

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。

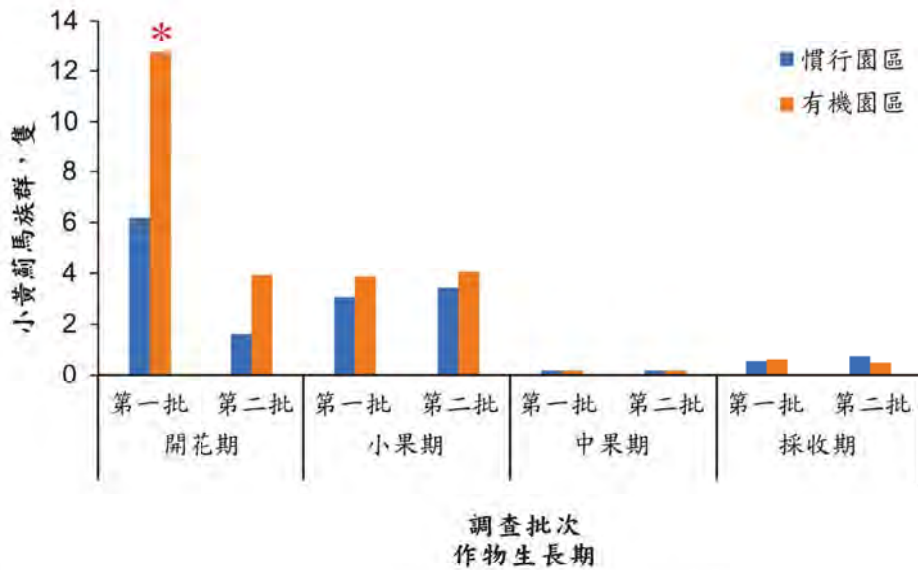


圖1.2020年有機及慣行文旦果園之小黃薊馬族群變化。(各處理重複數=4。開花期調查時間：2020年3月27至4月22日；小果期調查時間：2020年4月24日至5月22日；中果期調查時間：2020年5月22日至6月19日；採收期：2020年7月17日至8月14日。每一生長期連續調查兩批次，每批次兩星期。)

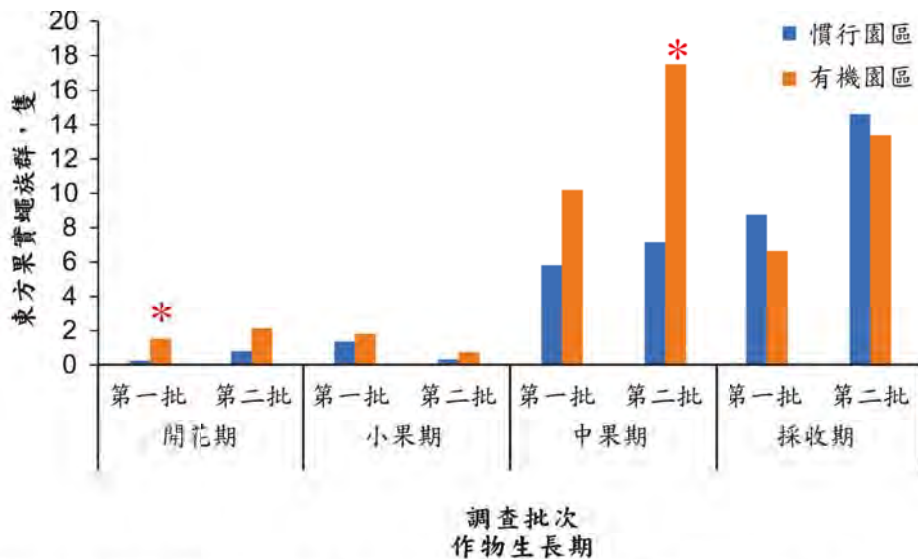


圖2.2020年有機及慣行文旦果園之東方果實蠅族群變化。*表示兩區具顯著差異， $p < 0.05$ 。(各處理重複數=4。開花期調查時間：2020年3月27至4月22日；小果期調查時間：2020年4月24日至5月22日；中果期調查時間：2020年5月22日至6月19日；採收期：2020年7月17日至8月14日。每一生長期連續調查兩批次，每批次兩星期。)

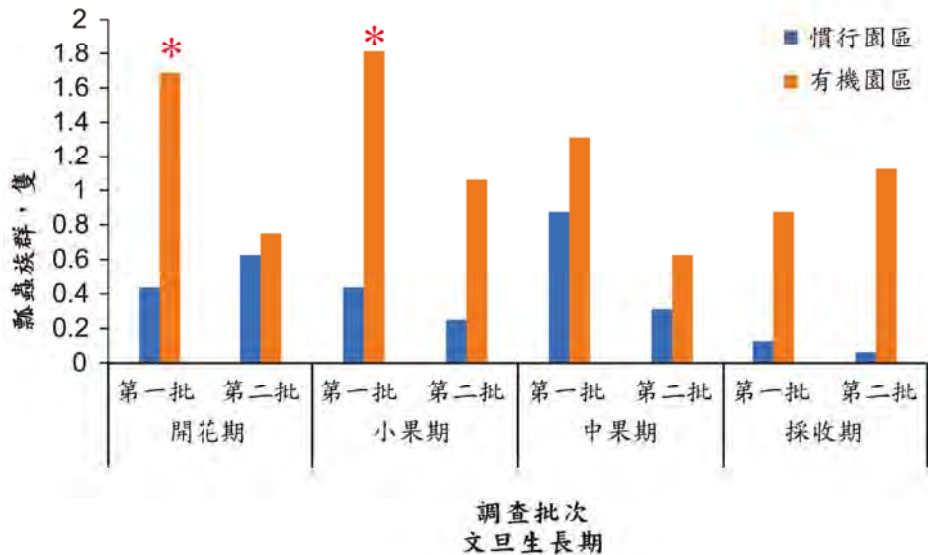


圖3.2020年有機及慣行文旦果園之瓢蟲族群變化。*表示兩區具顯著差異， $p < 0.05$ 。(各處理重複數=4。開花期調查時間：2020年3月27日至4月22日；小果期調查時間：2020年4月24日至5月22日；中果期調查時間：2020年5月22日至6月19日；採收期：2020年7月17日至8月14日。每一生長期連續調查兩批次，每批次兩星期。)

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，通氣性佳透水性度好，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。殺蟲劑對椽果小黃薊馬 (*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。