

出國報告（出國類別：出席國際會議）

出席 2023 年水田及水環境國際研討會 出國報告書

服務機關：行政院農業部農水署桃園管理處

姓名：何明光、鍾易達

派赴國家：韓國

出國期間：112 年 10 月 22 日至 10 月 26 日

報告日期：112 年 12 月 26 日

摘要

水田及水環境國際研討會由國際水田與水環境學會 (International Society of Paddy and Water Environment Engineering, 簡稱 PAWEES) 主辦, 每年定期舉辦一次。主辦權依序輪流由最早發起的學術組織, 即日本農業土木學會 (The Japanese Society of Irrigation Drainage and Rural Engineering, 簡稱 JSIDRE)、臺灣農業工程學會 (Taiwan Agricultural Engineers Society, 簡稱 TAES) 以及韓國農業工程學會 (Korean Society of Agricultural Engineers, 簡稱 KSAE) 負責。去年由日本農業土木學會輪值主辦, 於 111 年 11 月 17 日至 11 月 18 日在日本福岡縣 (Fukuoka) 舉辦, 而 2023 年的水田及水環境國際研討會 (PAWEES 2023 International Conference) 由韓國農業工程學會承辦, 於西元 2023 年 10 月 23 日至 10 月 25 日在韓國釜山 (Busan) 舉行。透過這次研討會, 來自臺灣、日本、韓國以及其他國家的水資源、農田水利、農業環境等相關領域的專家學者於此研討會分享其研究成果、進行學術探討, 並促進人員間的專業交流。

依循往例, 本次國際研討會共包含三大主軸, 即: 第二十二屆國際研討會 (International Conference)、年會及頒獎 (PAWEES Annual Meeting and Award ceremony)、技術考察參訪 (Technical Tours), 研討會於第一、二天進行、年會於第二天下午, 技術參訪為第三天, 共分三天舉辦。本次國際研討會以「農村資源之智慧及永續管理 (Smart and Sustainable Management of Rural Resource)」為主題, 並細分為四個分組研討課題: (1)「智慧科技應用於土壤與水資源管理」(Smart and Sustainable Management of Rural Resource), 共收錄並發表 25 篇論文; (2)「氣候變遷與農業風險管理」(Smart Technologies for Soil and Water Management), 共收錄並發表 26 篇論文; (3)「農業永續及多元治理」(Agricultural Conservation Practices and Multi-Functionality), 共收錄並發表 14 篇論文; (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), 共收錄並發表 9 篇論文; 此外, 還有 69 篇以海報形式呈現的研究論文。總共有 149 篇研究論文在會議上發表, 其中包括 80 篇口頭報告。值得一提的是, 有 10 篇論文由台灣的專家、學者和學生發表, 另有 13 篇以海報方式展示台灣的本土研究成果。

大會安排開幕致詞 (Opening Ceremony and Opening Remarks)、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「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。Dr. Kim 將回顧南韓農業水資源的歷史使用，並深入研究南韓當地水資源的多功能性。他將以南韓當地的水庫作為案例，全面探討水庫的多功能性應用，包括農業灌溉、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，以及觀光和休閒等方面。Dr. Kim 將以他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 研討會的主題相互聯繫。此外，他以 PAWEES 前理事長的身份，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，包括頒獎典禮、PAWEES 經營管理座談與討論、PAWEES 會員研究計畫合作機會座談與討論、PAWEES 未來發展與討論，以及將主辦權交接至下屆 PAWEES 主辦國的儀式。本年度的頒獎典禮中，頒發了國際水田與水環境學會（International Society of Paddy and Water Environment Engineering）的國際獎項，這一榮譽是授予在水田與水環境工程領域取得卓越、有價值成就的個人。今年的國際獎項共有三人獲獎，其中一獲獎人為台灣大學生物環境系統工程學系張倉榮教授。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），旨在鼓勵年輕研究人員成為未來的 PAWEES 核心成員，並表彰他們在水稻和水環境研究方面的優秀工作。本年度該獎項共有三位得主，其中一位是台灣大學生物環境系統工程學系的王昱力助理教授。

技術考察參訪兩處位置，包括地韓國農漁村公社昌原支社的地表水加強供應計畫，以及伊谷水庫的運作，南韓的地表水加強供應計畫是一個全國性的計畫，由不同的部門根據用途來管理水資源分配。南韓的水資源分配制度的主要特點包括：水資源被認為既不過度分配也不過度使用；水權與財產權分開；如果在一定期間內未使用權利，則會失去權利；在可以授予新的權利之前，必須確保改善河流生態系統所需的環境改善水，可見韓國政府對於農業用水的持續投資、以及多元經營的目標，參觀計畫區域多採用精緻農業灌溉的方式進行，對於地區產業也有一定提升，而且打造自主品牌，長期也有相當計畫，其間投資成本效益之平衡，國內可以參考南韓四個優先事項，未來做為台灣未來水資源、河川整治、農業用水調配與農業相關建設發展之參考。

