

南華大學科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士論文

Master Program of Green Technology for Sustainability

College of Science and Technology

Nanhua University

Master Thesis

台灣農企業碳排放特性分析

Analysis of Carbon Emission Characteristics of Agricultural
Enterprises in Taiwan

許至強

Chih-Chiang Hsu

指導教授：洪耀明 博士

Advisor: Yao-Ming Hong, Ph.D.

中華民國 112 年 6 月

June 2023

南華大學

科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士學位論文

台灣農企業碳排放特性分析

Analysis of Carbon Emission Characteristics of Agricultural

Enterprises in Taiwan

研究生：許玉函

經考試合格特此證明

口試委員：

洪耀明

蔡正偉

陳柏青

指導教授：洪耀明

系主任(所長)：周建明

口試日期：中華民國 112 年 6 月 17 日

誌謝

服務公職至今已有 20 個年頭，如今回顧自己也組成家庭，小孩也漸漸成長，職場上也經歷眾多的磨練及學習，似乎人生還缺少了什麼，在陪伴小孩學習讀書過程中讓我體會到知識的寬廣無際，於是在因緣際會中加入的南華大學的永續綠色科技的學習家園，讓我有了一不一樣的收穫。

首先，我要感謝小孩、太太讓我有學習動力及念頭並且支持及鼓勵我，讓求學之路途無後顧之憂；其次要感謝指導教授洪耀明博士、周建明主任、陳柏青院長等，在你們的專業、詳盡的教導下，研究所的學習過程中帶給我不一樣的知識；最要感謝的是指導教授洪耀明博士，從入學到如今即將畢業，在此期間不斷鼓勵、指導、協助，得以順利完成論文撰寫，由衷感謝。

學生 許至強謹誌

摘要

為減緩氣候變遷，台灣修訂溫室氣體管理法為氣候變遷因應法，並宣告 2050 年達到碳中和，依據美國環保署統計，農業碳排放約佔全體碳排放 24%。本研究針對台灣地區 6 縣市共 15 處農企業場，對於農企業場所在生產、加工集貨及銷售等進行碳排放盤查及分析，以了解農業生產過程的碳排放。首先針對常見農企業排放，包含固定式排放源、移動式排放源、逸散性排放源及間接排放等，以顯著性評估準則決定盤查邊界範圍及搜集類別，收集排放數據，並分析農企活動產生的碳排放，最後建議符合各場家的溫室氣體減量策略。研究結果發現，農企業活動的生命週期碳排放，生產部分，若採用溫室及自動澆灌系統，碳排放量較小，相對於採用大型農機具之農場則排放量增加。加工集貨部分，除了增加碳排放也會增加產值。銷售部分，因為農產品運輸及冷藏保存過程，特別是冷藏冷凍設施的逸散性排放源，以及所需的外購電力，排放量相對比其他農企活動高。

關鍵詞：碳盤查、農企業、生命週期

Abstract

In order to mitigate climate change, Taiwan has revised its greenhouse gas management law to become the Climate Change Adaptation Act, and declared its goal of achieving carbon neutrality by 2050. According to statistics from the US Environmental Protection Agency, agricultural carbon emissions account for about 24% of total carbon emissions. This study conducted a carbon emission inventory and analysis on 15 agricultural enterprises located in 6 counties and cities in Taiwan, focusing on their production, processing, distribution, and sales activities to understand the carbon emissions in the agricultural production process. Firstly, the common agricultural emissions, including fixed emission sources, mobile emission sources, and fugitive emission sources were evaluated based on significant assessment criteria to determine the scope and categories of the inventory, and emission data were collected. Then, the carbon emissions generated by agricultural activities were analyzed, and greenhouse gas reduction strategies that meet the needs of each enterprise were recommended. The study found that in the life cycle of agricultural enterprise activities, the carbon emissions in the production part are smaller if greenhouse and automatic irrigation systems are adopted,

compared to farms that use large agricultural machinery. In the processing and distribution part, the increase in carbon emissions also leads to an increase in production value. In the sales part, due to the transportation and refrigeration of agricultural products, especially the fugitive emission sources from refrigeration and freezing facilities, as well as the required purchased electricity, the emissions are relatively higher compared to other agricultural activities.

Keywords: Carbon Emission Inventory, Agricultural Enterprise, Life Cycle



目錄

誌謝.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VIII
表目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究流程.....	4
第二章 文獻探討.....	6
2.1 溫室氣體.....	6
2.2 盤查簡介.....	6
2.3 農業部門溫室氣體排放.....	7
2.4 我國目前溫室氣體盤查政策.....	8
2.5 氣候暖化對全球農業影響.....	9
2.6 碳密集度作為衡量減碳的績效指標.....	10

第三章 研究方法	11
3.1 研究課題介紹	11
3.2 研究架構	11
3.2.1 設定問題與目標	11
3.2.2 實施方法與步驟	12
3.3 碳盤查方法	13
3.3.1 盤查資料來源	13
3.3.2 盤查重要定義	13
3.4 農產品生命週期(Life-cycle)	17
第四章 結果與討論	20
4.1 盤查企業介紹	20
4.1.1 農企業分類	20
4.1.2 農企業耕作方式與規模	23
4.1.3 農企業資料收集項目	25
4.2 碳盤查結果分析	28
4.2.1 農企業排放總量比較	28
4.2.2 企業營業額與碳排放	35
4.2.3 農產品生命週期碳排放量	44
4.3 綜合討論	45

4.3.1 農企業場所概述	45
4.3.2 資料收集	46
4.3.3 農企業排放量分析	46
4.3.4 農企業減排放方向	47
4.4 未來推動方向	47
4.4.1 農企業盤查量不足	47
4.4.2 農企業碳盤查知識性不足	47
4.4.3 建立本土農業碳足跡	47
4.4.4 建立簡易碳盤查及碳減量平台	48
第五章 結論與建議	49
5.1 研究結果與結論	49
5.2 研究限制	50
5.3 未來研究建議	51
參考文獻	52

圖目錄

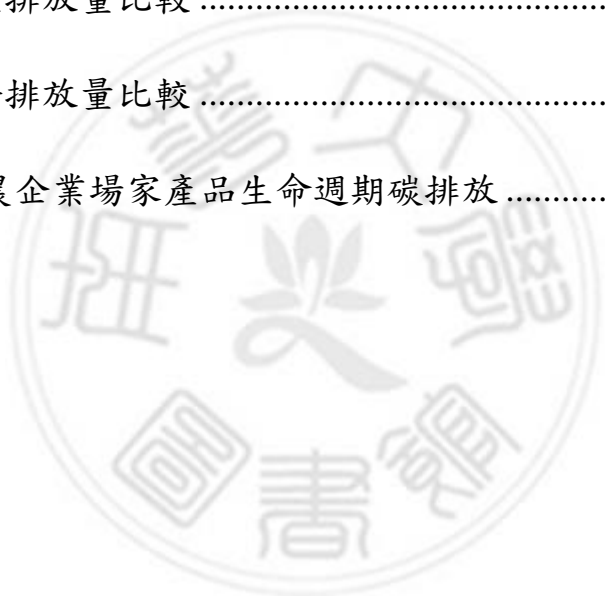
圖 1 研究流程圖5



表目錄

表 1 顯著性評估準則表	15
表 2 顯著性評估表(以參與盤查農企業其中一家為範例)	16
表 3 農企業生命週期組合	18
表 4 農企業經營型態與盤查範圍	20
表 5 農企業經營規模與生產週期屬性範圍	22
表 6 農企業生產作物、規模及耕作方式、面積	24
表 7 農企業提供資料項目	26
表 8 農企業排放總量比較表	29
表 9 農場排放源分析	31
表 10 包裝加工與集貨(果菜生產合作社)排放源分析	32
表 11 包裝加工與集貨(碾米廠)排放源分析	33
表 12 包裝加工與集貨(加工廠)排放源分析	34
表 13 門市排放源分析	35
表 14 總量單位排放量比較	35
表 15 全生命週期排放量比較	37
表 16 碾米廠排放量比較	37
表 17 果菜合作社排放量比較	38
表 18 加工廠排放量比較	39

表 19 農場排放量比較	39
表 20 大型農企業排放量比較	40
表 21 中小型農企業排放量比較	40
表 22 微型農企業排放量比較	42
表 23 有機農法排放量比較	42
表 24 友善轉型農法排放量比較	43
表 25 產銷履歷排放量比較	43
表 26 慣行農法排放量比較	44
表 27 金門縣農企業場家產品生命週期碳排放	45



第一章 緒論

1.1 研究背景

聯合國氣候變遷綱要公約訂定最終目標，即是將大氣中溫室氣體的濃度穩定，在防止受到人為干擾，使生態系統能夠自然地適應氣候變化，並確保糧食生產免受威脅，使經濟發展能永續的進行。二十一世紀以來，全球性氣候變遷帶來的極端天氣事件，導致部分地區乾旱、強降雨、海岸濕地消失、海平面上升、生態系統滅絕等重大事件，影響農作物生產模式及產量，更影響糧食安全的危機。

