
農村社區里山倡議之實踐—霧峰五福社區農田
生態避難池營造對棲地品質之影響評估
**Implementation of the Satoyama Initiative
in Rural Communities: Evaluating the
Impact of Ecological Pond Construction
on Habitat Quality in Wufeng's Wufu
Community**
成果報告

執行單位：國立中興大學

執行期間：114 年 02 月 18 日至 114 年 12 月 31 日

計畫主持人：陳希軍 助理教授

農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 114 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)

摘要

霧峰區五福農村再生社區以豐富的農業與生態資源及友善環境耕作的實踐，成為臺灣農村永續發展的典範，並於 2023 年入選聯合國里山倡議夥伴關係精選案例。然而，該區一級保育類淡水魚巴氏銀鮡因棲地枯水期斷流與破碎化等挑戰，面臨瀕臨絕種的危機。

本研究以農田生態避難池的規劃與營造為核心策略，採用參與式行動研究（Participatory Action Research, PAR）方法，建立在地利害關係人參與機制，透過深度訪談與焦點座談深入了解在地利害關係人對於里山倡議行動之利益與阻礙，進一步建立溝通平臺促進參與式決策。在設計過程運用模擬圖直觀呈現農田生態避難池概念，增強社區成員的參與度與認同感，並確保其長期永續管理。同時，結合 InVEST 模型與 Fragstats 景觀生態分析工具，量化評估農田生態避難池在提升棲地品質、生態效益及農村景觀營造方面的貢獻，結果顯示，避難池設置後，局部棲地品質平均提升約 30%，高品質棲地擴展至周邊農田。景觀指標如塊區密度、邊緣密度、形狀複雜度與分散性均呈上升趨勢，反映出整體地景異質性與棲地連通性之改善，有助於提升農業地景的生態穩定性與支持生物多樣性的潛力。

本研究回應農業生產與生態保育的雙重需求，聚焦 IPSI 2023-2030 策略目標中的「生態系統復育」與「永續價值鏈發展」，提出科學與實踐兼備的策略方案，促進生態系統服務與在地社區的永續發展，為臺灣農村推動里山倡議提供示範案例，實現社會與自然共生的成功模式。

【關鍵詞】 參與式行動研究、巴氏銀鮡、InVEST 模型、Fragstats、景觀生態指標

Abstract

The Wufeng Wufu Rural Regeneration Community, with its rich agricultural and ecological resources and the practice of environmentally friendly farming, has become a model of sustainable rural development in Taiwan. In 2023, it was selected as a featured case by the United Nations International Partnership for the Satoyama Initiative (IPSI). However, the critically endangered freshwater fish *Acrossocheilus paradoxus* in the area faces the risk of extinction due to habitat fragmentation and stream interruption during the dry season.

This study adopts the planning and construction of farmland ecological refuge ponds as a core strategy and applies the Participatory Action Research (PAR) method to establish a local stakeholder engagement mechanism. Through in-depth interviews and focus group discussions, it explores local stakeholders' interests and obstacles related to Satoyama Initiative actions and builds a communication platform to facilitate participatory decision-making.

In the design process, simulation graphics were used to visually present the concept of the ecological refuge pond, enhancing community members' engagement and sense of ownership, and ensuring its long-term sustainable management. The study also integrates the InVEST model and Fragstats landscape ecological analysis tools to quantitatively assess the contributions of the refuge pond to habitat quality, ecological benefits, and rural landscape enhancement. The results show that after the installation of the refuge pond, the average habitat quality in local areas increased by approximately 30%, with high-quality habitats expanding into surrounding farmland. Landscape indicators such as patch density, edge density, shape complexity, and interspersion all showed upward trends, indicating

improvements in landscape heterogeneity and habitat connectivity, contributing to enhanced ecological stability and biodiversity support in the agricultural landscape.

This study responds to the dual needs of agricultural production and ecological conservation, aligning with the IPSI 2023–2030 strategic goals of “ecosystem restoration” and “sustainable value chain development.” It proposes a strategy that integrates science and practice to promote ecosystem services and the sustainable development of local communities, offering a demonstration case for advancing the Satoyama Initiative in Taiwan and realizing a successful model of coexistence between society and nature. **Keywords: Participatory Action Research, *Acrossocheilus paradoxus*, InVEST model, Fragstats, landscape ecological indicators**

目次

摘要.....	I
Abstract.....	III
目次.....	V
第一章 緒論.....	1-1
壹、前言	1-1
貳、計畫工作項目及內容	1-2
參、計畫甘特圖	1-3
第二章 工作執行方法與流程	2-1
第三章 推動里山倡議案例的文獻回顧與實踐分析	3-1
壹、國際里山倡議發展歷程	3-1
貳、國際里山倡議核心目標與策略	3-2
參、臺灣里山倡議倡議夥伴關係網絡的進展與目標	3-7
肆、國際里山倡議案例與研析	3-15
伍、臺灣里山倡議案例與研析	3-19
第四章 在地利害關係人參與機制建立	4-23
壹、參與式行動研究背景	4-23
貳、參與式行動研究設計	4-25
第五章 五福社區基本資料蒐集、盤點及調查	5-51
壹、五福社區自然環境資源	5-51
貳、五福社區人文特色及產業型態	5-58
參、五福社區生態環境及重要物種出現紀錄	5-62
第六章 農田生態避難池規劃設計與效益評估	6-70
壹、農田生態避難池規劃設計理念	6-70
貳、農田生態避難池規劃設計	6-84

