

出國報告（出國類別：開會）

出席 2023 年水田及水環境國際研討會 出國報告

服務機關：農業部農田水利署

姓名職稱：林思妤正工程司

派赴國家：韓國

出國期間：112 年 10 月 22 日至 112 年 10 月 26 日

報告日期：112 年 11 月 21 日

摘要

水田及水環境國際研討會係由國際水田與水環境學會(International Society of Paddy and Water Environment Engineering, PAWEES)主辦召開，此項國際性研討會每年例行召開 1 次，由原始發起之學術組織日本農業土木學會(The Japanese Society of Irrigation Drainage and Rural Engineering, JSIDRE)、臺灣農業工程學會(Taiwan Agricultural Engineers Society, TAES)及韓國農業工程學會(Korean Society of Agricultural Engineers, KSAE)輪流主辦，2023 年水田及水環境國際研討會(PAWEES 2023 International Conference)由韓國農業工程學會主辦，於 112 年 10 月 23 日至 10 月 25 日在韓國釜山(Busan, Korea)舉辦，透過本次研討會，來自臺灣、日本、韓國及全球其他國家之水資源、農田水利、農業環境等相關領域的專家學者進行研究成果之經驗分享、學術探討與人員交流。

本次國際研討會共包含 3 大主軸，包含第 21 屆國際研討會(International Conference)、年會及頒獎(PAWEES Annual Meeting and Award ceremony)及技術考察參訪(Technical Tours)，第 1、2 天辦理研討會、第 2 天下午辦理年會，第 3 天辦理技術參訪，共分 3 天舉辦。本次國際研討會研討主題(Main Theme)為「農村資源之智慧及永續管理」(Smart and Sustainable Management of Rural Resource)，主題下細分為 4 個分組研討課題，包含一、「智慧科技應用於土壤與水資源管理」(Smart and Sustainable Management of Rural Resource)，論文共收錄並發表 25 篇；二、「氣候變遷與農業風險管理」(Smart Technologies for Soil and Water Management)，論文共收錄並發表 26 篇；三、「農業永續及多元治理」(Agricultural Conservation Practices and Multi-Functionality)，論文共收錄並發表 14 篇論文；四、「水、能源、食物、以及環境網絡和永續發展目標」(Water-Energy-Food-Environment Nexus and SDGs)，論文共收錄並發表 15 篇；另，海報式論文收錄 69 篇，總計論文收錄並發表共 149 篇，均由發表人於會場中以口頭或海報方式呈現研究成果，其中我國專家學者和學生論文發表計 10 篇、海報 13 篇，與各國與會專家學者交流及分享，獲得高度肯定，有助於我國提升灌溉管理和農業水田環境研究成效之國際形象。

大會安排開幕致詞(Opening Ceremony and Opening Remarks)與 1 篇專題演講(Keynote Speech)，本次大會特別邀請到曾擔任 PAWEES 理事長、來自韓國忠北國立大學的 Dr. Jin-Soo Kim，以「Environmental conservation and amenity enhancement as

multifunctionality of agricultural water in South Korea (南韓農業水資源的多功能性：環境保護和便利性提升)」為主題，進行研討會的專題演講。此次演講旨在探討南韓農業水資源的多功能性，特別關注環境保護和生活便利性的提升。演講內容主要回顧南韓農業水資源的歷史利用情形，並深入研究南韓當地水資源的多功能性。在演講中，以南韓當地的水庫作為案例，探討水庫的多功能性應用，包含農業灌溉、區域供水、防洪和災害管理、儲水以應對旱災、水資源調控、生態保護、生態系統服務，以及觀光和休閒等面向。Dr. Jin-Soo Kim 以自身在農業水資源管理和相關研究領域的豐富經驗，將南韓水資源的歷史、現況和未來發展與本次 PAWEES 研討會的主題相互結合。此外，他以 PAWEES 前理事長的身分，對本次研討會表示了讚譽和期望。

本次 PAWEES 2023 水田及水環境年會內容豐富，包含頒獎典禮、PWE 刊物出版座談及討論、PAWEES 經營管理、PAWEES 會員國間之合作機會座談及討論，以及將主辦權交接至下屆 PAWEES 主辦國的儀式。本年度頒獎典禮中，頒發了國際水田與水環境學會 International Award，該獎項是頒發給在水田與水環境工程領域獲得卓越、有價值成就的人員共 4 名，我國係由國立臺灣大學生物環境系統工程學系張倉榮教授獲獎；Best Paper Award 得獎者之一為我國國立屏東科技大學土木工程系陳金諾副教授獲獎；此外，也有頒發由台灣農業工程學會提名和捐贈的 Young Professional Award（青年專業獎），旨在鼓勵優秀年輕研究人員積極投入對水稻和水環境研究，本年度該獎項獲獎者共有 3 位，我國獲獎人員為國立臺灣大學生物環境系統工程學系王昱力助理教授。

技術考察參訪 2 處位置，包含韓國農漁村公社昌原支社協助推動的地表水加強供應計畫及韓國農漁村公社咸安支社協助推動的伊谷水庫管理運作情形，可見韓國政府對於農業用水的持續投資及多元經營的目標，參訪計畫區域多以精緻農業的灌溉方式進行，對於地區產業也有一定提升，長期以來的發展，透過自主品牌的打造，其投資成本效益之平衡，可以作為我國未來水資源、河川整治、農業用水調配與農業相關建設發展之參考及借鏡。

目 錄

| | |
|---|----|
| 摘要 | i |
| 壹、目的 | 1 |
| 貳、過程 | 3 |
| 一、組團 | 3 |
| 二、行程 | 4 |
| 三、PAWEES 2023 年水田及水環境國際研討會 | 5 |
| (一) PAWEES 研討會致詞及專題演講 | 6 |
| (二) PAWEES 研討會主題一：智慧科技應用於土壤與水資源管理 (Smart Technologies for Soil and Water Management) | 9 |
| (三) PAWEES 研討會主題二：氣候變遷及農業風險管理(Climate Change and Agricultural Risk Management) | 10 |
| (四) PAWEES 研討會主題三：農業永續及多元治理(Agricultural Conservation Practices and Multi-functionality) | 12 |
| (五) 海報發表 (Poster Session) | 14 |
| 四、PAWEES 2023 年會、頒獎及釜山宣言 | 15 |
| 五、技術參訪 | 20 |
| 參、心得與建議 | 27 |
| 附件、PAWEES 水田及水環境研討會活動議程、得獎名單 | |

