

# 日本沖繩及福岡海水淡化技術

## 考察報告

報告人:科學工業園區管理局

營建組黃俞昌

中華民國九十二年二月

914/c09-00089

# 日本沖繩及福岡海水淡化技術

## 參 訪 報 告

<u>目 錄</u>	<u>頁 次</u>
一、 目的.....	1
二、 行程.....	2
三、 參訪內容.....	3
(一)沖繩縣供水概況 .....	3
(二)北谷海水淡化廠 .....	6
(三)福岡市供水概況 .....	11
(四)福岡海之中道海水淡化廠 .....	15
(五)Masubuchi 水力發電所 .....	17
四、 心得與建議.....	19
(一)心得.....	19
(二)建議事項.....	20
五、 附錄	

## 一、目的

台灣地區年平均降雨量約 2,510 公厘，降雨量雖然豐沛，但在時間及空間上的分佈卻不均勻，年降雨量約 78% 集中於每年 5 月至 10 月間的梅雨及颱風季節，枯水期長達半年，加上河川坡陡流急，腹地狹隘，逕流量被攔蓄利用的僅約 18%，其餘均逕流入海，水資源蓄存運用日益困難；民國 82 年是台灣乾旱嚴重的一年，民國 91 年僅有一個雷馬遜颱風，致豐水期不如往年，台灣各地均有不同程度的限水措施，受水文氣象影響甚大。

海水是取之不盡的水資源，台灣地區四面環海，適合開發利用海水替代部份淡水水源，以降低缺水風險，新竹科學工業園區產業為高耗水高產值型，對用水的敏感度高，缺水造成的損失頗鉅，為解決缺水危機，並增加供水穩定可靠性，行政院計畫在竹科及南科第一期各興建一座每日供水 3 萬立方公尺的海水淡化廠，並計畫辦理先期規劃及可行性評估，第二期則待第一期完工後再興建。

為應海水淡化廠建設與推動需要，由科學工業園區管理局邀請水利署、自來水公司、新竹市政府、新竹縣政府、科學工業園區同業公會等成立科學園區海水淡化推動委員會，經委員會討論建議，應可借助與台灣水資源短缺情況頗為類似的日本先進國家對開發較大規模海水淡化廠的經驗與其營運狀況，共同組團前往參觀考察，以收借鏡。

此次參與考察成員包括科學工業園區管理局、新竹市政府海水淡化推動小組、科學工業園區同業公會水電委員會(包括華邦電子公司、旺宏電子公司、台灣積體電路公司、聯華電子公司及茂德電子公司等公司均派代表)、工研院能資所及中華顧問工程司等共 15 人，於 91 年 12 月 1 日啟程赴日本沖繩及福岡參訪海

水淡化設施，並抽空至九州市井手浦參觀 Masubuchi 水力發電所，於 12 月 7 日完成參訪行程返國。

## 二、行程

本次考察幸賴工研院能資所節水服務團陳執行秘書仁仲及溫子文經理協助透過日本造水中心人員之安排始得以成行，參訪行程中並得郭葉輝前輩之嫻熟翻譯，讓整個參訪行程以及意見溝通得以順利完成，特此銘謝。詳細行程如表 2-1

表 2-1

日期	星期	行程	重點內容
91年 12月1日	日	啟程	中正機場搭機前往日本沖繩
12月2日	一	拜訪沖繩縣知事公 室、沖繩縣企業局及 水管理中心	1.沖繩縣勢概要 2.沖繩縣水道概況、水源及水道 設施、海水淡化設施 3.水管理中心控制系統及操作
12月3日	二	參訪沖繩縣北谷町 海水淡化廠	1.海水淡化廠現場參觀與介紹 2.海水淡化廠建設經驗座談
12月4日	三	1.上午搭機前往福 岡 2.下午拜訪福岡市水 道局及水管理中 心	1.福岡市供水概況、海水淡化設 施 2.推動節水設施及成效 3.水管理中心控制說明及配水支 援操作示範
12月5日	四	參訪福岡海之中道 海水淡化施工現場	1.施工中之海水淡化廠現場參觀 與介紹 2.與大林組及協和機電共同企業 體施工建設經驗座談
12月6日	五	參訪北九州市 Masubuchi 水力發電 所	1.參觀 Masubuchi 水力發電所之 水力發電設施 2.與東芝公司討論利用落差之水 力發電模組化設備及其應用
12月7日	六	返程	福岡搭機返回中正機場

### 三、參訪內容

#### (一)沖繩縣供水概況

##### 1.降雨量

- (1)沖繩縣總面積 2,271km<sup>2</sup>，總人口約 131 萬人，涵蓋 160 個小島，其中最大的為沖繩本島。
- (2)沖繩縣年平均氣溫 23°C，年平均降雨量 2,037mm(日本全國平均 1,619mm)，算是日本降雨量較多的地區，但沖繩本島人口密度 961 人/km<sup>2</sup>，較日本全國平均 336 人/km<sup>2</sup> 約高出 2 倍，相對每人分配到的年降雨量僅約為全國平均的一半以下，故常有缺水現象。
- (3)全年降雨量約 50%以上均集中於每年 5、6 月間的梅雨期及 8、9 月間的颱風期，受季節變化影響大，以致常有供水不穩定情況發生。

