

出國報告（出國類別：考察）

「赴日本與水利公務部門 及國際顧問進行水利交流」出國報告

服務機關：台灣自來水公司

姓名職稱：丘宗仁處長、謝東穎副處長

派赴國家/地區：日本

出國期間：112年12月10日至12月16日

報告日期：113年2月17日

目錄

摘要.....	1
壹、緣起及目的.....	3
貳、考察行程規劃.....	4
參、過程與內容.....	1
一、福岡水道局.....	1
二、福岡水道配水中心.....	11
三、多多良淨水場.....	14
四、海之中道奈多海水淡化廠.....	22
五、宮瀨水庫.....	43
六、河川整備研究所暨國際顧問會議.....	63
七、荒川下流河川事務所.....	66
八、國土交通省水管理・國土保全局.....	76
九、河川情報中心.....	78
肆、心得與建議.....	81
一、心得.....	81
二、建議.....	83
參考資料.....	87

圖目錄

圖 1 賴建信署長與水道局企劃課課長中村圭子合影.....	1
圖 2 福岡市水道事業概況.....	2
圖 3 福岡市水源.....	4
圖 4 福岡多水源開發.....	6
圖 5 施政目標一.....	7
圖 6 施政目標二.....	8
圖 7 施政目標三.....	9
圖 8 施政目標四.....	10
圖 9 福岡水道配水中心.....	11
圖 10 福岡水道配水中心設置前後之壓力變化.....	12
圖 11 配水中心電視牆.....	13
圖 12 多多良淨水場配置.....	14
圖 13 多多良淨水場淨水處理流程.....	15
圖 14 臭氧產生機.....	16
圖 15 日方解說臭氧機之運作現況.....	16
圖 16 日方臭氧產生機剖面圖.....	17
圖 17 臭氧接觸槽剖面圖及單元參數.....	17

圖 18	日方解說臭氧接觸槽實體運作.....	18
圖 19	活性碳床（GAC）剖面圖及單元參數.....	18
圖 20	淨水場淨水藥劑配管.....	19
圖 21	淨水場圍牆安全防護.....	19
圖 22	多多良淨水場原、清水調配圖.....	20
圖 23	水庫空氣揚水筒循環.....	21
圖 24	海之中道奈多海水淡水廠大門及廠房.....	22
圖 25	奈多海水淡化廠位置圖.....	24
圖 26	海水淡化管理中心入口及水舞池.....	25
圖 27	海水淡化管理中心入口大廳.....	26
圖 28	水道企業團施設部廣川憲二所長簡報海淡場.....	26
圖 29	海淡場監控中心.....	27
圖 30	海淡場系統流程圖及機械槽體規格.....	28
圖 31	海水淡化處理流程圖(含加藥系統).....	28
圖 32	浸透式取水設施構造.....	29
圖 33	取水設施佈設概要圖.....	30
圖 34	浸透式取水設備剖面圖.....	30
圖 35	HDPE 集水管.....	31
圖 36	UF 前處理設備.....	32
圖 37	RO 機組設備.....	33

圖 38	海淡場高壓泵.....	34
圖 39	海淡廠濃縮海水與污水廠放流水混合放流	35
圖 40	放流設施相對位置圖	36
圖 41	海淡水與淨水場清水混合供水圖.....	37
圖 42	海淡水造水成本分析-2012 年.....	41
圖 43	海淡水造水成本分析-2014 年.....	41
圖 44	參訪團與海水淡水化中心同仁合照	42
圖 45	宮瀨水庫地理位置圖	43
圖 46	水庫水位及集水區圖	44
圖 47	宮瀨水庫水博物館正門	45
圖 48	宮瀨水庫水博物館與週邊環境融合.....	45
圖 49	水庫纜車站.....	46
圖 50	廣域水管理課專門官(矢澤憲一)簡介水庫	46
圖 51	宮瀨水庫下游導水路、副壩及發電設施.....	48
圖 52	寒川取水堰於水庫完成後流量變化圖	48
圖 53	宮瀨水庫下游責任放流量	49
圖 54	宮瀨水庫供水範圍.....	50
圖 55	宮瀨水庫下游發電站.....	50
圖 56	矢澤專門官說明「選擇取水設備」	51
圖 57	「選擇取水設備」分層取水操作.....	52

圖 58 不同時期水庫操作模式	52
圖 59 夏季及冬季水層水溫分布圖	53
圖 60 相模川水系各水庫聯合運用	54
圖 61 水庫各管理設施相對位置圖	55
圖 62 水庫檢查廊道.....	55
圖 63 壩內檢查用纜車.....	56
圖 64 點檢纜車行走路線介紹	56
圖 65 高位常用洪水油壓閘門操作室.....	57
圖 66 高位常用洪水油壓閘門細部介紹圖.....	57
圖 67 水庫週邊觀光景點及參訪人數.....	59
圖 68 水庫觀光放流.....	60
圖 69 觀光放流水再蓄留利用	60
圖 70 神奈川水源環境保護計畫	62
圖 71 河川整備研究所.....	63
圖 72 與研究所土屋信行、塚原浩一及內藤正彥先生進行交流.....	64
圖 73 拜會河川整備研究所會議合影	65
圖 74 荒川下流河川事務所長等接待本團.....	66
圖 75 所長於水資源中心大廳說明荒川之水道開發及治理.....	67
圖 76 荒川新舊河道圖.....	68
圖 77 荒川第一調節池配置	69

圖 78 荒川舊河道水門(紅色水門).....	70
圖 79 荒川新河道水門(藍色水門).....	70
圖 80 荒川事務所災害對策室	71
圖 81 荒川事務所災害對策室內部配置.....	72
圖 82 災害對策室情報班.....	72
圖 83 災害對策室機械電氣班	73
圖 84 災害對策室指揮主管位置及設施.....	73
圖 85 災害對策室週邊牆面圖示化各重要資訊.....	74
圖 86 日方現地說明高規格堤防	75
圖 87 高規格堤防及合建大樓	75
圖 88 國土交通省水管理・國土保全局簡報.....	77
圖 89 河川情報中心簡報.....	80
圖 90 防災備用瓶裝水.....	84
圖 91 閘盒蓋標示.....	85

表目錄

表 1 考察行程表	1
表 2 福岡市淨水場.....	5
表 3 海之中道奈多海水淡化廠興辦歷程.....	23
表 4 奈多海水淡化廠設施概要	25
表 5 高低壓 RO 膜之差異.....	33
表 6 海水淡化薄膜更換周期.....	34
表 7 海淡廠歷年產水與用電量統計	39

摘要

本考察團由經濟部水利署賴建信署長帶領，團員為水利署及台水公司分派人員組成，於 112 年 12 月 10 日至 12 月 16 日赴日，學習日本水利政策規劃與推動方式，及水庫、海淡場、淨水場及配水管網等營運規劃，台日雙方期透過本次考察進一步建立交流管道。

本團赴日拜訪官方單位包含福岡地區水道企業團、福岡市水道局、國土交通省水管理・國土保全局、國土交通省關東地方整備局荒川下流河川事務所、河川整備研究所以及河川情報中心，並前往福岡海之中道奈多海水淡化中心、多多良淨水廠以及宮瀨水庫等進行現勘與交流。

112 年 12 月 11 日上午前往福岡水道局，由其簡報福岡市水的有效利用以及節水的作為，包含廣域供水、居民節水認知、降低漏水率等內容。同日下午前往多多良淨水廠參觀高級處理設施，瞭解其設施、營運方式及與水庫彈性取水策略等。

12 月 12 日上午參訪海之中道奈多海水淡化中心，與該中心人員交流海水淡化廠營運及管理以及新發展技術。海淡廠以浸透式取水設施，取得優質海水，並可減少 UF 前處理設施。另於監控及調查濃排混合污水放流水之排放，至今排放口周邊漁業環境仍為正向影響，包含減少藻類與優養化。

12 月 13 日上午至宮瀨水庫訪察，該水庫主要為防洪標的之多用途大壩，亦結合周邊景點及當地居民發展觀光及活動，以為地方共融。水庫管理

人員展示檢點工作及設備維護作業。同日下午前往河川整備研究所拜會，延續水利署長期與河川整備研究所之合作關係。並針對我國流域治理及日本防災減災之政策面進行討論。

12月14日下午前往荒川下流河川事務所，透過參訪水資源中心瞭解荒川歷史及災害對策室工作內容，後前往高規格堤防現地討論及現勘。12月15日上午拜會國土交通省水管理・國土保全局，針對日本水庫管理、河川環境、政策方向及驗證確認等項目討論，並就與因應氣候變遷下流域管理方針進行交流。同日下午至河川情報中心與池內幸司理事長等進行訪談，請益日本淹水模擬技術及BCP（企業水災事業持續計畫），並由賴署長邀請池內幸司理事長加入水利署國際顧問團。

本次代表團出訪收獲良多，學習日本對供水管網配水中心管理，淨水場及海水淡化場之設施及操作，整合利害關係人共同投入治水、透過量化經濟損失數字，讓人民有感於防洪患災之重要性，另就專業人員培養、合理運用及精緻化管理，除降低維護成本亦達優質成效。

壹、緣起及目的

台灣面臨全球氣候變遷衝擊，旱澇頻率增加，為維持供水穩定及韌性，並因應未來經濟發展、水資源環境及人口結構變化等議題，水資源運用科技輔助管理越將重要，未來台灣本島亦將推動海淡水場，海淡水進入供水管網，如何與其他水源進行調配及水質等，亦須研析探討，日本地理及供水環境與臺灣相似，故規劃至日本考察海水淡化營運設施及技術、水庫管理等議題。

鑒於日本地理環境與臺灣相似，本次考察希望拜會國土交通省及福岡市水道局、福岡地區水道企業團等單位，瞭解日本最新防災技術、淨水場、管網操作、海水淡化廠規劃興建與水庫管理等相關政策，作為國內未來處理相關問題時做為參考，並安排赴福岡海之中道奈多海水淡水化中心及宮瀨水庫等地參訪，實際瞭解現場及相關作業，期能學習日本相關技術與新知並進行交流。

本次考察行程係經濟部水利署及台水公司共同前往，故行程與參訪重點為二機關行前會議確定，期間考察行程、會議及拜會人員皆相同，故考察報告之第貳及參章內容由水利署與台水公司共同整理，惟第肆章由兩機關之業務重點提出心得與建議。

貳、考察行程規劃

本次考察自112年12月10日至12月16日，計7天，扣除來回交通時間，於日本實際考察天數為5天。考察行程詳如表1。行程規劃為強化臺日水利交流管道，水利署與日本國土交通省水管理國土保全局、河川整備研究所與河川情報中心皆有穩定的交流管道，本次拜訪將延續過去雙方持續交流之基礎，針對最新的防災技術，包括地震、颱風等自然災害的預警系統，以及相應的應急應變措施。另日本水庫兼顧生態保育與永續管理，故本次亦針對水資源管理和水庫生態恢復上的實踐經驗進行交流。

另為學習日本海淡營運，規劃本次並與福岡市水道局交流，瞭解當地水道系統的防災應對策略，包括在災害發生時如何確保飲用水的安全供應。並參觀福岡海之中道奈多海水淡水化中心，實際了解其操作流程、技術特點以及運維管理。本次期透過建立與日本相關機構的穩固合作，促進國際間的知識交流，將所學應用於台灣未來的水資源管理策略。

表 1 考察行程表

日期	活動時間	活動目的	地點
12/10 (日)	上午	去程：桃園→福岡機場	福岡機場
	下午	福岡辦事處、前往飯店	福岡機場→飯店
12/11 (一)	上午	拜會福岡市水道局	福岡市水道局 4 階局議室
	下午	參訪多多良淨水場	多多良淨水場
12/12 (二)	上午	考察海之中道奈多 海水淡水化中心	海之中道奈多 海水淡水化中心
	下午	福岡→東京	福岡機場
12/13 (三)	上午	考察宮瀨水庫	相模川水系廣域 水壩管理事務所
	下午	水利署國際顧問會議	河究所
12/14 (四)	上午	團務時間及駐日經濟組	飯店
	下午	拜會國土交通省關東地方整備局 荒川下流河川事務所	荒川下流河川事務所
12/15 (五)	上午	拜會國土交通省水管理・國土保全局	河川情報中心
	下午	拜會河川情報中心	
12/16 (六)	上午	前往成田機場	飯店→成田機場
	下午	返程： 東京→臺北	成田機場→桃園機場

參、過程與內容

一、福岡水道局

本考察團於112年12月11日至福岡市水道局參訪，由該局總務經營企劃課課長中村圭子接待，並分別由企劃課企劃係長久保田紘一郎及計畫部計畫課計畫調整係長白石昭壽報告。



圖1 賴建信署長與水道局企劃課課長中村圭子合影

（一）福岡市水道局簡介

福岡市總面積約343km²，人口約162萬人，為日本第6大都市，年平均溫度

17.2°C，年均降水量約1,500~1,800 mm，因位於日本海沿岸，並有冬季日照時間較短等日本海沿岸氣候的特徵，但由於冬季降水量明顯少於夏季，因此氣候區分上屬於太平洋側氣候。福岡市的降水主要集中在梅雨及颱風過境時期。流經市內之河流（如：多多良川、那珂川、室見川）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。

福岡市水道局為福岡市運營的地方公共企業，向福岡市（不包括早良區和西區的部分地區）供應自來水，向福岡市那珂川以東和黑門川以東地區以及福岡市規劃道路千鳥橋唐人町線以北地區供應工業用水，並在西區小呂島提供簡單的供水服務。事業既況如下：



福岡市水道事業概要

項目	2022年度 統計値	
総人口	1,633,502	人
給水人口	1,626,200	人
給水戸数	945,127	戸
施設能力	780,900	m ³ /日
配水管総延長	4,063	Km
職員数	478	人
年間給水量	152,638,100	m ³
一日平均給水量	418,187	m ³
一日最大給水量	459,600	m ³

圖 2 福岡市水道事業概況

(二) 福岡市水源

水源主要來自9座水庫供水37.1 %、鄰近河川取水29.8 %及水道企業團供水33.1%，2016~2020年平均每年供水量15,035萬M3(平均41.2萬CMD)：

1. 總共由9座水庫供水：總有效蓄水量約7,835萬立方公尺。
2. 鄰近河川取水：流經市內並流入博多灣的河流有多多良川、御笠川、那珂川、室見川，但都是中小型河流，卻是城市不可取代的寶貴水源，因此，維護河川清潔與環境保護，為未來重要課題。
3. 福岡地區水道企業團供水：築後川是九州最大的河流，流經福岡、佐賀、熊本、大分四縣，自1982年以來，福岡地區水道企業團的牛頸淨水場自筑後大堰引取筑後川水源作為自來水源，以及2005年完成的「海之中道奈多海淡中心」供水。



圖 3 福岡市水源

(三) 福岡市淨水場及配水中心

福岡市5座淨水場處理能力598,500 CMD，再加上福岡地區水道企業團轄管淨水場處理能力182,400CMD，總計供水能力780,900 CMD，已能滿足該市目前之供水需求。另福岡市水道局水管理中心於1996年起分年編列預算，不惜耗費鉅資成立中央控制室，以現代化之資訊監控系統配合電動閥門之操作，以水量及水壓之指標設定值來自動及時監測，以達到各地區水壓平衡（流末端水壓並可滿足）及節約用水之調配目標，每日約可節約5,000~10,000噸之水量，並可節約至約1/4之操作人力。

表 2 福岡市淨水場

淨水場	完成日期	處理能力(CMD)
瑞梅寺	1978年3月	15,000
夫婦石	1977年3月	174,000
高宮	1960年3月	199,000
乙金	1972年10月	110,500
多多良	1988年7月	100,000
合計	—	598,500

(四) 水源地管理

日方水源地管理之理念，森林中的雨水滲入土壤過程中，因森林土壤具有優良的滲透性和保水性，可以暫時儲存雨水，又可延遲流入河流，緩解洪水和乾旱，且土壤中的水經過過濾、吸附分解，產生潔淨的水。

福岡於1971年大旱之後，確認了具有水源補給功能的水源補給林的重要性，設立了馬賀淵水庫、脊振水壩、長谷水庫的集水區。致力於城市的主要供水。透過收購和維護區域內的森林等，改善水源的補給功能，以防止過度開採造成的水污染。截至2021年3月下旬，3座水壩的集水面積約30%（566.2公頃），作為水源補給林。創建“福岡市供水恢復林”改進計畫，並正在致力於系統維護，例如樹木間伐。因此，對於水源地主要基本政策：

1.加強水源補給功能管理：

- (1)人工林原則不疏伐樹木。
 - (2)天然林樹齡50年以下，適當清理和砍伐，樹齡50年以上保留。
 - (3)將竹林、裸地、草地、農用地退為林地，基本上種植闊葉林。
- 2.完善水源補給功能的管理系統：開發GIS管理系統，累積水源林資料。
 - 3.收購水源灌溉林：以私有林（不含定點保護林）為對象，因地制宜有效率收購森林。
 - 4.水源灌溉林木材的利用：積極促進間伐等活動所產生的木材的有效利用。
 - 5.水源培育林與公民的關係：積極發揮水源森林的角色和重要性，推動森林建設成為市民熟悉的自然場所和市民與水源森林互動的活動基地。

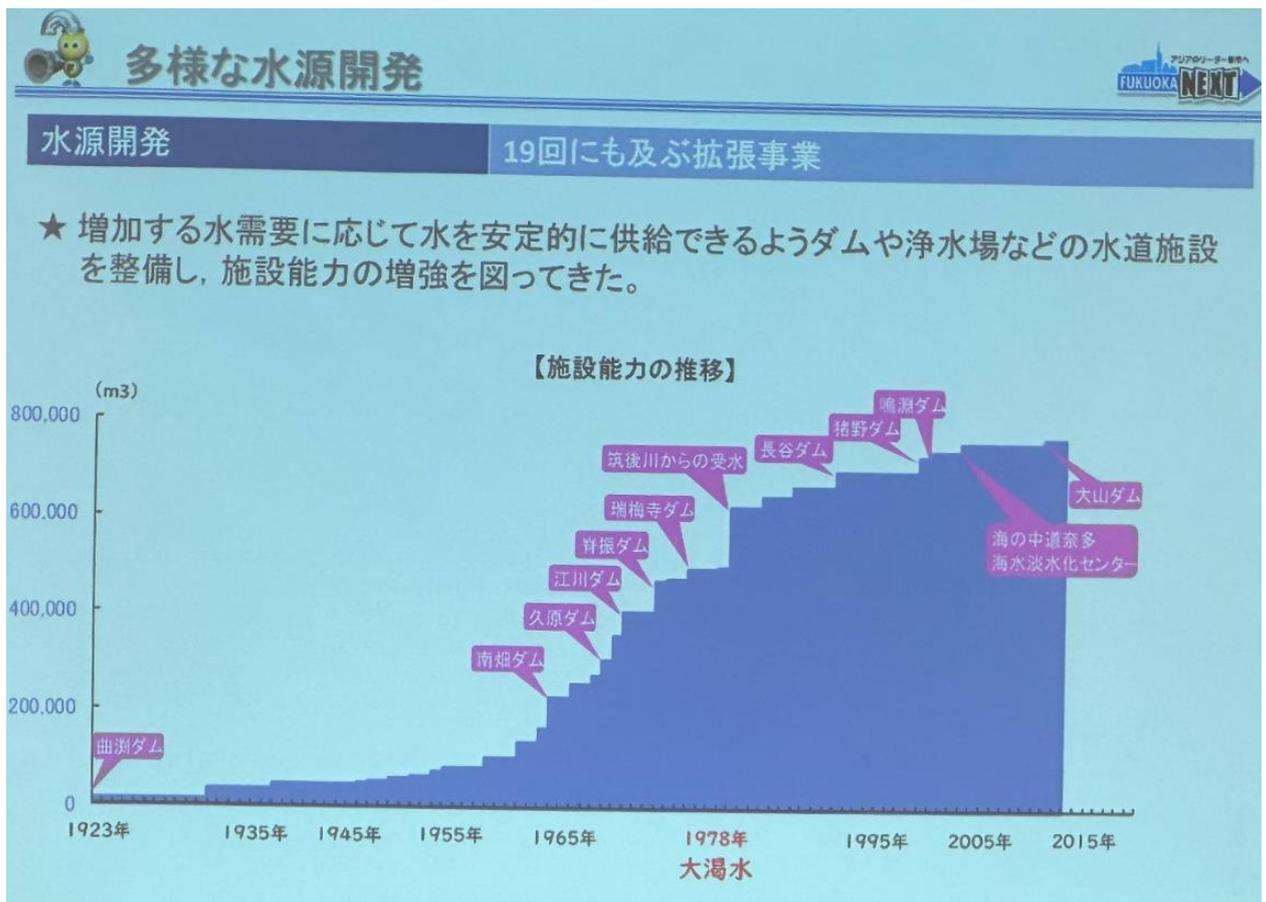


圖 4 福岡多水源開發

(五) 福岡水道局制定2028願景

1. 施政目標一（促進穩定供水及節水型都市發展）：主要措施配水管維護、新設淨水廠、配水調節系統開發、漏水預防調查，並利用人工智慧進行管道劣化預測，及利用衛星影像進行水管漏水調查，且活用物聯網感測器進行漏水調查。

施策目標 1 水の安定供給と節水型都市づくりの推進
老朽化した浄水場や配水管を計画的・効率的に更新し、安定給水を維持

1 配水管の整備
約4,000kmに及ぶ配水管について、実質的な耐用年数内に順次更新ができるよう計画的に更新工事を推進します。（平成29年度より、年間更新延長を40kmから45kmにベースアップし、実耐用年数を超過した管のない、健全な状態を維持します。）

令和5年度の取組み ◇ 更新工事 延長 45km ◇ 新設工事 延長 3km

ベースアップの効果
従来のベース<年間4.0km> ベースアップ後<年間4.5km>
更新耐用年数を超過する配水管が増加 更新耐用年数を超過した管のない、健全な状態を維持 超過管が解消!

