出國報告（出國類別：開會）

出席
「2007 水田及水環境國際研討會」
出國報告書

服務機關：行政院農業委員會、臺灣大學生物環境系統工程系、台灣大學農業經濟系、農業工程研究中心、Taiwan International Institute for Water Education (TIIWE)

姓名職稱：林國華技正、曹以松榮譽教授、黃宏斌教授、吳富春教授、張宏浩助理教授、張斐章主任、游進裕副研究員

派赴國家：韓國

出國期間：96 年 10 月 17 日至 10 月 21 日

報告日期：97 年 1 月 16 日

系統識別號：C09602632

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數：52　　含附件：是

報告名稱：出席「2007 水田及水環境國際研討會」

主辦機關：行政院農業委員會

聯絡人/電話：林國華/（02）23126331

出國人員：行政院農業委員會林國華技正、臺灣大學生物環境系統工程系曹以松榮譽教授、黃宏斌教授、吳富春教授、台灣大學農業經濟系張宏浩助理教授、農業工程研究中心張斐章主任、Taiwan International Institute for Water Education (TIIWE) 游進裕副研究員

出國類別：開會

出國地點：韓國

出國期間：民國 96 年 10 月 17 日至民國 96 年 10 月 21 日

報告日期：民國 97 年 1 月 16 日

分類號/目：E0/綜合（經濟類）　　E0/綜合（經濟類）

關鍵詞：韓國國立首爾大學；水田及水環境國際研討會；水資源永續管理；農村規劃與發展；水質永續管理。

內容摘要：1.2007 年 10 月 17 日至 21 日假韓國國立首爾大學所舉辦之「2007 水田及水環境國際研討會」(PAWEES 2007 6th International Conference –On Sustainable Rural Development and Management)及第 6 屆「水田及水環境年會」，係由國際水田與水環境學會所每年主辦召開。國際水田與水環境學會是由日本農業土木學會、臺灣中國農業工程學會及韓國農業工程學會組成之國際性學術組織，透過舉辦本研討會，讓台灣、日本、韓國及亞洲其他國家之水資源、農田水利、農業環境專家學者，針對如何提升亞洲季風區水田生產、生態、生活及文化功能之技術，進行研究成果之經驗分享、學術探討與人員交流。希望透過研討會之舉辦，凝聚臺灣、日本及韓國維持水田

文化之共識，攜手建構水田在水資源、環境保護、生態維繫的多功能核心價值。

2.「2007 水田及水環境國際研討會」主題包括：（一）專題演講：由義大利杜林（Torino）大學 Aldo Ferrero 主講歐洲水稻耕種之現況與展望。（二）水資源永續管理（Sustainable water management）、（三）農村規劃與發展（Rural planning and development）、（四）水質永續管理（Sustainable water quality management）等 4 大部分，收錄之論文共 15 篇，其中義大利 1 篇、日本 5 篇、韓國 3 篇、台灣 2 篇及越南、緬甸、孟加拉、中國各 1 篇。

3.第 6 屆「水田及水環境年會」，會中頒發國際水田與水環境學會 International Award，臺灣有臺灣大學生物環境系統工程系曹以松榮譽教授獲獎，PAWEES 論文獎，由台灣大學農業經濟系張宏浩助理教授等合著之「Multifunctionality and non-trade concerns：Implications for future agricultural policy in Asia」乙文，獲得 SATO 獎。另年會討論的主題為水田農業地區農業工程教育認證制度與亞太經合組織(APEC)農業工程師計畫之探討，會議結束後，並由台日韓三國共同發表首爾宣言（PAWEES SEOUL STATEMENT 2007），作為未來 PAWEES 成員國共同努力之方向。

4.本次會議主辦單位安排韓國江華島（Gangwha Island）之 Daesan Agricultural Water Development Project、Ganeungpo Drainage Improvement Project 及 Cheongye Stream Restoration（首爾市清溪川復育工程）等處進行技術參訪，由現地參訪中，對於韓國於農業工程、水利工程與生態復育之建設成果有更深之體驗，作為台灣未來農業工程建設發展之參考。

公務出國報告審核表

<table>
<tr><td colspan="2">出國報告名稱：出席「2007 水田及水環境國際研討會」</td></tr>
<tr><td colspan="2">出國計畫主辦機關名稱：行政院農業委員會</td></tr>
<tr><td colspan="2">出國人姓名/職稱/服務單位：林國華/技正/行政院農業委員會、曹以松/榮譽教授、黃宏斌/教授、吳富春/教授/臺灣大學生物環境系統工程系、張宏浩/助理教授/台灣大學農業經濟系、張斐章/主任/農業工程研究中心、游進裕/副研究員/Taiwan International Institute for Water Education (TIIWE)</td></tr>
<tr><td>出國計畫主辦機關審核意見</td><td>■1.依限繳交出國報告
■2.格式完整
■3.內容充實完備
■4.建議具參考價值
■5.送本機關參考或研辦
□6.送上級機關參考
□7.退回補正，原因：□不符原核定出國計畫　□以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容　□內容空洞簡略　□未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理　□未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔
□8.其他處理意見：</td></tr>
<tr><td>層轉機關審核意見</td><td>□同意主辦機關審核意見　□全部　□部分_____（填寫審核意見編號）
□退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號）
□其他處理意見：</td></tr>
</table>

