

出國報告（出國類別：考察）

河川環境管理智慧與生態環境 兼顧下措施及作為

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：蘇柄源 水利行政組組長

郭建宏 第六河川分署副分署長

周君和 臺北水源定區管理分署主任工程司

陳柏宗 南區水資源分署正工程司兼主任

陳杰明 第九河川分署正工程司

黃曼華 第二河川分署副工程司

派赴國家：日本

出國期間：112年11月12日至112年11月17日

報告日期：113年02月

摘要

全球氣候變遷影響下，本署為加速達到流域整體調適永續發展策略，以風險管理、藍綠網絡自然保育、水岸融合之整合性概念，結合地方團體、民眾及生態保育團體之建議，以多元化的整治與管理手段，期能符合公眾期待之河川生命力及親水之永續水環境。

本次赴日本考察活動旨在拜會中國地方整備局廣島縣、太田河川事務所、三次河川國道事務所、岡山河川事務所等單位，瞭解日本流域治水計畫、河川維護管理、河岸環境營造、河川防災、民眾參與、整合內水緊急對策事業等問題及解決對策，做為提升我國整體技術發展、政策指引及處理相關問題時之參考，另安排赴河岸環境營造太田川、江の川、旭川、桂川等地參訪，期能學習日本相關技術與新知並進行交流。

第一天由太田川河川事務所副所長、廣島西部山系砂防事務所、高瀨堰管理中心主任、RFC 研究員阿部及京都大學博士生魏箏等解說中國地方整備局太田川河川事務所管轄範圍之廣島縣西部太田川及山口縣境內的小瀨川等河流相關的各種維護和管理活動。包括預防洪水、暴潮等災害（防洪）、合理利用河川、維持流水正常運作（用水）、改善及保護河川環境（環境）的思路，體現河川特色的河川開發及維護管理。現地參訪廣島西部山系砂防事務所小原山地區（303 溪流）、高瀨堰等地。

第二天由八田原水壩管理所下山茂所長、福山河川國道事務所、國土交通省中國地方整備局、芦田川河口堰中心主任、RFC 研究員內藤及京都大學博士生魏箏等熱情接待及解說，雙方進行了深入的交流，八田原水壩的運營關鍵在於其洪水調節能力。共同分享了各自在水庫管理方面的寶貴經驗與實踐心得。現地參訪八田原水壩及芦田川河口堰等地區水與生活息息相關，在地居民以志工組織認養維護管理，擴大區域觀光效益。

第三天由岡山河川事務所垣原清次所長親自率相關主管（柏原副所長、米田副所長）、RFC 研究員內藤及京都大學博士生魏箏等說明吉井川、旭川、百間川、高梁川等

河川防災觀察及居民參與。現地參訪旭川洩洪道（百間川）支線檢查、旭川河町開發（石山公園～岡山城）及高橋川、小田川緊急防洪對策。

第四天拜會淀川河事務所、RFC 研究員宮川及京都大學博士生魏箏等現地說明桂川上游有機農田及生態遊戲整合（龜岡、保津地區）及桂川渡月橋（嵐山地區）。拜會過程中討論到計畫是否能順利推動，事前溝通再溝通，協商再協商還是最為重要，因此需要積極有效的民眾參與以聽取地方意見，甚或執行中仍持續溝通，讓民眾一同參與。

目錄

摘要	I
目錄	III
表目錄	IV
圖目錄	V
壹、 目的	1
貳、 考察團員及行程	2
一、 考察團成員	2
二、 主要行程	2
參、 考察過程	2
一、 廣島縣太田川及小瀨川等河流維護、管理及近自然工法案例	2
二、 考察福山河川國道事務所、八田原水壩、芦田川河口堰	10
三、 考察岡山河川事務所、吉井、旭川及高梁川防災觀察	19
四、 考察龜岡、保津地區有機農田生態及嵐山地區移動式止水壁	40
肆、 參訪心得	51
一、 日本和我國的業務屬性差異及優缺點心得	51
二、 考察八田原水壩	54
伍、 結論與建議	56
一、 結論	56
二、 建議	57
參考文獻	58

表目錄

表 1 考察行程表	1
表 2 岡山事務所主要河川管理範圍表	21
表 3 單位組織業務職掌表	21

圖目錄

圖 1 考察行程單位及位置.....	1
圖 2 太田川流域圖.....	3
圖 3 歷史洪水災害(日方提供簡報).....	3
圖 4 歷史淹水對策(日方提供簡報).....	4
圖 5 我團與太田川事務所交流.....	5
圖 6 廣島市土砂災害點及相關對策圖.....	6
圖 7 本團參訪 303 溪流整建工程.....	7
圖 8 303 溪流 2014 年 8 月災前及災後對比圖.....	7
圖 9 303 溪流土砂災害整建工程現地標示牌.....	8
圖 10 土砂混凝土工法及智慧機具施工.....	8
圖 11 高瀨堰左右岸魚梯.....	9
圖 12 配合香魚產卵季調整放流閘門.....	9
圖 13 高瀨堰監管中心電控設備及人工檢視設備.....	10
圖 14 芦田川流域及八田原水壩位置.....	11
圖 15 八田原管理所組織圖及業務分工.....	11
圖 16 我團與八田原水壩管理所交流.....	12
圖 17 計畫洪水調節圖.....	12
圖 18 八田原水壩現今洩水操作策略.....	13
圖 19 八田原水壩參訪照片.....	15
圖 20 八田原水壩水質保護措施.....	17
圖 21 八田原水壩夢的山水示意圖.....	18
圖 22 岡山河川事務所管理範圍.....	19
圖 23 岡山河川事務所副所長向本團說明情形.....	20
圖 24 吉井川整治對策圖.....	23
圖 25 旭川整治範圍圖.....	24
圖 26 高梁川整治範圍圖.....	25
圖 27 岡山縣流域治水對策圖.....	26
圖 28 吉井川淹水潛勢圖.....	27
圖 29 因應乾旱成立乾旱對策課圖.....	29
圖 30 河川維護管理計畫圖.....	31
圖 31 百間川古蹟溢流堰位置圖.....	32
圖 32 導流斷面改造的必要性及改善效果.....	33
圖 33 歷史文化技術與現代科技交融(3D 測量).....	34
圖 34 考察旭川溢流堰.....	34
圖 35 考察環境營造.....	35

圖 36 高粱川、小田川區域圖	36
圖 37 小田川災難復原	36
圖 38 治水對策現地告示	37
圖 39 高工率的重型機具及 3D 建築列印技術	37
圖 40 預鑄材料及設置導流堤保全水生植物進行環境營造。	38
圖 41 傳統的「龍門樁」放樣	38
圖 42 考察小田川照片	39
圖 43 龜岡保津地區滯洪區圖	40
圖 44 龜岡保津地區推動農田滯洪區圖	41
圖 45 龜岡保津川觀光人力游船(無油汙染)圖	42
圖 46 龜岡保津川觀光人力游船(無油汙染)圖	42
圖 47 龜岡市市魚鯽魚短薄鯽(Ayumodoki)圖	43
圖 48 龜岡保津川公園樹穴及透水鋪面圖	43
圖 49 考察龜岡保津川照片	44
圖 50 嵐山地區圖	45
圖 51 嵐山渡月橋移動式止水壁圖	46
圖 52 嵐山渡月橋移動式止水壁	49
圖 53 考察嵐山地區照片	50

壹、 目的

臺灣目前在短延時強降雨極端氣候條件下，如何以調節分擔方式，搭配良好完善之整備運作機制即時應變，強化提升區域承災韌性，是當今重要的課題；此外，隨著生活水準提升，河川功能除滿足人的需求外，與大自然和諧共存，恢復河川生命力，提升民眾參與認同，結合周邊地景地貌進行水岸縫合，讓河川成為區域亮點，已是目前面臨的重要議題。全球氣候變遷影響下，臺灣地區各相關單位思考河川特性屬於坡陡急流及急降雨，容易造成水位急遽上升，易遭受區域致災威脅。本署為加速達到流域整體調適永續發展策略，以風險管理、藍綠網絡自然保育、水岸融合之整合性概念，結合地方團體、民眾及生態保育團體之建議，以多元化的整治與管理手段，期能符合公眾期待之河川生命力及親水之永續水環境。

本次赴日本考察活動旨在與中國地方整備局廣島縣、太田河川事務所、三次河川國道事務所、岡山河川事務所等單位，瞭解日本流域治水計畫、河川維護管理、河岸環境營造、河川防災、民眾參與、整合內水緊急對策事業等問題及解決對策，作為提升我國整體技術發展、政策指引及處理相關問題時之參考，另安排赴河岸環境營造太田川、江の川、旭川、桂川等地參訪，期能學習日本相關技術與新知並進行交流。

貳、 考察團員及行程

一、 考察團成員

本次考察團成員有水利行政組組長蘇柄源、第六河川分署副分署長郭建宏、臺北水源定區管理分署主任工程司周君和、南區水資源分署正工程司兼主任陳柏宗、第九河川分署正工程司陳杰明、第二河川分署副工程司黃曼華及京都大學博士生魏箏。

二、 主要行程

本次考察行程主要係 11 月 13 日考察太田川河事務所觀察太田川河畔的環境營造、高瀨堰/古河；11 月 14 日考察福山川國道事務所、蘆田川、八田原水壩、芦田河口堰等之河川防災觀察及居民參與；11 月 15 日考察岡山河流事務所、高橋川、小田川防洪對策河流事務所、小田川、旭川洩洪道（百間川）、旭川河町開發（石山公園～岡山城）、高橋川、小田川緊急防洪對策等河川防災觀察及居民參與；11 月 16 日考察河川整備研究所、淀川河川事務所、桂川上游農田戲水（龜岡、保津地區）、桂川渡月橋（嵐山地區）（如圖 1、表 1）。



圖 1 考察行程單位及位置

表 1 考察行程表

日期	活動時間	主要活動	地點
11/12(日)	全日	啟程：桃園至日本 關西機場移動至岡山	桃園→大阪 →岡山
11/13(一)	上午	考察太田川河事務所近自然工法案例	岡山 → 廣島
	下午	觀察太田川河畔的環境營造、高瀨堰/古河	廣島 → 岡山
11/14(二)	上午	福山川國道事務所八田原水壩之河川防災觀察及居民參與	岡山 → 福山
	下午	福山川國道事務所、芦田川河口堰等之河川防災觀察及居民參與	福山→ 岡山
11/15(三)	上午	考察岡山河流事務所、高橋川、小田川防洪對策河流事務所、小田川等河川防災觀察及居民參與	岡山
	下午	考察小田川、旭川洩洪道（百間川）、旭川河町開發（石山公園～岡山城）等河川防災觀察及居民參與	岡山→京都
11/16(四)	上午	考察桂川上游（龜岡、保津地區）	京都
	下午	考察桂川渡月橋（嵐山地區）、淀川河川事務所	京都
11/17(五)	全日	返程：日本至桃園	京都→大阪 →桃園

參、 考察過程

一、 廣島縣太田川及小瀨川等河流維護、管理及近自然工法案例

- (一) 參訪時間：11 月 13 日(Day1)
- (二) 參訪地點：中國地方整備局太田川河川事務所、廣島西部山系砂防事務所小原山地區（303 溪流）、高瀨堰
- (三) 解說及陪同人員：太田川河川事務所副所長、廣島西部山系砂防事務所、高瀨堰管理中心主任、RFC 研究員阿部充、京都大學博士生魏箏
- (四) 參訪記要：

1. 拜會中國地方整備局太田川河川事務所

太田川河川事務所管轄範圍為廣島縣西部太田川及山口縣境內的小瀨川。其工作為兩條河流相關的各種維護和管理活動。包括預防洪水、暴潮等災害（防洪）、合理利用河川、維持流水正常運作（用水）、改善及保護河川環境（環境）的思路，體現河川特色的河川開發及維護管理。

太田川發源於廣島縣西部的冠村山，與東長志川、三朝川匯合，匯合多條山澗溪流。此後，流向南轉，在廣島三角洲北端分裂為太田川溢洪道和原太田川，並進一步分為天滿川、本安川等，流入廣島灣。流域面積 1,710 平方公里，主要河道長度約 103 公里，屬一級河流。太田川上游是中國地區降雨量最多的地區，風景名勝眾多，種類豐富，如國家指定風景名勝區三段峽等。流域內人口：約 102 萬人，預測洪水區域內的人口：約 55 萬人，預測洪水區域內面積：約 90km²，太田川流域圖如圖 2。

