一 農地施用生物炭方法學研擬

陳琦玲、施雅惠

參考國際組織Verra之「Methodology for biochar utilization in soil and non–soil applications, v1.0」架構，依臺灣生物炭製造與應用型態進行「農地施用生物炭以增匯」方法學研擬。為使計量方法更精簡且符合農業應用需求，刪除非土壤應用的相關內容，針對廢棄生物質經處理製成生物炭並應用於農地之各階段，提供量化溫室氣體效益的標準和程序 (圖18–1)，計算藉由生物炭應用增加的土壤碳匯量，以及生產過程熱能轉換減少之能源碳排放。適用範疇包括：(1) 專案活動：必須安裝和運營新的生物炭生產設施；(2) 原料來源：必須是單一生物廢棄生物質且不得為專門種植或從其他國家進口；(3) 生產方式：單一原料通過受控制的熱裂解、氣化爐等設備進行生產；(4) 最終用途：僅適用於土壤中；(5) 應用標準：生物炭應用於土壤中時，必須符合國家生物炭材料標準或國際生物炭倡議 (IBI)「用於土壤之生物炭的標準化產品定義和產品測試指南」、歐洲生物炭憑證 (EBC)「生物炭可持續生產指南」或防止土壤污染的國家法規，避免將有害重金屬和有機污染物轉移至土壤的風險。

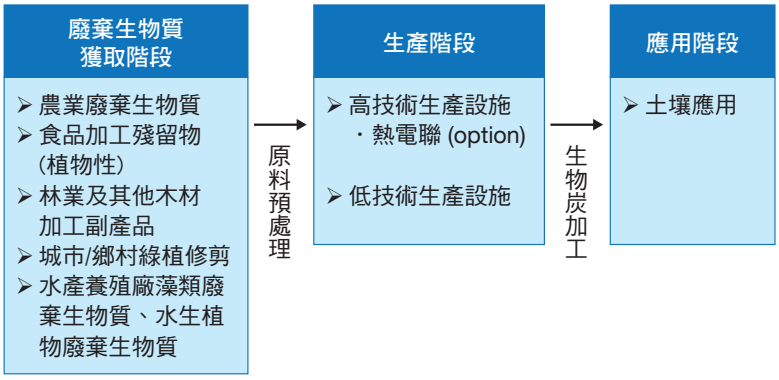


圖18–1. 農地施用生物炭增匯之專案各階段邊界

二 循環農業減排效益分析

陳琦玲、施雅惠

分析不同循環農業型態計畫，藉由計畫現場訪視協助循環計畫進行減排效益分析。依循環場域或技術之生命週期與物質流建立盤查項目清單，以提供相關農產品與場域碳盤查之參考指引。參照國際IOS14064–1與國內溫室氣體排放量盤查作業指引，將排放源類別分為三大範疇共6項類別。以乳牛場農業剩餘資源全循環利用示範區進行碳盤查，該場域共飼養960頭乳牛，畜舍採高床式配合刮糞機械，年糞尿水約29,600 Mg。該場域將養牛糞尿水經厭氧發酵後以20 Mg槽車運輸施灌於鄰近牧草田中，將牧草做為牛隻青貯飼料。依其物質流設定盤查邊界 (圖18–2)，進行範疇一、二排放源鑑定及量化排放，經估算該場排放量約265 Mg CO_2e，與未進行循環利用進行比較，預估每噸牛糞尿水可減少約6 kg CO_2e (表18–1)。

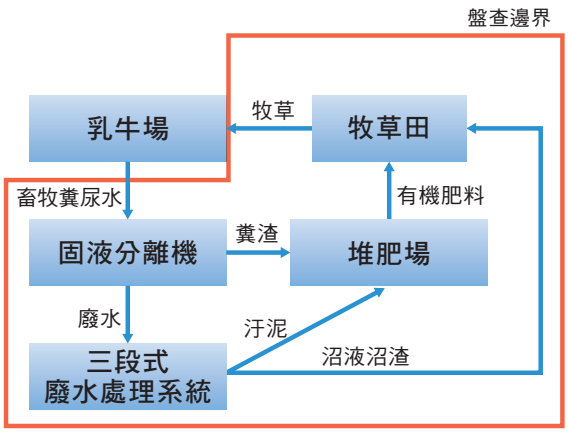


圖18–2. 乳牛場農業剩餘資源全循環利用示範區盤查邊界

表18–1. 減碳效益估算說明

情境	項目	描述	碳排放 (kg CO_2e Mg^{-1})	參考資料
新技術	糞尿水處理	厭氣處理後施灌農地	17.68	111年畜牧糞尿水農地再利用環境效益評估
	牧草田田間排放	施用糞肥產生的土壤N_2O排放	2.56	
	土壤有機碳增加	施用糞肥中有機質於土壤中累積 (施灌量約2,954 Mg ha^{-1} yr^{-1})	–0.78	(Álvaro Doblas-Rodrigo et al,. 2023)
	通氣堆肥	強制通氣翻動：0.006 kg N_2O/kg N ;CH_4視為0	3.30	IPCC 2019
基線	糞尿水處理	三段式廢水處理後排放	17.85	111年畜牧糞尿水農地再利用環境效益評估
	肥料製造排放	以尿素 (7.41 kg CO_2e/ kg N) 計算	3.09	
	牧草田肥料使用排放	施用化肥產生的土壤N_2O排放	2.39	
	厭氧堆肥	0.01 kgN_2O/kg N; 0.0009715 kg CH_4/kg VS	5.79	IPCC 2019
		減碳量	6.35	

