

出國報告（出國類別：考察）

赴日本參加第 17 屆世界湖泊研討會及考察污染源削減設施

服務機關：行政院環保署

姓名職稱：張根穆科長、陳薏涵技士

派赴國家：日本

出國期間：107 年 10 月 14 日至 20 日

報告日期：108 年 1 月

摘要

本次考察出國人員為張根穆科長及陳慧涵技士，於 107 年 10 月 14 日出發，參訪行程共計 7 日（含交通），參訪地點為日本關東地區，主要參訪行程涵蓋靜岡縣濱松市、茨城縣筑波市、神奈川縣橫濱市等城市。本次主要考察行程包括下列內容：

1. 本署與臺北科技大學、中原大學及成功大學共同參加第 17 屆世界湖泊研討會，針對我國水庫之調查與管理分別有 2 篇海報展示及 2 篇口頭報告。本次研討會主題為探討人類與湖泊的共生-持續性生態系的可能性，會場除專題演講、主題工作坊、海報展示、展覽攤位（含政府機關、大學、研究機構與廠商）之外，亦有特別展出針對日本第二大湖霞浦湖的再生，係藉由成立霞浦湖環境科學研究所，集結民眾、研究機關、企業與政府的公私部門合作，辦理相關水質監測、底泥及污染物流布調查、農業污染之去除管理等；並配合調查霞浦湖的生態資源與環境，展現霞浦湖經過各單位協作的努力成果，包括水質改善、多元生態等，值得我國參考。
2. 藉由與日本靜岡縣濱松市環境部環境保全課、常葉大學社會環境學部及濱松土木事務所之交流，了解佐鳴湖及其流域上下游之污染來源，及透過下水道建設（接管率 96.3%）、非點源（農地施肥、雨水逕流沖刷）管制、增加雨水收集、現地處理設施、水質的調查監測及環境教育等，以提升市民的環保意識，達到水質水量達標、自然豐富的生物相及吸引民眾親近湖域之目標。並實地參訪佐鳴湖的現地水質淨化設施、新川與段子川污染流入之匯流口及環教設施場所，了解佐鳴湖水環境營造的目標及工作內容。
3. 現地考察 2 處由日本 FujiClean 建置維護之生活污水現地處理設施（除磷型合併式淨化槽，分別為建置 5 年以上及建置 2 年），請教工作人員相關設施建置、單元配置、操作維護及水質管理細節，並拜會霞浦湖環境科學教育中心副執行長江幡一弘及國立環境研究所徐開欽博士，參觀中心內的設施及針對霞浦湖的展覽，包含霞浦湖的歷史演變、集水區的土地利用、水源的利用、水域的防洪、防災及動植物生態體系及宣導節水省水之影片，透過影片、解說海報、互動模型及教材，深入了解霞浦湖的流域管理經驗及執行細節。
4. 拜訪橫濱市國土交通省京濱河川事務所鶴見川多目的遊水地管理局，了解鶴見川整體治水對策，包括洪水調節設施（越流堤、防洪池、周圍堤、圍繞堤、排水門及高架式道路）、雨量的監測設施（水位計、CCTV）等，達到防洪、遊憩及生物棲息 3 大目標。

目 次	頁次
摘 要	1
壹、目的	3
貳、考察行程	4
參、工作內容	5
肆、心得與建議	15

壹、目的

為推動臺灣地區水庫水質改善、河川污染削減及管理，於前瞻建設-水環境建設-水與發展－加強水庫集水區保育治理計畫為經濟部水利署主政，本署、農委會林務局與水保局共同執行土砂防治及削減集水區生活污水點源污染。依據分工權責，本署應推動水庫污染熱區設置合併式淨化槽或多層複合濾料等水質淨化系統，並強化水庫水體水質監測，預期計畫期間有效削減水庫集水區點源污染之營養鹽排放量，降低水庫優養化潛勢及水庫營養鹽污染負荷。為改善水庫優養化問題，須考察國外湖泊水庫水質保育與污染源削減技術及實際應用案例，藉由交流本國與國外實務經驗，作為未來推動水庫水質管理政策之參考。

