

2023

水稻藝術及米食文化論壇

Forum of the Paddy Art & Rice Food Culture



農業部苗栗區農業改良場

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, MOA

中華民國112年11月

November 2023

序

水稻一直以來是國內最大作物產業，具有糧食生產、農田生態及農村生活等重大效益，近期在提高糧食自給率、水資源利用、農田生態多樣性、農業循環及減少碳排方面更是受到重視。近年來，透過水稻智慧農業科技研發與應用第一期計畫，發展出節水栽培、省工省力機械設備、環境感測元件及影像辨識技術，經由資通訊整合提升生產模式；為解決燃燒稻草造成之空汙及交通事故風險，本場研發之速效稻草液態分解菌，具有方便操作、節省基肥的效益，更能降低燃燒稻草之空汙及碳排放，使用面積逐年增加已遍及全國。

苗栗縣大約有 5,000 公頃水田耕地面積，部分屬於丘陵山田環境，稻穀產量略低，但具有水文、生態及生物多樣化特性，大田鰲及石虎等是大家關心的生態指標，進而發展出許多生態理念的特色米；我國以稻米為主食，糕點類米食仍然是苗栗旅遊的美食首選，配合農產加工政策及鼓勵國產雜糧生產，可望將稻米與其他素材搭配應用，藉由初級加工發展更多樣化產品。稻草編織是傳統文化，有賴於藝術創作家的堅持與推廣，目前已由製作實用物品轉為藝術飾品呈現；國內稻田彩繪由本場首先發想，並在苗栗縣苑裡鎮長年持續創作，展現出稻田藝術價值，也將秧苗應用於植苗彩繪拼圖藝術，可作為園藝療育選項。食農教育法於今（112）年度正式施行，如何在中小學課程形成教案，如何在農業旅遊結合食農體驗活動，正是各方討論的重點。以上元素或許無關水稻的直接產量與產值，卻能帶來更多加值與在地認同。

本場執行苗栗轄區稻作產業推動逾二十餘年，時值水稻研究人員業務銜接之際，特別辦理「2023 年水稻藝術及米食文化論壇」，藉以回顧本場以往稻作研發成果，除了與友場稻作研究團隊交流之外，更邀請轄區稻田生態從業人員、水稻藝術實踐者及食農教育實作專家分享執行經驗，冀盼藉由本次論壇經驗分享與意見交流，探討苗栗稻作產業的新契機。承蒙各單位主講者的協助與撰稿，謹將本次論壇資料編輯成冊，期望相關經驗能有助於提升國內稻田產業的附加價值，亦請各界先進不吝指正。

農業部苗栗區農業改良場

呂秀英 場長 謹識

中華民國 112 年 11 月 17 日



目錄

contents

序	2
苗栗區稻作產業推動成果（1998~2023年）與未來展望 張素貞、王志瑄、林家玉	4
速效稻草分解菌之研發與應用技術 朱盛祺、林鈺荏、蔡正賢	20
水稻智慧農業技術研發與應用 賴明信、吳東鴻、林家玉、吳以建、姚美吉、許龍欣、呂秀英	28
稻田彩繪緣起及現況 鄭年鈞	41
稻田生態系服務價值 王正安	44
稻草編織（處理及發想） 蔡景騰	47
水稻食農教育分享 黃善華	49
苗栗農改場推動稻田彩繪技術 20 年回顧展	57



苗栗區稻作產業推動成果（1998~2023 年） 與未來展望

張素貞、王志瑄、林家玉

農業部苗栗區農業改良場

摘要

本文是將農業部苗栗區農業改良場過去 25 年稻作研發成果及推廣應用於產業的點點滴滴加以彙整，分項如下：推動有機米生產 / 非農藥健康栽培技術 / 友善生態經營模式、水稻育種多樣化及技術應用於品質提升產業發展、抗逆境品種及病蟲害防治技術之開發與應用、開發稻田彩繪藝術至六級產業、氣候變遷稻作智慧生產與韌性調適技術等。奠基過去、展望未來，期能將環境影響思維加諸於品種改良與技術研發之上，發展出適合未來環境可滾動調適的最佳生產模組。

關鍵字：苗栗區、稻作生產、有機友善、多樣化及抗逆境育種、稻田彩繪、調適技術，氣候變遷

緒言

農業部苗栗區農業改良場（以下簡稱本場）前身是台灣總督府桑苗育成所（1910 年），歷經蠶業改良場（1946~1988 年）、蠶蜂業改良場（1989~1996 年），於 1997 年改制為區改良場，從隸屬臺灣省政府農林廳到行政院農業委員會，於 2023 年 8 月 1 日農業部正式成立後，機關名稱才塵埃落定⁽²⁴⁾。由專業場轉為區改良場之際（1997 年 5 月 23 日八六府人一字第 1548285 令核定公布），水稻生產面積在苗栗縣約為 18,000 公頃，是轄區內最大宗作物，於是在 1999 年初即成立稻作研究團隊（1 位職員+1 位技工），並將位於宿舍區 6 分地的桑園旱田轉換為水田，購置耕作水田相關機具，實驗室也陸續增設碾米設施、品評室、品質分析儀器等。

1999 年在本場試驗地生產力未穩定前，租賃鄰近農田，進行種原蒐集繁殖保存試驗，並與行政院農業委員會北區糧食管理處（今隸屬農糧署北區分署）、苗栗縣政府、各鄉鎮農會合作水稻新品種示範試驗。2002 年試驗田地力穩定後，開始著手水稻育種研發，起初因有新地之利採有機栽培方式選育品種，後至 2006 年因有機栽培雜草管理費時費力，而改以慣行法進行試驗至今，該等試驗田的研發成果，在 1998~2023 年間發表品種、技術並推廣服務等項目分類詳述如下：

推動有機米生產 / 非農藥健康栽培技術 / 友善生態經營模式

自 1998 年開始投入非農藥水稻病蟲害防治與有機栽培法，承接桃園區農業改良場輔導後龍鎮有機米產銷班，促成苑裡鎮有機米產銷班的誕生，並將輔導出成效刊登於本場農情月刊創刊號「好山好水苗栗有機米」，25 期苗栗區農情月刊則報導後龍鎮豐富有機米產銷班 2000 年考評甲等。2001 年主編「水稻有機米生產技術手冊」⁽¹⁰⁾。轄區內有機米栽種面積由 15 公頃逐年增加至 2022 年 117.2 公頃，就 2012 年及 2022 年全國有機米生產戶數及面積之比較，苗栗地區原佔全國 14%，為當時西部之冠，至 2022 年減少 20%，雖落為西部第七，但面積仍維持在 100 公頃以上（表 1），探究其因是其他縣市近年面積突飛猛進，與地方政府激勵政策有關。當有機米生產技術建置後，本場於 2013 年配合陳武雄前主委推動健康農業（2012 年）建置水稻健康管理從地力培育、秧苗育成、至整地插秧到收穫 SOP 相關研究報告及單張⁽²⁰⁾，至 2017 年進入友善生態經營模式，與國立臺灣大學、國立中興大學、農業試驗所合作及國際稻米研究所（International Rice Research





Institute, 以下簡稱 IRRI) 等合作，建立轄區內生態經營模式場域。發表「農業生態系統服務之功能—以苗栗苑裡地區水稻為例」⁽⁹⁾、「建立水稻苗栗 2 號健康管理之生產模式」⁽³⁾，以水稻苗期至成熟階段減少用藥及肥料用量之栽種技術為主。苗期以每箱 250g 稻種育苗，並以芽孢桿菌 ML15-4（苗栗活菌 1 號）處理秧苗，培育健康秧苗；在栽植密度與肥料施用量，掌控健康管理插秧苗數為 6~9 支、栽植密度 21cm，田間施肥氮磷鉀三要素用量為 $N : K_2O : P_2O_5 = 120 : 56 : 60$ (kg/ha)。健康管理法可以降低葉稻熱病 68.6%、穗稻熱病 35.4%；稻穀產量減少 3.5%、食味計值增加 18.2%，在整體淨收益可提高至 13.6%；2018 年於 Eco-FF 友善農業與農田生態國際研討會報告「台灣苗栗地區水稻友善農耕現況及技術之開發」⁽¹²⁾，早在 1 年前（2017）本場與臺灣大學林裕彬老師合作「促進農村與農業生態永續發展國際合作」計畫，並於 2018 年與花蓮區農業改良場赴日研習及於 2019 年參加瑞士伯恩第 4 屆全球土地規劃會議中報導臺灣水稻友善環境的情況^(25, 27)。同年增進友善環境耕作資材，推廣炭化稻殼施用技術，並參考日本、歐洲生態農業技術推動「里山倡議」經驗，加強國內「農業生態系服務」之理念^(7, 21)。

表 1. 2012 年及 2022 年全國有機米生產戶數及面積之比較

縣市	戶數			面積 (ha)		
	2012 年	2022 年	增減(%)	2012 年	2022 年	增減(%)
臺北市	1	8	700	19.8	1.2	-94
新北市	3	10	233	1.4	17.3	1136
桃園市	22	34	55	18.5	106.1	474
新竹縣	6	10	67	17.2	13.3	-23
苗栗縣	117	30	-74	147.0	117.2	-20
臺中市	33	44	33	35.5	160.6	352
彰化縣	8	24	200	27.3	132.1	384
南投縣	7	5	-29	40.3	5.2	-87
雲林縣	9	56	522	79.4	225.3	184
嘉義縣	104	24	-77	61.2	201.0	228
臺南市	4	14	250	2.7	67.8	2411
高雄市	15	20	33	79.2	65.8	-17
屏東縣	7	14	100	72.8	118.0	62
宜蘭縣	72	78	8	251.3	380.5	51
花蓮縣	377	119	-68	926.1	1370	48
臺東縣	71	55	-23	227.1	451.5	99
總計	856	545	-36	2006.9	3432.8	71

資料來源：農糧署網頁 / 有機農業 / 國內有機及友善耕作種植面積概況

水稻育種多樣化及技術應用於品質提升產業發展

自 2002 年本場展開水稻育種工作，首先建立種原，蒐集重要的推廣品種。在此之際筆者獲得國立中興大學農藝系故蔡國海教授贈予故岡彥一博士（Dr. Hikoichi Oka）保存的臺灣野生稻種子 15 粒，於 2007 年發表「臺灣野生稻回顧與新思維」⁽⁴⁾以紀念岡老師。經繁殖植株至 2021 年移轉至農業試驗所李長沛博士；並於 2023 年 10 月間再轉入林業試驗所的方舟計畫中。在過去 20 年間，2003 年曾與位於苗栗縣苑裡鎮華陶窯以簽署備忘錄方式，贈予 36 株，並在國立臺灣大學盧虎生教授、故胡兆華博士、故蔡國海博士見證下種於該窯原生植物園區，2017 年再以友善環境臺灣野生稻保育備忘錄簽署第二次，在期間將野生稻與環境、食農教育多次結合舉辦活動。水稻育種策略上，自 1999 年初期採藍海策略，做其他改良場所尚未做的區塊如有機育種、特殊用途等，與臺中農改場依統一育種合作模式，由該場雜交及早期系統選拔後交由本場進行後續的系統選拔及相關產量與檢定的試驗。2003 年在盧場長煌勝的鼓勵下，提出「釀酒原料之開發利用與釀造技術之研究（92 農科 -1.1.1- 苗 -M1（3））」計畫，造就了 2009 年水稻新品種苗栗 1 號的育成^(5,8)，育種過程歷經林信山場長、盧煌勝場長、侯鳳舞場長，該品種具株型矮不易倒伏，穀粒小且具有加工潛力等優點（表 2），並適合釀酒，並於 2014 年獲得品種權。在此期間，為應轄區農民需求品質優良的品種，於 2011 年命名軟 Q 適合銀髮族的「苗栗 2 號」（表 3）^(6,8)，此兩品種分別於 2012 年及 2013 年技轉給苗栗縣有機農業生產合作社及苗栗市農會，及 2022 年苗栗縣公館鄉黃宏至農友。2017 年與國立中興大學合作選出苗興育 2 號，於 2023 年第 2 期作申請命名水稻苗栗 3 號（未發表）。新品種以田間示範為推動的先端，並將從品種、田間管理、行銷策略等收錄在本場農業專訊第 27 期。參與農糧署「稻作新品種示範」計畫（2003~2010 年），示範推廣品種每年 2~4 個。自 2001 年起推動苗栗地區及全國稻米競賽，並建立田間評鑑階段評分標準，要求田間栽培紀錄，為產銷履歷之先端，2001~2023 年共推動獎近 70 個鄉鎮，2017 年健康管理概念稻米提升結合，在多次研討會及農民講習會中說明與推播，注重每個生產環節。至今農民接受新品種的程度愈來愈主動，求「質」去「量」的觀念逐漸建立起來。苗栗縣曾有兩次獲獎經驗，2006 年第三屆全國稻米品質競賽得獎農友後龍鎮余寶城農友、2009 年苑裡鎮徐能發農友獲選「2009 十大經典好米」，以 2023 年苗栗縣共 4 位參與全國稻米達人賽，雖未能得佳績，但只要再接再厲百尺竿頭，總有一日會成功！

好品質的稻米生產決定於品種、地理環境及栽培與調製貯藏技術等因素，地理環境





表 2. 水稻品種苗栗 1 號農藝特性及稻穀產量⁽⁸⁾

育種經過及特性		苗栗 1 號		臺梗 6 號 (對照)	
育成經過	親本 (♀×♂)	Nortai/ 臺梗 6 號		嘉農系比 702361 號 / 嘉農育 263 號	
	雜交年代	1999 年 I 期		1991 年 I 期	
期作別		I	II	I	II
成熟期	株高 (公分)	90.3	90.8	93.8	93.3
	穗數	16.7	13.8	12.3	12.7
插秧至成熟日數 (天)		131	112	142	121
抗蟲性	白背飛蟲	感		中抗	
耐寒性		中抗	感	抗	中感
千粒重 (g)		21.3	21.9	26.1	24.2
高級試驗 成績	公頃穀產量 (kg)	6,300	5,393	6,117	5,340
	指數 (%)	103.0	101.1	100.0	100.0
區域試驗 成績	公頃穀產量 (kg)	4,674	4,245	5,591	5,170
	指數 (%)	83.6	82.1	100.0	100.0

表 3. 水稻品種苗栗 2 號農藝特性及稻穀產量⁸

育種經過及特性		苗栗 2 號		臺梗 9 號 (對照品種)	
育成經過	親本 (♀×♂)	越光 // 臺中秈 3 號 / 臺梗育 47359 號		北陸 100 號 / 臺農秈育 2414 號	
	雜交年代	2002 年第 1 期		1981 年第 2 期	
期作別		I	II	I	II
成熟期	株高 (cm)	94.1	96.2	96.7	96.9
	穗數	15.6	12.0	15.9	12.1
稻穀產量 (kg/ha) ¹		4,026	3,903	3,903	2,536
產量指數 (%)		103.2	118.8	100.0	100.0
千粒重 (g)		24.8	24.0	25.0	24.2
縞葉枯病抗性		中抗		中感	

