

出國報告（出國類別：考察）

防洪治水與環境營造 兼顧之措施及成效

服務機關：經濟部水利署

出國人員：楊局長人傑、鍾翼戎課長、曹榮顯課長、
洪郁民工程員

派赴國家/地區：日本/九州

出國期間：中華民國 111 年 11 月 6 日至 11 月 12 日

報告日期：中華民國 112 年 2 月

摘要

世界各地正面臨氣候變遷所帶來洪災、水資源缺乏及如何與自然環境共存的挑戰，日本九州在 2020 年因豪雨受災嚴重，透過訂定可滾動式的未來 30 年整備計畫，建構災害防治能力，透過防洪、預防、減災措施（強化水利設施、疏伐、在地滯洪、自然再生等），同時兼顧水與環境、水與文化和生態保育等多重目標。

本次考察日本九州遠賀川、筑後川、嘉賀川流域整備計畫及柳川、紫川水岸縫合推動計畫等 20 處河川治理、環境營造案例，透過日本公部門及專家的現勘解說，充份瞭解防洪治水推動過程如何透過溝通協調、公私協力方式，達到兼顧水資源應用、生態、文化、景觀遊憩等多功能的水環境。

本考察團以「見學-所見即所學」的精神考察，就值得參考與學習面向，重點歸納以下心得建議：

1. 公部門組織分工權責、公民參與河川治理與水岸環境營造方式。
2. 除安全考量外，長期持續與民眾、NGO、NPO 及各界溝通，藉由柔性溝通交流、共同合作心態的調整，取得共識後落實執行，打造居住及共享環境。
3. 推行全民水教育：培養愛水、護水與防災觀念，讓水文化與知識深植民眾心中；在理性溝通方面，培養各領域應尊重不同領域的意見思維；並利用閒置空間，透過與民間團體合作機制，制度性及計畫性設立水環境教育館，推行全面性水教育。
4. 公部門相關資訊，在取得各方共識民意基礎下，資訊逐步透明公開化。
5. 水利工法技術與品質傳承極為關鍵，應從設計端讓水利工法延續，創造工法市場，吸引技職人員的投入與傳承，進而良性競爭提昇品質。
6. 推動水岸縫合指標與步驟：安全了、水質清新了、生態回來了、可以休憩觀光了。

希冀藉由本次考察的經驗及成果，提供經濟部水利署推動的水利事業-「治

理計畫」、「流域整體改善與調適計畫」及「河川管理計畫」執行過程中，永續治理及環境經營策略之參考。

目錄

摘要.....	i
目錄.....	iii
表目錄.....	v
圖目錄.....	vi
第一章 目的.....	1
1.1 緣由.....	1
第二章 成員及行程.....	2
2.1 考察成員.....	2
2.2 主要行程.....	3
第三章 過程紀要.....	7
3.1 遠賀川流域治水計畫參訪：.....	7
3.1.1 拜會国土交通省/九州地方整備局/遠賀川河川事務所.....	7
3.1.2 參訪遠賀川水辺館：.....	10
3.1.3 參訪飯塚出張所（防災整備工務所）.....	12
3.1.4 現勘下境排水（友善生態環境）.....	13
3.1.5 現勘中間堰及遠賀川水源地泵室（世界文化遺產）.....	14
3.1.6 現勘遠賀川河口堰及魚道公園.....	17
3.2 筑後川流域治水計畫參訪：.....	28
3.2.1 拜會国土交通省/九州地方整備局/筑後川河川事務所.....	28
3.2.2 參訪筑後川発現館&防設施（宮ノ陣地区）.....	30
3.2.3 金島地区-高島樋管操作室現勘（滲流事件緊急處置、災後處置- 截水牆、加厚築堤、加高）.....	33
3.2.4 山田堰・恵蘇八橋.....	35

3.2.5 大石地区（かわまちづくり）	42
3.2.6 三連水車	45
3.3 嘉瀬川流域治水計畫參訪：	48
3.3.1 拜會国土交通省/九州地方整備局/武雄河川事務所(石井樋介紹及 現地踏勘)	48
3.3.2 松浦川自然再生（蘆之瀬地區）介紹	58
3.3.3 嘉瀬川竹林伐採管理成效現勘.....	60
3.3.4 牛津川現勘（牟田辺地區低平地對策【在地滯洪】）	62
3.3.5 牛津川現勘（感潮段植生繁茂抑制對策）	65
3.4 柳川整治參觀：	69
3.4.1 參觀柳川整治.....	69
3.5 紫川整治參觀：	75
3.5.1 踏勘紫川整治.....	75
3.5.2 參觀紫川水環境館.....	80
第四章 心得與建議.....	85
4.1 心得.....	85
4.2 建議.....	87

表目錄

表 1 本次考察團員表	2
表 2 日方接待人員表	3
表 3 考察行程表	4

圖目錄

圖 1 團員與所長、副所長於遠賀川河川事務所前合影	5
圖 2 團員與所長、副所長於筑後川河川事務所前合影	5
圖 3 團員與副所長、館長於石井樋史蹟碑前合影	6
圖 4 本團團員於石井樋史蹟碑前合影	6
圖 5 第 3 屆 I LOVE Ongagawa(遠賀川)領導人峰會「遠賀川流域宣言」	8
圖 6 遠賀川歷史水位最高紀錄與災情相片	8
圖 7 遠賀川流域防洪圖	8
圖 8 防洪措施	9
圖 9 預防或減少受害措施	9
圖 10 流域生態系統網絡	9
圖 11 河川高灘地營造	11
圖 12 植生清除再利用（牧草使用）	12
圖 13 飯塚出張所防災空間	12
圖 14 不同型式防汛備料	13
圖 15 河川與堤後田地生態廊道串聯	13
圖 16 排水出口改善前後比對	14
圖 17 落差工現地相片	14
圖 18 簡易設施（堰板及簡易魚道）消除高低落差	14
圖 19 中間堰拓寬前後比對	15
圖 20 遠賀川水源泵房工事（水源地泵室 ONGA RIVER PUMPING STATION）	16
圖 21 遠賀川水源地泵室留影	16
圖 22 河口堰	17

圖 23 遠賀川洪旱災害	17
圖 24 固定式伊佐座堰（河口堰舊名）拆除.....	18
圖 25 九州工業大學伊東啓太郎准教授提出規劃願景圖	20
圖 26 魚道公園水邊環境改善對照.....	20
圖 27 遠賀川魚道公園由三種型態構成	21
圖 28 魚道公園斷面示意圖	21
圖 29 近自然魚道設計概念構圖.....	22
圖 30 魚道公園的自然柔和.....	23
圖 31 材質再利用.....	24
圖 32 干潟木樁工.....	24
圖 33 自然魚道的多孔隙砌石及草生地	25
圖 34 既設魚道改善	26
圖 35 環教場域.....	27
圖 36 河口堰清除垃圾作業.....	27
圖 37 歷史災害情形.....	28
圖 38 基本高水流量	29
圖 39 安全、安心、穩定和富饒的環境理念.....	30
圖 40 筑後川防災施設 くるめウス（筑後川発現館）	31
圖 41 參訪筑後川発現館設施.....	31
圖 42 宮ノ陣地区灘地多功能運用	32
圖 43 筑後川河川事務所解說宮ノ陣地区設施配置	32
圖 44 宮ノ陣地区河川灘地公部門防災訓練.....	33
圖 45 緊急應變實際作業	34
圖 46 災後治理措施.....	35
圖 47 筑後川三大分水路（千年分水路、原鶴分水路、大石分水路）	36
圖 48 千年分水路（google 地圖影像）	36

圖 49 至高點俯瞰千年分水路.....	37
圖 50 筑後川河川事務所至高點解說千年分水路效益	37
圖 51 山田堰設施.....	38
圖 52 山田堰配置圖.....	39
圖 53 堰前壁對角線型態 (google 網路相片)	40
圖 54 南舟通阻力側抬高，並緩坡及鋪石消能 (google 網路相片)	40
圖 55 山田堰水流末端匯流.....	41
圖 56 世界文化資產-山田堰	41
圖 57 考察團與筑後川河川事務所人員於山田堰留影	42
圖 58 大石分水路.....	44
圖 59 大石分水路施工精緻度.....	45
圖 60 山田堰引水至崛川灌溉 (粉紅色為灌區)	46
圖 61 崛川水車實體照片	46
圖 62 水車公園水車模型	47
圖 63 嘉瀨川地勢示意圖 (較其地區高)	49
圖 64 荒牧軍治館長導覽石井樋設施	50
圖 65 石井樋灌溉兼防洪設施圖.....	51
圖 66 石井樋引水示意圖	52
圖 67 史冊「疏導要書」石井樋設施群示意圖.....	52
圖 68 石井樋分流取水系統圖(吉村伸一專家推測圖)	54
圖 69 石井樋設施修復.....	56
圖 70 嘉瀨川防災設施館【佐賀水歷史館】	57
圖 71 大井手堰留影.....	57
圖 72 松浦川通洪斷面不足致河川氾濫	58
圖 73 原規劃築堤束洪.....	58
圖 74 日本土木學會 2017 最優秀賞.....	58

圖 75 灘地作為防洪及多樣化生物棲息空間.....	59
圖 76 松浦川蘆之瀨環境教育場域.....	59
圖 77 增加灘地（削減局部高度）浸水時間以抑制外來種.....	60
圖 78 竹林伐採管理.....	60
圖 79 不同疏伐方式.....	61
圖 80 疏伐後適度成長之竹林.....	61
圖 81 利用碎石鋪設工法抑制竹林擴生.....	62
圖 82 牟田辺地區在地滯洪對策.....	63
圖 83 遊水地溢流口設施平時情形.....	64
圖 84 溢流進入游水地.....	64
圖 85 牟田辺地區在地滯洪範圍.....	64
圖 86 考察團在牟田辺地區平地對策紀念碑處留影紀念.....	65
圖 87 植生繁茂抑制對策示意圖.....	66
圖 88 選擇牛津川數處凸岸為試驗區.....	66
圖 89 長期觀植生抑制效果佳.....	67
圖 90 淤積情形統計.....	68
圖 91 生態調查資料.....	68
圖 92 柳川水系圖.....	69
圖 93 詩畫般的柳川.....	72
圖 94 柳川の舟-Donko（どんこ）.....	72
圖 95 柳川濱溪帶完整.....	72
圖 96 柳川樹木林立水岸景觀.....	73
圖 97 柳川生態（蒼鷺）.....	73
圖 98 柳川大樹保留.....	73
圖 99 柳川古樸與現代建築並存.....	73
圖 100 柳川文化保存(史蹟城堀水門).....	74

圖 101 柳川水岸旁靜享水岸縫合成果	74
圖 102 紫川河畔設施	78
圖 103 紫川灘塗（棲地）環境設計及生態	79
圖 104 橋梁改建配置	79
圖 105 水環境館外觀	80
圖 106 水環境館及環境教育設施	84

第一章 目的

1.1 緣由

世界各國正面臨氣候變遷威脅，極端降雨頻傳，區域性積淹水事件已成常態，尤有甚者，造成水利構造物毀損潰堤及山洪爆發等嚴重災害，即使高度開發國家如美國、歐洲各國及以減災能力著稱的日本，近年遭遇洪水侵襲機率提升，經濟、交通、社會財產等蒙受重大損失。極端降雨頻傳且因高度都市化及河川中上游土地開發，暴雨地表逕流量大且急，增加中下游河川及區域排水負荷，淹水風險俱增；地震及颱風豪雨使得更多土砂淤積河道，迅速降低河道通洪能力，如何解決氣候變遷下洪患問題，並兼顧生態棲地環境保育、人文風貌與自然地景營造，提升水岸空間環境品質，均為刻不容緩的新課題。

日本九州 2020 年 7 月豪雨（日語：令和 2 年 7 月豪雨），佐賀、福岡及熊本等縣受災嚴重，在受災嚴重地區面對氣候變遷高度不確定性，如何建構災害防治能力，投入資源完成災後復建工作，同時兼顧水與環境和生態保育等目標；另外，日本歷來綜合治水成效良好，日本政府與民眾協力推動河川親水環境及生態永續發展，不遺餘力，且日本河川自然環境條件與台灣相近（本次九州參訪河川流域年降雨量 2000~2800mm，降雨 60%集中於雨季），值得台灣河川流域整體改善與調適計畫推動的借鏡與學習，並作為未來永續環境經營策略之參考。

第二章 成員及行程

2.1 考察成員

本考察團團員包含水利署第二河川局楊局長人傑（團長）、第一河川局曹榮顯課長、第三河川局鍾翼戎課長、第四河川局洪郁民工程員，及日本京都大學工學研究科都市環境工程陳漫愷博士等共 5 位，並商洽由日本公益財團法人河川整備研究所（RiverFront research Center）勢田昌功專家陪同考察，分如表 1、2 所示。

表 1 本次考察團員表

姓名(Name)	部門(Office & Division)	職稱(Title)
楊人傑	經濟部 水利署第二河川局	局長 Director
鍾翼戎	經濟部 水利署第三河川局	工務課長 Section Chief
曹榮顯	經濟部 水利署第十河川局	工務課長 Section Chief
洪郁民	經濟部 水利署第四河川局	工程員 engineer
陳漫愷	國立台灣大學 農業化學系	博士後研究 postdoctoral fellow

表 2 日方接待人員表

姓名(Name)	部門(Office & Division)	職稱(Title)
勢田昌功	河川整備研究所	策劃組組長
柄沢祐子	國土交通省九州地方整備局 遠賀川河川事務所	所長
坂本二俊		技術副所長
吉田 大	國土交通省九州地方整備局 筑後川河川事務所	所長
安部 剛		副所長
薄田邦貴	國土交通省九州地方整備局 武雄河川事務所	副所長
荒牧軍治	佐賀水歴史館	館長

2.2 主要行程

考察行程主要為參訪日本北九州地區河川防洪治水兼顧環境空間營造之策略及成效。代表團出訪行程共計 7 天，詳細行程詳如表 3 所示。

本次考察團於九州進行現地考察期間，藉由公益財團法人河川整備研究所安排及該所勢田昌功組長陪同，分別由國土交通省遠賀川河川事務所、筑後川河川事務所、武雄河川事務所介紹及領勘（圖 1~4），參訪遠賀川、筑後川、嘉瀨川與牛津川的防洪治理、防災設施館（兼具環境教育場所）及自然環境保育措施，另由本考察團自行踏勘柳川及紫川治理與水岸縫合成功案例；使本考察團在參訪現勘過程中，了解整治的設計理念、工法細緻度及公私協力作業，使本次考察順利並成果豐碩。

表 3 考察行程表

日期	活動時間	活動目的	地點
11/06 (日)		啟程：台北→福岡	桃園機場 福岡機場
11/07 (一)	10:00-12:00	拜會國土交通省九州地方整備局遠賀川河川事務所	遠賀川河川事務所 水辺館、飯塚防災館
	13:00-17:00	參訪遠賀川流域水管理	遠賀川、番田地區現地(河鎮發展)、下境排水樋管(自然生態)、中間堤(世界遺產)、河口堰、魚道公園
11/08 (二)	10:00-12:00	拜會國土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所	筑後川河川事務所 筑後川合川/宮之陣地區(河町開發區) & 筑後川發現館
	13:00-17:00	參訪筑後川防洪措施	筑後川、金島地區(築堤)、山田堰、惠蘇八橋、三連水車、大石地區(河町開發區)
11/09 (三)	10:00-12:00	拜會國土交通省九州地方整備局武雄河川事務所	佐賀水歷史故事館 (水資源管理、公私協力、松浦川自然再生)
	13:00-17:00	參訪嘉瀨川防洪措施	嘉瀨川石井樋 牛津川(牟田邊地區在地滯洪、感潮段植生抑制)
11/10 (四)	10:00-12:00	訪查柳川水環境營造	柳川市觀光案内所 (柳川市旅遊諮詢處)
	13:00-17:00		柳川
11/11 (五)	10:00-12:00	訪查水環境館設計理念	北九州市立水環境館
	13:00-17:00	訪查紫川水環境營造	紫川
11/12 (六)		返程：福岡→台北	福岡機場 桃園機場

