

計畫編號： ARDSWC-113-052

**整合國際水土保持示範區及智慧農業生產
行銷之研究**

**Integrating research on international soil
and water conservation demonstration
areas and smart agricultural production
and marketing
成果報告書**

執行單位：國立屏東科技大學

執行期間：113 年 02 月 07 日至 113 年 12 月 31 日

計畫主持人：李明熹 教授兼系主任

共同主持人：王耀男 教授兼系主任

林汶鑫 教授

周映孜 副教授

協同主持人：劉睿凱 講師級研究員

農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 113 年 12 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考)



整合國際水土保持示範區及智慧農業生產行銷之

研究

摘要

近年來由於氣候變遷，形成極端與災害性天氣的機率增加，尤其是降雨與溫度變化型態迥異往常，因此政府相關部門對於山坡地的水土保持投注相當多的關注及資源，其水土保持績效有目共睹。然而，在加強水土保持及農村發展之創新發展下，除坡地水土保持的持續推動與維護之外，如何結合農業、農村、農民的資源，創造屬於水土保持基礎下的里山經濟，發展適地性產業增加就業機會，以建立為環境共好的「里山 satoyama」複合式農村生態系經營模式。為符合國家十年內之淨零排放政策，同時兼具聯合國之永續發展目標(SDGs)。因此計畫執行流程為：在林下坡地咖啡栽培管理方式中，建立咖啡的栽培管理模組，包括栽培管理、採收調製、發酵加工等，相關生產及加工的管理流程。而智慧灌溉模組中，將監測和控制影響咖啡種植及咖啡豆品質的環境變數，以物聯網 (IoT) 的應用蒐集環境參數，對作物、土壤、用水、肥控制進行智慧管理，收集數據後上傳並建立資料庫，提供農場主咖啡樹成長與環境變化的關係。

關鍵詞：水土保持、坡地、林下經濟、咖啡、智慧灌溉

Integrating research on international soil and water conservation demonstration areas and smart agricultural production and marketing

Abstract

In recent years, climate change has led to an increase in the frequency and severity of extreme weather events, particularly concerning rainfall and temperature fluctuations. Consequently, relevant government departments have allocated significant attention and resources to soil and water conservation in hillside areas. The performance of these conservation efforts is evident. The aim of this study is to continuously promote and maintain soil and water conservation on sloping land. Additionally, we seek to innovate by integrating agricultural resources, rural development, and farmer engagement to create a "Sasayama" economy based on soil and water conservation. We propose to develop an adaptable industry that increases employment opportunities and establishes a composite rural ecosystem management model conducive to environmental sustainability. In alignment with the nation's goal of achieving net-zero emissions within ten years and adhering to the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), we detail the following execution process:

1. **Establishment of a Coffee Cultivation and Management Module:**
 - This module, applied to forest slope lands, includes procedures for cultivation management, harvesting and preparation, fermentation, and processing.
2. **Smart Irrigation Module:**
 - Environmental variables affecting coffee planting and coffee bean quality will be monitored and controlled.
 - Environmental data will be collected through the Internet of Things (IoT) to facilitate intelligent management of crops, soil, water use, and fertilizer application.

A comprehensive database will be developed based on collected data to provide farmers with insights on the relationship between coffee tree growth and environmental changes. By incorporating advanced techniques in cultivation and irrigation management, this study aims to ensure rational fertilizer application and promote sustainable agricultural practices.

Keywords: Soil and water conservation, slope land, understory economy, coffee, smart irrigation



目次

摘要.....	I
Abstract.....	II
目次.....	IV
表次.....	V
圖次.....	VI
第一章 緒論.....	1-1
第一節 前言.....	1-1
第二節 臺灣及國際水土保持技術之分析與文獻回顧	1-2
第二章 工作執行方法與步驟	2-1
第一節 工作執行方法	2-1
第二節 工作執行步驟	2-1
第三章 工作進度與交付項目	3-1
第一節 計畫甘特圖	3-1
第二節 計畫交付項目	3-2
第四章 結論及建議	4-1
第一節 結論.....	4-1
第二節 建議.....	4-2
第三節 參考文獻	4-3
附錄.....	附錄-1
附錄一、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-1
附錄二、香草咖啡檢驗資料	附錄-21
附錄三、咖啡生產栽培曆	附錄-25
附錄四、咖啡商品商品化彙整表	附錄-27
附錄五、問卷調查表	附錄-28

表次

表 1-1 計畫重要檢核點管制表	1-2
表 1-2 農地水土保持作物分類	1-4
表 1-3 農地水土保持規劃之處理單元	1-6
表 1-4 水土流失防治策略分類	1-8
表 1-5 與水相關的農地和水池的主要損害形態	1-10
表 1-6 林下經濟發展模式比較分析	1-14
表 3-1 計畫重要檢核點管制表	3-288



圖次

圖 1-1 森里川海構想 (日本森里川海官方網站, 2019).....	1-12
圖 1-2 園區在檳榔樹下混植咖啡樹 (農委會水土保持局, 2023)	1-20
圖 1-3 茶改場水土保持戶外教室地圖 (農業部茶改場, 2023)	1-21
圖 3-1 計畫執行甘特圖	3-1
圖 3-2 原場域內現存咖啡樹盤點盤點	3-3
圖 3-3 選定育苗的咖啡品種黃波旁咖啡(A)2-3 個月齡 ; (B) 4-6 個月齡 ; (C) 7-9 個月齡.....	3-3
圖 3-4 利用石灰粉進行植穴放樣, 行株距為 2 M*2M.....	3-3
圖 3-5 運用十字鎬將進行深 25 公分寬 25 公分的植穴放樣	3-4
圖 3-6 植入育成的咖啡苗株的澆灌	3-4
圖 3-7 七百五十棵咖啡種植及現況	3-5
圖 3-8 現場咖啡種植及管理現況	3-5
圖 3-9 現場咖啡漿果大果期與修剪徒長芽及吸芽避免養分競爭.....	3-6
圖 3-10 智慧滴灌系統進行智慧化監測, 並開啟滴灌作動	3-6
圖 3-11 示範園區咖啡採收季常有野生動物採食後的咖啡果皮與排遺	3-7
圖 3-12 施作場域範圍	3-8
圖 3-13 滴灌管	3-9
圖 3-14 馬達閥	3-9
圖 3-15 滴灌管鋪設	3-10
圖 3-16 智慧型物聯網監控系統架構圖	3-11

圖次

圖 3-17 閥門開關訊號.....	3-12
圖 3-18 閥門極限開關訊號.....	3-13
圖 3-19 SHT30 溫溼度感測器校正結果圖.....	3-14
圖 3-20 環境參數.....	3-15
圖 3-21 智慧型物聯網監控系統架構圖.....	3-16
圖 3-22 太陽能光電板建立.....	3-19
圖 3-23 12 V 鉛酸電瓶.....	3-20
圖 3-24 12 V 鉛酸電瓶電能供應田間感測器.....	3-20
圖 3-25 田間量測模組.....	3-21
圖 3-26 行動電源.....	3-21
圖 3-27 WIFI 分享器與 ESP32 CAM 架設.....	3-21
圖 3-28 智慧型物聯網監控平台.....	3-23
圖 3-29 參考星巴克的咖啡風味輪.....	3-27
圖 3-30 水保香草咖啡包裝設計打樣.....	3-29
圖 3-31 水保香草咖啡包裝.....	3-29
圖 3-32 水保咖啡果葉茶.....	3-31
圖 3-33 水保掛耳濾泡式咖啡.....	3-31
圖 3-34 香夾蘭果莢和咖啡粉進行等比例混和沖氣掛耳濾 泡式咖啡.....	3-32
圖 3-35 2024 年度咖啡推薦獎章.....	3-34



第一章 緒論

第一節 前言

近年來由於氣候變遷，形成極端與災害性天氣的機率增加，尤其是降雨與溫度變化型態迥異往常，因此政府相關部門對於山坡地的水土保持投注相當多的關注及資源，其水土保持績效有目共睹。然而，在加強水土保持及農村發展之創新發展下，除坡地水土保持的持續推動與維護之外，如何結合農業、農村、農民的資源，創造屬於水土保持基礎下的里山經濟，發展適地性產業增加就業機會，以建立為環境共好的「里山 satoyama」複合式農村生態系經營模式。2022 年的調查顯示，台灣人平均每年喝掉 122 杯咖啡，亦即一年約消費 28 億杯的咖啡，顯示咖啡已成現代臺灣人的生活要事。

然而，咖啡不同於茶葉，主要仰賴進口，並且咖啡豆的風味除品種及氣候的影響之外，產地及栽培管理方式，甚而採後的調製過程以及專業的烘焙，均是成為精品咖啡重要的環節。此外，台灣近年來由於農村人口老化，從事農業人力大幅短缺，農業生產力受到嚴重衝擊。

因此，本研究欲建立水土保持條件下之林下坡地咖啡栽培管理方式與智慧灌溉模組，以及深具咖啡栽培、加工生產、智慧灌溉、展示觀摩空間與推廣教室之水土保持管理示範區，建立在水土保持條件下兼顧經濟生產與生態多樣平衡之實務可行性參考案例。此外，同時可評估不同管理方式對邊坡水土保持、土壤碳匯及減排之效益，不僅符合國家十年內之淨零排放政策，同時兼具聯合國之永續發展目標(SDGs)。在林下坡地咖啡栽培管理方式中，將建立咖啡的栽培管理模組，包括栽培管理、採收調製、發酵加工等，相關生產及加工的管理流程。而智慧灌溉模組

中，將監測和控制影響咖啡種植及咖啡豆品質的環境變數，以物聯網（IoT）的應用蒐集環境參數，對作物、土壤、用水、肥控制進行智慧管理，收集數據後上傳並建立資料庫，提供農場主咖啡樹成長與環境變化的關係。計畫重要檢核點管制表如表 1-1 所示。

表 1-1 計畫重要檢核點管制表

檢核點	預計日期	交付項目	數量	備註
M1	112 年 11 月 10 日(五)	計畫書	6 份	
M2	113 年 3 月 22 日(五)	審查意見回覆	線上	
M3	113 年 4 月 29 日(一)	第一期款收據	1 份	60%
M4	113 年 7 月 15 日(一)	期中報告書	5 份	
M5	113 年 8 月 30 日(五)	第二期款收據	1 份	40%
M6	113 年 11 月 11 日(一)	期末報告書	5 份	
M7	113 年 12 月 20 日(五)	成果報告書	5 份	
M8	113 年 12 月 27 日(五)	會計報告	2 份	

資料來源：依據農業部農村發展及水土保持署減災監測組函文

第二節 臺灣及國際水土保持技術之分析與文獻回顧

一、臺灣農地水土保持技術與其他國家之比較分析

農地水土保持是建立在環境友善農業的基礎觀念上，應兼具有環境生態保育及發展利用之功能，其規劃需因地制宜，最主要應考量避免山坡地超限利用，以達合理土地利用；同時在農地上採用合適的農藝方法，以減少水土流失，進而使山坡地農業生產永續發展，本計畫將針對臺灣、中國、日本等國家之農地水土保持技術進行比較分析，歸納整理如下：

(一)臺灣農地水土保持技術

臺灣的水土保持工作由農地水土保持為開端，最早的水土保持工作開始於 1956 年南投縣草屯鎮水土保持工作站成立，最初以俗稱梯田之平台階段做首要推廣項目。爾後，重心逐漸發展為省工經營、草生栽培等工法，經過不斷的經驗累積逐漸發產出屬於臺灣的水土保持工法，兼具保水固土、永續經營、提高作物產量等功能。

農地水土保持是建立在環境友善農業的基礎觀念上，應兼具有環境生態保育及發展利用之功能。不僅針對土壤沖蝕控制或某單項作物之保育處理作業，而是在土地利用及經營作業中融入適當的環境友善措施，建構良好之土壤物理化學及微生物環境條件，以獲得農業最高收益和永續生產力，並提供良好的生態環境 (王沛丰，2019)。

1.農地水土保持作物分類

由於臺灣土地面積有限，農民會在土壤厚度較深及坡度較緩之坡地，種植高經濟作物，期望提高土地利用價值及增加收益；加以臺灣山坡地區植物生態豐富，常可種植高經濟價值作物，除可改善山地農業社區環境外，亦可與平地區域作物栽植間進行產期調節。針對作物，一般依照應用、需要性及栽培規模可簡分為三大類 (陳慶雄、謝杉舟，1994；古明萱，2016)。

表 1-2 農地水土保持作物分類 (農委會水土保持局，2017)

應用種類	定 義	作物種類	常見作物名稱
農藝作物	栽培面積規模較大，經營方式較粗放，且較短栽培期間	食用作物	禾穀類：稻、小麥、燕麥、玉蜀黍。 豆菽類：大豆、豌豆、落花生。 薯 類：甘藷、馬鈴薯、芋頭。 飼料類：狼尾草、梯牧草、蕪菁。
		特用作物	纖維類：苧麻、蘭草、鳳梨、香蕉。 油料類：可可椰子、茶籽、油桐。 糖料類：甘蔗、甜菜、甜高粱。 嗜好類：茶、菸草、咖啡、可可。 藥用類：樟腦、肉桂、黃蓮。 染料類：鳳仙花、黃梔、胭脂樹。 香料類：香水茅、茉莉、玫瑰。 橡膠類：巴西橡膠樹、漆樹。 調味類：八角茴香、芫荽、薑黃。
園藝作物	栽培規模較小及集約性栽培之作物	蔬菜類	根莖類：白蘿蔔、胡蘿蔔、青蔥。 葉菜類：甘藍、油菜、菠菜、莧菜。 花蕾類：花椰菜、青花菜、金針菜。 果菜類：菜豆、番茄、冬瓜、西瓜。
		果實類	仁果類：蘋果、梨。 核果類：桃、梅、李、杏、橄欖。 漿果類：葡萄、香蕉。 準仁果類：柿。 柑桔類：檸檬、柚子、甜橙、極柑。 殼果類：栗、荔枝、龍眼。 聚合果：草莓、釋迦、波羅蜜。
		花卉類	花草類：一、二年生草木花卉。 花木類：喬木、灌木、藤蔓。 觀葉類：黃金葛、椒草。 觀果類：鳳梨、金桔。
雜用作物	無特定用途	短期作物	黑麥、粟、綠豆、蕎麥、豌豆。
		覆土作物	熱帶葛藤、紫雲英、大豆。
		埋藏飼料	青割大豆、向日葵、牧草。
		保護作物	禾本科及豆科通常與穀類作物同作。

2.農地水土保持規劃目標

基於經濟與安全之考量，山坡地農地利用應先依土地的自然環境條件予以適當分級，並就各級土地之容許開發特性作合理之利用，以便在人為能力範圍內達成水土保持。因此，農地水土保持規劃，應需依照山坡地土地可利用限度分類標準，採用符合水土保持之農地經營方法與配置，減免土壤侵蝕與土石流災害發生。因此，坡面推展農地水土保持規劃必須能達到以下各項目標（農委會水土保持局，2017）：

- (1) 合理之土地利用。
- (2) 防止土壤侵蝕並恢復受侵蝕敗壞土地之生產力。
- (3) 土壤保育與培育。
- (4) 減少逕流與增加水資源涵養。
- (5) 防止侵蝕污染水土資源。
- (6) 坡地安全排水。
- (7) 防止風蝕。

3.農地水土保持規劃

農地水土保持規劃需考量周邊土地利用與農業生產類型、作物生長之環境適宜性以及可配合或支援條件等，使農民生活、生產與生態保育間取得平衡，且應避免過度之開發破壞。

表 1-3 農地水土保持規劃之處理單元 (農委會水土保持局，2017)

措施分類	處理單元	應用說明簡介
農地耕作措施	等高耕作	- 坡面耕犁與作物栽植時實施。 - 低矮密植作物。
	覆蓋	- 以果樹園為主，為坡地果園之配合處理。 - 草種以水土保持常用草類為主。
	數蓋	- 土壤流失量大之耕地或裸露地。 - 非生物材料數蓋：塑膠布、人工纖維。 - 生物材料數蓋：枯枝落葉、稻草、稻殼。
農地耕作措施	綠肥	- 砂地、黏土地或貧瘠地之改良。 - 選用多年生豆科植物或一年生豆科植物。
	農地整坡	順應地形地貌以最小挖填土方為原則。
省工經營措施	山邊溝	- 以坡度 40%以下之坡地為原則。 - 單向排水長度以不超過 100m 為原則。
	平台階段	- 有深度土壤及栽培勤耕作物之陡坡地採用。 - 外斜式台寬不超過山邊溝間距 1/2 為原則。
	寬壟階段	- 適用於土層深厚之緩坡地。 - 單向排水之階段長度以 300m 為限。
	石牆法	- 石牆採用卵石、塊石長徑應依序向上縮減，有效高度不超過 1.5m 為原則。 - 石牆之間應盡量平行，減少短行。
	梯田	- 旱梯田：適用勤耕性作物，配合採用噴灑灌溉、穿孔管及滴水灌溉等方式。 - 水梯田：適用耗水性作物，配合漫灌方式。
農地防災措施	草帶法	- 果園或種植勤耕作物等之坡地適用。 - 坡度以不超過 55%為原則。
	砌石護坡	- 石材儘量就地取材，質地堅硬。 - 以六圍砌方式構築為主。
	農塘	- 坡面湧水地區。 - 易乾旱地區或土壤保水力低地區（例泥岩）。
	農地沉砂池	- 分為臨時性沉砂池及永久性沉砂池。 - 沉砂池深度一般以 1.5m 以上為宜。
	農地防風	- 防風林帶：木麻黃、白千層、檉柳、竹類。 - 防風綠籬：朱槿、革葉石斑木、臺灣海桐。 - 防風草帶：狼尾草、甜根子草。 - 防風石牆：卵石、塊石長徑 15-45cm 為主。
農地水土保持配合措施	農路系統	- 選線原則避免通過順向坡、脆弱坡等地區。 - 路基寬度：農路一級 6m、農路二級 5m、農路三級 4m、農路四級 3-4m。
	農地排水	排水設施縱坡應力求平順，避免起伏過大。
	農地灌溉	分為漫灌、噴灑灌溉、穿孔管及滴水灌溉。

(二)中國農地水土保持技術

2022 年中國中央辦公廳、國務院辦公廳印發「關於加強新時代水土保持工作的意見」，從國家層面明確了水土保持是生態文明建設的必然要求；生產建設項目的建設會對周圍的生態環境產生一定影響，導致水土流失的發生，需要水土保持工作人員對生產建設項目進行深入分析明確項目對周邊環境的影響，並且探究水土流失發生的原因，在此基礎上制定解決策略 (楊雲舒、周洋，2024)。