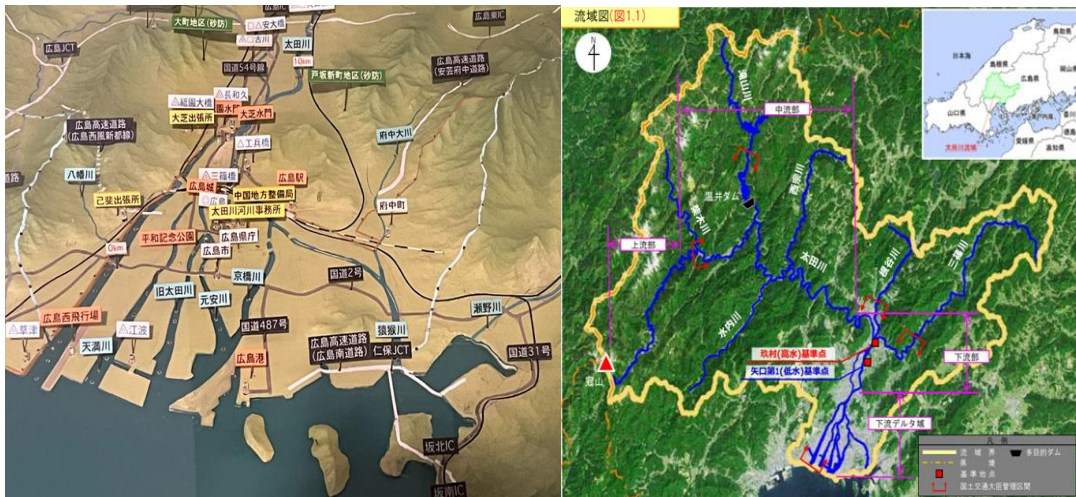


圖 2 太田川流域圖

太田川河川事務所副所長整體介紹太田川流域之概要，包括過去所遭受之洪水歷史及治水對策之演進。太田川在面臨較大豪雨時都會有洪泛問題，約三十年會有一次大規模地區的洪泛災害，且近幾年觀測下來，很多地方都有歷史最大雨量發生，平成 30 年發生最巨災害，其主要歷史洪水災害及淹水對策彙整如圖 3、圖 4。



圖 3 歷史洪水災害(日方提供簡報)



圖 4 歷史淹水對策(日方提供簡報)

其中, 太田川放水路 (溢洪道), 於二次世界大戰後正式恢復溢洪道的疏濬、挖掘、築堤工作; 其後於 1960 年, 為改道而修建祇園 (祇園) / 大芝 (Oshiba) 開始興建水閘, 1965 年開始完成通水。努奎水壩 1971 年 7 月發生洪水後, 對太田川的預定計劃進行了審查, 並將其定位為防洪設施。此外, 為了應對因發電等取水而導致的水量減少的情況以及新建城市供水等, 為了確保該斷面自來水的正常運轉, 計劃進行不特定補水。

而太田川流域中之高瀨堰建制目的是為了讓居民有更好以及更多的用水, 日方透過將舊高瀨堰改造為可移動堰, 可以處理計畫中 8,000 立方公尺/秒的高水流量。太田川由高瀨堰抬升上游水位後, 水源被送往廣島市、吳市、東廣島市、竹原市以及瀨戶內海島嶼等五市五町, 用作自來水和工業用水; 水力發電方面則特過高瀨堰進行排水調整, 防止了因發電排水從中國電力株式會社神部發電所流向根屋川而導致幹流下游水位急劇變化。

太田川事務所副所長整體說明，亦表示該事務所對太田川漲潮對策較晚開始，目前日方仍致力於推動相關的災害防治，這三年的河川整治，多以透過調整河寬、堤防加高、拆除堰壩等方式進行；而本團亦於日方說明後積極與事務所交流相關防汛整備措施，相關參訪照片如 圖 5。



圖 5 我團與太田川事務所交流

於我方積極提問交流後，獲知以下訊息：

- (1)、廣島的親水的活動相當活躍，每年都有一次在河邊舉辦的
市民活動，如划船，音樂會。
- (2)、目前太田川淤積問題相對小，但於豪雨事件發生前，日方
會預先推估雨量，即使可能有大災害發生，也因其在地居
民有防災意識，再安全性上相對無安全疑慮。
- (3)、發電用水亦還會再利用於農工業。
- (4)、目前調整河寬之治水策略，最開始係設定 1/200 的洪水頻
率來推估拓寬範圍，現今則改為 1/100 的洪水頻率，來推
估河道拓寬範圍，用地都是國家的，較無用地問題發生。
- (5)、高瀨堰上游會淤積土沙，但目前暫不影響防洪，且每年日
方皆會去評估溢流風險及淤積狀況。

(6)、目前在治理上預到最棘手的問題還是因豪雨而引發的治水問題，因為廣島的降雨量很高，在降雨預測方面的準確性等，目前日方仍持續努力中，而降雨預測準確性也是全國居民所想要的。

(7)、按照每個地區有不同的淹水基準（依河道斷面決定），目前官方暫無相關淹水補償機制，但如果有緊急災害事件發生，還是有可能會因事件而有其他補償。

2. 現地參訪廣島西部山系砂防事務所小原山地區 303 溪流(土石流)

在中國地區中心位置之廣島市週邊地區廣泛覆蓋著的碎土，隨著民眾包括因住房開發等土地利用範圍不斷擴大，以及氣候變遷下極端降雨的發生，因而容易發生山體滑坡（土石流）的地區。近年來，多次遭受嚴重土砂災害，其災害點及相關對策圖如圖 6。國土交通省正在大力進行崩蝕控制項目，旨在預防和減輕山體滑動造成的地區社會經濟損失。



圖 6 廣島市土砂災害點及相關對策圖

本團本次參訪 303 溪流土砂災害整建工程，303 溪流於 2014 年遭遇當地歷史最大豪雨，因而引發土砂災害，參訪照片及 303 溪流

2014 年災害情形如圖 7、圖 8。當時一小時最大雨量為 101mm，三小時最大雨量為 257mm，造成 107 戶住宅被害。



圖 7 本團參訪 303 溪流整建工程

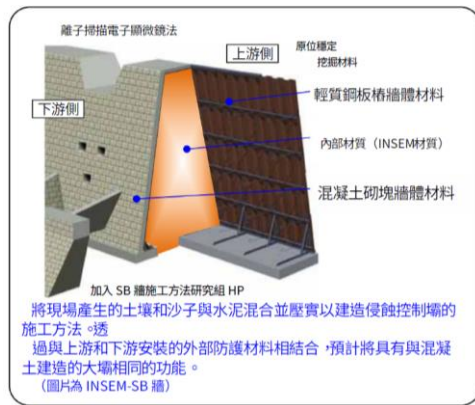


圖 8 303 溪流 2014 年 8 月災前及災後對比圖

本件工程施工採用土砂混泥土工法，於現地解說標示牌清楚說明災害原因及政府處理對策，如圖 9。施工期間採用土砂混泥土工法及搭配智慧機具的輔佐，精準計算土砂用量，如圖 10 有效減少大型車輛通過住宅區的數量，減少噪音和振動；並且採用專用設備製造內部材料，消除水泥和土壤混合時產生的粉塵，減少產生土砂的處置成本和運輸成本。另外，民眾對政府信賴度高，政府辦理整治工程後，下方民宅居民也陸續回住，



圖 9 303 溪流土砂災害整建工程現地標示牌



自動測量土石量並自動分配所需的水泥和水。內部材料 (INSEM材料)透過在工廠內計量、供給、混合材料來連續穩定地製造。

32

圖 10 土砂混凝土工法及智慧機具施工

3. 參訪高瀨堰

高瀨堰是設置在太田川水系下游（距河口約 16 公里）的多功能堰，其目的是防洪及利用水資源以及（調節）監管發電用水。堰的下游面向廣島市，在從中國山地流向太田川三角洲上，於 1930 年作為直接修復工程開始修建水道，克服重重困難，歷時 30 多年、投資約 200 億日元的巨額工程才完工溢洪道於 1942 年竣工。應對中游古河沿岸右側河濱的快速城市化。從中游右岸整個地區取水灌溉的固定堰）透過將其改造為活動堰（設有閘門可調節水位），確保了防洪能力，並減少了主要河流的流量。

太田川自古以來就盛行香魚垂釣，據說河裡棲息著約 150 萬條香魚。然而，高瀨堰的建設估計會限制香魚和河魚的自由洄游，限

制它們的棲息地，因此日方對魚梯進行了調查和研究。高瀨堰的魚梯有兩個，左右岸各一個，如圖 11。左岸階段式魚道（閘道水位抬升），右岸階段式魚道（魚梯），魚梯中的水深、流速及寬度及側壁高度均是依據現地調查而來。實際也達魚類洄游的目的，而這兩種方式可以提供洄游魚類的多樣性空間，在閘門放流方面亦配合香魚產卵季調整，如圖 12，因而獲得日本土木學會生態環境獎。



圖 11 高瀨堰左右岸魚梯

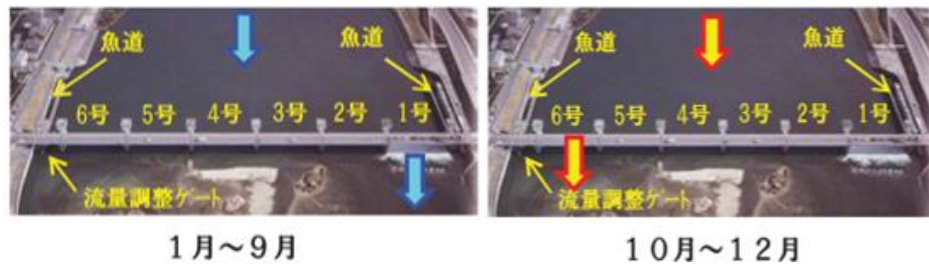


圖 12 配合香魚產卵季調整放流閘門

高瀨堰監管中心由中心人員輪班，實施 24 小時智慧監控，中心亦備有人工檢視設備，再現今科技輔佐下，亦不失職人精神，落實確認再確認的精神，如圖 13。

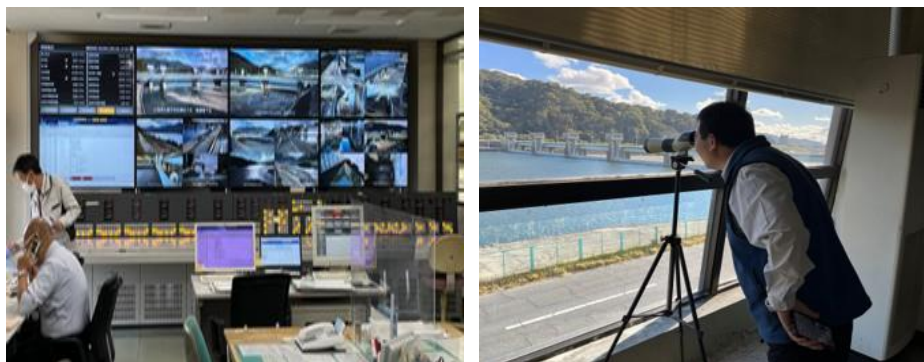


圖 13 高瀨堰監管中心電控設備及人工檢視設備

二、 考察福山河川國道事務所、八田原水壩、芦田川河口堰

- (一) 參訪時間：11 月 14 日(Day2)
- (二) 參訪地點：福山河川國道事務所、八田原水壩管理所、芦田川河口堰
- (三) 解說及陪同人員：下山茂所長、中心主任、內藤及魏箏
- (四) 參訪記要：

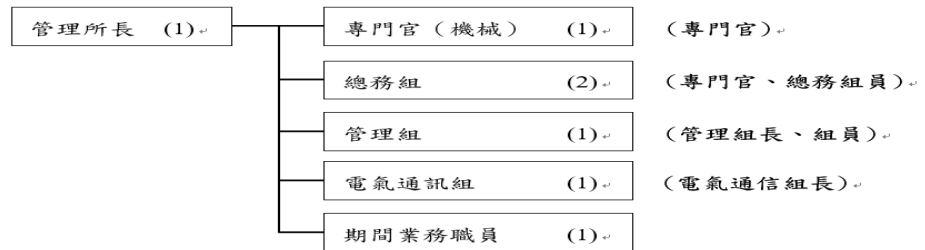
1. 八田原水壩管理所拜會交流

芦田川流域、八田原水庫地理位置介紹(如圖 14):芦田川，位於廣島縣東部的一級河川，源頭於三原市大和町，流經世羅町後，與矢多田川、御調川等支流匯合，經過府中市。隨後，芦田川又與神谷川、有地川、高屋川以及瀨戶川匯合，在福山市注入瀨戶內海。這條河流的幹流全長達 86 公里，在 13 個水系中排名第 7，其流域面積為 860 平方公里，在 13 個水系中排名第 10。八田原水壩，正位於這條河川距離河口大約 43 公里的位置，對於該地區的水資源管理和洪水控制扮演著關鍵角色。

國土交通省中國地方整備局八田原水壩管理所組織和業務內容簡介(如圖 15): 在拜訪八田原水壩管理所的當日，本署受到下山茂所長的熱情接待。下山所長親自領導他的團隊，為本署人員詳細介紹了管理所的組織架構、成員職責以及日常業務運作。會談期間，雙方進行了深入的交流(如圖 16)，共同分享了各自在水庫管理方面的寶貴經驗與實踐心得。



