

工業用水 需給과 코스트 節減方案

崔 榮 博

〈本會理事·高麗大教授·理博·技術士〉

1. 工業用水 需給動向과 展望

近者 우리나라 用水需給이 國土綜合開發의 基本課題로 登場된 큰 要因은 經濟의 高度 成長과 安定持續 및 工業化에 수반하는 工業用水 需要의 顯著한 伸長에 있다고 본다. 事實 1960年初까지만 하더라도 各企業工場이 自家引水의 個別取水施設(揚水 펌프 및 우물)로서 當面의 需要를 解決하고 있었다. 그러나 第1,2次 經濟開發計劃의 遂行과 함께 工業 生産品의 系列化와 効率化를 위한 大單位 工業園地의 基盤造成事業의 一環으로 大容量의 公設 工業用水道 施設을 必要로 하게 되었다. 이로서 精油, 合成纖維 및 製鐵等 重化學 工業과 肥料, 시멘트 및 纖維等의 各 工場의 大規模化와 함께 10萬kw를 초과하는 大單位 火力建設은 더욱 用水 需要를 急增시키는 結果가 되었다. 只今 우리나라 工業生産額과 工業用水使用의 推移 및 需給展望은 大體로 다음 表-1과 같다.

〈表-1〉 工業生産額과 工業用水量

年 度	工業生産額 (百 萬 圓)	工業用水量 (億t)	全用水需要量 (億t)
1966	596,955	3.84	—
1967	701,601	4.50	—
1968	824,592	5.32(5.8)	92.57(100)
1971	—	8.63(6.8)	127.52(100)
1976	—	19.37(12.7)	152.46(100)
1981	—	30.49(17.2)	177.14(100)

資料: 建設部國土計劃, 1969年

註: ()는 構成比(%)

表-1에서 보는 바와 같이 1968년의 우리나라 全用水 需要量에 차지하는 5.8%의 工業用水 使用량의 構成比가 닥아올 71年, 76年 및 81년에는 6.8%, 12.7% 및 17.2%로 急增하는 一面 全水資源 需給에 主要한 位置를 차지하게 되어가고 있다.

또한 世界開發途上國 中에서도 보기드문 우리나라

工業成長은 所謂 投資가 投資를 부른다는 型으로 投資 需要에 떠 받쳐어 있는 面도 큰 反面 設備投資에서 建設된 工場群이 물을 生産要素로서 不可缺한 것으로 하고 있으므로 工業用水需要가 더욱 增加할 것은 勿論 할 것도 없다.

1969年 現在 各 用水中에 있어서 工業用水道 現況은 表-2와 같고 公設 工業用水道의 現況은 表-3과 같다.

現段階에 있어서 工業用水의 使用總量은 過去의 實

〈表-2〉 우리나라 代表的 工業用水道

區 分	地 區 名	施設容量 (m ³ /day)	工場群名(個)	備 考
臨海工業園地	蔚山地區 工業用水道	120,000	精油工場外16	
	鎮海地區 工業用水道	40,000	鎮海化學外 1	
	馬山地區 工業用水道	45,000	韓一合纖	
	麗水地區 工業用水道	25,000	湖南精油	
	小 計	230,000		21
內陸工業園地	全州地區 工業用水道	30,000	새한製紙外10	
	서울(永登浦) 工業用水道	50,000	邦林紡織外38	
	小 計	80,000		50
都市內工業	서울	51,000	朝鮮麥酒外82	
	釜山	75,000	第一製糖外69	
	大邱	17,000	第一毛織外30	
	仁川	21,000	仁川製鐵外25	
	光州	6,000	日新紡織外15	
	大田	23,000	第九基地敝 6	
	其他都市	128,000		219
	小 計	321,000		451
私設工業	忠州肥料	250,000	—	
	羅州肥料	10,000	—	
	安養地區	33,000	金星社外32	
	興韓化纖	40,000	—	京畿楊州郡
	東亞產業	25,000	—	全南海南郡
	大朝트라스틱	10,000	—	忠北請原郡
小 計	368,000		38	
合 計		999,000		

資料: 韓國의 물 資源, 水資源公社, 1970年 3月 1日

〈表-3〉 公設工業用水道(1968年 8月 現在)

地 區 名	現在生産量 (m ³ /day)	施 工 中 (m ³ /day)	計
蔚 山	120,000	50,000	170,000
馬 山	45,000	—	45,000
鎮 海	40,000	—	40,000
麗 水	25,000	—	25,000
서 울	50,000	70,000	120,000
浦 項	—	100,000	100,000
龜 尾	—	50,000	50,000
大 邱	—	42,000	42,000
計	280,000	312,000	592,000

資料: 韓國의 물 資源, 水資源開發公社, 1970年 3月 1日

續이나 統計資料의 未備로 正確히 判定하기는 어렵다. 다만 1963年 建設部 水資源局 主管으로 살시된 바 있는 全國 市道別 使用實態調査가 유일한 資料로서 表-4와 같은데 그 調査 方法이나 統計에 勿論 問題點이 많다. 表-4에 依하면 全國 工業用水 使用總量은 587,341 m³/day로서 業種別로 보면 化學工業이 363,875m³/day로서 首位이고 다음이 纖維工業, 製紙 및 紙類業, 食料品製造業, 飲料製造業, 유리 및 土石製造業, 第1次金屬製品製造業 및 石油 및 石炭製造業의 順序로 되어 있는데 이는 工業化를 完成한 日本의 業種別 工業用水의 使用量 順位가 1965년에 있어서 판프 및 製紙加工

品 製造業, 化學工業, 鐵鋼業, 纖維工業, 食料品 製造業 및 窯業 土石製品工業의 順序인 것과 比較할 때 우리나라도 1950年代의 輕工業 爲主에서 漸次 重化學工業으로 方向轉換이 行하여지고 있는 것을 느낄 수 있다. 1970年代에 있어서 第3次 經濟開發開發計劃과 함께 産業構造의 高度化가 實現될 것이지만 高度化란 重化學工業이 第2次 産業에 차지하는 웨이트가 크게 된다는 것을 말하는 것으로 鐵鋼, 化學, 化學纖維 및 精油 등의 重化學工業은 同時에 用水型 産業이므로 産業

〈表-4〉 우리나라 全國 業種別 工業用水 使用量

(1964年 조사)

順位	製 造 業 名	工業用水 使用量 (m ³ /day)	順位	製 造 業 名	工業用水 使用量 (m ³ /day)
1	化 學 工 業	363,875	11	機 械	1,139
2	纖 維 工 業	94,578	12	金 屬 製 品	1,112
3	製 紙 및 紙類	29,811	13	雜 貨	790
4	食 料 品	29,275	14	電氣機械器	530
5	飲 料 水 加 工	21,222	15	皮 革	336
6	유리 및 土石製品	12,755	16	印 刷	315
7	第1次金屬製品	12,385	17	木 材 加 工	279
8	石油 및 石炭製品	9,296	18	家具 및 製備品	145
9	고 구 製 品	2,708		其 他	5,191
10	輸 送 品 機 械	1,599	計		587,341

資料: 韓國의 물 資源, 水資源開發公社 1970年 3月 1日

〈表-5〉

日本의 業種別 工業用水 需要量

(單位: 1000m³/day)

