



行政院農業委員會臺東區農業改良場

110年度農業生態系長期生態研究研討會議程

時間：110年10月7日(星期四)上午9時至下午4時30分

地點：線上研討會

議程表

時間	主 題	主持人/演講者
08:30~09:00	報到、領取資料	
09:00~09:10	開幕、長官及貴賓致詞	
第一場次		主持人：陳信言場長
09:10~10:00	建立地方及地景尺度之生態農業管理模式	講者：林裕彬副院長
10:00~10:50	農業長期生態研究的新任務與挑戰	講者：林朝欽博士
10:50~11:00	休息時間	
第二場次		主持人：林朝欽博士
11:00-11:30	農業生態系長期生態監測擴站計畫之初步成果	講者：陳琦玲研究員
11:30~12:00	慣行及有機農法對於桶柑果園土壤及蟲相之影響：以新竹縣峨眉鄉為例	講者：湯雪溶助理研究員
12:00~13:30	午餐 / 休息	
第三場次		主持人：張繼中副研究員
13:30~14:00	慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響：以西湖地區為例	講者：劉東憲助理研究員
14:00~14:30	慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響：以麻豆地區為例	講者：潘佳辰助理研究員
14:30~14:50	休息時間	
第四場次		主持人：蔡恕仁課長
14:50~15:20	慣行及有機農法對於水稻田土壤及蟲相之影響：以富里地區為例	講者：林立助理研究員
15:20~15:50	慣行及有機農法對於水稻田土壤及蟲相之影響：以池上地區為例	講者：許育慈助理研究員
15:50~16:30	綜合討論	主持人：陳信言場長
16:30~	結 束	

目 錄

2021年農業長期生態研究研討會論文集序言.....陳信言.....1

2021年農業長期生態研究研討會論文集序言.....林學詩.....2

第一場次

建立地方及地景尺度之生態農業管理模式.....林裕彬.....5

農業長期生態研究的新任務與挑戰.....林朝欽、陳琦玲.....6

第二場次

農業生態系長期生態監測擴站計畫之初步成果

.....陳琦玲、石憲宗、陳健忠、林朝欽、張繼中
、張素貞、賴瑞聲、林立、潘佳辰、莊國鴻、陳泰元、嚴國維、許自研.....9

慣行及有機農法對於桶柑果園土壤及蟲相之影響：

以新竹縣峨眉鄉為例.....湯雪溶、莊國鴻.....11

第三場次

慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響：

以西湖地區為例.....劉東憲、任心怡、蔡正賢.....23

慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響：

以麻豆地區為例.....潘佳辰、陳盈丞、陳昇寬、黃瑞彰、林明瑩.....33

第四場次

慣行及有機農法對於水稻田土壤及蟲相之影響：

以富里地區為例.....林立、倪禮豐、陳怡樺.....45

慣行及有機農法對於水稻田土壤及蟲相之影響：

以池上地區為例.....許育慈、張繼中、黃文益、蔡恕仁.....57

2021年農業長期生態研究研討會論文集

序言

農業生態系之長期生態研究 (Long Term Ecological Research, LTER) 計畫於 2006 年開始進行，農業試驗所與臺南區、苗栗區農業改良場及茶業改良場等陸續在臺灣中部成立 6 處研究站，展開長期跨領域之多時間與空間資料收集，瞭解生態系之結構、組成、交互作用等研究之後，於 2020 年再擴及於農村 / 社區進行農作物產量、生態與環境變遷及其韌性相關研究，在全臺生產專業區擴增 11 處監測站，包括 9 處農業站和 2 處漁業站，本場參與其中 3 處監測站，藉此研究觀察不同農法與氣候變遷對其生態之影響，以進行肥培與蟲害之精準管理，解析農業操作對生態環境之衝擊。

為展現目前農業生態系長期生態研究之調查結果，特舉辦本次研討會，會中邀請各試驗改良場所及大專院校相關科系共同參與，分享目前調查結果，建立生態農業管理模式及農業長期生態研究的新任務與挑戰。本次研討會邀請國立臺灣大學及林業試驗所分別發表「建立地方及地景尺度之生態農業管理模式」及「農業長期生態研究的新任務與挑戰」，而桃園區農業改良場、苗栗區農業改良場、臺南區農業改良場、花蓮區農業改良場及本場則發表慣行及有機農法對橘類果園與水稻田生態監測站蟲相、土壤及產量調查結果。期能讓各界藉由本次研討會進行意見交流，擘劃農業生態系長期生態研究發展方向。

茲將本次研討會內容文章編輯成冊，以提供有志於農業生態系長期生態研究之參考，並累積農業長期生態調查成果，俾利農政單位研擬制訂相關農業政策的參考資料。本書之完成承蒙場內、外主講者熱心協助及撰稿，本場工作團隊的配合及努力，始得順利付梓，在此謹致以誠摯的感謝。並請各界先進不吝指正。

行政院農業委員會臺東區農業改良場

場長 **陳信言** 謹識

中華民國110年10月7日

2021年農業長期生態研究研討會論文集

序言


任何一塊農田都是該區塊農業生態系的一員，是農業地景的基本元素。若將生態系以自然度來分類，則農業生態系是介於全自然（如森林與湖泊）與全人工（如都市集水區）生態系之間，是人類生存空間最重要的生態系。傳統的農業經營目標是農業永續與經濟收入並重，其間涉及生態系統的維持與環境保護，但因全球暖化與集約經營對生態環境造成衝擊，乃成為農業發展上的極大挑戰，因此未來農業經營上必需發展出生產穩定與環境保育並重的科學架構。

許多前人研究顯示，短期的研究結果可能導致錯誤的結論，沒有長期資料不但無法形成有意義且可測試的假說，更難以闡釋既有的農業生產與環境保育共存的概念。因此「長期」的概念成為健全農業生態系與永續生產所必須。基於此，長期生態的研究方法也必須與傳統的農學研究方法有所不同，強調以系統的方法包括：主要假說或參數的選擇、長期試驗的形成、比較性的研究、跨組織層次的、基地與自然史、資料管理等項目為整體考量。以上這幾項考量因子，乃構成農業長期生態研究的主要理論架構與方法論。

農業試驗所與臺南區農業改良場從2006年啟動農業長期生態研究開始，即依循上述的理論架構與方法論來進行，除強調科學性本質外，也加強資料保存與使用、網絡間合作、成果分享與推廣。迄今每年都要舉辦一場農業長期生態研究研討會，把上一年成果與未來問題拿來分享與討論。今(2021)年的研討會由臺東區農業改良場主辦，具有三個特殊意義，首先是農業長期生態研究自去年邁入一個新的階段，有10個站加入研究團隊網絡，這個擴站計畫受到農委會的高度重視；其次是在COVID-19疫情下，研究工作並未停頓，我們仍然規劃以線上方式辦理這個研討會；再來是臺東、花蓮與高雄區農業改良場明年將肩負啟動原鄉原力的生態農業研究計畫，創新永續農業經營模式。

農業長期生態研究過去累積的資料是很重要的參考，也是回饋到實務與新經營模式最佳時機。祝本次研討會順利成功，也期待看到有用的成果產出，展現出農業長期生態研究對台灣農業經營提供最重要的科學支撐，是為之序。

行政院農業委員會農業試驗所

所長  謹識

中華民國110年10月7日

建立地方及地景尺度之生態農業管理模式

林裕彬^{1*}

¹國立臺灣大學生物資源暨農學院 副院長

*通訊作者：yplin@ntu.edu.tw

摘 要

農業生態環境為人類為獲取足夠的糧食需求於自然環境中進行耕作活動所營造出來的生態環境，其生態系統組成會隨土地利用、農務施作、作物種類、耕作頻率等人為因素而產生改變。為促使生物多樣性保育、農村生計以及農業生產環境之永續性，必須採取一種全面整合及推動的方法，以達到生產、生態、生活共贏。由行政院農委會所補助之四年期計畫「健全農村生態系及服務功能之策略發展與操作模式試驗研究」，以臺灣西部地區之水稻田中的節肢動物為研究對象，於地景尺度下分析苗栗苑裡及彰化二林地區地景組成與配置與微氣候環境對於水稻田節肢動物數量的影響，並確立適合常見節肢動物的地景管理尺度；於地方尺度下則分析農法對於水稻田節肢動物數量與數量變化率的影響，並探討不同期作與農法下所潛在的生物防治效果，評估水稻田之生態系服務功能健全程度，輔以分析水體品質、農田微氣候環境，加上探討生態、經濟及社會的永續經營等議題，將能發展適切本土農業之創新策略與行動。同時，藉由比較國外生態農業政策，研究計畫成果將能成為我國生態農業政策或指導方針的重要依據。

農業長期生態研究的新任務與挑戰

林朝欽^{1*}、陳琦玲²

¹行政院農委會林業試驗所 退休研究員

²行政院農委會農業試驗所農業化學組 研究員

*通訊作者: linchauchin@gmail.com

摘要

農業長期生態研究在二十一世紀科技猛進、全球生態與環境劇烈變遷與新冠疫情影響下，也起了重大的變化。如何在科學、數據、網絡連結、推廣與教育既定的研究核心目標上，配合新的外在環境變化，農業長期生態研究的新任務是：擴大時空之研究維度、研究成果做為農業生態系的功能與服務的理論支撐、達成農業經營永續與保育兼顧的時代要求指引，這些新任務如何達成？農業長期生態研究必須克服三個挑戰。

挑戰之一是資訊科技的使用能力。近代的網際網路可以讓各種大量、異質、分散的資料快速且無遠弗屆地流通，可以說鏟除了世界資訊通路的諸般障礙。生態研究數據，可隨時快速送到遠端使用者的手中，如果再結合地理資訊系統與新的資料分享機制，瞬時擴大了科學研究的空間尺度，因此農業長期生態研究者建構資訊科技的使用能力是一項無可避免的挑戰。

挑戰之二是數據管理系統的建構。「生物資訊學」，「生物多樣性資訊學」及更新的「生態資訊學」的科技發展，已讓農業長期生態研究裝備了管理研究數據的最有力工具。尖端科技已突破傳統的研究窠臼之限制，讓數據能長久保存，便捷取得，充分分享等整合性功能。但這些工具的「網路基礎設施」卻未被研究機構與研究者重視。農業長期生態研究參與的人如何自身參與建構網路基礎設施是思維與行動的挑戰。

挑戰之三是如何讓農業長期生態研究成果成為科學的農業經營指引。人類活動已大量與急速消耗自然資源，造成生命界的生物多樣性喪失，加上全球環境變遷的影響，農業生產關係著人類可用續發展與否的後果。此時此刻，農業長期生態研究不再是單純的基礎研究，而是展示農業如何面對二十一世紀的農業基本問題的挑戰研究。

農業生態系長期生態監測擴站計畫之初步成果

陳琦玲^{1*}、石憲宗²、陳健忠³、林朝欽⁴、張繼中⁵、張素貞⁶、賴瑞聲⁷
林立⁸、潘佳辰⁹、莊國鴻¹⁰、陳泰元¹¹、嚴國維¹²、許自研¹³

¹行政院農委會農業試驗所農業化學組 研究員

²行政院農委會農業試驗所應用動物組 組長

³行政院農委會農業試驗所應用動物組 退休組長

⁴行政院農委會林業試驗所 退休研究員

⁵行政院農委會臺東區農業改良場作物環境課 副研究員

⁶行政院農委會苗栗區農業改良場 秘書

⁷行政院農委會苗栗區農業改良場作物改良課 課長

⁸行政院農委會花蓮區農業改良場作物環境課 助理研究員

⁹行政院農委會臺南區農業改良場作物環境課 助理研究員

¹⁰行政院農委會桃園區農業改良場作物環境課 副研究員

¹¹行政院農委會高雄區農業改良場作物環境課 助理研究員

¹²行政院農委會水產試驗所海洋漁業組 助理研究員

¹³行政院農委會水產試驗所東港生技研究中心 助理研究員

*通訊作者: chiling@tari.gov.tw

摘 要

繼本所與臺南區、苗栗區農業改良場及茶業改良場等單位於2006年開始農業生態系之長期生態研究(Long Term Ecological Research, LTER)，陸續在臺灣中部成立6處研究站，展開長期跨領域之多時間與空間資料收集，了解生態系之結構、組成、交互作用等研究之後，於2020年再擴及於農村/社區進行農作物產量、生態與環境變遷及其韌性相關研究，本所與水試所與各區改良場在全台生產專業區擴增11處監測站，包括9處農業站和2處漁業站，觀察不同農法與氣候變遷對其生態之影響，以進行肥培與蟲害之精準管理，農業操作對生態環境之衝擊。監測試驗結果顯示，文旦栽培無論採用慣行或有機農法，肥料要素投入較多之處理的產量相對較高，另亦顯示針對不同土壤特性，進行合理肥料資材應用與栽培管理的重要性，而不同農法文旦果實品質無顯著差異。卑南鳳梨釋迦及西湖文旦果園慣行區土壤較有機區土壤偏酸。台東池上及花蓮富里水稻監測站慣行農法水稻栽培之肥料要素投入較高，其產量亦較有機及友善農法高；不同農法對米質無顯著差異。針對生態指標物種研究方面，台南方瓢蟲在不同作物的不同操作系統，皆為優勢瓢蟲，顯示其適應能力強，未來仍需持續

調查與分析，並瞭解其生物學資料，以做為田間應用的依據。在花蓮富里水稻慣行田區一期作發現大量的稻管薊馬(*Haplothrips aculeatus*)，該薊馬已多年未曾於臺灣稻田發現，但二期作稻管薊馬僅有零星發生，將持續長期監測探討其發生原因。新竹峨眉桶柑有機田區銹蟬危害造成明顯黑柑，正嘗試從有機田區分離本土性蟲生真菌，並進行量產，期能成為有機栽培柑橘銹蟬防治微生物製劑。漁業站運用自動物聯網感測器自動監測高雄市永安區及屏東縣枋寮鄉漁業養殖測站之水質，並以雲端攝影機持續收集現場影像，並可即時透過電腦網頁或手機APP察看，所有數據受到完整紀錄，規劃應用於養殖漁業生態系長期監測。初步研究結果顯示，養殖池之溶氧具有日周循環特性，且深受日照及降雨等天氣影響。相較於溶氧，養殖池短時間水溫差異不大，且酸鹼值普遍維持於7.5-8，氧化還原電位在350-450 mV之間，這些環境的穩定特性對養殖生物存活率有正向影響。連續降雨或長時間日照蒸發作用易使鹽度變動外，水源之鹽度亦為變動主因。目前設立之2處漁業養殖測站因養殖生物中不同而存在站間差異，後續也將可搭配養殖生物參數深入探討。本計畫亦擬藉農漁村社群參與式研究，加強國人對生態與環境之重視，降低農業生產對生態系服務功能之衝擊。

慣行及有機農法對於桶柑果園土壤及蟲相之影響： 以新竹縣峨眉鄉為例

湯雪溶¹、莊國鴻²

¹行政院農業委員會桃園區農業改良場作物環境課 助理研究員

²行政院農業委員會桃園區農業改良場作物環境課 副研究員

摘 要

2020年桃園區農業改良場加入農業生態系長期生態監測站擴站計畫，選定新竹縣峨眉鄉桶柑慣行及有機栽培果園進行長期生態監測，每年花期、小果期、中果期及大果期懸掛黃色黏板(yellow sticky paper, YSP)進行指標昆蟲監測，並進行果園土壤及葉片植體分析，記錄不同農法操作之施肥、用藥及產量。2020年調查結果，亞洲柑橘木蝨以慣行區花期時密度0.63隻/黏板/兩週為最高，同期有機區花期時密度0.13隻/黏板/兩週次之，其他時期監測密度極低。薊馬監測結果顯示，慣行區及有機區花期時密度分別為10.5隻/黏板/兩週及22.6隻/黏板/兩週，慣行區薊馬密度較有機區低的原因可能來自於化學藥劑之介入；然值得注意的為中果期慣行區兩次監測結果高達36.2隻/黏板/兩週與21.9隻/黏板/兩週，有機區監測結果密度亦上升達16.6隻/黏板/兩週及2.6隻/黏板/兩週。東方果實蠅監測結果顯示，慣行區密度僅於中果期之8月下旬監測密度0.7隻/黏板/兩週稍高，隨後化學藥劑介入，果實蠅密度降低，有機區則8月中旬密度4.9隻/黏板/兩週最高，一直維持一定密度，顯示有機區果實蠅防治力道不足。瓢蟲類監測結果顯示，有機區瓢蟲類數量除中果期外，其餘各監測期密度皆明顯高於慣行區，瓢蟲數量及多樣性或有作為桶柑果園生態監測指標之潛力。土壤肥力分析與植體檢測結果，慣行區及有機區之土壤酸鹼度均低於5.5，導致植體葉片中鈣含量不足。雖然土壤中交換性鉀充足，卻未必能反應在植體養分吸收，因土壤肥力監測不能僅憑單年度之資料就看出結果，仍有待長期探討。慣行區及有機區果園農法操作(施肥、用藥)與蟲相、土壤及葉片肥力變化與產量之關聯性，將持續進行整理與分析。

前言

由於全球環境與氣候變遷，造成極端氣候事件發生強度與機率大幅攀升。不但使更多地區暴露在氣候相關災害的威脅，亦造成許多地區生態風險的提升。全球極端氣候亦導致農業生態改變，如何因應將仰賴農業長期生態研究，藉由科學化的數據資料庫建立，期能協助農民及早面對並防範，降低氣候災害所引起之損失。我國於2018年9舉辦「第6次全國農業會議」，形成諸多結論，其中，永續分組決議之一，期能透過法律及財政措施建立量化指標與補償機制，以發揮永續農業的生態服務價值。我國自1992年即展開自然生態系之長期生態監測研究(Long Term Ecological Research, LTER)，2006年起農業試驗所、臺南區農業改良場與茶業改良場展開農業生態系之長期生態研究(陳等，2020)，但調查樣點與研究面向，尚無法反映影響不同農業操作系統的變化因素。農業試驗所2006年開始農業生態系之長期生態研究(陳等，2020)，更在2020年獲行政院農委會支持擴增10個農業長期生態研究站。桃園場於2020年參與農業長期生態研究計畫，選定位於新竹縣峨眉鄉之有機及慣行農法兩種不同栽培模式之桶柑果園設置監測站，希望藉由觀測不同栽培模式之果園農業長期生態調查研究做為基礎，幫助臺灣農業與國際接軌，迎接未來全球氣候劇烈變遷下之挑戰。本文擬針對2020年長期生態監測站全年所調查出之特定蟲相監測、土壤與植體分析結果進行說明，並將持續累積農業生態調查資料，提供農政單位施政決策參考。

材料與方法

一、監測點位、農業氣象紀錄及蟲相監測

選定位於新竹縣峨眉鄉之有機及慣行農法兩種不同栽培模式之桶柑果園設置監測站，農業氣象則引用中央氣象局新竹峨眉測站/Emei (C0D430)資料，進行後續雨量、溫度、濕度等監測區位氣象資料記錄。指標昆蟲監測：在新竹縣峨眉鄉桶柑園設立有機及慣行田區各1處監測站，每年花期、小果期、中果期及大果期懸掛黃色黏板(yellow sticky paper, YSP)進行指標昆蟲監測。每期黏板懸掛為期2週，連續2次。慣行區及有機區各有4個重複小區，每小區至少保持0.1公頃以上。不同小區代號設立如下：慣行栽培(conventional culture, CC)4個小區代號為CC1、CC2、CC3及CC4；有機栽培(Organic culture, OC)4個小區代號為OC1、OC2、OC3及OC4。在每一重複小區內逢機設置4張YSP，每張YSP背面黏貼防