壹、目的

水田及水環境國際研討會係由國際水田與水環境學會(International Society of Paddy and Water Environment Engineering, PAWEES)主辦召開，此項國際性研討會每年例行召開 1 次，主辦權由最初成立之學術組織包含日本農業土木學會(The Japanese Society of Irrigation Drainage and Rural Engineering, JSIDRE)、台灣農業工程學會(Taiwan Agricultural Engineers Society, TAES)及韓國農業工程學會(Korean Society of Agricultural Engineers, KSAE)輪流擔任。首屆研討會於 92 年在日本京都舉辦，隨後分別於 93 年在韓國 Ansan、94 年在臺灣臺北、95 年在日本 Utsunomiya (檜木縣宇都宮市)、96 年在韓國首爾、97 年在臺灣臺北、98 年在印尼 Bogor、99 年在韓國濟州島、100 年在臺灣臺北、101 年在泰國曼谷、102 年在韓國忠清北道清州市、103 年在臺灣高雄、104 年在馬來西亞吉隆坡、105 年在韓國大田、106 年在臺灣臺中、107 年在日本奈良、108 年在韓國首爾、109 年及 110 年皆因疫情，無法辦理實體研討會，於 110 由臺灣主辦線上會議、111 年在日本福岡舉辦。

本次 2023 年水田及水環境國際研討會(PAWEES 2023 International Conference)由韓國農業工程學會輪值主辦，在韓國釜山海雲臺韓華度假村(Hanhwa Resort Haeundae)舉辦，主協辦單位有 International Society of Paddy and Water Environment Engineering (PAWEES)、Korean Society of Agricultural Engineers (KSAE)、Seoul National University (SNU)、Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA)及 Korea Rural Community Corporation (KRC)等機關，透過本次研討會，有助於促進臺灣、日本、韓國以及全球其他國家在水資源、農田水利、農業環境等相關領域的專家學者之間的研究成果經驗分享、學術探討，以及參加者之間的交流。本次國際研討會共有 3 大主軸，包含第 21 屆國際研討會(International Conference)、年會及頒獎(PAWEES Annual Meeting and Award ceremony)及技術考察參訪(Technical Tours)，第 1、2 天辦理研討會、第 2 天下午辦理年會，第 3 天辦理技術參訪，共分 3 天舉辦。

我國、日本、韓國為 PAWEES 三個創始會員國，皆位處東亞地區，水稻種植歷史悠久且為主要糧食作物，在經濟層面扮演著重要的地位，具有相當產值之貢獻，而農田灌溉排水技術係影響稻作生產重要的因素及佔據關鍵性的地位，灌溉系統及農田水利的發展對於早期農業發展來說相當重要，奠定了臺灣糧食生產基礎，也係近代農業技術

進步的起源。從明清時代到日本統治時期，我國農田水利事業經歷了顯著的發展，引進了現代化的灌溉技術，隨著時間變遷，不斷地強化基礎農田水利設施，以確保農業水資源供應穩定，進而提高了水稻產量。我國農田水利事業發展已逾 300 年，農田水利營運組織亦具有一定的規模，灌溉技術、灌溉用水調配、灌溉水利設施運營已頗為先進及完善，在國際間享有良好聲譽。本署為因應國內外糧食變化情勢，未來農業與農田水利建設如何兼顧農業灌溉三生功能、稻米文化、產業發展，以及水資源的合理調配，實是施政上的重大挑戰。

農田水利會自 109 年 10 月 1 日升格納入公務體系，併同行政院農業委員會農田水利處成立行政院農業委員會農田水利署，並自 112 年 8 月 1 日升格為農業部農田水利署，綜管各項農田水利相關業務，在國內外糧食供應的變動情勢、農業灌溉的多元功能、水利工程相關研究的發展及農業產業等相關精進等領域，皆不斷精進。

PAWEES 係於 92 年第 3 屆世界水論壇召開前夕創設，由我國、日本及韓國共同創立，此研討會旨在發展現代灌溉技術及水稻生產相關科技，並且致力於推展農業工程以及與水相關之議題，涵蓋範圍如環境、糧食安全、貧窮等層面的整合研究。創設迄今，國際水田與水環境工程學會會員來源多元，來自高等學術機構、政府機關及私人企業的眾多科學家、學者、工程師等。我國為 PAWEES 創始會員國之一，藉由積極參與相關國際活動及會議，針對水田多功能性、水資源與水質管理、防災、灌溉管理及抗旱抗澇等科技與技術進行多方面交流及探討，有助於加強與其他國際性及區域性學術團體和非營利團體間之跨領域合作，同時透過非政府組織(NGO)之學術交流，不僅在國際上宣揚了我國最新科技與技術研發成果，也拓展了我國國際學術聲量。因此，PAWEES 係我國於推動農業發展及作為研討水稻田之灌溉、土壤、作物等相當有助益之國際研討會。

貳、過程

一、組團

本署於接獲台灣農業工程學會組團參與韓國釜山「2023 年水田及水環境國際研討會」之邀請後，由台灣農業工程學會秘書長范致豪教授擔任領隊，由國內各單位共同組團參加，團員名單如下，出國期間自民國 112 年 10 月 22 日至 26 日止，為期 5 日。