業 種 別	淡水補給量1000m ³ /day)			增 加 分	
	1965年	1975年	1985年	65~75年	75~85年
全 業 種	36,705	79,745	144,280	43,040	64,535
食 料 品 製 造 業	4,194	8,145	13,168	3,951	5,023
纖 維 工 業	4,397	6,480	8,860	2,083	2,370
衣服其他纖維製品製造業	38	92	183	54	91
木 材 木 製 品 製 造 業	116	194	312	78	118
家 具 裝 備 品 製 造 業	43	130	302	87	172
판프 및 製紙加工品製造業	2,524	21,888	39,816	12,364	17,928
出 版 印 刷 同 關 聯 產 業	113	248	378	135	130
化 學 工 業	8,771	22,256	44,275	13,485	22,019
石油製品石炭製品製造業	496	1,080	1,854	584	774
고 구 製 品 製 造 業	878	768	1,455	110	187
皮 革 同 製 品 毛 皮 製 造 業	126	216	460	90	244
窯業土石製品製造業	1,069	2,448	4,437	1,379	1,989
鐵 鋼 製 造 業	7,825	6,308	10,008	3,483	3,700
非 鐵 金 屬 製 造 業	864	1,628	2,678	764	1,050
金 屬 製 品 製 造 業	497	1,680	3,068	1,183	1,388
一 般 機 械 器 具 製 造 業	476	1,312	2,878	836	1,566
電 氣 機 械 器 具 製 造 業	553	1,390	3,108	837	1,718
特 種 用 械 器 具 製 造 業	551	1,620	3,342	1,069	1,722
精 密 機 械 器 具 製 造 業	87	206	426	119	220
兵 器 製 造 業	529				
其 他 製 造 業	558	1,656	3,272	1,098	1,616

資料: 日本 通商産業省 企業局「工業開發構想」, 1967年

構造의 高度化는 工業用水 使用量의 顯著한 增加를 招來한다는 것을 意味하는 것이라고 본다. 勿論 그 使用度를 보면 冷却用水가 壓倒의 壓倒로 많아질 것이며 이는 重化學 工業의 하나의 特色이라 하겠다. 事實 美國에 있어서 工業用水使用量 1.2億 t/day中 冷却用水가 94%

〈表-6〉 우리나라 全國業種別 工業用水 使用量

			(1965年 조사)
業 種 別			總使用量(1,000m ³ /年)
鑛 業			1,832
製 造 業			561,328
食 料 品			130,618
織 維			71,065
木 材			2,445
化 學			153,031
石油 및 石炭製品			10,029
鑛 業 屬			47,322
金 屬			34,568
機 械			21,501
其 他			90,758
鑛 工 業 計			63,160

資料：漢江流域調查團 成果報告書, 439頁 1967年

이며 이 中에는 海水가 1/6을 차지하고 있다.

70年代에 있어서 우리나라 經濟의 高度成長과 安定은 무엇보다도 輸出擴大에 있으므로 이를 위하여는 現今 날로 치열해 가는 國際商品競爭에 이겨야 한다.

따라서 各 企業은 商品의 國際競爭力 培養을 위하여 要請되는 工場 Unit의 大型化와 果敢한 技術革新으로 生産コスト의 切下가 時急하다.

다시 말해서 이들은 設備의 合理化 및 國際水準化라는 形으로 計劃되어야 하는 同時에 Combineate의 形成으로 企業의 集團化 즉 새로운 工業團地가 造成되어야 하고 또한 外國의 有利한 資本의 誘致와 新技術이 導入되어 工場 Unit를 大型化하여 大規模 生産을 하고 系列化된 工業의 集中化가 繼續적으로 되어야 하는 것이다.

앞으로 이를 위하여는 先進工業國처럼 Combineate가 實現되어야 하는데 例를 들면

- 가. 石油—電力 Combineate, 石炭—電力 Combineate
- 石油—都市가스 Combineate 등의 에너지 基地
- 나. 石油—化學 Combineate, 製鐵—化學 Combineate, 電解電爐 Combineate,

〈表-7〉

經濟成長率의 推移

部 門 別	年 度	1961	62	63	64	65	66	67	68	平均
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
農 林 業	(%)	10.1	-6.0	7.2	16.2	-0.9	11.1	-6.0	0.0	3.8
鑛 工 業	(%)	3.2	15.7	16.5	5.4	21.1	15.2	22.5	22.5	15.4
社會間接資本及其他서비스業	(%)	-1.1	9.1	8.1	2.3	10.1	14.8	15.9	15.9	9.3
合 計	(%)	4.2	3.5	9.1	8.3	7.4	13.4	8.9	13.1	8.4

資料：韓國銀行 經濟統計年報 1969年

註：68年은 잠정 추계치임

〈表-8〉

우리나라工業用水道料金(市級27個都市)

(單位：ton當)

地 區 市 別	基本料金		超過料金	水質區分	地 區 市 別	基本料金		超過料金	水質區分
	基本水量(t)	料金(원)				基本水量(t)	料金(원)		
蔚 山 地 區(政府施設)	申請量	4.96	15	原水	天 安 州	10	8	12	淨水
馬 鎭 地 區(政府施設)	"	5.60	13	"	全 裡	{1000 申請量	{8 5	{7 5	原水
麗 水 地 區(道施設)	"	5.60	10	"	光 州	500	12	11	淨水
서 울	200	15	15	淨水	木 浦	1000	20	25	
釜 山	200	25	27	"	麗 水	50	26	30	
仁 川	100	20	27	"	大 邱	50	16	20	
水 原	50	10	22	"	浦 項	60	18	22	
議 政 府	50	12	15	"	慶 州	20	16	20	
原 州	10	10	11	"	東 州	100	12	20	
東 草	50	14	12	"	安 東	1,000	11	11	
江 陵	50	14	15	"	馬 山	50	17	20	
清 州	50	25	25	"	晉 州	200	20	24	
忠 州	50	7	10	"	濟 州	100	20	25	
大 田	13,000	6	8	"					

資料：建設部都市住宅局上下水道課 1969年

金屬精鍊—無機化學 Combine,
 天然가스—化學 Combine,
 石炭—化學 Combine 등의 化學 Combine,
 다. 鐵鋼, 機械, 造船 Combine 등이다.

以上은 모두 生産規模로서는 從來의 單一企業에 依한 生産規模 보다도 매우 크고 이 까닭에 生産規模에 必要한 工業用水도 그 需要量이 매우 크다.

다음에 第1,2次 經濟開發計劃 結果를 돌아보건대(表-7參照) 實業이 年平均成長率이 3.8%이고 社會間接資本 및 서비스業이 9.3%임에 對하여 鑛工業의 年平均成長率은 5.4%로서 그 伸長이 飛躍의이며 또한 이와 같은 工業部分의 生産增加 中에서도 用水多消費型의 産業의 增加가 뚜렷하며 이는 産業構造의 高度化見地에서 볼때 重化學工業이 工業部門에서 차지하는 比重이 커졌다는 것은 두말할 것도 없다.

앞으로 우리가 長期的 政策目標로서 推定하고 있는 經濟開發計劃에서 構想하는 것은 産業構造의 高度化이며 所謂 効率이 좋은 産業을 지킴대로 하는 重化學工業의 길이다.

그런데 果然 重化學工業이 앞으로 世界經濟의 場에서 다른 先進國에 比較해서 이들 工業이 이겨낼 수 있는 國際競爭力을 自主 育成할 수 있는 것으로 이

點에서 볼때 重化學工業 製品보다도 輕工業製品의 競爭力이나 海外進出力이 一面期待되기도 한다.

따라서 이中 소다工業 有機合成品 및 溶解칼프工業은 多消費型業이므로 이와 같은 企業의 國際競爭力 強化는 多量安價의 工業用水 供給에 期待되는바 畧을 말하여 둔다.