##### 2.供水概況

- (1)全縣供水由企業局掌管，2001 年時之供水普及率為 99.9%，為日本全國 96.6%的第二位。
- (2)全縣共 77 個上水道事業，包括 31 個中、大型上水道事業及 45 個簡易小型事業。
- (3)水源包括水庫水、河川水、地下水及海水淡化水等四類，2001 年時供水量約 45.7 萬 CMD，其中，水庫水 30.99 萬 CMD 佔 67.7%，河川水 9.13 萬 CMD 佔 20.0%，地下水 4.56 萬 CMD 佔 10%，海水淡化水自 1997 年開始供水，平均約 1.03 萬 CMD 佔 2.3%，預估至西元 2018 年時，供水人口增加 13 萬人，平均日供水量增至 55.8 萬 CMD。

### 3.水源及淨水場設施

(1)全縣有 9 座水庫(其中，6 座為國營，1 座為縣營，2 座為企業局所有)，淨水場有 5 座、取水站 24 座、加壓站 16 座、配水池 32 座、水井 22 口、海水淡化廠 1 座(詳如下表 3-1-1)。

表 3-1-1

水利設施數		水庫概略介紹			
水利設施	數量	名稱	有效蓄水量	供應水量(1日量)	
			K m <sup>3</sup>	自來水(m <sup>3</sup> )	工業用水(m <sup>3</sup> )
水庫		國有	福地水庫		
淨水廠		水庫	新川水庫		
取水pump站			安波水庫		
加壓pump站			普久川水庫		
調整池			邊野喜水庫		
抽水井			漢那水庫		
海水淡化廠			合計	67,100	202,100 68,400
水質淨化設施		縣有	倉敷水庫		
		水庫	金武水庫		
			山城水庫		
			合計	7,750	102,300 0
			總計	74,850	304,400 68,400

(2)五座淨水場中，僅久志淨水場為民生與工業用水共用，其餘四座均供作民生用水之用(參見表 3-1-2)。

表 3-1-2 沖繩縣淨水場設施

淨水場	處理能力	供水用途	完成年份
名護	27,000	民生	1975年完成 1995年擴建
久志	396,000 (註1)	民生與工業共用	1980年
石川 (註2)	150,000	民生	建於1967年前 1975年擴建
北谷 (註3)	214,300	民生	1987年
西原	160,500	民生	1977年
合計	551,800(不含久志淨水場及北谷海水淡化廠)		

註1：工業用水處理能力為 63,600CMD，2001 年僅使用 15,658CMD。

註2：目前正擴建「新石川淨水場」，處理能力 192,900CMD，預定 2009 年完成。特色為：填海造地、海岸公園化、採用乾淨電力能源：包括水力、風力及太陽能發電。

註3：1.全縣最大淨水場。

2.1994 年完成全縣唯一之高級處理設施，

包括：接觸氧化池、粒狀活性炭吸附池及臭氧消毒。

3.1997 年完成全國最大海水淡化廠 40,000CMD。

#### 4.企業局最近三年之預定改善目標

##### (1)水資源開發

沖繩縣觀光事業及人口持續增加，用水量則相對增加，水資源開發仍將持續進行。

##### (2)水質改善

沖繩本島中南部地區受石灰岩地質影響，水中硬度較高，預定 2003 年 3 月於北谷淨水場增設完成流動床式晶析軟化設備(處理量 27,000CMD)，以減低硬度含量。

##### (3)提昇營運效率。

##### (4)更新離島海底管線及輸送水設備。

#### (二)北谷海水淡化廠

##### 1.概述

(1)近年來，沖繩本島由於人口激增、經濟發展及觀光客增加等因素，導致用水需求年年增加；1972 年時，平均用水量約 20 萬 CMD，1998 年則增加至 42 萬 CMD，27 年間用水量約增加一倍，預估今後用水量仍將持續增加。

(2)日本中央政府及沖繩政府已陸續於沖繩本島西部開發新水庫及河川水源，但仍不足以應付用水量不斷增加之需求。

(3)由於水資源不足，沖繩縣經常實施限水措施，1972～2001 年的 30 年間，總共 14 年有限水紀錄，限水總日數達 1,130 天，1981～1982 年為嚴重乾旱期，共限水 326 天，而 1991 年由於 6～9 月長期空梅雨，下雨稀少，則有 64 天限水期，其間並有連續停水 24 小時的紀錄。



