

公務出國或赴大陸地區報告（出國類別：考察）

104 年度考察日本都會區礫間處理設施 及水域景觀環境營造計畫

服務機關：臺中市政府水利局

姓名職稱：韓專門委員乃斌

林副總工程司豐雄

廖科長健堯

盧科長宜豐

派赴國家：日本

出國期間：2015.12.10 至 2015.12.14

報告日期：2016.03.02

摘要

此次日本水質淨化設施及水域環境考察，拜訪 NSC 日本水道公司交流礫間設施處理經驗，瞭解日本礫間處理設施係基於任務型的水質再強化，與臺灣作為污水處理場的替代方案，在定位與其設置訴求有根本性的不同，但在結果上，對於水質能改善的目的是一致的。

古崎淨化設施及桑袋淨化設施，皆是較早就開始營運的礫間處理廠。現場確認其運轉過程，並瞭解有些當時設計沒考量到的問題，諸如污泥清除孔或礫間處理廠觀景窗的霧化等，可作為日後綠川及未來新建礫間場的借鏡。

水域景觀的創造，在不同河幅、土地利用型態、坡度、流量及河防安全兼顧下，有不同的考量。此次考察有接近筏子溪情況的桂川；近似大容東街、西街間南屯溪的目黑川；可作為綠川模板的高瀨川、鴨川；以及完整復育生態的源兵衛川。未來臺中市水域景觀的營造，是必要以這些河川考量的原則及重點，作為改善指標。

目錄

壹、	出國人員名單	3
貳、	目的	4
參、	過程	5
肆、	心得	32
伍、	建議	33

壹、出國人員名單

104 年度考察日本都會區礫間處理設施及水域景觀環境營造計畫
出國人員名單如下表所示。

所屬單位	職稱	姓名
臺中市政府水利局	專門委員	韓乃斌
臺中市政府水利局	副總工程司	林豐雄
臺中市政府水利局 水利工程科	科長	廖健堯
臺中市政府水利局 污水工程科	科長	盧宜豐

貳、目的

臺中市政府水利局（以下簡稱本局）目前正配合中區再生綱要計畫積極推動「新盛綠川水岸廊道計畫」，計畫涉及污水截流、現地處理設施、清淨水源引入及水域環境營造等面相，目前計有「綠川晴天污水截流工程規劃設計」、「旱溪引流工程規劃設計」、「綠川水質及環境改善規劃設計」及「臺中市綠川排水環境營造計畫（雙十路至民權路段）委託技術服務」等 4 件重大專案進行中。

為使綠川環境營造成果能貼近「以人為本」之核心精神，以及尋找日治時代臺中作為「小京都」打造之源由及歷史脈絡，由本局專案督導長官及承辦科室同仁共 4 人，至日本東京、靜岡及京都，考察礫間水質淨化處理設施及親水河岸空間，作為綠川未來設施施作及維護管理情形之考量，並與日本工程顧問公司交流水質改善技術及經驗。

參、過程

一、行程表

考察日本都會區礫間處理設施及水域景觀環境營造計畫行程表如下表所示。

日期：104 年 12 月 10 日（星期四）~104 年 12 月 14 日（星期一）

地點：日本東京、靜岡及京都

天數	日期	星期	城市	參訪重點
1	12 月 10 日	周四	東京	拜訪 NSC(日本礫間設計顧問公司)
2	12 月 11 日	周五	東京	考察東京中目黑區目黑川環境營造、桑袋礫間及古崎礫間水質淨化處理場
3	12 月 12 日	周六	靜岡	考察三島市源兵衛川
4	12 月 13 日	周日	京都	考察京都鴨川、桂川、高瀨川
5	12 月 14 日	周一	大阪	大阪堀川

二、行程內容

（一） 拜訪 NSC 日本水道公司交流礫間設施處理經驗

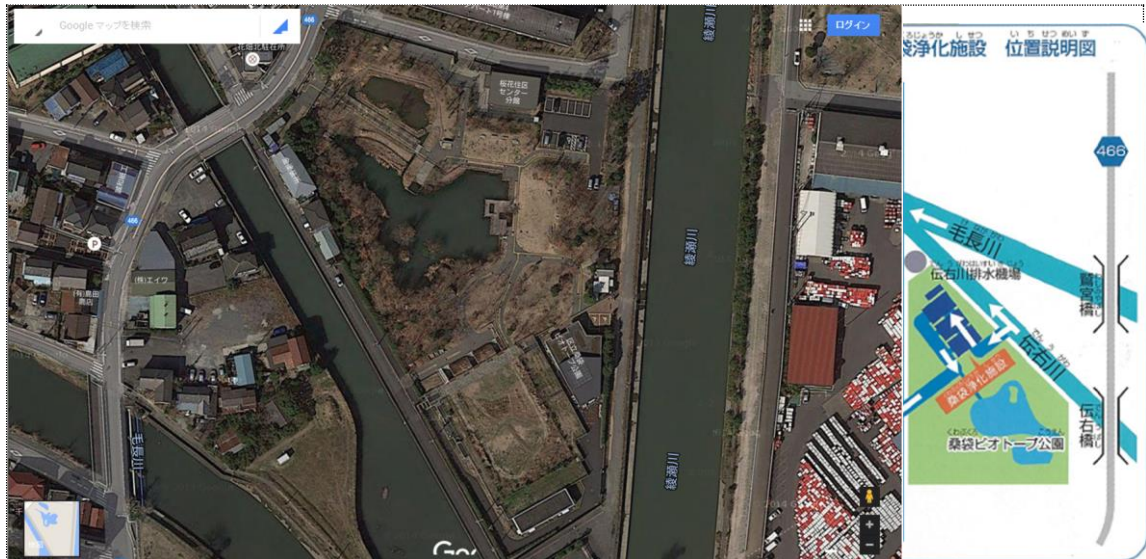
日本水道顧問有限公司（Nihon Suido Consultants, Ltd）為日本知名之顧問公司，公司業務包括水污染處理、河川防洪、下水道、地下水利用、河川環境、機電廠房設計、防洪及管線信息系統等。國內多座礫間水質改善設施皆係源自該公司之技術轉移據以建造。本局現正執行中之綠川水質改善計畫，委託廠商之技術即由該公司協助，為長期合作夥伴關係。