2. 工業用水需給에 수반하는 問題點과 對策

工業用水問題는 모두 用水 코스트를 싸고 도는 問題에서 出發된다. 前述한 바와 같이 70年代 當面하는 世界自由商品競爭力을 培養하는 길은 用水型工業에 있어서 製造原價에 차지하는 用水費와 電力費의 節減에 있으며 最近 先進國의 傾向은 製造原價에 차지하는 用水費의 構成이 電力費에 匹敵할 정도로 되어있으며 用水 코스트가 製品코스트에 크게 影響을 미치게끔 되어 가고 있다. 工業用水 코스트가 높아지면 그 만큼 國際水準에 比해 高金利, 高電力料金, 거기에는 海外原料依存에 依한 高價, 技術水準低位等 與件으로서 國際競爭에 있어서 不利한 立場에 있는 우리 製品은 더욱 不利한 立場에 處하게 될 것이다. 이 까닭에 工業用水코스트에 있어서 코스트 節減이라는 要請에서 中央政府나 地

〈表-9〉 工業用水의 製造原價에 차지하는 構成比(日本例)

品名	單位	單位當用水量(單位:圓/t)			單位當用水費(圓)	單位當電力(圓)	製造原價(圓)	製造原價에 占有되는 用水費 構成比(%)	製造原價에 占有되는 電力費 構成比(%)	
		淡水(t)	海水(t)	計(t)						
銑	鐵	t	15 ¹ (3.80)	40 ¹ (2.0)	55	137	115	18,000	0.76	0.64
棒	鋼	"	36 ¹ (3.80)	34 ¹ (2.0)	70	205	233	36,000	0.57	0.65
薄	板	"	50 ¹ (3.80)	30 ¹ (2.0)	80	250	721	50,000	0.50	1.44
시멘트		"	6 ¹ (7.03)	20 ¹ (0.15)	26	45	192	3,493	1.29	5.50
碗	安	"	360 ¹ (2.53)	200 ¹ (0.3)	560	971	4,500	13,071	7.43	34.43
鹽	素	"	240 ¹ (2.53)	130 ¹ (0.3)	370	646	686	22,946	282	2.99
電解소다		"	55 ¹ (2.53)	55 ¹ (0.2)	110 ¹	150	10,800	25,400	0.59	42.52
鹼法소다		"	105 ¹ (2.53)	105 ¹ (0.2)	210	287	465	28,000	1.03	1.66
鹽化비닐		"	500 ¹ (2.53)	0 ¹ (-)	500	1,265	-	85,000	1.49	-
비스코스纖維		1,000 (lbs)	725 ¹ (2.05)	0 ¹ (-)	725	1,486	273	82,900	1.79	0.33
판	트(DSP)	英國 t	590 ¹ (1.48)	0 ¹ (-)	590	873	2,510	27,100	3.22	9.26
洋紙	(上質紙)	1,000 (lbs)	830 ¹ (1.48)	0 ¹ (-)	830	1,228	157	35,700	3.44	0.44
石油製品	(原油處理)	kl	6 ¹ (4.53)	9 ¹ (1.1)	15	37	62	9,010	0.41	0.69

注: 日本通産省工業用水課資料

方各自治團體가 各工業團地의 工業用水道施設建設에 있어서 또한 水道料金策定에 있어서 어느 限度를 두어 用水 ton當 建設費가 비싸게 되는 곳에는 補助金支給으로 카바하는 등 여러가지 切下方法을 請求하는 것은 當然之事라 하겠다.

이와 같은 措置를 取하는 것은 工業立國立場에서 用

水코스트가 매우 不利하게 되는 것을 防止할 目的이나 이와 같은 直接的價格對策以外的 方法으로서 用水코스트의 切下를 圖謀하는 方法이 없을 것인가?

이것을 檢討하기 위하여 優先 工業用水의 製造原價에 차지하는 構成比 및 水源別工業用水 單價의 日本例를 表9 및 10에 表示한다.

〈表-10〉

産業中分類別水源別工業用水單價(日本例)

(單位: 圓/m³)

業	務	別	工業用水道	上水道	地表水	伏流水	井戶水	其他	回收水	淡水加重平均	海水	
全	國	平	均	3.36	16.22	1.58	1.93	2.83	1.96	1.95	3.34	0.49
食	料		品	4.48	19.61	2.01	0.78	2.28	0.76	2.61	4.12	1.04
織			雜	5.47	15.17	1.14	2.27	3.15	1.08	1.16	3.55	1.87
衣	服	其	他	3.33	18.83	2.73	3.30	4.03	5.96	0.19	7.77	—
木	材	木	製	4.52	18.74	1.55	2.85	5.86	7.01	1.00	7.62	—
家	具	裝	備	3.66	15.81	4.20	3.30	2.41	4.67	1.50	7.19	—
판	프	紙	紙	2.93	7.25	1.56	1.54	1.91	1.29	0.36	1.59	0.55
出	版	印	刷	3.30	21.07	3.13	5.97	4.26	1.21	2.82	8.66	3.33
化	學	工	業	3.23	14.98	1.69	2.08	1.88	3.87	2.39	2.93	0.79
石	油	製	品	4.02	7.15	3.27	4.07	6.20	4.46	4.46	6.15	1.44
고	무	製	品	3.74	18.17	3.54	1.01	1.96	0.22	1.80	2.69	—
皮	革	同	製	5.14	20.36	2.48	2.13	3.34	1.72	0.52	6.22	—
窯	業	土	石	3.62	18.64	1.80	1.89	2.42	1.32	0.85	3.28	0.25
鐵			鋼	2.91	16.14	3.87	4.82	3.25	3.95	3.03	4.19	1.34
非	鐵	金	屬	5.13	15.38	1.52	3.56	3.35	2.83	2.54	3.84	1.11
金	屬	製	品	4.28	16.88	2.17	2.27	1.42	0.69	0.58	4.84	0.36
機			械	3.99	18.43	4.57	2.56	9.21	5.99	1.46	9.06	0.28
電	氣	機	械	5.28	17.50	2.75	1.26	6.47	7.40	1.62	6.26	1.60
輸	送	用	機	2.98	18.75	8.12	4.73	2.63	2.78	1.22	6.17	2.70
其	他	의	기	6.87	15.57	3.74	5.00	4.60	2.70	2.51	6.02	—
兵			器	—	15.43	—	—	4.01	—	1.00	4.49	—
其	他	의	製	3.68	17.96	2.47	0.96	2.72	2.64	1.49	5.61	1.46
전	기	(火	力	5.12	16.81	0.40	3.61	4.73	0.50	1.06	0.86	0.19
가		發	電	5.12	17.84	3.75	—	3.01	2.67	2.47	4.54	1.45

資料: 通商産業省 1966年 工業用水統計表 (1962年調査)

[注]: 1. 地表水中에는 湖泥水包含

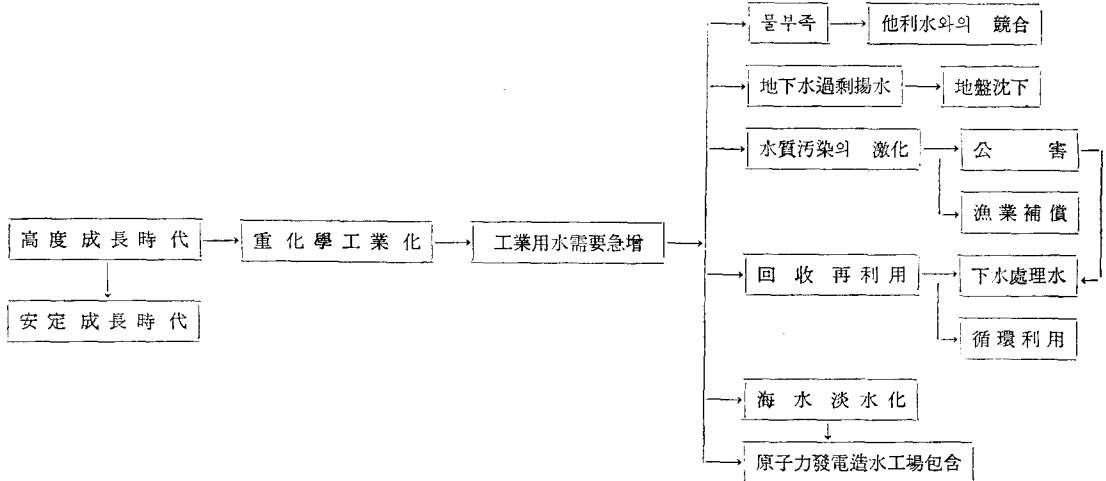
2. 井戶水中에는 湧水包含

韓國에 있어서 ton當 用水코스트는 蔚山, 馬嶺 및 麗水等 3個臨海工業團地에 있어서 原水を 供給하는 公設工業用水道에 있어서 그 價格은 約5圓 乃至 6圓에 이르며 (表-8參照) 日本의 工業用水道에 依하여 供給되는 경우 韓貨로 換算하면 3圓(表-10參照) 水準에 이르므로 日本水準보다 約2倍의 價格을 用水費를 支拂하는 것을 볼 수 있다. 앞으로 臨海 및 內陸各工業團地가 造成될 것인 바 이 支援事業으로 公設工業用水施設이 建設될 것인 바 ton當 建設費가 높은 경우 어느 限度를 두어 政府가 一定한 水準以上の 用水코스트에 對하여는 補助金の 支給이나 損失을 감당하여 用水 코스트 切下方策을 繼續推進해야 할 것이다. 다음에 表-8이나 表-10에서도 보다 詳히 우리나라나 日本 할 것 없이 上水道에 依해서 供給되는 경우가 가장비싼 것은