配水管の市設工事
配水管の整備の際には、全て地震に強い耐震管を使用し、計画的に耐震化を進めています。

R4年度実証実験（検証中） AIを活用した管路劣化予測 水道ICT
約4,000kmに及ぶ配水管をより効果的・効率的に更新するため、福岡市が持つ管路劣化の知見と、民間企業が開発したAI技術を掛け合わせ、より精度の高い管路劣化予測の研究に取り組んでいます。

2 浄水場の再編 令和12年度完了予定
高宮浄水場の浄水機能を乙金浄水場に移転・統合します。高宮浄水場は、新たに緊急時給水拠点機能を持つ配水場として再整備します。

令和5年度の取組み ◇ 乙金浄水場の増強整備 ◇ 高宮系送水管の整備 (災害時の貯留機能を併せ持つ送水管)

乙金浄水場整備工事の状況
令和5年3月撮影

年度	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
乙金浄水場整備工事											
高宮系送水管の整備等											
高宮浄水場再編等完了											

浄水場再編の概要
乙金浄水場整備 浄水場の数 5→4に減
高宮配水場整備 下原配水場 緊急時給水拠点 2→3に増
市内中心部に緊急時給水拠点を確保

3 配水調整システムの整備
水管理センターで運用する配水調整システムの機能を適正に維持するため、市内に約300箇所設置している遠方監視制御装置を計画的に更新します。

令和5年度の取組み ◇ 遠方監視制御装置の更新 14箇所

安定給水や節水型都市づくりには欠かせないシステムだよ!

配水調整システム
昭和53年の異常洪水を教訓に導入した、市内の配水管の流量や水圧を24時間体制で集中コントロールするシステムです。1日に約3,000回に及ぶ電動弁の遠隔操作によって、必要な配水流量および適切な水圧に調整し、水の有効利用と安定給水の確保に努めています。

効果
各浄水場の流量調整 (相互融通)
配水管異常時の早期発見と配水ルートの迅速な変更
水圧調整による漏水量の抑制

4 漏水防止調査
配水管と給水管について、「第18次漏水防止調査計画」（令和3～6年度）に基づく計画的な漏水調査を実施し、漏水を発見した場合は速やかに修理を行います。

令和5年度の取組み ◇ 漏水調査（計画調査延長：2,960km/年）の実施

福岡市の漏水率
現在の福岡市の漏水率は、世界トップの水率であり、限りある水を有効に使用しています。

福岡市の漏水率(%)、世界の都市の漏水率(%)
5年連続日本一! 2.0%
最新の調査でも世界トップを維持! 世界トップで約1割の福岡市の低い漏水率!

低い漏水率を維持するための取組み
・計画的な漏水調査
・配水調整システムによる集中コントロール
・配水管の計画的な更新
を実施することで、漏水率の低さを維持しています。

【目指す姿】ICT技術を活用した効果的・効率的な漏水調査
Step.1 スクリーニング調査
R5年度 実証実験予定 新技術 水道ICT
人工衛星画像を活用した水道管漏水調査
・市全域の水道管漏水を、人工衛星画像等を活用してスクリーニング調査
・エリア毎の漏水リスクを判別し、漏水防止調査計画に反映

Step.2 詳細調査
R3年度 実証実験(検証中) 水道ICT
最新技術も積極的に活用し、より効果的な漏水調査手法の確立を目指します!

IoTセンサを活用した水道管漏水調査
・漏水時に発生する振動等を検知するIoTセンサを活用した漏水調査システムにより、リアルタイムで水道管漏水を監視

音聴調査
・熟練の技術者による音聴棒や相関式漏水探知調査により、漏水箇所を特定

圖 5 施政目標一

2. 施政目標二（供應安全優質自來水）：主要措施為水源地養林維護、加強水質管理及用水水質保持，並利用ICT技術對水源地養林維護進行檢查與實施。

施策目標2 安全で良質な水道水の供給

貯水槽の適正管理に向けた取組みや水質管理の充実により、いつでも安全でおいしい水を提供

1 水源かん養林の整備

市内のダム(曲淵、背振、長谷)の周辺で、水道局が所有する水源かん養林の機能向上を図るため、「福岡市水道水源かん養林整備計画」に基づき、人工林の間伐や伐竹、下草刈りなどの整備を行うとともに、ドローンなどによる効率的な点検を実施します。
また、市外の福岡市関連ダム周辺の水源かん養林整備を行う地元自治体への支援を行います。

令和5年度の取組み

- 市内の水道局が所有する水源かん養林の整備(70ha)とドローンの活用などによる点検
- 市外の福岡市関連ダム周辺の水源かん養林の整備支援

水源かん養林の整備

間伐の様子
間伐整備した森林

間伐等の整備を実施した森林は水源かん養機能が向上!

R5年度：実装予定 ICT技術を活用した水源かん養林の点検 水道ICT

ドローン等を活用し、倒木の恐れがある枯損木を検出するなど、効率的な点検に取り組みます。
・曲淵ダム水源林(蓄水量約4.6km)

【目指す姿】効率的な点検による倒木事故の未然防止

職員の見視点検
ドローンによる上空からの点検

・枯損木の早期発見
・職員の立ち入りが必要な急斜面地等でも安全に点検が可能
・識別した枯損木を正確に管理
⇒ ICT技術を活用し、広大な水源かん養林を効率的に点検!

3 給水栓における水質保持

小規模貯水槽®の設置者に対し、定期的に適正管理に関する啓発資料を送付するとともに、清掃や点検の実施状況等の確認を行います。また、未改善施設については、引き続き、改善状況の確認及び指導を行います。
さらに、フレッシュな水道水を直接お届けできる直結式給水を広く紹介するため、ホームページ等での広報活動や、「直結給水相談窓口」において、貯水槽式から直結式への切替え相談対応など、直結式給水の普及を促進します。
※ 有効容量10m³以下の貯水槽

令和5年度の取組み

- 小規模貯水槽の適正管理の啓発
 - 啓発資料の送付 4,500件
 - 未改善施設の状況確認、指導
- 直結式給水の普及促進
 - 貯水槽設置者への情報提供
 - 直結相談受付 及び 現地でのアドバイス
 - 関係団体との連携による普及促進

貯水槽式給水と直結式給水

水道の給水方式には、①貯水槽式給水と直結式給水(②直結増圧式給水(高層階の建物)、③直結減圧式給水(低層階の建物))があります。

貯水槽の適正管理の啓発

貯水槽の管理等をわかりやすく説明したパンフレットや、貯水槽の点検方法に関する動画を新たに作成し、広報・啓発に努めています。

パンフレットや、動画は福岡市HPに掲載
二次元コード
安全でおいしい水を飲むために貯水槽の点検が大切です!

2 水質管理の充実

安全でおいしい水道水をじゃこまでお届けするため、市内要所の配水管に設置した連続水質監視装置で水質を常時監視し、水道水の残留塩素濃度をきめ細かに調整するなど、水質管理の徹底に取り組みます。また、水道GLP®に基づく精度の高い水質検査の実施、検査技術のさらなる向上および水質検査機器の計画的な更新などを行います。
※ 水質検査の信頼性を第三者機関が客観的に判断・評価し、認定する制度のこと

令和5年度の取組み

- 水質検査機器の更新
- 水質検査計画の策定
- 国の水質基準等より厳しい独自の水質管理
- 独自の水質目標による水質管理

各種水質検査

ダムでの採水 水道水質センターでの測定

国の基準等より厳しい福岡市独自の水質目標の例

残留塩素	国の基準等 0.1mg/L以上	福岡市独自の目標 0.3mg/L以上	1.0mg/L以下	カルキ臭抑制
カビ異物質	国の基準等 2物質 それぞれ0.0001mg/L以下	福岡市独自の目標 2物質合計で0.00005mg/L以下	さらに抑制	

Topic! 安全でおいしい水道水プロジェクト

安全でおいしい水道水を「つくる」、「届ける」、「PRする」の3つの基本方針のもと、様々な施策を推進し、より安全で良質な水道水を供給できるよう取り組んでいます。

安全でおいしい水道水のPR

①給水スポットの設置
市内の公共施設等に「給水スポット」を設置し、水道水をマイボトルに給水できる、環境づくりを進めています!

②サーモシールの配布
コップの中が冷たくなるとデザインが浮き出る「サーモシール」を配布。自宅で水道水を飲む習慣を促します!

色が変わったらのみどころです!

福岡市立中央児童遊園「あいくる」

圖 6 施政目標二

8

3.施政目標三（推動危機管理措施）：主要措施為推動網路建設、重要設施耐水化、水道原水監測、強化危機管理體制。



圖 7 施政目標三

4.施政目標四（保持穩定的經營）：主要措施為主動提供訊息、提高管理效率及國際貢獻與活動，並針對水價檢討。

施策目標4 安定經營の持続

ICT技術の活用や国際貢献活動を通じた職員の人材育成推進により、これからも質の高いサービスを持続

1 積極的な情報提供

広報紙やホームページ、ソーシャルメディアなど様々な広報媒体、各種イベントを通じて情報を積極的に提供するとともに、水道や水道水の安全性などについて「わかりやすく、伝わる広報」を行い、水道事業への理解を呼びかけます。

令和5年度の取組み

- ◇ 広報紙「みずだより」やパンフレットの発行
- ◇ こども水道教室等の実施
- ◇ 各種イベントでの情報発信

二次元コードからアクセスしてみてね！

水道局 デジタルライブラリー

世界水泳選手権2023福岡大会でのPR

令和5年7月に開幕する同大会及び世界マスターズ水泳選手権2023九州大会において、会場内でのPR動画の放映や特設ブースでの水道水の提供などを通して、世界一低い漏水率や安全でおいしい水道水など、福岡市水道局の優れた水道技術を世界に向けて発信します。

会場内ビジョンで、水道事業のPR動画を放映します！

大宮公園のイメージ

2 経営の効率化

水道料金等のシステムを再構築します。また、ICTを活用した水道施設の維持管理を実施するなど、経営の効率化に取り組みます。

令和5年度の取組み ◇ 新システム稼働（令和6年1月）

【取組み概要①】経営の効率化

水道料金系システムの再構築（令和2年度～令和5年度） **水道CT**

現行の複数システムの機能を統合した新システムを構築し、効率的な運用を図ります。

現行システム（各々が独立）

料金システム、漏水システム、給水装置システム、その他システム

新システム構築

システム統合・連携

リアルタイムなデータ連携による、お客さま対応の迅速化・正確化につなげます！

【取組み概要②】お客さまサービスの向上

WEB上で過去の水道料金の確認や口座振替の申込み等が行える既存のサービスに加え、スマートフォン決済を導入するなど、お客さまが24時間どこからでも、入居から料金支払いまでの手続きができるノンストップサービスの実現に取り組みます。

Topic 1 水道創設100周年の取組み —水道100年のレガシーを未来へ、つなぐ—

福岡市水道事業のこれまでの100年の歴史や、令和4年度に実施した「水道創設100周年記念事業」の成果を、次の100年に活かす取組みを進めていきます。

次の100年に活かす取組み **新規**

—歴史を、つなぐ—	—人材を、つなぐ—	—思いを、つなぐ—
平尾浄水場遺構（福岡市植物園内）の整備検討	未来の水道事業を担う人材育成プログラムの実施	水道事業100年の歩みを記録し、次世代へ継承

遺構の修復と合わせ情報発信機能の整備等について検討します。

「KidZania」と共催した経験を活かし、未来の水道事業を担う人材を育てます。

「100年史」を制作し、水道創設100周年事業の記録映像等と併せ、HPで公開します。





福岡市植物園に併る平尾浄水場遺構 「Out of KidZania」園単体体験イベントの様子 100周年特設サイト

3 国際貢献活動

節水型都市づくりを通じて培ってきた水道技術を活かして、JICA（独立行政法人国際協力機構）等と連携した国際貢献活動を推進します。活動を通じて、水道局職員の技術や知識の向上を図り、広い視野を持った人材を育成します。

令和5年度の取組み ◇ JICA等と連携した開発途上国への技術協力（職員派遣による現地指導や海外研修員の受入等）

水道局の国際貢献活動

これまでに、14の国への海外派遣を実施しているよ！

現地での技術指導 水道技術研修等での受入研修

圖 8 施政目標四

10

二、福岡水道配水中心

福岡市水道局福岡水道配水中心於1981年開始運轉，漸進調控逐漸降低水壓，針對集水區送水道及自來水管線全面管理，透過頻繁微調配水系統，達到精準供水目的。配水中心操作人員及主管共13位，平常二班，每班皆有4個人員值班（1名主管加3名操作員），負責調配供水，需訓練至少1年才可上機，並由資深與資遣人員相互搭配。



圖 9 福岡水道配水中心

配水中心設置之五大目標分述如下：

- （一）各淨水場間之供水量調控及分配
- （二）水壓管理以降低漏水率
- （三）乾旱時以電動閥調整管網以節省人力
- （四）早期偵測管網異常及透過遠端調控即時反應

(五) 透過資訊收集及分析提高淨水效率

目前控制管壓之成效，相較1981年降低了約2.5~3 kg/cm²，目前每天晚上11:00至隔天早7點會有降壓時段，壓力由2 kg/cm²調整至約0.3~0.5 kg/cm²，有效的降低供水量4000~5000 m³/day。

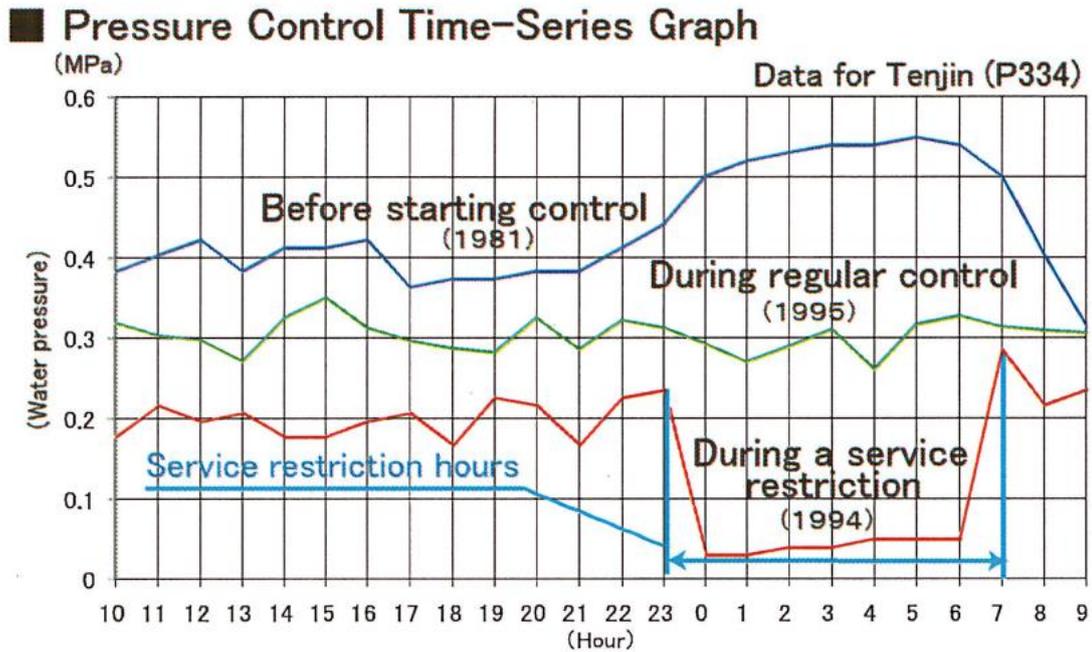


圖 10 福岡水道配水中心設置前後之壓力變化

配水中心設定每個(口徑400mm以上)重要制水閥警戒值，由壓力計及流量計配合監控，並由值班人員負責微調(2%以內)，每天合計閥調整之次數超過3000次以上，現場有警示音出現，值班人員即進行調整，十分迅速。經參訪人員尋問是否制水閥會造成磨損、無法啟閉或開度太小之閥體沖刷問題，所長表示沒發現有此現象，該局之水閥可正常使用約40~50年。

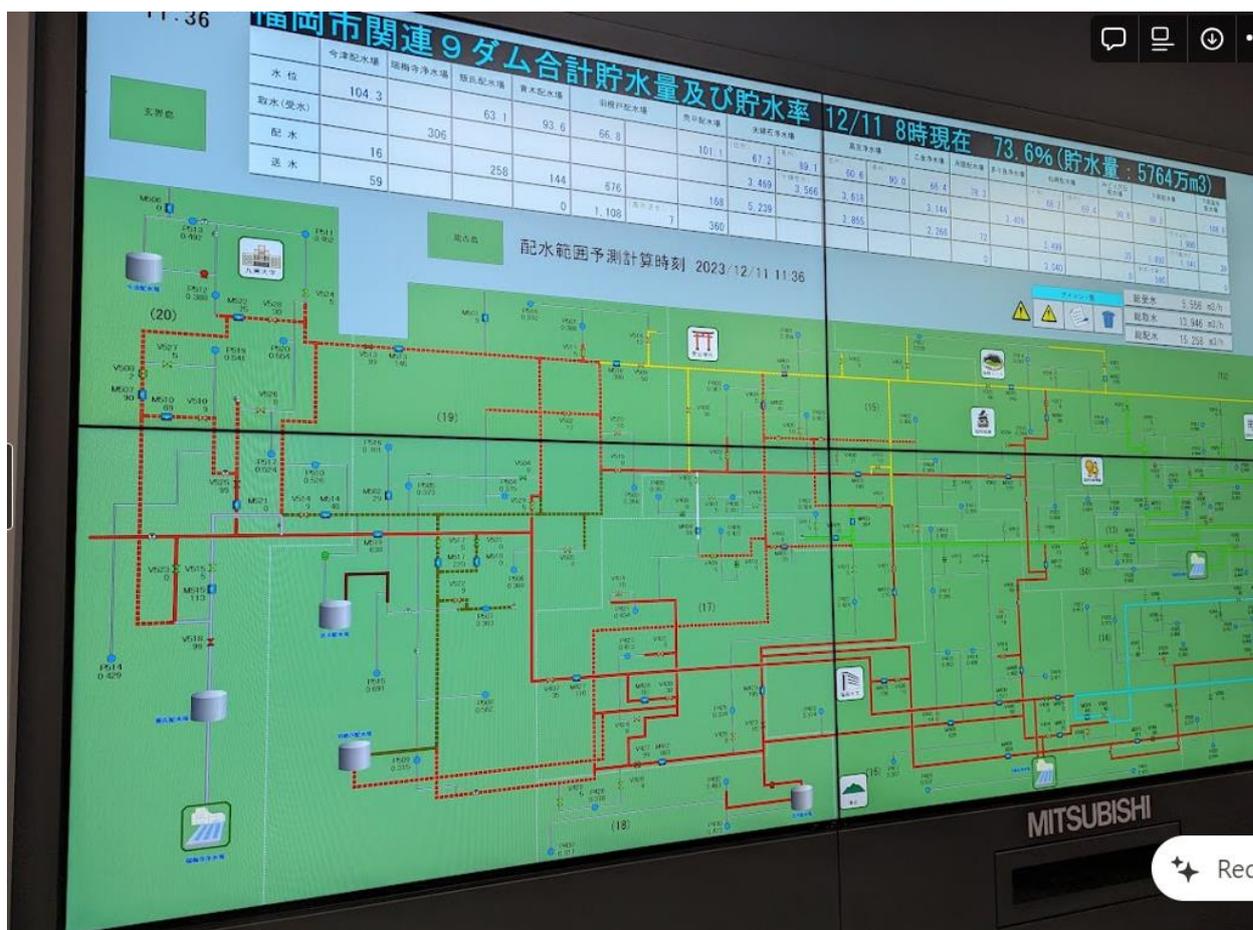


圖 11 配水中心電視牆

配水中心可以調節每個淨水場的供水區域，並相互支援。圖11 電視牆標示紅色、黃色、藍色等不同顏色，皆代表不同淨水場之供水區域管線，而虛線表示可由旁邊淨水場供水系統調度支援之區域。即配水中心可因應各條件來調整供水區域淨水場出水量、壓力及供水量等，以達到其調配水源、穩壓、降漏、應變及節省成本等目標。