說明：

一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。

二、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。

三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

目　　錄

壹、緣起…… 1
貳、行程…… 3
參、水田及水環境國際研討會概述 …… 4
一、研討會議程…… 4
二、水田及水環境年會…… 5
三、大會宣言…… 7
肆、研討會論文簡述…… 11
一、專題演講…… 11
二、永續水資源管理…… 12
三、永續農村發展及環境管理…… 14
伍、技術參訪…… 17
一、**Daesan** 農業用水開發計畫…… 17
二、**Ganeungpo** 排水改善計畫…… 17
三、首爾清溪川整治復育工程…… 17
陸、心得與建議…… 23
附件一 水田及水環境研討會及年會議程
附件二 臺灣發表論文內容
附件三 大會宣言文稿

壹、緣起

2007 年 10 月 17 日至 21 日假韓國國立首爾大學、AT Center（韓國農漁產品貿易展示中心）所舉辦之「2007 水田及水環境國際研討會」(PAWEES 2007 6th International Conference –On Sustainable Rural Development and Management)及第 6 屆「水田及水環境學會年會」，係由國際水田與水環境學會（International Society of Paddy and Water Environment Engineering，簡稱PAWEES）每年主辦召開，由台灣、日本及韓國三國輪流主辦。國際水田與水環境學會是由日本農業土木學會、臺灣中國農業工程學會及韓國農業工程學會組成之國際性學術組織，透過舉辦本研討會，讓台灣、日本、韓國及亞洲其他國家之水資源、農田水利、農業環境專家學者，針對如何提升亞洲季風區水田生產、生態、生活及文化功能之技術，進行研究成果之經驗分享、學術探討與人員交流。希望透過研討會之舉辦，凝聚臺灣、日本及韓國共同維持水田文化之共識，攜手建構水田在水資源、環境保護、生態維繫的多功能核心價值。

稻米為國人主要糧食，水稻亦為我國種植面積最廣之農作物，而農田灌溉良窳攸關農業生產與農民生計。台灣農田水利事業始於 17 世紀，迄今已逾 300 年，而農田水利組織，經過長期的發展，不僅現有之營運組織頗具規模，現有之灌溉工程設施亦頗為完善，因此就灌溉技術、用水調配及營運管理組織是世界上少數最成功的國家。行政院農業委員會農田水利處為全國各農田水利會之中央主管機關，隨著國內外情勢轉變，未來農業與農田水利建設如何兼顧農田三生功能、稻米文化、產業發展，以及合理調配水資源乃是施政上的重大挑戰。本次研討會之主題專題演講由義大利杜林（Torino）大學 Aldo Ferrero 主講歐洲水稻耕種之現況與展望，各國發表論文之領域為水資源永續管理(Sustainable water management)、農村規劃與發展(Rural planning and development）及水質永續管理（Sustainable water quality management）等 3 大部分，收錄之論文共 15 篇，從各國發表論文中可看出各國在維

護水田多功能、水資源管理、農村規劃及水質管理等議題上最新研究成果與未來發展方向，可做為我國將來相關政策規劃之參考。

基於我國為 PAWEES 創始會員國之一，並藉由積極參與相關國際活動，以汲取國際水田多功能、水資源與水質管理等科技與技術之前瞻論點與最新經驗，有助於加強專業相近的各個國際性及區域性學術團體間的跨領域合作，共同進行分享在水田與水環境工程相關之最新資訊與知識，同時透過非政府間學術交流活動，向國外宣傳台灣先進科技與技術研發成果，建立參與國際活動管道，拓展我國外交空間。本會於接獲中國農業工程學會組團參與韓國首爾「2007 水田及水環境國際研討會」之邀請後，簽奉　蘇主任委員嘉全核定指派農田水利處林國華技正代表出席，與臺灣大學生物環境系統工程系曹以松榮譽教授、黃宏斌教授、吳富春教授、台灣大學農業經濟系張宏浩助理教授、農業工程研究中心張斐章主任、Taiwan International Institute for Water Education (TIIWE)游進裕副研究員等共同組團參加，本次會議原由水利署陳伸賢署長擔任團長（兼任台灣中國農業工程學會理事長），惟陳署長因公無法出席，改派臺灣大學生物環境系統工程系黃宏斌教授（兼任台灣中國農業工程學會秘書長）出席。出國期間自民國 96 年 10 月 17 日至 21 日止，為期 5 日。

