

出國報告(出國類別:考察)

「日本水質現地處理淨化技術」  
出國考察報告書

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：許永興處長、宋欣真科長

派赴國家：日本

出國期間：100年12月11日至12月17日

報告日期：101年3月

# 出國考察報告

## 目 錄

公務出國報告簡表.....	1
出國考察報告摘要.....	3
壹、考察目的.....	5
貳、行程簡介.....	6
參、參訪結果.....	8
肆、心得與建議.....	29
伍、附錄	
一、遠賀川綜合水系整備事業水質淨化設施評估報告 .....	附-1
二、長崎縣諫早灣圍堤造地計畫簡介 .....	附-25
三、日本農業集落排水事業及典型污水處理設施簡介 .....	附-30
四、霞埔湖應用人工湖內湖削減入庫溪流污染研究 .....	附-38
五、日本水道公司（NSC）水庫優養控制技術簡報 .....	附-53

## 公務出國報告簡表

出國計畫名稱：日本水質現地處理淨化技術考察		
出國人姓名/職稱/服務單位： 許永興/處長/行政院環境保護署水質保護處 宋欣真/科長/行政院環境保護署水質保護處		
出國日期：100年12月11日至100年12月17日		
出國期間概況紀要：為了解日本水質現地處理淨化技術發展現況，透過國土交通省九州地方整備局與霞浦河川事務所、長崎縣諫早市上下水道局等參訪熊添川淨化設施(多段土壤層法)、諫早灣集水區污染防治及於下水道未及地區設置農業集落排水設施、霞浦湖優養防治措施等，了解氮、磷污染之處理技術。另拜訪日本水道公司(NSC)掌握新興水污染防治技術，包括改良式礫間接觸氧化法及水庫曝氣循環技術等。		
活動日期	活動內容	活動地點
12月11日	啓程飛往福岡	桃園-日本福岡
12月12日	參訪熊添川(遠賀川水系)多段土壤淨化設施	日本福岡
12月12日至13日	參訪長崎縣諫早灣植生淨化設施及農業集落污水處理設施	日本長崎
12月14日	從福岡飛往東京	福岡-東京

12月15日	參訪霞浦湖優養控制水質淨化設施	茨城縣土浦市、千葉縣區域之霞浦湖
12月16日	日本水道公司（NSC）技術交流	東京
12月17日	從東京返回台北	東京-台北

行程成果評估及心得建議：

本次考察行程內容涵蓋日本近年來發展之污水處理措施及現地處理技術，包含多段土壤層法、礫間接觸氧化法改良工法及農村聚落淨化設施，除對改善溶氧、生化需氧量及懸浮固體物之處理有成效外，可進一步解決氮、磷污染所導致之河川污染及湖泊優養化問題。藉由本次考察所掌握之新興技術發展，可規劃應用於我國河川污染整治及湖泊優養化之改善。

# 出國考察報告摘要

近年來本署推動許多河川現地處理設施，以改善河川水質及提昇河岸景觀，達到環境保護及生態保育之河川整治目標。常採用工法為人工溼地、水生植生淨化法及礫間接觸曝氣氧化法，對改善水中溶氧、生化需氧量、懸浮固體等項目成效良好。其中礫間接觸曝氣法，有較穩定有效的處理效能，常為一般污染嚴重河川所採用。

在國內河川環境改善的同時，本署為進一步解決氮、磷等營養鹽之污染問題，遂規劃本次至日本考察行程，參訪具氮、磷處理能力之現地處理及聚落式污水處理工法現況，以供國內未來推動之參考。另聽取日本水道公司(NSC)對礫間接觸氧化之氮、磷去除技術及水庫曝氣循環技術開發現況。概要如下：

1. 熊添川淨化設施(多段土壤層法)：熊添川淨化設施為多段土壤層法運用於日本河川水質現地處理的模範場址。其利用多段土壤層方式，改良傳統土壤滲濾法的處理速度慢及易堵塞造成短流的缺點，每日處理量可達處理 7,000 立方公尺，BOD 處理率 90%，總磷處理率 60%。
2. 長崎縣諫早灣優養防治措施：長崎縣諫早灣海域因優養化曾發生赤潮和青潮，造成龐大的漁業損失，爰對諫早灣集水區作污染防治規劃。其中於下水道未及地區設置農業集落排水事業，並有淨水污泥淨化設施及植生淨化設施，以減少碳、磷污染來源，降低藻華情形之發生。
3. 霞浦湖優養防治措施：霞浦湖為日本第二大天然湖泊，受生活污水、工業廢水及畜牧廢水之污染。日本政府除針對點源污染進行處理，尚利用植生淨化施設、人工湖內湖及植生護堤，控制非點源污染所造成大量泥沙及營養鹽流入。
4. 日本水道公司(NSC)技術交流
  - (1) 礫間接觸曝氣氧化技術已日漸成熟，現今之發展重點逐漸聚焦於改良式礫間之

脫硝除磷功能。在脫硝方面，乃於淨化流程中增加污水回流機制或利用植生淨化法幫助脫硝流程進行；另外在磷去除方面，根據活性污泥法添加凝集劑除磷流程，可在曝氣槽後段添加凝集劑。利用上述處理流程的改變及修正，達到脫硝及除磷的功效，使礫間接觸曝氣氧化法得到進一步之改良。

(2) 水庫優養化改善策略選定須掌握水庫相關物理化學資訊後擬定。水庫表層部之滯留改善可裝設散氣管或螺旋槳曝氣循環裝置。對應厭氧化底泥溶出，可利用全層循環裝置及深層曝氣裝置。然全層及深層曝氣只適用於水深 > 15 m 的水庫，較淺水庫，建議採用遮光或導水稀釋對策。

