

出國報告(出國類別：考察、開會)

赴日本與水利公務部門 及國際顧問進行水利交流

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：賴署長建信、董簡任正工程司士龍、蕭科長士斌、黃正工程司
爾強、蘇副工程司郁婷、李工程員恩彤

派赴國家：日本/福岡、東京

出國期間：中華民國 112 年 12 月 10 日至 12 月 16 日

報告日期：中華民國 113 年 2 月

摘要

為因應氣候變遷衝擊，加強台灣供水韌性，考量台灣未來水資源環境及人口結構變化，運用科技輔助水資源管理工作將越來越重要，又考量海淡水為我國重要水資源經理策略，且日本地理環境與臺灣相似，爰此次至日本考察防災(AI 技術)、海水淡化廠營運規劃及技術、水庫管理等議題。本次水利署代表團赴日本出訪拜會之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・国土保全局、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水化中心、多多良淨水場以及宮瀨水庫等進行現勘與交流。

本次赴日成果豐碩，透過考察福岡水道局，瞭解福岡市水源多元運用以及節水作為，包含廣域供水、居民節水認知及降低漏水率；透過參訪多多良淨水場高級處理設施含其營運方式及與水庫彈性取水策略。

考察海之中道奈多海水淡水化中心，請教海水淡化廠營運及管理執行過程及最新技術之應用。該海淡廠係採限制性招標方式來委託營運，在濃排混合污水放流水之排放上，進行嚴格的監控與調查，且營運至今對於排放口的漁業是有正向影響的，包含減少藻類與優養化程度。

現勘宮瀨水庫，該水庫為防洪、維持河川水量及供應自來水的多功能水庫，後結合周邊景點成為觀光型水庫。本次現勘瞭解水庫於設施安全檢查時之工作重點，以及水庫結合遊憩相關效益，亦透過參訪荒川下流河川事務所的荒川知水資料館瞭解荒川整治歷史以及中央控制室工作內容，並前往參訪高規格堤防。

本署也與河川整備研究所進行交流，延續長期與河川整備研究所之合作情誼，並針對我國流域治理現況、未來不對稱治理方式及日本防災減災之政策面進行討論。另拜會國土交通省水管理・國土保全局，會中由日方分享在日本水庫管理、河川環境評估管理、政策訂定及評估經驗，亦共同交流因應氣候變遷下的流域管理方式，提供許多政策面的作為供我國參考，且與河川情報中心池內幸司理事長進行日本淹水模擬技術、BCP(企業水災事業持續計畫)深入討論及請益，並由賴署長邀請池內幸司理事長加入水利署國際顧問團，未來可進行更深化交流合作。

本次參訪獲益良多，學習到日本整合利害關係人共同治水、透過經濟的損失數字及 3D 建

模型式讓人民更能瞭解洪患災預防的重要性，使防災避難行為深入民眾生活，且日方政府對於水利專業人力的培養、運用精緻化管理來降低維護成本以及與跨單位合作整合的經驗給予反饋，可供我國後續於河川規劃以系統性方式推動流域整合及政策擬定方向的重要參考基礎。

目錄

摘要	I
壹、目的	1
貳、行程	2
參、過程紀要	3
3.1 福岡市水道局.....	3
3.2 多多良淨水場.....	13
3.3 海之中道奈多海水淡水化中心.....	17
3.4 宮瀨水庫.....	31
3.5 水利署國際顧問會議(河川整備研究所)	40
3.6 考察荒川知水資料館及高規格堤防.....	45
3.7 拜會國土交通省水管理・國土保全局.....	49
3.8 拜會河川情報中心.....	54
肆、心得與建議.....	59
4.1 心得.....	59
4.2 建議.....	60
伍、參考資料	64

圖目錄(1/3)

圖 3.1.1 福岡市相關位置.....	4
圖 3.1.2 福岡市水道局供水區域.....	4
圖 3.1.3 福岡市水源相關設施概要.....	6
圖 3.1.4 福岡市水源設施系統圖.....	7
圖 3.1.5 福岡市廣域引水相關設施.....	8
圖 3.1.6 農業灌溉設施改善示意圖.....	8
圖 3.1.7 福岡市生活污水再利用相關位置.....	9
圖 3.1.8 抽蓄式水庫操作示意圖.....	9
圖 3.1.9 五山水庫庫容量對策.....	10
圖 3.1.10 福岡市漏水率自 1955 年近 40%至 2021 年降為 2%.....	11
圖 3.1.11 福岡市水管理中心控制系統.....	11
圖 3.1.12 每日依尖離峰水量調降水壓.....	12
圖 3.1.13 中央控制室內操作情形.....	12
圖 3.1.14 水道局人員解說面板資訊.....	12
圖 3.2.1 多多良川水源、導水、淨水及輸水系統.....	14
圖 3.2.2 多多良淨水場鳥瞰圖.....	14
圖 3.2.3 多多良抽水站鳥瞰圖.....	14
圖 3.2.4 淨水處理流程.....	15
圖 3.2.5 進階淨水處理流程.....	15
圖 3.2.6 臭氧製造原理.....	15
圖 3.2.7 臭氧接觸槽示意.....	15
圖 3.2.8 臭氧製造機.....	16
圖 3.2.9 臭氧混合槽現場解說.....	16
圖 3.2.10 顆粒活性炭吸附槽圖示.....	16
圖 3.2.11 顆粒活性炭吸附槽現場解說.....	16
圖 3.3.1 海中道奈多海水淡化中心位置圖.....	19
圖 3.3.2 海中道奈多海水淡化中心興建歷程.....	19
圖 3.3.3 海淡廠外觀與 1F 空間.....	20
圖 3.3.4 海水淡化處理流程與主要設備規格.....	21
圖 3.3.5 廠內設備佈設圖.....	21
圖 3.3.6 滲透式取水方式.....	22
圖 3.3.7 滲透式取水設施佈設概要.....	22

圖目錄(2/3)

圖 3.3.8 浸透取水設施斷面說示意.....	23
圖 3.3.9 滲透取水裝置之集水管構造.....	23
圖 3.3.10 UF 前處理模組.....	24
圖 3.3.11 保安過濾器、RO 高壓泵及能源回收裝置.....	24
圖 3.3.12 RO 模組.....	24
圖 3.3.13 放流設施位置圖.....	26
圖 3.3.14 海淡廠濃縮海水與污水廠放流水混合放流.....	26
圖 3.3.15 海淡水與淨水場清水混合供水圖.....	28
圖 3.3.16 廠房 2F 參觀展示區.....	30
圖 3.3.17 廠長解說興建過程照片.....	30
圖 3.3.18 實物解說展示空間.....	30
圖 3.3.19 控制室.....	30
圖 3.3.20 考察團與中心人員合影.....	30
圖 3.4.1 宮瀨水庫所在位置.....	31
圖 3.4.2 相模川與佐川水系間聯繫示意圖.....	31
圖 3.4.3 神奈川縣自來水水源別構成圖.....	32
圖 3.4.4 宮瀨水庫蓄水容量分配.....	33
圖 3.4.5 宮瀨水庫集水區示意圖.....	33
圖 3.4.6 宮瀨水庫相關設施位置圖.....	34
圖 3.4.7 相模川計畫流量分配圖.....	34
圖 3.4.8 洪水期水庫操作方案.....	34
圖 3.4.9 宮瀨水庫各月放水量.....	35
圖 3.4.10 夏季時不同深度溫差近 20 度.....	35
圖 3.4.11 選擇性取水設施可上下伸縮.....	35
圖 3.4.12 選擇性取水設施啟用方式.....	35
圖 3.4.13 相模川水系水庫操作示意.....	36
圖 3.4.14 宮瀨水庫供水範圍.....	36
圖 3.4.15 觀光放流.....	37
圖 3.4.16 壩體介紹牌及觀光放流意象咖哩飯.....	37
圖 3.4.17 水庫周邊環境營造及遊憩活動.....	37
圖 3.4.18 水科學館內部.....	37
圖 3.4.19 宮瀨水庫各階段放水流程.....	38

圖目錄(3/3)

圖 3.4.20 壩體內監測設施.....	39
圖 3.4.21 檢查維修廊道.....	39
圖 3.4.22 廊道出入口有塑膠布.....	39
圖 3.4.23 空調系統調節溫濕度.....	39
圖 3.4.24 廊道內軌道系統.....	39
圖 3.5.1 拜會河川整備研究所會議剪影.....	42
圖 3.5.2 拜會河川整備研究所會議剪影.....	43
圖 3.5.3 日本淹水潛勢公告範圍及限制圖.....	43
圖 3.5.4 連續建設輪中堤案例.....	44
圖 3.6.1 參訪荒川知水資料館.....	47
圖 3.6.2 新(藍色)與舊(紅色)的岩淵水門.....	47
圖 3.6.3 高規格堤防現地參訪.....	48
圖 3.7.1 拜會國土交通省水管理・國土保全局剪影.....	51
圖 3.7.2 賴建信署長致贈禮品給國土交通省水管理・國土保全局.....	52
圖 3.7.3 河川環境管理評估圖示.....	52
圖 3.7.4 河川環境管理評估表.....	53
圖 3.8.1 拜會河川情報中心剪影.....	56
圖 3.8.2 賴建信署長致贈禮品給池內幸司理事長.....	57
圖 3.8.3 淹水感測器搭載飲料販賣機圖示.....	57
圖 3.8.4 日方淹水模擬、情報及設備圖示.....	58

表目錄

表 2.1.1 主要行程簡表.....	2
表 3.1.1 福岡市水道局所轄相關水庫.....	5
表 3.1.2 福岡市水道局所轄淨水場.....	6
表 3.3.1 福岡地區水源和開發水量.....	18
表 3.3.2 海中道奈多海水淡化中心設施概要.....	20
表 3.3.3 高低壓 RO 膜之差異.....	25
表 3.3.4 海淡廠歷年產水與用電量統計.....	28

壹、目的

為因應氣候變遷衝擊，加強台灣供水韌性，考量台灣未來水資源環境及人口結構變化，運用科技輔助水資源管理工作將越來越重要，又考量海淡水為我國重要水資源經理重點工作，爰此次規劃至與臺灣地理環境相似之日本考察防災(AI 技術)、海水淡化營運及產水技術、水庫管理等課題。

本次考察透過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、海水淡化廠興建規劃與水庫營運管理等相關措施，作為國內未來處理相關問題時之參考，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，實際瞭解現場及維運相關作業，期能學習日本水資源相關技術與新知及進行交流。

一、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、河川整備研究所及河川情報中心皆有穩定的交流管道，本次拜訪延續過去雙方交流之基礎，持續探討氣候變遷下之流域整體治理措施及最新的防災技術，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、水庫生態恢復多面向及水利政策推動方針上的實踐經驗進行交流。

二、學習日本海淡廠營運規劃

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，實際瞭解廠區及參觀導覽動線佈置、產水流程及技術特點。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。

貳、行程

一、行程摘要

表 2.1.1 主要行程簡表

日期	活動目的	地點
12/10 (日)	啟程：臺北→福岡	桃園機場→福岡機場
12/11 (一)	拜訪「福岡市水道局」	福岡市水道局 4 階局議室
	考察「多多良淨水場」	多多良淨水場
12/12 (二)	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
	福岡→東京	福岡機場→羽田機場
12/13 (三)	考察「宮瀨水庫」	相模川水系廣域水壩管理事務所
	水利署國際顧問會議	河川整備研究所
12/14 (四)	考察「荒川知水資料館及高規格堤防」	國土交通省關東地方整備局 荒川下流河川事務所
12/15 (五)	拜訪「國土交通省水管理・國土保全局」	河川情報中心
	拜訪「河川情報中心」	
12/16 (六)	返程：東京→臺北	成田機場→桃園機場

二、團員

本次代表團由水利署賴建信署長率團，成員包括水利署董士龍簡任正工程司、蕭士斌科長、黃爾強正工程司、蘇郁婷副工程司及李恩彤工程員共 6 位。

參、過程紀要

本次水利署代表團赴日本出訪拜會之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・国土保全局、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、多多良淨水場以及宮瀨水庫等進行現勘與交流。

本次於拜會河川整備研究所時，亦與日本國際顧問土屋信行博士進行國際顧問交流會議，針對我國因應氣候變遷，目標打造韌性城市，並透過流域多元的思維，提出不對稱治理措施理念進行分享與請益，茲將本次拜會之重要單位與參訪活動摘錄如下：

3.1 福岡市水道局

一、機關簡介

福岡市是位於日本九州北部、福岡縣西部的都市，為福岡縣首府，總面積約 343 平方公里，人口約 162 萬人，是日本第 6 大都市。年平均溫度 17.2℃，年均降水量約 1,500~1,800 mm，因位於日本海沿岸，具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，於 1923 年成立平尾淨水場等供水設施開始陸續供水，至 2023 年剛好滿一百年。目前操作的職員人數約 500 人，自來水供水區域主要為福岡市(不包括早良區和西區的部分地區)，並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，另在西區小呂島提供簡單的供水服務。



圖 3.1.1 福岡市相關位置

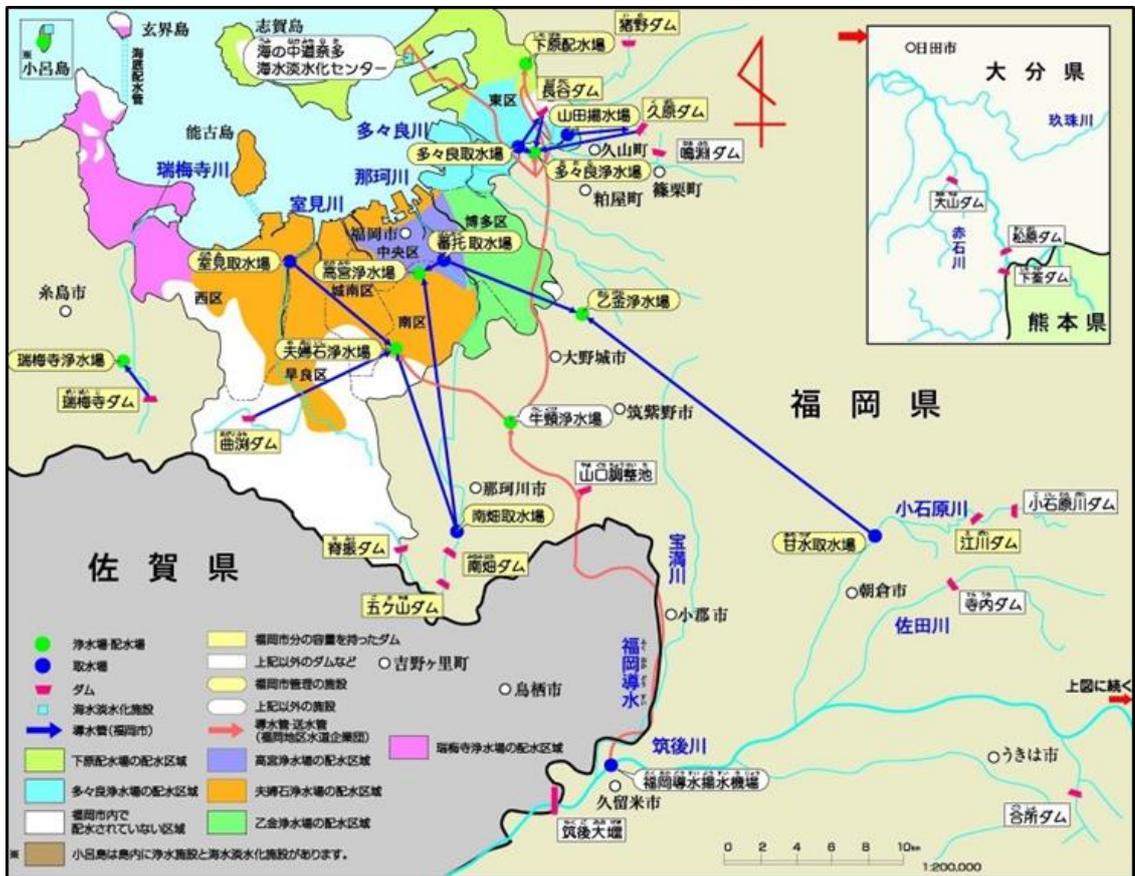


圖 3.1.2 福岡市水道局供水區域

二、福岡市水道局供水來源

水源主要來自水庫、鄰近河川取水及福岡地區水道企業團，2016~2020 年平均每年供水量 15,035 萬立方公尺，各水源分述如下：

(一) 水庫約佔 37.1 %：共 9 座，總有效蓄水量約 8,952 萬立方公尺。

表 3.1.1 福岡市水道局所轄相關水庫

壩名	所在水系	有效蓄水量 (萬立方公尺)	完成時間
曲洑	室見川	237	1923 年 3 月
脊振	那珂川	440	1976 年 3 月
五山	那珂川	3,970	2021 年 1 月
南畑	那珂川	556	1966 年 3 月
江川	筑後川	2,400	1972 年 8 月
瑞梅寺	瑞梅寺川	227	1977 年 5 月
久原	多多良川	146	1971 年 3 月
長谷	多多良川	485	1993 年 1 月
豬野	多多良川	491	2001 年 7 月

