

土壤保育研究

112

年報

作物環境

國土生態保育綠色網絡建置計畫

近年來，隨著六都成立，西部沿海都市發展、交通與相關設施開發更為密集且迅速，造成環境品質惡化、脆弱化與河川污染愈來愈嚴重。特別是西海岸之淺山環境與生態廊道，遭受嚴重破壞、棲地破碎化，而導致高山、淺山與海岸生態棲地嚴重切割，無法有效串連。此等生態發展壓力，使系統性與整體性之生態網絡建置與保育，已達刻不容緩之境。2023 年本場主要工作項目為針對北部地區生態綠網中農田等臨近地區研發與推廣友善環境耕作或友善資材使用技術，營造友善生產環境，並進行環境保育，維護生態系統功能與生物多樣性，配合綠網關注區域需求研發特定作物生態友善農法之試驗及研發工作。透過有機及友善栽培、合理化施肥及病蟲害防治技術導入與教育講習宣導，2023 年轄區有機面積增加 561.8 公頃，友善耕作



新北市貢寮區田寮洋濕地進行水稻田友善耕作及適栽水稻品種「桃園 6 號」選育試驗情形

面積增加 118.3 公頃，合計增加 680.1 公頃。完成農業長期生態監測點土壤採樣分析，共計 8 點位，16 個樣品，分析資料 16 筆。新北市貢寮區友善栽培水稻適栽品種評估：試驗推薦品種水稻桃園 6 號產量約 6.2 ton ha^{-1} 。持續研發友善環境耕作技術，包含有機質肥料長期施用對土壤品質之影響、友善環境病蟲害管理技術研發及仙草穴盤苗有機質介質配方推廣及肥培技術等。

建立有機質肥料長期施用下之輪作模式

2023 年輪作區完成田間試驗 8 期作、長期施肥區完成田間試驗 7 期作蔬菜栽培與調查。最後 1 期作土壤檢測結果顯示在輪作區部分，土壤 pH 以豬糞堆肥處理最高達 7.2，大豆粕處理 4.1 最低。土壤有機質含量以豬糞堆肥 178 g kg^{-1} 最高，大豆粕處理 53 g kg^{-1} 最低。土壤有效性磷含量 521 – 619 mg kg^{-1} ，豌豆苗殘體堆肥處理最高，輪施處理最低。土壤有效性鉀含量 179 – 809 mg kg^{-1} ，以雞糞堆肥處理最高，豬糞堆肥處理最低。土壤有效性鈣含量 3,092 – 13,313 mg kg^{-1} ，以豬糞堆肥處理最高，大豆粕處理最低。土壤有效性鎂含量 518 – 2,483 kg ha^{-1} ，以牛糞堆肥處理最高，大豆粕處理最低。土壤鋅含量除大豆粕處理，其餘均有累積的情況發生，以雞糞堆肥 68.9 mg kg^{-1} 最高。在長期施肥區部分，土壤有效性磷、有效性鉀、有效

性鈣及有效性鎂累積含量均較輪作區高，分別提高 8.6%、5.3%、1.2% 及 10%，顯示導入輪作模式可減少養分累積情形發生，但土壤有機質含量亦有減少的趨勢。在產量調查結果顯示，8 期作物平均產量以輪施處理 23.9 t ha^{-1} 最高，大豆粕處理 19.3 t ha^{-1} 最低，而長期施肥區 7 期作蔬菜平均產量以輪施堆肥處理 23.4 t ha^{-1} 最高，大豆粕處理 20.4 t ha^{-1} 最低。本次在示範農戶導入輪作模式後，土壤電導度有逐步下降的趨勢，從 1.1 dS m^{-1} 降為 0.7 dS m^{-1} ，田間生長情形亦逐步改善。



試驗田蔬菜生育情形

北部地區國產大豆栽培肥培管理技術研究

大豆為我國重要的飼料及糧食作物，而國內多仰賴進口，自給率偏低，我國大豆每年進口量約 200 萬公噸以上，且 90% 以上進口大豆為基因改造大豆，基於糧食安全，消費者對國產非基改大豆需求與日俱增，臺灣北部地區土壤受先天成土條件及雨水淋洗，土壤呈現酸性，並造成土壤部分養分有效性降低，致使國產大豆栽培產量尚不穩定。2023 年分 2 期作進行，運

