

出國報告（出國類別：研究）

架構移植栽培下雜草型紅米入侵之 綜合清除技術

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所

姓名職稱：吳東鴻（副研究員）

派赴國家：馬來西亞、日本

出國期間：中華民國108年09月01日至07日及10月20日至26日

報告日期：中華民國108年11月04日

出國報告審核表

出國報告名稱：架構移植栽培下雜草型紅米入侵之綜合清除技術			
出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)		職稱	服務單位
吳東鴻		副研究員	行政院農業委員會農業試驗所
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input checked="" type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 視察 <input type="checkbox"/> 訪問 <input type="checkbox"/> 開會 <input type="checkbox"/> 談判 <input type="checkbox"/> 其他_____		
出國期間：108年9月01日至108年09月07日 108年10月20日至108年10月26日		報告繳交日期：108年11月04日	
出國人員 自我檢核	計畫主辦 機關審核	審 核 項 目	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input 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"/>	<input type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.內容充實完備	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.建議具參考價值	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正，原因：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用其他資料未註明資料來源	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔	
<input checked="" type="checkbox"/>	<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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 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"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他_____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式：	
出國人簽章(2人以上，得以1人為代表)	計畫主辦機關 審核人	一級單位主管簽章	機關首長或其授權人員簽章

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「[公務出國報告資訊網](#)」為原則

目次	
一、摘要.....	4
二、研究行程.....	5
三、研究內容	
1. 2019 亞太雜草學會紀要	6
2. 馬來西亞稻作栽培概況	6
3. 馬來西亞雜草型紅米研究概況	7
4. 斯里蘭卡雜草型紅米研究概況	8
5. 臺灣雜草型紅米研究概況	8
6. 日本雜草型紅米形態歧異性	9
7. 日本雜草型紅米的遺傳起源	10
8. 雜草型紅米的除草劑耐受性與基因	11
四、研究建議.....	11
五、交流影像紀錄.....	12

一、摘要

亞太雜草學會今年的大會主題以永續農業與環境的雜草科學為主軸，並由澳洲雜草科學家 Stephen Powles 博士發表，本次核心演講亞太地區的除草劑抗藥性與其管理對其挑戰與展望，全球糧食生產將隨全球人口增加而對於糧食供應隨之提高，然全球糧食供應鏈高度仰賴全球水稻、小麥、大豆與玉米等主要穀物的穩定生產與否，然而穩定的糧食生產量則受到是否能有效控制入侵田區的雜草數量，目前除草劑施用是世界主要生產模式中對於雜草控制不可或缺的一環，隨之而來的就是發生除草劑抗藥性的風險，全球抗除草劑族群的演進變化將影響著除草劑對於雜草控制的永續利用以及後續糧食生產。台灣雜草型紅米收集系之遺傳背景主要係秈稻親緣，而非稈稻遺傳背景。進一步，藉由定序資料可知紅米次族群中，部分染色體區間可能與雜草化性狀具有高度關聯性，如半矮性 *sd1* 株高基因等。進一步合併紅米族群內的親緣係數與地理資訊後，將 552 個品系劃分為 6 種主要類型，同一族群不僅橫跨東西半部並呈現由南向北遞減趨勢，可見汙染稻種透過南秧北調的運輸模式產生長距離擴散，更甚於花粉媒介等短距離傳播，此暗示著農民經常使用到純度不足的秧苗或是不合格稻種無法有效管理。而國內繁殖圃與經濟生產交替使用，尤其以採種圃 (5 ha) 大都設於第二期作，第一期作經濟生產時發生汙染入侵，不易在期作間發芽耕鋤，也是累積稻種汙染源由之一。試驗初步已建立全台雜草型紅米的類型分布，顯見臺灣雜草型紅米與早期秈稻地方品系以及秈稻栽培品種具有高度遺傳親緣，去馴化機制讓部分雜交後裔開始累積短生育、強落粒與強休眠等雜草化特性，並隨著南秧北調栽培歷程開始入侵稻種繁殖圃進行遠距離傳播，因此加強汙染繁殖圃的稻種管理與田區清潔將係未來雜草型紅米之防治首務。而菲律賓、越南、斯里蘭卡等國家的雜草型紅米混雜近年也日漸嚴重，並加強對於形態差異的了解進行防治技術的調整；日本的雜草型紅米目前推測可能起源於日本稈稻地方品係，而臺灣雜草型紅米則是秈稻地方品係，但為害特性卻都為高度休眠、易落粒與紅色糙米等，未來可協助盤點臺灣種原庫所保存的日本早期稈稻地方品係作為遺傳起原之基礎。