# 壹、考察目的

本署為改善及維護我國水體環境品質，持續打造宜人樂活之水環境，研提「水體環境水質改善及經營管理計畫」，並奉行政院 100 年 5 月 5 日核定辦理，預計 101 年至 106 年針對 11 條重點河川進行改善及管理水體環境水質工作，期能達到河川不缺氧、不發臭、水庫活化等目標。該計畫主要工作項目之一為營造近自然河川，並依「確保多樣化河川」、「確保連貫性的環境條件」、「保護重要生物生存」及「確保水的循環」等 4 項原則來達成目的。

為改善下水道未及地區之河川污染情形，近年來本署推動許多河川現地處理設施，以改善河川水質及提昇河岸景觀，達到環境保護及生態保育之整治目標。目前國內常採用工法為人工溼地、水生植生淨化法及礫間接觸曝氣氧化法，對改善水中溶氧、生化需氧量、懸浮固體等項目成效良好。為進一步解決氮、磷等營養鹽之污染問題，遂至日本參觀具氮、磷處理能力之現地處理及聚落式污水處理工法現況，以供國內未來推動之參考。

## 貳、行程簡介

本次參訪內容簡要說明如下：

一、熊添川淨化設施(多段土壤層法)：熊添川淨化設施為多段土壤層法運用於日本河川水質現地處理的模範場址。其利用多段土壤層方式，改良傳統土壤滲濾法的處理速度慢及易堵塞造成短流的缺點，每日處理量可達處理 7,000 立方公尺，BOD 處理率 90%，總磷處理率 60%。

二、長崎縣諫早灣優養防治措施：長崎縣諫早灣海域因優養化曾發生赤潮和青潮，造成龐大的漁業損失，進而對諫早灣集水區做污染防治規劃，其中於下水道未及地區設置農業集落排水事業，並有淨水污泥淨化設施及植生淨化設施以減少碳、磷污染來源，降低藻華發生情形。

三、霞浦湖優養防治措施：霞浦湖為日本第二大天然湖泊，受生活污水、工業廢水及畜牧廢水之污染，日本政府除針對點源污染進行處理，尚利用植生淨化設施、人工湖內湖及植生護堤控制非點源污染所造成大量泥沙及營養鹽流入。

四、日本水道公司(NSC)技術交流

(一) 礫間接觸曝氣氧化技術已日漸成熟，現今之發展重點逐漸聚焦於改良式礫間之脫硝除磷功能，在脫硝方面乃於淨化流程中增加污水回流機制或利用植生淨化法幫助脫硝流程進行；另外在磷去除方面，根據活性污泥法添加凝集劑除磷流程，可在曝氣槽後段添加凝集劑。利用上述處理流程的改變及修正，達到脫硝及除磷的功效，使礫間接觸曝氣氧化法得到進一步之改良。

(二) 水庫優養化改善策略選定須掌握水庫相關物理化學資訊後擬定。水庫表層部之滯留改善可裝設散氣管或螺旋槳曝氣循環裝置；對應厭氧化底泥溶出，可利用全層循環裝置及深層曝氣裝置，然全層及深層曝氣只適用於水深 > 15m 的水庫，較淺水庫，建議採用遮光或導水稀釋對策。



本次出國參訪行程摘述如下表：

日期	參訪內容
12/11	從台北飛往福岡
12/12	熊添川（遠賀川水系）多段土壤淨化設施參訪
12/13	長崎縣諫早灣植生淨化設施及農業集落污水處理設施參訪
12/14	從福岡飛往東京
12/15	霞埔湖優養控制水質淨化設施參訪
12/16	日本水道公司（NSC）技術交流
12/17	從東京返回台北

# 參、參訪結果

## 一、熊添川（遠賀川水系）多段土壤淨化設施參訪

### （一）前言

土壤處理法係利用土壤之淨化原理以土壤粒子作為濾器（物理作用）、利用土壤中黏土礦物及腐植質作吸附材（化學作用）、利用土壤中生態作生物分解（生物作用），去除有機物、營養鹽及重金屬等物質。因利用土壤自然滲透，處理速度較慢，故需龐大土地面積且易發生阻塞。而多層式土壤化法係藉由多段通水層及土壤層，提升單位面積之淨化速度及高濃度污水之淨化能力，可處理大量污水。

多層式土壤化法在設計上將改良土壤以煉瓦層積狀配置，並在土壤層周圍以透水性較佳、粒徑較均一的資材充填於通水層，另外各層間有安裝曝氣設施（如圖 1 所示）。因層狀的排列方式及通水層的配置，可一方面保持土壤的污水淨化機能，另一方面同時改善以往土壤淨化法阻塞的問題點，提昇短路水流之處理，增加處理速度；而藉曝氣設施的操作，來控制系統之好、厭氧狀態，以控制處理機制。此外，改良土壤之配方乃以日本本土之黑灰土、真砂土、紅土、沖積土等依比例調配，並混入活性碳、木屑及鐵，以強化有機物及氮、磷之去除；而通水層之資材則使用對氨吸附性能高的沸石、輕石、木炭，增加除氮效果。

多段土壤淨化設施在應用上可處理生活污水、餐廳、廁所排水、畜產廢水、農業回歸水及河水。在河川現地處理之應用，於日本福岡縣飯塚市的熊添川及島根縣隱岐郡的宇屋川等有實際應用案例，其中以熊添川系統場址規模最大，約 1,750m<sup>2</sup>，處理量 7,000 CMD，BOD 平均進流濃度 15.7 mg/L，最大至 50 mg/L。

