

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研習)

97 年度台日技術合作計畫  
「日本污水回收再利用技術準則  
建立與推廣制度研修」  
出國報告書

出國人：經濟部工業局 技正 吳振華

經濟部水利署 副工程司 許鈺珍

經濟部水利署 副工程司 張資穎

出國地點：日本

出國期間：97 年 9 月 1 日至 9 月 12 日

報告日期：97 年 12 月

## 出國報告審核表

出國報告名稱：97 年度台日技術合作計畫「日本污水回收再利用技術準則建立與推廣制度研修」出國報告書		
出國人姓名（2 人以上，以 1 人為代表）	職稱	服務單位
張資穎	副工程司	經濟部水利署
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input checked="" type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：97 年 9 月 1 日至 97 年 9 月 12 日		報告繳交日期：97 年 12 月 日
計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
審核人	一級單位主管	機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

列印

## 提要表

系統識別號：	C09703621					
計畫名稱：	日本污水回收再利用技術準則建立與推廣制度研修					
報告名稱：	97年度台日技術合作計畫「日本污水回收再利用技術準則建立與推廣制度研修」出國報告書					
計畫主辦機關：	經濟部水利署					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	許鈺珍	經濟部水利署	綜合企劃組	副工程司	薦任(派)	
	張資穎	經濟部水利署	水源經營組	副工程司	薦任(派)	聯絡人chyin@wra.gov.tw
	吳振華	經濟部工業局	經濟部工業局	技正	薦任(派)	
出國地區：	日本					
參訪機關：	造水促進中心，株式會社テラル，落合水再生中心，特定非營利活動法人日本オゾン協会，埼玉県県土整備部，京都府吉祥院污水處理場，大阪府村野淨水場，東京都墨田區役所，日立成套設備製造所，日本下水道事業團，新宿水循環中心，經濟產業省產業設施課					
出國類別：	研究					
出國期間：	民國97年09月01日至民國97年09月12日					
報告日期：	民國97年12月15日					
關鍵詞：	水再生，高級處理，生活污水，雨水再利用					
報告書頁數：	60頁					
報告內容摘要：	台灣在廢(污)水廠之放流水再生利用領域處於起步階段，相關的水再生利用制度及營運管理模式尚待建立，爰由97年度台日技術合作計畫下「日本污水回收再利用技術準則建立與推廣制度研修」項目，藉參訪日本再生水供應、運用相關機關及協會，瞭解再生水運用狀況、歷程與再利用政策等，以作為國內水資源再生有效利用之參考借鏡。研修內容前期除先聽取廢污水再生、雨水利用概況及日本國內最新再生水推動案例，接續實際參訪都市污水再生、河川再生、雨水利用及海域淨化等案例，並拜訪相關研究團體與政府機構，瞭解日本最新造水技術及工業用水推動歷程。					
電子全文檔：	C09703621_01.pdf					
限閱與否：	否					
專責人員姓名：	劉昇平					
專責人員電話：	02-37073056					

列印

## 目 錄

壹、前言 .....	5
一、緣起與目的 .....	5
二、參加人員與研習內容 .....	6
三、研習行程 .....	7
貳、研習內容 .....	9
一、造水促進中心簡介、日本污水處理及再利用發展現 況 .....	9
二、日本污水處理及再利用發展現況 .....	11
三、大樓污水再利用 .....	17
四、膜分離技術 .....	20
五、大樓廢水再利用設施見習 .....	21
六、落合水再生中心及新宿水循環系統運作參觀參訪.....	23
七、東京都海水淨化試驗 .....	29
八、臭氧處理技術 .....	32
九、埼玉縣河川再生事業 .....	34
十、京都府吉祥院污水處理及臭氧脫色處理技術.....	37
十一、村野淨水場淨水處理、臭氧高級處理技術.....	41

十二、東京墨田區大樓雨污水再利用系統及雨水利用展	
示參訪 .....	44
十三、成套水處理技術及設備參訪 .....	48
十四、日本下水道新技術開發中心參訪.....	50
十五、日本水再生推動經驗及工業用水政策交流.....	51
參、心得與建議 .....	57
肆、結語 .....	60

## 壹、前言

### 一、緣起與目的

日本於 1962 年開始回用污水，70 年代初見其規模。90 年代初，日本對污水回用的可行性進行了全面且深入之研究，在嚴重缺水地區大力推廣污水回用技術。在 1991 年日本的「造水計畫」中，明確將污水回收再利用技術作為最主要的研究加以資助，開發了多樣污水處理技術，如新型脫氮除磷技術、膜分離技術、膜生物反應器技術等。日本推動中水道系統已有二十餘年歷史，污水回用對象主要以沖廁用水為主，其次為洗街、冷卻及空調用水、都市河川景觀用水等。以東京都為例，平成 19 年(2007 年)東京污水處理量約 536 萬 CMD，再利用水量達 50 萬 CMD，再利用率為 9.3%。

台灣在廢(污)水廠之放流水再生利用領域處於起步階段，相關的水再生利用制度及營運管理模式尚待建立，爰由 97 年度台日技術合作計畫下「日本污水回收再利用技術準則建立與推廣制度研修」項目，藉參訪日本再生水供應、運用相關機關及協會，瞭解再生水運用狀況、歷程與再利用政策等，以作為國內水資源再生有效利用之參考借鏡。

## 二、參加人員與研修內容

依據經濟部國際合作處 97 年 8 月 1 日經國處字第 09703058260 號函通知，本次研修計畫由經濟部工業局吳振華技正、經濟部水利署許鈺珍副工程司、張資穎副工程司參加。研修期間自民國 97 年 9 月 1 日至 9 月 12 日止，共計 12 日。

研修前期除先聽取廢污水再生、雨水利用概況及日本國內最新再生水推動案例外，並接續實際參訪都市污水再生、河川再生、雨水利用及海域淨化等案例，及拜訪相關研究團體與政府機構，瞭解日本最新造水技術及工業用水推動歷程。

### 三、研習行程

日期		訪問單位	研修內容	地點
9/1	一	移動（台北→東京）	赴日行程	
9/2	二	（財）造水促進中心	開業式・造水促進中心簡介、 研修日程及內容概要介紹  簡報 日本污水處理及再利用 發展現況	東京都 久松町
9/3	三	株式會社テラル  三越百貨公司本店	簡報 大樓污水再利用及膜分 離技術  參訪 日本橋三越百貨本店大 樓污水再生設施案例	東京都 久松町 日本橋
9/4	四	落合水再生中心  台場海濱公園	參訪 污水處理廠、再生水模 廠  參訪 海水淨化試驗	東京都 下落合 台場
9/5	五	特定非營利活動法 人日本オゾン協会  埼玉県県土整備部	簡報 臭氧(O <sub>3</sub> )處理技術  參訪 埼玉縣河川再生事業	東京都 久松町 埼玉縣
9/6	六	休息日	資料整理	東京都
9/7	日	休息日  移動（東京→京都）	資料整理	東京都 京都府
9/8	一	京都府吉祥院污水 處理場  大阪府村野淨水場  移動（京都→東京）	參訪 污水處理技術、臭氧脫 色處理技術  參訪 淨水處理技術、臭氧高 級處理技術	京都府  大阪府  東京都



9/9	二	東京都墨田區役所  日立成套設備製造所	參訪 區役所大樓雨污水再利用系統、雨水利用展示場  參訪 水處理技術及設備	東京都 墨田區 千葉縣 松戶市
9/10	三	日本下水道事業團	下水道技術開發中心	栃木縣 真岡市
9/11	四	新宿水循環中心  經濟產業省產業設施課  (財)造水促進中心	參訪 新宿水循環中心之中水配送供給  水再生推動經驗及工業用水政策交流  研習過程之討論與建議  結業式	東京都 新宿 東京都 千代田區 東京都 久松町
9/12	五	移動 (東京→台北)	返程	

## 貳、研習內容

### 一、(財)造水促進中心簡介、日本污水處理及再利用發展現況

(一) 研修時間：2008 年 9 月 2 日

(二) 研修場所：(財)造水促進中心

(三) 講員：造水促進中心專務理事 門脇秀一、國際協力部 兼  
水處理技術部部長 長澤末男

(四) 重點內容：

1. 日本造水促進中心係 1973 年第 1 次石油危機時設立，當時日本經濟穩定成長，雖然日本不缺水，工業用水的成本也很低，但因為 60 年代大量的水庫與水道興建，逐漸引起民眾反感，再建水庫已有困難，在此背景下，中心設立之目的係希望透過水資源對策與環境保全之資訊蒐集、廢水之再生利用、海水淡化、水使用合理化等造水技術之相關研究開發、造水關連調查研究等，以促進經濟社會發展及國民生活水準提升。會員包含 31 個地方自治體、11 個工業用水利用者團體及 26 個水處理工程會社，隸屬於經濟產業省 (METI)。中心主要業務包括造水技術之研究開發、造水相關調查研究、造水技術之普及啟發、國內外造水相關機關之交流與合作等。經由工業界及中心的共同努力下，日

本工業用水的循環率在 1997 年達到 80%的驚人數字。

## 2. 近年業務概況：依國內及國外從事之業務說明如下

### (1) 日本國內從事的業務：

- 技術開發，如：臭氧耐性膜應用於水處理系統之開發，高濃度臭氧技術開發，無曝氣、省能源型次世代水資源循環技術開發，硫化物法應用於排水中貴金屬回收技術開發等。
- 調查事業，如：水處理設備生命週期 (LCA) 檢討調查，次世代型工業用水最適利用系統調查，地下水使用合理化計畫審查、指導調查，海水淡化普及、導入調查等。

### (2) 海外合作事業

- 海水淡化事業，如：沙烏地阿拉伯 (1980-1994) 海水淡化技術 (蒸發法結合逆浸透法) 之技術開發與移轉、阿曼 (2001-2004) 逆浸透法海水淡化技術之研究合作、卡達 (2003-2006) 逆浸透法海水淡化技術之研究合作、沙烏地阿拉伯 (2006-2008) 產油國海水淡化研究合作等。
- 廢水處理、再利用事業：泰國食品工廠各種簡易廢水

處理技術之研究協助、全尺寸厭氧廢水處理設備、浸漬膜 (membrane bio-reactor, MBR) 在染色工廠廢水之處理與再利用等。印尼及馬來西亞食品工場厭氧處理技術之研究協助 (1992-1999)。菲律賓紙漿工場與食品工場厭氧處理技術之研究協助 (1997-2004)。利比亞國營石油公司在石油伴隨水處理調查之共同研究。

- 開發調查與技術協助事業：阿爾及利亞、哥倫比亞、阿曼、阿拉伯聯合大公國等委託進行海水淡化，泰國、南韓及斯洛伐尼亞委託之廢水處理與再利用等。
- 研修事業，包含台灣駐日經濟文化代表處委託研修、經濟產業省委託之「產油國 (伊拉克) 研修」及國際協力事業團「集團研修 (廢水之再生利用)」等。

## 二、日本污水處理及再利用發展現況

(一) 研修時間：2008 年 9 月 2 日

(二) 研修場所：(財) 造水促進中心

(三) 講員：造水促進中心國際協力部 兼 水處理技術部部長

長澤末男

(四) 重點內容：

1. 廢水再生利用之種類：日本廢污水再利用依再生水產生來源及使用對象可分為 A、B、C 三種模式(圖 2-1)。其中工廠廢水之再生利用，又可分為生產過程內之再生利用、工場廢水之再生利用、工業園區之共同再生利用等 3 類，下水處理水之再生利用又可分為工業用水之再利用、環境用水（河川、海等）之再利用、大樓之沖廁、植樹等再利用等 3 類。