三 土壤微生物及稻稈生物炭還田增進土壤碳匯技術開發

張明暉、郭聆亦、涂庭禎、陳琦雯、張世憲、陳佳玲、鄭智元、陳銘憲

為開發提升土壤團粒穩定度與增進土壤碳匯之生物資源，於嘉義義竹青割玉米與雲林土庫玉米試驗田區，施用篩選獲得具生產胞外聚合物能力之微生物 (EPS試驗組)，分析玉米根系碳含量、土壤團粒穩定度及土壤有機碳含量。試驗結果顯示，雲林土庫試驗田區EPS試驗組根部0–20 cm之每公頃碳含量較對照組高178 kg，20–40 cm較對照組高約4 kg。嘉義義竹試驗田區EPS試驗組根部0–20 cm較對照組高71 kg，20–40 cm較對照組高約0.5 kg，推測因水分含量與田間管理造成嘉義義竹與雲林土庫之根部生長有所差異，進而影響碳含量。而EPS試驗組與對照組於土壤團粒穩定度及土壤有機碳含量分析結果無明顯相關性；此外，持續進行毛豆與玉米筍輪作系統施用稻稈生物炭還田試驗，比較稻稈生物炭不同施用量對土壤碳儲量之影響。玉米筍試驗處理，每公頃生物炭累積施用量為0、20、40、80、120 Mg，採收後產量調查顯示，每公頃生物炭累積施用量20 Mg與40 Mg高於未施用生物炭處理，其中以每公頃施用20 Mg最高。每公頃生物炭累積施用量40 Mg於0–30 cm土層土壤碳儲量為46.47 Mg C ha^{-1}，較土壤碳儲基線量 (27.0 Mg C ha^{-1}) 增加72.10%，極具碳儲存潛力，後續將持續監測該試驗田之碳含量，用以剖析生物炭施用於田間之碳儲效益。

四 不同覆蓋植物對土壤固碳效益之研究

林素禎

種植覆蓋植物可增加土壤有機碳儲量，但種植覆蓋植物的有效性會因土壤特性、氣候和管理操作而有不同的效益。為配合2050淨零排放目標，發展負碳農業技術，擬篩選固碳能力強之草生栽培用植物，以提高對土壤有機碳儲量之貢獻度。試驗結果顯示：(1) 覆蓋植物篩選場域土壤深度0–30 cm之土壤有機碳儲量基線為29.0 ± 3.5 Mg C ha^{-1}。(2) 地毯草與蔓花生拓殖速度最快，其次為蠅翼草，最慢是類地毯草。(3) 覆蓋植物定植245天後檢測土壤有機碳儲量，以種植類地毯草 (46.0 ± 4.1 Mg C ha^{-1}) 最高，其次為種植地毯草 (38.8 ± 2.0 Mg C ha^{-1})，第三為種植蠅翼草 (38.1 ± 2.7 Mg C ha^{-1})，第四為原地草種，剪草高度留草20 cm (37.4 ± 1.9 Mg C ha^{-1})，第五為原地草種，剪草高度剪到莖底部 (35.8±4.4 Mg C ha^{-1})，最低為種植蔓花生 (33.9 ± 3.1 Mg C ha^{-1})。(4) 檢測土壤深度0–20 cm 與黏粒結合有機碳 (Mineral–associated organic carbon (MAOC) 含量，以種植地毯草處理及種植蔓花生處理之MAOC最高 (15.5 Mg C ha^{-1})，第三為種植類地毯草處理 (15.3 Mg C ha^{-1})，第四為原地草種–留草高度20 cm處理 (14.5 Mg C ha^{-1})，第五為種植蠅翼草處理及原地草種–割草至莖底部處理 (14.1 Mg C ha^{-1})。MAOC 可存於土壤數十至數百年。由上述結果可知，種植地毯草其拓殖速度快，且MAOC含量高，在土壤固碳效益深具潛力。

五 稻草移除及肥料類型對水田溫室氣體排放之影響

林毓雯、柯弈瑄

為評估氮肥形態和稻草移除對水田溫室氣體排放的影響，於臺中市霧峰區進行試驗，採複因子試驗，因子1為稻草移除與否，因子2為氮肥型態 (硝銨混合氮或銨態氮)，田區採裂區設計，每處理組合2重複。試驗結果顯示：以銨態氮取代硝銨混合態氮可降低水田溫室氣體排放2.21 Mg CO_2e ha^{-1} yr^{-1}，減排25.6%，且分別提高一期作與二期作氮肥農藝效益31.9%與33.0% (表18–2)。稻草移除可降低水田甲烷排放，然亦會造成氧化亞氮排放增加，一期作栽培期間暖化潛勢反較稻草留田增加0.65 Mg CO_2 ha^{-1}，增排40.6%，二期作栽培期間暖化潛勢則減少4.90 Mg CO_2 ha^{-1}，減排62.9% (表18–3)。累計整個栽培周年，稻草移除較稻草留田可降低水田溫室氣體排放4.25 Mg CO_2e ha^{-1} yr^{-1}，減排45.3%。

表18–2. 水稻不同氮肥形態處理之溫室氣體排放量、稻穀產量及氮肥農藝效益

		CH_4 (kg ha^{-1})	N_2O (kg ha^{-1})	GHG (Mg CO_2e ha^{-1})	稻穀產量 (kg)	氮肥農藝效益 (kg-grain kg-N^{-1})
一期作						
處理組	N120	22.0	1.68	1.06	5,597 ± 429	21.3
	N0	-	-	-	3,046 ± 510	-
對照組	N132	24.4	7.78	2.74	5,187 ± 399	16.2
	N0	-	-	-	3,052 ± 611	-
二期作						
處理組	N160	173	1.98	5.37	8,104 ± 576	10.3
	N0	-	-	-	6,463 ± 835	-
對照組	N176	158	5.56	5.90	7,699 ± 720	6.9
	N0	-	-	-	6,491 ± 1,020	-

表18–3. 稻草留田與移除處理溫室氣體排放量及稻穀產量

	CH_4 (kg ha^{-1})	N_2O (kg ha^{-1})	GHG (Mg CO_2e ha^{-1})	稻穀產量 (kg)
一期作				
稻草留田	32.0	2.66	1.60	5,481 ± 550
稻草移除	14.4	6.97	2.25	5,302 ± 362
二期作				
稻草留田	248	3.20	7.79	7,972 ± 628
稻草移除	62.5	4.31	2.89	7,831 ± 742