勿論이나 이 보다 善水源은 日本의 경우 地表水, 地下水(伏流水), 回收水, 井戶水로 되어 있으므로 우리나라에는 이에 對한 資料는 없지만 이 順으로 開發할 것 인지의 檢討로 用水코스트를 切下시키는 좋은 方法이 될 것이다. 그러나 河川의 地表水나 伏流水를 引水하는데 있어서는 發電水力, 上水 및 農業各用水의 既得水利權과의 競合이나 渇水期の 河川維持用水問題가 있어서 이에 對한 限界가 있으므로 경우에 따라서는 渇水期에 물 不足으로 工場稼動이 中斷될 우려가 있다. 地下水에 對하여도 과잉揚水에 依하여 地盤이 沈下될 우려가 있고 특히 工業團地周邊 河川이나 海邊의 水質汚染의 激化는 公害 및 魚業補償問題의 抬頭과 함께 淨水費의 增加를 가져올 것이다. 따라서 善用水를 供給한다는 것은 回收水の 再利用으로 나아가서는 公害解決

<그림-1>

工業用水推移模式型



<表-11>

日本の水源別工業用水需要展望

(單位: 10⁶m³/day)

區分		年	1958年	59年	64年	65年	66年	71年	76年
公共水道	工業用水道		1,396 (5.8)	2,216 (6.0)	3,914 (8.2)	4,444 (9.0)	5,138 (9.7)	17,862 (22.7)	—
	上水道		1,517 (6.3)	3,069 (8.2)	3,365 (7.6)	2,780 (5.7)	2,899 (5.5)	2,314 (2.9)	—
地表水			5,868 (24.5)	7,321 (19.6)	7,557 (15.8)	7,281 (14.8)	7,831 (14.7)	11,384 (14.5)	—
伏流水			1,856 (8.2)	2,587 (6.9)	3,322 (7.0)	3,554 (7.2)	3,329 (6.3)	—	—
井戸水			7,836 (32.8)	11,092 (29.7)	14,207 (29.8)	12,679 (25.8)	12,594 (23.6)	11,758 (14.9)	—
其他			547 (2.3)	672 (1.8)	354 (0.7)	598 (1.2)	224 (0.4)	—	—
回收水			4,812 (20.1)	10,363 (27.8)	15,036 (31.5)	17,826 (36.3)	21,093 (39.7)	35,443 (45.0)	—
淡水計			23,930 (100)	37,320 (100)	47,755 (100)	49,162 (100)	53,107 (100)	78,761 (100)	121,000
海水			26,123	48,576	19,161	21,362	23,648	—	—

資料: 通商産業省 工業用地 用水統計 및 通商産業省企業局
 注 1. 1958年~66年是 實績, 1971, 76年은 推定값이다.

2. ()안은 %이다.

을 위한 下水處理 및 循環利用이 될 것이며 一面 將來 原子力發電所 建設과 함께 造水의 二重目的을 達成할수 있는 海水의 淡水化라 하겠다.

이래서 앞으로 用水不足時의 코스트가 싼물이라 하면 回收水에 依存할 수 밖에 없게될 段階로 나아갈 것이다.

그런데 回收水란 그 自體가 물이어야만 비로소 回收할 수 있는 派生的用水로서 다시 말하면 다른 水水源에서 取... 本源的用水를 再使用하는데 不適當으로 工業用水 需要의 絕對量이 클때는 供給面에 있어서도 限度가 있다. 表-11 및 그림-2에서 日本의 水源別工業用水需要展望이나 水源別工業用水 使用量比較를 보면

本源的 工業用水로서 淡水使用의 比重이 1958年頃에는 地表水 24.5% 및 地下水 41% (이中 伏流水 8.2% 및 井戸水 32.8%)로서 合計 65.5%에 對比 回收水가 約 1/3로서 20.1% 이던 것이 1966年에 있어서는 地表水 14.7% 地下水 29.9% (伏流水 6.3% 및 井戸水 23.5%) 合計 44.6%로 下廻하고 回收水가 45%로서 急増하는 推勢가 되었다.

이와 같이 水源別로 볼때 從來 自家引水로서 河川水 및 地下水에 거의 大部分을 依存하고 있던 工業用水가 그 地位를 바꾸어 回收水에 依存코져 하는 傾向이 뚜렷한데 이것은 從來 自由財로서 河川水나 地下水에 아무런 代價를 支拂함이 없이 取得할수 있는 時代로부터

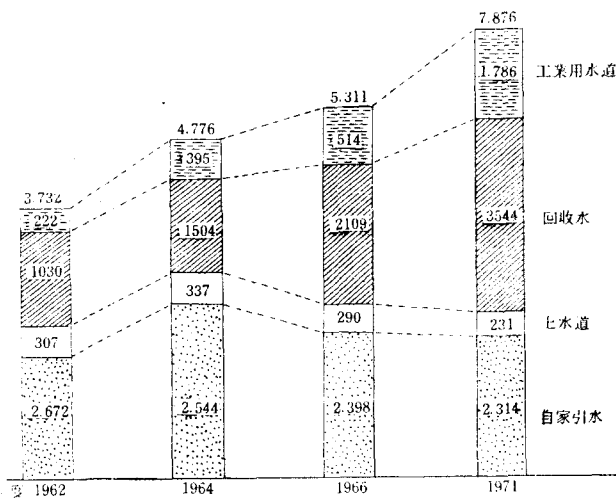
〈表-12〉

日本の工業地帯別回收 利用狀況(日本例)

工業地帯名	淡水使用量 (m ³ /day)	回收水 (m ³ /day)	回收率 (%)	回收使用의 主要産業과 그比率(%)
福岡縣南	559,666	499,395	89.2	化學工業 92.1 非鐵金屬 77.3
宇部小野田	1,028,340	758,049	73.7	化學工業 75.5 窯業土石 30.0
桑名四市	1,450,483	939,813	68.2	化學工業 76.3 食料品 31.4 窯業土石 50.5
北九州	1,870,676	1,447,739	77.3	化學工業 86.4 鐵鋼業 83.0 鐵網業 74.6
千葉	1,640,227	1,280,762	78.0	化學工業 90.0 石油製品 67.3
常陸	316,323	161,557	51.1	化學工業 63.6 非鐵金屬 55.4 窯業土石 85.8
名古屋	1,480,506	838,891	56.6	化學工業 77.1 電氣機械 50.8 鐵鋼業 64.0
室蘭	698,639	232,631	33.2	鐵鋼業 55.4 食料品 29.0

資料：通商産業省「工業統計表(用地・用水)」, 1966年

〈그림-2〉 日本의 水源別工業用水使用量比較
(單位：萬 t/日)



〈表-13〉 日本의 回收水利用
産業中 分類別回收利用狀況

業種別	淡水使用量 (m ³ /day)	回收水量 (m ³ /day)	回收率(%)
全國計	53,106,630	21,092,772	39.7
窯業土石製品製造業	1,801,834	879,447	48.8
鐵鋼業	8,056,086	5,089,460	63.2
化學工業	18,419,757	9,860,571	53.5
pulp & paper 製品製造業	11,583,392	2,930,401	25.2
石油製品石炭製品製造	1,029,996	505,169	49.0

資料：通商産業省「工業統計表(用地・用水)」(1966年)

社會的 및 經濟的으로 構造變化가 되어서 用水에 妥當性 있는 投資를 하지 않으면 물利用이 不可能하게 되

었다는 것을 나타낸 것이라고 생각된다. 특히 回收水에 對하여는 工業用水의 逼迫에서 오는 코스高를 合理化하고저 하는 것으로서 종래의 물使用에 對한 態度가 크게 變革한 것을 나타내는 것이다.