(二) 鄰近河川取水約佔 29.8 %：福岡市境內無一級河川，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，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。

(三) 福岡地區水道企業團供水約佔 33.1%：福岡地區水道企業團由福岡首都圈內的 6 市 7 町 1 企業團 1 事務合作社組成，主要工作是向福岡首都圈供水。對福岡市而言，則分別由 1982 年完成的牛頸淨水場引取九州最大的筑後川水源及 2005 年完成的「海之中道奈多海淡中心」供水。

福岡市 5 座淨水場處理能力為每日 598,500 噸，再加上福岡地區水道企業團轄管淨水場處理能力每日 182,400 噸，總計供水能力為每日 780,900 噸，已能滿足該市目前之供水需求。

表 3.1.2 福岡市水道局所轄浄水場

浄水場	完成時間	処理能力(噸/日)
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

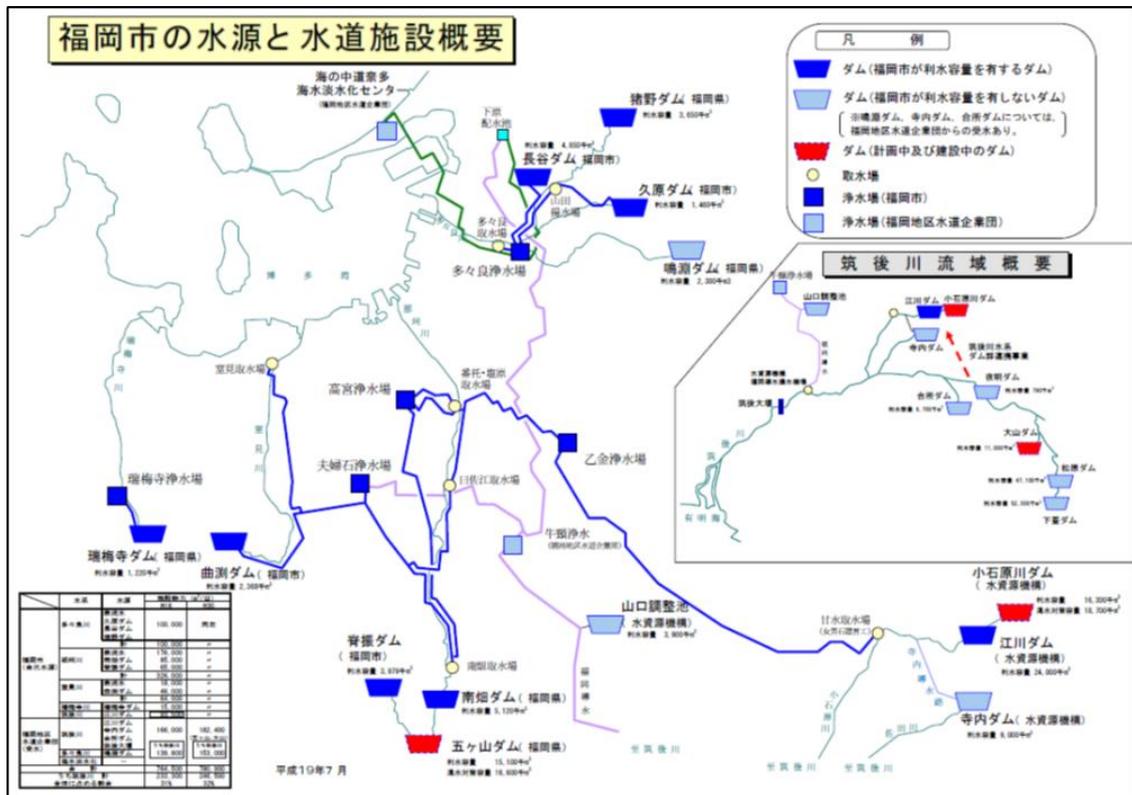


圖 3.1.3 福岡市水源相關設施概要

水道施設の系統図

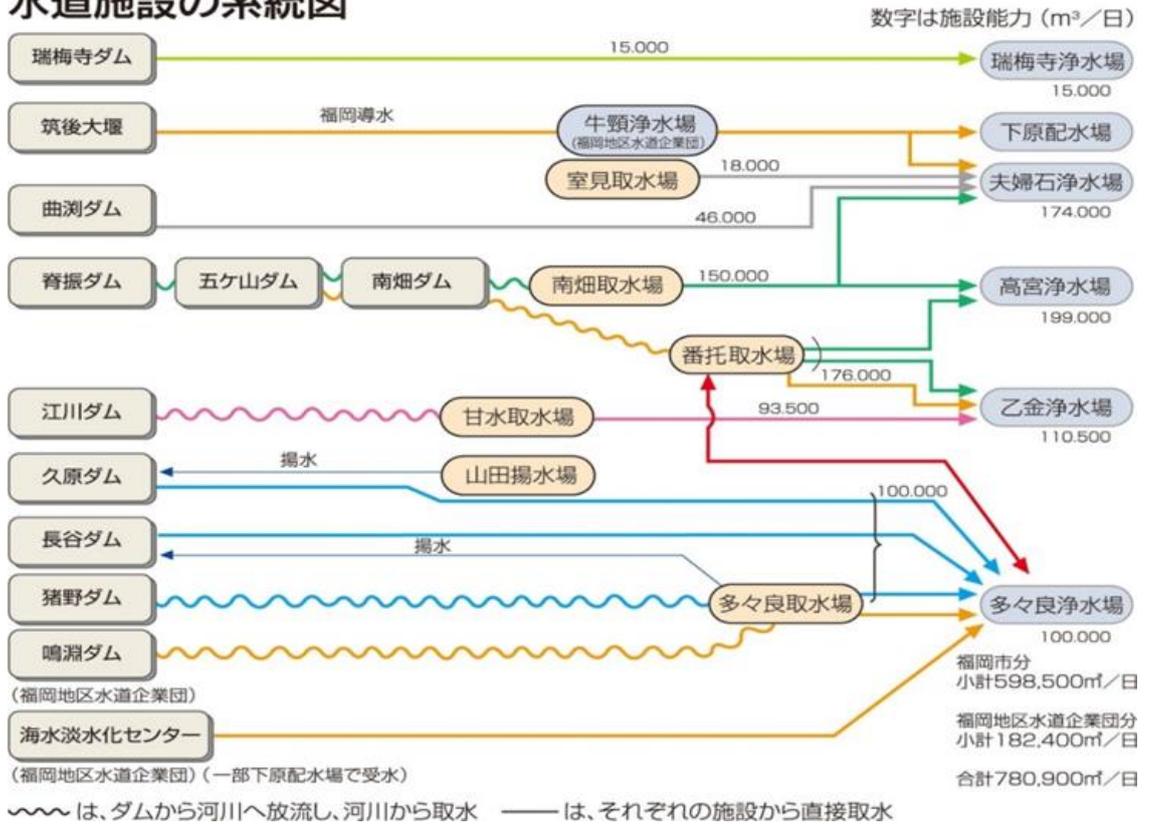


圖 3.1.4 福岡市水源設施系統圖

三、福岡市枯旱因應作為

福岡市於 1978 年因降雨量不足而發生嚴重的枯旱事件並限水約 287 日，枯旱後即積極推動多元水資源開發及建置節水型都市。

在多元水資源開發部分，以下列方案推動中：

- (一) 廣域供水：因福岡市境內無一級河川，為供水穩定，則由福岡市區域外的江川及筑後川等一級河川引水。其中江川部分，係自甘水取水場取水後，經長約 24 公里的江川導水路，於乙金浄水場浄水後供水；筑後川部分，則是由福岡地區水道企業團自九州最大的筑後川引水後，經過長約 25 公里的福岡導水路於牛頸浄水場浄水後供水。

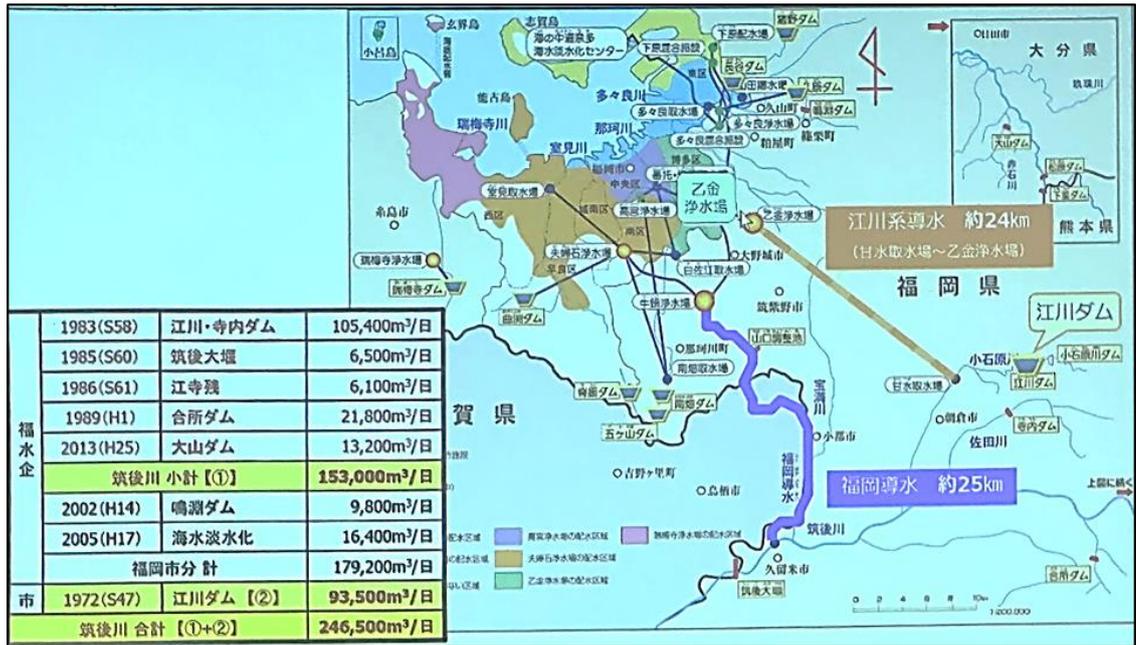


圖 3.1.5 福岡市廣域引水相關設施

- (二) 農業用水的合理化：一般農業用水使用開放水路的方式，不管蒸發或滲透損失量都相當大。福岡市則改採封閉式水路，讓滲透蒸發的損失量能夠降低。

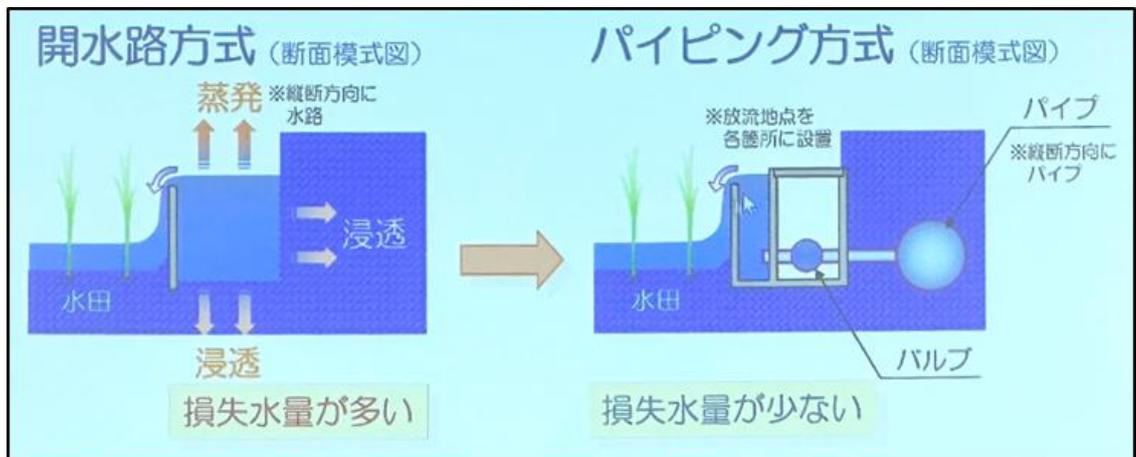


圖 3.1.6 農業灌溉設施改善示意圖

- (三) 污水再利用：福岡市區的生活污水經污水處理廠處理後流入御笠川，取水後經過導水路流入那珂川旁的淨水設施淨水，可以提供工業用水及維持河川的流量。

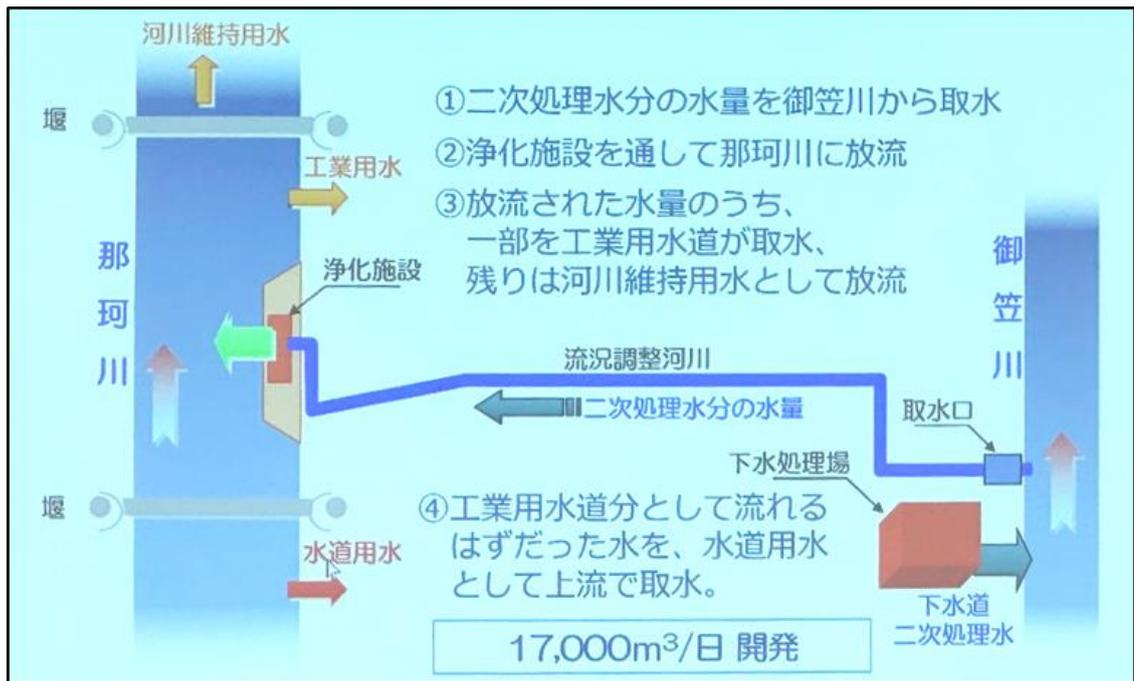


圖 3.1.7 福岡市生活污水再利用相關位置

(四) 抽蓄式的水庫：多多良川水系的長谷及久原等 2 座水庫，於適當時機將下游河道內的水再抽回水庫蓄存。

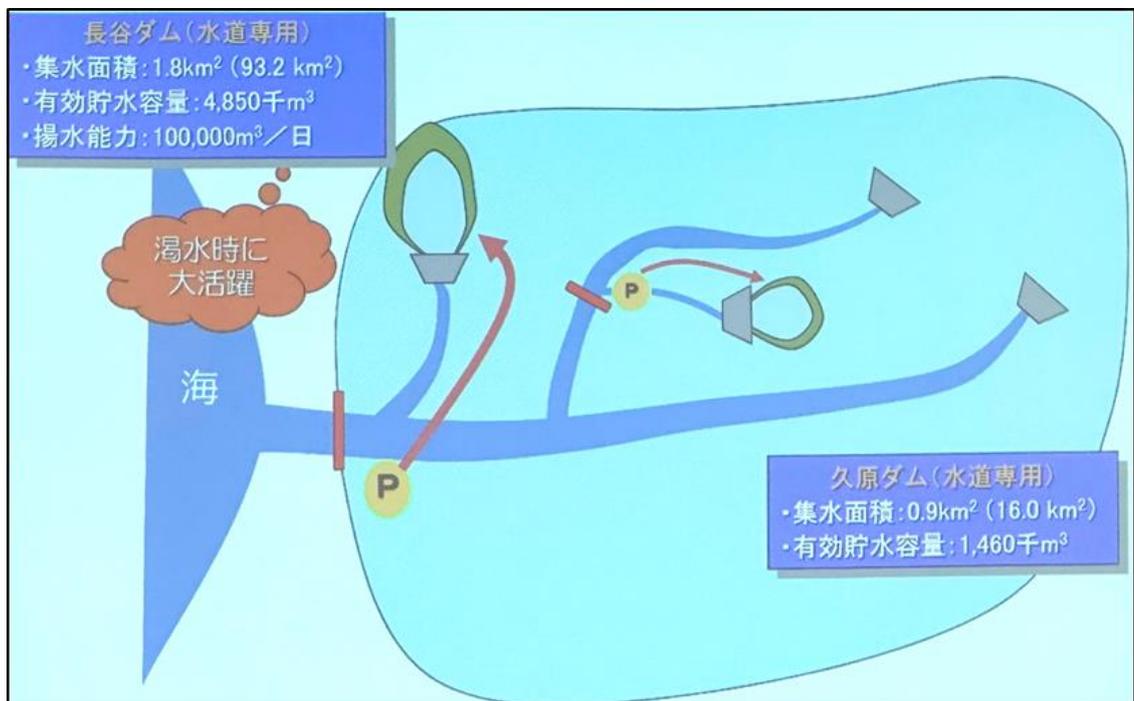


圖 3.1.8 抽蓄式水庫操作示意圖

(五) 海水淡化：由福岡地區水道企業團出資興建「海之中道奈多海水淡水化中心」供水，每日產水量達 5 萬噸，是日本最大的海水淡化廠。

(六) 五山水庫：是日本目前唯一設有缺水對策容量的水庫，所稱缺水對策容量，係水庫內平常不使用但保留在缺水時供水的蓄水量，經過計算五山水庫大概有 1,660 萬噸的水量保持在水庫內，確保在缺水時有緊急足夠供水量，透過本水庫的興建，可提升安全用水量達到 1.7 倍，使多元水資源開發達到比較完整的狀況。