貳、行程

本次會議韓國主辦單位規劃之行程為：（1）10 月 18 日於韓國國立首爾大學召開「2007 水田及水環境國際研討會」、（2）10 月 19 日於 AT Center 召開第 6 屆「水田及水環境學會年會」、（3）10 月 20 日為韓國江華島（Ganghwa Island）之 Daesan Agricultural Water Development Project、Ganeungpo Drainage Improvement Project 及 Cheongye Stream Restoration（首爾市清溪川復育工程）等處進行技術參訪。詳細行程如下列表 1。

表 1　出席 2007 水田及水環境國際研討會行程表

10 月 17 日 （星期三）	行程（台北→韓國首爾）
10 月 18 日 （星期四）	參加「2007 水田及水環境國際研討會」
10 月 19 日 （星期五）	出席第 6 屆「水田及水環境學會年會」
10 月 20 日 （星期六）	技術參訪，地點： 1. 江華島之 Daesan Agricultural Water Development Project。 2. Ganeungpo Drainage Improvement Project。 3. 首爾市清溪川復育工程。
10 月 21 日 （星期日）	返程（韓國首爾→台北）

參、2007 年水田及水環境國際研討會及年會概述

一、研討會議程

2007 水田及水環境國際研討會於 10 月 18 日舉行，會場地點為韓國國立首爾大學教職員俱樂部(Faculty Club)，議程詳如附件 1。

研討會出席人員包括日本農業土木學會、臺灣中國農業工程學會及韓國農業工程學會相關學者專家，另外義大利、越南、緬甸及孟加拉等國亦有派員參加，總出席人數約 60 人；會議以英文為限，所有演講論文並已編纂為論文集。

研討會共有 14 篇論文獲選發表，大會安排之專題演講由義大利杜林（Torino）大學 Aldo Ferrero 主講歐洲水稻耕種之現況與展望。臺灣發表之論文有 2 篇，如附件 2，分別為水利署陳伸賢署長與王藝峰簡任正工程司「A Research on Macro-economic Assessment for Rural Flood Control Project in Taiwan」（陳伸賢署長與王藝峰簡任正工程司因公未出席，由 TIIWE 游進裕副研究員代表報告）及臺灣大學生物環境系統工程系吳富春教授與農委會林國華技正「A Histogram Matching Approach for Environmental Flow Optimization」兩篇論文發表（由吳富春教授報告）。其他各國論文題目為：

1. Sustainability of System of Rice Intensification:Benefits of SRI focusing on effects of intermittent irrigation on Yield increase and water saving。
2. Assessment of Irrigation Efficiencies and Water Productivity in Paddy Fields in the Lower Mekong River Basin。
3. Improvement of on-farm irrigation for farming production Diversification in The Red River Delta,

Vietnam。

4. Water Management for Sustainable Rice Production in Bangladesh。
5. A distributed hydrologic model for characterizing and assessing human interaction in agricultural water use with hydrologic systems。
6. Bivariate hydrological frequency analysis using copulas（中國，未口頭發表）。
7. Rural Development project in Ma Mya River Basin。
8. Evaluation of Agri-Environmental Performance of Convention on Biological Diversity Using Winter Paddy Field in Korea。
9. The Use of Vegetative Filter Strips (VFS) to Treat Agricultural Wastewater。
10. Relationship between Effluent Loadings of Suspended Solids and Nutrients and the Weather Condition in Cyclic Irrigation System。
11. Assessing Water Quality Impacts of Agronomic Livestock Manure Application Rates。
12. Nitrogen Management in Paddy Plot Applied with Methane Fermentation Manure Liquid。

二、水田及水環境年會

第 6 屆「水田及水環境學會年會」於 10 月 19 日舉行，會場地點為韓國 AT Center(韓國農漁產品貿易展示中心)，年會由大會主席 Seong-Joon Kim 主持，議程如附件 1，本次 PAWEES Award 的頒發，共分為 International Award(5 名)、Paper Award(3

名)及 Reviewer Award(2 名)等 3 項，台灣獲獎之獎項為：1. International Award－臺灣大學生物環境系統工程系曹以松榮譽教授獲獎。2.The PAWEES Paper Award（SATO Prize）－台灣大學農業經濟系張宏浩助理教授及 Richard N.Boisvert 等合著「Multifunctionality and non-trade concerns：Implications for future agricultural policy in Asia」獲獎。