本次主要行程內容包括與臺北科技大學、中原大學及成功大學共同參加第 17 屆世界湖泊研討會，就我國水庫之調查與管理分別有 2 篇海報展示及 2 篇口頭報告；與日本靜岡縣濱松市環境部環境保全課、常葉大學社會環境學部及濱松土木事務所交流佐鳴湖水環境營造的目標及工作內容，並實地參訪佐鳴湖的現地水質淨化設施。現地考察日本 FujiClean 建置維護之生活污水現地處理設施（除磷型合併式淨化槽），請教工作人員相關設施建置、單元配置、操作維護及水質管理細節；拜會霞浦湖環境科學教育中心副執行長江幡一弘及國立環境研究所徐開欽博士，參觀中心內的設施及針對霞浦湖的展覽，深入了解霞浦湖的流域管理經驗及執行細節。最後拜訪橫濱市國土交通省京濱河川事務所鶴見川多目的遊水地管理局，了解鶴見川整體管理策略，以達到防洪、遊憩及生物棲息 3 大目標。藉由參與國際研討會、與湖泊水庫管理單位、學術單位之交流及考察現地水質淨化設施及生活污水處理設施，作為後續推動水庫湖泊水質管理執行工作參考。

貳、 考察行程

日期	地點	工作內容概要
107.10.14	臺北至日本東京	臺北至日本東京啟程
107.10.15	靜岡縣水庫 (濱松)	考察靜岡縣佐鳴湖污染源削減與管理
107.10.16	世界湖泊研討會(霞浦湖) (筑波, 茨城縣)	參加第 17 屆世界湖泊研討會議, 並發表本國水庫水質治理論文海報
107.10.17	霞浦湖 (筑波, 茨城縣)	現地考察 2 處除磷型合併式淨化槽 參訪霞浦湖環境科學教育中心及國立環境研究所
107.10.18	世界湖泊研討會(霞浦湖) (筑波, 茨城縣)	參加第 17 屆世界湖泊研討會議, 並口頭發表本國水庫水質治理演講
107.10.19	鶴見川 (神奈川縣)	拜訪鶴見川多目的遊水地管理局
107.10.20	日本東京至臺北	日本東京至臺北回程

參、考察工作內容

一、考察靜岡縣佐鳴湖污染源削減與管理

佐鳴湖主要位於靜岡縣濱松市西區，距離濱松市區約 5 公里，蓄水域面積約 1.2 平方公里，平均深度 2 公尺，蓄水量 240 萬立方公尺，該集水區面積廣達 58.23 平方公里，流域內人口有 16 萬 8,987 人，都市化比例約為 69.3%，下水道普及率為 92.7%。佐鳴湖過去與濱名湖連接，後因泥沙堆積及地殼的隆起，遂成為新川流域中段之湖泊；上游由新川及段子川流入，下游則由新川及舊新川流出。