用不同鹼性資材以混入土壤及表面施用方式，探究酸性土壤之大豆栽培生育及土壤物化性質影響。以苦土石灰配合混入土壤施用方式，可提高表土及底土土壤 pH 值 $0.4 - 0.6$ ，增加大豆產量 26.2% - 27.4%；或以石灰資材配合土壤表面施用方式，可提高表土及底土土壤 pH 值 $0.2 - 0.8$ ，增加大豆產量 6.0% - 7.7%，有顯著影響土壤表土及底土 pH 值，有效改善土壤酸性問題。



國產大豆栽培施用鹼性資材試驗田間生長情形

草莓高架栽培營養管理之研究

目前草莓高架栽培培養液配方大多利用現成複合肥料，若能組成草莓專用培養液，尋求合理配方和供給程式。可避免過多肥料成分造成根圈區域間逆境栽培，有助於栽培生產的生育及產量的穩定性。本計畫旨在建立草莓高架栽培所需之養分管理方式，本年度探討草莓高架栽培之施肥量及施肥間隔對草莓‘桃園 4 號’之生育、產量及果實品質影響，並建立高架草莓各生育階段之基本資訊，以瞭解草莓生長階段之養分需求。2023 年 1 月至 4 月草莓高架栽培肥料施用頻率對果實品質之影響評估調查結果，以施用 $\text{N} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{K}_2\text{O} = 150 - 150 - 150$ ，每 28 日施肥 1 次處理之平均甜度 7.1°Brix 最高。 $\text{N} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{K}_2\text{O}$

= 250 - 250 - 250 每 7 日施肥 1 次處理之平均單株果實數 1.4 顆最低。對照組 N - P₂O₅ - K₂O = 200 - 200 - 200 kg ha⁻¹，基肥施用 65%，剩餘 35% 追肥於定植後 30 - 40 日施用處理之草莓平均單株果實數 3.2 顆，果實平均鮮重 14.9 g 為所有處理中最高，平均甜度 5.5°Brix 最低。草莓萎凋病存活率調查，以 N - P₂O₅ - K₂O = 150 - 150 - 150，每 7 日施肥 1 次處理之存活率 96.7% 最高，N - P₂O₅ - K₂O = 250 - 250 - 250 每 14 日施肥 1 次處理之存活率 26.7% 最差。顯示過量之肥料施用量可能會導致草莓品質不佳且抵抗病害能力差。



高架草莓田間生長情形

桃園地區水稻與硬質玉米田 碳排係數建立

本試驗針對北部地區水旱輪作栽培模式進行溫室氣體排放量測，蒐集慣行農法之水稻及硬質玉米之農地碳吸排監測資料，以建立本土碳排係數，有利於繪製農業生產區溫室氣體排放潛勢圖，藉以提供氣候變遷衝擊評估，做為農業永續經營及農地利用規劃等政策研究的基本資料。第 1 期作於本場量測水稻田溫室氣體排放，第 2 期作量測水稻及硬質玉米田溫室氣體排放；另於關渡地區量測第 1 期作水稻田

溫室氣體排放，第 2 期作續量測再生稻田溫室氣體排放。結果顯示，本場第 1 期作水稻田淨碳吸排量平均為 18.29 t CO₂ ha⁻¹，甲烷排放 105.4 kg ha⁻¹，經換算甲烷排放為 2.64 t CO₂e ha⁻¹；另關渡地區第 1 期作水稻田淨碳吸排量平均為 5.08 t CO₂ ha⁻¹，甲烷排放 6.9 kg ha⁻¹，經換算甲烷排放為 0.17 t CO₂e ha⁻¹；本場第 2 期作水稻田淨碳吸排量平均為 0.18 t CO₂ ha⁻¹，甲烷及氧化亞氮分別排放 205.5 及 3.45 kg ha⁻¹，經換算溫室氣體排放合計為 6.17 t CO₂e ha⁻¹；本場第 2 期作硬質玉米田淨碳吸排量平均為 0.04 t CO₂ ha⁻¹，甲烷及氧化亞氮分別排放 0.9 kg ha⁻¹ 及 18.49 kg ha⁻¹，經換算溫室氣體排放合計為 5.53 t CO₂e ha⁻¹；關渡地區第 2 期作再生稻田淨碳吸排量平均為 -1.23 t CO₂ ha⁻¹，甲烷排放 44.07 kg ha⁻¹，經換算甲烷排放為 1.10 t CO₂e ha⁻¹。