本次視察行程中之桑袋淨化設施及古崎淨化設施，皆為 NSC 設計，故於抵達東京即先進行雙方會晤。NSC 方極為重視本次交流，計有下村達夫（Tatsuo Shimomura，顧問）、渡邊吉男（Yoshio Watanabe，代表取締役社長，CEO）、小泉浩正（Hiromasa Koizumi，技術一部部長）、中村章吾（Shogo Nakamura，技術一部副部長）、劉軍（Liu Jun，海外技術統括部担当部長）等 5 位負責接待我方一行人，並由現任社長渡邊吉男先生說明桑袋淨化設施及古崎淨化設施之設計緣由，操作管理等細節則由小泉浩正及中村章吾先生補充，劉軍先生擔任雙方翻譯並協助釐清雙方專業技術用語認知差異。



（二）桑袋淨化設施

桑袋淨化設施位於東京市足立區桑袋ビオトープ公園內，係為改善綾瀨川支流伝右川匯入綾瀨川處之水質而建設，位置圖如下圖所示。



資料來源：Google Map&國土交通省關東地方整備局江戸川河川事務所 宣傳摺頁

桑袋淨化設施位置示意

綾瀨川源自埼玉縣桶川市，在東京都葛飾區與中川合流，流長 47.6 公里、流域面積 178 平方公里，為一級河川。昭和 30 年（1955 年）起因急速都市化，綾瀨川下游市街化率由 7%，增加至平成 7 年（1995 年）的 62%，流域內人口總數超過 110 萬人。綾瀨川自昭和 55 年（1980 年）起水質惡化程度，連續 15 年皆屬於日本 111 條河川中水質狀況最差的等級，污染主要來源為生活污水約 80%，詳下圖。

2 綾瀬川の水が汚れたわけ



資料來源：國土交通省關東地方整備局江戸川河川事務所 宣傳摺頁

日本下水道建設之開始，與歐洲一樣皆緣起於霍亂之流行。明治33年（1900年）制定以改善環境為目的的舊下水道法，昭和33年（1958年）則針對舊下水道法進行大幅度的修正，為改善都市環境及健全都市的公共衛生狀況為目的，並以合流式下水道為主，設置淹水防治及都市內環境整治的相關設備。

自1958年新下水道法立法至今，積極從事下水道建設，主要為第二次世界大戰後，經濟繁榮，生產活動快速發展，及人口壅集於都市，導致都市生活環境品質及水污染的惡化，下水道的重要性經由媒體與學術界一致鼓吹，民眾的環保意識逐年昇高。日本在下水道方面的投資，從昭和38年（1963年）第1期下水道整備5年計畫開始，已完成7期下水道整備5年計畫，平成8年（1996年）開始則進行另一個下水道整備7年計畫。依日本平成15年（2003年）10月10日內閣會議確定之「社會資本整備重點計畫」，於平成19年（2007

年）將污水處理人口普及率提高至 86%，下水道處理人口普及率提高至 72%。高普及率的下水道及多處的淨化設施（自上游起共計有 8 處），讓綾瀨川的水質污染大幅度的降低。

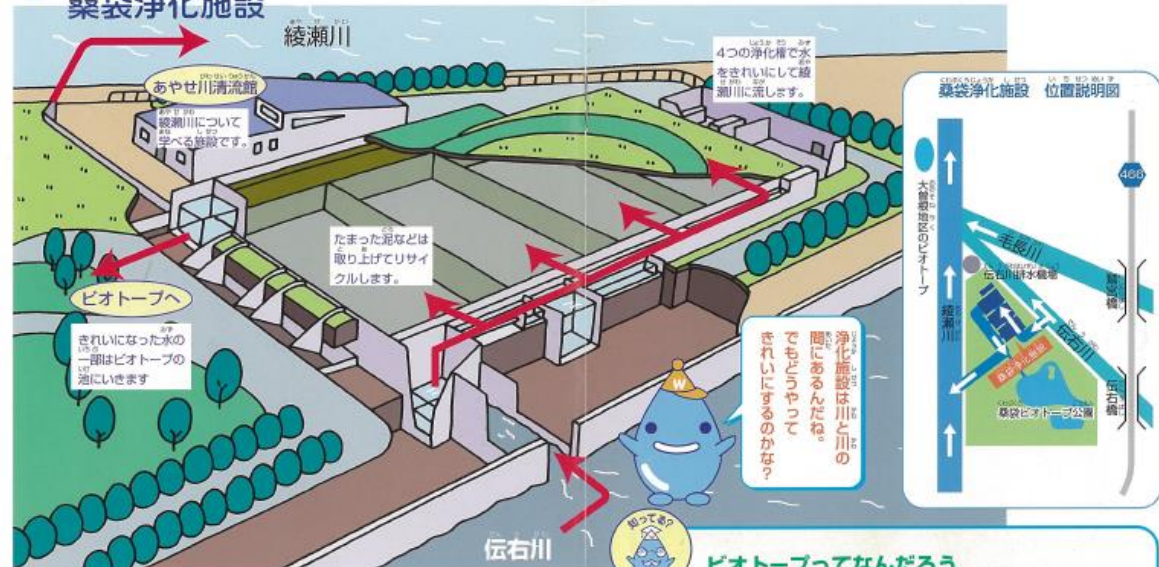


資料來源：國土交通省關東地方整備局江戸川河川事務所 宣傳摺頁

桑袋淨化設施，以動力方式自伝右川取水，設計最大取水量為每日 19,000 公噸，經由設施中的礫石表面微生物，透過接觸沉澱、吸附及氧化分解等作用來降低 BOD、SS，藉以改善水質，最終排入綾瀨川。