圖 3.1.9 五山水庫庫容量對策

除了開發多元水資源外，福岡市也透過「加強節水」及「水資源有效利用」等 2 方面，來建置節水型都市。加強節水部分，向市民加強宣導各項節水措施，強化節水效能，也採使用者付費的計價原則，即使用水量越多費用也越高，經加強宣導福岡市民有超過 9 成認為節水是很重要的，福岡市人均用水量目前每日僅 200 公升，較全日本大都會的平均每日約 240 公升節省了 40 公升。在水資源有效利用部分，福岡市則採用加強配水管整備及設置水管理中心等措施，藉由強化水管韌性及中央控制室統籌調度供水，減低漏水率、強化供水效率，經由這樣的整備，逐年減低漏水率，目前僅約 2%。



圖 3.1.10 福岡市漏水率自 1955 年近 40%至 2021 年降為 2%

本次亦現地了解福岡市水道局水管理中心之中央控制室運作情形，水管理中心從 1989 年開始運作、2002 年全面更新系統。中央控制室操作人員共 13 位，每日分兩班，每班由 4 位資深與資淺相互搭配之工作人員負責監控水源到用戶端水壓及水量等資訊，並將管徑 400mm 以上的電動閥門依各區設定之水量及水壓指標，於中央控制室遠端即時操控，以達成下列功能：

- (一) 淨水場間流量調整：依據供水區用水需求及淨水場內的蓄水量，透過操作電動閥，即時調整流量。
- (二) 藉調整水壓減低漏水量：依據每日尖、離峰的水量，即時調整水壓，根據統計平均降低水壓約 0.1~0.25MPa 後，每天可節水 0.4~0.5 萬噸。
- (三) 節省枯旱時閥門的操作人力：枯旱時可由控制中心直接控制閥門調整水量，比較水管理中心運用前(1978 年)、後(1994 年)的人力情形，可發現透過水管理運用中心的遠端操控，可減少一半以上的操作人力。
- (四) 及早發現供水異常及應變：透過監測系統可了解水壓的變化，如水壓突然下降可能是送水管漏水，可藉由遠距離操作先即時調整閥門，並即時辦理搶修，減少漏水量。
- (五) 收集供水資訊強化用水效率：透過中心收集用水量、水壓、流量等相關資訊，透過感測設備及監測系統資料進行初判，再結合資深同仁經驗進行現況調整，可供日

後操作參考。

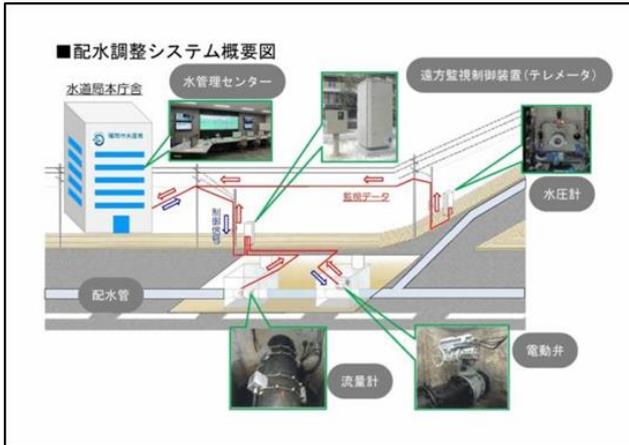


圖 3.1.11 福岡市水管理中心控制系統



圖 3.1.12 毎日依尖離峰水量調降水壓



圖 3.1.13 中央控制室內操作情形



圖 3.1.14 水道局人員解說面板資訊

3.2 多多良淨水場

一、多多良川水源運用與淨水場介紹

福岡市在 1978 年遭遇前所未有的枯旱事件後，福岡市水道局啟動多多良川水系取水工程，包括興建長谷水庫、豬野水庫與多多良淨水場等水資源建設，多多良川現有水源設施、淨水場、導水路與輸配水設施詳圖 3.2.1。多多良淨水場由福岡市水道局轄管，於 1988 年完工啟用，淨水處理能力每日 12.2 萬噸，場區操作管理人員共 25 位，包含廠長 1 位、操控維護人員 15 位(含操作輪值人員 8 位)、外部設施(多多良抽水站、山田抽水站、長谷水庫、久原水庫、松崎配水池、下原配水池)維護人員 5 位及水質檢驗人員 4 位。

淨水場主要水源由位在多多良川設置抽水站引取川流水，沉砂後送至淨水場進行後續淨水處理程序，川流水若有餘裕則由取水站泵送至長谷水庫(Nagatani Dam)蓄存，枯水期再以專管供水至淨水場；另設在支流上的山田抽水站(Yamada Pumping Facility)可抽水至久原水庫(Kubara Dam)蓄存，再採專管供水至淨水場。其他水源包含上游豬野水庫(Ino Dam)及鳴淵水庫(Narufuchi Dam)放水至河道，再由下游多多良取水站取水，達成水庫與川流水源聯合運用。水庫與川流水等原水經淨水場淨水處理後，除可輸水至松崎(Matsuzaki)配水池供水，亦可輸水至位在淨水場旁之多多良混合設施，與奈多海淡廠所產海淡水混合後，再送至下原(Shimobaru)配水池供水。

淨水場原設計採粉狀活性碳、PAC(聚氯化鋁)混凝、化學沉澱、快濾床、消毒等淨水處理程序，但因多多良川流水含有較多有機物，粉末活性碳對去除三鹵甲烷和臭味效果不佳，自 2005 年開始投入採「臭氧處理+顆粒活性炭吸附」之進階淨水處理程序，最大淨水能力為每日 6.1 萬噸。

Water sources and Conveyance/Transmission Facilities on Tataru Purification Plant

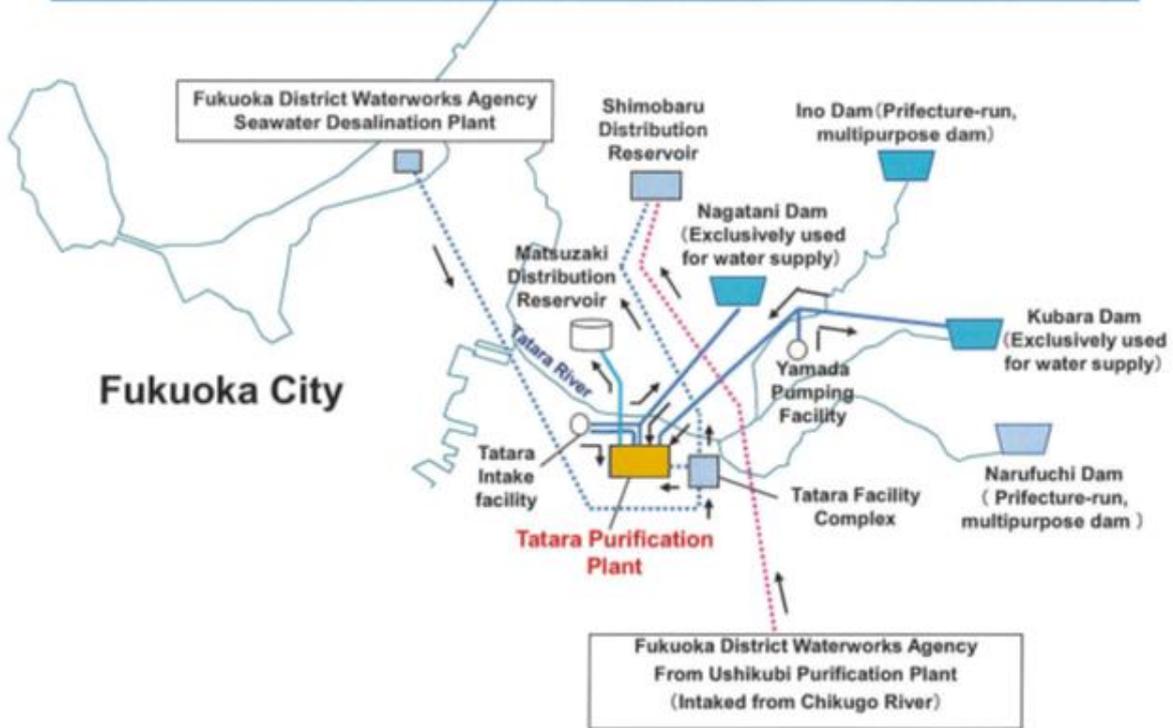


圖 3.2.1 多多良川水源、導水、淨水及輸水系統

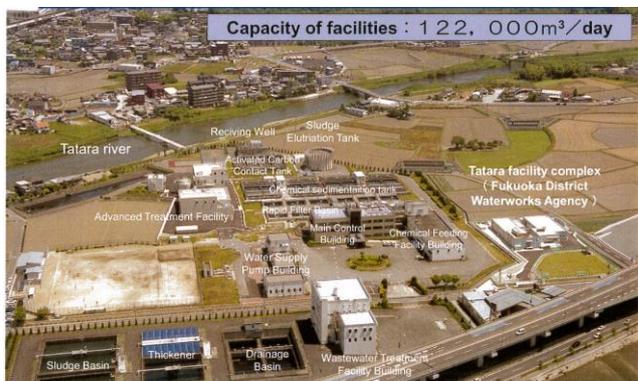


圖 3.2.2 多多良淨水場鳥瞰圖



圖 3.2.3 多多良抽水站鳥瞰圖

二、進階淨水處理介紹

(一) 自 2005 年開始加入進階淨水處理流程後，淨水場整體淨水處理流程如圖 3.2.4 及 3.2.5。進階淨水處理分為幾個部分，包含抽水井、臭氧接觸槽、顆粒活性炭吸附槽及後混合槽，主要作用為降低分解有機物及臭味物質與減少處理程序中如消毒劑等化學品使用量。

(二) 臭氧來自製造機中經高壓電激發空氣所生產，再送至 U 型管內與水體混合後進行

消毒及除臭，採用 U 型管型式之混合槽具有高分解效率、停留時間短、佔地面積小及結構簡單等特點。另外為避免殘留臭氧氧化下階段處理之活性炭，需控制臭氧濃度為 0.02 mg/l 。

(三) 經臭氧處理後水體再由上方流入顆粒活性炭吸附槽，重力流經厚度 2 m 之顆粒活性炭層後再自槽體下方流出，活性炭層則可透過空氣與水混合後進行反洗。使用後活性炭部分由製造商帶回處理，部分則是將活性炭與雜物混合後進行掩埋，或提供給鄰近植物園做為種植植物使用。

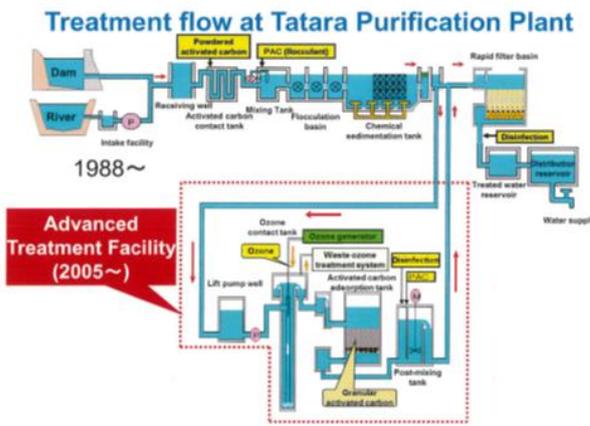


圖 3.2.4 淨水處理流程

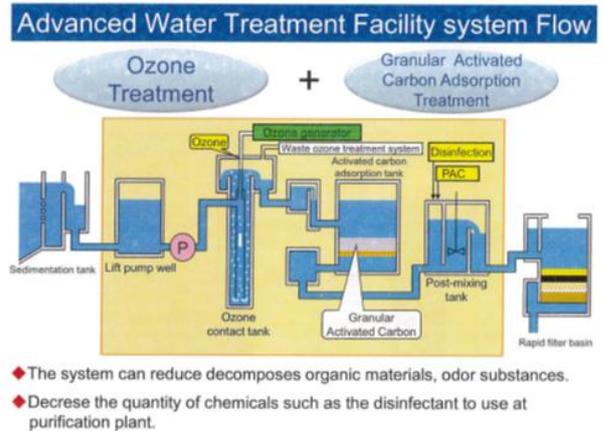


圖 3.2.5 進階淨水處理流程

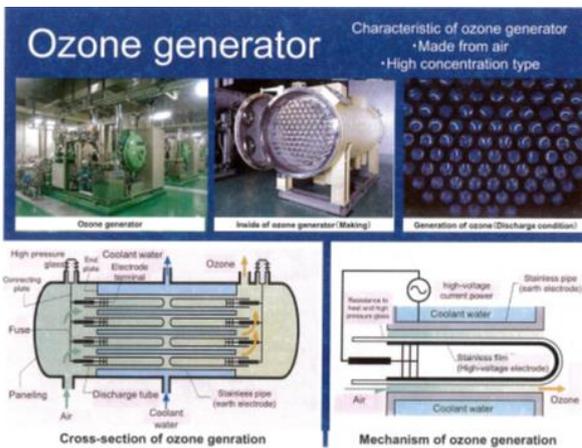


圖 3.2.6 臭氧製造原理

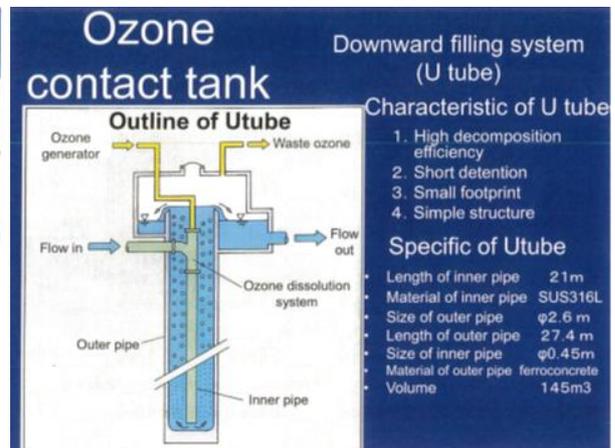


圖 3.2.7 臭氧接觸槽示意



圖 3.2.8 臭氧製造機



圖 3.2.9 臭氧混合槽現場解說

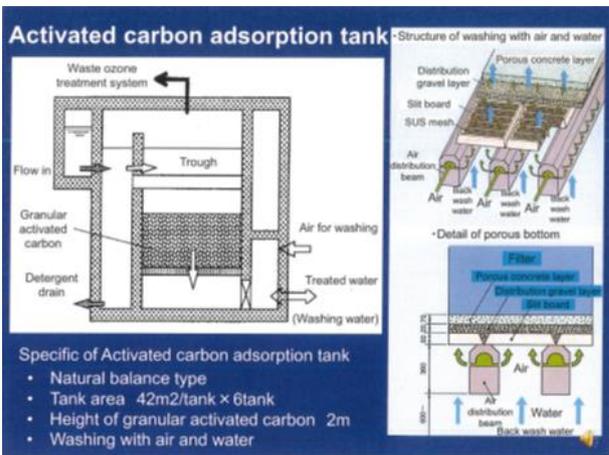


圖 3.2.10 顆粒活性炭吸附槽圖示



圖 3.2.11 顆粒活性炭吸附槽現場解說

3.3 海之中道奈多海水淡水化中心

一、福岡地區水道企業團介紹

福岡都市圈位處九州北部，含括周邊 9 市 8 町組成，面積約 1,169 平方公里。目前人口約 250 萬人，區域內無一級主要河流。但隨著人口增加，都市化發展以及生活水準的提高，對水資源的需求量有顯著的增加，為確保穩定供水，及徹底解決供水問題，日本政府在 1966 年和福岡縣有關部門以及市、町共同努力制定「筑後川水系水資源開發基本計畫」，並在 1973 年(昭和 48 年)為了進行筑後川水源開發工作，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，以企業團的經營方式，可避免重複建設，共同有效利用水源，及經營管理區域水資源之供水與用水。