¹ 北部地區區域試驗產量表現

包括氣候、水質與土壤，其為先天因素，栽培技術是後天因素。水稻生產要選對品種栽種外，栽培技術也是成功的重要因素之一。在栽培技術方面，2002~2003 年以生物技術開發中心林畢修平博士所提供的光合菌進行水稻產量及品質之效應試驗（91 農科 -1.1.1- 苗 -M1（2）、92 農科 -1.1.1- 苗 -M1（2）），雖然當時成效不佳，可是至今已成為許多農民的最愛！2006~2008 年期間與臺灣大學盧虎生教授及各區改良場合作，執行「建構水稻優質栽培模式 - 良質米品種生理特性研究與應用」、「苗栗地區良質米品種適地優質安全生產標準操作程序之研究與建置」、「建構作物優質生產的知識整合平台 - 水稻栽培管理知識庫」等計畫，並將其成果發表，並集結於本場農業專訊第 42 期，包括水稻生育積溫度數、品種葉齡指數及葉綠素計值等，可應用於苗栗地區提升稻米品質技術輔導上，例如以葉綠素計值高低判斷施肥量適當與否，並建立苗栗區水稻合理化施肥技術。2011~2018 年間，配合農業部（前農委會）作物健康管理服務團隊推動，針對水稻健康管理技術、病蟲害之健康管理與防治策略、提升稻米品質如稻穀容重量之栽培技術等，將預防與滾動管理落實於農民服務。

抗逆境品種及病蟲害防治技術之開發與應用

品種抗病改良及誘導植物產生抗病性為作物病害非農藥的管理手段，2008 年與中央研究院植微所賴爾珉博士合作，證實撲殺熱（Probenazole）可以誘導抗病性⁽²⁶⁾，將之推及農民在水稻生育初期（約插秧後 30~40 天）施用常達預防性的效果。自 1998 年與興大植病系曾德賜老師合作枯草桿菌在白葉枯病上的效果⁽¹³⁾，2008 年間臺大盧教授因與本場研究人員有國際交流經驗，邀請本場加入 IRRI 國際合作計畫，規劃水稻菁英國際交流計畫，該計畫「因應氣候變遷之國際農業科技交流合作」於 2009 年執行，開啟本場耐淹水及抗白葉枯病育種之鑰匙，以 IRRI 提供耐淹材料指導嘉義大學碩士生並發表論文 2 篇^(22, 23)。藉由該計畫引進 IRRI 的稻熱病及白葉枯病近同源系（Near Isogenic Lines, NIL），並提供國內相關研究人員利用，經本場及農試所、臺中、花蓮、臺東等農改場田間檢定後，推薦 IRBB66 (*xa5, xa13, Xa21, Xa27*) 近同源品系適合臺灣生產環境（圖 1）。2014 年 9 月間 IRRI 的白葉枯病專家 Dr. Casinan Vera Cruz 來臺訪問，在本場專題演講分享菲律賓的經驗，建議引入有效抗病基因進行堆疊育種。同年由國立中興大學農藝系王強生教授提供，經過 4 次回交具堆疊基因 BC₄F₂ 集團送至本場試驗田進行株型及田間抗病害接種的選拔，4 次自交後選拔出來苗興育 2 號品系。回交過程中，利用分子標誌





進行前景選拔保留白葉枯病抗性基因，並增加背景回覆率，自交過程中，固定白葉枯病抗性基因且進行稻米品質篩選，2015 年經選拔選出之苗興育 2 號具有 *xa5*、*xa13* 及 *Xa21* 等 3 個白葉枯病抗性基因，且在田間測試亦顯示其白葉枯病抗性介於抗級至中抗級，於 2023 年 11 月間提出申請命名。另於 2016 年藉由白葉枯病抗性改良之國際交流提升，參與水稻白葉枯病抗性改良之國際交流，並帶領國內團隊發表論文近 10 篇，拓展年輕水稻研究者國際視野，瞭解品種、肥料管理與水稻白枯葉病之關係（表 4），並應用於實務操作：易發生地區慎選品種、合理化施肥、另加強矽肥及鉀肥施用，若前期作剩餘肥效果高，可考量減少 10~20% 氮素用量^(14, 15)。在其他病蟲害試驗研究推廣方面，從 2000 年賴守正先生（2008 年退休）由桃園農改良場商調至本場後，負責轄區內作物病蟲害，針對水稻病蟲害中綜合防治技術輔導不遺餘力；2009 年由林惠虹技佐接續至 2021 年退休期間，致力於苗栗區良質米病蟲害綜合防治輔導推廣，發現通霄田間小粒菌核病危害嚴重，並建議農民以晒田施藥處理得以控制。除病蟲害防治技術實務上的輔導外，2010 年朱科長盛祺副研究員由臺東農改場調至本場後，就致力於微生物菌在水稻健康生產的應用，如稻種消毒、秧苗管理至稻稈分解^(1, 2)，2021 國家農業科學獎以速效稻草分解菌之研發及推廣獲千里馬獎，在環境永續貢獻頗大。

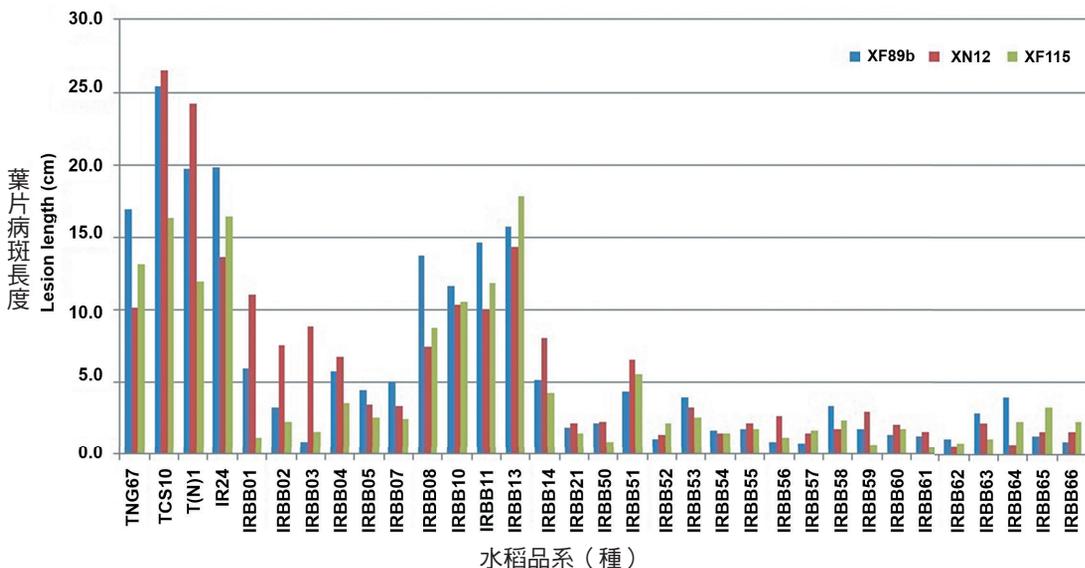


圖 1. 由 IRRI 引進的抗白葉枯病近同源系對三種菌株接種的反應情形，以 IRBB66 表現最佳。
(農試所吳東鴻博士提供)

表 4. 2016 年在菲律賓稻米研究所舉行第 5 屆國際水稻白葉枯病研討會（International Conference of Bacterial Blight, ICBB）我國發表論文清單

主題	作者	機構
Studies on the pathotype classification of <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> in Taiwan	Chen, C.W. ¹ , Wu, D.H. ¹ , Yang, J.L. ² , and Chang, S.J. ³	¹ TARI, ² Taichung DARES, ³ Miaoli DARES
Construction and evaluation of two Taiwan bacterial blight differential populations on elite <i>japonica</i> ‘TNG71’ and <i>indica</i> ‘TCS17’ varieties	Wu, D. H. ¹ , Chang, R. J. H. ² , Yang, J. L. ² , Chen, C. W. ¹	¹ TARI, ² Taichung DARES
Detecting the resistance of introgressing lines to bacterial blight in rice breeding program of Taiwan	Yang, J. L. ^{1*} , Chen, C. W. ² , Wu, Y. C. ¹ , and Chang S. J. ³	¹ Taichung DARES, ² TARI, ³ Miaoli DARES
Introgressing effective resistant genes to bacterial blight of rice into Taiwanese popular varieties	Wu, D. H. ¹ , Yang, J. L. ² , Wang, C. S. ³ , Chen, C. W. ¹ , and Chang S. J. ⁴	¹ TARI, ² Taichung DARES, ³ NCHU, ⁴ Miaoli DARES
Introgression of rice bacterial blight resistance genes on Taiwan’s elite variety Taikeng 9 and evaluation of genetic background by rad-seq genotyping	Chang, R. J. H., Cheng, C. C., Yang, J. L., Kuo, C. C., Wu, Y. C.	Taichung DARES
The reaction of isogenic lines of bacterial blight to major Taiwanese isolates in multi-locations	Wu, D. H. ¹ , Yang, J. L. ² , Huang, C. H. ³ , Chen, C. W. ¹ , Chang S. J. ⁴	¹ TARI, ² Taichung DARES, ³ Hualien DARES, ⁴ Miaoli DARES
Effects of silicate slag on resistance to bacterial blight in rice	Chang, S. J. ^{1*} , Yang, J. L. ² , Li, C. C. ³ , Tzeng, D. D. S. ³	¹ Miaoli DARES, ² Taichung DARES, ³ NCHU
Genetic analysis and molecular mapping of otl’s associated with resistance to bacterial blight in a rice mutant, SA0423	Lin, D.G. ¹ , Tseng, H.Y. ¹ , Hsieh, H.Y. ¹ , Tseng, Y.J. ¹ , Tseng, W.B. ² , Chen, C.W. ¹ , Wang, C.S. ²	¹ TARI, ² NCHU,
Proteomics analysis reveals multiple regulatory mechanisms in response to <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> infection in rice	Lin, D.G. ¹ , Lin, Y.L. ¹ , Chou, S.Y. ¹ , Chen, C.W. ¹ , Wang, C.S. ²	¹ TARI, ² NCHU
Study on the Resistance eQTLs in the rice bacterial blight resistant mutant, SA042	Lin, D.G. ¹ , Huang, C.Y. ¹ , Tseng, H.Y. ¹ , Lin, Y.L. ¹ , Tseng, W.B. ² , Chen, C.W. ¹ , Wang, C.S. ²	¹ TARI, ² NCHU
Development of an efficient fluorescent visualization method for the detection of <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> infection in rice plants	Lin, D.G. ¹ , Lin, Y.L. ² , Chen, C.W. ¹ , Lai, H.C. ¹ , Wang, Y.W. ¹ , Chou, S.Y. ¹ , Wang, C.S. ²	¹ TARI, ² NCHU





開發稻田彩繪藝術至六級產業

為尋找因應加入世界衛生組織（WTO）稻田經營，於 2002 年在稻田開發稻田彩繪創意，以減緩稻米生產壓力，藉由稻田彩繪技術開發引入並首創臺灣稻田藝術新意。最初係以「稻田看板」作品「苑裡」，後因當時苑裡鎮農會以彩繪貨櫃宣傳在地發展荷花，鄭炳輝前總幹事在接受媒體聯合報張弘昌記者訪問，以彩繪稻田稱之，經媒體刊登成為「稻田彩繪」至今。開發歷程分三個階段：

I. 2002~2007 年為發展初期，以活動來帶動如示範觀摩 / 苗栗縣田間作品創意比賽 / 攝影等（表 5），2005 年與苑裡鎮農會產學合作並舉開「才子佳人、永結同心」活動，同時第二次攝影比賽。至 2007 年公告「稻田彩繪技術及應用」非專屬技術移轉案，該農會立即與關山鎮農會簽署技術合約（表 6），2008 年於農業世界發表「臺灣稻田彩繪發展歷程」^(11, 16)。

表 5. 2002~2022 年「稻田彩繪技術及應用」產業推動年度亮點

年	亮點內容
2002	誕生稻田彩繪處女作「苑裡」兩字
2003	首次稻田彩繪示範觀摩 / 創意比賽 / 攝影比賽
2004	首次品牌宣傳苑裡鎮農會「彎麗米」
2005	建置愛情果園及蘭草文化館，連結休閒農業。
2006	產學合作並舉開「才子佳人、永結同心」活動，進軍東部。
2007	公告「稻田彩繪技術及應用」非專屬技術移轉案
2008	首次企業認養 - 泉順食品股份有限公司「鴨間稻」
2009	首創多田製作圖案「桃園領航」
2010	首次客製化作品「Fellow me OK」 / 苗栗縣政府環保議題宣導 350ppm 秧
2011	首次導入文化面向「百年召集蘭」
2012	首次體驗方式由認養者親自插辦理
2013	稻田彩繪進入農業博覽會
2014	引進農試所多色彩稻於黃色小鴨圖騰展示
2015	首次 2D 轉 3D 呈現立體感的稻田彩繪
2016	建立稻田彩繪田間佈點前置作業電腦化技術
2017	赴日研習稻田彩繪插秧及收穫之技術交
2018	第 10 次寄轉案 -- 雲林縣斗南鎮農會
2019	輔導稻農公司東部發展稻田彩繪
2020	花東縱谷（花東縱管國家風景管理處）來自山的禮物
2021	苑裡鎮稻田彩繪技術母親節大放異彩
2022	稻田彩繪迎賓賀豐收 遇見四健會 70 周年慶

表 6. 2007~2022 年「稻田彩繪技術及應用」非專屬技術移轉廠商清單

授權廠商名稱	簽約日期	契約有效期限 / 授權年限	授權金
關山鎮農會	2007/03/08	3.0 年 2007/03/08-2010/03/09	80,000
苑裡鎮農會	2007/03/09	3.0 年 2007/03/09-2010/03/10	40,000
大甲鎮農會	2008/06/20	3.0 年 2008/06/20-2011/06/19	80,000
桃園縣政府	2008/07/14	3.0 年 2008/07/14-2011/07/14	80,000
苑裡鎮農會（續約）	2010/08/01	3.0 年 2010/08/01-2013/07/31	40,000
苑裡鎮農會（續約）	2013/08/01	3.0 年 2013/08/01-2016/07/31	40,000
台灣稻農有限公司	2015/08/01	3.0 年 2015/08/01-2018/07/31	80,000
屏東縣政府	2015/12/24	3.0 年 2015/12/24-2018/11/23	80,000
斗南鎮農會	2018/07/27	3.0 年 2018/07/27-2023/07/26	80,000
台灣稻農有限公司（續約）	2022/08/01	3.0 年 2022/08/01-2025/07/31	80,000

- II. 2008~2018 年間有許多的首創，如首次企業認養、首創多田製作，作品面向有創意、文化、節令、流行等，類型包含宣導政令、品牌廣告、客製化行銷等，開發 / 引進新技術，如 2013 年引進農業試驗所選育不同彩葉稻豐富稻田地景色彩，2016 年以電腦佈點輔導屏東縣政府團隊並以作品「Fun PingTung with EVA」，其由長榮公司認養的。
- III. 2019~2023 年間以推動米食融入觀光，如斗南乖乖米、無米樂發揚米食、幸福苗栗米食季，輔導稻農股份公司進軍東部、與交通部跨部合作，由花東縱谷風景區管理處以「來自山的禮物」彩繪興旺東部旅遊，2023 年配合苗栗縣政府推動丹參作物，並與苑裡鎮農會舉辦「稻田彩繪技術及應用產業推動成果 20 年回顧展」，同時以「告別單身」彩繪吸引消費者認識丹參（圖 2）。拓展稻田彩繪由室外移到室內，2011 年創新型發明「無框架之活體植物構圖裝置及多夾層植栽單元」專利（新型第 M4096973，111 年 8 月 21 日到期），該技術在 2011 年臺北國際花卉博覽會嶄露頭角後，並參與多次展示活動，如 2013 年國際生技展等，2017 申請植苗彩繪非專屬技術移轉案，並技轉稻農股份公司，於 2018 年台中世界花卉博覽會展示。以上相關技術衍生效益以屏東農業博覽會為例，2016~2023 年每年平均參觀人次破百萬，若以每人消費 10~100 元計，可增加農業周邊商業效益約億元以上；以苑裡鎮愛情果園經營為例，每年平均參觀人數約 2 萬人，可增加農業周邊商業效益約 200 萬元以上。稻田彩繪在過去 20 年（2002~2022 年）所帶動農村旅遊及多元行銷等附加價值，期盼未來能有更多的創意與技術開發，讓稻田彩繪持續在臺灣發光發亮！