桑袋淨化設施巧妙的融入公園內，讓民眾不會因淨化設施的存在而感到不便，並透過公園內的生態池及植被，巧妙的創造出生物棲息空間，公園內一角設置清流館，供民眾環境教育使用。便利的設施及豐富的生態系統，讓桑袋淨化設施成為都市空間多目標使用的良好典範。

4 きれいな水を綾瀬川へ 桑袋浄化施設



桑袋浄化施設は、綾瀬川に流れ込む川のなかでも、汚れがひどい伝右川の水をきれいにするために造られました。きれいになった水は綾瀬川に流しています。また一部は、施設のとなりにあるビオトープ公園で利用しています。

ビオトープってなんだろう

植物や動物など、いろいろな生き物が自然な状態でくらす場所です。桑袋ビオトープ公園と、下流の大曾根地区にあるビオトープで生き物が行き来するようになると、たくさんの生き物が見られるようになります。

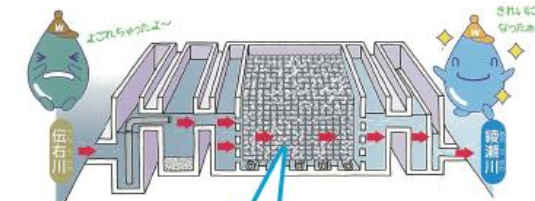


資料来源：国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所 宣傳摺頁

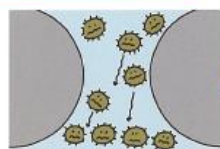
資料来源：国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所 宣傳摺頁

5 水がきれいになるしくみ

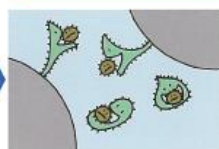
桑袋浄化施設には、プールのような大きな水槽があります。水槽の中には10~20cmの石がつまっています、この石と石のまわりには微生物が水の汚れをきれいにします。



中でおきていること



水が石の隙を通ると、大きな汚れが石にぶつかって沈みます。



石にすみついた微生物が汚れを食べて水と炭酸ガスに分解します。

これは、川が自分の力で水をきれいにする「自浄作用」というしくみです。

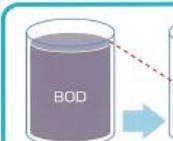
きれいにする水の量



桑袋浄化施設が1日にきれいにする水の量は、プール42杯分にあたる19,000m³です。

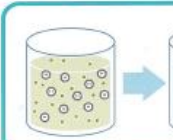
長さ25m深さ1m幅18mの場合

水の汚れ具合 (BOD)



川の汚れを数値で表したものが「BOD」です。桑袋浄化施設で、BODの数は半分以上に減ります。

水のとうし度 (SS)