第 6 屆水田農業地區農業工程教育認證制度與亞太經合組織(APEC)農業工程師計畫研討會議，共有 4 篇報告不同議題之專案報告，討論之議題分別為：（1）日本高等教育因應國際化趨勢，對於外國學生之教育政策及強化國際競爭力之探討。臺灣大學生物環境系統工程系張斐章教授並對於台灣大學外國學生之概況向與會者說明。（2）在 2007 年 6 月 19 日於美國華盛頓 DC 舉行之第 6 屆 APEC 工程師認證委員會會議中，日本認為對於農業工程師之登錄，歸類於土木及結構領域，依目前這種登錄系統，農業工程師未適當地表示出來，建議水田與水環境國際學會(PAWEES)應致力於建立適合農業工程之新註冊領域，以確保農業工程在亞太經濟合作組織(APEC)中所應有之本質。（3）水田與水環境國際學會(PAWEES)所出版之水田與水環境國際期刊（PWE），自 2003 年創刊，5 年來共發表 126 篇文章，並已獲得國際認同。水田與水環境國際期刊於 2006 年 12 月已向美國科學資訊研究所(Institute for Scientific Information, ISI)申請登記，可望於 2008 年 12 月可列入 SCI 中，如此可提升 PWE 之能見度。本篇報告也分析歷年來各國發表之論文數量，以日本 59 篇最多、韓國 11 篇次之、台灣 5 篇居第 3 位。台灣大學農業經濟系張宏浩助理教授並對 SCI 之運作，提出補充報告。（4）在日本，已經針對水田與農業工程與相關環境課題出版了 5 本英文教科書，但對於水田知識之流通仍感不足，為了讓西方人能對水田與水田多功能性有更深一層

的認識，未來應結合日本、台灣及韓國之農業工程領域有關之專家學者，共同出版結合水田工程與相關環境課題的新教材，報告人並提出教科書之初步架構，供各國參考。

三、大會宣言（PAWEES Seoul Statement 2007）

研討會後，出席人員就本次會議在農田水利政策、技術研發及國際合作上所達成的共識，發表大會宣言，如附件 3。

圖 3-1 PAWEES 研討會開幕，我國由黃宏斌教授代表致詞

圖 3-2 PAWEES 及韓國農業工程學會(KSAE)50 周年慶晚宴情形

圖 3-3 臺灣大學曹以松榮譽教授獲頒國際貢獻獎

圖 3-4 台灣大學農業經濟系張宏浩助理教授發表受獎感言

圖 3-5 PAWEES 年會討論情形

圖 3-6 台灣代表團合影

肆、研討會論文簡述

研討會發表論文共有 15 篇，專題演講由義大利杜林（Torino）大學 Aldo Ferrero 主講歐洲水稻耕種之現況與展望，論文可分為永續水資源管理與永續農村發展及環境管理兩大類，茲摘錄較具代表性的論文簡介如下：

一、專題演講

◎Current situation and prospects of rice cultivation in Europe

－作者：Aldo Ferrero（義大利杜林大學）

－論文重點：歐盟目前的稻米耕種面積約 41 萬公頃，80%以上位於義大利和西班牙。在這些主要種植國家的作物產量已由每公頃 4.8 噸提升到每公頃 7.2 噸，加工後的稻米消費量從每年每人 5 公斤上升到 17 公斤，其中，在南歐國家大多食用梗稻，而北歐國家則為秈稻。歐洲稻米生態系統的特徵為具有廣泛的土壤和氣候多樣性差異，土壤類型有穩定結構到砂質等不同型態，而酸鹼值則有酸性、鹼性及含鹽性等。在稻米生產國家的氣候型態從溫帶大陸型到亞熱帶氣候，大多採高度機械化方式耕作，平均每 12 公頃使用 1 部牽引機，平均每 60 公頃使用 1 部聯合收割打穀機。由於諸多的農藝、環境與經濟的限制，使得歐洲米產量不足，其中最主要的農藝與經濟課題為作物品質、可取得水量、生物和環境等面向之影響。而主要的經濟限制為歐洲市場持續自由化之後和其他產區之間的競爭將變得激烈所導致的高生產成本。大部分的稻米耕作課題，需要藉由推動共同研究方案來發展可忍受各種環境限制的高產量品種稻

米，才能有效解決。

二、永續水資源管理

◎Current situation and prospects of rice cultivation in Europe

－作者：Keisuke Shimizu,Eiji Yamaji, Shuichi Sato,Budiharto P.S,Masaru Mizoguchi（東京大學）

－論文重點：水稻強化栽培體系(SRI) 是在馬達加斯加發展的一種新稻米栽培方法。它是由間歇灌溉與寬間距稻秧插播結合的獨特水管理制度，該技術能增產並節省灌溉水。雖然有些人認為水稻強化栽培體系(SRI)對農村持續發展具有價值，卻因缺乏科學論證而常遭他人質疑。本文藉由呈現印尼龍目島在 2007 年旱季，於現地實際應用水稻強化栽培體系(SRI)所得之資料，比較不同程度的間歇灌溉對於產量和節約灌溉用水的影響。

◎Assessment of Irrigation Efficiencies and Water Productivity in Paddy Fields in the Lower Mekong River Basin

－作者：Fongsamuth PHENGPHAENGSY Hiroshi OKUDAIRA（湄公河流域管理委員會）

－論文重點：為確保糧食生產與人民的生計，改善灌溉功效對下湄公河流域的灌溉農業發展，已成為重要的課題。其中，灌溉效率是作為衡量灌溉系統績效最重要的指標之一。本研究針對下湄公河流域 3 個示範點進行水資源管理方式與灌溉效率之探討，利用水平衡法進行灌溉效率和水生產力之分析。結果顯示，在示範區觀察所得之效率皆較傳統方式為高。為滿足農業需求，並有足夠的水以擴大種植面積，並須以嚴謹與靈活水管理進行控