1.生產建設項目導致水土流失的原因

生產建設項目是指為提高生產能力或效率而進行的工程或設施建設，包括新設施的建設、現有設施的擴展或升級、生產設備的安裝等，其目標是優化生產流程，增加產量，或提升產品品質。生產建設項目導致水土流失的原因主要包括以下幾種：

- (1) 開挖和土方作業破壞原有植被，增加土壤暴露。
- (2) 工程建設過程中排水系統不當，導致水流集中沖刷土壤。
- (3) 土壤壓實和機械化作業增加土壤侵蝕的風險。

2.生產建設項目的水土流失類型

實際施工環節，水土流失的類型較為多樣化，不同類型的水土流失具有不同的特點，需要針對解決，說明如下：

(1) 點狀工程水土流失：流失集中在特定地點，例如電廠場區、樞紐工程建設區等，擾動地表強烈，水土流失量大。

(2) 線性工程水土流失：主要發生線狀工程，例如道路建設、管道敷設等，擾動範圍廣，會破壞區域空間結構，產生嚴重水土流失。

(3) 面狀工程水土流失：水土流失量大面廣，空間尺度上跨度大，治理難度也較大，例如農、果、林開發類及城鎮開發類等。

3.生產建設項目的水土流失防治策略

表 1-4 水土流失防治策略分類 (楊雲舒、周洋，2024)

防治策略	策略說明簡介
增加植被覆蓋	▪ 植被通過根系固定土壤，減少風力和水流對土壤的沖刷。 ▪ 提高土壤的水分保持能力。 ▪ 為野生動物提供棲息地，增加生物多樣性。 ▪ 選擇適宜的植物種類，並採取適當的養護措施。
合理進行工程設計	▪ 進行現場調查與評估，瞭解專案區域的地形特徵。 ▪ 評估土壤類型、結構和侵蝕敏感性，確定適宜的措施。 ▪ 設計排水系統，包括溝渠、排水管道和雨水集水系統。 ▪ 設計擋土牆、護坡工程、填埋土等結構物來穩定土壤。 ▪ 施工期間採用臨時水土保持措施，如苫蓋、攔擋。 ▪ 進行定期檢查，並及時處理發現的問題。 ▪ 工程設計和實施後進行六項指標計算，評估實際效果。
重視土壤保護與改良	▪ 選擇當地原生植物和根系發達植物，提高土壤的穩定性。 ▪ 坡度較大的區域設計梯田、坡面支撐結構或護坡工程。 ▪ 建設溝渠、排水管道和沉沙池，以引導和控制雨水流動。 ▪ 建設蓄水池、滲水池等設施，收集和儲存地表水。 ▪ 採取臨時措施如佈置護坡、設置圍擋、鋪設保護網等。
重視水土保持工作的全過程管理	▪ 制定詳細的水土保持計畫，包括土壤保護措施、植被恢復方案和排水系統設計。 ▪ 施工前進行現場準備，設置臨時防護措施。 ▪ 定期檢查水土保持措施的效果，監測土壤和水質變化。 ▪ 應對已實施的水土保持措施進行維護，確保長期有效，包括重建植被、加固結構和修整排水系統。 ▪ 對施工人員進行水土保持知識培訓，建立管理體系。
積極開展人員培訓	▪ 重視培訓計畫制定，有明確培訓的目標及物件。 ▪ 進行培訓內容設計，介紹基本概念、重要性和法規。 ▪ 合理選擇培訓方法，通過講座、演示和教材傳授知識。 ▪ 進行培訓評估，通過考核評估學員對知識的掌握程度。 ▪ 安排定期複訓，更新最新的技術和法規。
開展棄渣減量化和資源化利用	▪ 督促設計單位進行新技術運用，從源頭減少土石方總量。 ▪ 搭建資料平臺，共用棄渣資訊資源。 ▪ 建立配套的制度，對廢渣再利用的程式進行優化。

(三)日本農地水土保持技術

為防止土砂災害，日本最早訂定的法令為『砂防法』。當時山林因開墾或荒廢而無法涵養水源，且常因颱風豪雨沖刷出大量的土石，造成下游河床上升進而釀成水災；基於水災防治需求，日本政府先後制定了「河川法」(1896 年)、「森林法」(1897 年)及「砂防法」(1897 年)以為因應；其中，森林法建立水源地「保安林制度」藉以涵養水源，而河川整治則是由河川法加以規範，至於砂防法之主要目的，就是在於防治森林與河川之間土砂流出造成溪流淹塞。後來至昭和時期又訂頒地滑等防治法(1958 年)、陡坡崩塌災害防治相關法律(1969 年)等；1999 年廣島發生土砂災害之後政府制定「土砂災害警戒區域等土砂災害防止對策相關法律」(以下稱為「土砂災害防止法」)，從此完備了推動土砂災害防治所需的法令(農委會水土保持局，2016)。

1.農業與農村風水災害及土砂災害的特徵

日本的農業與農村基礎設施自古以來便已存在，與遍布全國的大、中、小規模農業設施相輔相成，從基幹的水源及取水設施到末端的耕作農地，形成了一個多樣化的生產系統；此外，由於日本擁有陡峭的地形，屬於季風型氣候，經常受到颱風侵襲，因此風水災害及土砂災害對農業與農村基礎設施造成的損害呈現多樣化的特徵，在災害應對中，需進行適時且恰當的判斷與措施。農業與農村基礎設施需要依據各地的風土和作物特性，設置相應的性能，例如：考量土壤物理性、化學性、平均性、保水性、排水性及區塊形狀等因素，這些都是作為糧食生產基礎的重要條件，並需與平地和中山間地等地理環境相互協調(鈴木尚登，2016)。

2. 農業與農村的保全對策

農業與農村基礎設施經歷了許多自然災害的復甦與保全，但近年來氣候變遷引起的極端現象頻繁發生，若僅依賴舊有的知識和經驗進行硬體對策，已無法達到充分的效果。未來需要進行以下保全對策：

- (1) 整備防災情報的傳遞體系。
- (2) 通過低水位管理的稻田和蓄水池進行洪水調整。
- (3) 提升地方居民的防災意識，製做圖像化標示受災範圍和避難場所的災害風險地圖。
- (4) 開發農地滑坡和斜坡崩塌等的高精度監測技術。
- (5) 整備下游有住宅等設施的防災重點水池。
- (6) 加強排水泵站上蓋的防水措施及電源供應等淹水對策。

表 1-5 與水相關的農地和水池的主要損害形態 (鈴木尚登，2016)

誘因	過量降雨等極端氣候			
條件	內水氾濫	河川洪水	斜坡崩塌	
			自我崩壞	他者崩壞
農地	- 過度濕潤。 - 畦畔破壞。 - 耕土流失。 - 土砂及礫石堆積。 - 洪水緩和效果	- 耕土流失。 - 區塊的形狀喪失。 - 瓦礫、土砂及礫石堆積。 - 洪水緩和效果	- 耕土流失。 - 裂縫與滑動崩塌。 - 區塊的形狀喪失。 - 洪水緩和效果	瓦礫、土砂及礫石堆積。
蓄水池	洪水緩和效果	洪水緩和效果	堤防決壞。	- 流木、土砂及礫石埋沒。 - 溢流損壞與決壞。 - 災害防止效果

臺灣具備特殊地形、地質條件及氣候因素，面對難以預期之複合型土砂災害可能對山坡地農地帶來的衝擊，公部門應以各個國家過去成功的防災經驗為基礎，投注人力及預算進行相關之防減災工作與研究計畫，並參酌鄰近國家因應氣候變遷、智慧科技等趨勢擬定對策，以期降低土砂災害對山坡地農地可能造成的傷害。

二、國際中農地水土保持技術發展領先之國家－日本

為永續性利用地域的自然水土資源，近年廣為推行的里山倡議 (Satoyama Initiative)，係以世界上類似日本里山地景 (satoyama-like landscapes) 的複合式農村生態系為對象。主要由於，因人類的生活方式與大自然長時間的交互作用所形成，在里山地景內，許多不同種類的樹林、草地與濕地混合在一起，形成錯綜複雜的鑲嵌圖案，因此成為眾多野生動物的棲地，其中有許多是瀕危物種，另外也有助於防災、集水區保護及其他重要的生態系統服務。

里山倡議源自於 2010 年於日本舉辦之聯合國第十屆生物多樣性公約締約國大會啟動「里山倡議國際夥伴關係網絡(以下簡稱 IPSI)」，提出里山倡議指的是高山與平原之間，森林、社區與農業生態系構成的地景，是實現社會與自然和諧共生的理想，以永續利用的方式來管理土地和自然資源，達到兼顧生物多樣性維護與資源永續利用的願景 (鄭伊娟，2016)。

日本於 2015 年開始由日本環境省推出「生物多樣性里山里地保全」，將有限資源投注在 500 個值得保存的生物多樣性里山里地上。在這些里山里地，未破壞的森林或自然環境被加以印證，並且有里山里地加持，農產品以社區的品牌行銷，販售價格也相對較好。行銷過程強調

社區擁有的生物多樣性，不斷提醒消費者生物多樣性的重要。然而，未獲選的社區，也感到並未針對對生物多樣性盡力，因此為達入選期望，便會致力於生物多樣性保全 (廖靜蕙，2016)。2017 年，日本環境省更進一步提出「森里川海」的構想，支持森林、河川、聚落和海洋的計畫，目的是讓人們在生活中重視與森林、河川、以及海洋生態循環的關係，不只是人類生活周遭，而是要將整個自然循環均予以保全。

里山一詞雖來自日本，但里山概念並非獨一無二，在不同國家有不同稱呼。然而，因為日本是第一個正式探討此類地景的國家，因此生物多樣性公約便採用日本的「里山(Satoyama)」作為代表；一直以來，日本在農地水土保持技術發展上都扮演著領先者的角色，自 2010 年後將土砂災害防止觀念擴展為永續性利用地域的自然水土資源的「里山里地」，於 2017 年後甚至將之延伸為「森里川海」的構想。以全國為計畫範圍，強調人類生活不能脫離自然循環，涉及的層面更為全面性；反觀臺灣，尚應積極參考技術發展領先國家的最新作法，藉以建立適合在地農林複合經營的最佳模式，達到有效保全自然水土資源、改善山村經濟、資源永續利用等效益。



圖1-1 森里川海構想 (日本森里川海官方網站，2019)

三、臺灣林下經濟推動

(一)林下經濟的起源

「林下經濟」一詞是 2003 年由中國首次提出的，由於 1990 年代末中國開始以生態建設為林業發展主要戰略，停止大量砍伐森林，尤其是 2008 年集體林權制度改革後，為實現「不砍樹也能致富」，保障農民的經濟收入，所以全國積極推動林下經濟，各地陸續成立示範基地；中國林學會甚至於在 2014 年成立林下經濟分會，該分會負責開展國內外學術交流與推廣工作（陳芬蕙，2022）。

在臺灣，首次正式使用「林下經濟」一詞，應是屏東科技大學羅凱安老師於 2015 年接受屏東縣政府委託完成的「屏東縣林下經濟之型態與發展可行之初探」報告；2015 年行政院農業委員會「在不影響林木生長前提下，山坡地能否推行林下經濟」的圓桌會議上提出，將開始建立推動林下經濟的科學基礎與科學試驗；並在 2016 年，由臺灣林務局正式成立了林下經濟推動小組，開始根據森林的特色研究適地作物，全面展開來推動（陳美惠，2020）。

(二)何謂林下經濟

林下經濟是保有林地上原來就存在的林木，利用林地的生態環境，在林下栽植或採集合適的耐陰性高經濟作物或動物，甚至發展旅遊業，充分發揮林木與其他經濟的綜合效益（陳芬蕙，2022）；但必須要確認可以兼顧林地經營的永續性，而非無限制的開放林下生產。以下為幾項林下經濟作物選擇的原則（陳芬蕙、何政坤，2018）：

- 1.不影響主林木生長與水土保持，達到永續經營(生態指標)。

- 2.該作物具市場需求，以活化在地經濟(經濟指標)。
- 3.符合地區或原住民的需求作物，生產具地區特色產品(社會指標)。
- 4.依據伐採強度及造林木的成長，栽植適當作物與調整管理強度。

(三)林下經濟推動國家之比較分析

目前只有臺灣和中國使用「林下經濟」一詞，林下經濟可歸類於混農林業(agroforestry)的一種型態；簡單來說，混農林業就是樹木和農業系統的結合，其中農業又可以是農作物或養殖動物，所以包含的面向很廣。本計畫將針對臺灣、中國、日本、美國等國家之林下經濟發展模式進行比較分析，歸納整理如下 (陳芬蕙，2022)：

表 1-6 林下經濟發展模式比較分析

國家	名稱	發展模式
臺灣	林下經濟	▪ 主管單位：行政院農業委員會 ▪ 依據：林下經濟經營使用審查作業要點 ▪ 主要目標：為確保並分享森林生態系之服務價值，積極推動適地發展林下經濟政策，以振興山村經濟並提升林農營林意願。 ▪ 發展模式： 2019 年開放段木香菇及木耳、臺灣金線連、森林蜂產品等三種品項。 2021 年新增臺灣山茶等一種品項。 2023 年新增馬藍、天仙果等二種品項。
中國	林下經濟	▪ 主管單位：國家林業和草原局 ▪ 依據：全國林下經濟發展指南(2021-2030 年) ▪ 主要目標： 2025 年林下經營和利用林地總面積達 6.5 億畝。 - 實現林下經濟總產值 1 萬億元。 - 國家林下經濟示範基地達到 800 家。 ▪ 發展模式： - 林下種植－主要包括林藥、林菌、林茶、林果、林菜、林苗、林草、林花等模式。

		林下養殖－主要包括林禽、林畜、林蜂、林漁、林特等模式。 林下採集加工－主要包括山野菜、野果、野生菌類等的採集和初加工活動。 森林景觀利用－主要包括森林康養、森林人家、林家樂、農家樂等。
日本	混農林業 agroforestry	▪ 主管單位：日本農林水產省 ▪ 依據：糧食・農業・農村基本法 ▪ 主要目標：林業與農業以適當手法共生，合理且有效率的使用土地，保持農林生態系健全循環，讓人類可以與自然保持共生之實踐技術。 ▪ 發展模式： - 垂直方向之複合性土地利用－係其空間可高密度利用，亦可綜合性提高土地生產力。 - 水平方向之複合性土地利用－係以農地及樹林地、草地等不同之土地鑲嵌狀配置，即使同一塊土地，也將多種動植物在不同成長階段加以組合。
美國	混農林業 agroforestry	▪ 主管單位：美國農業部國家混農林業中心(USDA) ▪ 依據：美國農業法案(Farm Bill) ▪ 主要目標：鼓勵在林木間栽植農作物可改善土壤沖蝕問題、維持土壤肥力、維護生態環境、提高生物多樣性及增加碳吸存能力外，同時又能生產糧食。 ▪ 發展模式： - 混牧林業(Sivopasture)結合林業與畜牧業，通常栽種高價值的林木，包括針闊葉人造林、聖誕樹苗圃或果園裡規劃放牧等。 - 田籬間作(Alley Cropping)同時栽植農作物與長期樹木作物，可在林木成熟前提供短期穩定收入，包括核桃、橡樹、光臘樹、胡桃等闊葉樹種。 - 濱水森林緩衝帶(Riparian Forest Buffers)是天然或再建立的河濱林帶，可做為水體非點源污染與鄰近土地的緩衝。 - 防風林(Windbreaks)是長條狀的樹木或灌木栽植帶，作為提高作物產量、保護民眾與家畜，同時也有利於水土保持。 - 森林農作(Forest Farming)在森林樹冠層適當遮陰度的保護下，栽培高價值的特殊作物，例如人蔘、菇類、裝飾用蕨類等。

林下經濟是指在森林下種植和管理各種作物的農業模式。這種農業模式在世界各地都有應用，案例如以下幾個國家：

臺灣：在臺灣，林下經濟主要包括種植茶葉、香蕉和其他水果。

- (1) 台東縣達仁鄉森永村，透過與當地栽培椴木香菇的居民合作。以林下經濟為發展特色，邀請當地排灣族人參與森林經營，建立林下蕈菇培植技術。
- (2) 南投縣鹿谷鄉大崙山，當地農民在茶園均勻混植銀杏並推廣觀光茶園，除了提供茶產品及餐飲外，還有觀光步道可以觀賞銀杏林不同季節變色落葉的景象。

日本：日本的林下經濟以種植茶葉和各種水果為主。

- (1) 新潟縣村上市舊山北町，傳統整地燒墾仍舊持續施行中，在柳杉造林作業中，燒墾作業可大幅降低苗木植栽及除草作業工時，對林地地主有減輕造林作業的效益，提高後續撫育管理效能，另外櫻桃蘿蔔又可販賣收益。

印度：印度的林下經濟包括種植茶葉、咖啡和香蕉等。

- (1) 印度喀拉拉邦 (Kerala) 瓦亞納德縣 (Wayanad) 農村，當地小農擁有住家庭園 (homegarden)，住家庭園不僅整合作物及樹林，也飼養禽畜、魚類，建立營養循環 (Nutrient Recycling)，兼顧土壤保護。不同高度的作物能有效利用空間，搭配間作提升每單位土地產值。

越南：越南的林下經濟以種植咖啡和茶葉為主。

泰國：泰國的林下經濟包括種植咖啡、茶葉和各種水果。

不僅能夠提供可持續的收入來源，還能夠保護和改善森林生態系統。

(四)林下經濟作物－咖啡

咖啡為典型的農林混植作物，也是僅次於石油的全球第二大貿易商品，傳統林下栽植咖啡，是一種環境友好型的作物，上木可提供土壤固氮，促進咖啡灌木的生長；落葉提供養分，進一步減少使用化肥；混植可防止水土流失，保護咖啡免受惡劣天氣影響。

咖啡生長的適宜環境大約是在南北回歸線之間，一般適應 16°C-28°C 之間的溫度，持續 30°C 以上的高溫會造成光合作用降低及樹葉的傷害；年降雨量在 1,500mm-2,500mm 間，但降雨量一時過多或長久乾旱對其生育均有妨礙；在熱帶地區栽種咖啡樹要特別注意海拔高度，越接近赤道越能在高海拔的山地栽種，如在海拔 2,500 公尺的高地也能種植（張淑芬等，2006；張淑芬等，2011）。

1. 臺灣咖啡栽植歷史

臺灣咖啡引種栽植紀錄是自 1884 年由菲律賓馬尼拉引進第一批苗木，種在台北三角湧。實際商業栽植可分為三大階段：

(1) 日治時期：從1901年引進到1942年達高峰，面積共967.43公頃；產量以1940年13.98噸為最高（國立歷史博物館，2008），此一時期的咖啡栽培地集中於斗六古坑、嘉義紅毛碑及台東、花蓮等地。

