

出國報告（出國類別：開會）

出席 2022 年水田及水環境國際研討會 出國報告

服務機關：行政院農業委員會農田水利署
姓名職稱：張書唐副工程司、郭芳慈副工程司
派赴國家：日本
出國期間：111 年 11 月 16 日至 111 年 11 月 19 日
報告日期：112 年 2 月 10 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主辦召開，2022年水田及水環境國際研討會(PAWEES 2022 International Conference，以下簡稱本次研討會)由日本農業土木學會輪值主辦，於2022年11月17、18日在日本福岡縣(Fukuoka)舉辦，讓我國、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、學術探討及交流。本次研討會共包含3大主軸：第20屆國際研討會、年會及頒獎、技術考察參訪，分2天舉辦。

本次研討會主題為「水稻種植對實現可持續發展目標的貢獻」，主題下再細分4個分組研討課題。大會安排由日本東京農業土木事業協會 Yohei SATO 以「Looking back on 20 years of the International Society of Paddy and Water Environment Engineering (PAWEES), focusing on the period before and after the establishment of PAWEES」(回顧國際水稻與水環境工程學會(PAWEES)成立20年，聚焦PAWEES成立前後時期)做專題演講，其主要目的就是回顧了國際水稻與水環境工程學會(PAWEES)20年的歷史，包括對2000年至2006年7年期間(包括籌備期)問題的回顧和討論。

PAWEES 2022 水田及水環境年會與頒獎，包括頒獎典禮、PWE 刊物出版座談及討論、PAWEES 經營管理(management of PAWEES)之座談及討論。我國獲獎獎項及人員如下：(一)國際水田與水環境學會 International Award 2022年由行政院農業委員會張敬昌技監(台灣農業工程學會前理事長)獲獎、2021年由經濟部水利署賴建信署長獲獎；(二)PWE Best Reviewer Award 2020年度獲獎者共有2位，其中1位為臺灣大學許少瑜副教授，2021年獲獎者共有3位，其中1位為聯合大學黃偉哲先生；(三)Young Professional Award 2021年獲獎者共有3位，其中1位為中央大學陳沛芫助理教授，2022年度獲獎者共有3位，其中1位為臺灣大學潘述元助理教授。

本次會議主辦單位現地技術考察安排參訪日本九州之筑後川流域的3處重要水利設施，分別為山田堤壩、三連水車及筑後大堰。筑後川流域為日本三大暴川之一，山田堤壩是日本唯一傾斜地板式石壩並採納生態工法的概念設計、三連水車在250年前沒有蒸汽也沒電力的江戶時代，打造僅靠水力自動抽水的水車，為農業上的一大成就、大築後堰總庫容550萬立方米，全長501米，具有防止洪水和海水回流功能並確保福岡縣得灌溉用水及民生用水供應。

目 錄

壹、目的.....	- 1 -
貳、過程.....	- 2 -
一、組團.....	- 2 -
二、行程.....	- 3 -
三、PAWEES 2022 年水田及水環境國際研討會.....	- 4 -
(一) PAWEES 研討會專題演講.....	- 5 -
(二)PAWEES 研討會主題一：水與土壤管理（Water and Soil Management）.....	- 5 -
(三) PAWEES 研討會主題三：區域資源管理和農村規劃（Regional Resource Management and Rural Planning）.....	- 6 -
四、PAWEES 2022 年會及頒獎.....	- 7 -
五、技術參訪.....	- 9 -
參、心得與建議.....	- 12 -

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、台灣農業工程學會及韓國農業工程學會輪流主辦，第 1 屆於 2003 年日本京都召開，2004 年於韓國 Ansan、2005 年於臺灣臺北、2006 年於日本 Utsunomiya(櫛木縣宇都宮市)、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 年於臺灣臺中、2018 年於日本奈良、2019 年於韓國首爾。本次研討會由日本農業土木學會輪值主辦，於 2022 年 11 月 17 日及 18 日在日本福岡縣 (Fukuoka)福岡國際會議場舉辦，透過本次研討會，讓我國、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。

稻米為我國主要糧食，水稻為種植面積最廣之作物，農田灌溉排水技術為影響稻作生產重要因素，我國農田水利事業發展已逾 300 年，農田水利組織營運組織亦具一定規模，相關灌溉水利設施頗為完善，我國灌溉技術、灌溉用水調配及營運管理組織，已是世界上少數成功國家之一。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，以及合理調配水資源，實是施政上的重大挑戰。