人類每年因化石燃料燃燒、土地使用等向大氣中排放約400億噸的碳排放量，造成氣候異常及劇烈變化，洪水、颱風、乾旱等極端天氣越來越顯著。數據統計相較於工業革命前，人類活動造成的溫室氣體排放，已導致1°C的升溫，2040年地球表面升溫將會超過1.5°C。各國政府宣示於致力達到碳中和，將全球氣溫升幅控制在2°C內，並以1.5°C為努力目標。

氣候異常的程度超過環境的負荷，災害就接踵而來，全球性氣候變遷對於台灣地區帶來衝擊，除了極端氣候帶來的強降雨，造成山坡地區的山崩、地滑、土石流，平地地區的暴雨災害、土石堆積，影響山地平地農作物耕地及作物生長，可耕作農地面積遭受影響，糧食產

量自然就會爆發危機。

氣候變遷對台灣農業影響，直接影響為生態系統，包含水資源、物種、土壤、病蟲害，造成農業生產及環境資源影響，間接影響為社會面，包含農產品產量品質、價格，以及消費、農業所得收入，造成農業生產品質、數量及供應穩定性、設施設備及農民資產損失，進而影響糧食安全。

1.2 研究動機

根據行政院農業委員會，針對慣行農耕法 (conventional farming) 之定義，為了提升利潤，而採用現代化之農業科技如化肥、農藥及大型農機耕作生產等，期望提高產量並降低成本，使得農業生產趨向工業化及密集化的生產模式。其中慣行農耕法，因化學肥料與農藥的施用，影響土壤中生物生存，也改變了土壤中的微生物結構。

慣行農耕法為目前為全台灣最主要的農業耕作法，施用化肥、農藥及大型農機耕作生產，土壤翻犁等情況，會產生大量的碳排放，因此行政院農業委員會訂定，達成農業淨零排放，透過「減量」、「增匯」、「循環」和「綠趨勢」，推動有機農業以增強台灣農業韌性。

台灣過去50年平均氣溫已上升 0.8°C ，對於農業生產已造成重大影響，縱使目前國家政策以平均氣溫升溫 1.5°C 以內為調適目標，農糧體系未來也必然將面臨嚴峻的挑戰，農業相關災損只怕會越來越惡

化，不但影響農民生計，更影響農產品售價、品質，到一般大眾消費行為。

目前國家實施碳盤查政策是針對，化石燃料燃燒之直接溫室氣體年排放量及使用電力之間接溫室氣體年排放量合計達2.5萬公噸二氧化碳當量以上之製造業(行政院環保署，2022)，及上市櫃公司永續發展路徑圖，要求上市櫃公司分階段強制揭露溫室氣體盤查資訊及進行查證(金管會，2020)。根據IPCC指出，農業供應鏈溫室氣體排放24%，因此農企業實施碳排放盤查有其必要。

本研究動機主要為台灣地區首次針對6縣市、15家農企業，進行碳排放盤查計算，期望藉由台灣農企業碳排放特性分析，了解農企業在於生產、包裝及加工、運輸及銷售各階段之溫室氣體之排放狀況，作為估算農業溫室氣體排放依據，並作為農業碳匯基礎，進以減緩氣候變遷，達到農業淨零碳排之環境永續。

1.3 研究目的

為因應氣候緊急全球挑戰、淨零碳排國際趨勢、綠色供應鏈與碳關稅，為了達成台灣2050淨零轉型，氣候變遷因應法已於2023年2月修正通過，針對氣候變遷減緩及調適，以及加強氣候治理，加速減碳以提升產業競爭力，逐步落實淨零轉型，並訂定國家長期減量目標。

本研究有鑑於政府所推行之氣候變遷因應法，2050年淨零碳排國

家長期減量目標之研究動機與背景，本研究目的有：

- 一、建立農企業碳盤查紀錄，瞭解溫室氣體排放來源及現況。
- 二、提供農企業減碳策略，達成淨零轉型所需之改善方向。
- 三、農糧產品供應鏈溫室氣體排放量分析。

1.4 研究流程

本研究流程如(圖1) 研究流程圖，首先以第二章回顧相關文獻，包括溫室氣體、盤查簡介、農業部門溫室氣體排放、我國目前溫室氣體盤查政策及氣候暖化對全球農業影響等相關文獻；第三章說明研究方法，首先說明研究課題介紹，之後說明研究架構、碳盤查方法、農產品生命週期定義；第四章說明及討論資料收集及碳盤查結果分析，包括盤查企業分類、碳盤查結果分析、綜合討論、未來推動方向建議；最後第五章總結本研究之重要成果及提供建議以供後續研究參考。

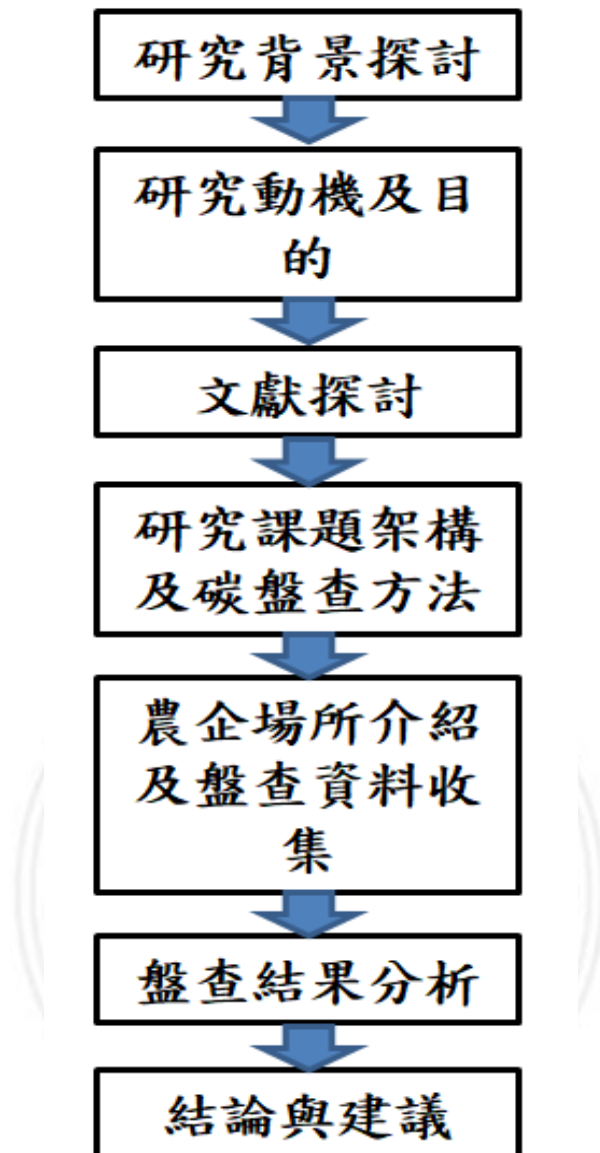


圖 1 研究流程圖

第二章 文獻探討

2.1 溫室氣體

溫室氣體是指可吸收來自地球表面、大氣本身或雲層發出之熱紅外輻射光譜中特定波長的輻射，溫室氣體可以讓陽光穿過大氣，但會將熱能留在地球表面，無法散出大氣層外，若累積愈來愈多會造成地球暖化現象。依據聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第三次締約國大會中所通過的京都議定書及第十七次締約國大會第十五號決議，明訂二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)及三氟化氮(NF₃)等氣體為溫室氣體。環保署溫管法亦定義此七種氣體為溫室氣體。(溫室氣體排放量盤查作業指引，2022)

2.2 盤查簡介

盤查類似於健康檢查的概念，透過定期的檢查，藉此找到哪些地方可以改善、精進的部分。企業經過相關活動數據的蒐集、彙整及計算，檢視自身營運活動中直接或間接溫室氣體排放量，可藉由盤查結果找到排放熱點，進一步解析，發掘具有減量潛力的部分，再據以推動相關減量作為。(溫室氣體排放量盤查作業指引，2022)

工業革命之後，大量使用化石燃料造成大氣中溫室氣體的濃度急速加劇，使得全球平均溫度增加，氣候變遷問題逐漸嚴重，造成生態及環境的衝擊，溫室氣體排放已受到各國重視。

由於氣候變遷的課題越來越受到國際間的關注，溫室氣體排放之減量工作將是勢在必行的趨勢，因此已有不少學者提倡溫室氣體盤查之重要性。

2.3 農業部門溫室氣體排放

根據農業部門溫室氣體排放管制行動方案成果報告(2021)，估算農業部門生產端之溫室氣體排放量約為全國之 2%，排放類別可區分為「燃料燃燒使用」及「非燃料燃燒使用」等 2 類(農業部門溫室氣體排放管制行動方案成果報告，110 年)。

此外根據 IPCC 指出，農業供應鏈溫室氣體排放 24%，與生產端之資料相去甚遠，因此實有必要分析農業供應鏈碳排放。

農業部門減量策略為推動友善環境農業耕作、推動低碳農業及提升森林碳吸存效益等 3 大項，並於第一期階段管制期間辦理「提升有機及友善耕作面積」、「輔導畜牧場沼氣再利用（發電）」及「提升造林面積」3 項亮點行動計畫(農業部門溫室氣體排放管制行動方案成果報告，110 年)。