(2) 美援時期（1951-1965年）：農復會在美援專家指導下，大力扶持臺灣咖啡栽植，1962年產量高達15.59噸；栽培地以荷包山最多，其次為臺中埔里農學院實習林場，而嘉義農業試驗所、六龜林業試驗所及臺東、花蓮均有栽培（朱慶國，1958；韓懷宗，2015）。

(3) 1999年迄今：由於大型連鎖咖啡店開業、農業轉型及921震災等內外環境影響，受到政府鼓勵，咖啡栽植面積、單位面積產量均大幅增長，

依農糧署統計，2013年帶殼咖啡豆產量已達874.12噸，已超出前兩時期產量甚多（王培蓉，2017）。

2.臺灣咖啡栽植環境

目前咖啡產區如南投惠蓀林場和鹿谷、雲林荷苞山、臺南崁頭山、花蓮瑞穗農場、嘉義阿里山、屏東大武山，種植面積約 700 公頃，年產量 100 餘噸，尚不及臺灣消費量的十分之一，所以咖啡豆絕大部份仍仰賴進口；目前栽植區域可分為海拔 500 公尺以下，以及 800 公尺以上兩大栽植區塊，受到臺灣個別農地面積不大的限制，咖啡園的規模小，勞動力需求大，使生產成本居高不下（王培蓉，2017）。

臺灣受到 921 震災及桃芝颱風風災後，使得政策鼓勵檳榔園轉型，造成許多檳榔廢園轉作咖啡，在淺根系檳榔園中間混植咖啡樹，可以增加水土保持功效。爾後，受到咖啡行情上升與國內消費量大增的影響，願意投入咖啡栽植的農民也愈來愈多，咖啡栽植也並不一定選在檳榔園，農地、果園、森林區都有墾殖為咖啡園者。

相較於中國、日本、美國等國家大規模之混農林業發展模式，臺灣缺乏大規模之林下經濟推動，多侷限於個體農戶小規模的零星栽植，勞動力需求大，使生產成本居高不下；然自 2016 年起林務局已召集行政院農業委員會有關單位成立林下經濟推動小組，就可推行的技術體系進行討論，並建構與原住民社區共存共生之經營模式，但目前遭遇到的困難是原料供應不穩定，例如：段木、菇木樹種苗木、金線蓮苗木、石斛苗木等，缺乏苗木供應鏈，部分林下作物就難以永續經營。

反觀林下種植咖啡，雖因屬於外來種未被行政院農業委員會大力推行，但咖啡苗木供應穩定，作物具有較高品質，國際間對於林下咖啡生

產的生態價值給予認證標章，再加上對於土壤永續利用及農地水土保持皆有正向效益，因此能讓消費者選擇不傷害自然環境的方式滿足嗜好，且背後商機也能提高農民加入林下經濟推動的契機。

四、相關水土保持與作物生產協作實際案例

(一)南投縣國姓鄉－百勝村咖啡莊園

百勝村咖啡莊園位於南投縣國姓鄉糯米橋休閒農業區，坐落於北港村樟湖頂山上，面積約 10 公頃，海拔高度約 500 公尺，莊園創立於 2008 年，創辦人種植咖啡已有 20 年資歷，早期是在國姓鄉的山坡地上種植檳榔樹，隨著農地水土保持意識抬頭，便開始在檳榔樹下混植咖啡樹。此地是臺灣最大的咖啡莊園，也是全臺唯一合法具有民宿、露營兩種旅宿型態的咖啡農場。

莊園周遭的山泉、溫差及半日照，孕育出適合咖啡樹成長的優異環境，加上採用有機酵母菌，讓咖啡裡面的營養更優質化，這種咖啡稱為百勝村蜜處理咖啡，帶著熱帶水果氣息，因此百勝村咖啡莊園的咖啡在 2015 年拿到美國精品咖啡協會杯測 84.92 的高分(通常 80 分以上稱之為精品咖啡)，當年還創下亞洲第二高分的紀錄。

1. 2022 年南投縣咖啡評鑑活動蜜處理－頭等獎。
2. 2021 年南投縣咖啡評鑑金質獎－平均分數為 82 分。
3. 2015 年美國精品咖啡協會 SCAA 杯測拿到 84.92 高分。



圖1-2園區在檳榔樹下混植咖啡樹 (農委會水土保持局，2023)

(二)桃園市楊梅區－農業部茶及飲料作物改良場水土保持戶外教室

臺灣夏季颱風引發風強雨急，地質脆弱之山坡地茶園土壤容易流失，茶及飲料作物改良場(簡稱茶改場)為避免茶園栽種期間水土流失，保持土壤平衡，於1992年設置水土保持戶外教室，透過宣導使社會大眾瞭解水土保持各種措施及其重要性；園區位於茶改場2圃茶園，面積約6.2公頃，隸屬桃園市楊梅區。

水土保持戶外教室共分為3區，A區為緩坡地，海拔自196.5公尺至210.5公尺，平均坡度8.5%，面積2.4公頃；B區為陡坡地，海拔自210.5公尺至235.5公尺，平均坡度為39%，面積1.2公頃；C區為平臺，海拔自235.5公尺至245公尺，平均坡度7.9%，面積為2.6公頃。3區均依地形及土地用途加以區分，並規劃種植不同茶樹品種，及設置各種水土保持設施與示範區。

園區的土壤屬黃棕色礫質紅壤土，土層淺薄，是臺灣最早設置的水土流失觀測區，由農復會(農業部前身)補助經費，於1954年設區築槽，

1955 年春季種植茶樹，1956 年夏季正式觀測水土流失量。

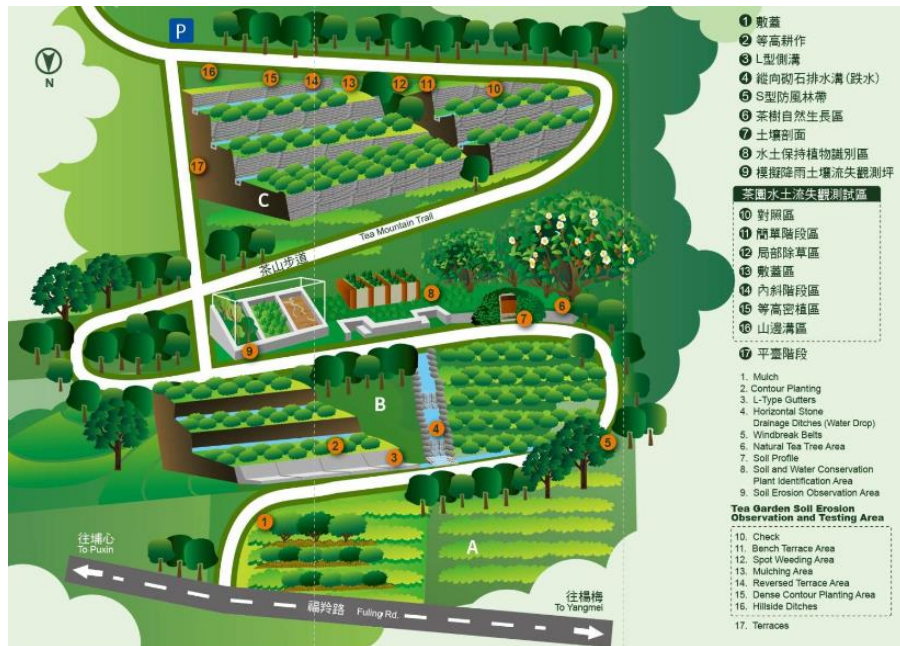


圖1-3 茶改場水土保持戶外教室地圖 (農業部茶改場，2023)

目前臺灣水土保持與作物生產協作的實際案例，規劃較為完善的是由農業部主導的茶改場水土保持戶外教室，生產之作物主要為茶葉，依地形及土地用途加以區分種植不同茶樹品種，並設有長期監測設備以觀測水土流失量；而其他協作作物多侷限於個體農戶小規模的零星栽植，例如；咖啡、臺灣山茶、臺灣金線連、馬蘭等，目前尚無規劃完善之水土保持與作物生產協作的示範園區。



第二章 工作執行方法與步驟

第一節 工作執行方法

本研究欲建立水土保持條件下之林下坡地咖啡栽培管理方式與智慧灌溉模組，以及深具咖啡栽培、加工生產、智慧灌溉、展示觀摩空間與推廣教室之水土保持管理示範區，建立在水土保持條件下兼顧經濟生產與生態多樣平衡之實務可行性參考案例。因此，將於國立屏東科技大學水土保持戶外教室，轄內的芒果園區域面積達六千五百平方公尺適合規劃建立國際示範場域的基地。並從 1.水土保持區林下咖啡栽培環境規劃與建立；2.水土保持區咖啡智慧灌溉之建立，以及 3.咖啡行銷策略之擬定，三個方向進行計畫執行。

第二節 工作執行步驟

一、水土保持區林下咖啡栽培環境規劃與建立

咖啡作物適合栽種於全球南北回歸線之間以及年雨量在一千兩百毫米以上的區域，海拔三百公尺至一千六百公尺，且有上層有遮陰林木的約百分之五十以下林地為最佳，土壤力求排水良好通風之山坡地，表土深、土質疏鬆、土壤 pH 值於 4.5 至 5.5 弱酸性之間，以富含腐植質及礦物質之砂質壤土或砂質黏土為佳。

(一) 計畫執行場域：

本計畫在國立屏東科技大學水土保持戶外教室，轄內的芒果園區域面積達六千五百平方公尺適合規劃建立國際示範場域的基地。本年度預計以整體場域的二分之一進行種植，栽培面積約三千平方公尺，預計植入七百五十株咖啡，配合坡地已有

的芒果成樹約有一百二十棵作為林蔭式栽培。林下遮蔭栽培咖啡對暴露於全日曬區域的咖啡樹益處如下：

1. 減少陡坡坡地之土壤沖蝕。
2. 落葉形成的有機質改善了土壤表層的物理性質及養分。
3. 減少豐欠年之差異，增進豆身之大小。
4. 可以抑制雜草生長，避免雜草與咖啡樹競爭水分與養分。
5. 增加咖啡豆的生物鹼及芳香物，揮發性物質是形成優良咖啡風味的內含物，特別是在阿拉比卡種。

(二) 咖啡苗木品種來源、育苗作業與栽培管理計畫：

目前阿拉比卡咖啡 Arabica coffee, *Coffea arabica*：是全球最主要的咖啡栽培品種。此外，阿拉比卡種咖啡適合生長溫度為十八至二十六攝氏度之間、海拔六百米富含礦物質的火山地質土壤生長，咖啡因濃度較羅布斯塔咖啡低。本次計畫選定以產量和風味兼具的阿拉比卡咖啡，黃波旁 Yellow Bourbon 和具有酸值獨特明亮的紫葉品種進行育苗與定植作業。咖啡在闊葉樹林下或針葉樹林下均能生長良好，自種子發芽到成樹平均栽植三年，而後進入豐產階段，咖啡果俗稱櫻桃，於每年春季三-四月開花，夏季時期為小果，中果期，以人工配合除草、施放有機堆肥、防颱風支架、防止倒伏等栽培活動，於冬季十二月可以開始採收咖啡漿果，選擇九分成熟轉紅的漿果進行採收，形態大小、產量等會受施放肥份、雨量、授粉等影響，當天採收之漿果必需運送至後製廠做後續處理。咖啡於採收漿果後須維持其樹體能量的自然生長，通常進行整幹修剪及清理樹上所

有殘果的工作等園藝方式經營。在人工林下的地被植物多矮小，一年可藉由機械除草二次至三次，修剪的地被植機械除草二次至三次，修剪的地被植物與林木的枯枝落葉提供林地養分物與林木的枯枝落葉提供林地養分循環，再加上山區霧氣及降雨含有養分，一般土壤有機質足夠，年採收量都分，一般施加追肥即可，年採收量都能維持穩定的產量。

(三) 採收後調製加工計畫：

咖啡採後處理是屬於具有少添加、低耗能、低汙染等特色的農產加工，並能維持農產品的原型及營養成分的生產項目，咖啡採收後處理、乾燥、脫殼和分級是影響質量重要的關鍵因素，咖啡漿果處理的目的是降低果實的水含量以容許保存咖啡豆，並增加後製發酵時給予咖啡豆的風味，且清除所有咖啡豆上的物質以符合市場需求，當前採收後的系統處理方法分三個方式：a.日曬處理加工(Natural process)、b.蜜處理 (Honey process)、c.水洗濕處理(Wash process)。經由上述三種方法獲得不同風味導向的生豆，便再度進行分級，根據大小、密度、瑕疵豆和顏色等，視質量、出口商、烘焙場的需要進行運輸包裝。由於咖啡的採收為季節性，日曬處理、蜜處理和水洗處理的加工場域僅有在咖啡採摘的幾個月內運作，其乾燥的果實或乾燥的帶殼豆進一步的處理操作(乾式處理)可貯存 1-2 年的時間，人力與空間的調動隨業務的需求進行調整。此外，在未來咖啡豆的原豆生產朝精品咖啡豆發展之外，本計畫未來亦將發展多元產品「風味咖啡」或稱「調和咖啡」進行。「風味咖啡」或稱

「調和咖啡」是將香料與咖啡豆混和，例如肉桂、可可、八角、丁香等等，最終獲得具有多變風味的咖啡飲品。本研究未來預計使用香莢蘭中香草醛的風味，多元開發咖啡產品。此外，咖啡的加工副產品不管是濕式加工或是乾式加工，因技術的缺乏，常被當廢料，若是咖啡種植者及加工者隨意丟棄，對生態中水源、土壤及地被的汙染日劇加重，因此必須友善的再回收利用或加工，提升道德責任與經濟，計畫中也針對咖啡果皮、咖啡果肉、咖啡花和修剪的咖啡葉片，進行有效的研發產品提升多樣化生產。

二、水土保持區咖啡智慧灌溉之建立

農業部推動中的「智慧農業 4.0」計畫，定位為「智慧生產」及「數位服務」，從人、資源及產業三方面進行優化。本研究以將在本校示範場域進田間即時感測器，以進行觀察評估咖啡生長情形。計畫執行將在校示範場域進行，將設置溫度、濕度、光度、土壤水分、土壤溫度、pH、電導度及田間即時影像感測器，以進行觀察評估咖啡豆生長情形；並透過環境感知器回傳數據做為自動灌溉做動器依據，能夠依據環境不同在超出環境控制範圍時產生警報或警告超出既定範圍，讓使用者能即時監控與控制農場的灌溉系統。水土保持林下坡地的地形複雜，使得咖啡栽培十分複雜，未來將透過大數據蒐集各地環境參數，能夠依據咖啡品種、栽種地點進行智慧灌溉，藉以提高咖啡種植品質與存活率，同時也能夠進行有效的節水，有助於適應氣候變遷所帶來的影響。經由完成環境感測器、農場灌溉控制器架設與軟體撰寫，並進行伺服器資料庫建立，透過戶外環境測試系統穩定度與可靠度。

三、咖啡行銷策略之擬定

咖啡與茶葉、可可並稱為世界三大飲料，同時也是世界交易量僅次於石油的第二大期貨商品，全球有 15 億以上的飲用人口，市場規模大約在 5 億美元，大約是全球市場的 1%。因此推動咖啡永續栽培的模式，需加上符合永續生產的咖啡製品提出多元行銷計畫。本計畫預定利用 1.計畫成果發表模式；2.推動網路佈點模式；c. 推動校園在地食農教育生產產品之概念模式與實習商店銷售模式。

四、大規模推廣農民自動化耕作

未來將自動化耕作推廣至農民，初步規劃導入自動化耕作所需成本如下：

- 1.硬體成本：購買和維護自動化設備，如感測器和監控系統等。
- 2.軟體成本：定期更新與軟體維護。
- 3.能源成本：自動化驅動的電力成本
- 4.人力成本：專業人員操作與自動化系統維護。
- 5.訓練成本：農民接受訓練，以便能夠有效地操作和管理自動化設備和系統。
- 6.維護和保養成本：自動化設備需要定期維護和保養，確保正常運行。



第三章 工作進度與交付項目

第一節 計畫甘特圖

本計畫依據 1.林下咖啡栽培環境規劃與建立；2.咖啡智慧灌溉之建立，以及 3. 咖啡行銷策略之擬定，等三個方向，在國立屏東科技大學水土保持戶外教室區進行計畫執行，計畫甘特圖如圖 3-1 所示。

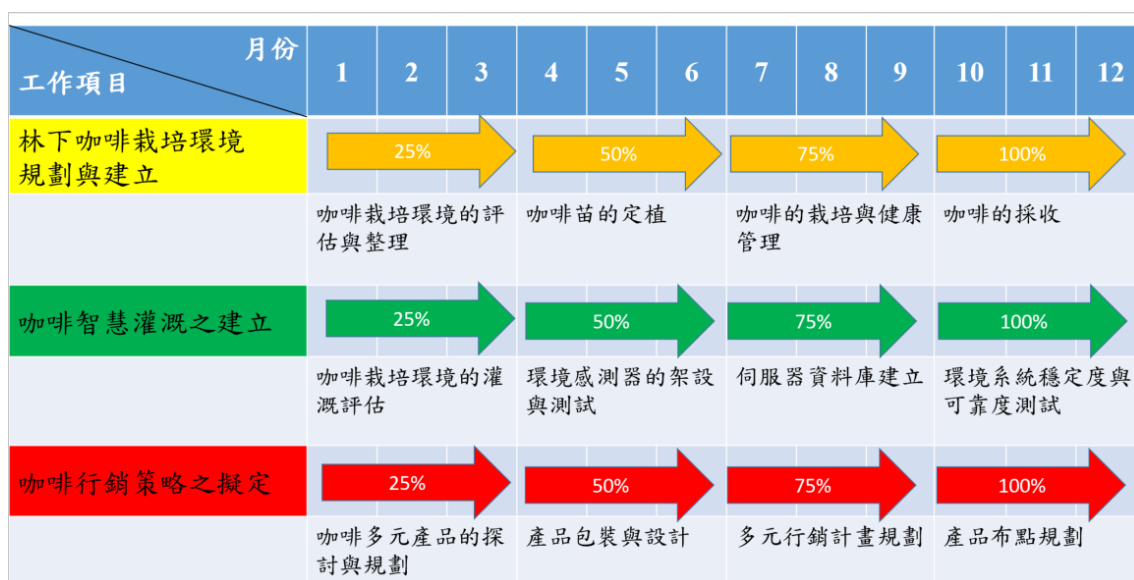


圖 3-1、計畫執行甘特圖

第二節 計畫交付項目

計畫已執行部分，依據 1.林下咖啡栽培環境規劃與建立；2.咖啡智慧灌溉之建立，以及 3. 咖啡行銷策略之擬定，等三個方向分述如下：

一、林下咖啡栽培環境規劃與建立

(一) 1-3 月進度-咖啡栽培環境的評估與整理

咖啡栽培區環境評估實地測量，水保戶外教室場域內盤點原有 35 棵樹齡約 4-5 年的咖啡樹，品種為黃波旁，栽培行株距與現行計畫相等為 2 公尺(圖 3-2)。並進行咖啡栽培區環境評估量測與建立咖啡種苗圃(圖 3-3)。咖啡栽培區環境評估量後約有 3 千米平方面積，分做 4 階段平台，每一平台以雙側種植並利用石灰粉進行植穴放樣，行株距為 2 m*2m(圖 3-4)。爾後，運用十字鎬將放樣的石灰地點掘鬆，運用圓鋤挖出深 25 公分寬 25 公分的植穴(圖 3-5)。挖出的植穴植入育成的咖啡苗株並先進行澆灌，讓咖啡苗株根系與土壤交接，以利水分養分吸收(圖 3-6)。



