人工降雨은 아직 그의 可能性을 限定시키기에 좀더 활발한 연구가 필요한 論難課題라 할지라도 물供給의 개선책으로서의 降雨增加目標에 近接할 수 있다는 것은 認定하고 있다.

現在 人工降雨技術은 대부분 試驗단계에 있다할지라도 머지않은 將來에 希望의인 可能性이 있다는 것이 이를 다루고 있는 研究者들의 공통된 意見이다. 進歩된 實驗기술과 통계分析으로서 大氣의 순환과정의 解析과 實驗결과에 對한 現在의 모호함을 해소시킬 수 있을 것이다. 살포약품과 기구에 對한 연구로서 좀더 效果 있는 撒布劑를 개발하여 그의 효율을 높이며 구름속에 약품을 뿌리는 장치를 개선하게 될 것이다.

以上の 降雨處理 자체로서는 물의 供給問題를 完全히 극복할 수 없을지라도 人工降雨技術은 그의 解決에 있어 重要な 役割을 할것임은 틀림없을 것이다.

6. 水資源의 效果的 利用

上述한 大部分의 割目할만한 技術들은 물의 可用供給量을 增大하는 것이 目的이나 주어진 供給水의 利用을 擴大시킬려고 하는 보다더 適切한 方法들이 水資源政策에 훨씬 더 큰 關聯이 있다고 할수 있다. 이들 方法들의 目的은 農工分野와 都市 및 家庭生活에 물을 節約하는 手段을 적응시킴으로서 水資源利用의 效能을 크게하고 물의 낭비를 감소시키자는 것이다.

農業에 가장 많은量的의 물이 必要하며 同時에 水資源利用의 效能이 가장 적다. 灌溉法의 基本的인 變化가 數年동안 이루어지지 않았으며 겨우 20~30%의 灌溉效率程度의 實情이다. 이같이 效率이 낮은 理由는 주로 運搬과 分配에서 생기는 損失과 경작에 實際로 물을 使用하는 知識이 부족하여 생기는 過用때문이라고 할 수 있다. 농경에 물을 가장 效率的으로 使用하고

도 最適成長을 이룰 수 있도록 하기위한 試圖가 다음의 두 主系統으로 行하여져야 할 것이다. 즉 運搬과 分配의 損失을 減少시키는 것과 土質, 경작지의 勻配와 경작에 最適한 方法으로 農土에 물을 使用하도록 하는 것이다.

여기에서는 새로운 技術이 實質的이고 比較的 最近에 適用效果를 준 運搬과 分配의 特殊한 方法들에 關해서만 論하려고 한다. 그러므로 水路式灌溉에 있어서의 進진에 關해서는 論하지 않고 Pipelines 과 같은 壓力에 依한 灌溉에 對해 重點的으로 論하려 한다. 그렇지만 적절히 설계하여 運營하면 水路式灌溉(surface system)도 壓力水路式(pressure system)과 마찬가지로 效率的인 境遇가 많다는 것을 認知해야 한다.

Pipeline 은 여러가지 面에서 가장 效率的인 運搬手段이다. 증발이나 浸수에 依한 損失이 일어날 수 없을 뿐만아니라 非效率的인 流量에 의한 損失도 있을수 없다. 그리고 또한 水質을 維持하며 水壓을 傳達할수 있다. 더구나 立地要件과 交通 및 경작에의 장애는 매우 적다.

파이프의 수명을 연장시킬려는 연구는 勿論 灌溉의 두가지 主要素 즉 計測設備(indicating equipment)와 制御設備(control equipment)에 關하여 技術的인 方案을 模索하는 것이 必要하다.

計測裝置는 물의 流出量과 水量을 측정하며 미리 決定된 水量에 到達했을때 물의 흐름을 중단시켜주는 裝置를 설치하여 各區域에 實際로 分配된 水量을 正確히 計量해서 使用水量에 對한 물의 價格을 配水者가 定할 수 있도록 한것이다.