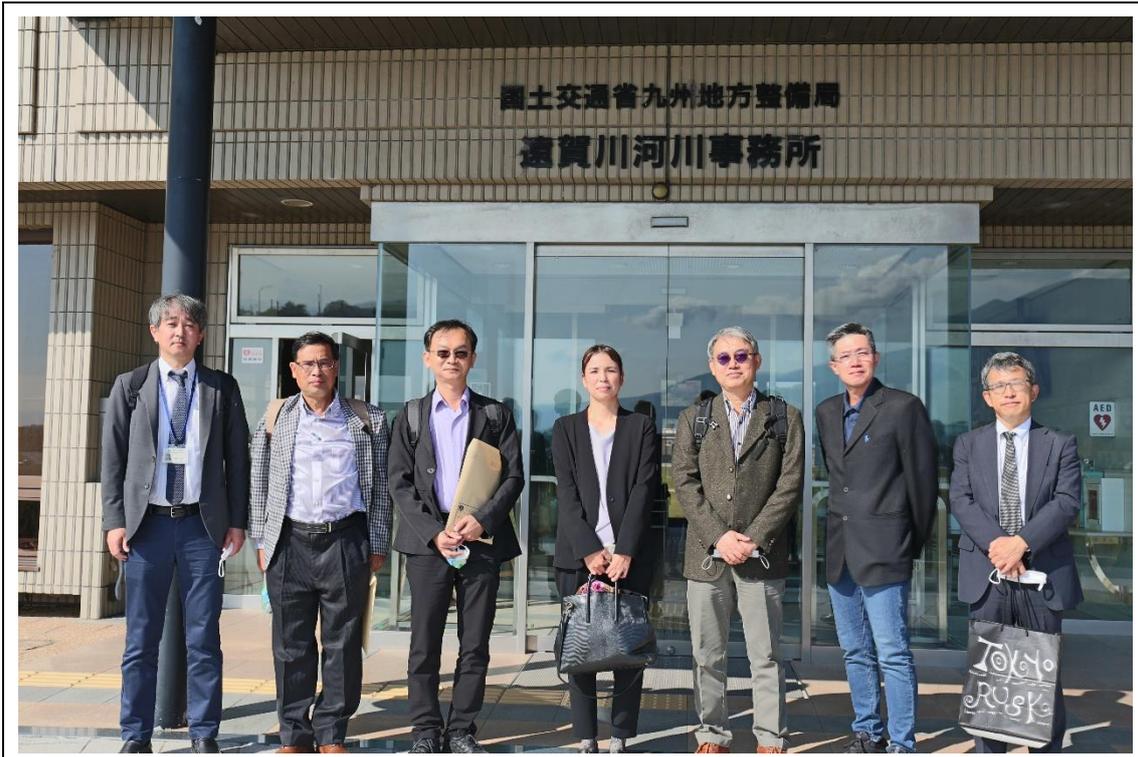


圖1 團員與所長、副所長於遠賀川河川事務所前合影

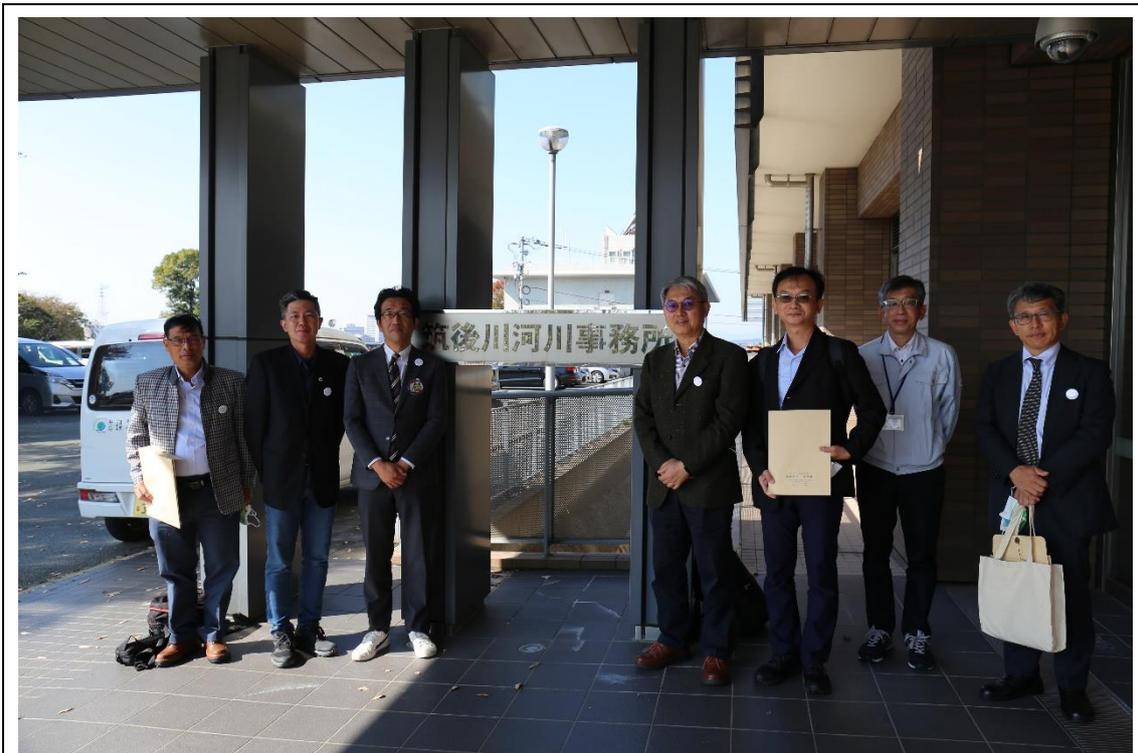


圖2 團員與所長、副所長於筑後川河川事務所前合影



圖3 團員與副所長、館長於石井樋史蹟碑前合影



圖4 本團團員於石井樋史蹟碑前合影

第三章 過程紀要

3.1 遠賀川流域治水計畫參訪：

3.1.1 拜會国土交通省/九州地方整備局/遠賀川河川事務所

遠賀川是福岡縣第二大河，年平均降雨是為 2000mm，年降雨量的 60% 主要集中於雨期；遠賀川頻繁的在 2001 年、2003 年、2009 年、2010 年、2012 及 2018 年經歷了多次洪水，洪水已成常態，鑑此，国土交通省於 2007 年制定《遠賀川水系河流整治方案》，訂定未來 30 年整備計畫，將計畫流量由 3800m³/s 增加 4300m³/s，因 2018 年再觀測到歷史最高水位紀錄（圖 6），爰於 2021 年修正整治方案。

因為過往北九州產汽車產業、媒炭工業及普遍垃圾、污水問題，2012 年 1 月 22 日第 3 屆 I LOVE Ongagawa(遠賀川)領導人峰會，遠賀川流域 22 個城市首長、福岡縣知事與遠賀川河川事務所長，首次發表遠賀川流域宣言（圖 5），確認【承認翁加川為 22 個市町村的共同財產，作為更美麗的河流傳遞給下一代】的理念；国土交通省亦於 2013 年 6 月修訂河流法，建立了指定河流合作組織的制度，以支持自願從事河流維護和河流環境保護相關活動的民間組織；配合整備計畫，由政府及民間組織確認【遠賀川追求舒適、寧靜、深情開發規劃】的基本理念：

- 一、安全和安心：創造具有抗災能力的河流，讓人們可以安心生活
- 二、自然環境：創造養育人和自然環境的清淨河流
- 三、歷史、文化、旅遊：孕育豐富的河流和社區文化
- 四、城鎮，河流，人：創造人們與河流互動，讓河川成為城鎮喧囂和人的治癒的空間

(1) 遠賀川流域宣言

— より美しい遠賀川を次代へ～遠賀川流域リーダーサミット開催！—

遠賀川の水環境改善について、流域自治体の首長が話し合う「第3回 I LOVE 遠賀川流域リーダーサミット（主催：NPO法人遠賀川流域住民の会・国土交通省遠賀川河川事務所）」を平成24年1月22日（日）、飯塚市で開催しました。

このサミットにおいて、流域が一丸となり連携に向けて手を繋ぎあうことが確認され、遠賀川の歴史にとって大きな一歩となりました。



遠賀川流域宣言後、互いに手を取り合う流域の22首長たち、福岡県知事、遠賀川事務所長

圖5 第3届I LOVE Ongagawa(遠賀川)領導人峰會「遠賀川流域宣言」

日本公部門製作流域防洪圖（圖7）說明河川整備計畫，包含流域防洪措施【防止或減少洪水措施：堤防加強、河道掘削、樹木疏伐、跨河構造物改建（圖8）】、預防或減少受害措施【儲留設施、建築法規限制（圖9）】及流域生態系統網絡（圖10）。

遠賀川30年前河川環境很差，民眾覺得環境是共同的責任，所以民眾有一定的共識，尋求政府支持並協助整治，愛遠賀川成為日本民眾自發性提出完成整治河川最成功的範例之一。



圖6 遠賀川歷史水位最高紀錄與災情相片



圖7 遠賀川流域防洪圖



図8 防洪措施

図9 予防或減少受害措施



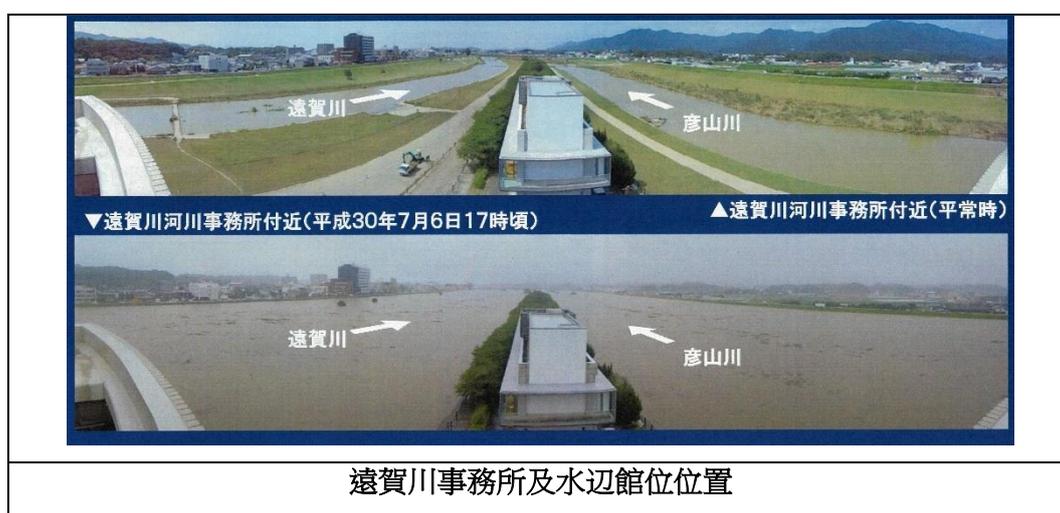
図10 流域生態系統ネットワーク

3.1.2 參訪遠賀川水辺館：

遠賀川水辺館為遠賀川地區防災設施，設置於遠賀川河川事務所旁，係作為防災應變中心、民眾溝通交流、避難所、生態保育宣導的多功性場所；災時透過遠程監控設備監控河流、水位和水位掌握水情，並可開展防災活動，另該館亦為直方市指定之避難所。

平時除了防災和河流環境的學習會、活動和展覽，傳達遠賀川洪水災害的歷史，提高人們對防洪保護自身免受災害重要性的認識，亦可在館內觀察生活在遠賀川的魚類，宣導保護河流環境。

由事務所在水辺館頂樓介紹直方リバーサイドパーク（野方河濱公園），河川高灘地營造，包含營地、沙洲、活動申請、設施等（圖 11），係透過溝通由民眾提出願景與政府達成共識，施設後共享成果；計畫由國土交通省執行後，交由地方政府（市議所）維護，民眾自主性配合度非常高，例如水情警報發佈即不進入河川、便橋不施設欄杆民眾遵守安全規定。





柄沢祐子所長、業務課室説明河川高灘地治理情形



圖11 河川高灘地營造

河川植生清除，有規律的由河川整備所清除後壓製成型，以捆為單元的包裝先堆置灘地（類似太空包），供牧場或民眾申請使用（圖 12）。





圖12 植生清除再利用（牧草使用）

3.1.3 參訪飯塚出張所（防災整備工務所）

遠賀川河川事務所配置 6 處出張所，負責搶修險作業，並由出張所人員與民眾進行第一線溝通，相關工程由河川事務所設計發包作業，出張所執行施工監造工作。

飯塚出張所備有空間供防救災機具停放，另有規劃場地放置土方（圖 13）、防汛備料供防汛使用，其中備塊有三角型（消能功能）及四角型（造灘功能）因應不同需求（圖 14）。



圖13 飯塚出張所防災空間



圖14 不同型式防汛備料

3.1.4 現勘下境排水（友善生態環境）

原早期堤防設置後對於生態環境友善的作法，以修復堤前與堤後（川表與川裏）水路連續性，作為生態廊道，使河川與堤後田地的生態可串連（圖 15），創造生態多樣性。

堤前原有排水出口高差大、水流單調，利用分散型落差工（石頭工法），創造出瀨、淵等、多孔隙濱水植生帶環境（圖 16、17），水生生物可迴游利用。堤後排水路與灌溉水路的落差利用堰板及簡易魚道（圖 18）消除高差，生物可至農田棲息、產卵。

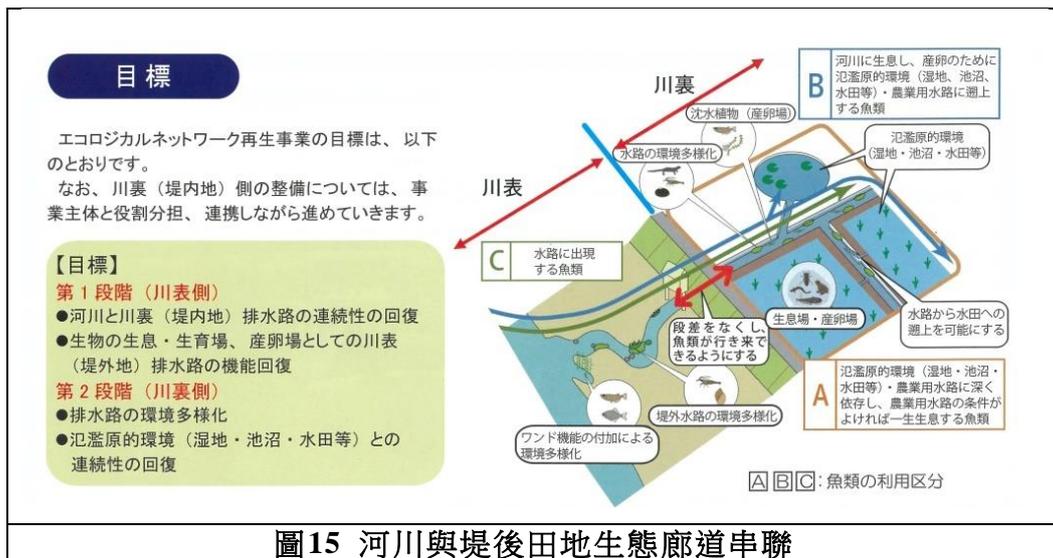


圖15 河川與堤後田地生態廊道串聯



圖16 排水出口改善前後比對



圖17 落差工現地相片



圖18 簡易設施（堰板及簡易魚道）消除高低落差

3.1.5 現勘中間堰及遠賀川水源地泵室（世界文化遺產）

原 1929 年為提供灌溉用水施設中間堰，因屬瓶頸處，歷經多次洪災，為使河川達到基本洪水保護斷面，2009 年針對中堰改建工程，堰寬由 81m 改建為 139m，並開挖上下游河床及兩岸土方（圖 19）：並其功能兼具維持穩定原灌溉及八幡製鋼所工業用水量等水資源運用功能。

堤後 1910 年設置的遠賀川水源泵房工事（遠賀川水源地泵室 ONGA RIVER PUMPING STATION）是作為向煉鋼廠輸送用水之設施。利用遠賀川的中間堰引水儲存，透過水源地泵室提供 10 萬噸/每日的水量輸送至距離約 12 公里的八幡

製鐵廠，作為『明治日本的産業革命（製鐵、製鋼、造船、石炭）遺產』，2015年已登錄為世界文化遺產（圖 20）。未來將規劃營造水利、産業、觀光綜合性園區。

現今泵房內供水系統的動力由蒸汽改為電力。即使在 100 多年後的今天，它的作用依然沒有改變，繼續為煉鐵提供水源

泵房建築採用英國紅磚砌成，灰白色礦渣磚作為設計點綴。外觀設計圓窗和連續的半圓拱窗，是一座令人印象深刻的建築，衍然現已成遠賀川岸邊的城鎮的代表，代表水利建設只要透過設計巧思，也可是歷史文化的象徵。

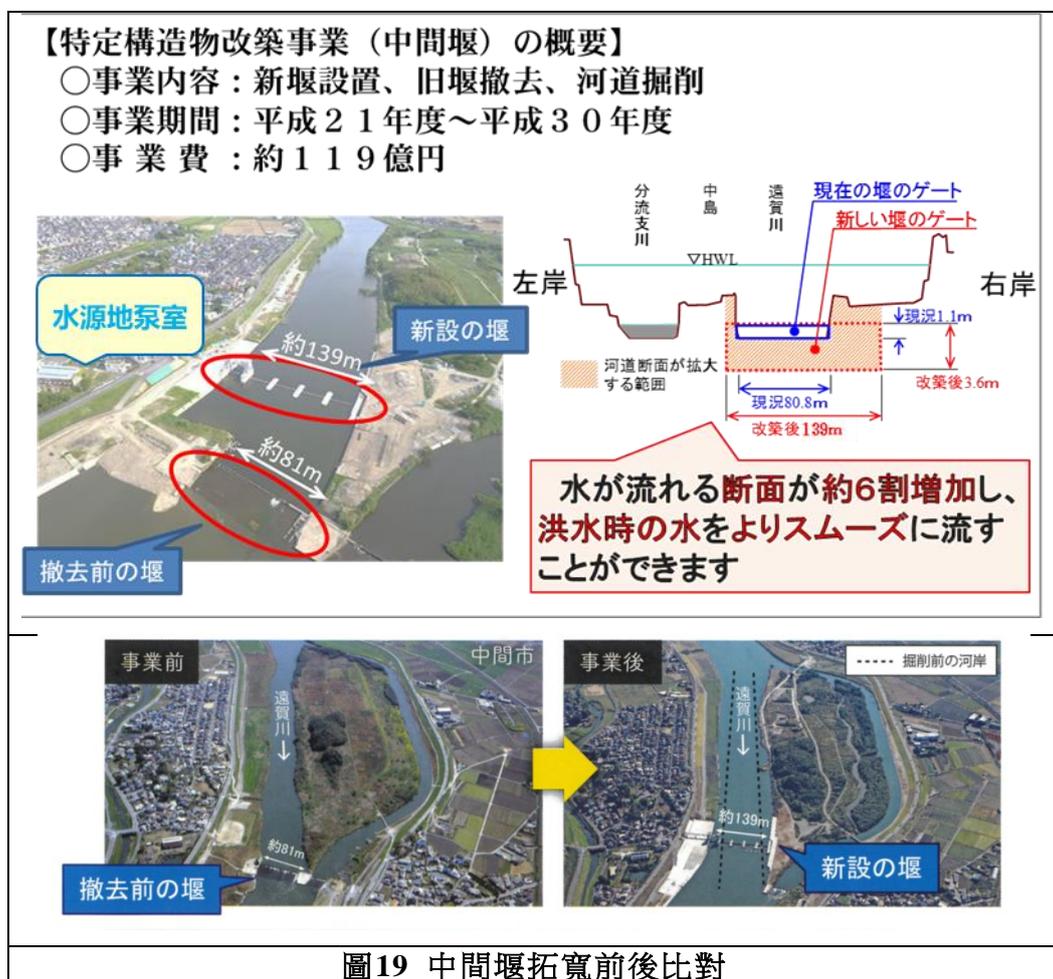


圖19 中間堰拓寬前後比對



圖20遠賀川水源泵房工事（水源地泵室ONGA RIVER PUMPING STATION）



圖21遠賀川水源地泵室留影

3.1.6 現勘遠賀川河口堰及魚道公園

一、河口堰功能：

遠賀川河口堰為防災兼具水資源功能之設施（圖 22），舊名伊佐座堰；遠賀川於 1953 年發生洪患災害，並於 1967 後出現多次旱災缺水情形（圖 23），因此，拆除舊有固定式伊佐座堰（圖 24），並於 1980 年完成河口堰建置，由設置在右岸頂的河口堰管理支所負責維管，以治水（防洪）、利水（水資源利用）、鹽害防止防洪三大功能操作管理，管理支所亦可作為非指定疏散避難所。