基於用水需求不斷增加而可開發水源有限，沖繩縣企業局乃決定予以開發不受天候影響的海水淡化處理設施，以解決居民長期缺水夢魘，並可大幅緩和沖繩縣用水需求短缺問題。

## 2. 海水淡化設施概要

- (1)地點：沖繩縣北谷町宮城
- (2)佔地面積：約 12,000M<sup>2</sup>
- (3)建築面積：約 9,000M<sup>2</sup>(含地下一層，地上二層，樓地板總面積約 17,600M<sup>2</sup>)
- (4)設施規模：生產水量 40,000CMD
- (5)淡化方式：逆滲透法(R.O.法)
- (6)回收率：約 40%
- (7)取水方式：海底取水塔方式
- (8)放流方式：水中擴散放流方式
- (9)總工程費：約 347 億日圓(中央補助 85%)
- (10)建造過程
  - 1997 年 厚生省委託財團法人造水促進中心辦理「沖繩本島海水淡水化計畫調查(第 1 次)」
  - 1990~1991 年 環境影響調查(秋、冬季及春、夏季)
  - 1993 年 海水淡化廠開始建造
  - 1995 年 第一部淡化設備開始供水 10,000CMD
  - 1996 年 淡化設備增加供水至 25,000CMD
  - 1997 年 設施完成 40,000CMD

## 3. 海水淡化技術之優點

- (1)海水取之不盡，不受季節天候影響。
- (2)施工費主要在海淡廠設備主體，故工期比水壩施工短。
- (3)海淡廠佔地小。

#### 4. 對鄰近海域之可能影響

- (1) 北谷海淡廠採 R.O. 方式，淡水產水量 40,000CMD，必要之海水取水量為 10 萬 CMD，回收率 40%，濃縮鹵水排放量為 6 萬 CMD。
- (2) 一般海水含鹽濃度 3.5%，排放鹵水含鹽濃度約 5.8%。
- (3) 北谷海淡廠之濃縮鹵水排放採水中擴散放流方式，自放流塔噴孔噴出，與海水充分混合；經模擬實驗及研究結果顯示：噴孔放流端 8M 處之含鹽濃度可從 5.8% 降至 3.6%，而在 12M 處則降至 3.54%，故其濃縮鹵水排放對附近水域含鹽濃度影響甚小。
- (4) 黑潮海域幾乎平行於沖繩本島沿岸，取水及濃縮鹵水排放對海淡廠造成的影響，則可降至最低，而研究結論亦顯示排放鹵水對鄰近海域水生物並無影響。

#### 5. 造水成本（詳如下附表 3-2-1 及表 3-2-2）

(1) 依據下列數據推算北谷海淡廠操作費約 170 日圓/M<sup>3</sup>：

- 產水量：40,000CMD
- 操作率：90%
- 淡水回收率：40%
- 操作期間：20 年
- 國庫補助率：85%

(2) 各項成本大致如下：

- 電費：33%
- 資本支出：28%
- 藥品費：12%
- 膜換新費：11%
- 其他：16%

(3) 海淡廠出水成本 170 日圓/M<sup>3</sup> 較水庫水或河川水之成本高（企業局供水價 102.24 日圓/噸）

6. 出水水質(參見表 3-2-3)

表 3-2-3 海水原水水質與海淡水水質比較

項 目	原水(R.O.供給水)	海 淡 水
蒸發殘留物(mg/l)	35,700	361
氯 鹽 (mg/l)	20,100	189.2
硫酸鹽 (mg/l)	2,330	6.9
鈉 鹽 (mg/l)	10,680	120.4
總硬度 (mg/l)	6,100	20
鹼 度 (mg/l)	74	26
導電率 ( $\mu$ s/cm)	51,000	702

7. 處理流程(參見圖 3.1)

圖 3.1

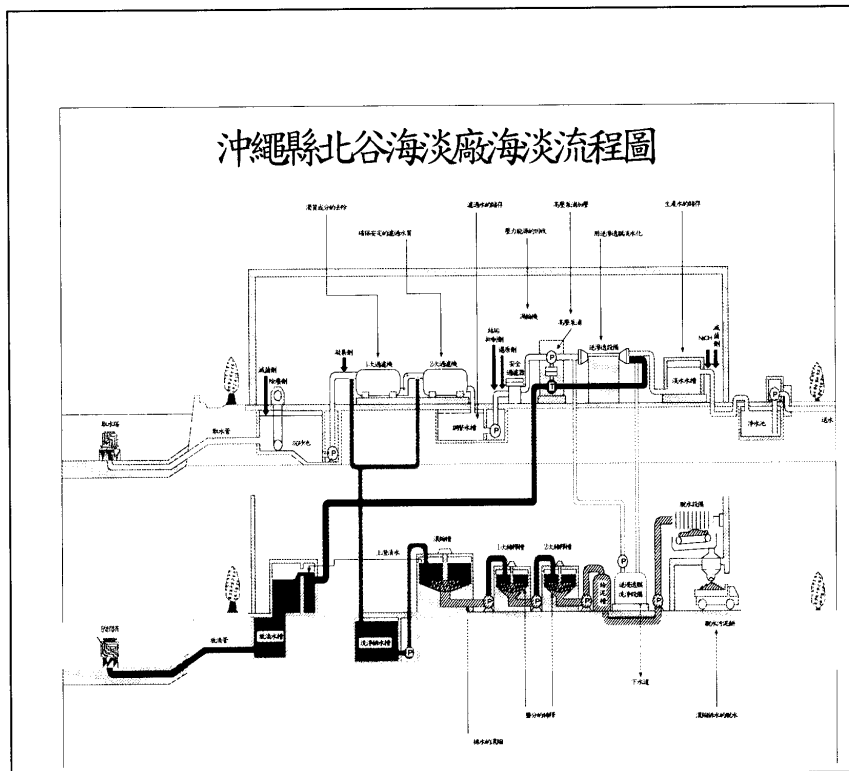


表 3-2-1

**沖繩縣北谷淨水廠海水淡化設施Running Cost-1**

1.平成13年度(2001)結算金額 (單位：千圓、%)