制御裝置는 上記의 補助裝置로서 必要時 傳達된 流出量 및 水量을 變化시킬수 있게끔 한것으로 이에 는 弁, 水壓調節器, 流量調節器, 配水 tap 등이 있다.

現代의인 揚水方法의 發明과 改善 및 非腐蝕性 輕金屬과 플라스틱을 使用할 수 있게끔 되어서 上述한 壓力水路式(pressure system)과 거의 一致하는 over-head irrigation 이라는 새로운 方法의 開發을 할 수 있게 되었다. 이것은 農土全域에 均等히 分配하는 降雨과 같은 形態로 물을 分配하는 撒水式灌溉(sprinkler irrigation)이다. 이 system 은 流動的인 것과 半永久的 및 永久的인 것이 있는데 高價의 경작물에는 대부분 半永久的의 이거나 永久的인 system 이 使用되고 있다. 撒水式灌溉法은 透水性이 큰 農土에 最適한 方法이지만 多樣하게 水壓이나 空間 및 場所의 크기를 택하고 여러가지 方法의 配水와 흐름의 상대하에서 다각적으로 運營하면 이 方法은 광범위한 農耕條件에도 灌溉를 할수있다 물이 부족한 地方에서는 또다른 새로운 方法을 利用

하고 있는데 그것은 비교적 流量이 많이 필요한 撒水器 代身に 훨씬 더 적은 水量이 所要되는 點滴器(dripper)를 使用하는 方法이다. 이 system이 훨씬 더 費用이 크지만 農作物에 가까운 부분에만 물이 分配되어 農土의 大部分이 건조되어 있어 증발에 의한 손실을 減少시킬 수 있다는 利點이 있다.

水路式灌溉를 撒水式과 點滴式灌溉로 轉換하면 農土에 물을 分配하고 使用하는데 對한 거의 完全한 統制가 이루어질 수 있다.

農業用水의 效果的인 利用을 爲한 또하나의 方法은 소비 效率에 關한 것으로 農土와 農作物의 물 需要量과 關聯시켜 農地의 물使用量을 調節하는 方法을 改善시키려는 試圖를 뜻한다.

灌溉用水는 그의 使用이 적절한 時期에 이루어져서 土中の moisture deficiency가 排除될 수 있을때 農作物에 가장 效率的으로 利用되었다고 할수 있다. 最近에 農作物 成長에 무리가 없는 soil moisture deficiency의 程度를 결정하려고 하는 研究가 實施되고 있다. water-budgeting 기술이라 불리우는 이 연구에서 얻어진 知識을 導入하던 農土가 어느 한도까지 고갈될때마다 最適水準으로 soil moisture를 환원시키기에 充分한 水量의 供給計劃을 세울수 있을 것이다. 이 기술을 利用하면 確實히 물을 過用할 可能性을 많이 排除할 수 있다. 그리고 그 結果 얻는 물의 節約을 推算하기는 힘들지만 이 기술에 基礎를 둔 改善의 重要성과 實質的인 利點은 많다.

이 消費 效率의 改善策은 分明히 물의 運搬과 分配의 形態와는 無關한 것이며 이를 成功的으로 適用하려면 老練한 技術의 指導가 뒤따라야 할 것이다.

産業에서 물은 하나의 重要한 生産材이며 그것이 別로 限界의 要素가 없다 할지라도 世界的인 産業生産의 急速한 成長때문에 莫大한 量의 물 消費를 招來하였으며 同時에 廢水로 인한 水源의 深刻한 汚染을 가져왔다. 이런 狀況으로 因해 消耗水量을 減少시키고 産業廢水의 處理問題의 解決策을 講究하기 爲한 技術開發을 促進하게 되었다.

近年 工業用水에 적용시킨 多數의 革新策中에서 主要한 것은 水資源의 再利用(Re-use) 生産過程의 技術變化 및 産業廢水處理이다.