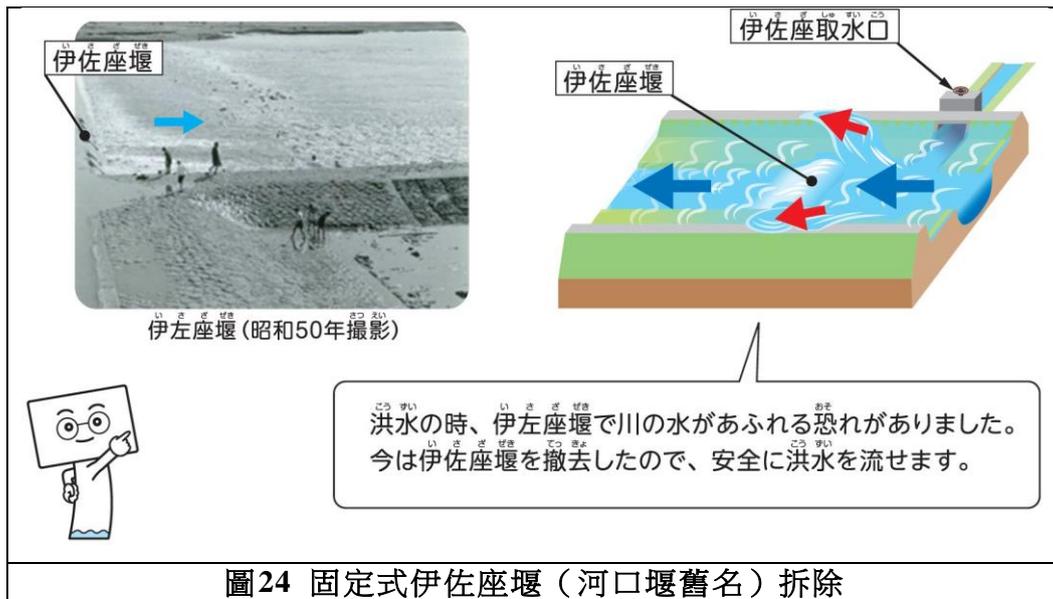
圖22 河口堰

<p>治水の問題点は</p> <p>遠賀川は、川から近いところに町や住宅地が広がっているため、洪水が起こると、人の命や家が奪われる被害になります。 昭和28年6月の洪水では、堤防が決壊し、これまでで最も大きな被害となりました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●昭和28年6月洪水(死者20人、負傷者211人、家屋流出・全半壊953戸、浸水家屋38,791戸) <p>決壊した堤防 (遠賀川河口から14km地点左岸側) 直方市植木付近</p> <p>激流の中決死の遊覧 鉄道にも被害が及びました</p> <ul style="list-style-type: none"> ●平成30年7月洪水(床上浸水466戸、床下浸水:369戸) <p>直方市植木地区(直方市植木付近)</p>	<p>利水の問題点</p> <p>遠賀川周辺は、人口が多いことから、遠賀川の水が盛んに使われています。22市町村のうち15市町が水道に使っています。 雨がふらずずっと日照りが続く、川の水が干上がり、水の供給が足りなくなったこともあります。</p> <p>●漏水被害状況</p> <table border="1"> <tr> <td>昭和42年</td> <td>藤原市 6時間漏水崩壊、田川市 市内農家1,810戸のうち1,200戸が水不足で悩む</td> </tr> <tr> <td>昭和43年</td> <td>北九州市 延べ27月の漏水崩壊</td> </tr> <tr> <td>昭和53年</td> <td>北九州市 延べ173日の漏水崩壊</td> </tr> <tr> <td>平成6年</td> <td>流経内11市町村で時間断水、河口堰の貯水率も44.9%と過去最低を記録</td> </tr> </table> <p>平常時(令和元年撮影) 平成6年漏水(平成6年8月撮影)</p>	昭和42年	藤原市 6時間漏水崩壊、田川市 市内農家1,810戸のうち1,200戸が水不足で悩む	昭和43年	北九州市 延べ27月の漏水崩壊	昭和53年	北九州市 延べ173日の漏水崩壊	平成6年	流経内11市町村で時間断水、河口堰の貯水率も44.9%と過去最低を記録
昭和42年	藤原市 6時間漏水崩壊、田川市 市内農家1,810戸のうち1,200戸が水不足で悩む								
昭和43年	北九州市 延べ27月の漏水崩壊								
昭和53年	北九州市 延べ173日の漏水崩壊								
平成6年	流経内11市町村で時間断水、河口堰の貯水率も44.9%と過去最低を記録								
<p>遠賀川洪患災害(1953)</p>	<p>遠賀川旱災(1967)</p>								

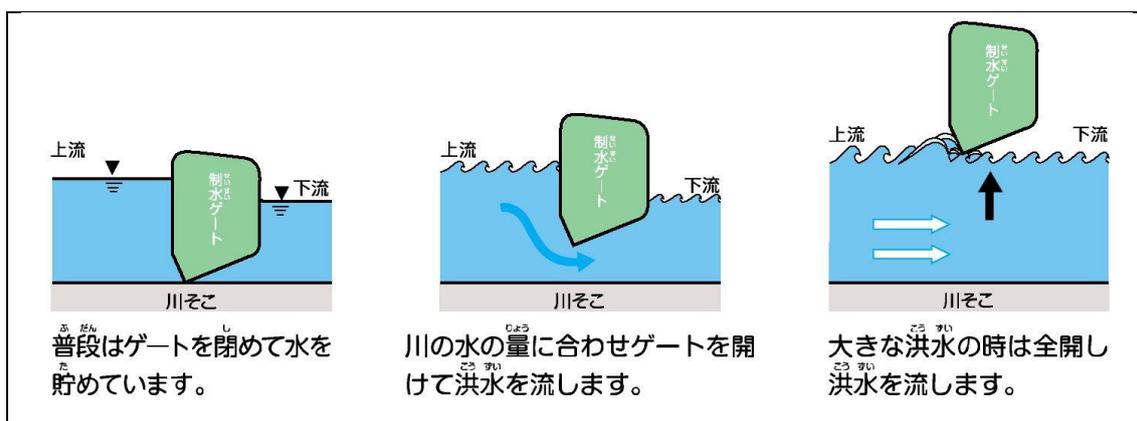
圖23 遠賀川洪旱災害

1. 治水：

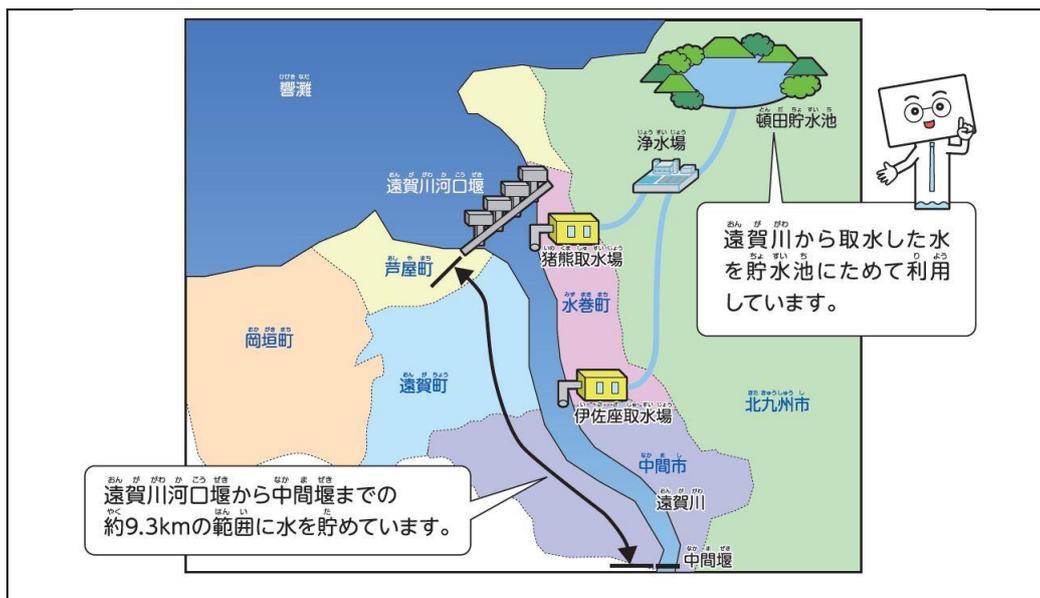
- i. 固定堰（伊佐座堰堰）拆除，使洪水更容易流動



- ii. 下大雨時，閘門打開，讓洪水流入大海：共 8 座閘門，每座閘門可排 300cms(250 噸)水量
- iii. 平時水位呈現下降，排水僅由魚道流出，排水量為 30 萬噸。



2. 利水：增加工業、民生用水（2市4町）供水需求



3. 防止鹽害：水閘關閉時，海水不會進入河口上游，以利飲用、農業和工業用水。



二、河口堰的環境維護：

1. 多自然魚道：

河口堰在治理 20 年後，於 2007 年經環境調查，因既設混凝土階梯式魚道落差大、流速快，影響部分淡海潮間帶魚類(日本比較重視的香魚及鮭魚)順利上溯回游，而民眾提出環境很髒亂，爰 2008 起透過政府部門與地方民眾溝通協調，並由九州大學協力規劃出願景圖(圖 25)，共同合作達成環境改善共識，以「生物與人的繫絆。緩慢的水邊空間再生」概念，創造生物與人皆可舒適生活的親水空間。

由政府部門執行遠賀川自然再生事業，利用河口堰設施範圍，改善魚道，並以近自然工法配合環境營造，於 2013 年創生出遠賀川魚道公園，由一個原本被混凝土覆蓋的單調空間，改造成擁有多樣化的環境空間（圖 26）。

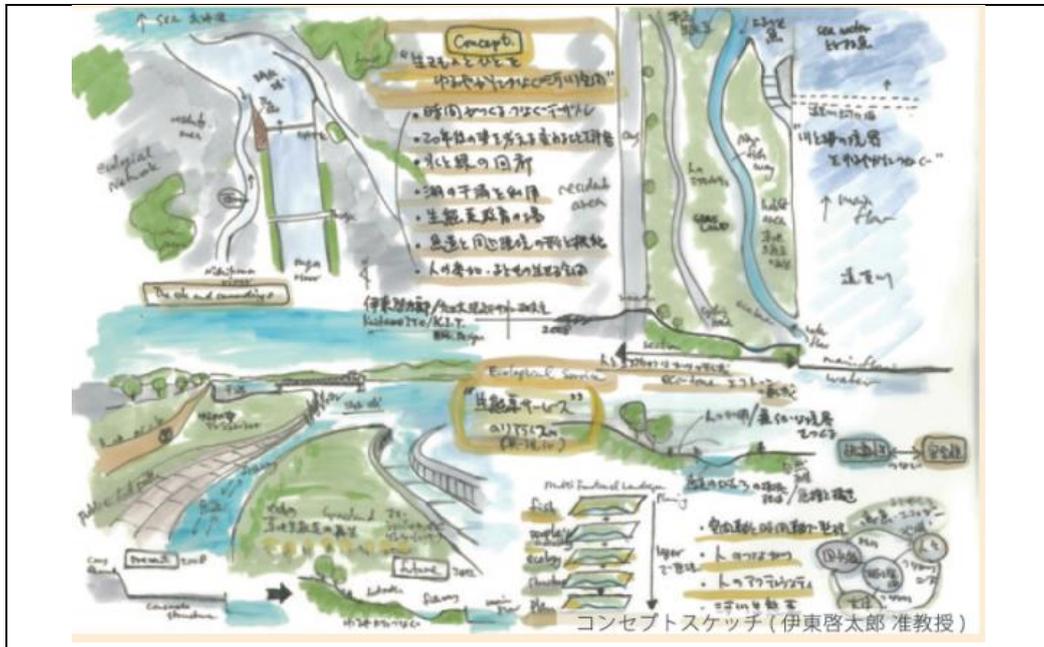


圖25 九州工業大學伊東啓太郎准教授提出規劃願景圖



圖26 魚道公園水邊環境改善對照

- i. 遠賀川魚道公園由三種型態構成（圖 27）：
 - A. 近自然魚道：一條坡度緩和、利用石塊創造淺灘與水域、適合生物迴游與棲息、可讓人碰觸到水的近天然魚道。
 - B. 緩草地：恢復草地，並打造四座景觀融合的土丘，作為墜、歇、躺臥的空間。

- C. 入江干潟：在魚道出口，利用木樁工法設計一個水域空間，可以觀察潮汐變化，並利用潮起潮落，創造在河口堰上下游動魚類、底棲生物及鳥類的棲息空間。



圖 27 遠賀川魚道公園由三種型態構成

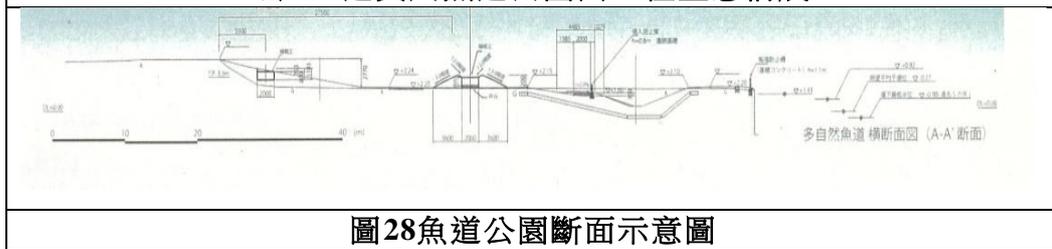


圖 28 魚道公園斷面示意圖

- ii. 遠賀川魚道公園匠心設計：
- A. 柔和自然線形：依「溫和連接生物與人的水岸空間」設計理念，以緩草坡及柔合線形串連，並設計出彎曲的樓梯與斜坡（圖 29 及圖 30）。

河口堰魚道改良基本構想 & 遠賀川への提言



スケッチ by 九州工業大学 伊東啓太郎准教授

平成 21 年 2 月

～ 河口堰魚道を考え、望ましい遠賀川を次世代に繋ぐ懇談会 ～

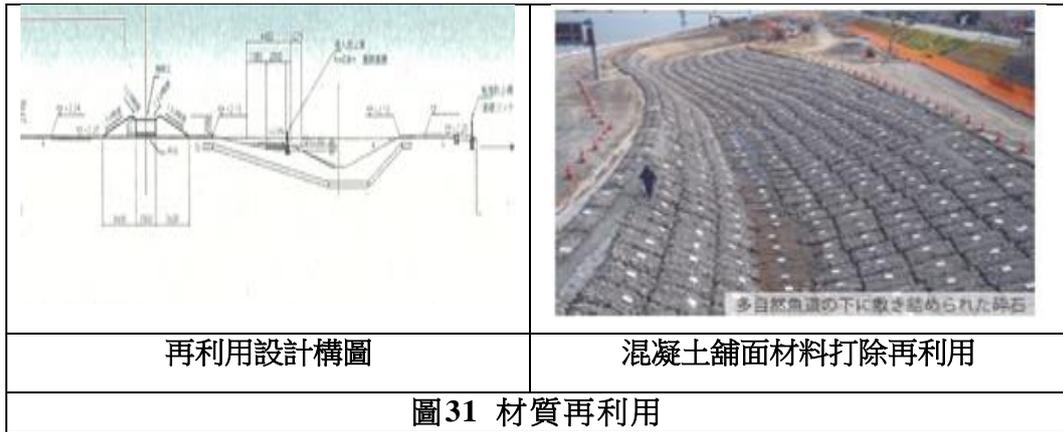
圖29 近自然魚道設計概念構圖



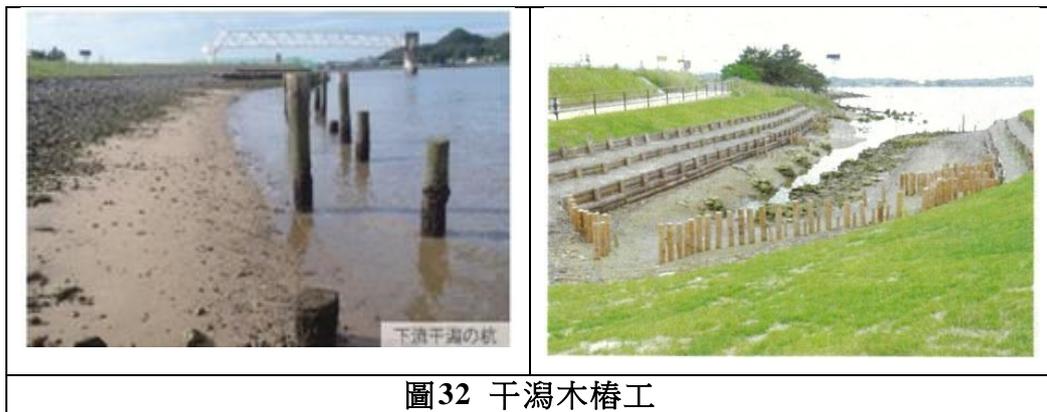
緩草坡



- B. 材質再利用：原有混凝土鋪面打除後，經破碎處理作為近自然魚道內襯底鋪設，並加鋪不透水布防止魚道內滲漏，加強近自然魚道功能（圖 31）。



C. 河口干潟：在魚道出口設計干潟(潮灘)，以三種高度的木樁工型式配合養灘，並可觀察潮汐的水位變化，另考量美學，參考黃金比例（1:1.618）作為樁與樁之間的距離（圖 32）。平時作為魚類棲息場所，以適應淡海水變化的環境差異，洪水時，迴游魚類可避難躲藏，為魚類提供重要的棲息避難場域。



D. 近自然魚道的多孔隙砌石及草生地：利用天然石材，魚道的右岸以砌的方式堆疊，結構穩定及具備生態多孔隙特性；魚道的左岸儘量以緩坡草生地河岸原則（圖 33），營造良好棲息及親水環境。



- E. 現有魚道改善：為提升既有魚道的功能，進行既有魚道二次施工，將原有一條魚道分隔成寬度大小、深淺不同的兩條魚道，可提供不同尺寸的大小型魚類進入，提高魚類洄游利用的機率。(圖 34)



魚道は生き物が行き来する川の道です。

階段式魚道や多自然魚道には、海の水と川の水の混じったところ【汽水域】で暮らす魚などの魚は、魚道を使って海と川を自由に行き来しています。



河口堰と一緒に作られた階段式の魚道
(昭和55年完成)



階段式魚道は、水路が深く大きな魚が
段差を使って上りやすくなっています。

既有魚道改善前後（大型魚）



局部倒伏式设计（小型魚類）

圖34 既設魚道改善

F. 生態系統服務：透過上述各項設施，創造出適合多種生物（魚、蜻蛉、螃蟹、蚱蜢、鳥等）棲息環境，亦可作為民眾環境教育場域，提供各式生態系統服務。（圖 35）





2. 河口堰垃圾處理：

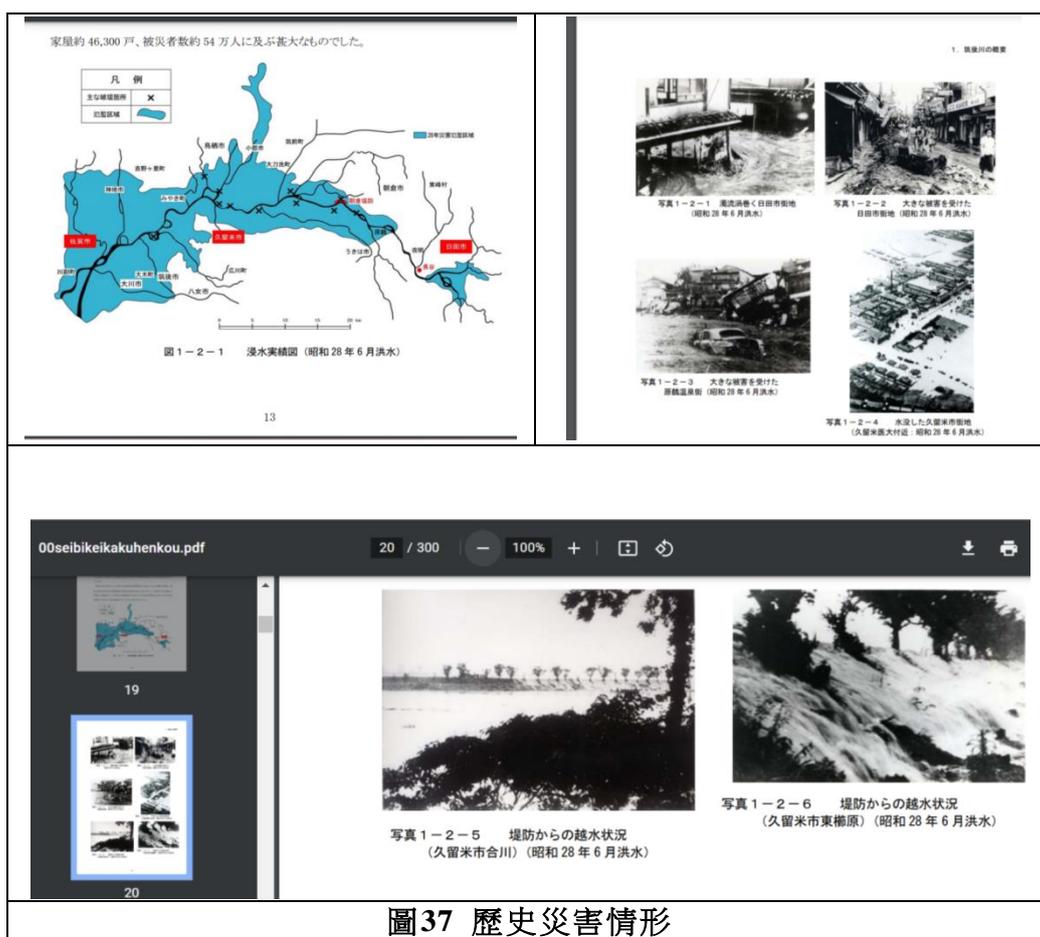
從上游流下的垃圾，平均每年約有 3000m³ 量體及超過 20 萬個塑膠瓶，將使河口堰閘門失去功能及水質惡化、生態減少等影響生態環境的害處，所以利用河口的水流及風向設置網場位置，再以公務艇巡邏及協助清除垃圾，達到河川淨化的功能。(圖 36)