圖 3-2 原場域內現存咖啡樹盤點盤點



圖 3-3 選定育苗的咖啡品種黃波旁咖啡(a)2-3 個月齡；(b) 4-6 個月齡；(c) 7-9 個月齡

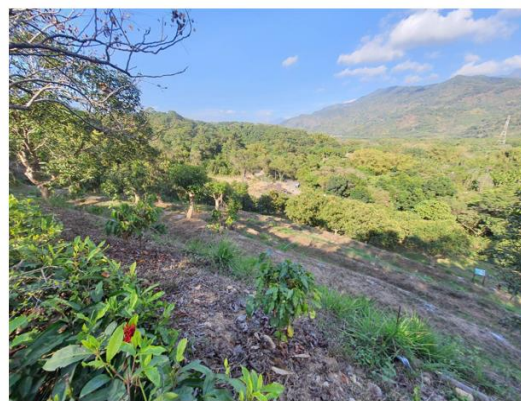


圖 3-4 利用石灰粉進行植穴放

樣，行株距為 2 m*2m



圖 3-5 運用十字鎬將進行深 25 公分寬 25 公分的植穴放樣



圖 3-6 植入育成的咖啡苗株的澆灌

(二) 4-6 月進度-咖啡苗的定植

依據計畫執行進度，4 月咖啡苗的定植進度已全數完成七百五十棵咖啡種植。6 月紀錄，咖啡苗的定植後 2 個月生長期況穩定(圖 3-7)。



圖 3-7 七百五十棵咖啡種植及現況

(三)7-9 月進度-咖啡苗的定植

7 月時程記錄，咖啡苗的定植後 4 個月生長期況穩定，爾後每 2 個月例行苗株周圍與滴灌頭區域移除雜草，園區走道與周圍使用背負式割草機除草。並於園區設立公告以及紅漆標立竹竿進行記號，防止除草維護時損壞咖啡苗株與人為破壞。



圖 3-8 現場咖啡種植及管理現況

(四)10-12 月進度-咖啡苗的定植

9 月時程記錄，咖啡苗的定植後 6 個月生長期況穩定。然而，進入秋季後陽光的光線與強度減弱，便進行遮陰樹的修剪，提供咖啡樹有更良好的光線進行光合作用增進樹勢強健。此外，咖啡漿果進入大果期，將需適時修剪徒長芽與吸芽，避免

養分與果實競爭造成生理落果。進入 10-11 月期間，轉換磷鉀肥比例較高的複合肥料(N-P-K:7-7-12)，以促進原有以結果的咖啡樹果實成熟與全區樹體養分蓄積能度過冬季乾旱時期。因為計畫進程，因此經由智慧滴灌系統，藉由智慧化監測數據，判斷每周降雨天數少於 1 天時，則開啟自動滴灌設施給予灌溉水。11 月咖啡苗的定植後 8 個月生長期況穩定，並進行果實採收與後製乾燥處理。採收時期的示範園區常有台灣原生動物例如：果子狸、棕簑貓、鳥類等造訪採食咖啡漿果。



圖 3-9 現場咖啡漿果大果期與修剪徒長芽及吸芽避免養分競爭



圖 3-10 智慧滴灌系統進行智慧化監測，並開啟滴灌作動



圖 3-11 示範園區咖啡採收季常有野生動物採食後的咖啡果皮與排遺

二、咖啡智慧灌溉之建立

(一) 灌溉管路的設定

本研究以屏科大水土保持國際示範園區為示範場域，已完成植栽種植並正在進行管路修繕作業，如圖 3-12 所示。咖啡智慧灌溉的部分，希望以智慧化田間管設備進行環境偵測，並達有效提升水資源利用效率之目的，目前以場域第一平台進行滴灌管(圖 3-13)鋪設並進行供水測試；由於農場環境炎熱且濕度高，對於電子及作動元件的可靠度是一大考驗。本場域為高溫與高濕環境容，易影響電子元件靈敏度以及作動影響，因此本計畫選用不鏽鋼馬達閥作為主要控水馬達(圖 3-14)，其優點為不鏽鋼閥體對於環境有足夠耐受性、能夠承受較高水壓；驅動容易，閥門馬達 24V 即可驅動，對於供電不易的場域能夠以電瓶及太陽能板供電。相較以往供水系統使用電磁閥的設計不同，本研究考量供水時間及

水量控制，電磁閥若需常開或常閉需要長時間供電以維持狀態，相較於馬達閥只需供電直至閥門開啟指定位置即可斷電，可延長電瓶供電時間。

咖啡智慧灌溉研究於控制晶片選用 ESP32 單晶片，該晶片為低功耗的單晶片微控制器，整合了 Wi-Fi 和藍牙傳輸模組，實現遠程控制目的。目前智慧控制配合管路修繕與滴灌鋪設，如圖 3-15；滴灌出水孔流量為每小時 4 公升，目前本場域共栽種 750 株咖啡苗，相較於大範圍噴灌，滴灌 1 小時僅用 2 度水，且能夠精確將水資源用於作物，且能夠切準的控制灌溉用水量。系統功能如圖 3-16 所示，已完成程式撰寫及單件測試作動，並待場域整治完畢即可投入田間進行實地功能測試，並評估晶片對於環境耐受度評估，對於封裝方法或晶片等級進行評估。

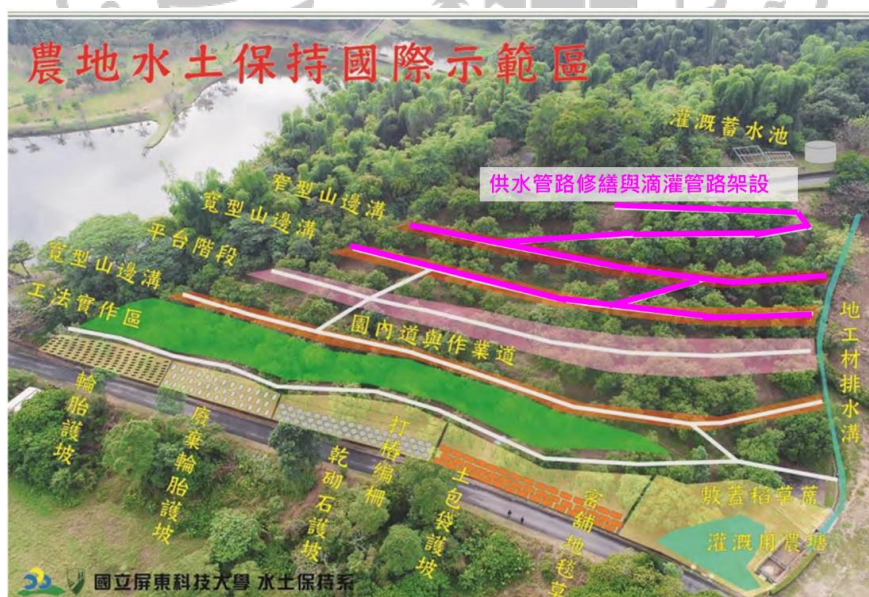


圖 3-12. 施作場域範圍

3-8



圖 3-13. 滴灌管



圖 3-14. 馬達閥

3-1

3-9



圖 3-15. 滴灌管鋪設

誠如前述本計畫已完成滴灌系統建立，並完成環境感測器、閥門自動控制系統架設與測試，並於測試時初步建立雲端資料庫進行訊號傳輸與測試。於環境偵測控制介面為結合環境偵測與傳感週邊設備，即時監控農場環境，同時整合遠端控制介面建構智慧農業監測平台，作為作物栽培期間進行生長與品質監視。

由於田間電力資源有限且地形較為複雜，因此本計畫以單晶片搭配工業級感測器進行資料量測，並藉由無線網路進行資料傳遞。有鑑於電力供給不易，本案所使用之單晶片供電為 5V，以行動電源或電瓶即可驅動，且以低功率高準確為目標，以減少電力資源的消耗。於無線網路傳輸為避免連線不穩定與傳輸失誤，於程式設計中加入連線

失敗即重啟連線機制之設定，以確保資料傳輸之穩定度，圖 3-12 為智慧型物聯網監控系統架構圖，其中內含 Esp32 開發版、RS485 通訊協定轉換板、SHT30 溫溼度感測器、馬達閥及物聯網平台 ThingSpeak。

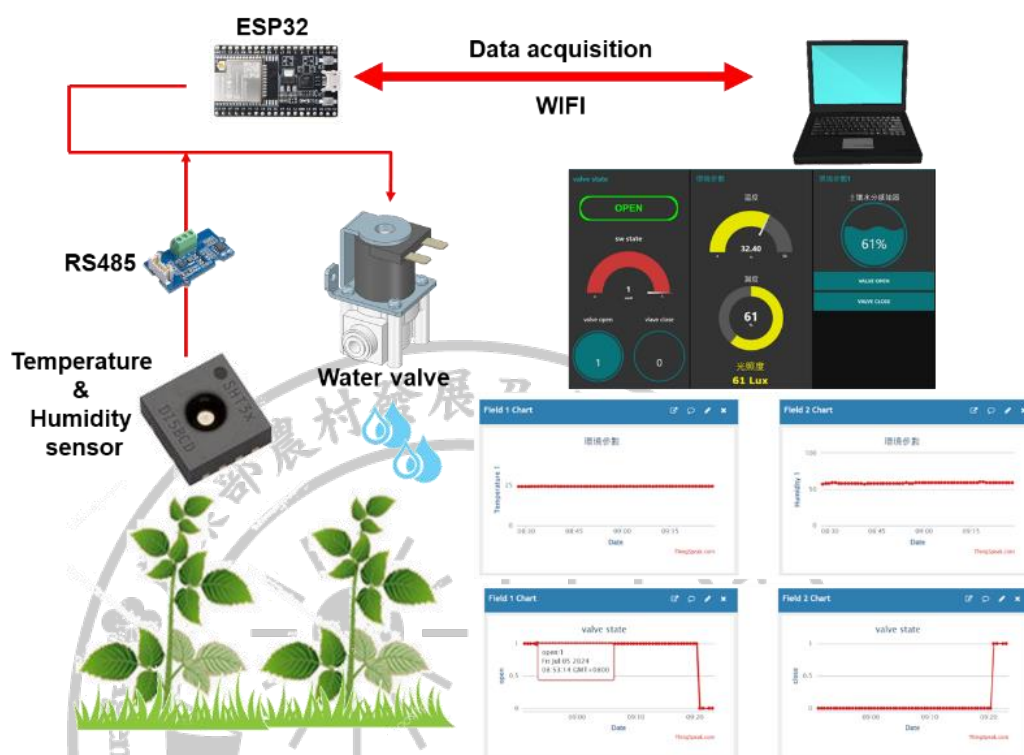


圖 3-16. 智慧型物聯網監控系統架構圖

Esp32 開發版:用於控制感測器及開關，開發版具有藍芽及 Wi-Fi 功能，可將感測器數據上傳至雲端儲存。閥門遠端控制是透過 ESP32 以及物聯網平台 ThingSpeak 進行雲端資料庫進行資料儲存狀態判別，使用 HTTP Client 網路傳輸協定，使用技術為先發送 request 訊息至 html 的 url 中，同時也可發送 response 得到訊息內容，藉此進行

物聯網監控。

Esp32 開發版、馬達閥及繼電器所建置的開關系統分為兩部分，第一部分以開關進行控閥門開閉訊號傳輸，將訊號上傳至雲端資料庫；第二部分為接收端，程式設計為讀取資料庫開關訊號，以控制閥門開閉，同時為確保閥門行程與狀態透過極限開關交互比對，將閥門狀態上傳至雲端資料庫以利狀態觀測。圖 3-17 為 1 號水閥控制狀態窗，Field 1 chart 為開關訊號，縱軸以數位訊號顯示 0 表示開關送出關閉訊號；1 則是開啟訊號。圖 3-18 所示 Field 1 chart 與 Field 2 chart 則為馬達閥狀態顯示，透過訊號相互比對能夠確保馬達位置狀態，若偶遇突發狀態能判別閥門是否開啟或關閉不全，狀態開關為每 15 秒檢查一次，除了能夠對於閥門作動後即時顯示狀態，且有利於遠端監控並能及時進行故障排除減少水源消耗。

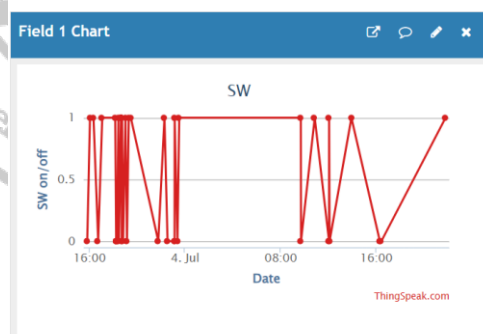
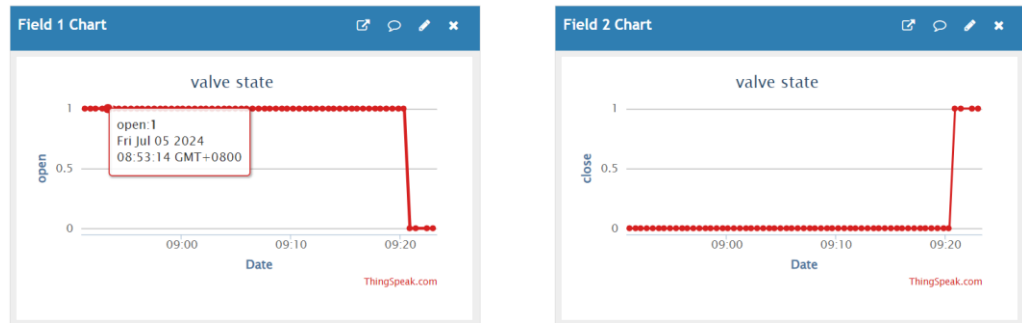


圖 3-17. 閥門開關訊號



(a) 閥門全開訊號

(b) 閥門關閉訊號

圖 3-18. 閥門極限開關訊號

環境感測器系統則是以 SHT30 溫溼度感測器結合 RS485 通訊協定轉換板，感測器能確認探頭的量測數值並發送量測資料，在感測器模組接收資料時，同時也會進行溫濕度校正與補償資訊，溫溼度經度分 $\pm 1.5\%RH$ 和 $\pm 0.1^{\circ}C$ ，電源電壓範圍為 2.15 V 至 5.5 V，且傳輸速度達到 1MHz，適合用於各種工況與範圍(圖 3-15)。

使用時需傳送 8 組 16 位元的查詢碼：`[0x01 0x03 0x00 0x00 0x00 0x02 0xC4 0x0B]`，其中功能分別為地址碼、功能碼、寄存器地址 1、寄存器地址 2、寄存器長度 1、寄存器長度 2、校驗碼低位、校驗碼高位；可得到 9 組 16 位元的應答幀：`[0x01 0x03 0x04 0x02 0x92 0xFF 0x9B 0x5A 0x3D]`，其中功能分別為地址碼、功能碼、有效字節數、濕度 1、濕度 2、溫度 1、溫度 2、校驗碼低位、校驗碼高位，溼度計算：例如濕度值 `0x02 0x 92` 為十六進位，先轉成十進位=658，再除以 10 等於 65.8%RH；溫度計算：例如濕度值 `0xFF 0x9B` 為十六進位，

先轉成十進位=-101，再除以 10 等於-10.1°C。

使用前進行 SHT30 溫溼度感測器功能測試方法:將標準值感測器及 SHT30 溫溼度感測器同時放入冰箱冷凍庫、冰箱冷藏庫、實驗室常溫及實驗室烘箱內，靜至十分鐘後分別記錄兩筆數據。室溫感測器校正曲線進行線性擬合: 取用多個溫度值進行校正，校正後誤差值在容許誤差內，校正曲線及校正後誤差值如圖 3-19(左圖)。濕度:將標準值感測器及 SHT30 溫溼度感測器同時放至除濕機旁、離除濕機距離 5 公尺處及門外進行量測。濕度感測器校正進行曲線線性擬合: 取用多個數值進行校正，校正後誤差值內插於線性擬合圖左上角，校正曲線及校正後誤差值如圖 3-19(右圖)。圖 3-20 為環境參數溫度與濕度於每個時間點位數值，於測試階段為每分鐘傳送與收取一次資料，藉以驗證傳輸及資料記錄穩定度。

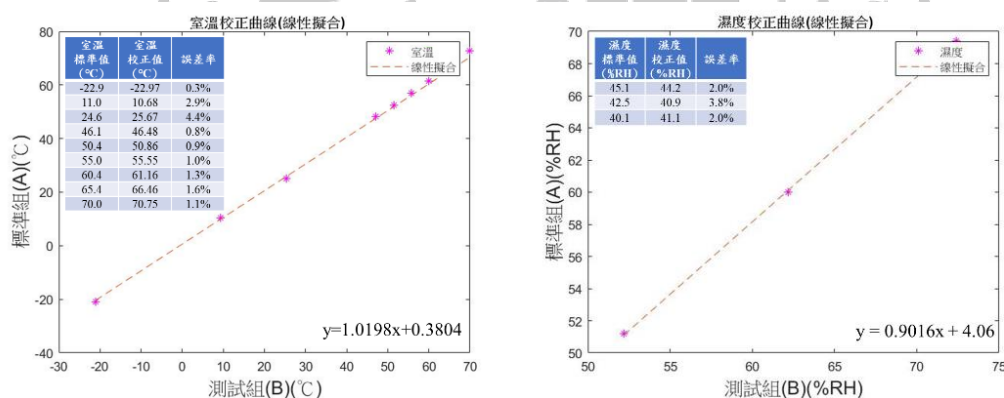
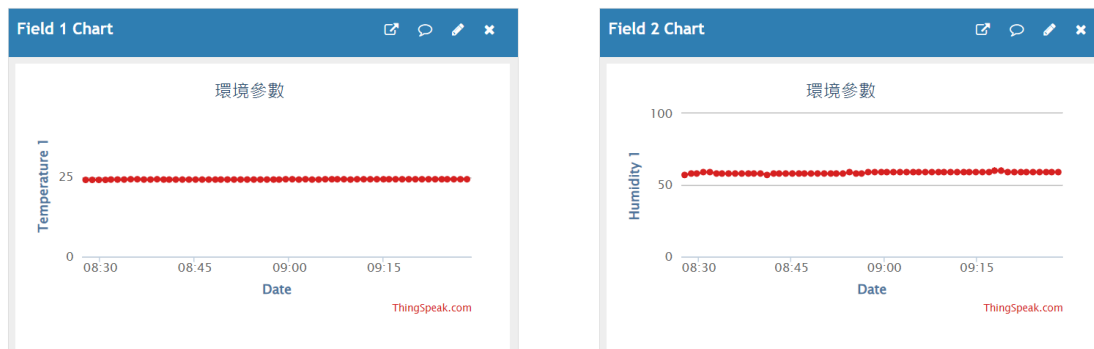