福岡地區水道企業團自 1983 年開始，從九州最大之筑後川遠距離引水，而後於牛頸淨水場處理，再配送至 8 市 8 町 1 企業團的供水池送水，開啟「自來水供給事業」，而後再由各市町團體之自來水事業體供水給家戶使用。期間在 1981 年、1985 年、1992 年先後 3 度擴大事業規模，並於 1999 年取得海水淡化事業之許可，為第 4 次擴大事業規模，開始進行海水淡化工程規劃，於 2005 完成每日可供 50,000 噸之海淡廠。

此企業團現況已開發總設施供水能力約每日 312,800 噸，常態可供水量每日 268,100 噸，約佔福岡都市圈自來水用水總量的 30%。目前福岡區域之水資源現況如表 3.3.1。

表 3.3.1 福岡地區水源和開發水量

水系	水源名稱	供水能力(CMD)
筑後川	江川・寺內水庫	144,200
	合所水庫	28,100
	筑後大堰	6,500
多多良川	鳴淵水庫	22,000
玄界灘	海水淡化	50,000
筑後川	大山水庫 (2013 年供水)	52,000
那珂川	五山水庫 (2021 年供水)	10,000
合計		312,800

二、海之中道奈多海水淡水化中心設置背景與歷程

於 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。後於 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。

海中道奈多海水淡化中心位於福岡縣福岡市奈多地區，位置如圖 3.3.1。海淡廠設計產水量為每日 5 萬噸，佔地面積約 4.6 公頃，自 1999 年開始施工，整體施工期約 6 年，於 2005 年完工產水，總費用 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，興辦歷程如表 3.3.2，廠區外觀如圖 3.3.3，各設施概要整理如表 3.3.2。



圖 3.3.1 海中道奈多海水淡化中心位置圖



圖 3.3.2 海中道奈多海水淡化中心興建歷程



圖 3.3.3 海淡廠外觀與 1F 空間

表 3.3.2 海中道奈多海水淡化中心設施概要

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 103,000 CMD，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 50,000CMD
處理效能	脫鹽率 99.3%，產水率 60%
排水方式	排放水與和白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

三、海淡廠產水處理程序

海水淡化處理程序主要分 3 部分，為取水設施(滲透式)、前處理設施(UF)、逆滲透淡化設施(高壓 RO+低壓 RO)，整體除鹽率為 99.3%，其處理程序與現場部設如圖 3.3.4 及 3.4.5。

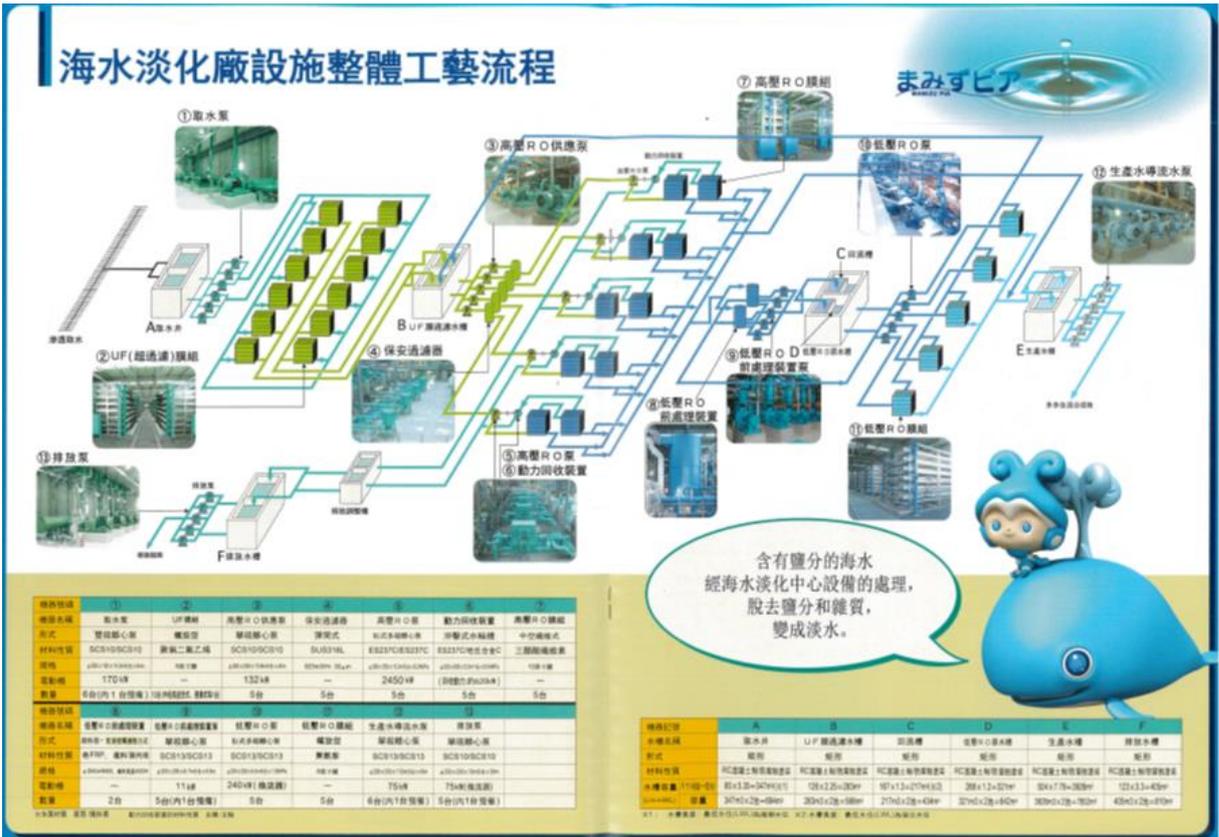


圖 3.3.4 海水淡化處理流程與主要設備規格



圖 3.3.5 廠內設備佈設圖

(一) 滲透式取水方式

滲透式取水，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，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。本廠抽水機設置 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，取水方式說明如圖 3.3.6，佈設概要如圖 3.3.7。

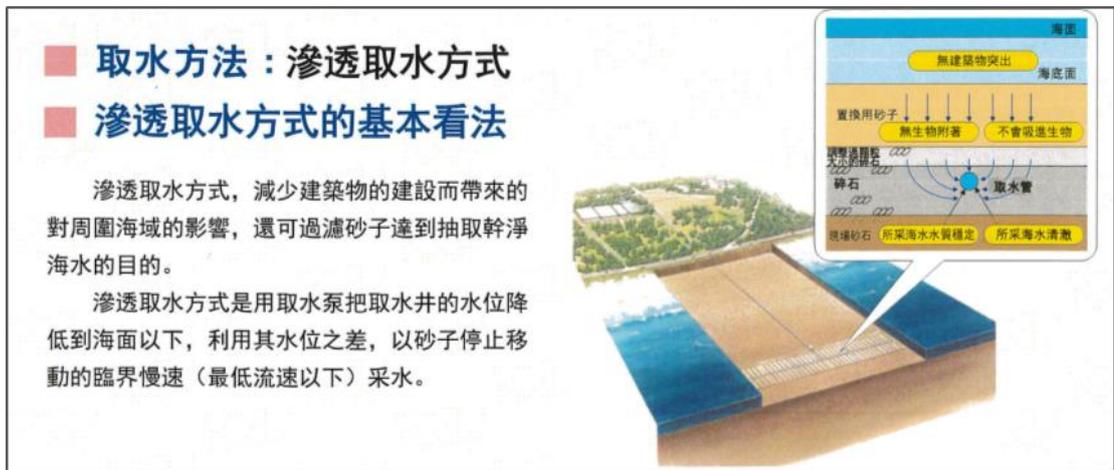


圖 3.3.6 滲透式取水方式

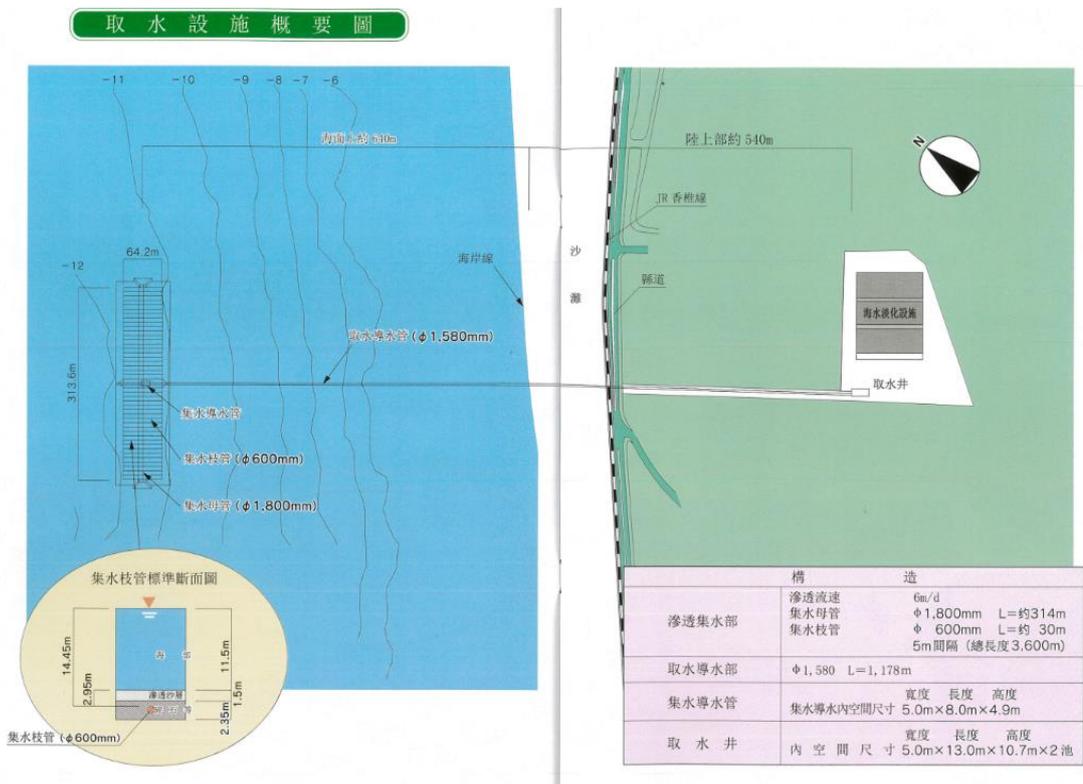


圖 3.3.7 滲透式取水設施佈設概要



圖 3.3.8 浸透取水設施斷面說示意



圖 3.3.9 滲透取水裝置之集水管構造

(二) 前處理 UF 及逆滲透 RO 淨水處理

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)，可除去極細微粒、膠體以及微生物，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。近年來，使用 UF 作為逆滲透海水淡化之前處理程序，已成國際趨勢。UF 設置 6 套每套每日可處理 1 萬噸海水，其中 1 套為備用，可於系統反沖洗或保養時，更替運轉。

高壓 RO 膜材質型式為三醋酸纖維素中空纖維，將通過 UF 後之過濾水再透過高壓 RO 進行脫鹽，採用中空絲膜主要考量是產水率較高(本廠產水率可達 60%，高於一般 RO 廠的 40%)，能減少海水之抽取量及鹵水排放量。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，一般螺旋型高壓 RO 膜之除硼率可達 90%，但本廠以中空絲 RO 膜之除硼率約 70%，而後再透過低壓 RO 膜增加硼的去除率；高低壓 RO 膜之差異如表 3.3.3。

本廠之 RO 系統並未設置備載機組，因當初設廠時政府並未補助此部分經費，故未增設備載量。



圖 3.3.10 UF 前處理模組



圖 3.3.11 保安過濾器、RO 高壓泵及能源回收裝置



圖 3.3.12 RO 模組

表 3.3.3 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)

(三) 濃排水(鹵水)和污水處理廠放流水混合放流

本海淡廠放流口設置於離岸約 360 公尺處，水深約 4 公尺(圖如 3.3.13)。一般海淡廠產水後之濃排水，採放回海中透過海流擴散稀釋。本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排放，由於污水廠放流水鹽度甚低或不含鹽，兩股水混合後可先降低濃排水之鹽度，而後再排放至博多灣內海降低對海水水質影響，此種排放方式為國際先例(混合排放示意如圖 3.3.14)。

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白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。

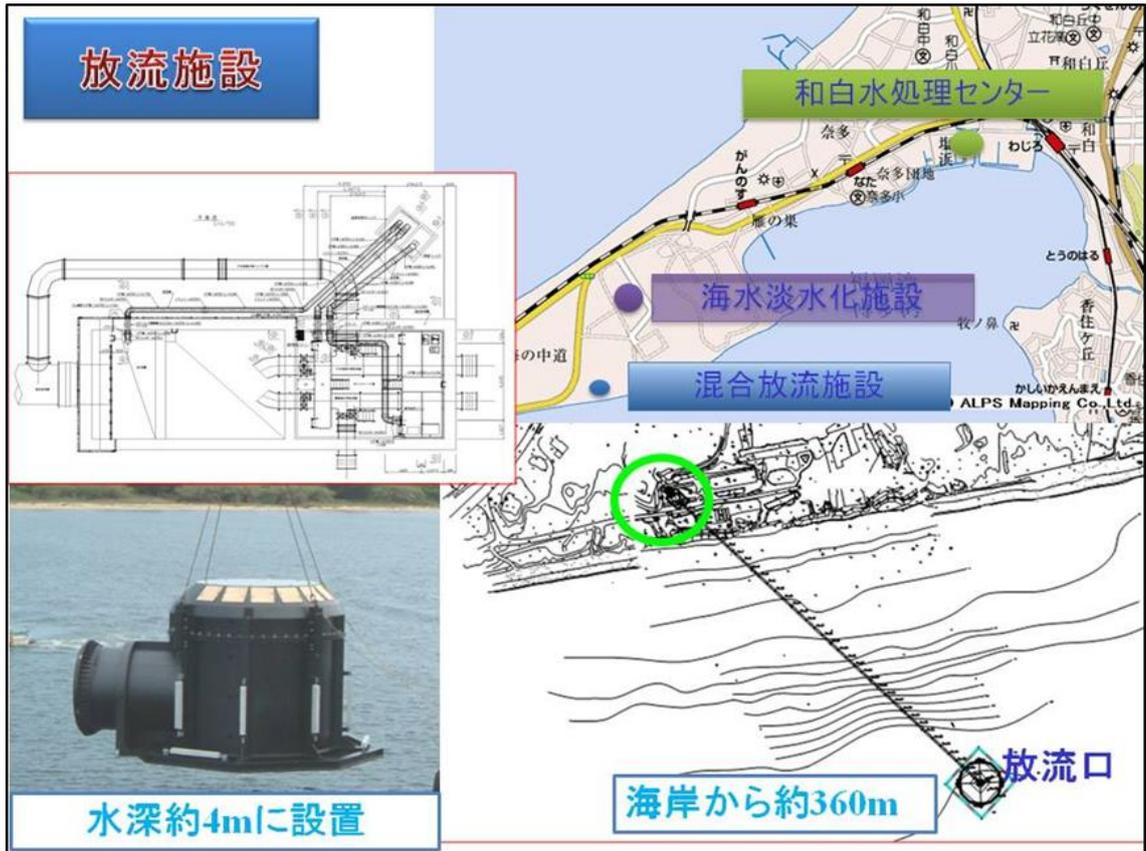


圖 3.3.13 放流設施位置圖

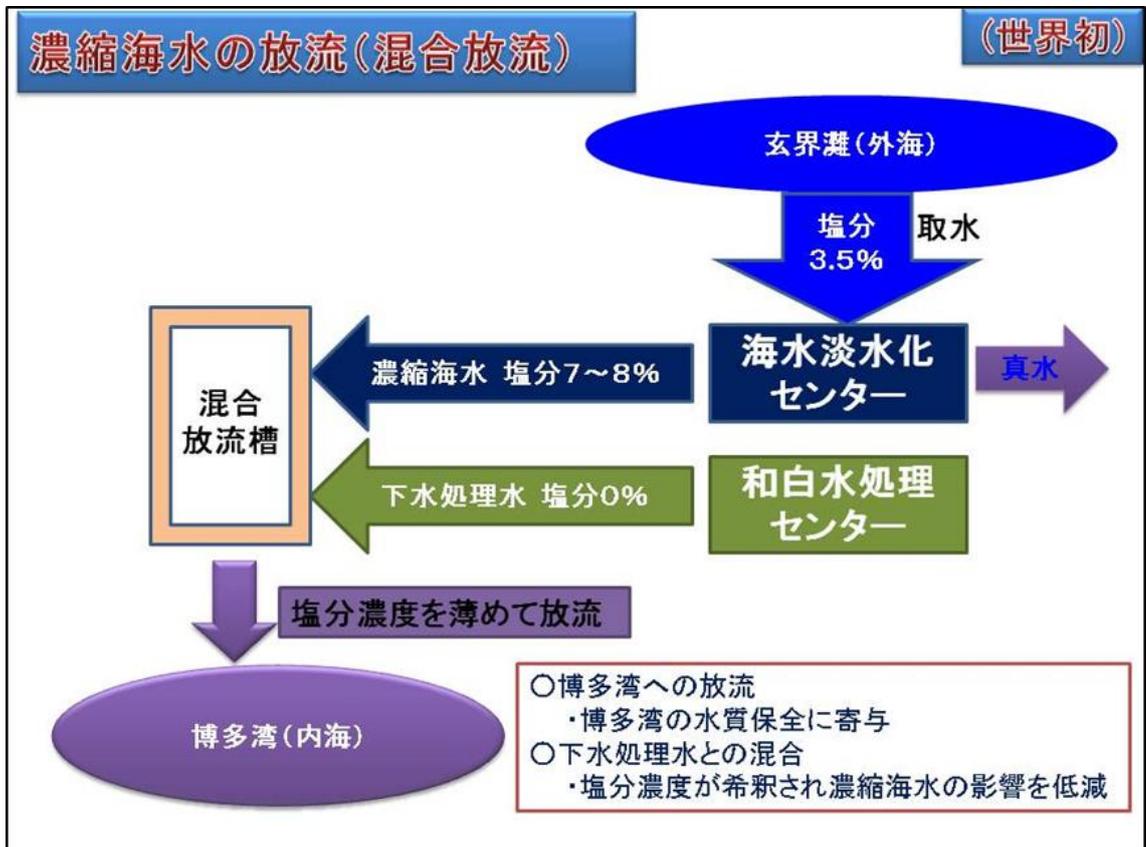


圖 3.3.14 海淡廠濃縮海水與污水廠放流水混合放流

(四) 海淡產水與淨水場清水混合供水

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，長度約 8.29 公里，在此處與來自牛頸淨水場之清水混合後，再送往下原調整池(配水池)，配水至新宮、古賀、福津、宗像及福岡市(混合供水方式如圖 3.3.15)。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。