再利用(Re-use)은 外的再利用(External Re-use)와 內的再利用(Internal Re-use)로 區分할 수 있다. 外的再利用은 下流에서 他工場에 의해 한 地域에서 流出된 물의 再利用을 하는 것으로 오랜동안 實施되어 왔다. 그러나 이것은 河川流速이 큰곳에서도 물의 汚染을 일으킨다. 水資源의 缺乏과 公害防止法으로 施行되는 廢

水處理의 必要性 때문에 産業界는 內的再利用으로 轉換되고 있다. 이에는 循環利用(Re-cycling)과 連續的再利用(successive Re-use)의 두 종류로 나눌수 있다.

循環利用이란 同一過程에서 물을 반복하여 使用하는 것으로 水質이 각 cycle 동안 크게 變하지않는 冷凍과 같은 目的에 特別히 적합하다. 連續的再利用에서는 一連의 生産過程에서 같은 물이 계속적으로 使用되며 最終過程을 거처서 排水되는 것이다. 두 경우에 있어 量的인 要求와 물의 汚染이 적으므로 이 Re-cycle 동안 消耗되거나 損失된 水量을 補充하는 量이 追加需要量이라고 볼 수 있는 것이다.

물의 産業過程에서의 消耗量을 減少시키기 위한 이들 革新策外에 追加的으로 各個 生産工場들에 알맞은 産業廢物處理法을 適用시킬 必要가 있게된다. 이 方法은 鹽水의 淡水化에 있어서의 電氣透析(Electrodialysis)와 逆滲透Reverse osmosis)에서와 같은 여러가지 方法으로 固體와 液體를 分離시키도록 고안된 것이다. 그리고 그 方法은 廢水를 都市用 供給水만큼 淨化시킬 수 있는 것이다. 都市나 家庭用水 供給에 있어서의 물의 效果的인 利用을 爲한 새로운 기술들은 農業用水에 있어 運搬과 分配에 의한 損失과 消耗量減縮에 主目的을 둔 기술과 유사하다. 그렇지만 都市 및 家庭用水 供給은 再利用을 實施하기 때문에 工業的인 面에서 考慮할 몇가지 點을 가지고 있다.

制限된 水量의 利用을 擴大시키는 또하나의 매력적인 方法으로서 農業, 工業, 厚生産業 및 其他 目的으로 都市의 廢水를 再利用하는 面이 있다. 都市廢水의 再使用에 必要한 段階는 이들 目的中에 어느 것인가에 달려있는 것이다. 즉 地下水補給과 같이 어떠한 處理를 거치지 않고 直接的으로 再利用할 수 있는 경우도 있으며 잔디나 골프장에 물을 덜 경우의 再利用과 마찬가지로 몇개 形態의 재생이용이 필요한 경우도 있을 것이다.

上述한 여러가지 새로운 기술에서와 같이 물의 效果的인 利用을 爲한 技術上에 重要問題點도 물의 供給範圍가 經濟性이 있는가의 여부에 關한 問題라는 것을 다시 한번 附言해 둔다.

그러던 다음에는 前述한 水資源의 效果的인 利用에 關한, 새로운 技術의 適用結果에 對해 論해 보기로 한다.

이스라엘에서는 水資源利用이 制限된 條件下에서도 農業部門에서 平均 70~80%의 놀랄만한 程度의 效率에 달하였다고 한다. 公式的인 報告書에 의하면 灌溉用地面積이 지난 8년간 실제적인 總用水量의 增加를 나타냄이 없이 32% 增加된 것을 보여주고 있다. 더구

나 灌溉面積當 使用水量이 1959년보다 1964년에는 15% 減少되었음을 알 수 있다.