六 評估及空間化土壤碳匯熱區

許健輝、顏淳阡

土壤碳匯是氣候變遷緩解策略中的重要一環，針對不同地區土壤有機碳儲潛力進行評估及空間化可協助決策者識別關鍵區域及制定有效的土壤管理策略，進而提升土壤碳匯。如何綜合多項環境因子及人為因素，例如土壤性質、植被覆蓋、氣候條件及土地利用方式等來評估土壤碳匯熱區為關鍵點。本研究藉由整合表土碳儲潛力速率及表土細顆粒碳儲潛力得到空間化土壤碳匯熱區，前者為根據聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 全球土壤有機碳儲潛力圖技術手冊，利用R運行空間化RothC模式模擬20年後 (2023–2043年) 之土壤有機碳儲量並計算表土有機碳儲潛力速率；後者為使用Hassink (1997) 方程式計算土壤有機碳飽和容量 (SOC saturation, SOC_{sat}) 並透過SOC_{sat}和MAOC (Mineral–Associated Organic Carbon) 之間的差值計算表土細顆粒碳儲潛力密度，接著利用數位土壤繪圖 (Digital Soil Mapping, DSM) 繪製該分布圖。最後產製的增匯熱區圖是同時考量土壤可累積有機碳的容量及不同氣候/作物栽培條件下土壤有機碳變化速率，初步提出碳匯熱區分布圖，後續將持續優化該結果，期望我國國家尺度農地碳匯估算朝Tier 3邁進。

七 農田土壤管理之負碳技術–大面積鹽化土壤改良技術之開發

江志峯

土壤鹽分含量，一般係以土壤飽和抽出液測其電導度在4單位 (dS m^{-1}，25 ℃) 以上者，稱為土壤含鹽分。當可交換性鈉含量大於陽離子交換能力的15%時，土壤被認為是「鹼化 (sodic)」。土壤中鹽分抑制植物生育途徑有三：(1) 土壤呈現鹼性反應，引起養分無效化。(2) 引起土壤物理性變劣，通氣性及透水性降低。(3) 鹽分濃度高，影響植物根系之水分吸收。鹽鹼化是水溶性鹽在土壤中積累的過程，可能自然發生，也可能由於管理實施不當而產生。為改善沿海地區廣大鹽化土壤低生產力的問題，利用酸性資材中和原理與植生修復改良的方式，大面積改善鹽鹼化土壤生產力，提高農田生產效率及增產效益。由現地大面積的試驗資料顯示，玉米栽培於改良後之鹽化土壤其發芽率較改良前增加50%以上，不僅根部遠高於改良前栽培的生物質量，同時提高玉米產量及氮肥利用效率，符合低碳農耕的要件，具有爭取農業碳權潛力。

八 DNDC模式本土化參數建立與驗證–以落花生、大豆為例

陳柱中

農業溫室氣體排放模式以數學公式描述農田栽培系統中，碳與氮型態受溫度、降雨、土壤性質、耕作方式、作物種類等因素之影響，模擬農地耕作系統中元素宿命與主要溫室氣體 (氧化亞氮、甲烷) 排放，可作為溫室氣體排放估算與低碳排農耕制度研擬工具。本研究選擇最廣為使用的模式DNDC，利用本土落花生與大豆田間觀測數據進行模式的測試。大豆與落花生進行3個施氮變級處理，施用量為0、40、80 kg N ha^{-1}，種植期間進行生育調查，並以密閉罩法監測氧化亞氮通量。比對全生育期氧化亞氮實際觀測與模式模擬之累積通量，DNDC模擬施氮處理對落花生栽培系統氧化亞氮累積通量與實測值相近，不同期作大豆栽培之氧化亞氮通量與實際值仍有差異 (圖18–3)。須持續累積更多區域與期作資料，並進行模式參數研析，以確認DNDC模式在臺灣栽培制度下的可應用性。

九 水田運用水分管理之減排效益

侯雅玲

評估水位管理處理對連作水田溫室氣體–甲烷及氧化亞氮排放減量的綜合影響。試驗在臺中市霧峰區進行，參試品種為早熟品種水稻'台農71號'，乾濕交替灌溉 (alternative wetting and drying irrigation, AWD) 水位處理為水稻在成活期後，孕穗及抽穗以外之生育時期，將水位維持在–15 cm至5 cm之管理方式，與對照組 (水位0–5 cm之管理方式) 管理方式進行比較，每處理各重複4次。試驗結果顯示：第一期作，AWD法與對照組間之產量沒有顯著差異，兩處理於此期作之甲烷排放量低，推測是因插秧前進行