制和節約用水，同時推廣多期作物種植，將可提升水之生產力。

◎Improvement of on-farm irrigation for farming production Diversification in The Red River Delta, Vietnam

－作者：Doan Doan Tuan （越南水資源研究中心）

－論文重點：本文介紹在越南第 2 大稻米產地，並使越南擺脫糧食短缺的紅河三角洲農業生產多樣化。本研究的結果顯示，當工商業和服務業持續發展時，單一的水稻種植將使農民收入變得非常低。為因應越南社會與經濟的變化，其政府與農民正對單一的水稻種植尋求新出路。最近，農業生產多樣化：從水稻變成稻米-魚-鴨等複合經營；從稻米到水產養殖及從水稻到稻米-蔬菜等新型態經營模式的出現，讓農民能較單一的水稻種植的所得高出約 2-5 倍。

◎A Research on Macro-economic Assessment for Rural Flood Control Project in Taiwan

－作者：陳伸賢、王藝峰 （台灣水利署）

－論文重點：台灣每年因水災所造成的農業災害損失將近在新台幣 100 億左右，而嚴重的土地衰微及農村排水系統失靈則是造成水災的主要因素。2006 年為農村防洪工程而提出高風險地區的防洪計畫(HRRFCP)，此項投資將達 1,160 億，旨在減少可能造成危害的 10 年重現期洪水，估計超過 250 平方公里的地區將受到保護，而且大部分是耕地。若非為人口密集的都市區和工業區，一般所使用的歷史災害損失曲線將難以呈現此方案之效益。

◎ Water Management for Sustainable Rice Production in Bangladesh

－作者：Mesbauddin Ahmed（孟加拉農業大學）

－論文重點：本文係針對孟加拉生產水稻之灌溉和水管理進行分析，並將焦點置於灌溉的貢獻，亦即增強水稻產量和擴大水稻面積，而有助於該國達到自給自足的糧食生產。本文闡明了：（1）稻米在孟加拉社會經濟生活中的重要性、（2）水稻之生長季節和特點、（3）各種用於水稻種植的傳統和現代灌溉技術、（4）涵蓋各種灌溉技術的區域、（5）灌溉水的可取得程度與來源、（6）孟加拉農村發展委員會在灌溉管理計畫上的角色，及（7）抽取地下水所造成的生態和環境惡化等相關問題。

三、永續農村發展及環境管理

◎Rural Development project in Ma Mya River Basin

－作者：Khin Maung Nyunt（緬甸灌溉部）

－論文重點：緬甸正在實施五年期減少農村貧困地區的農村發展策略。在全國各地進行千禧年發展目標策略。由於緬甸為農業國，是以其正建造幾個用於灌溉發展的大壩工程，以維護國家的糧食安全。Ma Mya 水壩位於伊芳洛瓦底江三角洲，為亞洲最大的水壩之一。在實施伊芳洛瓦底流域水資源整體計畫，有幾個大壩工程其建造之目的在於防洪及灌溉。藉由當地技術所產生的小水電，來提供村落的電力。為增強農村民眾之孩童於教育上能使用衛星，電力也成為其中一項要求。Ma Mya 水壩也將造福流域中的無土地農民。渠道巡視道路成為鄉村通往主要公路之通路，俾將其農產品運

往市場。

◎The Use of Vegetative Filter Strips (VFS) to Treat Agricultural Wastewater

－作者：Young-Jin Kim, Tammo Steenhuis, and Larry Geohring（韓國國立首爾大學、美國康乃爾大學）

－論文重點：在美國東北部對於控制農業的污染物質，如牛乳房廢水中所含的磷，利用植生過濾帶是最佳管理方法。然而，最重要的是了解磷是如何的被植生過濾帶吸著和消除。此研究在評估當牛乳房排放污水停止後 11 天期間，可溶性反應磷在植生過濾帶的變化。首先在飽和的區域摩根土壤測試磷的含量低於乾燥的土壤所含者，當在飽和區域排出點附近的可溶性反應磷濃度高達 9.4 毫克/升。可假定：飽和地區的高可溶性反應磷濃度是由於飽和地區的土壤高還原情形所造成的。當土壤為乾燥時，全部的可溶性反應磷濃度在植生過濾帶減少到牛奶屋廢物濃度之 10%以下。此結果與先前在實驗室測試一致，藉由乾燥飽和的土壤顯示，有效的土壤測試磷值被減少了高達 6 倍。故可判斷出只要土壤保持有好氧性，植生過濾帶便扮演一個重要角色於吸收來自廢水的磷；因此對於處理農業廢水，利用植生過濾帶似乎是最佳管理方法。

◎Relationship between Effluent Loadings of Suspended Solids and Nutrients and the Weather Condition in Cyclic Irrigation System