為減緩氣候變遷，台灣修訂溫室氣體管理法為氣候變遷因應法，並宣告 2050 達到碳中和，而依據美國環保署統計，農業碳排放約佔全體碳排放 24%。另外農業要達成碳中和可從四大面向，根據邁向碳中和農業工作坊論文集(2022)包括：

- 一、循環經濟：包含減少損失、落實再利用、產品再利用、能源、養分、材料之循環。
- 二、土地利用：土地利用和土地利用變化，有機農業、種樹固碳。
- 三、能源投入：能源和其他投入、使用具減碳功能或替代農機。
- 四、肥料管理：腸道發酵、土壤和糞肥管理、減少化肥或使用有機肥料。

2.4 我國目前溫室氣體盤查政策

溫室氣體盤查不但可掌握明確的排放量，也能發掘減量空間與機會，因此視溫室氣體盤查為推動減量的基礎。而溫室氣體盤查管理作業，即為協助產業掌握溫室氣體排放現況，彙整並計算其溫室氣體排放量，以完成溫室氣體盤查清冊。故溫室氣體盤查作業為整體產業溫室氣體管理制度推動之基礎，亦為產業自身進行溫室氣體管理之第一步。

我國推動產業溫室氣體盤查作業，主要係參考國際間 ISO/CNS 14064-1 及 GHG Protocol 溫室氣體盤查議定書規範，計算範疇一及

範疇二之溫室氣體排放，僅需鑑別範疇三之排放源；其中範疇一係指直接溫室氣體排放，針對直接來自於組織所擁有或控制的排放源；範疇二為能源間接排放源，係指來自於輸入電力、熱或蒸汽而造成間接之溫室氣體排放；範疇三為其他間接排放源，由組織活動產生之溫室氣體排放，非屬能源間接溫室氣體排放，而係來自其他組織所擁有或控制的溫室氣體排放來源。（行政院環境保護署）

2.5 氣候暖化對全球農業影響

聯合國於 2014 年決定以永續發展目標（SDGs）作為未來施行議題，在 SDGs 的範疇之中，農業賦予的目標任務為保障糧食安全與提出可改善氣候變遷的具體措施。其中與農業相關部分，則以兩項目標作為實踐原則，分別為：(1) 致力於保障糧食安全、(2) 提出氣候變遷議題之因應措施。

近年來，日本飽受氣候異常影響，災害接二連三發生，因此日本政府對外宣布氣候異常的發生已和全球暖化互為因果關係。針對農業領域的碳排放措施，將園藝設施中所使用化石燃料及加熱技術，二氧化碳生成設備直接轉換為使用自然能源，推動農業綠能資源發展，並以減少食物損失為重要間接措施，在加強對氣候變化影響的科學知識的基礎上，促進適應氣候變化的穩定生產技術、品種的開發和推廣策略。（日本農林水產省，2022 年）

氣候變遷會影響糧食安全、用水安全、人類健康，生物多樣性，對於全球糧食的影響，損失程度可能是難以估計。另外水患頻繁造成生命財產威脅及巨大農損，溫度和降雨變化、極端氣候事件的加劇，使全球糧食生產、質量、收成和分配等環節面臨前所未有的挑戰。

2.6 碳密集度作為衡量減碳的績效指標

碳密集度為企業每單位營收或是銷貨成本所產生的碳排放量，代表企業營收的環境衝擊或是生產銷售過程的碳依賴度，因此適合做為比較不同企業間碳排放表現的指標（陳嘉佑，2021）。

國際間常用碳密集度（每單位 GDP 的二氧化碳排放量）作為衡量各國推動減碳工作績效指標，數值越低代表績效越佳（行政院環境保護署）。

競爭成本指的是，相較具有低碳技術的產品，高碳密集度的產品與服務可能會在市場對於低碳、低環境衝擊的產品偏好下被市場淘汰（Busch & Hoffmann, 2007; Kolk & Levy, 2001）。

第三章 研究方法

3.1 研究課題介紹

針對分布於台灣地區 15 家農企業盤查資料蒐集分析，共有 17 筆農業碳盤查資料，其中位於金門縣農企業依規模可分成農場、集貨場、銷售門市等 3 筆資料；依農企業產品生命週期或場所用途區分，其中農場 5 家，包裝加工或集貨 10 家，銷售門市 2 家；依縣市分佈位於台灣 6 縣市，包括台灣農業大縣雲林縣 9 家，嘉義縣 2 家，彰化縣、台南市、屏東縣、金門縣各 1 家；企業營收超過一億元以上 4 家，未超過則有 11 家。

為瞭解農糧產品生命週期碳排，通過農業生產、農企業及合作社，了解各階段之溫室氣體類別一直接排放及類別二間接排放之碳排放量計算，作為估算供應鏈農業溫室氣體排放依據，並作為爾後農業碳匯基礎。

3.2 研究架構

3.2.1 設定問題與目標

農糧產品生命週期，可分為農場生產、包裝及加工、運輸及銷售等階段，個別階段均有不同之碳排放。

藉由資料蒐集分析，計算農業生產到銷售整體溫室氣體排放，得

以將農業多餘碳匯提供其他產業進行碳中和以達到淨零碳排，並計算每公噸農糧產品供應鏈溫室氣體排放量分析。

3.2.2 實施方法與步驟

一、農產品生命週期定義

根據實際參與盤查之農企業調查結果，定義農產品生命週期與農企業關係，作為後續分析依據。

二、溫室氣體盤查

針對農企業場所溫室氣體排放，有關範疇一（直接排放）及範疇二（間接排放）之盤查，農產品生命週期分成生產、加工、銷售等三階段：

（一）、農場生產部分：農企業作物生產過程之碳盤查，並計算農產品生產量，作為農產品生產溫室氣體排放之依據。

（二）、農產加工部分：農產品加工過程之溫室氣體排放量調查。

（三）、農產銷售部分：找出主要溫室氣體碳排放源，據以提供產銷過程溫室氣體排放減量依據。

三、農產品供應鏈碳排分析：

將農企場所規模、形態各異的15家，以類別及營收金額等為基準進行比較。

3.3 碳盤查方法

3.3.1 盤查資料來源

資料來源過程說明如下

- 一、首先透過縣市政府、民間團體尋找有意願加入盤查之農企業。
- 二、經過初始會議後部分廠商婉拒盤查，願意接受盤查農企業，合作建立碳中和小組。
- 三、進行農企業之資料收集、核對與計算，此階段尚有農企業因農忙或資料不足，終止盤查。
- 四、完成農企業碳盤查，彙整統計資料並分析，並提出減碳建議及方向。

3.3.2 盤查重要定義

一、溫室氣體之種類

係指 ISO 14064 標準定義之七種溫室氣體，包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氟氫碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)、三氟化氮(NF₃)。

二、溫室氣體盤查類別

- (一)、直接溫室氣體排放(類別 1)：針對直接來自於廠所擁有或控制的排放源。依據 IPCC 於 2006 年出版國家溫

室氣體排放清冊指南 (2006 IPCC guidelines for national greenhouse gases inventories) (IPCC 2006) 第四卷所述，農業部門溫室氣體排放共分為：3.A「畜禽腸胃發酵」：家畜及家禽消化食物時，腸胃發酵所產生之甲烷 (CH₄)、3.B「畜禽糞尿處理」：畜禽糞尿處理過程所排放之 (甲烷及氧化亞氮)、3.C「水稻種植」：水稻種植時產生之甲烷 (CH₄) (以稻米為主食之亞洲國家會有較多排放)、3.D「農業土壤」：農糧產業施用氮肥所生之氧化亞氮 (N₂O)、3.E「草原焚燒」(因臺灣地理環境極少草原故不列入計算)、3.F「作物殘體燃燒」、3.G「石灰處理」、3.H「尿素施用」等。上述農糧與畜牧產業於生產活動中使用燃料部分則在能源部門計算 (EPA 2020)。

(二)、 能源間接溫室氣體排放(類別 2)：組織使用進口/外購電力、熱或蒸氣產生有關的間接溫室氣體排放。

(三)、 運輸間接排放源(類別 3)：針對工廠之上游原料及下游產品運送所產生之排放，以及員工通勤、出差所造成之運輸間接溫室氣體排放。

(四)、 原料/服務間接排放源(類別 4)：與組織使用/服務有關而產生之上游開採、加工之溫室氣體排放。因組織使用

/服務而產生之廢棄物處理溫室氣體排放。

(五)、 產品使用間接排放源(類別 5)：客戶使用/租賃/廢棄

本公司產品所生產之產品而產生之間接溫室氣體排放。

(六)、 其他間接排放源(類別 6)：由其他來源產生的間接溫

室氣體排放。

三、顯著性評估準則

顯著性評估準則包括排放衝擊量如大小/容積、對溫室氣體排放源影響程度、資訊取得及與數據相關聯的準確度水準(組織與監督複雜性)，並參考顯著性評估準則，2021年所評估顯著性評估準則與顯著性評估結果如下表所示，評分公式為A+B+C+D，總分達到12分以上納入碳盤查統計。依據評估結果分析類別一及類別二碳排放。