三、多多良淨水場

12月11日下午考察團前往多多良淨水場，多多良淨水場屬福岡水道局所轄設施，淨水場的主要水源是來自多良川。淨水場自1988年完成興建及運轉，設計處理能力為12.2萬CMD。



圖 12 多多良淨水場配置

淨水場水源包含多多良川、長谷水庫、久元水庫，視水權量及水質等因素，原水調度使用川流水及水庫水。海之中道奈海水淡化廠之海淡水亦進入本淨水場之清水池混參，淨水處理設備包含前臭氧、GAC活性炭床再加上傳統處理程序。

Treatment flow at Tatara Purification Plant

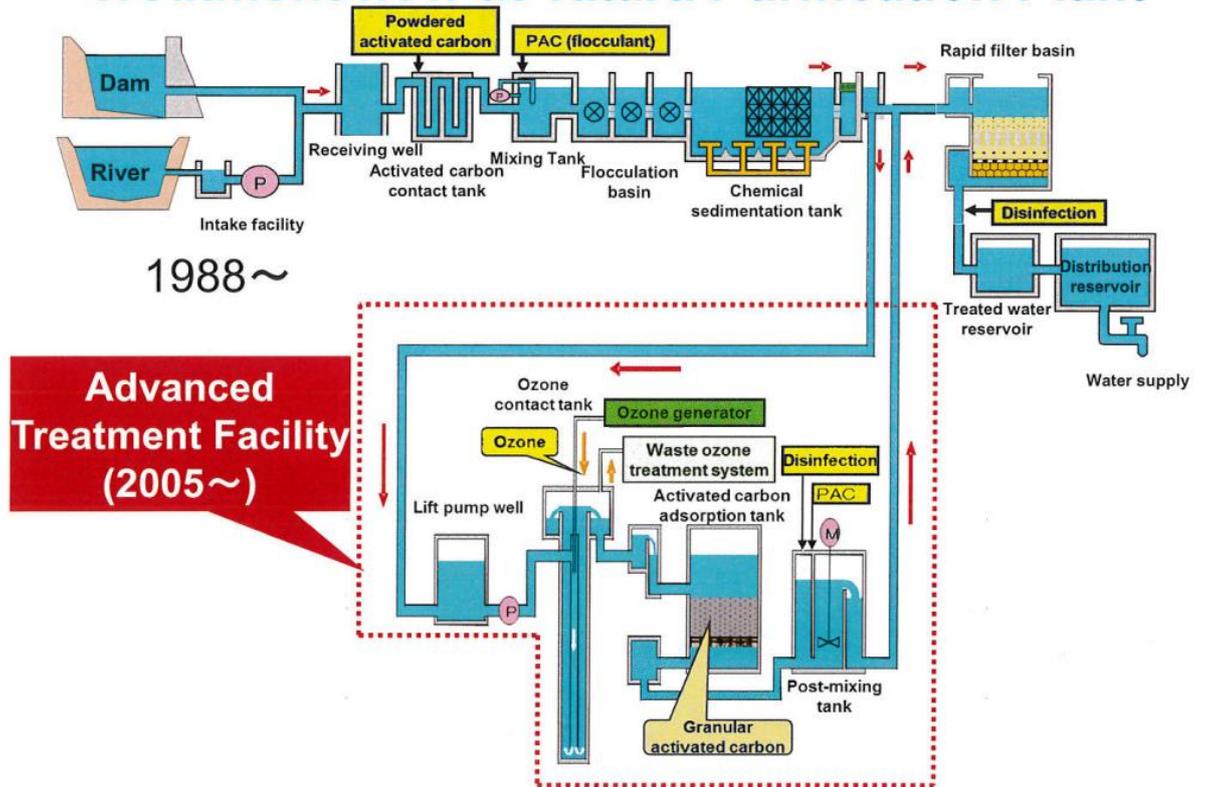


圖 13 多多良淨水場淨水處理流程

多多良川水質較其他河川惡化，係因為面臨原水臭度之問題。原本使用粉狀活性碳，但水質並沒有較大幅度改善。故再規劃設置臭氧及活性碳，設計處理水量為6.1萬CMD，在2005年4月開始運轉。多多良淨水廠進行廠區與淨水廠工作之簡報說明，並前往淨水廠參觀高級處理設施。



圖 14 臭氧產生機



圖 15 日方解說臭氧機之運作現況

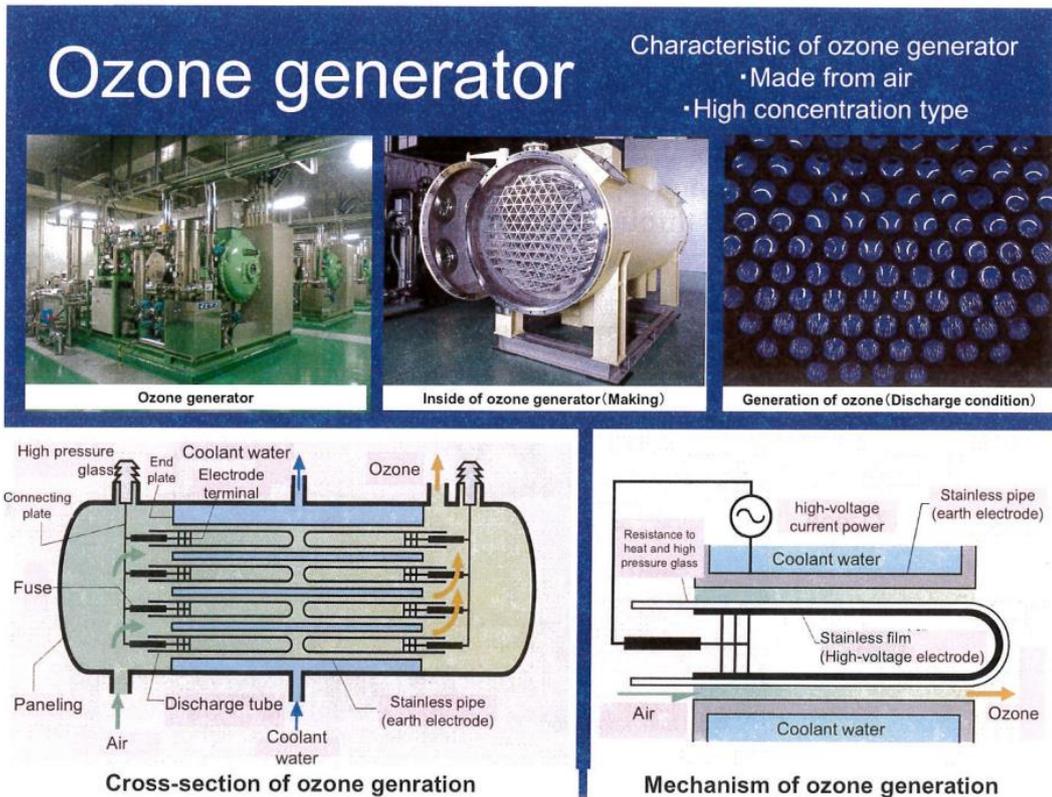


圖 16 日方臭氧產生機剖面圖

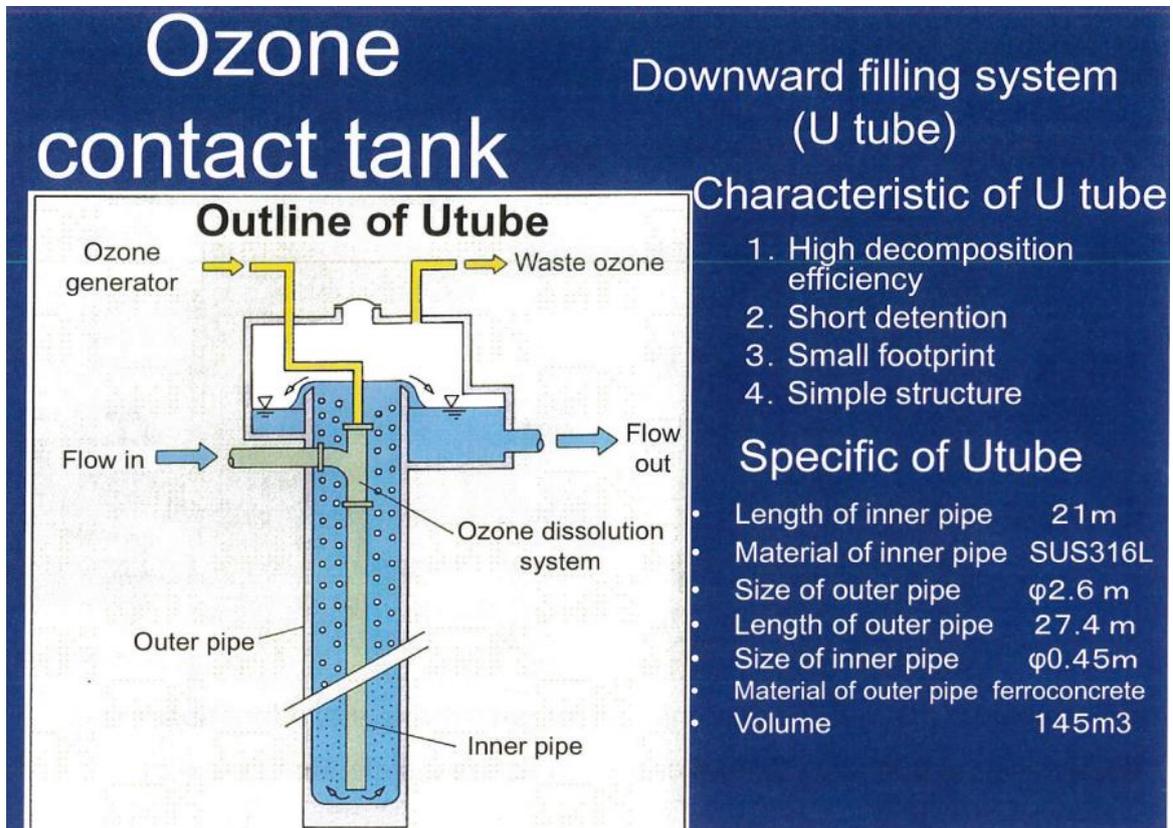


圖 17 臭氧接觸槽剖面圖及單元參數



圖 18 日方解說臭氧接觸槽實體運作

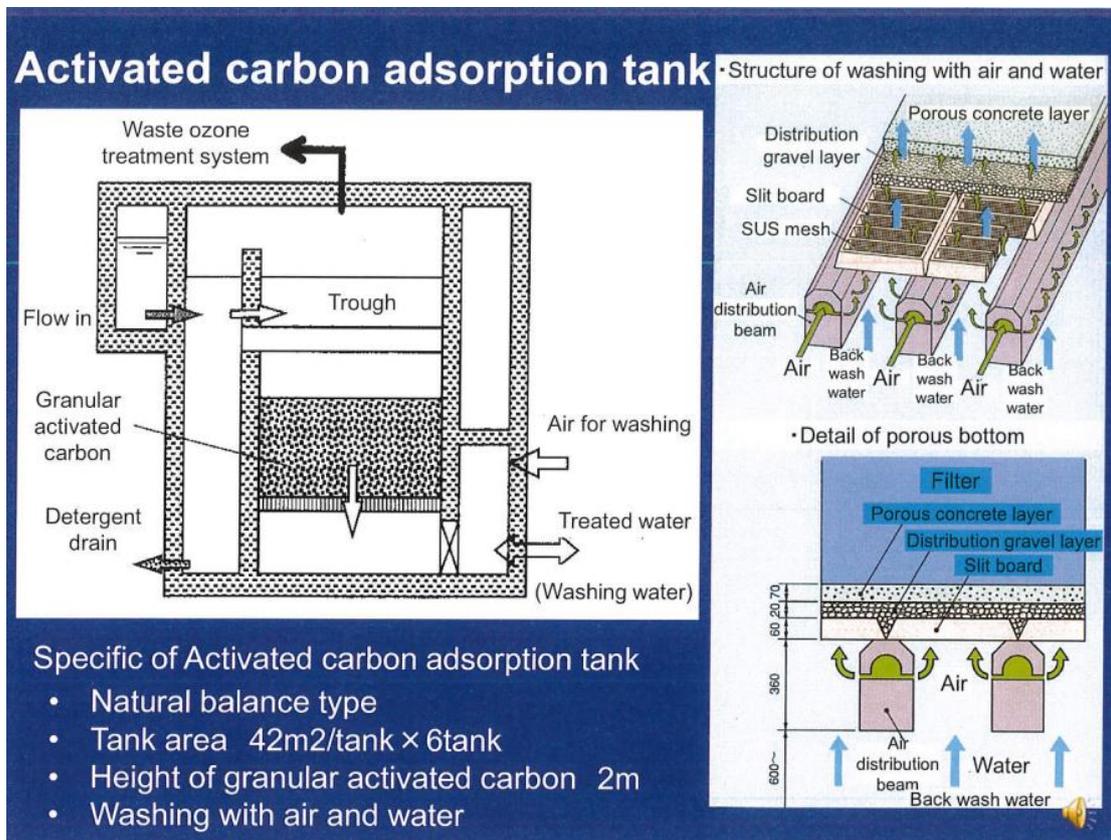


圖 19 活性炭床 (GAC) 剖面圖及單元參數



圖 20 淨水場淨水藥劑配管



圖 21 淨水場圍牆安全防護

多多良淨水場現場參觀結束後，廠方與考察團返回會議室進行綜合討論交流。交流討論內容摘錄如下：

(一) 多多良場原水調配具兩個主要的功能，一是把多多良河的水導入到淨水廠，二在水充足時會送到Nagatani水庫儲水，並配合水庫進行彈性取水策略。

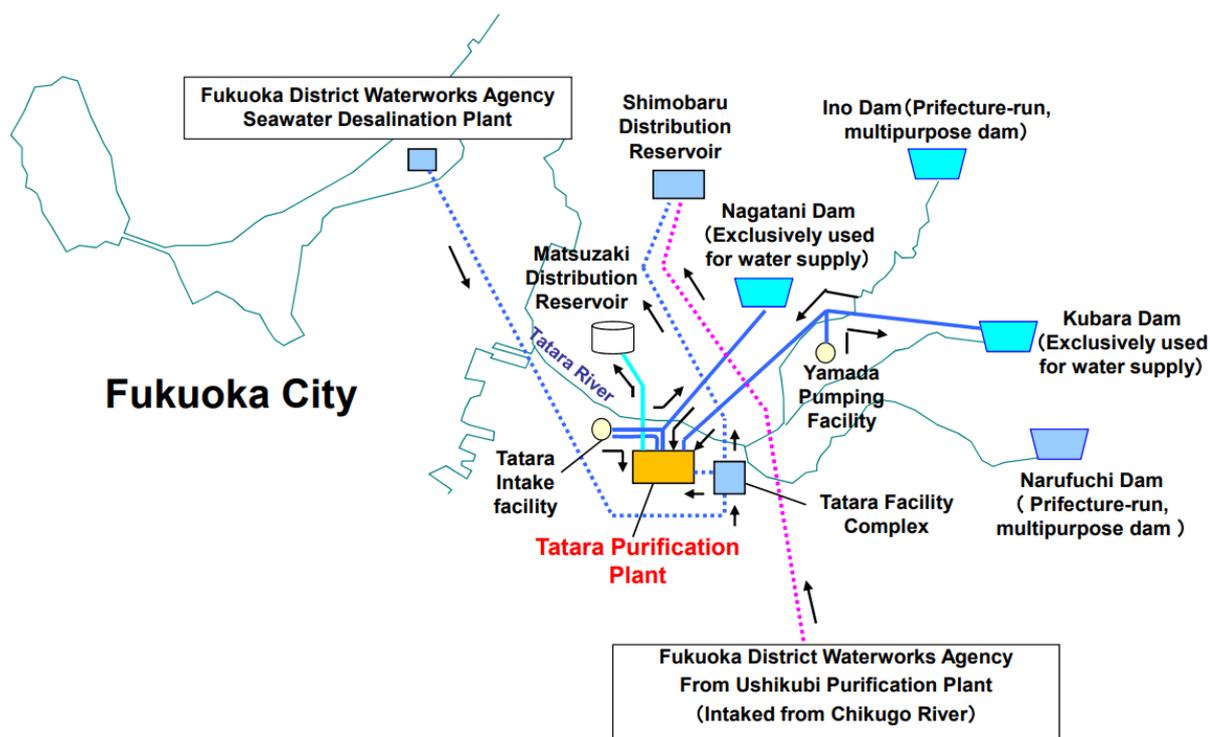


圖 22 多多良淨水場原、清水調配圖

(二) 由於多多良河水質不良，所以2005年導入高級處理的設備為淨水流程。

福岡市內5個淨水廠只有多多良淨水廠導入高級處理設備。且由於水質不良，在抽到水庫後會利用空氣揚水桶做循環，讓水有循環淨化的效果。

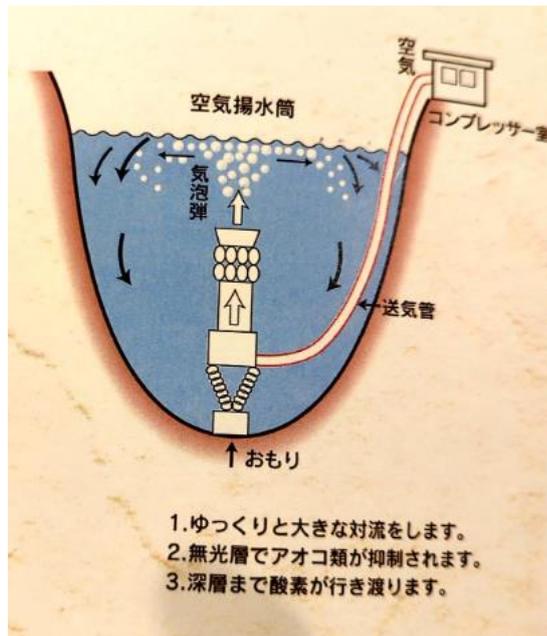


圖 23 水庫空氣揚水筒循環

(三) 多多良取水站主要為進行多多良川的取水，並於河道設置閘門，可動態調節水位高度，另外由於多多良抽水站鄰近海洋，因此設置閘門的目的也是避免抽到海水。

(四) 活性炭最終處置為二方案，一為由製造者帶回處理，二是將活性炭與雜物混合後，部分做掩埋，部分提供給植物園種植植物使用。

四、海之中道奈多海水淡化廠

12月12日上午參訪海之中道奈多海水淡水廠，海淡廠於1999年開始施工，整體施工期約6年完成，費用408億日圓(含海淡廠建造費、用地費、管線、漁業補償費及排水混和池等)。海淡廠主體工程則約209億日圓。於2005年開始供水，為日本最大海水淡水處理廠，日處理能力為5萬噸，供水人口為25萬。因台灣將持續興建海水淡化廠，故本次參訪為交流海水淡化廠營運及管理執行過程及最新技術之應用。



圖 24 海之中道奈多海水淡水廠大門及廠房

海淡廠興建之環境背景說明如下，由於全球氣候異常，降雨量偏少，致筑後川約每2~3年即有流況不佳之情形。昭和53年 (1978年)福岡發生大枯旱缺水，於該年5月20至隔年3月24日實施限水，共287日，每日平均給水限制時間

14小時，給水車出動台數13,433台，動員32,434人。後來到了平成6年(1994年)又發生嚴重枯旱缺水，實施取水限制措施，自該年7月8日至隔年5月31日止，福岡市實施了295日的給水限制措施，限水10~55%。這些枯旱缺水事件與限水措施使得福岡地區體認到，需增加穩定水源，以因應天候降雨與河川流量不穩定之影響。