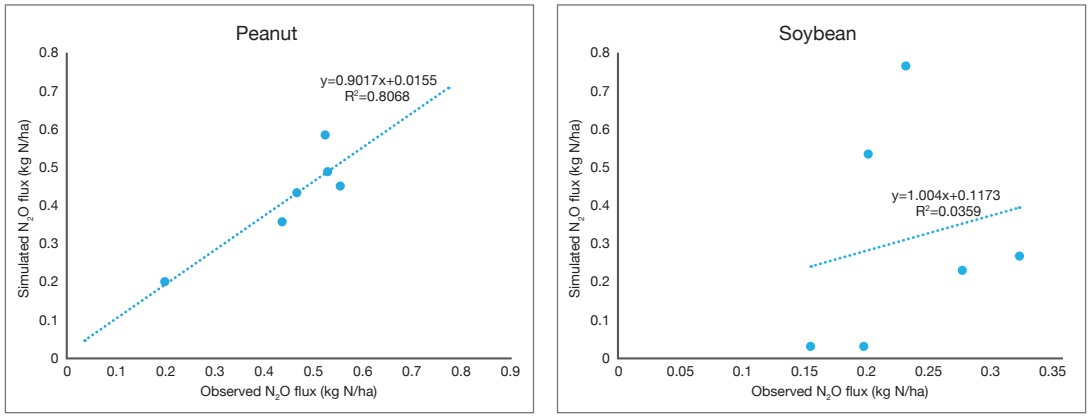


圖18–3. 於臺中霧峰試驗區進行DNDC模擬施氮處理對落花生 (左) 及大豆 (右) 栽培之氧化亞氮累積通量與實際值之比對

雷射整平使然，全球暖化潛勢 (global warming potential, GWP) 中氧化亞氮的貢獻高於甲烷，使得一期作AWD法之GWP較對照組高8.1%。第二期作AWD法與對照組間之產量沒有顯著差異，AWD法能夠較對照組降低GWP 27.9%。溫室氣體排放評估受到農事操作、前期作作物類型等影響，應持續進行多年度試驗，以獲得穩定可信的減排量化結果。

十 甲蟲腸道菌與蟲糞資源促進土壤碳匯之應用與評估

張淑貞、石憲宗

隨著全球暖化，移除大氣中的CO_2並長期封存已是全球的共同目標。已知植物殘體可經由昆蟲分解轉化為腐植酸或黃腐酸等不易分解的物質，本研究評估甲蟲腸道菌與蟲糞對土壤碳增匯之可能性。前期由甲蟲獨角仙*Trypoxylus dichotomus*幼蟲腸道分離出枯草桿菌*Bacillus subtilis* BS01菌株，已知在實驗室定溫下，可促進稻草轉化為腐植酸。進一步測試此菌在溫室中轉化稻草為腐植酸的能力，可見添加BS01菌株的稻草，7 d後腐植酸含量較不添加菌株的稻草僅微幅提升0.34–0.48%。施用10% BS01菌液於田土，綠肥大豆的地上部、地下部鮮重皆有高於未施用菌液田土的趨勢。另施用未經腐熟的蟲糞造粒於田土中，會降低綠肥大豆發芽率，亦會抑制綠肥大豆的生長，後續可將蟲糞進行堆肥、腐熟處理，再施用於田土。總之甲蟲腸道菌BS01菌株與蟲糞初步可見對土壤具碳增匯效益，後續可再朝複合菌種與蟲糞腐熟處理方向發展。

十一 農作物產品碳足跡盤查

(一) 蝴蝶蘭種苗

吳容儀

因應外銷作物將來可能面臨的碳足跡盤查，並提供產業自我檢測生產過程，本研究以臺灣主要花卉外銷品項，蝴蝶蘭種苗為範例，以觀賞植物之碳足跡產品類別規則 (Carbon Footprint of Product–Product Category Rules, CFP–PCR) 為基準，盤查邊界設定種苗產品由原物料開採至製造階段 (搖籃到大門，Cradle to Gate) 之二氧化碳排放當量 (圖18–4)，並藉此排放數據作為日後減少溫室氣體排放活動規劃之參考。盤查結果顯示 (表18–4)，從原物料到製造階段，以原物料階段的碳排放量最高為0.33 kg二氧化碳當量 (CO_2e/株)，占82.5%；製造階段碳排放量為0.07 kg二氧化碳當量 (CO_2e/株)，占17.5%。原物料階段的碳排放熱點在能資源使用，能資源中的瓶苗生產碳排放量高，塑膠瓶為主要的熱點來源，其次是酒精；製造階段的碳排放熱點在能資源使用，主要來自電力。每株蝴蝶蘭種苗產品的總碳排放量為0.40 kg二氧化碳當量 (CO_2e/株)。盤查結果可讓業者了解其生產流程之碳排放熱點所在，進而調整其生產措施，達到逐步減碳目的。

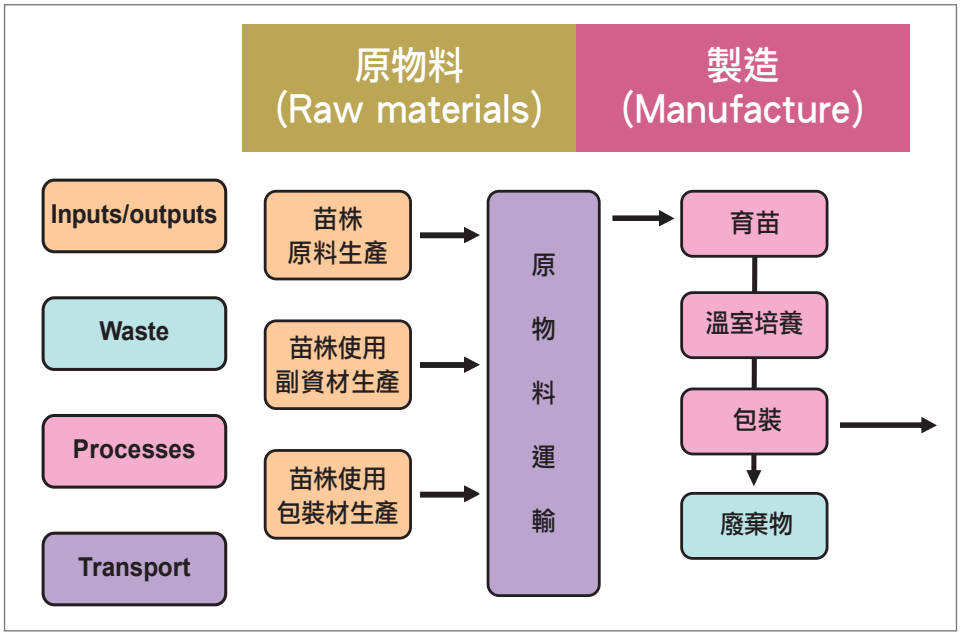


圖18–4. 蝴蝶蘭種苗產品碳足跡盤查之製程地圖

表18–4. 蝴蝶蘭種苗產品碳足跡盤查之原物料與製造階段的碳排放量與總量

階段名稱	原物料 (Raw materials)			製造 (Manufacture)		
碳排放量 ($kg\ CO_2e$/株)	能資源使用	運輸	廢棄	能資源使用	運輸	廢棄
	0.330319	0.000066	0.000000	0.065609	0.000000	0.000000
	0.33			0.07		
百分比(%)	82.50%			17.50%		
總碳排放量 ($kg\ CO_2e$/株)	0.40					