ABSTRACT

The International Society of Paddy and Water Environment Engineering (PAWEES) annually hosts the International Conference on Paddy Fields and Water Environment, with hosting duties rotating among the founding academic organizations: The Japanese Society of Irrigation Drainage and Rural Engineering (JSIDRE), Taiwan Agricultural Engineers Society (TAES), and Korean Society of Agricultural Engineers (KSAE). The PAWEES 2023 International Conference, hosted by KSAE in Busan, Korea, will serve as a platform for experts and scholars from Taiwan, Japan, Korea, and other countries to share research findings, engage in academic discussions, and facilitate professional exchange in the fields of water resources, agricultural water management, and agricultural environment.

The conference comprises three main components: the 22nd International Conference, the PAWEES Annual Meeting and Award Ceremony, and Technical Tours. The conference will feature four thematic sessions, with a total of 149 research papers, including 80 oral presentations and 69 poster presentations. The keynote speech will be delivered by Dr. Jin-Soo Kim from Chungbuk National University, who will discuss the multifunctionality of agricultural water resources in South Korea.

The PAWEES 2023 Annual Meeting will include an award ceremony, discussions on PAWEES management and operations, collaborative research project opportunities, discussions on PAWEES' future development, and a ceremony for transferring hosting rights to the next PAWEES host country. The award ceremony will recognize outstanding achievements in the field of Paddy Fields and Water Environment Engineering, with Professor Chang-Rong Zhang from National Taiwan University among the recipients of the International Award. The Young Professional Award, sponsored by the Taiwan Agricultural Engineers Society, will be conferred upon three young researchers, including Assistant Professor Yu-Li Wang from National Taiwan University.

Technical tours during the conference will include visits to the surface water reinforcement project in Changwon and the operation of the Igok Reservoir in South Korea. The nationwide surface water reinforcement project is a national plan that involves water resource management and allocation by different departments based on usage. South Korea's water resource distribution system includes features such as avoiding overallocation and overuse, separating water rights from property rights, implementing use-it-or-lose-it principles, and ensuring environmental improvement before granting new rights. Dr. Kim's speech may elaborate on these strategies. The conference will showcase Taiwan's active engagement in global discussions and efforts to enhance its international reputation in irrigation management and agricultural water and environmental research.

目 錄

摘 要	II
壹、會議目的	1
貳、會議過程	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
四、PAWEES 2023 年會及頒獎	14
五、技術參訪	17
參、心得與建議	22

壹、會議目的

水田及水環境國際研討會乃由國際水田與水環境學會 (International Society of Paddy and Water Environment Engineering, PAWEES) 主辦，每年例行召開一次，主辦權由最初成立之學術組織包括日本農業土木學會 (The Japanese Society of Irrigation Drainage and Rural Engineering, JSIDRE)、臺灣農業工程學會 (Taiwan Agricultural Engineers Society, TAES) 以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 2003 年於日本京都舉辦，隨後分別在 2004 年於韓國 Ansan、2005 年於臺灣臺北、2006 年於日本宇都宮市 (Utsunomiya)、2007 年於韓國首爾、2008 年於臺灣臺北、2009 年於印尼 Bogor、2010 年於韓國濟州島、2011 年於臺灣臺北、2012 年於泰國曼谷、2013 年於韓國清州、2014 年於臺灣高雄、2015 年於馬來西亞吉隆坡、2016 年於韓國大田、2017 年於臺灣台中、2018 年於日本奈良，以及 2019 年於韓國首爾等地舉辦。其中 2020 年及 2021 年皆因疫情，而導致無法實體辦理研討會，由 2021 由臺灣主辦線上會議，直至 2022 年重新恢復實體於日本福岡舉辦，而本次由韓國負責，選擇於釜山舉辦。

本年度之水田及水環境國際研討會(PAWEES 2023 International Conference)由韓國為輪值主辦國，假韓國釜山海雲台漢華酒店 (Hanhwa Resort Haeundae)進行相關活動，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, 首爾國立大學)、Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA)、Korea Rural Community Corporation (KRC)等 5 個機關，透過此次研討會，有助於促進台灣、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，以及人員間的交流。依循往例，本次國際研討會共包含三大主軸，即：第二十二屆國際研討會(International Conference)、年會及頒獎(PAWEES Annual Meeting and Award ceremony)、技術考察參訪(Technical Tours)，研討會於第一、二天進行、年會於第二天下午，技術參訪為第三天，共分三天舉辦。