表 1 顯著性評估準則表

評分	發生頻率 (A)	減碳的機會 (B)	活動數據來源 (C)	排放係數 (D)
3	每周至少發生一次	有控制權	會計/ERP	EPA 公告係數
2	每季至少發生一次	須其他單位配合	推估	國際排放係數 Simpro
1	每年發生小於三次	完全沒機會	無法取得數據 / 取得數據困難	無法取得

表 2 顯著性評估表(以參與盤查農企業其中一家為範例)

範疇	類別	子類別	A	B	C	D	總分	顯著性評估
1	能源直接排放源	1.1 來自固定式燃燒源之直接排放	-	-	-	-	-	納入
		1.2 來自移動式燃燒源之直接排放	-	-	-	-	-	納入
		1.3 來自生產製造過程之直接排放	-	-	-	-	-	納入
		1.4 來自逸散排放源之直接排放	-	-	-	-	-	納入
		1.5 來自土地使用、土地使用變更及林業之直接排放	0	0	0	0	0	非顯著性 (無土地相關使用)
2	能源間接排放源	2.1 來自輸入電力的間接排放，包含有關組織生產與消耗輸入電力之溫室氣體排放。	3	3	3	3	12	納入
3	運輸間接排放源	3.1 由上游原料運輸產生之排放	3	2	2	2	9	非顯著性
		3.2 由下游產品運輸產生之排放（計算至第一階的客戶）	3	2	2	2	9	非顯著性
		3.3 員工通勤產生之排放 包括員工由住家至其工作地點，與運輸有關排放	3	3	2	3	11	非顯著性
		3.4 由客戶與訪客來訪運輸所產生之排放	1	2	1	3	7	非顯著性
		3.5 業務或員工出差運輸所產生之排放。	2	3	3	3	11	非顯著性
4	原料/服務間接排放源	4.1 組織購買商品(能源)所產生溫室氣體排放	2	2	2	3	9	非顯著性

		4.2 資本財製造與加工過程所產生溫室氣體排放	0	0	0	0	0	非顯著性 (無租賃)
		4.3 處置固體與液體廢棄物產生之排放，係依廢棄物與其處理之特性而定。典型的處理型式為掩埋、焚化、生物處理或循環再利用過程	3	2	1	3	9	非顯著性
		4.4 資本財租賃使用之溫室氣體排放	0	0	0	0	0	非顯著性 (無租賃)
		4.5 輔導、清潔、維護、郵遞、銀行業務等服務所產生的溫室氣體排放	2	2	1	1	6	非顯著性
5	產品使用 間接排放源	5.1 產品使用階段產生之排放或移除，包含來自所有販售的相關產品預期生命期總排放量	0	0	0	0	0	非顯著性
		5.2 客戶租賃使用產生之溫室氣體排放。	0	0	0	0	0	非顯著性 (無租賃)
		5.3 產品廢棄處理所產生之溫室氣體排放	0	0	0	0	0	非顯著性
		5.4 股權債務、投資債務、計劃資金及其他投資所產生之溫室氣體排放	0	0	0	0	0	非顯著性 (無股權債務、投資債務、計劃資金及其他投資)
6	其他間接 排放源	由其他來源產生的間接溫室氣體排放	0	0	0	0	0	非顯著性

3.4 農產品生命週期(Life-cycle)

生命週期評估 (Life-cycle assessment, LCA)，指分析評估一項產品從生產、使用到廢棄或回收再利用等不同階段所造成的環境衝

擊，本研究定義農產品生命週期如下：

一、生產(Type A)：指農產品由農地生產之初級產品。

二、包裝加工(Type B)：指農業產品經過加工或包裝後，完成可銷售規格，同時運輸至集貨場或賣場，如碾米廠、食品廠、果菜公司。

三、集貨(Type C)：尚未包裝，或包裝完成後，儲存至固定地點，進行倉儲管理，如合作社、農產運銷公司。

四、銷售(Type D)：消費者可以直接透過門市或網路，直接買到產品。

依上述分類，生產、包裝加工、集貨及銷售，組合同態有 13 種如下表。

表 3 農企業生命週期組合

組合	A	B	C	D
A	A	AB	AC	AD
B	AB	B	BC	BD
C	AC	BC	C	CD
D	AD	BD	CD	D
AB	AAB	ABB	ABC	ABCD
BC	ABC	BBC	BCC	BCD
CD	ACD	BCD	CCD	CDD

生命週期評估的組合同態與計算農企業之產品碳排放間有著密切的關聯，組合同態的選擇對於碳排放的評估和管理至為重要，並影響了碳排放的計算和評估結果，在生產、包裝加工、集貨及銷售的生命週期階段中，通過進行生命週期評估，可以計算出在這些階段產生的碳排放量，透過評估可以了解產品在不同生命週期階段產生的碳足

跡，並且可以尋找減少碳排放的機會，有助於農企業產業了解其產品在整個生命週期中的碳排放情況，並針對具體的階段採取減排措施，以實現更低碳的生產和供應鏈。



第四章 結果與討論

4.1 盤查企業介紹

盤查 17 家農企業，依據企業提供資料，說明如下：

4.1.1 農企業分類

農企業經營型態分工並不明顯，為因應農企業所提供資料，將盤查統計之農企業資料列表如下。(其中◎表示有收集資料，X表示農企業有行為，但是因無該形態碳排放資料，而無法列入計算)

表 4 農企業經營型態與盤查範圍

台灣地區 15 家農企業盤查資料							
所在縣市	農企業名稱 (依生產週期 屬性劃分)	生產 A	包裝加 工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	備註
金門縣	農場 A	◎					
屏東市	農場 B	◎				\$4,000	
雲林縣	農場 C	◎			X	\$2,460	
雲林縣	農場 D	◎	◎	◎	◎	\$4,000	
嘉義縣	農場 E	◎	◎	◎		\$2,000	
金門縣	包裝加工與集 貨場 A			◎		\$120,000	果菜生產合 作社

雲林縣	包裝加工與集貨場 B		◎	◎	◎	\$20,000	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	X	◎	◎	◎	\$56,903	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 D		◎	◎		\$40,000	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 E		◎	◎		\$150,000	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 F		◎	◎	◎	\$409,000	加工廠
雲林縣	包裝加工與集貨場 G		◎	◎	◎	\$840,000	加工廠
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H		◎	◎	◎	\$5,400	加工廠
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	X	◎	◎	◎	\$62,000	碾米廠
臺南市	包裝加工與集貨場 J	X	◎	◎	◎	\$20,000	碾米廠
金門縣	門市 A				◎	\$88,000	
雲林縣	門市 B	X			◎	\$1,000	

(一)、農企業產品生命週期

依農產品生命週期統計，盤查收集資料可分為，生產場家5筆、包裝及加工場家11筆、集貨場家12筆、銷售場家10筆。(其中4家生產場家，因平時無蒐集農機具加油單及肥料等資料，無法計

算碳排放；另外1家銷售點資料無法計算碳排放)。

(二)、農企業分佈

依縣市分佈部分，台灣農業產值第一大縣雲林縣9家，嘉義縣2家，彰化縣、台南市、屏東市、金門縣各1家。

(三)、農企業規模

參照經濟部民國98年修訂之「中小企業認定標準」，採僱用員工人數為標準，大型企業為製造業、營造業、礦業及土石採取業僱用員工人數200人及以上之企業。非大型企業皆屬中小企業，其中微型企業指僱用員工人數未滿5人之企業。

依農企業規模統計，15家農企業中，大型企業2家、中小型企業8家、微型企業5家。

表 5 農企業經營規模與生產週期屬性範圍

所在縣市	農企業名稱 (依生產週期屬性劃分)	年營業額 (千元)	企業規模	備註
屏東市	農場 B	\$4,000	大型	年營業額僅計算企業農產品生產部分
雲林縣	包裝加工與集貨場 G	\$840,000	大型	加工廠
金門縣	農場 A		中小	
金門縣	包裝加工與集貨場 A	\$120,000	中小	果菜生產合作社
金門縣	門市 A	\$88,000	中小	

雲林縣	包裝加工與集貨場 B	\$20,000	中小	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	\$56,903	中小	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 D	\$40,000	中小	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 E	\$150,000	中小	果菜生產合作社
雲林縣	包裝加工與集貨場 F	\$409,000	中小	加工廠
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	\$62,000	中小	碾米廠
臺南市	包裝加工與集貨場 J	\$20,000	中小	碾米廠
雲林縣	農場 C	\$2,460	微型	
雲林縣	門市 B	\$1,000	微型	
雲林縣	農場 D	\$4,000	微型	
嘉義縣	農場 E	\$2,000	微型	
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H	\$5,400	微型	加工廠