圖 3-19. SHT30 溫溼度感測器校正結果圖



(a)環境溫度

(b)環境濕度

圖 3-20. 環境參數

(二) 灌溉管路的設定

誠如前述本計畫已完成滴灌系統建立，並完成環境感測器、閥門自動控制系統架設與測試，並於測試時初步建立雲端資料庫進行訊號傳輸與測試。於環境偵測控制介面為結合環境偵測與傳感週邊設備，即時監控農場環境，同時整合遠端控制介面建構智慧農業監測平台，作為作物栽培期間進行生長與品質監視。

由於田間電力資源有限且地形較為複雜，因此本計畫以單晶片搭配工業級感測器進行資料量測，並藉由無線網路進行資料傳遞。有鑑於電力供給不易，本案所使用之單晶片供電為 5V，以行動電源或電瓶即可驅動，且以低功率高準確為目標，以減少電力資源的消耗。於無線網路傳輸為避免連線不穩定與傳輸失誤，於程式設計中加入連線失敗即重啟連線機制之設定，以確保資料傳輸之穩定度，圖 3-21 為智慧型物聯網監控系統架構圖，其中內含 Esp32 開發版、RS485 通訊

協定轉換板、SHT30 溫溼度感測器、馬達閥及物聯網平台 ThingSpeak。

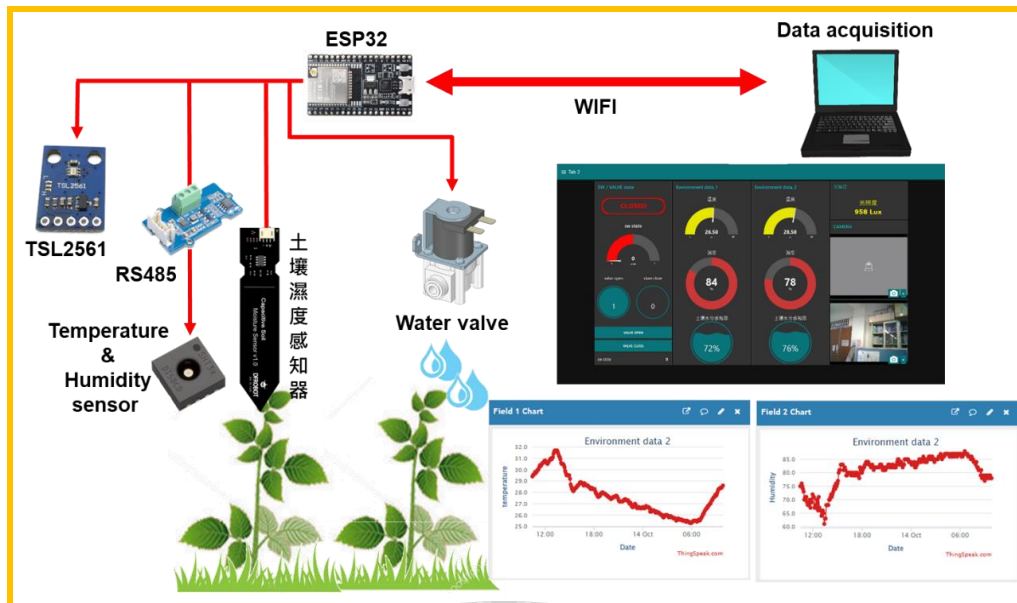


圖 3-21. 智慧型物聯網監控系統架構圖

本計畫使用之系統平台及感測器可分為 2 部分說明，如下所述：

物聯網平台應用與平台撰寫

1. ThingSpeak 物聯網平台

ThingSpeak 是一款開放原始碼的物聯網 (IoT) 應用程式和 API，主要功能為透過 HTTP 或局域網 (LAN) 儲存並檢索設備數據。該平台支援各種感測器和裝置，能夠接收資料流並進行實時分析。使用者可以建立個人頻道來傳送裝置數據，並在 ThingSpeak 平台上進行即時視覺化和分析，能透過 MATLAB 寫入進一步的數據處理或分析程式，其架構圖如圖 6 所示。

在農業應用中能有效提升數據收集和管理效率，使得農場管理

者可以即時監控和分析作物生長環境。透過整合各種 IoT 感測器（如溫度、濕度、土壤濕度和光照感測器）將數據傳送至 ThingSpeak 平台，農場管理者能夠隨時查看並分析各項環境數據，從而做出精確的澆水、施肥和環境控制決策。這種即時監控和歷史數據的可視化功能，能幫助農民根據實時狀況優化資源使用、節省水和肥料，並提高作物產量。

ThingSpeak 平台可以利用數據進行作物健康的分析，或是基於氣象數據預測未來的灌溉需求，實現智慧化的農業管理。此外，ThingSpeak 支持 HTTP 和 MQTT 協議，能夠輕鬆連接不同的農業 IoT 設備，適合構建多元化的農業監控系統。本研究利用 ThingSpeak 方便且靈活的特性，進而提高農場管理的效率與精確性。

2.Node-red 平台

Node-RED 是一款開源的流程式開發工具，適合物聯網 (IoT) 和其他事件驅動應用程式。其由 IBM 推出，透過圖形化的操作介面，讓使用者以低程式碼的方式進行開發，尤其適合數據流程的自動化與整合。Node-RED 的工作原理是使用「節點」構建流程，這些節點代表各種功能模組，如讀取輸入、處理資料、傳送輸出等，並可輕鬆與設備和 API 整合。

3.MQTT.go 平台

隨著農業智慧化的需求增長，傳統的農業方式逐漸被數據驅動的智能農業替代，MQTT Go 是一款適用於 Go 語言的 MQTT 協議端，尤其適合應用於農業物聯網 (IoT) 領域。MQTT Go 支援高效、即時的訊息號傳遞，能夠在低能耗和低帶寬的環境中運作，使其非常適合用於農業中的感測器和設備之間的通訊。除上述 Thingspeak 外，也可透過 MQTT Go，可連接土壤濕度感測器、溫度感測器和光照感測器等 IoT 設備，並將這些設備的數據傳送到集中管理的伺服器進行監測和分析。這種方式不僅提高了數據傳輸的效率，還減少因訊號不穩定造成的數據丟失，適用於大面積農地或偏遠地區的農場管理。

本研究應用 MQTT Go 與 Thingspeak 實時監控農田中的環境變化，並能夠結合 ESP32cam 進行即時監控系統建立。使用 MQTT Go 進行影像直播在 IoT 應用場景中極具挑戰。MQTT 本質上是一個針對小型、低頻數據傳輸的協議，因此傳輸高頻率、高容量的影像資料並非其強項。本研究將影像進行壓縮並分割為小塊，或僅以較低的幀率傳輸，進行 MQTT Go 田間影像傳輸，並結合至 node-red 平台中。

此外，有關田間電源取得的部分，本校水土保持戶外區因田間電力資源有限且地形較為複雜，於現場並無電源以取用，為驅動 24 V 水閥及感測器電源提供，本計畫於閥門基座建立太陽能光電板，本計

畫使用型號為 TS60-6M3-330 H1 太陽能板，最大功率為 390 W 最大功率電壓為 39.32 V，最大功率電流為 9.94 A，該型號之太陽能板能夠對電瓶進行充電，以保持 sim 卡 wifi 分享器運作及閥門電瓶電源之維持，除電瓶充電外，控制器具有 5V 輸出之功能能對於 ESP32cam 田間攝影機進行供電，如圖 3-22 所示為咖啡田區之太陽能板建立狀況。本計畫所有感測器模組、sim 卡 wifi 分享器等系統都設計以 12 V 進行電源供應；水閥同樣是以兩顆 12 V 電瓶進行串聯。因此本研究以 12 V-15 AH，如圖 3-23 所示，之電瓶進行運用，該電瓶為鉛酸電池具有體積小電容量高、安全等優點，對於環境有足夠耐受性，被破壞後危險性較低。將其電瓶運用於本研究所設計之感測器模組之使用時長約為 5 天，無論氣候都能有足夠的觀測時長，且田間感測器與電瓶是以快拆接頭進行連接，於日常巡視田間能夠很容易進行更換作業，如圖 3-24 所示。



圖 3-22. 太陽能光電板建立



圖 3-23 12 V 鉛酸電瓶



圖 3-24 12 V 鉛酸電瓶電能供應田間感測器

而網路與田間感測器佈置部分，由於田間感測器模組需要靈活性高、低耗能之特性，圖 3-25 為本研究所製作之田間量測模組，該模組已置於咖啡田區之咖啡植栽下，用以量測土壤水分及近地表之溫度；本模組另一優點為攜帶性佳，如上述，本模組以 12V 電瓶供電可維持 5 天觀測期，若需要臨時觀測田區某地區之林下環境參數，可於模組盒內放置行動電源，如圖 3-26 所示，4000mAH 之行動電源即

可支援 30 小時量測時間。圖 3-27 為本計畫所架設之 sim 卡 wifi 分享機，選用此方式進行架設僅 1 張 sim 卡可支援多組訊號傳輸且可進行影像傳輸，且相較於一般 NBIoT sim 卡一個模組需要一張，且無法傳輸影像。圖中所示為以田區現有之材料進行架設，sim 卡 wifi 分享機以電瓶供電同感測器模組可維持 5 天，可用太陽能光電板進行充電，以延長分享器使用時間。



圖 3-25. 田間量測模組



圖 3-26. 行動電源



圖 3-27. Wifi 分享器與 ESP32 cam 架設

圖片來源：<https://tw.pqigroup.com/products/power-silm-6000mah-e>

此外，後端的田間數據平台與數據紀錄部分，本研究以 ThingSpeak、Node-red、MQTT go 等平台進行整合，ESP32 晶片將感測器所量測之訊號進行 ThingSpeak 雲端資料庫寫入並記錄；以 Node-red 將資料庫數據視覺化，並能將水閥控制與田間攝影機整合於同一個平台。本計畫透過此資料收集、處理與視覺化完成具有資料收集與處理、視覺化與通知、自動化應潛力之平台。平台之相互結合應用說明如下：

- 1.資料收集與處理：ThingSpeak 作為 IoT 資料平台，夠從各種感測器獲取實時數據，並將這些數據存儲於其雲端平台。Node-RED 則可以通過 HTTP 或 MQTT 協議與 ThingSpeak 連接，從 ThingSpeak 讀取數據進行進一步的處理與分析。
- 2.視覺化與通知：ThingSpeak 提供基本的圖表來視覺化數據，而 Node-RED 可以用來建立更為複雜的控制邏輯或整合不同來源的數據。使用者可以在 Node-RED 中設定流程，將處理後的結果顯示在儀表板上。圖 3-28 左側為水閥控制介面，透過按鈕控制水閥開關，按鈕按下 VALVE OPEN，則上方 OPEN 綠燈亮，反之為 CLOSE 紅燈，透過此機制驗證按鈕作用是否正常；sw state 圖示則表示按鈕訊號送出是否成功，若按鈕發

送訊號成功則 sw state 將會讀取到按鈕送到資料庫之訊號，以顯示閥門目前所讀取到訊號；下方 valve open 與 valve close 圓燈表示水閥目前狀態為何，可確認閥門作動是否正常。介面中 environment data 顯示 2 組感測模組所測得環境參數；於介面中也整合光照度與即時田間影像系統。

3.即時數據監控與反應：結合 Node-RED 與 ThingSpeak，可以實現即時的數據監控與反應。當某一數據頻道更新時，Node-RED 可以立即讀取並處理該數據，並在儀表板上即時顯示。可根據數據變化執行相應的控制指令或環境監測後進行田間設備調整。



圖 3-28. 智慧型物聯網監控平台

本研究以林下栽植合適的耐陰性森林副產物，以「混農林業」的概念經營，建立在水土保持條件下兼顧經濟生產與生態多樣平衡之實務與場域。初期完成水土保持區林下咖啡栽培環境規劃與建立及水土保持區咖啡智慧灌溉系統之建立，透過多個物聯網平台與雲端資料庫

整合並建立一田間觀測與控制平台，並進行田間環境紀錄。113 年 10 月 30~31 日康瑞颱風過境時，本研究所製作之感測仍具高度穩定度，持續有效量測。未來可透過 Node-RED 的流程編排，可以根據 ThingSpeak 上的數據進行條件式的自動化操作，例如根據土壤濕度數據自動控制灌溉系統，或根據光照度數據調整照明設備並執行自動化流程，為後續田間智慧與自動化進行進一步之開發。

三、咖啡行銷策略之擬定

為推動咖啡永續栽培的模式，需加上符合永續生產的咖啡製品提出多元行銷計畫為促進水土保持坡地的經濟利用，除現地的樹林或是果樹外，高經濟價值的林下作物的產出對農民非常重要。

商品化（英語：Commodification；德語：Kommodifizierung）專指原本不屬於買賣流通和通過貨幣實行交換的事物，在市場經濟條件下已經轉化或變異為可以進行買賣和貨幣等價交換。

從學理上的探討或由實務上的經驗法則下手，其對於「產品商品化可行性」的評估結論與實際導入市場後是否成功的結果驗證，長久以來並沒有一套絕對準確的「商品化可行性」評估方法。

根據台灣大學，新能源研究中心，資深研究員，葉忠福先生所推出商品化評估模式，進行套用到本年度計畫執行的咖啡商品化評估模式：

「內外因子評估法」評估操作方法

商品化價值評估的意義，對於產品發行者而言，要點在確保產品「能賺錢」，所以商品化價值評估需特別用心理及理性，評估分數對產品至少要有八十六分以上才值得開發，要盡量降低商品化失敗風險。

a. 內部因子-內在環境評估：

- 一、咖啡產品自主研發技術或技術支援取得的把握度。
- 二、咖啡產品自主研發經費負擔能力(含國內外參賽申請費負擔能力)。
- 三、咖啡產品生產技術智財權的取得與可保護之強度。
- 四、咖啡產品技術研發之時效性，是否耗時太久。

b. 外部因子-外在環境評估：

- 一、本產品與市售商品的製造技術創新差異程度。
- 二、本產品與市售商品的飲用嗜好風味表現程度。
- 三、本產品與市售商品的方便性改善程度。
- 四、本產品對消費者習慣之接受度暨市場需求性。
- 五、本產品與市售商品的生產製造成本比較。
- 六、本產品商品的市場銷售通路建立之難易度。

基本上本年度所生產的咖啡產品，經過評估內外因子的影響下，結果

應當證明：

本產品符合市場需求，商品化條件強，值得進行商品化，並不會有評估面向條件較弱應補強，以降低商品化風險因數，或是多個商品化條件評估明顯不足，失敗風險率高，不建議進行商品化。

在商品化的過程中，又會因各國客觀環境不同及各變因項目間，甚至是執行者個人的能力辦事效率問題等，都會產生大小程度不一的交互影響。所以，要能準確評估商品化是否一定能成功，實在是一件不容易的事。

又如商管科技季刊中對於養生茶商品化評選準則也有參考的指標可以運用在本年度的咖啡產品商品化評估，咖啡產品商品化彙整表如附錄四。

(一) 水保香草咖啡商品化

因此，水土保持教室選擇咖啡作為試驗作物，咖啡的風味物候條件有關。為了農民的產物能更具有競爭力，本研究選擇另外一種高經濟價值的香莢蘭與水土保持教室的咖啡搭配。

參考星巴克的咖啡風味輪(圖 3-29)，香草咖啡特色著重於香味，有焦糖味、堅果香氣，入口微苦，餘韻是香夾蘭的氣味，特別式製作冰咖啡，香草咖啡會帶出香草冰淇淋的奶香。為現在香莢蘭是許多甜點中所使用的香料作物。香莢蘭生長在溫暖、潮濕、半遮蔭環境，全

球主要由熱帶雨林地區生產，臺灣是亞熱帶、熱帶氣候，需光量僅30%，適合坡地的林下植物栽培，製作成香料咖啡可以提高台灣本土咖啡的價格。

本次計畫分別以 5-20%重量百分比的香莢蘭與咖啡混合，重烘焙的要加較多的香莢蘭，輕烘焙的只要 5%即可，建議依據咖啡品質和基調進行配比。其中，為配合目前食品安全相關法規，上市的產品須標示營養成分表。本研究將香草咖啡送至國立屏東科技大學農水產品檢驗與驗證中心進行營養成分分析，其營養成分如表 3-1 所示。該表可以提供後續相關產品使用。詳細資料如附件一。

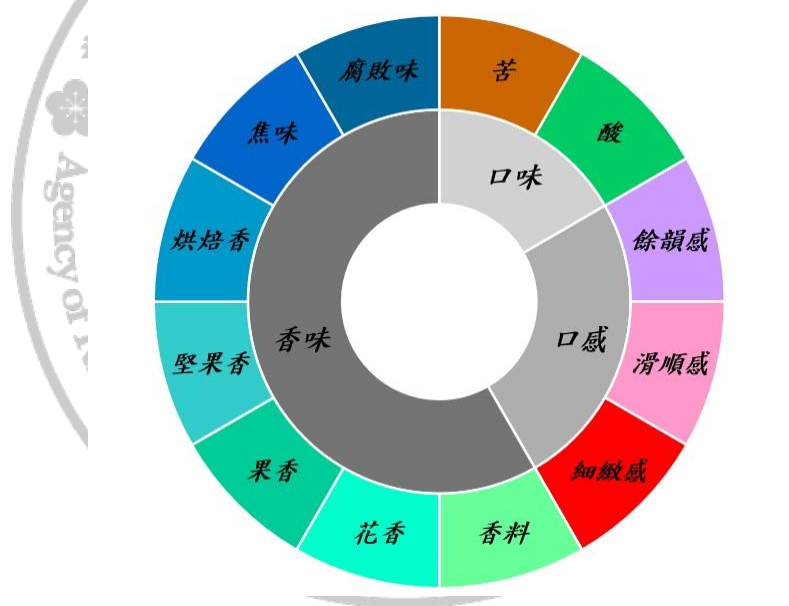


圖 3-29、參考星巴克的咖啡風味輪

表 3-1 計畫重要檢核點管制表

香草咖啡		
檢驗項目	檢驗結果	單位
熱量	438	kcal/100g
粗蛋白質	14.1	g/100g
粗脂肪酸	13.5	g/100g
飽和脂肪酸	4.29	g/100g
反式脂肪酸	未檢出	*
碳水化合物	65	g/100g
鈉	3	g/100g
水分	3.3	mg/100g
粗灰分	4.1	g/100g
總糖	1.8	g/100g
葡萄糖	0.36	g/100g
果糖	未檢出	*
蔗糖	0.72	g/100g
乳糖	未檢出	*
麥芽糖	0.77	g/100g