台灣、日本、韓國為 PAWEES 三個創始會員國，皆位處東亞地區，這水稻種植歷史悠久，也為地區主要的糧食作物，水稻不僅在東亞國家中占有中心地位，它還與小麥和玉米並列為全球種植面積最廣的作物之一，在經濟扮演重要地位，貢獻相當產值。在台灣，灌溉系統和農田水利的發展，對於早期經濟台灣的農業發展，相當重要，這些農田灌溉系統創造貢獻台灣的糧食生產基礎，也為近代農業技術進步的起源。從明清時代到日本統治時期，台灣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，台灣不斷改良基礎農田水利設施，以確保農地的水資源供應穩定，進而提高了水稻產量。台灣政府的投資和政策支持也在農田水利事業中發揮了關鍵作用，確保了農業的永續發展。灌溉技術在台灣的水稻種植中具有關鍵性的地位。

台灣的灌溉技術、水資源調配，以及營運管理體系，在國際間享有卓越聲譽，被譽為成功的典範之一。台灣一直以來具有規模縝密的農田水利組織營運架構，並致力於相關灌溉水利設施的建設與運營，使其達致相當高度的成熟度。過去行農業委員會自 112 年 8 月 1 日起正式組織改組為農業部，辦理農田水利業務，農田水利署在 109 年 10 月 1 日自農田水利處改制，112 年也更名農業部農田水利署，綜管各項農田水利相關業務，應對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、農業產業等相關精進等領域，皆不斷精進。

PAWEES 作為專門研討水稻田之灌溉、土壤、作物等之國際研討會，對於台灣未來之農業發展可提供相當有益之活動。PAWEES 之創立歷史可追溯至 2003 年第 3 屆世界水論壇召開前夕。當時由我國與日本、韓國兩國共同創立，並且持續逐年辦理研討會至今。此研討會旨在發展現代灌溉以及水稻相關科技，並且致力於推動農業工程以及其他與水/土壤/作物相關議題，涵蓋範圍多元，諸如環境、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之會員來源相當多元，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。我國身為 PAWEES 之創始會員國之一，積極辦理相關國際活動以及會議，針對水田之水質、水資源、水工、多功能防災、灌溉管理、抗旱抗澇等創新科技及技術進行交流及探討，有助於加深與其他國際性以及區域性學術團體和非營利團體之跨域合作，同時以非政府組織(NGO)之層級進行學術交流，在宣揚台灣於相關領域最新發展之技術的同時，也積極拓展我國於國際上之學術聲量以及外交空間。

貳、會議過程

一、組團

臺灣農業工程學會或 PAWEES 通知相關研討會事宜，邀請相關單位共同參與本次韓國釜山「2023 年水田及水環境國際研討會」，由臺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¹，出國期間自民國 112 月 22 日至 10 月 26 日，為期 5 日。

序號	姓名	機關〔單位〕名稱 / 職稱
1	范致豪	臺灣大學生工系教授（領隊）
2	游景雲	臺灣大學土木系教授（聯絡人）
3	何明光	行政院農水署桃園管理處處長
4	陳英仕	行政院農水署嘉南管理處處長
5	鍾易達	行政院農水署桃園管理處
6	林思妤	行政院農水署
7	林竑逸	行政院農水署台中管理處
8	陸文豪	行政院農水署北基管理處
9	蔡佳村	行政院農水署彰化管理處
10	江美珍	行政院農水署石門管理處
11	余化龍	臺灣大學生工系教授
12	張倉榮	臺灣大學生工系助理教授
13	廖國偉	臺灣大學生工系教授
14	江莉琦	臺灣大學生工系副教授
15	許少瑜	臺灣大學生工系副教授
16	潘述元	臺灣大學生工系副教授
17	蕭友晉	臺灣大學生工系助理教授
18	王昱力	臺灣大學生工系助理教授
19	游晟暉	臺灣大學生工系助理教授
20	鍾秉宸	臺灣科技大學助理教授
21	劉宏仁	臺灣科技大學水工所研究員
22	陳豐文	財團法人農業工程研究中心研究員
23	姜世偉	財團法人農業工程研究中心研究員