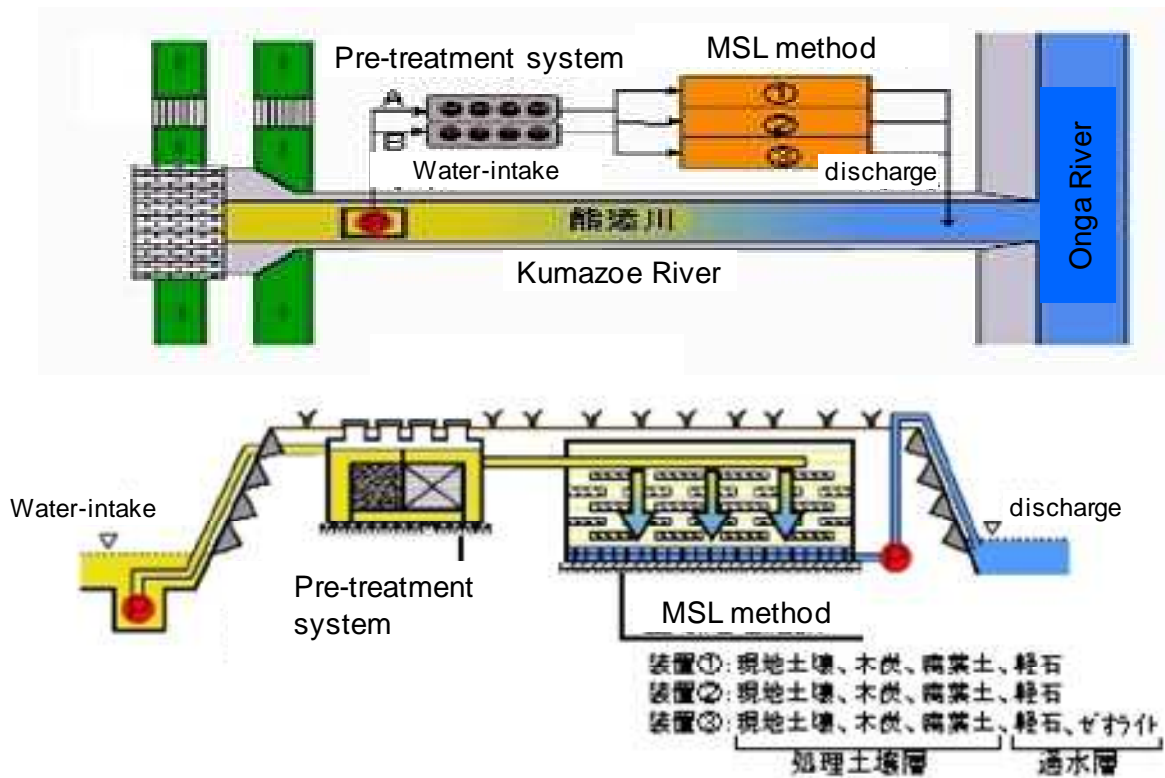


圖 1 熊添川多層次土壤處理系統構造圖

## (二) 淨化設施概要

遠賀川流域具有自來水源、農業及工業用途，其中熊添川為遠賀川之支流，流經飯塚市街地，與一般都會型河川同樣具有川幅狹小、基流量少、大量生活排水注入等特性，導致河川惡臭四溢。為解決熊添川污染問題，日本國土交通省九州地方整備局於遠賀川設置一導水設施，導引遠賀川水稀釋熊添川水質，以減少惡臭，並於下游設置一多層次土壤水質淨化設施淨化污水。

本處理設施於西元 2000 年開始調查及施工，於 2005 年正式開始運轉。系統內容如圖 1 所示，各項單元設計內容詳如表 1。利用泵浦取水至淨化設施，並於前方設置攔污柵攔除垃圾及落葉等，淨化設施包含前處理槽及土壤淨化槽，前處理槽採接觸氧化法，選用塑膠材作為濾材，可初步移除 SS 及 BOD，避免土壤淨化槽堵塞，而後以多層式土壤淨化槽再淨化污水，可將 BOD 去除率提昇至 90%，平均出流水質維持 BOD 約 1mg/L。

表 1 熊添川淨化設施單元

項目		計畫單元	備註		
水質、水量	計畫水量	熊添川流量	0.03 m <sup>3</sup> /S	2,600 CMD	
		導水水量	0.08 m <sup>3</sup> /S	6,900 CMD	
		熊添川流量(導水後)	0.11 m <sup>3</sup> /S	9,500 CMD	
		淨化水量	0.08 m <sup>3</sup> /S	6,900 CMD	
	計畫水質	BOD	熊添川水質	30 mg/L	
			熊添川導水後	10.0 mg/L	日本環境基準 E 類水體水質標準
			淨化後	1.0 mg/L	去除率 80%
取水、除塵設施	取水方式		揚水方式取水		
	取水控制方式		水位計與濁度計的控制		
	除污方法		攔污柵	隔絕垃圾	
	取水堰	堰的種類		橡皮堰	合成橡皮
		堰的倒伏	倒伏時：自動		倒伏水位 T.P.+11.5m
			站立時：自動		站立水位 T.P.+11.2m
淨化設施	前處理槽	淨化方式		接觸氧化法	
		停留時間		0.5 hr	
		槽形狀		流下距離 3.4m×槽幅 2.5m×高 3.3m	
		槽數		12 槽	4 系列×3 室/系列
		接觸濾材		塑膠濾材	
		孔隙率		—	
	土壤處理槽	淨化方式		多段式高速土壤淨化	
		停留時間		2~3 hr	
		槽形狀		槽長 20m×槽幅 15m×高	
		槽數		6 槽	
		接觸濾材		混合土壤	現地土及 masa 土
		孔隙率		—	