圖 14 芦田川流域及八田原水壩位置



八田原水壩管理所業務内容

業務類別	内容
工程相關	水壩維持工程、機械設備的機側操作盤更新工程。
保養檢查	開門等放流相關設備、電気通信相關設備（多重無線、遙測、放流警報、CCTV、水壩控制系統、變電器、備援發電、管理用發電）水質淨化設施、水文觀測儀器。



圖 15 八田原管理所組織圖及業務分工



圖 16 我團與八田原水壩管理所交流

八田原水壩的概述：八田原水壩是位於蘆田川的重要水利設施，其重力式混凝土壩的設計使其成為一座堅固且功能多樣的水壩。堤高達 84.9m，堤頂長 325m，覆蓋流域面積 241.6km²。水壩的主要任務包括洪水調節、維持河川基流量以及為民生和工業提供水源。總蓄水量為 6,000 萬 m³，其中有效蓄水量為 5,700 萬 m³，淤積量為 300 萬 m³，蓄水面積達 2.61km²。

八田原水壩的運營關鍵在於其洪水調節能力。水壩平時保有 3,400 萬 m³ 的洪水調節空間，這使其在洪水期間能夠有效減少下游地區因洪水而可能遭受的損害。當入流量達到 1,250 CMS 時，大壩通過蓄積 750CMS 的流量，減少下游出流量至 500CMS，從而降低大壩下游地區因洪水造成的損害，如圖 17。

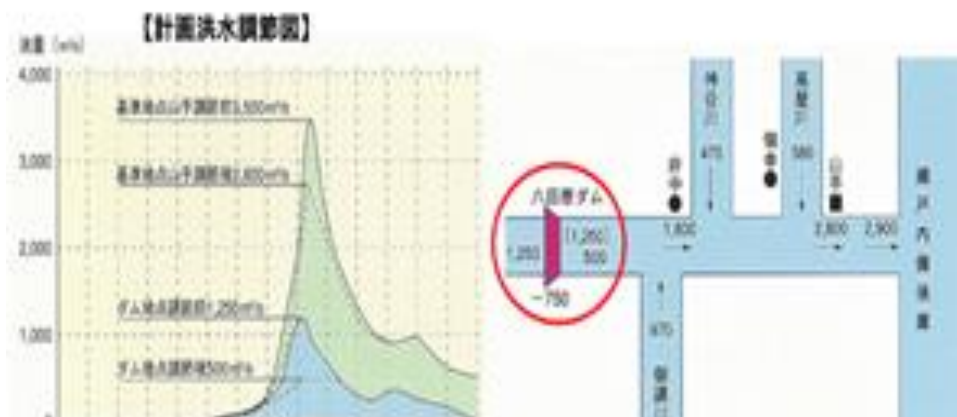


圖 17 計畫洪水調節圖

此外，面對氣候變化的挑戰以及達成 2050 年碳中和的目標，從令和 5 年起，八田原水壩開始試行洪水後期放流的活用操作。原本以治水為優先的策略，在洪水過後，為應對下一次洪水，會將水位調節至平時最高蓄水位。然而，現行策略在水位降至試驗水位且預測無大量降雨時，會透過發電放流的方式逐步調降至平時最高蓄水位，這不僅提升了水力發電的效率，也為綠色能源的發展貢獻了一份力量，如圖 18。

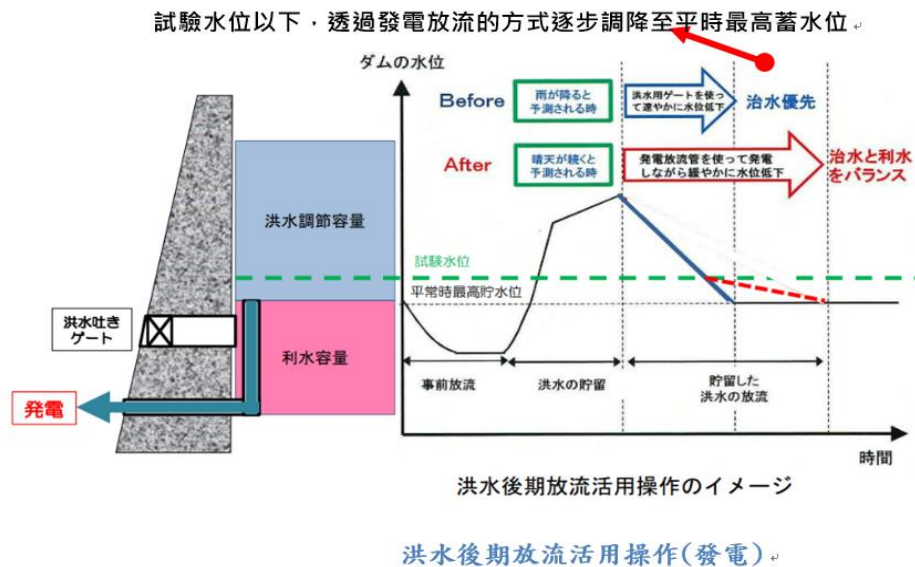


圖 18 八田原水壩現今洩水操作策略

八田原水壩的建成對下游地區，尤其是福山市，帶來了顯著的益處。在旱災時期，大壩的補水作用有效減少了過去取水限制的需要。此外，大壩對於福山市工業發展的支持，特別是在工業用水供應上，也是至關重要的。八田原水壩的總補給量約為 1,600 萬 m³，是上游三川大壩有效蓄水量的約 1.3 倍，使其在洪水調節和水源管理方面發揮著關鍵作用，也對地區的工業發展和環境保護提供了重要的助益，展現了其作為多功能水利設施的重要價值。

水壩的維護管理:1998 年 4 月開始運營以來，八田原水壩已穩定運作超過 25 年，其設施歷史亦逾 30 年。在面對老化設施帶來的挑

戰時，日方不僅詳細介紹了其採取的保養檢查與維護管理措施，特別是在電氣與機械設施方面，還計劃性地進行了更新，以應對超過標準更新周期的設備。此外，他們在職業安全及流程確認方面也非常落實，展現了其對員工安全的重視。這不僅確保了水壩有專業的團隊全天候保護，也確保每一項操作都符合最高安全標準，從而展現出對這一重要設施的負責態度和專業精神，值得本署學習。

水壩的監控儀器：日方詳細介紹了八田原水壩的監控儀器與觀測策略。堤體觀測包括壩體內的漏水量和裂縫調查等，以確保水壩結構的穩固。此外，為了保障水質安全和水量控制，他們對水壩內的水質及利水基準地點的流量進行了精密的監測。

日方還展示了水情系統、放水警報系統及圖控系統。這些系統可以直觀地展示水壩運作狀況，及時檢測並警報任何異常情況。通過這些高科技的監控儀器，八田原水壩能夠實時監測水情，並在必要時迅速做出反應，確保水壩的持續安全運行。



安全帽備有護目鏡。



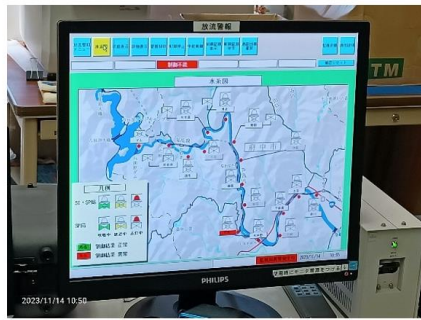
自主確認警示標語。



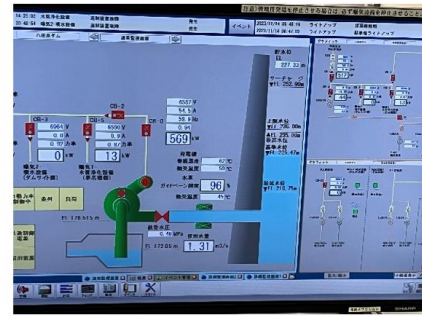
壩體漏水量監測。



水文情報監視系統。



放流警報系統



圖控系統



曾文水庫開門操作盤



日方操作盤

圖 19 八田原水壩參訪照片

八田原水壩與台灣水庫操作上的差異：台灣與八田原水庫所在的芦田川流域的氣候特性有著顯著的差異，這直接影響了兩地水庫的管理策略。台灣由於其特殊的地理位置和氣候條件，近年來經常面臨極端氣候的挑戰，尤其是旱象的頻繁發生和降雨的集中性。這使得台灣水庫不得不在儲水和防洪之間進行精密的平衡操作，尤其是在高水位下進行調節，以應對可能的乾旱。然而，這樣的操作因減少水庫滯洪空間的彈性，水庫管理單位必須透過更精密的設備或儀器(如車載降水雷達)以掌握氣象動態及水情資訊，另外管理人員亦須更具有氣象及水庫操作專業職能，以確保水庫安全。相較之下，芦田川流域水源較為充沛且穩定，這樣的氣候條件使得八田原水庫可以保留大量的洪水調節空間，從而更有效地管理洪水風險，並確保下游地區的安全。這種台灣與八田原水庫之間的對比，突出了不同氣候條件下水庫管理策略的差異性。台灣的水庫面臨著更加複雜

的挑戰，需要在不穩定的降雨模式和頻繁的乾旱之間尋找平衡。

八田原水壩水質保全對策：水庫內運用氣泡循環裝置（自 1996 年設置了 4 座，自 2010 年起運行了 6 座）：主要用於防治藍藻。通過向水庫注入空氣，使水進行循環，從而抑制植藻類及浮游生物的增殖。讓水體保持溶氧高的自淨能力，缺點要定期進行維護及清除裝置上的藻類滋生。

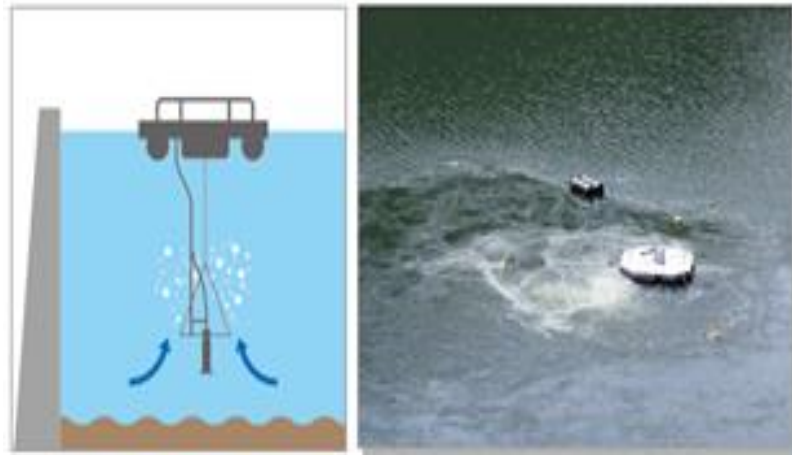
入流水方面，進行包括實施植被淨化設施（主要在上游河川）、接觸氧化加上土壤淨化設施（在宇津戶川）：主要針對優養化，去除氮、磷為主要目的。種植水生植物（蘆葦），吸收流入水中的養分鹽等，去除氮、磷為主要目的。

在發電廠放流水方面，設置礫間工法設施，對管理用發電放流水進行淨化：主要針對下游河川放流水進行優化。通過礫石與水庫放流水中的懸浮固物接觸，讓礫石阻擋攔截過濾水中的顆粒污染物，以促進良好的水環境。與植被淨化設施相同，需具備平緩面積夠大腹地，讓水流有足夠的水利停留時間進行反應。

芦田湖水質淨化設施：針對流入水庫的養分鹽類（氮和磷）進行接觸氧化和土壤去除，以降低水庫的優養化。此設施其南邊有豬舍，故入流水需進行排放水處理。



植被淨化設施。



氣泡循環裝置

圖 20 八田原水壩水質保護措施

曾文水庫仿效八田原水壩水質保全對策評估：日本使用植被淨化與接觸氧化等水質處理方式，主要是該區有養豬畜牧廢水需有合適的處理方法，然使用上述的水質處理方式需具備平緩面積夠大腹地，讓水流有足夠的水利停留時間進行氧化反應，目前曾文溪集水區因坡度大及流速快，至使水流停留時間短不利植被處理與曝氣，另現有曾文溪集水區的水質調查仍屬優良。因此日本芦田湖的水質淨化方式暫不適合曾文水庫集水區，但可適用高屏河流域。