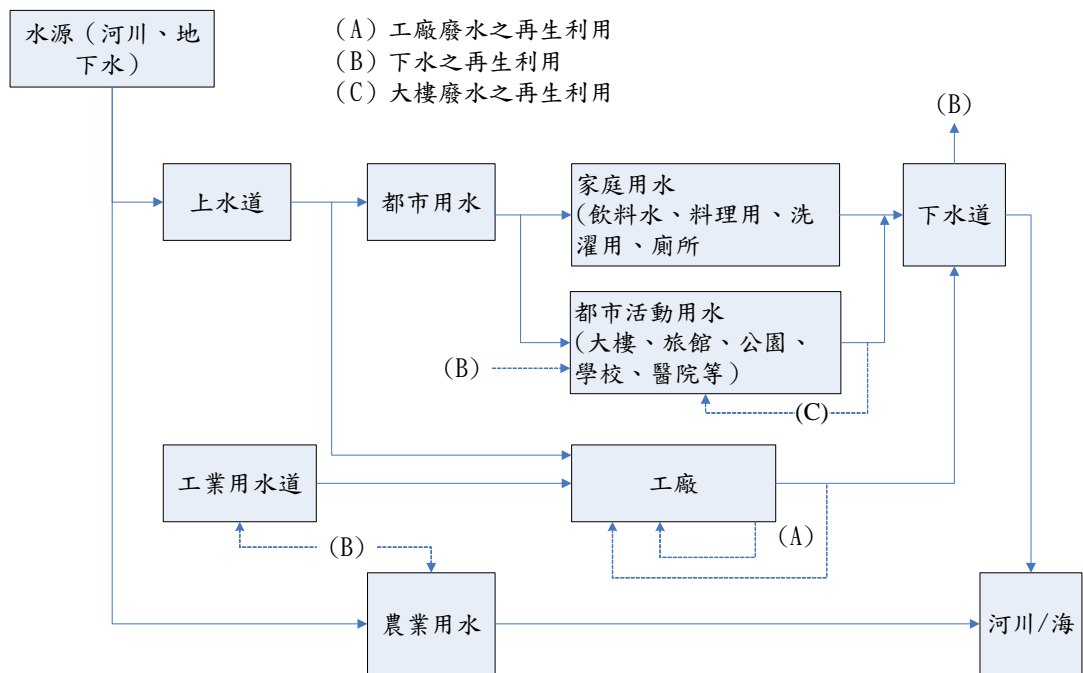


圖 2-1 水資源及再生水利用示意圖

## 2. 工廠廢水再生利用

(1) 製程節水：常見方式如圖 2-2~2-4。

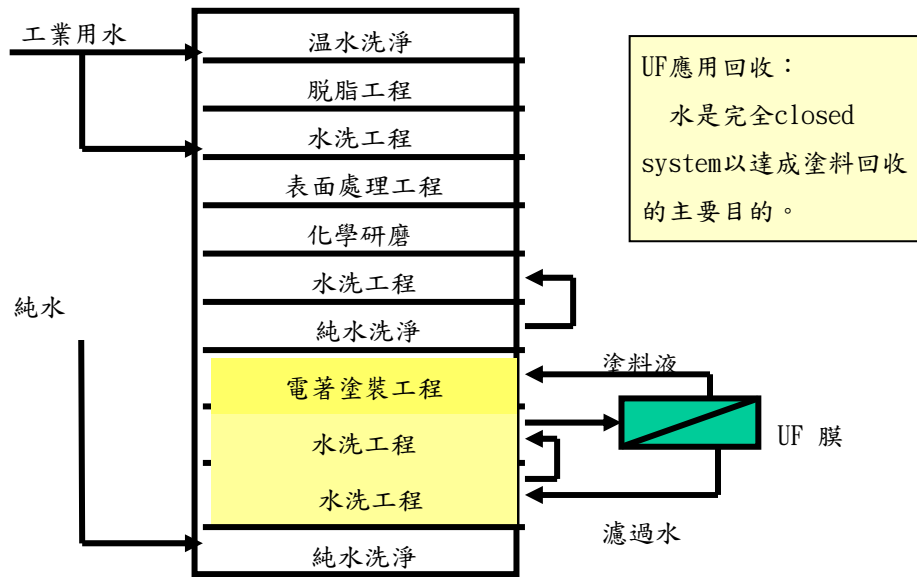


圖 2-2 UF 膜回收系統示意圖

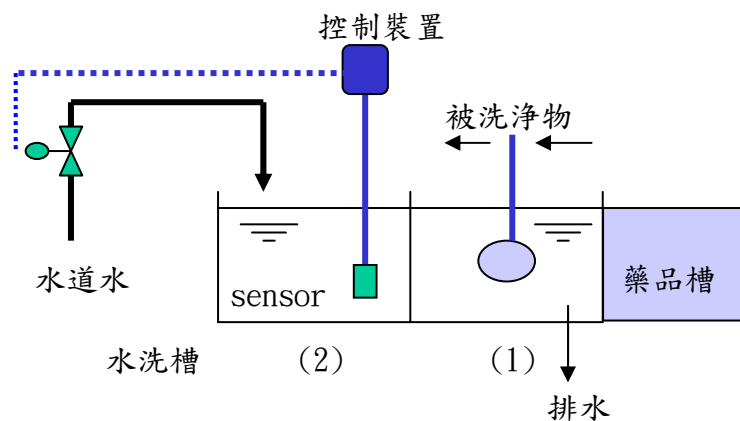


圖 2-3 洗淨水合理化示意圖

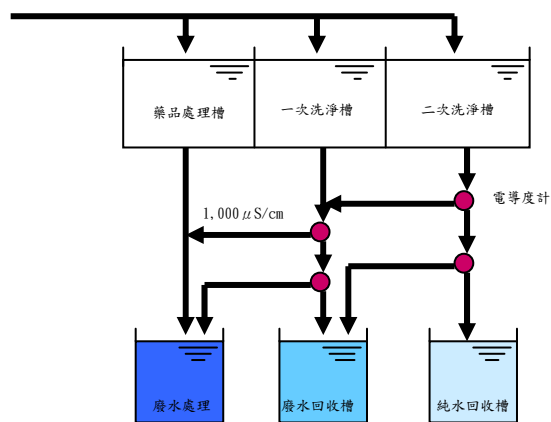


圖 2-4 洗淨水再利用示意圖

(2) 工廠廢水再生利用(圖 2-5)

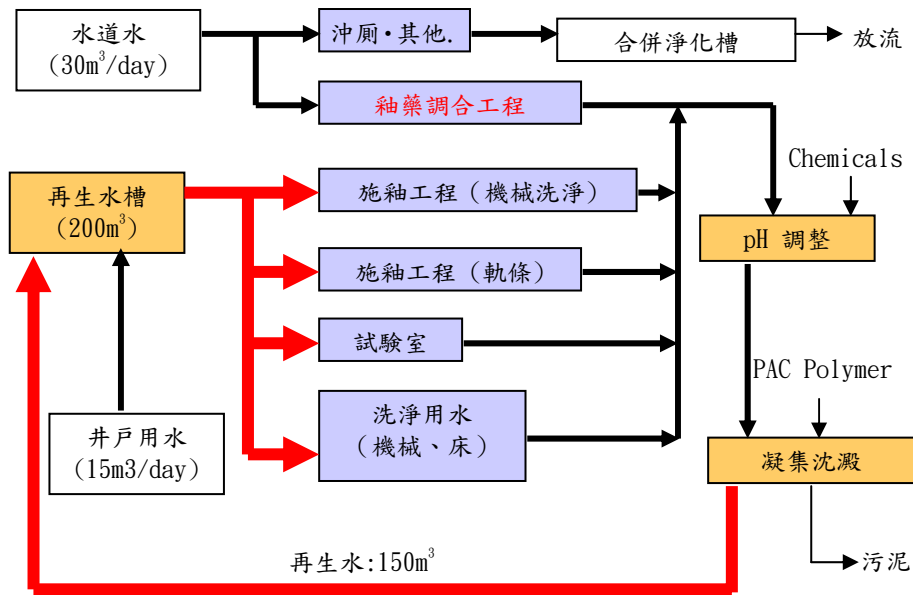


圖 2-5 工廠廢水再利用示意圖

(3) 工業區共同廢水處理再利用(圖 2-6)

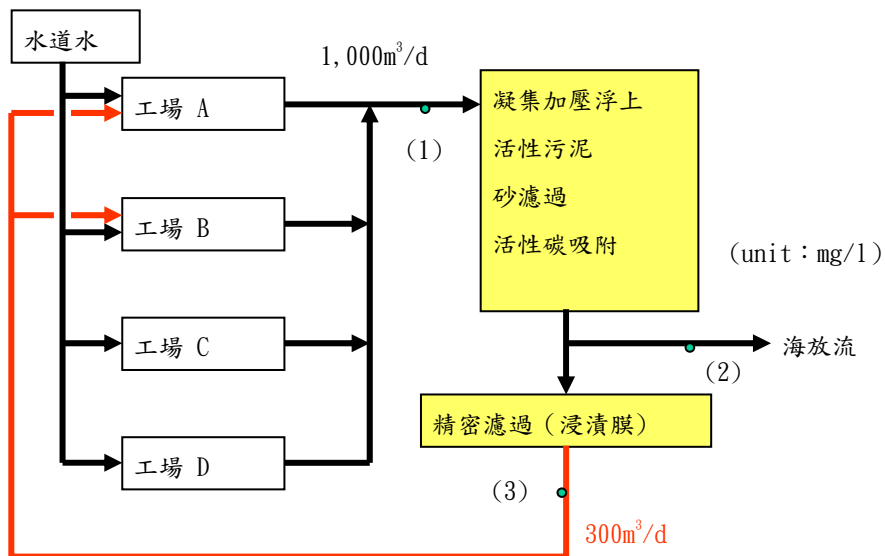


圖 2-6 工業區廢水再利用示意圖

3. 生活污水再生利用

(1) 污水下水道普及率及生活污水處理概況：日本污水下水

道普及率至 2005 年止約 60%(圖 2-7)，絕大多數以氧化渠及活性污泥法之生物處理法處理。

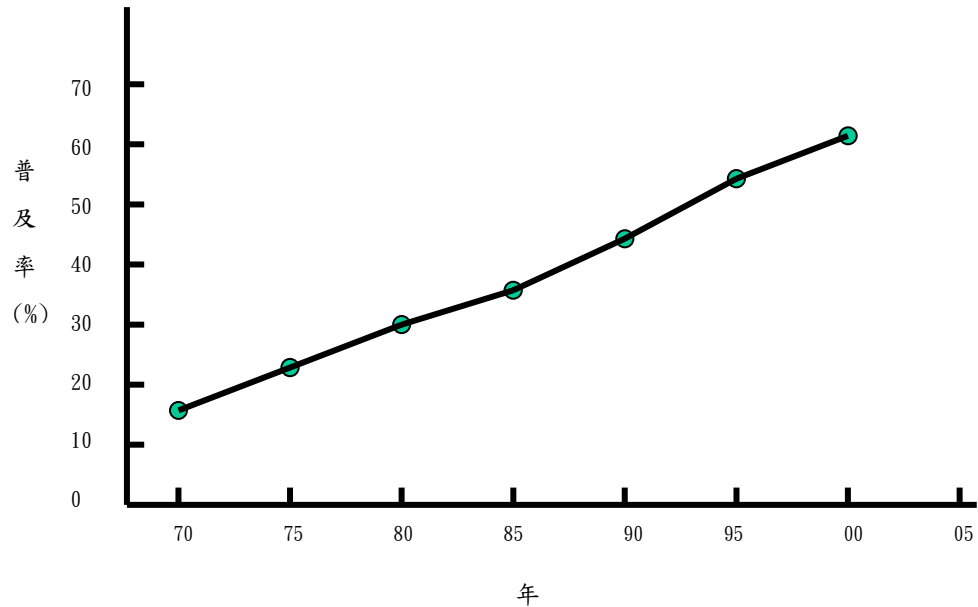


圖 2-7 日本污水下水道普及率演變圖

- (2) 日本下水處理水再利用之現狀：至 2002 年統計結果，日本生活用水再利用量約 40.7 萬 CMD，處理水主要用於沖廁、親水、修景、撒水、工業、雜用水及工事水等用途。

#### 4. 行政之對應

- (1) 中央單位：國土交通省規劃水再生利用、雨水利用對策，並予以推動。有關融資業務等也在規劃中。

- 制度面（新世代下水道支援事業制度）

為了確保良好的生活環境及保全公共用水域的水質，對下水道處理水、雨水再生水、淺溪的流水、消防用



水等之再利用給予部分補助。針對缺水時緊急性地使用下水道處理水的取水設施及緊急的處理水送水設施等整備，給予部分補助。

- 融資

回收處理設施及水質保全對策事業的整備設施，提供農林漁業金融公庫等的低息貸款(農業基礎整備資金等)。

(2) 地方公共團體：按照當地實情的條例和綱要等規範，以積極運用雨水及推動再生水利用。例如東京都 2003 年實施「水的有效利用促進綱要」，合計樓地板面積在 1 萬平方米以上的建築物或依城市計画法規定的市區開發事業，開發面積在 3 千平方米以上者，應辦理雜用水利用及雨水利用。