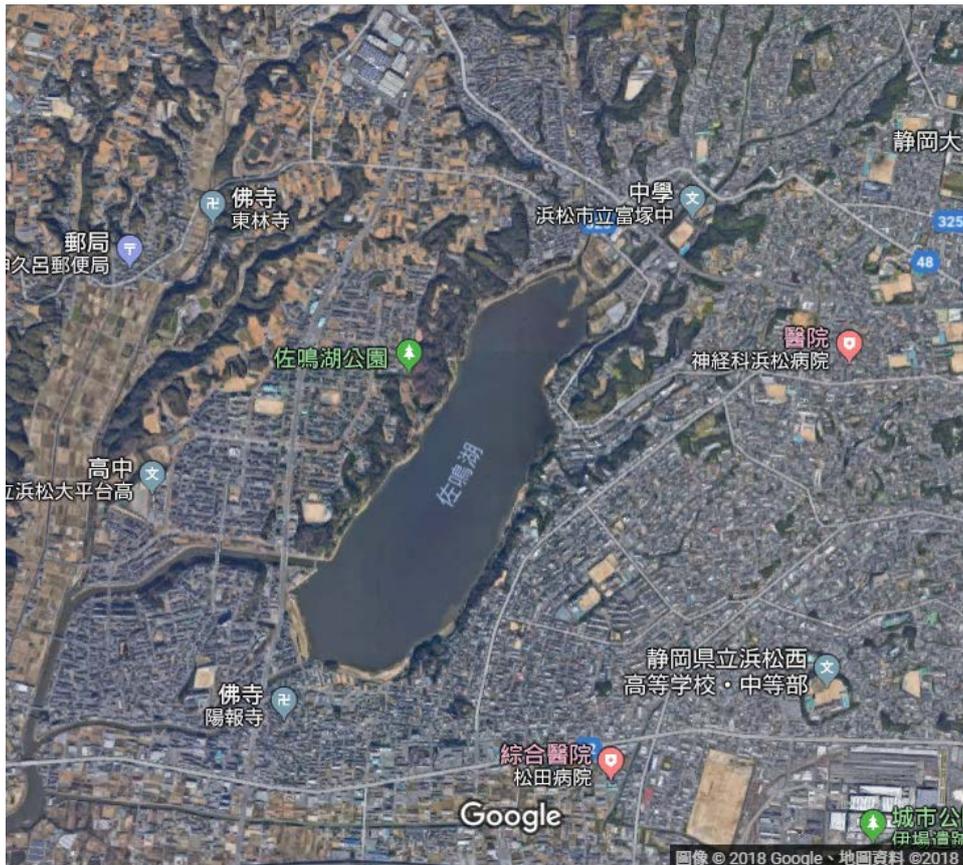


圖 1 佐鳴湖位置圖

佐鳴湖的周邊自從昭和 30 年起逐漸都市化，產生大量的生活污水，再加上農業廢水的排入，再加上靠近海邊，漲潮時會將下游濱名湖的湖水倒灌，擾動湖底的沉積物釋放營養鹽，逐漸成為優養、缺氧且發臭之水體。為改善水質，政府自平成 2 年起到平成 5 年間，辦理佐鳴湖底泥疏濬工作，以及將湖岸改為較緩坡的堤防，增加鳴佐湖的親水設施。從平成 7 年開始，針對事業管理、支流底泥的疏浚，下水道建設、家戶設置合併式淨化槽，建置人工浮島及人工溼地等方式作為水質淨化的手段。原本佐鳴湖於平成 15 年到 18 年間（2003 年~2006 年），水質都是日本污染量最高的湖泊，經過一連串的改善作為後，平成 27 年已降到全國第 14 位。惟當地政府仍不滿足，於是從平成 27 年開始執行佐鳴湖水環境向上行動計畫，由政府機關、事業與民眾成立佐鳴湖地域協議會，針

對水體的水質水量、自然生物及周邊環境制定短期及長期目標，再加上有專家學者及公民團體成立的監督委員會提出相關建議，在污染控制方面採取下水道清理及接管延伸、合併式淨化槽之設置、合理化施肥、水路、側溝的清掃、雨撲滿、草溝草帶的設置；在環境部分減少對生態的干擾，採取對外來種的防治措施；在周邊環境的營造保全佐鳴湖公園的森林環境、景觀、設施、步道的維護管理，成立生態博物館等，以達到水質水量改善、創造豐富的棲地環境與多元物種及促使民眾親近湖域、關心環境的目標。

本次於 10 月 15 日上午拜會日本靜岡縣濱松市環境部環境保全課水質保全組主任秋山靜香、職員野代尚靖；產業部農業振興科北區農業組組長山下康夫及生產環境組科員岡崙光慶、常葉大學社會環境學部主任小川浩教授及濱松土木事務所課長辻村貴之、班長佐藤純一郎及技師大石拓海，聽取濱松土木事務所針對佐鳴湖水質改善歷史演進及作為簡報，及產業部農業振興科針對非點源污染的控制作為，並交流相關議題且就日本的管理措施深入討論。下午參訪佐鳴湖現地水質淨化設施，由濱松土木事務所負責接待與解說，針對處理設施及人工溼地的維護管理、環境場域的營造及多元化環教內容的實施進行討論。