| 序號 | 姓名 | 機關(單位)名稱/職稱 |
|----|-----|--------------------------------|
| 1 | 范致豪 | 臺灣大學生物環境系統工程學系教授(兼台灣農業工程學會秘書長) |
| 2 | 游景雲 | 臺灣大學土木工程學系教授/臺灣大學水工試驗所主任 |
| 3 | 何明光 | 農業部農田水利署桃園管理處處長 |
| 4 | 鍾易達 | 農業部農田水利署桃園管理處正工程司 |
| 5 | 陳英仕 | 農業部農田水利署嘉南管理處處長 |
| 6 | 林思妤 | 農業部農田水利署正工程司 |
| 7 | 林竝逸 | 農業部農田水利署臺中管理處八寶工作站站長 |
| 8 | 陸文豪 | 農業部農田水利署北基管理處三等組員 |
| 9 | 蔡佳村 | 農業部農田水利署彰化管理處二等助理工程員 |
| 10 | 江美珍 | 農業部農田水利署石門管理處組長 |
| 11 | 余化龍 | 臺灣大學生物環境系統工程學系教授兼系主任 |
| 12 | 張倉榮 | 臺灣大學生物環境系統工程學系教授 |
| 13 | 廖國偉 | 臺灣大學生物環境系統工程學系教授 |
| 14 | 胡明哲 | 臺灣大學生物環境系統工程學系教授 |
| 15 | 潘述元 | 臺灣大學生物環境系統工程學系副教授 |
| 16 | 許少瑜 | 臺灣大學生物環境系統工程學系副教授 |
| 17 | 江莉琦 | 臺灣大學生物環境系統工程學系副教授 |
| 18 | 蕭友晉 | 臺灣大學生物環境系統工程學系助理教授 |
| 19 | 王昱力 | 臺灣大學生物環境系統工程學系助理教授 |
| 20 | 游晟暉 | 臺灣大學生物環境系統工程學系助理教授 |
| 21 | 鍾秉宸 | 臺灣科技大學營建工程系助理教授 |
| 22 | 劉宏仁 | 臺灣大學水工試驗所助理研究員 |
| 23 | 陳豐文 | 財團法人農業工程研究中心研究員 |
| 24 | 姜世偉 | 財團法人農業工程研究中心副研究員 |

二、行程

本次會議由韓國主辦單位規劃安排活動內容，詳如表 1。

表 1、2023 年水田及水環境國際研討會行程表

| 日期（星期） | 行程與活動內容 | 地點 |
|--------------|---|----|
| 10 月 22 日（日） | 去程（臺北→韓國） | 釜山 |
| 10 月 23 日（一） | PAWEES 2023 國際研討會研討會(International Conference) 一、報到及註冊 二、開幕典禮 三、專題演講 四、分組研討與座談 | 釜山 |
| 10 月 24 日（二） | 一、分組研討與座談 二、PAWEES 年會及頒獎 (Annual Meeting and Award ceremony) (一) 頒獎典禮 (二) PWE 刊物出版座談及討論 (三) PAWEES 經營管理(management of PAWEES)、PAWEES 會員國間之合作機會座談及討論 (四) PAWEES 未來發展及討論 (五) PAWEES 2023 釜山宣言(PAWEES 2023 Busan Statement) | 釜山 |
| 10 月 25 日（三） | 技術參訪(Technical Tours) 一、地表水加強供應計畫(Clean water supply project site) 二、伊谷水庫(Ipgok reservoir) | 釜山 |
| 10 月 26 日（四） | 返程（韓國→臺北） | 釜山 |

三、PAWEES 2023 年水田及水環境國際研討會

本次國際研討會共包含 3 大主軸，即第 21 屆國際研討會(International Conference)、年會及頒獎(PAWEES Annual Meeting and Award ceremony)、技術考察參訪(Technical Tours)，第 1、2 天辦理研討會、第 2 天下午辦理年會，第 3 天辦理技術參訪，共分 3 天舉辦，議程如附件 1，地點在韓國釜山海雲臺韓華度假村。本次研討會出席人員包含韓國農業工程學會、台灣農業工程學會及日本農業土木學會相關專家學者，另外亦有來自美國的大學教授、菲律賓、印度、印尼等仰賴灌溉國的成員參加，總出席人數約 200 人。

本次研討會研討主題(Main Theme)為「農村資源之智慧及永續管理」(Smart and Sustainable Management of Rural Resources)，主題下再細分 4 個分組研討課題，包含(一)「智慧科技應用於土壤與水資源管理(Smart Technologies for Soil and Water Management)」，論文共收錄並發表 25 篇；(二)「氣候變遷及農業風險管理(Climatic Change and Agricultural Risk Management)」，論文共收錄並發表 26 篇；(三)「農業永續及多元治理(Agricultural Conservation Practices and Multi-functionality)」，論文共收錄並發表 14 篇；(四)「水、能源、食物、以及環境網絡和永續發展目標(Water-Energy-Food-Environment Nexus and SDGs)」，論文共收錄並發表 15 篇；另，海報式論文收錄 69 篇，總計論文收錄並發表共 149 篇，均由發表人於會場中以口頭或海報方式呈現研究成果，其中我國專家學者和學生論文發表計 10 篇、海報 13 篇，與各國與會專家學者交流及分享，獲得高度肯定，有助於我國提升灌溉管理及農業水田環境研究成效之國際形象。

表 2 水田及水環境國際研討會分組研討課題、論文收錄、發表及臺灣代表團成果

| 分組 | 研討課題 | 論文收錄(篇) | 口頭發表(篇) | 臺灣代表團(篇) |
|----|---|---------|---------|----------|
| 1 | 智慧科技應用於土壤與水資源管理 (Smart Technologies for Soil and Water Management) | 25 | 25 | 3 |
| 2 | 氣候變遷及農業風險管理 (Climate Change and Agricultural Risk Management) | 26 | 26 | 4 |
| 3 | 農業永續及多元治理(Agricultural Conservation Practices and Multi-functionality) | 14 | 14 | 3 |
| 4 | 水、能源、食物、以及環境網絡和永續發展目標 (Water-Energy-Food-Environment Nexus and SDGs) | 15 | 15 | 0 |
| 5 | 海報式論文(Poster Session) | 69 | - | 13 |
| 合計 | | 149 | 80 | 23 |

(一)PAWEES 研討會致詞及專題演講

本次大會安排開幕致詞(Opening Ceremony and Opening Remarks)與 1 篇專題演講(Keynote Speech)，由本屆 PAWEES 主席 Seong-Joon Kim 教授致詞感謝大家參與、韓國農業工程學會主席 Kyung Sook CHOI 歡迎大家、日本 Kazuaki HIRAMATSU 會長，以及我國由國立臺灣大學生物環境系統工程學系范致豪教授兼台灣農業工程學會秘書長代表蔡昇甫理事長發表致詞。