本海淡廠於 2012 年以前之產水規劃，設定於 7 至 9 月間全面運轉產水每日 5 萬噸，在其他 9 個月則設定為產水每日 4 萬噸，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用水需求，以及筑後川流量變化而定，最低約為每日 3 萬噸。依據平成 17 至 24 年(2005~2012 年)運轉統計資料顯示，平均每日產水量約每日 3~4.2 萬噸。

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。是以於 2013 及 2014 兩年之運轉產水量即降低至只剩每日 2.1 萬噸及 2.0 萬噸。

自 2015 年度之後，每年預計運轉產水量約每日 3 萬噸，但實際則約為每日 2 萬噸，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(電力契約容量變更為每日 3 萬噸)，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 3.3.4。

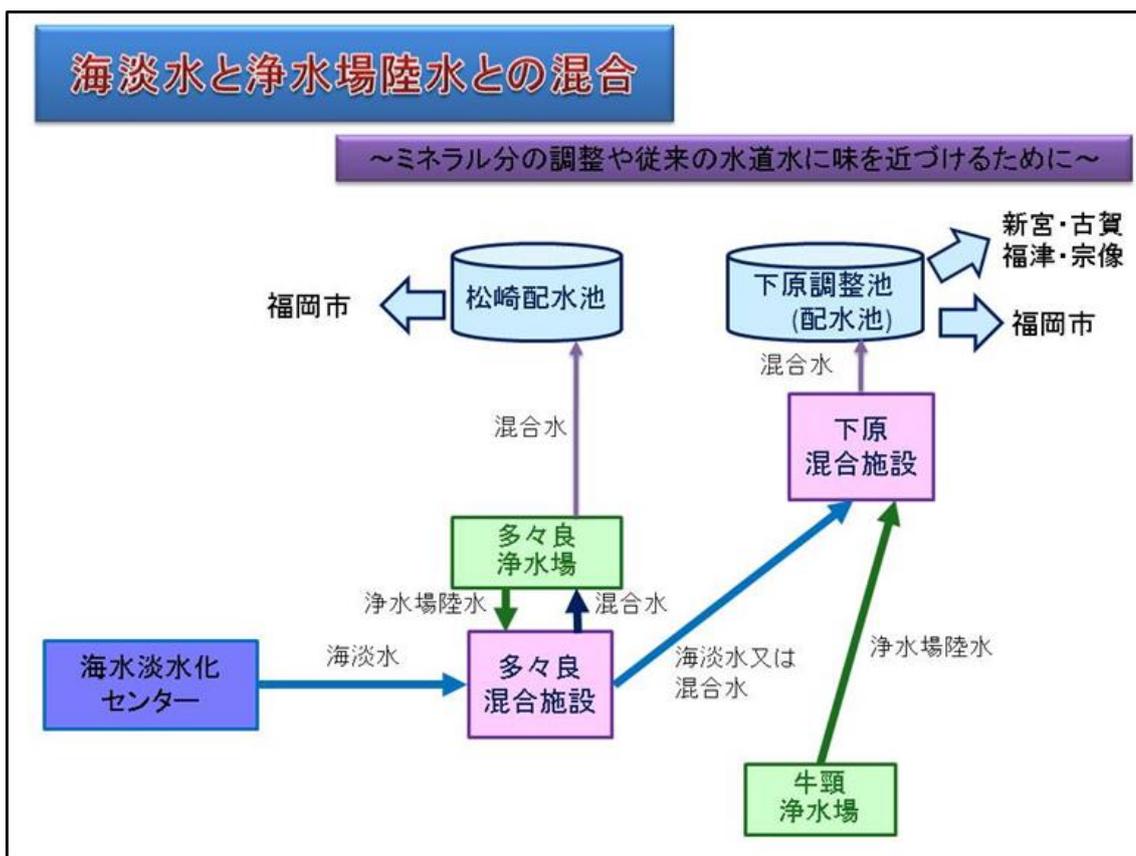


圖 3.3.15 海淡水與浄水場清水混合供水圖

表 3.3.4 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

四、考察紀要

本次考察首先由海水淡水化中心撥放簡介影片快速瞭解海淡廠整體概況，再由廣川廠長回應本署提問及接續導覽介紹廠內設施，交流、討論及導覽重點摘錄如下：

- (一) 海淡濃排水混合污水處理廠放流水排放至博多灣內海，定期監測海洋生態及水質，第一部分是把博多灣海水，帶回來中心做魚類飼養及動態監視，第二部分是進行博多灣海洋環境調查，營運至今已歷經 19 年，基本上無水質影響問題。也因為濃排水混合污水廠放流水排放，取其降低海淡濃排水鹽度與稀釋污水廠放流水污染物質濃度，漁業業者反映放流口海水水質優養化或是藻類滋生情形改善。
- (二) 在漁業補償方面，分為興建與營運期間補償，但長期營運下來對漁業未造成不良影響，漁民也反映並承諾漁業業者，若發生問題時會立即停機檢查並配合調查。
- (三) 海水淡化中心於完工後 15 年內營運管理採委託原興建承攬廠商辦理，營運操作契約除必須確保產水水質，亦包含主要機電設備維護保養及薄膜更換費用。於完工後第 16 年起，因原委託營運操作契約到期，經採公開招標方式無廠商承攬，故採限制性招標方式委託原廠商續約，履約期限 1 年，若工作表現優良，最多可再延長契約期限 4 年(類似契約後續擴充)，契約工作項目同樣包含機電設備維護保養及薄膜更換。
- (四) 主要設備如 RO 高壓泵及能源回收裝置係以使用年限 10 年進行更換評估，但目前僅更換高壓 RO 幫浦的主軸及葉輪與動力回收設備的轉輪等零件，設備尚無換新，設備更新與零件更換費用由企業團負擔，並納入契約執行。
- (五) 由於採取滲透取水取得海水相當潔淨，其中 SDI <1 及濁度<0.05 NTU，較高壓 RO 膜廠商所建議進流水質 SDI<3 及濁度<0.1 NTU5 之要求更低，因此在進行停用 UF 膜產水 1 年的測試後，自 2022 年 11 月後正式省略 UF 模的產水前處理流程，省略 UF 運作已 1 年，產水水質未出現問題。
- (六) 集水管支管採間隔 5m 安裝共 120 根(Φ600 mm,L=30m)，與集水管主管(Φ180 0mm，L=313.6m)連接。迄今包括收集管道在內的滲透取水設備均未損壞，亦未發生集水管外露事件。滲透取水設備因不具有反沖洗功能，當砂層堵塞時，預定用船拉耙子

刮砂層表面，但至目前未出現砂層堵塞影響取水情形，砂層表面亦未被刮傷，研判砂層表面已經自然洋流適度刷洗並帶走表面雜質。

(七) 海水淡化中心總共有 14 位職員，其中有 10 位是水道企業團的員工，另外 4 位為外包員工，維護管理廠商大約 20 位人員。

(八) 海淡廠以穩定產水與不影響設備壽命為主要考量，未因電力成本調整產水時段。現況亦未規劃使用太陽能光電等再生能源，正研究使用海水鹽度差進行發電。



圖 3.3.16 廠房 2F 參觀展示區



圖 3.3.17 廠長解說興建過程照片



圖 3.3.18 實物解說展示空間



圖 3.3.19 控制室



圖 3.3.20 考察團與中心人員合影

3.4 宮瀨水庫

一、水庫概況

位於神奈川縣相模川(一級河川)支流中津川上游，距東京市中心約 50 公里、橫濱和川崎的市區約 40 公里，水源主要供應至神奈川縣。



圖 3.4.1 宮瀨水庫所在位置

神奈川縣的用水主要來源為相模川水系(相模水壩、城山水壩、宮瀨水壩)和佐川水系(三保水壩)，這兩個水系滿足了該縣 90%以上的用水需求。此外，也透過連接相模川水系(沼本水壩、相模大堰、寒川取水堰)和佐川水系(飯泉取水堰)這兩個水系，建立了備援功能。

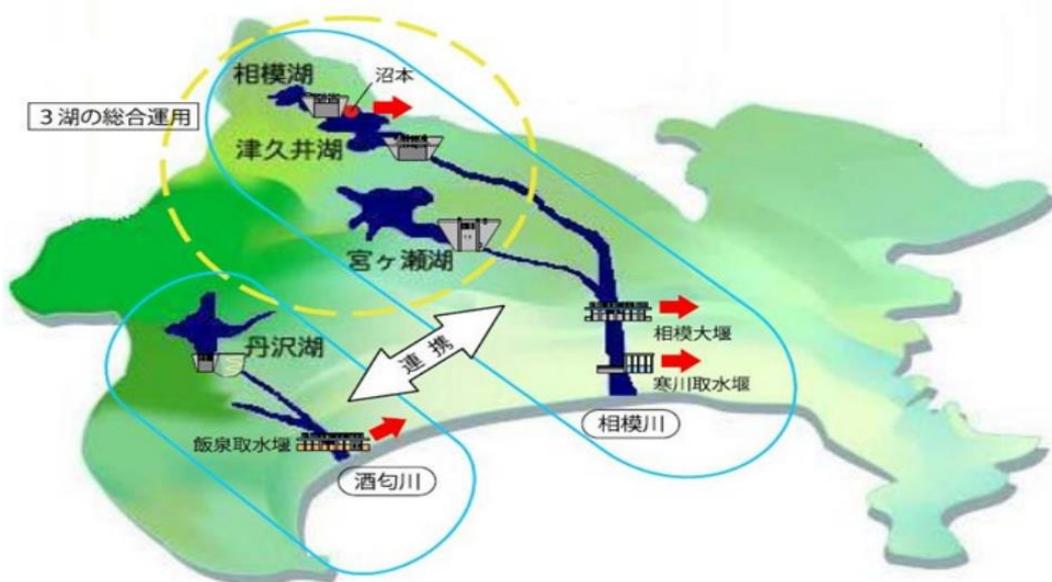


圖 3.4.2 相模川與佐川水系間聯繫示意圖

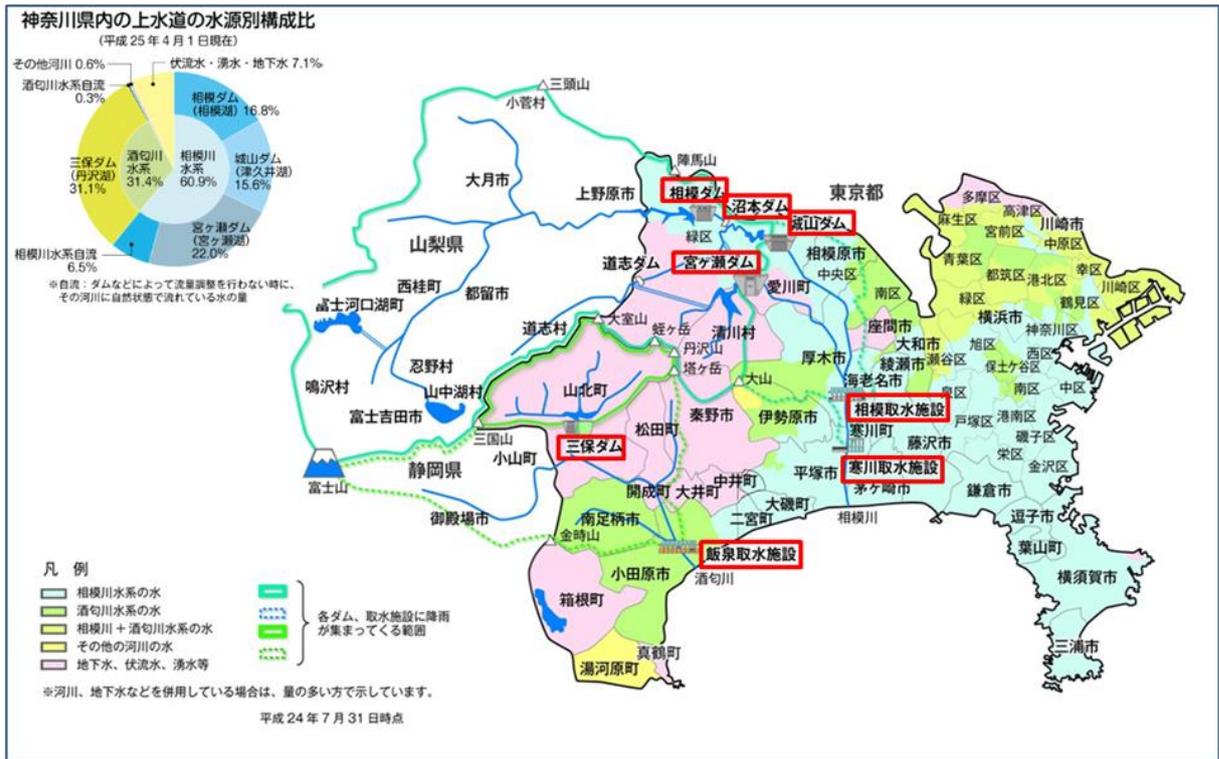


圖 3.4.3 神奈川縣自來水水源別構成圖

二、宮瀨水庫興建歷程及相關設施

日本建設省(現今國土交通省)於1969年公佈水壩計畫、1978年確定水壩設施地點設在石小屋並公告宮瀨水壩基本計畫、1984年臨時排水隧道開工、1991年開始澆置大壩混凝土、2001年4月水庫正式啟用。自公布水壩計畫至正式啟用歷經32年時間，實際施工約10年，施工前以花費很長的時間與在地民眾溝通，就興建水庫大約影響的280餘戶民眾，已另設安置地點讓受影響住戶遷村，也在宮瀨水庫週邊設置商店街，讓受影響民眾得以繼續在這個區域與水庫共生並獲利，藉由這些溝通，大幅減少民眾的反對意見。

目前宮瀨水庫水域面積約4.6平方公里，總蓄水量約1.93億立方公尺、有效蓄水量約1.83億立方公尺，是關東地區蓄水量最大的水庫，總集水區達213.9平方公里，其中本流集水區101.4平方公里、道志川集水區112.5平方公里。



圖 3.4.6 宮瀨水庫相關設施位置圖

三、水庫功能

(一) 防洪：會利用每年 11 月到隔年的 6 月期間盡量將水庫蓄滿，而 6 月到 10 月洪水好發時期，則會空出庫容以調節洪水水量，洪水頻率以 100 年設計，設計入流量每秒 1,700 立方公尺，但一般洪水期放流洩流量最大為每秒 100 立方公尺，可削減下游洪水量每秒 1,600 立方公尺，達到減洪減災目標；如遇特大洪水則利用壩頂溢洪道，最大洩洪量為每秒 1,900 立方公尺，惟水庫完成至今尚未使用過。