### (三) 淨化設施環境改善效益

在導遠賀川水入熊添川後，BOD 由 37.7 mg/L 降至 6.4 mg/L，達成目標環境 E 類水體水質標準，河川臭味及水色皆有改善。而在經多層次土壤淨化設施處理後，BOD 可達 0.6 mg/L，去除率達 90% 以上。因多層次土壤槽由輕石及火山灰土所構成，火山灰土為一高磷附著性之土質，在總磷去除方面，約由 0.21 mg/L 降至 0.14 mg/L（去除率 34%）。在熊添川淨化設施設置後，遠賀川下游之遠賀川鯰田段，雖魚相變化不顯著，但有新增出現尖頭鱖及虎魚等魚種。



圖 2 熊添川多層次土壤淨化設施



圖 3 多層次土壤淨化設施模型



圖 4 與九州地方整備局遠賀川河川事務所河川環境課  
課長 永島田 剛專門員討論





圖 5 熊添川多層次土壤淨化設施（一）



圖 6 熊添川多層次土壤淨化設施（二）

## 二、長崎縣諫早市農業集落污水處理設施參訪

### （一）前言

諫早灣沿海地區長期受海潮影響，時有淹水情事發生，為改善淹水問題，日本政府於諫早灣外海興建壩堤，原海灣形成內海可調節水量。但因人為破壞自然生態及長期沿岸污水排入，污泥沉積及營養鹽累積，發生藻華，導致死魚，影響水產養殖業。因此，日本政府於 2004 年起，開啓一連串整治行動計畫。而總磷排入的控制為其一工作項目，提出之污染削減策略如：促進生活排水妥善處理率、肥料農藥使用減量、干拓地排水直接淨化、畜牧排泄物妥善處理、活用自然淨化能力、開發新型水質淨化技術。本次參訪行程參觀諫早灣整治措施中三項具去氮除磷功能，分別是：1. 農業落排水處理、2. 淨水污泥淨化設施、及 3. 浮體式水耕栽培植生淨化設施。各項設施概要分別說明如下：

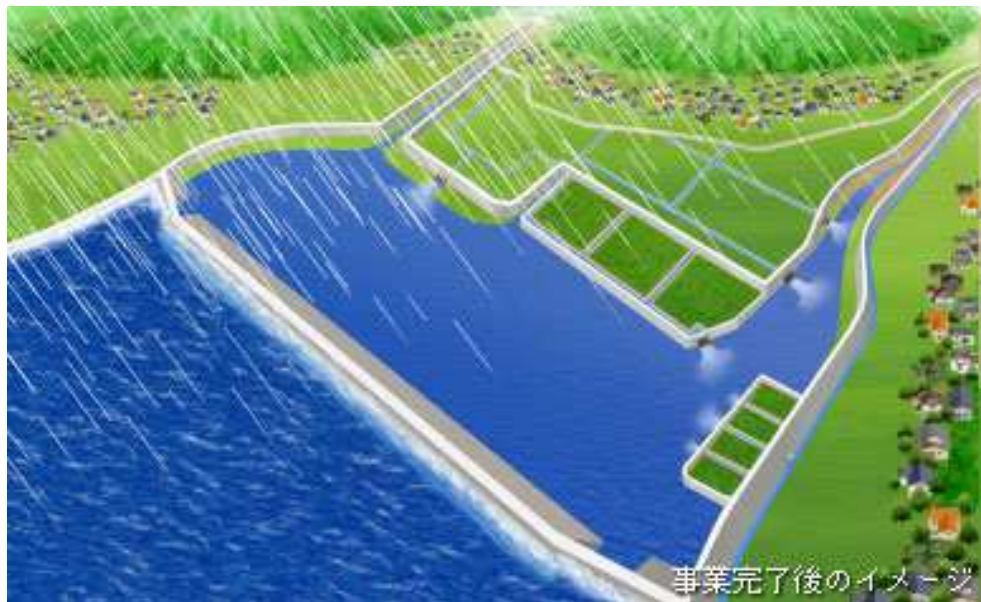


圖 7 諫早灣干拓地示意圖

## (二) 農業集落排水處理概要

日本生活污水管理方式，於市街化區域內以公共下水道統一收集匯入污水廠進行處理為主；而市街化區域以外之地區，則根據主管機關、處理規模及補助金制度的不同，劃分為「公共下水道」、「農村集落排水」及「淨化槽」三類。市街化區域內、外之公共下水道、農村集落排水皆以地下管渠收集生活污水至污水廠一併處理，屬集合處理設施；而住宅之合併式化糞池則屬於個別處理設施。如圖 8 及圖 9 所示。





圖 8 日本生活污水管理方式



圖 9 日本生活污水管理之建設藍圖

公共下水道系統主管機關為國土交通省。市街化區域內之公共下水道為狹義之公共下水道，係指一般人口稠密都會區之公共下水道；而市街化區域外之公共下水道，則為處理規模 1,000 人以上，相對人口較密集區域之下水道。農村集落排水主管機關為農林水產省，多處理 1,000 人以下之聚落。淨化槽的主管機關則為環境省，處理住宅單獨設置或聯合社區、大廈之污水處理淨化槽。詳如表 2 所示。

此外，作為糞便處理設施還有單獨式淨化槽和日式乾廁兩種。然而單獨式淨化槽僅收集處理糞尿污水，並未收集生活雜排水，故 2000 年「淨化槽法」修正公告後，新建築一律採用合併式淨化槽，禁止繼續使用此兩類設施。目前只剩既有之舊建築還能看到此兩類設備。