八田原水壩及其周邊水源地區活性化策略：八田原水壩及周邊水源地正透過活化策略，以促進當地的經濟發展和旅遊業。這些策略主要包括在大壩周圍設置能吸引遊客的設施，並通過促進當地的旅遊、餐飲和購物等活動來提升地區吸引力。八田原水壩每年吸引大約 1 萬名遊客，其中大壩本體約有 4000 人參觀，遊學館則吸引了約 6000 人。為了進一步提高遊客人數，該地區舉辦了一系列季節性活動，如夏季的「夢吊橋夏日節」和秋季的「秋天的夢吊橋漫步」等。此外，還有諸如芦田湖清潔和保護ギフチョウ蝴蝶等環境美化和自然環境保護活動，這些活動都是與當地社區合作進行的。

蝴蝶保護活動：八田原水壩於 1996 年 4 月工程完成前，在即將

被淹沒的地區雜木林中發現了珍稀物種「ギフチョウ(春天的女神)」。
為了保護該物種，相關部門將其移植至不會被水淹沒的地方。每年，
與當地居民共同進行ギフチョウ的觀察會和保護區的低矮草木清除
保護活動。在ギフチョウ保護區舉行的觀察會吸引了當地小學的學
生、教師和居民參與。

夢的山水：在八田原水壩建設期間，為了 J R 福塩線付替隧道
工程而挖掘的長度為 300m、高低差 60m 的被稱為「斜坑」的作業用
隧道底部湧出了天然水。進行了水質檢測後，發現這些水質滿足了
根據水道法的水質標準以及厚生省（現為厚生勞動省）設立的研究
會制定的「美味水源的要求」。因此，從 2000 年 3 月 19 日起，在那
裡設置了飲水處，供公眾使用。

在「斜坑」的底部，由湧出的水形成了一個池塘。

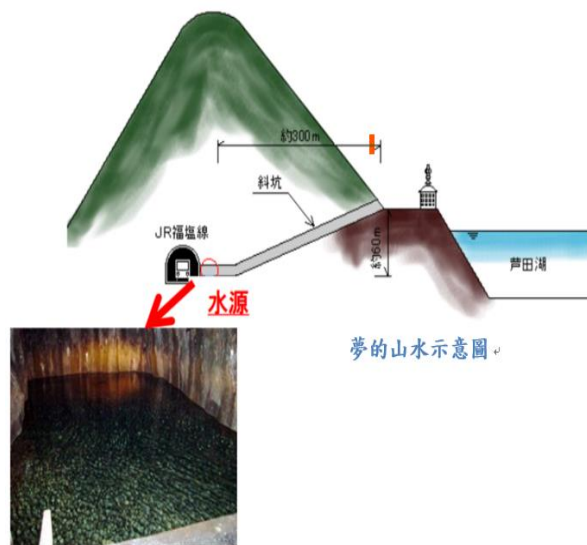


圖 21 八田原水壩夢的山水示意圖

其他發現事項：芦田川河口堰操控系統與曾文水庫閘門控制室
類似，都設有警報系統於設備動作時執行告警動作，不過曾文除了
禁止操作等警示外，設有鑰匙式切換開關及防誤觸壓克力蓋板等設
備加強防護。日方介紹八田原水壩隧道內的相對濕度和溫度條件，
特別適合用於酒類的儲存。

三、 考察岡山河川事務所、吉井、旭川及高梁川防災觀察

- (一) 參訪時間：11 月 14 日(Day3)
- (二) 參訪地點： 岡山河川事務所、旭川洩洪道（百間川）及高橋川、小田川
- (三) 解說及陪同人員：垣原清次所長、柏原副所長、米田副所長、内藤及魏箏
- (四) 參訪記要：

1. 岡山河川事務所拜會交流

本次拜會岡山河川事務所，主要負責管理旭川、高梁川及吉井川基本河流整治政策和河流整治計畫，基礎設施、交通和旅遊(如圖 22、表 2、表 3)，拜會當日由垣原清次所長親自率相關主管出席說明(如圖 23)。單位編制 9 課、5 出張所，設 3 位副所長，目前職員數 71 名，組織編制類似本署所屬河川分署。

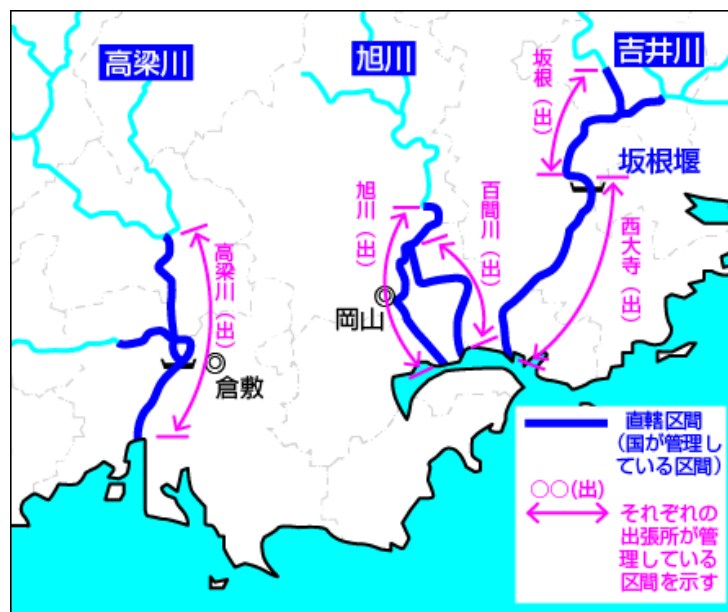


圖 22 岡山河川事務所管理範圍



圖 23 岡山河川事務所副所長向本團說明情形

表 2 岡山事務所主要河川管理範圍表

河川名稱	管理範圍
吉井川	從河口到新田原堰上游一點長度=32.8km。
旭川	從河口至聯水堰上游一點長度=17.5km。
百間川	河口口至旭川分岔點長度=12.9km。
高粱川	河口口至五溪琴橋全長=26.5km。

表 3 單位組織業務職掌表

單位	業務職掌
總務課	辦公室綜合接待櫃檯、行政諮詢櫃檯等整體運作，保證了辦公室的順利運作。
經理課	與建設和運營的合約和付款以及國家財產管理有關的事務。
用地課	與河道整治相關的土地買賣契約、土地移轉登記工作、興建造成的商業損失賠償等相關服務。
工務課	涉及吉井川水系、旭川水系、高橋水系的大臣管轄河段的河流整治工程的訂購、成本估算、實施設計和預算執行等事務。
流域治水課	推動吉井川水系、旭川水系、高橋川水系的流域防洪事業等流域防洪事業 吉井川水系、高橋川等大臣管轄河段的河流整治計劃等防洪計劃相關工作系統、預測洪水區域圖及各種勘察設計。其他與辦公室公共關係有關的工作，與河流環境和河流利用有關的水質、生物環境等環境維護，與建設和運營有關的技術方

	案的審查和評估和檢查。
開發調查課	旭川中上游大壩修復工程、旭川水係部長管理區間的河川改善計畫以及預計淹沒區域的地圖等相關工作。
占用調整課	河道運作及法規相關事務，如調整河道法規定的河道水和河域土地（公共財產）專用的法定權利，調整河道法規定的行為禁令的解除等。
管理課	護岸、閘門等河道管理設施的維修更新、乾旱時用水量調整、河道管理設施機械設備相關工作等。
防災情報課	發布洪水預報及防洪警報、水質事故、防災、流量、雨量、水位觀測等相關服務，以及與電信設施相關的服務。
西大寺出張所	在吉井川水系的部長管理河段，進行河川的維護管理（包括堤防修剪）、施工監督、邊界檢查、佔用財產的許可和確認等案頭工作。
坂根出張所	在吉井川水系的部長管理河段中，上游河流的維護管理（包括堤防修整）、施工監理、邊界管理、佔用財產的許可、確認等櫃檯工作以及相關工作的管理。
旭川出張所	旭川水係部長管理區間的旭川的維護管理（包括堤防修整）、施工監理、邊界見證、佔用財產的許可及確認等。
百間川出張所	百間川的維護管理（包括堤防修整）、施工監督、邊界檢查、佔用財產的許可和確認等、百間川河口水閘的管理。
高梁川出張所	高橋川水系大臣管轄河段的河川維護管理（包括堤防修整）、施工監造、邊界檢查、佔用財產的許可及確認等窗口服務。

(1)、吉井川流域概要

旭川位於岡山縣中部，被稱為「西方大河」。發源於中國山地淺邊鷲山（海拔 1,081m），沿途與新庄川、備中川、宇甘川匯合，流經日本政治、經濟、文化中心岡山市區。流經縣內，繼續流入兒島灣，流域面積為 1,810km²，主流河道長度為 142km，平均降雨量約為 1,460mm，流域人口約 33 萬人。岡山城建在市區的河岸上，並被用作城堡的護城河，因此河道在該地區周圍彎曲約 90 度。後樂園也位於面向岡山城天守閣的沙洲上。2008 年 1 月制定的基本方針規定，在下卷基準點 8,000CMS 的基本高水流量中，包括現有湯原水壩和旭川水壩在內的上游水壩群將調節 2,000CMS，河道內分配流量為 6000CMS；其中 2000CMS 流入百間川（旭川溢洪道），4,000 CMS 流入旭川下游。主要的淹水災害 1998 年受災戶數 973 戶，3 名死亡。從河口到岡山市玉石和路崎的 17.5 公里以及百間川的 12.9 公里被指定為直接管理區間，目前正在以河道整治為基礎進行整修計畫。整備順序為築堤、河道掘削、築高潮堤、伐木、洪水調節。(如圖 24)。

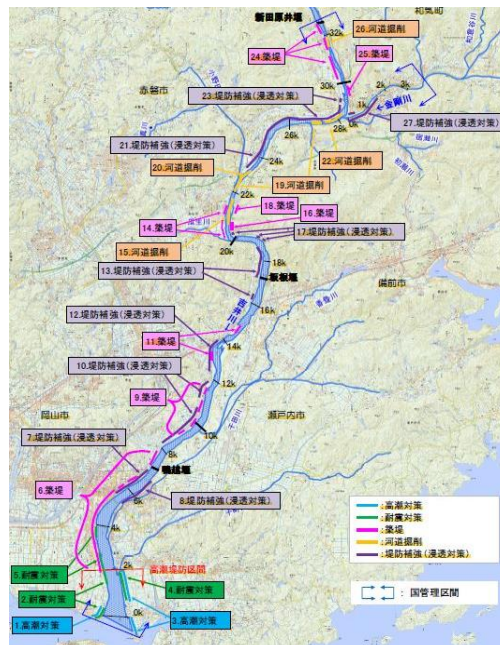


圖 24 吉井川整治對策圖

(2)、旭川流域概要

旭川位於岡山縣中部，被稱為「西方大河」。發源於中國山地淺邊鷲山（海拔 1,081m），沿途與新庄川、備中川、宇甘川匯合，流經日本政治、經濟、文化中心岡山市區。流經縣內，繼續流入兒島灣，流域面積為 1,810 平方公里，主流河道長度為 142 公里，平均降雨量約為 1,460 毫米，流域人口約 33 萬人。岡山城建在市區的河岸上，並被用作城堡的護城河，因此河道在該地區周圍彎曲約 90 度。後樂園也位於面向岡山城天守閣的沙洲上。2008 年 1 月制定的基本方針規定，在下卷基準點 8,000 CMS 的基本高水流量中，包括現有湯原水壩和旭川水壩在內的上游水壩群將調節 2,000CMS，河道內分配流量為 6000CMS；其中 2000CMS 流入百間川（旭川溢洪道），4,000 CMS 流入旭川下游。主要的淹水災害 1998 年受災戶數 973 戶，3 名死亡。從河口到岡山市玉石和路崎的 17.5 公里以及百間川的 12.9 公里被指定為直接管理區間(如圖)，目前正在以河道整治為基礎進行整修計畫。整備順序為築堤、河道掘削、築高潮堤、伐木、洪水調節。



圖 25 旭川整治範圍圖

(3)、高梁川流域概要

高粱川位於岡山縣西部，發源於岡山縣和鳥取縣交界處的花見山（海拔 1,188m），流入瀨戶內海的水島灘。河道長 111 km，流域面積 2670km²，流域人口約 26 萬人，高粱川 2018 年 17,714 戶淹水。該盆地橫跨岡山縣和廣島縣，由九個城市和三個城鎮組成，其中包括倉敷市。防洪工程的歷史是岡山三河中最古老的，在 1899 年和 1899 年的大洪水之後，它被指定為第一階段整治的 65 條河流中的 20 條河之一。整修工程涉及將原本分為東河和西河的高橋河合併，並於 1920 年 4 月完成，歷時約 20 年。被毀壞的河流遺址延伸至約 450 公頃，現在是倉敷的市區。2007 年 8 月制定的河流基本開發政策規定，船穗基準點 13,700CMS 的基本高水流量中，上游壩群控制洪水為 300CMS。距河口 26.5 公里、距小田川支流 7.9 公里、距羽川河（柳原水庫）2.0 公里已被指定為直接管理斷面，目前正在以河流為基礎進行整修改進計畫。整備順序河口段為築高潮堤、堤防補強、耐震對策，下游段為築堤、堤防補強、河道掘削。（如圖 26）