3.2 筑後川流域治水計畫參訪：

3.2.1 拜會国土交通省/九州地方整備局/筑後川河川事務所

筑後川是九州最大的一級河流，流經熊本、大分、福岡、佐賀四縣，主要河道全長 143 公里，流域面積 2860 平方公里，流域人口約 109 萬人，筑後川構成了九州北部社會、經濟和文化活動的基礎。對於如此廣大流域面對颱風及豪雨災害；年降水量約 2800mm，其中約 60%集中在六月至九月的雨季和颱風季節；相傳流域肥沃適宜耕作，曾經雨後一夜之間變成荒地，故又名「一夜川」，可見筑後川洪水災害的嚴重程度（圖 37）。



資料來源：筑後川河川事務所網站

筑後川河川事務依據《筑後川流域開發基本方針》制定的「筑後川水系河川整備計畫」推動「流域治水」對策，訂定未來 30 年整備計畫，考慮過去的洪水（例如 1953 年 6 月的洪水），訂定基本高水位洪峰流量 10,000m³/s。4000m³/s 由流域內的防洪設施調節，河道分配的流量為 6,000 米/秒（圖 38）；並考量筑後川的自然環境、歷史、文化及在地生活，創造一個“和平而鼓舞人心的筑後川”；並在河川開發問題上，我們以五個理念基礎（圖 39），打造筑後川流域的安全、安心、穩定和富饒的環境。

河川名	基準地点	基本高水のピーク流量 (m ³ /s)	洪水調節施設による調節流量 (m ³ /s)	河道への配分流量 (m ³ /s)
筑後川	荒瀬	10,000	4,000	6,000

圖 38 基本高水流量



3.2.2 參訪筑後川発現館&防設施（宮ノ陣地区）

筑後川発現館是由民間 NPO（筑後川流域協會俱樂部）營運和管理成功案例，原本是閒置的空間，經過公私部門及民眾研有討論後，共識決定在筑後川旁設置一個環境教育場域，以民間自行營運發揮利用效益（圖 40）。

經筑後川河川事務所導覽，館內除記錄 1953 年的大洪水災害，宣揚了防洪、防災減災、保護河流環境和保護河流意識，包括教導民眾認識災害、避難措施、提供風險危害地圖等，流域協會俱樂部另透過流域網絡，讓市民團體在高灘地舉辦有關筑後川活動、學習會、展覽等，館內也有設置水族箱解說筑後川的魚類和水環境，藉由相關活動及設施，將防災及河川環觀念教育傳承給民眾，亦可使民眾認識河川，與河流有情感上的聯繫。



圖40 筑後川防災施設 くるめウス（筑後川発現館）



圖41 參訪筑後川発現館設施

筑後川発現館所在宮ノ陣地区，河川區內的河床灘地原本雜草叢生，難以進入河岸，透過中央、地方政府與居民合作討論出使用與維管共識，規劃河道、濱水區的使用範圍，由中央與地方政府分工實現，民間團體依照法規辦理或協助水岸體驗學習、防災活動及安全講座等，讓河川發揮多功能用途（圖 42、圖 44）。

宮ノ陣地区被列為全國河町開發案例「全国かわまちづくり MAP」，制定之“河濱公園基本計劃”，以安全和舒適為重點的濱水區開發，振興地區發展，並保護河流景觀，提升河流使用的安全性及善維護管理效益。



圖42 宮ノ陣地区灘地多功能運用



圖43筑後川河川事務所解説宮ノ陣地区施設配置



圖44 宮ノ陣地区河川灘地公部門防災訓練

3.2.3 金島地区-高島樋管操作室現勘（滲流事件緊急處置、災後處置- 截水牆、加厚築堤、加高）

2020年7月5~8日因鋒面滯留，筑後川流域多處雨量創下48小時最大降雨量紀錄，金島地區累計雨量為942mm/3天，為河川水位觀測之歷史最高紀錄；7月7日在右岸39k+600處堤後發生滲流湧水噴出現象，事務所即刻啟動應急對策作業，10小時內完成緊急處置工作（發生-->專家現勘-->施工-->完成）（詳圖45）。

事件後調查結果，係因洪水水位升高時，致湧水從周圍大面積基岩砂層產生，尤其是河道轉彎處較為明顯，經檢討後，以設置300公尺堤後防滲鋼板及堤防拓寬（厚）達到加固效益（詳圖46）

3. 筑後川流域の概要（出水状況）



小瀬水位観測所の最高水位(5.39m)
大分県日田市 小瀬橋付近
(令和2年7月7日 8時30分時点)



片ノ瀬水位観測所の最高水位(10.52m)
福岡県久留米市田主丸町筑後川橋付近
(令和2年7月7日 11時00分時点)

筑後川水位高漲情形

被災状況



2020.7.7 10時50分頃

水防団（消防団）等による現地確認



2020.7.7 12時30分頃

堤後湧水問題発生

専門家現勤

応急対策状況



2020.7.7 18時00分頃

応急対策状況



2020.7.7 20時00分頃

緊急處置作業



2020.7.8 14時20分頃
(7.7 21:00応急対策工事完了)

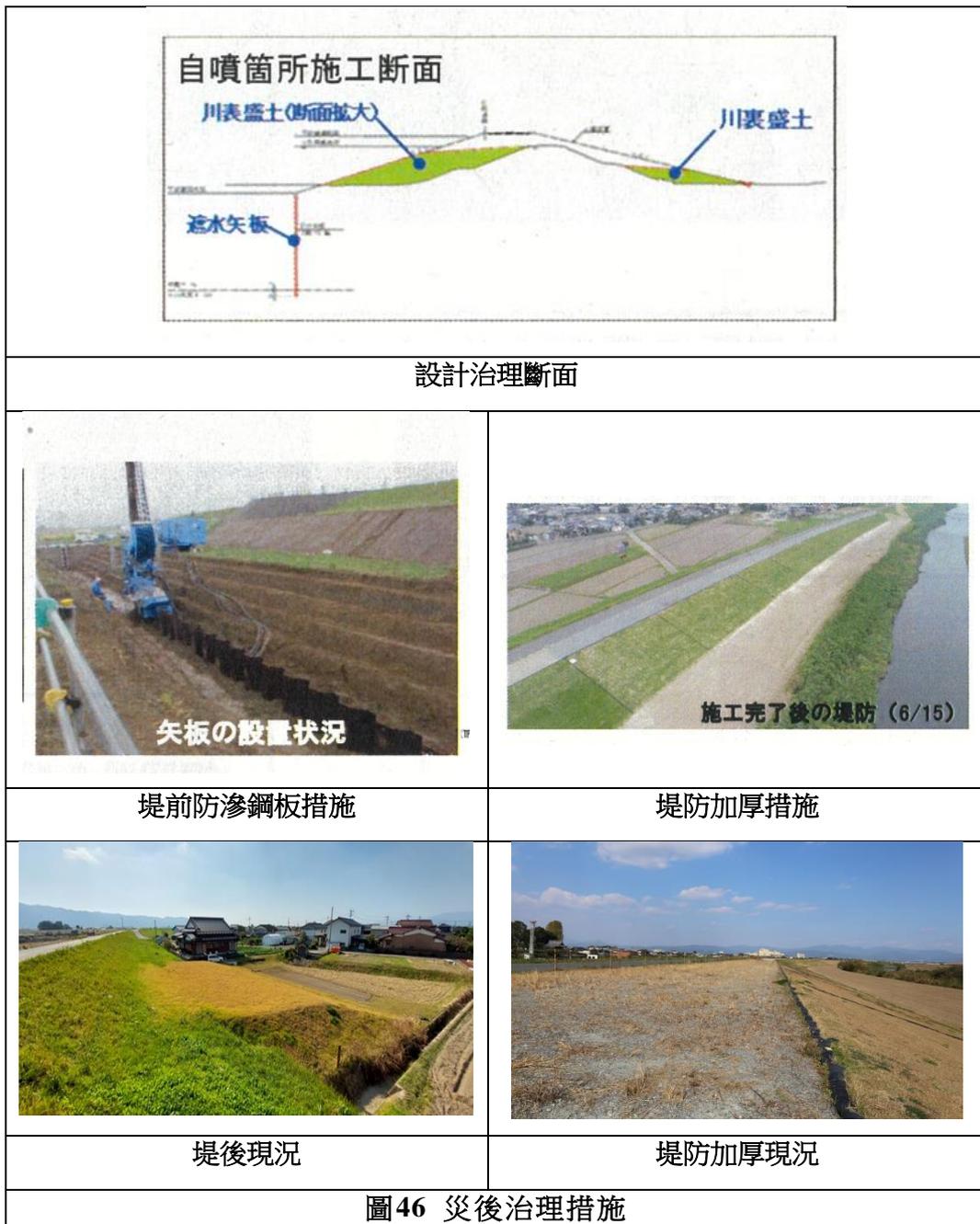
市長及び専門家による合同現地確認



2020.7.8 12時20分頃

施工完成

圖45 緊急應變實際作業



3.2.4 山田堰・恵蘇八橋

在筑後川上游，因為通洪斷面不足，且無法取得用地，在中上游設置三處分水路方式（千年分水路、原鶴分水路、大石分水路），以解決洪患問題（圖 47）。

本次安排到至高點觀察在山田堰渠段的千年分水路，中間高灘地平時無人居住，僅有廠房及運動場利用，分洪時，雖形成孤島效應，1-2 天後即可進入利用

(圖 48~圖 50)；此為政府與居民長期溝通協調達成的共識，是值得學習的案例。



圖47筑後川三大分水路（千年分水路、原鶴分水路、大石分水路）



圖48 千年分水路（google地圖影像）

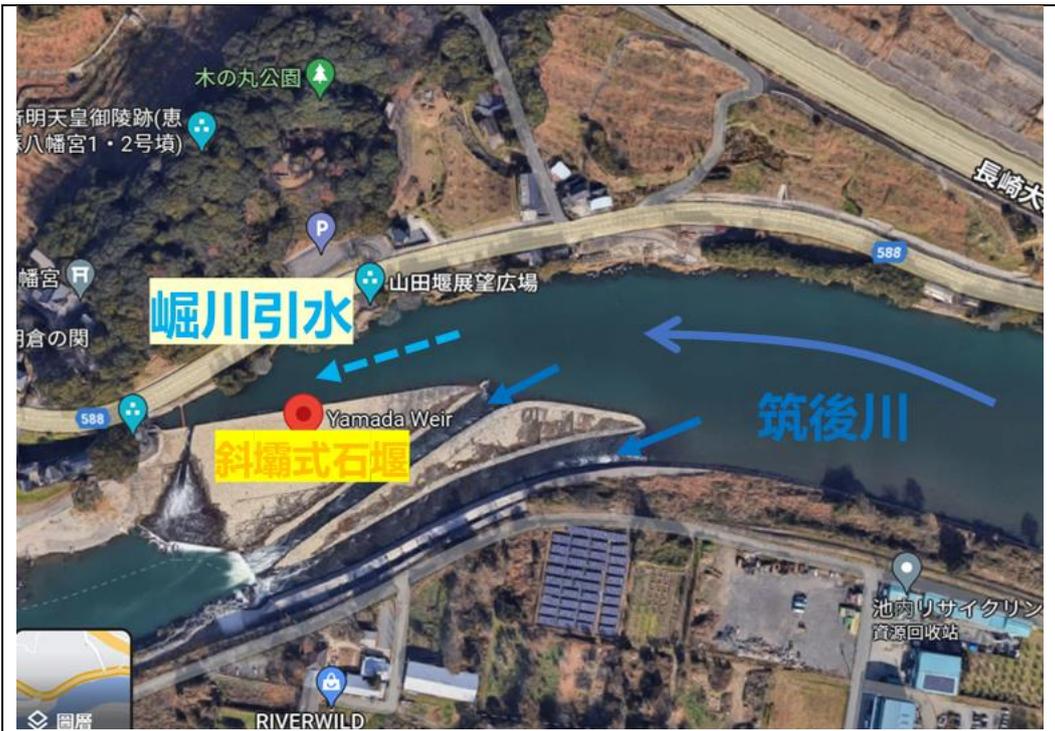


圖49 至高點俯瞰千年分水路



圖50 筑後川河川事務所至高點解說千年分水路效益

「山田堰」為江戶時代為因應旱災的而建造的堰，山田堰取水量可灌溉約 652 公頃的農田；堰體的堅固結構可承受筑後川的激流，被稱為斜壩式石堰，沿河水流向傾斜而建，是日本唯一現存的傾斜式水壩型石堰（圖 51）。原型建於 1663 年，現在的形狀創建於 1790 年，迄今雖多次經歷大洪水的侵襲，但仍保留當時的形狀。



山田堰現況航照圖 (google 地圖影像)



山田堰實景照 (google 網路相片)

圖51 山田堰設施

山田堰分為南船橋、中船橋和礫石噴口三個部分，具有增加取水量和承受激流和水壓的三個結構特徵（圖 52）：

- 一、堰前壁在河道中形成對角線，並傾斜設置，以緩解築後川的強烈水壓（圖 53）。
- 二、為防止水流沖入取水口，將“南舟通”水道阻力最強一側砌體抬高，並緩坡設計。堰體鋪石具有水量增大時使水跳動，削弱水力能量的作用（圖 54）。
- 三、水流在堰末端匯流，減小其受力（圖 55）。

這項堰工法，被日本中村醫師在阿富汗以山田堰為原型建造取水堰，為許多農業用水供給水源。筑後川山田堰於 2014 年被登錄為灌溉設施世界文化遺產（圖 56）。

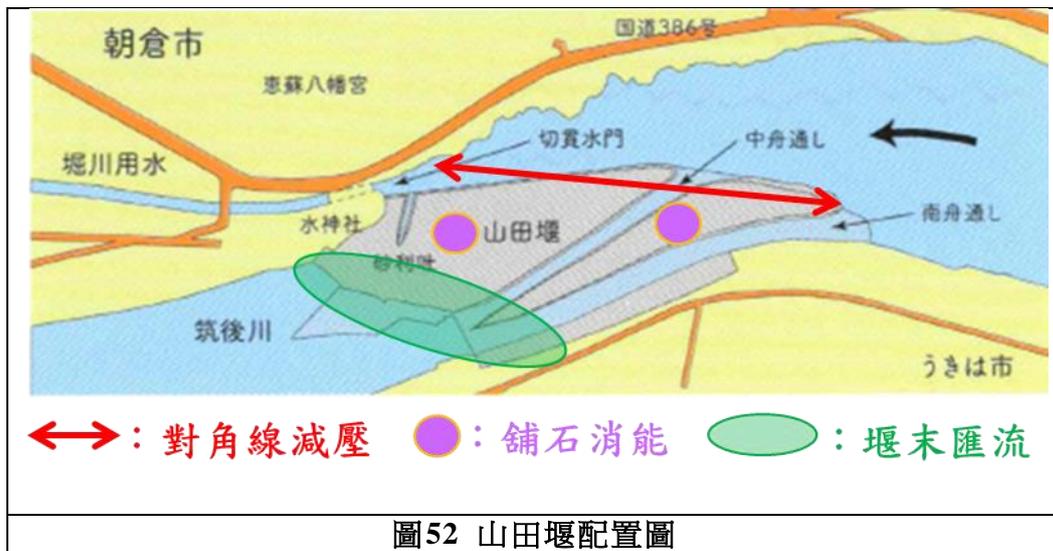




圖53 堰前壁對角線型態 (google網路相片)



圖54 南舟通阻力側抬高，並緩坡及鋪石消能 (google網路相片)



圖55 山田堰水流末端匯流



圖56 世界文化資産-山田堰



圖57 考察團與筑後川河川事務所人員於山田堰留影

3.2.5 大石地区（かわまちづくり）

本考察團至大石分水路踏勘，除了分洪的功能外，分水路河道內在非雨季免費使用，縣市政府管理或供民眾使用，提供休閒（煙花活動、公園高爾夫、放風箏比賽、遊行、欣賞日出日落）、觀光及防汛備料澆置等，但條件是需負責維護管理。（圖 58）

日本工法精緻度方面，在踏勘過程，由分水路の堤防線形平順度，及砌石工表面平整度，呈現的工程品質令人感到讚嘆，由水利構造精細的完成面，深切體會施工人員對其工作負責的態度與使命，值得效法為其施工品質制度及工匠職人精神（圖 59）。

大石分水路被列為全國河町開發案例「全国かわまちづくり MAP」，利用筑後川豐富的自然環境、雄偉的風景、廣闊的引水渠路及筑後川溫泉等當地資源的魅力相結合，打造全新的舒適空間



大石分水路航照圖(google 地圖影像)