水標籤以述明該YSP代號(代號編碼組成：調查時段日期(年月日)+改良場簡稱-樣站行政區名稱-作物名稱+處理小區代號-YSP流水號，例如：20200301-14桃改峨眉柑橘OC1-YSP1)。使用黑色格網固定YSP，綁在距地基部1.2-1.3公尺高之主幹上，YSP於小區吊掛期滿回收，回收時於田間將YSP覆上保鮮膜，攜回室內鏡檢，登記特定目標昆蟲的數量，並將計算完成之YSP寄送農業試驗所進行複驗。2020年監測指標昆蟲種類為亞洲柑橘木蝨、薊馬類、柑橘潛葉蛾、東方果實蠅與瓢蟲類。花期、小果期、中果期及大果期另由農業試驗所指派團隊進行一次園區穿越線掃網調查。

二、土壤及植體分析

- (一)土壤採樣方式：監測計畫開始時，於峨眉鄉桶柑慣行區及有機區各小區進行土壤採樣，採樣位置分成表土及底土，分別為0-25 cm深度及25-50 cm深度土層。將各採樣點之土壤樣品充分混勻後取600 g進行後續土壤分析。
- (二)土壤分析方法：pH值以土：水=1：1(w/v)，平衡1 h後以玻璃電極法測定(McLean, 1982)。電導度(EC)以土：水=1：5(w/v)，振盪1 h後過濾，以電導度計測定(Rhoades, 1982)。土壤有機質含量以Walkley-Black法測定(Nelson and Sommers, 1982)。磷以Bray-I法萃取，濾液以鉬藍法比色測定(Olsen and Sommers, 1982)。有效性鉀、鈣及鎂以Mehlich-I法萃取，萃取液以火焰分光光度計測定鉀含量(Knudsen *et al.*, 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry，縮寫ICP-OES)測定鈣及鎂含量(Flannery and Markus, 1980)。銅及鋅以0.1 N鹽酸萃取，以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定含量(陳和鄒，2009)。
- (三)植體採樣：於2020年8月19日進行峨眉鄉桶柑慣行區及有機區各小區桶柑葉片採樣，採不結果枝及分枝之春梢枝條，取其頂端生長5-7個月的葉片(第3葉)，每個果園約100片(張，1991)。
- (四)植體分析方法：植體全氮以凱氏法(Regular Kjeldahl method)分解蒸餾法測定(張，1991)。葉片樣品先以二酸混合液(HNO_3 ： HClO_4 = 1：1，v/v)加熱分解至澄清，再以紫外光光譜儀測定磷含量(Murphy and Riley, 1962)，火焰分光光度計測定鉀含量(Knudsen *et al.*, 1982)，並以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定鈣及鎂含量(張，1991)。

結果與討論

一、監測點位及蟲相監測結果

監測點位相關資訊如表1，慣行及有機栽培之果園各別為同一農戶進行管理，慣行及有機栽培果園皆實施草生栽培，且尚無架設人工噴灌給水管路。慣行栽培果園選定較為容易，其栽培管理強調樹型修剪以維持通風，4小區面積較大且獨立；有機栽培桶柑園則尋覓不易，新竹縣柑橘有機驗證通過田區僅3戶，其中2戶規模尚不足以進行研究調查，因此有機果園區4重複小區乃將同一果園區分成4重複小區進行調查採樣。

表1.新竹縣峨眉鄉桶柑農業生態長期調查點位資訊

農法	定位座標 Google Map	海拔高度(m)	面積(ha)	執行起始年
慣行 CC1	24.686521, 121.011614	40-85	0.25	樹齡 23 年
慣行 CC2	24.685424, 121.011129	40-85	0.25	樹齡 23 年
慣行 CC3	24.687309, 121.010011	40-85	0.3	樹齡 23 年
慣行 CC4	24.683930, 121.013255	40-85	0.25	樹齡 23 年
有機 OC1	24.689152, 121.035055	40-50	0.2	樹齡 30 年 2008 年轉有機
有機 OC2	24.689047, 121.035358	40-50	0.14	樹齡 30 年 2008 年轉有機
有機 OC3	24.688595, 121.035365	40-50	0.02	樹齡 30 年 2008 年轉有機
有機 OC4	24.688801, 121.034907	40-50	0.02	樹齡 30 年 2008 年轉有機

2020年完成4批次慣行及有機桶柑果園蟲相調查黃色黏板懸掛監測，黏板懸掛每次為期2周，連續2次。懸掛時間為花期：2020.03.11-03.25-04.08；小果期2020.5.14-05.27-06.11；中果期2020.08.05-08.19-09.02及大果期2020.12.10-12.24-2021.1.07。調查指標昆蟲種類為亞洲柑橘木蝨、薊馬類、柑橘潛葉蛾、東方果實蠅與瓢蟲類。將各重複小區數量加總後平均所得之各時期指標昆蟲監測結果進行作圖。亞洲柑橘木蝨監測結果(圖1)顯示，以慣行區花期密度0.63隻/黏板/兩週為最高，同期有機區花期密度

0.13 隻/黏板/兩週次之，其他時期監測密度極低，介於0-0.06 隻/黏板/兩週之間。全年黃色黏板監測皆未誘集到柑橘潛葉蛾(未作圖)，該類蛾類之監測恐無法利用黃色黏板進行。薊馬監測結果(圖2)顯示，花期慣行區及有機區密度分別為10.5 隻/黏板/兩週及22.6 隻/黏板/兩週，慣行區薊馬密度較有機區低的原因可能來自於化學藥劑防治之介入；然值得注意的為中果期(8月5日-9月2日)慣行區兩次監測結果高達36.2 隻/黏板/兩週與21.9 隻/黏板/兩週，有機區監測結果密度亦上升達16.6 隻/黏板/兩週及2.6 隻/黏板/兩週；此現象反映出薊馬於中果期需再次防治之必要性，以避免果皮遭受挫吸造成果實品質下降。中果期有機區薊馬密度相對於慣行區為低之原因，除了有機區果實數量明顯少於慣行區之外，是否因有機區未使用化學藥劑而存在天敵抑制薊馬密度，值得探討，然目前之監測數據尚無法說明。東方果實蠅監測結果(圖3)顯示，慣行區密度僅於中果期之8月下旬監測密度0.7 隻/黏板/兩週稍高，隨後化學藥劑介入，果實蠅密度降低，不致構成明顯危害，有機區則8月中旬密度4.9 隻/黏板/兩週最高，一直維持一定密度，顯示有機區果實蠅防治力道不足；3月花期有機區果實蠅監測密度仍高，乃因有機區農戶非一次採收樣態，花期仍可見果樹掛果，園區仍維持一定果實蠅密度造成果實危害。瓢蟲類監測結果(圖4)顯示，有機區瓢蟲類數量除中果期外，其餘各監測期密度皆明顯高於慣行區，瓢蟲數量及多樣性之監測，或有作為桶柑果園生態監測指標之潛力。

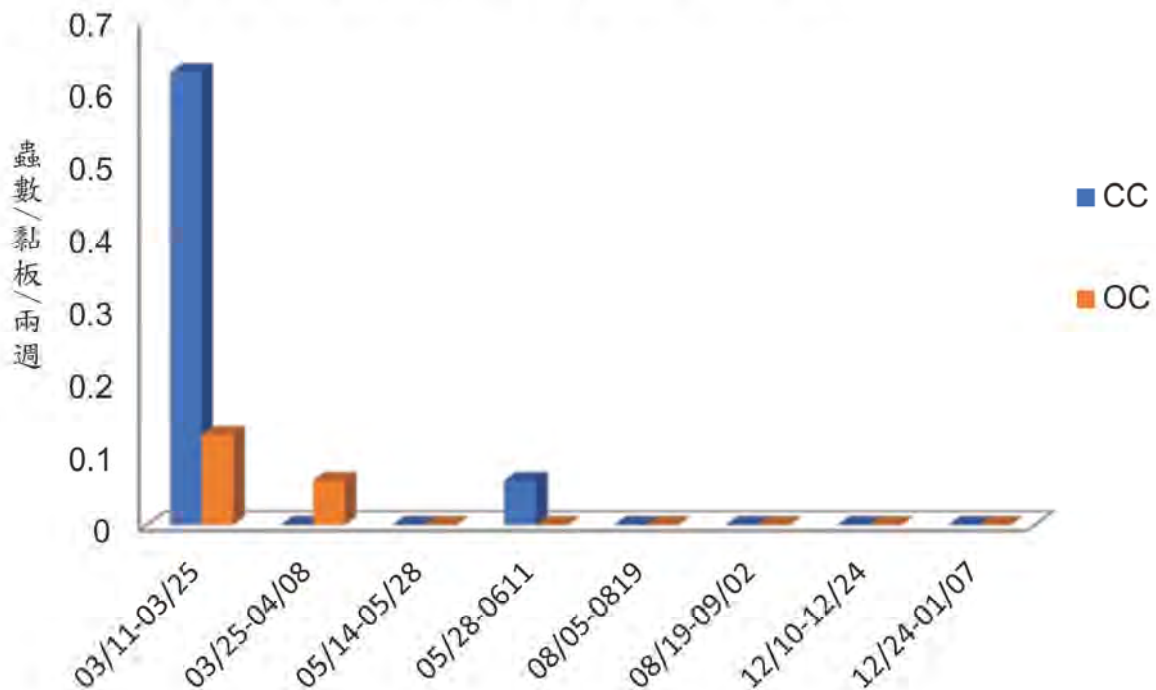


圖1.2020年桶柑慣行及有機栽培果園黃色黏板亞洲柑橘木蝨監測結果

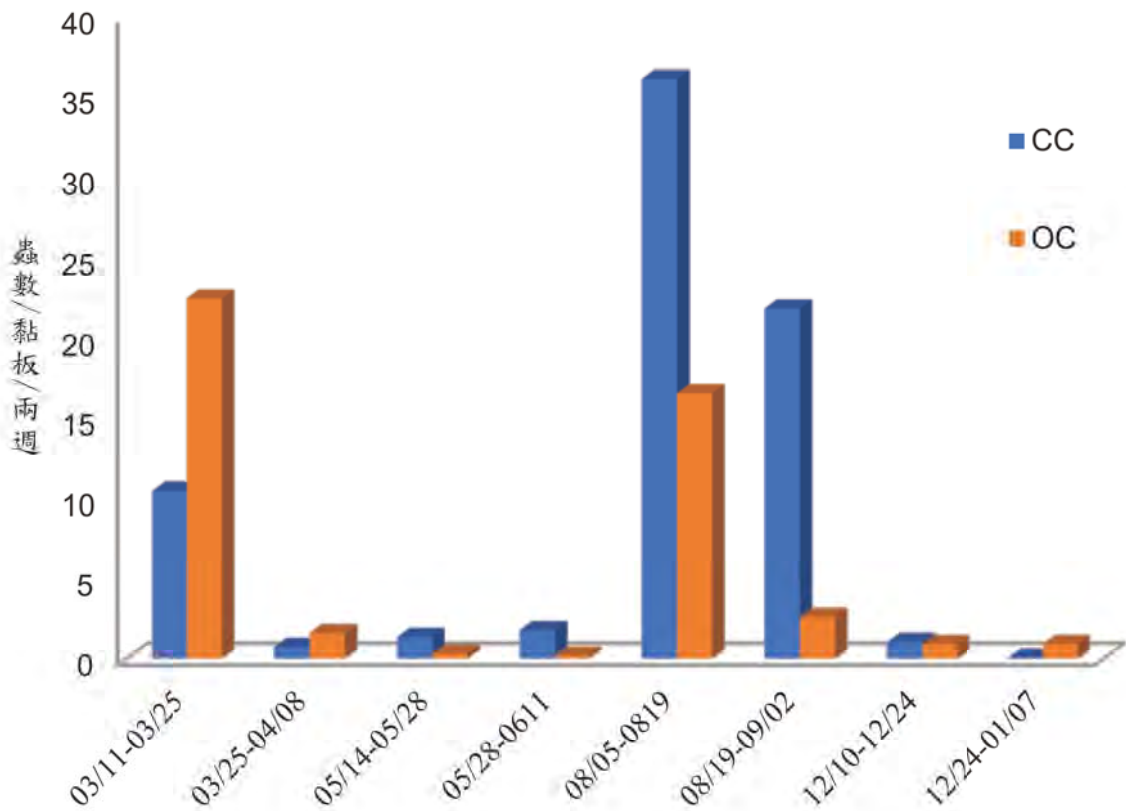


圖2.2020年桶柑慣行及有機栽培果園黃色黏板薊馬監測結果

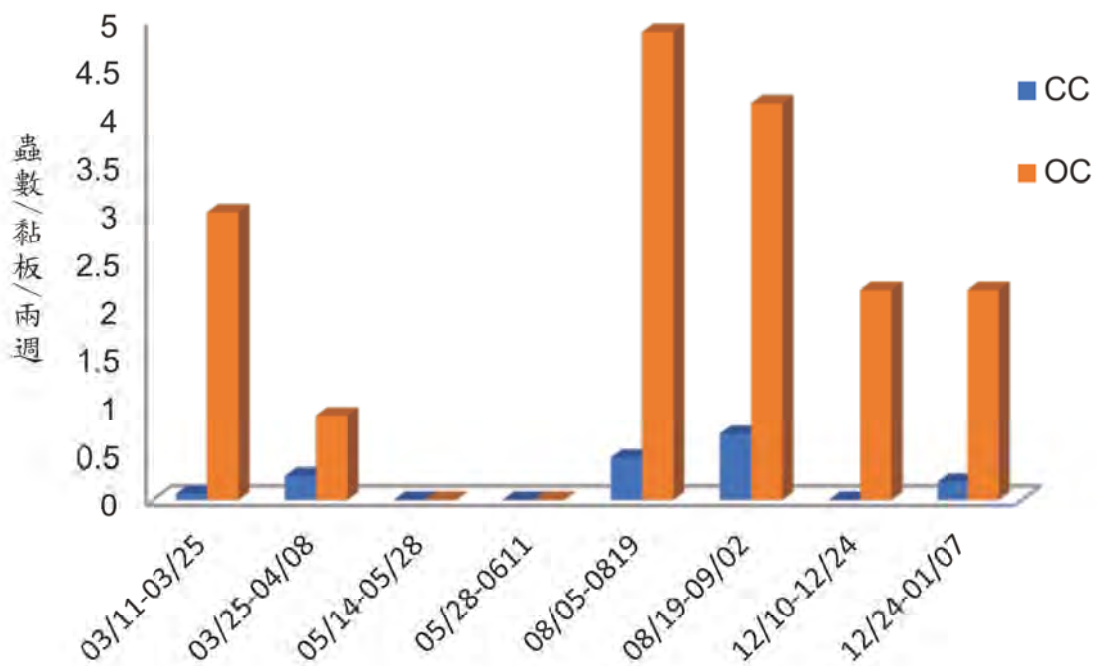


圖3.2020年桶柑慣行及有機栽培果園黃色黏板東方果實蠅監測結果

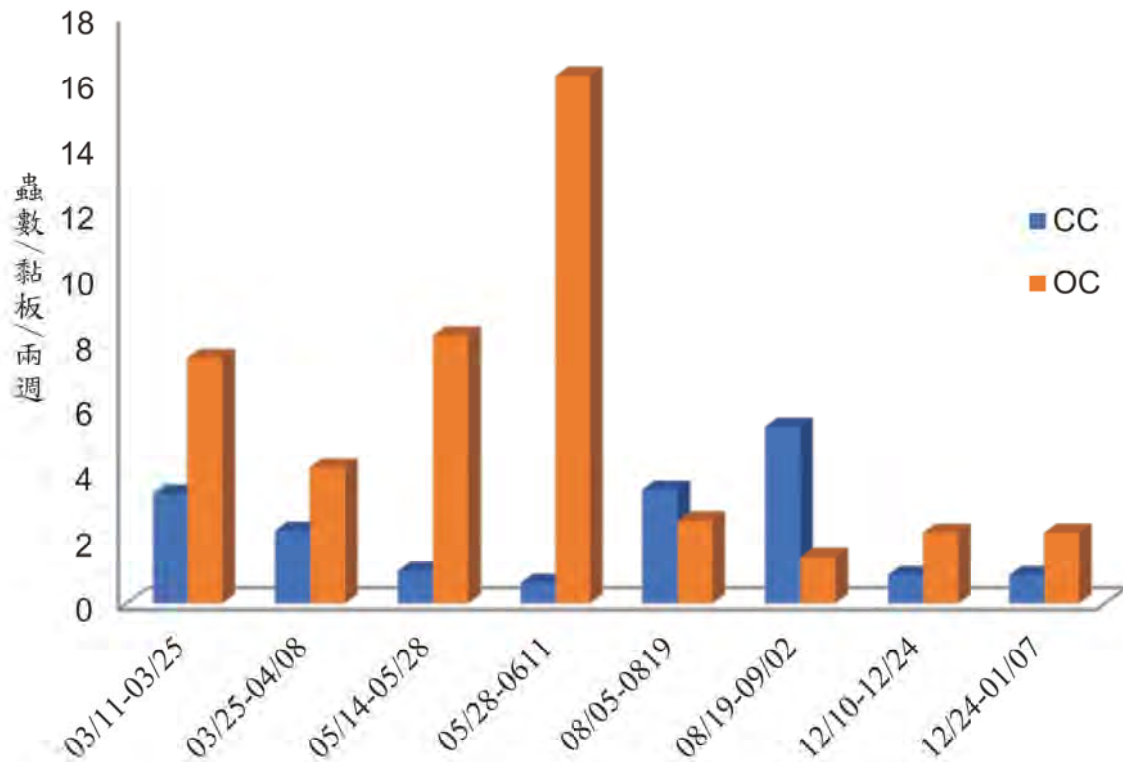


圖4.2020年桶柑慣行及有機栽培果園黃色黏板瓢蟲監測結果

二、監測區土壤肥力分析結果

慣行栽培區2020年4月8日進行採樣，有機栽培區於2020年4月22日進行土壤採樣。樣本係由本場土壤保育研究室進行肥力分析，肥力分析結果如表2所示。慣行栽培區之肥料施用主要以化學肥料為主，植株樹體有刻意強剪矮化，不使生育過於旺盛，不求掛果多。分析結果顯示土壤酸鹼度低，約在4.2左右，因而導致土壤中交換性鈣及鎂含量均較低。土壤鉀之含量尚在合理範圍，但土壤磷含量偏高，慣行栽培區之土壤平均磷含量平均值 95 mg kg^{-1} 超過建議值 50 mg kg^{-1} ，幾乎超過1倍以上。為磷肥過量施用之問題。電導度平均在 0.08 dS m^{-1} ，肥力略低，無鹽分累積之問題。有機栽培區不施用肥料，僅在果園中放養雞，利用雞之排泄物作為養分。肥力分析結果土壤酸鹼度平均為5.3，屬弱酸性土壤，電導度值介於 $0.03\text{-}0.19 \text{ dS m}^{-1}$ ，有機質含量平均約1.8%，其中1監測點之表土有機質超過3.0%以上。不論有機栽培或慣行栽培各監測點之土壤磷含量偏高，且表土含量均高於底土含量，但未超過建議值 50 mg kg^{-1} 。土壤鉀含量各監測點在合理範圍，但土壤鈣含量偏低、土壤鎂含量卻偏高，建議若欲改良土壤酸鹼度，應避免使用苦土石灰類，可改用石灰石粉或蚵貝粉等石灰資材，以避免土壤鎂過量累積，導致缺鈣。