또한 美國에서도 灌溉에 關한 多角的인 研究로 農土에의 適用技術을 改善하여 water-budgeting 技術이 사용된 地域에서는 灌溉用水 需要量이 감소되었다고 한다. 農土를 撒水式灌溉(Sprinkler Irrigation)로 轉換할 境遇 農業用水利用效率이 43.4%(surface irrigation 時)에서 64.3%(Sprinkler irrigation 時)로 增加하였으며 灌溉地面積도 1946年の 約 250,000 acres에서 1966년에는 約 6,400,000 acres로 늘어났다고 한다.

以上の 結果로 보아 물의 供給이 적은 다른나라에서도 물의 供給量과 灌溉用地面積 및 農作物收穫량을 莫大하게 增加시킬 수 있다고 確信할 수 있게 되는 것이다. 現在 撒水式灌溉로 바꾼다면 初期에 費用이 必要하다는 點이 不利한 點으로 간주된다 할지라도 이 費用이 適切히 計劃된 水路式관계(Irrigation system)에 드는 것보다 別로 크지 않을 때가 있다. 더군다나 一年 總費用이 水路式관계에 對한것과 같거나 若干 크므로 이 方法은 물을 절약하여 관계를 할수 있고 그래서 농작물의 수확량과 質을 높일수 있으며 남는 물은 다른 農地를 관계한다면 그 費用을 크게 보충할 수 있을 것이다.

水資源의 內的 再利用의 結果로서 全世界 물의 節約量은 차못 크다할 수 있다. 예로서, 이스라엘에서는 우유生産, 통조림生産, 섬유류 염색 및 製紙業에 對해 計劃된 再利用을 함으로서 1964년 以來 年間 1,300萬 Gallons의 물을 節約할 수 있었고 南아프리카나 이텔리에서도 같은 利得을 보았다고 한다.

都市와 家庭用水의 供給에 있어서도 놀랄만한 結果를 얻을 수 있었다. 벨기에에서는 물의 運搬과 分配에 이 技術을 適用시켜 그의 損失을 1953年の 40%에서 1965년에는 19%로 감소시켰다고 하며 이스라엘에서도 人口增加와 生活水準의 向上에도 불구하고 Tel Aviv 地方에서의 年間 물의 消耗量(the annual per capita consumption)이 1958~1966동안 148m³에서 94m³으로 감소되었다고 한다. 農工 其他 目的으로 都市廢水を 直接 再利用하는 方法은 現在 대부분의 경우에 비교적 간단히 使用되고 있다. 日本에서 하수처리 工場의 流出水가 工業用水源으로서 광범위하게 利用되고 있는 것이 그의 예라할 수 있다. 그러나 이들 직접적인 再利用方法은 公共의 으로 받아들여 지지 않고 있다는 것이 그의 큰 難題의 하나라는 것을 밝혀두고 싶다.

7. 結 論

水資源의 需給의 範圍를 增大하고 주어진 供給水의 利用을 擴張시키는 새로운 技術開發의 努力은 적당한 量, 質, 時期, 地域과 資金의 水資源에 對한 社會的이고 政治的인 必要의 절박감을 해소시켜 주는 것 같다.

이 절박감에 의해 이루어진 過程이 結果가 結局에는 水資源政策이다. 그 政策을 通하여 目標가 設定되며 水資源開發이 公共利益 즉, 上述한 要求를 충족시키기 위해 수행되어야 한다.

그 要求의 狀況과 性質에 依해 政策目標에의 相對的인 效果다 判斷하여 1개 以上의 새로운 技術을 적용하여야 한다. 그의 特有하고 本質的인 性質에 따라서 各 技術은 이들 目標達成에 각기 다른 程度로 기여할 수 있게 된다.

鹽水源이 가까이 있을 경우 淡水化가 필요할때는 언제나 적절한 量, 質과 적절한 위치에서 물의 必要量을 供給할 수 있을 것이다. 이 물의 供給源이 지금까지 論한 것中에서 가장 신빙성이 있으며 政策樹立者에게 國家의 기본적인 물 需要量을 획득할 수 있는 확실한 방법이 된다. 그러나 淡水化方法의 規模는 近來까지 生産單價가 高價이기 때문에 制限을 받았다.