(二) 水保香草咖啡的商品化設計

屏科大水土保持教室同時具有教學和推廣的任務，可以作為水土保持參與者合作的平台，以特定水保工法作為農產品的特色，成為本產品的發想，因此我們以「北大武山」、「智慧林下經濟」、「六星級產業示範區」、「跨域協作」、「三生、生活、生態、生產」等概念出發，首先設計的商標及包裝圖示如圖 3-30 與圖 3-31 所示。

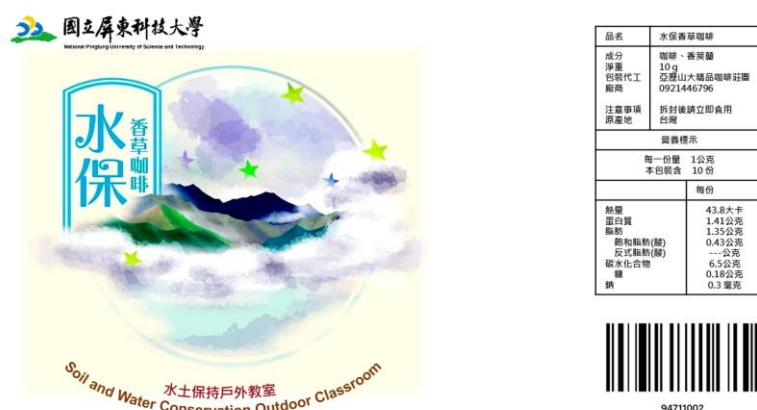


圖 3-30. 水保香草咖啡包裝設計打樣

尺寸：總寬160mmX高80mm
印刷：彩色印刷
加工：表面防水膜（亮面）



圖 3-31. 水保香草咖啡包裝

(三) 水保香草咖啡的文創

郊山、里山等具有坡度的田地，農業栽培是受到限制的，除了表土的穩定外，水分供給也影響到可栽培的農作物選擇，隨著精品咖啡在台灣的市場越來越成熟，特殊分眾化的咖啡也都有完整的客群，為了讓農民持續栽培，穩定邊坡減少災害，透過商標提升農產品的辨識度，保障農產品價值是本計畫的目標之一。

圖 3-18A 中，商標設計的意象，包含「北大武山」和「智慧林下經濟」，在屏科大水土保持教室剛好就是面向大武山，透過智慧灌溉系統，在芒果樹下生產咖啡；圖片中的天空、山、水、坡地代表了農工不同領域的「跨域協作」；六顆小星星代表這是「六星級產業示範區」，從一星的生產、二星的加工、三星的創價加值，希望讓消費者可以從中感受到，優質農產品可以改變消費者生活、農村生產、最終讓生態有正向循環的三生目標。

(四) 水保咖啡的多元產品

本計畫亦將發展多元產品「風味咖啡」或稱「調和咖啡」進行。「風味咖啡」或稱「調和咖啡」是將香料與咖啡豆混和，例如肉桂、可可、八角、丁香等等，最終獲得具有多變風味的咖啡飲品。本研究未來預計使用香莢蘭中香草醛的風味，多元開發咖啡產品。此外，咖啡的加工副產品不管是濕式加工或是乾式加工，因技術的缺乏，常被當廢料，若是咖啡種植者及加工者隨意丟棄，對生態中水源、土壤及地被的污染日劇加重，因此必須友善的再回收利用或加工，提升道德責任與經濟，計畫中也針對咖啡果皮、咖啡果肉、咖啡花和修剪的咖啡葉片，進行有效的研發產品提升多樣化生產。

因此，本計畫研擬對 8-9 月進行修剪時咖啡樹所留下來的葉片進

行咖啡葉進行揉捻發酵，製作成咖啡葉茶產品(圖 3-32)，以及 12 月時進行採收的咖啡漿果所生產的咖啡果皮和果肉進行後製發酵製成咖啡果茶、咖啡果醬等產品，另外在明年 4 月所開咖啡花和修剪的咖啡葉片，進行有效的研發產品提升多樣化生產。

後製處理完成，乾燥的咖啡帶殼生豆，經過去殼篩選後可成為綠生豆進行販售，烘焙完成的咖啡豆以烘焙豆和掛耳濾泡式的方式進行產品包裝(圖 3-33)。此次也嘗試運用林下栽培模式生產的天然香料種類，香夾蘭果莢進行後發酵乾燥與研磨在和咖啡粉進行等比例混和沖氣掛耳式咖啡模式進行包裝，研發風味咖啡品項產品(圖 3-34)。



圖 3-32 水保咖啡果葉茶



圖 3-33 水保掛耳濾泡式咖啡



圖 3-34 香夾蘭果莢和咖啡粉進行等比例混和沖氣掛耳濾泡式咖啡

(五) 水保香草咖啡的調製與品鑑競賽

為達到理想風味，針對各種配方、萃取方式及咖啡豆類型，記錄並評估試飲結果，並邀請試飲者反饋，以改良出最佳配方。最後選擇使用柔和酸度的黃波旁(品種)中度烘焙的咖啡豆，並根據濾掛式咖啡粉的需求選擇較為細緻的咖啡研磨度，與低溫發酵的香草莢粉末一同沖泡熱水，這些咖啡豆的風味能與香草達成平衡。香草與咖啡的比例為 5:1-10:1，依據這些方法產生出醇厚的咖啡風味效果，並且可以根據個人愛好適量添加牛奶以提升香氣和層次。在包裝上，強調香草咖啡的風味特色，並以香草產地故事和永續種植的理念吸引消費者。

此外，為滿足多樣需求，可以嘗試添加肉桂或豆蔻等香料，或根

據季節推出限定風味，像冬季熱香草拿鐵和夏季冰香草冷萃等，這些創新策略不僅能增強產品多樣性，還能帶來層次豐富的風味體驗，吸引喜愛香草咖啡的消費者。

為使本研究之水保香草咖啡產品具備咖啡市場競爭能力，因此今年度參與國際茶咖啡品鑑大會(International sensory evaluation of tea and coffee, ITCE)參與競賽。ITCE 是獨立的茶與咖啡品鑑認證大會，競賽過程透過感官分析授予優質產品獎章，藉以表彰精心製作之高品質茶與咖啡，並且獲獎產品具備優良的感官品質，與愉悅的品飲經驗，其獎項分別為『金質黑金獎章』：由品鑑團評選出感官品質為各類前 15% 群組且達最高標準之金質產品。『優選白金獎章』：由品鑑團評選出感官品質優良且為各類前 30% 群組之優選產品。『年度推薦獎章』：由品鑑團評選出品飲經驗優良且為各類型前 40% 值得推薦之產品。本計畫成果經競賽評比，榮獲咖啡推薦獎章(圖 3-35)。明年度將送件參與國際風味評鑑機構(International Taste Institute)舉辦之國際競賽。

(六) 香草咖啡產品問卷調查

目前香草咖啡已在本校員工消費合作社上架販售，考量未來產品銷量，將提供相關問卷調查予消費者反饋，藉由分析購買香草咖啡產品的消費者組成類別，作為改善商品的參考內容，問卷調查詳如附錄四。



圖 3-35 2024 年度咖啡推薦獎章

四、國際交流與行銷策略的研擬

透過「里山倡議」和「聯合國永續發展目標（SDGs）」的理念，結合社區參與、故事行銷、永續認證等策略，在國際市場中建立具吸引力的品牌形象，促進國際交流和推廣。以下是一些具體策略：

1. 永續農業實踐和生態保護

實踐里山倡議的生態管理模式：在咖啡種植園中應用類似里山的生態農業方法，鼓勵咖啡農使用傳統農法和自然管理技術，減少化學農藥與化肥的使用，保護土壤和水資源的健康。同時，也可創造有助於當地生態的多樣化種植環境，提升自然共生性，保護當地的動植物

棲息地。其符合 SDGs 第 11 項（建設可持續城市）和第 15 項（保護陸地生態系統）的目標。透過減少污染和保護自然資源，使咖啡生產達成 SDGs 的目標，並將這些永續實踐融入品牌形象，提升消費者的認同感，尤其在注重環保的國際市場中更具競爭力。

2. 增進社區參與和經濟效益

依據里山倡議的精神，鼓勵當地小農直接參與咖啡生產過程，如種植、收割和加工，並確保公平的經濟回報。如此，咖啡的生產不僅能提高社區的經濟收益，還能提升當地居民的技能和生活水平，其符合 SDGs 第 8 項（體面工作與經濟增長）和第 10 項（減少不平等）的目標 (Y. Takahashi et al., 2021)。為了進一步保障當地小農的利益，可以申請公平貿易和有機農產品等國際認證，向全球市場傳達產品的社會和環保價值。這樣的認證能夠提升消費者的信任感和支持度，也能更順利地進入國際市場。

3. 文化故事和品牌塑造

在行銷策略中強調「咖啡產地的故事」與「自然共生的理念」，將當地的文化特色、傳統農業技術以及咖啡種植過程中注重生態保護的價值融入產品敘事，形成獨特的品牌形象。例如，通過視覺和文字的呈現，展示生產過程中的人與自然和諧共處的畫面。並且推動「生

態咖啡觀光」，邀請國際消費者參觀咖啡產地，讓他們體驗咖啡的生產流程並親身感受在地文化。這不僅能加深消費者對品牌的認同，也能促進國際間的文化交流。

4. 數位行銷與永續認證

在行銷策略中積極運用社交媒體和內容行銷，推廣品牌的永續發展理念。例如，發布關於永續農業、里山倡議、社區故事的短片、文章期刊和報導，以視覺化的方式向全球消費者展示品牌的價值觀。同時透過產品包裝或品牌網站標示對於永續發展的承諾和所達成的 SDGs 目標，如展示減少碳排放的數據、保護生態的具體行動，吸引注重環保的消費者群體。

5. 國際合作與推廣

參加如國際咖啡博覽會、綠色產品展覽會等活動，主動向國際市場展示品牌的永續生產模式和社會影響力。透過這類活動，與其他具有永續目標的品牌、組織或政府單位交流合作，共同推廣品牌在環保和社會責任上的努力，以提高品牌在國際上的聲譽，從而獲得更多專業資源支持，其符合 SDGs 第 17 項（建立多元夥伴的關係）的目標。

6.國際技術交流在智慧農業中的策略重要性

(1)促進技術創新與發展

智慧農業依賴於各種先進技術，包括物聯網、人工智慧、大數據分析和機器學習等。通過國際技術交流，不同國家的產學研機構可以分享最新的技術成果和創新理念，促進智慧農業技術的快速發展和應用。

(2)提升全球糧食安全

智慧農業技術可以提高農作物的產量和質量，減少資源浪費，從而提升糧食安全。在全球糧食需求不斷增長的背景下，國際技術交流能夠幫助不同國家採取更加高效和可持續的農業生產方式，應對糧食供應挑戰。

(3)解決環境問題

智慧農業技術有助於降低農業生產對環境的影響，如減少化肥和農藥的使用，優化水資源管理，並且有效監控農地水保的環境等。通過國際技術交流，各國可以學習和借鑒成功的智慧農業、農地水保與環境保護技術和經驗，共同應對氣候變化和環境污染等全球性問題。

(4)增強農業競爭力

智慧農業技術的應用可以提高農業生產效率，降低生產成本，從而增強農產品在國際市場上的競爭力。國際技術交流能夠促進技術轉移和合作，幫助發展中國家提升農業技術水平，參與全球農業市場競爭。

(5)推動可持續農業發展

智慧農業技術強調資源的高效利用和生態環境的保護。透過國際技術交流，各國可以分享和推廣可持續農業的最佳實踐和技術，推動全球農業向更加綠色和可持續的方向發展。

如上所述，國際技術交流在智慧農業中的策略重要性不僅體現在技術創新和提升糧食安全等方面，更在於促進全球範圍內的可持續農業發

展，為應對未來的農業挑戰提供解決方案。

此外，臺灣在智慧農業技術與農地水保技術方面具有顯著的貢獻，在推動永續農業發展上更具備重要作用。例如，

智慧農業技術的貢獻

提高生產效率：透過物聯網（IoT）、大數據分析和人工智慧（AI）技術，智慧農業能夠精確監測作物生長環境，實時調整灌溉、施肥和病蟲害管理，從而顯著提高農業生產效率。

資源管理優化：智慧農業技術能夠精確控制水、肥料和農藥的使用量，減少資源浪費，降低環境污染，同時提高資源的利用率，實現可持續的農業生產。

改善作物品質：通過精細化管理和科學決策，智慧農業技術有助於提高作物的品質和產量，滿足市場需求，增加農民收入。

農地水保技術的貢獻

防止水土流失：臺灣的農地水保技術，如階梯式種植、護坡和植被恢復等，有效防止水土流失，保護農地，維護生態平衡。

提升灌溉效率：先進的灌溉技術和水資源管理系統能夠提高灌溉效率，確保農作物獲得足夠的水分，同時避免水資源的過度利用和浪費。

減少環境影響：農地水保技術有助於控制農業面源污染，減少農藥和化肥對水體的污染，保護水質和周圍生態環境。

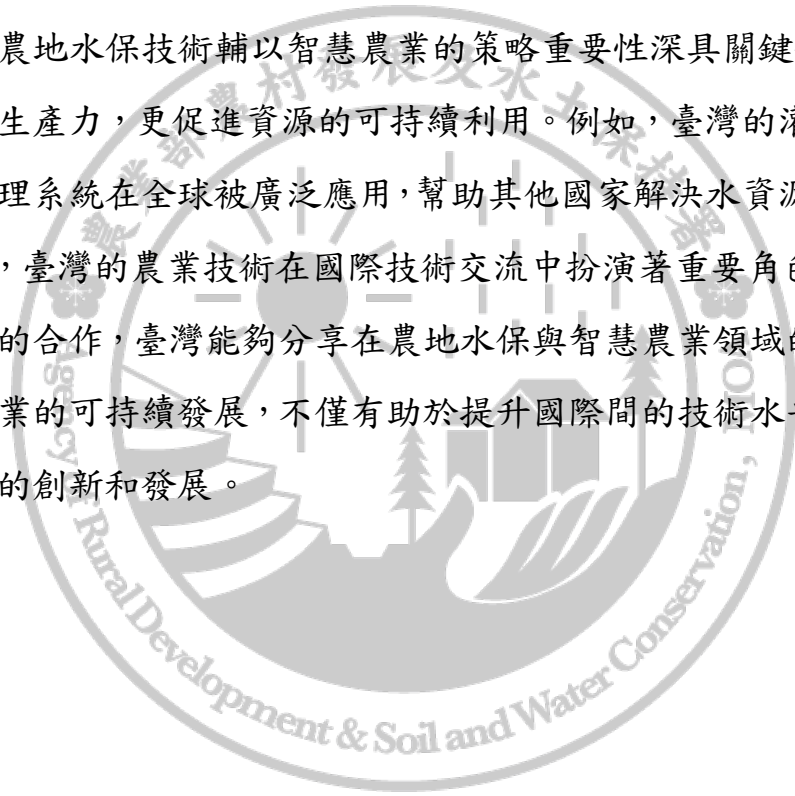
綜合貢獻

促進永續發展：臺灣智慧農業和農地水保技術結合，既提高農業生產力，又保護自然資源，實現經濟效益與環境效益的雙贏，推動永續農業的發展。

技術輸出與國際交流：臺灣的先進技術不僅服務於本地農業，還通過國際技術交流向其他國家輸出，將有助於全球農業與水保技術的進步。

臺灣的智慧農業技術與農地水保技術在推動永續農業發展上具有關鍵作用，亦將為全球農業的未來發展提供寶貴的經驗和範例

臺灣農地水保技術輔以智慧農業的策略重要性深具關鍵作用。不僅提升農業生產力，更促進資源的可持續利用。例如，臺灣的灌溉技術和水資源管理系統在全球被廣泛應用，幫助其他國家解決水資源短缺的問題。此外，臺灣的農業技術在國際技術交流中扮演著重要角色。通過與其他國家的合作，臺灣能夠分享在農地水保與智慧農業領域的成就，推動全球農業的可持續發展，不僅有助於提升國際間的技術水平，也促進農業技術的創新和發展。



第四章 結論及建議

第一節 結論

本研究欲建立水土保持條件下之林下坡地咖啡栽培管理方式與智慧灌溉模組，以及深具咖啡栽培、加工生產、智慧灌溉、展示觀摩空間與推廣教室之水土保持管理示範區，建立在水土保持條件下兼顧經濟生產與生態多樣平衡之實務可行性參考案例。此外，同時可評估不同管理方式對邊坡水土保持、土壤碳匯及減排之效益，不僅符合國家十年內之淨零排放政策，同時兼具聯合國之永續發展目標(SDGs)。在林下坡地咖啡栽培管理方式中，將建立咖啡的栽培管理模組，並從1.水土保持區林下咖啡栽培環境規劃與建立；2.水土保持區咖啡智慧灌溉之建立，以及3. 咖啡行銷策略之擬定，三個方向進行計畫執行。

在水土保持區林下咖啡栽培環境規劃與建立中，目前已規劃整體場域的二分之一進行種植，栽培面積約三千平方公尺，並已植入七百五十株咖啡，配合坡地已有的芒果成樹約有一百二十棵作為林蔭式栽培。而在水土保持區咖啡智慧灌溉之建立中，現已完成平台滴灌管鋪設，以及進行供水測試。此外，更將相關感測器進行裝設及測試。此外，在咖啡行銷策略之擬定中，為推動咖啡永續栽培的模式，本研究提出多元行銷計畫及成品以促進水土保持坡地的經濟利用，增加高經濟價值的林下作物的產出。目前共完成水保香草咖啡掛耳濾泡式咖啡

的研製，以及包裝設計的打樣。未來更將進行咖啡果葉茶的研製。

第二節 建議

本研究欲建立水土保持條件下之林下坡地咖啡栽培管理方式與智慧灌溉模組，以及深具咖啡栽培、加工生產、智慧灌溉、展示觀摩空間與推廣教室之水土保持管理示範區，以建立在水土保持條件下兼顧經濟生產與生態多樣平衡之實務可行性參考案例。目前，咖啡植株已配置於示範園區之中，並且智慧滴灌系統業已建置完成，未來在中長期建議上，待相關滴灌管理模式修正並確立後，除評估水分涵養、水土保持效能，以及經濟收益之外，亦將評估林下坡地咖啡栽培智慧灌溉管理方式進行土壤碳匯及減排之效益，以期有效達到「減量」、「增匯」、「循環」、「綠趨勢」的農業淨零排放目標。使水土保持條件下之林下坡地得以提升經濟生產、生態多樣平衡，以及土壤碳增匯之實務可行性。