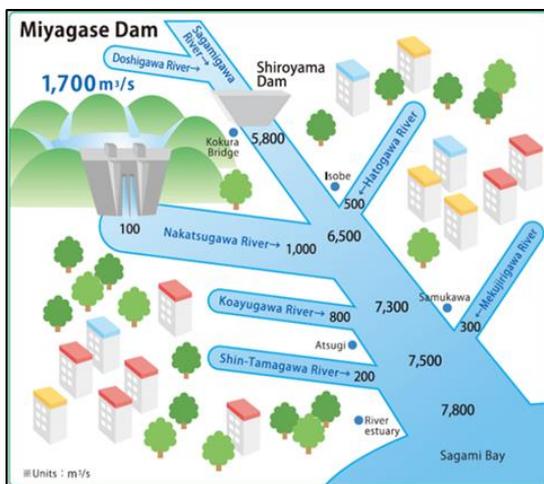


圖 3.4.7 相模川計畫流量分配圖

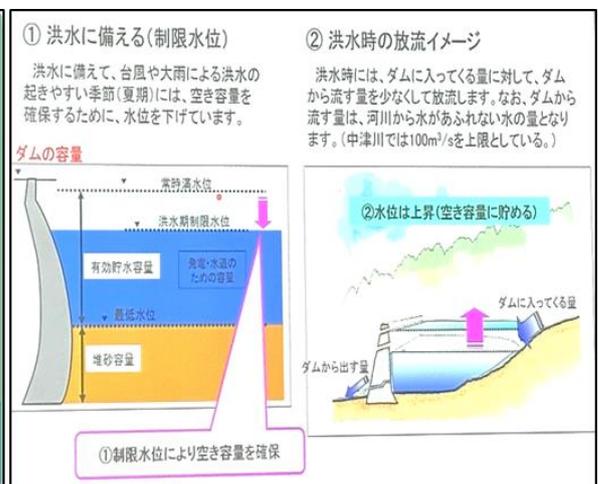


圖 3.4.8 洪水期水庫操作方案

(二) 維持河川水量：宮瀨水庫完成後仍須維持原下游河道的環境，須配合下游動植物生長最少的需水量放水，其中冬季放水量為每秒 2 立方公尺、夏季則配合下游農民稻作灌溉的用水需求，放水量為每秒 5 立方公尺。也藉這樣的放水量，可以沖走下游中津川の藻類，改善生物棲息環境。除了水量外，因庫區內不同水深會有不同的水溫，管理單位為避免放流的水溫與下游河道有顯著差異而影響河道內生物，會透過水庫內可以上下伸的選擇性取水設施，擇合適的深度取水放流。

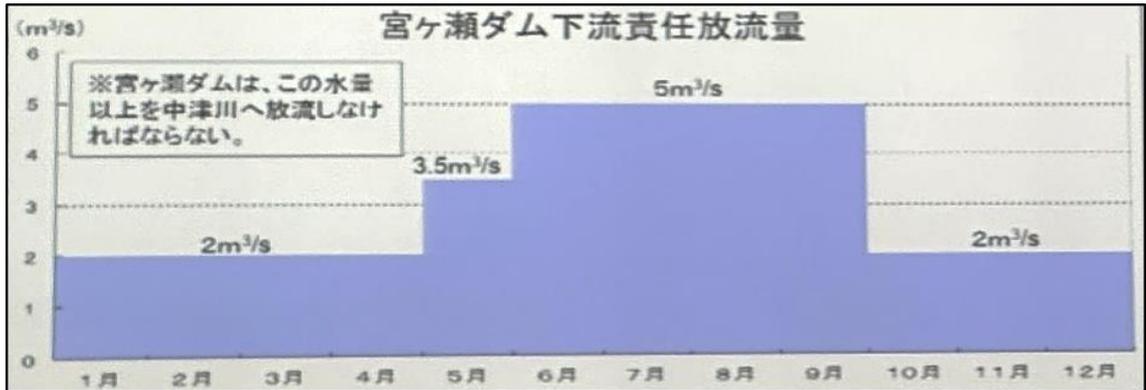


圖 3.4.9 宮瀨水庫各月放水量

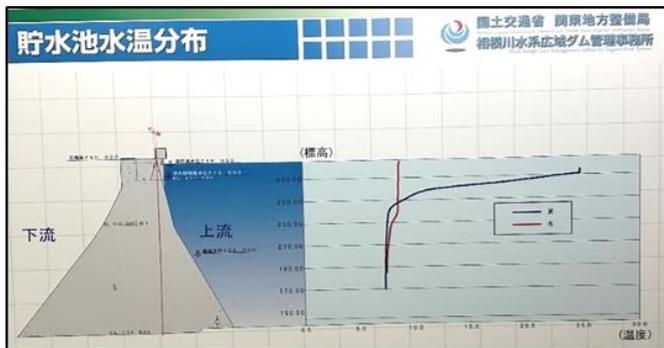


圖 3.4.10 夏季時不同深度溫差近 20 度

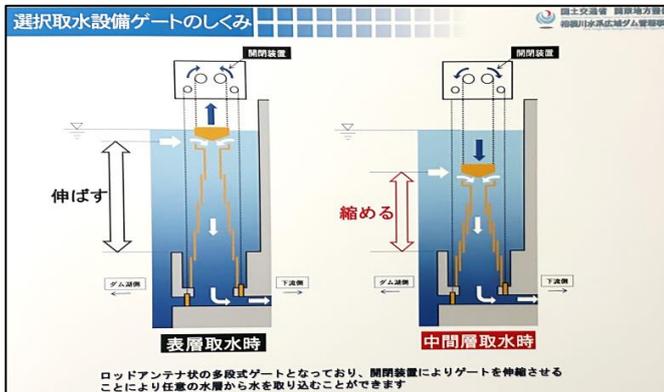


圖 3.4.11 選擇性取水設施可上下伸縮

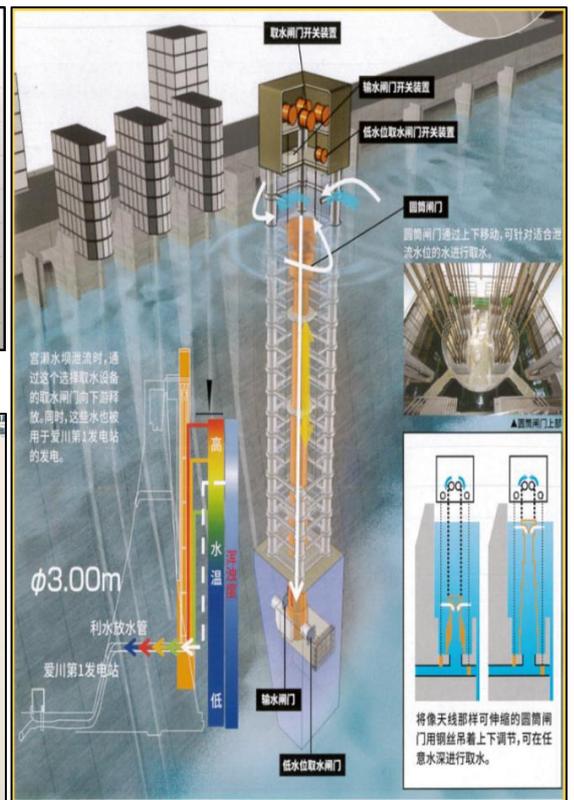


圖 3.4.12 選擇性取水設施啟用方式

(三) 供應自來水：為有效利用相模川流域的水資源滿足下游自來水用水需求，宮瀨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 座水壩聯合操作。相模及城山水庫的集水區約為宮瀨水庫的 12 倍，但庫容合計僅約宮瀨水庫的一半，透過道志導水渠將道志川的水引至宮瀨水庫，減少水資源流入海裡。宮瀨水庫也可透過津久井導水渠送水至相模川主流城山水壩的上游，依需求補充水源至城山水庫。透過這樣在相模川的上下游間彈性調節水量，可向包括橫濱市和川崎市在內的神奈川縣下屬 15 市 7 町供應自來水每日 130 萬噸。

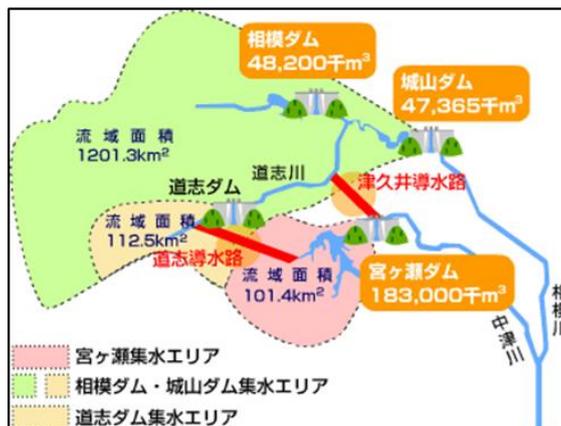


圖 3.4.13 相模川水系水庫操作示意



圖 3.4.14 宮瀨水庫供水範圍

(四) 發電：透過宮瀨水壩正下方的愛川第 1 發電站，及石小屋水壩下游的愛川第 2 發電站發電，可滿足約 21,000 戶家庭用電所需。

(五) 觀光：結合水庫水域以各種方式推動觀光，如：至現場可領取給專屬的壩體介紹牌、大壩右岸原來供施工用的升降設備完工後改為觀光纜車、大壩每年 4~11 月辦理觀光放流、餐廳配合製作具放流意象的咖哩飯、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、周邊商店街、庫區內設置水科學館宣揚水資源教育，經統計每年約有 150 萬人到訪，而神奈川縣內約有 30% 小學生參訪過宮瀨水庫。

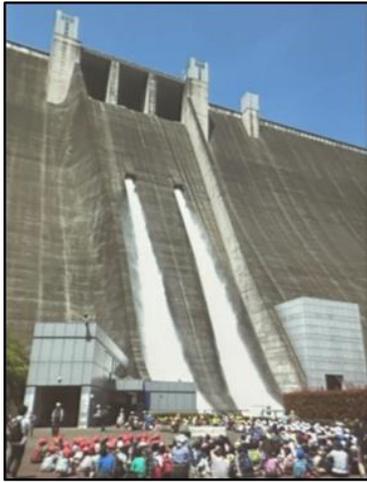


圖 3.4.15 觀光放流

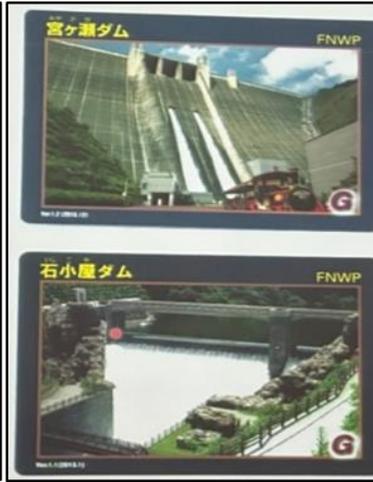


圖 3.4.16 壩體介紹牌及觀光放流意象咖哩飯



圖 3.4.17 水庫周邊環境營造及遊憩活動



圖 3.4.18 水科學館內部

四、水庫操作與管理

(一) 水壩放水設施運用流程

1. 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，稱為疏水放水；另一是配合愛川第 1 發電站發電放水。
2. 洪水時：將放水量增至每秒 100 立方公尺，其中「選擇取水設備」最多放水每秒 55 立方公尺，剩餘每秒 45 立方公尺由「高位常用溢洪道設備」放水。
3. 緊急時：放水量大於每秒 100 立方公尺的緊急情況，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，放水量達每

秒 355 立方公尺，如水位超過水壩高度的緊急事態時，則透過水壩頂的緊急用溢洪道放水。



圖 3.4.19 宮瀨水庫各階段放水流程

(二) 水庫維護管理：為維水庫正常運作，區分下列兩種方式辦理

1. 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。
2. 設施管理：周邊設置監視器以維水庫安全，壩體內設有檢查維修廊道，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。本次現地所見特殊事項，說明如次：
 - (1) 重視檢查維修廊道內的溫濕度控制：壩體為混凝土重力壩，壩體內設有約 2 公里長的檢查維修廊道，廊道內沒有滲水情形外，更於廊道的出入口設置塑膠布減少水氣滲入、重要機械設施旁設置空調，並設有溫濕度計監控。
 - (2) 利用輕軌車廂協助減輕人力負擔：檢查維修廊道內另設有輕軌車廂，可利用輕軌協助檢修及搬運所需器材，節省人力。
 - (3) 注意安全及備援：水庫內有監視系統注意設備防護，閘門等設備所需電源除了由水庫之水力發電供應外，另有市電系統、發電機及人力操作等備援方案，並設有直升機停機坪，可供直升機起降因應緊急情況。

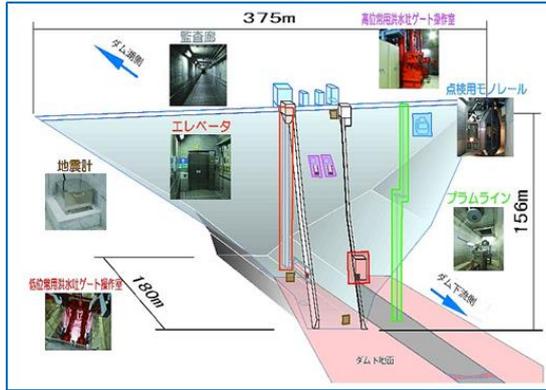


圖 3.4.20 壩體內監測設施



圖 3.4.21 檢查維修廊道



圖 3.4.22 廊道出入口有塑膠布



圖 3.4.23 空調系統調節溫濕度

点検用モノレール

国土交通省 関東地方整備局
桐横川水系広域ダム管理事務所

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。

項目	仕様/内容
型式	橋梁式モノレール
輸送方式	ラック&ピニオン
運行速度	約60km/h
キャビン径	W3.0m×D1.2m×H2.2m
乗員定員	15名
メーカー	三菱重工S304
最大乗客数	45
最大速度	45
制御速度	40km/h
定格電圧	600V/3相 3線3線
電力	400V、114kw×2台
設備完成年月	平成10年1月



圖 3.4.24 廊道内軌道系統

3.5 水利署國際顧問會議(河川整備研究所)

一、單位介紹

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」。而水利署自 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。

二、交流紀要

12 月 13 日下午拜訪河川整備研究所，並由塚原浩一代表理事、內藤正彥常務理事、土屋信行顧問、宮川幸雄首席研究員等人員出席(如圖 3.5.1~2)，會中水利署以簡報方式，針對臺灣現行的治理措施為因應氣候變遷，打造韌性城市，增加土地韌性作為的目標及策略，並透過流域多元的思維，針對不對稱治理措施等流域治理政策及措施予以說明，續以流域整合治理、管理及防災應變等對策進行交流，並更加深化及延續長期與河川整備研究所之合作情誼。綜合討論及反饋，意見摘述如下：

- (一) 河川整備研究所表示日本也跟臺灣的狀況相近，治理的部門也是負責中下游的部分，對日本來講，農地排水就是農林水產省在負責，也是不同的單位，負責不同的工作，日本針對流域管理的部分，與臺灣水利署的政策推動作法相似，期集合各單位的資源整合運用，同步在重點區域優先投資改善，發揮治理的最大效益。
- (二) 日本在 2020 年 6 月荒川發生 100 毫米以上的降雨，造成荒川下流地區嚴重淹水，因此，2022 年正式成立「流域治水協議會」，把不同的層次的政府單位，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都聚集在一起，共同討論防災工作。

- (三) 臺灣流域治理涉及跨部會，對於各都市建設計畫加入流域的改善及治水的改變較為困難，而日本目前主要係以國土交通省所轄相關的單位先做統合，即先將下水道業務及都市等相關課題，在國土交通省裡面商議作一致的決議，另當然希望農林水產省跟林業管理單位等共同合作，但不同單位的合作亦是相當困難，因此，針對流域的整個問題，把不同單位整合起來，透過「流域治水協議會」的商議，各相關單位已經有合作的認知，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。
- (四) 針對災害潛勢圖(類似本署的淹水潛勢圖)，有包含下水道、河川與住宅區的資訊等，是由國土交通省跟地方政府，還有管理下水道的當地市政府管理單位，三個單位把資料提出來之後公告出來，特別的是日本會將公告資訊納入不動產的交易法，並將潛勢圖做一定的告知(如圖 3.5.3)。
- (五) 日本國土交通省現今淹水顯示畫面可在特定位置計算淹水程度、在各水量下以動態方式展示模擬情形，並在發生淹水災害前建置資料庫後提供，讓民眾可以更加瞭解淹水風險，日本希望能夠儘早針對災害發生前各種情況下，超前部署，降低災害規模。
- (六) 日本政府欲針對淹水潛勢嚴重區域做一定限制性的開發，但無法一次到位，因此在潛勢圖中有一個層次：紅色的區域是絕對不可以開發，也會限制該區的興建執照並以政策引導民眾遷出。黃色的區域是不建議開發，黃色區有淹水風險，地方政府在做建設時，會在該區域以加高等方式執行。日方也特別說明，將研議對於風險區域的開發更加嚴格管理，但是會有緩衝時間，目前已要求在不動產交易時須依淹水潛勢告知淹水風險，並納在不動產交易法中；且禁止開發由建築法在潛勢搭配都市計畫法推行(如圖 3.5.3)。
- (七) 日本在重點河段，針對所管轄的區域提高了設計標準，將河川的主河道擴展為 2 倍，除了河道的拓寬之外，也利用堤防的角色，興建第二道堤防，管理單位為原土地主管機關，縱使洪水來也不會直接威脅到主河道兩旁的農田。洪水不會直接逆流，威脅到住民的安全。日本運用輪中堤進行防洪，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，其概念與臺灣村落圍堤、在地滯洪相似(如圖