－作者：Takehide Hama, Kimihito Nakemura, Tour Mitsuno, Shigeto Kawashima（日本京都大學）

－論文重點：在日本，如何改善農業的負面影響，成為現今農政上熱門的議題，特別是稻作農業，如水質污染、破壞生態系統等。本文係介紹如何減少循環灌溉系統的污水環境負荷量的影響。在循環灌溉系統中，來自於稻田排水系統的水將被再使用為灌溉用水。循環灌溉系統之原意為節水，但今天此系統也被視為一個接近水田區的水質保護措施。自 2004 年起，本研究歷經 4 年的時間調查此循環灌溉系統。調查的地區是一個約 150 公頃且靠近琵琶湖的河岸低窪水田區。本研究進行了循環與傳統的灌溉系統中水平衡、懸浮固體的質量平衡，以及氮與磷的比較。此顯示循環灌溉系統在 2006 年分別可以減少污水總氮量 120 克(每日每公頃)和總磷量 150 克(每日每公頃)。

◎Nitrogen Management in Paddy Plot Applied withMethane Fermentation Manure Liquid

－作者：Kimihito Nakamura1), Kensei Funamoto, Toru Mitsuno（日本京都大學）

－論文重點：經由處理動物糞便與食物殘渣等來生產電力及熱能的沼氣發酵技術，已成為當今普遍被大眾接受的一種生質能資源技術。但在發酵過程所產生的副產物如沼氣發酵肥液的處理上，一直非常昂貴。為建立副產物永續循環利用系統，我們實地對沼氣發酵肥液作為水田作為肥料的可行性進行試驗，並與其他應用一般化學肥料之田區作對照。由氮的運輸模式結果顯示，一定面積以上的水田可以沼氣發酵肥液作為肥料，進而提高沼氣發酵技術的成本效益。

伍、技術參訪

一、Daesan Agricultural Water Development Project

Daesan 農業用水開發計畫位於韓國仁川市（Incheon City）江華島（Gangwha Island），開發單位為財團法人韓國農村發展協會，計畫期程為 2001 年 12 月至 2009 年 12 月，共計 8 年，總投資金額為 3 千 1 百萬美元，計畫目標為改善農田灌溉用水，受益面積為 290 公頃，目前完成進度為 49％。

工程內容為蓄水庫 1 座，總容量為 155 萬立方公尺（有效容量為 142 萬立方公尺），集水區面積為 161 公頃。主要壩體結構為土石壩，壩高 18.2 公尺、壩長 201 公尺，其他附屬設施則有溢洪道及排水渠道 293 公尺、抽水站 1 處（600HP×2 組）、進水口取水塔 1 處（14.5 公尺高）、灌溉渠道 25.8 公里、聯絡道路 3.6 公里、施工中搬遷 11 戶民宅。

二、Ganeungpo Drainage Improvement Project

Ganeungpo 區域排水改善計畫，工程位於韓國仁川市江華島，開發單位為財團法人韓國農村發展協會，計畫期程為 2005 年 12 月至 2008 年 12 月，共計 3 年，總投資金額為 483 萬美元，計畫目標為改善農田排水，減輕洪災損失，受益面積為 283.6 公頃，平均每公頃投資成本為 1.7 萬美元，目前完成進度為 87.3 ％。

工程內容為排水渠道 3.75 公里，採用拋石方式施工，總面積為 32,499 平方公尺，此外，尚有相關附屬設施，如：控制機房、機械工、電機工等，該地區接近海邊，地面高程較低，工程完工後可防止海水入侵，避免農作物受淹水之苦。

三、Cheongye Stream Restoration

韓國總人口約 4 千 7 百萬人，其中約 1,036 萬人（21％）集中在首都－首爾市，清溪川原為自然河川，由西向東流經首

爾市注入漢江，全長為 13 公里。清溪川在 15 世紀朝鮮王朝時代建都首爾時，肩負生活用水與市區排水之功能，主要商業活動均沿河岸逐漸向外發展。

隨著首爾市的發展，大量的生活廢水排入清溪川，致水質嚴重惡化，造成清溪川惡臭及衛生問題。於日本統治時代，即擬訂河道覆蓋計畫，韓戰結束後，1958-1977 年間完成河面覆蓋長度為 5.8 公里；另 1967-1971 年間興建高架道路，成為首爾市重要的交通要道。

基於高架道路結構安全、改善都市噪音及空氣與水質、活化沿岸周邊商業活動及重現首爾市 600 年歷史之古都文化，2002 年李明博（2007 年 12 月當選韓國總統）就任首爾市市長將清溪川整治列為首要施政目標，研擬交通改善措施，並積極與居民溝通，減輕民眾疑慮。整治復原工程全長 5.8 公里，總工程費 130 億新台幣,施工時間為 2003 年 7 月至 2005 年 9 月。