運轉管理費	600,520	159,201	56.94%
資本費	454,121	120,391	43.06%
合計	1,054,641	279,592	100.00%

\* Running Cost是以日用量10,335m<sup>3</sup>(年用量3,772.1K m<sup>3</sup>)來計算。  
 \* 人事費不含海淡設施說明書之薪水(¥4,554千圓)  
 \* 1m<sup>3</sup>所需之Cost為279.59圓。  
 1,054,641千圓 ÷ 3,772.1K m<sup>3</sup>/年 = 279.59 圓/m<sup>3</sup>  
 \* 給水原價(102.16圓)所受到影響之金額為1m<sup>3</sup>相當於4.44圓，比例為4.5%。  
 結算後之給水原價：102.16 圓/m<sup>3</sup>  
 陸水系統之給水原價：97.72 圓/m<sup>3</sup>  
 給水原價所受到影響之金額：102.16 圓/m<sup>3</sup> - 97.72 圓/m<sup>3</sup> = 4.44 圓/m<sup>3</sup>  
 4.44 圓/m<sup>3</sup> ÷ 97.72 圓/m<sup>3</sup> \* 100 = 4.5%

表 3-2-2

**沖繩縣北谷淨水廠海水淡化設施Running Cost-2**

2.平成14年度(2002)預算金額 (單位：千圓、%)

運轉管理費	775,035	212,341	63.72%
資本費	441,344	120,921	36.28%
合計	1,216,379	333,262	100.00%

\* Running Cost是以日用量10,000m<sup>3</sup>(年用量3,650K m<sup>3</sup>)來計算。  
 \* 人事費不含海淡設施說明書之薪水(¥4,921千圓)  
 \* 1m<sup>3</sup>所需之Cost為333.25圓。  
 1,216,380千圓 ÷ 3,650K m<sup>3</sup>/年 = 333.25 圓/m<sup>3</sup>  
 \* 給水原價(104.97圓)所受到影響之金額為1m<sup>3</sup>相當於7.51圓，比例為7.7%。  
 結算後之給水原價：104.97 圓/m<sup>3</sup>  
 陸水系統之給水原價：97.47 圓/m<sup>3</sup>  
 給水原價所受到影響之金額：104.97 圓/m<sup>3</sup> - 97.47 圓/m<sup>3</sup> = 7.50 圓/m<sup>3</sup>  
 7.50 圓/m<sup>3</sup> ÷ 97.47 圓/m<sup>3</sup> \* 100 = 7.7%

### (三)福岡市供水概況

#### 1.概述

- (1)福岡市總面積約 337km<sup>2</sup>，人口約 131 萬人，為日本第八大都市，年平均溫度 17°C，屬日本海型氣候區，年平均降雨量約 1,604mm，流經市內之河流（如：多多良川、那珂川、宝見川）均為中小型河川，流量小，故無大洪災，但相對水量不豐，水資源則較缺乏。
- (2)福岡市自來水事業於 1923 年完成平尾淨水場供水開始，迄今已 80 年。1999 年時之供水人口約 130 萬人，供水能力為 704,800 CMD，預估至 2010 年時，供水人口將增加至 146.3 萬人，供水能力則提昇至 759,100 CMD。
- (3)供水水源主要來自三方面：七座水庫、鄰近河川及遠處支援之築後川(Chikugo)：
  - 水庫水—七座水庫中有四座為給水專用水庫，另三座為多目標水庫（詳附表 3-3-1），總有效蓄水量約 4,491 萬 M<sup>3</sup>。
  - 鄰近河川—均為中小型河川，福岡市政當局盡力維護使其清淨並充分利用其流量，為福岡市無可替代的水源。
  - 築後川—1983 年開始取水，為福岡市最重要的水源，築後川及江川(Egawa)水庫水源供水量約佔全市供水量的 1/3。
- (4)淨水場—參見表 3-3-2，福岡市 5 座淨水場供水量 620,500CMD，再加上築後川 Ushikubi 淨水場支援 84,300CMD，總計供水量 704,800CMD，已能滿足該市目前之供水需求。

表 3-3-1

水利設施數		水庫概略介紹			
水利設施	數量	名稱	有效蓄水量 K m <sup>3</sup>	供應水量(1日量)	
				自來水(m <sup>3</sup> )	工業用水(m <sup>3</sup> )
水庫	7	Magarifuchi水庫	2,200		
淨水廠	5	Minamihata水庫	8,200		
取水pump站		久原水庫	8,000		
加壓pump站		江川川水庫	26,900		
調整池		育振水庫	4,400		
抽水井		瑞梅寺水庫	2,200		
海水淡化廠	0	長谷水庫	4,300		
水質淨化設施	0	總計	44,909	-	-

