

# 해수의 淡水化에 對하여

韓國水資源開發公社 調査計劃部 提供

## — 目 次 —

- I. 海水의 淡水化 開發 動機
- II. 海水의 淡水化 方法
- III. 海水의 淡水化 開發 現況
- IV. 結 論

### I. 海水의 淡水化 開發 計劃 動機

地球上에는 많은 물(1,359,021,745 km<sup>3</sup>로 추정)이 있다. 이 물의 97%는 大洋에 있고 2%는 氷河 및 氷山으로 凍結되어 있어 우리가 飲料水 및 其他 用水로 利用할 수 있는 물은 不過 1% 정도로 推算된다.

그러나 이 물의 대부분은 地下水로 形成되어 있으며 또 地表水는 時間的 空間的으로 需要에 맞도록 配合되어 있지 않으므로 世界 各地에서 물 不足을 던치 못하고 있는 實情이다.

이와 反對로 世界人口는 날로 增加一路에 있어 2,000 년대에는 人口의 增加가 現在의 2倍 약 60억으로 推算된다. 이와 併行하여 産業 發達로 인한 工業用水의 증가 그리고 인구의 都市集中 生活向上으로 인한 都市 用水 需要의 증가 등 이와 같은 傾向으로 用水不足은 점차 심해져 가고 있고 天然水의 이용 原價도 每年 上昇하고 있다. 脫鹽水의 Cost는 아직 都市生活用水와 比較도 되지 않지만 장래에 올 물不足을 豫想하여 좀 더 廉價의 淡水를 生産하기 위하여 미국을 비롯하여 영국 Netnerland Israel 소련 등 세계 20개국에서 海水 淡水化의 開發研究가 활발히 進行되고 있다.

### II. 海水의 淡水化 方法

現在까지 알려져 있는 海水에서 淡水를 取得하는 方法은 여러가지 있지만 비교적 成功하고 있는 方法은 2,3 방법 정도이다. 또한 實用的 經濟的 問題가 있어 試驗室의 實驗段階로 머물러 있고 解決해야 할 많은 問題點 등을 內包하고 있다.

〈海水에서 淡水를 取得하는 方法〉

#### 1. 物理的 方法

##### 가. 蒸溜法

- (1) 太陽熱 蒸溜法

- (2) 一段階 蒸溜法

- (3) 多段階 蒸溜法

- (4) 眞空 蒸溜法

- (5) 蒸氣 壓縮 蒸溜法

##### 나. 冷凍法

- (1) 眞空 冷凍法

- (2) 媒介體 直接 冷凍法

#### 2. 化學的 方法

##### 가. 抽出法(水化法)

##### 나. 膜을 使用한 分離法

- (1) 電解 透折法

- (2) 逆浸透法

##### 다. Ion 交換法

##### 라. 기타 방법(人工降雨, 吸着法, 放散法).

#### 3. 진급 특별한 경우의 방법

가. 尿水를 유산으로 처리→ 증발→ 活性炭으로 淨化

나. 尿水를 乾燥 냉각(진공증)→ 加熱→ 활성탄으로 淨화.

### III. 海水 淡水化의 開發 現況

海水의 淡水化에는 여러가지 方法이 考案되어 있으며 현재 島嶼 砂漠과 같은 水資源이 不足한 地域에 있어서는 거의 實用化에 接近하고 있으며 개발이 가장 활발히 進展되고 있는 것은 蒸溜法으로 특히 多段階 蒸溜法은 實用 plant의 主軸을 이루고 있는 실정이다.