二、研究行程

日期	行程及工作內容	地點
108/09/01- 108/09/07	前往馬來西亞古晉參加第 27 屆亞太雜草學會年會，進行論文宣讀與學術交流。	馬來西亞古晉
108/10/20- 108/10/26	前往日本筑波與農研機構研究人員商討雙方雜草型紅米的研究進度與合作，並研習日本雜草型紅米的防除技術。	日本筑波

三、研究內容

2019 亞太雜草學會紀要

亞太雜草學會今年的大會主題以永續農業與環境的雜草科學為主軸，並由澳洲雜草科學家 Stephen Powles 博士發表，本次核心演講亞太地區的除草劑抗藥性與其管理對其挑戰與展望，全球糧食生產將隨全球人口增加而對於糧食供應隨之提高，然全球糧食供應鏈高度仰賴全球水稻、小麥、大豆與玉米等主要穀物的穩定生產與否，然而穩定的糧食生產量則受到是否能有效控制入侵田區的雜草數量，目前除草劑施用是世界主要生產模式中對於雜草控制不可或缺的一環，隨之而來的就是發生除草劑抗藥性的風險，全球抗除草劑族群的演進變化將影響著除草劑對於雜草控制的永續利用以及後續糧食生產。除草劑已經被使用超過 60 年了，在 50 年前已經進行第一起抗除草劑的案例研究，並成為西方國家對於評估除草劑抗藥性的重要證據，也是在雜草控制上對於適應除草劑的首次案例，然後 25 年前開始出現對於除草劑耐性的基因轉殖作物，但隨之而來就是對於其他除草劑發生抗藥性的風險事件，當過度使用特定除草劑後，也加速使得該類型除草劑抗藥性的雜草族群隨之發生。對於如何有效使用除草劑並減少除草劑抗藥性的發生將是目前不可迴避的重要議題，借鏡過去西方國家的風險事件，有助於亞太地區的雜草控制策略調整，另外積極導入生物製劑或是非化學防治的雜草控制，或是藉由影像分析針對目標雜草進行精準噴施，而不是大規模的進行化學防治，也有助於除草劑的使用量降低，減緩非目標雜草的抗藥性發生。

馬來西亞稻作栽培概況

馬來西亞是東南亞區中少數分屬東西兩大地區的國家，西半部在馬來半島上並與泰國相接，即西馬，另隔著南海相望是東半部的東馬，位於北部婆羅洲島上的沙巴與砂勞越兩州，也造就兩方的代表性水稻品種並不相同；全區地理位置接近赤道，氣候屬於亞洲熱帶型雨林氣候，尤其馬來半島鮮少遭遇颱風或乾旱。從 1980 年來起由礦業與農業為基礎的馬來西亞經濟，開始逐漸轉為工業領域為導向，但是農業仍是該國家重要經濟項目之一，每年仍貢獻國民生產總值 (GDP) 12%，且農業從業人員為全國人口 16%，其重要性不言而喻，過去以橡膠、棕櫚油為農產品出口主要作物，雖近 20 年生產比例持續下降中，其中稻米是繼油棕與橡膠後第三重要作物。