앞으로 近代化된 企業經營에 있어서 工業用水의 需要者는 從來“물은 하늘이준 공짜물건”이라는 생각을 버리고 물은 原材料의 하나로서 그 使用에 合理化方策을 取하지 않으면 안되며 또 이 方向에 따라 技術進歩가 行하여져야 한다고 보아야 할 것이다.

3. 用水코스트 切下를 위한 方案

經濟成長과 함께 急增하는 工業用需要에 對해서 工業用水道等의 基本的 供給源의 確保가 必要하므로 이를 위한 河川水, 地下水, 海水 및 回收水가 4대 供供給源이 되어 効率的인 開發이 있어야 할 것은 勿論이지만 農業用水 및 都市生活用水의 增加까지 勘案한다면 淡水源으로서 河川 地表水나 地下水(伏流水 包含)는 우리나라 地形, 氣象 各與件 即 季節的인 雨量의 偏在와 每年되풀이 되는 旱魃에 依한 甚한 水源枯渇等이 豫想됨으로 이를 補充 調整하기 위하여는 臨海工業地에서 極力工業用淡水의 節減을 圖謀할 必要가 있으며 反面에 長期的으로 海水를 有効하게 利用하는 方案도 考慮되어야 한다.

表-15에서 工業用水의 使用用途別에서 보는 바와같이 淡水全使用量의 約 70%가 冷却用水 및 洗滌用水이므로 또 앞으로 成長되는 産業은 用水型工業을 中心으로 하는 重化學工業이므로 冷却 및 洗滌用水의 使用率이 繼續增加할 것이다. 따라서 工業用水의 使用合理化를 위하고 코스트切下를 위하여는 이 冷却用水와 洗滌

〈表-15〉

工業用水用途別 使用量(日本例, 1965年)

區	分	보이러用水	原料用水	製品處理用水	洗滌用水	冷却用水	溫調用水	計
淡	水 量 (10 ⁶ m ³ /day)	1,344	703	8,175	8,566	24,500	2,901	49,162
	構 成 比 (%)	2.7	1.4	16.6	17.4	49.8	5.9	100
海	水 量 (10 ⁶ m ³ /day)	—	935	38	553	19,440	50	21,362
	構 成 比 (%)	—	4.4	1.8	2.6	91.0	0.2	100
總	量 (10 ⁶ m ³ /day)	1,344	1,638	8,213	9,120	43,940	2,950	70,524
	構 成 比 (%)	1.9	2.3	11.7	12.9	62.3	4.2	100

資料: 1965年度 日本 工業總計帳

用水의 여러 問題를 解決하는데 있다.

冷却用水 및 洗滌用水의 特性은 大量이어야 하고 必要로 하는 水質은 다른 使用用途 例로서 原料用水, 보이러用水, 溫調用水만큼 淸澄度를 必要로 하지 않으며 原則적으로 水溫은 低溫 同時에 恒溫인을 必要로 한다.

이러한 條件을 滿足시키고 水量 및 水質을 確保하고 코스트切下를 위한 使用合理化를 위한 方案은 大體로 아래와 같다고 본다.

(1) 回收率의 向上

回收된 循環 또는 返戻水라고 하며 어느 工場의 全 工業用水 使用量 (回收水量包含)으로 回收水量을 나누기할 값을 回收率이라고 하며 回收率을 業種別로 보면 表-13이 4.14에서 보는바와 같이 그 業種의 立地條件 및 水源의 取得狀況에 따라 多様하나 一般으로 淡水 工業用水를 多量으로 使用하는 業種으로서 鐵鋼, 化學工業, 窯業土石製品業, 石油精製業 및 펄프製紙業의 各 工場에서 回收率을 向上시키는 것은 그 效果가 크다.

回收水는 派生的 用水라는 點에서 本源의 用水보다도 높은 水溫과 濁度를 가지므로 보이러用水나 原料用水에는 使用하기가 困難하나 良好한 水質을 要求하지 않는 冷却用水로서 主로 使用하는 場合에 水溫을 낮은 回收水를 利用하는 것도 用水코스트 切下의 한 方法이 될 수 있다.

勿論 水質의 매우 汚染된 것과 水溫이 극히 上昇된 것을 反復使用하는 것은 採算이 맞지 않을 것이지만 熱交換器나 凝縮器의 冷却結果로 高溫이 된 물은 貯水池에서 回流 또는 氣曝冷却 또는 冷却塔을 使用해서 低溫用水로서 復元再生해서 循環使用하는 것이 所望된다. 勿論 水溫을 降下시키는 問題와 함께 水의 再利用에 依한 各種弊病으로서 腐蝕이나 鐵分박테리아 除去의 問題가 있다.

또 回收裝置의 初期코스트 問題, 工場의 스페이스 問

題들이 있으므로 經濟적으로 생각해서 工業用水道로 用水를 利用하는 경우와의 比較檢討함이 必要하다.

(2) 排水의 地下還元

이것은 工場排水를 逆井戶에 依해서 地下水로 돌려 보내 地下水를 增加시키는 方案으로 地下水 過剩揚水에 依한 地盤沈下防止에도 有效하나 問題는 注入水가 다시 井戶水로서 얼마程度 有效히 揚水利用할 수 있는가의 것으로 이의 經濟性檢證이 되면 매우 利用範圍가 넓어질 것이라고 본다.

(3) 用水管理로서 節水

使用水量自體의 節減을 期하는 것이다.

事實 用水管理는 工場의 生産管理와 함께 매우 重要한 것임에도 不拘하고 從來 第二義적으로 고려되어 왔다.

따라서 앞으로 使用水量의 合理化를 위해서 各企業이 新規工場을 建設할 때는 勿論 有效適切한 用水管理를 行하므로써 工業用水原單位를 引下시키는 努力이 必要하다. 事實 用水算理에 있어서 工業用水의 原單位를 把握하는 것은 매우 重要한 것이다. 이 方策으로서 는 計量器의 完備, 漏水損失의 防止, 凍結保護, 溫度調節 및 配水管의 維持등 엄격한 用水管理가 必要하다. 一面 製造方法의 改善으로 같은 量의 生産品을 내면서도 보다 적은 水를 使用하는 方法이 강구되어야 한다.

특히 漏水에 있어서는 約 10%以上의 漏水는 않도록 할 것이다.

4. 海水의 淡水에의 轉用과 淡水化

急增하는 各用水需要에 對한 水不足은 더욱 深刻해질 것이니 이에 對한 對策은 世界各國의 共通課題로 되고 있다.

美國에서는 現在까지 60年사이에 水需要가 7배로 되었는데 앞으로 15年사이에 現在의 2배로 된다고 推定하고 있다.