圖 2. 2023 年本場與苑裡鎮農會舉辦「稻田彩繪技術及應用產業推動成果 20 年回顧展」，同時以「告別單身」彩繪吸引消費者認識丹參。（苑裡鎮農會提供）。

氣候變遷稻作智慧生產與韌性調適技術

繼 2009 年水稻研究團隊在臺大盧教授的催生下，開始執行「面對全球暖化之水稻新育種、栽培技術與蟲害」計畫，本場以細部計畫水稻耐淹品種改良為主，邀請 IRRI 分子生物及遺傳育種家 Dr. Micheal Thomson 至本場指導，並將蒐集的種原以分子標誌鑑定耐淹性，進而建立耐淹篩選體系。2010 年邀請 IRRI 資深專家 Dr. David Mackill 至本場指導因應氣候變遷，育種可加強耐旱、耐熱，生產上考量減少環境汙染，可朝節能減碳的層面研發品種及栽培技術。2017 年由呂秀英場長帶領水稻研究團隊展開「稻作智慧農業」產業推動，本場以總整場域示範，在 5 年間舉辦場次有水稻秧苗盤機械手臂取卸系統、水稻直播體系、即時管理等，來推動稻作智能農業新技術，並於 2019 年國際研習會上發表⁽⁰⁹⁾，後續發展智慧節水系統；就韌性調適技術方面，2007 年開始與國立臺灣大學農藝系盧虎生教授合作，2009 年共同發表高溫對稻米品質影響等 SCI 報告^(30, 31, 32)，2010 年展開國際交流學習陸續邀請專家，並觀察氣候變遷對水稻生產影響與衝擊，如菲律賓國際稻米研究所專家 Dr. David Mackill 因應氣候變遷水稻生產措施之建言，邀請國際稻

米研究所水稻育種專家 Dr. Virk 及白葉枯病專家 Dr. Casinan Vera Cruz 指導面對全球暖化水稻品種改良與抗病選育，自 2011 年起針對苗栗地區陸續提出因應氣候變遷之地區性水稻生產調適策略；2016~2019 年與國際稻米研究所「水稻農業生態系」專家 Dr. Buyung Hadi 等合作，辦理寄生性天敵演講及辨識訓練班等 3 場次，建立友善農耕環境背景資料外，同時奠定農業永續發展之基礎。至 2020 年參與「建構因應氣候變遷之韌性農業體系研究」，負責撰寫「面對氣候變遷稻作韌性調適技術」。協助農糧署辦理水稻災後復耕工作，降低稻農損失，參與水稻天然災害損害鑑定，並且輔導農民迅速復耕，針對面對氣候異常變化大的環境下，可為水稻天然災害（高溫大雨等）之鑑定、復耕或調適策略之參考。2021 年於農業世界發表「氣候變遷惡化農業生產環境 -- 臺灣稻作生產韌性調整措施」⁽¹⁶⁾，並依據國家氣候變遷調適行動方案（2018~2022 年）針對稻作產業提出 5 項調適策略：（1）開發適合逆境水稻品種，如耐熱、耐旱、及抗病蟲害之品種。（2）調整栽培期及密度：避開穀粒充實期溫度超過 26°C 的時期；調整栽植密度可以緩解高溫造成的不利影響，推薦第 1 期作栽植行株距 20*30 cm 以上，第 2 期作則可在 20*30 cm 以下。（3）節水灌溉管理：以乾濕間歇性灌溉，以降低甲烷的釋放，同時可節省灌溉水的使用。（4）合理化施肥：氮肥的製造端產生了大量的碳足跡，因此如果減少氮肥的使用量，必可減少製造端的碳足跡。（5）水旱田輪作：在湛水情況下，田間將釋放大量甲烷，而旱田的釋放將顯著少於水田。適時以輪作冬季小麥、高粱等，讓稻作在極端氣候下選擇最適栽培期，同時建構「韌性農業」生產體系。

結語與未來展望

苗栗區稻作產業推動成果（1998~2023 年），從 2009~2011 年育成多樣化品種如適合釀酒「水稻苗栗 1 號」⁽⁵⁾ 或銀髮族適用「水稻苗栗 2 號」之品種^(6,8)，並於 2012 年及 2013 年分別技轉給苗栗縣有機農業生產合作社及苗栗市農會；有機米、友善農耕及生態經營從 2001 主編「水稻有機米生產技術手冊」⁽¹⁰⁾，轄區內栽種面積由 15 公頃逐年增加至 2022 年 117.2 公頃；2013 年完成水稻健康管理從地力培育、秧苗育成、至整地插秧到收穫的 SOP⁽²⁰⁾，至 2017 年進入友善生態經營模式，導入健康友善生態經營模式，為國人提供安全健康的食物外，同時迎合國際發展永續理念（SDGs），維護生產環境並與世界接軌；稻田彩繪及植苗彩繪創新提升稻六級產業，增加農民收益，以屏東農業博覽會為例，2016~2023 年每年平均參觀人次破百萬，若以每人消費 10~100 元計，可增





加農業周邊商業效益約億元以上；氣候變遷農業韌性調適，綜合研發技術彙整「氣候變遷惡化農業生產環境 -- 臺灣稻作生產韌性調整措施」，依據國家氣候變遷調適行動方案（2018~2022 年）針對稻作產業提出 5 項調適策略，此調適項若能落實於生產操作中，是可以促進達到國際發展永續理念（SDGs）。稻作是臺灣最大宗作物，本場近年來發展稻草分解菌在改善稻草燃燒與甲烷釋放對環境所造成的影響，有頗多的助益。在未來稻作產業的發展需以環境影響為最優先考量，例如品種育成以可適應急遽變化的氣候為目標外，同時考量可以降低甲烷釋放的特性如氮肥需求量低且碳匯率高的品種；多元化利用上，考量老齡社會的趨勢，及國人飲食健康的習慣，可積極研發具低升糖指數（GI）、低蛋白質、或改善肌少症之稻米品種。

誌謝

因著萬事互相效力，本場歷時近 25 年稻作產業推動成果，方能在此呈現。感謝期間 5 任場長（故林俊彥、林信山、盧煌勝、侯鳳舞、呂秀英）及長官們指引與激勵，從零開始至今曾陪伴稻作產業成長的前輩先進們，因您們的不離不棄、全心的付出，才有研發成果與推廣，要感謝的如天上的星星繁多！然文成後必有疏漏，尚請先進後輩不吝指正！

其中針對已退休或榮調的同仁，要特別感謝如下：已退休的土壤肥料吳添益副研究員、病蟲害賴守正助理研究員、林惠虹技佐及田間試驗操作劉雲霖先生（曾為從事稻作提寫箴言）；榮調的王仁助博士（目前任職退輔會清境農場副場長）、林妤姍助理研究員（轉任農業部農業試驗所）、吳岱融副研究員（榮調花蓮區農業改良場，現任作物改良科科長）、陳泓如助理研究員（轉任美國在台協會）。感謝你們曾是我們的夥伴，凡走過必留下痕跡，有時雖船過水無痕，但紀錄了就成為永遠的記憶。

引用文獻

1. 朱盛祺。2020。稻草還田 - 稻草速效分解液之應用技術。循環農業技術與示範場域專輯。行政院農業委員會畜產試驗所編印。9pp。
2. 朱盛祺、王志瑄、蔡正賢。2020。微生物在稻草分解之應用技術。苗栗區農業專訊 92：1-3。
3. 朱盛祺、鄭志文、蔡正賢、張素貞。2015。水稻苗栗 2 號健康管理技術。重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發 -103 年成果發表暨研討會論文集 67-73。
4. 吳志文、張素貞、盧虎生、蔡國海、范明仁、李長沛、蔣鎮宇。2007。臺灣野生稻回顧與新思維。自然保育季刊 57：19-23。
5. 吳岱融、林好姍、王仁助、劉雲霖、吳添金、邱家玉、許志聖、張素貞。2013。水稻釀酒新品種苗栗 1 號。苗栗區農業改良場研究彙報 3：1-10。
6. 吳岱融、林好姍、許志聖、張素貞。2016。水稻新品種苗栗 2 號之育成。苗栗區農業改良場研究彙報 4：1-14。
7. 林立、楊舒涵、賴瑞聲、張素貞。2018。2018 日本里山倡議及生態農業觀摩研習。出國報告。38 頁。花蓮。
8. 林好姍、吳岱融、王仁志、張素貞。2014。水稻苗栗 1 號及苗栗 2 號之育成經過及推廣。2014 農業科技研討會特刊 3：1-12。
9. 林家玉、賴瑞聲、張素貞。2019。農業生態系統服務之功能 - 以苗栗苑裡地區水稻為例。苗栗區農業專訊第 86：1-2。
10. 張素貞主編。2001。水稻有機米生產技術手冊。75pp。苗栗。
11. 張素貞。2008。臺灣稻田彩繪發展歷程。農業世界 300：90-93。
12. 張素貞。2018。台灣苗栗地區水稻友善農耕現況及技術之開發。2018 Eco-FF 友善農業與農田生態國際研討會。
13. 張素貞、陳吉同、吳添益。1998。水稻有機米栽培方法之研究 - 百葉枯病非化學農藥防治。87 年稻作改良年報 151-155。
14. 張素貞、楊嘉凌、李成章、曾德賜。2016。矽酸爐渣對水稻白葉枯病抵抗性之影響。苗栗區農業改良場研究彙報 4：15-27。
15. 張素貞、楊嘉凌、許志聖、李秉松。2007。栽培地點與品種對水稻植株矽含量之影響。苗栗區農業改良場研究彙報 1：33-45。
16. 張素貞、劉雲霖、梁瑞旭、鄭年鈞、趙樹人。2014。臺灣稻田彩繪發展歷史及技術之建立。2014 農業科技研討會特刊 3：79-88。
17. 張素貞、賴巧娟、呂秀英。2020。氣候變遷惡化農業生產環境 臺灣稻作生產韌性調整措施。農業世界 440：24-32。
18. 張素貞、賴瑞聲。2019。參加瑞士伯恩「2019 全球土地規劃第四屆開放科學會議」。出國報告。19 頁。苗栗。
19. 陳泓如、黃寄綸、賴瑞聲、林家玉、蔡志偉、張素貞。2021。苗栗地區水稻地景節肢動物多樣性之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 10：81-101。
20. 賴明信、李長沛、卓緯玄、顏信沐、吳東鴻、呂椿榮、張素貞。2013。良質水稻的健康管理。良質米產業發展研討會專輯 99~110。





21. 賴瑞聲、林立、楊舒涵、張素貞。2019。日本里山倡議交流及生態農業技術研習。苗栗區農業專訊 86：20-24。
22. 繆韋瀚、郭介煒、張素貞。2012。分蘖期稻株生長對淹水之反應。作物、環境與生物資訊 9：184-192。
23. 繆韋瀚、郭介煒、張素貞。2017。水稻種子萌芽至秧苗耐淹性篩選之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 5：23-35。
24. 鍾國雄主編。2023。改制 25 週年機關誌。農業部苗栗區農業改良場出版。287pp。苗栗。
25. Chen, H. J., Z. H. Lia, C. Y. Lin, and S. J. Chang. 2019. Effect of friendly environmental cultivated techniques on biodiversity in Miaoli paddy fields, Taiwan. 4th Open Science Meeting of the Global Land Programme April. Bern, Switzerland.
26. Lin Y. Z., H. Y. Chen, R. Kao, S. P. Chang, S. J. Chang, and E. M. Lai. 2008. Proteomic analysis of rice defense response induced by probenazole. *Phytochemistry* 69: 715-728.
27. Lin, C. Y. and S. J. Chang. 2019. Current situation and technology development of rice friendly farming in Miaoli area of Taiwan. 4th Open science meeting of the global land programme april. Bern, Switzerland.
28. Lin, C. Y., S. J. Chang, M. H. Lai, and H. Y. Lu. 2019. Overview of precision agriculture with focus in the rice farming. International workshop on ICTs for precision agriculture: 19-26.
29. Lin, G. Y., C. Y. Lin, S. J. Chang, and W. Y. Lin. 2020. The dynamics of endophytic bacterial community structure in rice roots under different field management systems. *Agronomy* 2020, 10, 1623; doi: 10.3390/agronomy10111623.
30. Lur H. S., C. L. Hsu, C. W. Wu, C. Y. Lee, C. L. Lao, Y. C. Wu, S. J. Chang, C. Y. Wang, and M. Kondo. 2009. Changes of temperature, timing of culture management, and grain quality of rice during recent years in Taiwan. *Crop, Environment & Bioinformatics* 6: 175-182.
31. Lur, H. S., C. L. Hsu, S. J. Chang, and M. Kondo. 2009. Changes in temperature, cultivation timing and grain quality of rice in Taiwan in recent years. *Crop, Environment & Bioinformatics* 6: 175-182.
32. Lur, H. S., S. J. Chang et al. 2014. Effects of field high temperature on grain yield and quality of a subtropical type *japonica* rice. *Plant Production Science* 19(1): 145-153.

Promoting the Rice Research Achievements in Miaoli District (1998~2023) and the Prospects in the Future

Su-Jein Chang, Chia-Yu Lin, Jhin-Syuan Wang.

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

This article summarized the achievements of R&D in the past 25 years of rice production in Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture, which were subdivided as follows: promoting organic rice production/non-pesticide healthy cultivation technology/friendly ecological farming model; diversification of rice breeding and adaptation technology to quality improvement; development and application of rice adversity varieties and pest control technology; development of rice field painting promoted the agriculture industry to six-grade industry; smart production of rice cropping and resilience adaptation technology for climate change, etc. Based on the past and looking forward to the future, we hope to develop the best production module would be suitable for the future environment with environmental impact on variety improvement and technology research.

Keywords: Miaoli area, Rice production, Organic or friendly farming, Diversified and stress-resistant breeding, Rice field painting, Adaptation technology, Climate change.