本次大會安排研討會由韓國忠北大學(Chungbuk National University, Korea)Dr. Jin-Soo Kim 榮譽退休教授(也是 KASE 及 PAWEES 前理事長)發表「Environmental conservation and amenity enhancement as multifunctionality of agricultural water in South Korea (南韓農業水資源的多功能性：環境保護和便利性提升)」專題演講。從演講中帶領大家一起細數南韓農業水資源利用之歷史，並且針對南韓當地水資源使用及多功能面向進行根本性之探討，並以南韓當地水庫作為範例，概括性地統整水庫具備之多功能性，包含 1.農業灌溉用途、2.地區供水、3.防洪及災害治理、4.儲水及蓄水以防旱災、5.水資源調控、6.生態保育及生態系服務、7.觀光及休憩用途，並就南韓以往水資源使用之回顧和討論。本次專題演講講者係以本身在農田水利領域工作的相關經驗為基礎，加上農業水資源和灌溉等相關議題的研究心得，結合南韓當地水資源以往發展情形、現在遭遇問題及未來展望等面向，與 PAWEES 研討會所探討之議題相互扣合進行發表，並以 PAWEES 前理事長身分對本次研討會做出嘉勉及期許，也期待會員國能有更多的經驗分享及技術交流。



圖 1、我國與會者於研討會開幕典禮前合影



圖 2、國立臺灣大學生物環境系統工程學系范致豪教授兼台灣農業工程學會秘書長代表蔡昇甫理事長發表致詞



圖 3、本署本部及各管理處出席同仁於研討會開幕典禮合影



圖 4、研討會主要幹部合影



圖 5、韓國忠北大學(Chungbuk National University, Korea)Dr. Jin-Soo Kim 榮譽退休教授
專題演講簡報內容

(二)PAWEES 研討會主題一：智慧科技應用於土壤與水資源管理 (Smart Technologies for Soil and Water Management)

國立臺灣大學生物環境系統工程學系胡明哲教授與研究生侯昱安共同發表之「水資源頻譜網絡優化模型」論文指出，由於水資源在不同水庫之間的分配對於政策制定者來說係具有挑戰性的任務，為確保水庫的排洪量能滿足總用水需求，必須擬定出最佳水庫調控操作準則，以最大化水資源之利用。此研究提出了一個考慮時間因素的網絡流優化模型，該算法結合傅立葉頻譜分析，旨在解決水資源系統內水資源分配問題，該方法應用於供應高雄和臺南 4 個水庫，即曾文水庫、烏山頭水庫、南化水庫和高屏溪攔河堰。此外，藉由這個模型，分析曾文水庫和南化水庫相通後水資源分配情況，並將尚未連通之當前情況進行對照。研究結果顯示，該算法有效地優化自 4 個水庫流出，以滿足高雄和臺南地區用水需求。在使用缺水指數來評估模型之效能後，發現在曾文水庫和南化水庫相通後，每個水庫的缺水情況都有所改善。

國立臺灣大學生物環境系統工程學系許少瑜教授發表「比較評估 Rosetta3 和本地土壤過渡函數在估算臺灣土壤保水曲線參數方面的適用性和性能增強」論文研究，本研究指出，由於目前大部分土壤樣本數據主要來自美國和各個歐洲國家，美國農業部開發的 Rosetta3 土壤過渡函數(PTF)已被廣泛應用於全球。然而，這個模型在臺灣的應用情況尚未經過驗證。本研究使用臺灣農業部之土壤樣本，對 Rosetta3 的預測性能進行評估，作者還分別使用多變量線性回歸(MLR)、人工神經網絡(ANN)和隨機森林(RF)這 3 種方法，開發了臺灣地區土壤過渡函數，用於估算土壤保水曲線(WRC)參數。研究結果顯示，在應用 Rosetta3 之後，預測的 WRC 土壤含水量略微高估了實測含水量，此外，相對於 Rosetta3，這 3 個模型性能優越，通過對輸入變數特徵進行重要性分析，確定了在毛細管管作用大於-0.1 bar 時，容重具有重要意義作為輸入特徵。隨著毛管潛力的降低，容重的特徵重要性下降，而粉土及有機物含量的重要性逐漸上升，此研究還觀察到將額外的實測土壤含水量值作為輸入變數，可增強土壤過渡函數的預測能力，未來可以透過建立分層土壤過渡函數的選擇，提高對於土壤含水量預測的準確性。

國立臺灣大學生物環境系統工程學系張斐章教授研究生發表「農業 4.0 的願景：

通過人工智能構建智慧農業」論文研究，此研究指出，隨著氣候變化更加明顯，氣候變異的不確定性近年來也隨之增加，對農業氣候環境造成了重大的挑戰。文中指出 3 個關鍵的微氣候因素，包含溫度、相對濕度(RH)及光合有效輻射(PAR)，這些因素對作物的生長有著至關重要的影響。因此，在溫室中維持穩定的微氣候對於保持作物環境適宜性相當重要。此研究目標在於使用機器學習對於溫室進行非線性調控，提出了一種新穎的混合機器學習方法(ConvLSTM*CNN-BP)用於短期(1 小時到 3 小時之前)氣候預測，混合模型中的 ConvLSTM 和 CNN 模塊用於從輸入數據集中提取深層底層特徵，進一步應用於集成 ConvLSTM 和 CNN 提取的特徵進行微氣候預測。這預測將應用於作物生產模型中，以計算光合速率，從而實現優化溫室操作，以最大程度地提高作物的光合速率和能源效率，最終在網站供農民查詢使用智能溫室管理系統。

(三)PAWEES 研討會主題二：氣候變遷及農業風險管理 (Climate Change and Agricultural Risk Management)

本主題主要探討氣候變遷對於農業影響及農業風險管理相關議題，除了日本、韓國及臺灣等地專家參與，亦有許多來自世界各地的國際學者出席。本近畿大學木村教授與共同作者們應用使用雨量模擬事件之深度類神經網路(DNN)以預測低窪地水深、國立臺灣大學生物環境系統工程學系張斐章教授與成功大學水利及海洋工程學系蔡文炳教授共同指導的研究生孫維發表「使用人工神經網絡進行地下水位預測：性能分析和影響因素」論文研究，本研究介紹了各種神經網絡模型，用於地下水水位預測，包含卷積神經網絡(CNN)，長短期記憶(LSTM)，以及新穎的 Transformer 神經網絡(TNN)，這是地下水領域以前未曾探索的方法。研究指出，TNN 模型在 R2 和 MAE 指標方面表現優於 CNN 和 LSTM 模型，呈現令人滿意的性能，研究結果強調地下水水位預測中地下水模式的重要性，這些模式受降雨、河流流量和歷史地下水水位的影響，提出的模型對大多數地下水站點進行了準確的預測(MAE < 1 m)，但是一些過度開採地下水的站點對預測準確度形成挑戰。這一開創性研究將 TNN 定位為可有效預測地下水水位之工具，其利用自我關注機制影響預測性能，有助於在氣候變化背景下實現有效的水資源管理。