以馬來西亞農業研究所 (Malaysian Agricultural Research and Development Institute, MARDI) 所公布 2011 年稻作產業規模，可見馬國水稻栽培面積達 68.8 萬公頃、平均單位面積產量 3,748 公斤/公頃，顯示稻米預期生產力可達 2,578,000 公噸，若依當地每公噸稻米價格約台幣 9,565 元計算，馬國稻作產值規模約為台幣 246.2 億。產業規模涵蓋稻農勞動人口數約 296,000 人，合法的稻種生產公司共有 13 家，稻米生產公司有 230 家。回顧 1990 年來，馬國每人米飯消費量由 84.8 公斤略降至 2013 年的 74.5 公斤，整體每年稻米需求量仍需 269 萬公噸，而每年白米產量為 122 萬公噸 (1990) 逐年增至 270 萬公噸 (2013)。但以 2011 年為例，稻米實際生產量僅達 166 萬公噸，當年稻米進口 103 萬公噸，其該年度的稻米自給率只有 62%；儘管近年來稻米產量逐年增加，每年整體白米需求量仍有 21% 至 28% 仰賴進口以補足缺口，在 1990 年進口 33 萬公噸亦逐漸增至 110 萬公噸 (2013)，顯見馬來西亞國內稻穀自給率尚有提升的空間。

馬來西亞雜草型紅米研究概況

依據馬來西亞水稻品種權登錄資料庫 ([http://pvpbkkt.doa.gov. my/](http://pvpbkkt.doa.gov.my/), 2015)，回顧自 1964 年迄今，列為馬來西亞推薦農民栽培種植水稻品種的國家清單 (national list) 中累計 41 個，其中一般生產品種 32 個、糯米品種 3 個、黑糯米 (Black sticky rice) 1 個、香米品種 (Fragrant rice) 2 個、紅米 (Red rice) 1 個與抗除草劑品種 2 個 (Herbicide resistnace; MR220 CL-1 與 MR220 CL-1)。

而近年來主要栽培品種則以‘MR219’與‘MR220’掛帥，均來自相同雜交組合 MR151 / MR137 的姊妹系品種，分別在 2001 與 2003 年列入國家清單中，每公頃產量潛力已推至 9-10 公噸，產量最少也達 6 公噸多，也屬於高直鏈性澱粉品種 (26.6%)，株高 76-80 公分、生育期 105-113 天，目前以 MR219 栽培比例達 87.1% 以上，MR220 比例亦達 12.4%，兩者栽培比例已達 99.5%，主要係適合直播系統、早熟高產等特性。而 2010 年後，利用分子輔助回交所選育的‘MR220 CL-1’與‘MR220 CL-2’ (Clearfield 1770 / MR220 /3/ MR220) 開始提升栽培比例，2 者分別具有輪迴親‘MR220’背景回復率 98.5 與 91.6%，但攜有耐除草劑的抗性基因，方便在幼苗期噴施除草劑後清除田間自生苗 (Weedy rice)，提高雜草管理並穩定產量，且 2013 年後該類型品種已成為主要領先品種，另一個新香米品種‘MR269’ (P347 / Y1362) 則具有極高產能而快速竄升栽培比例。

田間除草劑 imidazolinone 因使用量低、可針對萌前跟萌後雜草劑，並對動

物毒性低，主要機制是抑制乙酰乳酸合成酶的產生；為了防除雜草型紅米，選擇種植抗除草劑品種後，田間除草劑 imidazolinone 在田間試驗已經顯示在栽培季節結束後，在灌溉溝渠中已經發現可釋出與殘留累積的證據，這將會對於環境安全有其風險；伴隨而來的是該栽培系統一旦開始使用後，田裡除草劑半衰期長，會造成不具抗性的作物或水稻品種具有毒害，致使該田區不適合其他作物輪作且只能持續使用該類型抗除草劑品種，因此對於環境殘留量等風險評估就變得更加迫切。在美國田間實驗也顯示推廣耐除草劑品種後，大概 3 年後就能逐漸在野生的雜草型紅米族群上偵測到耐除草劑基因的情形。