Ion 交換膜을 사용하는 電解透折法이 실용화 단계에 접근하고 있지만 이 方法은 海水의 利用에는 Cost가 高價이고 抵濃度 鹽水의 淡水化에만 이용되고 있다. 冷凍法은 以前부터 증류법보다 Energy의 消耗가 적어 注目되어 왔지만 氷의 分離 洗滌 등의 문제가 많아 아직도 Pilot-Plant로 停滯하고 있다. 새로운 方法으로 逆

해수담수화(海水淡水化) 방법 에 의한 장 단 비 교

탈 염 방 식	탈염수특성	장 점	단 점	응 도	경 제		비 고
					소 재 지	성 Cost (원/m <sup>3</sup> )	
진공증류법	고순도(高純度)담수(5~50PPM) 1. IPPM 이하까지 탈염(脫鹽)가능 2 탈염수 농도는 원수(原水)농도에 영향 미치지 않는다.	농축율(濃縮率)을 높게 하여 얻는다.	1. 부식, 간석(間石) 부착(附着)이 많다. 2. 다수의 Pump를 사용하는 운전제어가 어렵다.	미국 Demonstration Plant, 일본 제염공장	3,800 200~300	100	다수의 설용 Plant가 있지만 최근에는 거의 Plant의 설용 Plant의 최대 10,000m <sup>3</sup> /일
		1. 구조가 간단 고장이 적고 운전 조작이 용이 2. 간석(間石)의 부착이 비교적 적다.	1. 부식 문제가 있다. 2. 제어가 비교적 복잡	대용량의 담수화(淡水化) Plant Boilerroom 수용(중소형)	3,800 1,000(예상) 10,000(〃) 100,000(〃) (150,000,000gm) 36,930	87.50 70~125 50~85 .35~60 16	최근 담수화(淡水化) Plant의 대부분 설용 최대 30,000 m <sup>3</sup> /일 ○대용량에 의한 Cost Down 가능 ○화력 및 원자력 발전과의 조합에 의한 Cost Down 가능
증기압축증류법	증기압축증류법	1. 농축율을 높게 하여 얻는다. 2. 전력만으로 운전 가능하다.	1. 부식 및 간석의 부착이 많다. 2. 제어가 복잡하다.	선박용 조수(造水) 장치(잠수함)	3,800 2,000	115	미국 Demonstration Plant 원료수 16,000 PPM 일본 제염공장
		200~300PPM		1. 고진공(高真空) 조작 해수중에서 얼음(氷)을 분리 제거하는 조작이 어렵다.	Israel 설용 Plant 미국 Pilot-Plant	1,000 57	
냉 동 법	매개체 직접결빙법	1. 부식, 간석 부착이 적다. 2. 열 손실이 적다. 3. 소요 Energy가 적다.	1. 가연성(可燃性)의 냉매계체를 사용하는 조작이 어렵다. 2. 상기 "증"의 동일 수(氷)에 계체의 탈염수의 혼입		760(예상)	37~39	미국 Pilot-Plant
			1. 상기와 동일 " " "	수화제(水和劑)의 선택 및 탈염수에의 혼입 2. 해수중에서 결정하는 조를 분리 제거하는 조작이 어렵다.	미국 예상	38	
수 화 법	300~500 PPM 필요에 따라 탈염(脫鹽)수의 농도는 조정할 수 있다.	1. Process가 간단, 운전제어 용이 상온(常溫)에서 조작한다. 부식이 적다.	1. 원수의 환경제거 곤란 2. 농도가 높으면 전력이 많이 든다. 3. Ion 교환막에 수명이 있다.	저농도 염수의 증소형 담수화(造水) 장치	1,000(예상)	67	저농도 염수의 담수화에 실용화 설용 Plant의 최대 2,500m <sup>3</sup> /일(미국) Pilot-Plant 단계 추후 미국에서 개발 중 현재 최대 190m <sup>3</sup> /일
			1. 소요 Energy가 적다 2. Process가 간단 운전제어 용이 상온(常溫)에서 조작한다. 부식이 적다.	1. 원료수의 농도가 높으면 Energy 소비량이 증가한다. 2. 장온조작(常溫操作)의 부식 간석의 부착이 적다.	미국 Demonstration Plant (원료수 1,500~1,800 PPM)	10,000(예상) 3,800(〃)	27 35~45

浸透法이 가장 기대되어 점점 'pilot-plant'로 進捷되고 있지만 현재 사용하고 있는 浸透膜은 耐用시간이 짧아 일반적으로 生産原價가 高價이므로 浸透膜의 研究가 먼저 先行되어야 할 것이다.