速效稻草分解菌之研發與應用技術

朱盛祺、林鈺荏、蔡正賢

農業部苗栗區農業改良場

摘要

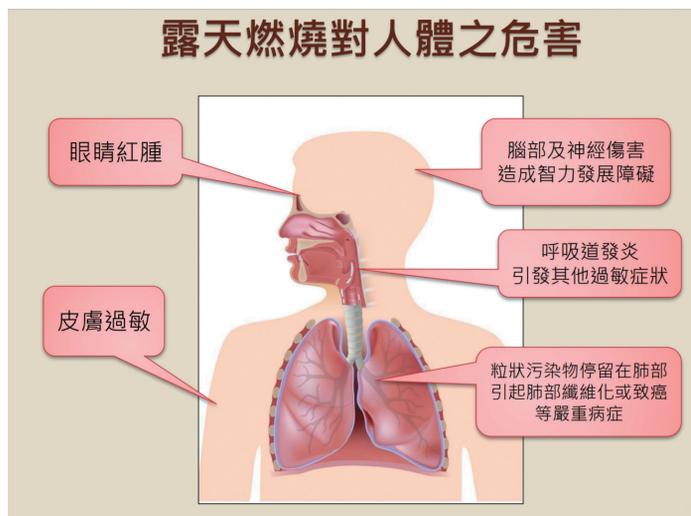
稻農過去習慣露天燃燒稻草，造成嚴重的空氣污染，所產生之濃煙危害人體健康，並嚴重妨礙來往車輛的行車安全，本技術可讓農民不用再放火焚燒稻草，避免污染空氣又受罰。本場篩選之速效稻草分解菌，可快速產生纖維分解酵素，將粗稻桿 7 天內腐化分解，相較傳統的固態分解肥，縮短一半時間，操作省工又方便，開發成液態水解液，只要在水田入水口滴灌，即可將分解菌均勻擴散，每分地 5~10 分鐘完成施放，有別於固態分解肥需 30~40 分鐘才能完成人工撒佈，縮短了 3~4 倍的時間。就地分解稻草，除有效節省處理勞力與費用，也可增加土壤中有機質含量 0.3~0.5%，俾利下期整地時節省基肥及工資約 3,000~4,000 元。此外，經試驗證明亦可促進水稻增產 10~15%。

關鍵字：稻草分解、微生物菌，減碳

緒言

水稻是臺灣地區最重要糧食作物，全國種植面積約 26.1 萬公頃，生產 139.2 公噸糙米（111 年農業統計年報），亦同時產生約 140.3 萬公噸的稻草。由於稻草收集及運搬不易，且一、二期稻作間隔時間短暫，是露天燃燒案發生高峰期，部分農民習慣於稻穀收穫後採最簡便迅速的焚燒方式來處理稻草，但燃燒時的高溫會破壞表土微生物相，且稻草灰會造成過多碳酸鉀及氧化鈣致土壤酸化及肥力不均情形，並造成該處之水稻植株矮化，開花期提前 3~5 天、單株產量少 10~15%，而產生的濃煙及粒狀污染物亦會污染空氣，直接影響民眾健康，容易造成眼睛紅腫、皮膚過敏，甚至引發呼吸道發炎及其他過

敏症狀，粒狀污染物停留在肺部引起肺部纖維化或致癌，腦部及神經傷害造成智力發展障礙等嚴重病症（圖 1）。燃燒稻草火勢不易撲滅及控制，可能衍生延燒鄰地農舍、威脅他人生命財產安全等涉及公共危險情事。交通要道容易造成煙霧瀰漫影響駕駛人視線，易危害行車安全，引發交通事故，如造成傷亡者，須負上刑事責



↖ 圖 1. 露天燃燒對人體產生多重嚴重危害

← 圖 2. 露天燃燒對人體、環境與交通都會產生危害





露天燃燒稻草之處罰

環境部依據空氣污染管制法第 31 條、第 60 條規定，從事露天燃燒作業：行為人依法可處罰款新臺幣 1,200 元以上 10 萬元以下之罰鍰，其違反者為工商廠、場，處新臺幣 10 萬元以上 5 百萬元以下罰鍰；此外，農糧署「對地綠色環境給付計畫」對於燃燒稻草之行政處置：自 107 年起，同一田區經環保單位查獲或農政單位判釋於農田露天燃燒累計達兩次者，針對第 2 次查獲（判釋）露天燃燒期作之次年同一期作，暫停一次申報種稻（含稻作直接給付）、繳交公糧、轉（契）作及生產環境維護措施之資格。僅單一期作符合基期年資格之農地，就次年符合之期作辦理。

速效稻草分解菌之研發

為解決燃燒稻草的問題，苗栗區農業改良場歷時 5 年由 200 多株菌篩選出速效稻草分解菌（苗栗活菌 3 號），該菌經由食品工業研究所鑑定為貝萊斯芽孢桿菌（*Bacillus velezensis*），屬革蘭氏陽性好氣性桿狀細菌，具有週生鞭毛可於水中泳動，此類細菌存在於土壤及植物體表，由於可以產生內生孢子（Endospore），在高溫逆境（80°C ~10min）下易於存活，並能快速產生纖維分解酵素，可將粗稻桿 7 天內分解腐化，相較傳統的固態分解有機肥，縮短一半時間，操作省工又方便，讓農民不用再放火燒稻草，避免污染空氣又受罰。考量田間施用的省工方便性，本場將速效稻草分解菌開發成液態的水解液，只要在水田入水口滴灌，就可將分解菌均勻擴散，每分地 5~10 分鐘完成施放，有別於固態分解肥需 30~40 分鐘才能完成人工撒佈，縮短了 3~4 倍的時間。

施用 SOP 步驟 1：在收穫稻穀時，順便以收穫機將稻草斬斷成 5~7 公分（圖 3）。步驟 2：將斬斷後之稻草平均鋪平於田區。步驟 3：田間立即灌水，使稻草充分吸水，步驟 4：利用曳引機進行粗整地將稻草翻犁入土中加速分解（圖 4）。步驟 5：把液態分解菌於進水口滴灌入田區。步驟 6：持續灌水，爾後 7 天內維持田區內 3~5 公分之水位，注意田尾一定也要泡足夠水。步驟 7：處理 7 天後，稻草已軟化、褐化及腐爛（圖 6）。

施用注意事項

速效液態稻草分解菌施用之注意事項：1. 使用時稀釋即成中性肥，對施用者及水稻

秧苗無傷害。2. 如無法在種植前施用，可在插秧時配合淹水。施用後可分解田間殘留稻草，並能保護秧苗根系不受稻草分解時產生的有機酸傷害。3. 施用時仍應參考當地農友習慣、水源方便性、地勢高低平坦與土壤質地而調整。4. 分解速度快慢會受環境、溫度、降雨、微生物活性與施用量而影響，因此在施用時可依稻田本身條件與人力選擇，調整方便有效施用方法。

步驟 1：收穫稻穀時，以收穫機直接將稻草斬斷成5-7公分長



圖 3. 利用水稻收穫機將稻草斬斷成 5-7 公分。

步驟 3：進行粗整地將稻草翻犁入土中加速分解



圖 4. 利用曳引機進行粗整地將稻草翻犁入土中加速分解。





圖 5. 將液態分解菌於進水口滴灌入田區，省工又方便。

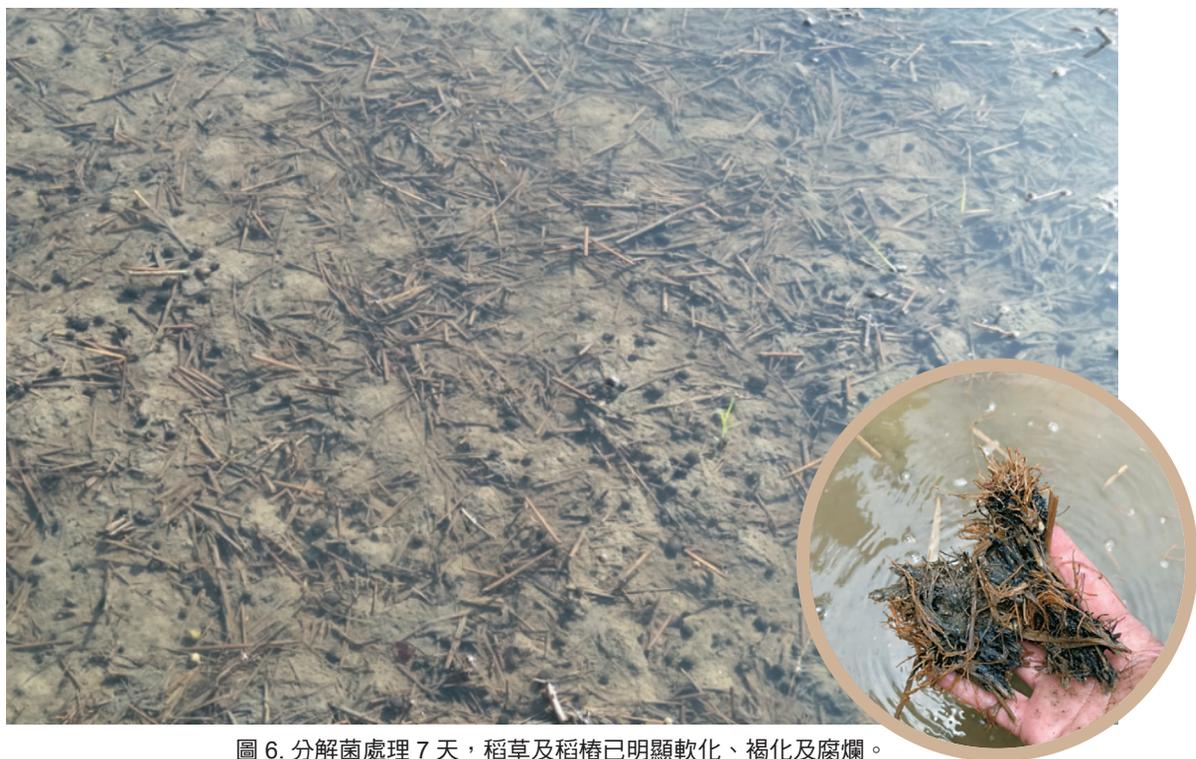


圖 6. 分解菌處理 7 天，稻草及稻樁已明顯軟化、褐化及腐爛。

撒施速效稻草分解菌的好處

不用放火燒稻草，避免污染空氣又受罰，就地分解稻草，可有效節省處理勞力與費用。處理後土壤表層中稻草之粗纖維減少 8%，稻桿硬度減少 80~100 公克。就地分解稻草，除有效節省處理勞力與費用，也可增加土壤中有機質含量 0.3~0.5%，俾利下期整地時節省基肥及工資約 4,000 元，每公頃稻田產生的稻草之營養成分，總氮量約 25~28 公斤、磷酐 10~12 公斤、氧化鉀 56~63 公斤，前期若有掩埋稻草，則每公頃稻田可少施硫酸銨 100 公斤、過磷酸鈣 44 公斤、氯化鉀 75 公斤（圖 7），此外，經試驗證明可促進水稻增產 10~15%。

每公頃每期稻田之推薦施肥量	氮素 140-150公斤	磷酐 36-56公斤	氧化鉀 56-60公斤
	硫酸銨 670-720公斤	過磷酸鈣 200-311公斤	氯化鉀 93-100公斤
每公頃稻田產生的稻草之營養分	總氮量約 25-28公斤	磷酐 10-12公斤	氧化鉀 56-63公斤
前期若有掩埋稻草則，每公頃稻田可少施	20公斤氮素	8公斤磷酐	45公斤氧化鉀
	硫酸銨 100公斤	過磷酸鈣 44公斤	氯化鉀 75公斤



圖 7. 稻草分解還田可減少水稻的施肥量

結語

本技術自 108 年公告授權，已成功技轉 5 家生物及環保科技公司，技轉授權金合計達 210 萬，108~112 年速效稻草分解液田間應用面積逐年倍增，合計達 30,182 公頃，技轉商品產值約 7,456 萬元（以每公頃售價 2,500 元計算）。另考量農村人口老化人力匱乏，新型分解液於進水口滴灌入施用方便，節省人力 70%，省工又方便，提升使用意願。進一步研發高濃縮劑型配方，結合智慧農業精準化配合「植保無人機」噴灑施用，更可節省人力 90%。





速效稻草分解菌成功媒合在地企業與科技廠商共 32 家，響應空氣品質改善維護計畫，全額贊助速效稻草分解液提供稻農友免費使用，大幅減少稻草露天燃燒造成的空污問題，也減輕農友購買資材的成本。經衛星圖資分析，108~111 年苗栗縣露天燃燒稻田面積降幅 93.8%，推廣成效極顯著。



圖 8. 本場於苑裡鎮舉開田間示範觀摩會，未施用對照組 (左)，分解處理組 (右)，效果明顯。

Development and Application Technology of Fast-acting Rice Straw Decomposing Bacteria

Sheng-Chi Chu, Yu-Ren Lin, Jeng-Hsien Tsai.

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

Abstract

In the past, rice farmers were used to burning rice straw in the open air, causing serious air pollution. The thick smoke produced harmed human health and seriously hindered the safety of nearby vehicles. This technology allows farmers to no longer set fire to rice straw, avoid polluting the air and being punished. The fast-acting rice straw decomposing bacteria screened in this field can quickly produce fiber-decomposing enzymes and decompose coarse rice straw within 7 days. Compared with traditional solid decomposing fertilizers, the time is shortened by half. The operation is labor-saving and convenient. It is developed into a liquid hydrolyzate that only needs Drip irrigation at the water inlet of the paddy field can evenly spread the decomposing bacteria and complete the application in 5-10 minutes every minute. Unlike solid decomposing fertilizers, which take 30-40 minutes to complete manual spreading, the time is shortened by 3-4 times. Decomposing rice straw on-site can not only effectively save processing labor and costs, but also increase the organic matter content in the soil by 0.3-0.5%, which will save about 3,000-4,000 yuan in base fertilizer and wages during the next land preparation. In addition, tests have proven that it can increase rice production by 10 -15%.

Keywords: Straw decomposition, Microbiae bacteria, Carbon reduction.





水稻智慧農業技術研發與應用

賴明信¹、吳東鴻¹、林家玉²、吳以健³、姚美吉¹、許龍欣⁴、陳繹年¹、張瑞明¹、呂秀英²

¹ 農業部農業試驗所

² 農業部苗栗區農業改良場

³ 農業部臺中區農業改良場

⁴ 農業部臺南區農業改良場

摘要

稻米是國人的基本糧食，富有維持社會穩定的角色，水稻更具有涵養地下水源及維護環境生態的功能。以經濟效益角度評估稻作是屬於弱勢產業，但卻是無法無視及偏廢，永續產業發展及糧食穩定一直是政府重要施政之一。稻作產業發展的問題，在生產方面面臨稻農老化及缺工嚴重，屬於勞力密集產業，體力與勞力負荷大，對年輕人吸引力小，及缺乏系統性的經驗傳承，再再顯示產業環境極需調整。從 106 年開始智慧農業第一期計畫，基於產業發展規劃的「智能生產」與「數位服務」兩大面向原則，稻作領航產業針對稻作整體產業鏈，成功研發了省工省力機械設備、環境感測元件及影像辨識技術等，結合跨領域之資通訊技術、物聯網、人工智慧及大數據分析等前瞻技術，建構出改變傳統從農方式與生產模式；技術落地使用及親民化，營造智慧農業的客觀環境，促成稻作智慧農業生態系規模化發展，是未來的重要工作。應用政府及民間資源共同合作，建立公私協力夥伴關係，有效整合跨領域產品、技術及服務，培育在地農事資訊服務業以協助進行農產業數位轉型，創新農業服務合作模式，達到促進智農技術生態系的發展。