水稻溫室氣體量測

北部地區水旱田輪作低碳耕作模式之建立

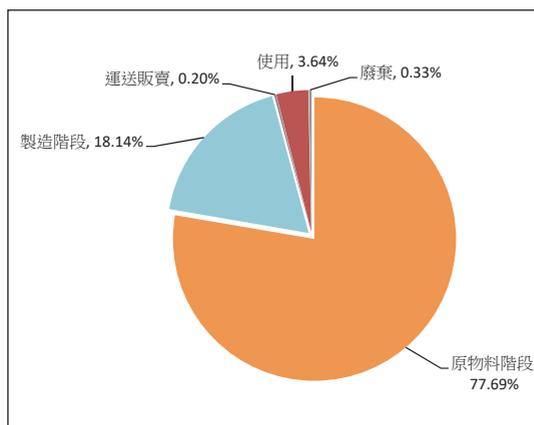
北部地區水稻種植面積約 1.5 萬公頃，為主要栽培作物之一，雜糧種植面積 1 萬餘公頃，包含硬質玉米、甘藷、大豆及高粱等作物，惟雜糧慣行耕作方式頻繁翻耕整地及施肥，讓深層土壤大量接觸空氣，促使微生物大量分解土壤中有機碳轉為二氧化碳逸散到大氣中，破壞土壤結構，增加碳排放。本計畫擬針對北部地區水旱輪作栽培模式進行調整，藉由一期水稻栽培配合二期硬質玉米減少耕犁栽培模式，降低碳排放，可減少環境衝擊且對農業提供經濟上的利益，以密閉式罩蓋法分別進行一期水稻及二期硬質玉米栽培田區量測，水稻連作田區為 $5,262.3 \text{ kg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ，水旱輪作二期硬質玉米慣行栽培田區為 $2,250.9 \text{ kg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ，水旱輪作二期硬質玉米不整地栽培田區為 $1,671.2 \text{ kg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ，顯示水旱輪作方式於二期硬質玉米不整地栽培，將可較水稻連作及水旱輪作慣行栽培分別減少 3,591.1 及 579.7 $\text{kg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ 。



密閉式罩蓋法進行水稻田中土壤溫室氣體

北部地區重要農產品碳足跡資訊盤查

水稻為我國主食，水稻種植亦為農業部門溫室氣體重要來源之一，約占農業部門總排放量 18%。本研究以本場轄區內主要種植水稻品種桃園 3 號米產品為標的，擇定一業者，應用生命週期評估法，進行碳足跡盤查。結果顯示，本研究目標產品 2 kg 包裝‘桃園 3 號’米產品，其碳足跡為 $2.3305 \text{ kg CO}_2\text{eq}$ 。其中原物料階段約占 77.69%，製造階段占 18.14%、運送販賣 0.20%、使用占 3.64% 及廢棄 0.33%。針對碳排熱點本研究建議可朝向間歇性灌溉改善水分管理、在不影響產量的前提下，轉向低整地或不整地的栽培模式，並考慮使用電動農機，以減少柴油燃料的依賴、合理化施肥，另建議考慮適合有機及友善或抗病性更強的新品種，如水稻‘桃園 6 號’和‘桃園 7 號’。值得注意的是，應用粗糠爐進行烘穀可有效降低製造過程中的碳排，亦可能為本次盤查標的相較於其他米產品碳排較低的因素之一。



桃園 3 號米產品各階段碳足跡佔比

淨零排放知識觀念推廣及輔導執行

本場於5月15日辦理農企業減碳歷程分享，共參與35人。9月27日辦理「淨零排放知識觀念宣導」1場次，共參與68人。

組成淨零排放訪視團隊1組，並建立農企業淨零排放認知與輔導需求調查工具，進行訪視農企業5家（大賀米、田田圈有機農場、桃城蒔菜、御圍有機農場

及力青有機農場）碳足跡盤查意願及需求調查。提出申請面臨的困境：生產模式改變會增加生產成本、碳足跡資訊盤查費用高，希望政府提供申請誘因。希望能提供淨零排放實際做法及成效、農業自然碳匯技術、碳權認證申請及效益等課程資訊。

團隊協助大賀米碳盤查1家，提供減少碳排放措施建議。並輔導應用智慧農業開發系統輔助田間耕種精準管理2家（桃城蒔菜、力青有機農場）以協助智慧化管理農場，節省水資源及人力。



淨零排放知識推廣講習



淨零輔導團隊輔導碳足跡盤查

開發生物炭施用於果園碳增匯技術研究

臺灣北部地區果樹以柑橘類為大宗，栽培面積約3,000公頃，其中桶柑栽培面積為1,400公頃，主要分布於新竹縣境內，產量達2萬7,500公噸，果樹為多年生作物，果園土壤較少翻耕，運用有機物質製備之生物炭材料，可用來增加土壤固碳能力並改善土壤物化性質，減少溫室氣體釋放，目前對於柑橘果園生物炭施用對於土壤改良及碳增匯研究較少，因此，生物炭於果園土壤施用對於準確評估農田土壤固