4.1.2 農企業耕作方式與規模

(一) 栽培/契作或收購之作物區分：稻米3家、蔬菜及水果6家、雜糧6家。

(二) 耕作方式，依據有機、友善轉型及慣行農法，分為：有機2家、友善轉型5家、產銷履歷3家、慣行農法4家(其他2家為

食品加工廠所不列入此項目統計分析)。

(三) 經營面積：調查農企業之農地、包裝或集貨場面積，如(表 6)。

表 6 農企業生產作物、規模及耕作方式、面積

所在縣市	企業名稱	作物分類	栽培/契作或收購之作物	耕作方式	耕作面積
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	稻米	收購水稻	慣行	工廠 2270.5 m ² 、辦公室 270 m ²
臺南市	包裝加工與集貨場 J	稻米	自種與契作水稻	友善/慣行	工廠及辦公室共 3000 坪
嘉義縣	農場 E	稻米	水稻	友善轉型	農地面積 24 公頃
金門縣	農場 A	蔬菜及水果	溫網室短期葉菜類	有機	有機農業專區 6.8 公頃，有機園區 5.52 公頃，設施溫室 111 棟。山外土地面積 2.2 公頃，設施栽培 1.5 公頃，設施溫室 58(棟)
金門縣	包裝加工與集貨場 A	蔬菜及水果	短期葉菜類及台灣水果		土地面積 795 坪，集貨場 293 坪，冷藏庫 65 坪
金門縣	門市 A	蔬菜及水果	短期葉菜類及台灣水果		
雲林縣	包裝加工與集貨場 B	蔬菜及水果	收購鳳梨、芭樂	友善轉型	

雲林縣	包裝加工與集貨場 C	蔬菜及水果	收購小農蔬果作物包裝加工	有機	契作溫室及農地面積 100 公頃
雲林縣	包裝加工與集貨場 D	蔬菜及水果	契作小黃瓜、水果椒、牛番茄	產銷履歷	契作溫室及農地面積:71 公頃、集貨場 300 坪
雲林縣	包裝加工與集貨場 E	蔬菜及水果	契作結球萵苣、高麗菜、蘿蔓、洋蔥、廣東 A	慣行	契作溫室及農地 300 公頃
雲林縣	農場 D	蔬菜及水果	小黃瓜、牛番茄	產銷履歷	設施型溫室 8.9 公頃
屏東市	農場 B	雜糧	合作農場收購黃豆	慣行	
雲林縣	包裝加工與集貨場 G	雜糧	雜糧食品加工		
雲林縣	包裝加工與集貨場 F	雜糧	雜糧加工成植物肉		
雲林縣	農場 C	雜糧	紅藜	友善轉型	農場 1.7 甲
雲林縣	門市 B	雜糧	台灣小麥	友善轉型	契作農場約 8 甲
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H	雜糧	(無種植)與合作農場收購地瓜	產銷履歷	廠房 1712.89 平方公尺，土地 5400 平方公尺

4.1.3 農企業資料收集項目

依據顯著性分析，由農企業提供類別一及類別二資料如下。

(一)、類別一(直接排放)

常見農企業排放，包括：

- 1、固定式排放源：鍋爐、發電機、天然氣等。
- 2、移動式排放源：車輛、農耕機具。
- 3、逸散性排放源：飲水機、冰箱、冷氣、冷藏庫、鍋爐、發電機。

盤查過程中發現有許多農場並無保留加油單，資料收集不足，導致農場無法計算碳排放資料，而農藥及肥料使用量未提供，無法計算排放量，同時水稻面積未提供，無法計算甲烷產生量，低估農場碳排放量。

(二)、類別二(間接排放)：用電設施用電量，均有提供。

表 7 農企業提供資料項目

所在縣市	企業名稱	類別一直接排放		類別二間接排放	
		提供項目	未提供項目	提供項目	未提供項目
金門縣	農場 A	曳引機、貨車、冰箱、冷藏庫	有機肥料、有機殺蟲劑	用電設施用電量	無
屏東市	農場 B	公務車、農機具、冷氣、冷凍機	化學肥料、農藥	用電設施用電量	無
雲林縣	農場 C	背負式割草機、小牛	有機肥料	用電設施用電量	無

雲林縣	農場 D	公務車、飲水機、冰箱、冷氣、冷藏庫	化學肥料、農藥	用電設施用電量	無
嘉義縣	農場 E	貨車、插秧機、割稻機、冰箱、冷藏庫、鐵牛、烘乾機	肥料、農藥、水稻甲烷	用電設施用電量	無
金門縣	包裝加工與集貨場 A	發電機、冷藏庫、冷氣機、冰箱、飲水機	公務車及貨車用油（列於門市）	用電設施用電量	無
雲林縣	包裝加工與集貨場 B	冰箱、冷凍庫、冷氣機、農用機具、公務車、堆高機	無	用電設施用電量	無
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	貨車、冰箱、冷藏庫、冷凍庫、飲水機	無	用電設施用電量	無
雲林縣	包裝加工與集貨場 D	公務車、空調主機、飲水機、冰箱、冷藏庫	無	用電設施用電量	無
雲林縣	包裝加工與集貨場 E	冰箱、冷氣、飲水機	公務車及貨車用油	用電設施用電量	無
雲林縣	包裝加工與集貨場 F	油炸機鍋爐、蒸氣鍋爐、乾燥機鍋爐、公務車、煮糖機、炒培機、廚房、萬能炒鍋、化糞池、冷氣、冷凍庫、冷藏庫、貨櫃冷凍櫃、冰箱、飲水機	無	用電設施用電量	無

雲林縣	包裝加工與集貨場 G	鍋爐、發電機、CO2 鋼瓶、公務車、滅火器、冰水主機、冷氣、飲水機、冰箱、冷凍櫃、乾燥機、車用空調、化糞池	無	用電設施用電量	無
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H	貨車、飲水機、冷凍櫃、直火式燃燒機、立式燃燒機、糖漿快速爐、油炸鍋	無	用電設施用電量	無
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	貨車、冷氣	無	用電設施用電量	無
臺南市	包裝加工與集貨場 J	用電設施、貨車、飲水機、冰箱、粗糠燃燒	無	用電設施用電量	無
金門縣	門市 A	貨車、飲水機、冰箱、冷藏庫	無	用電設施用電量	無

4.2 碳盤查結果分析

依據規模、形態各異的17處農場、農企業及合作社，依農產品生命週期及營業額，進行分析比較並提出減碳建議。

4.2.1 農企業排放總量比較

分為農場、包裝加工與集貨、門市三類別，就排放總量、排放源及生命週期進行比較。

(一)、總量比較：如(表8)所示，其中位於雲林縣農場C，主要耕作方式採友善轉型農法，並施予有機肥料栽種，生產農作物為旱作雜糧作物-紅藜，該農場排放總量調查為0.56(公噸CO₂e/年)，與本次參與碳盤查其他農企業總量比較差距甚大。

表 8 農企業排放總量比較表

所在縣市	企業名稱	排放量(公噸 CO ₂ e/年)			排放量百分比	
		類別一 直接	類別二 間接	總量	類別一直接	類別二間接
金門縣	農場 A	1.96	15.85	17.81	10.99%	89.01%
屏東市	農場 B	37.51	27.53	65.03	57.68%	42.32%
雲林縣	農場 C	0.52	0.04	0.56	92.17%	7.83%
雲林縣	農場 D	3.06	23.98	27.04	11.32%	88.68%
嘉義縣	農場 E	80.00	3.00	83.00	96.39%	3.61%
金門縣	包裝加工與集貨場 A	1.39	59.00	60.39	2.30%	97.70%
雲林縣	包裝加工與集貨場 B	12.76	19.31	32.06	39.79%	60.21%
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	91.00	33.00	124.00	73.39%	26.61%

雲林縣	包裝加工與集貨場 D	31.07	37.18	68.25	45.53%	54.47%
雲林縣	包裝加工與集貨場 E	0.19	527.47	527.65	0.04%	99.96%
雲林縣	包裝加工與集貨場 F	590.00	1767.00	2357.00	25.03%	74.97%
雲林縣	包裝加工與集貨場 G	124.08	2398.84	2522.92	4.92%	95.08%
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H	131.00	15.00	146.00	89.73%	10.27%
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	41.57	195.95	237.52	17.50%	82.50%
臺南市	包裝加工與集貨場 J	3.00	1171.00	1174.00	0.26%	99.74%
金門縣	門市 A	29.84	202.21	232.06	12.86%	87.14%
雲林縣	門市 B	15.90	6.46	22.36	71.11%	28.89%

(二)、排放源分析：分為農場、包裝加工與集貨、門市三類別。

1、農場排放源比較分析

(1)、類別一(直接排放)佔比90%以上：主要排放源為農

耕機具，如嘉義縣農場E(友善轉型農法、農地耕作水稻)及雲林縣農場C(友善轉型農法、農場耕作紅藜雜糧作物)。

(2)、類別二(間接排放用電)佔比88%以上：主要為溫室，

透過電力自動控制方式，進行耕作，如雲林縣農場

D(產銷履歷、設施型溫室種植蔬果作物)及金門縣

農場A(有機農法、設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物)。

(3)、類別一及類別二佔比相近：包括農場農機具及辦

公室用電，如屏東市農場B(慣行農法、合作農場收

購黃豆雜糧作物)。

表 9 農場排放源分析

所在縣市	企業名稱	排放量(公噸 CO2e/年)及排放量百分比			
		類別一			類別二
		固定式 排放源	移動式 排放源	逸散式 排放源	外購 電力
嘉義縣	農場 E	54	24	2	3
		65.06%	28.92%	2.41%	3.61%
雲林縣	農場 C	0.4888	0.0266		0.0438
		87.41%	4.76%		7.83%
屏東市	農場 B	18.1333	14.0928	5.2834	27.5252
		27.88%	21.67%	8.12%	42.32%
雲林縣	農場 D		1.2722	1.7881	23.9777
			4.71%	6.61%	88.68%
金門縣	農場 A	1.2509	0.6883	0.0179	15.8528
		7.02%	3.86%	0.10%	89.01%