圖 2 拜會濱松市及參訪佐鳴湖照片

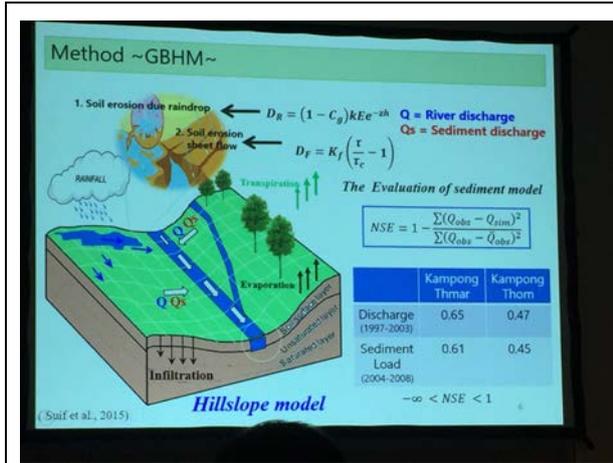
二、參加第 17 屆世界湖泊研討會

107 年 10 月 16 日本署與國立臺北科技大學、成功大學、淡江大學及中原大學組成的臺灣專家學者團共同出席位於日本茨城縣筑波市霞浦湖所舉辦的第 17 屆世界湖泊大會(17th World Lake Conference)。本次大會主題為探討人類與湖泊的共生—持續性生態系的可能性，會場除專題演講、主題工作坊、海報展示、展覽攤位（含政府機關、大學、研究機構與廠商）之外，亦有日本第二大湖霞浦湖的再生特展，係藉由成立霞浦湖環境科學研究所，集結民眾、研究機關、企業與政府的公私部門合作，辦理相關水質監測、底泥及污染物流布調查、農業污染之去除管理等；並配合調查霞浦湖的生態資源與環境，展現霞浦湖經過各單位協作的努力成果，包括水質改善、多元生態等，值得我國參考。

本次世界湖泊大會為日本第二次辦理，來自全日本及海外專家與會人員超過 500 人。臺灣專家學者團於大會會議過程共有兩篇海報發表（10 月 16 日）及兩篇口頭發表（10 月 18 日），其中海報是由國立臺北科技大學及中原大學團隊呈現執行環保署前瞻基礎建設-加強水庫集水區保育治理計畫之內容，包括針對優養化水庫建立總量管制計畫-以石門水庫為例及創新水質管理-無人船水庫水質監測技術，向國內外專業人士呈現我國水庫水質調查管理的成果；展示之海報皆吸引現場與會人員觀看並詢問交流研究成果。

正式研討會開始後，臺灣團專家學者們分別前往各自有興趣的會場聆聽專題報告，其中包括許多有關世界各地湖泊相當多元的資訊，並有不同的專題演講進行湖泊議題的探討，可以從中瞭解整個日本一些湖泊的相關污染研究與進展，以及在湖區的水質管理策略與污染消滅技術。日本正在研究有關降雨強度時空分布對水庫集水區水質的影響及藻類生長的行為變化，發現強降雨會導致營養源大量進入庫區，降雨過後藍綠藻如微囊藻(*Microcystis arginosa*)數量急遽增加。另外，在下午的大會論文發表會場已有國外學者針對氣候變遷對水庫水質優養化影響進行相關實驗室規模的研究，當氣候變遷導致水溫增加（25°C 增加至 30°C），並不會直接造成藻類數量遽增，但若再加上氮、磷等營養源貢獻後，發現藻類數量會急遽上升，這些水庫水質優養化研究資訊都可提供國內水庫水質管理單位參考。