(二) 烤薑產品

陸柏憲

針對烤薑加工產品進行碳足跡盤查，結果顯示溫室氣體總排放量為0.54 kg CO_2e。各階段碳排放貢獻依次為：原料取得階段(57.4%)、加工製程階段 (25.3%)、消費者使用階段 (13.1%)、配銷階段 (3.83%)及廢棄物處理階段 (0.33%)。其中，能資源項目以電力碳排放最高 (44.7%)，其次為包裝 (21.2%)和柴油 (19.6%)。根據本次盤查碳排熱點，減碳策略建議包括：原料取得階段可優先選擇當地種植甘薑，減少運輸排放，推廣循環農業與合理化施肥技術；加工製程階段可採用節能設備及最佳化烘烤方式以降低電力消

耗；消費者使用階段可改進包裝設計，採用環保材料；配銷階段可考慮採用電動或混合動力運輸工具；廢棄物處理階段則可推動包裝回收或採用生物可降解材料。透過上述減碳方式，有助於降低烤薑產品碳足跡，提升產品之環保價值。

(三) 酪梨

蔡惠文

為推動減碳及永續農業的發展，以拍賣市場1箱10台斤 (6 kg) 酪梨為單位，以早生品種為盤查對象，計算自原料取得、製造、配銷、消費者使用到廢棄處理全生命週期中的碳排放量。結果顯示，每箱酪梨的碳排放量為 1.04E+01 kg CO_2e，其中原料取得階段的碳排放量最高，約占總排放量的83.21%，主要來自肥料、土地排放、農藥和農機具耗油等。其次為配送階段(14.52%)，消費者使用和廢棄處理階段的碳排放量則相對較低，藉由盤查的結果找出碳排放熱點，作為未來擬定減少溫室氣體排放活動的參考依據，以落實低碳栽培及環境永續理念。

(四) 玉荷包荔枝

柯昱成、陳祈男、朱彧瑩、張哲瑋

盤查高雄市芳境果菜運銷合作社生產之1箱3 kg包裝之玉荷包荔枝 (圖18–5)，該產品為合作社重要內外銷品項，從原料到廢棄處理過程之各階段所產生之碳排放量，並藉此數據找出排放熱點，作為日後減少溫室氣體排放活動規劃之參考依據，以落實永續農業經營之理念。碳足跡盤查邊界設定為B2C (Business–to–Consumer)，而盤查邊界依生鮮水果碳足跡產品類別規則，包含了原料、製造、配銷、消費者使用及廢棄物處理5個階段 (圖18–6)。芳境果菜運銷合作社生產之玉荷包荔枝，0.6 ha共產出2,150 kg，以良率 85%推算可得有效產量約1,827 kg，由各階段碳排量占比 (圖18–7) 得知，「1箱3 kg荔枝」於原料、製造、配送、消費者使用及廢棄處理這5個階段中，以製程階段所造成之碳排放量最大，約占總排放量的46.27%，其次為原料取得階段，碳排放量約占總排放量的44.87%；經生命週期評估軟體 (SimaPro9.4) 及文獻資料評估，包裝1箱3 kg玉荷包荔枝會產生2.224 kg CO_2e，盤查結果可提供未來降低產品碳排放之依據。