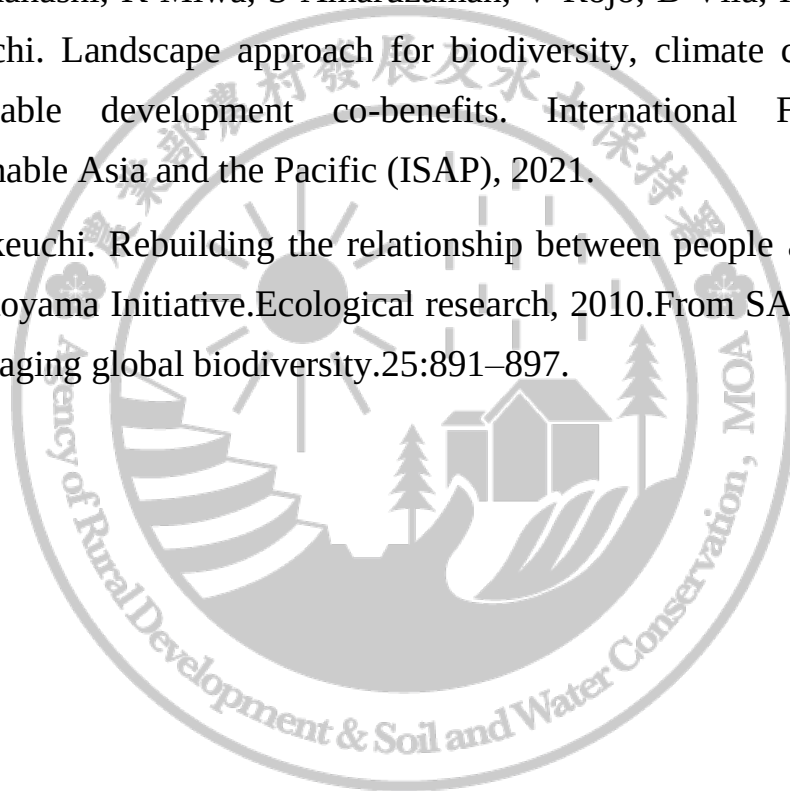
第三節 參考文獻

1. 王沛丰（2019），坡地果園農地水土保持規劃設計-以屏東科技大學水土保持示範區為例，〔未出版之碩士論文〕，國立屏東科技大學，12-13。
2. 王培蓉（2017），氣候變遷的混農林調適策略-林蔭咖啡與山村林業的思考，林下經濟，52，7-16。
3. 王培蓉（2017），氣候變遷的混農林調適策略-林蔭咖啡與山村林業的思考，農業生技產業季刊，52，6-16。
4. 古明萱（2016），農藝學-第二章作物的分類與品種，〔大學創意教學教材數位化〕，國立屏東科技大學。
<http://cec.npust.edu.tw/e-learning/agronomy/>
5. 行政院農業委員會水土保持局（2016），國內外水土保持技術與研究發展趨勢（SWCB-106-028），121-127。
6. 行政院農業委員會水土保持局（2017），水土保持手冊（SWCB-106-096），農-1-1-農-3-18。
7. 行政院農業委員會水土保持局（2023），咖啡樹包圍的森林系營場，水土保持，41，14-15。

8. 行政院農業委員會水土保持局（2023 年 6 月 29 日），**百勝村咖啡莊園**，行政院農業委員會水土保持局 南投分局。https://nantou.ardswc.gov.tw/Topic/show_detail?id=ad7e56615b3e42c49a23858f3df418f0
9. 巫建成、林佑儒、柳婉郁（2020），林下經濟作物之成本效益評估，**林業研究季刊**，42(2)，105-118。
10. 國家林業和草原局（2021），全國林下經濟發展指南（2021—2030 年），11-17。
11. 張宇欣（2023 年 2 月 14 日），**里山在台灣**，台灣循環經濟與創新轉型協會。<https://www.ceita.org.tw/%E9%87%8C%E5%B1%B1%E5%9C%A8%E5%8F%B0%E7%81%A3/>
12. 陳芬蕙（2022），臺灣林下經濟的起源與推動，**林業研究專訊**，29(1)，23-27。
13. 陳芬蕙、何政坤（2018），除了木材，其他永續經營的林產物，**林業研究專訊**，25(1)，17-21。
14. 陳芬蕙、汪澤宏、劉則言（2022），咖啡適合做為林下經濟開放品項嗎？從病蟲害角度來探討，**林業研究專訊**，29(3)，74-79。
15. 陳美惠（2020 年 8 月 27 日），**何謂林下經濟**，臺灣農業故事館。https://theme.moa.gov.tw/theme_list.php?theme=storyboard&id=443

- 16.陳財輝（2011），混農林業的發展—兼談日本經驗，**林業研究專訊**，**18**(3)，7-13。
- 17.楊雲舒、周洋（2024），生產建設項目水土流失防治策略分析，**水利科學與技術**，**7**(9)，28-30。
- 18.農業部林業試驗所（2021 年 12 月 23 日），美國的混農林業，農業主題館。<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=38706>
- 19.農業部茶及飲料作物改良場（2023 年 8 月 1 日），茶園水土保持。<https://www.tbrs.gov.tw/ws.php?id=5170>
- 20.廖靜蕙（2016 年 11 月 2 日），保證不受開發滋擾 日本「里山 500 選」替子孫存下自然資本，環境資訊中心。<https://e-info.org.tw/node/200889>
- 21.鄭伊娟（2016），原鄉實踐里山倡議精神之初探，**農政與農情**，**290**。<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=2505424>
- 22.韓懷宗（2015），**台灣咖啡萬歲：令咖啡大師著迷的台灣 8 大產區和 54 個優質莊園**，寫樂文化。
- 23.日本環境省自然環境局自然環境計畫課(2019 年 3 月 28 日)，「つなげよう、支えよう森里川海」プロジェクトについて，森里川海官方網站。https://www.env.go.jp/nature/morisato_kawaumi/project.html

- 24.鈴木尚登（2016），農業農村の風水害・土砂災害と保全対策，**學術の動向**，**21**(11)，82。
- 25.BE Berglund, J Kitagawa, P Lagerås, K Nakamura, N Sasaki, Y Yasuda Ambio. Traditional farming landscapes for sustainable living in Scandinavia and Japan: Global revival through the Satoyama Initiative. 2014, AMBIO, 43:559–578
- 26.L Carlsen, R Bruggemann .The 17 United Nations’ sustainable development goals: a status by 2020. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2022., 29:219-229.
- 27.Y. Takahashi, K Miwa, S Amaruzaman, V Rojo, B Vilá, H Gupta, K Takeuchi. Landscape approach for biodiversity, climate change and sustainable development co-benefits. International Forum for Sustainable Asia and the Pacific (ISAP), 2021.
- 28.K. Takeuchi. Rebuilding the relationship between people and nature: the Satoyama Initiative.Ecological research, 2010.From SATOYAMA to managing global biodiversity.25:891–897.





附錄

附錄一、期中、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	期中審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	審查委員：尹孝元 	1.感謝委員提點！報告書中已於第一章增列增列相關國內外相關資料，以強調本計畫之研究成果對於國內及國外水土保持領域之重要性。 2.感謝委員提點！報告書中已於第一章增列增列相關國內外相關資料，以識別本計畫之研究成果對於國內及國外水土保持領域之合作機會。 3.感謝委員提點！報告書中已於第一章增列增列相關國內外相關實際案例說明資料，以期本計畫之研究成果對於國內及國外水土保持領域之說服力。 4.感謝委員提點！本研究針對長期影響評估的部分，除利用第一章節的文獻回顧及國內外實際案例分析之外，期待利用逐年之研究成果滾動式修正適合之執行方式，使臺灣在全球農地水土保持

項次	期中審查意見	回覆辦理情形
		及農村發展領域中，佔據更為重要的領導地位。
二	審查委員：羅偉誠 	1.感謝委員提點!英文摘要部分業已修正。 2.感謝委員提點，並協助規劃未來發展重點。本研究之第一年係以建構基本設備及咖啡園區為主，並發展相關咖啡產品，以進行此一農村水土保持發展形式的初探，目前以初步將收集之感測器資料予以視覺化。未來的計畫中，將會以收集到之感測器的資料，搭配咖啡植株的栽培歷程以及生育時期，發展兼顧水土保持，並提升咖啡植之智慧農業管理模式。 3.感謝委員提點！誠如上述所提，未來計畫終將著重在IoT 資訊，與專業領域知識的結合，發展兼顧水土保持，並提升咖啡植之智慧農業管理模式。 4.感謝委員提點！該圖業已修正。 5.感謝委員提點！圖序均已修正，並依執行成果增列圖片。 6.感謝委員的肯定！

項次	期中審查意見	回覆辦理情形
三	審查委員：林奕嘉 	1.感謝委員提點！本計畫研究報告之第一章節，先行增列相關文獻回顧及國內外相關案例探討。未來將持續依據研究成果，對應各國之需求，進行相關建議。 2.感謝委員提點！本研究之第一年係以建構基本設備及咖啡園區為主，並發展相關咖啡產品，以進行此一農村水土保持發展形式的初探，並著手相關技術手冊之研擬。未來將未來將持續依據研究成果，對應各情境之需求，進行相關建議。 3.感謝委員提點！相關里山倡議業已於第一章中進行敘述，未來將未來將持續依據研究成果，對應各項國際指標，進行相關建議。

農業部農村發展及水土保持署
113 年度創新研究計畫期中審查意見表

壹、計畫名稱：整合國際水土保持示範區及智慧農業生產行銷之研究
貳、審查委員(請簽名)： 尹孝元
參、審查意見(請勾選)：
☐ 無異議通過 ☒ 通過，審查意見如下： ☐ 不予通過，審查意見如下：
1. 建議報告書增設一個章節，清楚闡述國際技術交流在智慧農業領域中的策略性重要性。應著重台灣農業技術的價值，並強調這些技術如何在全球推動永續農業發展上作出貢獻，尤其針對有水土保持問題的國家，這些技術將具有更顯著的作用。
2. 建議報告書補充更多有關台灣農地水土保持技術與其他國家之間的比較分析。這樣的比較不僅能突出台灣的技術優勢，還可以幫助識別未來可能的合作機會，尤其是在國際水土保持推動上的技術貢獻。
3. 在報告中加入更多實際案例研究，例如其他作物或國內外的成功案例，將使報告更具說服力。
4. 建議加入一個長期影響評估章節，分析農地水土保持及智慧農業技術對我國與國際農業的正向影響，並且探討這些技術如何在不同國家擴展。另請進一步描述如何透過技術交流，使台灣在全球農地水土保持及農村發展領域中占據更重要的領導地位。

農業部農村發展及水土保持署
113 年度創新研究計畫期中審查意見表

壹、計畫名稱：	整合國際水土保持示範區及智慧農業生產行銷之研究
貳、審查委員(請簽名)：	羅偉誠
參、審查意見(請勾選)：	
☐ 無異議通過	☒ 通過，審查意見如下：
1. 英摘部份有不少英文文法 typo，建議修正。 2. 本計畫的 core value 是智慧農業，在 sensor 部分目前只是有 collect 溫溼度，然作物(或咖啡)的生長對土壤的含水量有不同的需求，且土壤的含水量亦決定灌溉的水量及方式(如滴灌、管灌、淹灌等)。目前計畫並未 collect 此物理參數，建議未來可建置並數據化。 3. 除落實智慧農業，除了 data 之外，應透過智慧的 domain knowledge 分析各個收集的 data，再決定環境因子在不同的條件的灌溉條件，目前計畫僅在 data 的階段，未來如何轉譯成 information 和 knowledge 進而達 wisdom，應可以再強化。 4. 圖 3-1 的甘特圖，一般會標列工項進度達成的百分比。 5. 文中的圖形編號和圖形的編號很多不一致，如 P3-6，圖十二應為圖 3-12。 6. 肯定計畫之執行。	

農業部農村發展及水土保持署
113 年度創新研究計畫期中審查意見表

壹、計畫名稱：整合國際水土保持示範區及智慧農業生產行銷之研究
貳、審查委員(請簽名)：林奕嘉
參、審查意見(請勾選)：
☐ 無異議通過 ☒ 通過，審查意見如下： ☐ 不予通過，審查意見如下：
1. 報告書中應強調智慧農業生產行銷運用屏科大國際水土保持示範區推廣我國國際交流相關內容，其中建議包含相關技術適用之對象國家，以及各國現行農業技術的進展，以利農村水保署評估未來農地水土保持國際交流推展策略。
2. 承上，本計畫以咖啡為範例進行實作，並已於報告書中詳述咖啡種植、工作步驟以及結論與建議，未來應於報告書各項內容納入智慧農業生產行銷成果後續應用於國際交流之相關內容，並提出具體規劃及建議。
3. 本報告摘要中提及計畫內容可符合「里山倡議」以及「聯合國永續發展指標」，但於後續報告內容中未提及本計畫分別對應上述國際指標之項目為何，建議進一步細化，具體說明本計畫如何對應各項國際指標，並可通過具體的例子（如農地水土保持的具體措施）來說明此計畫在與世界農業及水土保持接軌之可行性。

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	可加入咖啡商品化評估的描述。	商品化（英語：Commodification；德語：Kommodifizierung）專指原本不屬於買賣流通和通過貨幣實行交換的事物，在市場經濟條件下已經轉化或變異為可以進行買賣和貨幣等價交換。 從學理上的探討或由實務上的經驗法則下手，其對於「產品商品化可行性」的評估結論與實際導入市場後是否成功的結果驗證，長久以來並沒有一套絕對準確的「商品化可行性」評估方法。 根據台灣大學，新能源研究中心，資深研究員，葉忠福先生所推出商品化評估模式，進行套用到本年

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		度計畫執行的咖啡商品化評估模式： 1. 「內外因子評估法」評估操作方法 商品化價值評估的意義，對於產品發行者而言，要點在確保產品「能賺錢」，所以商品化價值評估需特別用心理及理性，評估分數對產品至少要有八十六分以上才值得開發，要盡量降低商品化失敗風險。 a. 內部因子-內在環境評估： 一、咖啡產品自主研發技術或技術支援取得的把握度。 二、咖啡產品自主研發經費負擔能力(含國內外參賽申請費負擔能力)。 三、咖啡產品生產技術智

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		財權的取得與可保護之強度。 四、咖啡產品技術研發之時效性，是否耗時太久。 b. 外部因子-外在環境評估： 一、本產品與市售商品的製造技術創新差異程度。 二、本產品與市售商品的飲用嗜好風味表現程度。 三、本產品與市售商品的方便性改善程度。 四、本產品對消費者習慣之接受度暨市場需求性。 五、本產品與市售商品的生產製造成本比較。 六、本產品商品的市場銷售通路建立之難易度。 基本上本年度所生產的咖啡產品，經過評估內外因子的影響下，結果應當證明：

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		本產品符合市場需求，商品化條件強，值得進行商品化，並不會有評估面向條件較弱應補強，以降低商品化風險因數，或是多個商品化條件評估明顯不足，失敗風險率高，不建議進行商品化。 在商品化的過程中，又會因各國客觀環境不同及各變因項目間，甚至是執行者個人的能力辦事效率問題等，都會產生大小程度不一的交互影響。所以，要能準確評估商品化是否一定能成功，實在是一件不容易的事。 又如商管科技季刊中對於養生茶商品化評選準則也有參考的指標可以運用在本年度的咖啡產品商品化評估，咖啡產品商品化彙

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		整表(附錄四)
二	建議可分析購買香草咖啡產品的消費者組成以作為改善商品的參考。 產品行銷方面或可加入相關問卷調查。	附錄五
三	未來大規模推廣上可能需考慮農民在自動化耕作上的成本。	1.硬體成本:購買和維護自動化設備,如感測器和監控系統等。 2.軟體成本:定期更新與軟體維護。 3.能源成本:自動化驅動的電力成本 4.人力成本:專業人員操作與自動化系統維護。 5.訓練成本:農民接受訓練,以便能夠有效地操作和管理自動化設備和系統。 6.維護和保養成本:自動化設備需要定期維護和保養,確保正常運行

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
四	建議加入更多實際案例的研究(如其他作物或國內外成功案例)以使報告更具說服力。	林下經濟是指在森林下種植和管理各種作物的農業模式。這種農業模式在世界各地都有應用，包括以下幾個國家： 臺灣：在臺灣，林下經濟主要包括種植茶葉、香蕉和其他水果。 日本：日本的林下經濟以種植茶葉和各種水果為主。 印度：印度的林下經濟包括種植茶葉、咖啡和香蕉等。 越南：越南的林下經濟以種植咖啡和茶葉為主。 泰國：泰國的林下經濟包括種植咖啡、茶葉和各種水果。 不僅能夠提供可持續的收入來源，還能夠保護和改善森林生態系統。

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
五	建議報告書新增闡述國際技術交流在智慧農業中的策略重要性，著重臺灣農業技術、農地水保技術的價值並強調其在推動永續農業發展上的貢獻，對其他國家在研究水保技術上也能發揮作用。	國際技術交流在智慧農業中的策略重要性主要為 1. 促進技術創新與發展 智慧農業依賴於各種先進技術，包括物聯網、人工智慧、大數據分析和機器學習等。通過國際技術交流，不同國家的產學研機構可以分享最新的技術成果和創新理念，促進智慧農業技術的快速發展和應用。
六	建議加入長期影響評估分析，探討農地水保與智慧農業技術對我國與國際農業的正向影響，並描述如何透過技術交流使臺灣在全球農地水保及農村發展領域佔據更重要的地位。	2. 提升全球糧食安全 智慧農業技術可以提高農作物的產量和質量，減少資源浪費，從而提升糧食安全。在全球糧食需求不斷增長的背景下，國際技術交流能夠幫助不同國家採取更加高效和可持續的農業生產方式，應對糧食

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		供應挑戰。 3. 解決環境問題 智慧農業技術有助於降低農業生產對環境的影響，如減少化肥和農藥的使用，優化水資源管理，並且有效監控農地水保的環境等。通過國際技術交流，各國可以學習和借鑒成功的智慧農業、農地水保與環境保護技術和經驗，共同應對氣候變化和環境污染等全球性問題。 4. 增強農業競爭力 智慧農業技術的應用可以提高農業生產效率，降低生產成本，從而增強農產品在國際市場上的競爭力。國際技術交流能夠促進技術轉移和合作，幫助發展中國家提升農業技術水平，參與全球農業市場