3.5.4)。

(八) 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%。

(九) 對於避免居住高危險地區的情形，日本跟臺灣一樣，剛開始民眾擔心降低土地的價值，但遇到重大災害時，國民會瞭解政府發佈風險範圍是真的有用。而對於仍然不想遷居的民眾，日本則在地方政府會以相對政策來輔助，如災害時，指引至避難處所或執行防範水患的隔板等防止淹水措施，或是補助拆遷金。日本努力的方向是高風險區如原無人居住，朝禁止開發方式推動。



圖 3.5.1 拜會河川整備研究所會議剪影



圖 3.5.2 拜會河川整備研究所會議剪影

土地利用規制、引導和轉移促進

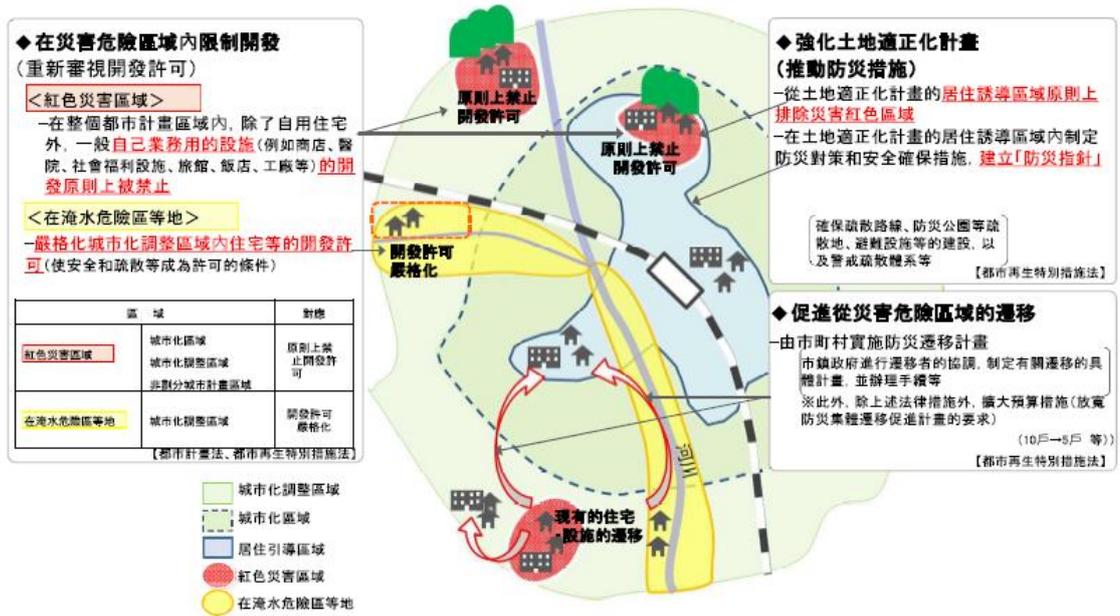


圖 3.5.3 日本淹水潛勢公告範圍及限制圖

②被害対象を減少させるための対策 ～まちづくりや住まい方の工夫(事例)～

- 床上浸水被害等の早期解消のため、連続堤での整備ではなく、土地の利用状況を考慮し、一部区域の氾濫を許容した輪中堤を整備することで、効果的な家屋浸水対策を実施。
- 長野県中野市古牧地区(千曲川)では、令和元年台風第19号時、輪中堤内の集落は浸水を免れた。

<長野県中野市古牧地区(千曲川)輪中堤による家屋浸水被害の解消>



©Koji Ikeuchi

(図・照片：国土交通省資料)

圖 3.5.4 連続建設輪中堤事例

3.6 考察荒川知水資料館及高規格堤防

一、單位介紹

12月14日前往國土交通省關東地方整備局荒川下流河川事務所管理之荒川知水資料館，該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，並以創建健康河流為目標，將荒川下游地區的河流、城鎮、人民轉變為健康的河流，且幫助所有接觸荒川的人們對荒川產生興趣，並將荒川、城鎮以及參與其中的人們轉變為幸福的狀態。因此，透過三維數據改善行政服務為目的，推進數位轉型，首先製作3D區域地圖、線上現場授課、使用無人機(UAV)進行河流巡邏和設施檢查等，推進i-Construction。此外，加強與荒川海濱支持者、海濱學校、河流合作組織、荒川清潔援助、荒川資訊的合作，以3D洪水災害圖呈現，讓民眾有機會提前考慮自己的避難行動。

臺灣都會地區，防洪安全問題非常重要，要如何利用數位技術，簡化工作流程，卻又能夠滿足河川防災業務需求為參訪目的，故本次行程預計交流在人力有限的條件下，要如何運用最新技術進行河川管理與防災業務。

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。

國土交通省關東地方整備局荒川下流河川事務所，主要業務推動項目如下：

- (一) 保護首都圈免受大規模水災的水利工程。
- (二) 保護城市免受大規模地震的水利工程。
- (三) 防範直下地震和首都圈大規模水災的危機管理。

- (四) 保護良好的環境。
- (五) 持續確保安全性所需的維護管理。
- (六) 推動與地區和市民的合作。

二、考察紀要

首先參訪團前往荒川知水資料館由館長與館內人員進行導覽圖(如圖 3.6.1)，並前往中央管理室瞭解防災管理業務，之後到高規格堤防現地進行參訪，荒川下流河川事務所並針對參訪團提出之提問回覆，交流討論內容摘錄如下：

- (一) 荒川從過去的明治時代到現在都是一個治水的指標，屬人工拓寬的導水路，主要是為了原本的隅田川防洪而建，且設置岩淵水門控制洪水量(如圖 3.6.2)，另從海岸至岩淵水門約 30 公里，受到潮汐的影響，一天約 2 公尺的水位波動，但東京灣屬內海，不易受海嘯直接影響陸域安全。故自導水路完成後，配合水閘門操作控制水位，東京再也無發生過水患，而原本的舊河道則運用與自然景觀搭配，保留河川風貌。
- (二) 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，對於設備搶修險作業，事前就已簽訂契約，若設備損壞無法運作時，廠商就必須要立即來做檢修。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。
- (三) 高規格堤防為一個大區域坡度非常緩的堤防，能夠防止洪水的蔓延。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 區有類似的部分已經完工，有 9 個區域正要進行相關的施工(如圖 3.6.3)。
- (四) 透過數據三維以改善行政服務為目的推動數位轉型(Digital Transformation, DX)，製作 3D 區域地圖、線上現場授課、使用無人機(UAV)進行河流巡邏和設施檢查。
- (五) 推動 i-Construction，強化荒川下游水部綠色社區開發的基礎設施，加強與大家

的合作，構建新的基礎設施加強與荒川海濱支持者、海濱學校、河流合作組織、荒川清潔援助連結荒川資訊的合作，並以 3D 洪水災害圖呈現，讓民眾提前考慮自己的避難行動，例如何時、何地以及如何避難。為了各方面的數位轉型(Digital Transformation, DX)，優先考慮社會和經濟需求較高的防災資料等，並促進 GIS 開放資料的創建，以便任何人都可以透過網路等輕鬆使。



圖 3.6.1 參訪荒川知水資料館



圖 3.6.2 新(藍色)與舊(紅色)的岩淵水門



圖 3.6.3 高規格堤防現地參訪

3.7 拜會國土交通省水管理・國土保全局

一、單位介紹

- (一) 12月15日與國土交通省水管理・國土保全局進行交流(如圖3.7.1~2)，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。
- (二) 鑒於未來氣候變遷導致水災風險進一步增加，國土交通省與相關單位合作實施「流域防洪」措施，以應對日益嚴重和頻繁的洪水災害，且設立流域洪水對策會議，制定計畫、研究對策，含括河川管理單位、下水道管理單位及縣市政府。為全面落實整體的水災對策“流域防洪”，擴大到全國河流。除了加快基礎設施建設外，國家和大都市也將透過包括都道府縣、市政府和企業在內的所有相關方的合作，促進基於洪水風險的城市和住宅開發，以及改善流域的蓄水和滲透功能。

二、交流紀要

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・國土保全局並針對本署提問回覆，交流討論內容摘錄如下：

- (一) 臺灣因地理條件所致，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，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參考基礎。
- (二) 日方在水利與國土保護局創新河川技術項目有：危機管理型水位計(洪水專用低成本水位計)、簡易河道監視攝影機、無人/自動化流量觀測設備、無人機細緻化河道巡檢、海堤結構空心檢測。
- (三) 日本水庫以國土交通省的觀點看，第一要素是洪水來時如何進行排解跟協調，第二是如何讓河川在保有既有的河川流量及原來自然景觀，用此方式進行調節。然

而洪水發生時跟沒有發生時這兩個狀況都必須考慮，即便沒有洪水威脅的水庫，亦須考量水庫與河川搭配做自然環境的保育的管理方式，比如有一個水庫是專門發電的，但是當下游發生缺水的情況時，河川的管理者要如何來進行應對，在管理面向就需先提出方法。

- (四) 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。
- (五) 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。
- (六) 日本亦針對河川環境計畫做全面性的盤點與管理，對於河川防洪的整建、河川管理以自然及文化導向，考量河川既有生態系統及當地歷史文化，並擬定指引手冊，分層管理治水兼顧環境的自然景觀；在執行前會進行環境調查，透過河川環境管理表進行評估，除水域外包含陸域及海岸之土地面積、物種、地質等，作為參考點，如大型河川管理，會先掌握河川既有特性及生態交錯帶(藍帶與綠帶的連結)，避免乾枯斷流考量生物多樣性，設計適合生物棲息的環境，考量了防洪措施及棲地環境等綜合議題。(如圖 3.7.3~4)。
- (七) 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，因此必須共同考慮。
- (八) 日本河川法中對於重要政策，會考慮長遠願景，以 100 年河川願景下，30 年內執行事項、方式予以訂定，再逐步達成願景，且 30 年計畫內，每 5 年為一個基準驗證成果。即針對政策評估進行量作為政策驗證，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，改變投資觀點。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。

- (九) 在氣候變遷衝擊之下，以 IPCC AR5 進行模擬降雨增量、設計降雨及洪水發生情境，掌握每個流域的風險區域，並擬定策略，且以圖示化呈現。日方在河川規劃上，仍需持續辦理整建、佈建堤防及河道疏通等。但在風險比較高的地方，會由土地利用的角度進行規劃，另也朝建議遷村及限制開發等推行。
- (十) 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，在水庫增加放水設施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 3.7.1 拜會國土交通省水管理・國土保全局剪影



圖 3.7.2 賴建信署長致贈禮品給國土交通省水管理・國土保全局

Evaluation using River Environment Management Sheet

◆ Evaluation points of River Environment

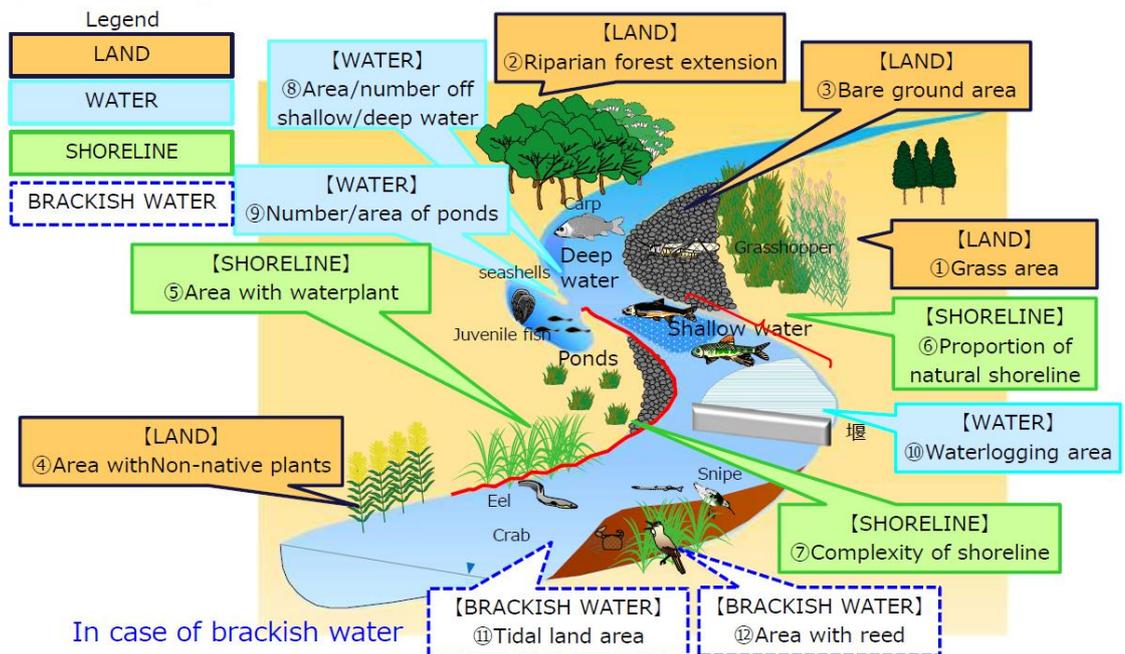


圖 3.7.3 河川環境管理評估圖示

Evaluation using River Environment Management Sheet

① River Environment Zoning Sheet (Distribution of habitats)

- For each kilometer and for each checkpoint, if the result is larger than the river segment median result, that kilometer earns 1 point (○) .
- The distribution of habitats on land, water and shoreline are also collected.

Kilometer		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Land	Grass area		△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○
	Riparian forest	-	-	-	-	-	-	-	-		△		△	○	○	○	○	○	△	△	△	△
	Bare ground	-	-	-	-	-	-	-	-										△	△	○	○
	Non-native plants*	△	△	×	△	△	△	△	△	△	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Shoreline	Waterplant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	△	△	△		△	△	△	○	○
	Proportion of natural shoreline	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○
	Complexity of shoreline	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Water	Connection of shallow/deep water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△		○	○	○
	Ponds	○	○	○				○	○	○				△			△		△		△	○
	Freshwater area	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brackish water	Tidal land	△	○	△	△	○	△	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Reed	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Specialty	Gravel riverbed	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Spring water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Beach	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Salt marsh		○																			
Score		2	3	1	1	3	1	5	6	5	1	1	4	3	3	1	2	2	1	3	5	7

※For positive points, above median is ○(+1), below median is △(+0)
 For negative points shown with *, above median is ×(-1)

圖 3.7.4 河川環境管理評估表

3.8 拜會河川情報中心

一、單位介紹

12月15日與河川情報中心(FRICS)交流(如圖3.8.1~2)，其為非營利法人團體，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。

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。

二、拜會紀要

本次拜會除了希望與河川情報中心理事長池內幸司維持良好情誼外，亦針對池內教授於112年11月訪臺演講時分享之日本淹水模擬技術、BCP(企業水災事業持續計畫)及防災工具進行進一步的請益(圖3.8.4)。

首先由池內幸司教授簡報說明，針對情報中心工作簡介說明以及針對本署提出之提問回覆，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，河川情報中心即時提供河川的情報、大地震及地震造成地層下陷的資訊提供給國

土交通省或地方政府應用。另外也針對水門附近的觀測數據收集、雷達雨量的預測以及參數的設定、預測洪水，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，也會強化民眾防災的知識與意識。

- (二) 該中心也有協助國外做一些防災的協助，例如協助越南地方政府制定災害應變的對策，災時提供專業的諮詢，提供人才培育訓練，也透過 JICA(國際協力機構)的系統來提供海外的協助，該單位的預算來自中央政府，所以需要把成果擴散到民間，這種單位類似財團法人，有更多對社會貢獻的精神。
- (三) 其中日方建置相當多的危機管理型的水位計，一組約 50~60 萬日幣(約台幣 13 萬)，價格不昂貴的水位計，日本全國已布建將近有 9,000 座水位計，資訊會傳回中心裡面來做分析，維護的成本也相對低，並把現場傳回來的數據以圖式的方式提供給外部來使用。
- (四) 日本在淹水感測部分，是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，而針對風險評估地圖係將模擬資訊建置完成，提供給縣市政府參考，由縣市政府訂定風險地圖，提供災害發生時候避難場所位置等整合性評估，亦提供失明民眾，可使用的災害避難地圖。
- (五) 其中日本在減災及避災方面，採用 BCP 應用於企業的緊急應變計畫，政府如何進行災害的準備及業務分配對於政府單位是最重要的，在此背景下每一個中央單位甚至民間單位也有 BCP。
- (六) BCP 有幾項重要的要素，第一個是代理順序(指揮官的角色)，要明確界定誰來下指令。第二個是如果辦公室沒有辦法使用時，要到哪裡進行緊急應變？第三個就是確保水、電以及食物，接下來是確保災害時的聯繫於通暢。
- (七) 國土交通省針對災害時，有自己專用的緊急聯繫迴路可以用。除了一般手機的無線通信，也用光纖、還有用衛星來進行通訊。
- (八) BCP 類似各地方政府於每年汛期前擬定的水災保全計畫，後續針對地震及土石流等相關災害應制定複合性的保全計畫，作為地方政府及民眾的避災減災參考依據。
- (九) 日方推動雨水貯留跟滲透設施發展，且於建築法裡規定，達 30 平方公尺以上就要