表 3-3-2 福岡市淨水場及供水量

淨水場	完成日期	1998年底供水量 (CMD)
高宮	1960年3月	199,000
乙金	1972年10月	110,500
夫婦石	1977年3月	174,000
瑞梅寺	1978年3月	15,000
多多良	1988年7月	122,000
築後川 Ushikubi 淨水場支援	1983年11月	84,300
合計	—	704,800

(5)乾旱缺水紀錄

福岡市於 1978 年及 1994 年遭遇嚴重乾旱而長期實施限水措施（缺水情形比較表如下表 3-3-3），1994 年平均降雨量為 891mm，僅為福岡市平均降雨量 1,604mm 的 56%，1978 年則約 1,138mm，仍偏低。1994 年限水日數為 295 天，1978 年為 287 天，1994 年未供水時間為 2,468 小時，1978 年為 4,054 小時，期間平均每日限水時數長達 8-14 小時，乾旱缺水之程度顯而易見，然而經過福岡市政府節約用水之宣導及輔導措施，使得 1994 年之年降雨量在較乾旱缺水之條件下，反而調配得宜，運水車出動次數為零，安然渡過乾旱缺水之緊張情勢。

表 3-3-3

	1994	1978
當年度供水人口數	1,218,000	1,028,000
連結至自來水系統比率	96.3%	37.3%
最大供水量	704,800 噸/日	478,000 噸/日
年降雨量	891mm	1,138mm
限水期	1994/8/4 - 1995/5/31	1978/5/20 - 1979/3/24
總限水日數	295 天	287 天
平均每日限水時數	8 小時	14 小時
動員操作調節閘人次	11,157 人次	32,434 人次
運水車出動次數	0	13,433
接獲民眾抱怨及詢問次數	9,515	47,902





#### (四)福岡海之中道海水淡化廠

##### 1.概述

歷經 1978 年及 1994 年乾旱缺水之苦，加上人口及用水量持續增加，福岡市水道局為尋求可靠且有效之水源而決定建造海水淡化設施。

海水淡化設施不受天候影響，施工期程短且可獲致穩定供水。

##### 2.海水淡化設施概要

- (1)地點：福岡市 Oaza Nata
- (2)佔地面積：約 46,000M<sup>2</sup>
- (3)建築結構：二層鋼構建築
- (4)設施規模：生產水量 50,000CMD
- (5)淡化方式：逆滲透法(R.O.法)
- (6)回收率：約 40~60%
- (7)取水方式：海床滲透取水
  - 取水量：103,000CMD
  - 取水面積：28,980M<sup>2</sup>
  - 取水支管：φ 600mm PE 管× 3,600M
  - 取水主管：φ 1800mm PE 管× 340M
  - 支撐管：φ 1500mm 樹脂混凝土管× 1,150M
- (8)放流方式：濃縮鹵水與水處理中心放流水混合稀釋後，排放入博多灣。
- (9)供水方式：淡水生產水先送至附近多多良淨水場與清水混合後，再抽送至市區供水使用。
- (10)總工程費：約 440 億日圓。
- (11)建造期程
  - 1997 年 完成興建計畫

- 1999年 厚生省批准興建計畫
- 2000年 海淡廠開始施工
- 2005年 預定完工開始供水 50,000 CMD

### 3.海床滲透取水(Infiltration Intake Method)之優點

- (1)海床上無外露構造物—可減少捕漁障礙及大浪危害，海淡廠取水操作較安全。
- (2)取水管上層海床砂具有砂濾功能，可獲致較穩定且清淨的海水原水水質，避免海中雜物流入海淡廠，可減輕海淡廠前置處理作業及費用。
- (3)取水管埋置於海床下，管內壁不致產生吸附魚卵、海草、貝類等海生物，可減少清管之維護費。