碳潛力有重要意義。調查桶柑果園0-10 cm 土層有機碳含量為2.10%，總體密度為 1.29 g cm^{-3} ，含石率為3.05%，土壤碳儲量為 $26.3 \text{ ton C ha}^{-1}$ ，10-30 cm 土層有機碳含量為0.7%，總體密度為 1.49 g cm^{-3} ，含石率為1.11%，土壤碳儲量為 $20.0 \text{ ton C ha}^{-1}$ 。以0.5%、1%及2%生物炭施用量，並估計70%生物炭留存率，0.5%生物炭施用量將提供 $16.7 \text{ Mg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ，1%生物炭施用量將提供 $33.4 \text{ Mg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ，2%生物炭施用量將提供 $66.8 \text{ Mg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ 。果實大小及果型指數，稻殼炭不同施用量處理之果實長為7.31-7.89 cm，果實寬

為 6.68 – 7.21 cm，不施炭處理果實長為 7.09 cm，果實寬為 6.48 cm。以穴施施用方式之果實長及果實寬均較不施炭處理為高，提高 3.1% – 11.3%；而以環施施用方式僅 2% 施用量處理較不施炭處理為高，果實長提高 4.4%，果實寬提高 4.0%。



桶柑果園開溝施用生物炭資材

北部地區桶柑果園碳增匯草生栽培管理模式建立

本研究進行桶柑果園草生栽培管理調查，並分析土壤基礎物化性質及有機碳含量，作為土壤基礎碳庫存資料。新竹縣 3 個桶柑主要產區峨眉鄉、寶山鄉及芎林鄉果園割草次數皆以每年 3 – 5 次及 6 – 8 次所占比例最高，合計占 73.6% – 81.8%，割草時機多數以雜草長度高於膝蓋或於進行果園噴藥管理前進行割草，殺草劑從未使用者占 48.6% – 77.1%，固定每年使用者占 11.4% – 22.8%。4 處調查果園土壤皆屬於酸性土壤，土壤碳貯量介於 24.0 – 49.0 ton C ha⁻¹，具季節性差異；果園常見草種超過 20 種以上，4 處果園主要草種並不相同，割草較頻繁者草種以匍匐性低矮草種較多，割草頻度較少者，果園直立性草種有較多趨勢。草種根系更新快速，夏季時由新生白色根轉為黑褐色吸收能力較

差或死亡根之情形僅約 1 個月，並於季節中持續生長。



草種根系生長觀察

竹東軟橋有機專區循環農業示範場域建置與推動

新竹縣竹東鎮軟橋地區之農作物以稻米及設施蔬菜為大宗，有機水稻驗證面積約 5 公頃，19 棟溫室生產有機蔬菜，剩餘資材年處理量 53.5 公噸，包含稻殼 8 公噸、米糠 4 公噸、葉菜殘株 1.5 公噸及稻蒿 40 公噸。其中，稻殼 4 公噸，成炭率 36.9% 計算，生產稻殼生物炭 1.476 公噸，除了稻蒿為收穫後切碎就地耕犁，部分剩餘資源用來製作堆肥，以稻殼 4 公噸及米糠 4 公噸，製堆肥率 40% 計算，生產堆肥 3.2 公噸，增加循環量共計 4.676 公噸；並於轄區水稻及雜糧產銷班辦理 3 場次稻殼生

物炭燒製技術示範講習會，與會人數合計約 200 人。為更加完善農業剩餘資源循環增值利用，利用生物炭燒製技術生產之稻殼生物炭來改善土壤環境。結果顯示，每公頃施用 0.5% 稻殼生物炭之處理，蕓菜株高 60 cm，小區 0.275 m² 產量平均 440 g，分別較對照無施用稻殼生物炭高 50% 及 51.7%；第 2 期作進行示範場域水稻田每公頃施用 0.5% 稻殼生物炭試驗，施用生物炭水稻株高平均為 90.8 ± 2.6 公分，穗數 20.6 ± 2.4 支，產量每公頃平均 4,464 kg，對照水稻株高平均為 84.2 ± 2.2 cm，穗數 16.4 ± 2.3 支，產量每公頃平均 3,065 kg。整合過去開發之農業剩餘資源循環利用技術，以環境永續發展為出發點，達到完善農業剩餘資源循環增值利用，並達成推動淨零碳排之農業循環利用技術示範及推廣目標。