PAWEES 係於 2003 年第 3 屆世界水論壇召開前的元月於日本創設，我國與日本及韓國同為創始國之一，旨在闡建與宣導現代之科技系統，推展農業工程在水方面之相關議題，諸如環境、糧食安全、貧窮等層面的整合研究。創設迄今，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，已註冊成為國際水田與水環境工程學會之會員。我國為 PAWEES 創始會員國之一，藉由積極參與相關國際活動，汲取國際水田多功能、水資源與水質管理、灌溉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(NGO)學術交流活動，向國外宣傳我國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。

貳、過程

一、組團

本會於接獲臺灣農業工程學會組團參與日本福岡「2022 年水田及水環境國際研討會」之邀請後，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，出國期間自民國 111 年 11 月 16 日至 11 月 19 日止，為期 4 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
2	游景雲	臺灣大學土木系教授
3	朱建偉	行政院農委會農水署溜公管理處處長
4	何明光	行政院農委會農水署桃園管理處處長
5	張書唐	行政院農委會農水署
6	郭芳慈	行政院農委會農水署
7	原道安	行政院農委會農水署溜公管理處
8	陳建國	行政院農委會農水署桃園管理處
9	鍾易達	行政院農委會農水署桃園管理處
10	馮寶慧	行政院農委會農水署石門管理處
11	童憶茹	行政院農委會農水署新竹管理處
12	簡大為	行政院農委會農水署新竹管理處
13	黃俊雄	行政院農委會農水署台中管理處
14	高洪譽	行政院農委會農水署雲林管理處
15	李建志	行政院農委會農水署嘉南管理處
16	邱儀婷	行政院農委會農水署嘉南管理處
17	姜世偉	財團法人農業工程研究中心
18	余化龍	臺灣大學生工系教授
19	張倉榮	臺灣大學生工系教授
20	廖國偉	臺灣大學生工系教授
21	江莉琦	臺灣大學生工系副教授
22	許少瑜	臺灣大學生工系副教授
23	蕭友晉	臺灣大學生工系助理教授
24	潘述元	臺灣大學生工系助理教授
25	黃雅甄	臺灣大學生工系博士生
26	李世耀	臺灣大學生工系博士生
27	林育誼	臺灣大學生工系博士生

28	林冠廷	臺灣大學生工系博士生
29	曾華廷	臺灣大學生工系博士生
30	蔡雨璇	臺灣大學土木系博士生
31	李兆庭	臺灣大學生工系碩士生
32	李旻靜	臺灣大學生工系碩士生
33	李嘉陽	臺灣大學生工系碩士生
34	沈宏軒	臺灣大學生工系碩士生
35	夏佳宏	臺灣大學生工系碩士生
36	殷祥玲	臺灣大學生工系碩士生
37	詹祥皓	臺灣大學生工系碩士生
38	廖啟鈞	臺灣大學生工系碩士生
39	戴浚哲	臺灣大學生工系碩士生

二、行程

本次研討會由日本主辦單位規劃安排，活動內容，詳如表 1。

表 1 本次研討會行程表

日期（星期）	行程與活動內容	地點
11 月 16 日（三）	去程（臺北→福岡）	福岡
11 月 17 日（四）	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 五、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 3. PAWEES 經營管理(management of PAWEES)、PAWEES 會員國間之合作機會座談及討論	福岡
11 月 18 日（五）	技術參訪(Technical Tours) 一、山田堤壩 二、三連水車 三、築後大堰	筑後川
11 月 19 日（六）	返程（福岡→臺北）	福岡

三、PAWEES 2022 年水田及水環境國際研討會

本次研討會共包含 3 大主軸：第 20 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)，分 2 天舉辦，地點在日本福岡國際會議場。該研討會出席人員包括日本農業土木學會、台灣農業工程學會及韓國農業工程學會相關學者專家，另外寮國、緬甸、柬埔寨、印度及印尼等國亦有派員參加，總出席人數約 260 人。