國立臺灣大學生物環境系統工程學系江莉琪教授與研究生李明璟等發表「在氣候變遷情景下，評估濁水溪沖積扇地區地表水和地下水交互作用」論文研究，此研

究選擇了位於臺灣中部的濁水溪沖積扇，探討氣候變化條件下表面水和地下水之變化。由於該地區農業和工業對水資源的高度需求，地下水供應一直是重要水源之一，為了評估氣候變化對濁水溪沖積扇地下水-地表水交互作用的時空影響，應用聯合表面-地下水模型 SWAT-MODFLOW 模擬了地表-地下水交互作用和地下水水位變化。SWAT 是半分布的流域模型，可以模擬地表水，而 MODFLOW 是分布式的地下水模型，可以模擬地下水。這 2 個模型通過使用分解的水文響應單元(DHRU)進行空間連接，該 DHRU 將 HRU 與 MODFLOW 網格單元相關聯。本研究的模擬期間從 2000 年到 2021 年，結果顯示 SWAT-MODFLOW 能夠很好地模擬地下水位的時空變化，氣候變化情景(AR6)對地表水-地下水交互作用的影響結果可作為濁水溪沖積扇地下水管理的參考建議。

國立臺灣科技大學營建工程系鍾秉宸教授與農業工程研究中心陳豐文博士及國立臺灣大學生物環境系統工程學系江莉琦教授發表「颱風期間基於物理資訊資料驅動模式小時淹水預報之農作物即時動態風險評估」論文研究，研究指出洪水災害風險評估對於農業至關重要，因為它有助於了解洪水對於農作物的影響，促進永續農業管理策略的實施，本研究旨在評估颱風期間農作物即時淹水動態風險，提出與風險識別結構相結合的風險評估方法，以預報未來 1 至 6 小時淹水深度，並將其視為危害。其次，農作物空間分布被認為是暴露。再者，影響農作物的淹水相關因子被視為脆弱度，再利用量化方法和風險評估矩陣來確定 HEVR 的量化程度。本研究區域為臺灣宜蘭縣，證明了研究提出方法之優點：1.透過 CRT 可調查 HEVR 的組成因素進行風險識別，2.影響農作物之動態風險可根據每小時即時淹水預報被評估；3.可研究相應調適措施之選擇和實施。本研究所提出的方法預計將有助於農業災害管理。

農業工程研究中心之姜世偉所發表之「評估氣候變化對台灣新竹灌溉區水稻需水量的影響」論文研究，文中指出農業灌溉在全球水資源利用中占比 70%，對氣候變化非常敏感，有確切的證據表明氣候變化將影響降雨模式和強度，進一步增加了乾旱的可能性。此研究目的為評估氣溫和降雨條件的變化如何影響水稻需水量，並選擇了臺灣新竹灌溉區作為研究案例，採用於計算氣候變化相關參數為聯合國氣候變化政府間小組(IPCC)第五次評估報告(AR5)之氣候變遷假設，代表性濃度路徑(RCPs)則用來描述未來溫室氣體濃度的可能範圍。除此之外，臺灣氣候變化預測和信息平台(TCCIP)提供了 4 個統計降尺度的 RCP 情境(RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0 和

RCP8.5)以及 4 個時間段(2021-2040、2041-2060、2061-2080、2081-2100)，亦都納入此篇研究之考量基準。作者採用聯合國糧食和農業組織(FAO)開發的 CROPWAT 模型被用來計算水稻的需水量等。在考慮到氣溫和降雨的變化，計算顯示早稻的平均需水量將在 2021-2040 年增加 5.16%，在 2041-2060 年增加 8.41%，在 2061-2080 年增加 11.14%，在 2081-2100 年增加 15.74%，而晚稻的需水量將在 2021-2040 年增加 0.52%，在 2041-2060 年增加 1.86%，在 2061-2080 年增加 2.6%，在 2081-2100 年增加 4.35%，此研究提供臺灣供水單位在氣候變遷下水資源調控及分配參考基準。



圖 6、國立臺灣大學生物環境系統工程學系張斐章教授與成功大學水利及海洋工程學系蔡文炳教授共同指導的研究生孫維口頭論文發表

(四)PAWEES 研討會主題三：農業永續及多元治理 (Agricultural Conservation Practices and Multi-functionality)

此一主題涵蓋了永續農業實務、資源管理、生態保護以及多元治理等方面多元主題，其中核心概念包含生態友好的耕作方法、社區參與、決策過程的透明度及跨學科合作等。本主題安排於第二天上午，也是有許多臺灣與日韓學者共同參與。

國立臺灣大學生物環境系統工程學系蕭友晉助理教授學生張雅涵，深入探討了臺灣水稻田和旱田中硝化微生物群落的活動及成分，強調微生物在土壤生態系統中的重要性。瞭解不同土地類型中硝化微生物的分布和活動水平，有助於優化農業實踐，提高土壤品質。國立臺灣大學生物環境系統工程學系潘述元副教授學生何恭慧

發表其運用稻穀殼製成的有機碳與水凝膠的技術，應用於改良土壤的條件，吸附相關污染物也改善土壤的結構和肥力，減少對化肥和農藥的依賴，從而促進永續農業的發展。國立臺灣大學生物環境系統工程學系江莉琦副教授也發表其在臺灣農業部農田水利署瑠公管理處協助下進行之金門廢水灌溉研究，評估了使用處理過的廢水灌溉高粱植物元素的分布情形，對於廢水處理和再利用至為關鍵，有助於減少淡水資源的使用，同時提供一種減少水資源浪費及資源再生利用的可行性評估。

韓國首爾大學的 Sangik LEE 博士發表透過整合永續農業與再生能源，以及土地與水資源使用效率的智慧農光互補系統理念，以提高土地和水資源的利用效率。這對於減輕農業對環境的影響、減少資源浪費及實現綠色能源目標都有巨大的潛力，這是未來農業永續性的一個重要方向。韓國江原大學生 Seyoon JUNG 進行有機與常規農業對其影響的比較研究，主要為有機農業和傳統農業對水稻田土壤中甲烷生成微生物群落的影響，研究結果將有助於理解不同農業方式對溫室氣體排放的影響，以及永續農業對於減少環境負擔的重要性。日本岐阜大學學生 Kentaro OTSUKA 研究灌溉和排水渠道中的閘門操作頻率，瞭解閘門操作的頻率對於有效管理水資源影響甚廣，本研究將有助於改善水資源的分配和減少浪費，尤其是在水資源短缺的地區。韓國漢陽大學學生 Jinyoung LEE 則探討了環保土壤穩定劑對土壤剪切強度和堤壩穩定性的影響，也是值得探討的主題。