關鍵字：稻作產業；農業生態系；智慧農業

一、前言

近年國際上產業的競爭有兩個重要發展趨勢，其一是全球競逐智慧科技發展趨勢的拉力，其二是就業人口遞減的推力。拉力方面，在歷經自動化、量產化、全球化等發展後，不論是德國的「工業 4.0」、美國的「再工業化政策」、日本的「人機共存未來工廠」、韓國的「下世代智慧型工廠」、或是「中國製造 2025 計畫」，可以發現主要國家均積極建構網實智能化製造、生產及銷售系統，以快速因應或預測市場需求，而數位化與智能化成為搶單的競爭關鍵。推力方面，已開發國家的就業人口數下降，推動數位製造、網實整合智慧製造發展，成為解決人口危機的重要手段。108 年臺灣農業占國內生產毛額比率的 1.8%，近年雖然農業生產力與產品品質均有持續提升，但相對於非農業部門的快速發展，仍顯不足。同樣趨勢，國內產業也面臨工作人口減縮，受到開發中國家搶佔量產市場，及先進國家搶佔中階客製化市場的雙重挑戰。在接踵而來的第四波全球化衝擊下，如何促進國內產業創新轉型、掌握關鍵技術自主能力、維持國際競爭力，是我國產業發展之重要課題。基此，行政院科技會報辦公室於 104 年邀集經濟部、科技部、教育部、農委會、衛福部及勞動部等，召開「行政院生產力 4.0 科技發展策略會議」，研擬「行政院生產力 4.0 發展方案 (Taiwan Productivity 4.0 Initiative)」，經提報行政院第九次科技會報討論及行政院第 3,458 次院會報告，成為推動智慧化科技發展計畫的依據。計畫推動乃以「智慧型自動化產業發展方案」為基礎，整合商業自動化、農業科技化發展進程規劃，期能開發智慧機械、物聯網、巨量資料、雲端運算等技術來引領農業產品與服務附加價值提升，同時，發展人機協同工作的智慧工作環境，以因應高齡化社會工作人口遞減的勞動需求。

二、稻作智慧農業的緣起

面對全球氣候暖化、可用資源短缺、勞動人口老齡化及產銷結構快速改變等問題，各國制定的農業科技政策有兩大趨勢，趨勢一是以發展跨域資源整合之創新農業相關工程技術，解決農產品衛生安全與營養需求，趨勢二是以運用物聯網 (IoT)、雲端運算 (Cloud Computing)、大數據 (Big Data) 等技術，提升產品生產、服務與附加價值。探究先進國家的農業科技發展政策，更可以發現資通訊與工程科技的積極利用，配合系統化管理提升產業競爭力，以發展出凸顯該國農業特色的關鍵技術。例如鄰近的日本，政府鼓勵積極開發與應用智慧型農業 (Agriculture Informatics; AI) 技術，以達成提升生





產效率及發展效益，達成的目標是實現省力與規模化生產、發揮作物最大潛能、提供安全且便利作業環境、加速初加入農業者的上手時程及增加消費者對食品安全感等。具體實例是日本廠商富士通所開發之農業雲端服務系統，該系統有生產面、經營面與消費面的數位服務三大區塊，系統將生產、流通到消費的整體物流網絡進行整合，以支援農業經營決策；再例如德國的 CLAAS 農機公司，與 Deutsche Telekom 電信公司進行跨領域合作，應用先進感測、雲端計算、巨量資料與機對機協同作業等技術，發展 Farm 4.0 先導計畫，有效提升作業效率與快速調整流程。

臺灣農業的優點，多樣化的作物項及生產模式、精良的農業栽培技術、最具實驗精神的小農及全世界網路覆蓋率最高的農村等。面對經貿全球化趨勢，臺灣農業也面臨向全世界開放市場的潮流，加上我國是糧食淨進口國，糧食自給率偏低，在氣候變遷所致極端氣候日趨嚴重的困境下，糧食供應穩定與避免糧價上升更顯重要；而農村人口老化與少子化雙重影響，從事農業人力大幅短缺，農業生產力更受到衝擊。運用科技加值農業，提高產值，達到利潤分配合理，實現農業世代人才承接，提昇競爭力並永續產業的發展與轉型，才能緩解上述問題。為了推升農業生產力，智慧農業發展規劃「智能生產」與「數位服務」兩大面向；在智能生產方面需要解決課題有勞動力不足、因應氣候與水資源變化得即時生產決策調整、生產效率低及產品品質差異性大；可利用手段有導入人機協同機械提高勞動生產力，建構 GIS 等空間資訊大數據分析決策模組，推升高質化精準生產，及推動協同合作的智慧化集團栽培模式，提升生產效率。在數位服務方面需要解決的問題有生產環節資訊無法即時分析並串接後端銷售資訊，及消費者 / 生產者間資訊來源不對等，互信不足；可利用手段有導入巨量資料分析與物聯網串接技術，以並推動安全履歷智動化，及建立全方位人性化數位服務網。

希望透過智能生產與智慧化管理，突破小農單打獨鬥之困境，提升農業整體生產效率與量能；並藉由物聯網與巨資技術，建構主動式全方位農業消費服務平臺，滿足農業利害關係人需求，提高消費者對農產品安全之信賴感。

三、稻作智農技術的發展歷程

智慧農業依照規劃的「智能生產」與「數位服務」兩大面向，擬定了三大發展策略，分別是智農聯盟推動智慧農業生產技術開發與應用、整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式，及以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式。稻作智農技術發展是智慧農業發展的 10 大領航產業之一，是土地型作物發展的指標，因

此以當時的水稻推動小組為推動基礎，由小組召集人農業部苗栗區農業改良場場長呂秀英博士擔任計畫主持人，進行稻作智農技術研發計畫研擬與規畫。首先盤點稻作產業從育苗、生產、收穫調製至加工消費等方面的現有技術與需要缺口為基礎（圖 1），並避免研發與產業應用脫離，貼合產業未來發展實際需求。從 2015 年 8 月份開始就進行稻作產業具體化需求的訪談及會議，在 6 個月內（至 2016 年 4 月底）總計進行 18 個場次，與會人員超過 800 人次，希望能夠收集更多國內稻作產業智慧化的資訊與認同。更在 2016 年 3 月 25 日假農業部苗栗區農業改良場舉辦「水稻科技研發議題策略規劃會議」（圖 2），

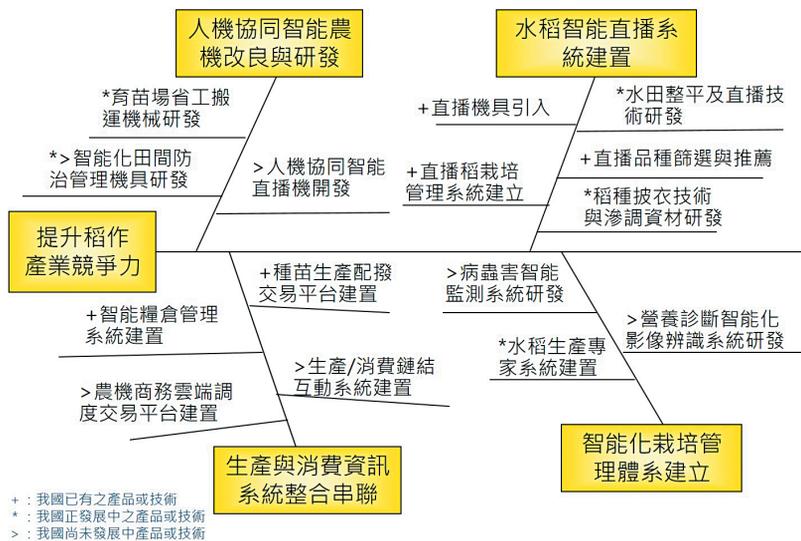


圖 1. 稻作智能化研發技術盤點



圖 2. 水稻科技研發議題策略規劃會議





由與會的稻作產、官、學、研依照智慧農業總規劃之三大策略，進行研發項目擬定，經過熱烈討論與腦力激盪後，擬定的工作項目與執行期程如（圖 3），詳細說明如下。

分項工作	措施	106	107	108	109
一、水稻智能直播系統建置	水田整平及直播技術研發 *				
	直播品種篩選與推薦 *				
	稻種披衣技術與滲調資材研發 *				
	直播機具引入 *				
	直播稻栽培管理系統建立 *				
二、智能化栽培管理體系建立	水稻生產專家系統建置 *				
	營養診斷智能化影像辨識系統研發 *				
	病蟲害智能化監測系統研發 **				

* 代表優先順序，數量越少越優先

圖 3. 工作規劃與期程

在策略一智農聯盟推動智慧農業生產技術開發與應用上，擬定了水稻智能直播系統建置及智能化栽培管理體系建立等兩個工作項目，目標是希望建立多元化的水稻生產模式，降低人力依賴與負擔，紓解缺工與高齡化。具體的研發細項有引入直播機具、建立適合國內土壤與氣候的直播品種、水田整平技術、稻種披衣與滲調資材、直播稻栽培管理系統、水稻生產專家系統建置、營養診斷智能化影像辨識系統研發及病蟲害智能化監測系統研發。精準掌握病蟲害的防治時機，因應氣候變遷對稻作生產的衝擊，強化稻米食用與生態的安全，並確保農業智慧結晶的有效傳承。在策略二整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式上，擬定了人機協同智能農機改良與研發的工作項目，具體的研發細項有育苗場省工搬運機械研發、人機協同智能直播機開發、智能噴藥機具研發、智能除草機具研發、智能驅鳥蟲研發及智能清除福壽螺機具研發，目標減低田間管理對人工的依賴與負擔，及降低秧苗育苗場人力依賴與負擔，紓解缺工與高齡化等問題缺工的問題。在策略三以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式上，擬定了生產與消費資訊系統整合串聯，具體的研發細項有智能糧倉管理系統建置、農業機械商務無線雲端調度交易平臺、種苗調度交易平臺建構及生產與消費鏈結互動系統建置。目標在連結整合區域生產專區的生產品種、特色、品質、商品種類樣式與規格等資料，建構生產資訊平臺供搜尋與購買，並讓北、中、南、東的稻作農機與秧苗資料能及時查詢與調撥。

四、稻作智農技術成果的推播與應用

智慧農業第一階段從 2017 年至 2022 年，期間在水稻推動小組召集人呂秀英場長領導試驗改良同仁及學校老師們的全心投入下，稻作產業的智農技術如規畫的繳交一只漂亮的成績單。簡略報告如下：

1. 水稻秧苗盤機械手臂取卸系統（圖 4）：將開發智慧輕量化之機械手臂，導入水稻育苗作業，裝設於空中輸送機上，可沿輸送機方向移動機臺、內有小輸送機將秧苗盤運送至移載平臺、側推秧苗盤、夾爪抓取、放下秧苗盤並旋轉 90 度、置於田間，人與機械手臂協同工作，一人在田邊送秧苗盤，一人在田間排盤，取代人力操作秧苗盤放置和取起反覆彎腰之作業，大幅減低人力辛勞程度。機械手臂抓取 3 盤循環時間約 13 秒，每小時約可抓取 830 盤，同時有 APP 手機遙控器功能，100 公尺內無線遙控機械手臂動作，減少田間來回奔波。



圖 4. 水稻秧苗盤機械手臂取卸系統

2. 福壽螺清除機具開發（圖 5）：應用於本田田間之福壽螺清除之可附掛（拆卸）於插秧機應用，及應用於水溝邊或田間的福壽螺及螺卵清除之攜帶式清除機具。附掛式乃利用真空自吸方式，收集裝置主要包含一組引擎及兩組收集桶，每一收集桶分別可利用兩組吸取集中裝置，收集桶容積約 100 公升，吸取集中裝置放入於兩水稻行間，一次可同時吸取四行。攜帶式重量約 1.5 公斤，僅需延伸吸取管至福壽螺位置處，即可將福壽螺吸取至引擎旁邊之收集盒內，利用改良二行程引擎，引擎後方配有抽風機，利用管徑大小不同，增強吸取能力，利用濾網過濾擋住福壽螺，避免吸入引擎內，可調整適合引擎運作轉速的泵浦取代原泵浦。



圖 5. 福壽螺清除機具



5. 農藥緩釋技術（圖 8）：農藥緩釋技術係將傳統農藥利用離心披覆技術搭配特定資材組合製程，使其產生新型態的披覆型農業藥劑，具有緩慢釋出與延長藥劑的特性，可減少 2 次施用農藥，省下約每公頃 60 公斤施藥量，降低農民生產成本。披覆型農業藥劑在田間施用時不會像傳統農藥一樣產生粉層飄散的現象，可降低危害人體健康之風險，同時可減少農藥淋洗與滲漏情形，降低對環境之衝擊。由於披覆型農藥為粒劑，運輸及田間操作均較為便利，讓農民更省工省力。

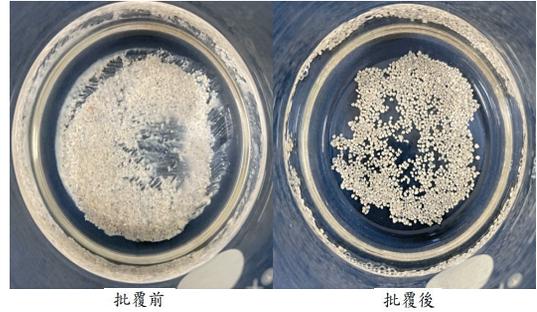


圖 8. 農業藥劑緩釋技術處理後在水中溶出情形

6. 稻種直播技術（圖 9）：引入日本鐵粉披覆稻種方式，建立符合臺灣環境之鐵粉稻種湛水直播栽培管理系統，完成直播水稻（中、南部）品種推薦與栽培管理系統建立與推廣。克服種子萌芽及田間成活率、鳥害、雜草管理及後期倒伏等直播栽培的問題。



圖 9. 稻種直播技術

7. 智能化營養管理技術（圖 10）：利用無人機拍攝作物影像應用於精準智慧農業，來測量並估算水稻體內氮累積，除了可以即時判斷水稻生長發育時期，亦可獲得不同水稻生育時期合適的植生指數。透過影像建立對水稻氮累積估算的回歸模型，來進行水稻非破壞性測量和快速監測植體氮累積狀況，為精準智慧農業奠定基礎。利用氮素營養指標（Nitrogen Nutrition Index, NNI）與田間累積氮素差（Difference of Field Cumulative Nitrogen）（ ΔN ）與現地調查之生理性狀進行分析，顯示由植體氮含量所得 NNI 之迴歸方程式其解釋變異的能力較佳，因此初步結果顯示未來將可由最盛分蘗期之空拍葉色推估水稻植體氮含量，並於水稻進入幼穗分化期前進行最適穗肥施用量推薦之決策。並將此模式建置於「優質作物管理系統」開放農民使用。

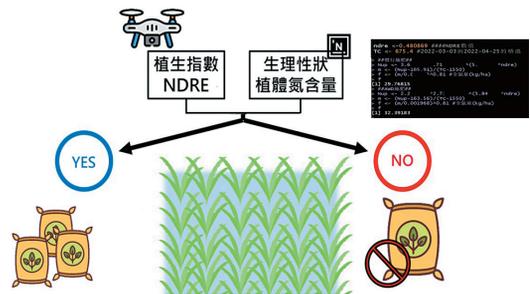


圖 10. 智能化營養管理技術





8. 葉稻熱病警示技術（圖 11）：以無人機掛載多光譜鏡頭，在特定的光譜影像收集條件下，進行田間稻株影像資料收集，影像經拼接處理後，進行正射影像光譜資訊抽出流程進行參數抽出，參數再導入葉稻熱病警示模式進行計算，以獲得葉稻熱病發生的警示資訊。可以在農民肉眼尚無法發現稻株病斑前，早期察覺稻株受到稻熱病菌感染，以利進行預防性治療。提供數位化數據，進行精準防治，有效節省防治藥劑及提高防治效果，避免環境與農產品汙染，應對消費者對農產品安全需求及農藥減半承諾。可節省農民的勞力負擔與勞動時間，降低青農的田間管理門檻，也可以對管理知識進行系統性積累，在生產端的病害管控具有優勢。