表2. 試驗果園土壤肥力分析結果

農法	編號	土層	pH	EC (dS m ⁻¹)	有機質 (%)	Brayl-磷	Mehlich ⁻¹	Mehlich ⁻¹	Mehlich ⁻¹	
							鉀	鈣	鎂	
							----- mg kg ⁻¹ -----			
慣行 栽培 (CC)	CC1	表土	3.7	0.16	2.8	138	86	140	50	
		底土	4.0	0.11	2.0	45	61	130	52	
	CC2	表土	4.1	0.09	1.9	126	48	175	53	
		底土	4.5	0.09	1.5	100	71	200	61	
	CC3	表土	4.2	0.05	1.6	90	67	284	107	
		底土	4.6	0.04	1.2	34	80	400	163	
	CC4	表土	4.0	0.06	1.4	148	45	255	80	
		底土	4.3	0.07	1.0	78	42	336	88	
	平均值			4.2	0.08	1.7	95.0	62.5	240.1	81.7
	標準差			0.3	0.04	0.6	41.6	16.3	96.2	38.5
	有機 栽培 (OC)	OC1	表土	5.4	0.19	1.8	94	85	349	133
			底土	5.2	0.06	1.5	42	35	200	86
		OC2	表土	5.2	0.03	1.9	90	55	427	163
			底土	5.0	0.02	1.2	36	33	257	102
OC3		表土	4.8	0.03	3.1	94	30	314	125	
		底土	5.1	0.02	1.7	45	40	372	130	
OC4		表土	5.8	0.03	1.6	52	50	522	127	
		底土	5.7	0.02	1.2	44	48	444	147	
平均值			5.3	0.05	1.8	62.1	47.0	360.7	126.6	
標準差			0.3	0.06	0.6	25.7	17.5	104.3	24.0	
參考值			5.5-6.8	< 0.6	> 3.0	10-50	30-100	571-1,142	48-90	

三、監測區植體分析結果：

植體分析結果(表3)，慣行區之植體氮含量平均略超過參考值範圍，而有機區之植體氮含量則與慣行區相反，低於參考值。顯示慣行區之氮肥施用量投入較多，宜減少氮肥投入。而有機區雖然無投入肥料，植體氮含量與參考值相較並未有太大落差。植體磷含量慣行區與有機區平均差距約0.01%，但慣行區僅達到參考值最低範圍，有機區則低於參考值最低值。植體鉀含量分析結果，慣行區及有機區均未達到參考值之最低範圍，約為最低參考值之50%，因鉀能促進碳水化合物之合成及轉化和運輸，若植體葉片鉀元素不足，對於後期果實甜度提升效果有限，影響果實品質。植體鈣含量分析結果，慣行區與有機區均低於參考值最低範圍，且慣行區之植

體分析鈣含量較有機區更低，僅達參考值之60%，因鈣為細胞壁內果膠酸鈣的組成成分，可幫助細胞伸長和分裂，並提高抗病蟲害的能力，若鈣偏低可能導致裂果發生率提高，建議慣行區可增加鈣肥之施用。至於鎂、銅及鋅等元素，依據慣行區與有機區之植體分析結果，三者均在參考值範圍，無缺乏之疑慮。

表3.試驗果園葉片植體採樣分析結果

農法	編號	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
慣行栽培 (CC)	CC1	3.25	0.10	0.6	1.01	0.27	10.6	26.8
	CC2	3.34	0.13	0.9	1.50	0.30	16.0	42.5
	CC3	3.11	0.12	0.6	1.73	0.45	11.3	30.0
	CC4	3.36	0.14	0.9	1.62	0.22	10.3	35.3
	平均值	3.27	0.12	0.73	1.46	0.31	12.0	33.6
	標準差	0.11	0.02	0.19	0.32	0.10	2.7	6.9
有機栽培 (OC)	OC1	2.94	0.11	0.7	2.23	0.46	8.0	24.4
	OC2	2.82	0.13	0.9	2.25	0.50	8.6	29.0
	OC3	2.80	0.11	0.6	1.87	0.41	8.6	33.8
	OC4	2.82	0.11	0.6	2.32	0.41	8.0	27.6
	平均值	2.85	0.11	0.72	2.17	0.45	8.3	28.7
	標準差	0.06	0.01	0.12	0.20	0.04	0.4	3.9
參考值		2.9~3.2	0.12~0.18	1.4~1.7	2.5~4.5	0.26~0.5	5~16	25~100

結論

2020年為進行桶柑果園長期生態站設立第1年，由柑橘有害生物昆蟲監測結果顯示，中果期薊馬密度上升，是否與近年中果期持續高溫乾燥之氣候條件導致薊馬危害加劇？值得後續探討。果實蠅防治顯示8月中旬密度開始上升，若未能持續防治，密度將持續偏高造成果實危害。指標昆蟲瓢蟲調查結果說明，有機區瓢蟲種類及數量普遍較慣行區豐富，推測與草相較為多元且未施用化學藥劑有關，瓢蟲有作為有機栽培評估指標之潛力。然部分瓢蟲種類即便於慣行區仍有生存優勢，其後續亦值得進行探討。慣行栽培區雖亦採草生栽培，但草相明顯較為單一。有機區果實有極高比例受銹蟬危害造成黑柑。新竹縣峨眉鄉為重要桶柑產區，然有機栽培桶柑尋覓不易，關鍵害蟲如星天牛、柑橘銹蟬之有機防治資材及技術不足應為重要限制因子。若能自果園分離本土性蟲生

真菌(entomopathogenic fungus)如*Hirsutella*屬真菌，並進行量產，或有機會發展為柑橘銹蟎防治用微生物製劑。2020年調查結果，慣行區及有機區之果園土壤pH值均低於5.5，除了土壤鈣不足外，植體中鈣含量亦呈現不足的情況。部分土壤肥力分析結果與植體葉片養分元素含量有落差，雖土壤中交換性鉀充足，未必能反應在植體養分吸收。惟不同栽培方式之土壤肥力之變化有賴仍長期監測資料之建立。慣行區及有機區果園農法操作(施肥、用藥)與蟲相、土壤及葉片肥力變化與產量之關聯性，將持續進行整理與分析。

參考文獻

1. 陳仁炫、鄒裕民。2009。土壤化學性質分析。土壤與肥料分析手冊(一)。中華土壤肥料學會。
2. 陳琦玲、郭鴻裕、石憲宗、陳健忠、林朝欽、楊藹華、林儒宏、張素貞、賴瑞聲、張繼中、莊國鴻、陳泰元、潘佳辰、林立。2020。農業生態系長期生態研究回顧與展望。農業生態系長期生態研究研討會，台中市，中華民國。
3. 張愛華。1991。土壤分析方法。作物施肥診斷技術。台灣農業試驗所特刊13:9-26。
4. Flannery, R.L. and D.K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem. 63:779-787.
5. Knudsen, O., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p. 225-246. In A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
6. McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. p. 199-224. In A. L. Page (ed.). Method of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI. USA.
7. Murphy, J. and L.E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta 27:31-36.
8. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539-579. In A.L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
9. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. p. 403-429. ASA, Madison, WI, USA.
10. Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. p. 167-179. In A. L. Page (eds.) Methods of Soil Analysis, Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.

慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響： 以西湖地區為例

劉東憲¹、任心怡¹、蔡正賢²

¹行政院農業委員會苗栗區農業改良場 助理研究員

²行政院農業委員會苗栗區農業改良場 副研究員

摘 要

為瞭解農業操作對生態影響之變化，本場於西湖鄉龍洞地區設置6處長期生態監測站，3處為慣行文旦栽培園區，3處為有機文旦認證園區，惟有機和慣行園區非同一農民操作。特定昆蟲使用黃色黏蟲紙監測，薊馬無論於開花期至採收期均有出現，慣行栽培園區以開花期平均150.6隻/黏紙/2周最多，有機園區則是採收期平均119.2隻/黏紙/2周最多。瓢蟲在開花期至採收期均有出現於有機或慣行園區，但以有機園區數量均達顯著並高於慣行園區，慣行園區以開花期平均10隻/黏紙/2周最多，有機園區以小果期平均67.2隻/黏紙/2周最多，東方果實蠅出現較不均一，無論是慣行或是有機園區，皆以採收期結束後出現最多，最高出現總數分別是慣行280隻與有機91隻。柑橘潛葉蛾和柑橘木蝨則在調查中均未發現，但田間文旦葉片有柑橘潛葉蛾之危害狀。土壤分析結果顯示，土壤pH值各深度皆以有機園區較高；土壤EC值各深度皆以慣行園區較高；土壤有機質各深度除了40-60公分土層外，以慣行園區較高。葉片養分氮、鉀含量以有機園區較高，鈣、鎂含量較慣行園區高。產量結果顯示，單株平均總產量調查6個監測小區，以有機的OC2監測小區：286.3 kg/株最高，而有機OC3監測小區：114.55 kg/株最低，格外品的比例以有機OC2監測小區：8.64%最多，以慣行CC1監測小區：0.35%最少。6個監測站生產文旦果肉率及果皮平均厚度皆未達顯著差異。而果實辭水後的單顆重量以有機OC2監測小區的的平均439.98 g最輕、但甜度最高(13.04 °Brix)，本年度各監測站之格外品大多數為400 g以下的分級重量。針對以上的初次調查結果還難以找出監測數據性質之間的關聯性，尚待累積長期資料才能做更多方面的探討。

前言

有機和慣行使用農藥農田操作不只影響農產品的特性，也會影響生物之間的多樣性及豐富度(Bengtsson *et al.*, 2005)，但臺灣僅有農業試驗所、臺南區農業改良場與茶業改良場執行農業長期生態研究10年以上(陳等，2020)。本場則是針對2017年到2020年於苑裡地區投入不同水稻地景：里山、里地、里海的節肢動物多樣性研究(陳等，2021)，針對果樹的農業生態調查，仍有許多未知的地方尚待探討。根據農業統計年報(2020年)苗栗地區文旦生產種植467公頃，為臺灣第三大產區，其中苗栗以西湖地區種植120公頃以上為大宗，在龍洞村同時有機認證及慣行操作的農戶彼此相鄰，故設置監測站調查，本計畫研究對於農業操作型態對於生態，尤其是昆蟲、土壤、和農民產量品質調查，建立資料庫，以利日後的分析研究。

材料與方法

一、監測站描述

(一)慣行栽培區以CC作為試驗場域代號：分為下列三處

CC1：經緯度：120.7834, 24.5416，文旦於1977年種植，周圍種植龍眼。

CC2：經緯度：120.7831, 24.5412，文旦於1977年種植，周圍種植龍眼、西施柚等。

CC3：經緯度：120.7655, 24.5489，文旦為1978年種植。

(二)有機栽培區以OC作為試驗場域代號：分為下列三處

OC1：經緯度：120.7797, 24.5328，文旦於1987年種植，兼種南瓜，周圍有少數龍眼、芒果等。

OC2：經緯度：120.7790, 24.5334，文旦於1987年種植，兼種南瓜、混種西施柚。

OC3：經緯度：120.7713, 24.5477，文旦於2002年種植，混種桶柑。

二、蟲相監測

以黃色黏蟲紙(以下簡稱YSP)監測以上6個站，每站4處至少距離3棵果樹以上的距離，相隔逢機監測特定昆蟲，分別是亞洲柑橘木蝨、薊馬、柑橘潛葉蛾、東方果實蠅、瓢蟲等五種，YSP以黑色格網(格網長寬：36x28cm)以黑色長尾夾固定四邊，綁在距地基部1.2~1.3公尺高的主幹上。監測蟲相時間分別為開花期2020年3月12日至2020年3月26日、2020年

3月26日至2020年4月9日，小果期2020年4月29日至2020年5月13日、2020年5月13日至5月27日、中果期2020年7月1日至7月15日、2020年7月15日至7月29日、及採收期2020年9月1日至9月15日、2020年9月15日至9月29日，以上總共八次時間點，以保鮮膜包覆後，以目視法及解剖顯微鏡確認黏紙上種類及數量。

三、土壤葉片採樣與性質分析

土壤採樣時間2020年3月12日，土壤分為0-20公分、20-40公分、40-60公分共3層。土壤風乾過篩後，土壤酸鹼度以電極法測定（土壤：水=1：1），土壤電導度以電導度計法測定（土壤：水=1：5），土壤有機質、土壤總氮含量以元素分析儀測定，土壤有機質含量=全碳含量 $\times 1.723$ (TARI S201.1B)。土壤有效性磷採白雷氏第一法（Bary no.1）測定。交換性鉀、鈣、鎂以孟立克3號法萃取後，以感應耦合電漿光譜儀測定。

葉片採樣時間2020年7月29日；葉片採取春稍未結果枝東西南北各方位枝條葉片。葉片烘乾磨粉後，葉片氮含量以Kjeldahl method測定，植體中磷、鉀、鈣及鎂含量，以雙酸（ HNO_3 、 HClO_4 ）消化分解後，磷採鉬黃法及用光電比色計測定，鉀以火焰光度計測定，鈣及鎂以感應耦合電漿光譜儀測定。土壤葉片分析數據以最小顯著差異法(LSD)測試其差異顯著性（ $P < 0.05$ ）。

四、產量調查：

本項調查6個監測小區隨機抽取4株代表性的文旦樹，於白露節氣時採收全部果實，再逐一進行果實秤重與分級，以計算單株產量、單株內各等級平均總重量及各等及總重量所占百分比。分級標準分為4級，低於400g為小型果、400至600g者為中型果（主要銷售重量）、600g以上為大型果及格外品（無商品價值），果實秤重分級後，取400至600g的中型果進行果實品質檢測。

(一)重量：辭水後單顆的重量(公克)。

(二)果肉率：剖開果實剝下果皮、果膜後，測量果肉重量除以果實辭水後重量再乘100。

(三)果皮厚度：果實縱切剖半，於赤道處以直尺量測果實左右部位的果皮厚度，以平均值表示。

(四)糖度：榨汁後利用滴管取澄清液，滴於折射儀上測定($^{\circ}\text{Brix}$)。

(五)酸度：將榨汁所得的果汁，利用糖酸度計測量。

結果

一、西湖龍洞地區文旦特定蟲相監測

薊馬：不同的有機或慣行園區之間互相有顯著差異存在，每張黏紙數量在同一地區變異程度大，可能跟雜草與環境有關，在開花期第二次調查(2020年4月9日)以慣行園區有顯著較多情況(圖1)，梅雨季(5-6月)後變成有機園區的薊馬數量比較多，但是平均下來數量在不同田區差異大，經由學生式t測驗結果顯示與慣行田區無顯著差異，直到結果期第一次調查(2020年9月1日至9月15日)才呈現顯著差距，果實以目視法評估被薊馬危害情形仍以有機園區8-9成受害嚴重相

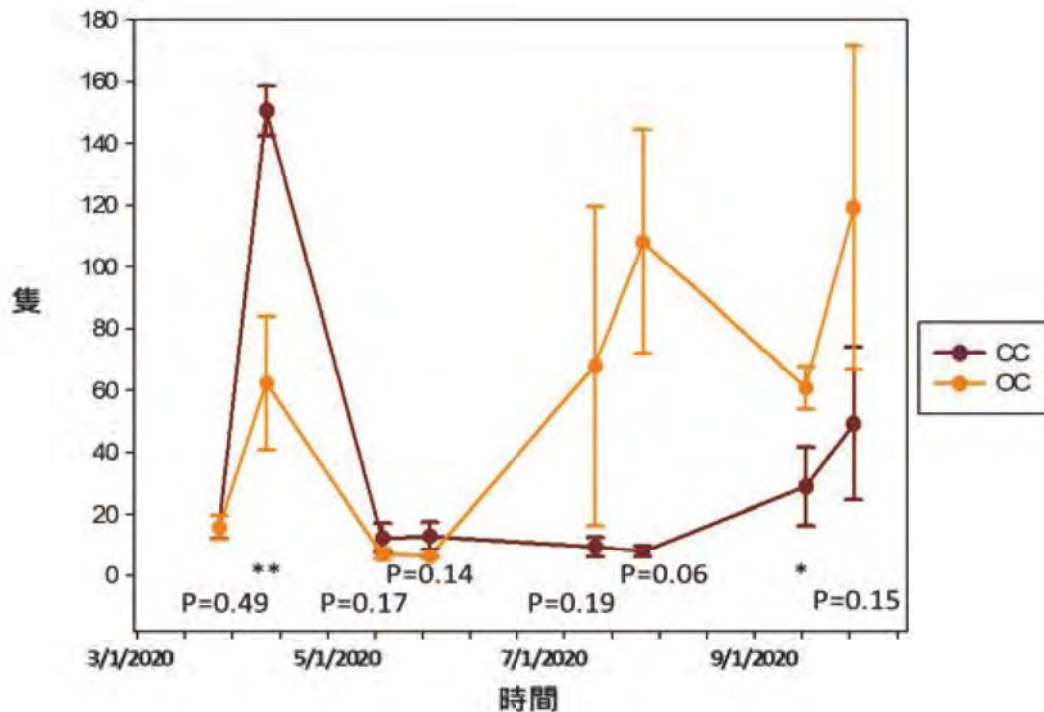


圖1.薊馬在有機(OC)及慣行(CC)園區監測數量變化為平均±標準誤差，**表示兩者差異極顯著 $P < 0.01$ ，如兩者差異不顯著($P \geq 0.05$)則列出P值。

瓢蟲：有機田區的蟲數變異較大，但是數量上顯著多於慣行田區，各別田區以有機園區的OC3在四次監測都是顯著最多的點，最多時每張黏紙平均高達95.5隻，有機園區平均多能維持10隻以上，出現的瓢蟲大部分為小型黑瓢蟲，偶爾出現菌食性的黃瓢蟲，而以慣行園區只有在2020年3月12日至3月26日出現比較多瓢蟲外，之後每張黏紙調查區平均都在10隻以下，整體情況以有機園區顯著較多於慣行園區(圖2)。