本次研討會主題(Main Theme)為「水稻種植對實現可持續發展目標的貢獻」(Contributions of Paddy Farming to achieve the SDGs)，主題下再細分 4 個分組研討課題：(1)水與土壤管理 (Water and Soil Management)，論文收錄 37 篇、發表 37 篇；(2)災害風險管理和適應 (Disaster Risk Management and Adaptation)，論文收錄 12 篇、發表 12 篇；(3)區域資源管理和農村規劃 (Regional Resource Management and Rural Planning)，論文收錄 12 篇、發表 12 篇；(4)農業和生態系統管理中的信息通信技術和智能技術(ICT and Smart Technologies in Agriculture and Ecosystem Management)，論文收錄 15 篇、發表 15 篇；(5)海報式論文收錄 57 篇。總計發表之研究論文有 133 篇，研討會場口頭報告 76 篇，其中我國總計發表之論文 14 篇，海報 7 篇，包括 15 位學生與 24 位專家學者共同進行研討並由發表人於會場中以口頭或海報方式呈現研究成果，與各國與會專家學者交流及分享，獲得高度肯定評價，有效提升臺灣灌溉管理及農業水田環境研究成效之國際形象。

表 2 本次研討會分組研討課題、論文收錄、發表成果

分組	研討課題	論文收錄 (篇)	口頭發表 (篇)	臺灣 (篇)
1	水與土壤管理 (Water and Soil Management)	37	37	10
2	災害風險管理和適應 (Disaster Risk Management and Adaptation)	12	12	0
3	區域資源管理和農村規劃 (Regional Resource Management and Rural Planning)	12	12	4
4	農業和生態系統管理中的信息通信技術和智能技術(ICT and Smart Technologies in Agriculture and Ecosystem Management)	15	15	0
5	海報式論文(Poster Session)	57	-	7
合計		133	76	21

(一)PAWEES 研討會專題演講

本次大會安排研討會專題演講(Keynote Speech)，由日本東京農業土木事業協會 Yohei SATO 以「Looking back on 20 years of the International Society of Paddy and Water Environment Engineering (PAWEES), focusing on the period before and after the establishment of PAWEES」(回顧國際水稻與水環境工程學會(PAWEES)成立 20 年，聚焦 PAWEES 成立前後時期)做專題演講，其主要目的為回顧國際水稻與水環境工程學會(PAWEES)20 年的歷史，包括對 2000 年至 2006 年期間(包括籌備期)問題的回顧和討論。PAWEES 成立於 2003 年 1 月 1 日，由日本、韓國和我國的 3 個相關協會合作成立，通過不斷出版國際期刊、國際會議和研究會議，已轉變為一個實質性的國際組織並以水稻種植國家和地區為重點，培養具有國際視野的人才。

(二)PAWEES 研討會主題一：水與土壤管理 (Water and Soil Management)

臺灣大學生工系余化龍教授之研究生曾華廷等發表「一種數據驅動的方法來估計集中抽水區農業地下水抽取的時空分佈 - 以臺灣中部為例」。研究指出，由於地下水的穩定性和流動性，地下水一直是重要的農業灌溉資源，需要對地下水進行良好的管理，若過度抽取地下水可能會衍生其他的問題，其中臺灣中部即為超抽地下水導致地層下陷的典型案列，臺灣中部大量密集且未經規劃審查的抽水井使地下水管理更加困難，因此，該研究以地下水位數據估算農業開採地下水的時空分佈。

臺灣大學生工系廖國偉教授發表「可調式攔河堰之管理與操作」。攔河堰常設計用來降低河床坡度，防止侵蝕，控制流量，穩定兩岸坡腳。然而，土壤和沙子在溪流中的遷移是一個動態過程，相比之下，傳統堰壩是固定和靜態結構，難以影響河流的微量需求。可調式攔河堰，可在不同時間調整土砂運移，同時保持河流土質穩定、土砂平衡、溪流生態的連續性。儘管對可調式攔河堰的設置有相當大的共識，但目前的研究大多集中在開口形式(如大小、數量)對壩體下游鄰近土砂的影響，由於數據量小，無法建立管理和操作規則。因此，該研究擬對土砂遷移模型實驗和 HEC-RAS 二維數值模擬的趨勢，以及攔河堰的調整期進行預估。希望透過管理操作可調式攔河堰能夠維持土砂平衡，有利於河流及下游水源涵養設施，確保保護對象的安全。

臺灣大學生工系范致豪教授之研究生黃雅甄等發表「農田施肥面源控制源頭減

量法」。研究指出，由於降雨或灌溉，農業活動產生的面源污染可能通過地表水或地下水流入鄰近水體，對水質造成負面影響。該研究旨在評估土地通過減施施肥來控制農業面源污染的綠色技術的效率，並與臺灣石門上游集水區農戶合作，在紅梅栽培過程中，採用生物炭添加減施 50% 的方法控制面源污染。