水がどれくらい透きとおっているかを表す「SS」も、ずっと減っています。

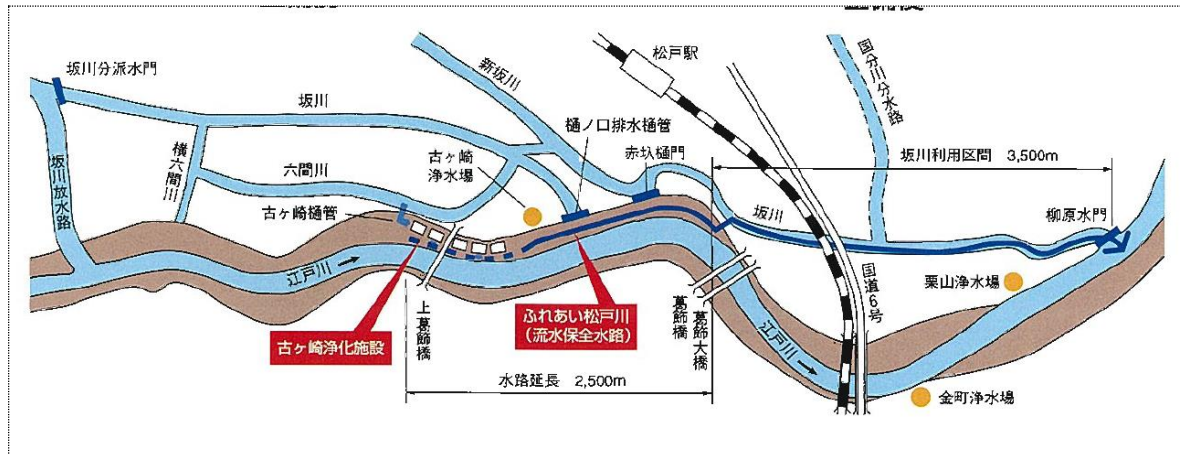


こんなにきれいな水になったね。川はどんなふうになっただろう。



（三）古崎淨化設施

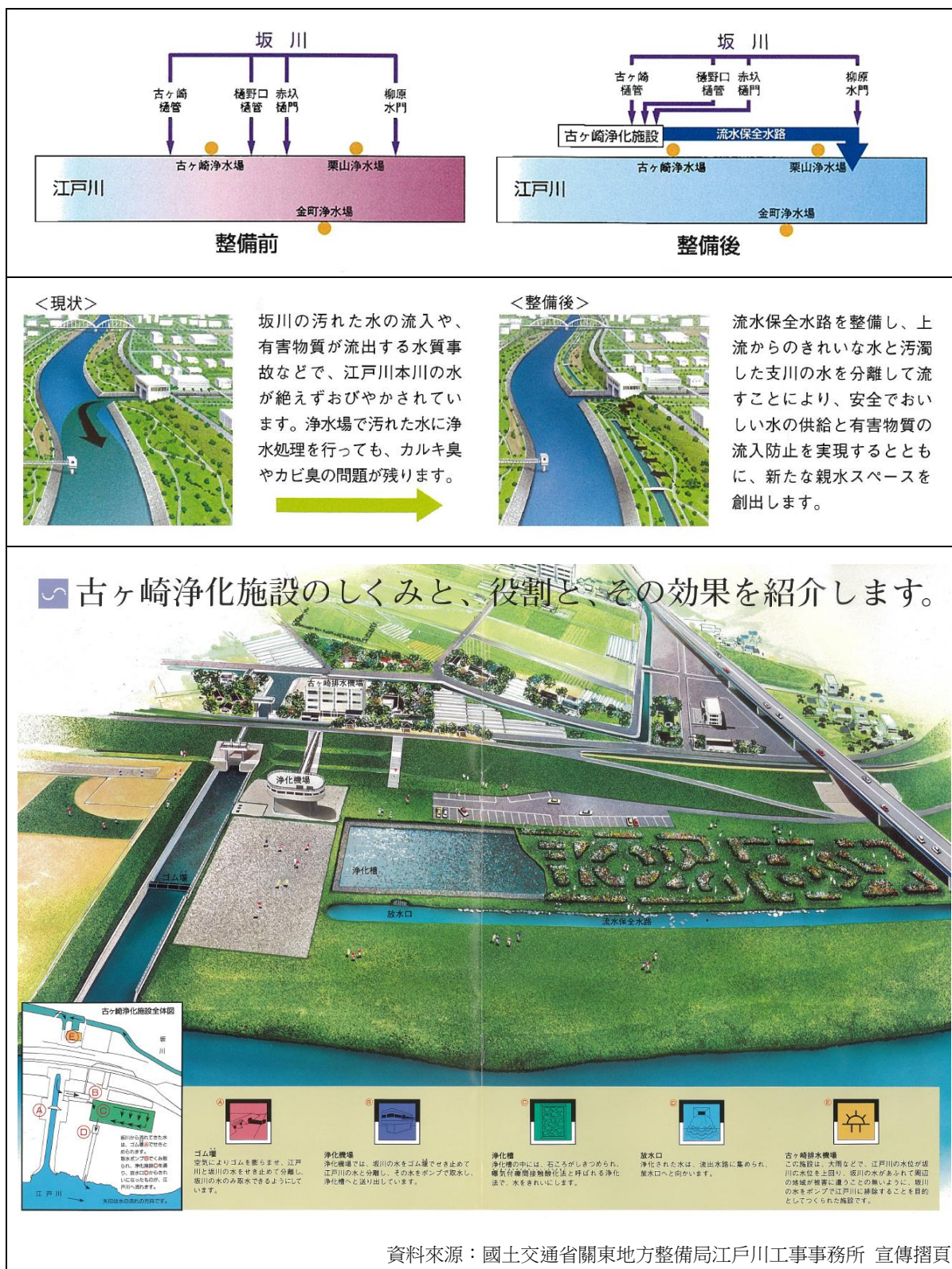
古崎淨化設施位於千葉縣松戶市江戸川高灘地，處理坂川支流六間川流入江戸川水質。



資料來源：國土交通省關東地方整備局江戸川工事事務所 宣傳摺頁

江戸川發源於茨城縣五霞町、千葉縣野田市的關宿分基點，向南流經茨城縣、千葉縣、埼玉縣、東京都。全長 59.5 公里（到舊江戸川河口）、流域面積約 200km²。

因下游處有自來水取水需求，在 1970 年代至 1980 年代曾發生水質嚴重污染造成淨水廠處理後之自來水仍有異味，影響民眾使用意願，遂採取將排出口水量全截留方式後送至古崎淨化設施處理，設計最大處理水量為每日 216,000 公噸（2.5CMS），讓 BOD、SS 及 NH₃ 大幅降低改善江戸川水質。並將淨化設施的排出水，透過 6 公里長的流水保全水路，於淨水廠下游排放，讓淨水廠的運作不致受到影響。



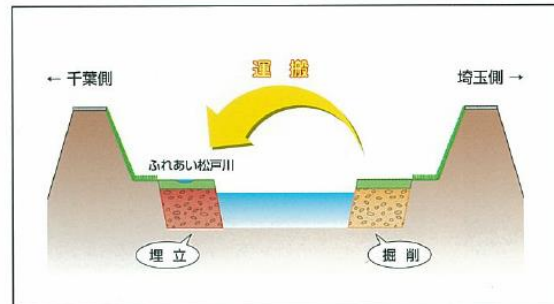
統完整，並且帶起週邊住民對於水質保全的意識及自發性的維護。

テーマ2 江戸川の表土の利用

河川敷を作る時には、対岸の表土を利用し、江戸川本来の植物の回復を図りました。

河川敷の土の中には、江戸川の植物の種や微生物、ミミズなどの生き物が多数含まれています。土と一緒に生き物も移し替えたのです。

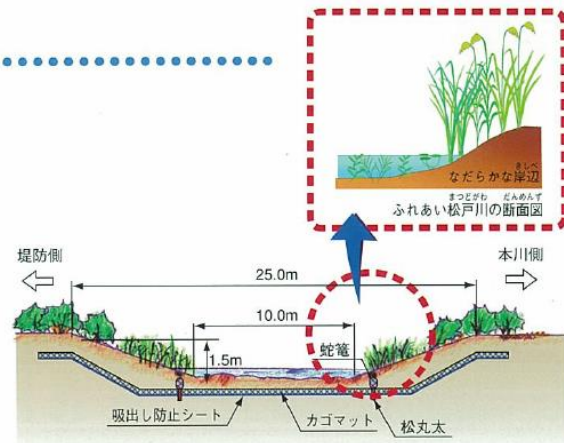
生物学では表土のこのような機能をseed bank(種の銀行)とも呼んでいます。江戸川らしい環境を創出するためには、江戸川にある土を用いることはとても重要なことです。