圖 26 高粱川整治範圍圖

(4)、因應氣候變遷的治水對策

對於吉井川、旭川及高梁川，於 2021 年 3 月制定並公布了「流域防洪計畫」，盤點了流域隔水系防洪工作，利用洪水風險圖和代表性指標，將流域防洪可視化，國家政府、都道府縣、企業和居民一起付出，氣候變遷使管理愈來愈困難，採取三大對策(如圖 27)：

- (1)、盡可能預防和減少洪水：家戶雨水貯留、降雨前降低灌溉渠道及水庫水位、停車場道路採用透水鋪面、堤防整備強化、河道掘削、農水路降低水位、田間滯洪、抽水站興建。
- (2)、減少受害者人數：將住宅及設施遷移到災害風險較低的地區、抬高房屋和設施並在其周邊安裝止水牆、推動考慮災害風險的城鎮建設。
- (3)、減輕災害損失並促進早期恢復和重建：查看災害地圖，了解該地區的災害風險、建立地區防災計畫、推動防災教育和避難演習。



圖 27 岡山縣流域治水對策圖

- (5)、多階段淹沒圖及洪水風險圖

為了促進考慮洪水風險的城市發展和生活方式，以及制訂企業業務連續性計畫(BCP)，有必要進一步加強洪水風險資訊。因此，除現有的預期最大尺度(L2)和規劃尺度(L1)，洪水淹沒區域圖外，還繪製了顯示中高頻率降雨各尺度淹沒深度的「多階段淹沒圖」，以及按地點顯示的「多階段洪水地圖。」根據防洪法規定，分析降雨量吉井川流域48小時內的總降雨量744mm，將被洪水淹沒的區域以及發生洪水時預計的水深。(如圖28)。

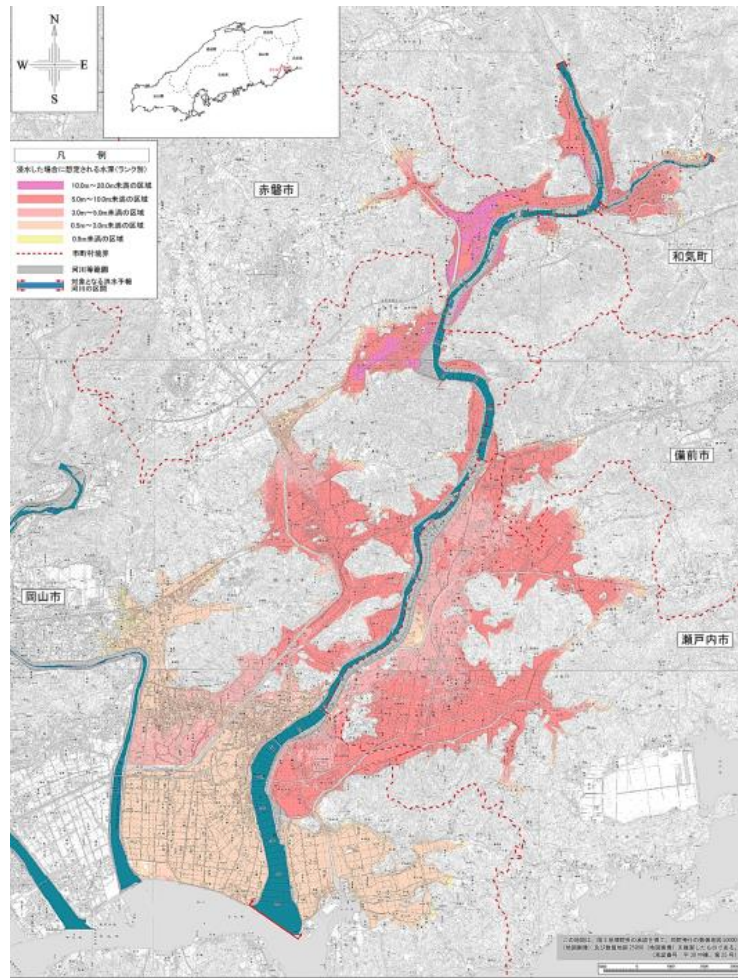


圖 28 吉井川淹水潛勢圖

(6)、大壩預洩水

根據加強現有水壩防洪功能的基本方針，鑑於近年來洪澇災害的嚴重程度，2020 年 5 月在吉井川、旭川、高梁川水系共修建了 44 座水壩，河流管理者、水壩管理者和相關用水者簽署防洪協議，實施大壩預洩水等措施，以減少洪水損失。提前 3 天預報降雨量，進行入流量預測，計算需下降水位，初步洩洪確保防洪能力。

(7)、 推動綠色基礎建設

透過設計河道開挖的形狀，保護和創造生物棲息地、生長和繁殖地的濕地環境，並透過與城市發展相結合的堤壩和海堤建設，改善生態環境。流域防洪計畫協調並促進平衡防洪與環境的努力，例如保護和創造與周圍環境相協調的景觀。

(8)、 防災減災和國家抗災能力五年加速措施

近年來受氣候變遷的影響，氣象災害日益嚴重且頻繁，同時南海海槽地震、東京都地震的發生迫在眉睫。此外經濟高速成長期後集中發展的基礎設施，必須採取適當地應對措施。在吉井川、旭川和高梁川 5 年加速措施重點在加強堤防建設、抗震措施和河道建設。

河堤的風暴潮與海嘯對策：在人口和資產集中的岡山平原，透過填海造陸創建的商店和餐廳大多是平地(零米地帶)，是洪水和風暴潮淹沒的高風險地區，因此旭川河口地區於 2021 年 3 月完成了風暴潮和抗震措施，為颱風和南海海槽特大地震引發的風暴潮做好準備，後續繼續推動吉井川和高梁川的風暴潮對策和防震措施。

(9)、 水資源利用

在吉井川和旭川水系中，大部分水用於農業用途(80%)，在高梁水系中農業及工業用途各半，有許多水壩用於發電目的。為了穩定持續的供水，各水系都成立了用水者協會，分享河流資訊和用水資訊。三

然岡山三水系近年來沒有發生大的乾旱，但 2020 年旭川水系卻遭遇了最嚴重的乾旱，需要實施第二輪取水限制。

訂定乾旱應對時間表：乾旱反映時間表是與乾旱相關組織合作創建的乾旱情景，假設乾旱的嚴重程度、影響和損害的進展，採行按時間序列的行動計畫。

2023 年 11 月 14 日成立了乾旱對策課，在高橋河流域，高橋河流域的六大水壩（河主壩、高瀨川壩、小坂部川壩、千谷壩、三室川壩），第一次協調會議於 2023 年 11 月 14 日召開，決定實施用水限制。高粱川水系用水委員會，由自來水廠、工業用水和農業用水相關單位組成，以確保穩定和持續的供水(如圖 29)。

岡山河川事務所 渇水対策支部を設置しました。

○令和 5 年 11 月 14 日(火)午前 9 時から 高粱川水系で第 1 次取水制限を開始
○令和 5 年 11 月 14 日(火)午前 9 時 岡山河川事務所 渇水対策支部を設置

11月7日(火)に開かれた「高粱川水系水利用協議会 第 1 回渇水調整会議」において、取水制限を実施することを決定。

第 1 次取水制限	
◆ 上水道 (実績取水量から)	2 %
◆ 工業用水 (実績取水量から)	5 %
◆ 農業用水 (実績取水量から)	2 0 %
ただし、畑または酪農に使用するもの (実績取水量から)	5 %

節水にご協力をお願いします。

圖 29 因應乾旱成立乾旱對策課圖

(10)、 河川維護和管理

為了防範洪水、暴潮等災害，不斷維護堤防、水閘等設施的良好狀態：每天進行河道巡查、除草以發現路堤上的裂縫凹陷和異常情形、檢查堤防、砍伐樹木等工作。當河道中樹木生長茂密時，河流面積就

會減少。攔洪、河道巡邏、河道監測它可能會遮擋監視器的視野或促進沉積物堆積。因此，河道內的樹木應定期進行砍伐等維護管理。砍伐的樹木免費提供給希望有效利用它們的人，也監控非法傾倒行為。多地開挖河道樹木被砍伐以防止樹木重新生長。針對非法傾倒問題，正與警方合作查明行為人，並在非法傾倒頻繁地區安裝監視器，對於非法傾倒行為進行監控。定期進行居民參與的河川清掃活動，也與當地的志工合作。河流不僅可以讓洪水安全流走，而且還是充滿水和綠意的寶貴開放空間，被廣泛用作市民休閒和娛樂的場所。因此事務所提供許可和指導，以確保河流場地得到適當利用。應對「岡山三河水汙染防止聯絡會議」並建立水質監測系統，每年都會進行水質事故演習，努力完善系統並在事故發生時快速回應。非法停泊船隻對河川管理構成重大障礙，造成洪水期間的水流阻塞、河川管理設施的損壞，人們也擔心河川環境惡化，將加強拆除廢棄船舶等。

河川維護管理計畫制定，透過河川巡查了解情況，並採取長期的維護和管理措施。透過一系列工作獲得的知識經過反覆分析和評估，以製定河流維護和管理計畫。建立一個 PDCA 循環，並將其體現在實作細節中。屆時，必須在技術上建立分析和評估狀況來找出結果並考慮必要對策的方法。由於許多情況下沒有這樣的人，因此將建立一個系統來徵求學術專家的建議。此外，在河川維護和管理的 PDCA 循環中獲得的知識將被納入河川開發計畫中。河流整治計畫的內容將根據需要進行審查和修改(如圖 30)。

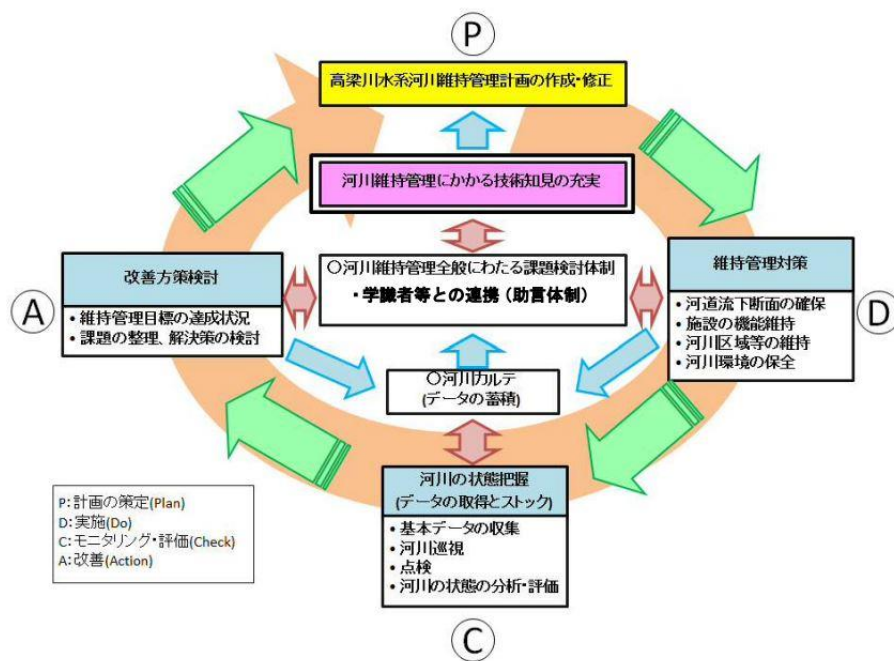


圖 30 河川維護管理計畫圖

(11)、 防災整備

努力重建社會水災防災意識：為了應對超過承受能力的洪水，並推動減災措施，正在推動重建防洪意識社會的非工程手段，建立考慮疏散因素的危險地圖，辦理檢討會、講習及演練。

大規模水災對策協議會：根據防洪法在岡山縣的 3 個一級水系分別設立了大型防洪對策會議，理事會下設四個小組委員會，分別為防災行動計畫審查小組委員會、水壩小組委員會、流域防洪分會、整備小組委員會，相關機構正在密切順利地建立防洪體系。

水災損失時間表：防災行動計畫重點關注「何時 when」(從重大災害發生時段倒推)、「什麼 what」(提前採取的防災行動內容)和「誰 who」(防災機關團體或居民)。提供當地民眾易於理解的防災訊息，以減輕災害。洪水期間，提供預定標準水位觀測站的水位資訊。依災害

發生的危險程度設定參考水位。洪水風險時，事務所會與氣象觀測站聯合發布洪水預報警報。每年召開洪水預報聯絡會議，確認與相關組織的溝通系統，分享對防洪有效的資訊。

2. 考察旭川溢洪道路江戶時代古蹟溢流堰修復工程：

旭川溢洪道(百間川)利用了江戶時代以來保留下來的排水道，日本政府自 1960 年代起開始進行河川改善工程。如果不改造導流路段，依據旭川開發基本方針規定的規模的洪水量，則無法進行適當的分流，並且分流區域(一之阿特、二之阿特、塞瓦里特堤壩)是空的砌體，可能會被破壞。由於流入該地區的洪水超出了百間川的處理能力，因此沿岸則會發生了洪水災害。(如圖 31)