<表-16>

蔚山工業園地の工業用水原單位算出例
建設完了工場

工場別	生産品		敷地 (100m ²)	従業員数 (名)	工業用水 所要量	建設期間	備考	原單位	
	品名	數量						工場敷地面積 (100m ² 當)	従業員1人當
大韓石油公社	石油處理	115,000KL/日	23,140.6	984	15,000		美國	0.65	15.24
蔚山精油工場	(16種)	(18,000KL/日)							
嶺南化學株式會社	尿素肥料	84,100 t/年	11,074.4	647	12,000		"	1.08	18.55
蔚山工場株式會社	複合肥料	160,600 "							
韓國肥料工業株式會社	尿素肥料	330,000 "	12,472.8	779	16,000		日本	1.28	20.54
東洋ナイロン株式會社	衣料用	3t/日					西獨		
	어당사	1.5 "	3,967.0	866	4,000		日本	1.01	4.62
	라이어크드거	3 "							
東洋合纖株式會社	엑스판	2,160t/年	5,927.3	460	5,530		日本	0.93	12.02
蔚山工場		(6t/日)							
共榮化學工業株式會社	염산	9,000(t/日)							
	P.V.C	10,000 "	2,413.2	225	5,000		日本	2.07	22.22
	가성소다	12,000 "							
太原物産株式會社	化學石膏	150,000 "	429.8	43	350			0.82	8.14
蔚山工場株式會社									
韓鮮肥料株式會社	尿素化性肥料	60,000 "	1,024.8	46	200			0.20	4.35
韓國石油化學工業株式會社	브라운아스팔트	36,000 "							
	솔벤트	130,000BL/年	495.9	105	300			0.61	2.86
	아스팔트건재	15,000t/年							
大韓製管株式會社	공드림	23,000개/年	128.9	16	3			0.02	0.19
蔚山工場株式會社									
仁成産業株式會社	"	220,000 "	558.7	35	30			0.05	0.86
株式會社三養	雪製糖	55,000t/年	4,181.8	249	3,000			0.72	12.05
蔚山工場株式會社		1,540 "							
韓國電力株式會社	發電	150,000KW	(532.2)	116	25			0.05	0.22
蔚山火力發電所株式會社									
韓國水管株式會社	송출管	11,000EA/年	(297.5)	60	—				
蔚山工場株式會社									
現代自動車株式會社	自動車	10,000대/年	4,760.4	450	1,000		美國	0.21	2.22
韓國알미늄工業株式會社	알미늄코트	15,000t/年							
	합금	2,000 "	7,537.2	443	7,317			0.97	16.52
	빙정석	1,500 "							
小計			78,112.8 (829.7)	5,524	698,755			10.67	

建設中인工場

工場別	生産品		敷地 (100m ²)	従業員数 (名)	工業用水 所要量	建設期間	備考	原單位	
	品名	數量						工場敷地面積 (100m ² 當)	従業員1人當
石油化學系列工場(12)	나프타分解外	11	585,900KL/日	43,233.3		68,11.1 ~70.12			
東海電力開發株式會社	電力	660,000KW	3,857.9	103	3,000	68.6 ~70.3		0.78	29.13
東海電力株式會社	"	400,000KW	1,652.9	62	80	61.3 ~69.12		0.05	1.29
嶺南有火力發電株式會社									
韓國新建材工業株式會社	중과석	214,000t/年	2,476.0		210	68.4 ~70.12		0.08	
蔚山織物株式會社	化學纖維織物	1,600m/年	1,223.1	500	500	68.5.15 69.10.31		0.41	1.00
大成木村株式會社	메타놀	5,000t/年	2,148.8			69.4~			
雙龍洋次工業株式會社	시멘트	800,000t/年	330.6	104	400	68.10.12 69.8.30		1.21	3.85
和信電業株式會社	蓄電池(4-H)	30,000개/年	347.1	70	50	69.5 ~69.11		0.14	0.71
	리사거	500t/年							
小計			55,269.7						

建設確定된工場

工場別	生産品		敷地 (100m ²)	従業員數 (名)	工業用水 所要量	建設期間 備考	單位	
	品名	數量					工場敷地面積 (100m ² 當)	従業員1人當
現代製紙	化學製紙	130,000t/年	8,333.9	700	70,000		2.84	100.00
朝鮮紡織	纖維製紙	3,360 "	4,628.1	441				
裕豐	糧穀貯藏	350,000 "	386.8					
同昌	化學肥料	2,000 "	162.0	59	3,500		21.60	59.32
大韓	瓦斯處理器	9,000 "	1,752.1	160	33		0.02	0.33
新亞	化學肥料	(20,000개/年) 10,600 "	169.1					
現代造船	造船及修理	120,000 "	6,403.3	2,000	1,030		0.16	0.52
潤滑油工場	潤滑油基本油		2,697.5					
小計			24,472.8					
計			157,855.3 (829.7)					

資料：蔚山市建設課提供을 筆者計算한 것 1969年

〈表-17〉

日本：工業用水의 製品出荷額에 차지하는 構成費算出例

業種名	製品名	工業用水源單位 (製品 t當 m ³)		工業用水費(t當)			製品出荷額(圓/t)	用水費/出荷額(%)	
		新規水	回收水	7圓	4.5圓	回收水 1.20圓		7圓의 경우	4.5圓의 경우
紙·판	溶解살파이트판	570	0	3,990	2,565	0	65,000~100,000	4.9	3.1
	製紙 "	438	11.6	3,066	1,951	14	50,000~60,000	5.1	3.3
	溶解크라프트판	451	0	3,157	2,029	0	67,000~100,000	3.8	2.4
	크라프트紙	157.8	4.2	1,105	710	5	70,000~100,000	1.3	0.8
	白板紙	311	6	2,177	1,400	7	50,000~60,000	4.0	2.6
石油化學	薄葉紙	601	0	4,207	2,705	0	150,000~500,000	1.3	0.8
	에지렌	70	630	490	315	756	38,000~45,000	3.0	2.6
化學纖維	스지렌	80	720	560	360	864	65,000~100,000	1.7	1.5
	아세트	710	1,110	4,970	3,195	1,332	370,000~640,000	1.6	0.9
合成樹脂	비닐론	445	145	3,115	2,002	174	300,000~1,200,000	0.4	0.3
	나이론	430	80	3,010	1,935	96	480,000~490,000	0.6	0.4
	鹽化비닐 (아세지렌法)	40	160	280	180	192	78,000~160,000	0.4	0.3
	(其他 모노마)	100	400	700	450	480	"	1.0	0.8
	(포리아)	20	100	140	90	120	"	0.2	0.2
鐵鋼	熱延鋼板	7	63	49	32	76	36,000~50,000	0.3	0.3
	冷間鋼板	10	20	70	45	24	40,000~52,000	0.2	0.2

資料：通商産業省企業局工業用水課

이 需要에 對處하기 위하여 댐이나 導水路開發農業用水의 合理化等으로 淡水源開發이 計劃되지만 그 開發에는 技術的이나 經濟的인 限界가 있다. 이에서 海水를 淡水化하는 脫鹽 方法이 研究되었으나 코스트高로 低廉 範圍에 實用化 된 단계까지 못왔지만 美國이나 이스라엘 등에는 海水中에 包含된 鹽分을 除去하는 海水工場이 벌써 建設되어 코스트高를 着意한 切下가 되고 있다.

表-15에 示한 工業用水 使用用途를 보면 海水가 淡水의 約半에 轉用을 하게되고 있다. 거기에서 海水中 91%가 冷却用水로 使用되고 있다. 그런데 淡水中的 冷却用水의 比率은 49.8%로서 다른 것에 비해

가장 큰 값을 나타내고 있다.

이 까닭에 從來의 淡水使用의 冷却水를 海水로 置換하면 이 만큼 淡水需要는 減少하므로 用水코스트面에서 훨씬한 工業用水가 얻어지는 結果가 된다.

事實 우리나라 重化學工場의 立地가 Combine의 形으로서 臨海地區에 立地되는 傾向에서 海水 冷却水로서 海水의 使用은 增加된 趨勢에 있다. 그러나 供給源으로서의 海水는 이와같은 冷却水로서의 淡水의 使用보다도 海水를 淡水化하는 面이 크게 提高되어야 할 것이다. 그러나 이 海水의 淡水化는 코스트 面에서 前述한 問題點이 있는 것은 勿論이다.