テーマ3 緩やかな勾配の岸辺(エコトーン)

川岸はなだらかな傾斜の岸辺にしました。

自然の川では岸辺のジメジメしたところに、ヨシやガマなどの水草が生息します。水面からのちょっとした高さの違いで土の中の水分が違いますので、いろいろな植物が並んで生えています。また、川岸にはコンクリートに替わらず木杭や石などの自然の素材を用いました。



資料來源：国土交通省関東地方整備局江戸川工事事務所 宣傳摺頁





(四) 目黒川環境營造

目黒川源自東京都世田谷區、流經目黒區最後在品川流入東京灣的二級河川。目黒區為東京都下轄的特別區之一，面積約 14.67 平方公里，人口數約 27.16 萬人（2016 年 2 月 1 日），人口密度高達每 1 平方公里 18,511 人。在土地高度發展、公園及綠地公共空間較為珍稀的都市中心，日本人透過河岸環境的整理，創造出長達 3.4 公里，共計 800 株櫻樹的「賞櫻之道」，也因為週邊的商業模式多為貼近民生需要，具有代表性的餐廳、商店面向河岸發展，生活機能美學兼具，為東京都內極具代表性的生活典範。日劇「最高の離婚」（中譯：最棒的離婚）中，即是以目黒川週邊的生活場域及商店為拍攝背景。



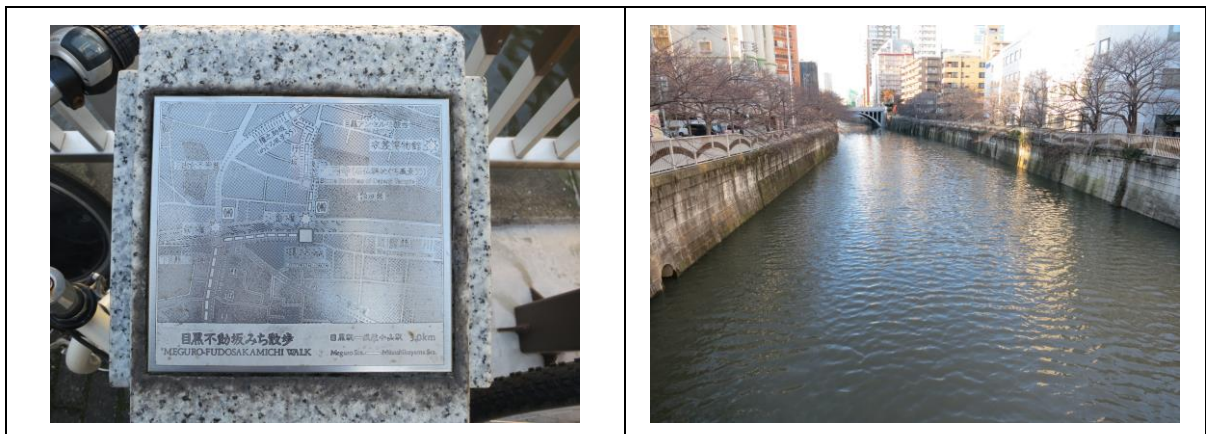
資料來源：東京都目黒區公所網頁 (<http://www.city.meguro.tokyo.jp/>)

現場觀察，沿路景緻有以下特色：

1. 狹窄但人車皆可使用的車道：可能是受限於都市發展，兩側道路皆僅有約 3 至 4 公尺寬，但仍可闢建一單向車道及一人行腳踏車混合使用車道，並將道路速限降低至 30 公里，沿線皆無路邊停車格來減少視覺障礙，如此設計手法，在臺灣通稱為「人本道路」設計。
2. 防洪景觀兼具：臨水側有一寬 2 公尺的綠帶，除櫻樹外，亦有多種矮喬、灌木增添綠意，除讓視覺通透，亦可成為綠籬讓民眾不用因貼近護岸邊而肇生危險。護岸高差即大，至少有 4 至 6 公尺，為臺灣常見之垂直式護岸，但兩側種植垂吊或攀爬型植物來軟化水泥調性。渠底有採封底式設計，亦有採用中空鼎塊排列並鋪上礫石作為渠底，整齊的排列並兼具水源入滲涵養或地下水位升降等功能，簡單但具巧思的作法，實值得國內只會採用一成不變的三面光工法的設計施工

單位參考，在防洪手段上仍有其他更生態的作法可以採用。

3. 箱涵出口異味防止：日本下水道系統採合流制，及兼具雨水與污水排放功能，收集後即進入污水處理廠或淨化設施來減輕污染，河川清澈無污染處處可見。但仍有部份水道因都市化需要而採箱涵設計，幽暗陰濕的箱涵容易滋生蚊蟲及散發臭味的問題即隨之而來。在目黑川邊可見到日本人在箱涵出口掛上黑色橡膠布，作為簾幕，平時可阻擋箱涵內的氣味排出，大雨時又因橡膠布質輕可浮於水面而不會阻礙排水，成本低廉且易養護更換，值得國內借鏡。
4. 公共空間及住家環境可讓人放鬆：沿岸商店與公共空間皆整齊有序，與臺灣常見的雜亂、無序、放任的都市景觀截然不同。目黑川週邊在視覺上，多見到中性無壓力的色調，鮮艷的色調即使用在招牌上，招牌的大小也不致讓人生厭，可讓旅人輕鬆的在目黑川散步。臺灣實有必要在細節處更加注重，騎樓空間、住家與道路相鄰處的攤位、雜物、汽機車等堆放或使用方式，應有根本性改變－「讓人人都活得更有尊嚴。」