故於1973年(昭和48年)由福岡都市圈中的6市7町1企業團1事務合作社成立福岡地區水道企業團，由各地方政府出資及派員辦理，以企業團經營方式，共同規劃調配區域供水、合理投資建議設施，以有效經營管理區域水資源之供水與用水。企業團即為了共同處理縣、市、町等地方公共事務而設置的組織，與自來水、電力、瓦斯部門等地方公營企業共同處理有關經營管理之事務時，稱之為「企業團」。興辦歷程如下表。

表 3 海之中道奈多海水淡化廠興辦歷程

年度	工程進度
1996	設立福岡都市圈海水淡化導入研討委員會(福岡縣)
1997	制定福岡地區協同供水整備計畫。 確定海淡事業之重要性，決定興辦主體。
1998	獲海水淡化事業許可
1999	開始施工，對取水及工程設備採取技術方案公開徵集評估。取得工程建設用地、導水管鋪設工程。
2000	簽訂「工程建造及取水設備」合約。漁業補償達成協議。打樁工程、取水井工程、豎井工程、導水管鋪設工程。

2001	土木工程(建物骨架工程)、機械設備工程、取水工程、排放設備設計、導水管鋪設工程
2002	土木工程(建物附設工程)、機械設備工程(機械製作、安裝和配管工程)、取水工程、混合設施工程、排水工程、導水管鋪設工程
2003	土木工程(建築物內裝、室外工程)、機械設備工程(膜元件製作、電氣測量)、混合設施工程、排水工程、導水管鋪設工程
2004	土木工程(室外)、混合設施工程、導水管鋪設工程、整體運轉測試
2005	開始供水

奈多海水淡化廠位於福岡縣福岡市奈多地區，位置如圖25。設計產水量為5萬CMD，佔地面積約4.6公頃，各設施概要整理如表4。



圖 25 奈多海水淡化廠位置圖

表 4 奈多海水淡化廠設施概要

佔地面積	46,000 平方公尺
建築面積	16,000 平方公尺
建築構造	地上2層之鋼筋結構建築
取水方式	滲透取水(玄界灘)，最大取水量103,000CMD，取水管於陸域端540公尺，海域端約640公尺
前處理	UF (ultra-filtration，超過濾)膜處理
海水淡化方式	RO逆滲透，最大產量 50,000 CMD
處理效能	脫鹽率99.3%，產水率60%
排水方式	排放水與和廢水處理中心的放流水混合排放入博多灣內
附屬設施	多多良混合設施、下原混合設施、導水設施(導水管直徑1,600 mm，總長21公里)
總工程費	408億日圓

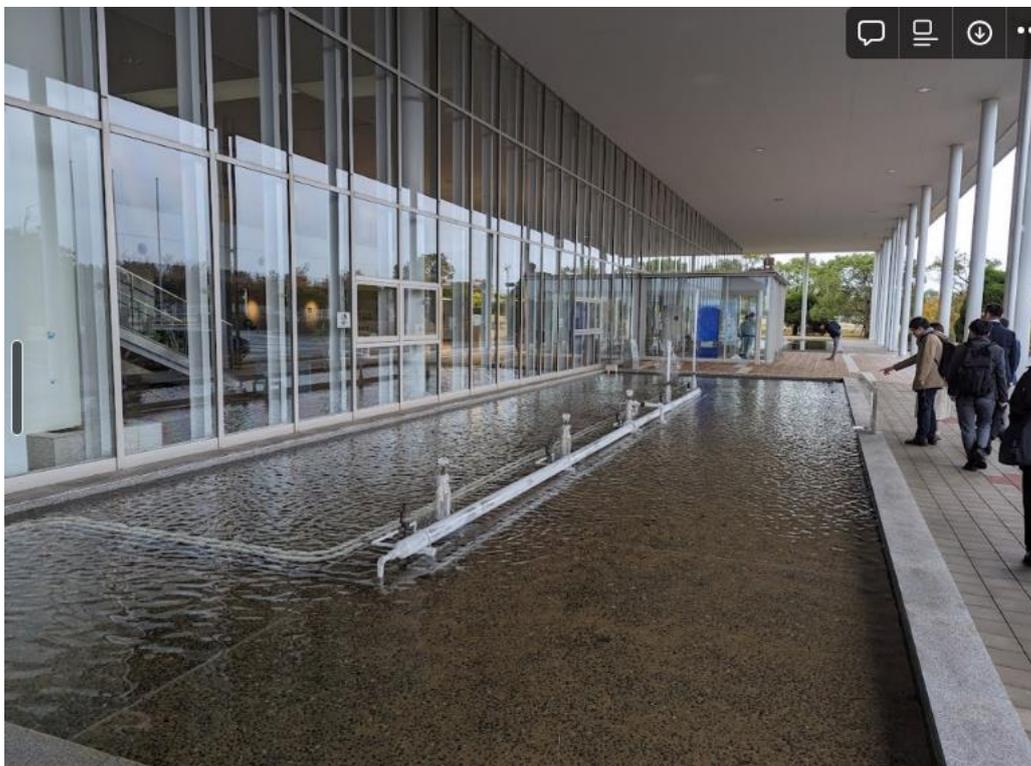


圖 26 海水淡化管理中心入口及水舞池



圖 27 海水淡化管理中心入口大廳



圖 28 水道企業團施設部廣川憲二所長簡報海淡場

廣川憲二所長說明目前整體福岡企業團之職員總共有99員，工作範圍包括牛頸淨水場、水質中心、海淡中心等工作。其中海淡中心之營運管理工作

為委外執行，由協和機電工業(株)營運管理中，其編制職員為19名；福岡企業團則派駐10名職員負責此海淡中心營運之監督。



圖 29 海淡場監控中心

海水淡化處理程序主要分3部分，為取水系統(浸透式)、前處理系統(UF)、逆滲透淡化系統(高壓RO+低壓RO)，整體除鹽率為99.3%，其處理程序如圖30。UF設置6套每套1萬CMD，其中1套為備用，可於系統反沖洗或保養時，更替運轉。



圖 30 海淡場系統流程圖及機械槽體規格



圖 31 海水淡化處理流程图(含加藥系統)

該海淡場之海水取水方式，係採取浸透取水方式，又稱滲透取水，是指於海床下鋪設集水設施，進流水於海床先經砂層過濾後再取進系統，以滲透

取水方式，可穩定抽取較清澈海水進入系統，為全球首創。其操作原理是用抽水機把取水井水位降低至海面下，利用其水位差，以濾砂停止移動之臨界速度抽取海水。廠內抽水機設置6台，其中1台備用。集水管材質為HDPE(高密度聚乙烯)，主管直徑 $\Phi 1,800$ mm，支管直徑 $\Phi 600$ mm，取水設施構造如圖32，佈設位置規劃如圖33。滲透壓取水，每支管約5米間距，120根，再由一主管收集，目前收集水量無問題，亦無漏水情形，也無反洗設備，僅有於海床表面搔動以減少阻塞，並以自然海流維持其滲透性。



圖 32 浸透式取水設施構造

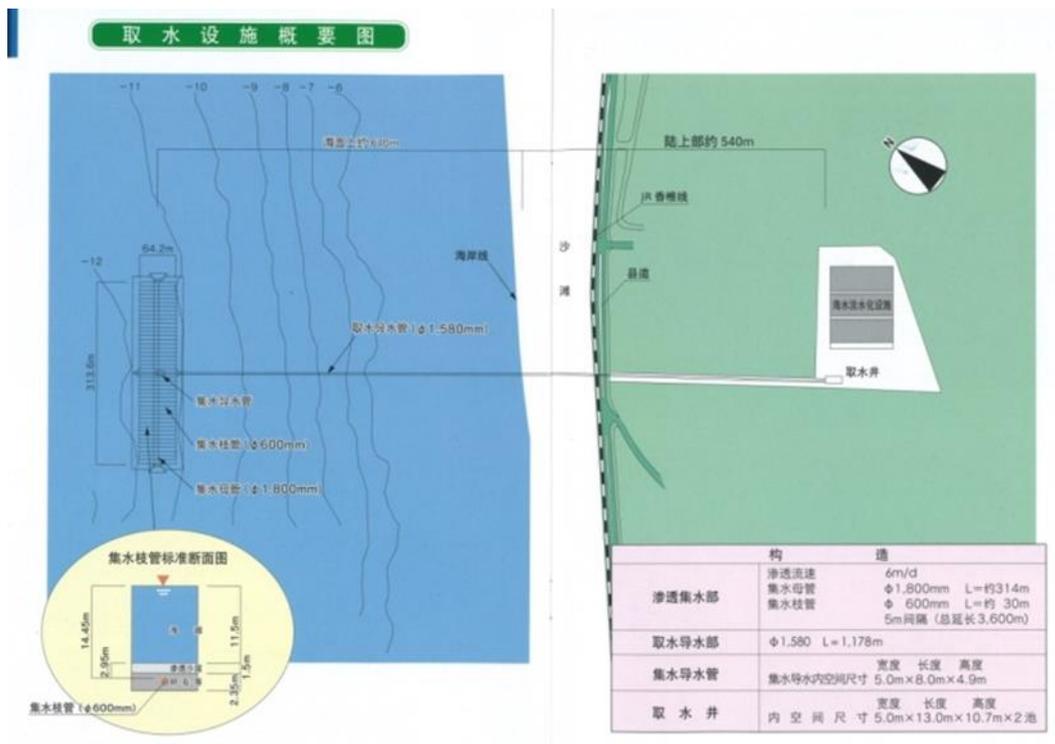


圖 33 取水設施佈設概要圖

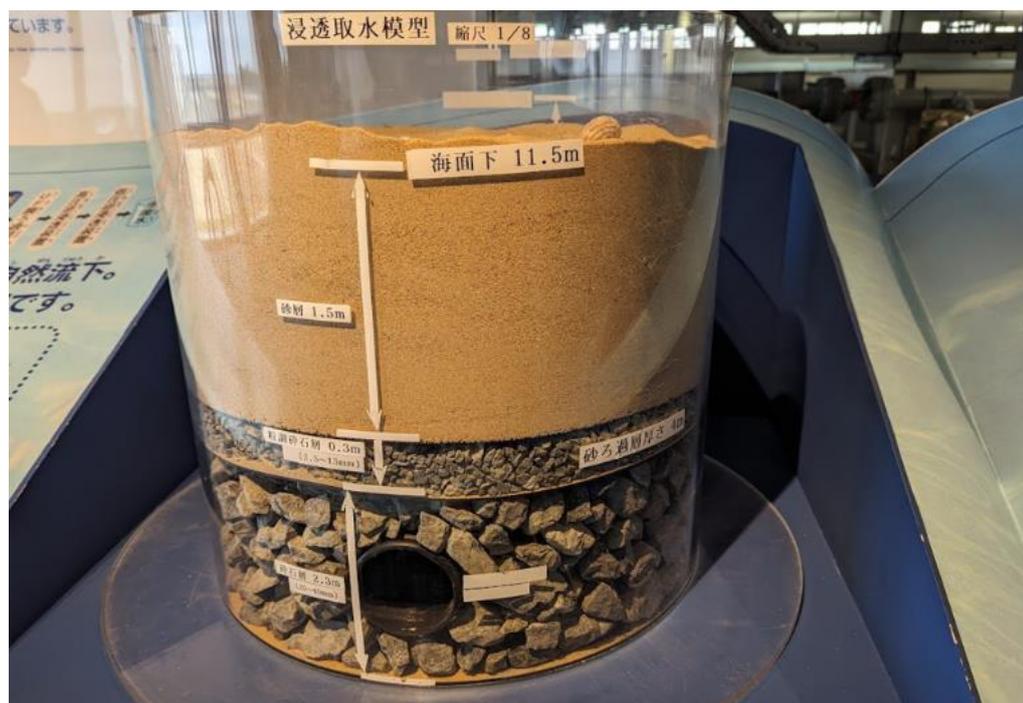


圖 34 浸透式取水設備剖面圖

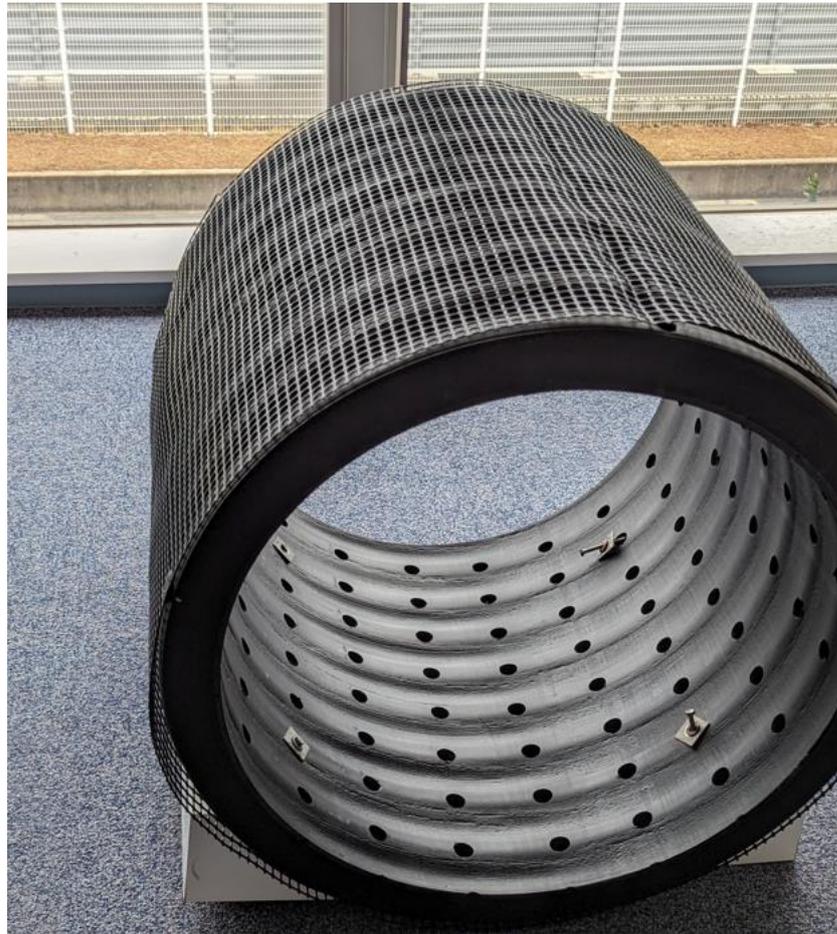


圖 35 HDPE 集水管

前處理工法採用UF超濾系統，其材質為PVDF(聚偏二氟乙烯系統螺旋型)，以此濾膜過濾原水，可除去極細微粒與膠體(粒徑約 10^{-5} ~ 10^{-7} 公尺)以及微生物，以減輕RO系統之負荷。與傳統混凝沉澱方式相比，因UF膜法不需使用混凝劑，能減少污泥量，且不會產生藥劑殘留，較能妥善控制後端RO進流水之水質，有助於延長RO膜之壽命，佔地面積亦較少。使用UF作為逆滲透海水淡化之前處理程序，已成國際趨勢。惟奈多海水淡化廠近年來因浸透式取水設備取得乾淨海水，SDI<1且濁度<0.05，故企業社經測試一年不使用UF，水質仍可符合標準，故已將拆除及不使用UF。



圖 36 UF 前處理設備

海淡場採用高壓RO及低壓RO兩道逆滲透程序，提升產水水質，高壓RO膜材質型式為三醋酸纖維素中空纖維，通過UF後之過濾水，再透過此多束中空絲以進行脫鹽。一般海淡廠並不常用中空絲RO膜，因其耗電量較大（約5.6 kw/h），成本亦較貴，但中空絲膜之產水率較高(廠內產水率可達60%，高於一般RO廠的40%)，能減少海水之抽取量及排放量，縮小前處理設施規模，進而降低成本。一般螺旋型高壓RO膜之除硼率可達90%，但該海淡場以中空絲RO膜之除硼率約70%，而後再透過低壓RO膜增加硼的去除率。

低壓RO膜為聚醯胺系統螺旋型，將通過高壓RO的水再進入此螺旋膜，以調整水質，包括因為水溫變化而造成水質變動之調整，以及提升除硼效能；高低壓RO膜之差異如表5所示。

該廠之RO系統並未設置備載機組，因當初設廠時中央政府並未補助此部分，故未增設備載量。所長建議最好應規劃備載機組，以防系統故障維護時

之替代。海淡廠經費有50%為中央政府補助，35%為當地地方政府出資。

一般冬夏季之海水溫度範圍約為攝氏9~30度，因夏天黏性降低，較易通過，壓力會較低(約7.6 MPa)，耗電量較少些，但水質稍差些；冬天黏性提高，壓力會較高(約8 MPa)，產水水質會較好。

表 5 高低壓 RO 膜之差異

	高壓RO膜	低壓RO膜
目的	海水鹽分之去除	由於水溫變化會造成水質變動，須以此持續調整水質
方式	以高壓泵將通過UF之產水泵入高壓RO膜系統	通過高壓RO膜後之一部分滲透水，再進入低壓RO膜
壓力	最大8.24 Mpa (84 kgf/cm ²)	最大1.5 Mpa(15 kgf/cm ²)



圖 37 RO 機組設備



圖 38 海淡場高壓泵

所長表示，高壓泵除部分物件更換外，目前尚未汰換更新。另零件更換皆以10年為週期評估。

營運管理之情形，薄膜使用與更新是重要的營運費用，根據該廠統計，UF系統及高低壓RO薄膜2組處理系統之更換周期如下表。惟此更換頻率受多種變數影響，如海水水質、前處理操作狀況、UF及RO設備廠牌/品質與功能、保養/反洗之頻率、整廠操作營運方式等因素，皆會影響薄膜使用壽命。該廠所使用之薄膜更換頻率如表6。

表 6 海水淡化薄膜更換周期

膜的種類	膜數	更換週期	年間交換率
UF 膜	3,060 支	6 年	17%
高壓 RO 膜	2,000 支	6~7 年	15%
低壓 RO 膜	1,000 支	5~6 年	20%

一般海水經淡化處理後，會產生鹽度較高的濃排水，經放回海中透過海流擴散稀釋。該廠海水淡化後產生的鹵水鹽度約為7~8%(一般5~8%皆有，視海淡廠採用之程序/設備不同而有差異)，經與附近的和白水污水處理廠放流水混合後，由於污水廠之放流水鹽度甚低或不含鹽，兩股水混合後可先降低排放水之鹽度，而後再排放入博多灣內海，此可降低對內海之影響，以保護博多灣的水質，此措施亦為國際先例。

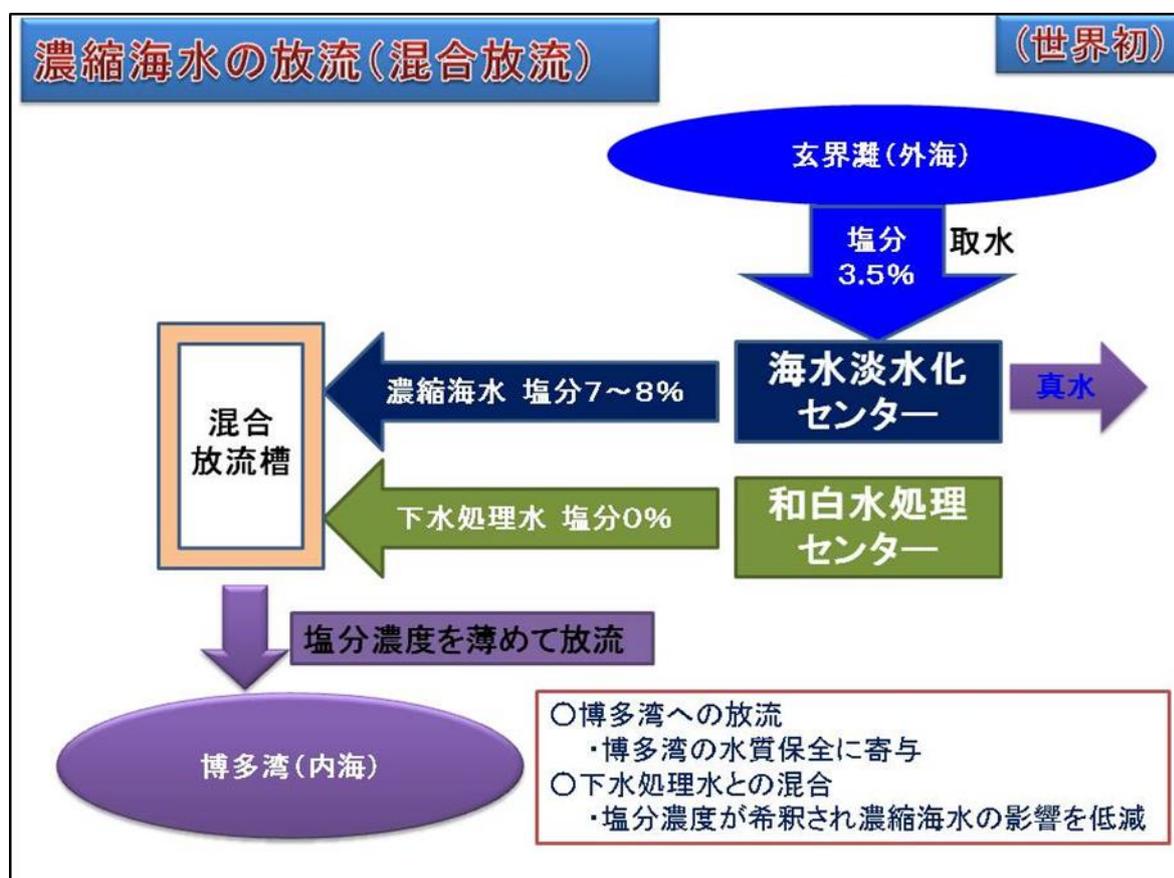


圖 39 海淡廠濃縮海水與污水廠放流水混合放流

由於博多灣屬內海，若高鹽度濃排水排放於此，恐因水流條件不佳而不易擴散稀釋。此外，附近內海區內有4座污水廠，其排放水因仍含有污染物

質，易造成內海水質之優養化，若加入濃排水稀釋放流水濃度，亦可防止內海發生紅潮現象。因此海淡廠濃排水與和自水污水處理中心放流水一起混合稀釋，一方面可降低濃縮海水之鹽度，同時亦使處理廠放流水之殘留污染物濃度再稀釋降低，可謂一舉兩得，因此兩種水混合後共同排放於博多灣內海，達到互利雙贏，亦不致因為內海之水流擴散條件不佳而影響海水水質。此放流口設置於離岸約360公尺處，水深約4公尺，相關位置示意如圖40。