脫鹽水原價를 보건데 日本에 研究段階에서는 特殊한

〈表-18〉

工業用水 單位當 使用量(日本例)

查本細分類別工業用水原單位

	淡 水 (m ³ 日)			海 水 (m ³ 日)		
	工場敷地面積 (100m ² 當)	常用勞働者 1人當	製造品出荷額 等1億圓當	工場敷地面積 (100m ² 當)	常用勞働者 1人當	製造品出荷額 等1億圓當
溶解알트製造業	25.23	182.48	3,035.84	0.29	2.10	34.87
製紙 "	26.79	121.67	1,898.11	—	—	—
팔트 製造設備를 가진 洋紙 製造業	37.26	157.04	2,013.08	0.11	0.45	5.72
팔트 製造設備를 갖지 못한 洋紙 製造業	25.53	47.80	985.03	—	—	—
팔트 製造設備를 가진 板紙 製造業	17.46	119.80	1,323.97	—	—	—
팔트 製造設備를 갖지 못한 板紙 製造業	44.13	87.83	1,489.32	—	—	—
담프니아 系肥料 製造業	28.07	158.55	1,981.70	5.28	29.82	372.77
소 다 工 業	12.01	61.12	1,032.89	16.95	86.25	1,457.64
아세지렌·에지렌·메탈놀·誘導品製造業	30.13	202.62	1,490.08	14.88	100.04	735.72
테온製造業	22.96	57.57	1,465.84	1.83	4.60	117.05
아세테트 製造業	12.98	74.81	1,047.85	—	—	—
合成纖維 "	14.88	27.82	396.24	2.33	4.35	61.98
石油精製業	3.90	51.48	112.68	12.22	161.52	353.51
板유리製造業	10.30	20.43	300.25	20.24	40.15	590.11
시멘트 "	9.56	43.22	516.64	14.08	63.62	760.51
高爐에 의한 製鐵製鋼 및 壓延業	11.49	37.95	470.49	22.31	73.65	913.15
平爐에 의한 裝鋼 및 壓延業	7.39	15.38	215.12	2.74	5.70	79.76
銅 第一次裝鍊 精鍊業	0.88	12.36	50.24	2.66	37.43	152.21
亞 鉛 "	7.23	32.49	379.59	1.38	6.19	72.17
알루미늄 "	3.99	17.02	161.97	3.78	16.13	153.45
水壙통조림 製造業	0.30	6.71	456.83	—	—	—
製 糖 "	9.05	40.39	299.77	7.46	33.28	246.98
清 酒 "	2.67	3.62	52.88	0.00	0.00	0.02
漢 粉 "	5.97	23.12	347.71	0.08	0.33	4.93
化學纖維紡績業	5.68	6.89	278.23	0.04	0.06	1.85
毛 "	3.93	4.70	119.32	—	—	—
絹 "	4.99	6.21	321.24	—	—	—
麻 "	2.12	3.09	145.82	—	—	—
工半裝品裝造業	4.84	3.19	110.83	—	—	—
金屬裝品 "	1.31	1.06	35.52	0.00	0.00	0.00
機 械 "	0.86	0.81	24.76	0.11	0.10	3.04
輸送用機械 "	1.99	2.00	38.56	0.18	0.18	3.51

資料: 通商産業省「工業統計表(用地·用水)」(1966年)

〈表-19〉 製品 1ton當 使用水量(日本例)

業 種 名	裝 品 名	工業用水原單位(裝品1當m ³)	
		新 水	回 收 水
紙 pulp	溶解알트	570	0
	裝 紙 "	438	11.6
	溶解크라프트알트	451	0
	크라프트 紙	157.8	4.2
石油化學	白 板 紙	311	6
	薄 葉 紙	601	0
	에 지 렌	70	630
化學纖維	아 세 테 트	80	720
	비 니 론	710	1,110
	나 이 론	445	145
	나 이 른	430	80
合成樹脂	鹽化비닐(아세지렌法)	40	160
	(其他모노머)	100	400
	(보리마)	20	100
鐵 鋼	熱延鋼板	7	63
	冷間鋼板	10	20

資料: 通商産業省企業局工業用水課

〈表-20〉 海水淡水化에 의한 淡水原價

脫鹽水原價의 試算

(蒸溜法, 多段프랏슈法)에 의한 脫鹽水原價

單位: 日本圓

裝 置 容 量(m ³ /day)	脫 鹽 水 原 價(圓/m ³)
1,000	90~160
2,000	85~149
5,000	70~130
10,000	65~110
50,000	50~85
100,000	45~75

(註) 燃料은 重油/kl當 7,000圓 電力 kwh當 4圓으로하여 計算한 것임.

<表-21>

實際裝置에 있어서 脫鹽水原價例(單位:日本圓)

設 置 場 所 裝 置 名 稱	Freeport		SanDiego		Webster		Kuwait		Kuwait		Kuwait	
	實證工場		實證工場		實證工場		ShuwaikhA		ShuwaikhC		ShuaibaA	
裝 置 容 量(m ³ /日)	3,785		3,785		1,041		4,546 (454.6×10)		9,547 (2,387×4)		13,638 (4546×3)	
裝 置 形 式	垂直長管		多段프랏슈		電解逆析		浸 管		多段프랏슈		多段프랏슈	
生 產 水	圓/m ³	%	圓/m ³	%	圓/m ³	%	圓/m ³	%	圓/m ³	%	圓/m ³	%
1.燃 料 費	31.8	20.4	40.6	26.1	1.0	0.7	32.4	18.5	24.4	33.0	8.6	24.0
2.電 力 費	7.3	4.7	3.7	2.4	7.3	6.6	8.5	4.9	9.3	12.6	2.3	6.4
3.化 學 藥 品	3.3	2.1	3.8	2.4	6.9	6.2	8.5	4.8	6.6	8.9	4.6	12.8
4.豫備及補修資材	17.1	10.9	10.4	6.7	15.4	13.9	9.1	5.2	0.8	1.1	0.8	2.2
5.補 修 勞 力	11.6	7.4	8.2	5.3	5.8	5.2	7.6	4.3	1.8	2.4	1.8	5.0
6.運 轉 勞 力	18.8	12.0	20.9	13.4	10.5	9.5	16.6	9.5	7.6	10.3	4.0	11.1
7.符 別 給 與	6.5	4.2	3.6	2.3	2.7	2.4	—	—	—	—	—	—
8.管 理 費	6.2	4.0	12.1	7.7	4.7	4.2	5.5	3.1	0.2	0.3	0.2	0.6
9.稅 金 及 保 險	11.2	7.2	11.0	7.1	11.5	10.4	—	—	—	—	—	—
10.金 利 償 却 費	41.4	26.5	40.7	26.1	44.1	39.9	87.2	49.7	23.2	31.4	13.6	37.0
11.運 轉 資 金 金 利	1.0	0.6	0.8	0.5	0.9	0.8	—	—	—	—	—	—
合 計	156.2	100	155.8	100	110.8	100	175.4	100	73.9	100	35.9	100
運 轉 開 始	1961.4		1961.11		1961.9		1953.3		1957.10		1965.6	

- 註 1. Freeport, SanDiego에 對한 燃料單價는 1바렐當 2.35 \$ (5,323圓/kl)로서 보이라 效率 81%로 하고 있다.
2. 電力單價 Freeport: 0.762cent KWH (274圓/KWH) Sandiego: 0.87 Cent/KWH (3.13圓/KWH), Webster: 1.07 Cent/KWH (3.85圓/KWH).
3. 美國의 運轉員의 基準賃金은 3.18 \$ 1時間 (1,145圓/時間).
4. 稅金 및 保險 合計年率 2%이다.
5. 美國의 金利 償却費 金利 4% 20年 定額償却 (年率 7.4%)이다.
6. 運轉 資金 金利는 年率 4%이다.
7. Webster의 裝置는 海水의 脫鹽이 아니고 1,500~1,800ppm 汽水를 350ppm까지 脫鹽하는 것으로 한다.
8. Kuwait의 燃料費는 가스 管路附屬設備의 減價償却 補修費用만이다.
9. ShuwaikhA의 償却은 15年 其他는 20年이다.
10. Kuwait의 電力費는 ShuwaikhA: 2.42 圓/KWH, ShuwaikhC: 2.72圓/KWH ShuaibaA: 7.19圓/KWH
11. Kuwait의 裝置의 熱消耗率은 ShuwaikhA: 289Kcal/生産水kg ShuwaikhC: 192Kcal/生産 水kg, ShuaibaA: 75Kcal/生産 水kg (Freeport: 60Kcal/生産水kg, Sandiego: 76Kcal 生産水/kg).
12. 電力消費率 Freeport: 2.68KWh/m³ Sandiego: 1.18KWh/m³ Webstep: 1.90 KWh/m³ ShuwaikhA 13.51/KWh/m³ Shuwaikh C: 3.42 KWH /m³ ShuaibaA: 3.2KWh/m³.