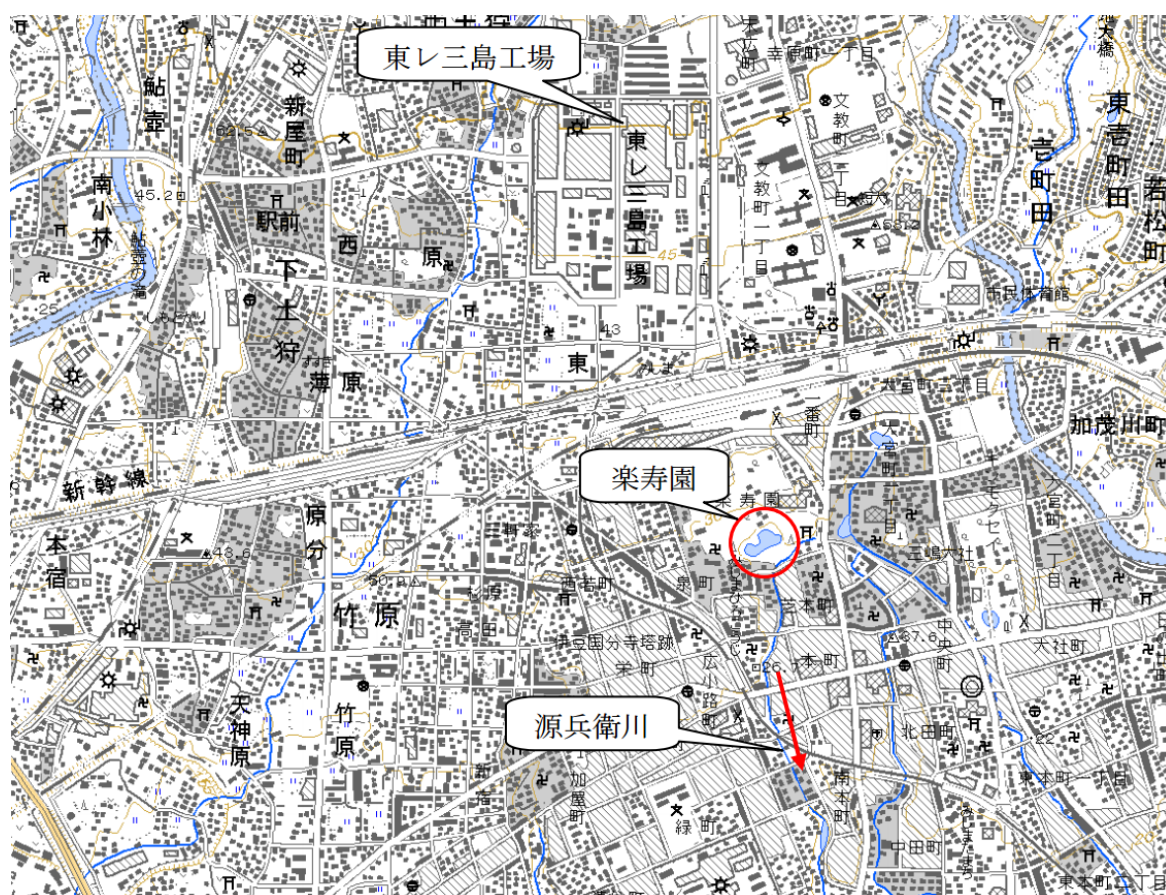
(五) 三島市源兵衛川營造及渡邊豊博先生社造推動

靜岡縣三島市源兵衛川，可說是近年來由下而上發起的社區改造的成功典範之一，不僅讓三島市的社區意識及整體環境重新建構，亦在國際間引起了熱烈迴響。

三島市位於靜岡縣東部，面積 62.13 平方公里，平成 18 年（2006 年）1 月統計人口數為 114,192 人，曾發掘出繩文、彌生時代的遺跡，是一個非常具有歷史的城市。三島大社、樂壽園、佐野美術館、中鄉

溫水池皆為在地知名景點。

因鄰近富士山，三島市以富士山噴發形成的火山岩及融雪而成的豐沛地下水脈而知名，源兵衛川即為此地理特性下形成的水路，源自樂壽園小浜池而出，流長約 1.5 公里。



資料來源：網路資料

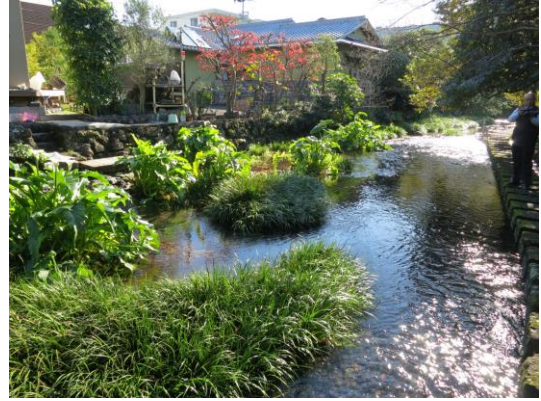
源兵衛川過去為農業用水路，供應農業灌溉使用，亦因水質清澈且豐沛，為當地飲用水來源。但在昭和 35 年（1960 年）起，因上游工業區抽取地下水作為製程冷卻水，使得源兵衛川水量減少，流經都市又有河川污染的情況發生。直到 1992 年 9 月三島市的民間團體意識到自己的家鄉正面臨環境惡化的問題，由渡邊豐博先生發起並成立特定非營利活動法人「Groundwork 三島實行委員會」，以水岸自然環境的再生與活化為目標，開始展開改善環境的行動。Groundwork 三