¹ 部分自行報名者、因資訊不全故未納入名單

二、行程

本次會議由韓國主辦單位規劃安排，本次相關活動內容，詳如表 1。

表 1 出席 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→釜山）	台北
10 月 23 日（一）	PAWEES 2022 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) 1. 頒獎典禮 2. PWE 刊物出版座談及討論 PAWEES 經營管理(management of PAWEES)、PAWEES 會員國間之合作機會座談及討論	釜山
10 月 25 日（三）	技術參訪(Technical Tours) 一、 Ipgok Reservoir 二、 Clean Water Supply Project Site	釜山
10 月 26 日（四）	返程（釜山→臺北）	釜山

三、PAWEES 2023 年水田及水環境國際研討會

依循往例，本次國際研討會共包含三大主軸，即：第二十二屆國際研討會(22th International Conference)、年會及頒獎(PAWEES Annual Meeting and Award ceremony)、技術考察參訪(Technical Tours)，研討會於第一、二天進行、年會於第二天下午，技術參訪為第三天，共分三天舉辦。議程如附件 1 所示，地點在韓國釜山海雲台漢華度假村。該研討會出席人員包括日本農業土木學會、臺灣農業工程學會及韓國農業工程學會相關學者專家，另外亦有來自美國大學教授、菲律賓、印度、印尼等仰賴灌溉國亦有派員參加，總出席人數約 200 人。

會議開始由本屆 PAWEES 的主席 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 還迎大家前來，接續日本 Kazuaki HIRAMATSU 會長，以及台灣由范志豪秘書長代表**蔡昇甫理事長**致詞，後續主要三國主要籌辦幹部合影留念。

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)，主題下再細分 4 個分組研討課題：(1) 智慧科技應用於土壤與水資源管理 (Smart Technologies for Soil and Water Management)，論文收錄 25 篇、發表 25 篇；(2) 氣候變遷與農業風險管理(Climatic Change and Agricultural Risk Management)，論文收錄 26 篇、發表 26 篇；(3) 農業永續及多元治理 (Agricultural Conservation Practices and Multi-Functionality)，論文收錄 14 篇、發表 14 篇；(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)，論文收錄 9 篇、發表 9 篇；(5) 海報式論文收錄 69 篇。總計發表之研究論文有 149 篇，於研討會場口頭報告 80 篇，其中來自臺灣之專家學者和學生共發表論文總計有 10 篇，海報 13 篇，均由發表人於會場中以口頭及海報方式呈現台灣本土研究成果，並與各國與會專家學者交流及分享，博得高度肯定評價，對提升台灣灌溉管理及農業水田環境研究成效之國際形象，頗具效果。



圖1 台灣所有與會人員於研討會開幕典禮前合影



圖 2、PAWEES 主要幹部合影

表 2 水田及水環境國際研討會分組研討課題、論文收錄、發表及台灣代表團成果

分組	研討課題	論文收錄 (篇)	口頭發表 (篇)	台灣代表團(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	氣候變遷與農業風險管理 (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 研討會專題演講

本次大會安排研討會專題演講(Keynote Speech)，由來自韓國 Chungbuk National University 之前 PAWEES 理事長 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) 做專題演講，其主要目的就是回顧南韓之農業水資源使用歷史，並且針對南韓當地之水資源使用以及其多功能面向進行根本性之探討。演講中以當地之水庫作為範例，概括性地統整其水庫之多功能面向包含：(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，包括對韓國過往之水資源使用的回顧和討論。本報告基於講者以其自身之農田水利工作相關經驗，以及其針對水資源和灌溉等相關研究感想，連結南韓當地之水資源在過去

所發展，現在所遇到之問題，以及未來可進行之發展，與 PAWEES 研討會所探討之議題相互連結，並以 PAWEES 之前理事長身份對此研討會做出嘉勉及期許，也期待會員國更多的經驗分享及技術交流。



圖 3: 專題演講(Keynote Speech)大綱

(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)

臺灣大學生工系胡明哲教授之研究生侯昱安共同發表之「水資源頻譜網絡優化模型」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是一項具有挑戰性的任務，為必須確保水庫的排放能夠滿足所有的用水需求，必須擬定出最佳之水庫調控操作準則，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的水資源分配問題。此方法應用於供應高雄和台南的四個水庫，即曾文水庫、烏山頭水庫、南化水庫和高屏溪攔河堰。此外，通過這個模型，此研究分析了曾文水庫和南化水庫相通後的未來水資源分配情況，並將其與它們尚未聯繫時的當前情況進行比較。研究結果顯示，該算法有效地優化了從這四

個水庫流出，以滿足高雄和台南地區的用水需求。此外，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，每個水庫的水缺情況都有所改善。