資料: 資源調查會「海水淡水化의 技術開發에 關한 報告」

電解透 垢法에 의 한 脫鹽水原價

原水鹽分濃度 裝置容量(m ³ /day)	(單位:日本圓)				
	1,000 ppm	2,000 ppm	3,000 ppm	5,000 ppm	10,000 ppm
10	55圓	75圓	95圓	120圓	170圓
100	25	40	55	75	110
200	20	30	45	65	100
600	15	20	30	50	85
1,000	15	20	30	45	75
2,000	10	15	25	40	70
10,000	10	15	20	35	60

資料: 資源調查會「海水 淡水化의 技術開發에 關한 報告」
(註) 海水中的 鹽分은 一般으로 34,000~35,000ppm 程度
이다(理科年表)

<表-22> 各國原子力의 脫鹽計劃

國 名	이스라엘	회 람	멕시코
設 置 場 所	앗뉴트트	아 데 네	리오르란데
完 成 豫 定	1972	1972	1980
脫 鹽 容 量	38m ³ /日	19m ³ /日	
發 電 "	20萬kw	30萬kw	
물 코 스투 推定	41.7圓/m ³	32圓/m ³	
發電코 스투 推定 (圓/KWh)	1.91	1.58	

資料: 水經濟年報(1968年 1969年)

것을 除外하고 대개 ton當 100원 線인 코스트이고 美國에서 約 ton當 20원을 目標로 하는 程度인데 우리나라의 代表의 工業用水施設을 가진 蔚山의 工業用水料금이 ton當 5.6원인 것과 對照할 때 將來의 技術進歩에 依한 코스트 切下가 行하여 지지 않는 以上 우리나라에서 實用化되기는 現段階로서는 곤란하다고 본다

(5) 코스트 切下를 위한 用水供給源開發 및 調整 우리나라 年間降水量 1,140億t中 증발 손실되는 510億t을 除外한 河川流出量은 630億t으로 推定되고 있어서 그 利用率은 不遇約 13%이므로 따라서 이를 除外한 87%가 未利用의 形式로 바다로 流失되고 있다.

이래서 近者流水의 貯溜라는 形式으로 年中 資源化를 期하기 위하여 多目的댐建設 및 河口堰의 建設이 積極的으로 採用되고 있다. 이래서 물 需要의 構造變化에 對應해서 水資源의 綜合開發 開發코스트 低減이라는 要請으로 昭陽江댐 등의 大容量의 貯水池가 建設되고 있다.

1980代까지 이 多目的댐에 依한 無效放流水의 有效新規利水에의 轉化라는 方式이 今後 水資源開發에 있어서 主要한 役割을 擔當하게 될 것이며 韓國水資源開發公社의 主要事業이 이에 割當될 것이라고 본다.

勿論 여기서는 物理的인 開發로서 河川 地表水의 資源化를 위한 開發보다도 經濟的으로 果然 多目的 施設에 依해서 水資源開發이 長期的으로 行할 수 있는 가의 與否는 다른 물 供給源과의 코스트와의 充分한 比較檢討가 必要할 것이다.

다음 물 供給源으로서 地下水(伏流水包含)이 있는데 우리나라는 地質學上으로 많은 地下水를 기대 하기는 어려우나 地表水에 比해 旱魃이 있더라도 量的變化가 比較的 적고 年間 水溫이 거의 一定해서 年間較差가 적고 水質도 거의 處理를 必要로 하지 않으며 地表水와 같이 洪水時에 있어서 汚濁을 받지 않고 良好한 水脈을 얻을 수 있을 때는 매우 多量安價로 개발할 수 있다는 見地에서 종래의 都市周邊의 輕工業地區의 工業水로서 效用이 많았다. 앞으로 國土面積의 28%에 해당하는 27,370km²의 沖積層에서 難帶水層을 除外한 帶水層 16,110km²에는 길이 3~10m, 平均길이 7m까지는 實際로 利用할 수 있는 地下水量이 157億t (16,110 km²×7m×14% 여기서 14%는 採水可能率)나 包藏되어 있으며 그 涵養現象에서 볼때 1/3까지 採水할 수 있다하니 50億m³는 地下水開發로서 新規利水化가 可能하더 이것은 一部 非農耕期나 非用水型工業의 水源으로 利用한다면 물코스트 切下의 한 方案이 될 수 있다.

이래서 地下水源豐富한 곳의 開發을 工業의 適正配

置計劃과 農林部의 全天候水源開發事業과 關聯시키면서 推進할 必要가 있다.

다음 물供給源에 수반되는 것에서 無視할 수 없는 것은 河川維持用水의 問題이다. 이들 河川維持用水에 對하여는 河川流路 및 附屬物의 維持, 河川水質, 舟運, 漁業이나 관광 등에 支障을 주지 않기 위해 必要한 것이나 果然 이들 目的을 위해서 多量의 물이 必要할 것인가?

또 設使 必要하더라도 絕對不可缺한 것일까?

事實 물의 需要와 供給은 相對的인 것이고 歷史的인 것이다. 過去의 河川舟運이 19世紀까지만 하더라도 交通의 主要手段이 있는데 現在鐵道 및 道路의 開通과 함께 그 機能은 적어도 우리나라에서는 完全 退化하였으며 오늘날은 上水道用水 工業用水 및 農業用水로서 河川水를 利用하는 것이 오히려 그 經濟的 限界效用을 높일 것인지도 모른다.

河川工作物에 對한 維持用水의 性格에 對하여 技術的인 面의 檢討가 必要하겠지만 現在 河川中에는 夏期에 完全 取水 또는 바닥이 나는 現狀에서 또한 그 工作物이 木造가 아니고 콘크리트造라는 것에서 河川維持用水를 모두 採水한다 하더라도 工作物의 改修維持費에는 現在 以上の 多額의 增額이 필요할지 생각할 問題라고 본다.

그 增額이 크지 않으면 河川維持用水를 上水道用水 및 工業用水로 轉用하므로써 그 維持費의 增額을 補充하고 그 보다 上廻하는 經濟價値를 얻는 것이 國家經濟的인 觀點으로 봐서 合理性이 있다고 본다.

끝으로 河口의 鹽害에 對하여는 그 影響이 論難되나 河口堰建設에 依해서 一石二鳥의 形式으로 解決될 것이라고 생각된다.

앞으로 經濟成長과 함께 各種用水의 不足狀態에서 特히 工業用水 供給源의 擴充確保 및 그 用水코스트의 切下를 위한 方案으로서 以上 여러가지 論해되었지만 要는 工業用水도 水資源開發의 一環으로서 物理的 水資源의 開發이 아니고 經濟로서 水資源開發을 생각해서 安價한 水資源의 開發이라는 立場에서 出發해야 한다는 것이다.

이 까닭에 河川維持用水로서 放流되는 물의 可能한 轉用이나 回收率의 向上 및 海水의 轉用等도 생각되지만 나아가서는 單位當 높은 코스트의 물을 生産하는 施設과 單位當 싼코스트로 生産하는 施設의 費用을 물(pool)化하여 國土綜合開發上 물을 利用하는 計劃(特히 工場立地計劃)에 있어서 물 價格問題를 充分히 고려해서 安價인 水資源의 供給地에 立地하는 配慮가 必要할 것이라고 본다(表-23參照)

工場位置 (地)에 있어서의 業種別 立地因子

No.	業種	工場位置 (地)	電		用		欲		道		海		關		從		氣		空		氣		公		用			
			力		水		便		利		利		利		求		氣		溫		清		候		害		地	
			가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富	가깝다	豊富
1.	紙		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
2.	紙	도다	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
3.	紙	안	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
4.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
5.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
6.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
7.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
8.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
9.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
10.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
11.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
12.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
13.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
14.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
15.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
16.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
17.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
18.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
19.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
20.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
21.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
22.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
23.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
24.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
25.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
26.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
27.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
28.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
29.	紙	소	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

○ : 100% 立地因子
 △ : 75% 立地因子
 ○ : 50% 立地因子
 △ : 25% 立地因子
 ○ : 10% 立地因子