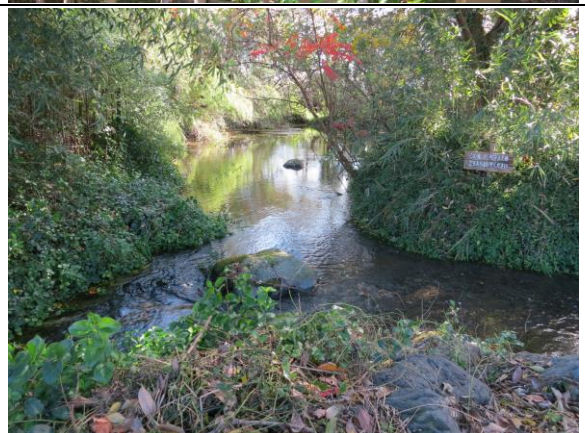
島在市民、企業、行政部門之間扮演相當重要的整合與協調角色。

源兵衛川能取得重大成功的關鍵，在於渡邊先生率領Groundwork三島在三年之內辦了 200 場座談會，除了蒐集在地住民意見之外，並規劃以東京人為對象的「水之都・三島・水畔垃圾撿拾旅行團」，住民因看見連外來的遊客都投入源兵衛川的清掃活動，逐漸意識到守護家鄉環境的重要性，喚醒住民意識。

另外為讓源兵衛川有穩定水量（夏季每日 36,000 噸、冬期每日 21,600 噸），要求使用地下水的企業要設置一條導水管，讓冷卻水能流入源兵衛川。另外提昇下水道接管率，讓家庭廢污水不會直接流入源兵衛川內，也透過在地多孔隙的火山岩作為河道旁的濾材，過濾流入的水體，讓水質更加乾淨，成功復育螢火蟲及當地特有種-三島梅花藻。

從環境再生出發，以環境永續為目標，源兵衛川的推動經驗不僅讓河川變乾淨，也帶動三島市觀光的发展。除了透過清掃行動讓居民看見環境的改變之外，GroundWork 三島亦以河川導覽方式帶領訪客認識源兵衛川，讓源兵衛川沿線的文化或景觀資源故事化，豐富了源兵衛川跟三島市，逐漸帶動起整個區域的發展。

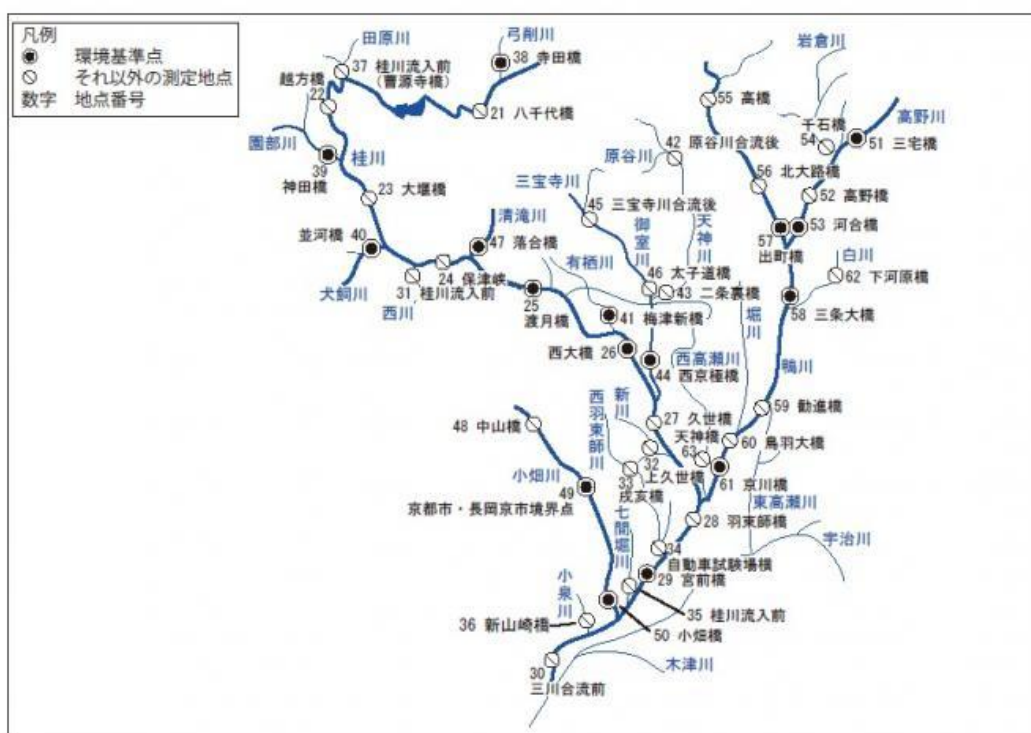




(六) 京都桂川、鴨川及高瀨川環境營造

桂川（かつらがわ）是流經京都府的淀川水系的一級水系。發源自京都府京都市左京區廣河原和南丹市美山町佐々里境界的佐々里峠。在左京區廣河原、左京區花脊向南流，在花脊南部轉向西流。東西橫斷京都市右京區京北地區，經由南丹市日吉町天若的世木水庫、同市日吉町中的日吉水庫，以降向南流入龜岡盆地。縱斷龜岡市的中央部，在保津峽向東南流，在嵐山出京都盆地後向南流，在伏見區和鴨川合流，在大阪府境和木津川、宇治川合流為淀川。