清溪川河川復育工程主要內容為將清溪高架道路拆除，重新挖掘河道，並為河流重新美化、注入活水，及種植各類植物，營造生物多樣性之水域棲地環境，又興建多條具有韓國傳統特色橫跨河道之橋梁，恢復生命之源水的循環體系，復原具有自然再生能力的生態界，構建「自然的城市河流」，重建城市新風貌。

為確保復育後之水質，於河岸兩側興建污水截流系統，另為維護河川生態，每日抽取 10 萬噸漢江經高度處理的水及 2 萬噸 15 個地下鐵車站處理過的生活污水，以維持枯水期河道 40 公分以上水深。

清溪川復育工程完工後，沿岸已成為首爾市中心一個休憩地點，觀光人潮帶動當地商業活動的發展，同時由於都市景觀更新，沿岸傳統金屬、機械、製造業、批發與零售業等行業，逐漸轉型為金融等高附加價值產業，同時也帶動房價與地價的

上漲。依據韓國接待單位提供資料顯示，自從高架道路拆除後，進入市中心的車輛減少了 2.3%，相對地搭乘地鐵之人數增加 6%(市中心區增加 13.7%)，大衆交通工具的利用率大幅增加，這對大氣環境的改善，有積極的影響。又據分析，由於水的流動與風的效應，氣溫最多能降低 10~13%。也就是說，夏季高溫 30℃以上時，氣溫就會降低 3~4℃。在清溪川復原工程開工前，清溪川一帶平均溫度比首爾地區平均溫度高出 5℃以上，但是自拆除高架道路，開通風路後，氣溫就下降了，生活品質也隨之改善。

清溪川整治成功的關鍵在於事先的規劃、完整的交通改善配套措施、堅決的執行力及誠懇的溝通。在規劃之初，首爾市民對於交通壅塞、巨額工程費及施工期間對於週遭生活所帶來之問題等，亦對於政府提出諸多的質疑；時至今日，雖然清溪川 80%的水都是靠電力馬達從漢江抽來的，首爾市政府每年需要新台幣 2 億元的維護管理費用，但在市政府的努力下，沿線房地產價格的上漲、都市景觀的再造、生活品質的提升、於假日配合舉辦活動營造吸引遊客的環境、提升韓國的國際形象等，韓國人民仍然對於本項工程效益給予高度正面的評價。