臺灣大學生工系潘述元教授之研究生林育誼等發表「多級殼聚醣海綿的合成用於從厭氧消化物中回收養分作為環保肥料」。在這項研究中，開發了一種分層多孔離子交換海綿的原型，用於從厭氧消化物中高效回收養分，由於海綿是基於殼聚醣且可生物降解的，因此吸附營養的海綿可以用作農田的環保肥料。該研究檢查具有不同配方的合成海綿的物理化學性質，評估 pH 值對海綿從厭氧消化物中回收養分的影響。結果證明，消化液中的營養物質可以在較短的接觸時間內得到有效回收。

(三)PAWEES 研討會主題三：區域資源管理和農村規劃 (Regional Resource Management and Rural Planning)

臺灣大學生工系胡明哲教授之研究生沈宏軒等發表「水資源管理的頻譜優化模型」。該研究提出了水文頻率分析和多目標模型的結合。面對日益頻繁的極端天氣事件，靜止不動的氣象水文將不再滿足未來的氣候條件。減少使用傅立葉級數將基於時間的蓄水函數轉換為頻率函數，同時制定消除特定流域洪水或乾旱個體風險的客觀水文系統，建立多目標優化操作目標，以確定這些水文系統在很長一段時間內的最穩定狀態。提出的框架對於水資源區域資源管理具有重要意義，為決策者提供科學依據。

臺灣大學土木系游景雲教授之研究生蔡雨璇等發表「不同生長階段的最佳灌溉水量分配」。研究指出，隨著全球氣候變化的影響越來越大，水資源的利用、分配和可持續性變得越來越重要。在不同的用水部門中，農業灌溉約佔全部用水量的 70%。與其他隨時用水的標的不同，灌溉不僅是數量的問題，而且需要根據作物的需水量準確地安排灌溉用水。如果作物在任何一個生長階段已經枯萎，以後再補水也無法挽回之前因缺水而造成的產量損失，灌溉不能像工業一樣隨著時間的推移進行權衡，然而，許多水資源分析研究沒有考慮農業用水的性質，往往簡單地假設在每個時期都有效用，並加在一起作為灌溉的總效益。為解決這一問題，該研究旨在探討缺水條件下考慮不確定性的灌溉計畫動態決策，嘗試以 FAO 框架檢驗農業產量的優化。FA033 分析模型採用 max-inf 問題的形式，並應用兩階段隨機優化技術

來最大化兩個階段的產量預期。通過這種方式，該研究可以提出更合理的灌溉用水運用方法。

四、PAWEES 2022 年會及頒獎

第 20 屆「水田及水環境學會年會」於 2022 年 11 月 17 日舉行，會場地點為日本福岡國際會議場，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 會員間研究計畫合作機會座談及討論、PAWEES 與 ICID 之國際合作，作為未來 PAWEES 成員國共同努力方向。

同時在會議中進行 2021 年及 2022 年的得獎名單頒獎，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、有價值成就的人員每年計有 4 名人員獲獎，我國 2022 年由行政院農業委員會張敬昌技監(台灣農工學會前理事長)獲獎、2021 年由經濟部水利署賴建信署長獲獎；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，2020 年度獲獎者共有 2 位，其中 1 位為臺灣大學許少瑜副教授、2021 年度獲獎者共有 3 位，其中 1 位為聯合大學黃偉哲先生；Young Professional Award 該獎項由台灣農業工程學會推薦，鼓勵優秀年輕研究人員積極投入對水稻和水環境的研究，該獎項由台灣農業工程學會捐贈，2021 年度獲獎者共有 3 位，我國獲獎人員為中央大學陳沛荒助理教授、2022 年度獲獎者共有 3 位，我國獲獎者為臺灣大學潘述元助理教授。



圖1 研討會開幕典禮



圖2 台灣農業工程學會秘書長范致豪於研討會開幕典禮致詞



圖3 獲獎人賴建信署長與頒獎人合影



圖4 我國代表團全體團員於會後合影

五、技術參訪

本次研討會主辦單位於 2022 年 11 月 18 日安排日本九州之筑後川流域進行農田水利灌溉排水、水資源管理與河川治理等相關設施技術考察。

位於日本九州之筑後川流域，是筑後川水系的主流，由西向東流過九州北部，最後注入海洋的一級河川。全長 143 公里，流域面積 2,860 平方公里。流域跨越熊本、大分、福岡和佐賀縣，與利根川、吉野川並列為日本三大暴川，自江戶時代以來的 400 年間，它引發了 189 次洪水，特別是 1953 年 6 月（昭和 28 年）的暴雨對流域造成了創紀錄的破壞，在福岡縣和佐賀縣共計有 21 個地點坍塌並淹沒了整個久留米市。