(3) 日本水再生利用常見問題與對策

- 雨水及再生水利用設施維持管理費的負擔大、設施更新的時候需要的費用也大。
- 現在操作中的個別循環利用設施，有再生水量不足水質不穩定的情形。
- 為了解決這些課題，低成本技術的開發，及在計劃階段進行原水和再生水利用量正確推估，有其必要。

### 三、大樓污水再利用

(一) 研修時間：2008 年 9 月 3 日

(二) 研修場所：(財) 造水促進中心

(三) 講員：TERAL 株式會社系統設備部擔當部長 小林千秋

(四) 重點內容：

1. 日本於 20 年前即有水再生利用概念，當時日本的建築法規  
定建築物不可以超過 31 樓，用水需求也以此考量，後來建  
築法規放寬，但是因為都市用水管線已建難以放大，造成  
超過 31 樓之大樓用水不易滿足需求，爰出現中水利用需  
求。受限於設備所需空間，中水道用於新建大樓較多，原  
則上不得做為飲料水使用，且不得帶有顏色，主要用於沖  
廁及澆灌，其水質只要用戶滿意即可，都京都有雜用水之  
水質目標試行方案，但非強制性法規。

#### 2. 中水再利用概要

- (1) 中水再利用計畫之行政指導：由中央及各都、道、府、  
縣、町、區政府訂定之相關行政指導，包含「國家、都  
道府縣之規制及行政指導的調查」、「計畫建築物之原水  
內容與再利用水之用途與水量的檢討」、「保健及衛生上  
的考量」、「上水道、下水道收費上之關連」等內容。

(2) 雨水利用設備計畫：包含降水量、雨水之回收、計畫時間最大雨水集水量、雨水貯留槽、貯留槽滿水時對策、初期降雨之排除、排水再利用設備與雨水利用設備之併用、雨水使用收費等內容。集水區雨水集水量之計算式： $\text{雨水集水量}(\text{m}^3)=\text{集水面積}(\text{m}^2)\times\text{降雨量}(\text{mm})\times\text{流出係數}\times 10^{-3}$ (流出係數則視不同的表面給予不同之數值)。

3. 中水再利用水質：再生利用水質決定於水的用途、處理系統及成本等因素。依管理目的之不同，國土交通省、厚生勞動省各有相關規定，國土交通省對排水再利用水之配管設備取水管制規定(建設省住指發第 91 號，昭 56)，對 BOD、COD、大腸菌群數、pH 值、臭氣及外觀等訂有標準；厚生勞動省則對使用廁所洗淨水之再利用水訂有暫定水質基準，管制廁所洗淨水之大腸菌群數、pH 值、臭氣及外觀等。
4. 再生利用設備之原水水質：再生水原水可分為洗臉及洗手排水、熱水室排水、廚房排水、冷却水塔溢流水、廁所排水、洗車排水、浴室排水、雨水及其他(體育設施排水、研究所特殊排水、…)等 9 種，其水質之監控一般以 SS、BOD 及 COD 等 3 項為主，日本公共建築協會之全國建設研修中心在平成 9 年公布之原水種類及水質如表 3-1。

表 3-1 再生水原水水質表

原水種類 標準項目	(A)雜排水	(B)雜排水	(C)污水+雜排水
BOD(mg/L)	100	300	300
COD(mg/L)	80	200	200
SS(mg/L)	100	250	250
(A)雜排水 (洗手、洗臉及洗澡熱水) (B)雜排水 (洗手、洗臉、洗澡熱水及廚房用水) (C)污水+雜排水 (污水+B)			

5. 再生水常用處理方法：日本水再生利用常用之處理流程可

概分以下 4 種類型(圖 3-1)。流程 1 在設備費、人力、藥品及污泥處理較便宜；流程 2 之基礎結構及設置面積花費較大；流程 3 面積較小，但在設備費及操作費成本較高；流程 4 初設及設置面積較小，但設備費及操作費較大。

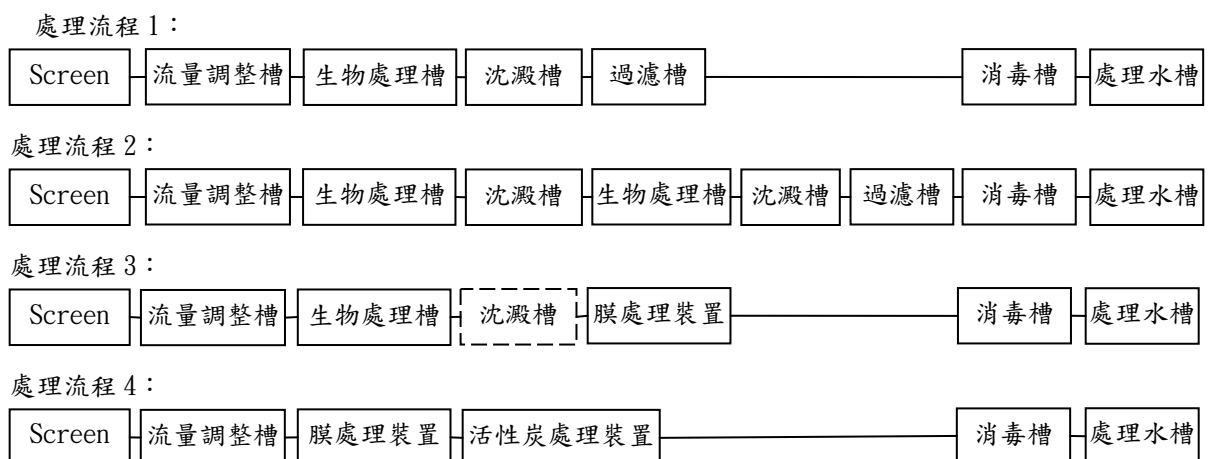


圖 3-1 再生水常用處理流程

#### 四、膜分離技術

(一) 研修時間：2008 年 9 月 3 日

(二) 研修場所：(財) 造水促進中心

(三) 講員：TERAL 株式會社系統設備部擔當部長 小林千秋

(四) 重點內容：

1. 傳統活性污泥法因需曝氣與沈澱的程序其佔地面積大，且其 BOD 容積負荷約為  $0.6\text{kg}/(\text{m}^3\text{-d})$ ，但是同樣情況下，膜分離法之 BOD 容積負荷為  $1.5\text{kg}/(\text{m}^3\text{-d})$ ，且其處理量可達傳統活性污泥法的 2.5 倍，而設備大小僅為  $1/2.5$ 。
2. 沈浸式生物膜(MBR)的特點為設置面積小(無需濃縮槽及沈澱槽)、不需進行污泥濃縮 ( $\text{MLSS}=1.5\sim 2.0\%$ )、運轉管理方便、處理水質良好(可運用於中水處理)、流入污水之負荷應變能力強等優點。
3. 真空幫浦之負壓越大，膜處理之流量就越大，但因膜之壽命只有 5~7 年，必須定期藥洗(次氯酸鈉+草酸，泡 2-3 小時)，以保持其壽命。
4. MBR 之維護管理要點如下：
  - (1) 與傳統活性污泥法之差異：污泥操作較簡單 ( $\text{MLSS}=5$  千~2 萬  $\text{mg/L}$ )、透視度在 1m 以上、著重膜裝置管理(膜

壓差管理、藥液洗淨)。

(2) 可運用遠距離監視系統(包含監視裝置、壓力計、水位計及電磁流量計)。

(3) 膜片組的洗淨：藥液量約 3L/片、藥液的種類(有機系：次氯酸鈉 20 倍稀釋/2 小時；無機系：硝酸溶液 0.5~1.0%/1 小時)。

## 五、大樓廢水再利用設施見習

(一) 研修時間：2008 年 9 月 3 日

(二) 研修場所：三越百貨公司本店

(三) 講員：TERAL 株式會社系統設備部擔當部長 小林千秋

(四) 重點內容：

1. 三越百貨日本橋本店本館為日本三越百貨最舊的一棟建築物，具有超過百年的歷史，其增設中水處理設備係利用地下增設之防震設備與大樓本體間的空間來設置，計畫處理水量主要來自廚房排水 400CMD，其中 200CMD 進入下水道放流，中水造水量為最大 200CMD，原水流入 10 小時/日、處理時間則為 24 小時/日，其原水與處理水之水質如表 5-1。

表 5-1 三越百貨再生水原水及再生水水質表

項目	原水	下水排放基準	中水再利用
BOD(mg/L)	600	未滿 600	10 以下
SS(mg/L)	400	未滿 600	5 以下
pH	5~9	5~9	5.8~8.6

2. 三越百貨中水造水設備之處理流程如圖 5-1，造價約 2 億

日元，估算從水費節省，扣除折舊和運轉費用，約 6 年可

以回收成本。

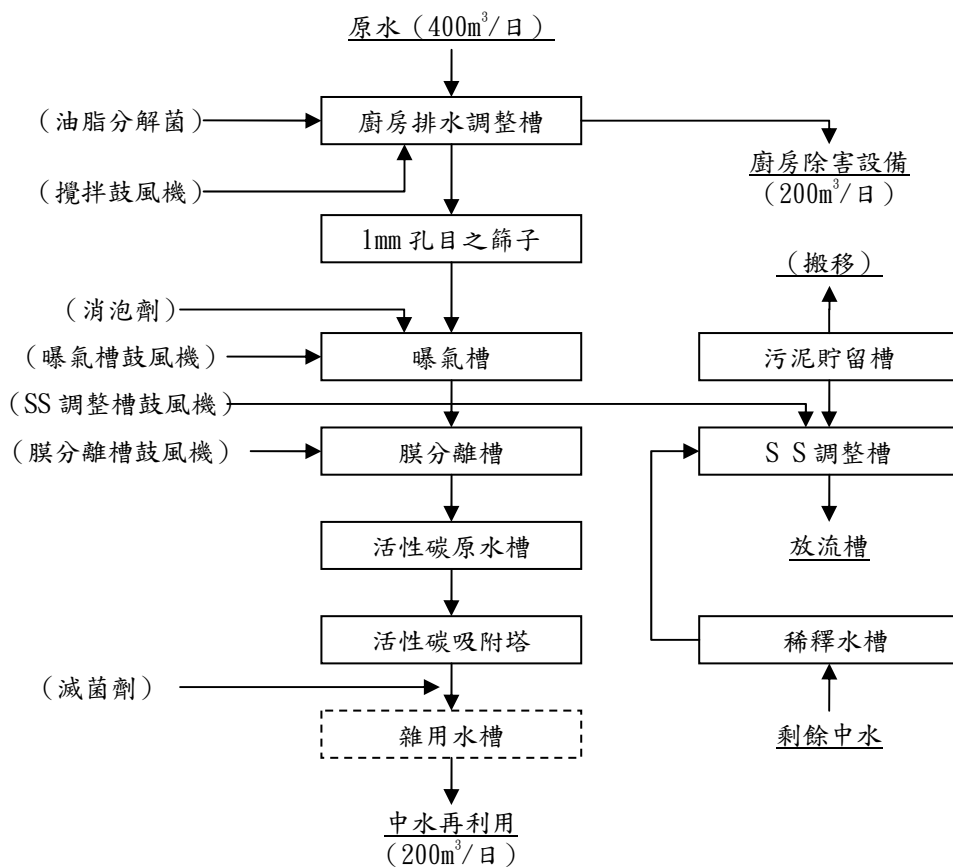


圖 5-1 三越百貨再生水處理流程圖

## 六、落合水再生中心及新宿水循環系統運作參觀

(一) 研修時間：2008 年 9 月 4 日、9 月 11 日

(二) 研修場所：東京都下水道局落合水再生中心、新宿水循環中心

(三) 講員：落合下水處理場鈴木、水循環中心尾崎

(四) 重點內容：

### 1. 東京都下水道系統概述

(1) 東京都人口約 1,300 萬人，占全日本 1 億 2,400 萬人之 1/10。早於明治 17 年(1884 年)東京都即興辦神田(Kanda)下水道系統。目前東京分為 23 特區，其下水道系統可概分為「區都下水道系統」及「流域下水道系統」2 類。其中區都下水道系統集水範圍共計 57,839 公頃(圖 6-1)，至平成 6 年(1994 年)區都下水道系統普及率已達 100%，目前有 13 個下水處理場(包括落合水再生中心)，統計至平成 18 年(2006 年)，納管人口約 909 萬人，年處理水量 17 億 5,410 萬立方公尺(481 萬 CMD)。流域下水道水再生中心共計有 7 處，係以多摩地區為主要處理範圍，至平成 18 年(2006 年)年處理水量 4 億 2,193 萬立方公尺(116 萬 CMD)。