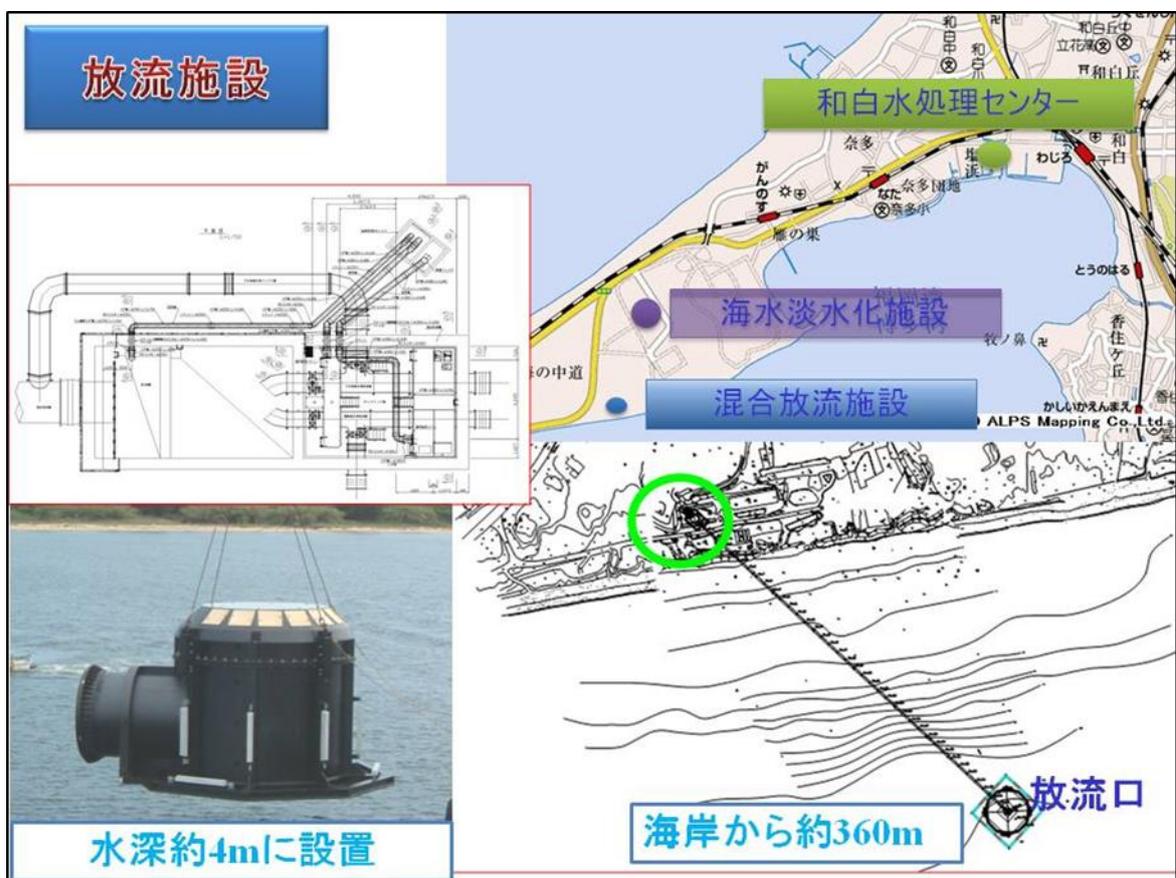


圖 40 放流設施相對位置圖

該廠於1999年興建之時，考慮海淡水要調整與自來水相似的味道與礦物質含量，因此規劃2處混合設施。該廠海淡水先輸送至多多良混合設施，約12.68公里，在此處有一部分海淡水與多多良淨水場之清水進行混合後，輸送

至松崎配水池，而後再供應到福岡市公共給水。另有一部分海淡水或混合水再從多多良混合設施輸送至下原混合設施，約8.29公里，在此處與來自牛頸淨水場之清水混合後，再輸往下原調整池(配水池)，再配給新宮、古賀、福津、宗像及福岡市。混合供水方式如圖41。由於海淡水與既有淨水場之清水以1:1混合後，其硼濃度從1.4 mg/L降為0.7 mg/L，可進一步降低硼的含量。

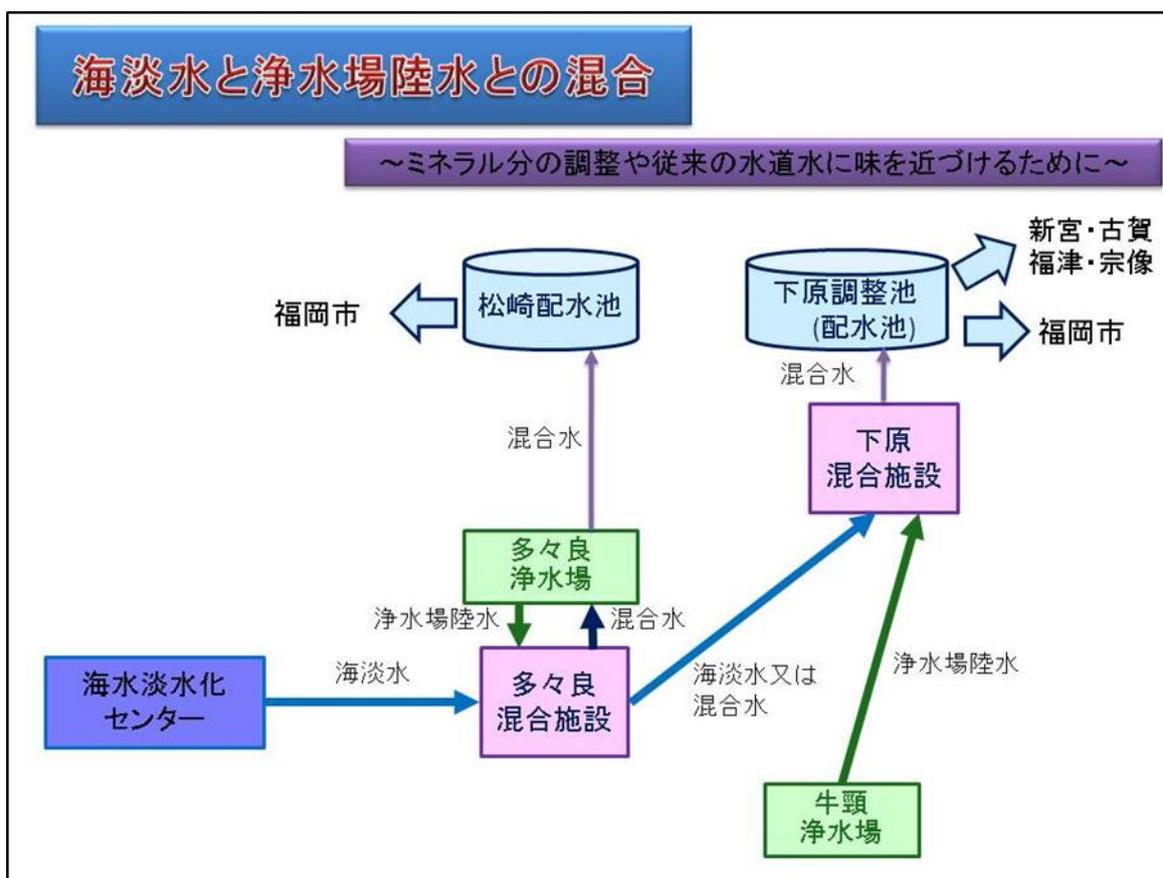


圖 41 海淡水與淨水場清水混合供水圖

根據2016年海淡中心說明，目前日本海淡廠之操作與營管之定位，係參考美國對海水淡化廠評估之指南(WPI., 2015, Analysis of Domestic and International Desalination to Outline the Decision Making Landscape for Implementation and Operation of Desalination Plants in the United States)，主要原則

為先採取節約用水措施、做好調度管理之後，若尚有水資源不足，採取開發地下水、修建污水廠、從別區域調度供水，再有不足時，最後再考慮開發海淡水。

於2012年為止之產水規劃，設定於7至9月間全面運轉產水5萬CMD，在其他9個月則設定為產水4萬CMD，其他供水需求由川流水優先提供。但實際海淡水之產水量則須取決於實際需求量，以及筑後川流量變化而定，最低約為3萬CMD。實際的運轉情形則是常維持高運轉率，尤其在平成22至23年(2010~2011年)之缺水時期，約有5個月的時間為全面運轉，超出原來規劃方案。

依據運轉統計，自平成17至24年(2005~2012年)統計資料顯示，平均每日產水量約從3~4.2萬CMD。而從平成25年(2013年)開始，因大山水庫完成並開始供水，海淡廠操作策略有所調整。由於海淡水之產水成本約為陸地取水之2倍，因此當河川流量穩定且豐沛時，優先取用川流水利用，而當缺水發生時，則以海淡廠增量運轉產水以增供水量。是以於2013、2014兩年之運轉產水量即降低至只剩2.1萬及2.0萬 CMD。

預計自2015年度之後，每年預計之運轉產水量約3萬CMD，但現在實際是2萬CMD，操作對策為全部5組RO逆滲透設備（無備用）之其中至少有3組保持常態運轉(契約電力變更為3萬CMD)，剩餘的2組系統進行整備維護。

依據企業團2022年統計年報，近10年海淡廠年產水量與用電量統計如表7。

表 7 海淡廠歷年產水與用電量統計

年度	產水量 (m ³)	總耗電量 (kWh)	單位產水耗電量 (kWh/ m ³)
2013	7,783,338	42,601,920	5.47
2014	7,388,584	39,819,120	5.39
2015	7,746,916	41,557,440	5.36
2016	7,430,881	39,817,680	5.36
2017	7,901,750	43,090,320	5.45
2018	6,745,714	37,129,200	5.50
2019	7,300,661	41,457,984	5.68
2020	7,343,626	41,019,288	5.59
2021	8,734,324	47,056,752	5.39
2022	7,827,325	42,602,328	5.44

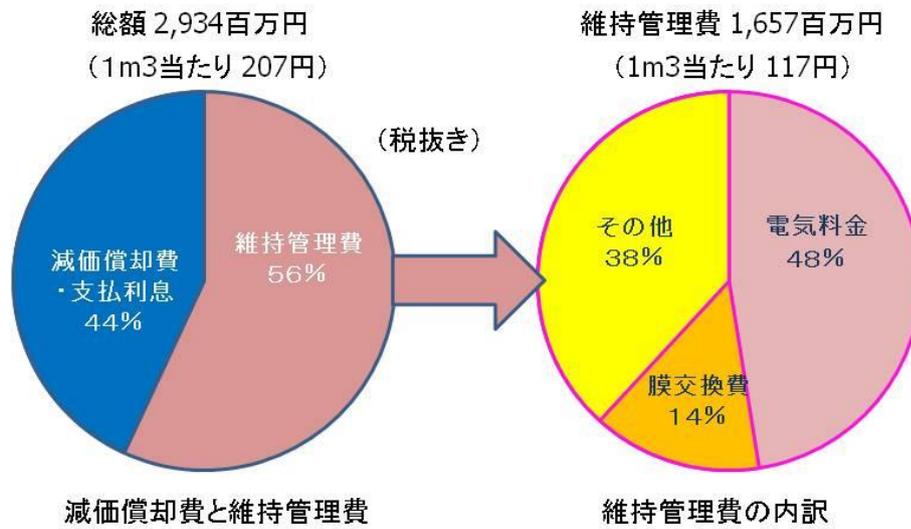
海淡水造水成本部分，於平成24年(2012年)之實際運轉平均產水量為3.9萬CMD，依此估算之成本(含折舊攤提與維護管理費用)總額為29.34億日元，每1立方公尺之產水成本(稅後)為207日元，其中折舊攤提及利息支出佔44%，維護管理費佔56%，成本分析如圖1.17所示。若單就維護管理費用分析，總額為16.57億日元，每1立方公尺之產水成本(稅後)為117日元，其中電費支出佔48%，薄膜更換費佔14%，其他為38%。惟相關單位產水成本之計算涉及不同

海淡廠之個別成本、產水量、薄膜更換頻率與數量、定期檢查和維修之頻率等等因素，須依個別廠之運轉情況而定。

此外，該廠再根據平成26年(2014年)之實際運轉平均產水量2.02萬CMD，估算折舊攤提與維護管理費用之成本，其總額為32.96億日元，每噸海淡水產水成本(稅後)為413日元，其中折舊攤提及利息支出佔44%，維護管理費佔56%，分析如圖1.18。而單就維護管理費用分析，總額為18.5億日元，每1立方公尺之產水成本(稅後)為232日元，其中電費支出佔32%，薄膜更換費佔23%，其他為28%。

由上述2012年及2014年兩年成本分析之比較，2014年的設備折舊、利息與維護管理費增多了3.62億日圓，其中管理費支出多了1.93億日圓，尤其在薄膜更換費增加最多，可見2014年可能為其薄膜大量更換時間，以致支出增加較多。

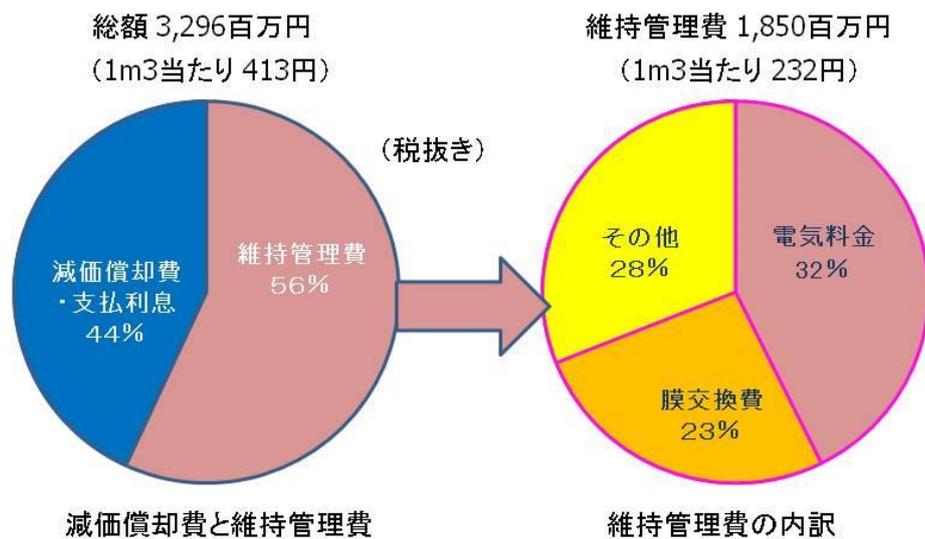
海水淡水化のコスト（H24年度実績 税抜き）



※ コストは、生産水量、膜交換本数、定期点検整備の対象等により変化する。
 (H24年度 日平均生産水量約39,000m3)

図 42 海淡水造水成本分析-2012年

海水淡水化のコスト（H26年度実績 税抜き）



※ コストは、生産水量、膜交換本数、定期点検整備の対象等により変化する。
 (H26年度 日平均生産水量約20,200m3)

図 43 海淡水造水成本分析-2014年



圖 44 參訪團與海水淡水化中心同仁合照

五、宮瀨水庫

12月13日上午前往宮瀨水庫現勘，是一座以防洪為主要目的的多用途大壩，後結合周邊景點成為觀光型水庫。台灣因地狹人稠，為延長水庫壽命，於面臨極端氣候下，集水區管理也越來越值得重視，但由於民眾對於水域環境的親水需求越來越高，故本次參訪行程主要希望瞭解日本如何進行集水區保育與管理、及民眾參與間取得平衡，又如何應用數位科技技術協助水庫安全與防災業務之執行。

宮瀨水庫位於神川奈縣相模川(一級河川)支流中津川上游，距離東京市中心約50公里、橫濱和川崎的市區約40公里。自1971年動工至2000年竣工，



圖 45 宮瀨水庫地理位置圖

本水庫的興建歷程為1969年建設省(現今國土交通省)公布水庫計畫，1978年確定水庫設施地點設在石小屋及宮瀨水庫基本計畫，2001年4月正式啟用。水域面積4.6 km²，總蓄水量1.93億m³，有效蓄水量1.83億m³，蓄水量為關東地區最大，總集水區達213.9 km²(本流集水區101.4 km²、道志川集水區112.5 km²)。

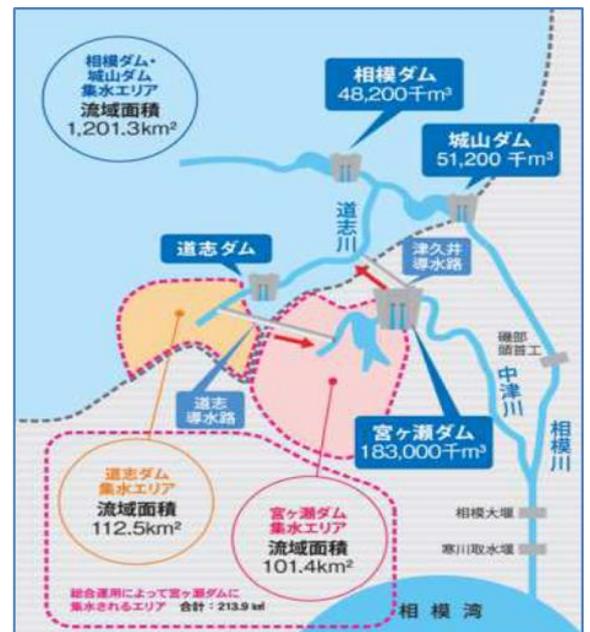
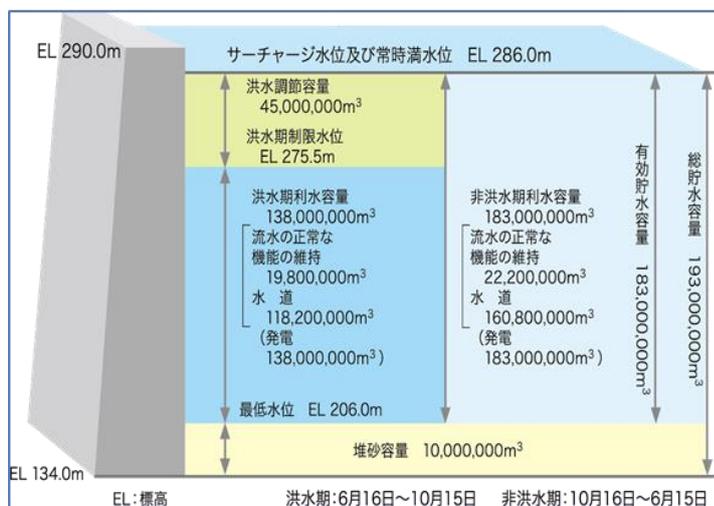