改良式簡易炭化爐

新竹縣無負擔社區循環農業示範場域建置與推動

新竹縣峨眉鄉無負擔社區近年部分柑橘果園轉型特用作物油茶栽培，並成立油茶榨油工廠（赤柯山油茶工坊），經評估有多項可投入循環農業技術，其中榨油工廠每年剩餘油茶殼約 8 公噸，田間油茶樹亦有修剪枝條約 20 公噸，本計畫於示範場域進行枝條分類分檢整理後露天堆置乾燥，架設建置簡易型生物炭爐，期間測試油茶殼、油茶枝條、柑橘枝條、水梨枝條、橄欖核及蓮霧枝條等，其中最初燒製之油茶殼生物炭透過比表面積分析、穩定性分析及生物安全性檢驗均符合國外生物炭機構之標準，惟燒製過程起火、燃燒與澆滅時偶有煙塵產生，後端加設集煙設備，以收集煙氣免除空汙疑慮，該套設備目前設置於峨眉赤柯山油茶產銷班使用，並撰寫生物炭製作技術手冊及製作教案，由赤柯山油茶工坊實際進行生物炭燒製及檢討改進流程或方法，相關生物炭製成除臭包成品利用，做為對外展示循環農業示範場域。



新竹縣無負擔社區循環農業場域示範枝條切枝處理及生物炭燒製流程

桃園市紫城農場循環農業示範場域優化與推動

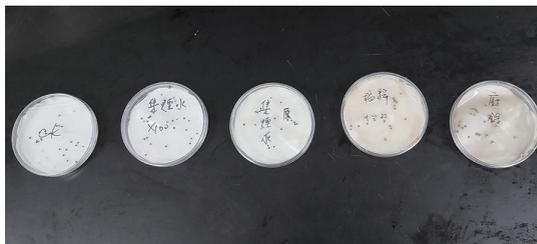
桃園市楊梅紫城農場為北部地區頗具規模的蔬菜育苗場，本身除生產蔬菜及蔬果種苗外，另有種植仙草及魚腥草等特用作物，其育苗介質材料主要來源為楊梅地區鄰近畜牧場、椰纖加工廠及農會等地區，每年收集約 1,500 噸，為提升育苗介質製作技術與產能，並且串接鄰近農場農業副產物之效率。因此，需導入相關栽培介質製作技術，加速栽培介質發酵速度及穩定品質，提高讓農場串接鄰近農業副產物之循環效能，並提升育苗介質品質。本年度輔導紫城農場結果如下：1. 完成紫城農場資源盤點及成本計算，自製介質相對使用進口泥炭土 1 年可節省成本約 500 – 700 萬元。2. 完成育苗作業室擴建，預計每年可增加剩餘資源處理量 15% – 20%。3. 測試 3 批蔬菜育苗介質優化試驗，使用材料為泥炭土、廢菜葉及綠竹，結果顯示添加 10% 泥炭土處理相較 CK (紫城自製介質) 可促進植株及根系生長，菜葉因電導度偏高反而抑制作物生長。4. 使用芽孢桿菌 + 鏈黴菌 + 游離固氮菌可促進堆肥發酵，並且添加 20% 堆肥可促進植株生長。5. 協助紫城農場生產仙草‘桃園 3 號’並完成仙草有機育苗配方技轉及辦理示範觀摩會。



輔導紫城農場育苗作業室擴建

桃園地區循環農業技術示範場域之建置

一般農業副產物及剩餘資源開發再利用產業上下游鏈結性弱，此類生物質原料大多分散而收集不易，且運費成本及售價偏高，亦缺乏前處理。因此，如能合理循環應用專區內農業和農產品加工剩餘資源及生態林木等資源資材，經由不同地區與特色專區建構永續循環再利用模式與示範場域設置，除了能夠落實循環農業理念與淨零排放目標及提升經營效益，將更能整合與落實各種農業淨零排放技術與產品之展現與推廣，促進相關技術成果產業化推動與發展。因此，本計畫擬於本場建置循環農業技術示範園區，經由實務運作與示範推廣，促進相關技術成果產業化推動與發展，落實推動淨零排放農業及循環經濟的政策目標。2023 年完成盤點示範園區內資源資材總量：進行園區內可循環利用之廢棄物理化特性分析工作，並據以評估循環再利用之可行性技術與應用方式。集煙水使用方式建議導入及功效調查。進行綠竹板、木質燃料顆粒、稻稈菜葉調製成栽培介質等技術之開發。生質熱能使用技術及效益評估等工作。



集煙水及堆肥產物之發芽率調查