### 4. 福岡海淡廠與沖繩北谷海淡廠之比較如下表 3-4-1：

表 3-4-1

項 目	沖繩海淡廠	福岡海淡廠
生產水量	40,000 CMD	50,000 CMD
取水方式	取水塔	海床滲透取水
淡水回收率	40%	60%

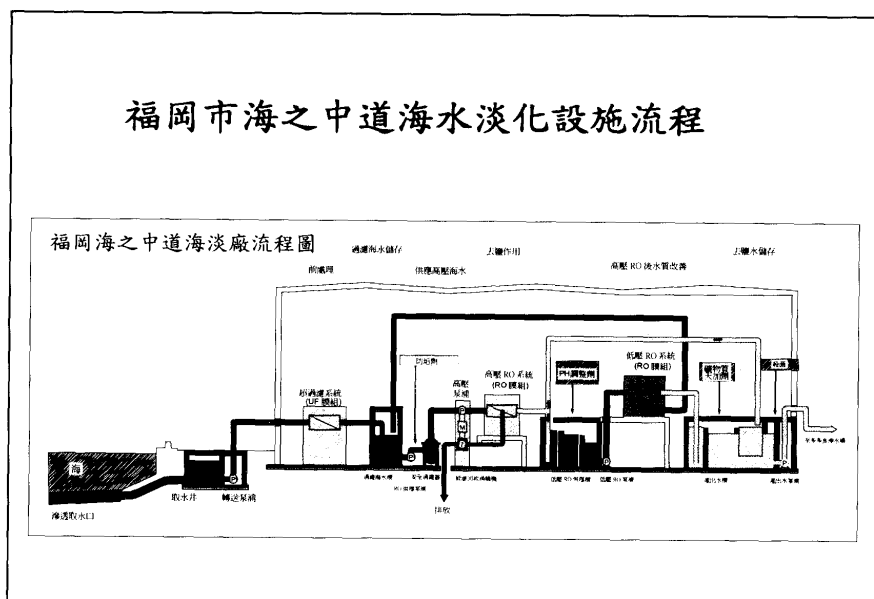
### 5.造水成本

福岡海淡廠由日本小林組及協和機電共同企業體設計施工，目前仍在施工中，尚無實際操作數據，根據估算之造水成本如下：

- (1)達到淡水可用時之成本 約 100 日圓/M<sup>3</sup>
- (2)總成本 約 230 日圓/M<sup>3</sup>

### 6.處理流程 (參見圖 3.3)

圖 3.3



### (五) Masubuchi 水力發電所

#### 1. 概述

北九州市井手浦淨水場水源取自 2.4 公里外的 Masubuchi 水庫(為縣營水庫，有效貯水量 1,340 萬 M<sup>3</sup>)，兩者間之落差約 70M，故利用該落差提供水力發電，一年可發電量約 213 萬 KWH，除供作淨水場內使用外，剩餘電力則藉由 6.6 KV 送電線售與九州電力公司。

發電所平日無人看管，由淨水場中央管理室監控。

#### 2. 發電所相關資料

- (1) 最大出力 520 KW
- (2) 最大使用水量 0.9 cms
- (3) 最大有效落差 73.6 M
- (4) 壓力管路(φ 2,000mm~φ 600mm)× 2,381 M
- (5) 抽水機 橫軸式× 出力 555 KW× 轉速 1,200 rpm
- (6) 發電機 橫軸三相同期發電機× 容量 550 KVA×

電壓 6.6KV

- (7)發電方式 水壩放水路式
- (8)年間可發電量 213 萬 KWH
- (9)開始運轉日期 1994 年 4 月
- (10)補助名稱 中小水力發電開發費
- (11)總工程費 3.28 億日圓(含 15%補助)

3.小型水力發電機模組

利用落差發電為一項能源回收利用方式，目前可供開發大流量、大落差之大型水力發電已甚少，但小流量、小落差則常見於如雨、污水收集及放流系統等，故可加以考量落差發電。

現市售已有小型水力發電機模組可資應用，水頭 2~15M，流量 0.1~3.5cms，即係從小流量、小落差方式考量者，所產生之電力則供自用，節省部份能源。

## 四、心得與建議

### (一)心得

- 1.此得參訪，覺得日本人做事事前規劃完善，對行程安排解說均有完善的計畫，按部就班，行事規律化，敬業守法精神佳，對週遭環境盡力維護與愛護，街道乾淨，河川不見人為污染漂浮物，河水清澈，均令人印象深刻，值得吾人學習。
- 2.台灣四周環海，海水資源豐富，國內目前水資源開發愈趨困難，為避免缺水對產業及民生用水造成危機衝擊，以海水淡化造水，增加供水的穩定可靠性，應有推動的必要，但其經濟性仍為最主要考量因素。
- 3.目前世界各國常用的海水淡化方法有蒸發法(Evaporation)、電氣透析法(Electrodialysis, ED)及逆滲透法(Reverse Osmosis, R.O.)，均需耗用相當程度的能源，其處理成本大多用在能源耗用上，我國與日本均需仰賴國外進口石油能源，蒸發法相對成本則較高，加上近年對薄膜(Membrane)研發應用愈趨普遍，成本已相對降低甚多，故此次參訪的兩座日本大型海水淡化廠均採用 R.O.方式，以我國自產能源欠缺的情況下，若建造中、大型海淡廠，大致上仍將朝 R.O.方向進行。
- 4.海水淡化處理的專業技術並非艱深難懂，就此次參訪的二座海淡廠而言，其所採用的處理程序多為一般可瞭解者(但部份關鍵技術如 R.O.膜及高壓泵等仍需仰賴廠商提供，由國外進口或支援)，而國內已有小規模海淡廠(用於澎湖、金門、馬祖等離島地區)的經驗，故國內目前應已具有此方面的規劃設計及施工建造能力。