国土交通省：都市・地域再生等利用区域の指定 等
 うきは市：イベント支援(広報、資材貸出等)、パンフレット作成 等

▼整備イメージ



大石分水路示意圖

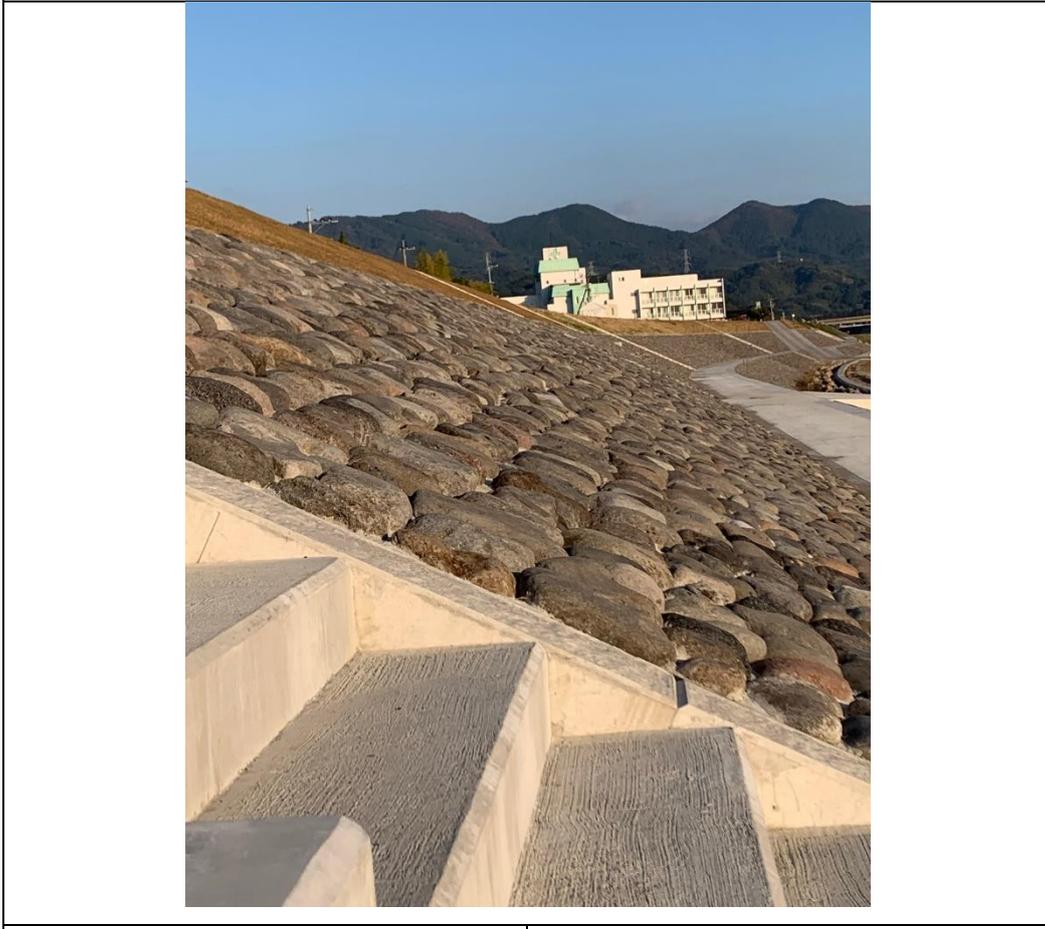


現場觀摩大路分水路





堤防線形平順度



石工平整度

圖59 大石分水路施工精緻度

3.2.6 三連水車

山田堰水資源應用，係利用山田堰引水至堀川運河供農民灌溉（圖 60），因堀川至山邊存有一坡度，為了滿足山邊的農田用水需求，在 250 年前的江戶時代，無蒸汽及電力，爰創造水車取水設施，將水送到了山邊農田，是日本國內唯一仍

使用於灌溉的水車，也被稱為「稻田的SL（蒸汽機關車）」，1990年被指定為國家史跡。運轉時期為每年6月中至10月，3座抽水水車（「菱野三連水車」「三島二連水車」「久重二連水車」）的水田灌溉面積加起來可達到35ha。（圖61）



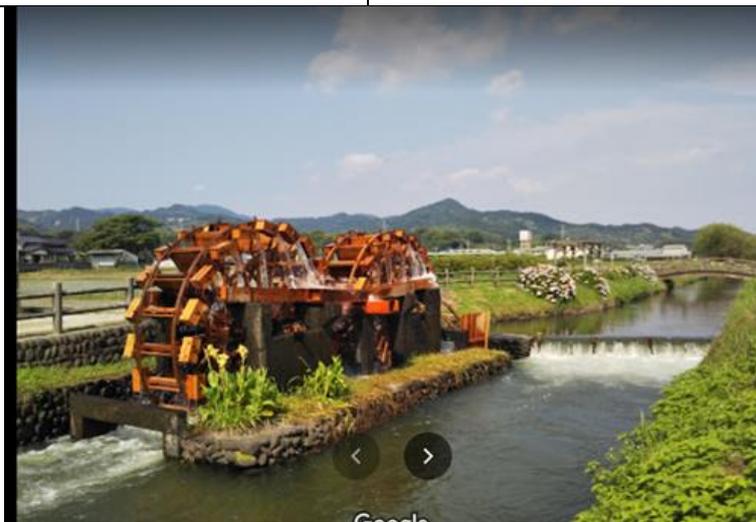
圖60 山田堰引水至堀川灌溉（粉紅色為灌區）



菱野三連（google 網路相片）



三島二連水車（google 網路相片）



久重の二連水車（google 網路相片）

圖61 堀川水車實體照片

本次參訪水車公園可實際運作鋼製三連水車，透過解說牌充分瞭解水車運作原理及方式，充分應用水資源（圖 62）。

<p>創設を代表する文化的遺産として人々の生活を潤している三連水車は、寛政元年(1789年)に設置されました。その当時、洪水、干ばつ、そして飢饉といった天災中、新橋開港のために堀川用水路を通った際、その恩恵を受けることができず、自動回転式の水車が設置されたのです。現在は、本公園より約450m下流に設置された三連水車。それより約130m下流に三連の二連水車、さらに約250m下流には久重の二連水車の水車群が、毎年灌漑期の</p> <p>公園内の水の流れ</p> <p>注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ●危険ですので絶対に水車にふれたり、棒をとびこえたりしないでください。 ●間やゴミ等を投げたりしないで下さい。 ●鋼製水車群の事故や故障等が生じた場合には、三連水車の里あ 	<p>6月中旬から10月中旬まで稼働しています。</p> <p>この鋼製の三連水車は、水車群を代表する葛野の三連水車と同規模のステンレス製であり、モーター駆動方式の水車です。堀川用水路から導水管により本公園内のピオトープ池に水を導入し、これよりポンプにて水を揚水した後、公園内の水路を経由してまた堀川用水路に流出させています。</p> <p>鋼製三連水車の規格寸法</p>
<p>鋼製水車運作原理說明</p>	<p>鋼製水車規格</p>
<p>水車公園鋼製水車</p>	<p>水車取水流入設施</p>
<p>圖 62 水車公園水車模型</p>	

3.3 嘉瀨川流域治水計畫參訪：

3.3.1 拜會国土交通省/九州地方整備局/武雄河川事務所(石井樋介紹及現地踏勘)

嘉瀨川流域橫跨佐賀縣佐賀市、小城市、神埼市等三個城市，長期以來一直是社會、文化和經濟發展的基礎，屬內陸氣候，年平均降雨量約 2200 毫米，雨季降雨量約佔年降雨量的 60%，因為嘉瀨川地勢較周遭平原高（圖 63），所以河水氾濫會造成嚴重災情，但也因此上游設有許多攔水堰等引水設施，提供水源運用。

依據国土交通省九州地方整備局 2007 年制定了「加瀨川流域河流開發計畫」，說明未來 20 年的河流開發具體方式，使流域內的居民能夠安全安心的生活，保護自然豐富的河流環境，創造一條讓您感受到流域特性和活力的河流，並長期重視與相關組織和民眾溝通合作達成的共識，制定防洪、水資源利用和環境相關的綜合措施。以下三個基本原則治理：

- 一、【治水】保護生命財產免遭災害，以加高加寬堤防、挖掘及疏伐樹林，打造百姓安居樂業的河流
- 二、【利水】珍惜河流水源，水資源利用
- 三、【環境】保護和維護河川特有的自然環境和文史環境

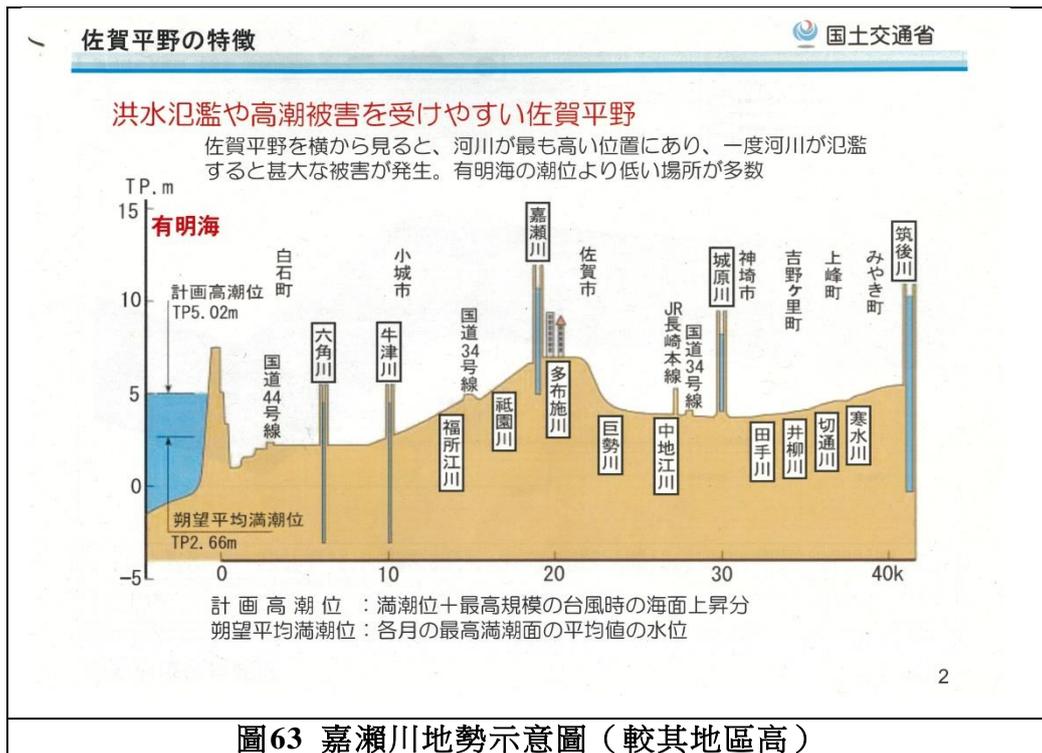


圖63 嘉瀬川地勢示意圖（較其地區高）

本次參訪嘉瀬川防災設施館（さが水ものがたり館【相模水物語館、佐賀水歷史館、】的旁邊即為石井樋設施，藉由武雄河川事務所於佐賀水歷史館簡報，並由館長以模型及現地導覽（圖 64）說明嘉瀬川水患、防洪治水與石井樋水利設施原理及歷史。





四百年前為了佐賀城周邊的農業用水和家庭用水，佐賀武將「成富兵庫茂安」利用上游堅硬的花崗岩（武將霸氣）及治水戰略（不氾濫、消滅洪水力量、如何引導），以石頭工法建造石井樋(1596-1615)，自嘉瀨川引水至多佈施川，解決佐賀城下町和農田開墾所需的飲用水和灌溉用水外，亦兼具防止洪水破壞的功能（圖 65），是日本目前最古老且成功的灌溉兼防洪水利設施之一。

當時設計的理念是利用攔水堰(大井手堰)配合設置精巧的導流工(象之鼻、天狗之鼻)引導較乾淨的水源，並利用象之鼻趾部溢流堰產生的水牆，避免洪水時造成淤積(圖 66)。當初並沒有留下太多史蹟記載，僅有約 200 年前的「疏導要書」內有繪製石井樋設施群的示意圖(圖 67)，在無水理模擬輔助下，前人的智慧與經驗值得學習。

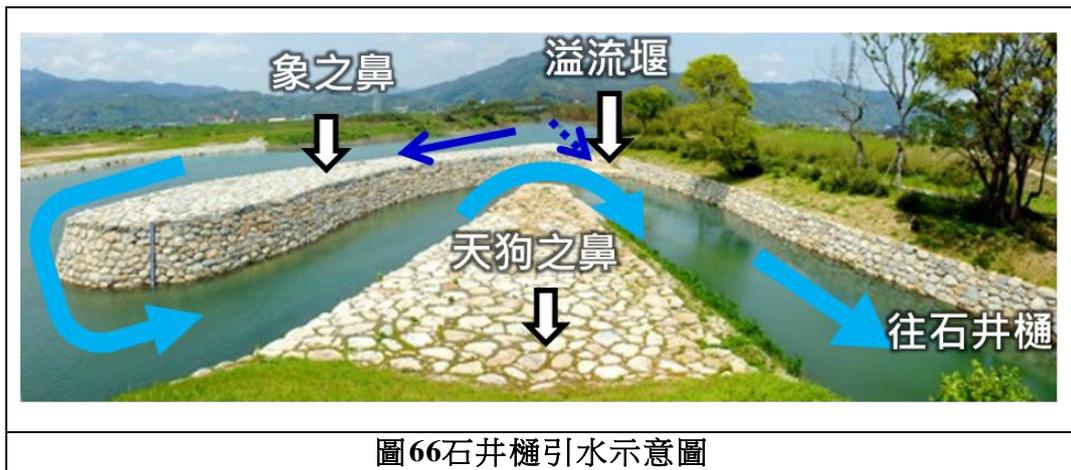


圖66石井樋引水示意圖

資料來源：經濟部水利署 107 年日本出國報告

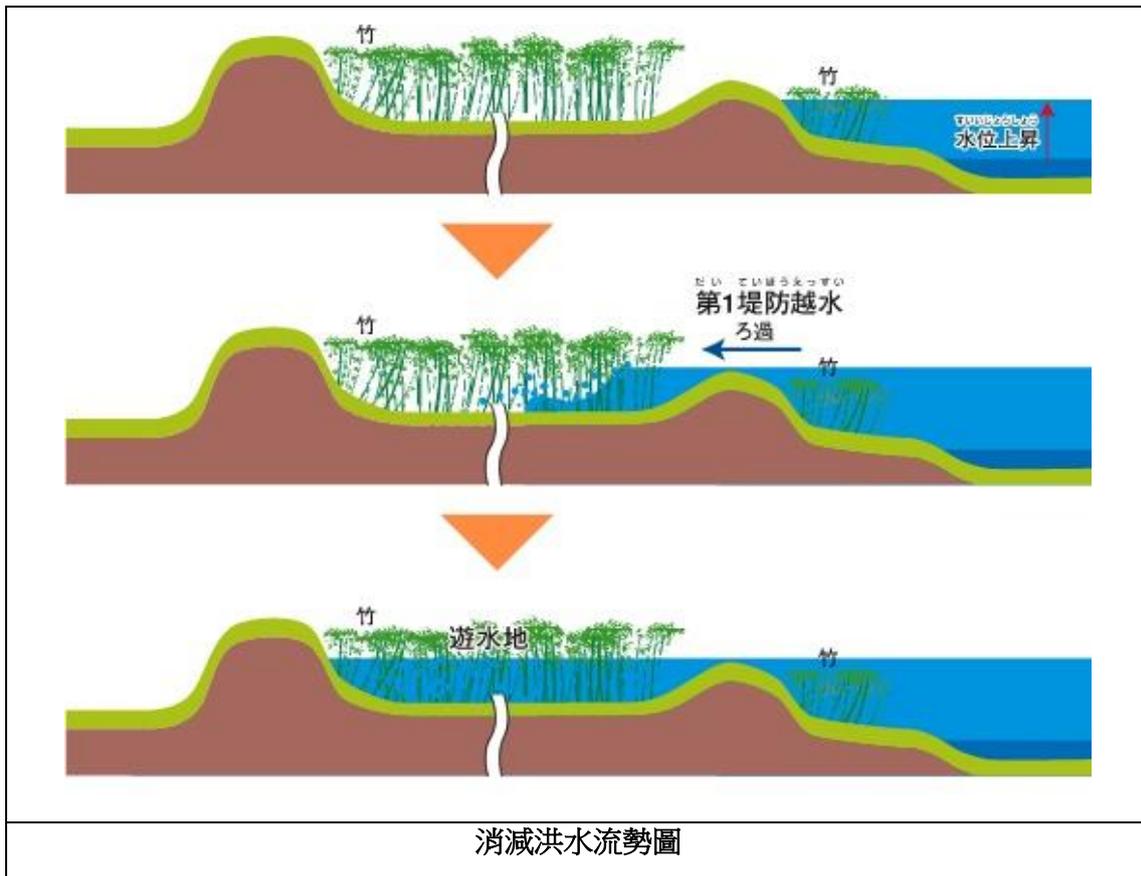


圖67 史冊「疏導要書」石井樋設施群示意圖

資料來源：經濟部水利署 107 年日本出國報告

石井樋是結合了當時土木工程技術的精華和智慧的水利設施，有下特性：

- 一、特性 1：石井樋上游堤防是雙層的，並在期間設置游水地。可以有效減弱洪水流勢的力量。並在河邊種竹子，以削弱水的流勢，並確保大石頭和浮木不會流到人使用的土地。

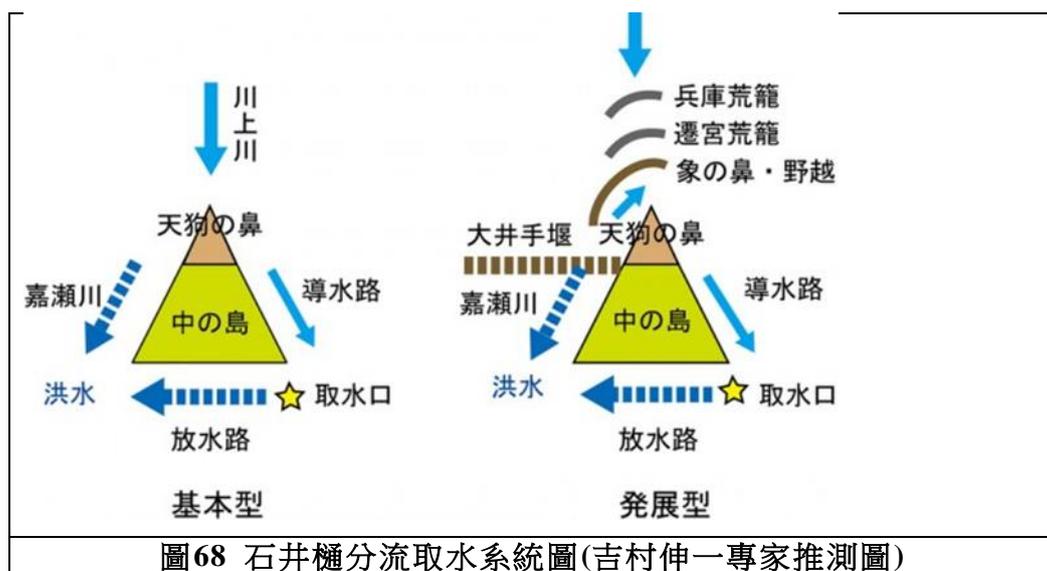


- 二、特性 2：水流中含有大量砂子，利用大井手堰、象之鼻及天狗之鼻設計，截取乾淨水源作為增加水資源應用效益。





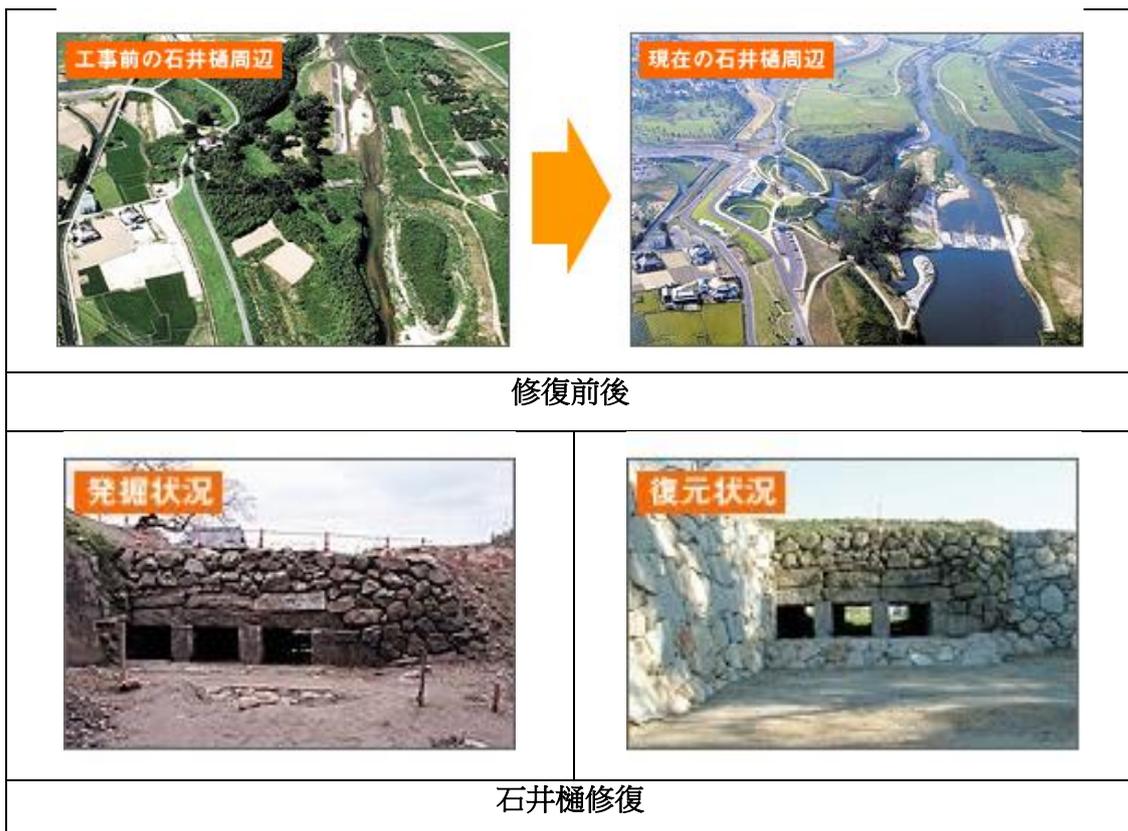
原石井樋設施因上游另有取水設施已無使用，1993年為了慶祝日本皇太子成婚，開始進行石井樋地區水文化歷史的復舊，經過吉村伸一專家研究，推測並繪製河川分流取水系統(圖 68)，並且製作許多模型進行水理試驗，證實石井樋複雜的分流取水方式，2005年為具有水力背景的日本天皇生日，以石井樋修復工程的完成當作賀禮。