圖 7、會議室進行口頭論文發表

(五)海報發表 (Poster Session)

海報式論文在與口頭發表同層樓的第 4 會議室進行，設有 40 個海報展示板，每個展示板尺寸大小為寬 121 公分乘以高 182 公分，可以展示 A0~B0 尺寸海報。發表者於研討會期間在自己的海報前方進行發表與討論交流，同時，可以自由參觀其他發表者的研究方法與成果，並進行提問討論。透過海報發表的形式，可有效地在短時間內向很多人發表研究，讓參與者吸取關鍵的項目和結果，提供了關於摘要、議題、回顧、方法、應用及成果等資訊與圖表內容；同時，可以大量且廣泛吸收最新研究成果，並與各領域的研究人員、學生、教授、政府機關人員等建立交流平台，增加了辦理研討會所創造的效益。本次研討會共有 69 篇海報發表，發表者除了我國之外，還有來自韓國、日本、美洲、非洲及澳洲等國家，相較於口頭論文發表，海報發表的方式讓發表者與參與者有更多的時間進行討論和交流，是值得運用的方式。



圖 8、研討會與會者於海報發表會場與發表者進行交流

四、PAWEES 2023 年會、頒獎及釜山宣言

- (一) 第 21 屆「水田及水環境學會年會」於 112 年 10 月 24 日舉行，會場地點亦為韓國釜山海雲臺韓華度假村。PAWEES2023 水田及水環境年會與頒獎辦理內容包含頒獎典禮、PWE 刊物出版座談及討論、PAWEES 經營管理(management of PAWEES)之座談及討論、PAWEES 會員國間之合作機會座談及討論、PAWEES 未來發展及討論，以及 PAWEES 2023 釜山宣言(PAWEES 2023 Busan Statement)，作為未來 PAWEES 成員國共同努力方向。
- (二) 在會議中同時進行頒獎典禮，頒發國際水田與水環境學會 International Award，該獎項是頒發給在水田與水環境工程領域獲得卓越、有價值成就的人員共 4 名，我國是由國立臺灣大學生物環境系統工程學系張倉榮教授獲獎。PWE Best Reviewer Award 該獎項係為表彰 PWE 期刊之審稿者，以提高 PWE 期刊之水準，獲獎者共有 2 位；Best Paper Award 得獎者之一係我國國立屏東科技大學土木工程系陳金諾副教授，以 The assessment of rill irrigation and perforated pipes for Lowland paddy rice under the system of rice intensification (SRI)一文獲獎；而 Young Professional Award 獎項係由台灣農業工程學會提名及捐贈，鼓勵優秀年輕研究人員積極投入對水稻及水環境之研究，獲獎者共有 3 位，我國獲獎人員為國立臺灣大學生物環境系統工程學系王昱力助理教授，得獎名單如附件 2。



圖 9、國立臺灣大學生物環境系統工程學系張倉榮教授榮獲 International Award



圖 10、國立臺灣大學生物環境系統工程學系王昱力助理教授
榮獲 Young Professional Award Award



圖 11、得獎者合影



圖 12、我國代表團全體團員於典禮結束後合影



圖 13、研討會全體參與者於典禮結束後合影

(三) 釜山宣言(PAWEES 2023 BUSAN STATEMENTS)

出席人員就本次會議在 PAWEES 組織發展、知識技術經驗交流及國際合作上所達成的共識，發表大會釜山宣言(如下)。



The 2023 Conference of PAWEES & PAWEES Annual Meeting **PAWEES 2023 Busan Statement**

(PAWEES 2023 釜山宣言)

Oct 24, 2023

International Society of Paddy and Water Environment Engineering (hereafter referred to as “PAWEES”) held the 2023 Busan PAWEES International Conference (hereafter referred to as “2023 Busan Conference”) with the theme of “Smart and Sustainable Management of Rural Resources” on 23rd to 25th October 2023 in Busan, Korea. The 2023 Busan Conference remains aiming to provide an interactive platform to international researchers and practitioners working on the development of sustainable paddy farming and relevant fields. The participants are pleased to have an international academic exchange in face-to-face meeting.

(國際水田與水環境工程學會（以下簡稱“PAWEES”）於2023年10月23日至25日在韓國釜山舉辦了2023年釜山PAWEES國際會議（以下簡稱“2023年釜山會議”），主題為“農村資源之智慧及永續管理”。2023年釜山會議仍旨在為致力於提供可持續的水稻種植和相關領域發展的國際研究人員和從業者的互動平台。與會者很高興能夠在面對面的會議中進行國際學術交流。)

In recent years, as climate change has caused damage especially from droughts and floods, promoting adaptation and mitigation strategies in paddy farming is indispensable. In addition, paddy farming is also expected to contribute to the smart agriculture and sustainable rural resource management for ensuring a stable food supply and protecting the environment. In the 2023 Busan Conference, 186 participants from 12 countries shared the latest thoughts and ideas on the current challenges from four perspectives: 1) Smart Technologies for Soil and Water management, 2) Climate Change and Agricultural Risk Management, 3) Agricultural Conservation Practices and Multi-Functionality, and 4) Water-Energy-Food-Environment Nexus and SDGs.

(近年來，隨著氣候變遷造成嚴重損害，尤其來自於旱災和洪水，促進水稻種植中的適應和減緩策略變得不可或缺。此外，水稻種植也被期望對智慧農業和可持續農村資源管理做出貢獻，以確保穩定的糧食供應和保護環境。在2023年釜山會議中，來自12個國家的186位參與者從4個角度分享了對當前挑戰的最新想法和意見：(1)智慧科技應用於土壤與水資源管理，(2)氣候變遷及農業風險管理，(3)農業永續及多元治理，以及(4)水、能源、食物、以及環境網絡和永續發展目標。)

To realize sustainable paddy farming in the coming future, PAWEES will proceed with the following activities:

(為實現未來可持續的水稻種植，PAWEES將推進行以下活動：)

1. The activities of PAWEES including editorial duties of the international journal of PAWEES, Paddy and Water Environment (PAWE), shall expand and strengthen cooperation with national and international institutions as well as individual experts from paddy cultivation regions to societies of the world.