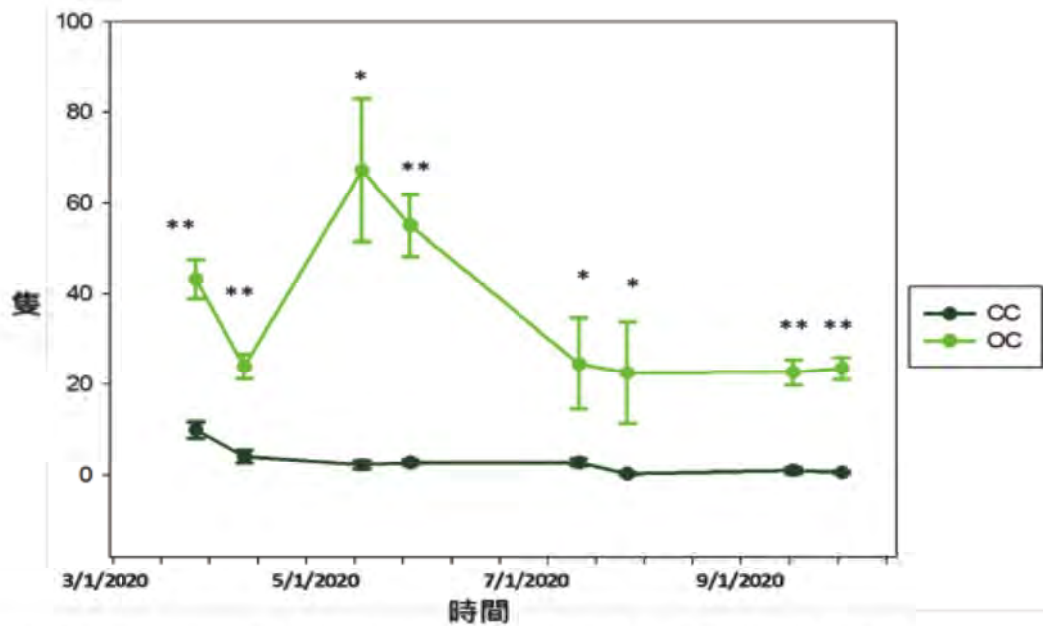


圖2. 瓢蟲在有機(OC)及慣行(CC)園區監測數量變化為平均±標準誤差，*表示兩者具顯著差異 $P<0.05$ ，**表示兩者差異極顯著 $P<0.01$ 。

東方果實蠅：出現狀況再不同園區差異很大，故以累計總數表示，有機園區在5~6月累計蟲數有上升趨勢，但後來蟲數又不多，直到9月的採收期，無論是慣行或有機園區都有單一地區密集性出現，又以慣行園區出現的果實蠅總數比較多。

柑桔潛葉蛾：慣行或有機園均未於黏紙上發現。

柑橘木蠹：慣行或有機園均未於黏紙上發現。

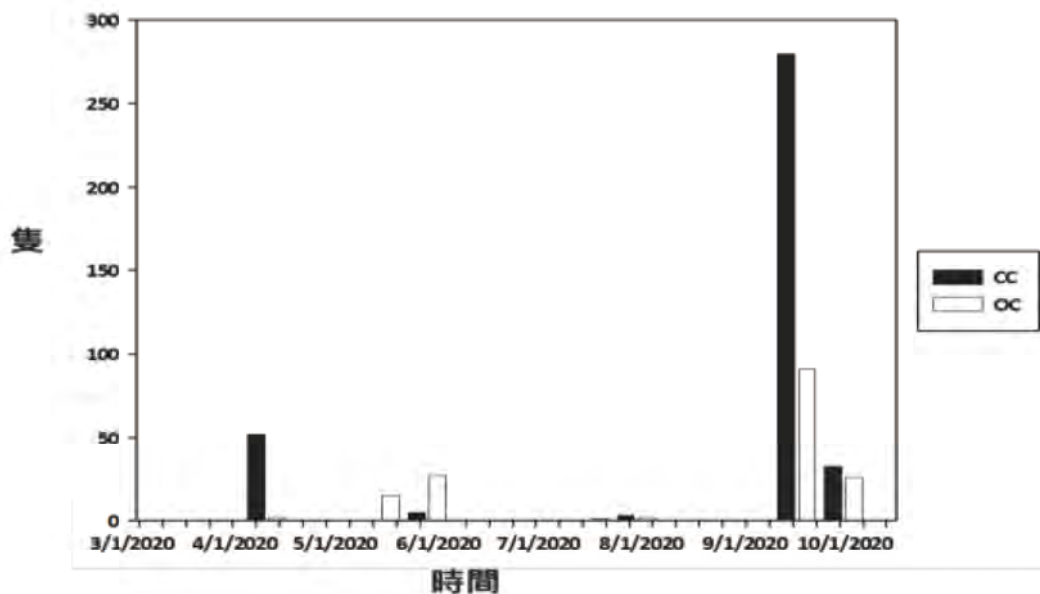


圖3. 東方果實蠅在有機(OC)及慣行(CC)園區不同時間點監測數量總數(隻)變化。

二、土壤葉片採樣與性質分析

土壤pH值各深度皆以有機園區較高，適合作物生長；土壤EC值各深度皆以慣行園區較高，但統計上不顯著；土壤有機質各深度除了40-60公分土層外，以慣行園區較高，但統計上亦不顯著(表1)。

表1. 土壤特性統計分析結果

土層	農法	酸鹼度	電導度	有機質	總氮	有效性磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
公分		1:1	dS m ⁻¹	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
0-20	有機	6.26 ± 0.52 a	0.102 ± 0.051 a	1.41 ± 0.77 a	0.0740 ± 0.0386 a	178 ± 136 a	226 ± 124 a	1883 ± 1013 a	242 ± 46 a
	慣行	5.46 ± 0.32 a	0.114 ± 0.019 a	1.56 ± 0.53 a	0.0937 ± 0.0178 a	346 ± 151 a	294 ± 27 a	1556 ± 474 a	190 ± 23 a
20-40	有機	6.00 ± 0.54 a	0.052 ± 0.031 a	0.767 ± 0.220 a	0.0633 ± 0.0389 a	93 ± 73 b	143 ± 103 a	1086 ± 537 a	229 ± 60 a
	慣行	4.75 ± 0.23 b	0.083 ± 0.006 a	0.845 ± 0.426 a	0.0537 ± 0.0096 a	253 ± 26 a	239 ± 12 a	1180 ± 630 a	208 ± 52 a
40-60	有機	5.56 ± 0.18 a	0.050 ± 0.024 a	0.812 ± 0.562 a	0.0830 ± 0.0403 a	113 ± 107 a	134 ± 79 a	1024 ± 456 a	232 ± 40 a
	慣行	4.47 ± 0.30 b	0.078 ± 0.014 a	0.582 ± 0.334 a	0.0613 ± 0.0311 a	100 ± 67 a	190 ± 31 a	621 ± 337 a	170 ± 65 a

葉片養分氮、鉀含量以有機園區較高，鈣、鎂含量以慣行園區較高，但統計上不顯著(表2)。

表2. 葉片養分含量統計分析結果

農法	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	-----%-----				
有機	2.65 ± 0.28 a	0.120 ± 0.013 a	1.40 ± 0.22 a	3.03 ± 0.70 a	0.360 ± 0.096 a
慣行	2.28 ± 0.06 a	0.127 ± 0.002 a	1.29 ± 0.19 a	3.75 ± 0.34 a	0.430 ± 0.148 a

三、產量及品質調查

(一)分級重量比較

表3結果顯示6個監測小區的單株總產量調查分別為量為OC2：286.3 kg最高、OC1：274.08 kg次之、其次是CC3：238.83 kg、CC2：237.93 kg、CC1：178.96 kg及OC3：114.55 kg最少，但統計上未達顯著差異。6個監測小區的單株產量分級平均總重量調查，表3及表4結果顯示，6個監測小區文旦400 g以下、400-600 g、600 g以上分

級平均總重量及百分比分布皆未達顯著差異，惟格外品平均重量及百分比分布統計上達顯著差異：以OC2：20.65 kg(8.64%)比例最高、CC2：8.45 kg(2.11%)次之、OC1：5.48 kg(1.86%)再次之、OC3：3.35 kg(3.35%)、CC3：1.68 kg(0.67%)及CC1：0.66 kg(0.35%)最少。文旦產量分級總重量及百分比皆以OC2的格外品最多，並達顯著差異。

表3. 6個監測小區的單株產量分級

果園	400 g 以下 (kg)	400-600 g (kg)	600 g 以上 (kg)	格外品 (kg)	總重量 (kg)
OC1	56.65±29.84	142.30±79.92	69.65±35.24	5.48±4.58 ^b	274.08±79.53
OC2	69.25±31.20	148.65±71.18	47.75±30.55	20.65±4.53 ^b	286.30±114.7
OC3	31.88±19.82	54.23±10.41	25.10±14.83	3.35±1.96 ^b	114.55±38.84
CC1	24.58±29.90	101.73±25.66	52.00±32.82	0.66±0.97 ^a	178.96±42.01
CC2	16.63±13.22	130.30±94.75	82.55±31.43	8.45±16.63 ^b	237.93±146.3
CC3	44.28±20.58	139.85±24.84	53.03±29.40	1.68±1.48 ^b	238.83±35.29
LSD _{0.05}				7.73	

表4. 六個試驗點的單株產量分級百分比

果園	400 g 以下 (%)	400-600 g (%)	600 g 以上 (%)	格外品 (%)
OC1	20.61 ±8.76	50.91 ±19.94	26.62 ±13.10	1.86 ±1.29 ^b
OC2	25.86 ±9.42	50.57 ±10.07	14.94 ±6.42	8.64 ±5.58 ^a
OC3	26.04 ±10.30	50.26 ±12.51	20.35 ±6.79	3.35 ±1.99 ^b
CC1	12.73 ±13.8	57.20 ±7.46	29.71 ±17.04	0.35 ±0.05 ^b
CC2	6.56 ±1.68	50.74 ±10.11	40.59 ±13.74	2.11 ±4.06 ^{bc}
CC3	18.89 ±9.08	58.50 ±4.46	21.93 ±11.65	0.67 ±0.51 ^b
LSD _{0.05}				4.45

(二) 品質比較分析

經分析比較，6個監測小區生產文旦果肉率及果皮平均厚度皆未達顯著標準。而辭水後的單顆重量、甜度及酸度達顯著差異(表5)。OC2的果實辭水後的平均重量(439.98 kg)最少但甜度最高(13.04 °Brix)，在產量試驗的格外品平均重量(439.98 kg)及400 g以下的分級重量也是最高，推測可能與水分灌溉有關。

表5. 六個試驗點的品質調查結果

果園	辭水後重量 (g)	果肉率 (%)	果皮厚度平 均(mm)	甜度 (°Brix)	酸度
OC1	501.41±54.10 ^{ab}	0.55±0.02	0.94±0.09	12.24±0.68 ^b	3.90±0.57 ^a
OC2	439.98±48.27 ^a	0.53±0.05	1.04±0.22	13.04±0.90 ^a	3.61±0.33 ^{ab}
OC3	474.66±49.80 ^b	0.53±0.02	1.03±0.12	11.90±1.09 ^b	3.24±0.35 ^{bc}
CC1	495.18±36.51 ^{ab}	0.52±0.02	1.05±0.15	12.37±0.77 ^b	3.06±0.35 ^c
CC2	526.69±40.43 ^a	0.54±0.03	1.05±0.15	12.16±0.55 ^b	3.32±0.35 ^{bc}
CC3	500.23±39.26 ^{ab}	0.55±0.02	1.05±0.159	12.04±0.56 ^b	3.78±0.35 ^a
LSD _{0.05}	31.736			0.5512	0.4061

討論

根據2020年長期農業生態調查的特定昆蟲研究結果可以發現薊馬的數量無論在任何時期，皆存在於果園之中，即使有噴薊馬防治藥劑的無論是有機或慣行田區病無法根除，但是慣行田區明顯於結果期後有較低薊馬數量，以黃色黏紙若作為「害蟲的薊馬」密度監測對農民而言較難判別何時需要投入防治。文旦如柑橘一般的外觀可能受小黃薊馬危害，而造成外觀不佳(王，2002)。許多被監測的瓢蟲都是捕食性的，有機田區明顯數量較多，另外有機園區也常監測到菌食性的黃瓢蟲，是因為間作南瓜得了白粉病，該時間有較多黃瓢蟲出現。東方果實蠅的數量在不同位置變化甚多，且有固定來源方向。以黃色黏紙監測都沒有發現柑橘木蝨和柑橘潛葉蛾，但田間以目視法觀查，少量的葉片確實有被柑橘潛葉蛾危害，柑橘木蝨則於田間調查都沒有發現，以黃色黏紙的方式而言，或許並不適合上述兩種昆蟲。

根據土壤檢驗結果，剛好有機園區監測到各深度土壤pH值都是較慣行園區高，20公分以下達顯著差異，可見長久的有機質肥料操作，穩定土壤pH值的效果比化學肥料好。意外的是土壤有機質含量並不會是有機園區就獲得提升，可能因有機園區土壤pH值較適宜，土壤有機質分解較快所致。各監測點的土壤有效養分含量變化頗大，導致無顯著差異，可能還需在各監測站長久觀察，與葉片分析結果來看之間差別也不顯著。

產量及品質深受樹齡影響，OC3的樹齡較輕產量顯著低於其他區。品質最好的是OC2，但是該區格外品最多，該果園樹勢末梢衰落以致養分水分吸收較差，也發現根部有柑桔線蟲、地上部的介殼蟲及螞蟻等危害情形而導致小果及格外品較多，推測109年的乾旱造成過度的缺水則會引起小果及格外品增加，亦使測得甜度最高。

結論

2020年的農業生態監測是非常有意義的資料，可知道黃色黏紙黏到的昆蟲情形，並用以思考日後的防治目的，如設計更有效的薊馬防治方法，不僅有機會減少農藥、減少工資，還能增進農民的收益。本研究目前用多重比較顯著性差異分析的意義可能不大，因為各監測站存在多種變因，目前的資料尚無法探討單純的差異來源。藉由本次研究也拉近本場與農民的距離，並且根據農民的管理方式能提出相關建議，增進有效的管理，在日後持續監測下或以新的分析方式些許能看出其中的變化。

參考文獻

1. 王清玲。2002。柑橘薊馬類。62-67頁。植物保護圖鑑系列9。鄒慧娟、顏辰鳳、鄭名君編。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。台北。
2. 行政院農業委員會。2020。中華民國109年農業統計年報。行政院農業委員會統計室。
3. 行政院農業委員會農業試驗所。2013a。土壤酸鹼值（pH值）測定方法-電極法。TARI S501.1B。
4. 行政院農業委員會農業試驗所。2013b。土壤電導度測定方法。TARI S101.1B。
5. 行政院農業委員會農業試驗所。2013c。土壤有機質測定方法—燃燒紅外線測定法。TARI S201.1B。
6. 陳仁炫。2008。第八章-磷。中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊40-55。
7. 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。
8. 陳琦玲、郭鴻裕、石憲宗、陳健忠、林朝欽、楊藹華、林儒宏、張素貞、賴瑞聲、張繼中、莊國鴻、陳泰元、潘佳辰、林立。2020。農業生態系長期生態研究回顧與展望。農業生態系長期生態研究研討會，台中市，中華民國。
9. 張淑賢。1981。本省現行植物分析與作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊13:53-59。
鍾仁賜。2008。第七章-氮。中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊27-39。
10. Bengtsson, J., J. Ahnström, and A. C. Weibull. 2005. The effects of organic
11. agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of applied ecology* 42: 261- 269.

慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響： 以麻豆地區為例

潘佳辰¹、陳盈丞¹、陳昇寬²、黃瑞彰²、林明瑩³

¹行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境課 助理研究員

²行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境課 副研究員

³國立嘉義大學植物醫學系 副教授

摘 要

為了解管理方式對於作物及環境之長期影響，並且提供農政單位進行相關政策制定。臺南區農業改良場於麻豆地區進行慣行及有機文旦園區下不同作物生長期之特定蟲相調查及採收期進行土壤肥力、植體養分及產量調查。調查發現小黃薊馬於開花期族群較高、東方果實蠅於中果期後族群較高。瓢蟲族群於各監測時期之族群數量皆以有機區較高。土壤肥力、植體分析及產量於農法間未達到統計差異。有機園區瓢蟲族群較慣行園區高，顯示有機農法可能提高益蟲族群外，也可能增加園區生物多樣性。試驗區土系包括將軍系及座駕系，兩者土壤質地可能為同一農法下產量差異的原因之一，未來可依據土系差異進行適度的施肥策略調整。

前言

以往農業相關的試驗大多偏重於短期且小試區試驗調查，通常無法評估長期人為介入下(施肥或施藥)對於農業環境及作物的影響。臺灣地處亞熱帶於2006年建立臺灣地區之長期生農業生態研究。為充分反映各地不同農業操作系統的變化因素，農委會支持擴大農業長期生態調查監測站，並於2020年於各地設立農業監測站，進行長期作物及耕作環境監測，提供從農業生態環境、農業生產管理措施、農作經濟規模、氣候變化等議題之相互關係，提供農政部門研擬可兼顧農業產業與生態環境的政策配套規劃或法令調整。臺南地區以文旦作為監測作物，並於麻豆地區選定慣行及有機文旦園區作為監測站。本文將整理2020年於麻豆地區於特定蟲相、土壤肥力、植體養分及產量之監測結果。

材料與方法

一、試驗樣區及土壤性質描述：

2020年於臺南市麻豆區選取慣行文旦園區共4區以及有機文旦園區共4區，進行試驗調查。編號依序為：慣行1至4以及有機1至4，共8個編號。依據地理位置可區分為南邊及北邊兩區。編號1、2所處土系為將軍系，為砂岩頁岩物質沖積而成之石灰性土壤，排水尚佳為最新形成土壤之一，0-40公分質地為極細砂質壤土；編號3、4所處土系為座駕系，為位於低至中等高臺地之非石灰性砂岩頁岩沖積土，排水尚佳，0-40公分為砂質壤土(陳，1969)。

1. 蟲相調查：

- (1.) 黃色黏板分布位置和吊掛數量：每一試驗場域內部，逢機選擇四株文旦，每株設置一張黏蟲紙。將黃色黏板(紙板厚0.6公分，長33公分寬28公分。)固定在距地基部1.2~1.3公尺高的主幹上。
- (2.) 調查時期：依照文旦不同生育時期，調查時程分為開花期、小果期、中果期、採收期。每一時期共調查兩次，調查間隔為兩星期。
- (3.) 調查蟲相種類：亞洲柑橘木蝨 (*Diaphorina citri* Kuwayama)、小黃薊馬(*Scirtothrips dorsalis* Hood)、柑橘潛葉蛾 (*Phyllocnistis citrella*)、東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis*)、瓢蟲類(Coccinellidae)。

二、土壤肥力分析：

文旦收穫前，每一區逢機採5處之表土(0-15公分之土壤)、中土(15-30公分之土壤)及底土(30-45公分之土壤)，並充分混合後，帶回實驗室陰

乾5-7天。土壤陰乾後，將土塊粉碎並以2mm篩網過篩。過篩後的土壤進行土壤酸鹼值、導電度、有機質、交換性磷、鉀、鈣、鎂分析，分析方法如下：

1. 土壤酸鹼值及導電度：稱取待測土壤樣品10.0公克，再加去離子水50毫升，調製成土：水(w/v) = 1：5作成懸浮體，過濾後以導電度計(WTW/Cond 730型)測定樣品EC值。稱取待測土壤樣品10.0公克，再加去離子水10毫升，調製成土：水(w/v) = 1：1作成懸浮體，平衡一小時後以玻璃電極法(TOADKK/HM-25R)測定樣品酸鹼值。
2. 土壤有機質含量的測定：稱取土壤0.5公克以Soli TOC cube進行總碳分析，得分析數據後再乘以1.724即土壤有機質。
3. 土壤交換性磷、鉀、鈣、鎂：土壤稱取2.0公克放置於50毫升錐形瓶，加入20毫升Mehlich No.3萃取液，以200 rpm震盪5分鐘後過濾。濾液以感應耦合電漿原子發射光譜儀(Thermo iCAP 7000)進行分析。