鴨川是流經日本京都府京都市的淀川水系的一級河川。起源於北區雲畑的棧敷岳東部的山谷的神父谷川和和起緣於棧敷岳南部的藥師峠的雲畑岩屋川在雲畑岩屋匯流成為雲畑川。雲畑川和起源於雲畑的魚谷山南部的山谷的中津川在出合橋附近匯流，在此之後就成為「鴨川」。



資料來源：網路資料

桂川河幅頗廣，河床中為穩定橋梁墩柱及溪床穩定，亦有臺灣常見之拋石及鼎塊等固床工法。在 202 號公路跨桂川的橋梁處，巨大的固床工及魚梯確保了防洪及生態兼顧的水域環境，固床工上游因此而形成了巨大的緩流水域，河中雁鴨成群，高灘地亦有簡易網球場供附近民眾使用，類似臺北市及新北市將公共設施設於淡水河基隆河的做法，可作為本市筏子溪的參考。



資料來源：Google Map

桂川上游嵐山為京都知名賞楓景點。橫跨桂川的渡月橋長 250 公尺，原橋在慶長 11 年（1606 年）設置，為全木構多墩設計，現在的橋為仿過去造型的鋼筋混凝土橋，故仍深具京都風味，與週邊景物建築相容。

平成 17 年（2005 年）在渡月橋上游設置一小規模的水力發電機組，其構造簡易並與取水堰整合，發電供鄰近公共照明使用，可作為

日後高灘地環境營造時，減碳節能的參考。



鴨川為京都知名河川。鴨川公園位於鴨川與高野川合流處，水質清澈，其間設有烏龜外型的踏石供民眾步行至對岸。楔川平行鴨川併行，沿岸店家 5 月到 9 月間會在河岸上設置木材組裝的高床，稱之「納涼床」為京都夏季特色。

鴨川實為高度人工渠化河川，肇因鴨川所在地為過去天皇居所，自古來洪氾不斷，天長元年（824 年）設置了擔任治水的官職「防鴨河使」，但洪水並未因此停止。平安末期掌權的白河法皇，將「賀茂之水」放在不如自己意之事（天下三大不如意）的第一位。豐臣秀吉建造的御土居的東部沿著鴨川，發揮了堤防的功能。另外寬文 10 年（1670 年）時今出川通到五條通為止的區間建設了寬文新堤，和御土居之間的土地被開發為新的市區。

鴨川複式斷面及步道設計，或許可以用於本市柳川、麻園頭溪等豐枯水量差異較大的都市型河道。只要透過一定間距設置跌水來減緩坡度，即可降低流速、抬升水位，營造平靜水域。兩側則設置步道及植栽槽，讓藍綠帶空間能成為市民生活休閒的好去處，進而帶動面河的商業活動。

鴨川的維持除了公部門的努力外，亦透過開放企業認養來取得足夠資源。此作法與源兵衛川的民眾參與略有不同，但同樣皆是擴大民間協助環境維護的好方法。日後或許可以制定法規來讓企業認養河川維護制度化，透過提昇其企業形象或其他獎勵方式，讓私部門願意積極參與環境維護工作。



高瀨川為京都的小型水路，慶長 19 年（1614 年）角倉了以、素庵父子開鑿了高瀨川，被當作連結京都和大阪之間的水路來利用。今日高瀨川的造景與人本步道的整合設計手法，亦是都市小水路的參考。日後常時水量較小的三面光水路，若能確定無洪氾疑慮，可採類似方式與臨水路的建築物整合。



肆、心得

臺灣目前水環境嚴重污染的情況，日本在 1960 年代經濟高度發展時也經歷過。但憑著對環境破壞的反省及制度規範建立，有效率的投入資源逐步提昇下水道接管率，改善水質及水量，如今取得如此豐碩的成果也是必然。

臺中市其實有足夠的條件豐富水域空間。除了持續提昇污水下水道接管率外，非法畜牧業及非法工廠的事業廢水取締也是未來要加強的重點，畢竟明槍易躲暗箭難防，若排放源頭皆能予以掌握並要求，下游承受水體被污染的情形將可有效減輕。

水域空間的活化並不僅是景觀美化，如何探索歷史脈絡，尋找文化跟水路的關聯，進而創造動線擴大到區域網的連結。把河川視為都市之根來認識它、保護它，才能進而認識這個城市，並且以此為核心，作為都市的發展基礎。

除了願景創造，細節的執行及對匠人的尊重，也是日本大和精神的呈現。在京都，一處施作道路側溝的工地，那平整的混凝土表面，不因日後就要深埋於地下而有絲毫馬虎，對比於臺灣各施工現場的隨性，實在令人汗顏。



伍、建議

（一） 深化歷史追尋水文化

鑑古知今。文化追尋及脈絡整理的缺乏，一直都是臺灣無法明確標示定位及未來發展方向，甚而錯誤開發的原因。臺中源於大甲溪及烏溪的地文水文，型塑牛罵頭文化、大肚王國、灌溉水路、水力發電等等與水有關的「水文化」，如何讓人願意重視，甚至再次融入生活中，創造出更有價值的產業，皆是臺灣及臺中要再次找尋定位的必經之路。

在這塊土地上，除了已被剷除的事物之外，還有能留下先人的資產讓後人知道過去發生的事，實在應立即投入。比如自來水公司的上水塔保存整建為自來水博物館；綠川新盛橋通、櫻橋通的正名與再現；水源地的文化資產保存與再利用；大肚山湧泉的過去等，皆可本於「水文化」脈絡再建立，去調查書寫紀錄。

（二） 擴大公眾參與及水環境教育

日本水環境的公眾參與，亦有部份是源自對這塊土地的認同。如何讓民眾願意投入努力保護屬於臺灣人的土地，有賴水環境教育的擴大與深化。