斯里蘭卡雜草型紅米研究概況

雜草型紅米對於各國稻米生產造成相當危害與生產風險，而雜草型紅米具有多項雜草化特徵，其中一項便是對於各種不同生態逆境或是棲地均具有高度且快速適應性，如果能了解各地區間的雜草型紅米形態變異，有助於改善其管理措施。在斯里蘭卡 Vavuniya 省近年開始發現雜草型紅米的入侵，對於初發生地的資料收集有助於日後提高雜草型紅米的擴散的資料。該試驗從 8 個不同生產地區中進行紅米收集，代表 3 種不同農業生態區，分別為降雨量 900mm (中等乾燥)與小於 800mm 降雨量(乾燥)等區域，然後所有材料與對照品種均種植在塑膠盆中進行形態調查，採 CRD 重複試驗設計，分別調查了 31 種農藝性狀，包含株高、抽穗期、稻穀顏色、糙米顏色等，結果顯示其中 13 種包含 5 種質量性狀與 8 種數量性狀在不同農業生態環境中具有高度顯著差異，從形態變異的程度也可以顯現雜草型紅米的對於不同環境具有高度適應性的潛力。另一個試驗運用 33 個 SSR 標誌分析 20 個斯里蘭卡紅米族群、每一族群包含 25 個單株，結果顯示平均每個族群可見 26.7 個對偶基因，不論是以遺傳距離分群或是基因頻度分群均可將所有族群主要分成兩種大類型，族群內的遺傳變異大於不同地點均的族群變異，可能推測農業栽培管理與雜草型紅米的防除措施導致斯里蘭卡的紅米族群歧異度增加。

臺灣雜草型紅米研究概況

台灣早期品種以高株、短粒型秈稻為主，而且紅米混雜氾濫；直到日據時代 1906-1921 年開始系統性防除才讓生產田區的紅米消失，1953 年秈稻品種普查時，「低腳烏尖」仍為秈稻領先品種，而陸稻栽培仍保留 10 個紅米秈稻品種，隨著

日長鈍感的稈稻台中 65 號(1936)與秈稻台中在來 1 號(1957)陸續育成後，1959 年半矮性品種普及與水利設施改善後，才讓紅米品種絕跡。近年不論是稻種繁殖圃或是經濟生產區內，反覆出現具有褐色穀粒的田間異形株，而這類異型紅米已具有矮株、紅色種皮、高度休眠傾向、落粒強且生育期短等特徵，逐漸演變為稻田中一項新興雜草，雜草型紅米一旦在田間種子庫建立穩定族群，將難以管理、消除並追蹤其傳播模式。 普查全台稻種繁殖圃時，收集雜草型紅米糙米 (weedy red rice, WRR)後，先利用 SSR 標誌進行初步遺傳歧異度分析，再藉由次世代定序評估族群內雜草化遺傳區間，了解紅米族群與各類栽培品種的遺傳親緣關係，並納入各紅米樣品的地理資訊，並確定該類混雜的傳播模式與遺傳親緣，藉此擬定田間管理與防除技術。利用 28 個 SSR 標誌獲得各品系的遺傳親緣，在 2 維主軸分析圖上，可見雜草型紅米族群與稈稻品種相差甚遠，而與早期秈稻地方品系以及近代秈稻品種親緣較近；而美國雜草型紅米族群則與孟加拉秈稻族群以及秈稻族群相互重疊，如同文獻所示美國雜草型紅米可能起源於其上述兩族群的雜交後裔；由此可知，台灣雜草型紅米收集系之遺傳背景主要係秈稻親緣，而非稈稻遺傳背景。進一步，藉由定序資料可知紅米次族群中，部分染色體區間可能與雜草化性狀具有高度關聯性，如半矮性 *sd1* 株高基因等。 進一步合併紅米族群內的親緣係數與地理資訊後，將 552 個品系劃分為 6 種主要類型，同一族群不僅橫跨東西半部並呈現由南向北遞減趨勢，可見汙染稻種透過南秧北調的運輸模式產生長距離擴散，更甚於花粉媒介等短距離傳播，此暗示著農民經常使用到純度不足的秧苗或是不合格稻種無法有效管理。而國內繁殖圃與經濟生產交替使用，尤其以採種圃 (5 ha) 大都設於第二期作，第一期作經濟生產時發生汙染入侵，不易在期作間發芽耕鋤，也是累積稻種汙染源由之一。試驗初步已建立全台雜草型紅米的類型分布，顯見臺灣雜草型紅米與早期秈稻地方品系以及秈稻栽培品種具有高度遺傳親緣，去馴化機制讓部分雜交後裔開始累積短生育、強落粒與強休眠等雜草化特性，並隨著南秧北調栽培歷程開始入侵稻種繁殖圃進行遠距離傳播，因此加強汙染繁殖圃的稻種管理與田區清潔將係未來雜草型紅米之防治首務。