(PAWEES的活動包含《Paddy and Water Environment (PAWE)》國際期刊的編輯職責，將擴大並加強與來自水稻種植區域的國家、國際機構以及個人專家的合作。)

2. The international journal of PAWEES, Paddy and Water Environment (PAWE), has been well recognized in the disciplines of agricultural sciences, engineering, and environmental sciences. The PAWEES members agreed to continuously support the publication of the PAWE and maintain its quality.

(PAWEES的國際期刊《Paddy and Water Environment (PAWE)》在農業科學、工程和環境科學等領域得到了良好的認可。PAWEES成員同意持續支持《PAWE》的出版並維持其品質。)

3. The PAWEES 2024 will be hosted by TAES (Taiwan Agricultural Engineering Society) and held in Taiwan. The purpose of the next conference is to discuss the latest issues related to paddy and water environment. The specific theme of the conference will be announced later. The PAWEES members hope that PAWEES 2024 will provide an opportunity to enhance the exchanges of our knowledge and experience among participants.

(PAWEES 2024將由TAES (台灣農業工程學會) 主辦，並在臺灣舉行。下一次會議的目的是討論與水稻和水環境相關的最新議題，會議的明確主題將會晚點公布。PAWEES成員希望PAWEES 2024會提供參與者增進知識和經驗交換的機會。)

五、技術參訪

本次研討會主辦單位於 112 年 10 月 25 日安排在韓國慶尚南道進行淨水設施、水資源管理與水庫治理等相關設施技術考察(Technical Tours)，主要參觀慶尚南道昌原市裕昌區大山面的地表水加強供應計畫(Clean Water Supply Project Site)及慶尚南道咸安伊谷水庫 (Ipgok Reservoir) 2 處主要設施。

(一) 地表水加強供應計畫 (Clean Water Supply Project Site)

韓國農漁村公社昌原支社(Korea Rural Community Corporation Changwon Branch)主要執掌為 1.地區農業基礎設施開發與管理，例如灌溉系統、水利設施及其他農業相關的基礎設施。2.水資源管理：確保農業用水供應，包含水利設施管理、流量控制，以及提供乾旱期間灌溉等。3.農業與農村發展計畫：推動農業技術的創新、提高農業效率，以及協助農村地區的整體發展，包含農業產業的升級和轉型，復墾工程、年終改造、農田便利化改造、配套設施改善、完善配套及開發專案等。4 急難救助、洪旱災害復舊及補償等作業。

本次參觀設施為該支社所協助推動的農業用水供應計畫，在計畫區域推動主要係為保障附近的農業用水，通過提供充足的農業用水和改善農業環境，促進昌原市生產高品質農產品，從而增加品牌價值。本計畫將提供位於大山面區域內種植農產品的溫室清淨且充足的農業灌溉用水。整體計畫分為 2 個區域，支出經費約為 2,700 億韓元(第一區：1,000 億韓元，第二區：1,700 億韓元)，執行期間係自 2011 年至 2024 年，相關工程包含水處理設施急增壓站及 81.2 公里的供水管線，服務區域達 883 公頃(第一區：383 公頃，第二區：500 公頃)。

整體工程計畫由南韓昌原市委託給韓國農村公社昌原支社執行，於 2011 年獲得韓國農林水產食品部的批准，在當年年底完成實施設計和行政程序，並於 2012 年開始施工，至今仍有部分尚待完成。慶尚南道地區冬季氣溫溫和，降雪量少，溫室栽培環境良好，該計畫係將自來水或地下水透過沉降、過濾及淨化等步驟逐步淨化水質，乾淨的水藉由泵浦加壓提供至各溫室儲存桶，因過程所需花費較高，所以本計畫淨化後的水僅提供給溫室的作物生長使用。透過計畫在水質及水量上的控管，為種植溫室蔬菜和作物的區域提供經過處理的乾淨水源，藉由高品質的農產品生產來促進安全的農產業發展，並增加農民收入，近年來更朝向低碳農業進行。