三、植體養分分析：

於文旦收穫前進行葉片採樣，葉片採樣部位為春梢無結果枝且為停止梢第三或第四葉。每一試驗園區採集50-80片。葉片樣品以70°C烘乾5天後磨碎，並以1mm篩網過篩。過篩後的樣品，以下列方式分析：

1. 氮之定量：採元素分析儀測定
2. 磷、鉀、鈣、鎂之定量：稱0.5公克過篩植體加入5毫升65%硝酸進行微波消化，消化後樣品以Whatman No5.濾紙過濾，並定量至50毫升，以感應耦合電漿原子發射光譜儀(Thermo iCAP 7000)進行測定磷、鉀、鈣、鎂。

四、產量調查：

1. 5株產量：每一試區選取5株代表性植株進行產量調查，再以5株平均產量及種植密度估算每公頃產量(濕重)。
2. 全區產量：由農友提供全區產量，再依據面積換算每公頃產量。

結果與討論

一、擴增農業生態系蟲相監測

害蟲部分，小黃薊馬發生主要於開花期密度較高(圖1)，且有機文旦區顯著高於慣行區($P < 0.05$)，隨後小黃薊馬族群逐漸下降，直至中果期後小黃薊馬數量均趨近於零。小黃薊馬危害花器會直接影響結果數量，幼嫩小果受薊馬銼食表皮受傷，會直接造成果實表皮褐化粗糙，失去商品價值

(邱等人, 2010)。因此花期前後小黃薊馬族群的控制甚為重要, 防治成功與否將影響後續果實的品質。東方果實蠅(圖2)則是於小果期結束後, 密度逐漸上升, 於中果期進入高峰, 有機文旦區顯著高於慣行區($P < 0.05$), 然而有機文旦區於採收期第一批時有密度下降的現象, 而慣行區則時逐漸上升, 密度最高發生於採收期第二批。依據黃等人(2016)研究指出東方果實蠅的族群密度發生高峰主要於椽果盛產期末, 進入龍眼荔枝產期期間, 六至八月期間常為全島果實蠅發生密度最高之地區, 而文旦中果期正好位於這段期間, 實為加強防治階段, 藉由長期監測害蟲動態, 可了解其季節可能發生之疫情, 同時結合其寄主作物之栽培生長期, 更能掌握害蟲動態變化, 提早進行防治。因農業永續經營與環保意識高漲, 利用生物天敵防治害蟲研究日益增多, 因此於田區找尋有發展潛力的生物防治物種是勢在必行, 目前本研究先行透過黃色黏紙監測瓢蟲族群變動趨勢(圖3), 因有機園區無施用化學藥劑, 瓢蟲數量高於慣行園區, 開花期第一批、小果期第一批及採收期第二批與慣行區相比具有顯著差異($P < 0.05$)。柑橘潛葉蛾僅於開花期第一批有監測到該害蟲, 慣行區略高於有機園區, 後續直至採收期皆無監測到該害蟲。亞洲柑橘木蝨為柑橘黃龍病的媒介昆蟲, 感染黃龍病的植株目前仍無藥劑根治(蔡等人, 2011), 因此田區監測工作相當重要, 若能及時掌握發生情形, 將可於第一時間進行防治, 然而本研究的監測結果可發現誘引結果不佳, 亞洲柑橘木蝨僅於慣行園區於中果期第二批黃色黏板上被誘引捕獲, 有機園區尚無發生柑橘木蝨。應重新思考其他誘引方式或於田區實際於文旦植株上觀察亞洲柑橘木蝨的數量, 才能確認其發生情形。

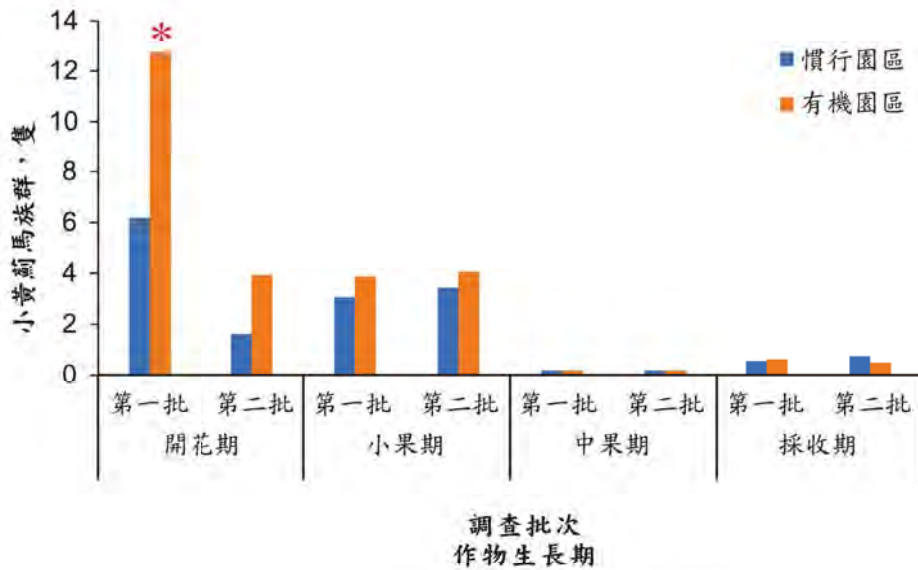


圖1.2020年有機及慣行文旦果園之小黃薊馬族群變化。(各處理重複數=4。開花期調查時間：2020年3月27至4月22日；小果期調查時間：2020年4月24日至5月22日；中果期調查時間：2020年5月22日至6月19日；採收期：2020年7月17日至8月14日。每一生長期連續調查兩批次，每批次兩星期。)

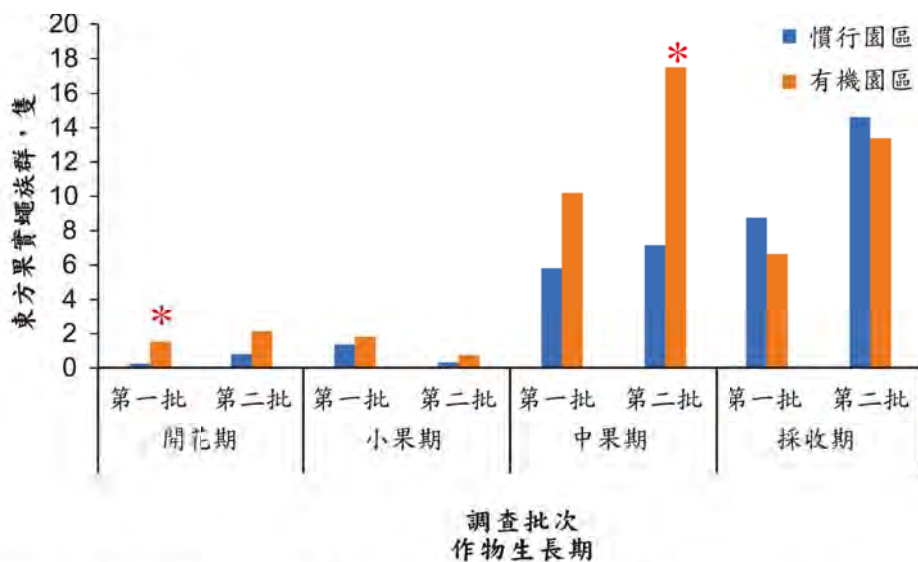


圖2.2020年有機及慣行文旦果園之東方果實蠅族群變化。*表示兩區具顯著差異， $p < 0.05$ 。(各處理重複數=4。開花期調查時間：2020年3月27至4月22日；小果期調查時間：2020年4月24日至5月22日；中果期調查時間：2020年5月22日至6月19日；採收期：2020年7月17日至8月14日。每一生長期連續調查兩批次，每批次兩星期。)

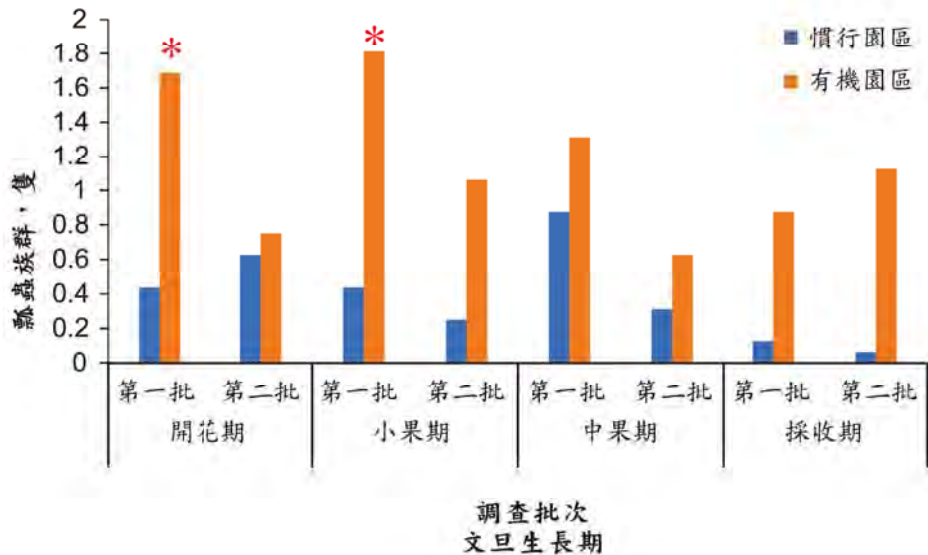


圖3.2020年有機及慣行文旦果園之瓢蟲族群變化。*表示兩區具顯著差異， $p < 0.05$ 。(各處理重複數=4。開花期調查時間：2020年3月27日至4月22日；小果期調查時間：2020年4月24日至5月22日；中果期調查時間：2020年5月22日至6月19日；採收期：2020年7月17日至8月14日。每一生長期連續調查兩批次，每批次兩星期。)

二、監測區不同深度土壤分析資料

針對監測區不同深度的土壤，進行土壤肥力分析，土壤各土層肥力分析結果如表1。根據採樣結果顯示土壤電導度(EC)於有機農法約為 0.15 dS m^{-1} ，慣行農法約為 0.17 dS m^{-1} 。不論有機或是慣行農法其土壤酸鹼值範圍大多在7.1-7.8之間。表層的土壤有機質有機農法平均為1.7%，慣行農法平均為1.6%。慣行園區及有機園區表土交換性磷介於 $250-400 \text{ mg kg}^{-1}$ ，土壤交換性鉀介於 $270-310 \text{ mg kg}^{-1}$ 。土壤交換性鈣約介於 $2,100-2,800 \text{ mg kg}^{-1}$ ，土壤交換性鎂則為 $320-430 \text{ mg kg}^{-1}$ 。慣行及有機園區之各項土壤肥力於統計上皆未達到顯著差異。根據向(2011)整理果樹土壤養分適宜範圍進行對照，土壤pH略高於建議值上限6.8，主因為麻豆地區天然土壤pH較高，然於現地觀察並未對作物生長造成影響。土壤有機質建議值為2%以上，建議慣行及有機園區皆可適度補充粗纖維有機質肥料。表土交換性磷及鉀略高於標準值，主要因為果實成熟期施用磷鉀肥有助於提升果實品質，根據臺南場先前調查，土壤交換性磷及鉀會隨著不同時期之管理方式起伏。土壤交換性鈣符合建議值 $1,000-3,000 \text{ mg kg}^{-1}$ 。土壤交換性鎂略高於上限 200 mg kg^{-1} ，主因可能為土壤母岩所含有之鎂較多，使得各土層交換性鎂略高。

表1.慣行及有機園區土壤肥力分析結果^註

分析項目	土層深度,公分	慣行園區	有機園區	p-value
EC, dS m ⁻¹	0-15	0.15	0.17	0.559
	15-30	0.18	0.28	0.393
	30-45	0.21	0.18	0.666
pH	0-15	7.56	7.14	0.338
	15-30	7.41	7.63	0.552
	30-45	7.75	7.81	0.772
O.M.,%	0-15	1.64	1.69	0.885
	15-30	0.94	0.99	0.842
	30-45	0.61	0.91	0.239
Mehlich No.3 P, mg kg ⁻¹	0-15	392	268	0.384
	15-30	179	174	0.957
	30-45	102	151	0.374
Mehlich No.3 K, mg kg ⁻¹	0-15	307	275	0.717
	15-30	191	157	0.614
	30-45	152	140	0.813
Mehlich No.3 Ca, mg kg ⁻¹	0-15	2819	2481	0.607
	15-30	2192	2261	0.817
	30-45	2477	2477	1.000
Mehlich No.3 Mg, mg kg ⁻¹	0-15	423	381	0.346
	15-30	360	326	0.535
	30-45	405	365	0.481

註：各處理重複數=4。調查日期為2020年8月10日。

三、監測區植體分析資料

監測區植體採樣分析結果如表2。結果顯示不論有機或是慣行農法其植體的氮、磷、鉀、鈣及鎂皆無太大差異。張等(2009)建議之麻豆文旦葉片適宜濃度，氮、磷、鈣、鎂皆在建議的濃度範圍。而不論是慣行或是有機農法的植體鉀皆高於鉀適宜濃度上限1.7%，可能原因為中果期後會以葉面或是土壤撒施鉀肥以提高文旦品質。葉片調查時發現，於相似樹齡下觀察文旦高度發現南邊試驗區較北邊試驗區高度較高，可能原因為南邊試驗區為細砂質壤土，北邊為砂質壤土，而細砂質土壤通氣及排水較佳使得作物生長較快。

表2.慣行及有機文旦園區葉片分析結果^註

分析項目	慣行園區	有機園區	p-value
碳, %	42.6	42.7	0.788
氮, %	2.46	2.57	0.270
磷, %	0.15	0.15	0.757
鉀, %	2.29	2.37	0.460
鈣, %	4.48	4.17	0.194
鎂, %	0.43	0.43	0.865

註：各處理重複數=4。調查日期為2020年8月10日。

四、監測區整體產量資料

本次產量調查分為5株文旦平均產量及整區產量。5株文旦平均產量為調查園區當中產量最具有代表性之5株；而整區產量則是紀錄總採收果實量。慣行農法的產量比有機農法的整區產量相差約1-2倍。慣行農法的產量比較高。值得注意的是，監測區南邊的土壤為細砂質土壤，通氣性佳透水性好，根系生長也比較好。而麻豆監測區北邊的土壤屬於砂質壤土，土壤黏度較高可能造成根系生長速度較慢，進而影響到文旦產量。另一方面，以5株具產量代表性之文旦樹推估全區產量較以實際面積推估全區產量高，其可能原因是所選5株為該園區具有產量代表性的果樹通常產量較高，故計算後會較以實際面積推估產量高。慣行2之產量偏低，經實地採樣分析確定為南美立枯病，並於110年度不繼續調查，將另尋鄰近果園進行監測。

表3.慣行及有機文旦園產量分析結果^{註1}

試區 編號	田區資訊			產量調查		推估產量	
	土系 ^{註4}	試區 株數	試區面積 (公頃)	5株 ^{註2} 文旦 平均產量 (公斤/株)	實際面積 ^{註3} 產量 (公斤)	5株推估 產量 公斤/公頃	整區推估 產量 公斤/公頃
有機 1	將軍系	70	0.3	342	4,000	79,800	13,333
有機 2	將軍系	110	0.2	372	4,200	204,600	21,000
有機 3	座駕系	150	0.3466	40.2	1,770	17,398	5,107
有機 4	座駕系	70	0.2114	55	1,977	18,212	9,352
慣行 1	將軍系	55	0.22	210	7,200	52,500	32,727
慣行 2	將軍系	42	0.1	110	1,968	46,032	19,680
慣行 3	座駕系	50	0.15	77	2,500	25,667	16,667
慣行 4	座駕系	40	0.1	131	2,700	52,240	27,000
T test (p-value)						0.477	0.055

註1：調查日期為2020年8月17日。

註2：每一試區選取5株具有代表性產量之植株進行產量調查。

註3：每一試區於實際試區面積之總產量。

註4：依據土壤調查報告書顯示將軍系之0-40公分土壤質地為極細砂質壤土；座駕系之0-40公分土壤質地為砂質壤土。

結論

- 一、有機園區及慣行區主要害蟲為小黃薊馬及東方果實蠅，開花期至小果期以薊馬危害為主，中果期至採收期則是東方果實蠅危害為主，瓢蟲則是常態發生於有機園區。
- 二、透過本試驗可以觀察到各土壤肥力指標的變化。由試驗監測得知，土壤pH，維持在7.1~8.0；土壤EC值，皆落於0.1~0.8 dS m⁻¹；土壤有機質則維持在0.6~1.6 %。由土壤肥力指標於各層土壤分佈顯示，土壤有機質、交換性磷及鉀皆以0~15公分最高。可能與施肥位置有關。
- 三、由本試驗顯示慣行以及有機農法在土壤肥力、植體養分及產量上並無顯著差異。產量部分雖未達到顯著差異，然本次調查結果有機園區產量約為慣行園區之50%。而有機園區使用非化學藥劑進行病蟲害防治導致果實受到危害比例增加，可能為產量降低的原因之一。
- 四、根據現場觀察及土壤調查報告，產量可能受到不同土壤質地之影響。在麻豆監測區南邊的土壤為細砂質土壤，通氣性佳透水性好，根系生長也比較好。而麻豆監測區北邊的土壤屬於砂質壤土，土壤黏度可能造成根系生長速度較慢。
- 五、後續可針對不同生長期進行土壤及葉片養分監測，了解周年栽培期間之養分變遷。

參考文獻

1. 向為民、黃維廷。2011。果樹的合理化施肥與營養管理。農業試驗所特刊第158號。
2. 邱一中、林鳳琪、石憲宗、王清玲。2010。殺蟲劑對椪果小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) (Thysanoptera: Thripidae) 之毒效。台灣農業研究, 59(2), 134-141。
3. 張汶肇、林明瑩、林棟樑、卓家榮、陳紹崇。2009。優質文旦栽培管理技術。臺南區農業改良場技術專刊NO. 134。
4. 陳春泉。1969。台南縣土壤調查報告。國立中興大學土壤環境科學系。
5. 黃毓斌、江明耀、丁柔心。2016。蟲害密度監測 掌握疫情(二)。農業世界 392:55-57。
6. 潘佳辰、王瑞章、江汶錦。2017。農業長期生態系之水田連作對土壤肥力及

產量的影響：以雲林分場水田連作試驗區為例。臺南區農業改良場研究彙報
72：41-51。

7. 蔡佳欣、洪挺軒、蘇鴻基。2011。柑橘黃龍病之發生生態及防治研究。農業
試驗所特刊第152號。

慣行及有機農法對於水稻田土壤及昆蟲相之影響： 以富里地區為例

林立¹、倪禮豐¹、陳怡樺²

¹行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物環境課 助理研究員

²行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物環境課 研究助理

摘 要

本試驗自2020年一期作開始於花蓮縣富里鄉永豐、豐南地區的水稻田進行慣行、友善和有機水稻田的生態監測，監測項目有昆蟲相、土壤分析、植體分析與產量調查。蟲相調查方面，將各農法田區劃分四區塊，每區各4張黃色黏蟲板，每農法共計16張黏紙進行試驗。蟲相調查結果顯示2020年第二期作，飛蝨類害蟲數量在友善田區明顯高於慣行田區和有機田區，另在2020年和2021年一期作監測黏紙上發現到罕見的稻管薊馬(*Haplothrips aculeatus*)，且以2020年一期作數量較多，而黑尾葉蟬和瘤野螟害蟲數量低，其中黑尾葉蟬於慣行田區皆無監測到蟲體，蜘蛛在2020年一期作友善期田區監測到的數量為128隻，明顯高於慣行區14隻和有機區10隻，而在2020二期作和2021一期作則以友善期田區密度高於另外兩區；瓢蟲的數量在各期作及各區數量皆無明顯差異。由於2020年二期作友善田區中之飛蝨類數量明顯高於另外兩區，因此該期作友善田區稻穀產量低於另外兩種田區。土壤性質大致相似，各區差異無明顯趨勢。慣行區植體氮含量較友善及有機田區為高，但銅與鋅濃度反而較低，推測為肥料特性造成的稀釋效應。本計畫仍需持續累積多年資料，方能全面的了解水稻田生態相與產量之變化及相關性。