圖18–5.「1箱3 kg裝之玉荷包荔枝」產品外觀

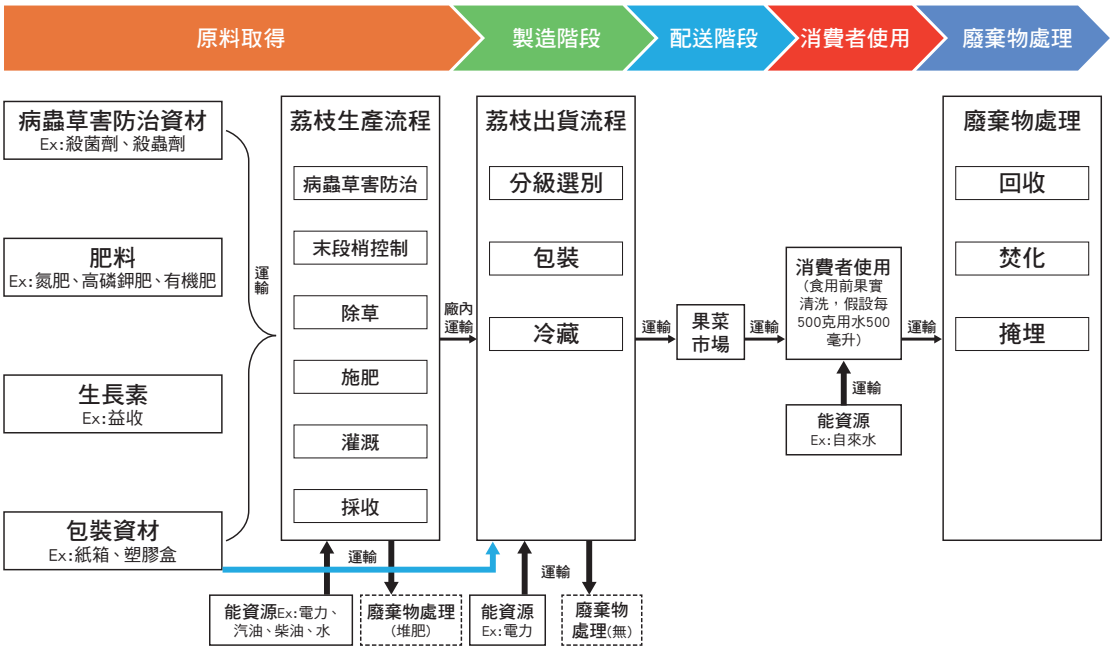


圖18–6. 芳境果菜運銷合作社玉荷包荔枝之生命週期製程地圖

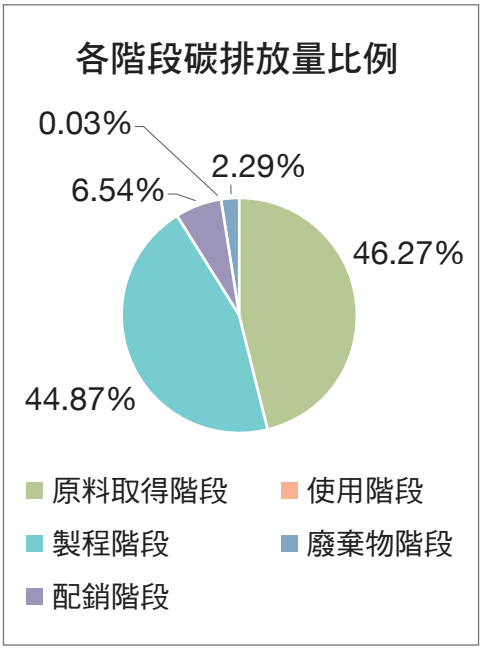


圖18–7. 玉荷包荔枝之生命週期各階段碳排放量比例

(五) 番石榴原料階段

江秀娥

依據環境部公告之碳足跡產品類別規則(CFP–PCR)–生鮮水果V1.0版，進行番石榴原料階段之盤查，盤查範圍如圖18–8紅框部分。番石榴原料階段，包含其田間生產所需要的資材如肥料、農藥、套袋等，還有相關能源使用如運輸之柴油、灌溉用電力等，因施用氮肥造成的氧化亞氮排放及包裝所需使用之紙箱。盤查結果，每公斤番石榴原料階段之碳足跡為0.258 kg CO_2e (表18–5)，其中，後續紙箱碳排放為0.125 kg CO_2e，占其原料階段排放的48%，為碳排放熱點。因此，在番石榴的減碳策略中，應著重於其包裝資材的選擇使用，兼具保護產品於運銷過程免受傷害及減少碳排放，將是未來重要課題。

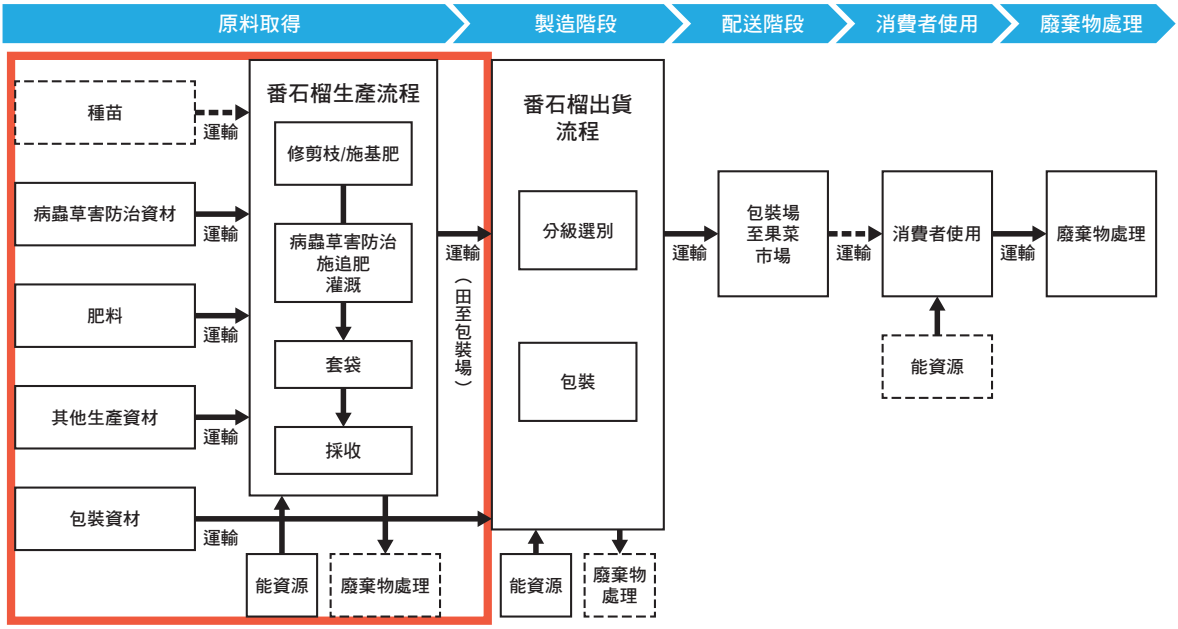


圖18–8. 番石榴製程地圖與盤查範圍 (資料來源：本所繪製)