資料來源: <http://www.engineer-architect.jp/serial/cate/eawork/1405/>

石井樋的復舊，除了大井手堰的復舊規模較大以外，其餘設施包含象之鼻、天狗之鼻與中之島、導水路與放水路等，復舊工程為了向成富兵庫先生致敬，設施開挖後保留原有砌石遺跡，表面採用切割大塊石堆砌進行修復(圖 69)，保存石井樋設施於日本水利歷史文化上的意義與精神。石井樋設施的修復再生，除了透過水工模型試驗確認設施的功能外，並著重以歷史建物文化維護的觀點盡量保持原貌，經過多年洪水的驗證，有效發揮沉降砂石並將水源截取引入石井樋取水道，並宣揚日本水利工匠文化，在 2008 年榮獲「土木學會 design 優秀賞」的殊榮。

武雄河川事務所設置的「嘉瀨川防災設施館【佐賀水歷史館】」(圖 70)，利用現場的模型與資料，辦理民眾防災教育、河川安全教育、環境教育及水利技術文化傳承等，並推動居民參與的河川清潔、河川保護活動。





象之鼻修復



天狗之鼻修復



大井手堰修復（來源：<http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/kasegawa/kaseishiibi/>）



大井手堰現況

圖69 石井樋設施修復



圖70嘉瀨川防災設施館【佐賀水歷史館】



圖71 大井手堰留影

3.3.2 松浦川自然再生（薊之瀨地區）介紹

薊之瀨地區位於佐賀縣松浦川旁，因通洪斷面不足造成河川氾濫（圖 72）原規劃以築堤束洪方式保護堤後水稻田（圖 73），經 2001~2007 年計 60 次以上與民眾開放式討論會議達成共識，調整原規劃，以價購方式購買原規劃堤防後水稻田土地，以降挖方式讓河川自然溢淹增加滯洪量，並營造成自然濕地型態。

薊之瀨地區自然再生計畫依據原計畫-->溝通協調-->修正計畫（再生計畫）-->執行-->在地維管的完整工作坊共學流程，促進薊之瀨地區自然再生的成功，並獲得日本土木學會 2017 最優秀賞的肯定（圖 74）。



蘆之瀨自然再生計畫的目標有：

- 一、洪氾區濕地再生，創造多樣化生物棲息環境：將原有設計阻絕式堤防考量過去地形條件，重新規劃具生態友善性。（圖 75）
- 二、恢復人與生物聯繫，成為多樣性動植物的環境教育場域（圖 76）

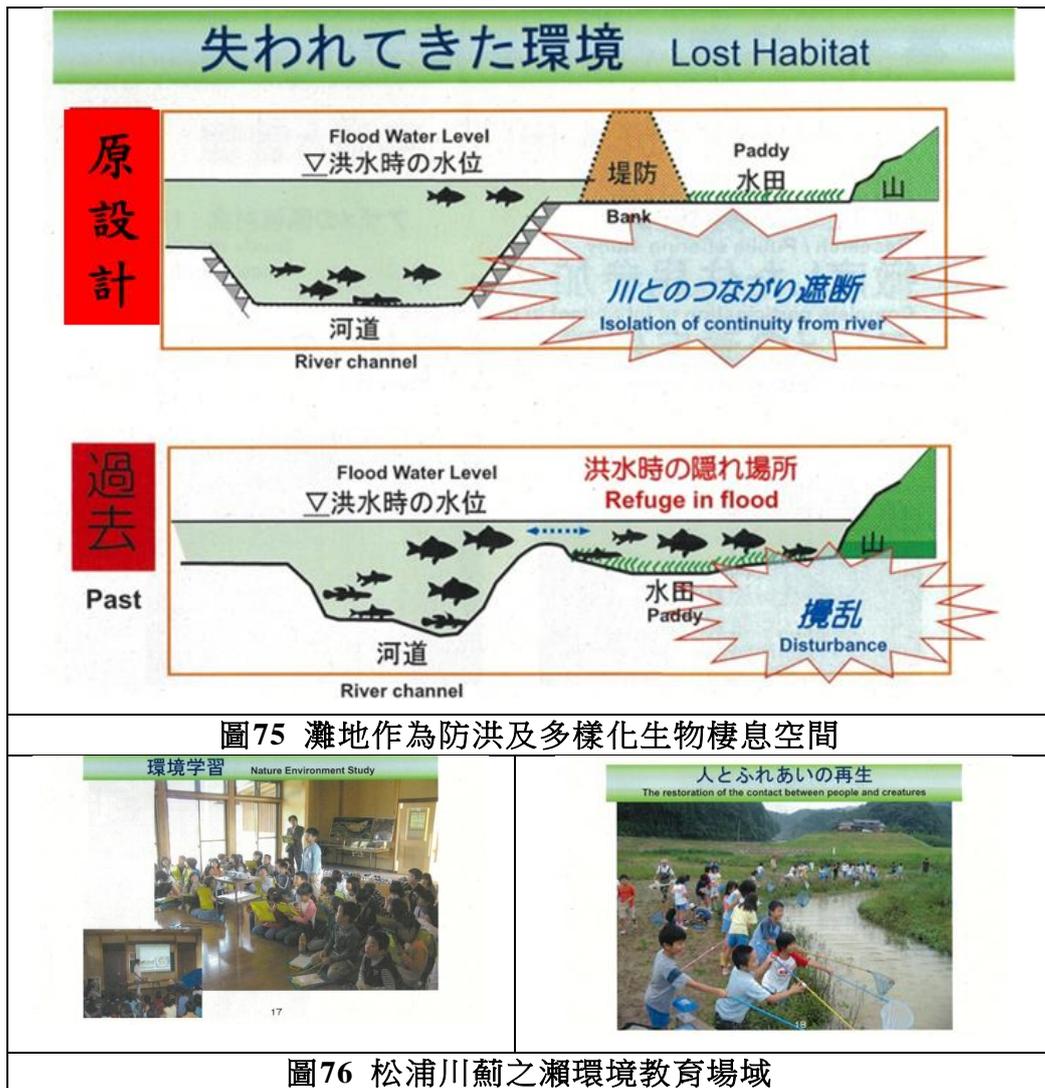


圖75 灘地作為防洪及多樣化生物棲息空間

圖76 松浦川蘆之瀨環境教育場域

另外面臨外來種問題，透過植物專家的參與討論，將現外來種範圍（圖 77 粉色部分）降挖翻土，藉由增加浸水時間與頻率及促進下層在地種子生長，有效控制外來植物生長入侵。

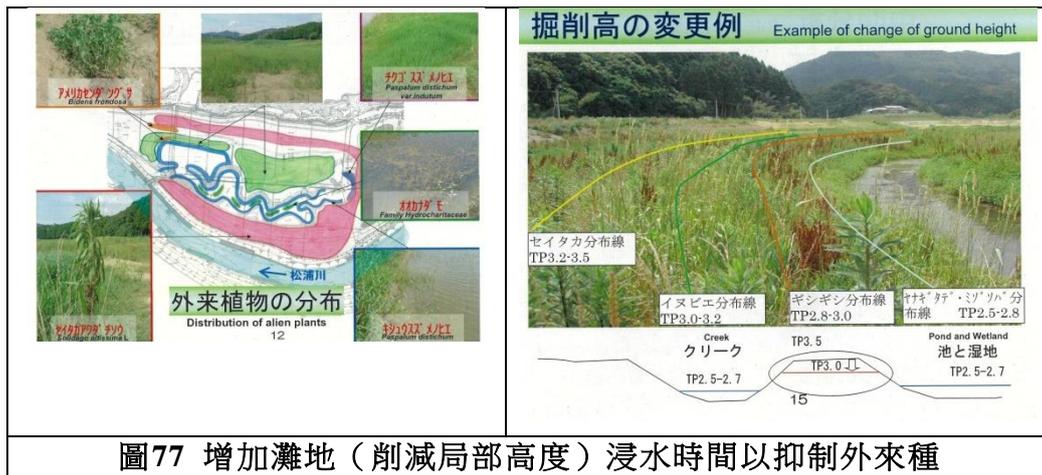


圖77 增加灘地（削減局部高度）浸水時間以抑制外來種

3.3.3 嘉瀨川竹林伐採管理成效現勘

在嘉瀨川數百年前是利用自然環境的原生種竹子作為防洪設施，但迄今部分河川沿岸的竹子因生長茂盛，在洪水期間減少通洪斷面，亦可能因竹子倒伏流往下游卡在橋梁、閘門等設施造成災害，另也可能因竹林降低能見度而被非法傾倒垃圾，所以檢討出適度的疏伐方式，除保安林外，影響水流的竹子，予以疏伐（圖78）。



圖78 竹林伐採管理

考量自然環境，疏伐因地制宜，分砍伐（清除地上部分）、砍伐（保留地上0.1m部分）、砍伐（根除），（詳圖79），砍下竹子可利用，運到下游出海口作為養殖的牡蠣礁材料；只要不影水流，疏伐剩餘部分，經過一定時間後會再生長出來，可以適度攔阻垃圾，保護後方農地不被污染（圖80）。

タケ類の抑制方法(取り組み事例)


武雄河川事務所

4.1 嘉瀬川におけるタケ類の抑制方法

【これまでの嘉瀬川での竹林対策】

- 嘉瀬川では、これまでに「伐採(地上部の全伐採)」、「伐採(地上部1.0m残し)」、「伐根」によってタケ類の抑制が行われている。特に、「伐採(全伐採)」が主流。
- 有明海の環境問題で最もやっかいな貧酸素水塊を減らす試みとして、伐採した竹を活用した牡蠣礁の設置がさが水ものがたり館や地域との連携で進められている。



伐採(全伐)



伐採(地上部1.0m残し)



伐採+伐根



伐竹の再利用

圖79 不同疏伐方式



圖80 疏伐後適度成長之竹林

為了保安林或留下局部竹林作為防護林目的，遠雄事務所利用碎石鋪設工法，抑制竹子砍伐後的生長，經過研究配合竹子生長根深及橫向穿透寬度，至少預留深1m寬0.5m碎石阻絕帶（圖81），可以有效抑制生長。

另外，疏伐後面臨維管課題，是未來必需與民眾溝通如何能透過公私合作方式保持最佳狀態，也是日本公部門未來需思考的方向。

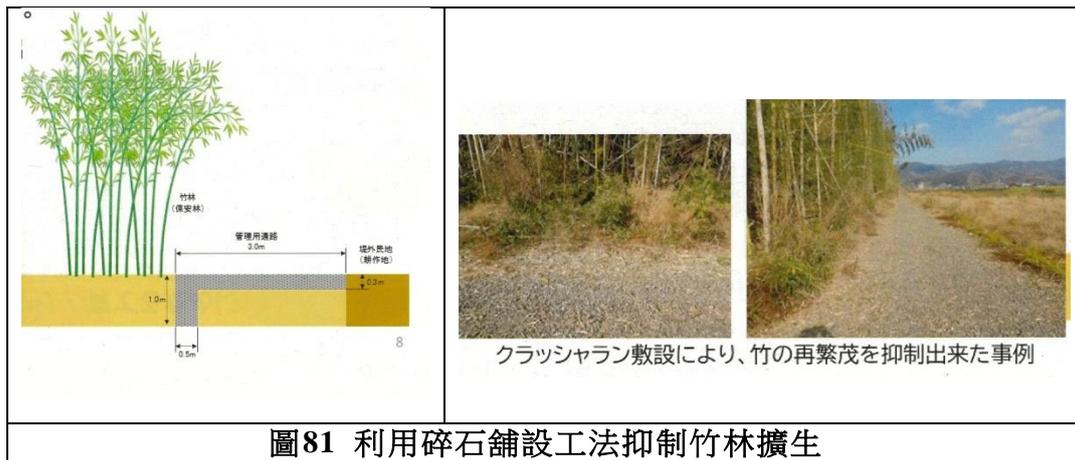


圖81 利用碎石鋪設工法抑制竹林擴生

3.3.4 牛津川現勘（牟田辺地區低平地對策【在地滯洪】）

牛津川牟田辺地區牛津川和石原川河流的匯流處，由於沒有足夠堤防高度的河段，因洪災頻繁，經由溝通討論形成共識，在洪水時讓河水溢流進滯洪池及農地，降低洪峰流量，有效減少洪水造成的損失。

河川滯洪流量流到私有農地，政府以補償方式發給農民補償金，以 30 年重限期距淹水範圍一次發給，約為徵收土地費用 30%。

牟田辺地區在地滯洪對策（圖 82）：

- 一、平時機制：農地發揮農作生產功能（圖 83）
- 二、中小洪水機制：中小洪水期間利用自動感應溢流堰，超過一定水位 30cm，溢流堰閘門即自動倒伏，河水進入公有滯洪空間（游水地），並視洪水水位適時利用抽水機排回河川，達到滯洪效果（圖 84）。
- 三、大洪水機制：洪水自溢流堤流入公有滯洪空間及後方農地，暫時蓄水，以減輕牛津川下游地區的洪澇災害（圖 85）