- 5.海水淡化設施為供水的一部份，此次參訪時，日本水道單位在介紹其海淡設施前，均先介紹該地的供水概況，由於海淡水成本高，海淡水只能作為民生供水的支援輔助性水資源，而非主力水資源。在供水量不足時，才以海淡水補足之，惟不管在沖繩縣或福岡市對於『水』是生命之泉源，做出如此之【備用水源規劃】，其未雨綢繆之精神與做法，不得不讓人由衷敬佩。
- 6.日本福岡市由於水資源缺乏，對節水的推動不遺餘力，故有「節水型都市」之稱，其節水方式包括雨水利用、污水回收使用、使用省水型器材、政策性鼓勵與獎勵、發動義工造林等等。我國近年來，已逐漸推動節水，並已具成效，但一般民眾對對用水浪費的習慣，仍有改善空間；除長久以來，民眾未養成節約用水習慣外，主要乃係國內水價低廉有以致之(台灣水價為亞洲地區最低廉者)，故合理水價除可使自來水事業經營者有合理利潤來改善營運外，亦能產生「以價制量」之作用，有利推動節水珍惜水資源。
- 7.已往利用落差的水力發電大多用於水庫等大流量大落差之處,以提供大型電力,但現階段該項開發已愈趨困難而未普及；目前市面上已有小落差小流量之小型水力發電模組應用，用以提供局部自用電源，應具發展潛力。

## (二)建議事項

- 1.海水淡化技術在數十年前即已被提及，尤其中東缺水地區，因其產油且能源便宜，故中、大型海淡廠在中東地區則使用較多，但在國內，因能源問題及成本高而未見重視，直至最近時空環境改變，高科技高用水型產業設立漸多並主導國內經濟發展，對缺水影響深遠，加以薄膜技術

開發進展快速，價格相對降低甚多，已漸具競爭力，故對多元水資源開發，應請重視此方面相關專業人才之培植，已備未來不時之需。

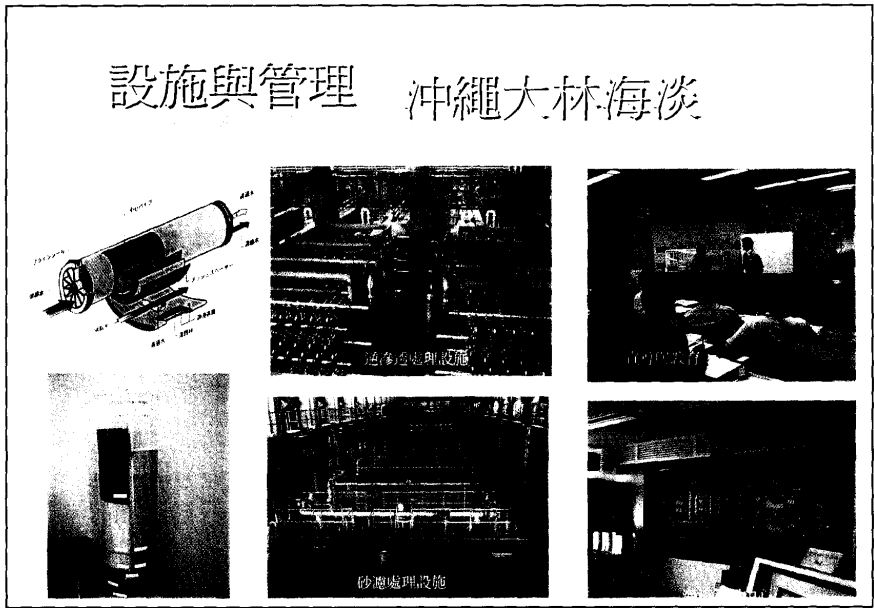
2. 海水淡化取水設施為變數最多者，不但影響其後續之處理單元及工程費用，且可能影響未來海淡廠是否能順利興建營運，各地區各有其特殊不同考量點，包括取水地點、海象、海流、近海海底地形地質、漁民抗爭…等問題，均需事前作完善的調查評估，並有長期及全年的調查資料，方能克盡其功，國內較具規模之工程顧問公司如中華、中興或者工研院能資所等均應具有此方面之技術人才及能力參與提供相關服務，故未來之相關工程規劃建請多邀國內工程顧問公司與專家參與。
3. 由於時間限制，此次參訪的海淡廠僅能就日本水道單位介紹及現場有限時間之觀察，並無法對其相關細節作深入之探究與研討，未來若推展此多元水資源機制之評估及規劃設計時，建議派員作更深入之實習及研修，以取得完整資料與技術。
4. 國內目前對於工業用水咸少有水權之規劃或核定之案例，工業用水大多與民生用水管線及水源相同，工業用水專管之設置更是少有，目前海淡廠之規劃似有彌補前項不足之處而擬以專管供水方式營運，但由於各產業對用水水質要求不盡相同，故未來海淡廠之生產水水質必須與一般自來水之淡水混合，方得符合業者需要，對水質要求較高者仍需自行再處理。
5. 由於海水淡化處理成本較高，在公共給水方面多屬支援性而非主力供水來源，平日仍宜先取用水庫水、河川水等一般常用水源，僅於乾旱缺水期間，海淡水方成為主力供水