圖 11. 葉稻熱病警示技術

9. 褐飛蟲警示技術（圖 12）：藉由行動裝置對稻株基部取像，透過物聯網快速監測蟲害族群，達到釐清蟲害程度及擬訂防治決策。可以大幅減輕田間蟲害管理的勞力及經驗負擔，有效節省防治藥劑量及提高防治效果，降低生產成本及環境與農產品汙染，改善農業的經營環境；更可以快速掌握蟲害發生區域等流行資訊，及時對農民進行警示發布，並將管理經驗進行系統性累積，成為農業知識財，市場潛力巨大。產銷專區可以藉由此系統掌握契作區的病蟲害發生狀態與防治決斷，降低稻穀農藥殘毒風險；政府單位可以藉由此系統收集病蟲害流行趨勢，即時更新發布。



圖 12. 褐飛蟲警示技術

10. 秧苗生產配撥交易平臺（圖 13）：平臺功能包含秧苗生產配撥交易作業循環的稻種流向控管、訂單出貨流程、秧苗庫存管理、繳穀溯源管理及 App 行動表單這五大模組，涵蓋了秧苗生產配撥交易的完整作業流程之功能需求。為了方便業者使用，「秧苗生產配撥交易平臺」除了可以使用電腦瀏覽器操作外，針對在田間作業的育苗業者，也貼心地提供了可以用手機操作的 RWD 響應式網頁操作介面及 App，讓育苗業者的外勤作業人員以手機操作訂單查詢、派工行事曆查詢、出貨查詢、帳款查詢等作業。訂單模組提供了訂秧單查詢功能，可以查詢訂秧單中的各項資訊；行事曆模組提供查詢派工行程，被派工者到現場後可以用 App 打卡定位，在手機畫面上確認秧苗栽種的地號，並填寫派工回報紀錄；出貨模組提供行事曆以查詢出貨行程；帳款模組可查詢客戶未收款明細，並輸入現場收款金額。所有 App 行動表單的新增及異動資料會即時傳到後端資料庫，讓育苗中心的其他同仁可以即時掌握資訊，以達成促進水稻育苗產業資訊化轉型的目標。

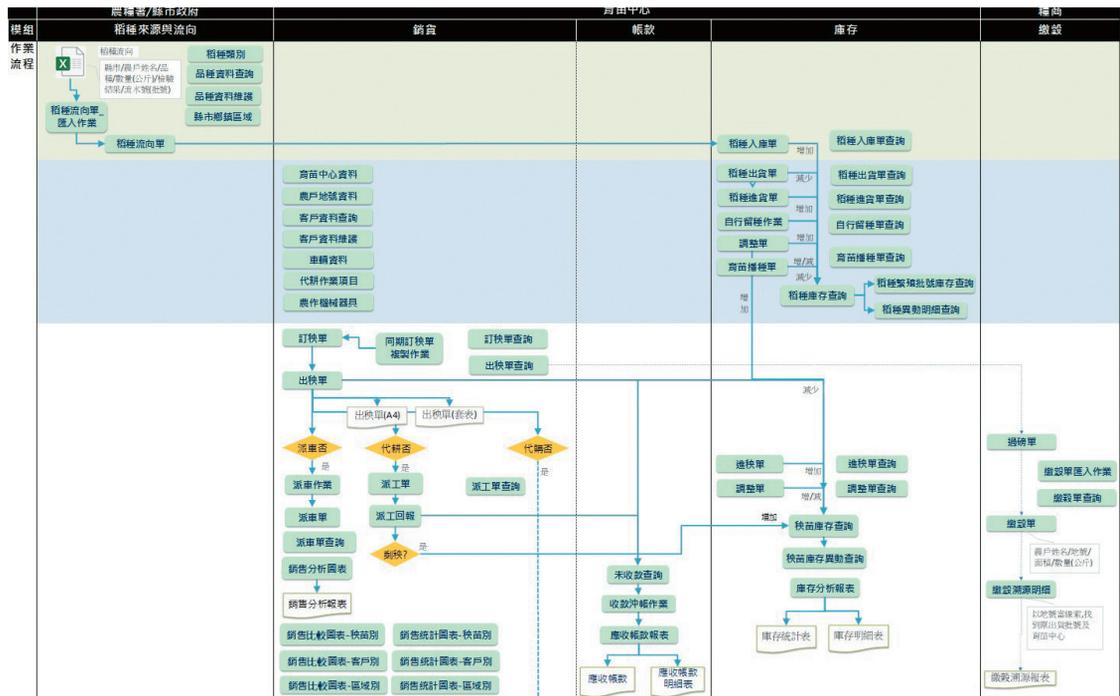


圖 13. 秧苗生產配撥交易平臺

五、未來展望與結語

在智慧農業第一階段 6 年期間，稻作領航產業計畫針對稻作整體產業鏈，吸引工業與學術界的能量投入發展相關技術，建構的技術成果都會在示範場域實地驗證，同時舉





辦觀摩會，對外展示技術效能及進行推播，一直獲得農民、消費者及媒體非常熱烈回響與支持，成功向民眾與業者彰顯公部門在傳統產業上的前瞻規劃企圖。但，叫好不叫座，觀摩會看似回響熱烈，產業使用的程度卻不如預期踴躍，原因在農民對技術使用陌生，觀念企待改變，以及無法產生立即的效益，農民無感。為了將技術進行點、線、面的推播擴展，將以智農聯盟為基礎，進行公私協力產業鏈生態系的環境建構與推動發展。推動稻作智農技術生態系（圖 14）的發想是，因應糧商（基石者）對智農產製銷一體化的願景，整合公部門（促進者）的技術輔導與資金協助，營造農事服務業者（利基者）整合技術或設備廠商（利基者）透過商轉模式服務小農，解決其缺人、缺工及精準管理的需求，創新稻作新產業，翻轉稻作營運環境。

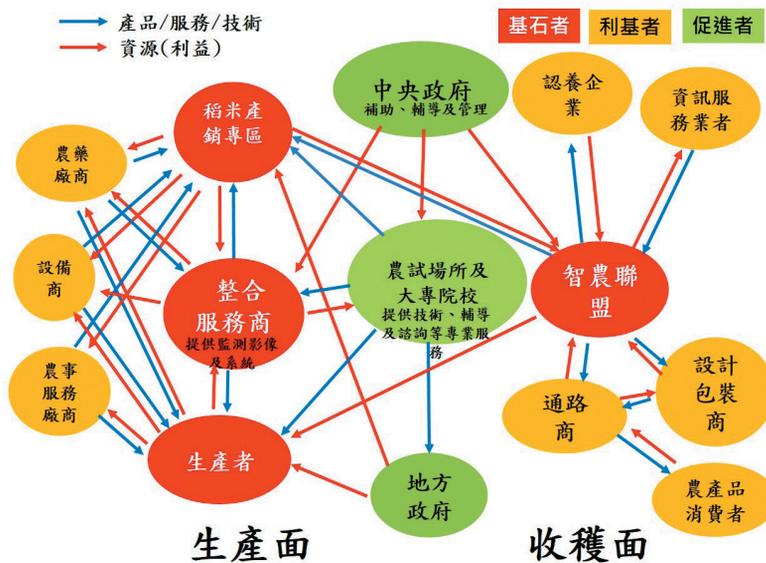


圖 14. 稻作產銷生態系成員關聯圖

國際上的智能化的田間管理服務系統都是針對大農場，服務面相雖廣，不適合小農場型態的國家，更無法累積並發展自身的智慧財，並不符合國內稻作產業的前瞻規劃。智慧農業的相關技術研發及觀念設施推展在國內已經有了基礎，整合資源以加速調整產業發展，進而調整現階段農業結構是努力的方向。在人員方面，以農業知識共享化、農事勞動機械化、管理操作代理化為目標，導入新世代農業人才、機械升級自動化及多元集團耕作；在資源方面，以環境監測策略化、資源分配適地化、科技友善環境化為目標，推動以集團栽培的農企業為主兼顧小農作業智慧模式；在產業方面，以生產資訊透明化、作業管理制度化、物流規劃智慧化為目標，促成物聯網體系之網路購物新主流。

參考文獻

1. 呂椿棠、卓瑋玄、呂秀英、魏夢麗、林汶鑫。2013。利用累積溫度與資通訊技術提升稻作田間管理效率。良質米產業發展研討會專刊 1-7。
2. 李裕娟、楊純明、蕭巧玲。2009。栽培季節氣象環境對水稻臺農 71 號生產之影響。臺灣農業研究 58(1)：45-54。
3. 張素貞、蔡正賢。2004。栽培良質米合理化施肥技術。苗栗區農業專訊 27：13-14。
4. 程建平、曹湊貴、蔡明歷、汪金平、原保忠、王建漳、鄭傳舉。2006。不同灌溉方式對水稻生物學特性與水分利用效率的影響。應用生態學報。17(10)：1859-1865。
5. 張素貞、劉雲霖、王雲斌。2008。苗栗地區良質米品種葉齡指數與生育階段之關係。苗栗區農業專訊第 42：9-12。
6. 楊明德、蔡慧萍、許鈺群、曾信鴻。2018。人工智慧模型之建置與應用。土木水利 5(5)：1-9。
7. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾。2012。氮肥用量對水稻產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 114：35-43。
8. 賴明信、李長沛、卓緯玄、顏信沐、吳東鴻、呂椿棠、張素貞。2013。良質水稻的健康管理。良質米產業發展研討會專刊 1-13。
9. 羅正宗、陳一心、陳宗禮。2004。葉綠素計應用於水稻植體氮營養狀況之測定。中華農業研究 53：179-192。
10. Guan, S., Fukami, K., Matsunaka, H., Okami, M., Tanaka, R., Nakano, H., ... & Takahashi, K. 2019. Assessing correlation of high-resolution NDVI with fertilizer application level and yield of rice and wheat crops using small UAVs. Remote Sensing 11(2): 112.
11. Hayat, M. A., Wu, J., & Cao, Y. 2020. Unsupervised Bayesian learning for rice panicle segmentation with UAV images. Plant Methods 16(1): 1-13.
12. Reza, M. N., Na, I. S., Baek, S. W., & Lee, K. H. 2019. Rice yield estimation based on K-means clustering with graphcut segmentation using low-altitude UAV images. Biosystems Engineering 177: 109-121.
13. Yang, Q., Shi, L., Han, J., Zha, Y., & Zhu, P. 2019. Deep convolutional neural networks for rice grain yield estimation at the ripening stage using UAV-based remotely sensed images. Field Crops Research 235: 142-153.
14. Zhang, N., Su, X., Zhang, X., Yao, X., Cheng, T., Zhu, Y., ... & Tian, Y. 2020. Monitoring daily variation of leaf layer photosynthesis in rice using UAV-based multi-spectral imagery and a light response curve model. Agricultural and Forest Meteorology 291: 108098.
15. Zheng, H., Cheng, T., Zhou, M., Li, D., Yao, X., Tian, Y., ... & Zhu, Y. 2019. Improved estimation of rice aboveground biomass combining textural and spectral analysis of UAV imagery. Precision Agriculture 20 (3): 611-629.
16. Cen, H., Wan, L., Zhu, J., Li, Y., Li, X., Zhu, Y., ... & He, Y. 2019. Dynamic monitoring of biomass of rice under different nitrogen treatments using a lightweight UAV with dual image-frame snapshot cameras. Plant Methods 15(1): 1-16.





The Research, Development and Application of Smart Agriculture Technology in Rice

Ming-Hsing Lai¹, Dong-Hong Wu¹, Chia-Yu Lin², Yi-Chien Wu³, Me-Chi Yao¹, Lung-Hsin Hsu⁴, Yi-Nian Chen¹, Jui-Min Chang¹, Hsiu-Ying Lu²

¹ Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture

² Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

³ Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

⁴ Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

Abstract

Rice is the basic food for Taiwanese and plays a role in maintaining social stability. Rice has these functions of conserving underground water resources and maintaining environmental ecology. From the perspective of economic efficiency, it is a disadvantaged industry, but it is an industry that cannot be ignored or neglected. Sustainable industrial development and food stability have always been one of the important policies of the government. The development problems of the rice industry include the aging of rice farmers and serious labor shortages. It is less attractive to young people, because it lacks systematic inheritance of experience and successes. It shows that the industrial environment and enterprises need to adjust. The first phase of the smart agriculture plan started in 2017 and based on the two major principles of “intelligent production” and “digital services” in the industrial development plan. We have successfully developed labor-saving machinery and equipment, environmental sensing components and image recognition technology for the entire rice industry chain, combining cross-field forward-looking technologies such as information and communication technology, Internet of Things, artificial intelligence and big data analysis. We have constructed a model that changes traditional farming methods and production models. It is an important task in the future to implement the technology and make it more user-friendly, create an objective environment for smart agriculture, and promote the large-scale development of the rice smart agricultural ecosystem. By integrating relevant technologies, we use government and private resources to establish public-private partnerships so as to cultivate local agricultural information service industries to assist in the digital transformation of the agricultural industry. We hope to innovate agricultural organization cooperation models and promote the development of intelligent agricultural technology ecosystem.

Keyword: Rice industry, Agro-ecosystems, Smart agriculture

稻田彩繪緣起及現況

鄭年鈞

苑裡鎮農會

緣起

從我跟稻田彩繪的緣分說起：91年臺灣加入WTO開放稻米進口，農政單位為了避免進口米為臺灣糧食產業帶來衝擊，便鼓勵苑裡鎮農會辦理稻作轉型的示範計劃，而我就是那一個小小的計畫主辦人，計畫裡除了帶領都市人體驗農村，更安排了春耕、夏耘、秋收、冬藏等等諸多的體驗式活動，而為了活動內容更加豐富，便開啟了臺灣第一次的稻田彩繪。在辦理活動前的籌備會議中，由苗栗區農業改良場張素貞博士，提出運用紫色水稻在田裡佈置圖案或文字的想法，時任苑裡鎮農會的鄭炳輝總幹事，為了小鄉鎮的能見度，提出寫下「苑裡」兩個大字的建議（圖1），就這樣在農會同仁齊心努力，尤其是陳金花同仁的深厚美工底子之下，種下了臺灣的第一塊稻田彩繪。



圖 1. 稻田彩繪處女作 - 苑裡



研發與精進

苑裡鎮農會與苗栗區農業改良場，聯合開發稻田彩繪技術，不斷的提升定位技巧，從原本單純的文字，簡單的圖案，經過 10 年的努力，讓圖騰愈發精緻與細膩。102 年行政院農業委員會農業試驗所更推出了黃色與白色兩個彩色水稻品系，為稻田彩繪注入新血，農會便順勢推出黃色小鴨的稻田彩繪（圖 2），讓逐漸在退潮中的黃色小鴨，重新博得媒體版面，也在苑裡山腳地區帶來了龐大人潮與商機。104 年受屏東縣政府與苗栗區農業改良場之邀，協助屏東稻作協會技轉稻田彩繪技術，首次與 Line 企業合作，將 Line 的貼圖運用於稻田彩繪之中（圖 3），並導入 2D 平面轉 3D 立體技術，成功地將圖騰放大於 1.2 公頃的稻田裡，為屏東南州小鎮帶來了前所未見的人潮。



圖 2. 2013 年作品 - 黃色小鴨



圖 3. 2015 年作品 - Line friends

現況

時間過得好快，從種下臺灣的第一塊稻田彩繪至今已經 20 餘年，水稻的顏色也從原本的紫、綠兩色，增加到紫、綠、黃、白、黑、紅六種顏色，這讓稻田彩繪圖騰的色彩更加的豐富，而苑裡鎮農會的團隊在這 20 餘年間也從不間斷的製作，更練就了一身的好本領，協助製作稻田彩繪的足跡也幾乎踏片全臺各縣市，現在我們很自豪的說：只有你畫不出來的圖案，沒有我們製作不出來的稻田彩繪！