臺灣大學生工系許少瑜教授發表「比較評估 Rosetta3 和本地土壤過渡函數在估算台灣土壤保水曲線參數方面的適用性和性能增強」。此份研究指出，由於目前大部分的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，這個模型在台灣的應用情況尚未經過驗證。此研究使用台灣農業部之土壤樣本，對 Rosetta3 的預測性能進行了評估。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) 這三種方法，開發了台灣地區的土壤過渡函數，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 上的土壤含水量略微高估了實測的含水量。此外，估算結果顯示，相對於 Rosetta3，這三個模型的性能優越。此外，通過對輸入變數的特徵重要性分析，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，而粉土含量和有機物含量的重要性逐漸上升。此外，此份研究還觀察到將額外的實測土壤含水量值作為輸入變數，可增強了土壤過渡函數的預測能力。在未來可以透過決定建立分層土壤過渡函數的選擇，從而提高對於土壤含水量預測的準確性。

臺灣大學生工系張斐章教授之研究生發表「農業 4.0 的願景：通過人工智能構建智慧農業」。此研究指出，隨著氣候變化變得更加明顯，氣候變異的不確定性多年來也隨之增加，因此對農業氣候產生重大挑戰。文中指出三個關鍵的微氣候因素 - 溫度、相對濕度 (RH) 和光合有效輻射 (PAR) - 對作物生長至關重要。因此在溫室中維持穩定的微氣候對於保持作物的環境適宜性至關重要。此研究之目標在於使用機器學習對於溫室進行非線性調控。此研究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) 微氣候預測，以實現這些目的。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。這一預測將應用至作物生產模型中，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。最終的溫室操作計劃可以在網站上提供，使農民能夠訪問智能溫室管理系統。

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

本研討會主題主要探討氣候變遷對於農業之影響以及農業風險管理相關議題，除了日本、韓國及台灣等地專家參與，亦有許多來自世界各地的國際學者出席 PAWEES 研討會。本近畿大學木村教授與共同作者們應用了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、臺灣大學生工系張斐章教授與成功大學水利系蔡文炳教授所共同指導之研究生孫維發表「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」。研究指出，本研究介紹了各種神經網絡模型，用於地下水水位預測，包括卷積神經網絡 (CNN)，長短期記憶 (LSTM)，以及特別是新穎的 Transformer 神經網絡 (TNN)，這是地下水領域以前未曾探索的方法。研究表明，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。研究結果強調了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 ($MAE < 1\text{ m}$)，但一些過度開採地下水的站點對預測準確度構成挑戰。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。

臺灣大學生工系江莉琪教授與其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」。此研究選擇了位於台灣中部的濁水溪沖積扇，以研究在氣候變化條件下表面水和地下水的變化。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的水源之一。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 是一個半分佈的流域模型，可以模擬地表水，而 MODFLOW 是一個分佈式的地下水模型，可以模擬地下水部分。這兩個模型通過使用分解的水文響應單元 (DHRU) 進行空間聯接，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建議濁水溪沖積扇地下水管理的參考。

臺灣科技大學營建工程系鍾秉宸教授與作者農業工程研究中心陳豐文博士及臺灣大學生工系江莉琦教授發表「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」。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的即時淹水動態風險。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，農作物空間分佈被認為是暴露。第三，影響農作物的淹水相關因子被視為脆弱度，並再利用量化方法和風險評估矩陣來確定 HEVR 的量化程度。本研究區域為台灣宜蘭縣，並證明了本研究所提出方法之優點：(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」，文中指出農業灌溉在全球水資源利用中佔比 70%，對氣候變化非常敏感。有堅實的證據表明，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的需水量，並且選擇了新竹灌溉區作為研究案例。採用於計算的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，台灣氣候變化預測和信息平台 (TCCIP) 提供了四個統計降尺度的 RCP 情境 (RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0 和 RCP8.5) 以及四個時間段 (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，最壞的情況下，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%。此研究提供台灣之供水單位在氣候變遷之下水資源調控及分配一參考基準。

(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的複雜主題。這裡包含的核心概念包括生態友好的耕作方法、社區參與、決策過程的透明度、以及跨學科合作等。本主題安排於第二天上午，也是有許多台灣與日韓學者共同參與

台大蕭友晉老師的學生張雅涵，深入探討了台灣水稻田和旱田中硝化微生物群落的活動和成分，因為強調了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。潘述元老師的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，其可運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。台大江莉琦老師也發表其在瑠公管理處資助下進行的金門廢水灌溉研究，評估了使用處理過的廢水灌溉高粱植物時元素的分佈，對於廢水處理和再利用非常重要，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。