圖 6-1 東京都區都下水道系統圖

(2) 東京都下水道局簡介：東京都下水道局置局長、副局長各 1 人外，另設有 9 個部及 12 個事務所（如圖 6-2）。在下水道營運收支預算規模，預計平成 20 年(2008 年)年度收入總計 7,472 億日圓(區都下水道 7,084 億日圓，流域下水道 389 億日圓)；總支出 7,204 億日圓(區都下水道 6,821 億日圓，流域下水道 383 億日圓)。

## 2. 落合水再生中心

(1) 落合處理區包含落合和中野 2 個水再生中心，其處理水量約 50 萬 CMD，處理人口 80 萬人，其中落合水再生中心之處理能力為 45 萬 m<sup>3</sup>/日、中野水再生中心之處理能

力為 4.6 萬 m<sup>3</sup>/日 (1995 年增建)。落合水再生中心自昭和 39 年 (1964 年) 開始運轉，當時建造的目的是因應日本舉辦東京奧運產生大量沖廁水處理之需求，其場地面積達 8.4 萬平方米。處理區域包含中野區之新宿、世田谷、涉谷、杉並、豐島及練馬區的一部分，其面積達 3,506 公頃。

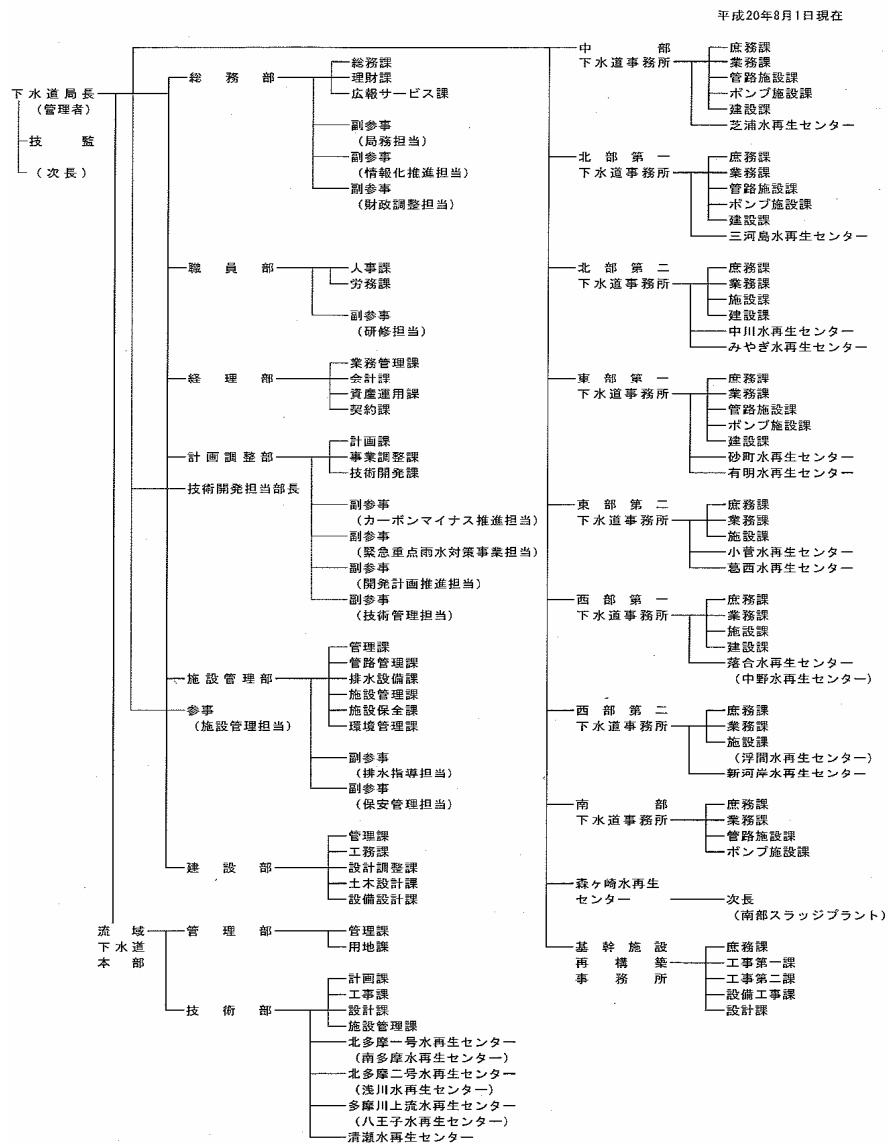


圖 6-2 東京都下水道局組織圖

(2) 落合水再生中心採傳統活性污泥法處理污水(圖 6-3)，

進流水與放流水水質詳如表 6-1。產生的污泥則壓送至

宮城水再生中心進行處理。

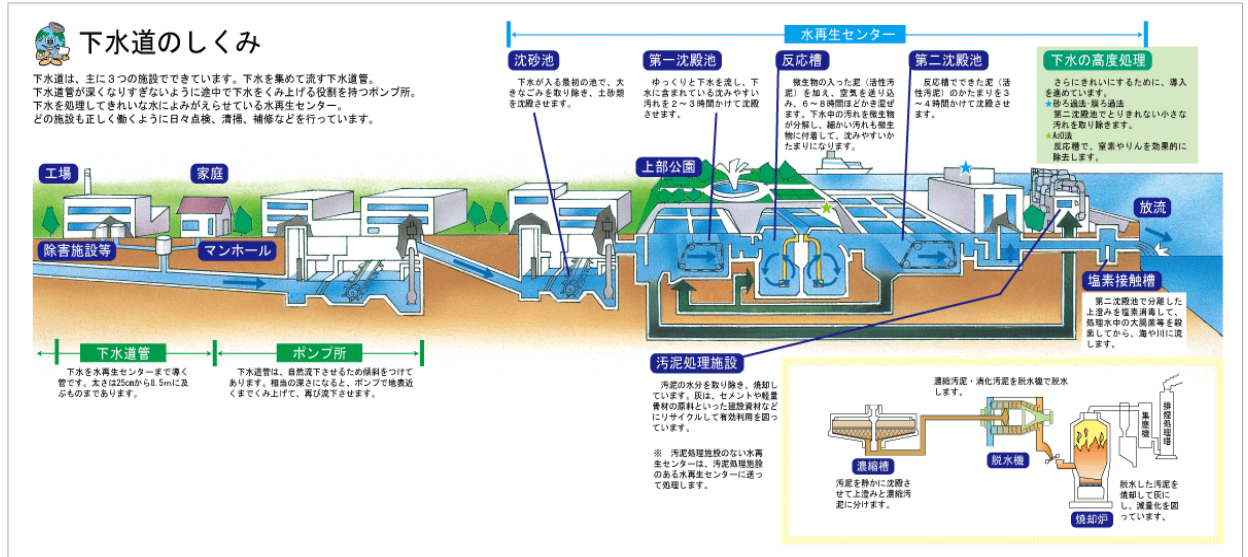


圖 6-3 落合水再生中心處理流程圖

表 6-1 落合水再生中心進出流水水質表

項目	流入水		放流水	法規規定水質基準
	超低段	高段	過濾水	
BOD(mg/L)	210	160	未滿 1	25 以下
COD(mg/L)	94	88	7	-
總氮(mg/L)	31	29	12	30 以下
總磷(mg/L)	3.6	3.1	1.4	3 以下

(3) 落合水再生中心特色

- 供給都市再生水：經高級處理之再生水供應西新宿 28 棟大樓沖廁及雜用水。
- 城南三河川清流復興事業：供應神田川、木黒川及吞

川保育用水，復活 3 河川水環境。

- 膜過濾模廠：設置 50CMD 高級處理模廠(處理程序 UF+RO, 圖 6-4), 蒐集高級處理長時間運轉之各項資訊。
- 遠方監視控制系統：利用下水道管路佈設光纖系統，除可進行遠距離監控各處理單元外，監控中心還同時監控中野處理場，節省現場人力，並可透過監控系統與相關機關進行視訊會議。
- 公苑和落合中央公園親水設施：前述膜過濾模廠處理水放流至附近公園作為親水用途(圖 6-5)。



圖 6-4 高級處理模廠



圖 6-5 高級處理供公園親水

### 3. 新宿副都心水循環再利用中心

(1) 新宿副都心水循環再利用中心於 1984 年 10 月開始運

作，其目的為提供周邊超高層大樓的沖廁等生活雜用

水，作為都市新興水資源，提高水的利用效率，以及作

為水再生利用的典範。

- (2) 水再利用系統由落合水再生中心、輸水管路及水循環再利用中心所組成(圖 6-6)。經落合水再生中心砂濾、消毒處理後之再生水，經 3 條長約 3 公里之輸水管路送至水循環再利用中心配水池，再配送至供水區大樓(圖 6-7)。
- (3) 該中心位於新宿國際大樓地下 4 樓(內設有再生水展示中心)，供水區域包括西新宿、中野坂上地區約 80 公頃，計畫供水能力 8,000CMD。運轉初期僅供應 9 棟大樓約 1,900CMD，目前供應 28 棟大樓(西新宿地區 24 棟，中野坂上地區 4 棟)，統計 2005 年供水約 120 萬立方公尺(3,288CMD)。



圖 6-6 落合水再生中心再生水供給示意圖



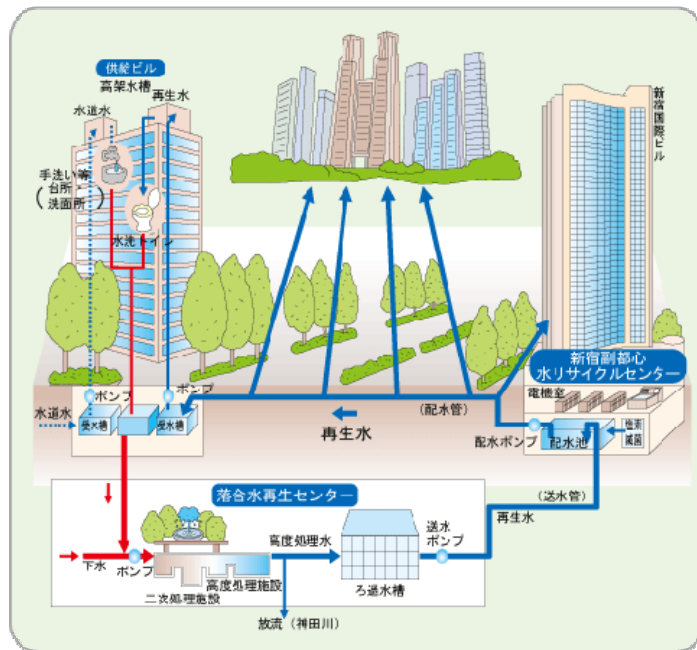


圖 6-7 水再生中心供水流程示意圖

## 七、東京都海水淨化試驗

(一) 研修時間：2008 年 9 月 4 日

(二) 研修場所：台場海濱公園

(三) 接待人員：東京都下水道局 計畫調整部技術開發科 技術

開發主查 本間誠二

(四) 重點內容：

1. 本試驗係抽取有明西運河感潮海水(圖 7-1)進行海水淨化

處理後(圖 7-2)，再將處理後的海水送至台場海濱(圖

7-3)，海濱並設有解說看板(圖 7-4)。實驗目的在找出對

台場海濱之淨化效果、海水淨化關鍵技術之課題、放流水

對海域生態系的影響及活用下水高度處理水的可能性等，  
 實驗期間為平成 15 年(2003 年)至平成 17 年(2005 年)，總  
 計 3 年。



圖 7-1 有明西運河抽水點



圖 7-2 海水淨化槽

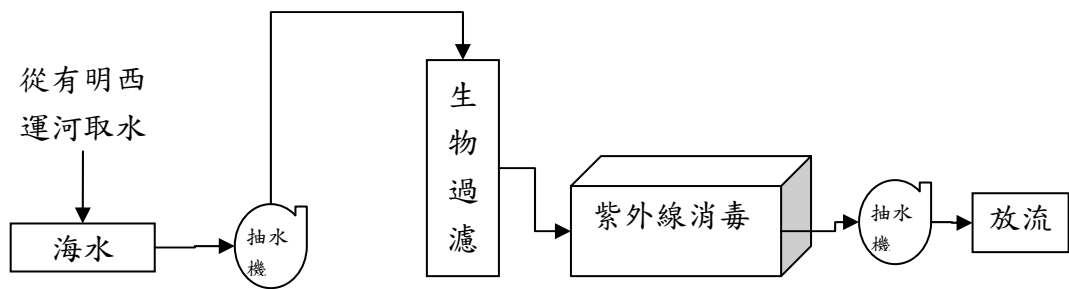


圖 7-3 台場淨化海域



圖 7-4 淨化海域看板

2. 整套海水處理設備係實驗性質，設置費用約為日幣 4 億 5 千萬，其處理流程如圖 7-5。處理設備位於有明水再生中心內，距離台場海濱公園約 1 公里，其放流量約 5000m<sup>3</sup>/日，放流日數約 200 日/年，淨化面積為 200m×70m。日本海水浴場水質判定基準如表 7-1。