源，但平日海淡廠仍需保持基流量，以維持其設備之正常運轉，故其營運方式需作整體性考量。尤其竹科及南科均屬台灣省自來水公司供水範圍，而海淡水出水成本及建造費用均較高，故其建造及營運模式需作探討，其相關課題包括下列各項：(1)建造方式：BOT、政府興建民間營運、政府興建政府營運(2)營運方式：水公司統籌營運所需考慮之成本補貼問題，或者交換供水（由於若以專管供水，不但因專管距離長且費用高，故若能調整供水區，使海淡廠附近原有供水改由海淡廠供給，其原先之供水量則改為增加供給竹科或南科，可節省專管埋設及其施工路權困擾）。

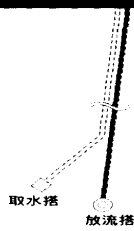
- 6.利用小水流、小落差之小型水力發電機模組已具商業可行性，故對今後規設案件在有跌落落差之可用水頭時，建請就其經濟可行性考量設置之可能性，以提供部份再生能源之自用電源。
- 7.在全面用水管理架構上，節流與開源應並重，且應視節流為開源的一部份，若在不重視節流情況下的開源，其開發的水資源所能發揮的效益有限，故應在全面節流的基礎上開源，未來方可確保生命之泉源【水】之永續利用目標。

**附記：**本次考察報告承蒙聯華電子公司麥威勝經理、台灣積體電路公司許芳銘經理、工研院能資所節水服務團溫子文經理、中華顧問工程司王重仁組長等共同整理資料及隨行同仁共同討論後，所彙整提出之報告，其中工研院溫子文經理並整理許多精采之圖片說明，將一併附錄於後，謹此提供業界參考。





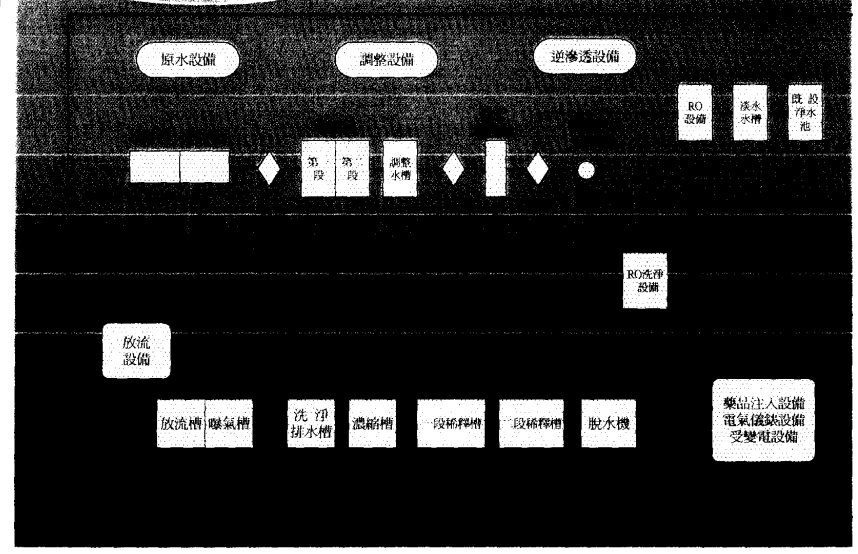
# 海淡設施佈置



- 造水機 (2 基) 10,000 t/d
- 原水取水方式
- 原水配管 (鋼管)
- 配管 (鋼管)
- 配管 (FRP)
- 配管 (FRP) polyamide 20250
- 配管 (鋼管)
- 原水 PUMP 揚程力 6.2~6.7kg/m
- 排水方式

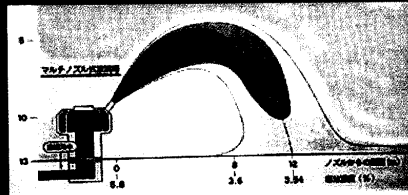
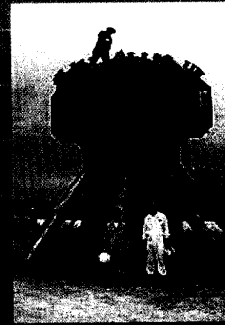
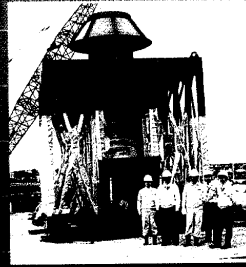
# 處理流程

# 沖繩北谷海淡



# 取水·放流設施

## 沖繩北谷海淡



- 地 点  
沖縄県北谷町宮城
- 佔地面積  
約12,000m<sup>2</sup>
- 建築面積  
約9,000m<sup>2</sup>
- 延床面積  
約17,600m<sup>2</sup>
- 建 物  
R.C及P.C建造(地下1層、地上4層)
- 総事業費  
約3.47億? (國庫補助率85%)
- 主要給水? 域:  
與北谷? 水場之自來水系混合後給水(北谷町、沖繩市、  
北中城村、中城村、宜野? 市、浦添市、那? 市)

西元	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
基本計畫								
環境調査								
基本設計								
實施設計								
建築工事								
生産水量 (m <sup>3</sup> /日)							18000	25000