2、包裝加工與集貨排放源比較分析

(1)、果菜生產合作社：比較分析結果各農企場家差異大。

(2)、雲林縣包裝加工與集貨場C(有機農法、契作溫室及農地、收購小農蔬果作物包裝加工)，因冷藏運輸車輛載具，以及運輸間距遠，使得直接排放達73%。

A、雲林縣包裝加工與集貨場B(友善轉型農法、收購蔬果作物)、雲林縣包裝加工與集貨場D(產銷履歷、契作溫室及農地、契作蔬果作物)，運輸距離較短，因此類別一直接排放及類別二間接排放差不多。

B、雲林縣包裝加工與集貨場E(慣行農法、契作溫室及農地、契作蔬果作物)並未提供運具之加油單。

C、金門縣包裝加工與集貨場A(短期葉菜類及台灣蔬果作物集貨)，為冷藏設施為主，車輛歸屬至門市端，主要排放源為冷媒。

表 10 包裝加工與集貨(果菜生產合作社)排放源分析

所在縣市	企業名稱	排放量(公噸 CO ₂ e/年)及排放量百分比				
		類別一				類別二
		固定式排放源	移動式排放源	逸散式排放源	化糞池	外購電力

雲林縣	包裝加工與集貨場 C		47	44		33
			37.90%	35.48%		26.61%
雲林縣	包裝加工與集貨場 B	7.2871	5.3465	0.1254		19.3055
		22.73%	16.67%	0.39%		60.21%
雲林縣	包裝加工與集貨場 D		28.9613	2.1102		37.1774
			42.43%	3.09%		54.47%
雲林縣	包裝加工與集貨場 E			0.1868		527.4665
				0.04%		99.96%
金門縣	包裝加工與集貨場 A	1.2509		0.1377		59
		2.07%		0.23%		97.70%

(3)、碾米廠：主要排放為類別二(間接排放)，為包裝、加工用電。

A、彰化縣包裝加工與集貨場I(慣行農法、收購水稻)：82.50%

B、臺南市包裝加工與集貨場J(友善轉型兼具慣行農法、自種與契作水稻)：99.74%

表 11 包裝加工與集貨(碾米廠)排放源分析

所在縣市	企業名稱	排放量(公噸 CO2e/年)及排放量百分比				
		類別一				類別二
		固定式排放源	移動式排放源	逸散式排放源	化糞池	外購電力
彰化縣	包裝加工與集貨場 I		40.8629	0.7073		195.9497
			17.20%	0.30%		82.50%
臺南市	包裝加工與集貨場 J		3	0.00351		1171
			0.26%	0.00%		99.74%

(4)、加工廠

A、嘉義縣包裝加工與集貨場H(產銷履歷、與合作農場收購地瓜雜糧作物)，設置直火式燃燒機、立式燃燒機、糖漿快速爐、油炸鍋，使得直接排放量較大。

B、雲林縣包裝加工與集貨場F(雜糧食品加工)及雲林縣包裝加工與集貨場G(雜糧食品加工)，以用電量佔比70%及90%較多。

表 12 包裝加工與集貨(加工廠)排放源分析

所在縣市	企業名稱	排放量(公噸 CO2e/年)及排放量百分比				
		類別一				類別二
		固定式 排放源	移動式 排放源	逸散式 排放源	化糞池	外購 電力
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H	89	27	15		15
		60.96%	18.49%	10.27%		10.27%
雲林縣	包裝加工與集貨場 F	482	6	92	10	1767
		20.45%	0.25%	3.90%	0.42%	74.97%
雲林縣	包裝加工與集貨場 G	94.0941	17.8354	12.1518		2398.8394
		3.73%	0.71%	0.48%		95.08%

3、門市排放源比較分析

(1)、雲林縣門市B(友善轉型農法、契作農場種植台灣小麥雜糧作物)，其銷售點兼具環境教育及食農教育推廣，冷氣用量大，逸散式排放源達71%。

(2)、金門縣門市A(短期葉菜類及台灣蔬果作物銷售)，銷售空間採用開放式設計未裝設冷氣，主要來源為

冷藏庫用電，外購電力佔87%。

表 13 門市排放源分析

所在縣市	企業名稱	排放量(公噸 CO2e/年) 及排放量百分比			
		類別一			類別二
		固定式排放源	移動式排放源	逸散式排放源	外購電力
雲林縣	門市 B			15.9031	6.4601
				71.11%	28.89%
金門縣	門市 A		14.9435	14.901	202.2134
			6.44%	6.42%	87.14%

4.2.2 企業營業額與碳排放

運用碳密集度做為評估標準，指在生產過程中所排放的溫室氣體的量，與生產所產生的經濟價值之間的比率，藉以用來衡量企業於生產過程中所產生的碳排放量的多寡。碳密集度越高，表示在生產一定的經濟價值時排放的碳越多，意味著企業在碳排放方面效率較低。

一、總量比較：臺南市包裝加工與集貨場 J(友善轉型兼具慣行農法、自種與契作水稻)單位排放量最高，而雲林縣農場 C(友善轉型農法、農場種植紅藜雜糧作物)最低，但該場家並無計算銷售之碳排放。

表 14 總量單位排放量比較

所在縣市	企業名稱	生產 A	包裝加工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	總量	年營業額 / 排放量
臺南市	包裝加工與集貨場 J	X	◎	◎	◎	\$20,000	1174.00	17.04

嘉義縣	農場 E	◎	◎	◎		\$2,000	83.00	24.10
嘉義縣	包裝加工與 集貨場 H		◎	◎	◎	\$5,400	146.00	36.99
雲林縣	門市 B	X			◎	\$1,000	22.36	44.72
屏東市	農場 B	◎				\$4,000	65.03	61.51
雲林縣	農場 D	◎	◎	◎	◎	\$4,000	27.04	147.94
雲林縣	包裝加工與 集貨場 F		◎	◎	◎	\$409,000	2357.00	173.53
彰化縣	包裝加工與 集貨場 I	X	◎	◎	◎	\$62,000	237.52	261.03
雲林縣	包裝加工與 集貨場 E		◎	◎		\$150,000	527.65	284.28
雲林縣	包裝加工與 集貨場 G		◎	◎	◎	\$840,000	2522.92	332.95
雲林縣	包裝加工與 集貨場 C	X	◎	◎	◎	\$56,903	124.00	458.90
雲林縣	包裝加工與 集貨場 D		◎	◎		\$40,000	68.25	586.09
雲林縣	包裝加工與 集貨場 B		◎	◎	◎	\$20,000	32.06	623.74

金門縣	農場 A、包裝加工與集貨場 A、門市 A	◎	◎	◎	◎	\$208,000	310.26	670.41
雲林縣	農場 C	◎			X	\$2,460	0.56	4399.14

二、全生命週期比較：金門縣農場 A(含包裝加工與集貨場 A、門市 A) (有機農法、設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物，以及短期葉菜類及台灣蔬果作物集貨、銷售)單位產值高，但該農場並未計算從台灣運輸至金門之農產品碳排放，而雲林縣農場 D(產銷履歷農法、設施型溫室種植蔬果作物)單位產值較低。

表 15 全生命週期排放量比較

所在縣市	企業名稱	生產 A	包裝加工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	總量	年營業額 / 排放量
雲林縣	農場 D	◎	◎	◎	◎	\$4,000	27.04	147.94
金門縣	農場 A、包裝加工與集貨場 A、門市 A	◎	◎	◎	◎	\$208,000	310.26	670.41

三、碾米廠比較：臺南市包裝加工與集貨場 J(友善轉型兼具慣行農法、自種與契作水稻)單位排放量較彰化縣包裝加工與集貨場 I(慣行農法、收購水稻)高。

表 16 碾米廠排放量比較

所在縣市	企業名稱	生產 A	包裝加工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	總量	年營業額 / 排放量
------	------	------	--------	------	------	-----------	----	------------

臺南市	包裝加工與集貨場 J	X	◎	◎	◎	\$20,000	1174.00	17.04
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	X	◎	◎	◎	\$62,000	237.52	261.03

四、果菜合作社比較：雲林縣包裝加工與集貨場 B(友善轉型農法、收購蔬果作物)單位排放量最低，但該農企場家未提供車輛運輸，低估碳排放，雲林縣包裝加工與集貨場 D(產銷履歷、契作溫室及農地、契作蔬果作物)次之，雲林縣包裝加工與集貨場 E(慣行農法、契作溫室及農地、契作蔬果作物)單位排放量最高。