- 備註：1. 生物膜過濾塔之直徑為 3.3m，總共有 2 個。  
 2. 紫外線消毒係採中壓燈方式，計有 1.9kW 之中壓燈 12 個。

圖 7-5 海水淨化試驗處理流程

表 7-1 日本海水浴場水質判定基準（環境省，平成 9 年 4 月）

區分		大腸菌群數	油膜有無	COD	透明度
適	水質 AA	不檢出 (檢出界限 2 個/100ml)	無法認定 有油膜	2mg/l 以下	全透明 (水深 1m 以上)
	水質 A	100 個/100ml 以下	無法認定 有油膜	2mg/l 以下	全透明 (水深 1m 以上)
可	水質 B	400 個/100ml 以下	正常時無 法認定有 油膜	5mg/l 以下	水深未滿 1m 50cm 以上
	水質 C	1000 個/100ml 以下	正常時無 法認定有 油膜	8mg/l 以下	水深未滿 1m 50cm 以上
不適		超過 1000 個/100ml	正常時無 法認定有 油膜	超過 8mg/l	水深未滿 50cm



## 八、臭氧處理技術

(一) 研修時間：2008 年 9 月 5 日

(二) 研修場所：(財) 造水促進中心

(三) 講師：日本臭氧協會 事務局長 高原博文

(四) 重點內容：

1. 日本臭氧協會沿革：日本臭氧協會原為國際臭氧協會 (IOA)

日本支部，於 1991 年正式成立日本臭氧協會。協會成立目的為透過技術講習、年度研究講演，提供最新臭氧技術訊息，以推動臭氧處理技術的普及。會員主要包括臭氧發生器廠商，自來水事業體社會法人及大學等研究機關與個人。

2. 臭氧產生方式：一般臭氧產生方式可區分為紫外線法、放電法及電解法等 3 類。於水處理領域以放電法最為普遍，

其原料可採空氣或純氧，耗電量分別為 20 及 10kwh/kg-O<sub>3</sub>，成本分別為 400~200¥/kg。3 種臭氧產生方式之比較詳如表 8-1。

表 8-1 臭氧產生方式比較表

方式	紫外線	放電		電氣分解
發生器	低圧水銀ランプ	無声放電		水電解セル
電源	(185 nm) 50Hz 数 W ~ 数百 W	10 ~ 20kV 50Hz ~ 2kHz	3 ~ 7kV 5 ~ 10kHz	数 V 直流
原理	O <sub>2</sub> +hν (<200nm) → 2O O+O <sub>2</sub> +M → O <sub>3</sub> +M	O <sub>2</sub> +e (>5ev) → 2O O+O <sub>2</sub> +M → O <sub>3</sub> +M		3H <sub>2</sub> O → O <sub>3</sub> +6H <sup>+</sup> +6e
原料	周囲空気	空気	酸素	イオン交換水
効率	550 kWh/kg	20kWh/kg	10kWh/kg	60 kWh/kg
コスト	11000 円/kg	400 円	200 円	1200 円
濃度	0.5%	3%	6%	20%
発生量	数μ g/h ~ 1g/h	~ 30kg/h	~ 60 kg/h	0.1 ~ 1kg/h

3. 臭氣應用領域：臭氣因具有強烈的氧化力，普遍應用於淨(污)水、空氣淨化、殺菌、脫色等領域(詳表 8-2)。

表 8-2 日本臭氣應用領域

水處理	氣體處理	その他
用水	廢水	殺菌・脱臭
淨水場	下水処理場	下水処理場
空調用水	し尿処理場	し尿処理場
發電所	飼育場	飼育場・栽培場
食品加工場	染色工場	ゴム工場
養殖場	めっき工場	病院・介護施設
水族館	製紙工場	ホテル・車室
冷間圧延	電子産業	食品加工場
プール・浴槽	現像所	冷蔵庫・貯蔵庫
修景用水	パラスト水	トイレ・更衣室
		漂白・酸化
		半導体工業
		レジスト除去
		ウエーハー洗浄
		印刷・メッキ・染色
		クリーニング
		繊維 パルプ漂白
		グリーストラップ
		配水管洗浄
		オゾンセラピー

#### 4. 日本東京都應用臭氣於再生水案例-芝浦水再生中心

芝浦水再生中心位於隅田川下游東京灣，處理區域主要包括千代田、中央、港口、新宿、涉谷區豐島區的一部分，面積 6,440 公頃，放流水排入東京灣。為擴大再生水的利用，於 2004 年開始供應品川，汐留、大崎等區域，供給水量 4,300m<sup>3</sup>/day。再生水處理流程如圖 8-1，各單元處理水質如表 8-3。

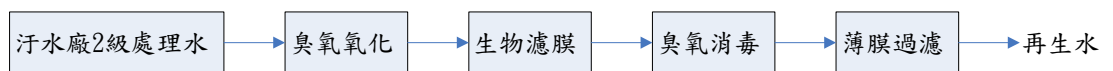


圖 8-1 芝浦水再生中心再生水處理流程

表 8-3 芝浦水再生中心各單元水質表

項目(單位)	2 級處理水	生物濾膜	臭氧消毒	MF 膜過濾
BOD(mg/L)	16	4.4	2.3	2.1
大腸菌(CFU/100ml)	$1.8 \times 10^5$	$1.5 \times 10^4$	0	0
NO <sub>2</sub> -N(mg/L)	1.66	0.84	0.44	<0.03
色度(C.U.)	31	17	8	1

## 九、埼玉縣河川再生事業

(一) 研修時間：2008 年 9 月 5 日

(二) 研修場所：埼玉縣政府縣土整備部

(三) 接待人員：水邊再生推進室 山科昭宏

(四) 重點內容：

1. 埼玉縣簡介：埼玉縣位於關東平原內部，人口約 7 百萬人，面積約 3,800 平方公里，為全國第 39 大縣。山地約占全縣面積 1/3，氣候四季明顯，多雨悶熱為其特癥。全縣面積約 5% 為水域空間，有「河的國 埼玉」之美稱。
2. 河川再生緣由：過去政府河川治理策略著重於減低洪水損害，擴大行水空間作為排洪功能，導致污水、垃圾排入河川，喪失河川親水機能。近年民眾環保意識抬頭，河川被視為社會環境的資產，爰興起河川再生之議。
3. 河川再生 2 大基本方針：於治水防砂方面達成預防災害發生；建設自然且親近的河川。為逐步達成河川再生之目標，

於平成 20 年(2008 年)選定 5 處河川並訂定復育主題，進行河川再生。

- (1) 舊芝川(清流再生)：清除垃圾及淨化河川水質。
- (2) 藤右衛門川(創造親水空間)：改建被封閉的河川空間。
- (3) 柳瀨川(恢復河川生態)：整理河川低水路，恢復原有生態環境。
- (4) 元荒川(熱鬧的河川)：結合當地居民生活，創造遊憩空間。
- (5) 東京葛西用水(活用農業水路)：導入農業用水至冬令時期乾涸之水路，創出濕潤和歇息的河川。

#### 4. 舊芝川清流再生現勘

- (1) 受都市污水及工業廢水排入污染，導致水質不佳，圖 9-1。
- (2) 整治範圍：自青木水門～青木橋長約 2,000m，工程內容包括低水路整備、遊憩步道整備及水質淨化對策等 3 項，圖 9-2。整治後將呈現一親水之水域(圖 9-3)。



圖 9-1 舊芝川汚染現況



圖 9-2 舊芝川整治範圍

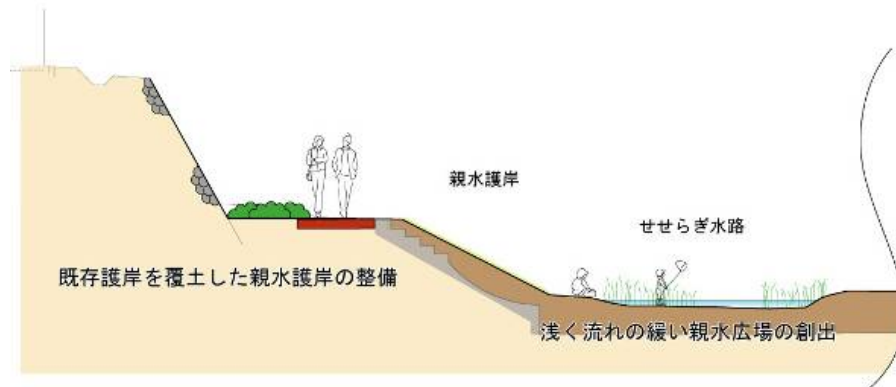


圖 9-3 舊芝川整治後示意圖

(3) 舊芝川水質淨化試驗(地下礫間淨化法，圖 9-4):

- 設施規模：長 31m，寬 6.5~9m，水深 5m。
- 處理水量約 3,629CMD，水力停留時間 1.5 小時。
- BOD 由 30mg/L 減至 5mg/L。
- 初設費¥4.1 億，操作費¥300 萬/年。

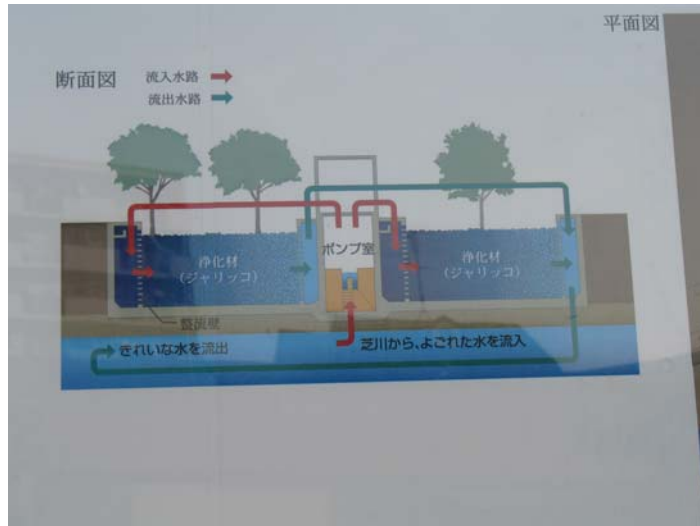


圖 9-4 地下礫間淨化試驗模廠示意圖

## 十、京都府吉祥院污水處理及臭氧脫色處理技術

(一) 研修時間：2008 年 9 月 8 日

(二) 研修場所：京都府吉祥院污水處理場

(三) 接待人員：京都市上下水道局下水道部 杉浦尚和、岸田健

(四) 重點內容：

1. 京都市下水道沿革：早於明治 27 年(1894 年)京都市即開始進行下水道規劃調查工作，其間因日本財政及戰亂緣故，至昭和 9 年(1934 年)4 月才完成第 1 座污水處理廠(吉祥院處理廠)，處理能力 7,800CMD。隨著日本經濟高度成長及人口都市集中化，河川水質逐漸惡化，因此陸續完成鳥羽、伏見、石田處理廠，至平成 13 年(2001 年)京都下水道普及率達 99%，處理能力達 144 萬噸/日。京都下水