表18–5. 番石榴原料階段碳足跡盤查結果表

活動內容	活動數據			排放係數			碳排放總量		
	能資源名稱	用量	單位	排放係數	單位	資料來源	排放量	單位	占比
生產管理資材	氮肥	0.002478	kg kg^{-1}	0.433	kg CO_2e kg^{-1}	Agri-footprinet 6.3	0.00107	kg CO_2e kg^{-1}	0.42%
	磷肥	0.008157	kg kg^{-1}	0.221	kg CO_2e kg^{-1}	Agri-footprinet 6.3	0.0018	kg CO_2e kg^{-1}	0.70%
	鉀肥	0.005449	kg kg^{-1}	0.111	kg CO_2e kg^{-1}	Agri-footprinet 6.3	0.0006	kg CO_2e kg^{-1}	0.23%
	其他成分	0.061853	kg kg^{-1}	0.02895	kg CO_2e kg^{-1}	工業污染防治117期	0.00179	kg CO_2e kg^{-1}	0.69%
	殺菌劑	0.000336	kg kg^{-1}	9.264	kg CO_2e kg^{-1}	Ecoinvent 3.8	0.00311	kg CO_2e kg^{-1}	1.20%
	殺蟲劑	0.000974	kg kg^{-1}	10.076	kg CO_2e kg^{-1}	Ecoinvent 3.8	0.00982	kg CO_2e kg^{-1}	3.80%
	除草劑	0.000422	kg kg^{-1}	13.467	kg CO_2e kg^{-1}	Ecoinvent 3.8	0.00568	kg CO_2e kg^{-1}	2.20%
生產管理能源消耗	柴油 (修剪+噴藥+除草)	0.006516	L kg^{-1}	3.29	kg CO_2e kg^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.02144	kg CO_2e kg^{-1}	8.30%
	電力 (抽水馬達)	0.061367	度 kg^{-1}	0.606	kg CO_2e/度	產品碳足跡資訊網	0.03719	kg CO_2e kg^{-1}	14.40%

表18–5. 番石榴原料階段碳足跡盤查結果表 (續)

活動內容	活動數據			排放係數			碳排放總量		
	能資源名稱	用量	單位	排放係數	單位	資料來源	排放量	單位	占比
套袋	塑膠套袋	0.009289	kg kg^{-1}	2.21	kg CO_2e kg^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.02053	kg CO_2e kg^{-1}	7.95%
	保麗龍套袋	0.006193	kg kg^{-1}	2.31	kg CO_2e kg^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.0143	kg CO_2e kg^{-1}	5.54%
採收	小貨車運輸–柴油	0.00235	延噸公里 (tkm)	0.587	kg CO_2e tkm^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.00138	kg CO_2e kg^{-1}	0.53%
原料運輸	小貨車運輸–柴油	0.000236	延噸公里 (tkm)	0.587	kg CO_2e tkm^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.00014	kg CO_2e kg^{-1}	0.05%
田間廢棄物處理	垃圾焚化	4.86E–07	ton kg^{-1}	360	kg CO_2e ton^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.00017	kg CO_2e kg^{-1}	0.07%
土壤排放	氧化亞氮	5.55E–05	kg kg^{-1}	265	kg CO_2e kg^{-1}	溫室氣體排放清冊	0.01471	kg CO_2e kg^{-1}	5.70%
包裝用	紙箱	0.092917	kg kg^{-1}	1.34	kg CO_2e kg^{-1}	產品碳足跡資訊網	0.12451	kg CO_2e kg^{-1}	48.21%
原料階段合計							0.25825	kg CO_2e kg^{-1}	100%

資料來源：本所調查整理

十二 嘉義分所溪口農場溫室氣體排放監測成果

杜昆育、林炯村、吳秉諭

國家排放清冊 (113年) 提及水稻甲烷 (CH_4) 排放係數多屬14年前之數據，爰此更新及建立本土溫室氣體排放係數，以提供政策或國家溫室氣體排放清冊參考。3月1日至7月30日於嘉義分所溪口農場，以氣體分析儀 (FACE–EB3200) 與密閉罩法，對不同耕作制度田區 (E1:水稻–水稻、E6:水稻–玉米)、不同氮肥施用量 (0、150、300 kg N ha^{-1})，總計布18點監測59 d。以固定空氣背景值 (CH_4:1.74 mg mL^{-1}、N_2O:300 μg mL^{-1}) 為基準，推算一期作CH_4、氧化亞氮 (N_2O) 每日通量變化結果 (圖18–9及圖18–10)。CH_4排放峰值發生於收穫後休耕期，推測與113年降雨集中於休耕期導致。N_2O排放峰值發生於水稻間歇灌水施用追肥後、曬田期，其次為水稻收穫後出現峰值，推測與追肥後與曬田期間無連續湛水有關。