前言

本計畫由農試所農化組統籌，挑選全台八個陸域樣區，由各場試所與社區居民合作，進行多年期調查並累積資料。在同樣環境不同操作方式下，依據作物生長期，在特定時段使用統一的監測方法與工具，於慣行、友善與有機等不同栽培類型農地，調查各類型農地其昆蟲組成、重要害蟲及其特定天敵族群變化。農地生產為同時達到增產、生物多樣性保存與保育利用及減少對環境衝擊，惟有透過系統性研究累積農田生態基礎資料，充分瞭解農耕操作對農田生態環境及生物多樣性的影響，才能找到改善生產環境方法，落實農業土壤永續利用與生物多樣性保育雙重目的。而農業生態系有別於自然生態系，運作與管理不但影響自然生態，更影響人類社會永續生存。因此，瞭解其生態交互作用，包括作物耕作對微生物與昆蟲等之多樣性變化和生態系之水分與營養元素之動態等均甚為重要。農業生態系長期生態研究之目標為探討符合生態觀念之農耕操作能否減少生態系中化學物質之投入，以維持生態系之永續經營。農試所、台南場與茶改場，已共同執行農業長期生態研究超過10年以上，然所有監測研究站集中於中部低海拔平原、丘陵水田、旱作及果園環境。調查樣點與研究面向，無法客觀反映影響不同農業操作系統的變化因素。

農委會支持擴大農業長期生態調查監測站，從農業生態環境、農業生產管理措施、農作經濟規模、氣候變化等議題之相互關係，提供農政部門研擬可兼顧農業產業與生態環境的政策配套規劃或法令調整，俾使農業長期生態研究主動納入農業主客觀條件，達到同時具備基礎與應用的研究功能。而本計畫所選擇之監測站，需符合LTER計畫原則，所選定的監測站所屬社區，須以「已朝向友善、準有機或有機農業經營者」為主，並以傳統慣行農法作為對照樣區，俾使本計畫執行方向最終可與社區願景及農業長期生態調查目標一致，達到事半功倍與資源共享的政策目標。

材料與方法

(一) 蟲相監測：

於每年一期作及二期作水稻分蘗期前後，以黏蟲板進行蟲相監測。每期作黏蟲板共吊掛兩次、每次為期一週。將慣行(CC)、友善(FC)與有機(OC)三農法各劃分為四個區域，每區域各吊掛4張黏蟲板，共計96張黏紙(2週*3農法*4區域*4黏紙)。回收黏紙時以保鮮膜覆蓋，並帶回實驗室於顯微鏡下進行昆蟲種類辨識。水稻監測目標生物為：蜘蛛類、瓢蟲類、黑尾葉蟬類、飛蝨類、瘤野螟五項，統計完各項數值後製作圖表進行分析。



圖1. 2020年樣區分佈圖



圖2. 2021年樣區分佈圖
(慣行田區因故更換)

(二) 土壤分析：

水稻採收後，於每一處理田區平均採取5個樣點的表土(0-15公分)及底土(15-30公分)，並分別充分混合為一樣品，經風乾、過篩後，進行以下土壤理化性質分析。

分析項目與方法如下：

1. 土壤酸鹼度：土水比1：1，充分攪拌後以玻璃電極測定之。
2. 土壤導電度：土水比1：5，過濾後以白金電極測定之。
3. 土壤有機質：稱取0.3克過20 mesh篩之土壤樣品，以固體總有機碳分析儀測定有機碳含量，再乘以1.72換算之。
4. 土壤有效磷：以Bray No.1試劑，土水比1：10（pH值高於6.8者則改為1:50）抽出後，以鉬藍法呈色測定之。
5. 土壤有效鉀、鈣、鎂：以Mehlich No.1試劑抽出後，以ICP-OES測定之。
6. 土壤鐵、錳、銅、鋅、鎘、鉻、鎳、鉛：以0.1 N HCl抽出後，以ICP-OES測定之。

(三) 植體分析：

於每一處理田區隨機採取5處，每處各取1攬水稻，5攬混合為一份樣品，分為稻穀及稻稈進行植體分析。

1. 植體消化：以濃硫酸加熱迴流法分解消化，定量稀釋備用。

2. 植體氮：取消化液以凱氏氮自動分析儀測定之。
3. 植體磷：取消化液以鉬黃法呈色測定之。
4. 植體鉀、鈣、鎂：取消化液以ICP-OES測定之。
5. 植體鐵、錳、銅、鋅：以1 N HCl抽出後，以ICP-OES測定之。

(四)產量調查：

於每一處理田區隨機取5處進行坪割，每處框取2m*2m的範圍採樣，脫粒後秤濕穀重，經曬乾、風選後再測其乾穀重，並換算為公頃產量。

結果

一、富里鄉水稻監測站特定昆蟲相監測

本團隊於2020年春天開始於富里鄉永豐村之水稻田，規劃長期生態監測，並於同年一期作分蘗期的4/7至4/15進行第一次黃色黏蟲板蟲相監測。調查隻目標生物為蜘蛛類、瓢蟲類、黑尾葉蟬類、飛蝨類及瘤野螟。在第一次蟲相監測中，三個農法中以蜘蛛類誘集到最多，分別為：友善128隻、慣行14隻與有機10隻；第二多之物種為瓢蟲類，分別為慣行53隻、友善48隻及有機25隻；黑尾葉蟬類慣行與有機各7隻；飛蝨類僅有機出現3隻；而瘤野螟於三農法中皆未監測到蟲體(圖3)。

另本次試驗於慣行田區黏板發現大量的黑色薊馬，最多有記錄到300隻左右的數據，經農試所鑑定後為稻管薊馬(*Haplothrips aculeatus*)，本薊馬已多年未曾於台灣稻田發現，此次在富里慣行田區捕抓到為特別的發現，因此本試驗特將稻管薊馬新增於日後的長期監測中。

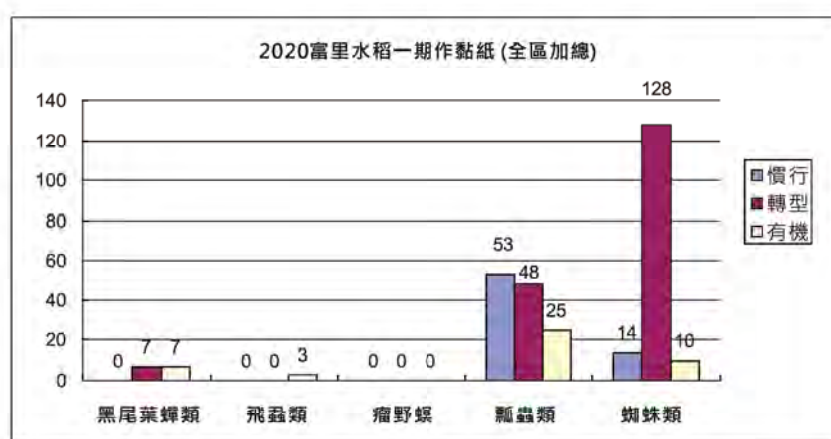


圖3.2020富里水稻一期作黏板誘集數據

2020年第二次黏蟲板監測為水稻二期作分蘗後期，於9/10至9/23共計兩次的監測。整體而言蜘蛛類的數量佔絕大多數，第一週共捕獲361隻的

蜘蛛，佔整體蟲數562隻的64.23%(慣行163隻、友善107隻、有機91隻)；而第二週蜘蛛捕獲數量共計488隻佔整體蟲數1174隻的41.57%(慣行233隻、友善218隻、有機37隻)。而飛蟲類為第二大的族群，第一週共捕獲129隻，佔整體蟲數之22.95%(慣行15隻、友善70隻、有機44隻)；第二週友善田區的飛蟲類數量大增，驟升至380隻，佔當週所有黏板中捕抓到的1174隻蟲體之31.51%，而慣行65隻、有機56隻相對較少。分析蟲源後發現採集到的種類以白背飛蟲為主，非造成水稻蟲燒之褐飛蟲，但白背飛蟲產生的煤煙病亦嚴重的影響二期作之收穫，產量僅為一期作之50%。瓢蟲類數量第三，約莫總蟲數10%左右，第一週捕獲的隻數分別為慣行23隻、友善6隻、有機28隻；第二週慣行41隻、友善41隻、有機33隻。黑尾葉蟬類群較少，第一週慣行4隻、友善8隻、有機3隻；第二週慣行5隻、友善37隻、有機22隻。而瘤野螟零星出現，第一週友善1隻、有機2隻；第二週僅有有機捕獲到6隻。而本樣區特殊蟲種稻管薊馬，於二期作中僅有少量發生，因此尚未放入此次監測中比較，待日後長期累積資料再進行分析(詳如圖4、圖5)。

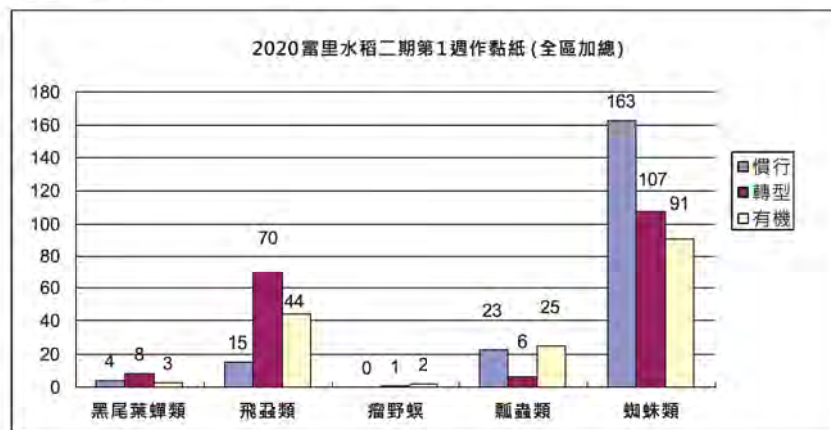


圖4.2020富里水稻二期作第1週黏板誘集數據

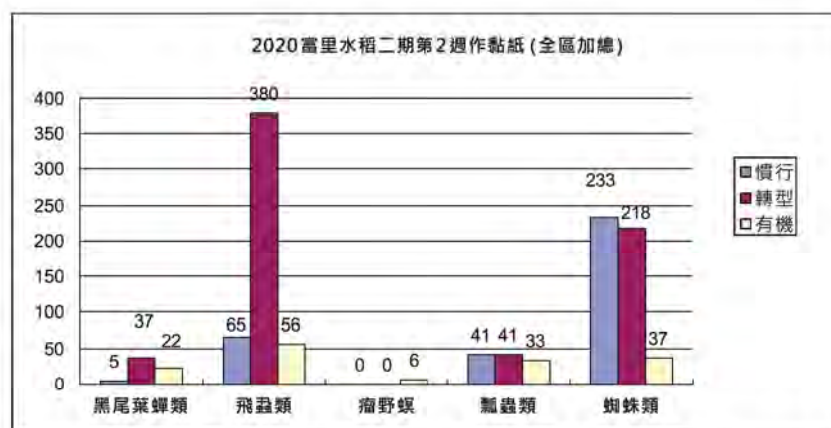


圖5.2020富里水稻二期作第2週黏板誘集數據

2021年於水稻一期作分藥期後之4/15至4/30，進行第一次為期兩週的蟲相監測。本期監測仍以蜘蛛為主要被捕獲族群，第一週共捕獲222隻的蜘蛛，佔整體蟲數422隻的52.61% (慣行124隻、友善69隻、有機29隻)；而第二週蜘蛛捕獲數量共計584隻佔整體蟲數897隻的65.1% (慣行248隻、友善196隻、有機140隻)。而今年度新加入監測的稻管薊馬族群數量位居第二，第一週共捕獲71隻，佔整體蟲數422隻的16.82% (慣行29隻、友善17隻、有機25隻)；而第二週薊馬捕獲數量共計105隻，佔總蟲數11.7% (慣行39隻、友善38隻、有機28隻)。飛蝨類數量第三，第一週慣行18隻、友善3隻、有機31隻；第二週慣行36隻、友善9隻、有機36隻。瓢蟲類第一週共捕獲37隻、第二週87隻。黑尾葉蟬第一週共捕獲39隻、第二週39隻。瘤野螟第一週僅有機1隻、第二週僅友善1隻，佔極少數族群(詳如圖6、圖7)。

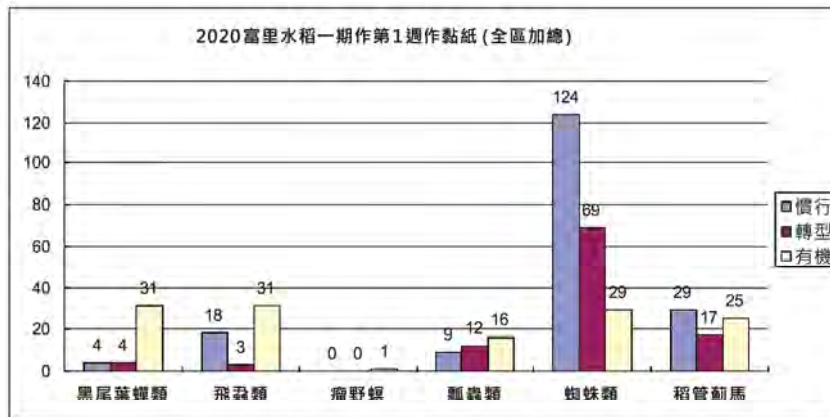


圖6.2021富里水稻一期作第1週黏板誘集數據

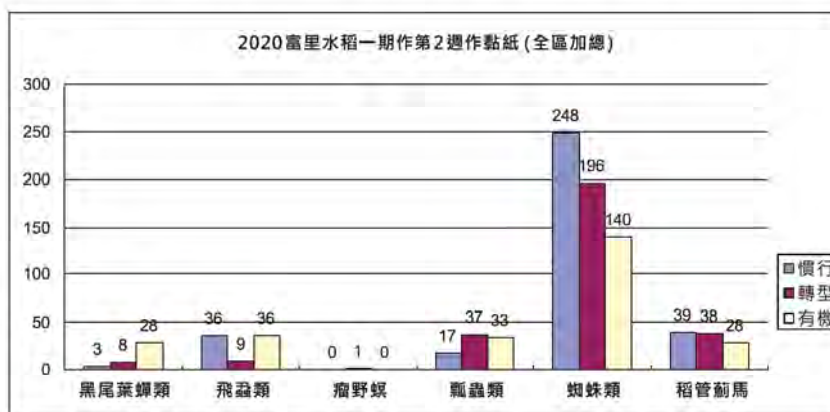


圖7.2021富里水稻一期作第2週黏板誘集數據

二、富里鄉水稻監測站土壤理化性質、植體營養元素含量及稻穀產量

如表1所示，本研究範圍內的土壤性質大致相似，酸鹼度為中性附近，鉀鈣鎂含量皆偏高。重金屬部分，除2020一期作的友善及有機區的鋅含量偏高外，餘皆為微量，各區差異無明顯趨勢。

如表2所示，2020年二期作及2021年一期作慣行區稻稈樣品中的氮含量較友善及有機區樣品為高，而銅及鋅反之。

如表3所示，除了2020年一期作及2021年一期作有機區的稻穀產量顯著低於慣行及友善區者外，餘同期產量各區間無顯著差異。

表1.2020-2021年一期作富里水稻監測點土壤理化性質

項目	土層	酸鹼度	電導度	有機質含量		鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉛					
			dS/m	%	mg/kg									mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
2020年 一期作	慣行	表土	7.0	0.18	2.6	71	70	2932	305	1072	104	7.0	8.6	0.02	0.3	3.6	3.6	
	CC	底土	7.1	0.12	2.0	83	62	2167	257	884	91	6.3	5.4	ND	0.2	2.6	2.6	3.2
	友善	表土	6.3	0.13	3.2	15	134	2549	633	494	62	7.0	51.4	0.90	0.2	1.9	2.2	2.2
	FC	底土	6.4	0.22	3.0	10	96	2350	536	383	61	7.0	41.3	0.75	0.1	1.9	2.0	2.0
2020年 二期作	有機	表土	6.1	0.34	5.2	17	93	2837	496	315	35	6.1	43.3	0.66	0.1	2.2	2.2	1.2
	OC	底土	6.4	0.23	2.0	14	122	2744	679	582	54	7.8	71.0	1.12	0.2	2.2	2.2	1.9
	慣行	表土	7.2	0.13	2.7	54	162	3782	808	696	93	7.2	4.4	N.D	0.4	3.1	3.1	4.2
	CC	底土	7.4	0.11	1.8	47	145	3302	719	710	91	7.1	3.4	N.D	0.4	2.8	2.8	3.5
2021年 一期作	友善	表土	6.6	0.10	2.3	16	143	3724	812	574	20	5.0	5.3	N.D	N.D	1.1	1.6	1.6
	FC	底土	6.7	0.10	2.1	15	91	3425	775	862	25	5.9	6.0	N.D	N.D	1.2	1.7	1.7
	有機	表土	7.4	0.11	1.6	64	225	4679	1073	638	223	8.1	4.4	N.D	N.D	1.2	2.7	2.7
	OC	底土	7.7	0.11	0.9	47	197	4676	1048	544	202	6.8	4.0	N.D	N.D	1.1	2.1	2.1
2021年 二期作	慣行	表土	6.6	0.15	3.1	13	115	3145	788	780	91	8.3	3.8	N.D	N.D	1.9	2.1	2.1
	友善	表土	6.8	0.10	2.8	68	95	3213	751	393	35	5.8	2.9	N.D	N.D	0.5	0.6	0.6
	有機	表土	6.9	0.11	3.0	84	86	3356	838	452	15	4.5	2.3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

表2.2020-2021年一期作富里水稻監測點稻稈營養元素含量

項目	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	
單位	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
2020年二期作	慣行	1.0	0.3	1.3	0.5	0.2	177	258	N.D	9
	友善	0.4	0.3	1.4	0.5	0.1	135	182	0.4	26
	有機	0.6	0.3	2.1	1.4	0.2	104	394	0.6	15
2021年一期作	慣行	0.9	0.3	1.3	0.5	0.1	190	279	N.D	5.5
	友善	0.6	0.3	2.1	0.3	0.2	153	137	0.6	7.1
	有機	0.7	0.3	2.6	0.4	0.1	258	212	0.2	13.4

表3.2020-2021富里水稻監測點乾穀公頃產量 (kg/ha)

	慣行 CC	友善 FC	有機 OC
2020 一期作	5705±938.98	5770±1072.73	4520±663.18
2020 二期作	5515±645.32	4960±1746.21	5605±985.74
2021 一期作	8115±1091.24	8285±1105.33	7180±981.93