「遊水地」って、
こんな仕組みなんだ。

遊水地は、川沿いの一部を堤防で囲い、洪水の水を貯めて、下流に流れる水量を減らします。そのあと洪水が治まってから溜めておいた水を、川に戻します。

■ 通常時

ふだんは、田地として利用されています。



■ 中小洪水の時

中小洪水のときには、遊水地内に貯まった水をポンプで川に汲み出し、水田などが浸水しないようにします。



■ 大きな洪水時

牛津川の水位が高くなったときには、牛津川の水を越流堤から遊水地に導き、下流へ流れる水の量を減らします。

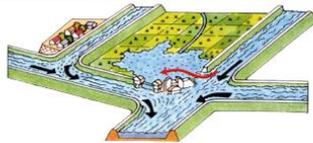


圖82 牟田辺地區在地滯洪對策

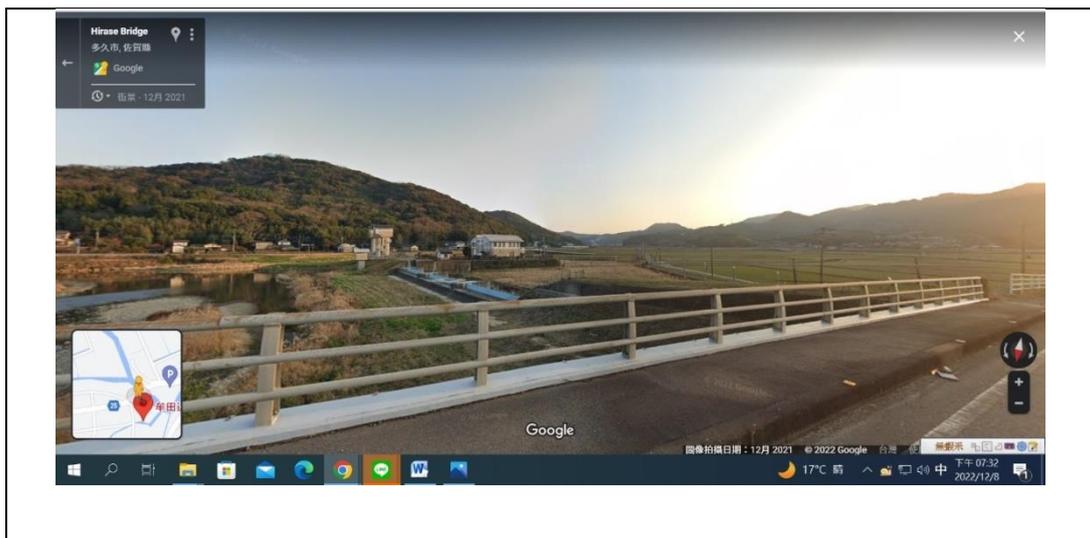




圖83 遊水地溢流口設施平時情形

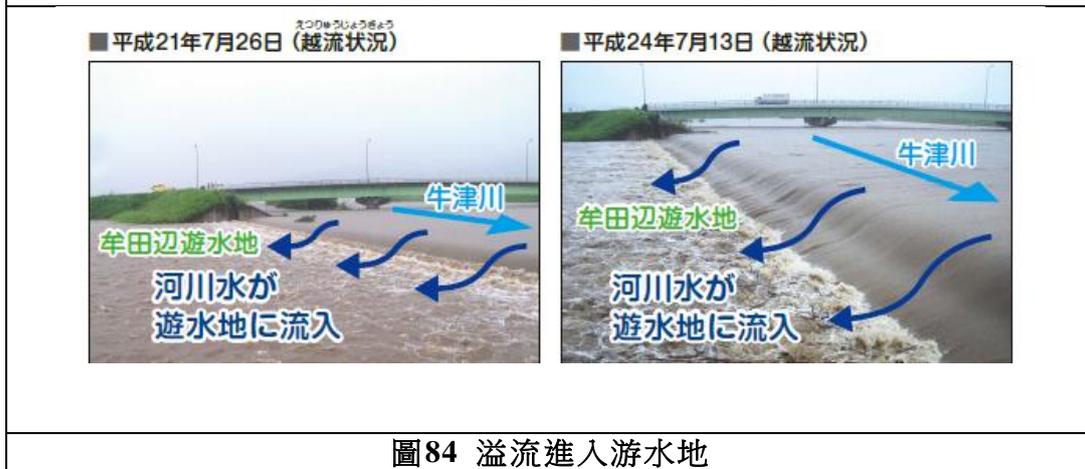


圖84 溢流進入游水地

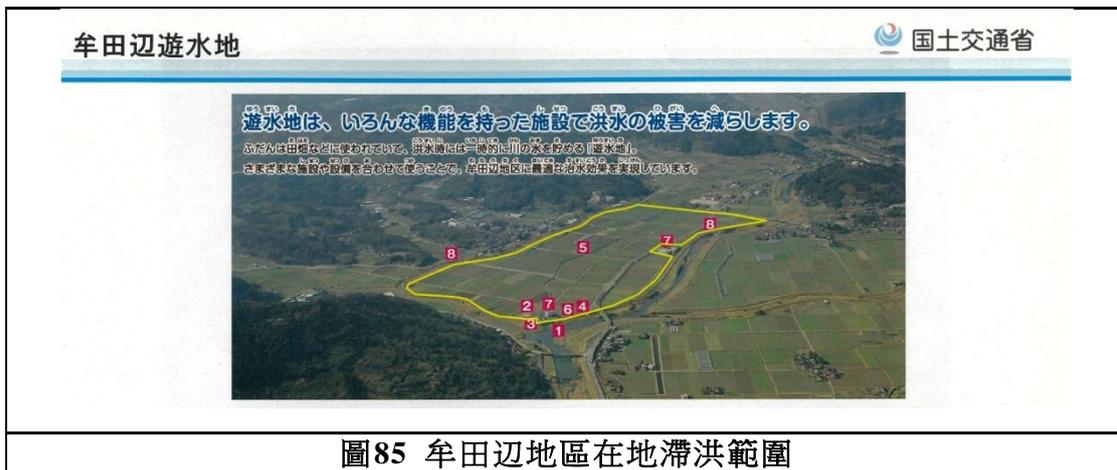


圖85 牟田辺地區在地滯洪範圍



圖86 考察團在牟田辺地區平地對策紀念碑處留影紀念

3.3.5 牛津川現勘（感潮段植生繁茂抑制對策）

在六角川的感潮河段，面對高灘地的草（蘆葦）生長茂密且很高的問題，阻礙水的流動且導致水位上漲，即使砍除很快又長出，因此遠雄河川事務所與佐賀大學進行 15 年的合作，選擇在牛津川研究 並現地試驗一種容易且長期抑制蘆葦生長工法：在高灘地開挖湛水池（池塘），利用開挖出來的空間蓄水，有一些蓄水後蘆葦就不會長出，洪水時開挖出來的空間就增加通洪量，簡單容易執行，經費也不高，益本比很高（圖 87、88）。

經現場觀察，確實發揮抑制蘆葦生長成效（圖 89），且觀測湛水池僅以 3cm/ 每年趨勢淤積，八年間淤積量也平均約 20-25cm（圖 90），維管費用非常節省。很重要的，經過進行水域生態棲地調查，魚類與底棲動物都有增加，其中不乏重要物種，工法也兼具復育功能。（圖 91）

也因此牛津川確認有一定的成效，遠雄河川事務所未來預計將此工法引入

六角川，值得水利署借鏡試辦。

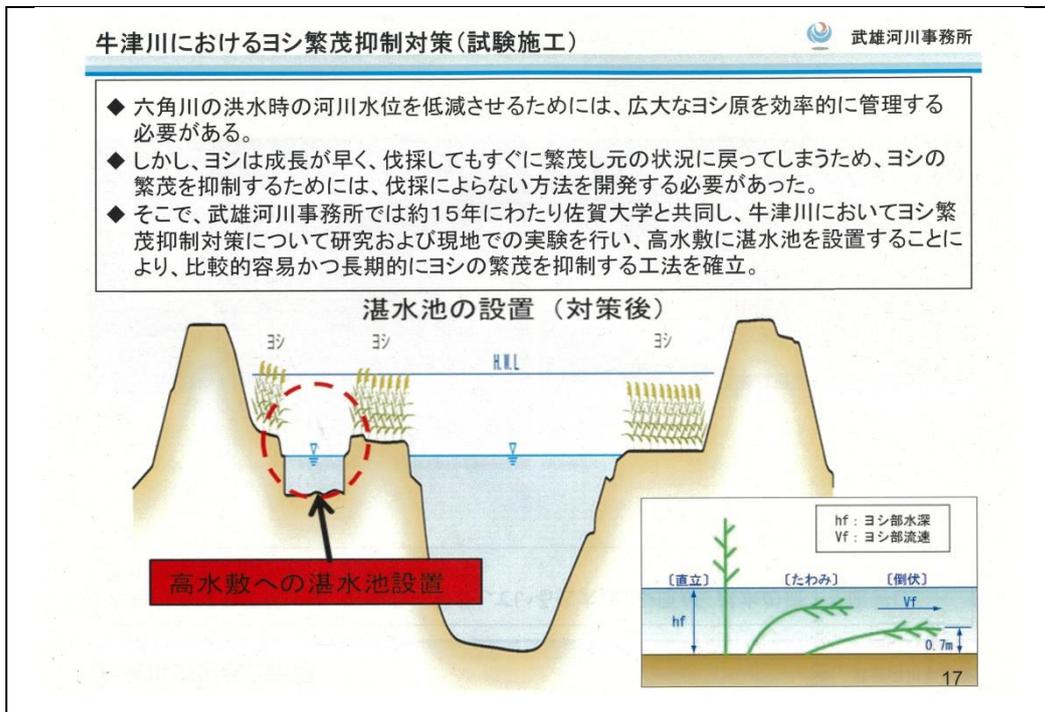


圖87 植生繁茂抑制對策示意圖



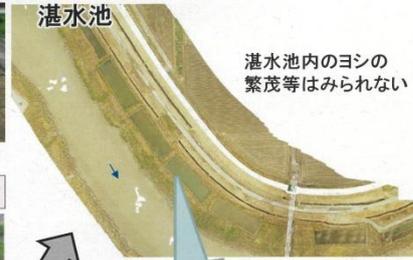
圖88 選擇牛津川數處凸岸為試驗區

牛津川におけるヨシ繁茂抑制対策(試験施工)

平成25年6月3日<湛水池設置直後>



令和3年11月<約8年後>



平成27年6月22日<約2年後>



平成30年2月14日<約4年半後>



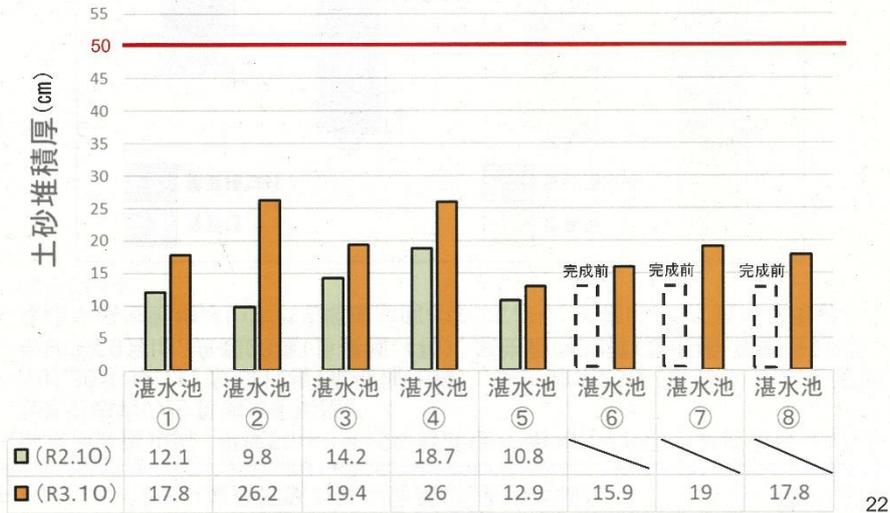
長期観測



考察現況

図89 長期観植生抑制効果佳

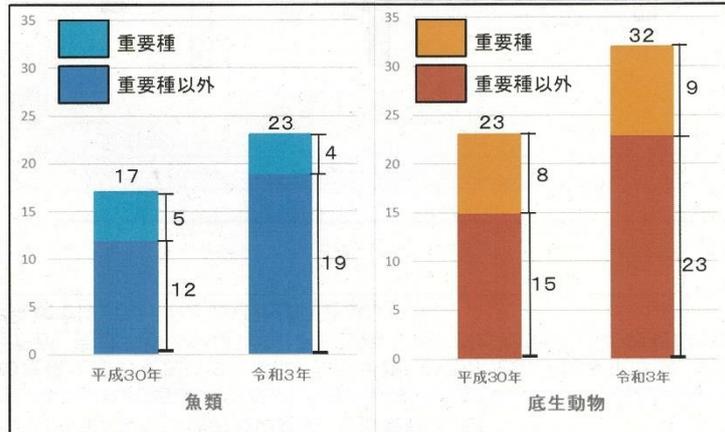
湛水池の堆積土砂の状況については、完成が新しい湛水池の平均堆積厚は、全て20cm以下であったが、完成年が古い湛水池(平成25年完成)では、25cm以上の堆積厚が確認されている。年平均では、3cmほどの堆積傾向を示している。



22

圖90 淤積情形統計

- ▶ 湛水池設置以降、平成30年8月(5年経過後)と令和3年8月(8年経過後)に魚類と底生動物の生息調査を実施。
- ▶ 平成30年8月は、魚類17種(重要種:5種)、底生動物23種(重要種:8種)を確認。
- ▶ 令和3年9月は、魚類23種(重要種:4種)、底生動物32種(重要種:9種)を確認。
- ▶ 魚類や底生動物はいずれも増加傾向となっており、生物にとって良好な環境となっている。



23

圖91 生態調査資料

3.4 柳川整治參觀：

3.4.1 參觀柳川整治

柳川市是位於福岡縣南部，從兩千年前開始柳川地區開始有人居住，因位於有明海旁的溼地，居民為了開墾，建築了具有灌溉及排水功能的運河，柳川縱橫延伸，河道總長達 470 公里，成為被水包圍的水道之鄉，俗稱「水鄉柳川」；五百年前的江戶時代，開始有系統地興建運河，水源引自矢部川（圖 92）。



資料來源:google 地圖

現代化過程改變了居民與柳川運河的關係，曾經的水鄉，阡陌農田的生命線，農業逐漸式微，開始嚴重淤積，雜草蔓生，居民違法填埋佔據，船隻無法通行。猶如一條堵死的血管。1977 年，中央政府已計畫將幹線水路外水路填平加蓋，改成污水下水道，但此時新上任環境水路課-廣松傳課長秉持「如果放棄我們的水路，就永遠也回不來了……即使是最小的水道也要珍惜」理念，向市長爭取用

6 個月的時間找出替代方案，於是召開了上百場水路淨化再生座談會，從【大部分大人支持雨水下水道】到【人們都在討論說，『那裡原來很深』，『那裡曾經有很多魚』；或承諾停止對運河的違法侵佔】，最後保存了運河水道功能並兼具觀光、生態的功能，回復河川的生命力，河川淨化總支出經費僅為原本下水道計畫預算（20 億）的 1/5；

柳川河川淨化計畫，內容分為三大重點工作：

一、通過透碟讓水路恢復，確保水流-

工程手段疏浚清淤。

二、加強排水、增加淨化設施、抑制污水的流入-

直接拜訪污染源，討論淨化設施與減排的具體方案，並協調拆除非法搭建建築。

三、創建營運和維護體制，恢復公民參與的清潔活動-

公部門與民眾合力運河清除垃圾、水草；柳川觀光協會負責主航道的清潔、維管工作，町村家戶負責居家旁近水路清理。

現今柳川市中心方圓 2 公里內，擁有 60 公里長的水路網，和古老的街道緊密交織，兩岸垂柳，撐篙搭船，享有「九州威尼斯」美名，是為創造水環境建設中水岸縫合的典範（圖 94～圖 101），本次考察利用乘坐有頭戴草笠、身著古樸服飾的船夫搖著櫓，名為「Donko」（どんこ）的小舟，沿著 4.5 公里柳川，賞遊彷彿時間停止墜入古時優雅詩畫般，並將文史、特色、觀光與治理渾然天成融入的柳川美景（圖 93）。





圖93 詩畫般的柳川



圖94 柳川の舟-Donko (どんこ)



圖95柳川濱溪帶完整



圖96柳川樹木林立水岸景觀



圖97 柳川生態（蒼鷺）



圖98柳川大樹保留



圖99柳川古樸與現代建築並存



圖100柳川文化保存(史蹟城堀水門)



圖101 柳川水岸旁靜享水岸縫合成果

3.5 紫川整治參觀：

3.5.1 踏勘紫川整治

紫川流經北九州市，流域面積約 113km²，全長 21.3 公里，是九州市最大的二級河川，在九州市近 100 多年新日鐵及相關重工產業的發展下，逐漸遭受污染，再加以民生廢水直接排入紫川，使得紫川幾無生機可言。

北九州市於 1971 年率先設立了公害對策局(即現在的環境局)，制定了比國家法律更嚴格的『北九州公害防治條例』，與主要企業簽訂協定採取各種措施降低污染；另外亦制定了『北九州綠地規劃』，由市民、企業、研究機構、政府同心協力推動城市綠化事業；1985 年經濟合作發展組織(OECD)在環境白皮書中，向全世界介紹北九州市從灰色城市變為綠色城市突出的成績，並後續於 1988 年執「**My Town・My River 復修專案**」(マイタウン・マイリバー整備事業)美化與淨化紫川。

本次踏訪的紫川下游區域沿河商業設施、住宅區多，經規劃後，河水相對清澈，釋放河岸場域，規劃建置河道休憩等設施及保留歷史文化(圖 102)，成為北九州市中心寶貴的水環境空間，除容易親近水邊，提供人可以作為環境學習場所或活動外，也適度營造灘塗環境生物棲息(圖 103)，並改建或建造 10 座以自然為主題的橋，作為紫川自然修復的象徵(圖 104)。



濱河廣場入口



噴泉廣場



河畔親水步道(無欄杆設施)





常盤橋

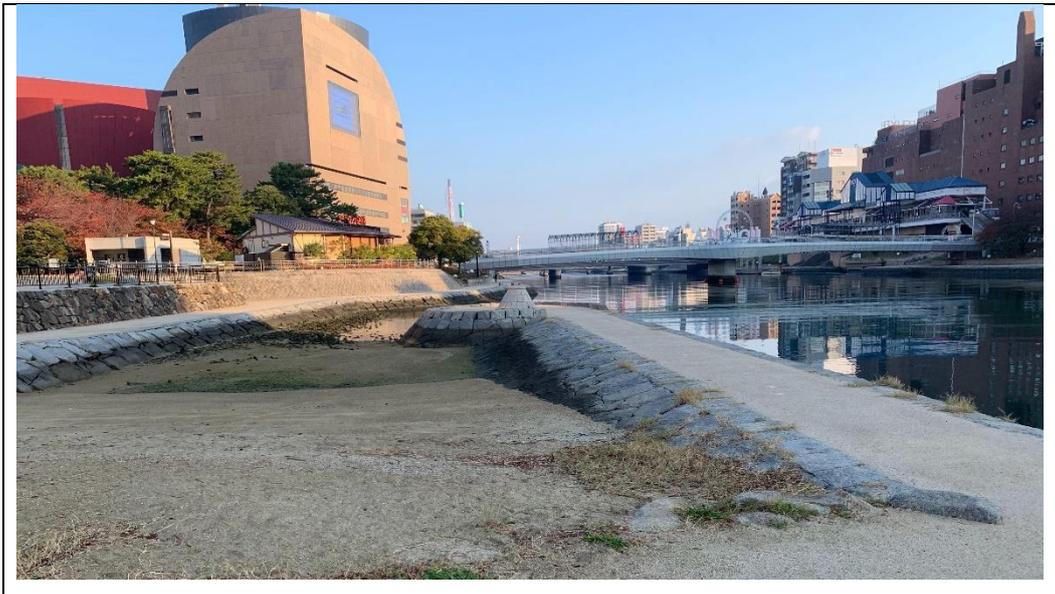


伊能忠敬測量 200 年記念碑



舒適的紫川

圖102 紫川河畔設施



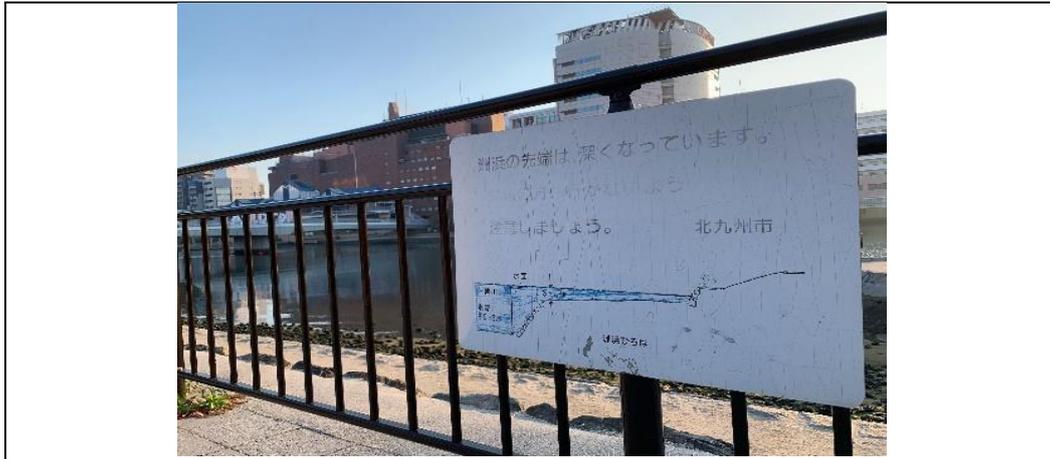


圖103 紫川灘塗（棲地）環境設計及生態

紫川にかかる橋

北九州市「紫川マイタウン・マイリバー整備事業」の中に、自然をテーマにした10本の橋の整備があります。紫川の「自然再生」のシンボルとしての大きな期待と共に、着々と整備が進められています。10本の橋だけでなく、紫川には、錦洲ダム直下の「山の口橋」から扇下流に架かる「紫川大橋」まで、支流を含めて主なものだけでも40を超える橋があります。その中には、風格のただよう「眼鏡橋」、その名の通り桜の季節には花の名所として知られる「桜橋」など、情景あふれた美しい橋があり、市民に親しまれているのです。

紫川橋
老朽化が進んだ紫川橋は、「旧通称・陸軍橋」鉄の街・北九州「ニューインダストリアル・カキワード」に、鉄の持つ強靭さだけでなく、柔らかさや繊細さなど鉄の多面性を活かしたアーチ橋として、平成10年に生まれ変わりました。

中島橋
海野町を貫通するために新設された橋です。川の上の何も無い空間を走り抜ける自然の風をテーマにしています。機能性とアート性を追求、遠くからでも見えるモニュメントが目印です。