**表 2 市街化區域外地區生活污水處理整備方法**

處理方法	適用範圍	主管機關	維護管理單位
公共下水道	1,000 人以上	國土交通省	地方自治體
農業集落排水事業	1,000 人以下之聚落	農林水產省	地方自治體
淨化槽	住宅之生活污水	環境省	個人（屋主）

聚落式污水處理屬於集中處理型態之中小型生活污水處理系統，服務對象為小區塊集中型住宅區、遊憩區、學校或營區。因處理規模小，可採就地處理方式設計，具有施工期短、污水輸送成本低、施工容易、污水妥善處理率提昇等優點。在管理面上因系統小且分散，可分散系統風險，在系統故障時影響用戶較少，修復速度較快且花費較小。因此針對人口密度低之公共污水下水道建設不易到達地區，依污水排放型態劃分處理規模，以聚落式污水處理設施處理生活污水，實為妥適之污水處理替代方案。美、日等先進國家在污水下水道服務區接管率達一定程度後，為有效防治非服務區生活污水污染，亦就人口聚集和地域型態規劃合適之污水收集處理系統，積極推動污染防治系統及制定評估

制度，期以經濟有效的污染防治策略，改善生活環境。

根據日本國土交通省、農林水產省、環境省（3省）統計，截至2009年，全國污水處理人口普及率達85.7%。其中在人口數未滿五萬人的市町村中，污水處理人口普及率達71.0%，小型污水處理廠、農業集落排水及合併式處理淨化槽等分散式處理設施之普及率共占25.6%，分散式處理設施的普及率目前仍持續推動成長中。

本次參觀地點長崎縣諫早灣地區共有2座公共污水下水道、4座特殊環境保全下水道、18座農業集落排水設施，處理地區生活污水，減少對沿海地區水質影響。本次參觀行程選定本明-目代污水處理場，外觀如圖10所示，由諫早市上下水道局下水道課吉原一孝技術職員解說。此污水處理場已運作10餘年，營運與操作維護經驗成熟，其污水處理設施細項總覽如表3所示。本明污水處理設施之處理流程為回分式活性污泥法，由日本財團法人地域環境資源中心所開發。處理技術主要在一反應槽體中，按時間間隔進行攪拌、曝氣攪拌、沉澱、排出上澄液、污泥移除等作業，控制反應槽內運轉時間調節，重複創出厭氧及好氧條件，去除有機物及氮化物；另外利用鐵溶液與污水中磷酸根反應產生沉澱污泥去除磷，當污泥沉澱後上澄液為處理後放流水。其系統內空氣供給量的控制、污泥移除量需有良好的操作經驗。而反應槽在設計上，須注意防止上澄液排出時有污水溢出情形，避免污水污染上澄液，降低處理系統之處理效率。



圖 10 諫早灣本明日代農業集落排水設備

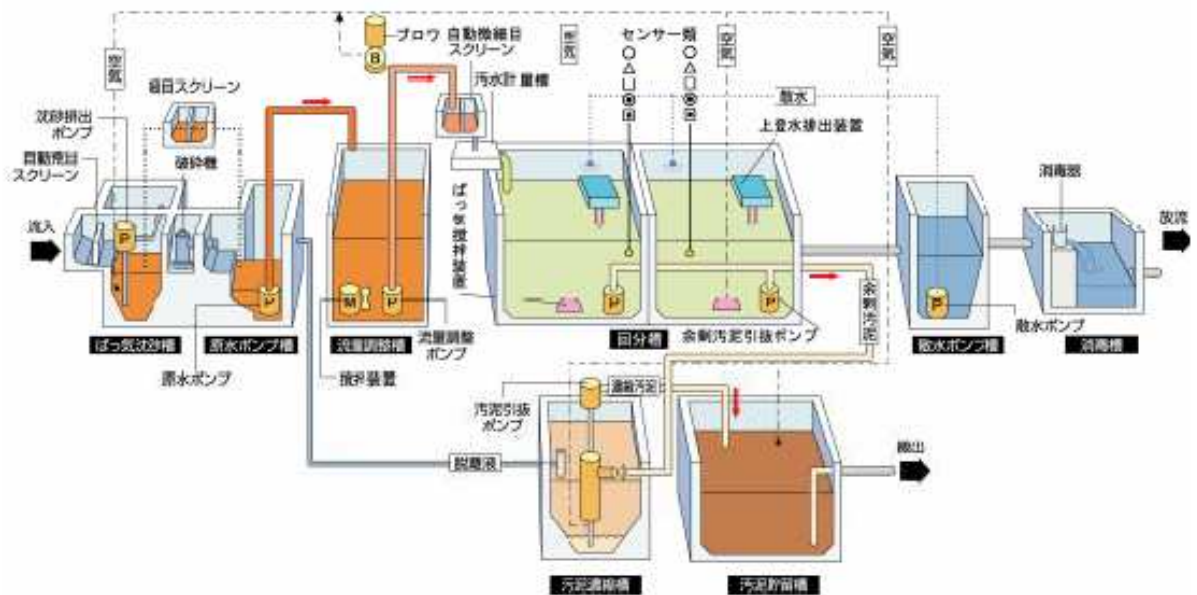


圖 11 諫早灣本明日代農業集落排水處理流程





圖 12 諫早灣本明目代農業集落排水設備

**諫早市農業集落排水事業 本明・目代地区污水处理施設**

**事業概要**

事業主体 諫早市  
 事業名 農業集落排水事業（緊急型）  
 地区名 本明・目代地区  
 事業年度 平成9年度～平成13年度  
 処理対象人口 2,230人  
 対象戸数 613戸  
 処理方法 JARUS XII G型