首爾大學的 Sangik LEE 博士發表透過整合永續農業與再生能源，提高土地與水資源使用效率的智慧農光互補系統理念用於永續農業與可再生能源結合，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，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。研究結果將有助於我們更好地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至關重要。強調這個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，也為相當有趣的主题。

（五）海報發表 Poster Session

海報發表位於三樓的第四會議室進行，設有 40 個海報展示板，每個展示板尺寸為 121cm 寬*182cm 高大小，可展示 A0~B0 尺寸的海報。發表者可以於研討會期間於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，在很短的時間內可以得到很精要的成果，提供了除了摘要以外更多關於議題、回顧、方法、應用、成果等的資訊與圖表內容；同時，可以在一個研討會期間內，大量且廣泛的吸收許多最新的研究成果，並與各領域的研究人員、學生、教授、機關人員等建立連結，大大強化了研討會辦理的效益。此次 PAWEES 共計有 69 篇的海報發表，發表者來自台灣、韓國、日本、美洲、非洲、澳洲等，相較於 Oral 口頭發表，海報有更多跟時間與參與者交流，也為相當成功場次。



圖 4、本處處長於海報發表會場合影

四、PAWEES 2023 年會及頒獎

第 23 屆「水田及水環境學會年會」於 112 年 10 月 23-24 日舉行，會場地點為韓國釜山海雲台韓華度假村。PAWEES 2022 水田及水環境年會與頒獎，包括有：頒獎典禮、PAWEES 經營管理(management of PAWEES)之座談及討論、PAWEES 會員間研究計畫合作機會座談及討論、PAWEES 未來發展及討論、本次主辦國交接至下屆 PAWEES 主辦國等儀式。

2023 年的得獎名單，今年同時在會議中進行頒獎，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。臺灣方面本年度是由國立台灣大學生物環境系統工程學系之張倉榮教授獲獎。Young Professional Award 該獎項由臺灣農業工程學會推薦，旨在鼓勵未來成為 PAWEES 領導者的年輕研究人員，並且針對年輕研究人員對水稻和水環境的研究加以嘉獎，該獎項由台灣學會捐贈，2023 年度獲獎者共有 3 位，其中一位獲獎者為臺灣大學生物環境系統工程學系之王昱力助理教授。另外也頒發最佳論文獎、以及評審獎等。本次最佳論文獎其中之一得獎者為台灣屏科大陳金諾教授、以 The assessment of rill irrigation and perforated pipes for Lowland paddy rice under the system of rice intensification (SRI)一文獲獎，然陳教授不克與會，由其他團員代為領取。



圖5 國立台灣大學生物環境系統工程學系之張倉榮教授頒獎典禮



圖6 國立台灣大學生物環境系統工程學系王昱力助理教授獲獎

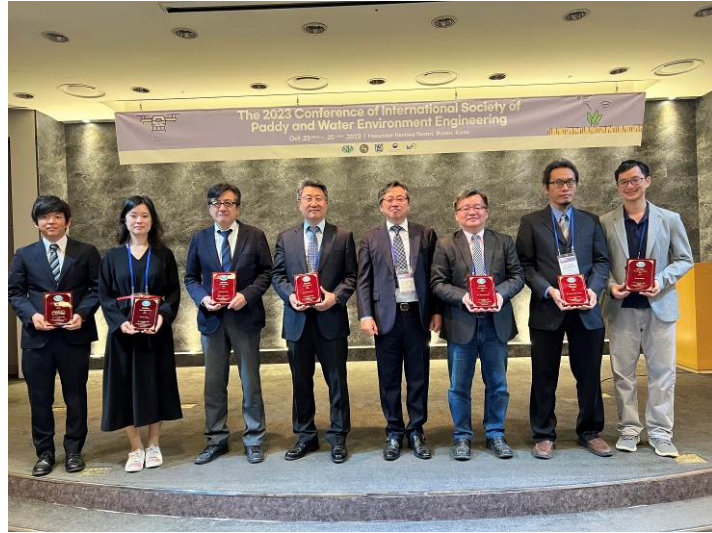


圖7 得獎者合影



圖8 台灣代表團全體團員於會後合影



圖9 會後與會人員合影

五、技術參訪

此次水田與水環境國際性會議，本次會議主辦單位於 112 年 10 月 25 日安排位於韓國釜山 2 處，進行淨水設施與水庫及水壩操作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)、以及慶尚南道咸安伊谷水庫 (Ipgok Reservoir) 兩個主要設施。