圖 46 水庫水位及集水區圖



圖 47 宮瀨水庫水博物館正門



圖 48 宮瀨水庫水博物館與週邊環境融合



圖 49 水庫纜車站



圖 50 廣域水管理課專門官(矢澤憲一)簡介水庫

宮瀨水庫廣域管理事務所廣域水管理課專門官(矢澤憲一)向本考察團簡

介水庫，相關設施如下：

- (一) 大壩主體(1991年主體完成)：混凝土重力壩，壩高156m(EL134~290)、壩頂長度375m。
- (二) 石小屋水壩(1996年主體完成)：於宮瀨水壩下游800m，壩高34.5m、壩頂長度87m、總蓄水量55.7萬m³、有效蓄水量38.6萬m³。是副水壩，調節宮瀨水壩的放流水，穩定放流到中津川，並確保發電用水。
- (三) 津久井導水渠(1997年貫通)：長約5km，通水量最大為40cms，將宮瀨水壩的水送至城山水壩的上游。
- (四) 道志導水渠(2000年貫通)：長約8km，通水量最大為20cms，從道志川將水引至宮瀨水壩。
- (五) 愛川第1發電站(1997年運轉)：裝置容量24,200kw，位於宮瀨水壩正下方的發電站，利用宮瀨水壩的落差產生的水的能量，在電力需求多的時間帶進行高峰式發電。
- (六) 愛川第2發電廠(1997年運轉)：裝置容量1,200kw，利用由石小屋水壩進行貯水調節的放流水24小時連續運轉發電。



圖 51 宮瀨水庫下游導水路、副壩及發電設施

宮瀨水庫仍需補充下游河川流量，維持低水、乾涸時及最小流量，也可以沖走下游中津川の藻類，改善生物棲息環境。宮瀨水庫下游之寒川取水堰，於水庫完成後流量變化詳圖52，水庫完成後於低水、乾涸時及最小流量反可增加。

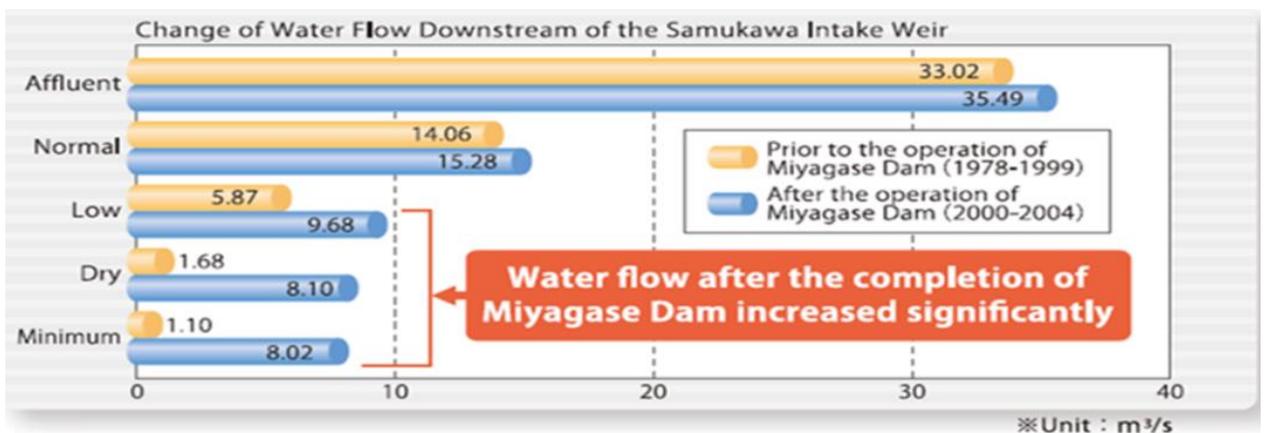


圖 52 寒川取水堰於水庫完成後流量變化圖

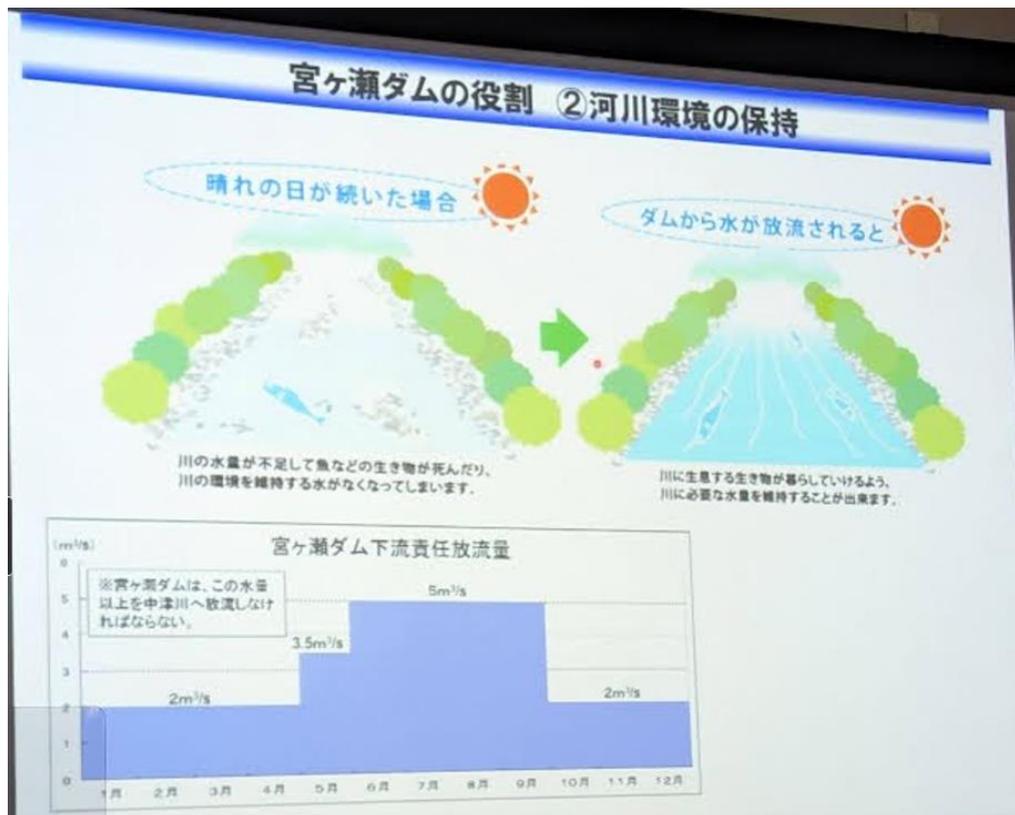


圖 53 宮瀨水庫下游責任放流量

為維護河川環境，宮瀨水庫需依圖53維持分配於每個月下游責任放流量，其中6到10月放流量較大可達5 CMS，主要是因為農業所需用水。平常皆約為2 CMS。

宮瀨水庫提供自來水之水源，在中津川匯合點下游取水量達130萬CMD，並向包括橫濱市和川崎市在內的神奈川縣下屬15市7町供應自來水。

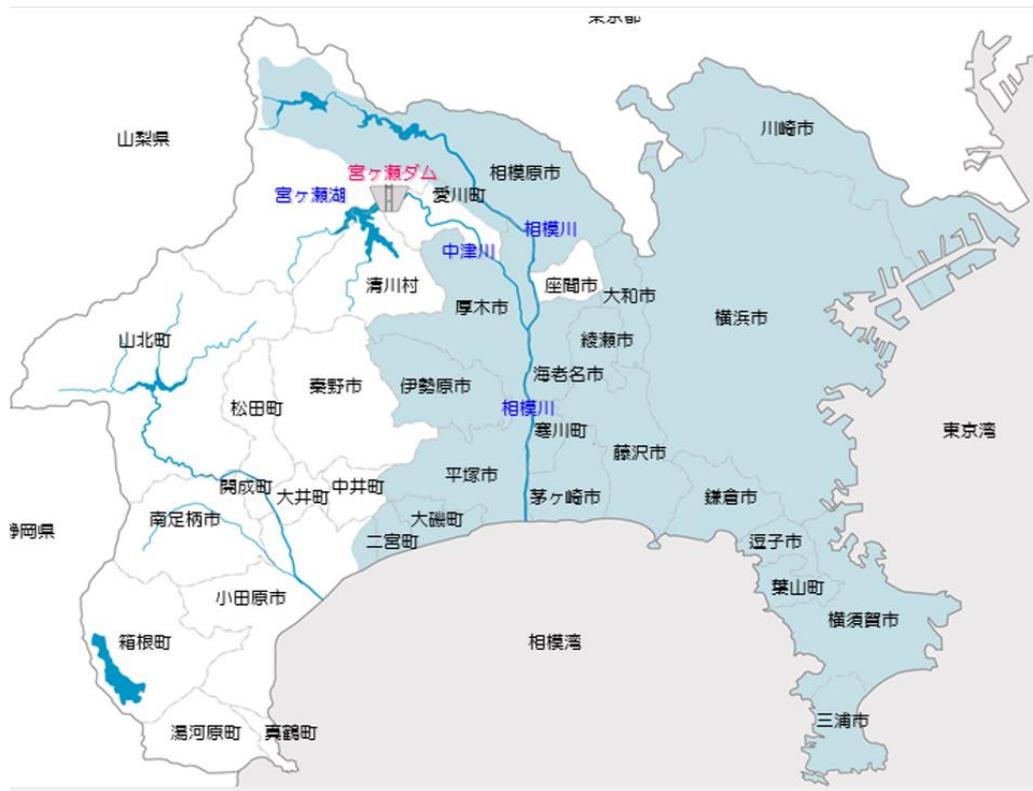


圖 54 宮瀨水庫供水範圍

水壩亦透過下方愛川第1發電站，及愛川第2發電站二階段水力發電。每年發電量約為35400度。

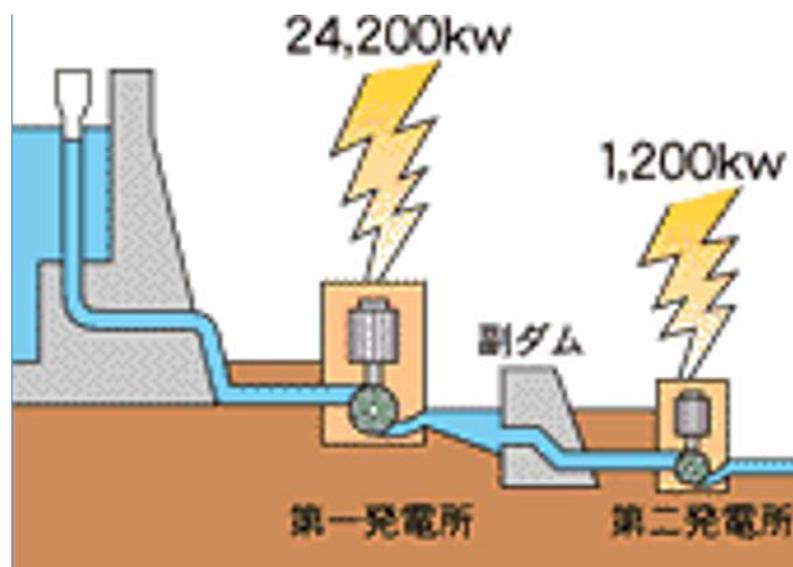


圖 55 宮瀨水庫下游發電站

水壩放水設施運用流程，於各種不同時期操作模式如下，其中「選擇取水

設備」可取不同水層之原水，其設計與台灣分層取水不同，但更為機動調整：

- (一) 平時：透過「選擇取水設備」放水，其目的有兩個，一是配合下游用水需求放水，稱為需水放水；另一是配合愛川第1發電站發電放水。
- (二) 洪水時：將放水量增至100 cms，其中「選擇取水設備」最多放水55 cms，剩餘45 cms由「高位常用溢洪道設備」放水。
- (三) 緊急時：放水量大於100 cms的緊急情況，透過「選擇取水設備」、「高位常用溢洪道設備」及「低位常用溢洪道設備」等3種設備放水，放水量達355 cms，如水位超過水壩高度的緊急事態時，則透過水壩頂緊急用溢洪道放水。



圖 56 矢澤專門官說明「選擇取水設備」

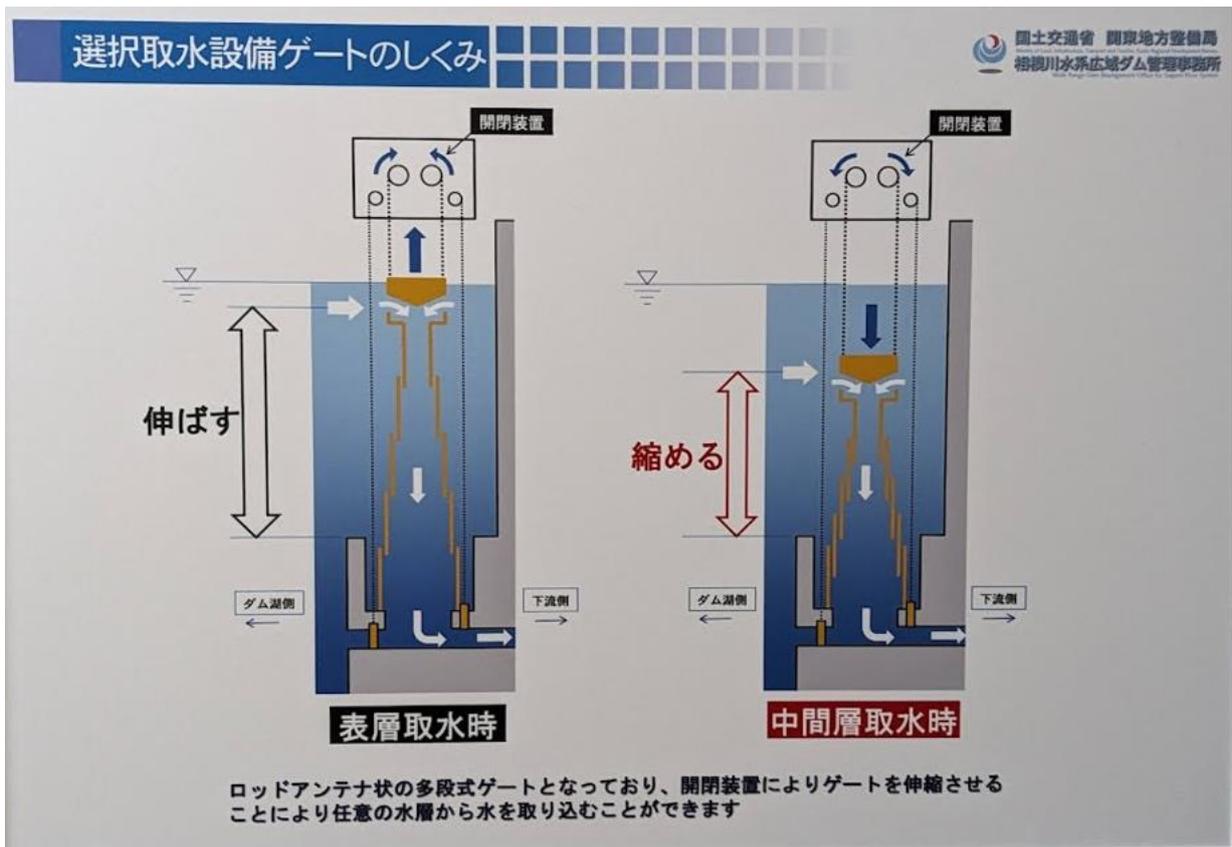


圖 57 「選擇取水設備」分層取水操作



圖 58 不同時期水庫操作模式

冬夏分層水溫不同(詳圖59)且差異性很大,汛期時原水仍會有混濁情形,宮瀨水庫透過「選擇取水設備」分層取水,放流管管頭升降方式來調解水溫與水質後往下游排放,減少對生物的危害。

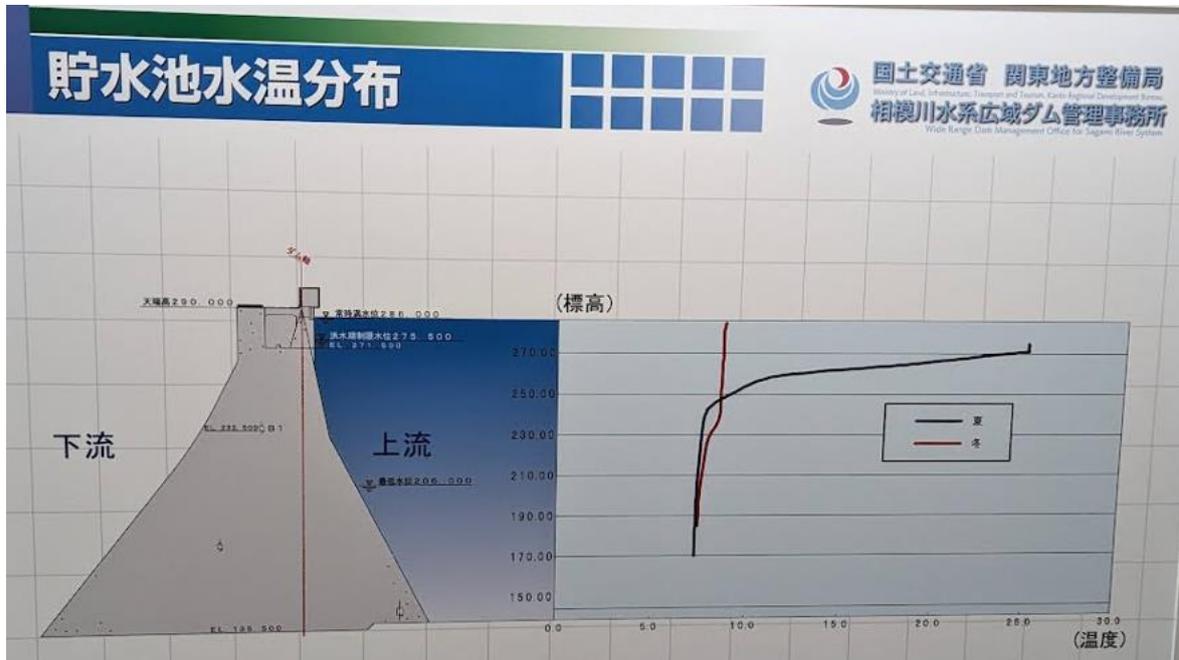


圖 59 夏季及冬季水層水溫分布圖

宮瀨水庫之水庫管理人員為20人,薪資由國土交通省、神奈川縣府支援聯合運用,水庫透過津久井及道志等2條導水渠,與相模、城山及道志等3座水壩進行聯合操作,可有效利用相模川流域的水資源。相模及城山水庫無多餘庫容時,透過道志導水渠將道志川的水引至宮瀨水庫,減少水資源流入海。宮瀨水庫可透過津久井導水渠送水至相模川主流城山水壩的上游。



圖 60 相模川水系各水庫聯合運用

水庫管理方面，其如台灣之水庫安全檢查，分述如下：

- (一) 功能管理：設有雨量計、水位觀測計等並參考日本氣象廳的降雨資料和長期預報來監測出、入流情形；當宮瀨水壩的放水量增加時，會通知相關機構，並透過水壩資訊顯示板、揚聲器和警報器等警告設備施放通知，並使用警報器車輛，將進行安全巡邏。
- (二) 設施管理：除了於周邊設置監視器以維水庫安全，壩體內設有檢查廊道，與大壩內的閘門控制室和測量室相連，並設有擺線儀、地震儀…等監測大壩安全，另有電梯及廊道設檢查維護用軌道式電梯等設備。