討論

在昆蟲相監測部分，葉蟬、飛蝨、螟蛾、瓢蟲和蜘蛛的數量，在葉蟬、螟蛾和瓢蟲大致上各田區數量都相近，唯在蜘蛛和飛蝨的部分在不同操作方式的稻田區數量有所差異。蜘蛛在2020年一期作友善田區的數量明顯高於慣行和有機田區，友善田的蜘蛛數量為128隻，慣行和有機田區分別為14和10隻，而在2020年二期作則是慣行田高於友善和有機田區，兩週監測結果之數量共為396隻，友善和有機田區分別為325和128隻，而在隔年2021年一期作兩週監測結果分別為慣行372隻、友善265隻、有機169隻，一樣是慣行高於其他田區。另二期作的飛蝨量有明顯增加趨勢，飛蝨種類主要為白背飛蝨，其次為褐飛蝨，白背飛蝨和褐飛蝨是二期稻作常見的害蟲，白背飛蝨成蟲和若蟲喜歡聚集在水稻中段吸食稻液，造成植株黃化；褐飛蝨則喜歡聚集在水稻基部及中段吸食稻液，危害初期會讓稻葉黃化，嚴重時，會使水稻全株枯萎、倒伏，也就是俗稱的「蝨燒」。2020年二期作飛蝨類害蟲密度增高，尤其友善田區的飛蝨數量皆較慣行和有機田區多，大量的飛蝨類昆蟲危害造成水稻產量下降，雖採集到的種類以白背飛蝨為主，但因白背飛蝨密度高，其產生的煤煙病仍對於水稻生長及產量具有影響。本場團隊輔導農民使用苦楝油與皂素資材進行飛蝨防治

後亦已獲得控制。

值得一提的是在2020年一期作監測黏紙上發現到罕見的稻管薊馬(*Haplothrips aculeatus*)，已多年無被捕獲紀錄。台灣水稻作物上記錄到的薊馬共有三種，台灣花薊馬、稻薊馬與稻管薊馬，台灣花薊馬鮮少有危害。稻薊馬主要危害苗期及分蘗期之稻葉，其銼吸式口器銼破葉片表皮吸食汁液，致使葉片表面呈現微細斑點病影響分蘗；而稻管薊馬則於水稻抽穗開花期始大量遷入稻田危害花器，可在水稻上繁殖一個世代，待稻乳熟期後又陸續遷往其他寄主植物取食，晚植稻受害較早、中植稻為嚴重，但以往記錄上並無造成水稻災損。2020年一期作時於慣行田區黏板發現大量的稻管薊馬，最高紀錄於一張黏板上發現300隻左右，然而同年二期作上稻管薊馬僅有少量發生，直至2021年一期作才又發現其蹤跡，以目前的數據顯示，一期作較容易發現稻管薊馬的蹤跡。文獻記載稻管薊馬的寄主除了水稻之外，李氏禾、看麥娘、稗草等禾本科雜草亦為稻管薊馬的寄主，而李氏禾、看麥娘的花期分布在12月至3月之間，推測連續兩年一期稻作皆出現稻管薊馬原因與監測時程落在雜草花期之後有關。

在土壤分析部分，本試驗目前累積一年半數據，這一年半的土壤調查結果，2020年一期作土壤與另外2期的分析結果有明顯差異，可能原因為第一次的土壤樣品為分別由三區的農民自行採樣，與後二次由研究人員採樣方式或位置有差異所致。各區與各期間之土壤有效磷有明顯差異，但與耕作方式似無相關。檢視其與土壤酸鹼度的關係，發現pH值高於6.8者之土壤有效磷明顯較高。如前述土壤分析方法說明，Bray No.1法原設計為酸性土壤適用，應用於鹼性土樣品時，為避免鹼性影響呈色而提高稀釋倍數，推測即是造成數值不合理的原因。

觀察植體分析結果，慣行區稻稈樣品中的氮含量較友善及有機區樣品為高，推測可能為總氮肥施用量較高所造成。至於植體銅及鋅反而較低，這應是常見的稀釋效應—因氮營養提高生質量，造成微量元素濃度下降。

綜上所述，應再詳細調查三處田區的施肥種類與施用量，才能釐清造成各項數據差異的原因與代表的意義。

水稻產量的部分，2020年第一期作和2021年一期作水稻產量皆以有機區為最低，而在2020年第二期作則以友善區最低，推測與友善區栽培期間飛蟲數量明顯高於另外兩區而影響水稻產量。另在2021年一期作的稻穀產量明顯高於前一年(2020年)的產量，以慣行區而言較去年同期一期作增加42%的產量，應是

氣候條件不同所造成。一般而言，二期作的氣候條件較差，所以產量應較一期作為低。然而，2020年二期作有機區的稻穀產量反而為三區中最高者，或許代表有機栽培可提高水稻對不利環境的適應性或耐受性。

結論

本計畫為花蓮縣富里鄉水稻田區2020年至2021年一期作之生態監測結果，未來將持續進行昆蟲相監測及土壤分析，並調查不同耕作模式之產量資料。據此之長期生態調查結果，了解各類栽培類型作物之投入與產出，是否符合環境與經濟生產成本，並期能對農政機關與農友，提出慣行轉友善、或慣行轉有機、或友善轉有機栽培的過程該有的配套措施與建議，並提供農政單位研擬相關農業政策的參考資料。

誌謝

本計畫執行期間感謝富里鄉天賜糧源股份有限公司鍾雨恩先生，以及永豐村劉貢銘先生、劉學治先生、張裕明和潘信正先生協助配合稻田各項調查工作。

參考文獻

1. 陳琦玲、郭鴻裕、石憲宗、陳健忠、林朝欽、楊藹華、林儒宏、張素貞、賴瑞聲、張繼中、莊國鴻、陳泰元、潘佳辰、林立。2020。農業生態系長期生態研究回顧與展望。農業生態系長期生態研究研討會，台中市，中華民國。
2. 鄭清煥。2003。植物保護圖鑑系列8—水稻保護。防檢局。台北。448頁。
3. Majid, M. B., X. L. Tong, J. N. Feng and X-X Chen. 2011. Thrips (Insecta: Thysanoptera) of China. Check List (J. Species Lists Distrib.) 7: 720-744.

慣行及有機農法對於水稻田蟲相及土壤之影響： 以池上地區為例

許育慈¹、張繼中²、黃文益¹、蔡恕仁³

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 助理研究員

²行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 副研究員

³行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 副研究員兼課長

摘要

為使農業長期生態監測站具有穩定、統一的調查方法，累積有用的農業長期生態，並提供農政單位研擬相關農業政策的參考，於臺東縣池上鄉水稻田設置8處長期生態監測站，其中4處為慣行農法，另外4處為有機或友善農法。監測站以黃色黏蟲紙調查特定害蟲與天敵，結果2020年第1期作蜘蛛以友善田區最高，慣行田區次之，第2期作則以慣行田區高於友善田區高於有機田區；瓢蟲則以友善田區高於慣行田區與有機田區。特定害蟲中以黑尾葉蟬於第2期作發生密度較高，慣行田區高於友善田區高於有機田區；而飛蝨類及瘤野螟於各不同農法栽培區發生密度均偏低。兩期作中除天敵蜘蛛與黑尾葉蟬發生密度有些許關聯性外，瓢蟲則與害蟲間未發現明顯關聯性，此結果可能與捕食性天敵不僅以捕食害蟲有關。池上鄉水稻監測站慣行農法水稻田土壤普遍為酸性土壤；而有機及友善農法水稻田土壤有機質含量普遍高於3%，為高土壤有機質含量。產量調查方面，不論是第1期作或是第2期作，有機及友善農法產量可達5,000公斤，但仍較慣行栽培產量低，未來除持續調查，將進行提高有機及友善農法產量之試驗研究。

前言

全臺農業環境多元，自1992年即展開自然生態系之長期生態監測研究(Long Term Ecological Research, LTER)，長期生態監測對於理解區域環境中長時間內的擾動動態特別有價值(Spies *et al.*, 1994; Turner *et al.*, 2003)，例如不同的農耕操作模式對於農業環境中昆蟲相、土壤肥力長時間之影響。但目前僅有農業試驗所、臺南區農業改良場與茶業改良場，於2006年開始進行農業生態系之長期生態研究(陳等, 2020)，調查樣點與研究面向，無法客觀反映影響不同農業操作系統的變化因素。為此，行政院農業委員會為擴大農業長期生態調查監測站，於全臺增設多處生態監測站，並使農業長期生態監測站具有穩定、

統一的調查方法，為我國累積有用的農業長期生態調查資料，並提供農政單位研擬相關農業政策的參考。目前在臺東縣池上鄉水稻田及卑南鄉鳳梨釋迦果園設置有機及慣行各4處監測站，進行土壤肥力及產量調查，同時執行害蟲及其天敵普查與特定昆蟲之監測。本文介紹目前池上鄉長期生態監測站2020年蟲相監測、土壤與植體分析及產量調查結果。

材料與方法

一、蟲相監測

研究地點位於臺東縣池上鄉萬安村水稻田，選定慣行田區(CC)4區、有機田區(OC)3區及友善耕作田區(FC)1區，合計8區為樣區(表1)。於2020年第1期作和第2期作之分蘗盛期前後進行調查，每一期作調查兩週，每次黏蟲紙置放一週，調查時段兩週，每樣區每期作調查2次。於2020年3月25日-4月1日設置黏蟲紙，進行水稻第1期作分蘗盛期第1次調查，4月1-4月8日更換調查第2次，每次1週合計2次；水稻第2期作調查於於8月12日-8月19日第1次，8月19日-8月24日調查第2次，每次1週合計2次。在每樣區逢機選擇4叢水稻，每叢設置一張黏蟲紙，設置高度距植株基部1m，樣區附近若為不同栽培管理模式或樹林、馬路等可能干擾調查結果之環境，所設置之黏蟲紙至少距20 m以上，做為隔離帶。回收黏蟲紙以保鮮膜包覆後攜回實驗室鏡檢，調查飛蝨類、黑尾葉蟬及瘤野螟等害蟲與瓢蟲及蜘蛛兩種天敵。

表1.池上鄉水稻監測站樣區

農法	代號	經緯度	海拔	品種
慣行	CC-1	23°05'46"N/121°12'57"E	271	高雄 145
慣行	CC-2	23°05'35"N/121°12'53"E	272	高雄 145
慣行	CC-3	23°05'24"N/121°12'35"E	269	高雄 139
慣行	CC-4	23°05'54"N/121°12'27"E	274	高雄 145
友善	FC-1	23°05'00"N/121°12'00"E	271	高雄 139
有機	OC-1	23°05'31"N/121°13'09"E	280	高雄 139
有機	OC-2	23°05'29"N/121°13'14"E	285	高雄 145
有機	OC-3	23°05'31"N/121°13'15"E	288	高雄 139

二、土壤分析

於水稻收穫後，每區逢機採取5處表土(0-15公分之土壤)及底土(15-30公分之土壤)，充分混合後進行土壤分析。第1期作及第2期作採樣時間分別為2020年6月17日及2020年12月10日。

(一)土壤酸鹼值以土：水=1：1(w/v)，平衡1 h後以玻璃電極法測定。

(二)土壤電導度以土：水=1：5(w/v)，振盪1 h後過濾，以電導度計測定。

(三)土壤中有機質含量的測定：採比色法測定。

(四)土壤中磷有效指數：採白雷氏第一法(Bray P method)測定。

上述土壤分析方法依據張(1981)分析方法進行。

三、植體分析

於水稻田前、後、左、右、中各處分別選取5處，每處各選1樣，5樣混合一份樣本，進行稻穀及稻稈植體分析。第1期作及第2期作採樣時間分別為2020年6月22日及2020年11月10日。

(一)氮之定量：採元素分析儀測定。

(二)磷之定量：鉬黃法。

(三)鉀、鈣、鎂之定量：感應電漿光譜法。

上述植體分析方法依據張(1981)分析方法進行。

四、產量調查

(一)於每區水稻田前、後、左、右、中各小區分別選取5處坪割，每處2 m*2 m，分5處估算單位面積產量。產量以小區收穫後經風選、曬乾後，測定水分含量13%，秤其穀重，換算成公頃產量。

(二)食味值、蛋白質及直鏈性澱粉以成分分析儀(AN-900，大山農機公司，Japan)測定。

結果

一、池上鄉水稻監測站特定昆蟲相監測：

比較慣行(CC)、友善(FC)及有機(OC)栽培水稻區黑尾葉蟬、飛蝨類、瘤野螟等害蟲及蜘蛛與瓢蟲兩種天敵發生情形。結果發現第1次調查各不同栽培模式發生之特定害蟲密度僅1隻/黏紙/週以下，蜘蛛以慣行區7.9隻/黏紙/週，略高於友善5.0隻/黏紙/週及有機區5.7隻/黏紙/週；瓢蟲則以友善區4.0隻/黏紙/週最高，有機區2.3隻/黏紙/週次之，慣行區0.9隻/黏紙/週最少。第2次調查與第1次結果差異不大，特定害蟲雖略高於第1次調

查，但仍在1隻/黏紙/週以下；蜘蛛密度則以友善區26.0隻/黏紙/週最多，慣行區15.1隻/黏紙/週次之，有機區8.8隻/黏紙/週最少。

比較慣行、友善及有機水稻區前揭生物發生情形。結果發現第1次調查各不同栽培模式發生之特定害蟲黑尾葉蟬僅於慣行區發現，0.8隻/黏紙/週；飛蟲類則僅發現於友善及有機區，分別為0.3隻/黏紙/週及0.4隻/黏紙/週。天敵以友善區(蜘蛛0.8隻/黏紙/週、瓢蟲2隻/黏紙/週)略高於慣行(蜘蛛0.4隻/黏紙/週、瓢蟲1.3隻/黏紙/週)及有機區(蜘蛛0.3隻/黏紙/週、瓢蟲1.4隻/黏紙/週)。第2次調查特定害蟲略高於第1次調查，黑尾葉蟬三種栽培樣區均可發現，以慣行區較高為2.5隻/黏紙/週，飛蟲類則在慣行及有機區發現，分別為0.1及0.2隻/黏紙/週。天敵蜘蛛則以慣行區最高，6.0隻/黏紙/週，瓢蟲則以友善區最高3.3隻/黏紙/週。

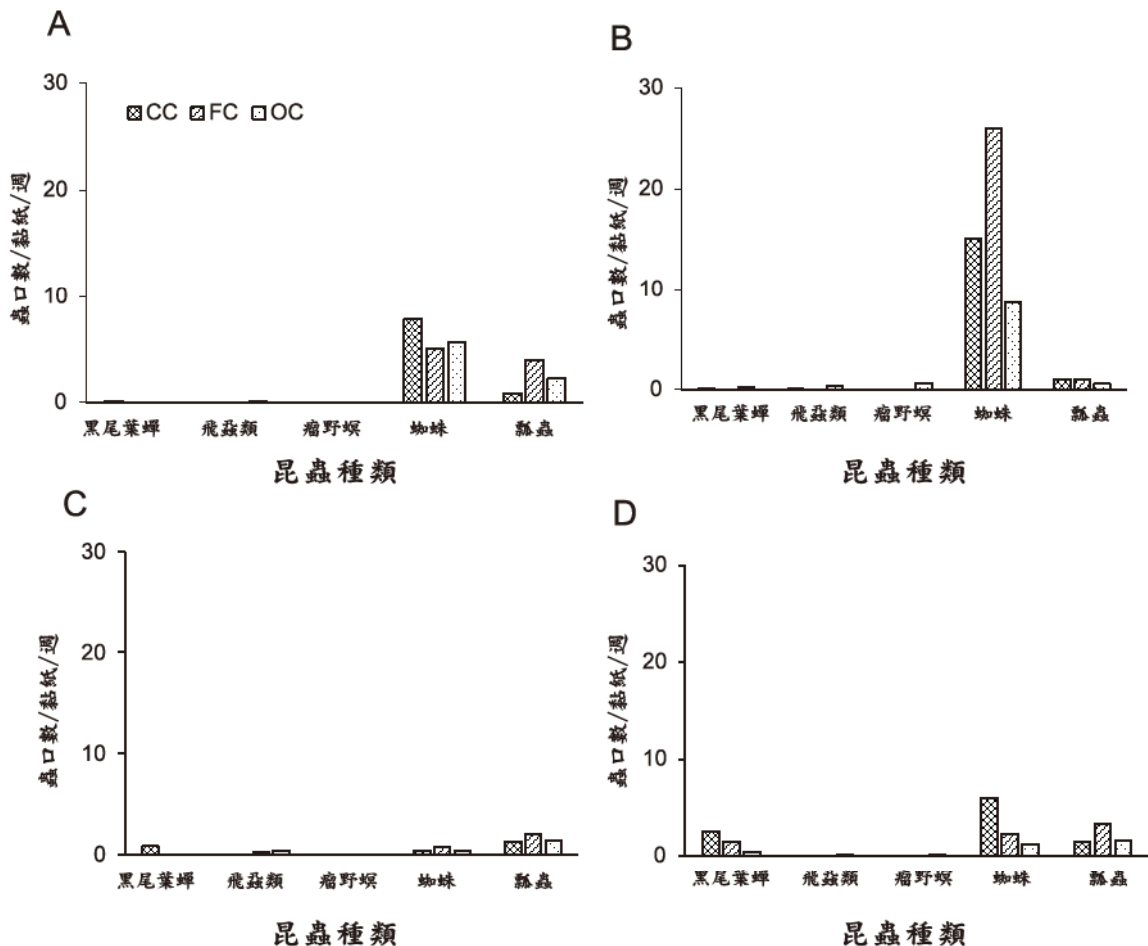


圖1. 2020年池上水稻調查站第1期及第2期作昆蟲調查結果。A：水稻第1期作第1次調查結果於(3月25日-4月1日) 8月12-19日第1次，8月19-24日調查第2次，每次1週合計2次；B：水稻第1期作第2次調查結果(4月1日-4月8日)；C：水稻第2期作第1次調查結果(8月12日-8月19日)及D：水稻第2期作第2次調查結果(8月19日-8月24日)。CC：水稻慣行栽培調查樣區；FC：水稻友善栽培調查樣區及OC：水稻有機栽培調查樣區。

二、池上鄉水稻監測站土壤分析結果：

土壤分析分為表土0-15公分及底土15-30公分共2層，由於目前各項參考範圍為0-15公分表土之參考範圍，因此土壤分析結果以0-15公分表土分析結果呈現。池上鄉水稻監測站土壤分析結果(表2及表3)顯示，第1期作及第2期作有機及友善農法水稻田土壤酸鹼值皆高於6，而慣行農法水稻田第1期作及第2期作則分別介於4.88-7.40及5.15-7.24，其中CC-3為最低(4.88及5.15)，依據本場之土壤酸鹼值參考範圍，土壤酸鹼值低於6，就有酸性土壤問題，有機及友善農法之水稻田無酸性土壤問題，而慣行農法水稻田則有酸性土壤問題；有機及友善農法水稻田第1期作土壤有機質含量皆高於3%及第2期作除OC-2未高於3%外，其餘皆高於3%；慣行農法水稻田第1期作土壤有機質含量除CC-2，其餘皆低於3%，第2期作除CC-1及CC-2，其餘低於3%，依據本場之土壤有機質含量參考範圍，此結果顯示友善及有機農法水稻田大多為高土壤有機質含量。有機及友善農法水稻田土壤有效性磷含量第1期作及第2期作分別介於51.2-83.1 mg kg⁻¹及15.0-26.7 mg kg⁻¹，而慣行農法水稻田土壤有效性磷含量第1期作及第2期作分別介於34.6-115.3 mg kg⁻¹及22.4-31.4 mg kg⁻¹，依據作物施肥手冊(2005)土壤有效性磷含量參考範圍，土壤有效性磷含量高於12.1 mg kg⁻¹為高土壤有效性磷含量，因此不論是友善及有機農法或慣行農法水稻田，土壤皆為高土壤有