計画汚水量 602m<sup>3</sup>/日

計画水質

項目	流入(mg/l)	流出(mg/l)	除去率(%)
BOD	200	10	95.0
SS	200	15	92.5
COD	100	15	85.0
T-N	43	15	65.1
T-P	5	1	80.0

圖 13 諫早灣本明目代農業集落排水設備概要



圖 14 聽取諫早市上下水道局下水道課吉原一孝技術職員解說



圖 15 參觀諫早灣本明日代農業集落排水處理設施



表 3 本明目代農業集落排水概要

地點	諫早市、本明町 12-2
供用開始年月日	2001.7.1
處理區	本明・目代地區(農)
計畫處理能力(m <sup>3</sup> /日)	602
現有處理能力(m <sup>3</sup> /日)	602
處理方式	回分式活性污泥方式(JARUS-X II G)
計畫區域面積(ha)	49.4
計畫處理人口(人)	2,330
計畫處理戶數(戶)	613
供用開始面積(ha)	4,934
供用開始人口(人)	1,630
供用開始戶數(戶)	874
放流河川	本明川
放流水質(mg/L)	BOD 10 SS 15 TN 15 TP 1

### (三) 淨水污泥淨化設施概要

淨水污泥淨化設施係將自來水淨化流程中產生含鋁鹽、鐵鹽之污泥再利用，作為河水或處理過污水之再淨化滲濾材，污泥作為混凝劑吸附水中磷酸根，再淨化河川、污水處理廠放流水，將水灑散在土面上滲透過濾後放流，其後土壤可作為農業或園藝用土。此技術之構想，如圖 16 所示，系統構造如圖 17 所示。本次參觀諫早灣中央干拓地流出水試驗場，場址面積約 6,000 m<sup>2</sup>，削除 COD 43.2 kg/day，T-N 26.0 kg/day，T-P 1.00 kg/day。

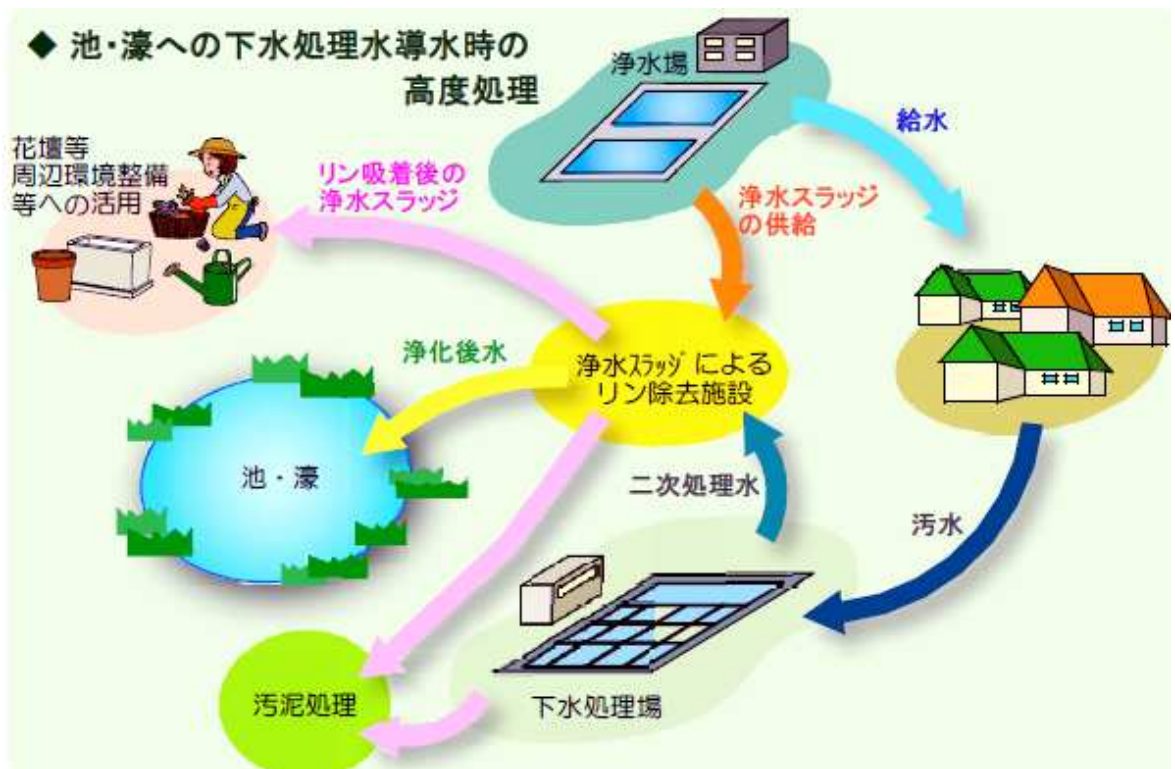


圖 16 淨水汚泥再利用之系統概念



圖 17 淨水汚泥淨化設施系統構造



#### (四) 浮體式水耕栽培植生淨化設施概要

浮體式水耕栽培植生淨化設施係利用水面之浮體筏種植水耕蔬菜植物，利用植物的根浸潤至水中，吸收溶於水的氮、磷污染物生長，藉而去除水中的營養鹽，達到保護水體的功用。浮體式水耕栽培淨化法設置於流入調整池的排水路上，如圖 18 所示，以無肥料、無農藥的有機栽培方式種植蔬菜。藉由地區民眾參與，建造出屬於全民的農場，達到民眾育樂交流及環境保護的作用。