現在까지의 開發現況은 多段階 蒸溜法으로 30,000 m<sup>3</sup>/일 ion 交換膜法은 2,500 m<sup>3</sup>/일 정도까지의 實用 Plant가 多數 製作되어 있으며 冷凍法은 1,000 m<sup>3</sup>/일 實用 Plant가 1臺 그 외는 小型의 Pilot-Plant 逆浸透法은 190m<sup>3</sup>/일의 Pilot-Plant 단계까지 到達했다. 現在 미국에서는 California 에 大單位 原子力發電(1,800,000 KW)과 結合된 大單位 증류법(150,000,000 gal/일) Plant가 건설중이며 (1977년 준공예정) 일본에서도 通産省의 계획으로 1968년부터 8년간의 豫定으로 100,000m<sup>3</sup>/일 Model Plant (多段階 蒸溜法)을 目標로 研究가 進行되고 있다. 上述한 海水 淡水化에 대한 여러 方法의 長, 短點 및 經濟性을 比較하면 다음표와 같다.

#### IV. 結 論

海水 淡水化 Plant는 大部分 海水를 얻기 쉬운 바다 附近에 所在하므로 일반적으로 淡水 需要地와 멀리 떨어져 있고 標高差가 심하므로 Pump 揚程에 의한 動力費 및 水路施設費가 天然水利用 경우보다 高價이므로 不利한 條件에 처해 있음은 確實하다.

現在 미국에서 1965년부터 豫算 440,000,000으로 計劃하고 있는 大單位 原子力發電(1,800,000KW)과 組合한 二重目的의 大容量 淡水化 Plant (1977년도 竣工 豫定, 1일 150,000,000 gallon 生産可能)에서 淡水生産

Cost 16 원/m<sup>3</sup> 運搬費포함 19 원/m<sup>3</sup>으로 推算하고 있어, 어느 정도 실용화단계에 接近하고 있음을 시사해 주고 있다. 또 地表水의 包藏水力은 制限되어 있으므로 人口의 都市 集中 生活向上으로 인한 도시의 用水 不足 傾向과 아울러 地表水의 利用도 每年 Cost가 上昇하는 反面 大單位 火力發電 및 原子力發電開發과 浸透膜의 研究등 科學技術의 發達에 따라 淡水生産 Cost는 점점 切下되고 있으므로 앞으로 天然水의 利用과 併行하여 海水의 淡水化가 實用化될 時期가 到來함을 틀림없는 사실이다.

반면 Texas Water Development Board에서 豫算 100억불 67개의 Dam 건설 약 1,600km의 水路施設로 Mississippi 江의 地表水를 이용할 Texas의 2,020년까지 用水需給計劃은 우리에게 무엇을 말해주고 있는가?

따라서 우리나라도 地表水의 高度開發은 물론 海水의 淡水化 문제도 研究 開發되어야 할 것이며 이에 따라 研究되어야 할 방향을 要約해 보련.

1. 大都市의 生活用水 및 工業用水에 適合하고 夜間의 剩餘電力을 利用할 수 있는 多段階 蒸溜法 (1일 100,000m<sup>3</sup> 이상 生産可能)으로 火力 및 原子力發電과 結合한 二重目的의 大容量 淡水化 Plant의 開發.

2. 中小都市의 生活用水 및 工場用水에 適合한 冷凍法 또는 逆浸透法 (1일 1,000~100,000m<sup>3</sup> 生産可能)에 의한 中小容量의 淡水化 Plant의 開發.

3. 濃縮排水의 이용으로 Na, K, Br 등의 回收에 관한 海水의 綜合開發에 많은 研究가 있어야 할 것이다.