日本雜草型紅米形態歧異性

日本近幾年也遭受雜草型紅米的嚴重威脅，根據過去的報導，早在 1970 年代已經紀錄到日本稻田中的雜草型紅米正在威脅稻米生產。當時，雜草型紅米因其外殼呈紅色而很容易區分栽培稻，並且通過密集的人工除草，稻田中的雜草紅

米被大幅汰除。而早在日本本州長野縣地區，因開始引入直播栽培體系後，最早開始紀錄到雜草型紅米的混雜事件，雖後來又改以移植栽培控制雜草型紅米的混雜，但並不時發現雜草型紅米的出現；近年在日本的某些地區又出現了一種潛在新類型的雜草型紅米，不似以往具有紅殼和長芒的異形態。目前尚不清楚最近重新出現的雜草稻種群是否獨立起源或與 1970 年代發現的雜草稻早期地方品系有密切關係。在形態上，大約可區分成 3 種類型，以越光株高為 90 cm 為例，黑殼紅米的株高約 110-120 cm，抽穗期早熟、易落粒性，另外 2 種稻草色稻殼紅米類型的株高分別為 100-110 與 90-100 cm，而且具有不同程度的休眠性，也造成後續人工辨識上的困難度。

日本雜草型紅米的遺傳起源

雜草型紅米的重新出現很可能與日本稻米生產系統的變化密切相關，目前稻作生產鏈由於稻農明顯的人口老化、勞動力短缺、高度機械化和產量潛力增加，但卻相對缺乏完善與謹慎的雜草管理策略。在經濟生產的稻田中，再發生混雜事件推測可能原因是從人工除草轉向廣泛使用除草劑的化學防治，特別是使用單次除草劑。此外，要區別稻草色的雜草型紅米與栽培稻種相對困難，增加了人工汰除的失敗率。第二個變化是直接播種技術在水稻種植中的應用面積，過去在日本主要以移植栽培為主，而直播模式僅占不到 0.5% 的栽培面積；但現在部分地方越來越多地採用直接播種用以替代移植秧苗，可能也使得自生苗發生越來越高。另外就是日本由於稻米相較於其他雜糧作物的生產成本要低，現在經常將稻穀用作飼料餵養使用，由於稻米消費量減少了，部分稻田被用於稻穀全青貯飼料等飼料生產用；在稻田中，種植了具有高生物量產量的栽培品種，這些栽培品種有時是稈稻和 aus 稻的雜交品種，與雜草型紅米一樣具有高度落粒性。有色的紅米也可能與雜草型紅米是具有高度親緣或提供特性。傳統上，有色米是在神社里為宗教儀式而種植的，有時是為了清酒或日本米酒而種植的；最近，稻田裡也開始種植一些彩葉稻用作一種新的藝術媒介，其中紅米以各種方式排列，以使用紅色，如繪畫中的顏色，以及田野中用作畫布的顏色；這些有色米品種與雜草型紅米相似，一些紅稻品種也具有高度落粒性。最近重新出現的雜草稻的起源尚不清楚，藉由全基因體定序日本雜草型紅米與鄰近國家韓國、臺灣與日本稈稻品種、稈型地方品系進行遺傳親緣分析，初步結果顯示日本雜草型紅米與日本早期稈稻地方品系具有高度親緣，而臺灣種原庫也保存 1964 年以前一些日本稈稻地方品系(約