圖 18 浮體式水耕栽培植生淨化設施系統實景



圖 19 諫早灣污染防治整體概要圖



圖 20 參觀諫早灣污水污泥淨化設施

### 三、霞浦湖優養控制水質淨化設施參訪

#### (一) 前言

霞浦湖為日本第二大湖，提供日本關東地區自來水、農業用水、工業用水重要的水資源，另有豐富的漁業資源。霞埔湖因過度使用及周圍過度開發，致使污染不斷流入湖內累積，1970 年代起不斷有藻華情形發生，經過長期整治直到 1990 年後水質優養情形才有所改善。本次參訪國土交通省霞ヶ浦河川事務所土浦出張所管轄之人工湖內湖淨化法。

#### (二) 人工湖內湖概要

內湖為分佈在湖周圍的小湖，內湖水與湖水間有一外牆隔離水，內湖是路地至水域的緩衝地帶，對淨化水質和保護生物多樣性具有很大的作用。在支流河口建置湖內湖，以去除來自於河流的非點源污染。霞浦湖之人工湖內湖設至於川尻川河口，如圖 21 所示，其構造詳如圖 22，水深 1m、沉積部 2m、面積約 30,000 m<sup>2</sup>、沿岸長度約 350 m。川尻川主要承受家庭污水與農業污水，平均水質為 T-N 2.9 mg/L，T-P 0.25 mg/L。人工湖內湖的結構設計是以出水時



的高峰流量為基礎  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ，預估總磷去除率約 50%。湖內湖主要由河口附近的堆泥池及一般沉澱池構成，基本的淨化機制是沉澱，因此定期需進行泥砂疏浚。

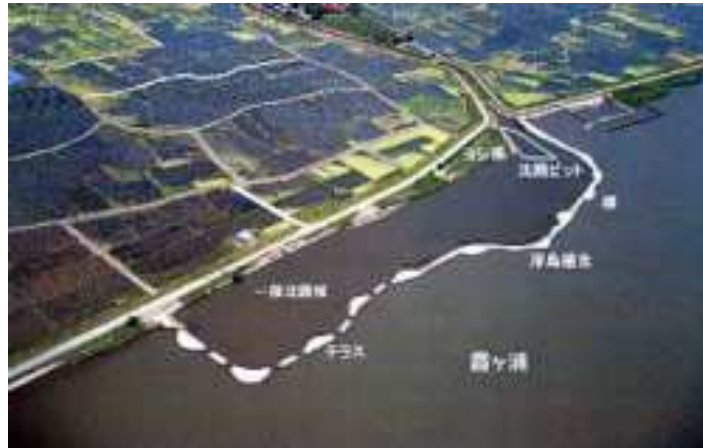


圖 21 人工湖內湖全景

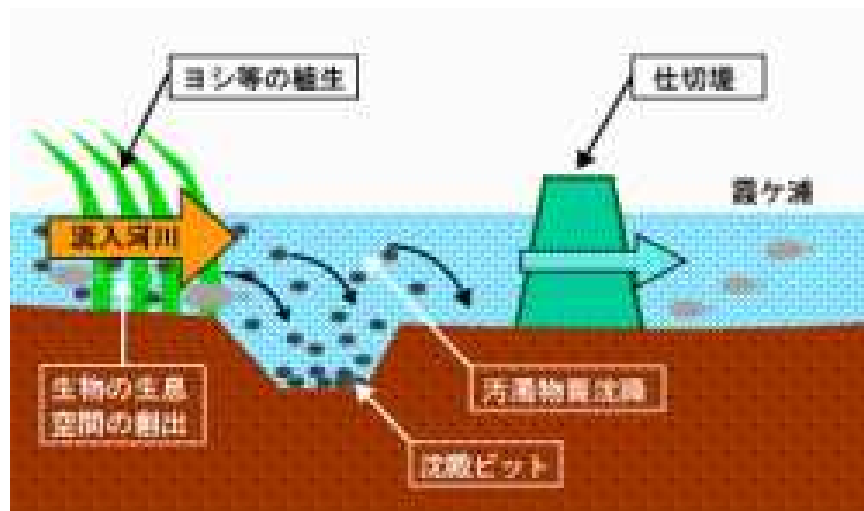


圖 22 川尻川人工湖內湖構造



圖 23 聽取霞浦湖人工湖內湖淨化設施說明



圖 24 霞浦湖人工湖內湖淨化設施（一）



圖 25 霞浦湖人工湖內湖淨化設施（二）

#### 四、日本水道公司 Nihon Suido Consultants Co., Ltd. (NSC) 技術交流

##### （一）改良式礫間曝氣

礫間接觸氧化法係將目標處理水體引流至填充礫石的處理槽，使污水與礫石表面的生物膜接觸反應，達到水質淨化目的。傳統礫間接觸法常以簡易礫石槽為淨化主體，導水進入槽體淨化水質，單純以自然淨化方式進行，其淨化能力有限，對於溶氧量極低或生化需氧量大於 20 mg/L 之水體，不建議採用礫間接觸氧化法。因此，為使礫間接觸氧化法能適用於處理水質濃度更高之水體，可將處理流程納入曝氣系統，稱為礫間接觸曝氣氧化法。此法於礫石槽體底部埋設曝氣管，利用定期定量之曝氣提供微生物氧化分解時所需之氧氣，進而提昇微生物分解有機性物質（如生化需氧量、氨氮等）之處理機能，可以有效提昇礫間接觸處理之淨化效率，適合水質濃度較高之河川，其  $BOD_5$  負荷可耐受至 80 mg/L 左右。其淨化流程為取水→沉砂→曝氣→接觸氧化→消泡→放流，系統中之接觸氧化處理槽區分為曝氣部及非曝氣部，藉由曝氣部與非曝氣部兩者之搭配，由曝氣部負責污染物之生物氧化分解，而非曝氣部負責懸浮固體及生物污泥之接觸沉澱。然而在去氮除磷機制方面，氨氮在曝氣部可將氨氮轉換成硝酸