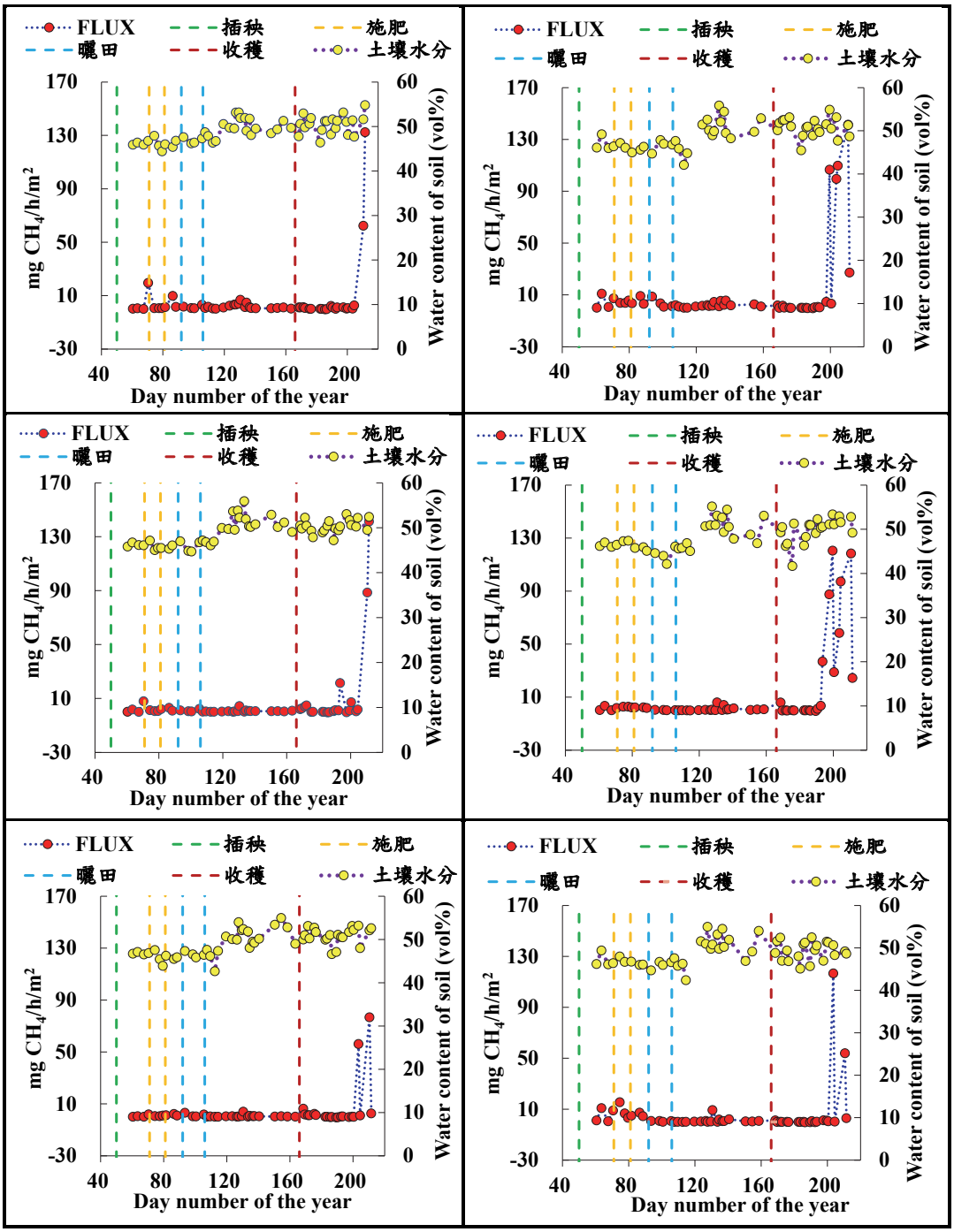


圖18–9. 113/3/1–113/7/30嘉義分所溪口農場甲烷每日通量趨勢變化圖 (左側E1、右側E6；上、中、下施氮量由低至高)

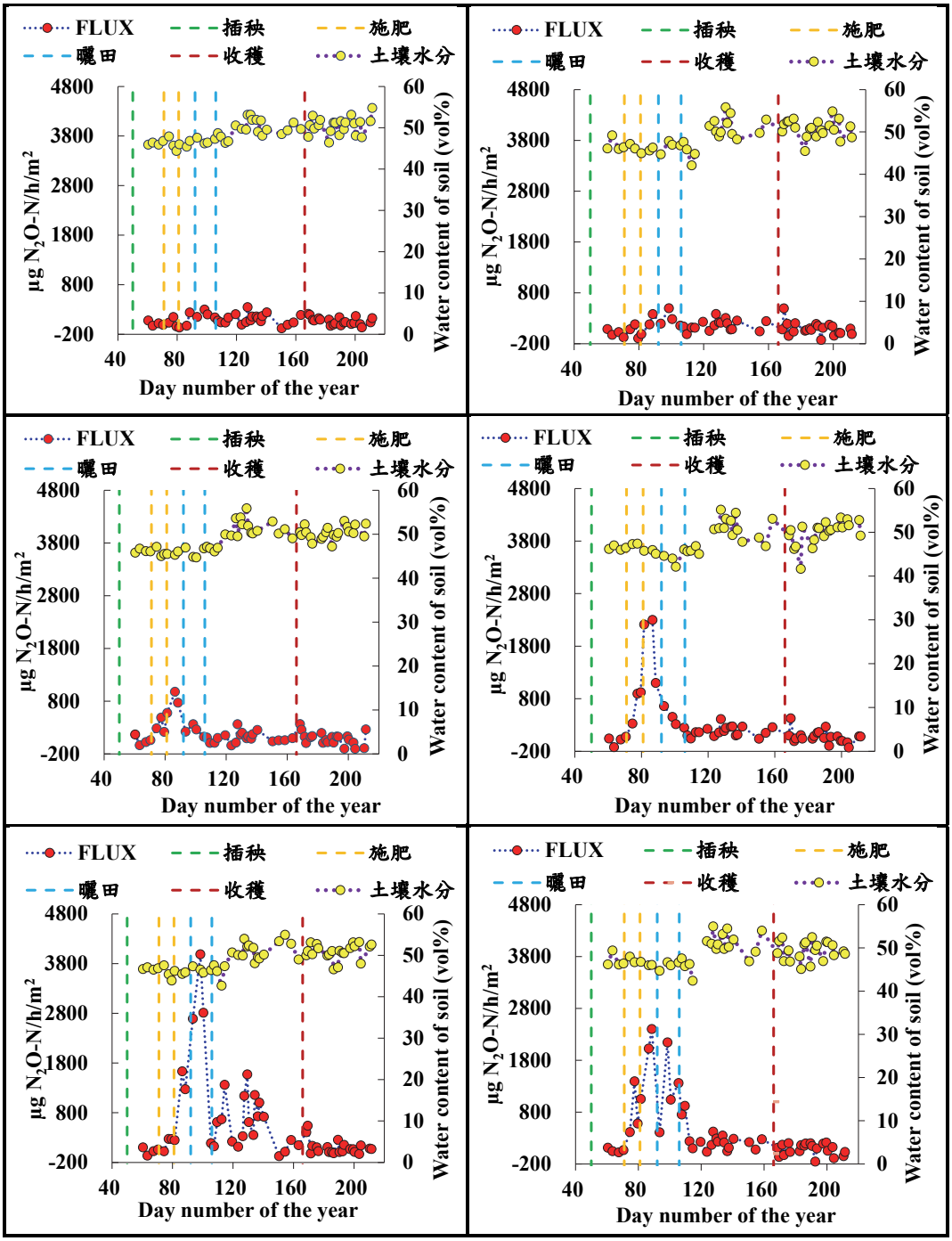


圖18–10. 113/3/1–113/7/30嘉義分所溪口農場氧化亞氮每日通量趨勢變化圖 (左側E1、右側E6；上、中、下施氮量由低至高)