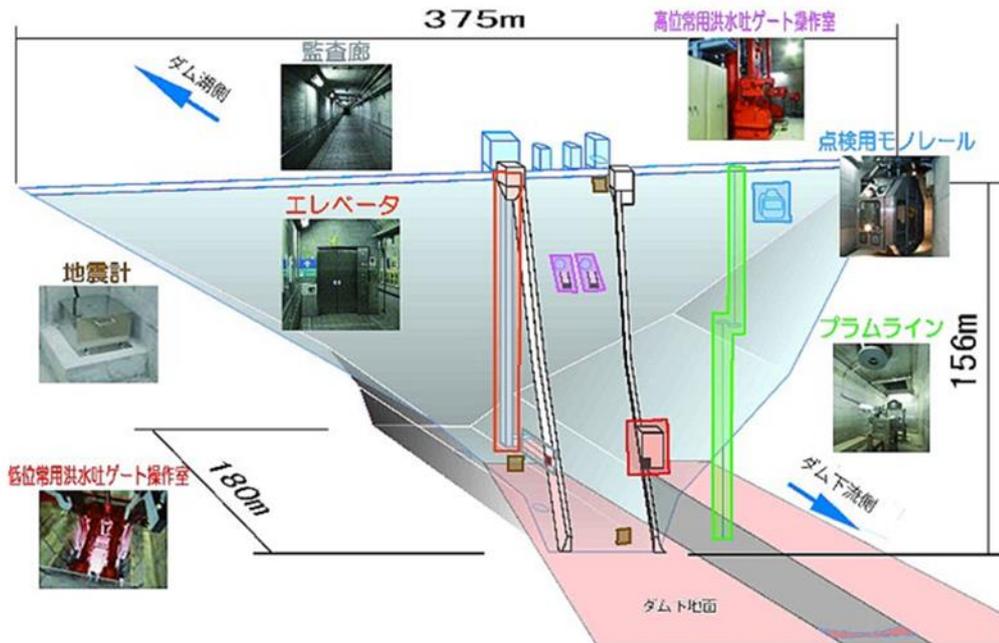


圖 61 水庫各管理設施相對位置圖



圖 62 水庫檢查廊道



圖 63 壩內檢查用纜車

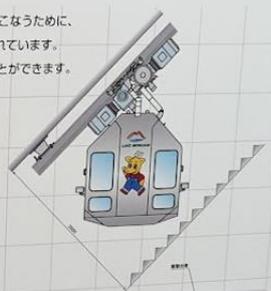
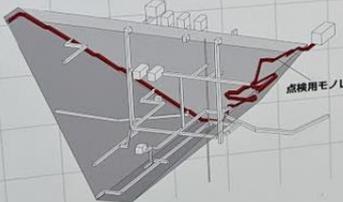
宮ヶ瀬ダム点検設備

点検用モノレール

国土交通省 関東地方整備局
相模川水系広域ダム管理事務所
Sagami River Basin Management Office for Regional Safety Office

宮ヶ瀬ダムは巨大なダムなので、点検を効率良くおこなうために、堤体内部には4人乗りの点検用モノレールが設置されています。これによって広いダム内部をじっくりと点検することができます。



用途	堤体内点検
形式	無人自走式モノレール
駆動方式	ラック&ピニオン
走行部分	約660m
キャビン寸法	W3.0m×D1.2m×H2.2m
停留所数	11箇所
材質	主要部SUS304
最大容積能力	4名
乗車定員	4名
稼働時間	400年
走行速度	60m/min (最大)
電力	400V、11kw×2台
設備完成年月	平成10年1月

圖 64 點檢纜車行走路線介紹



圖 65 高位常用洪水油壓閘門操作室

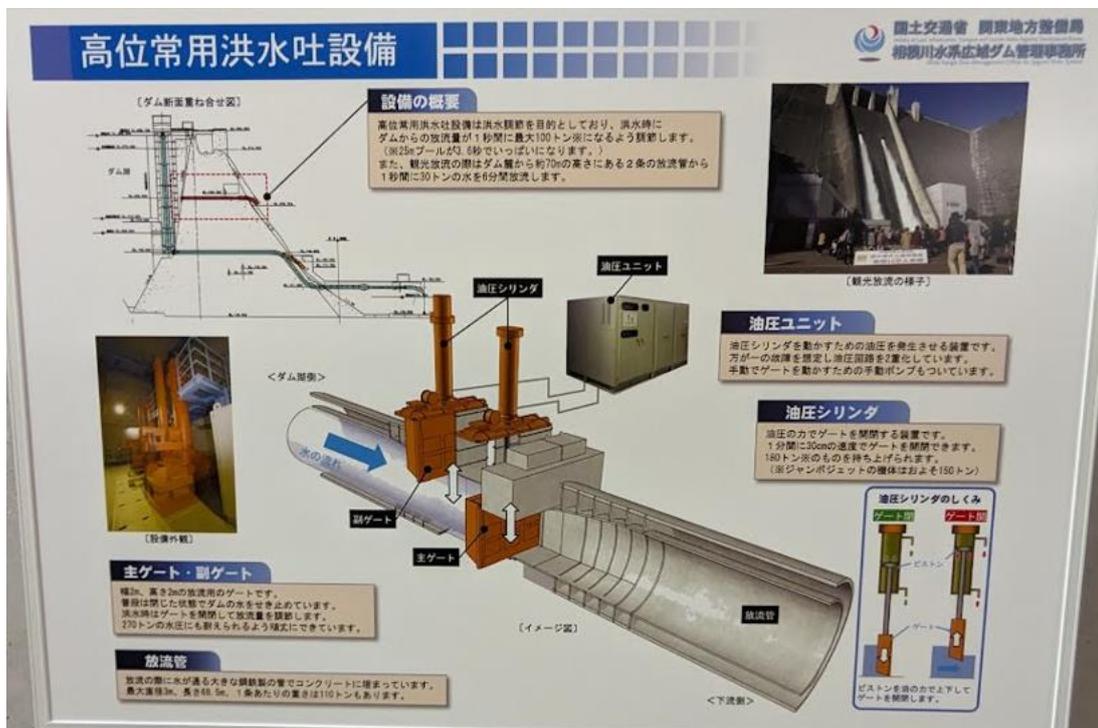


圖 66 高位常用洪水油壓閘門細部介紹圖

有關水質監測與保全方面，河川水質屬甲類，BOD標準訂在2 mg/L以下，協調相關單位建立共識，採行各項水源保護與保育措施，以確保水庫優良水質。原水採樣7點（分布於水庫水域、支流、越域引水入庫點），每月定期取樣監測。水庫設有水質自動連續監測設施。

水庫水域設有曝氣設備，促進湖內水循環，抑制厭氧菌的生長。建壩主要目標為提供自來水原水，平時與地方政府聯繫及溝通良好，具相同保護共識，附近居民環保意識高，相關配合度高。

宮瀨水庫特別注意與週邊共同營造水庫環境，其政策及方針分述如下：

（一）雙贏的集水區居民遷村與就業協助

集水區原住戶約300戶共900多人，逾80%以上人口皆已遷村安置，過程順利平和，遷村過程無抗爭情形，其樹立成功雙贏典範原因如下：

- 1、政府作業完整，建壩及遷村前與居民各項溝通說明清楚，以合理價錢收購居民土地及作物等。水庫興建之過程，在基本設計前，與當地居民溝通就長達20年。
- 2、政府給予遷村戶較高融資額度，以利其在新環境就業、創業生存發展。
- 3、遷村者願留在水庫附近繼續生活者，政府於水庫附近規畫闢建相關觀光及遊憩景點及設施、道路等項，以吸引觀光遊憩人潮。並協助遷村者於此地創業，如開設小型旅館、商店等項，政府則協助其低利高額度優惠貸款等項。
- 4、對集水區內無意願搬遷少數原住民，政府改善及適度闢建新道路，以

提升其交通便利性，並設置污水下水道收集家庭污水後排送至外地污水廠處理，以避免水源污染。

(二) 以宮瀨水庫為中心整建週邊、振興地方

1. 為保留和維持宮瀨水壩湖畔地區整個自然風貌，就週邊分為壩址區、宮瀨湖畔區及鳥居原區等3地區進行整建，並將其作為振興地區的中心基地。
2. 宮之瀨水庫屬多目標水庫，除供水發電外，大壩右岸設觀光纜車及水科學館，水庫中游岸邊設有鳥園、遊覽船碼頭、泛舟區、親水公園、湖水之鄉交流館等吸引觀光客各項措施。



圖 67 水庫週邊觀光景點及參訪人數

水庫定期進行觀光放流，讓參訪民眾親自看到水庫放流之實際情形，放流水會再蓄留在下方石小屋副壩，不會造成浪費。

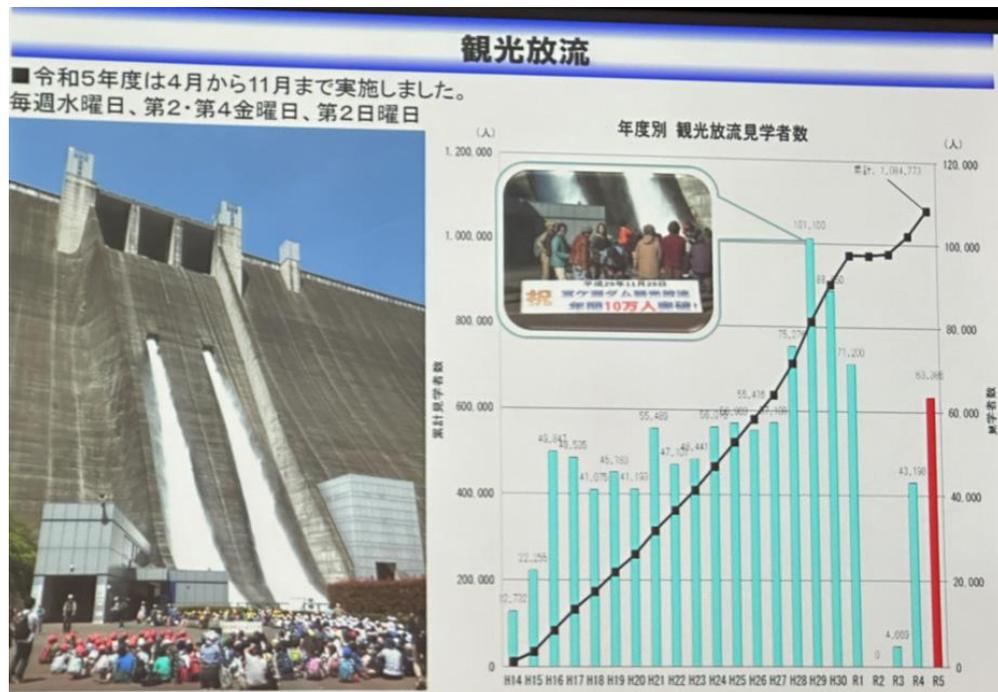


圖 68 水庫觀光放流

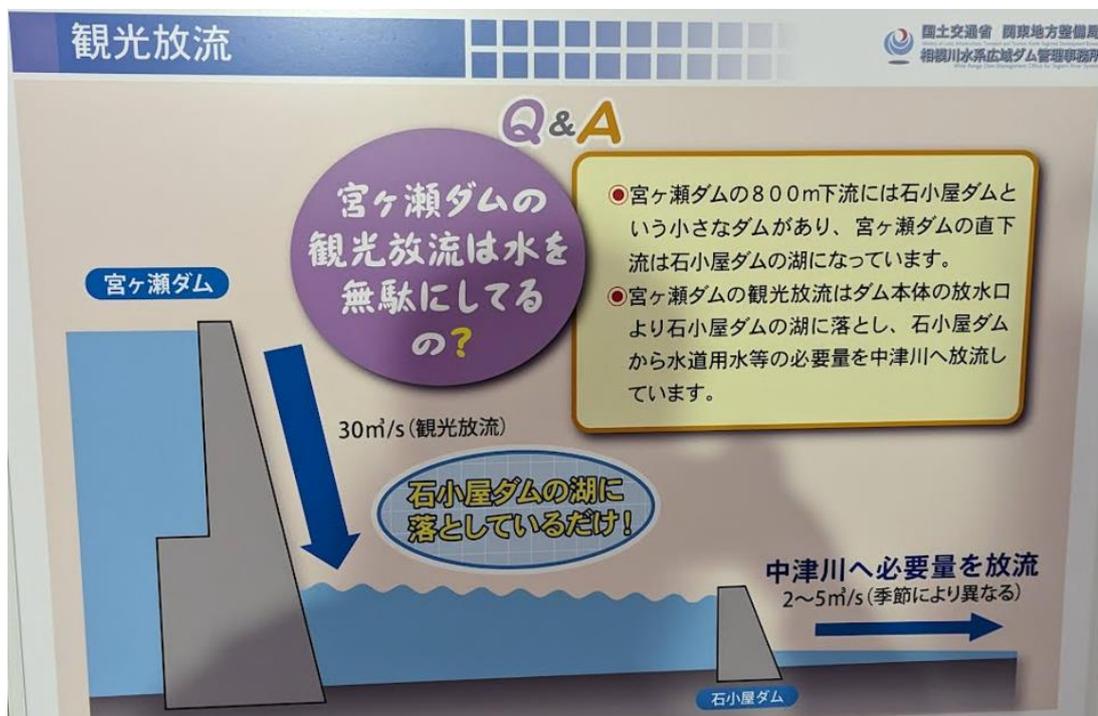


圖 69 觀光放流水再蓄留利用

集水區保育及治理方面，神奈川縣自1932年規劃建設相模水壩以來，至2001年宮瀨水壩完工，已修建了4座水壩，支持了戰後經濟成長所需。宮瀨水壩完工也象徵該縣水源開發歷史的結束，轉型為水源環境的保護，以確保用水安全。

神奈川縣自2000年起積極與民眾就未來水源環境的保護與再生方針進行深入意見交流，經縣議會的討論，於2005年制定了「神奈川水源環境保護・再生政策大綱」，勾勒了以20年為期(2007~2026年)，全面系統性推動水源環境保護與再生措施的基本構想，並以5年為1期，執行「神奈川水源環境保護・再生計畫」。

為確保執行所需財源，引入了個人縣民稅的超額課稅（水源環境保全稅）。並以「推動水源林創建工程」、「丹澤大山的保護和再生措施」、「河岸森林維護工程」、「促進間伐木材的運輸」、「支持當地水源森林維護」、「推廣河川和水道自然淨化措施」、「推廣地下水保護措施」、「推動縣內水壩集水區公共污水處理系統的發展」、「推動縣內大壩流域綜合處理化糞池建設」、「實施相模川流域聯合環境調查」、「實施水環境監測調查」、「建構縣民共同參與的水源環境保護與再生新體系」等12項專案來推動。

在第1期到第3期的努力中(2007~2021年)，森林中觀察到了地被植物的生長，而在水庫上游地區，生活排水處理率有所提高，顯現出效果。然而，考慮到最近集中豪雨等情況，土砂災害的頻率和嚴重程度可能進一步加劇，因

此需要加強林地保護措施，特別是針對對水源保育功能至關重要的森林土壤保護。對於施策的最終目標—「穩定確保優質水源」，長期而持續的努力是必要的。因此，制定了「神奈川水源環境保護・再生實行5年計畫」的第4期，並計劃自2022年繼續實施特別對策。

(一) 針對水源環境的保護和再生，強化並推進直接產生效果的措施，如水源保育和公共水域水質改善等，主要在縣內集水區實施，並與相模川水系以外的上游地區（山梨縣）共同進行合作。

(二) 針對推進水源環境的保護和再生所需的機制，實施相應的措施。

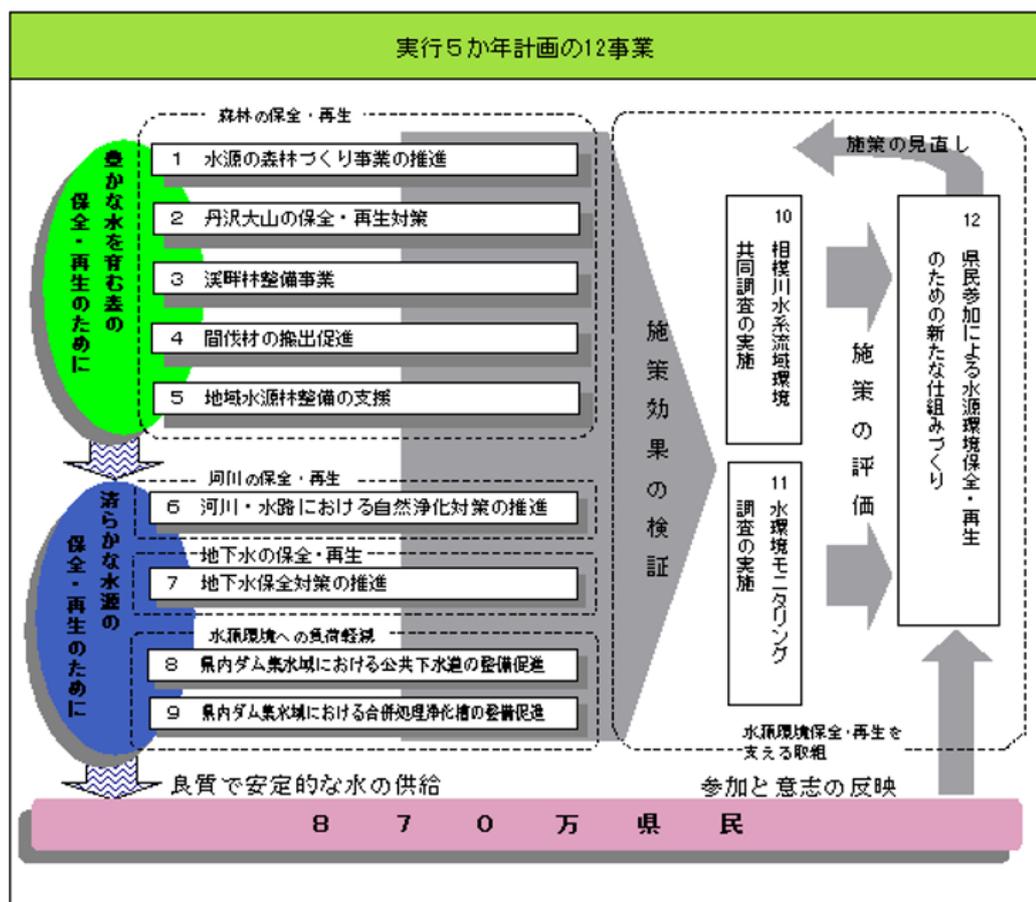


圖 70 神奈川水源環境保護計畫

六、河川整備研究所暨國際顧問會議

日本政府為了河川管理技術之提升，於 1987 年由國土交通省河川局、各都道府廳的協助指導，由前東京都知事鈴木先生為發起人，成立財團法人「河川整備中心」，專門從事日本地區河川相關的水域環境保育利用及規劃施工等技術之開發調查工作，調查項目廣泛細密，研究成果豐碩成熟，廣為日本工程界引用。「河川整備中心」是成立在國土交通省下之研究單位，後為因應日本國內對於非營利機關的管理與補助原則，「河川整備中心」於 2012 年 4 月 1 日更名為「河川整備研究所」。



圖 71 河川整備研究所

水利署自2003年起積極推動臺日雙方水利技術之交流與合作，與該所持續就流域綜合治水、生態復育、水環境改善、土砂管理、河川管理、防災預警、海岸防護、都市防洪、氣候變遷等議題進行交流合作，每年派員互訪，互動良好。12月13日下午拜訪河川整備研究所，針對台灣流域治理政策及措施，以及

防災應變對策進行交流互動外，亦為延續長期與河川整備研究所之合作情誼。



圖 72 與研究所土屋信行、塚原浩一及內藤正彥先生進行交流

首先由河川整備研究所塚原浩一理事與水利署賴建信署長致詞，並由水利署河海組李恩彤工程員針對我國目前流域治理政策介紹，並由河川整備研究所針對參訪團於行前提出之提問回覆，並進行綜合討論。交流討論內容如下：

- (一) 日本的河川管理單位與臺灣相似，上游為農林水產省負責，因此日本針對流域管理的部分與臺灣想法一致，必須集合不同的單位統合。
- (二) 日本運用輪中堤的概念進行防洪，洪水來時，優先保護住民的安全，田地則可以做為洪水漫淹區，其概念與我國在地滯洪相似。
- (三) 為統合與洪災相關各單位，日本設立協議會組織，裡面包含政府單位(如農林水產省、當地市町村)、地區河川的負責人、中央協調角色、負責

農林的地方政府負責人、水利發電的單位，以及土地改良區農民的自主組織等，共同討論防災工作。

(四) 日本的災害復興預算是全國通用，若災害導致原有設施損壞，可以動用這筆預算，包含水災與地震等災害造成的損害，其中經費由中央負擔95%，地方只要負擔5%。

(五) 日本總理大臣針對流域管理設立方針，透過協議會方式將不同單位進行整合，目前國土交通省也逐步整合轄下相關單位，在都市建設計劃中也加入流域改善與治水的思維。

(六) 日本正在規劃公告淹水風險區域後，進一步限制當地土地開發，避免災害的一再發生。目前的要求土地交易時一定要公布潛勢圖。



圖 73 拜會河川整備研究所會議合影

七、荒川下流河川事務所

本團於12/14拜訪荒川下流河川事務所，由事務所長出口桂輔、副所長渡辺健一、企劃室專門員森田浩敏及課長岸辰彥課長接待。先於荒川知水資料館由館長與館內人員進行導覽，後前往中央管理室瞭解防災管理業務，再至高規格堤防現地進行參訪