道普及率演變及概況如圖 10-1 及表 10-1。

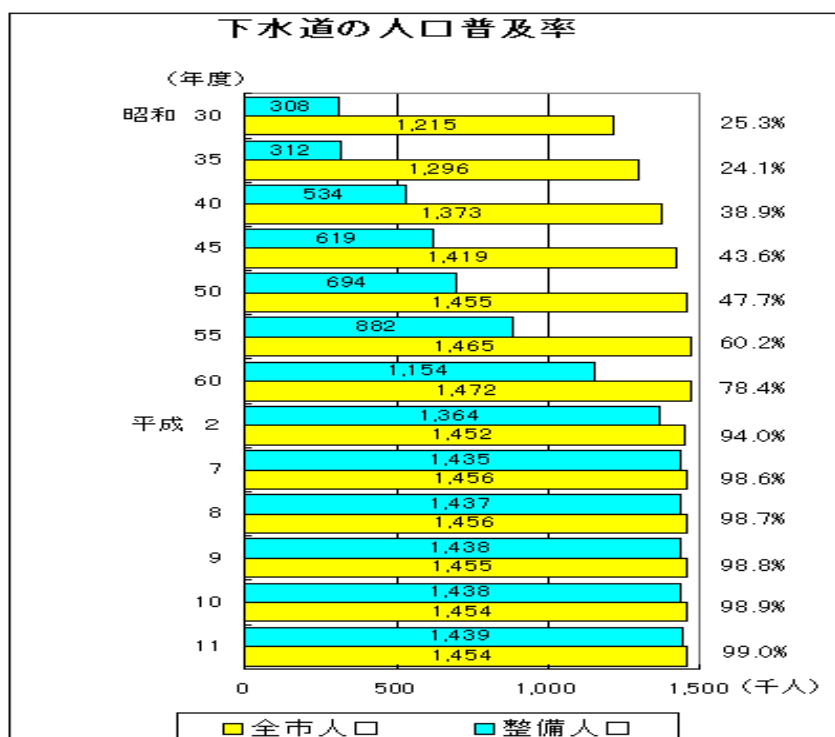


圖 10-1 京都下水道普及率演進圖

表 10-1 京都下水道建設狀況

京都市人口	145 萬人	處理廠處理能力	144 萬 CMD
接管人口	144 萬人	鳥羽處理廠	100.4 萬 CMD
接管普及率	99%	吉祥院處理廠	12 萬 CMD
下水道管線長	5,133km	伏見處理廠	17.6 萬 CMD
		石田處理廠	14 萬 CMD

## 2. 吉祥院處理場

- (1) 概況及特色：吉祥院處理廠為京都市最早運轉的污水下水道系統(1934 年)，處理方式為活性污泥法，處理能力 8,700CMD，至 1967 年擴增至 9.3 萬 CMD(處理區域如圖 10-2)。因區內有多家染整工廠，為提高污水廠處理負

荷，部分系統改以純氧曝氣(B系設施)，另為降低染整廠造成之色度問題，於平成9年(1997年)增設臭氧處理設備，全廠處理能力達12萬CMD。處理流程示如圖10-3。



圖 10-2 吉祥院處理廠處理區域圖

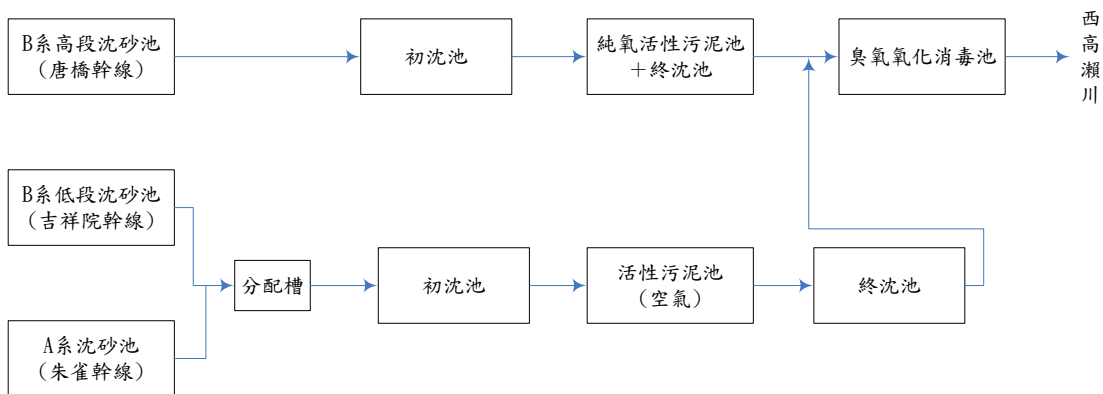


圖 10-3 吉祥院處理廠處理流程

(2) 純氧活性污泥法：京都市內有多處染整工廠等傳統產業，產生之廢水有機濃度高，加重處理廠負荷，因吉祥院處理廠土地有限擴建不易，因此於昭和52年(1977年)



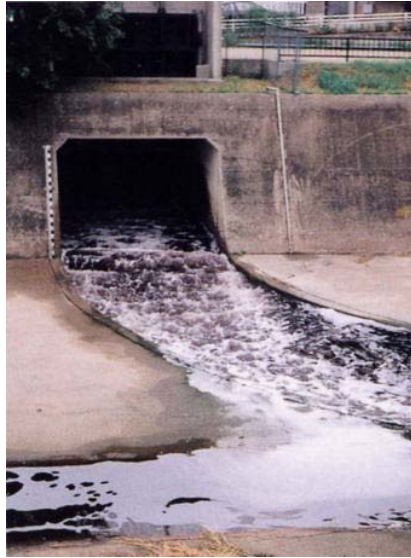
引入純氧曝氣法取代部分標準活性污泥法，處理能力 8 萬 CMD。純氧活性污泥法特性如下：

- 曝氣槽體積只需標準活性污泥的 1/3，減少土地面積。
- 高 BOD 體積負荷或變動負荷時，仍能維持出流水水質。
- 較無污泥膨化問題。
- 廢棄污泥的沉降性、膠凝性較佳。廢棄污泥量較少，污泥脫水性較好。
- 使用密閉式曝氣池，可避免景觀的破壞及臭味四散的二次污染問題。

(3) 臭氧消毒及氧化設備：入流之污水含染整廢水，其有機污染及色度不易藉由生物處理分解，且處理廠位於大阪市淨水廠取水口上游，對處理水水質要求程度高，因此於平成 9 年(1997 年)完成臭氧高級處理設備，吉祥院處理廠增設臭氧高級處理設備前後，色度比較如圖 10-4。

有關臭氧高級處理特性如下：

- 具強氧化能力，色度去除效果佳，難分解有機物氧化效率高。
- 消毒滅菌效果顯著，不產生三鹵甲烷等致癌物質。



臭氧高級處理前



臭氧高級處理後

圖 10-4 吉祥院處理廠臭氧高級處理前後放流水比較圖

## 十一、 村野淨水場淨水處理、臭氧高級處理技術

(一) 研修時間：2008 年 9 月 8 日

(二) 研修場所：大阪府村野淨水場

(三) 接待人員：大阪府水道部村野淨水場企劃課 中江博人

(四) 重點內容：

1. 大阪府自來水事業沿革：大阪府的自來水事業始於明治 28 年(1895 年)，隨著產業的發展及人口激增，自來水水源嚴重不足，因此以淀川(琵琶湖)作為自來水水源(圖 11-1)，並於昭和 15 年開始辦理用水供應事業。迄今大阪府主要有 3 處淨水場(村野、庭窪、三島)，合計日淨水 233 萬 CMD (表 11-1)。



圖 11-1 大阪府水源圖

表 11-1 大阪府淨水廠處理能力

淨水場名稱	處理能力(萬 CMD)
村野淨水場	179.7
庭窪淨水場	20.3
三島淨水場	33.0
合計	233

2. 隨著人口增加，人類生活產生之 N、P 營養鹽排入水源區，導致淀川及琵琶湖藻類異常增長，自來水產生臭味且加氯消毒易生致癌物質-三鹵甲烷，因此大阪府水道部於平成 2 年(1990 年)開始引進活性炭吸附及臭氧氧化等淨水高級處理單元。

3. 大阪府村野淨水場：村野淨水廠於 1963 年 7 月啟動 W 型沈澱池開始供水，於 1974 年完成平面淨水廠，1980 年新建大樓型淨水廠，1994~1998 年完成高級淨水單元，設計日供水量 179.7 萬 CMD，目前大阪府經營之自來水年供應量 5 億 7 千萬 m<sup>3</sup>，其中 80% 來自村野淨水場。淨水廠處理流程如圖 11-2。

(1) 臭氧處理設備：以空氣為原料經放電法產製臭氧，利用臭氧的強力氧化能力，達到去除臭味和分解微量有機

物，並有益於錳的氧化及滅菌(圖 11-3)。

- (2) 粒狀活性炭吸附設備：經臭氧氧化之處理水通過 2.7 公尺高之活性炭濾層，利用活性炭吸附功能去除殘存的微量三鹵甲烷前驅物質(圖 11-4)。

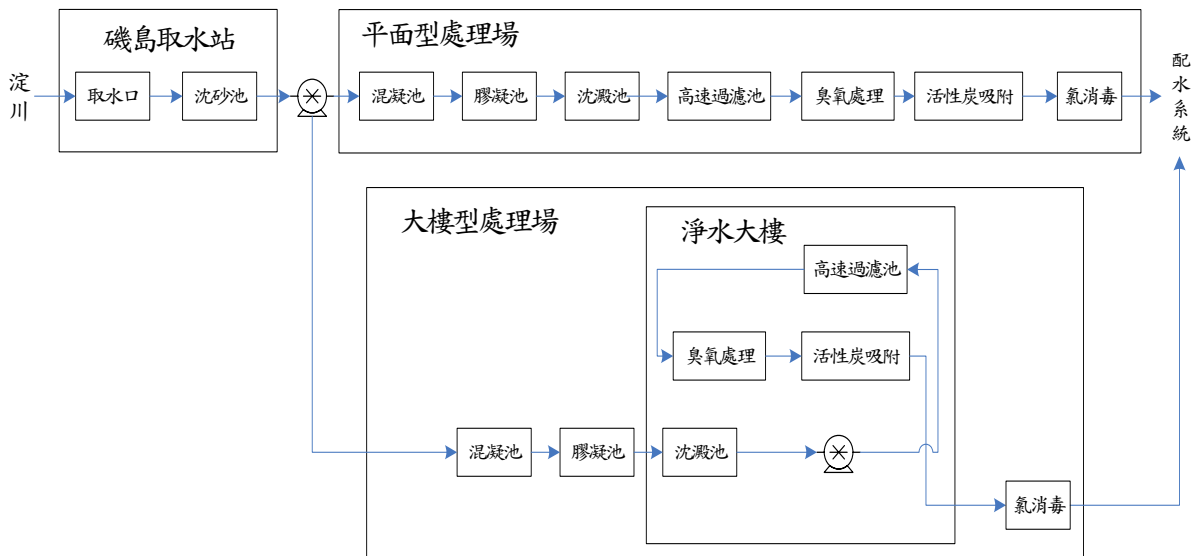


圖 11-2 村野淨水廠處理流程

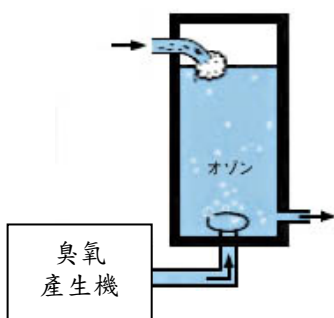


圖 11-3 臭氧處理池示意圖

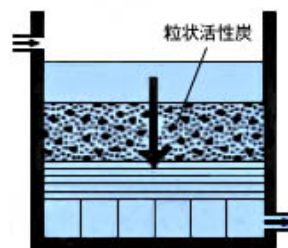
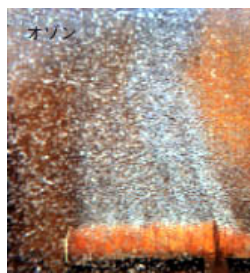


圖 11-4 活性炭吸附池示意圖

## 十二、 東京墨田區大樓雨污水再利用系統及雨水利用展示參訪

(一) 研修時間：2008 年 9 月 9 日

(二) 研修場所：東京都墨田區役所

(三) 接待人員：墨田區地域振興部環境保全科 村瀨 誠

(四) 重點內容：

1. 以往東京都的雨水對應策略為廣設水泥化雨水下水道，使降雨逕流於短時間集流、排放，以降低都市地區淹水之機會。由於東京都市水泥化，且近年短時超過 100mm 暴雨事件發生頻繁，已非原雨水下水道所能負荷，未來應朝向以降水和都市的共生為目標，推動雨水貯留滲透以及利用。
2. 東京都墨田區役所推動雨水利用重要歷程：
  - (1) 昭和 56 年(1981 年)左右墨田區的錦糸町和兩國地區常受都市型洪水危害，當時新遷移至墨田區的國技館，為了防制洪水和提高水資源的有效利用，因此日本相撲協會提議辦理國技館的雨水利用。目前在國技館沖廁和冷卻水塔補充水多來自雨水再利用。
  - (2) 昭和 58 年(1983 年)外手兒童館完工，為區內首次正式的雨水利用設施，目前區政府官廳辦公室亦完成雨水利用設備。