（一）山田堤壩

山田堤壩(Yamadazeki Barrage)，於江戶時期建造完成，至今已使用 200 多年。山田堤壩由取水口、排砂道、中船道和南船道組成。其中攔河壩全長 320 米，高 3.0 米，寬 169.7 米，使用鵝卵石構築壩體，是日本唯一的傾斜地板式石壩，其特點是其結構精緻而堅固，足以承受九州地區最長河流筑後川的巨大水壓和水流，且洪水時可容許水流過壩體。為兼顧取水功能，山田堤壩的前牆與吃水線呈約 20 度斜向安裝，從而緩解水流激烈的筑後川強勁水壓。此外，中船道和南船道在山田堤壩建設時被用作交通水路、中船道也兼具魚道功能，設計時即考慮到生態工法的概念，尊重當地天然條件，在人為設施與環境不相衝突前提下，妥善導入協助人類生活的土木工程構造。

（二）三連水車

位在福岡縣朝倉市的菱野三連水車是日本目前唯一實際仍然使用於灌溉的水車，因為筑前這一區的地勢較高，山邊的農田取不到水，需要水車運送水源來灌溉農田，而此三連水車在西元 1663 年就被建立，運轉至今已經有 300 多年的歷史，是福岡縣指定的有形民俗文化財產，1990 年被日本列入為國家史跡。水車一共有上車、中車、下車三座，因此稱為三連水車，每月的 6 月下旬至 10 月中旬都會運作灌溉。筑後川除了菱野三連水車外，仍有 2 台水輪系統等灌溉設施的支援，因為這些灌溉設施的支援，農業灌溉用水得以從筑後川取自灌溉渠道上，順利將水輸送到河水位以上的稻田，整套系統每天能夠從筑後川輸送 553,000 立方公尺的水，總灌溉面積約為 652 公頃。在 250 年前沒有蒸汽也沒有電力的設備江戶時代，能做出這整套僅靠水力自動抽水的水車，確實是農業上的一大成就。

(三) 築後大堰

筑後大堰距離山田堤壩約 25 公里，於西元 1984 年竣工，總庫容 550 萬立方米，全長 501 米，隨著上游山田堤壩和筑後大堰的建成，才讓這條洶湧的筑後川平靜了下來。堰內設置 5 座活動升降閘門，兩側各 2 座閘門為雙門閘，可以增加控制從閘門下方流出的水的準確性，除通過升降堰閘門調節流量外，減少洪患發生，平時關閉堰口亦可以防止海水進入，截流河水用於農業和城市用水等多功能用途，同時在兩側設置魚梯道，可供多種魚類魚逆流而上洄游產卵維持河川生態係的平衡及永續。



圖 5 山田堤壩現況



圖 6 三連水車現況



圖 7 築後大堰現況

參、心得與建議

- 一、我國為 PAWEES 創始會員國之一，在我國外交日益困難之際，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，我國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。
- 二、日本、韓國及我國等國家，同處亞洲季風地區，而水稻栽培水田灌溉已有久遠歷史，水稻依舊是人民主食，水稻栽培和農業灌溉排水仍佔重要地位，歷經時代變遷，水田及環境當今在全球暖化、氣候變遷、糧食危機等嚴峻挑戰下，已從原本單純的提供糧食生產功能，更兼具生態與生活多樣性功能，發揮糧食安全、防洪、補注地下水、防止土壤流失、水質淨化、空氣淨化、降低夏季溫度、生物多樣性等農業多樣性功能(multi-functionality)，相關之研究仍應持續進行，可藉由 PAWEES 之國際研討會平台，分享各國的研究成果。
- 三、本次研討會主題「農業用水與農村環境的未來」(Agricultural water and rural environment for the future)，與會人員熱烈討論，交流成效良好，各國亦紛紛提出多篇發表論文，介紹相關研究成果，我國在本次研討會各分組子題下均有相關論文發表，和與會專家學者交流及分享，獲得高度肯定，有效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、從技術考察參訪筑後川流域中，進一步瞭解日本政府對於河川整體整治規劃、提高水資源有效利用、農田水利設施工程之成果及同時兼顧生態永續的作為等，皆可做為我國未來水資源、河川整治、農業用水調配與農業相關建設發展之參考。