表2.臺東區池上鄉第1期作水稻監測站土壤分析結果

農法	試驗場域代號	土層	酸鹼值	有機質 (%)	有效性磷 (mg kg ⁻¹)	交換性鉀 (mg kg ⁻¹)
慣行	CC-1	0-15 公分	7.40	2.70	34.6	125.2
		15-30 公分	7.74	2.56	32.2	116.4
	CC-2	0-15 公分	6.31	4.44	102.6	115.5
		15-30 公分	6.52	3.74	86.9	89.1
	CC-3	0-15 公分	4.88	2.44	39.4	74.4
		15-30 公分	4.99	2.49	38.7	59.5
	CC-4	0-15 公分	5.95	2.69	115.3	73.9
		15-30 公分	5.90	2.55	64.0	79.7
友善	FC-1	0-15 公分	6.21	4.92	51.2	169.6
		15-30 公分	6.28	4.28	48.4	184.1
有機	OC-1	0-15 公分	7.17	5.19	66.9	111.2
		15-30 公分	7.14	4.46	69.9	126.9
	OC-2	0-15 公分	6.85	4.39	52.4	144.8
		15-30 公分	6.97	3.67	52.9	156.1
	OC-3	0-15 公分	6.96	3.80	83.1	210.4
		15-30 公分	7.06	3.94	72.3	187.3

效性磷含量。有機及友善農法水稻田土壤交換性鉀含量第1期作及第2期作分別介於111.2-210.4 mg kg⁻¹及107.4-168.7 mg kg⁻¹，而慣行農法水稻田土壤交換性鉀含量第1期作及第2期作分別介於73.9-125.2 mg kg⁻¹及83.2-217.9 mg kg⁻¹，依據作物施肥手冊(2005)土壤交換性鉀含量參考範圍，土壤交換性鉀含量高於50 mg kg⁻¹為高土壤交換性鉀含量，因此不論是友善及有機農法或慣行農法水稻田，土壤皆為高土壤交換性鉀含量。

表3.臺東區池上鄉第2期作水稻監測站土壤分析結果

農法	試驗場域代號	土層	酸鹼值	有機質 (%)	有效性磷 (mg kg ⁻¹)	交換性鉀 (mg kg ⁻¹)
慣行	CC-1	0-15 公分	6.83	3.09	23.8	217.9
		15-30 公分	6.67	2.96	20.8	252.5
	CC-2	0-15 公分	7.24	3.61	31.4	147.7
		15-30 公分	7.48	3.36	27.3	107.4
	CC-3	0-15 公分	5.15	2.40	22.4	102.2
		15-30 公分	4.78	2.24	17.3	84.8
CC-4	0-15 公分	5.39	2.19	22.7	83.2	
	15-30 公分	5.93	1.68	18.3	41.1	
友善	FC-1	0-15 公分	6.83	4.02	15.0	147.3
		15-30 公分	6.63	3.98	12.9	147.2
有機	OC-1	0-15 公分	7.34	4.04	21.4	132.8
		15-30 公分	7.47	3.56	21.6	113.6
	OC-2	0-15 公分	6.93	2.61	17.8	107.4
		15-30 公分	7.22	2.61	16.7	88.7
	OC-3	0-15 公分	7.33	3.45	26.7	168.7
		15-30 公分	7.46	3.15	21.6	135.2

三、池上鄉水稻監測站植體分析結果：

池上鄉水稻監測站分析結果(表4及表5)顯示，第1期作有機及友善農法稻穀氮、磷及鉀含量分別介於0.98~1.24 %、0.18~0.34 %、0.34~0.44 %，而慣行法之稻穀氮、磷及鉀含量分別介於0.89~1.03 %、0.15~0.32 %及0.27~0.33 %；第1期作有機及友善農法稻稈氮、磷及鉀含量分別介於0.73~0.80 %、0.11~0.17 %、1.95~2.09 %，而慣行法稻稈氮、磷及鉀含量分別介於0.50~0.92 %、0.09~0.18 %及1.42~2.14 %。第2期作有機及友善農法稻穀氮、磷及鉀含量分別介於1.04~1.10 %、0.16~0.23 %、0.28~0.39 %，而慣行法之稻穀氮、磷及鉀含量分別介於1.18~1.30 %、0.22~0.32 %及0.31~0.42 %；第2期作有機及友善農法稻稈氮、磷及鉀含量分別介於

0.55~0.91 %、0.08~0.10 %、0.83~1.77 %，慣行法稻稈氮、磷及鉀含量分別介於0.71~0.98 %、0.08~0.15 %及1.74~2.49 %，此為第1年採樣分析結果，未來將持續進行調查。

表4.臺東區池上鄉第1期作水稻監測站植體分析結果

農法	試驗場域代號	分析部位	氮(%)	磷(%)	鉀(%)
慣行	CC-1	稻穀	0.89	0.15	0.28
		稻稈	0.50	0.09	1.42
	CC-2	稻穀	0.98	0.21	0.27
		稻稈	0.57	0.10	1.86
	CC-3	稻穀	0.92	0.22	0.38
		稻稈	0.68	0.18	2.14
	CC-4	稻穀	1.03	0.32	0.33
		稻稈	0.92	0.17	2.11
友善	FC-1	稻穀	0.98	0.18	0.37
		稻稈	0.73	0.11	2.08
有機	OC-1	稻穀	1.14	0.21	0.44
		稻稈	0.78	0.12	1.95
	OC-2	稻穀	1.24	0.34	0.38
		稻稈	0.80	0.16	2.05
	OC-3	稻穀	1.10	0.23	0.34
		稻稈	0.76	0.17	2.09

表5.臺東區池上鄉第二期作水稻監測站植體分析結果

農法	試驗場域代號	分析部位	氮(%)	磷(%)	鉀(%)
慣行	CC-1	稻穀	1.21	0.26	0.35
		稻稈	0.90	0.08	1.92
	CC-2	稻穀	1.28	0.22	0.31
		稻稈	0.71	0.09	1.74
	CC-3	稻穀	1.30	0.32	0.42
		稻稈	0.98	0.15	2.49
	CC-4	稻穀	1.18	0.25	0.37
		稻稈	0.88	0.12	2.08
友善	FC-1	稻穀	1.07	0.16	0.28
		稻稈	0.77	0.08	1.77
有機	OC-1	稻穀	1.06	0.23	0.30
		稻稈	0.62	0.09	1.08
	OC-2	稻穀	1.04	0.23	0.29
		稻稈	0.91	0.10	0.83
	OC-3	稻穀	1.10	0.19	0.39
		稻稈	0.55	0.10	0.99

四、池上鄉水稻監測站產量及品質調查

表6及表7分別為臺東區池上鄉第1期作及第2期作水稻監測站產量及品質調查結果，第一期作有機及友善農法產量、食味值、蛋白質及直鏈性澱粉含量分別介於4,536~5,640 公斤/公頃、70.4~75.0、5.8 %~6.6 %、18.0%~18.1 %；第1期作慣行法產量、食味值、蛋白質及直鏈性澱粉含量分別介於5,868~7,713 公斤/公頃、71.5~77.2、5.4 %~6.4 %、18.0 %~18.2 %。第2期作有機及友善農法產量、食味值、蛋白質及直鏈性澱粉含量分別介於5,093~5,845 公斤/公頃、68.1~69.3、7.1 %~7.3 %、18.3 %~18.5 %；第2期作慣行法產量、食味值、蛋白質及直鏈性澱粉含量分別介於6,713~7,112 公斤/公頃、66.9~70.1、6.8 %~7.4 %、18.4 %。不論是慣行農法、有機或友善農法，第1期作產量除OC-3，其餘皆高於5,000公斤；而第2期作慣行農法產量則皆高於6,000公斤，而有機及友善農法產量皆高於5,000公斤。如以相同品種進行不同農法之T-test分析(表8-表11)，結果顯示除了第2期作高雄139號不同農法間之產量無顯著差異，其餘分析結果顯示慣行農法之產量顯著高於有機及友善農法產量。而食味值則以第1期作高雄139號慣行農法顯著高於有機友善農法，而蛋白質含量則以慣行農法顯著低於有機友善農法，其餘則無明顯差異。

表6.臺東區池上鄉第1期作水稻監測站產量及品質調查結果

農法	試驗場域代號	產量(公斤/公頃)	食味值	蛋白質(%)	直鏈性澱粉(%)
慣行	CC-1	6,237	73.8	6.0	18.1
	CC-2	5,868	77.2	5.4	18.1
	CC-3	7,713	71.5	6.4	18.2
	CC-4	5,931	73.7	6.0	18.0
友善	FC-1	5,140	75.0	5.9	18.0
有機	OC-1	5,640	74.1	6.1	18.1
	OC-2	5,202	70.4	6.6	18.1
	OC-3	4,536	74.9	5.8	18.1

表7.臺東區池上鄉第2期作水稻監測站產量及品質調查結果

農法	試驗場域代號	產量(公斤/公頃)	食味值	蛋白質(%)	直鏈性澱粉(%)
慣行	CC-1	7,112	70.1	6.8	18.4
	CC-2	6,713	66.9	7.4	18.4
	CC-3	6,725	68.9	7.1	18.4
	CC-4	6,748	69.6	7.0	18.4
友善	FC-1	5,715	68.1	7.3	18.5
有機	OC-1	5,845	69.3	7.1	18.4
	OC-2	5,093	69.0	7.2	18.4
	OC-3	5,609	68.9	7.1	18.3

表8.相同品種(高雄145號)第1期作之不同農法監測站之T-test分析結果

農法	試驗場域代號	公頃產量(公斤)	食味值	蛋白質	直鏈澱粉
慣行	CC-1	6,237**	73.8*	6.0**	18.1
	CC-2	5,868*	77.2**	5.4**	18.1
	CC-4	5,931*	73.7**	6.0**	18.0
有機	OC-2	5,202	70.4	6.6	18.1

* and ** are difference significantly at 5% and 1% levels by T-test respectively.

表9.相同品種(高雄139號)第1期作之不同農法監測站之T-test分析結果

農法	試驗場域代號	公頃產量(公斤)	食味值	蛋白質	直鏈澱粉
慣行	CC-3	7,713	71.5	6.4	18.2
友善	FC-1	5,140**	75.0	5.9**	18.0*
有機	OC-1	5,640**	74.1	6.1*	18.1
	OC-3	4,536*	74.9*	5.8	18.1

* and ** are difference significantly at 5% and 1% levels by T-test respectively.

表10.相同品種(高雄145號)第2期作之不同農法監測站之T-test分析結果

農法	試驗場域代號	公頃產量(公斤)	食味值	蛋白質	直鏈澱粉
慣行	CC-1	7,112*	70.1	6.8*	18.4
	CC-2	6,713*	66.9	7.4	18.4
	CC-4	6,748*	69.6	7.0	18.4
有機	OC-2	5,093	69.0	7.2	18.4

* and ** are difference significantly at 5% and 1% levels by T-test respectively.

表11.相同品種(高雄139號)第2期作之不同農法監測站之T-test分析結果

農法	試驗場域代號	公頃產量(公斤)	食味值	蛋白質	直鏈澱粉
慣行	CC-3	6,725	68.9	7.1	18.4
友善	FC-1	5,715	68.1	7.3	18.5
有機	OC-1	5,845	69.3	7.1	18.4
	OC-3	5,609	68.9	7.1	18.3

* and ** are difference significantly at 5% and 1% levels by T-test respectively.

討論

經2020年以黃色黏蟲紙調查特定害蟲及天敵發現，第2期作誘得之黑尾葉蟬蟲口數高於第1期作，且以慣行田區高於友善及有機田區。本研究第1期作調查時間為3-4月，於8月份進行第2期作害蟲調查，第1期作黑尾葉蟬遷入水稻田時間尚短，氣溫較低，繁殖速度較慢，因此密度較低；至第2期作，氣候高溫乾燥有利於黑尾葉蟬發生，故第2期作黑尾葉蟬密度高於第1期作。此外，第2期作不同栽培區之稻穀與稻桿之含氮量以慣行區略高於友善及有機田區，由於黑尾葉蟬偏好產卵於含氮量較高，植株較嫩綠的水稻上(林等，2007)，此亦可能為慣行田區之黑尾葉蟬密度高於友善及有機田區之原因。兩期作之飛蟲類及瘤野螟密度則無明顯差異。從本研究中亦發現，第1期作調查蜘蛛及瓢蟲兩種天敵則以第1期作高於第2期作，以友善栽培田區之密度最高，慣行田次之，且害蟲密度與天敵密度未發現相依存之關聯性。蜘蛛與瓢蟲屬於捕食性天敵，除取食田間害蟲外，尚可捕食其他如搖蚊、肉蠅、渚蠅等雙翅目腐生性的中性物種，此或許可解釋為何田間調查之天敵密度未隨害蟲密度消長。依據本試驗結果，僅以黃色黏蟲紙調查特定種類害蟲及天敵，無法直接解釋或評估不同栽培法之生態多樣性，關於此方面之研究，還需進一步調查分析確認之。在土壤分析方面，部分慣行農法水稻田之土壤酸鹼值低於6，應該是慣行農法使用化學肥料進行肥培管理及農友施肥習慣有關，而有機及友善農法水稻田之土壤有機質含量普遍高於3%，此結果應是友善及有機農法只能使用有機質肥料有關，但土壤有效性磷含量及土壤交換性鉀含量，不論是慣行農法或是有機及友善農法水稻田，其土壤皆為高土壤有效性磷含量及交換性鉀含量，可能與農友肥培管理方式有關，未來亦將配合施肥紀錄進行探論。植體分析結果方面，因為第1年之分析結果，未來將持續進行分析，配合土壤分析結果進行探討。而在產量方面，第1期作及第二期有機及友善農法產量普遍高於5,000公斤，但除了第2期作高雄139號不同農法間之產量無顯著差異，其餘分析結果顯示慣行農法之產量顯著高於有機及友善農法產量，未來將持續調查產量，並探討提升產量之管理方式。

結論

為使農業長期生態監測站具有穩定、統一的調查方法，為我國累積有用的農業長期生態調查成果，並提供農政單位研擬相關農業政策的參考資料。本研究經1年度2期作水稻栽培期調查後，雖無法直接證明天敵密度與害蟲密度消長有直接關係，但綜合兩期作調查結果，不同栽培農法中，不施用化學農藥的友

善及有機田區中天敵數高於慣行田區。由此推測，有機或友善農法栽培管理下之田區具有保存天敵數量的功能，對維持生態平衡具較佳的潛力，使害蟲問題不致造成嚴重損失。池上鄉水稻監測站慣行農法水稻田土壤有酸性土壤現象，而有機及友善農法水稻田土壤有機質含量普遍為高土壤有機質含量。產量調查方面，不論是第1期作或是第2期作，有機及友善農法產量普遍高於5,000公斤，但仍較傳統慣行栽培產量低，未來除持續調查，並進行提高有機及友善農法產量之試驗研究。池上鄉水稻監測站之昆蟲相監測、土壤與植體分析及產量調查為第1年之監測及分析調查結果，未來將持續進行昆蟲相監測及土壤與植體分析，並調查不同耕作模式之產量資料，為我國累積農業長期生態調查成果，並提供農政單位研擬相關農業政策的參考資料。

參考文獻

1. 林慶元、施錫彬、洪士程、徐保雄、陳治官、黃益田、劉清和、劉達修、蔣永正、蔣慕琰、鄭清煥、羅幹成。2007。水稻保護(上冊)。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局植物保護圖鑑系列。75-101頁。
2. 陳琦玲、郭鴻裕、石憲宗、陳健忠、林朝欽、楊藹華、林儒宏、張素貞、賴瑞聲、張繼中、莊國鴻、陳泰元、潘佳辰、林立。2020。農業生態系長期生態研究回顧與展望。農業生態系長期生態研究研討會，臺中市，中華民國。
3. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。臺灣省農業試驗所特刊13號:9-26。
4. 譚增偉。2005。水稻。作物施肥手冊。行政院農業委員會農糧署，南投。
5. 廖勁穎。2020。氮肥對臺東地區水稻生育、產量及品質之影響。行政院農業委員會臺東區農業改良場研究彙報30:43-60。
6. Spies T.A., Ripple W.J., and Bradshaw G.A. 1994. Dynamics and pattern of a managed coniferous forest landscape in Oregon. *Ecological Applications* 4: 555-568.
7. Turner M.G., Collins S.L., Lugo A.L., Magnuson J.J., Rupp T.S., and Swanson F.J. 2003. Disturbance dynamics and ecological response: The contribution of long-term ecological research. *BioScience* 53 (1) : 46-56.

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

農業生態系長期生態研究研討會論文集. 110年度 / 石憲忠, 任心怡, 林立, 林裕彬, 林朝欽, 林明瑩, 倪禮豐, 莊國鴻, 許育慈, 許自研, 陳琦玲, 陳健忠, 陳泰元, 陳盈丞, 陳昇寬, 陳怡樺, 張繼中, 張素貞, 湯雪溶, 黃瑞彰, 黃文益, 潘佳辰, 劉東憲, 蔡正賢, 蔡恕仁, 賴瑞聲, 嚴國維作; 盧柏松總編輯. -- 第一版. -- 臺東市: 行政院農業委員會臺東區農業改良場, 民110.10

面; 公分

ISBN 978-986-5455-66-8(平裝)

1. 農業生態 2. 永續農業 3. 文集

430.163307

110016601

版權所有 · 翻印必究

書名: 110年度農業生態系長期生態研究研討會論文集

發行人: 陳信言

總編輯: 盧柏松

副總編輯: 蔡恕仁

編輯: 張繼中

作者: 石憲忠、任心怡、林立、林裕彬、林朝欽、林明瑩、倪禮豐、莊國鴻、許育慈、許自研、陳琦玲、陳健忠、陳泰元、陳盈丞、陳昇寬、陳怡樺、張繼中、張素貞、湯雪溶、黃瑞彰、黃文益、潘佳辰、劉東憲、蔡正賢、蔡恕仁、賴瑞聲、嚴國維(按姓名筆劃順序排列)

工作團隊: 黃文益、鄭佳惠、魏攸如(按姓名筆劃順序排列)

出版機關: 行政院農業委員會臺東區農業改良場

地址: 臺東縣950臺東市中華路一段675號

電話: (089) 325110

網址: <http://ttdares.coa.gov.tw>

電子信箱: ttdares@mail.ttdares.gov.tw

印刷: 偉勝打字印刷廠

電話: (089) 335979

出版年月: 中華民國110年10月

版次: 第一版第一刷300本

定價: 新臺幣240元整

展售書局: 五南文化廣場 臺中市北屯區軍福七路600號(物流中心)

<http://www.wunanbooks.com.tw/>

國家書局 臺北市內湖區瑞光路76巷59號2樓

<http://www.govbooks.com.tw/>

GPN : 1011001506

ISBN : 978-986-5455-66-8 (平裝)