圖 31 百間川古蹟溢流堰位置圖

岡山河川事務所(柏原副所長、米田副所長)上述是 1998 年 10 月洪水期間的情況。旭川每秒約 4,300 噸流下，每秒約 900 噸被轉移到百間河，但一之阿手的土堤和二之阿手的空石堆被損壞。經挖掘研究後查明，多年來該區域被多次修復和加固。如果旭川的流量超過每秒約 5,000 噸，洪水將淹沒整個 Sewari 堤壩。當導流段重新分流比處理後，由原先的 3:1，變成 2:1，降低旭川下游溢淹風險，一旦發生河流基本維護政策規模的洪水，百間川排水道將正常發揮作用，防止百間川沿岸發生洪水。(如圖 32)

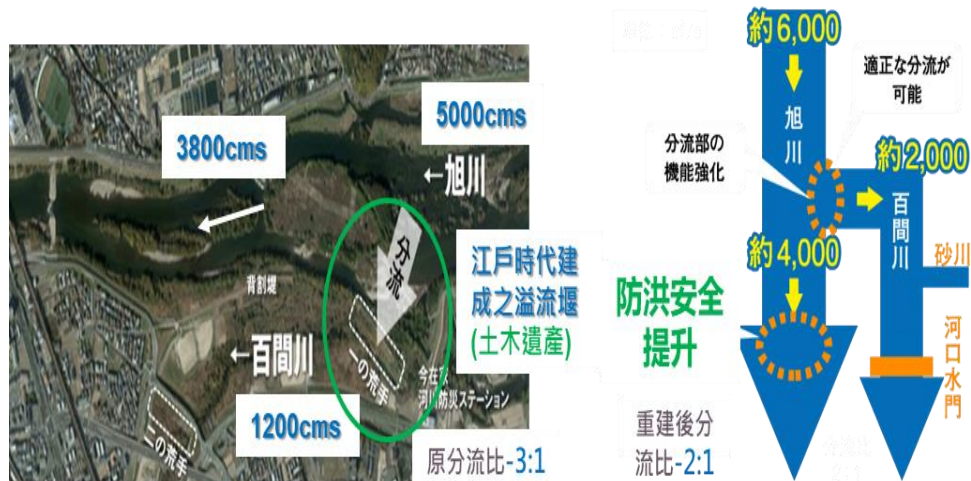


圖 32 導流斷面改造的必要性及改善效果

修復基本方針

■牧石部分（龜甲）：保存（強化）。保留了江戶時代建造時的位置，仍然具有防洪功能，因此將成為保護對象。

■溢出部分：翻新（加固）。為了維持旭川、百間川的分流率，將對溢流部分進行整修和加固。

在上游前提前方設置平板塊，以確保溢流堤壩免受來自旭川一側的水的安全。在下游基礎區域，將設置河床防護塊，以防止溢流堤流出的水造成沖刷。

今日和江戶時代的洪水分流地點是一樣的，由於此分流地區是自然環境豐富的寶貴河流空間與文化資產。因此地方與政府治水部門極盡全力地，並依據舊有石材工藝工法及，儘可能地維護其功能和設此施。舊有石工法與工藝師，在台灣實現的可能性？除了要克服採購法的評選機制選出可以施作的廠商，又目前台灣在傳統石材工藝師(工班)恐難尋覓。又施工過程的查核驗收程序如何執行？在目前推行 NBS 工法的思維下，建議可以思考邀請僅存的老工匠親自授課，讓同仁或營造廠商學習如何堆出穩固的砌石工法。

經請教米田副所長，對於在日本有關修復傳統的石工匠師、工

班容易找到嗎?他們回答是肯定的，因為在京都地區類似的以傳統石工修復工程內容，還是普遍存在的。這也充分說明了為什麼，京都古城、古蹟、古文化，如此吸引全球觀光客的到訪。

牧石部分（龜甲）保全對象，可導入了 ICT 3D 測量，用以確保重建面與設計相符。(如圖 33.34)

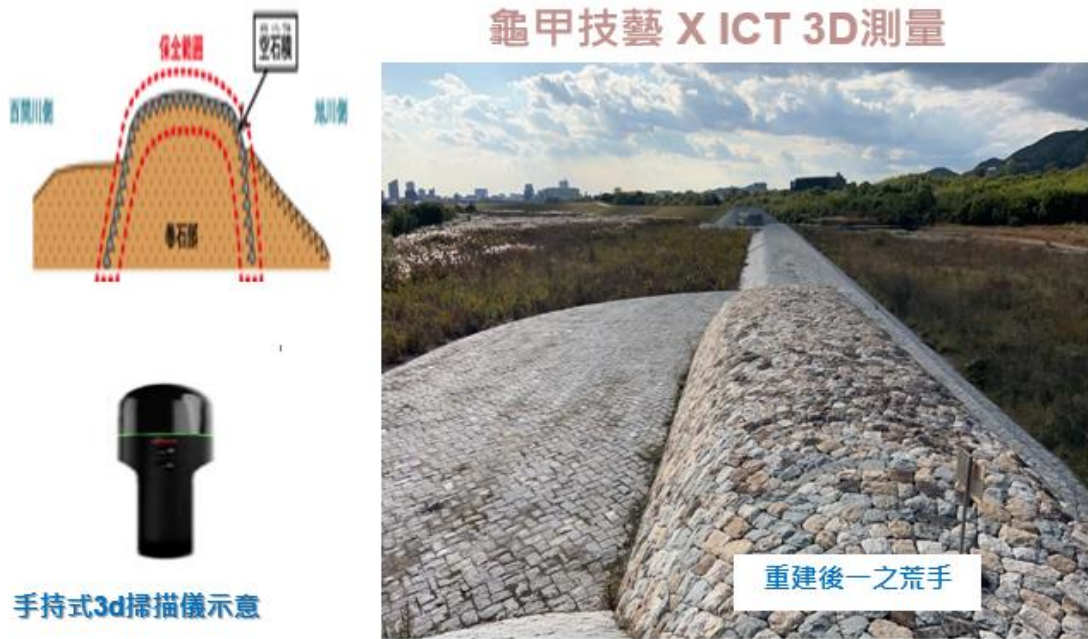


圖 33 歷史文化技術與現代科技交融(3D 測量)



圖 34 考察旭川溢流堰

溢流道完成面也重現了舊有的龜甲石工技藝，與周邊進行整體環境營造，在現場我們還有看到民眾在露營，可見有效提升民眾親水意願。(如圖 35)



圖 35 考察環境營造

3. 高梁川、小田川緊急治水對策現地交流

工程緣由：2018 年 7 月的暴雨期間，高橋川水系小田川沿岸的岡山縣倉敷市真備町因堤防決堤、溢水而遭受嚴重破壞。

為了預防災害，利用各部門及三河川等應急資金，推動完成小田川匯流點更換工程（末政川、高間川、瑪雅河）以及洪水期間築堤（加高和加固堤壩）、挖掘河道以降低水位等硬性措施將作為嚴重河流災害特別應急項目實施。(如圖 36.37)

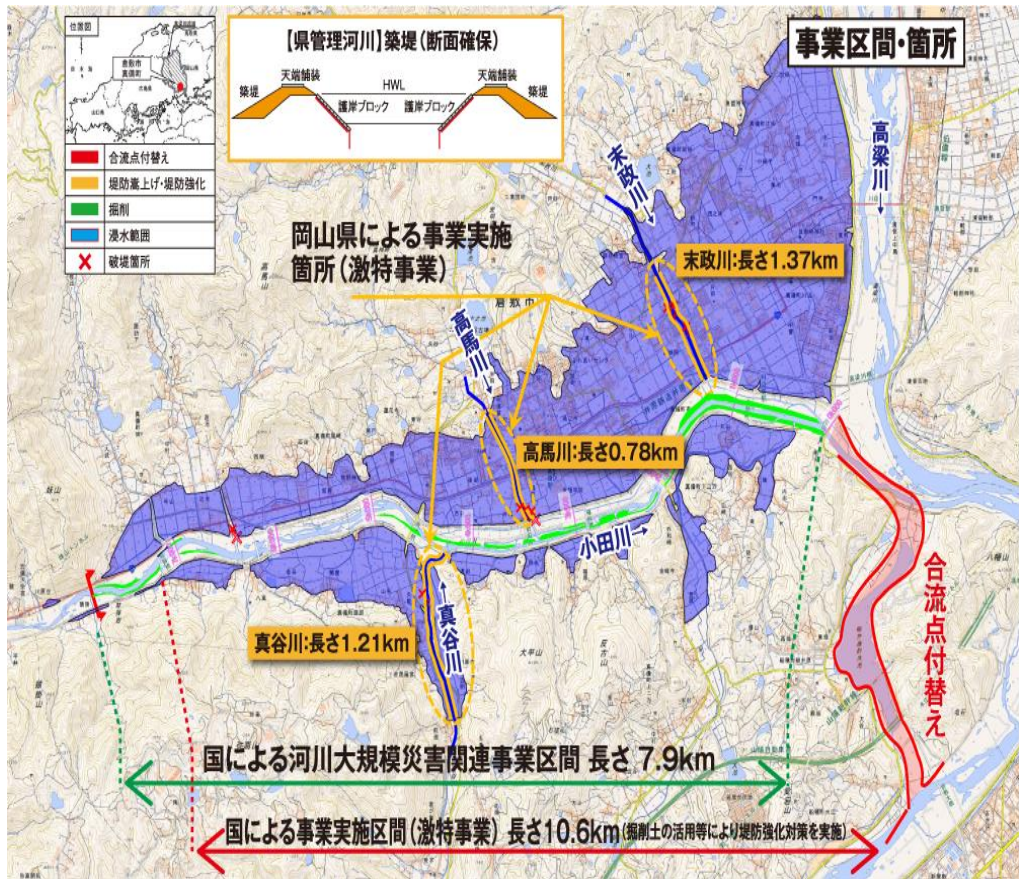


圖 36 高梁川、小田川區域圖

高梁川水系 小田川 災害復旧事業



高梁川水系小田川では、平成30年7月豪雨により、堤防が決壊し、倉敷市真備町で大規模な浸水が発生。堤防決壊箇所は直ちに「緊急復旧工事」に着手し、7月21日に完了。
 直轄河川災害復旧事業により被災した堤防等を復旧するとともに、直轄河川災害関連緊急事業(関連災)により側帯盛土を行い、堤防の強化を図るとともに、河川大規模災害関連事業(大規模関連災)により河道掘削を行い、再度災害の防止を図る。

位置図

緊急復旧工事

24時間体制で施工
小田川水深3~400付近

小田川被災状況

浸水状況
堤防決壊状況
小田川水深3~400付近

災害復旧、関連災、大規模関連災

河道掘削(大規模関連災)
側帯盛土(関連災)
堤防復旧(緊急復旧工事)
復旧イメージ
※ 今後の地盤調査、詳細設計などにより計画が変更となることがあります。

圖 37 小田川災難復原

原本工期 10 年，經趕工工期縮短為 5 年，經檢討係使用智能機具加速土方挖運，如挖土機設置全球定位系統，可由駕駛室螢幕立即檢視與設計值差異，平均節省 20%燃料、減少近 90%測量工作，土方載運則採用國外大型礦場常見的鉸接式牽引車(載重可達 39 噸)，適合行駛起伏較大地勢，並配備自動秤重、環景視覺輔助系統。並導入了 3D 建築列印技術，在工期推進上有顯著的成果。(如圖 38.39)



圖 38 治水對策現地告示

圖 39 高工率的重型機具及 3D 建築列印技術

工期縮短!