309 個)，可做為探討起源的重要遺傳資源。

雜草型紅米的除草劑耐受性與基因

現在在農作物生產中，雜草通常通過使用除草劑來控制。在現代農業中，選擇性除草劑用於作物生產，以更有效地減少雜草種群。作物和雜草之間的除草劑選擇性取決於作物和雜草之間的生長期，生長特性和生理特性的差異。但是，當雜草與農作物關係太緊密時，這種雜草控制策略就會被破壞。例如，雜草型紅米的起源可能係野生稻、或自生苗和/或野生稻和栽培品種之間的雜交後代。雜草型紅米與栽培稻屬於同屬同種，因此在幾乎所有稻米生產國都存在該項議題。雜草紅米會嚴重發生種子落粒性，但兩種水稻之間的生態和生理差異很小；因此，控制雜草稻的主要困難是缺乏針對雜草稻的有效選擇性除草劑，而又不會損害栽培稻。在今年日本相關研究中已經發現雜草型紅米與栽培品種具有除草劑耐受性的遺傳差異，雙環磺草酮(bTH benzobicyclon, BBC)屬於 β -三酮類抑制劑，是日本、韓國的主要水稻田除草劑之一；近年來有研究顯示，雙環磺草酮會抑制部分高產的水稻品種的生長，Maeda 等人(2019)利用抗雙環磺草酮品種與敏感型品種構建 BC1F2 族群與染色體片段置換系群體，透過據圖選殖(map-based cloning)將抗性基因定位於水稻第二條染色體上涵蓋 116.4 kb 的基因座上，且分析結果表明敏感型品種是由單一基因控制的隱性性狀，該基因座可通過催化 β -三酮類抑制劑的羥基化作用來解毒；研究指出該突變源自於印尼高產的秈稻品種‘Peta’，且目前秈稻育種上常用的親本品種‘Tadukan’與‘IR64’亦屬於此類型，而稈稻品種則未發現該缺失序列；只要該基因座出現缺失突變後，經雙環磺草酮處理後，植株均出現白化的現象，且該突變的個體亦對磺草酮(sulcotrione, SLT)與甲基磺草酮(mesotrione, MST)的處理反應敏感；依據上述結果可推測目標基因在雜草型紅米與栽培品種間影響水稻對雙環磺草酮與其他 β -三酮類抑制劑抗性差異，是未來可以探討雜草型紅米的除草劑耐受性的遺傳依據。

四、建議事項

1. 加強參加亞太地區的國際研討會，有助於加速新南向國際學術交流強度與建立緊密研究聯盟的可能性。
2. 藉由宣讀區域性雜草相關標竿研究成果，成功吸引鄰近國家的關注，提升我國對於亞太地區可發揮國際影響力。
3. 藉由面對面的座談了解雙方的研究進度，務實媒合未來國際研究合作的可能

性，我方可優先協助盤點臺灣種原庫內早期日本地方品係的種原清單，作為探討日本雜草型紅米的遺傳起原。

五、交流圖片



附圖 1. 會議開幕式，臺灣參與國名列其中。



附圖 2. 臺灣代表團與韓國代表團交流合照。



附圖 3. 臺灣雜草學會成員合照。



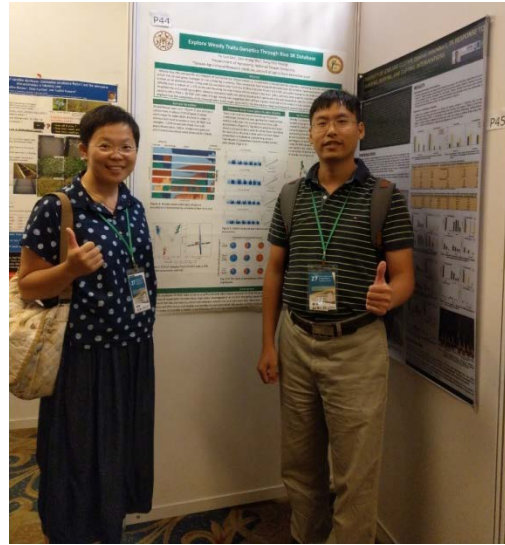
附圖 4. 口頭宣讀臺灣雜草型紅米族群結構。



附圖 5. 研討會證書。



附圖 6. 研討會閉幕式。



附圖 7. 泰國為下一屆亞太雜草學會主辦國



附圖 8. 臺大農藝系黃永芬教授合照。



附圖 9. 日本農研機構雜草研究室為本次主要
導覽行程的研究室。

附圖 10. 簡介雙方雜草型紅米研究進度並與日
本雜草生理研究員今泉智通進行未來合作的可
行性。