豊後橋
豊後橋は、室町時代に架けられた最も古い木造の橋として時代の移ろいを感じてきました。昭和58年に再建、珍しい半環橋として歴史的なモダンな姿を誇っています。ハープを連想させる外観に加え、親柱には自然の中の音と調和する清らかな音色が響く仕掛けを行う予定があります。

紫川大橋
海に最も近い紫川大橋は、一日約4万台ものトラックや乗用車が通ります。その交通量の多さを考慮して、歩道を車道から切り離し、車道より高く設けています。歩きながら、目の前に広がる海の眺めと潮の音を楽しめます。

室町大橋
明治時代の紫川で行われていた雄脚いの漁り火をモチーフとして、橋の両サイドにガス灯の姿を配しています。高橋の遊歩橋は、角度や歩く速度で表情が微妙に変化し、心に何かを語りかけてくれる優しい感じのする橋です。

常盤橋
寛永11年より12年に架設、古くから長崎街道の起点として賑わった常盤橋。その歴史は古く、参勤交代の通路にもなっていたほどで、文政9年江戸上る途中小倉に一泊したシーボルトもこの橋を渡り、橋上からの眺めをスケッチしたといわれています。こうした歴史などを考慮して、日本の優れた木橋工法を用いて昔ながらの雰囲気を表現しています。

勝山橋
現在の勝山橋は、小倉城の石垣へつながる情緒豊かな「石の橋」として整備されました。広い石畳の歩道部分は、勝山公園の一部となっており、公園区域を使って、地元のまちづくり団体によってオープンカフェなどが行われています。

鴨外橋
治水のため川幅が広がられるため、架け替えられた鴨外橋。橋のなかほどにフランス産「鏡」橋のためにもには橋柱の文字碑、そして紫川によみがえってきた鳥、この3つの要素を組み合わせて、水鳥がもていめししたモダンな橋です。

紫川1号管理橋
紫川の川沿いに整備される歩道橋をつなぐ架橋の橋です。神楽川が紫川に注ぎ込むこの位置から、真正面に見える小倉城と市庁舎、小倉の昔と今を代表する建築物が、月明かりのもと幻想的な情景を演出します。

中の橋
広い歩道に色鮮やかに咲く大塚の花びまわり。北九州市の市花です。また、遊歩橋は市を取り囲む山並をバックにとどろく、北九州市を代表するシンボル性を持たせています。

河川紀行 Vol. 7

参考：北九州市
紫川マイタウン・マイリバー整備事業
「自然再生のシンボル 紫川10橋」より

河川紀行：発行／福岡河川協会
http://www.fukuoka-pref-kasen.jp/kasenkyokai
info@fukuoka-pref-kasen.jp

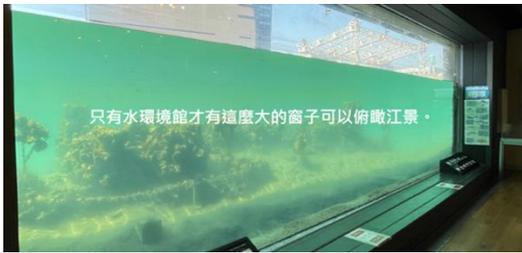
圖104 橋梁改建配置

3.5.2 參觀紫川水環境館

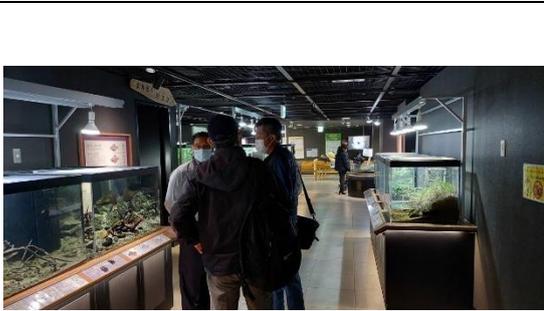
紫川河岸沿線為城市復興計畫的範例，景觀藝術、生態和歷史人文，皆融入了見學（所見即所學）的功能，尤其以紫川水環境館的「生態課堂」最為突出，紫川水環境館位於紫川旁（圖 105），主要為提供瞭解河川與自然環境教育場所，最有特色的是採納市民（初中生）和アユ博士(Ayu 博士)提出顛覆傳統的創新想法，在水環境館下層新建一處直接觀看水深、流量、水質、水中生態等設施（實景觀察窗），提供任何人觀察；另外也有水族館及海報資料，展示紫川水中生物及河川環境，亦透過照片展示紫川過去環境變化與淨化歷史(圖 106)；水環境館的創意與宣導愛護河川功能，作為北九州永續發展目標倡議之一，將美麗的河流與豐富的自然聯繫起來。

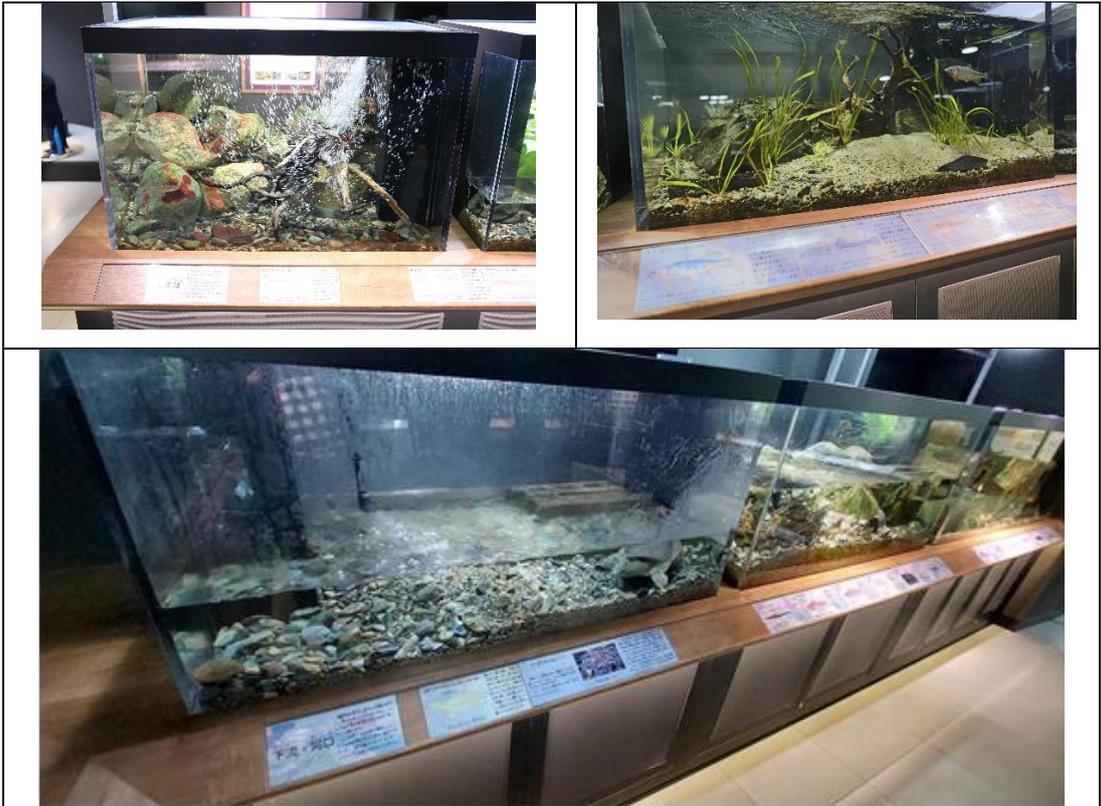


圖 105 水環境館外觀



水環境館水下實景觀察窗

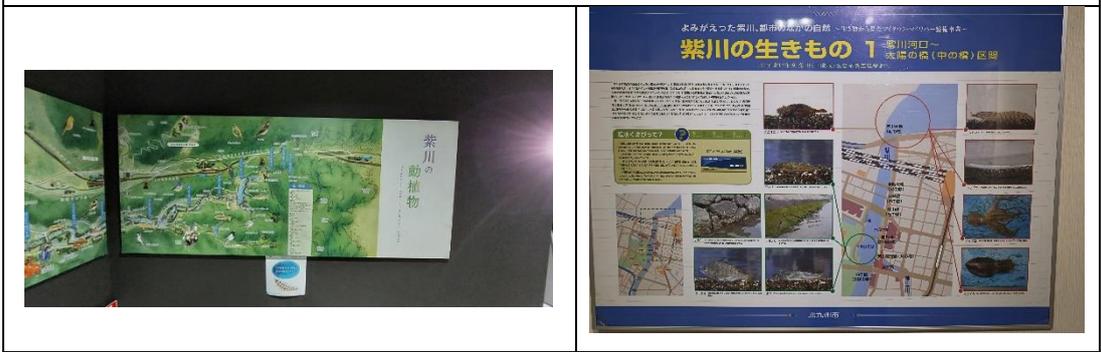




紫川上下游水域生態水族箱



數位互動展式設施



河川敷は、行政機関や商業ビルが立ち並ぶ市街地です。明治時代以降の埋め立てにより、川の長さが1キロメートルほど海側へ伸びました。治水対策とまちづくりを同時におこなった「紫川マイタウン・マイリバー整備事業」により、水辺は親水空間として整備され、市民の憩いの場となっています。

川の様子

水の流れるはゆるやかで、潮の満ちひきにより水面の高さが変化します。かつて大きな水害があったことから、川を深く広くする工事が行われました。その際、川岸の大部分は石積み構造となり、時を経たず、水質浄化を助けるカキ、生き物のゆりかごになるアオリなどが護岸で育っています。

魚類	マハゼ、スズキ、クロダイ
甲殻類	モズガニ、クロベンケイガニ、テナガエビ
貝類	カワザンショウガイの仲間、フトヘナタリ、マガキ
両生類	ウシガエル
昆虫類	ハイロゲンゴロウ
鳥類	ユリカモメ、ウミネコ、トビ
植物	ヨシ、オギ、シオクグ



ユリカモメ
撮影：中根亨

平瀬



中洲



ワンド



早瀬



淵



たくさんの生き物がすむ「ワンド」
中流域や下流域には、砂や泥がたまって晴れの日には川の一部だけが池のような場所があります。このような地形を「ワンド」といい、本流とは深さや流れの速さが異なるため、たくさんの種類の生き物がすんでいます。



紫川動植物、棲地環境紹介

よみがえった紫川、都市の自然。～生き物から見たマイタウン・マイリバー整備事業～

紫川の過去と現在

[1966年 昭和41年]



川幅の拡大

河川敷の埋め立てによる河川敷の狭小化は、1960年代後半から1970年代前半にかけて顕著になりました。河川敷の狭小化により、河川の排水能力が低下し、水害のリスクが高まりました。治水対策として、河川敷を広く掘削し、川幅を拡大しました。



人工溜の整備

治水対策として、河川敷に人工溜を整備しました。人工溜は、洪水時に水を溜め、徐々に放出することで、洪水のピークを緩和し、水害を防ぎます。



洲浜ひろば(砂地ワンド)の整備

河川敷の砂地を広く掘削し、洲浜ひろばを整備しました。洲浜ひろばは、洪水時に水を溜め、徐々に放出することで、洪水のピークを緩和し、水害を防ぎます。



縦横斜護岸への転換

河川敷の護岸を縦横斜護岸に転換しました。縦横斜護岸は、洪水時に水を溜め、徐々に放出することで、洪水のピークを緩和し、水害を防ぎます。



泥地ワンドの整備

河川敷の泥地を広く掘削し、泥地ワンドを整備しました。泥地ワンドは、洪水時に水を溜め、徐々に放出することで、洪水のピークを緩和し、水害を防ぎます。



[2005年 平成17年]



紫川の過去と現在

83



紫川整治沿革解説

圖106 水環境館及環境教育設施

第四章 心得與建議

4.1 心得

一、 日本不論地形、氣候、河流樣態、人口密度、聚落及都市發展等等型態均與台灣有著極高相似度，因此在治水議題上，不論是從公部門組織分工權責、水災原因及規模、公民參與河川治理方式、整備計畫擬訂調整、防洪工程設計及水岸環境營造等面向均值得參考與學習。

二、 參訪過程，不論是遠賀川河川事務所、筑後川河川事務所或武雄河川事務所，都表示河川治理及環境營造成果，是透過公部門與民眾、環團、專家學者，長期的協調溝通所得到的共識（除安全因素外不設定期限的原則），只要還有疑慮就持續溝通，即使後來出現其他少數不同意見，亦以原來協調共識再溝通或說服，不因少數意見推翻多數共識。

近幾年台灣已推動民眾參與與資訊公開政策多年，雖漸於工程展現成效，但公部門迫於政策執行時程壓力、部分公部門有排斥或擔心接觸民眾成效不彰、民眾或團體持本位主義，抗拒公民參與共同討論，雖公部門與民間已逐步改進，仍需藉由相互理解包容的柔性溝通與交流、共同合作心態的調整，取得最佳共識後落實執行，才能打造如日本居住及共享環境。

三、 水文化的重視，在參訪遠賀川河川事務所、筑後川河川事務所或武雄河川事務所及紫川時，在其轄管主要河川旁邊興建與轄區河川有關的環境教育展示館（亦可兼作防災教育設施），甚至不止一處，而且展示內容除了河川整治歷史、工法演進、重要推動人物介紹及生態保育成效外，還包括因為河川所帶動的文化、經濟、社會及生活習慣等等發展史，更重要的是展現擘劃未來河川環境營造願景，而且都有極為熟悉這些史料與願景的工作人員（公營或民營）駐地解說。在參訪各展示館時，不乏有家長帶著

兒女參觀，更有幼稚園老師帶著小朋友們來。認識及受護水環境從小紮根傳承與培養，想想台灣是不是在這方面可再做些什麼。

四、極端氣候是世界各國所需面對的相同問題，日本亦然。然參訪之中可看出日本仍步步為營，妥善處理防洪治水、環境營造、灌溉給水、教育傳承與實驗精神，並未急就章處理水的問題。他們在意的是有無與民眾達成共識，然後堅持下去。民眾在達成共識後也安於遵守規定，自我約制與負責。

另日本公民參與過程中，順從的民情及公民教育是非常關鍵因素，較不會有非理性抗爭行為（民意代表、環保團體等），政府以公眾利益為最優先考量提出政策，不限定時間，願意並透過理性溝通達到最大共識後再推動，高自律性的民眾願意高度配合政府河川治理營造的政策動。

民眾參與皆是透過不預設場次的公開共同討論，非僅由公部門辦理公聽會、說明會的性質，進行所謂「由上而下」的模式進行溝通，而是「由下而上」聽取各領域參與，讓各方有陳述各自意見及想法的機會，藉此達成的共識才是最實質有效益的，也成就在後續維護管理各方皆願意盡一份心力參與的成效；例如居民可接受一年之中少數天數的積水或淹水，而不強求高大的防洪牆或堤防，因為可有更多時間與空間，擁有更好更舒適的生活環境，也有「環境維護是所有人應盡的責任」意識，所以在參訪的過程，日本的河川環境是令人讚賞的整潔。台灣呢？有進步，但還有進展空間。

五、柳川、紫川水岸縫合案例心得：

1. 公務員勇於突破窠臼、探究水道整體問題、協調溝通各領域、整合各方資源。
2. 工程手段非唯一的治水策略，水是自然力變動的一部份，順應自然條件將找出最佳解方。
3. 除了政府整體規劃推動，民眾願意自發性參與維護是水與環境融合

（水質、整潔等）的關鍵，才能永續維持人與水相依的關係。

4. 水環境成功的指標與步驟，安全了、水質清新了、生態回來了、可以休憩觀光了。

日本工藝無庸置疑，考察防洪治水或環境營造等工程時，不難發現各個施工細節都維持相當品質，因為各個細節都力求品質完美，由小而大，由內而外，建構出工程整體品質與外觀，型塑出整體環境品質。

台灣不論在工程品質與生活環境，仍有一些進展空間，值得學習借鏡的是徹底落實「實事求是、付予工作敬重態度」工匠職人之精神。

4.2 建議

一、河川治理計畫方面：

公部門應用更長的時間及耐心與民眾、NGO、NPO 及各界溝通，凝聚共識，不應只強調及要求達到水理分析所需防洪安全的工程標準，應將生態保育、環境營造及文化知識傳承等一併納入治理計畫內綜合考量。

二、推行全民水教育：

參考日本方式，在主要河川旁興建水環境兼防災教育館，介紹該河川整治歷史、工法演進、重要推動人物，教育河川衍生的文化、經濟、社會、自然生態及人與自然互利共存性，並利用官方定期或鼓勵非官方的活動及手冊宣導，尤其未來河川防災措施、生態保育及環境營造等目標與願景。

承上，鼓勵民眾及各級學生參觀，從小培養愛水、護水與防災觀念，同時瞭解政府治水願景，讓愛護河川與防災意識成為生活的一部分，讓水文化與知識潛移默化深植民眾心中。

綜上，水建設計畫為相當重要的基礎建設，也因此涉及諸多層面，包括政策、民意需求、經濟發展、環保議題等，須考量並尊重各方需求與平衡，溝通變得相對複雜，在理性溝通全民教育上，應從基礎教育著手，

培養各領域應尊重不同領域的意見思維，換位思考，共同尋求最佳共識，以創造出永續發展的水環境；建議可利用臨近水岸的閒置空間，透過與民間團體合作機制，制度性及計畫性設立水環境教育館，推行全面性水教育。

三、民眾參與與資訊公開方面：

面對極端氣候水患挑戰，凝聚大多數人共識及公信力，共同面對防洪安全與環境營造是不可必免的課題，必須以達成最大共識為目標；目前台灣公部門受限體制上時程壓力，且對政府缺乏互信的民情，需經過多次、多方及各層級，利用長時期的溝通、共同參與及資訊揭露，以時間創造多方互利互信互助的共識；公部門各級人員需轉變心態開誠佈公，勇於面對民眾並與之溝通。。

考察資料除由參訪單位提供外，其它本次諸多資料皆由日本公部門網站網頁取得或連結取得，相當多元豐富，且公開便民，亦可讓民眾或各領域團體瞭解計畫執行情形及成效，增加對政府信任度；因此建議公部門相關計畫資訊，在取得各方共識民意基礎下，資訊逐步透明公開化。

四、水利工程技術方面：

台灣可從日本引進任何施工技術，但成果卻不一定如日本品質。原因在於是否注重及落實工程各階段與各步驟及細節品質；施工要領各步驟確實施工，有賴於施工人員、工程管理人員、廠商負責人、監造人員及主辦機關各級人員確實願意依規定施作及監督。

水利是專業工作，諸多工法技術與品質傳承極為關鍵，水利部門應從設計端讓水利工法延續（如石工），創造工法市場，吸引技職人員的投入與傳承，進而良性競爭提昇品質。

五、全民省思與負責：

民眾不能一味要求政府萬能，要求防洪安全或遊憩目的，也應自我約

制及遵守法規，提升公民道德素養。水岸環境才不致於需架設過多危險警告牌或說明牌面影響景觀。極端氣候下，天威更為難測，民眾也應將防洪素養視為自我認知或責任之一，與政府部門協力合作，在安全與環境之間取得調適。公部門應適時透過網站、社群、媒體、學校及社團等方式宣導治水觀念並帶頭執行，讓民眾真正參與愛護河川工作，才能讓台灣的河川洪患危害最少，水環境更有永續的生命力。