(3) 為了普及民間雨水利用設施，平成 7 年(1995 年)10 月成立墨田區雨水利用補助制度。迄今已補助約 200 件雨水利用設施。

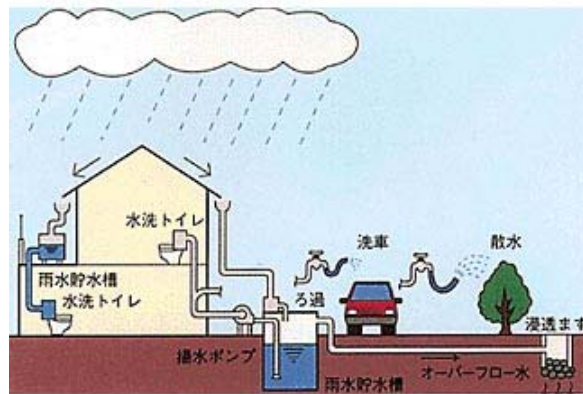
3. 墨田區雨水利用補助制度：墨田區役所為推動雨水利用設施，建立補助制度，其補助金額依貯留方式及貯留量而定。其補助之分類及計算方式詳如表 12-1。

表 12-1 補助分類及計算方式表

貯留方式	說明	補助金額(¥)	上限(¥)
建物基礎	利用公寓、辦公大樓等建築物基礎空間作為雨水貯留槽。主要用於沖廁、灑水冷卻水塔補充水等等。	4 萬元/立方公尺×有效貯水量(立方公尺)	100 萬
中規模	1 公噸以上的雨水貯槽。主要使用於沖廁和花木澆灌。	1. 玻璃纖維(FRP)、不鏽鋼或混凝土材質 12 萬元/立方公尺×雨水罐容量 2. 聚乙烯材質 4.5 萬元/立方公尺×雨水罐容量	30 萬
小規模	未滿 1 噸的雨水槽。主要使用於花木澆灌及灑水。	雨水槽價格的 1/2(不包括運費和施工費、消費稅)	4 萬

4. 都市雨水利用方式：設置家戶雨水貯槽，蒐集降雨時屋頂雨水逕流，作為沖廁、澆花、抑制揚塵等次級用途(圖 12-1)。另可設置滲透池增加地下水補注量。

圖 12-1 雨水利用示意圖



#### 5. 雨水利用技術重點：

(1) 蒐集屋頂降雨逕流為原則：屋頂降雨較不易受污染而影響水質。另外雨水沿屋頂落水管排放過程中，可輕易從中截取蒐集。

(2) 挑選雨水貯存槽(罐)重點：貯存槽(罐)需防止日光透入，預防藻類繁殖；需加蓋保持密閉，預防蚊子幼蟲滋生，以及預防垃圾、灰塵、蟲子等混入。罐底部需設有洩水孔，以排除罐底積存物。

(3) 雨水貯存槽(罐)設置後注意點：定期清除過濾器阻塞物；定期排除罐底沈積污物；隨時檢視顏色和混濁，確保水質。

6. 墨田區役所中水、雨水利用系統：於 1990 年完工，利用區役所大樓屋頂集水(面積 5,000m<sup>2</sup>)導入地下 1,000 立方公尺貯水槽，併同大樓中水系統，作為廁所馬桶沖洗之用，不



足水量再由自來水補充，截存之雨水使用佔該大樓總用水量之 30%。處理流程示如圖 12-2。

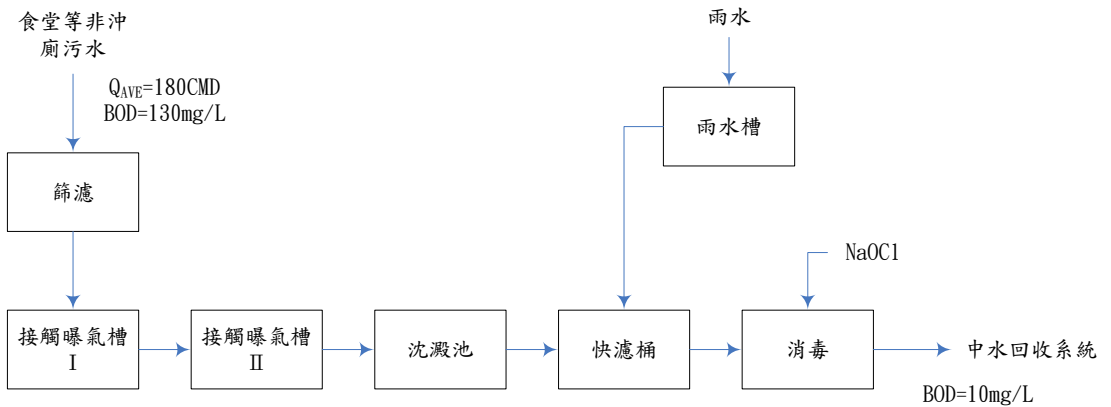


圖 12-2 墨田區役所辦公大樓中水、雨水利用流程圖

7. 雨水資料館：為普及市民水資源知識、推廣雨水利用觀念，於 2001 年 5 月利用廢棄之墨田區文花國小校舍，成立「雨水資料室」。館內從世界水資源得分佈、降雨過程雨滴形狀等知識為起點，以生動、互動的方式逐步深入至雨水利用方式，期望以「雨水資料館」為起點，從小強化對水資源珍惜觀念(圖 12-3~12-5)。



圖 12-3 以玻璃珠展示世界各地的降水量



圖 12-4 各式商品化之集水器



圖 12-5 各式雨水貯存桶



### 十三、 成套水處理技術及設備參訪

(一) 研修時間：2008 年 9 月 9 日

(二) 研修場所：日立工業設備技術株式會社 松戶研究所

(三) 接待人員：研究開發本部 研究員 安部直樹

(四) 重點內容：

1. 松戶研究所為日立工業設備技術株式會社下轄之 2 處研究所之一(另一為土浦研究所)，主要開發空調、水處理系統、集塵系統、液晶工廠搬送裝置、起重機等新技術。目前松戶研究所水處理技術正研發微生物固定化、膜處理應用、晶體析出、生物醫藥、廢氣/廢液/廢棄物處理及回收/零排放等技術，本次主要參訪微生物固定擔體硝化及膜分離活性污泥處理系統(MBR)等 2 類技術。
2. 微生物固定擔體硝化技術：以活性污泥 A/O 法為基礎，以高濃度固定化硝化菌擔體取代活性污泥，以去除硝酸氮( $\text{NH}_4\text{-N}$ )，如圖 13-1。其特點如下：
  - (1) 停留時間僅約 6~8 小時，較 A/O 法節省時間約 1/2，可同時去除水中有機物及氮。
  - (2) 於低溫時亦可穩定去除氮。

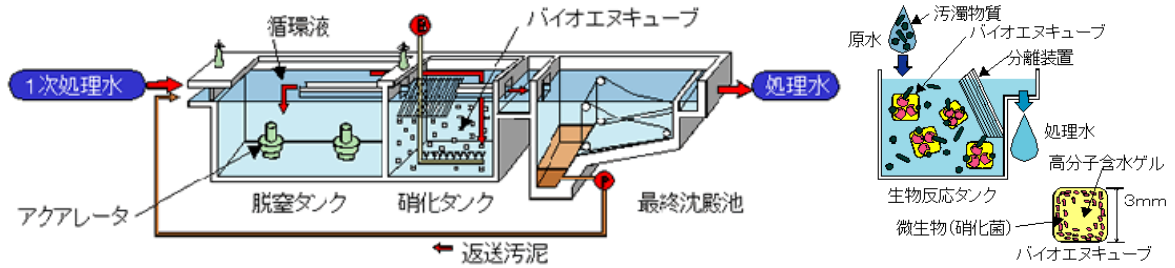


圖 13-1 標準構造及擔體示意圖

3. 日立膜分離活性污泥處理系統：結合高濃度活性污泥及沈浸式平版膜，適合小規模之污水處理系統(圖 13-2)，其設備要點及處理水質如表 13-1 及 13-2。其特色如下：

- (1) 處理水水質佳，對 N、P 及大腸菌去除效果佳，處理水再利用容易。
- (2) 節省空間，無需終沈池及污泥濃縮池。
- (3) 構造單純，無需處理廢棄污泥，操作成本低。
- (4) 無需污泥沈澱迴流，操作管理容易。

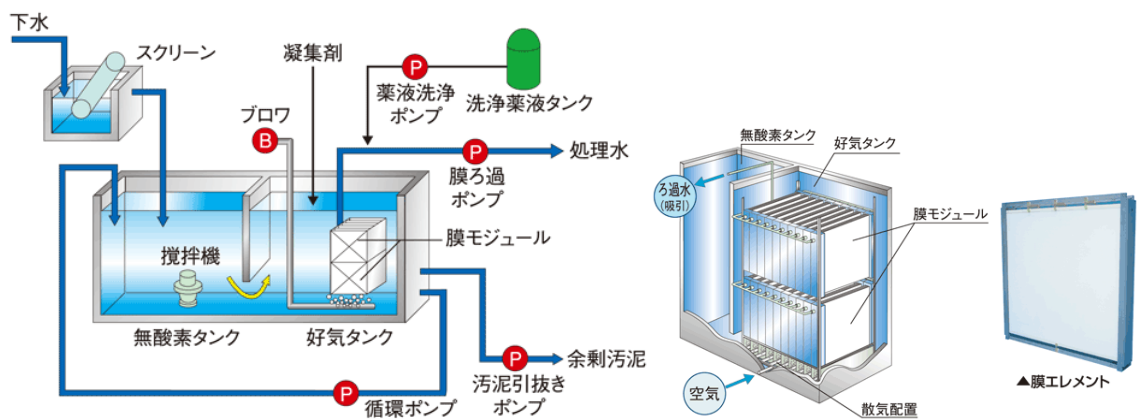


圖 13-2 膜分離活性污泥處理系統示意圖

表 13-1 膜分離活性污泥設備諸元

處理對象	SS、BOD、N、P、細菌類	
生物處理	停留時間	6 小時
	MLSS(mg/L)	8,000~20,000
膜	型式	沈浸平版 MF 膜
	材質	PVDF
	孔徑	0.1 $\mu$ m

表 13-2 膜分離活性污泥進出流水水質

水質項目	入流水	處理水
BOD(mg/L)	193	1.0
COD(mg/L)	124	7.5
SS(mg/L)	250	<0.4
T-N(mg/L)	38	5.7
T-P(mg/L)	7.8	0.3
大腸菌群(個/ml)	$3.7 \times 10^5$	不驗出

#### 十四、 日本下水道新技術開發中心參訪

(一) 研修時間：2008 年 9 月 10 日

(二) 研修場所：日本下水道事業團

(三) 接待人員：技術開發課長 藤本裕之

(四) 重點內容：

1. 日本下水道事業團設立於昭和 47 年(1972 年)，由政府及民間團體共同投資成立，成立目的為培訓日本下水處理技術人員，因應下水道專業人員的不足。主要業務內容包括接受民間委託下水道系統設計、維護管理輔導、監造、人才培訓及下水道新技術開發等。本次係赴位於栃木縣真岡市的技術開發實驗中心參訪。
2. 技術開發實驗中心緊鄰真岡市污水處理廠，為一分流式的污水處理廠，實驗中心即引取該污水廠處理水實際進行高級處理技術之研發，並提供試驗場地供民間廠商進行產品