巨型挖土機-效率高



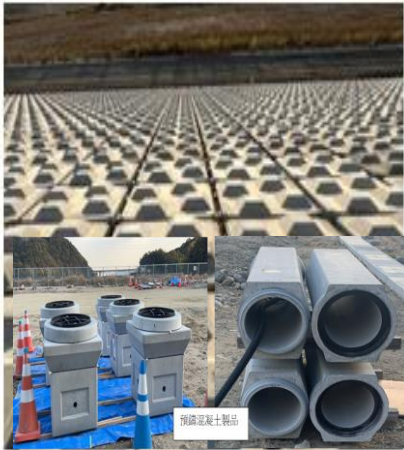
鉸接式牽引車-效率高



3D列印技術-工時短，成品佳

使用大量使用坡面工預鑄塊及預鑄混凝土製品，可有效縮短工程與減少經費，並提升工程品質。在生態環境方面，也有著重，日方在河道中間有設置導流堤，保全水生植物。並設計了紀念公園，進行環境營造，同時滿足水安全與水環境。(如圖 40)

機具、工法選用



預鑄坡面工-工時短，成品佳

生態環境營造



導流堤-生態保全



希望之丘紀念公園-環境營造

圖 40 預鑄材料及設置導流堤保全水生植物進行環境營造。

現場放樣點採 10 公尺一處，並採用傳統的「龍門樁」方式施置放樣樁，可有效控制結構物線型與座標，結構物完成面十分整齊正確。(如圖 41)

圖 41 傳統的「龍門樁」放樣



現地堤岸土方係就地開採附近山丘土方，以求就近取材方式施工，惟該方式倘於台灣恐有違環評等規定。又本工程並包含開挖後之山坡地之水土保持工程工項，可將附近水利、水保工程及景觀環境等融於單一工程中施作，不僅安全經濟且有行政效率，值得國內學習借鏡。工地材料整齊清潔，又交通錐係依「職安風險」採顏色管理，提升環保、職安有效率。考察小田川照片(如圖 42)



圖 42 考察小田川照片

四、 考察龜岡、保津地區有機農田生態及嵐山地區移動式止水壁

- (一) 參訪時間：11月15日(Day4)
- (二) 參訪地點：桂川（龜岡、保津地區）、渡月橋（嵐山地區）
- (三) 解說及陪同人員：淀川河事務所人員、RFC 研究員(宮川)及魏 箏
- (四) 參訪記要：

1. 龜岡、保津地區

日本在龜岡保津地區推動農田滯洪，利用桂川兩旁農田保水、透水功能，並善用鐵道、既有護岸有效隔水，具備天然滯洪效益。經由土地適度開發限制，將鐵道至桂川間規劃成農田用地使用區，讓鐵道及桂川周邊堤防、排水護岸形成既有隔水屏障，利用堤將洪水引入進行流量分流，降低溢淹危害。（如圖 43.44）



圖 43 龜岡保津地區滯洪區圖



圖 44 龜岡保津地區推動農田滯洪區圖

近年國際自然保育聯盟（IUCN）倡導「以自然為本的解決方案（NBS）」，呼籲各國面對氣候變化、自然災害、水和糧食安全等日益嚴峻威脅和問題時，能夠藉由保護、永續經營和復育自然及半自然生態系的相關行動，有效減緩天災威脅和衝擊，提升人類社群和生物多樣性的福祉與惠益。NBS 概念和作法已獲得許多國際重要公約和協議的重視與採納。

日方利用聚落周邊農田承納降雨逕流，讓雨水可以優先漫淹在農田以避免或降低聚落淹水，故提出「在地滯洪、防災補貼」非工程策略理念，將原本會造成聚落淹水的水體，利用村落週邊或上游農田，以加高田埂、農路加高或降挖來滯洪，以分擔逕流、增加入滲，減少聚落淹水災情，可減少民眾淹水不便，加速復原，及避免高額工程及用地費，另因不用徵收農地作滯洪池，農民仍可耕作及保有農保資格，而原本給住戶的水災救助金，則改為給予農民的淹水作物損失適當金額之補償。桂川上游(龜岡保津地區)農田滯洪的規劃經驗，預期可回饋並精進我國在在地滯洪政策的實務相關作法。

上游有機農田及生態遊戲整合（龜岡、保津地區地方共生）嵐山地區，龜岡市現為京都稻米、蔬菜主要產地，耕地面積約占全市7.3%。農田滯洪外的附加價值之生態友善有機農法，城市人文價值定位以世界級有機環保城市推動，例如：河川友善餐廳認證，樹穴及透水鋪面，人力游船(無油汙染)等，並且龜岡市著重民眾教育推廣，推行相關的環教活動，也發布有機城市宣言。(如圖 45.46)



城市人文價值定位
世界級有機環保城市推動



河川友善餐廳認證

有機城市宣言

環境友善活動
愛水護水觀念導入



環教活動-次世代教育



保津川下游垃圾清除-淨灘活動

圖 45 龜岡保津川觀光人力游船(無油汙染)圖

圖 46 龜岡保津川觀光人力游船(無油汙染)圖

另日方調查，整個日本只有 3 處有發現頻危物種短薄鯪，龜岡市就是其中之一，也因此 2017 年被指定為龜岡市魚。(如圖 47)



圖 47 龜岡市市魚鯪魚短薄鯪(Ayumodoki)圖

龜岡保津川公園格柵網水溝蓋與臺灣的差異：龜岡保津川公園採用的格柵網水溝蓋具有更小的開孔空間，這一關鍵設計使其在防止石子、樹葉等雜物進入暗溝方面表現更為優異，且其製作的品質值得效仿。

龜岡保津川公園內的樹木保有充足的樹穴空間，這不僅為樹根提供了必要的生長空間，還有效避免了根系對人行道造成的損害。樹根過度擴張導致的道路鋪面隆起和破壞，在城市設計中是一個普遍的問題。未來可以考慮借鑒龜岡保津川公園的這一做法，通過改善樹木的種植和管理方式，有效控制根系生長，從而保護道路的整潔與安全。(如圖 48.49)



圖 48 龜岡保津川公園樹穴及透水鋪面圖



圖 49 考察龜岡保津川照片

2. 桂川渡月橋（嵐山地區移動式止水壁）

桂川(嵐山地區) 桂川源自京都，屬淀川水系，在大阪府境和木津川、宇治川合流為淀川，其為國土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所轄下。在 2012 年時（平成 24 年），有鑑於桂川嵐山地區屢次發生水患，成立了「桂川嵐山地區河川整備檢討委員會」，主旨在河川整治中，針對治水、環境、景觀、旅遊等方面提出建議。桂川周邊結合了歷史、文學等地點，包括名列世界遺產具有特色庭園造景的「天龍寺」、日本文學名著源氏物語中的「野宮神社」，讓河川不只是河川，也是人文素養孕育的搖籃。經日本河川政策目標及執行方法進行說明。

嵐山地區是全日本第 2 多觀光客造訪的地方，每年有 5 千萬觀光人潮。以渡月橋為分界，上游稱為保津川，下游則稱桂川，區域內的天龍寺、西芳寺均已列入世界文化遺產之設定。渡月橋全長 155m，橫跨於緩慢流經嵯峨嵐山的桂川上，更是京都著名的景點。(如圖 50)

[嵐山地區，歷史古蹟、風景名勝，日本著名的旅遊勝地之一]



圖 50 嵐山地區圖

然而此處堤防未達計畫洪水位，大約每五年會發生兩次重大洪水災害。防洪功能與景觀經濟效益相牴觸，日方在多次與在地民眾溝通後，想出了移動式止水壁工程，在有防洪需求時才將防洪閘門升起。

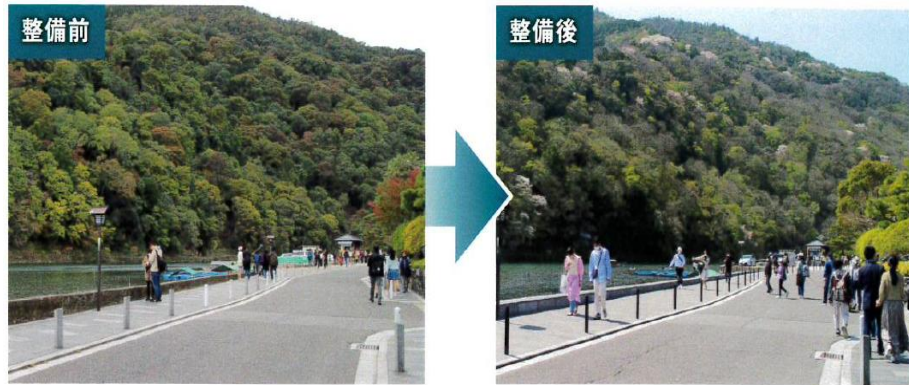
左岸溢水對策(可動式止水壁)的構造及操作概要：可動式止水壁施設於嵐山渡月橋上游左岸全長約有 260m，上游端位於遊船碼頭處另配合現地花台設置一處可啟閉之止水壁。而渡月橋最著名的是走在岸邊，在仰角 30 度及俯角 30 度的最佳視野可以同時看到桂川及對岸風景。(如圖 51)

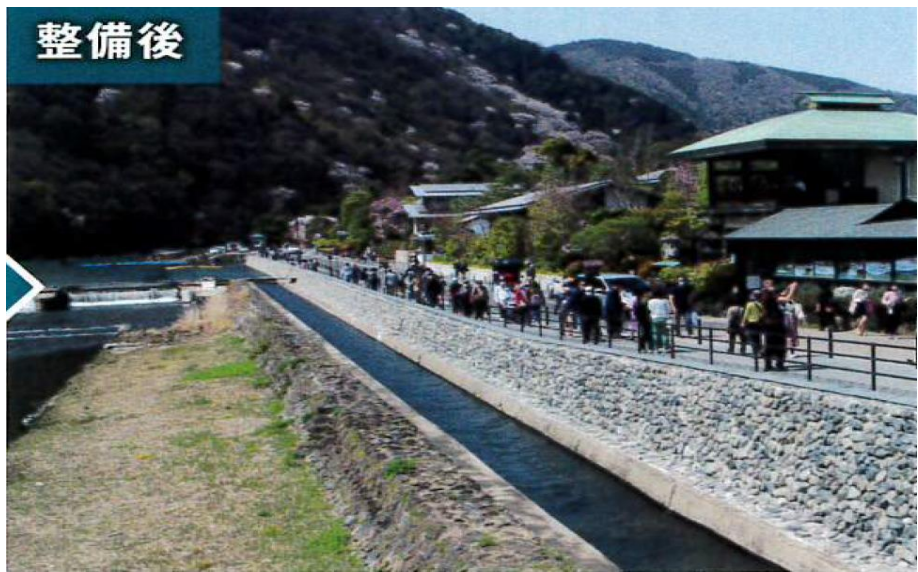
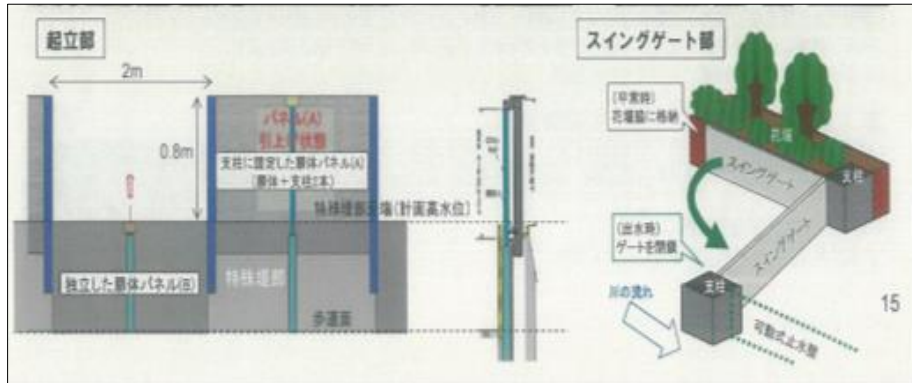
考察內容-環境營造與人文共生-嵐山渡月橋移動式止水壁



圖 51 嵐山渡月橋移動式止水壁圖

日方內容介紹之堤防前坡完成面採用被指定為名勝古蹟時的石工面，保全了無形的文化資產。在與地方民眾溝通時，日方製作了模型，讓民眾可以更深刻了解堤防建置後的高度與視野，完成後當地的居民非常的感謝與讚賞，還自發地製作工程介紹影片。(如圖 52)







【嵐山左岸溢水対策】可動式止水壁の概要

圖 52 嵐山渡月橋移動式止水壁

每塊止水壁體的寬度為 2m，防水有效高度為 0.8m，壁體總計有 120 塊，採手動油壓方式昇起後再以鐵栓固定，每塊壁體昇起時間約 3 分鐘，全部昇起並完成固定約需 2 小時，手動油壓系統如發生故障時，可由技術人員操作移動式吊掛台車將壁體吊昇後再行固定。

參訪心得：本工程長度 260m，依日方資料總經費約 26 億日圓，惟本區段位於嵐山著名景區其每年觀光客約 1500 萬人次，如以其有形及無形災損估推估其效益，不得不佩服日本政府之精銳眼光。從本案例探討中，有關日本官方與民間對於治水議題，並能與兼顧環境生態及景觀的多面相研商下，可由整個嵐山地區左岸溢水對策的研議過程窺得一斑，也藉由公私間意見的協商與溝通，激發出諸多最能兼顧治理目標暨保護古蹟、生態的工法。(如圖 53)



圖 53 考察嵐山地區照片

本工程長度 260m，依日方資料總經費約 26 億日圓，惟本區段位於嵐山著名景區其每年觀光客約 1500 萬人次，如以其有形及無形災損估推估其效益，不得不佩服日本政府之精銳眼光。從本案例探討中，有關日本官方與民間對於治水議題，並能與兼顧環境生態及景觀的多面相研商下，可由整個嵐山地區左岸溢水對策的研議過程，也藉由公私間意見的協商與溝通，激發出諸多最能兼顧治理目標暨保護古蹟、生態的工法。