強制設置儲水設施，日本地方市政府市町村在開發階段時，就先設置好這樣的設施，且日本民間有許多機構主動的施作儲水設施，進行自主防災。

(十) 在日本預計在令和六年(2024 年)啟動河流大壩從上游到下游的資訊串聯，且要實現防洪跟用水一體化的願景，但日本下游地帶水門多數是由河川管理局來負責、部分是由市町村管理，規劃採遠端控制，硬體的統合尚須克服；但現階段國土交通省在針對水位計智慧化管理將完成，如各水庫，係由每個地方的事務所負責當地的智慧化管理，其資訊再傳到國土交通省進行管理整合。

(十一) 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，這部分類似水利署綜整各縣市政府所提出的災害保全計畫，但以多元形式辦理及呈現。



圖 3.8.1 拜會河川情報中心剪影

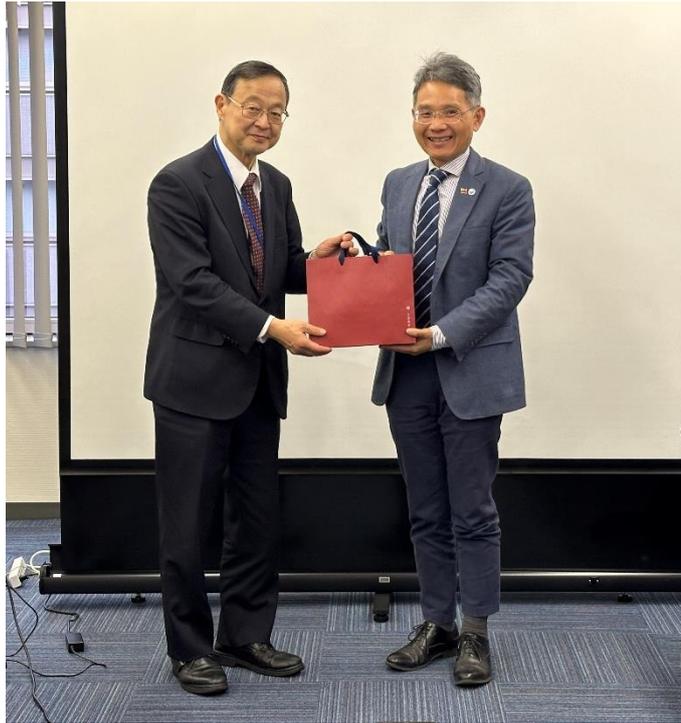


圖 3.8.2 賴建信署長致贈禮品給池內幸司理事長

自動販売機搭載型浸水センサ



中央大学研究開発機構・(一財)河川情報センター・大塚ウェルネスベンディング(株)

○自販機搭載型のメリット

- * 自治体の負担金無し
(電気代・センサ通信費・メンテナンス費用 ⇒ 大塚負担)
- * 有事には自販機在庫を無償開放 (ワイヤー式・手動操作)
- * 平時は自販機として活用
(収益をシステム運用費に活用)
- * 自販機の詰め替え業者が定期的に訪問
(ヒトの目によるセンサ異常確認)

自動販売機搭載型浸水センサ
(加古川市役所での設置状況)

浸水センサ
(※R4設置タイプR5は内蔵型に改良)

圖 3.8.3 淹水感測器搭載飲料販賣機圖示

プッシュ型メール配信「緊急速報メール」

○流域住民の主体的な避難を促進するために配信する情報として、荒川において平成29年5月からプッシュ型のメール配信「緊急速報メール」※を開始。
※プッシュ型配信とは、受信者が要求しなくても受信者があらかじめ指定された時刻に配信される。

○「緊急速報メール」は、氾濫のおそれがある場合【レベル4】（「氾濫危険水位」を超過した時点）及び氾濫が発生した場合【レベル5】に配信

○配信文

平成29年10月23日(月)14:58
埼玉県荒川市で発生
の氾濫です。荒川水位が急激に
上昇しています。

令和元年10月12日(土)21:40
東京都北区で発生
の氾濫です。荒川水位が急激に
上昇しています。

令和元年10月13日(日)12:23
東京都北区で発生
の氾濫です。荒川水位が急激に
上昇しています。

「川の防災情報」ホームページ

○国土交通省では、雨や川の水位の状況などをリアルタイムで配信し、いつでも、どこでも、避難に必要な情報が入手できることを目的とした「川の防災情報」をホームページで提供。
○平成28年3月には、河川沿いのカメラ映像の表示機能などを追加しリニューアルを実施。

パソコンから <http://www.river.go.jp/>
スマートフォンから <https://www.river.go.jp/s/>

荒川下流河川事務所CCTV

荒川下流河川事務所ホームページからライブカメラ映像を見ることが可能

荒川下流河川事務所HP
<http://www.ktr.mlit.go.jp/arcpe/araae00079.html> スマホ版はこちら→

浸水ナビ(地点別浸水シミュレーション検索システム)

浸水ナビ <http://suiboumap.gsi.go.jp/>

最大浸水想定：最大浸水想定、及び浸水率の計測自動化アニメーションの表示が可能

3D河川河川管内図

Arakawa Digital Twin online

「Arakawa Digital Twin online」を構築し、荒川流域に関する情報を3D河川モデルをベースに一元化して公開することで、荒川にふれあう全ての方が荒川に親しみを持っていただき、流域のあらゆる関係者が協働する流域治水やミズベ、グリーンコミュニティによるグリーンインフラを促進するなど河川管理のDXを目指します。

Webブラウザから3D河川河川管内図を閲覧・操作可能(スマートフォン対応)

※閲覧対象は、国土交通省が公表している3D河川河川管内図です。3D表示とすることで、お住まいの場所をリアルタイムで確認しやすくなりました。

<https://experience.arcgis.com/experience/a14b9a7cee8943889babc2096f5a5fe7/>

図 3.8.4 日方淹水模擬、情報及設備圖示

肆、心得與建議

4.1 心得

- 一、開發多元水資源，完善備援系統：日本川流水豐沛，水庫運用率低，仍建置海淡水及再生水等科技造水設施，增加供水穩定。我國亦已加強科技造水工作，除持續推動污水下水道的建設，後續可運用於工業用水，為了減緩氣候變遷所帶來對穩定供水的威脅，行政院已於 2023 年核定新竹及臺南海水淡化廠計畫，後續須依計畫加速推動，以因應用水成長及極端氣候的挑戰。
- 二、海淡廠的建置，除考量景觀設計及導覽教育外，亦融入環境美學，空間整潔明亮、維護良善。且縱使海淡水價較高，為維持穩定供水，仍會維持一定產水量，並與其他水源聯合運用。與臺灣目前所規劃海淡水係併入自來水供水系統，採配合豐枯水期而與水庫水及川流水源聯合運用方式構想一致。
- 三、強化節水作為：我國人均用水量約 288 公升，日本國民節水意識高，福岡市的人均用水每日量僅約 200 公升、其他都會區用水量亦僅約 240 公升，相較於我國低了許多，而日本福岡市自來水漏水率更僅約 2%，其節水效益非常高，我國可以此為目標持續推動節水作為。
- 四、公私協力研議治水對策：治水工程除了由水利主管單位負責規劃及施工外，與周遭的地方政府、學校、企業、居民等均有很大的相關，日本在辦理治水工程時，曾經協議的過程讓這些關係者了解，並與相關關係人合作來推動治水相關工作，以減少淹水造成的危害。企業亦須自行評估風險，並公開相關資訊及提出相對應的對策。
- 五、流域跨域整合，系統性規劃方案：治水須以流域自上游至下游一併考量，惟涉及單位繁多，各單位就其職責均有其本位，日本由總理大臣核定成立流域治水協議會，將所有相關的利害關係人納入共同討論治水事宜，然在日本跨單位間的協調實屬不易，與我國相同，故國土交通省內先就所轄水利、下水道、都計等與治水有關的單位先整合治水事宜，如此可先就人口較密集的都市地區研議其治水方案。
- 六、建築開發行為納入減災考量：日本已規定不動產交易時須主動提供水災風險資訊，建築相關法規也訂有 30 平方公尺以上就要設置雨水貯留跟滲透設施；我國除於建築技術規

則訂有 300 平方公尺以上須檢討設置雨水貯集滯洪設施外，本署亦推動逕流分擔跟出流管制，我國可參考日本作法，與建管單位及地方政府合作，敦促土地開發或建築單位確實設置類似設施，因應極端氣候強降雨的影響。

- 七、讓防災避難行為變成如呼吸般自然：日本為了讓居民清楚知道遇到災害時需要做的事情與避難管道，透過如 my timeline 系統進行推行，以及不斷地在平常對民眾進行訓練與提供即時資訊，讓民眾在遇到災害時可以即時反應，不會驚慌失措。
- 八、河川治理併考量自然生態與在地文化：因人類的文化與河川有密不可分的關係，故日本在治理河川時，也會考量沿岸在地社區的歷史及文化保存；而生物的生存更是須依靠河川的藍綠帶串聯功能，因此日本擬定相關指引手冊，運用「河川環境管理表」來評估環境概況並圖示呈現，期望維護生態的棲息地及多樣性，這對於水利工程人員很有幫助。本署對於河川生態環境亦持續推動中，各河川製殺流域情報地圖，收納多元豐富的資訊，對於後續規劃、治理及管理有可靠的參考依據，也藉走讀河川走讀的活動，讓地方民眾與水利工程人員一同了解河川的人文生態。
- 九、主動公開資訊與各界溝通爭取支持：不論是水庫的建設或水災的防治作為，日本政府均花費許多時間與民眾溝通，在水災防災部分，結合 GIS 建置資料並圖象化展示淹水模擬結果，落實資訊公開，也讓民眾了解模擬數據所代表的意義；量化治理作為前後經濟損失的差異性，除了可顯現治理的經濟效益，亦讓民眾清楚了解治理作為的效果與必要性。另主動定期提出已完成的工作及效益等資訊予國會議員等民意代表，以民意代表得以了解政府作為進而爭取其對政府政策的支持。
- 十、配合科技提升人力運用效率：日本人口同樣面臨少子化及高齡化問題，就重點工作如防災、供水調度上，資深及資淺人員共同輪值除經驗傳承也可優先滿足其人力需求；另輔以科技設備強化人力運用效率，如：福岡市透過中央控制系統即時調度水源；河川管理單位以三維圖式方法改善行政服務，推動數位轉型(Digital Transformation, DX)，製作 3D 區域地圖、使用無人機(UAV)進行河流巡邏和設施檢查。

4.2 建議

經彙整日本參訪團參訪之過程、內容與心得，提出以下各點，供水利署未來水務施政與業務推動之參考。

一、結合物聯網等科技精準操作調度

本次參訪福岡市水管理中心的中央控制室及荒川下流河川事務所之防災中心，均見其藉遠端控制方式，操作閘門調度自來水或啟閉河道之水閘門及抽水機，可以精準即時的依需求操作水工機械。

我國可參考其經驗結合物聯網或 AI，執行相關監測及操作工作，就水門等防水洩水建造物可佈設監測設備，即時傳輸現況資訊，提升資訊即時性，改善現行須由委外維管廠商赴現場了解才能掌握現況情形，進一步則可搭配遠端操作抽水機組，即時機動操作，避免災害發生，以達減低災害發生、保障民眾安全的目標。另可運用 UAV 及 GIS 執行巡檢、管理及防災等作為，建置數位影像及三維模型資料，朝河川管理智慧化目標努力。

二、跨領域利害關係人共同投入河川治理

河川治理是除了須自下游至上游一同考量外，更與周邊共同生活的人有關，故日本成立「流域治水協議會」研商河川治理事宜，成員除了有下游至上游包含下水道、水保、林業等河川管理相關單位，也納入相關地方政府、水力發電廠、民眾等共同研議河川治理事宜，也藉由這樣的組成強化溝通管道、增加彼此的信任。

我國在河川治理上，自易淹水治理計畫、流域綜合治理計畫等，除了本署所轄的河川治理工作外，亦就流域內上游水保、林務、下游灌溉及都市計畫排水系統併予規劃評估，惟跨部會間的工作，仍因預算編列或業務屬性未能整合即時辦理改善。

目前本署在中央管流域內已成立大、小平台研議河川的治理工作，在中央管河川治理率已達 9 成以上情形下，面對極端氣候的影響，建議後續可參考日本「流域治水協議會」的觀念，先評估於既有的大、小平台下與林務、水保、下水道、灌溉、在地民眾及非政府組織等相關單位共同研擬河川治理方向，另行政院亦已成立水及流域永續推動小組，如涉有跨部會的政策協商事項，亦可藉行政院平台協商，強化跨域治理成效、提升台灣因應極端氣候的韌性。

三、以經濟效益強化說明治水成果

極端氣候降雨型態改變，導致大雨、大旱的頻率增加，因此日本在重點河段提高了設計標準，除了拓寬河道，也依保護對象設置二線堤或輪中堤；另輔以風險管理策略，

除了不動產交易須告知淹水風險，也依淹水風險程度逐步禁止或限制民眾的開發行為。在推動這些策略的過程，日本政府會讓民眾了解因這些策略而減少的經濟損失，強化其經濟效益，並主動提供資訊給國會議員，讓他們支持這些政策。

面對極端氣候，本署在河川治理上，除了傳統的河川結構物改善、村落圍堤外，也以 NbS 觀念推動田埂加高的在地滯洪，或採行逕流分擔、出流管制等措施，對於治理率已高且用地取得相對較難的我國，這些策略可減少因暴雨對河川容量的衝擊。後續可依治理情形適時審視更新淹水潛勢圖，並依淹水風險輔以非工程的防災作為，或與民眾共同研商後評估推動洪氾區域管理的方式推行風險區域管制，讓民眾知道自己所在區域的風險度，透過這些方案減輕民眾生命或經濟損失，並可參考日本的經驗，強化治水策略所帶來的經濟效益，評估定期公開資訊，讓民眾了解並支持。

四、強化國內民眾防災意識

面對大自然的挑戰，工程也有其極限，故仍須強化民眾的自主防災意識，而日本對於推動防災工作除了由上而下外，更是著重於居民自主的防災意識，從歷次日本遭遇天災時的國民應變能力可看出其防災意識及作為成效良好。我國在消防系統或本署的水災防災均有協助建立自主防災社區，除了建立風險潛勢地圖與避難地圖外，建議仍須不斷宣導、演練，甚至可評估引導企業的資助，將防災意識深植民眾內心，當遇到災害時，即可立即反應運用以減少傷亡。

五、與河川整備研究所或河川情報中心進一步合作，持續推動台日技術交流

河川整備研究所與河川情報中心內除有水利專業人員外，亦有多位成員曾任職於日本國土交通省等政府部門，具有政策研擬、水利實務推動及數據資訊應用建置等專業，本署 111 年已成立國際顧問團，河川整備研究所之土屋信行博士即為顧問團成員，本次參訪賴署長亦邀請河川情報中心池內幸司理事長擔任本署國際顧問，未來可持續與其合作，邀請日本專業人員來台就專題進行短期授課，以利我國更深入的瞭解日方在相關政策的研擬或實際執行之經驗與建議。

六、推廣本國水利成果

臺灣具有優秀的水利科技人才，在技術方面具有精進與研發極大的優勢與潛力，若能研發智慧都會區淹水預報系統，並以人工智慧技術持續使系統從中不斷學習與精進，

後續可將臺灣智慧防災技術輸出到其他國家或支援其他國家建置臺灣研發之智慧防災系統，促使水利產業發展。

伍、參考資料

- 一、福岡市水道局官方網站：<https://www.city.fukuoka.lg.jp/mizu/somu/index.html>。
- 二、福岡地區水道企業團網站：<https://www.f-suiki.or.jp/>。
- 三、宮瀨水壩官方網站：
https://www.ktr.mlit.go.jp/sagami/sc/sagami_index007.html。
- 四、河川整備研究所官方網站：<https://www.rfc.or.jp/>。
- 五、荒川下游河川事務所官方網站：<https://www.ktr.mlit.go.jp/arage/>。
- 六、荒川知水資料館官方網站：<https://www.ara-amoa.com/>。
- 七、荒川3D河川管內図：<https://www.ktr.mlit.go.jp/arage/arage01048.html>。
- 八、荒川3Dハザードマップ：<https://www.ktr.mlit.go.jp/arage/arage01043.html>。
- 九、國土交通省水管理・國土保全局官方網站：
<https://www.mlit.go.jp/river/kasen/index.html>。
- 十、河川情報中心官方網站：<https://www.river.or.jp/>。
- 十一、國土交通省川の防災情報：<https://www.river.go.jp/index>。
- 十二、國土保護局創新河川技術項目：
https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/inovative_project/index.html。
- 十三、考察及交流單位所提供書面資料。
- 十四、公務出國報告「海水淡化及伏流水技術研習」。