表 17 果菜合作社排放量比較

所在縣市	企業名稱	生產 A	包裝加工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	總量	年營業額 / 排放量
雲林縣	包裝加工與集貨場 E		◎	◎		\$150,000	527.65	284.28
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	X	◎	◎	◎	\$56,903	124.00	458.90
雲林縣	包裝加工與集貨場 D		◎	◎		\$40,000	68.25	586.09
雲林縣	包裝加工與集貨場 B		◎	◎	◎	\$20,000	32.06	623.74

五、加工廠比較：嘉義縣包裝加工與集貨場 H(產銷履歷、與合作農場收購地瓜雜糧作物)單位排放量較高，雲林縣包裝加工與集貨場 F(雜

糧食品加工)次之，雲林縣包裝加工與集貨場 G(雜糧食品加工)單位排放量最低。

表 18 加工廠排放量比較

所在縣市	企業名稱	生產 A	包裝加工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	總量	年營業額 / 排放量
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H		◎	◎	◎	\$5,400	146.00	36.99
雲林縣	包裝加工與集貨場 F		◎	◎	◎	\$409,000	2357.00	173.53
雲林縣	包裝加工與集貨場 G		◎	◎	◎	\$840,000	2522.92	332.95

六、農場比較：金門縣農場 A (有機農法、設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物)最低，嘉義縣農場 E (友善轉型農法、農地種植水稻)最高，顯示溫室農法會比田間農法排放量低。

表 19 農場排放量比較

所在縣市	企業名稱	生產 A	包裝加工 D	集貨 C	銷售 D	年營業額 (千元)	總量	年營業額 / 排放量
嘉義縣	農場 E	◎	◎	◎		\$2,000	83.00	24.10
屏東市	農場 B	◎				\$4,000	65.03	61.51
雲林縣	農場 D	◎	◎	◎	◎	\$4,000	27.04	147.94

金門縣	農場 A	◎	◎	◎	◎	\$208,000	310.26	670.41
-----	------	---	---	---	---	-----------	--------	--------

七、企業規模比較：依農企業規模統計，15 家農企業中，大型企業 2 家、中小型企業 8 家、微型企業 5 家。

(一)、大型農企業排放量比較：屏東市農場 B(慣行農法、合作農場收購黃豆雜糧作物)單位排放量較高，雲林縣包裝加工與集貨場 G(雜糧食品加工)單位排放量最低。

表 20 大型農企業排放量比較

所在縣市	企業名稱	企業規模	耕作方式及作物類別	年營業額(千元)	排放總量(公噸 CO2e/年)	年營業額 / 排放量
屏東市	農場 B	大型	慣行農法、合作農場收購黃豆雜糧作物	\$4,000	65.03	61.51
雲林縣	包裝加工與集貨場 G	大型	雜糧食品加工	\$840,000	2522.92	332.95

(二)、中小型農企業排放量比較：臺南市包裝加工與集貨場 J(友善轉型兼具慣行農法、自種與契作水稻)單位排放量較高，金門縣農場 A(含包裝加工與集貨場 A、門市 A)(有機農法、設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物，以及短期葉菜類及台灣蔬果作物集貨、銷售)單位排放量最低。

表 21 中小型農企業排放量比較

所在縣市	企業名稱	企業規模	耕作方式及作物類別	年營業額(千元)	排放總量(公噸 CO2e/年)	年營業額 / 排放量
------	------	------	-----------	----------	-----------------	------------

臺南市	包裝加工與集貨場 J	中小	友善轉型兼具慣行農法、自種與契作水稻	\$20,000	1174.00	17.04
雲林縣	包裝加工與集貨場 F	中小	雜糧食品加工	\$409,000	2357.00	173.53
彰化縣	包裝加工與集貨場 I	中小	慣行農法、收購水稻	\$62,000	237.52	261.03
雲林縣	包裝加工與集貨場 E	中小	慣行農法、契作溫室及農地、契作蔬果作物	\$150,000	527.65	284.28
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	中小	有機農法、契作溫室及農地、收購小農蔬果作物包裝加工	\$56,903	124.00	458.90
雲林縣	包裝加工與集貨場 D	中小	產銷履歷、契作溫室及農地、契作蔬果作物	\$40,000	68.25	586.09
雲林縣	包裝加工與集貨場 B	中小	友善轉型農法、收購蔬果作物	\$20,000	32.06	623.74
金門縣	農場 A、包裝加工與集貨場 A、門市 A	中小	有機農法、設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物，以及短期葉菜類及台灣蔬果作物集貨、銷售	\$208,000	310.26	670.41

(三)、微型農企業排放量比較：嘉義縣農場 E (友善轉型農法、農地種植水稻)單位排放量較高，雲林縣農場 C(友善轉型農法、農場種植紅藜雜糧作物)單位排放量最低。

表 22 微型農企業排放量比較

所在縣市	企業名稱	企業規模	耕作方式及作物類別	年營業額(千元)	排放總量(公噸CO2e/年)	年營業額/排放量
嘉義縣	農場 E	微型	友善轉型農法、農地種植水稻	\$2,000	83.00	24.10
嘉義縣	包裝加工與集貨場 H	微型	產銷履歷、與合作農場收購地瓜雜糧作物	\$5,400	146.00	36.99
雲林縣	門市 B	微型	友善轉型農法、契作農場種植台灣小麥雜糧作物	\$1,000	22.36	44.72
雲林縣	農場 D	微型	產銷履歷農法、設施型溫室種植蔬果作物	\$4,000	27.04	147.94
雲林縣	農場 C	微型	友善轉型農法、農場種植紅藜雜糧作物	\$2,460	0.56	4399.14

八、耕作方式比較：依有機、友善轉型及慣行農法，分為：有機 2 家、友善轉型 5 家、產銷履歷 3 家、慣行農法 4 家(其他 2 家為食品加工廠所不列入此項目統計分析)。

(一)、 有機農法排放量比較：由比較顯示有機農法具有高年營業額收入產值及低碳排放特性，值得推廣。

表 23 有機農法排放量比較

所在縣市	企業名稱	耕作方式	作物類別	企業規模	年營業額(千元)	排放總量(公噸CO2e/年)	年營業額/排放量
雲林縣	包裝加工與集貨場 C	有機	契作溫室及農地、收購小農蔬果作物包裝加工	中小	\$56,903	124.00	458.90

金門縣	農場 A、 包裝加工 與集貨場 A、門市 A	有機	設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物，以及短期葉菜類及台灣蔬果作物集貨、銷售	中小	\$208,000	310.26	670.41
-----	---------------------------------	----	---------------------------------------	----	-----------	--------	--------

(二)、友善轉型農法排放量比較：友善轉型農法種植契作水稻作物碳排放總量較高，種植紅藜雜糧作物具有低碳排放量及高年營業額收入產值。

表 24 友善轉型農法排放量比較

所在縣市	企業名稱	耕作方式	作物類別	企業規模	年營業額(千元)	排放總量(公噸CO2e/年)	年營業額/排放量
臺南市	包裝加工與集貨場 J	友善轉型兼具慣行農法	自種與契作水稻	中小	\$20,000	1174.00	17.04
嘉義縣	農場 E	友善轉型	農地種植水稻	微型	\$2,000	83.00	24.10
雲林縣	門市 B	友善轉型	契作農場種植台灣小麥雜糧作物	微型	\$1,000	22.36	44.72
雲林縣	包裝加工與集貨場 B	友善轉型	收購蔬果作物	中小	\$20,000	32.06	623.74
雲林縣	農場 C	友善轉型	農場種植紅藜雜糧作物	微型	\$2,460	0.56	4399.14

(三)、產銷履歷排放量比較：從產銷履歷排放量比較中，溫室設施具有較低碳排放量。

表 25 產銷履歷排放量比較

所在縣市	企業名稱	耕作方式	作物類別	企業規模	年營業額(千元)	排放總量(公噸CO2e/年)	年營業額/排放量
嘉義縣	包裝加工與集貨場H	產銷履歷	與合作農場收購地瓜雜糧作物	微型	\$5,400	146.00	36.99
雲林縣	農場D	產銷履歷	設施型溫室種植蔬果作物	微型	\$4,000	27.04	147.94
雲林縣	包裝加工與集貨場D	產銷履歷	契作溫室及農地、契作蔬果作物	中小	\$40,000	68.25	586.09

(四)、慣行農法排放量比較：從慣行農法中，碳排放量均較其他耕作農法為高。

表 26 慣行農法排放量比較

所在縣市	企業名稱	耕作方式	作物類別	企業規模	年營業額(千元)	排放總量(公噸CO2e/年)	年營業額/排放量
臺南市	包裝加工與集貨場J	友善轉型兼具慣行農法	自種與契作水稻	中小	\$20,000	1174.00	17.04
屏東市	農場B	慣行	合作農場收購黃豆雜糧作物	大型	\$4,000	65.03	61.51
彰化縣	包裝加工與集貨場I	慣行	收購水稻	中小	\$62,000	237.52	261.03
雲林縣	包裝加工與集貨場E	慣行	契作溫室及農地、契作蔬果作物	中小	\$150,000	527.65	284.28