結語與期望

稻田彩繪打響了苑裡鎮的聲量，為農村休閒觀光帶來亮點，過去 20 年因為參與夥伴的互相效力，造就了 2 色變 6 色 (農試所)，2D 平面轉 3D 立體 (屏東縣政府 / 正修科技大學)，張素貞博士成為「稻田彩繪」之母。稻田彩繪是結合藝術與工藝的一門高深技術，在田間操作時，需耗費極大的人力，未來如何利用 AI 智慧來完成，是執行者者如苑裡鎮農會所迫切期待的，願苗栗區農業改良場能於近程完成我們對稻田彩繪共同的願景。





稻田生態系服務價值

王正安

觀察家生態顧問有限公司

一、前言

棲地破壞是近代生物多樣性保育最大威脅，隨著全球人口增加，都市與農田快速擴張，使得自然棲地大量消失。另一方面，自然的農田被視為是眾多生物的補充棲地，然在綠色革命後，農田的生物多樣性也廣泛下降。為減緩生物多樣性流失，第十屆生物多樣性締約方大會（COP10）提出里山倡議，揭示社會 - 生態 - 生產地景的重要性；聯合國提出永續發展目標（SDGs），將糧食需求與生物多樣性保育列為重要目標。為達永續發展，如何於農田維持糧食生產，同時兼顧生物多樣性保育，是近年科學研究及農業轉型的重要課題。

農田生態系不僅提供糧食，也作為許多生物棲息空間，提供眾多生態系服務（Ecosystem Service）。生態系服務係指生態系對人類福祉直接或間接的貢獻，並可分為支持、供給、調節與文化四大類別，透過生態系的結構與機制，提供多樣的生態系功能，進而惠益人類社會。在環境迅速變遷的情況下產生永續生存之需求，進而提升生態系服務的價值。

水稻是重要的糧食作物之一，水稻田因其廣闊的面積、固定的耕種周期、多元的棲地配置，以及特殊的動態水文交換環境（Dynamic Hydrological Regime），可作為水生動植物良好的棲地。若水田棄耕，因動態水文系統消失，則會造成水生生物多樣性豐富度下降，使其需較長時間回復，故維持經營管理是水稻田生物多樣性保育的關鍵。某些環境狀況良好的水稻田成為水生動物的重要庇護所或水鳥重要的中繼站（Stopover），亟需投入保育資源關注。

二、水稻田生態系服務

2007年八大工業國峰會（G8）通過生態系暨生物多樣性經濟學（The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB）倡議，分析生態系對人類福祉的效益與價值，提供經濟學上的詮釋，以利政策溝通與實務連結，並將其分為四大類別。

（一）支持服務（棲地）

水稻田生態系提供眾多生物棲息，包括土壤中微生物、水生植物、水生動物及各種遷徙陸域生物，可做為天然濕地之補充棲地，透過物種間的交互作用，建立完整的生態系統，並藉其機制作為支持其他生態系服務之基礎，如碳循環、氮循環、磷循環、水循環等。另一方面，棲息水稻田中的各種生物或農作物，藉由環境及壓力，發生型態及行為上的適應，亦可透過遺傳多樣性作為生態系服務的基礎，如農業改良、生物防治、醫學發展等。

（二）供給服務

農田生態系是人類社會最主要的糧食來源，其中水稻更是臺灣最重要的糧食作物，供給生活所需熱量的主要來源。同時水稻桿也能作為草編、抑草蓆或堆肥原料，米胚芽可提煉保健用品。在水田中的其他野生物也能作為食物，如尖瓣花、田螺、虎皮蛙等；或是做為醫藥原料，如魚腥草、仙草、艾草等。水稻田雖然需要大量灌溉水，然有部分水會挹注地下，或藉蒸發散回到水循環中，良好的水稻田管理，其灌溉水能作為良好的淡水，供給人類或生物所需。

（三）調節服務

調節服務範疇廣闊，包含空氣調節、廢水處理、碳吸存、減緩極端氣候、水土保持、植物授粉及生物防治。水稻能作為植物淨化空氣污染、減少水體營養物質含量，並將碳儲存於植物體中。碳吸存亦可透過適切的農事操作減緩碳排放或將其保存於土壤中，廣大的水稻田也能作為都市的天然災害緩衝區。另一方面，稻田生態系也能直接提供水稻生產所需服務，包括授粉昆蟲傳播提高授粉與結實率，及天敵昆蟲透過捕食或寄生方式抑制病蟲害。

（四）文化服務

廣大的水稻田地景能作為休閒遊憩之用，提升國人身心靈健康。水稻田具豐富的人文色彩，形成與自然共生的生態系統，農業生產的傳統知識及文化能提供食農及環境教育進行，棲息水田中的生物多樣性可提供觀光效益，如賞鳥、賞花等。水稻田也是許多臺灣人民的共同記憶，能作為歌曲、舞蹈、繪畫等靈感來源。





三、結語

隨著農田生態系研究的完備，目前對農田原則上的保育建議已漸趨一致，然而因農田作物及農法多樣，仍需因地制宜提出適切的農事操作方式，維持農作產量，並增加生態系服務與韌性。近年國際發展全球生物多樣性框架（GBF）、自然解方（NbS）等策略；臺灣推動生態系服務給付、國土生態綠色網絡等政策，均揭示農田生物多樣性保育的重要性，透過經濟學方式量化生態系服務價值，搭配公民科學等工具蒐集生態資訊，以展現農人多元價值，促進人類社會永續發展的可能性。

稻草編織（處理及發想）

蔡景騰

喜妹娜哇稻草藝品館

認識日本注連繩



「注連繩」是一種由中國傳至日本的「稻草結繩」，據說當年徐福渡海為秦始皇求長生不老藥時，徐福即將中國的穀物及農耕技術帶至日本，日本人為了感謝徐福，便以稻草做成繩結，裝飾在門口或神社中央，以示對五穀的崇敬。

相傳古時移民到日本的島民，食用米食都由中國大陸糧船供應，每年冬季冰雪覆蓋，人民無法工作，就利用稻草結繩，懸掛在海港邊或門前，祈望船隻平安抵達，新米準時靠岸，於是繩結成為新的、好的象徵。

注連繩是日本掛在神社鳥居上，顯示神與人之間的區隔以及新年掛在門前、玄關或是裝飾於室內，是趨吉避凶的象徵物。經過數百年沿襲，目前婚喪喜慶活動的周邊環境或車內，都有懸掛此物，取其吉祥之意。

注連繩的稻草是採用尚未結穗的水稻，收割後要立即高溫烘乾，保持綠色，再篩選出健壯的稻草，經歷扁軟化處理後，成為材料，避免曬太陽變白或受潮。製作繩結時要束成三、五、七等單數股，再扭轉合成注連繩。

原料採收



尚未結穗的青割稻草
為什麼？
背後的文化意涵？
與在地農民契約耕作





十年來的農業轉型



國內旅遊
就業機會
稻穀轉作
手作體驗
內銷市場
黃金小鎮



水稻食農教育分享

黃善華

苗栗縣公館鄉南河國民小學

112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語



食米教育基礎課程~共計8場次

112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語



食米推廣體驗課程~共計16場次



112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語



校外學習活動~共計3場次

112年執行成果

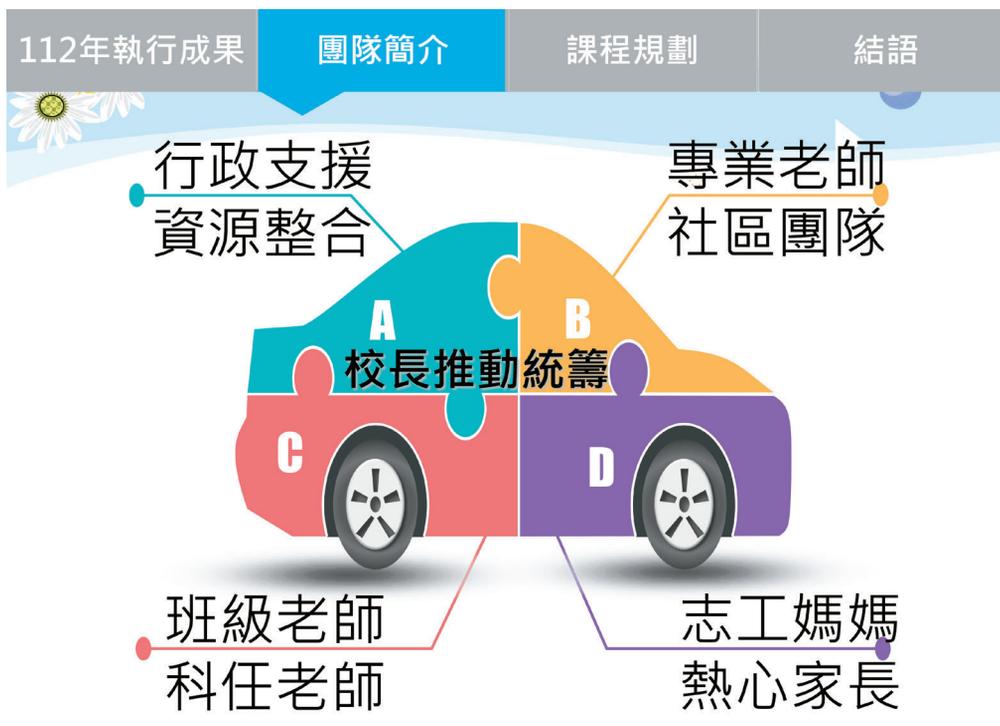
團隊簡介

課程規劃

結語



112年度特色~構樹、科技教學、跨領域、國際交流



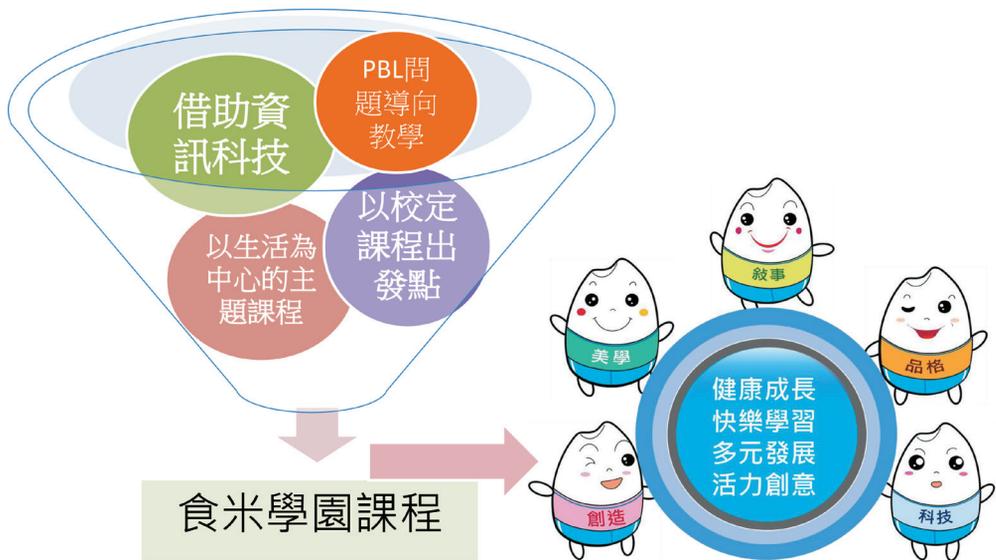
食米學園計畫推動歷程

110年	食米基礎課程實施(單元式課程)、創意米食推廣活動
111年	食米基礎課程結合跨領域教學(主題式課程)、課程融入SDGs指標，科技農業探究、將食米學園納入108課綱校訂課程、新增各項創意新興米製品體驗活動。
112年	111年課程滾動式修正再出發，包含1-6年級食米基礎課程、食米文化傳承與體驗課程、校外體驗課程。課程重點著重在節氣、實作、創新與省思。

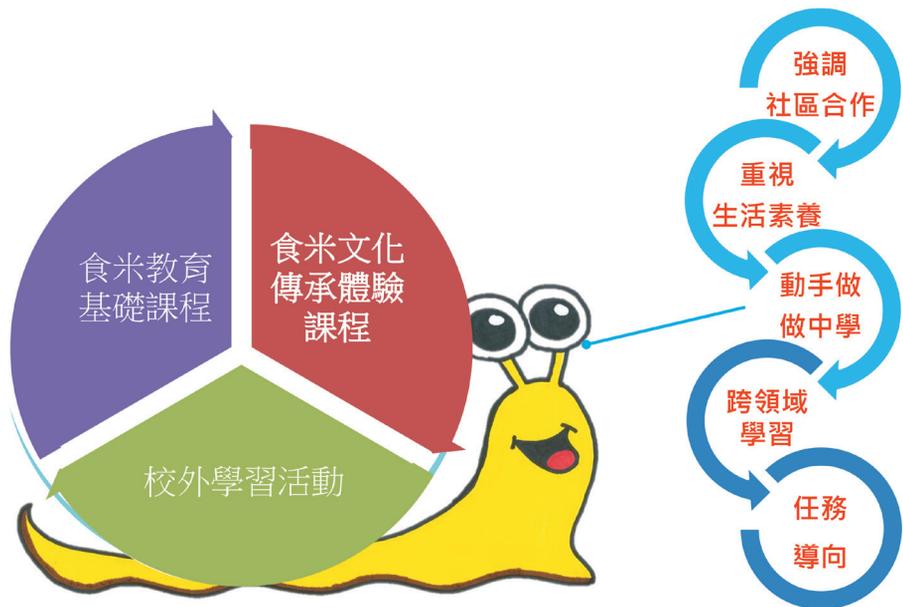




112年執行成果	團隊簡介	課程規劃	結語
----------	------	------	----



112年執行成果	團隊簡介	課程規劃	結語
----------	------	------	----



計畫簡介	執行成果	執行省思	未來規劃
------	------	------	------

中山國小112年食米學園課程

食米教育基礎課程		食米文化傳承體驗課程		校外學習活動	
一年級	節氣與米食	節氣米食	<ul style="list-style-type: none"> ● 清明節為什麼要吃草阿粿? ● 一起做~草阿粿 	一年級 / 二年級	麥克農場客家米食體驗之旅
二年級	米的製程與營養		<ul style="list-style-type: none"> ● 端午節為什麼要包粽子? ● 親子~包粽子 		
三年級	米的種類與標章		<ul style="list-style-type: none"> ● 中秋節為什麼要做麻糬? ● 歡樂~搗麻糬 		
四年級	米食的營養與均衡	創意米食	<ul style="list-style-type: none"> ● 超人氣米鬆餅 ● 嘎滋脆米漢堡 ● 構好吃米餅乾 	五年級	苑裡鎮農會碾米選米體驗之旅
五年級	認識米的等級/人工智慧一等米二等米分分樂		<ul style="list-style-type: none"> ● 清涼透脾米苔目 ● 卡滋卡滋糯米條 		
六年級	異國米食大不同		<ul style="list-style-type: none"> ● 寫生、作文、寫字比賽 		
		主題教育	<ul style="list-style-type: none"> ● 日式柴燒炊飯比賽 		
		共學	<ul style="list-style-type: none"> ● 小農夫來插秧 		
		種稻體驗	<ul style="list-style-type: none"> ● 種地瓜與花生 		