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

地表水加強供應計畫事由韓國農漁村公社昌原支社(Changwon District Office of Korea Rural Community & Agriculture Corporation)所協助規劃，韓國農村公社昌原分公司主要執掌包括：(1)農業基礎設施開發與管理、負責地區農業基礎設施的開發和管理，這包括灌溉系統、水利設施以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，包括水利設施管理、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，包括農業產業的升級和轉型，複墾工程、年終改造、農田便利化改造、配套設施改善、完善配套、開發專案等。(4)急難救助等作業，洪旱災害復舊、補償等。

本次參觀設施為其推動的農業用水供應計畫，主要在計畫區域推動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，促進昌原市環保高品質農產品生產，從而增加品牌價值。本計畫將為大山面區域內，種植各種環保農產品的設施農場提供清淨且充足的農業用水。整體計畫分為兩個區域，耗費韓幣 2,700 億 (第一區：1,000 億，第二區：1,700 億)，執行期間為 2011 年至 2024 年，相關工程包括水處理設施急增壓站，以及 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)。

工程由昌原市委託給韓國農村公社昌原分公司實行，於 2011 年獲得韓國農林水產食品部的批准，計畫在當年年底完成實施設計和行政程序，並於 2012 年開始施工，至今仍有部分有待完成。慶尚南道地區冬季氣溫溫和，降雪量少，溫室栽培環境良好，生菜、透過計畫在水質、水量上的控管，提供為種植溫室蔬菜和作物的區域提供經過處理的潔淨水源，透過生產高品質的農產品來促進安全的農業產業發展，也並增加農民的收

入，近年來更朝向低碳農業進行。



圖10 Clean Water Supply Project Site參訪



圖11 Clean Water Supply Project Site參觀（加壓站）



圖12 Clean Water Supply Project Site參觀 (Kim教授協助說明)



圖13 Clean Water Supply Project Site參觀(水質控管)

(二) 伊谷水庫 (Ipgok Reservoir)

伊谷(Ipgok)水庫建造目的是提供農業用水，於日本殖民時期建造，其流域面積 976.0 公頃、水庫容量為 600.3 萬立方公尺、大壩高度 13.8 公尺、寬度 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，然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。穿過一座橫跨水庫中央、長 112 米、寬 1.5 米的吊橋，且建設良好的環庫步道，整體條件與台灣日月潭有相似之處，但於庫容及集水面積上有較大差異。

Ipgok 水庫在農業扮演重要角色的南韓，可確保穩定可靠的水資源供應至關重要，特別是在乾旱季節。它們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至關重要，然整體操作上相對於多用途水庫，Ipgok 水庫並不複雜，但主要在於維護既有功能跟與遊憩需求上取得一定平衡。水庫目前以縣立公園的方式進行管理，仍維持良好自然狀態，但也有大量的人造遊憩設施。在農業供水與其他功能間取的一定平衡，有相當值得參考借鏡之處。

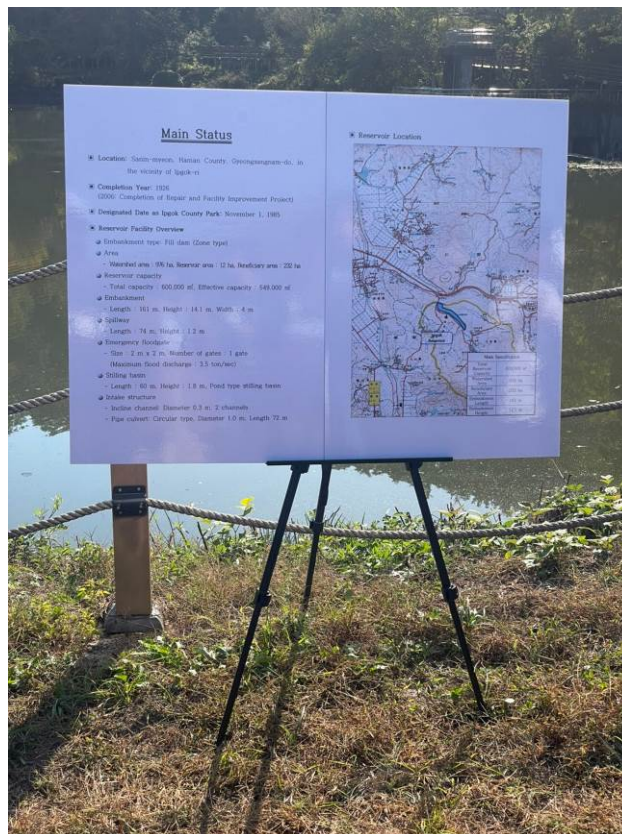


圖14 伊谷水庫參訪



圖15 伊谷水庫參訪

參、心得與建議

一、PAWEES 對台灣之重要性

台灣為 PAWEES 創始會員國之一，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，台灣在此組織之能見度亦高，未來，我國仍應持續提升參與組織活動之積極度，以與世界各國建立長期合作對話管道，維護國家整體外交利益。而世界水論壇（World Water Forum）係由世界水協會（World Water Council）每 3 年舉辦一次之全球性論壇，堪稱全球水資源界之高峰會議。