4.2.3 農產品生命週期碳排放量

以金門縣農企業(有機農法、設施型溫網室種植短期葉菜類蔬果作物、以及短期葉菜類及台灣蔬果作物集貨、銷售)為例，碳排放總量以門市最高，溫室最低，顯示種植過程碳排放最低，唯該農企場家門市銷售物品部分來自台灣，因此建議未來可建立農產品碳足跡，了解農產品全生命週期碳排放。

表 27 金門縣農企業場家產品生命週期碳排放

生命週期	碳排放(公噸 CO ₂ e/年) (a)	面積(公頃) (b)	b/a
溫室	17.81	6.8	2.619
集貨場	60.0602	0.26281	228.531
門市	322.6177	2.2	146.644

4.3 綜合討論

將參與盤查15處農企業場所，其中位於金門縣農企業場家分成農場A、包裝加工與集貨場A及門市A，因此共有17筆農業碳盤查資料，有關資料分析獲得以下結果：

4.3.1 農企業場所概述

- 一、依縣市分佈：本次研究農企場家分佈於台灣6縣市，包括台灣農業第一大縣雲林縣9家，嘉義縣2家，彰化縣、台南市、屏東市、金門縣各1家。
- 二、依企業規模：年營業額逾一億元者4家，未達者11家。
- 三、依企業類別：農場5家、加工包裝或集貨10家、門市銷售2家。

4.3.2 資料收集

常見農企場所碳排放，包括：

- 一、 固定式排放源：鍋爐、發電機、天然氣等。
- 二、 移動式排放源：車輛、農耕機具。
- 三、 逸散性排放源：飲水機、冰箱、冷氣、冷藏庫、鍋爐、發電機。

過程中發現有許多農場並無保留加油單，資料收集不足，導致農場無法計算碳排放資料，而農藥及肥料使用量未提供，無法計算排放量，同時水稻面積未提供，無法計算甲烷產生量，低估農場碳排放量。

4.3.3 農企業排放量分析

- 一、 依據農產品生命週期，區分為生產、包裝加工、集貨及銷售。
農企業均包含一種至四種生命週期。
- 二、 生產碳排放因為溫室由自動澆灌，不需大型農機具，單位面積碳排放較農場排放量小。
- 三、 包裝加工與集貨，若涉及加工過程，會增加碳排放，但也增加產值。
- 四、 根據金門縣農企業場家的碳排放資料收集，發現銷售門市之單位碳排放量最高。

4.3.4 農企業減排放方向

- 一、 農場減排：配合政府宣示降低台電用電碳排放量，農場部分建議可改用電動農機具，並推動有機栽培，減少化學肥料及農藥使用量。
- 二、 包裝加工與集貨：冷藏車改為電動車，淘汰低效能冷凍/冷藏庫，多使用粗糠爐等生質能。
- 三、 門市銷售：可採用半開放空間，減少冷氣使用，運具改為電動車，同時落實地產地銷，減少運輸碳排放。

4.4 未來推動方向

4.4.1 農企業盤查量不足

蒐集年度盤查資料的15間農企業，分佈於6縣市，尚未廣泛分佈於各農業縣，宜廣泛盤查更多縣市農企業，較能完整統計農企業碳排放量。

4.4.2 農企業碳盤查知識性不足

農企業普遍不知道如何計算碳排放，未來可廣泛開設碳盤查課程，讓更多農企業了解如何計算碳排放，從而落實減碳。

4.4.3 建立本土農業碳足跡

盤查過程發現化學肥料、農藥、有機肥料施用於土壤，所產生碳排放並無本土數據，建議未來可以透過試驗，得出本土資料。同時可計算本土農糧作物之碳足跡，透過產量，可推算農糧產業碳排放，尤其是有機農產品，因減少化學肥料及農藥使用，減少碳排放，值得推廣。

4.4.4 建立簡易碳盤查及碳減量平台

可將繁瑣之碳盤查計算，建立輸入資料系統，搭配建立碳排放係數資料庫，提供農企業自行估算碳排放。此外，碳排放減量方案，亦可提供試算，作為企業設備更新依據。

第五章 結論與建議

隨著台灣2050淨零轉型推廣及氣候變遷因應法的發布施行，溫室氣體暖化造成的台灣地區氣候變遷議題，政府已明確落實規劃及執行方針，各企業經營人員或團體組織針對落實碳中和的目標實是刻不容緩的任務。本次研究針對全台6縣市，共15家農企業實施溫室氣體排放調查分析，針對調查統計農企業生產之農糧產品，於產銷各階段直接、間接形成的溫室氣體排放進行資料統計及分析，並進一步探討產銷過程減碳的可能性。

5.1 研究結果與結論

本研究針對台灣地區15家農企業場所產銷過程，溫室氣體排放盤查資料的統計分析研究，主要為了解農企產業全年度生產銷售過程，溫室氣體排放量與營收比例情形，在推動2050淨零排放及產銷過程節能減碳設備管理、生產技術的更新或資源能效的應用，及作為徵收碳匯及碳權交易政策的參考指標。

然而在調查及資料收集過程中，發現到在不同的農企業組織，因其生產作物類別不同、組織規模特性、生產週期屬性、耕作規模或作業技術方式的不同，溫室氣體排放類別項目及數量也有所不同，難以藉由一致的方法進行蒐集資料，僅能以後續量化數據進行比較排放量

及建議減碳作為。

從本研究的資料統計分析結果，農場部分有關類別一(直接排放)以農耕機具為主，類別二(間接排放)以溫室自動控制設施電力使用為主，包裝加工與集貨部分有關類別一(直接排放)以冷藏、運輸載具或產程燃燒加熱設施為主，類別二(間接排放)以包裝、加工過程用電為主，門市部分有關類別一(直接排放)以冷氣空調設施為主，類別二(間接排放)以冷藏設施用電為主，各項排放類別占比因種種屬性而有所不同。

5.2 研究限制

本研究的範圍，僅依據2022年參與碳盤查計畫之6縣市、15家農企業場所，將農企業場家溫室氣體盤查之數據資料，建立資料統計分析，並透過盤查資料掌握各項排放量與數據，瞭解農企業溫室氣體的排放源。

然而盤查過程因廠家婉拒、農忙或資料不足終止，以致農企業分布僅止於6縣市，無法全面廣泛分析全台各地區域或農業縣市之農企業溫室氣體的排放資料。

其次參與盤查場家相關知識不足，以致資料收集不足，包括部分場家之加油單據、農藥肥料使用量、稻米耕作面積、產地運輸銷售詳盡資訊等。

5.3 未來研究建議

本次研究根據2021年台灣地區農企業在生產、加工、銷售活動，藉由碳盤查獲取資料數據進行分析研究比較，未來研究可就單一場家每年度實施碳盤查所收集資訊進行比較，研究作業行為影響的碳排放量。

另外為達成國家2050年淨零轉型目標，本研究已完成農企業碳盤查及相關資料分析，將來研究方向可規劃計算農業生產碳匯，提供國內其他產業進行碳稅收支及碳中和，以達到淨零之研究方向。

本研究首次針對台灣地區農企業碳排放研究，針對同一農企業產品生命週期進行比較，未來研究可以將比較數據進行標準化分析，獲得更公平性及客觀標準化數值，其次針對農企業碳盤查研究個案的增加，擴大參與盤查農企業家數及研究對象規模，從而得到更全面的碳排放客觀標準化調查分析。

碳盤查獲取資料屬於估算方式，未來研究方向可於農場周邊設置監測設施，定期監測溫室氣體排放量，測量技術的精確度和可靠性直接影響到碳排放的盤查效果，可以通過改進測量技術，提高碳排放盤查可靠性，作為估算及實際監測數據比較。

參考文獻

1. 經濟部標準檢驗局，「溫室氣體－第 1 部：組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告附指引之規範」，110 年 1 月 15 日。
2. 溫室氣體排放量盤查登錄作業指引，行政院環境保護署國家溫室氣體登錄平台，2022 年 5 月
3. 施雅惠；林旻頡；陳琦玲。臺灣農業減碳作為與碳交易機制之探討。符合環境永續之作物友善管理研討會專刊，2021.
4. 陳嘉佑（2021）。碳揭露、碳排放量與碳密集度對於銀行借款成本之影響。〔碩士論文。國立中山大學〕
5. 陳宣余（2012）。分析碳密集度、人口數及發電量對經濟發展影響之研究。〔碩士論文。國立臺北大學〕
6. 農業部門溫室氣體排放管制行動方案成果報告，行政院農業委員會，110 年 9 月
7. 氣候變遷基礎知識。國家溫室氣體減量法規資訊網，
<https://ghgrule.epa.gov.tw/qa/qa>
8. 有機農業全球資訊網。
<http://info.organic.org.tw/supergood/front/bin/home.phtml>。
9. 經濟部工業局志炤業產品環境足跡與資源永續專區。
<https://www.idbcfp.org.tw/index.aspx>

10. 吳秉諭、何姿穎、陳琦玲，「因應氣候變遷－農業生產管理與溫室氣體減排」，農政與農情，No. 252, pp. 6-10，2013。
11. IPCC SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C 2018， Available at: www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/， Accessed 8 October 2018。