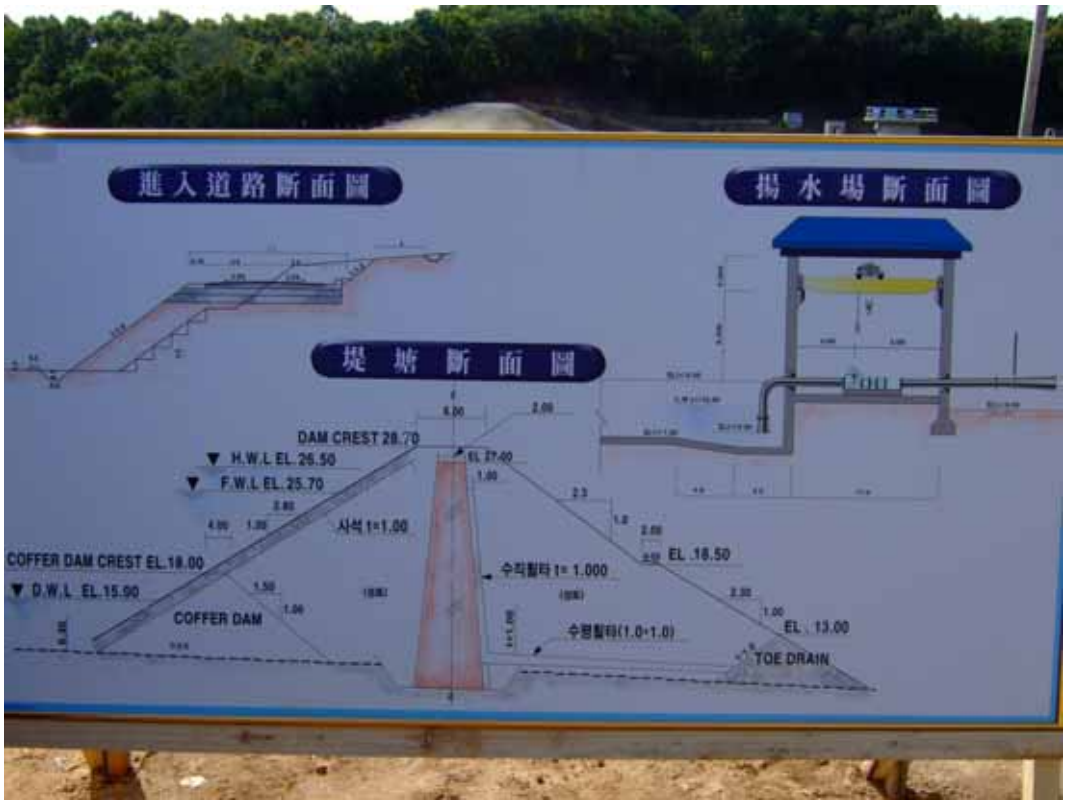

圖 5-1 Daesan 農業用水開發計畫工程設施圖

圖 5-2 Daesan 農業水庫淹沒區現狀

圖 5-3 Ganeungpo 區域排水改善工程

圖 5-4 清溪川整治起點現況

圖 5-5 清溪川上游段河岸植生

圖 5-6 清溪川景觀與假日舉辦活動之觀光人潮

陸、 心得與建議

一、水稻栽培在同屬亞洲季風地區之日本、韓國及台灣等已有久遠歷史，水田灌溉所產出外部效益亦經相關之研究確認，隨著加入 WTO 後，水稻種植面積逐年降低，台灣、日本及韓國三國均面臨水田三生功能流失的問題，農委會自 85 年起由開始編列預算辦理水田三生功能之定量分析與推廣教育活動，至 96 年總投資金額已達新台幣 2 億 8 千 4 百萬元，除有助於量化水田三生功能之學術探討外，近年來透過本計畫之宣導、教育活動，國人對水田三生議題已不再是陌生的，且逐漸形成共識，有助於未來維護水田生態環境工作之落實。由參與本次研討會，未來我國應繼續加強研究，透過國際技術合作建立統一之評價方法，明確評估其經濟價值，並結合同以水稻為主要種植作物之國家，研擬符合 WTO 規範之農業補貼政策，俾作為政府對水田之保存維護之參據。

二、PAWEES 為我國與日本及韓國共同建立的國際組織，在台灣外交日益困難之際，此學術平台提供台灣與世界各國學界及政府間交流的管道。本年度台灣出席僅 7 位，與日本團員 20 多位相比，人數略為遜色，又從發表之論文數來看，與日、韓兩國亦有差距，未來，台灣參與之積極度應再提升；而今年適逢韓國農業工程學會(KSAE)成立 50 周年，中國亦組團（10 人）前往慶賀。有感於近年來中國挾其強大經濟實力，多方面壓縮台灣的國際空間，未來，台灣有必要加強在 PWE 期刊的投稿數，並藉由 2008 年輪值主辦研討會的機會，積極參與 PAWEES 組織活動，與世界各國建立長期合作對話管道，以維護國家整體外交利益。

三、稻米並不是歐洲人口主要的食物，然而，由於移民及多樣化飲食使得稻米消費在近幾年持續增加，近十年來，歐洲國家稻米類食品消費明顯增加。由於 WTO 之規範，廉價進口稻米將衝擊

歐洲稻農之生計，歐盟國家對於農業補貼政策勢必調整；未來台、日、韓三國可結合歐盟水稻種植較多之義大利和西班牙，共同向非以水稻為主要作物的國家宣傳水田外部多功能效益，將對稻農之政策補貼列為綠色補貼，不受 AMS 削減之影響，以保護水田生態環境。

四、韓國於加入 WTO 後，受較廉價進口農產品之影響，農民生計亦面臨巨大的挑戰，10 月 20 日於首爾市恰遇農民團體抗議之情況，然而韓國政府對於農業基礎建設之投資似乎仍持續推動，由技術參訪之 Daesan 農業用水開發計畫可印證，該計畫有效蓄水量僅 142 萬立方公尺、受益面積 290 公頃，但韓國政府仍然願意投資台幣 10 億元經費，進行灌溉用水開發。反觀台灣，農業用水常成為工業及民生用水之備用水源，遇乾旱時，農業用水被迫犧牲，以補工業及民生用水之不足，未來台灣應於缺水地區加強水資源開發，以維護農民用水權益。

五、韓國江華島地區之農田水利設施不若台灣完善，部分農地無灌溉及排水渠道，台灣農地重劃區之灌排水路設施較為完備，惟韓國對於農地之利用區塊較為完整，不像台灣因農地興建農舍或工廠，致農地遭切割，進而造成灌溉水質破壞，影響農業經營環境。未來我國對於農地之管理應須有積極性，避免農業經營環境不當被破壞之情形，以維持農產品安全。

六、清溪川復育工程本身之工程技術不高，該工程所以讓世人矚目乃在於為政者之施政魄力及對於文化與水生命的重視。台灣之瑠公圳環境與清溪川類似，然台大校園內所做的瑠公圳部分圳路復原工程，效果並不如預期，甚至因水源不足或疏於維護管理，而有淤積雜草重生的現象，殊為可惜。清溪川整治初期，首爾市民對於工程所造成之交通衝擊、施工中沿岸經濟活動衰退、預期成果不顯著等問題，而有所抗爭，然而在韓國政府妥善之規劃與高效率之施政作為下，終讓該工程能順利完成；且

由目前沿線房地產價格的上漲、都市景觀的再造、生活品質的提升、沿線遊客來訪人數等面向觀之，該項工程是非常成功的，同時對於韓國的國際形象也大大提升。未來，台灣如有類似之都市河川復育工程，清溪川成功的案例，可做為我國的借鏡。