實用化測試評估。目前主要進行的實驗概況及目的略述如

表 14-1。

表 14-1 技術開發實驗中心目前進行之試驗概要

試驗名稱	研究目的	研究概要
多樣化膜分離活性污泥法	標準活性污泥法槽體改裝為 MBR 處理法之技術研發	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 節能效果評估</li> <li>● 增加處理效率評估</li> <li>● 微生物安定性評估</li> </ul>
使用臭氧提高活性污泥生物活性研究	以臭氧注入活性污泥槽，提高污染物去除效果評估	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水力停留時間縮短及提高處理負荷評估</li> <li>● 廢棄污泥減量</li> <li>● 難分解有機物、色度去除效果提高</li> </ul>
載體顆粒法高速除氮系統	利用載體內預先培養之硝化、脫硝菌，快速除氮	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提高除氮效率</li> <li>● 減少廢棄污泥量</li> <li>● 見少土地需求</li> </ul>
陶瓷膜槽外型膜分離活性污泥法	以槽外型陶瓷膜取代沈浸式 MBR，提高活性污泥分離效率	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估利用既有處理槽體改裝之可行性</li> <li>● 維護管理系統簡化之評估</li> <li>● 以兼氧-好氧法試驗 N 去除效果</li> </ul>
污水中磷回收系統開發	以吸附劑回收水中磷，減少排放水濃度及磷再利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放流水磷去除濃度評估</li> <li>● 回收磷資源再利用</li> <li>● 成本效益評估</li> </ul>

## 十五、 日本水再生推動經驗及工業用水政策交流

(一) 研修時間：2008 年 9 月 11 日

(二) 研修場所：經濟產業省產業設施課

(三) 接待人員：課長補佐 小宮康則；造水班 具志堅拓實

(四) 重點內容：

1. 日本中央政府與水有關之部門分工如表 15-1。

表 15-1 中央政府與水有關之部門分工

業務	上水道管理	下水道管理	農業用水管理	工業用水管理與技術振興
部門	厚生勞動省	國土交通省	農林水產省	經濟產業省

中央政府主要業務為政策與法規制定、經費補貼、跨區協調等，實際負責自來水上水道及下水道的管理業務是由都、道、府、縣、市、町、村的政府單位在執行。

2. 日本於 1978 年發生異常缺水，下水道處理水再利用逐漸被重視，發展至今，再生水多使用於沖廁、融雪、親水、環境用水、工業等用途。依使用方式可分為「個別循環方式」、「地區循環方式」、「廣域循環方式」等 3 類。

(1) 個別循環方式：在辦公室大樓或建築物內，將產生之廚房、澡堂污水再處理，回用至此建築物內作為雜用水循環再利用。

(2) 地區循環方式：於集中式住宅區或集合式住宅構建下水道，經處理後回用至該住宅區作為沖廁、灑水等雜用水。

(3) 廣域循環方式：收集都市等大區域污水集中處理，再利用於特定區域之雜用水或工業用途。

3. 日本再生水使用現況：平成 17 年底(2005 年)全國約有 3,000 處再生水再利用案例，再利用量約 40 萬 CMD(表

15-2)，相當於全國生活用水使用量的 1%。再生水使用地區約有 2/3 集中於關東沿海及北九州地區。

表 15-2 日本再生水使用情形表（2005 年底）

循環方式	設施數	再利用水量 CMD
個別循環方式	1,060	144,262
地區循環方式	159	17,355
廣域循環方式	585	215,542
非循環方式	1,243	21,413
合計	3,047	39,8571

#### 4. 東京都再生水事業財務結構概述

(1) 再生水事業支出財務結構可分為操作維護費及建設費 2 部分，其中操作維護費由再生水使用者負擔，建設費由政府支助 50%，其餘 50% 由再生水事業體出資(圖 15-1)。

(2) 使用再生水之經濟誘因：東京都自來水價約 424 円/噸 (約台幣 140 元/噸，污水處理費約佔 50%)，若使用再生水每噸約 323 円(配管約 50 円/噸，再生水費率 273 円/噸)，自來水與再生水 2 者約有 100 円/噸的價差(圖 15-2)。

支出	收入
維護管理費	再生水料金
建設費	國庫補助金 (補助率50%)
	企業債 (長期借入金)



圖 15-2 再生水與自來水費率比較

圖 15-1 東京都再生水事業財務結構

## 5. 日本工業用水

- (1) 概況：日本工業用水道設置目的除早期提供地層下陷區之替代水源外，尚包含提供工業基礎設施建設。至 2006 年底，日本已有 149 家工業用水道事業，經營 267 工業用水道供水系統，取水能力約達 3,000 萬 CMD，計畫配水能力 2,675 萬 CMD，契約水量 1,762 萬 CMD。用水量最大的產業別為化工業及鋼鐵業涵蓋超過 50% 的工業用水，其次為石油/煤炭業、造紙業及輸送用機械器具製造業，上述 5 個產業的用水量涵蓋 86% 的工業用水。
- (2) 工業用水水質標準：因未涉民眾飲用安全問題，故日本工業用水道事業法並未規定工業用水水質標準，但日本工業用水協會提出一建議標準(表 15-3)。實務上，各事

業主體依其客戶需求自訂該工業用水道事業之供水水質標準。

表 15-3 日本工業用水協會建議之工業用水道水質標準

項目	標準值
濁度 (NTU)	20
pH 值	6.5~8.0
鹹度 (mg/L)	75
酸度 (mg/L)	120
蒸發殘留物 (mg/L)	250
氯鹽 (mg/L)	80
鐵 (mg/L)	0.3
錳 (mg/L)	0.2

- (3) 工業用水道事業法：日本工業用水道事業法為監督管理境內工業用水道事業之法源。制定之目的為「策進合理發展營運工業用水道事業，提供豐富低廉之工業用水，以促進工業健全發展。」日本將工業用水道區分為「一般工業用水道」與「自用工業用水道」，「一般工業用水道」係指各地方公共團體在其轄區內與各工業單位合作設立，並採取公營、民營或公民營合作方式經營之供水系統；「自用工業用水道」係指特定大用水戶（用水量超過 5,000 噸/日）經過政府許可自行開發供自己企業使用之供水系統。上述兩種工業用水道事業申請經許可後，需透過日本國土交通省與地方公共團體和流域經過的水權管理單位協調，取得水權後方可建設。



(4) 工業用水供水水價：日本自來水價依用途與水道管徑大小收費，超出基本用水量部分以累進方式計費。自來水平均水價約 173.31 日圓/噸 (48.6 台幣/噸，不含污水處理費)，工業用水道事業則為 29.57 日圓/噸 (7.83 台幣/噸)，僅為水道水價之 1/5。此為日本工業用水道事業蓬勃發展之關鍵。工廠可以選用較低廉且穩定之工業用水，故樂於配合政府相關政策。

### 參、心得與建議

- 一、未來我國的水資源經營與管理將以多元方式進行，改變過去以開發來滿足需求之方式，並以檢討需求及有限度之供給為主要考量。除優先以節約用水、有效管理及彈性調度等對環境影響較小之非工程手段實施外，若預期各區域生活及工業用水仍將有不足，則有必要在各種天然條件限制與保育自然環境之前提下，適度以多元方式開發新水源因應。都市污水回收即為多元化水資源之一環。
- 二、廢污水再生利用於國內尚屬起步階段，相關制度與推動方式處於摸索階段，日本推動水再生利用已逾 20 年，其豐富之經驗、歷程與技術非常值得作為國內政府機關與相關單位之借鏡。
- 三、目前國內污水下水道系統普及率約僅 14%，相較於日本接近 70%、東京都的 100%，國內在都市污水處理還有相當大的努力空間，近年政府(營建署)亦投注大筆建設經費，提升污水下水道之普及率。換言之，隨著污水下水道普及率提升，污水處理廠放流量亦隨之增加，國內水再生利用潛能亦日漸增加。
- 四、在雨水收集貯留方面，建議分新建建築物與既有建築二方面同時推動。在新建建築物方面，新修訂之建築技術規則於綠建築專章已有相關規定，惟仍須配合擴大適用範圍及訂定水再生利用水質標準；而在既有建築方面，將以公有建築物為優先示範推動對象，藉由政府以身作則之宣導效果，提升民眾使用意願。
- 五、日本再生水水價較自來水水價具競爭優勢，為民眾願意使用再生水之重要誘因。但國內限於自來水價尚未合理化，以及用戶端對於再生水水質主觀上尚有疑慮，推動上預估並不順

利。為達到國內水資源之永續利用目標，亟待推動自來水價合理化，以提高多元化水資源之經濟競爭優勢。

- 六、為提升民眾使用信心，推廣再生水之使用，日本教育下一代水資源為有限且珍貴之資源，以生動活潑、寓教於樂的方式宣導雨水儲留及水再生利用的基本觀念。其遠見及作法值得國內作為教育推廣之參考。
- 七、本次赴日研修，日本造水中心之課程安排係先安排書面課程，講授日本上水、中水與下水處理之相關政策、法規、技術與實務，然後再安排至相關水處理機構進行參訪，讓理論與實務能互相印證，從課程安排而言算是成功，惟課程內容偏重講授公部門之水處理，對私部門，特別是工廠的水回收再利用技術和現狀研修內容較少，建議以後的類似研修可增加相關內容。
- 八、書面課程的講授包含財團法人造水促進中心介紹、下水處理、再利用概要教學、大樓廢水再利用、膜技術應用於下水處理再利用及臭氧處理技術等就廣度與深度而言均屬適當，惟因部分技術性課程較有深度，翻譯似無法精準的將講師的意思傳達，因此建議以後的類似課程，可以將課程內容適當濃縮，更精準的針對某一特定課題進行講授，以達到精準教學、有效吸收的目的。
- 九、在講授日本大樓中水再利用、參訪日本三越百貨的中水再利用設備及隅田區雨水回收再利用機構時，發現依日本大樓中水再利用推動的模式，政府角色非常重要，日本對這個問題是由政府在建築法規中訂定中水回收及雨水回用之基準，同時設置公共中水處理設施，來要求業者配合推動，且將處理成本落實於水價，我國如果要推動大樓之中水回收再利用，在建築技術規則中增訂相關規定，使業者從源頭開始推動中

水再利用或雨水回收再利用，應屬最有效及可行方式，值得主管建築單位深思。

十、在講授東京都下水處理再利用時，鈴木先生介紹東京都下水道管線的更新工法之 SPR 法，係利用機具在管內運行，直接在舊內增加新管，以我國都市房子多、道路狹小的現狀，將來如各縣普設公共下水道要進行更新時，採用該工法，讓道路的使用與下水道的更新可以脫勾，可減少公共成本，非常值得下水道管理單位評估運用。

十一、台場海濱公園之海水淨化實驗，直覺上似乎不符成本效益，因海水是開放域，隨時會面臨下雨、其他海水稀釋、公共下水污染等問題，且大海的涵養能力很強，是否值得以抽取海水，進行處理後，再放流回海的方式，實在很難判斷有可行性。

十二、廢污水再生利用為台灣地區未來之重要且穩定之替代水源。因其推動涉及水資源利用(地面及地下水)、廢污水廠建設操作、環境保護、公共衛生、農業、經濟財務等各相關領域，建議國內設置『廢污水再生利用專責機構』以利建立直接溝通管道，提早建置完善法規體系，提升國家永續發展績效

## 肆、結語

邁入二十一世紀，日新月異的科技帶來許多生活便利，但同時也帶來許多環境問題，而因為全球化、都市化及工業化，傳統的環境問題起了質變及量變，除了因為新興產業崛起、產品研發使用或產出新物質的未知危害外，所消耗能量及產生廢棄物的速度更遠遠超過地球生態所能負荷，諾貝爾和平獎得主高爾執導的「不願面對的真相 (Inconvenient Truth)」即明白點出人類近二十年的所謂科技對於環境無可彌補的傷害。

日本以前有嚴重的公害問題，基於不希望再發生公害的要求，且追求快適生活的環境品質，社會的每種角色應公平擔負責任已成為日本全民之基本共識，透過社會責任的自覺及產業公會的輔導，日本業界多會遵守相關規範並與政府配合，日本經濟產業省則立於產業輔導的地位，其公害防止政策係從產業振興的角度，針對環境省的環保管制予以因應，協助企業符合環保法規，訂定適合企業與環境共存的政策，進而協助產業利用環保趨勢促進產業升級，並研究環保控制技術取得更大經濟效益，達到環保與經濟面雙贏的發展。

二十一世紀的水資源管理，必須改變思維，由過去之「充裕各標的用水」，調整為「改變需求以適應供應潛能」，並基於「最小風險」之原則，來適應變化中之環境及氣候。此外，亦須致力節約用水、水

資源之有效利用、彈性調度及早災預警系統建置等非工程措施，以達水資源永續利用之願景。

期待未來我國亦能朝此一方向前進，建立全民共識，環境保護與促進經濟發展之工作並非一定置於互為抗衡的兩端，唯有兩者兼顧協力並進，才能夠永續發展，留給下代繁榮且無污染的生存環境。