圖 74 荒川下流河川事務所長等接待本團

事務所管理的荒川下游區域，約30公里（從荒川的笹目橋到河口）的範圍內推動河川整治，預防和減輕災害，使流域居民能夠安全居住。河川整備重點分述如下：

1. 保護首都圈免受大規模水災的水利工程
2. 保護城市免受大規模地震的水利工程
3. 防範直下地震和首都圈大規模水災的危機管理

4. 保護良好的環境
5. 持續確保安全性所需的維護管理
6. 推動與地區和市民的合作



圖 75 所長於水資源中心大廳說明荒川之水道開發及治理

荒川是位於日本關東地方的河川，流經埼玉縣及東京都等自治體，主流總長173公里，流域面積約2,940平方公里，是日本政府列管為「一級水系」的荒川水系之主流，也是日本政府列管之一級河川，為東京都會區內的重要水道之一。

川幹流起源於埼玉縣、山梨縣、長野縣三縣交界的甲武信岳，以位於埼玉縣西部的秩父山地為上游，在匯集秩父山地附近的溪流、進入秩父盆地後流向轉東。經過埼玉縣戶田市附近後再度轉向東流，並成為埼玉縣及東京都的分界

河；之後進入東京都的管轄區域，在位於北區的新岩淵水門分支出隅田川（荒川下游舊河道），再向南穿越江戶川區後注入東京灣。



圖 76 荒川新舊河道圖

荒川原本最下游的河段為今之隅田川，由於此河段水路狹窄且彎曲，導致洪水頻發，在1910年更爆發了關東大水災。為了徹底解決荒川對東京與關東地方造成的水患問題，日本政府在1913年針對下游河段動工興建分洪道，即「荒川放水路」，歷經17年的工程，於1924年開始通水，1930年正式完工。荒川放水路以新岩淵水門為起點，沿著東京市區東緣開鑿人工河道，至中川河口合流後通往東京灣，全長22公里，河道平均寬度約500公尺（包含堤岸區域）。荒

川放水路的興建，加上同時期開闢的江戶川放水路，大幅紓解了東京市區一帶的洪水威脅。1965年，日本政府正式將荒川放水路編為荒川的主河道，新岩淵水門以下的舊河道則改稱隅田川，直至今日。



圖 77 荒川第一調節池配置



圖 78 荒川舊河道水門(紅色水門)



圖 79 荒川新河道水門(藍色水門)

災害發生時，事務所相關人員會聚集到災害對策室進行防災準備，於管理室可以遠端監控與操控水門及抽水站等設備。而國土交通省、關東地方整備局也都有個別開設災害對策本部。



圖 80 荒川事務所災害對策室



圖 81 荒川事務所災害對策室內部配置



圖 82 災害對策室情報班



圖 83 災害對策室機械電氣班



圖 84 災害對策室指揮主管位置及設施

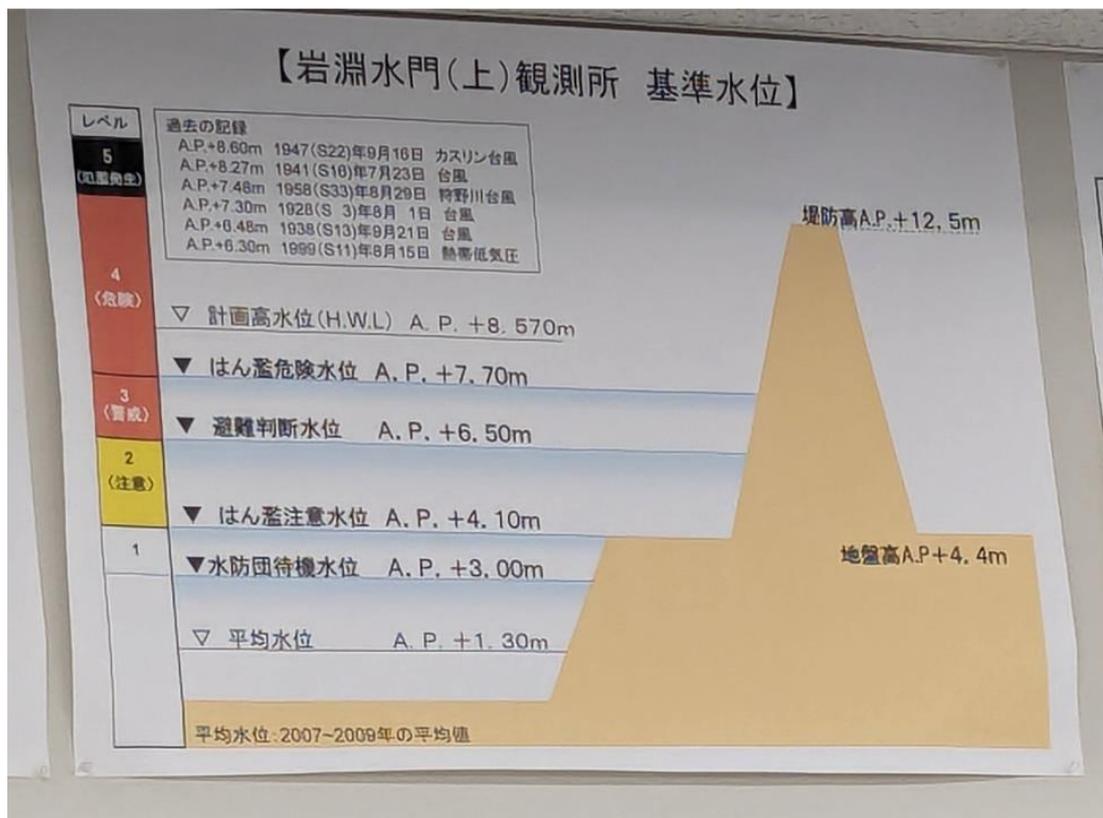


圖 85 災害對策室週邊牆面圖示化各重要資訊

本團另參訪高規格堤防，可作為防洪、避難的地點，且由於地盤重整，耐震度也較佳。採用類似PPP方式來執行，由政府、住宅公團及民眾整合後施行。在東京13區有類似的地方已經完工，有9個區域正要進行相關的施工。



圖 86 日方現地說明高規格堤防



圖 87 高規格堤防及合建大樓

八、國土交通省水管理・國土保全局

12月15日前往河川情報中心與國土交通省水管理・國土保全局進行交流，國土交通省水管理・國土保全局主要工作為綜合調整、法令、水利、預算分配、政策、河川計畫、河川環境的保護、河川・水庫的管理、防洪整治、災害恢復事業、防災(自然災害)防止、水資源開發基本計畫、國際協助、下水道計畫、特定流域下水道整備綜合計畫、侵蝕控制的綜合調整、侵蝕控制設施的整備等，以及整合與水有關的行政部門。台灣因地理條件所致，防減災作業及水資源保育極為重要，鑒於日本地理環境與臺灣相似，故本次拜會想了解日本如何統籌進行流域治水政策、系統性智慧防減災措施含技術開發，以及推廣及水源區政策訂定等政策規劃含後續推行建議。

首先由水管理・國土保全局進行簡報說明，包含水庫的管理、河川環境、政策方向以及如何驗證確認，最後一個是因應氣候變遷下流域管理的方式。水管理・國土保全局並針對參訪團提出之提問回覆，交流討論內容摘錄如下：

- (一) 日本的水庫總數有2,755個，分類的方式為F、N、A、W、I、P，一個水庫可能會有多種目的，興建時都有其規劃，但若是遇到特殊情形時(例如缺水)，即使發電型水庫也會依據指引做應對。
- (二) 日本運用PDCA的概念來進行水庫管理計畫，流程從計畫的成立、推動，在現場執行確保結果的好壞，之後進行修補或修繕，再確立下一個計畫，整個流程最重要的是必須要有足夠的健診方式，了解水庫的真實情況。
- (三) 對於河川防洪的整建，日本也有指引手冊，主要是治水也要兼顧環境的

自然景觀。在執行前會進行環境調查，並設計適合生物棲息的環境。

(四) 日本河川法於1896年訂定，並於幾次修正後，1997年之河川法加入環保的理念，包含防洪、水利與環保相互關聯。若洪水來臨造成水質惡化，亦會破壞環境，而洪水發生亦會造成水庫發電功能喪失。

(五) 針對政策驗證，主要是對整體流域是否達到目標以及較複雜區域會進行單獨驗證。認證方式主要是確認工程實施的前後去比較其效果是否達預期，如果淹水的話，是否會造成經濟上的損失，從投資的觀點來看，針對水庫河川做保育時，可以將其量化為經濟數字，反映在經濟的發展。

(六) 在氣候變遷應對政策下，河川除了整建外，還是必須做堤防、河道挖掘等。而風險比較高的地方，從土地利用的角度會建議搬遷。水庫的具體做法第一為增加水庫容量，可在原有的水庫下游新增一座水庫增加水量。第二個是提高放流的能力，在水庫挖一個洞可以提高水庫放流的能力。第三個是針對土石流的對策，包含攔砂堰與挖疏砂導路等方式。



圖 88 國土交通省水管理・國土保全局簡報

九、河川情報中心

河川情報中心(FRICS)為非營利法人團體，原為國土交通省河川局所管轄，後調整為一般財團法人，營運經費由日本全國 47 個都道府縣及 10個政令指定市捐贈及贊助，做為推動水災災害防止與減輕的公益團體。主要任務為蒐集、處理及提供河川及流域等知識與相關訊息，減輕洪水災害與提供較好以及合理的河川利用資訊。由於中心營運經費係由各機關所捐贈，因此中心的運作與主要功能，亦有相關規定須要執行，包括河川流域相關情報之蒐集、處理及提供、上述目的的相關技術開發、相關資訊的交流、推動國際合作與交流活動、基金規範所必須採取的行動等。中心組織設有理事長、理事會、11 個部、6 個室、9 個分支辦公室對應於國土交通省的地方整備局，目前職員數有 100 人(總部 72 人、分支單位28 人)。

由於日本地理及地形條件的影響，大約 49%的人口及 75%的資產集中在沖積平原，然而這樣沖積平原亦為河川容易氾濫的地區。因此，各項治水措施中洪水預報及預警，對於人口集中的沖積平原地區進行早期避難，

係治水工程手段外，減少沖積平原洪災損害的重要措施。為達到洪水預警與預報，設置各項精密的雨量觀測設備是相當重要的，依據日本 2005 年的統計資料，包括河川局所管、道路局、氣象廳、都道府縣所管、水資源機構及電力機關等，共約有雷達雨量計 26 座、地上雨量計 8,390 座、水位計5,088 座，其他 1,270 座，量測數據更新時間約為 5 分鐘到 10 分鐘。各項量測數據透過水文站(水位及流速)及雷達雨量計，傳送到地方整備局及都道府縣政府，

彙整後傳送到「河川情報中心」作進一步整理及分析，透過各項先進的模式計算出各項實用可靠的訊息，以淺顯易懂的方式提供給新聞媒體、地方整備局、都道府縣政府、市町村及民間企業等各項所需情報，讓各單位可以正確且容易的用到他們所需要的領域。

首先由池內幸司理事長簡報說明，針對情報中心工作簡介說明以及針對參訪團提出之提問回覆，交流討論內容摘錄如下：

- (一) 河川情報中心主要進行防災減災的研究，透過中央政府的預算，執行各項的計畫，並將成果提供給國土交通省或地方政府應用。
- (二) 針對每個河川都有不同的警戒水平，預測的資訊提供給地方市政府做決策時參考。民眾會提供避災指引，其居住地的危險程度依據顏色分類，並提供淹水潛勢情形，供避難時參考。
- (三) 日本已有實例為將淹水感測器與自動販賣機配合，可以成為廣泛且實用的偵測平台。
- (四) 在風險評估地圖部分，情報中心進行模擬與分析後，提供給地方政府參考應用。透過動態的模擬，可了解不同時間點水位漫淹的程度。
- (五) BCP計畫在民間是以持續從事活動為優先項，但政府則是要進行災害的整合準備為優先，必須明確業務分配。市役所的BCP重點第一為代理順序，明確由誰下達指令，其次為若官廳無法使用要到何處做緊急應變，第三為水電及食物的確保，最後是確保災害時保持聯繫暢通。
- (六) my timeline即是針對不同風險區域居民需要做的工作做彙整，協助居民

減災與避難。並且會透過地方政府市町村定期舉辦研習會或活動讓附近的居民參與來推動My TimeLine的製作。

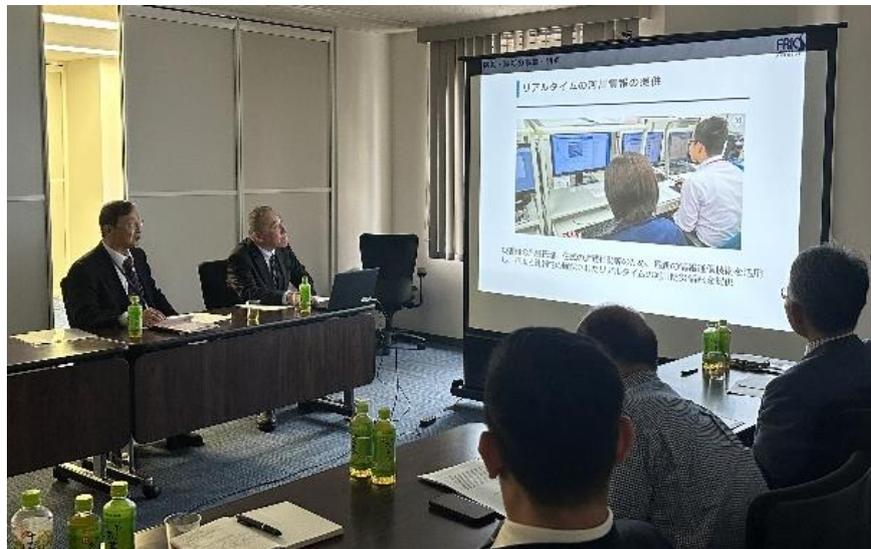


圖 89 河川情報中心簡報

肆、心得與建議

一、心得

(一) 福岡自來水事業專業人力充足，配水中心調控供水

福岡市水道局除淨水場及操作管理人力外，另對送、配水管網設有配水調控中心，採輪班操作監控，每班4人(其中一人為組長)，管線400mm口徑以上蝶閥均採電動閥門遠端操控，以水量及水壓設定值自動即時監測，以達各地區水壓平衡及滿足供水末端及高地用戶最低水壓，及節約用水之調配目標，每日約可節約5000-10000噸之水量，大幅減少破管率。

(二) 水庫保育成效優良

宮瀨水庫集水區內居民之生活污水，皆會整體管制並設有污水處理廠，處理後之放流水不排入水庫庫區。水庫以100年堆砂量來做設計，水庫營運23年累積520萬噸，因此目前也透過攔砂壩等方式減緩淤積情形，其上游水土保持及保育成效良好。庫區道路由縣府管理，道路以下至水庫是水庫事務所管，集水區其他私人用地無管理，且開發行為無增加其他限制，由居民自律與水庫管理單位合作，以維持優良環境。

福岡自1971年大旱後，體認以森林補給水源重要性，水庫集水區透過收購和維護區域內森林等，以防止水污染及改善增加水源補充，以對水源地之源頭保育為政府基本政策，以治本方式面對枯旱問題。

(三) 淨水場設置高級處理設施，降低原水不佳風險

多多良淨水場因多多良川水質較其他河川惡化，主要為原水臭度之問題。該淨水場原為傳統處理程序，面對該原水問題最初採用粉狀活性炭，但發現清水水質並沒有大幅度改善，故再設置臭氧及活性炭，以提升淨水品質，降低原水不佳風險。

(四) 奈多海水淡化廠以浸透式取水設施取得優質海水

奈多海淡場之海水取水方式，非如一般海淡場以海水面下設置取水工方式，而採取浸透式取水設施，係於海床下鋪設集水設施，進流水於海床先經砂層過濾後，再進入海淡場，其設施類於台灣使用伏流水，該設備不僅可穩定抽取較清澈海水，較不易遭海流破壞影響。另因海水水質優良，海淡場已可將UF前處理撤除，進一步降低產水成本。

(五) 落實河川整治及防災管理

荒川下流事務所管理河川區域，推動以保護首都圈免受大規模水災、地震之水利工程及危機管理。並專門設置災害對策室(Emergency Operation Room)，該對策室分組及對應設施完善，設置電視牆及監控設備，各相關資料、手冊及圖示皆設於該室中，人員可隨時進駐，達快速應變。

二、建議

（一）公務預算投資自來水事業以降低供水風險

台水公司之供水系統擴建原則為配水率高於65%，即須評估與規劃系統擴建，所以配水率應為65%以下為優，福岡市每日平均供水量約41.8萬CMD，設施能力為78.09萬CMD，配水率為52%。而台水公司111年度配水率約為66.43%，可見日本福岡於1978年大旱後，不斷提升設備之備載容量，增加供水穩定性，並非主要以投資財務效益為優先考量。政府亦可以借鏡，公務預算投資自來水事業擴建更新設備。

（二）海淡廠可彈性調控氣候異常下之供水缺口

福岡市每年平均年供水量15,035萬立方公尺，其中水庫約供應37.1%（5,577萬立方公尺），九座水庫蓄水量為7,835萬立方公尺，運轉次數為0.71，尚不到1，相較於台灣石門水庫運轉次數常達3至4次為例，福岡更能承受氣候變遷風險。福岡仍興建設計出水量5萬CMD之奈多海淡場，奈多海淡場2015年度之後每年實際運轉產水量約2萬CMD，河川流量穩定且豐沛時，優先取用川流水利用，而當缺水發生時，則以海淡場增量運轉產水以增供水量。台灣應可學習以海淡場彈性調控產水量，以因應枯水季之缺口，降低供水風險，雖單位成本較高，惟應與旱災時緊急應變工程、工業及民生損失做綜合評估，仍具經濟效益。

（三）自來水事業試供防災備用水瓶

福岡水道局購送本參訪團之瓶裝水，以鋁製瓶身且飲用水保存期限長達10年，性質為災害用備蓄水。相較於台水公司或一般市面保特瓶，保存期限僅約為1至2年，故建議可學習日本製作鋁製瓶身之瓶裝水，因保存期限拉長至10年且可長期蓄存，民眾必然優先於家中儲備以為防災備用水，而非立即飲用拋棄，亦可增加企業形象。



圖 90 防災備用瓶裝水

（四）因應災害應變檢討路平閥盒下地政策

台灣路平政策，路權單位要求維生管線之孔蓋控制閥盒均需下地，降埋於AC路面下至少20公分以上，影響破管緊急搶修、消防救災及供水操作，日本福岡市水道局供水轄區各類閥盒因考量操作之緊急性及必要性需求，均未下地，孔蓋閥盒經車輛長期輾壓，亦有下陷不平問題，藉由定期巡檢維護，發現下陷不平即派員整平修復，目前世界各國上無實施維生管線控制閥盒下地政策，建議台灣路平政策可再研議

檢討。

(五) 提升閥類品質及改進閥盒蓋標示

參訪福岡市水道局及多多良淨水廠，據日方人員表示其閥類使用壽命長達4、5十年，故障率極低，顯見材料品質優良，反觀本公司購置之閥類，常有使用數次即無法止水或故障現象，建議應檢討現行規範及如何加強製造商材料品質檢驗。福岡市水道局制水閥盒蓋均有標示口徑，對管線之確認助益極大，建議台水公司可參照辦理，修改現行閥盒規範，於閥盒蓋增加口徑標示，以利管線辨識。



圖 91 閥盒蓋標示

(六) 海淡場規劃、設計、施工及人員配置應整體考量

12/12參訪海之中道奈多海淡中心，該海淡中心自1999年開始施工，整體施工期約6年完成，設計產水量5萬CMD，為日本最大之海淡廠，廠區內設備及環境維護十分完善，且參觀動線於設計時即已納入考量，

由福岡企業團委託協和機電工業(株)營運管理，其編制職員19名，且由福岡企業團派駐10名職員進駐，負責此海淡中心之營運監督，有合理的人力配置，對供水操作及設備環境維護才能完善。本公司目前輪班操作人力每班多僅配置1人或2人，人力極為不足，影響供水操作安全至巨，更無法妥善設備及環境維護，建議應盡速研議改善，配置合理人力。

(七) 合理反應水價，減少水資源浪費

台灣目前人均用水量為350L/人，約為福岡市水道局統計之人均用水量200L/人之1.75倍，高出甚多且逐年增加，顯見台灣低水價(水價30年未調整)造成之水資源浪費嚴重，不利自來水事業之永續發展。

參考資料

1. 福岡水道局參訪簡報
2. 福岡水道配水中心參訪簡報
3. 多多良淨水場參訪簡報
4. 奈多海水淡化廠參訪簡報
5. 宮瀨水庫參訪簡報
6. 河川整備研究所參訪簡報
7. 荒川下流河川事務所參訪資料
8. 國土交通省水管理-國土保安局參訪簡報
9. 河川情報局參訪簡報