10 月 18 日展開各技術研討會的報告，上午的會議開始於日本政府官員提供的一些案例研究報告，而成功大學陳菀如副教授在 Technical Session：Monitoring Based on Scientific Knowledge 發表了口頭報告，題目為 Evaluation of the impacts of human activity on water quality: A case study in a reservoir catchment in southern Taiwan (以台灣南部水庫集水區為例評估人類活動對水質的影響)，下午由成功大學張智華副教授發表口頭報告 Comparisons between the Characteristics of Natural Organic Matters in Upstream Inflowing Rivers and Discharging Sources of a Drinking Water Reservoir with or without the Transbasin Diversion。日本京都大學學者針對報告人以新興污染物作為示蹤劑以追蹤水庫集水區上游之人類活動之做法大為讚賞，認為很有科學研究的價值，並盛讚報告人此一研究成果一定對我國的水質管理有貢獻。會中日本的學者分享了自第六屆世界湖泊會議以來 Kasumigaura（霞浦）湖周圍條件的變化，以及其最近所採取的措施與成就，並提及當前



參加專題演講

會後大合照



成功大學陳婉如副教授發表口頭報告

成功大學陳婉如副教授回覆主席提問



成功大學張智華副教授發表口頭報告

說明水中有機質種類對水質的影響

圖 3 參與湖泊大會照片

三、考察除磷型合併式淨化槽並參訪霞浦湖環境科學教育中心

去氮除磷合併式淨化槽處理設施處理流程如圖 4 所示，為日本 FujiClean 公司商品化處理設施，處理單元包含生物厭氣過濾槽、生物曝氣過濾槽、沉澱槽、鐵鹽電解及消毒槽等；已獲得淨化槽法、建築基準法、全國淨化槽推進市町村協議等型式認定登錄。依 Fujiclea 司淨化槽型錄污染物去除功能可分為氮去除型、氮磷去除型，出流水濃度 SS、BOD、TN 皆可達 10 mg/L 以下；氮磷去除型乃於生物曝氣過濾槽內增設鐵電極，即於生物曝氣過濾槽上方掛設鐵電極板，通以電流使鐵電極溶出鐵離子，使磷與鐵離子結合形成磷酸鐵（ FePO_4 ）沉澱去除，出流水 TP 濃度可達 1.0 mg/L 以下，鐵電極每 8 個月更換一次。參訪茨城縣櫻川市民宅二處如圖 2 與圖 3，為 5 人份與 10 人份合併式淨化槽，兩者占地面積相同約 4 m²，惟 10 人份槽之槽深較大。



圖 4 去氮除磷合併式淨化槽（資料來源:日本 FujiClean 公司）

櫻川市民宅接受茨城縣櫻川町補助經費，採購 FujiClean 公司合併式淨化槽，已設置完工驗收且交由櫻川町公所管理，櫻川市公所則委託民間公司操作維護合併式淨化槽。

合併式淨化槽操作維護依 FujiClean 公司合併式淨化槽操作維護手冊，每季採樣分析水質，另於現場則採用水質檢測簡易試紙，可現場檢測 TP、TN、NO₃-N，如圖 4 所示由水質檢測試紙反應呈色判讀出流水水質濃度，可於現場直接判斷設施功能正常與否，每張水質檢測試紙單價約 50 日圓。此外，操作維護人員於現場時，可目視污泥是否阻篩或妨礙處理水流，若有可將污泥以人工引至沉澱槽，每隔半年或一年由水肥車抽取污泥。

霞浦湖入流口為碼頭，漁船、船舶停泊或觀光客參訪時經過之處，由於該處水流交換條件不佳，形成水質優養化藻類異常增殖，影響水環境與觀光，因此有必要對碼頭水體循環處理並去除磷。除磷處理模型場處理水量為 5,000 CMD，採用新穎技術，添加無機混凝劑、高分混凝劑與磁鐵粉，進行混凝去除磷，形成含有磁鐵粉之磷酸鋁或磷酸鐵之膠羽(floc)，在於後續利用磁氣分離快速磁吸以分離含磁鐵粉之磷酸鹽膠羽，處理目標水質為 TP 0.03 mg/L。