圖 14、地表水加強供應計畫介紹公告欄及計畫實施場域



圖 15、Kim 教授協助說明地表水加強供應計畫

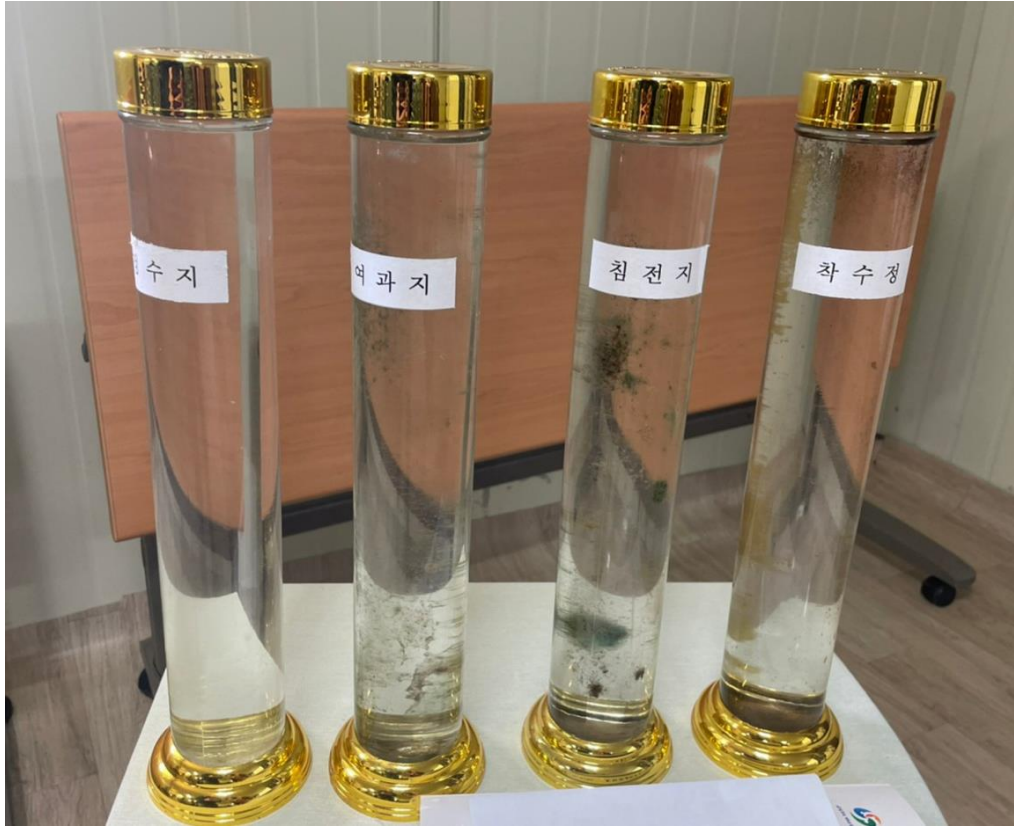


圖 16、不同淨化過程水質樣品



圖 17、地表水加強供應計畫加壓站參觀



圖 18、地表水加強供應計畫水質淨化場域



圖 19、地表水加強供應計畫技術參訪全體合影

(二) 伊谷水庫 (Ipgok Reservoir)

本次參觀設施為韓國農漁村公社咸安支社 (Korea Rural Community Corporation Ham-an Branch)所協助推動的伊谷水庫，伊谷(Ipgok)水庫於日本殖民時期建造，建造目的係為了提供農業用水，其流域面積為 976.0 公頃、水庫容量為 600.3 萬立方公尺、大壩高度為 13.8 公尺、寬度為 149.0 公尺，灌溉面積為 232.2 公頃，周長達 4 公里，是咸安郡最大的水庫，但因為其庫區為狹長型分布，因此無法通視，水庫除了供水用途外，也同時提供遊憩功能。水庫設施有一座長 112 公尺、寬 1.5 公尺橫跨水庫中央的吊橋，也有建設良好的環庫步道，整體條件與我國日月潭有相似之處，但於庫容及集水面積有較大差異。

伊谷水庫對於南韓農業來說，扮演著重要的角色，特別在乾旱的季節，可以確保提供穩定的水資源相當重要。水庫有助於維持水資源供應與各個部門(包括農業)需求之間的平衡，這對糧食安全和農村經濟極為關鍵，以整體執行面來說，相對於多用途的水庫，伊谷水庫並不複雜，主要在於維護既有功能及遊憩需求達成平衡。水庫目前以縣立公園的方式進行管理，仍維持著良好的自然狀態，但也有大量的人造遊憩設施，在伊谷郡公園建造水庫多功能性，除了最受遊客歡迎的旋轉橋、船設施、空中繩索腳踏車外，還有人工瀑布、森林浴區域等主要設施，增加農業用水的多功能性，在農業供水與其他功能間取得一定平衡，有相當值得參考借鏡之處。



圖 20、人員解說伊谷水庫設施



圖 21、參與團員行走於伊谷水庫環庫步道



圖 22、團員於伊谷水庫合影



圖 23、伊谷水庫及橫跨水庫吊橋



圖 24、團員於橫跨伊谷水庫之吊橋合影

參、心得與建議

- 一、PAWEES 為我國、日本及韓國等 3 個國家共同創立之國際性學術平台，並由 3 國輪流擔任理事長及主辦會議，作為 PAWEES 的創始會員國之一，我國在外交方面面臨著日益複雜的情勢，此學術平台提供我國與世界各國學界及政府間交流的管道，能夠進一步與世界各國學術界及政府間更多的交流及合作，故建議未來應積極參與組織各種活動，不僅可以建立長期合作關係，也可以增進知識交流及國家整體利益，我國可以透過參與 PAWEES 舉辦之年會及國際研討會，將水田和水環境工程領域的專業知識貢獻給國際社會，同時強化我國外交地位，並與韓國及日本之水利相關學者建立更深厚之情誼。
- 二、我國、日本及韓國等國家擁有悠久的水稻栽培歷史及良好的農業灌溉排水管理方式，水稻為這些國家的主要糧食作物，因此水稻栽培和農業灌溉排水在農業領域中占有重要地位，水田及生態環境在這些國家也面臨著許多重大挑戰，包含全球暖化、氣候變遷以及糧食安全等議題。在這樣嚴峻的挑戰下，水田和農業環境的角色更加多元，不僅具有糧食生產功能，還兼具補注地下水、防止土壤流失、水質淨化、生態保護、防洪、水資源管理、環境保護及生物多樣性等農業多功能性 (multi-functionality)。因此，透過進一步研究和了解農業多功能性，可以更妥善地應對當前的農業和環境挑戰，作為一個跨國學術交流平台，為這些國家提供了可以共享研究成果的機會，共同合作及應對所面臨的挑戰，對永續農業的發展和環境保護有著良好的推動效益。
- 三、此次國際研討會大會主題為「農村資源之智慧及永續管理」(Smart and Sustainable Management of Rural Resources)，與會人員熱烈討論，交流成效良好，來自各國的專家學者積極參與，分享經驗與研究成果，各國代表也提出多篇論文發表，這次的國際會議為促進跨國學術合作提供了寶貴機會，促進不同國家間的知識交流，共同探討如何解決當前的全球性挑戰，此次會議不僅強化了國際學術網絡，也為永續發展的推動和寶貴知識的分享做出了重要貢獻。我國代表團在本次研討會各分組子題下均有相關研究成果發表，其研究成果皆獲得與會專家學者的高度肯定，也透過和專家學者進行的交流及分享，來提升我國灌溉用水管理及農業水田環境研究成效之國際形象。
- 四、本次技術考察參訪 2 處位置，包含韓國農漁村公社昌原支社協助推動的地表水加

強供應計畫及韓國農漁村公社咸安支社協助推動的伊谷水庫管理運作情形，可見韓國政府對於農業用水的投資及多元經營目標，而參訪計畫區域多以精緻農業的灌溉方式進行，對於地區產業也有一定提升，長期以來的發展，透過自主品牌的打造，其投資成本效益之平衡，可以作為我國未來水資源、河川整治、農業用水調配與農業相關建設發展之參考及借鏡。

- 五、2024年PAWEES研討會與年會將於臺灣舉行，建議台灣農業工程學會應儘早與相關單位進行活動規劃及籌備，農業部農田水利署及各管理處、經濟部水利署及學術界等亦應相互配合協助，做好安排與準備，以提升我國的國際形象。