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		競爭。 5. 推動可持續農業發展 智慧農業技術強調資源的高效利用和生態環境的保護。透過國際技術交流，各國可以分享和推廣可持續農業的最佳實踐和技術，推動全球農業向更加綠色和可持續的方向發展。 如上所述，國際技術交流在智慧農業中的策略重要性不僅體現在技術創新和提升糧食安全等方面，更在於促進全球範圍內的可持續農業發展，為應對未來的農業挑戰提供解決方案。 此外，臺灣在智慧農業技術與農地水保技術方面具有顯著的貢獻，在推動永續農業發展上更具備

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		重要作用。例如， 智慧農業技術的貢獻 提高生產效率：透過物聯網（IoT）、大數據分析和人工智慧（AI）技術，智慧農業能夠精確監測作物生長環境，實時調整灌溉、施肥和病蟲害管理，從而顯著提高農業生產效率。 資源管理優化：智慧農業技術能夠精確控制水、肥料和農藥的使用量，減少資源浪費，降低環境污染，同時提高資源的利用率，實現可持續的農業生產。 改善作物品質：通過精細化管理和科學決策，智慧農業技術有助於提高作物的品質和產量，滿足市場需求，增加農民收入。

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		農地水保技術的貢獻 防止水土流失：臺灣的農地水保技術，如階梯式種植、護坡和植被恢復等，有效防止水土流失，保護農地，維護生態平衡。 提升灌溉效率：先進的灌溉技術和水資源管理系統能夠提高灌溉效率，確保農作物獲得足夠的水分，同時避免水資源的過度利用和浪費。 減少環境影響：農地水保技術有助於控制農業面源污染，減少農藥和化肥對水體的污染，保護水質和周圍生態環境。 綜合貢獻 促進永續發展：臺灣智慧農業和農地水保技術結合，既提高農業生產力，又保護自然資源，實

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		現經濟效益與環境效益的雙贏，推動永續農業的發展。 技術輸出與國際交流：臺灣的先進技術不僅服務於本地農業，還通過國際技術交流向其他國家輸出，將有助於全球農業與水保技術的進步。 臺灣的智慧農業技術與農地水保技術在推動永續農業發展上具有關鍵作用，亦將為全球農業的未來發展提供寶貴的經驗和範例 臺灣農地水保技術輔以智慧農業的策略重要性深具關鍵作用。不僅提升農業生產力，更促進資源的可持續利用。例如，臺灣的灌溉技術和水資源管理系統在全球被廣泛應

項次	期末審查意見	回覆辦理情形
		用，幫助其他國家解決水資源短缺的問題。此外，臺灣的農業技術在國際技術交流中扮演著重要角色。通過與其他國家的合作，臺灣能夠分享在農地水保與智慧農業領域的成就，推動全球農業的可持續發展，不僅有助於提升國際間的技術水平，也促進農業技術的創新和發展。



113 年度創新研究計畫期末成效評核表(A 場次發文版)

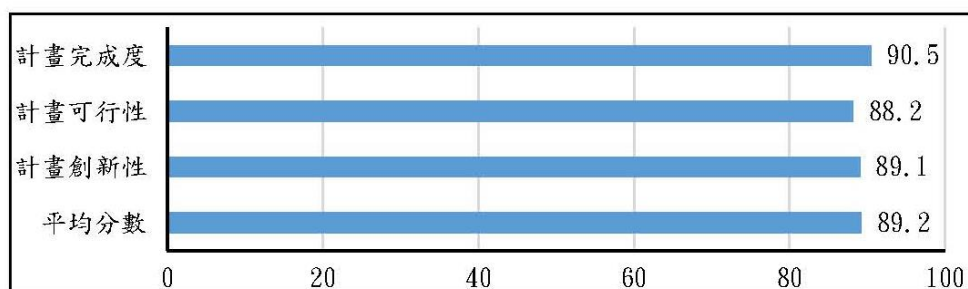
一、計畫編號：113 保發-5.1-保-01-06-001 (1)

二、計畫名稱：整合國際水土保持示範區及智慧農業生產行銷之研究

三、計畫執行機關：屏東科技大學

四、計畫主持人：李明熹教授

五、期末聯合審查評核問卷統計



六、審查意見：

1. 可加入咖啡商品化評估的敘述。
2. 建議可分析購買香草咖啡產品的消費者組成以作為改善商品的參考。產品行銷方面或可加入相關問卷調查。
3. 未來大規模推廣上可能需考慮農民在自動化耕作上的成本。
4. 建議加入更多實際案例的研究(如其他作物或國內外成功案例)以使報告更具說服力。
5. 建議報告書新增闡述國際技術交流在智慧農業中的策略重要性，著重臺灣農業技術、農地水保技術的價值並強調其在推動永續農業發展上的貢獻，對其他國家在研究水保技術上也能發揮作用。
6. 建議加入長期影響評估分析，探討農地水保與智慧農業技術對我國與國際農業的正向影響，並描述如何透過技術交流使臺灣在全球農地水保及農村發展領域占據更重要的地位。

七、計畫主辦單位期末評核結果

請勾選	☒ 通過，相關建議如上項說明
	☐ 修正後通過，修正事項如上項建議 說明：_____
	☐ 不予通過，辦理 ☐ 複審或 ☐ 計畫終止 說明：_____

評核日期：113 年 12 月 13 日

附錄二、香草咖啡檢驗資料

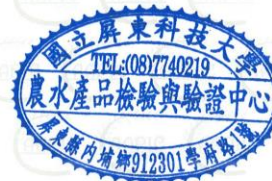


國立屏東科技大學 農水產品檢驗與驗證中心

National Pingtung University of Science and Technology

Center for Agricultural and Aquacultural Product Inspection and Certification

91201屏東縣內埔鄉學府路1號 Tel: 08-7740219 Fax: 08-7740218 E-mail: caapic_adm@mail.npust.edu.tw http://www.caapic.npust.edu.tw



檢驗結果報告

委託單位：國立屏東科技大學生物科技系BT405
地址：912301 屏東縣內埔鄉學府路1號
聯絡人：周映孜
聯絡電話：(08)7703202#6365
報告編號：2404180003
產品名稱：香草咖啡
製造日期：113.4.18
有效日期：113.10.18
製造廠商／國內負責廠商名稱：-

收件日期：4/18/2024
檢驗日期：4/18/2024
報告發行日期：4/26/2024
批號：-
包裝：散裝
數量：1袋208公克
樣品保存方式：室溫

檢驗項目	檢驗結果	單位	定量/偵測極限 (單位)	檢驗範圍 (單位)	是否經 認證
熱量 Calories	438	kcal/100 g	—	—	
粗蛋白質 Crude Protein	14.1	g/100 g	0.1 g/100 g	0.1~92 g/100 g	*
粗脂肪 Crude fat	13.5	g/100 g	0.1 g/100 g	0.1~95 g/100 g	*
飽和脂肪酸 Saturated fatty acids	4.29	g/100 g	0.04 g/100 g	—	
反式脂肪酸 trans fat	未檢出	—	0.05 g/100 g	—	
碳水化合物 Carbohydrate	65.0	g/100 g	—	—	
鈉 Sodium	3	mg/100 g	2.0 mg/100 g	2.0~20000 mg/100 g	*
水分 Water Content	3.3	g/100 g	0.1 g/100 g	0.1~99 g/100 g	*
粗灰分 Ash	4.1	g/100 g	0.1 g/100 g	0.1~60 g/100 g	*
總糖 Total sugar	1.8	g/100 g	—	—	
葡萄糖 Glucose	0.36	g/100 g	0.20 g/100 g	—	

報告簽署人

報告簽署人 余旭勝

校核

張幸蓉

第 1 頁 共 4 頁



國立屏東科技大學 農水產品檢驗與驗證中心

National Pingtung University of Science and Technology

Center for Agricultural and Aquacultural Product Inspection and Certification

91201屏東縣內埔鄉學府路1號 Tel: 08-7740219 Fax: 08-7740218 E-mail: caapic_adm@mail.npust.edu.tw http://www.caapic.npust.edu.tw



檢驗結果報告

委託單位：國立屏東科技大學生物科技系BT405

地址：912301 屏東縣內埔鄉學府路1號

聯絡人：周映孜

聯絡電話：(08)7703202#6365

報告編號：2404180003

產品名稱：香草咖啡

製造日期：113.4.18

有效日期：113.10.18

製造廠商／國內負責廠商名稱：-

收件日期：4/18/2024

檢驗日期：4/18/2024

報告發行日期：4/26/2024

批號：-

包裝：散裝

數量：1袋208公克

樣品保存方式：室溫

果糖 Fructose	未檢出	-	0.20 g/100 g	-
蔗糖 Sucrose	0.72	g/100 g	0.20 g/100 g	-
乳糖 Lactose	未檢出	-	0.20 g/100 g	-
麥芽糖 Maltose	0.77	g/100 g	0.20 g/100 g	-

----以下空白----

備註：

1. 本報告共4頁，分離使用無效。
2. 本報告之產品名稱、製造日期、有效日期、製造廠商／國內負責廠商名稱、批號、樣品保存方式及其他送檢樣品之資訊皆為委託單位提供。
3. 本報告所列係由委託者自行取樣送驗，本校農水產品檢驗與驗證中心之檢驗結果，僅對該送驗樣品負責。若申請單位擬將報告做為商業推銷廣告之用，須經本校同意。如未經本校書面同意以本校名義使用檢驗報告者，廠商除需自負法律責任外，對本校之損害應負損害賠償責任。
4. 委託者接獲本檢驗結果報告後，可於一週內查詢或請求複驗（須酌收費用），如無申請複驗，三個月後，所留樣品本中心將予以廢棄。
5. 非經本中心書面同意，本檢驗結果報告不得摘錄複製；正式報告需經各承辦人員簽章及加蓋本中心印信後方屬有效。
6. 檢驗項目有標*者，指該檢驗項目經TAF(財團法人全國認證基金會)認證，且依認證之檢驗方法執行檢驗。
7. 分析項目之結果小於定量極限，則出具未檢出。
8. 檢驗報告僅就委託者之委託事項提供檢驗結果，不對產品符合性作判斷。

報告簽署人

報告簽署人 余旭勝

校核

張幸蓉

第 2 頁 共 4 頁



國立屏東科技大學 農水產品檢驗與驗證中心

National Pingtung University of Science and Technology

Center for Agricultural and Aquacultural Product Inspection and Certification

91201屏東縣內埔鄉學府路1號 Tel: 08-7740219 Fax: 08-7740218 E-mail: caapic_adm@mail.npust.edu.tw http://www.caapic.npust.edu.tw



檢驗結果報告

委託單位：國立屏東科技大學生物科技系BT405

地址：912301 屏東縣內埔鄉學府路1號

聯絡人：周映孜

聯絡電話：(08)7703202#6365

報告編號：2404180003

產品名稱：香草咖啡

製造日期：113.4.18

有效日期：113.10.18

製造廠商／國內負責廠商名稱：-

收件日期：4/18/2024

檢驗日期：4/18/2024

報告發行日期：4/26/2024

批號：-

包裝：散裝

數量：1袋208公克

樣品保存方式：室溫

9. 本檢驗報告之所有檢驗內容，均依委託事項執行檢驗，如有不實，願意承擔完全責任。

檢驗方法：

水分-自訂方法(文件編號：WI014.1-C3-001)參考CNS 5033(修訂日期73年1月14日)。

粗灰分-自訂方法(文件編號：WI014.1-C4-001)參考CNS 5034(修訂日期73年1月14日)。

粗蛋白質-自訂方法(文件編號：WI014.1-C1-001)參考CNS 5035(修訂日期75年8月4日)。

粗脂肪-自訂方法(文件編號:WI014.1-C2-001)參考CNS 5036(修訂日期73年1月14日)。

熱量-計算值【9〈粗脂肪〉+4〈粗蛋白質〉+4〈碳水化合物〉】。

葡萄糖、果糖、蔗糖、乳糖、麥芽糖-參考CNS，總號12634，類號N6223方法。

總糖-計算值(葡萄糖+果糖+蔗糖+麥芽糖+乳糖)。

碳水化合物-計算值【100-水分-灰分-粗蛋白質-粗脂肪】。

飽和脂肪酸、反式脂肪酸-參考96年10月19日署授食字第0961800343號公告方法。

鈉-自訂方法(文件編號:WI 014.1-C5-001)參考CNS 12869(公布日期80年5月20日)-嬰兒配方食品中礦物質之檢驗方法-銅、鐵、鎂、錳、鉀、鈉、鋅之檢驗、AOAC 969.23、AOAC 973.54 及 NIEA C303.0。

報告簽署人

報告簽署人 余旭勝

校核 張幸蓉

第 3 頁 共 4 頁



國立屏東科技大學 農水產品檢驗與驗證中心

National Pingtung University of Science and Technology

Center for Agricultural and Aquacultural Product Inspection and Certification

91201屏東縣內埔鄉學府路1號 Tel: 08-7740219 Fax: 08-7740218 E-mail: caapic_adm@mail.npust.edu.tw http://www.caapic.npust.edu.tw



檢驗結果報告



委託單位：國立屏東科技大學生物科技系BT405
地址：912301 屏東縣內埔鄉學府路1號
聯絡人：周映孜
聯絡電話：(08)7703202#6365
報告編號：2404180003
產品名稱：香草咖啡
製造日期：113.4.18
有效日期：113.10.18
製造廠商／國內負責廠商名稱：-

收件日期：4/18/2024
檢驗日期：4/18/2024
報告發行日期：4/26/2024
批號：-
包裝：散裝
數量：1袋208公克
樣品保存方式：室溫

樣品照片



報告簽署人

報告簽署人 余旭勝

校核 張幸蓉

第 4 頁 共 4 頁

附錄三、咖啡生產栽培曆

1. 2 月>環境評估實地測量可種植面積，盤點園區內 35 棵樹約 4-5 年黃波旁。
2. 2 月>建立咖啡種苗圃(育苗)，選定育苗的咖啡品種黃波旁咖啡 12 個月齡可定植於田間。
3. 3 月>使用石灰粉進行植穴放樣(行株距為 2 米*2 米)。
4. 3 月>放樣完成運用十字鎬與圓鋤挖出植穴。
5. 4 月>咖啡苗定植全數七百五十棵咖啡(占全場域 1/2)。
6. 4 月>雨期來臨進入咖啡開花期，進行薊馬防治(噴灑藥劑)。
7. 5 月>定植後 1 個月生長期況穩定(確保智慧化灌溉系統偵測供水)。
8. 6 月>不定期修剪咖啡樹的徒長芽與側芽，咖啡植株周圍與滴灌頭區域移除雜草。
9. 7 月>苗株周圍與滴灌頭區域移除雜草，園區走道使用背負式割草機除草。
10. 8 月>防護性藥劑噴施(亞磷酸二氫鉀、波爾多液)維護植株健康。
11. 3 月-10 月>每個月施放複合性肥料，提供成長所需養分。
12. 10 月>遮陰樹的修剪提供良好光線增進光合作用強健樹勢。

13. 11 月>進行果實採收與後製乾燥處理。

14. 12 月> 採收後修剪及清理殘果獲得充分休眠。



附錄四、咖啡產品商品化彙整表

咖啡產品商品化彙整表		
核心利益	營養價值	含有較豐富的營養成分，其可促進身體健康、預防某些疾病或改善已發生的疾病。
	產品特色	以咖啡的特色，塑造商品在市場上的形象。
	口感	人們經由自身感官對於咖啡所產生的直覺，例：味道、香氣。
	服務	銷售咖啡而連帶提供的各種活動、利益或滿足。
資訊蒐集	產品價格	購買咖啡時，所需支付的金錢數目。
	產銷履歷	指農產品從生產到流通的過程，都有記錄與檢驗，使供應鏈透明化，同時可以追蹤及追溯。
	品牌故事	透過故事型態，表達品牌的核心理念與思想。
	產品價格	購買咖啡時，所需支付的金錢數目。
購買情境	包裝設計	建立商品整體系列化的包裝風格及統一的品質識別。
	品牌形象	存於消費者記憶中，對該品牌產生的聯想，且此聯想與品牌本身所透露的訊息有關。
	店面營造	商店氣氛的營造很能讓消費者產生品牌認知及共鳴。

附錄五、問卷調查表

咖啡消費者問卷調查表

消費者基本信息

- ◇ 性別：☐ 男 ☐ 女
- ◇ 年齡：☐ 18-25 歲 ☐ 26-35 歲 ☐ 36-45 歲 ☐ 46 歲以上
- ◇ 職業：_____
- ◇ 居住地區：_____

咖啡消費習慣與偏好

- ◇ 喝咖啡的頻率是？
☐ 每天多次 ☐ 每天一次 ☐ 每週幾次 ☐ 偶爾喝 ☐ 從不喝
- ◇ 通常在哪裡喝咖啡？（可多選）
☐ 家裡 ☐ 公司 ☐ 咖啡廳 ☐ 餐廳 ☐ 其他（請註明）：_____
- ◇ 最常喝的咖啡來源？（可多選）
☐ 自行沖調 ☐ 傳統咖啡店 ☐ 超商咖啡 ☐ 連鎖咖啡店 ☐ 獨立精品咖啡店
☐ 其他（請註明）：_____
- ◇ 最常喝哪種類型的黑咖啡？（可多選）
☐ 三合一沖調 ☐ 即溶黑咖啡 ☐ 掛耳濾沖 ☐ 現磨手沖 ☐ 義式濃縮 ☐ 其他
（請註明）：_____
- ◇ 最常喝哪種調味的咖啡？（可多選）
☐ 美式咖啡 ☐ 拿鐵 ☐ 卡布奇諾 ☐ 摩卡 ☐ 其他（請註明）：_____
- ◇ 通常在什麼時候喝咖啡？（可多選）
☐ 早餐 ☐ 上午 ☐ 午餐後 ☐ 下午 ☐ 晚上 ☐ 其他（請註明）：_____
- ◇ 選擇咖啡的主要原因是？（可多選）
☐ 味道 ☐ 價格 ☐ 方便性 ☐ 品牌 ☐ 環保包裝 ☐ 其他（請註明）：

對咖啡的看法

✧ 對咖啡的期望是什麼？（可多選）

☐ 提神 ☐ 社交 ☐ 享受生活 ☐ 健康飲品 ☐ 習慣 ☐ 其他（請註明）：

✧ 對咖啡價格的看法是？

☐ 適中 ☐ 偏貴 ☐ 偏便宜 ☐ 視品牌而定

✧ 是否願意嘗試新品牌或新口味的咖啡？

☐ 非常願意 ☐ 願意 ☐ 不太願意 ☐ 不願意

✧ 認為咖啡文化對生活有多大影響？

☐ 很大影響 ☐ 一定影響 ☐ 不太影響 ☐ 完全沒影響