2023 年水田及水環境國際研討會上，台灣代表團在各分組子題下均發表本土的研究成果，其研究成果皆獲得與會專家學者之高度肯定。此次研討會對提升台灣灌溉用水管理及農業水田環境研究成效之國際形象。因此，台灣應繼續積極參與 PAWEES，充分利用這個平台，提升台灣在國際水田和水環境工程領域的地位，並為台灣的農村發展和環境保護做出貢獻。

二、2023 年水田及水環境國際研討會之成果

2023 年水田及水環境國際研討會以「農村資源之智慧及永續管理」為主題，吸引來自世界各地的專家學者參與。會議發表了 149 篇論文，涵蓋了水田和水環境領域的各個方面，包括智慧科技應用、氣候變遷、農業永續、以及水、能源、食物、環境網絡等議題。會議的成果可概括為以下幾點：(1) 促進跨國學術合作，為國際水田和水環境領域的研究發展做出了貢獻。(2) 會議展示台灣在水田和水環境工程領域的最新研究成果，提升台灣在國際上的學術地位。(3) 會議為台灣提供交流和學習的平台，促進台灣在水田和水環境領域的發展。

三、東亞水田和農業環境之挑戰與機會

日本、韓國和台灣等東亞國家，擁有悠久的水稻栽培和農業灌溉排水傳統。然而，在當今全球背景下，這些國家也面臨著許多重大挑戰，包括全球暖化、氣候變遷以及糧食安全等議題。在這樣的環境下，水田和農業環境的角色變得更加多元化，不僅僅提供糧食生產功能，還具有生態保護、防洪、水資源管理、環境保護等多重功能。因此，有必要進一步研究和了解這些多功能性作用，以更好地應對當前的農業和環境挑戰。國際

水田與水環境工程學會（PAWEES）作為一個跨國學術交流的平台，為東亞國家提供了一個寶貴的機會，可以共享研究成果，合作應對共同面臨的挑戰，並推動永續的農業發展和環境保護。

四、韓國水田及農業環境之經驗

從技術考察參訪兩處位置，包括地韓國農漁村公社昌原支社的地表水加強供應計畫，以及伊谷水庫的運作，可見韓國政府對於農業用水的持續投資、以及多元經營的目標。參觀計畫區域多採用精緻農業灌溉的方式進行，對於地區產業也有一定提升，而且打造自主品牌，長期也有相當計畫，其間投資成本效益之平衡，國內可以參考借鏡，未來做為台灣未來水資源、河川整治、農業用水調配與農業相關建設發展之參考。

五、本處水資源管理及灌溉措施 ESG

水資源議題一直是中央政府非常著重之自然資源管理議題。本處轄管石門水庫幹線下游各支線灌溉水圳，包含桃園、湖口、大溪與新海四大灌區，總灌溉面積達 2.2 萬公頃(106 年統計)。又所在之桃園市為北臺灣的農業重鎮和都會發展的蔓延區域。近二十年受臺北都會區發展與外擴影響，工業和民生用水需求相對日益增加，也因此衝擊農業灌溉用水的調度與管理。然需要透過數位科技的應用與整合，因此本處現階段對於水資源管理未來展望如下：

- (1)研究新的灌溉管理制度及灌溉方法，以適應農業環境及耕種型態的改變，達到滿足灌溉、適時排水及水資源有效利用之目標，提昇灌溉排水績效。
- (2)運用電腦資訊作業、地理資訊系統及衛星遙測技術等科學方法，發展現代化之農田水利管理方法，建立完整確實之農田水利水文資訊資料。
- (3)持續發展農田水利事業，提高水資源利用效率，並對農業環境保育、水污染防治及農村美化推展。
- (4)本處對於環境永續性(E):以開發並推廣各類節水灌溉技術，降低農業用水強度，並引進抗旱作物品種如大豆，建立最優作物佈局。推行機械化作業，提高土地利用效率，減少碳排放強度。對於社會永續性(S):建立風險共擔機制，訂立收益分享和補償約定。加強農業技術培訓和情報交流，提高抗災能力。