氮，但硝酸氮要脫硝轉換成氮氣，需要有脫硝菌和有機質的存在，需要有複雜的處理流程（生物循環槽）。而一般的礫間接觸曝氣氧化槽為水平流式進水，難以形成良好的脫硝環境，因此無明顯脫硝功能。

礫間接觸曝氣氧化技術已日漸成熟，現今之發展重點逐漸聚焦於改良式礫間之脫硝除磷功能。在脫硝方面，乃於淨化流程中增加污水回流機制或利用植生淨化法幫助脫硝流程進行；另外在磷去除方面，根據活性污泥法添加凝集劑除磷流程，可在曝氣槽後段添加凝集劑。利用上述處理流程的改變及修正，達到脫硝及除磷的功效，使礫間接觸曝氣氧化法得到進一步之改良。

## （二）水庫曝氣循環技術概要

水庫、湖沼、貯水池在春夏季時，氣溫回升，表層受熱，同時間表水層水溫較高密度較低，深水層水溫較低密度較高，因密度差導致表水層與深水層產生分離現象。表水層水溫高，日照充足，當加上河川水流入提供營養鹽時，環境適合原生藻類生長；深水層水則成滯留狀態、溶氧低下，底泥溶出營養鹽、鐵、錳，提供植物生長所需營養鹽，影響自來水供水品質。水庫優養化改善策略選定須掌握水理水質現象變動及藻類生長情形後訂定。水庫表層部滯留改善可裝設散氣管或螺旋槳曝氣循環裝置。對應厭氧化底泥溶出，可利用全層循環裝置及深層曝氣裝置。然而安裝曝氣裝置應考量水庫特性如水深及水庫形狀，只適用於水深 > 15m 的水庫，水深過淺不適合使用，建議可採用遮光或導水稀釋，而並依水庫形狀使用局部或全域循環對策。

水庫循環曝氣可分淺層曝氣、全層與深層曝氣。一般改善藻華與底泥溶氧不足多使用全層曝氣，將上下層水均勻循環，如圖 26 所示，可達淺層與深層曝氣兩種成效。全層曝氣可抑制表層藻類增殖及改善底層溶氧，利用空氣彈的原理在抽水筒下方裝置空氣室壓縮空氣產生空氣彈，促進庫內水循環。

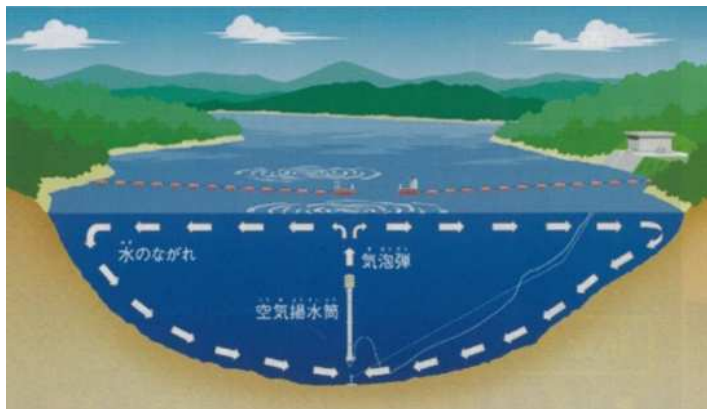


圖 26 全層曝氣循環系統

## 肆、心得與建議

本次考察行程內容涵蓋日本近年來發展之污水處理措施及現地處理技術包含多段土壤層法、礫間接觸氧化法改良工法及農村聚落淨化設施，除對改善溶氧、生化需氧量及懸浮固體物之處理有成效外，可進一步解決氮、磷污染所導致之河川污染及湖泊優養化問題。藉由本次考察所掌握之新興技術發展，可規劃應用於我國河川污染整治及湖泊優養化之改善。

在考察行程中除了解多項氮、磷之處理技術以外，更對於其確實操作農村聚落處理設施使其發揮功能印象深刻。本次參觀之農村聚落式污水處理設施為諫早市本明-目代污水處理場，該污水處理場已運作 10 餘年，現場人員操作維護經驗成熟。在一反應槽體中，按時間間隔確實進行攪拌、曝氣攪拌、沉澱、排出上澄液、污泥移除等作業，有效控制反應槽內運轉時間，重複創出厭氧及好氧條件，去除有機物及氮化物，並利用鐵溶液與污水中磷酸根反應產生沉澱污泥去除磷，效果良好。

經評估各項現地處理設施於國內初步應用規劃，說明如下：

- 一、農村聚落式污水處理設施，可運用 2,000 人以下之非都市計畫區、下水道未及地區之生活污水截流，以改善河川測站水質為目的。初步將朝向評估補助新竹縣政府針對新竹縣霄裡溪新埔地區設置之可行性。
- 二、改良式礫間接觸曝氣之脫氮除磷功能，未來將請地方政府評估於本署已補助設置之礫間接觸曝氣設施利用上述處理流程進行功能提升之可行性，以提升河川水質。
- 三、離島水庫優養化問題嚴重，將評估推動離島水庫遮光試驗，以減少藻類滋生，將可減少淨水程序中消毒劑之使用量，則可降低三鹵甲烷之生成，並提高淨水場過濾程序之濾程。