計畫簡介	執行成果	執行省思	未來規劃
------	------	------	------

中山國小112年食米學園課程

食米教育基礎課程	食米文化傳承體驗課程	校外學習活動
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 融入健康領域各年級認識米食與營養單元。 ✓ 融入校訂課程~認識家鄉。 ✓ 結合生活、語文、綜合活動課程；採跨領域教學，於正課中實施。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 運用每週三全校主題活動時間。 ✓ 結合社苓社區發展協會共同辦理米食體驗與實作課程。 ✓ 結合生活、語文、綜合活動課程；採跨領域教學，於正課中實施。 ✓ 搭配科技的運用與國際教育，帶孩子看世界。 	





112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語



我們以學生為中心 重視學習目標 規畫適宜課程

112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語



強調整合資源 與在地連結 讓孩子運用於生活中

112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語



112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語





112年執行成果

團隊簡介

課程規劃

結語

五年級完全聽障生 小研



不喜歡讀書又愛翹課的 小勳



食米學園學習內容創新 讓孩子充滿自信



謝謝您的指導

苗栗農改場推動稻田彩繪技術 20 年 回顧展

農業部苗栗區農業改良場於 2002 年開始推動稻田彩繪，當年由苗栗農改場、苗栗縣政府及苑裡鎮農會共同合作，於苗栗縣苑裡鎮推出稻田彩繪的處女作「苑裡」，成為媒體的新奇焦點，也成功吸引國人目光。在技術開發及推廣歷程可概分為三個階段：（一）2002~2007 年為發展初期，以示範觀摩結合田間作品創意，以及攝影比賽等，例如，2005 年與苑裡鎮農會產學合作並舉開「才子佳人、永結同心」活動，同時第二次攝影比賽。（二）2008~2018 年間則有許多首創，如首次企業認養、首創多田製作，2013 年由農業試驗所選育不同彩葉稻豐富稻田地景色彩，2016 年電腦佈點首作「Fun PingTung with EVA」，係由長榮公司認養。（三）2019~2023 年間以推動米食融入觀光，如斗南乖乖米、無米樂發揚米食、幸福苗栗米食季，另輔導稻農股份公司進軍東部、與交通部跨部合作，由花東縱谷風景區管理處以「來自山的禮物」彩繪興旺東部旅遊。

國內稻田彩繪由苗栗農改場首先發想，又有農業試驗所選育不同彩葉稻豐富了稻田地景色彩，並經由苑裡鎮農會的長年持續執行，賡續展現出水稻的藝術價值，作品圖騰結合創意、文化、節令、流行等不同面向，類型包含宣導政令、品牌廣告、客製化行銷等，也帶動農村旅遊及多元行銷等附加價值，以屏東農業博覽會為例，2016 年至 2023 年每年平均參觀人次破百萬，若以每人消費 10~100 元計，可增加農業周邊商業效益約億元以上，苑裡鎮愛情果園經營為例，每年平均參觀人數約 2 萬人，可增加農業周邊商業效益約 200 萬元以上。

為了讓國人一次欣賞 20 年來稻田彩繪作品影像，苗栗農改場與苑裡鎮農會合作舉辦「稻田彩繪技術及應用產業推動成果 20 年回顧展」，論壇手冊節錄了部分圖片，超過 60 幅的稻田彩繪作品影像將完整呈現在本場農業博覽館，展期自 2023 年 11 月 16 日至 12 月 31 日，歡迎曾參與稻田彩繪創作或有興趣者，蒞臨現場共襄盛舉，期盼未來能有更多的創意與技術開發，讓稻田彩繪持續在臺灣發光發亮！





2001「苑裡」初體驗 - 苗栗苑裡



2010「350ppm TAIWAN MIAOLI」 - 苗栗苑裡





2009 桃園起航 - 桃園市



2011 百年召集『蘭』 - 苗栗苑裡

2011 揚眉兔氣 ROC100- 苗栗苑裡





2012 龍馬精神 - 苗栗苑裡



2013 金蛇呈祥 - 苗栗苑裡





2014 三陽開泰 - 苗栗苑裡

2014 看見莉桐 - 雲林莉桐





2015 富麗米 - 花蓮富里



2015 熊貓 - 苗栗苑裡



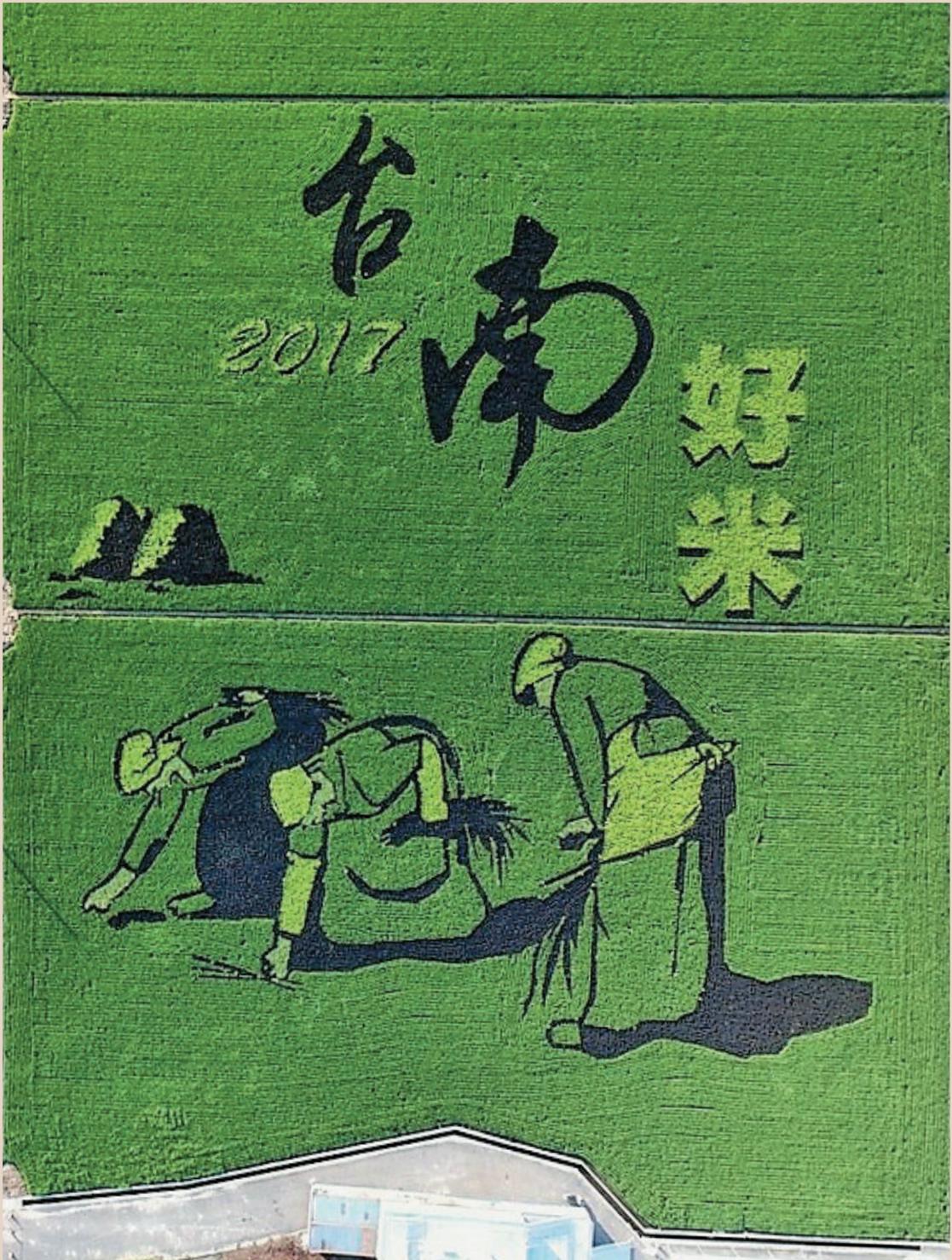


2016 宗教信仰媽祖 - 苗栗苑裡

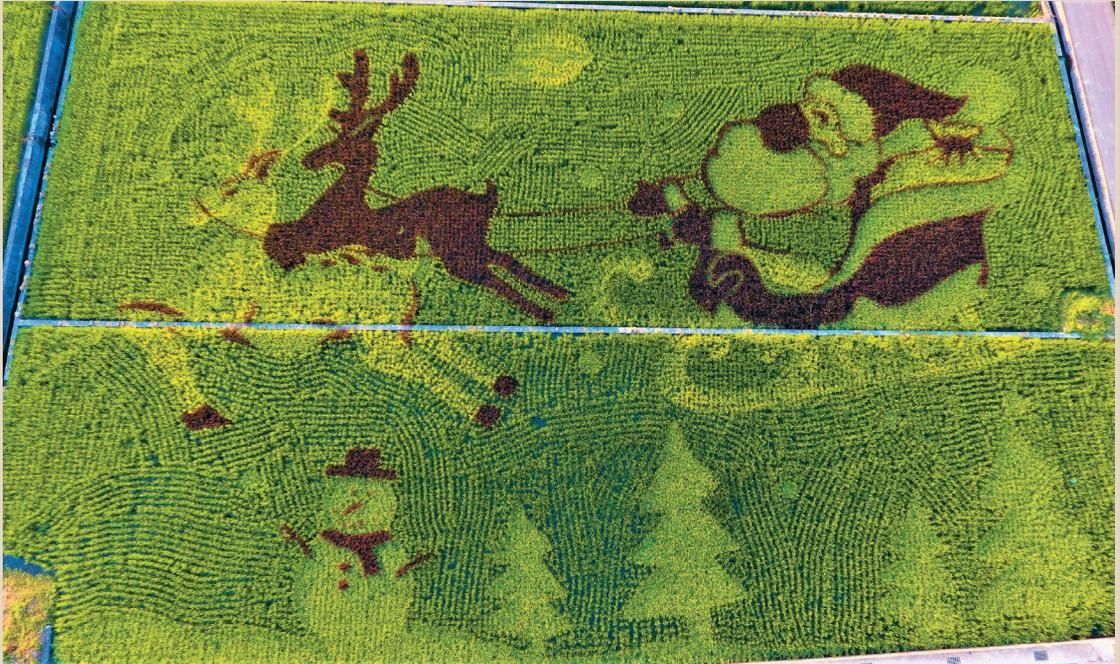


2017 一起愛石虎 - 苗栗苑裡





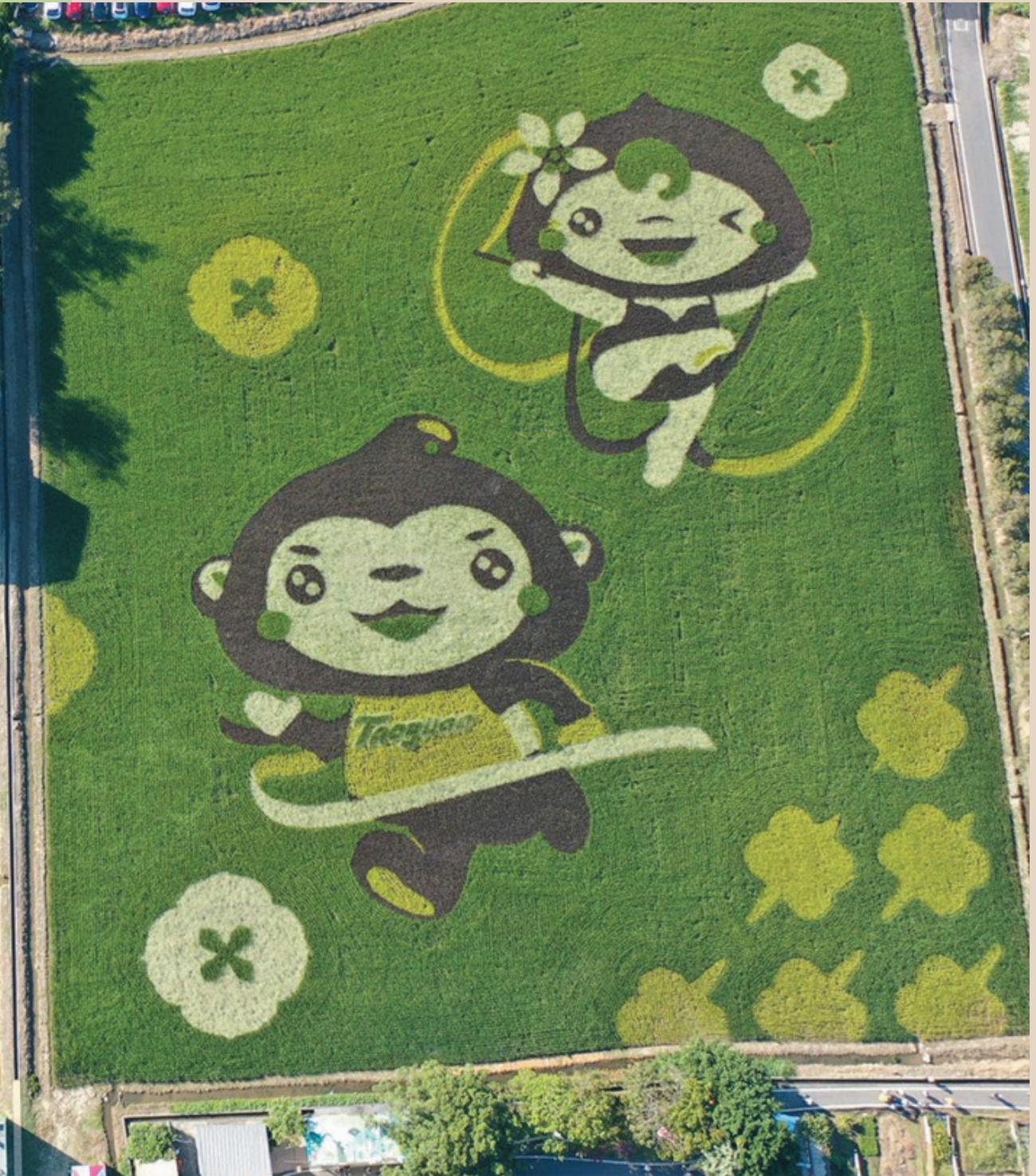
2017 節令聖誕節 - 苗栗苑裡



2018 福德老爺 - 彰化花壇









2019 節令粽情端午 - 苗栗苑裡



2021 宗教信仰三官大帝 - 苗栗苑裡





2020 國慶煙火 - 台南後壁



2022 「Love 屏東」屏東長治

2022 咖波稻陣走 - 台南後壁





2023 三奇美徑 - 宜蘭冬山



2023 丹參節告別單身 - 苗栗苑裡



2023 幸福台中 - 台中外埔



國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

水稻藝術及米食文化論壇 . 2023 = Forum of the paddy art & rice food culture/ 林孟均、林家玉、賴瑞聲主編，-- 初版，-- 苗栗縣公館鄉：農業部苗栗區農業改良場，民 112.11

面：26×19 公分

ISBN 978-626-7368-45-9 (平裝)

1.CST：稻米 2.CST：栽培 3.CST：農業經營
4.CST：文集

434.111

112018909

2023 水稻藝術及米食文化論壇

出版機關 農業部苗栗區農業改良場
住 址 苗栗縣公館鄉館南村 261 號
網 址 <https://www.mdares.gov.tw>
電 話 (037) 222-111
發行人 呂秀英
主 編 林孟均、林家玉、賴瑞聲

設計印刷 知己圖書股份有限公司
出版日期 中華民國 112 年 11 月
版 次 初版
定 價 新臺幣 200 元整
展售處 行政院農業委員會苗栗區農業改良場
展售書局 五南文化廣場 / 臺中市區中山路 6 號 600 號
國家書店 / 臺北市松江路 209 號 1 樓

GPN：1011201561 ISBN：978-626-7368-45-9

版權所有，翻印必究