霞浦湖位於茨城縣東南方，為日本僅次於琵琶湖之第二大湖，流域居住人口約有 96

萬，為茨城縣自來水、工業、農業與水產等標的用水之重要水資源。環境科學中心於 2005 年(平成 17 年)4 月開幕，具有下列四項功能，概述如下：

1 調查研究及技術開發:縣內河川與湖泊水質調查及污染削減研究，霞浦湖湖泊環境研究、大氣化學研究。

2 環境學習:環境教育場址、辦理民眾交流會與講習會。

3 市民活動之支援與合作；支援民眾環保活動、定期辦理活動(夥伴、工作坊)。

4 資訊交流:出版年報、文宣資料、中心研究成果與網頁(HP)等。

此外，訂每年 9 月 1 日為霞浦湖日，提高縣民霞浦湖保護意識。



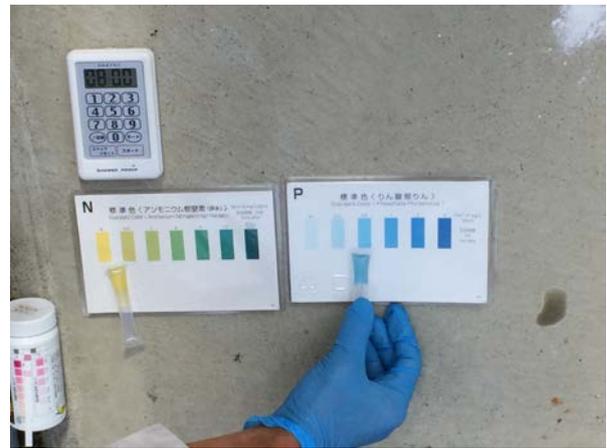
參觀合併式淨化槽



淨化槽外觀



電解除磷單元



水質檢測快篩試劑

圖 5 參與湖泊大會照片

四、拜訪橫濱市國土交通省京濱河川事務所鶴見川多目的遊水地管理局

鶴見川流域面積約 235 平方公里，流域長度約 42.5 公里，流域內人口約 196 萬人，流域內人口密度為 8200 人/平方公里，為全國第 1 位。流域內的洪水設施包含恩迴公園調節池、川和遊水地、梅田川遊水地、鳥山川遊水地、矢上川地下調節池及鶴見川多目的遊水地，其中以鶴見川多目的遊水地的貯水面積為最大，高達 390 萬立方公尺。為避免流域的氾濫，透過流域對策-保全綠地及建設防洪設施、河川對策-疏濬及築堤及下水道對策-雨水排水道及抽水站，達到治水防洪的目標。



圖 6 鶴見川流域及其管理單位

鶴見川多目的遊水地所在地為神奈川縣橫濱市港北區小机町及鳥山町，位於鶴見川及大熊川匯流口附近，面積約 84 公頃，越流堤約 450 公尺。過去周遭為農地及住家，洪水來時經常淹沒該地區，造成經濟財產的損失及人身安全的危害；近年來由於都市化發展，農地及綠地的減少造成流域內的保水蓄洪機能減低。為避免洪水越過堤防，並創造蓄洪的量能，日本政府自昭和 55 年起規劃，自 60 年起開始收購土地，平成 6 年起開工，到平成 15 年所有設施開始啟用。該遊水地設施包含越流堤、減勢池、周圍堤、圍繞堤、排水門、高架式道路。遊水地內有河濱運動場、棒球場，及各式架高建築（含橫濱國際綜合競技場、遊水地管理局、綜合保健醫療大樓等）。當洪水來臨時，洪水越過越流堤留至遊水地內，避免下游因洪水氾濫造成危害；洪水退去後，藉由排水門將水排回至鶴見川內。遊水地內設有雨量的監測設施（雨量計、水位計、CCTV），河川的防災