鹽水의 淡水化는 또한 그 자체의 制限되지 않은 偏在性 때문에 正常價格以上의 물의 價格이 되더라도 상 관없는 지역의 개발 目標達成을 爲한 重要한 消트가 될 것이다. 이와같이 淡水化方法은 水資源이 부족한 地域의 地域開發 및 産業成長을 위해 적용되어지며 國家安保, 軍事目的이나 其他 유사한 目的으로 쓰여지게 될수도 있다.

降雨流出量을 증가시키는 수단인 人工降雨은 실제로 모든 水資源의 需要量을 充足할 수 있는 단계에 있다. 이것은 딱 技術과는 달리 水資源政策의 基本的인 目標達成에 全的으로 기여할 수 있을 것이다.

上述한 技術들의 目的이 可能한 水資源供給量을 增大시키는 것인데 반해 水資源의 效果的 利用技術은 주어진 供給量의 利用幅을 擴大시키는 것에 重點을 두고 있는 것이다. 이의 機能을 水資源政策의 基本目標에 關聯하여 考察하던 물의 根源的인 利用에만 惠擇을 많이 주지만 港海, 오락과 洪水調節에는 別로 영향을 주지 않는다. 開發目標에 있어 이 技術은 現在利用되고 있는 부족한 공급원을 最大限으로 利用할 수 있게 한다

政策目標의 達成에 있어 多樣한 能力과 効能때문에 各個의 特殊條件下에서 하나 以上의 新開發技術의 적용이 적절히 이루어진다. 따라서 政策樹立者는 하나의

政策樹立에 있어 그 政策수행 조건에 따라 적합한 새로운 技術을 導入하여야 하는 것이다. 또한 그의 수행에 必要한 여러가지의 機構나 道具에 對해 유의해야 한다. 處理되고 있는 모든 새로운 技術의 成功的인 달성을 위해 가장 重要하고 必要한 것은 무엇보다도 敎育과 訓練이다. 이는 새로운 技術들을 전개하고 形成시키며 實行할 수 있는 熟練된 專門家와 技術者의 養成을 뜻한다.

以上에서 水資源政策問題에 있어서는 새로운 技術의 開發과 習得이 重要하지만 그 技術을 실제의 水資源政策에 導入하여 利用할 때에는 그의 적용으로서 대두될 수 있는 政治的, 社會的 그리고 經濟的인 問題點과 新技術의 影響을 세밀히 관찰하여 연구해야 하는 것이다. 그러므로 開發途上에 있는 우리나라에 있어서는 先進國의 新技術을 無條件 받아들여 水資源政策에 反映할 것이 아니라 그 技術을 우리나라의 政治的, 社會的 그리고 經濟的 與件에 적합하도록 分析研究하여 적용해야 한다는 것을 필자는 강조하는 바이다.

REFERENCES

1. Ackerman, E. A.: "Questions for Designers of Future Water Policy" Journal of Farm Economy, No. 971, 1965
2. Kantor, M.: "Demand as a Factor Determining Water Policy" Engineering and Architecture, Tel Aviv, Sept./Oct. 1966
3. Boke, R.L.: "Sprinkler Irrigation Considered as it relates to the Over-all Programme and problem of Planning and Developing the Use of Available Water Supplies" International Conference on Water for Peace, Vol. 111, Washington, D.C., 1968
4. United Nations Publication: *United Nations Desalination Plant Operation Survey" 1969

“물자원” 開發에 關한 綜合指針書!

한국의 물자원

菊版洋裝 289頁

<普及價格 2,000원>

【韓國水資源開發公社 編】

- 목 차
1. 서론
 2. 물자원의 부존
 3. 물자원의 이용
 4. 물에 의한 피해
 5. 물경제와 제도
 6. 물자원 개발의 장래

連絡處 ; 韓國水資源開發公社 調查計劃部

電 話 (23) 0496