肆、參訪心得

一、日本和我國的業務屬性差異及優缺點心得

- (一) 日本的河川事務所人力和我國差不多，分工比較細，水資源及水質也是河川事務所的業務。日本河川有制定維護管理計畫，透過 PDCA 循環納入河川的開發計畫中。我國河川業務分屬不同部會，常有介面存在，但是專業性較高，透過未來行政院平台來解決介面問題，應該是相當好的方向。
- (二) 日方提升防災意識河川事務所，都有與民眾合辦的防災教育，也提供民眾參訪，隨時教育民眾防災的重要，另外，於轉車時於京都車站外，也見到大面的電子看板，隨時提醒民眾注意防災資訊，另外與民眾合辦藝文活動的素材與政府政策相關，且運用於工地說明告示牌，工地的說明告示也一目瞭然，圖文並茂，清楚說明防災工程之效益及必要性。
- (三) 日方河川環境營造的特色以旭川為例，結合名城岡山城，規劃貼近水面之步道親近水域，沿岸種植櫻花樹及各式群樹，搭配相關的環境解說，且結合傳統文化之仿古日式遊船活動，整體活動與景觀相當協調，相輔相成，營造出十分宜人的水環境。
- (四) 官方與民眾間，對於治水工程推動，日方說明日本民眾對於地震、颱風等重大天災之認識強烈，所以有關防洪(災)工作非僅政府責任，屬於政府與全民所應共同合力推動事項。又日本政府於防洪工作推動前，均會與民眾充分溝通，民眾亦體認防洪重要性，故對於政府防洪政策大多相當配合，使防洪工作能順利進行。
- (五) 3D 列印建築技術有結構強度，日方是採用「逐層增材沉積過程」來構

建三維物體，根據台灣營建技術研究院研究，透過 3D 印表機的擠壓，3D 列印房會較傳統磚房來得穩固。但也因 3D 列印建築無含鋼筋，抗剪強度上尚待討論，建議可使用在較無抗剪力需求之結構物上。

(六) 日本的環境營造突顯文化亮點，反思我國具示範案例發展潛力及經驗之導入地區，以虎尾糖廠為案例，即為亮點工程，在用地範圍含有縣定古蹟虎尾糖廠酒精槽、虎尾鐵橋及日式宿舍群等，加強與在地居民溝通，拜訪地方耆老，挖掘適當的歷史文化素材，擴大古蹟文化價值形塑，亦可與在地學校合作，塑造歷史傳承予新世代之意念。

(七) 嵐山地區左岸溢水對策的研議心得，（從平成 24 年「桂川嵐山地區河川整備檢討委員會」成立開始，至平成 30 年 2 月「第 7 次桂川嵐山地區河川整備地元連絡會暨第 8 次檢討會」，歷經多年研商獲致共識，為解決嵐山渡月橋上游左岸溢水問題，該段護岸將採計畫洪水位以下為固定式，計畫洪水位以上採可動式止水壁方式辦理改善。）在日本無論是官方或一般百姓，對於環境生態及景觀的維護與重視，可由整個嵐山地區左岸溢水對策的研議過程窺得一斑，也因多方意見的協商與溝通，激發出諸多最能兼顧治理目標暨保護古蹟、生態的工法。不僅針對治水防災，另外也兼顧「史蹟」、「名勝」，並透過在地民眾積極參與，廣納並整合各方意見，在取得共識後再行規劃與施作，如此一來不但拉近政府與民眾間之距離，整體治理成效與民眾共享，更將可能形成對立之阻力，轉化成為計畫推動的助力。

(八) 嵐山渡月橋可移動式止水壁，每年維管成本及檢查頻率，經日方表示，維管成本主要是移動式止水壁的操作成本，啟動油壓電源的支出佔比較多，約每年幾百萬日圓，每年會檢查一次，如油壓機故障，會採用怪手拉起。

(九) 河川環境的建議具體做法，在科技監控部分，除了 CCTV、無人機、衛

星影像運用外，砂石管理、垃圾問題都相當耗費人力，透過 AI 導入來節省人力也是可能的方向。分區使用部分在河川環境管理計畫將河川區域分區公告使用，結合植生碳匯都是未來可努力的。

- (十) 303 溪流防砂壩借鏡之處，土砂混凝土(INSEM)工法為免拆模工法，對於集水區坡地治理工程應可考慮採用。日本因為可利用土地平地較少，對山坡地使用無可避免，但在防災監測技術上台灣比較先進。
- (十一) 高瀨堰的生態保護措施，高瀨堰的建設會限制香魚和河魚的自由洄游，影響魚類的棲息地，因此日方對魚梯進行了生態調查和研究後設置高瀨堰魚梯，左右各一。左岸階段式魚道（閘道水位抬升），右岸階段式魚道（魚梯），魚梯中的水深、流速及寬度及側壁高度均是依據現地調查而來，這兩種方式可以提供不同種類的魚類洄游，兼顧了生態的多樣性。
- (十二) 旭川放水路江戶時代古蹟溢流堰修復工程的反思，旭川流域鄰近文化古都-「京都」地區，對於日方於水利專業領域內，並配合在地地文、景觀及古蹟維護，針對工法結構的實體驗證、搭配整體景觀暨保護區內歷史古蹟、名勝，由施工材料嚴謹選用並現地試作、色調搭配及鋪裝，顯示處處用心，在國內一味講求快速，過度尊重民意否定專業的氛圍下，確實值得我國學習與效法。
- (十三) 台日河川環境管理智慧與生態環境兼顧下措施及作為之建言，經本次考察日方對河川環境管理智慧與生態環境兼顧跨域治理平台模式建立，落實生態優先、資訊公開、民眾參與、減法工程、環境教育等，在複製轉移及實踐台灣河川環境管理生態環境永續發展目標，續建立跨領域的在地環境教育夥伴關係、因地治理、環境資源管理的溝通平台，啟發群體、流域調適新思維及共學成長環教模式等參考之基礎，在極端氣候下，朝向氣候變遷領域的人民與政府環境教育前進。達到(四還

(地石水魚)及一近自然工法)的生態環境智慧河川管理及防災措施。

二、 考察八田原水壩

- (一) 八田原水壩因應極端氣候挑戰與台灣差異，台灣近年滂旱不均情形加劇，不降雨日數增加，使得台灣水庫不得不在儲水和防洪之間進行精密的平衡操作。八田原水庫芦田川流域水源相對較為充沛且穩定，故日方目前操作方式與過去台灣操作方式較為類似，於防汛期間仍保留大量的洪水調節空間，從而更有效地管理洪水風險。在面對極端氣候挑戰，日方目前主要是以達成 2050 年碳中和為目標，八田原水壩正試驗加強洪水後期放流水的活化運用，在原有洪水調節空間訂定試驗水位，在洪水過後水位降至試驗水位且預測無大量降雨時，透過發電放流的方式逐步調降至平時最高蓄水位，提升水力發電的效率。
- (二) 水庫水質保護借鏡之處，日方植被淨化與接觸氧化等水質處理方式需具備平緩面積夠大腹地，讓水流有足夠停留時間進行氧化反應，以降低水庫優養化，目前曾文溪集水區因坡度大及流速快，該方法較不適合。台灣集水區除保育治理工程、監測巡查、抑止土砂下移維持庫容等措施外，正積極推動 LID 低衝擊開發、保育宣導等工作，於縣市政府申請「前瞻基礎建設計畫－加強水庫集水區保育治理計畫」，輔導以草溝、植生淨化池等 LID(低衝擊開發 (Low Impact Development)) 措施，112 年已完成阿里山鄉新美村 LID 輔導與設置，預計於 113 年持續推廣至達邦村， 達到改善水質、維護水資源環境之成效。
- (三) 維護管理借鏡之處，日方與台灣在設施維護方面都有成熟的保養檢查機制與維護管理措施。但在職業安全方面，日方確實有許多值得我國學習及效法的部分，階梯等顯眼處都有設計警示，且各員工之職安設備，如進入工地必備之安全帽，除防護頭部傷害外，同時兼顧保護眼

睛之護目鏡。

(四) 閘門操作部分借鏡之處，八田原水壩的工控操作系統與我國的水庫操作系統相似。在防止未經授權人員操作方面，他們目前使用禁止操作卡進行防範。而我國則進一步增設了防誤觸的壓克力蓋板，並劃定操作管制區域以提高安全性。在閘門動作警示方面，雙方都配備了運轉指示燈。不過，我國還額外設置了語音電話警示系統，以增強安全警告。

(五) 水情系統借鏡之處，日方的水情系統與我國的系統在許多方面相似，都能實時監測水位、入流量、放流量及雨量等資訊。然而，考慮到極端氣候導致的高水位操作變化，我國面臨的水庫安全壓力更大，因此需要更精準的預測技術。為此，我國預計在曾文集水區計畫增加 5 站雨量站。另外更與中央大學合作，使用移動式雙偏極化氣象雷達車在水庫集水區進行小範圍偵測，目的就是希望可以獲得更精確的天氣預報。

伍、 結論與建議

一、 結論

本次考察行程，觀察到日本整體河川環境治理方針，本團歸納出日方治水智慧 3R、民眾溝通 3R 及環境營造 3R:

(一) 治水智慧 3R

1. Redesign-日方於每次面臨災害後，於規劃設計階段，對於災害成因等調查相當確實，並且會考量當時的水文條件，重新設計復建工程，讓復建不僅是復建。
2. Rebuild-在整體復建工程中的施工階段，亦加強導入最新施工科技(如 3D 建築、智慧化施工等)及採用效率高之機具工法(如預鑄工法、重型機具等)，並且展現職人精神工地管理,兼顧工程品質及效率。
3. Recovery-工程完工後，也同時提升當地生態環境與文化保全機能，防洪安全、生態及文化並顧。

(二) 民眾溝通 3R

1. Reconciliation-在參訪案例中，看到日方透過多元化的溝通手段(如製作堤防模型等)，加速與民眾達成有效共識，效果顯著。
2. Relationship-日方相當重視與民溝通，於政策、工程推行前，除召開多次跨部會合作會議，亦重視與 NPO 組織溝通，也很樂於與政府共同推動相關措施，形成公私良性循環關係。
3. Reliable-在日方政府積極與民溝通下，也造就高信賴度的政府形象，讓政策的推行較無阻力。

(三) 環境營造 3R

1. Redefine-日方重新定義環境營造，不僅是我國原本熟悉水與環境美化，更結合了無形文化景觀價值。
2. Reappear-於復健工程中除設計提升治水功能，也同時著重歷史文化，將文化古蹟修舊如舊，加強無形文化價值形塑。
3. Reconnect-工程完工後，提升民眾親水亦願，強化民眾與水的聯結，可謂達到防洪、生態、環境、人文整體鏈結。

二、 建議

在我國後續可精進部分，本團亦歸納出 4R 面向，水資源管理 Resource Management、民眾溝通 Resident Communication、工程精進 Remarkable Construction，及河川環境 River Environment，分述如後：

- (一) 水資源管理 Resource Management：可推動跨部會合作平台，加強跨部會合作，並且持續精進防災預報，強化預洩水操作。而我國在整體水資源佈局上，是相對前端，後續可以亢旱經驗及水資源佈局等面向與他國交流，強化我國於全球水資源管理上之楷模角色。
- (二) 民眾溝通 Resident Communication：可參照日方方式，導入更多元的溝通手法，加強民眾防災意識宣導，並且注重次世代教育，將觀念導入各世代，藉以強化民眾避災意識。
- (三) 工程精進 Remarkable Construction：在工程面向，可評估 3D 技術導入可能性，藉以提升工程品質及縮短工期，並且應加強歷史文化等無價價值之調查，將其融入工程設計，防洪優先的前提下，同時提升工程無價之人文文化價值。
- (四) 河川環境 River Environment：在防洪功能確保的前提下，可導入法規檢討，更貼合民眾使用面。並透過科技監控，降低非法取締人力需求，以河川環境永續經營為目標，辦理河川區域分區公告。

參考文獻

一、廣島縣部分：

國土交通省 中國地方整備局 太田川河川事務所提供。

(<https://www.cgr.mlit.go.jp/ootagawa/>)

二、福山縣部分：

國土交通省 中国地方整備局 福山河川国道事務所提供。

(<https://www.cgr.mlit.go.jp/fukuyama/>)

三、岡山縣部分：

國土交通省 中國地方整備局 岡山河川事務所提供。

(<https://www.cgr.mlit.go.jp/okakawa/>)

四、京都府部分：

國土交通省 近畿地方整備局 淀川河川事務所

(<https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/>)

五、維基百科網站