情報亦會傳到網路上(<https://www.river.go.jp>)，供各界參考。自設置遊水地後，多次的豪雨皆未造成下游的氾濫，特別是平成 26 年 18 號颱風時，調節將近 154 萬立方公尺的洪水，對下游水位減低有相當卓越之貢獻。鶴見川多目的遊水地除作為防洪設施外，亦作為市民休息遊憩之場地，區內有公園、球場、醫院等設施，加上周遭豐富的水域及陸域生態，創造多元的環境場域。

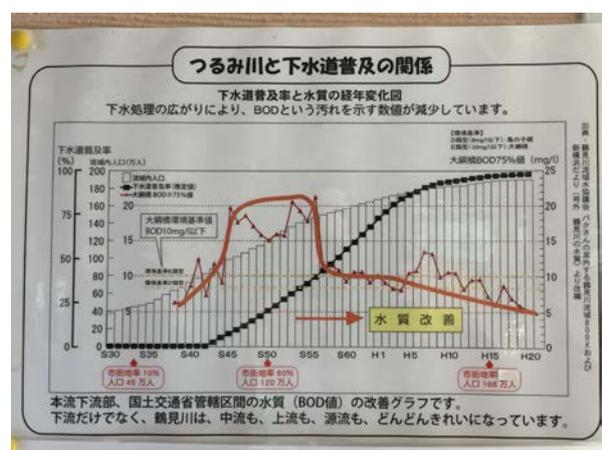
本次參訪地點為橫濱市國土交通省京濱河川事務所鶴見川多目的遊水地管理局，館內正在展出因暴雨而氾濫成災的照片，以及各種河川情報、防災資訊與環境教育資訊。我們參觀館內提供學童學習的圖書館，各式環境教育教材及水族箱展示流域內的水生生物，並由館員阿部裕治帶我們參觀頂樓的瞭望台，並介紹各種防洪蓄水設施，與過去遊水地自平成 15 年起經歷各式豪雨颱風制洪的實績。



管理局內照片展



館內立體模型



流域下水道情報



環境教育展覽



館員解説



施設前合影

圖 7 參觀鶴見川多目的遊水地管理局

肆、心得與建議

1. 本次於第 17 屆世界湖泊研討會針對我國水庫之調查與管理議題展示 2 篇海報及口頭報告 2 場次，藉由向各界分享我國水庫實務管理經驗，有助於增加我國國際能見度；並經由各國分享管理實務之切磋檢討，同時達到拓展國際視野及吸取各國經驗之雙重目標。
2. 本處刻正推動水庫水質改善與污染源削減措施，藉由與靜岡縣濱松市環境部環境保全課、常葉大學社會環境學部及濱松土木事務所等河川湖泊管理單位之交流過程，瞭解佐鳴湖及其流域在污染源控制、水質監測、現地水質淨化設施運作模式、水環境之營造之相關執行實例及細節經驗，值得本署爾後推動執行工作參考。
3. 富士清潔工業有限公司(Fuji Clean Co., Ltd.)，為日本國內具相當規模的廢水處理公司，服務項目涵蓋合併式淨化槽、工業廢水處理、鼓風機的製造和銷售及廢水處理設施之設計、施工與維護等，本次考察 2 處由日本 FujiClean 建置維護之生活污水現地處理設施，並現場與工作人員交流相關設施建置、操作維護及後續管理作為，可供後續推動除磷型合併式淨化槽技術之參考。
4. 本次拜訪霞浦湖環境科學教育中心及鶴見川多目的遊水地管理局，透過參觀中心內的設施及針對霞浦湖及鶴見川的展覽、深入了解霞浦湖的流域管理經驗及鶴見川整體治水對策執行細節，可師法其相關推動經驗及模式至水庫及集水區流域，透過各項措施達到水質改善、景觀遊憩及多樣生物棲息之目標。
5. 本次考察另邀請國立環境研究所徐開欽博士來臺分享霞浦湖水質保育成果與展望，有助臺日湖泊水庫管理交流。