參、 農田生態避難池棲地營造棲地品質評估	6-98
肆、 農田生態避難池景觀生態評估	6-106
第七章 結論與建議	7-118
壹、 在地利害關係人參與式機制	7-118
貳、 農田生態避難池設計與景觀生態效益評估	7-119
附錄	i
參考文獻	i

第一章 緒論

壹、前言

臺中市霧峰區的五福農村再生社區，是典型的臺灣農村聚落，擁有豐富的農業與生態資源，其以農業生產與生態保育雙重目標為核心，展現出農業與自然共生的可能性。過去，五福社區透過推動友善環境耕作，致力於保育二級珍貴稀有野生動物「黑翅鳶」及白鷺鷥等鳥類棲息地，逐步建構生態友善的農業經濟體系，實現生態保育與產業發展的平衡，促進農村的永續發展。基於其卓越的實踐，五福社區於2023年入選聯合國里山倡議夥伴關係(International Partnership for Satoyama Initiative, IPSI)的精選案例。

五福社區緊鄰烏溪與大里河流域，為臺灣瀕臨絕種一級保育類淡水魚「巴氏銀鮪」的重要棲息地。該魚種主要分布於烏溪主流及其支流、水圳與農地埤塘。然而，巴氏銀鮪的生存面臨極端氣候、大規模乾旱、人為活動、棲地破碎化與外來種威脅等多重挑戰，特別是，枯水期和耕作初期灌溉用水吃緊時，其原有棲息面臨嚴峻的考驗。為回應生態保育與農業發展的需求，五福社區結合里山倡議「社會與自然和諧共生」的理念，提出以農田生態避難池為核心的保育精進策略，特別針對巴氏銀鮪等物種，營造友善的棲息環境，以減少棲地品質的破碎化並提升整體生態系統服務之功能。

本研究旨在探討如何透過農田生態避難池的營造，創造生態系服務，兼顧農業生產需求與生態保育，並應用於環境教育用途，以呼應IPSI 2023-2030 五大策略目標中「生態系統復育」及「永續價值鏈發展」等兩大核心項目。另外，透過InVEST模型中的棲地品質評估模式，分析五福社區棲地品質現況，提出改善與優化策略，結合在地利

害關係人的參與，為社區永續發展提供具體的實踐參考，進一步實現農業與生態的雙贏，示範臺灣農村推動里山倡議實踐的可能性，進而提供促進社會與自然共生的成功模式。

貳、計畫工作項目及內容

一、國內外推動里山倡議案例的文獻回顧與實踐分析

為有效推動霧峰五福社區的里山倡議，本研究將蒐集並分析國內外相關研究文獻、政策報告、專案成果及媒體報導，系統性彙整重要案例的實踐經驗。研究內容包括國際里山倡議 2023-2030 年發展策略與行動計畫的核心重點，以及臺灣推動里山倡議的成功案例，深入剖析其關鍵資訊、成功因素與面臨挑戰，並提出適合霧峰五福社區的具體策略與建議，作為推動里山倡議的實踐參考。

二、在地利害關係人參與機制

多元利害關係人的參與為里山倡議實踐的關鍵，本研究將以參與式行動研究 (Participatory Action Research, PAR) 方法為基礎建立在地利害關係人參與機制，並透過深度訪談與焦點座談深入了解在地利害關係人與里山倡議推動之行動者網絡，釐清當地的人與自然關係，以及各利害關係人投入里山倡議行動之利益與阻礙，進一步建立溝通平臺促進參與式決策與設計，了解在地的需求與期待，確保農田生態避難池在在地利害關係人的支持下推進。

三、五福社區基本資料蒐集、盤點及調查

針對五福社區進行基本資料的蒐集與盤點，包括社區概況、地文及水文特性（如地形地勢、土壤、水系等）、氣象與水文資料（如降雨量、溫度等）、水資源利用現況及需求、易淹水區域調查、人文特色（如產業型態）、生態景觀、交通狀況、農村再生發展歷程、土地利用與權屬等資訊。此外，蒐集社區內生態環境中出現的生態物種紀錄，為後

續規劃設計提供全面的基礎資料。

四、農田生態避難池規劃設計與效益評估

本研究以在地利害關係人的「期望與需求為核心」，結合「關鍵物種的棲地保護需求」，規劃出兼具生態保育與社區發展的整合設計。透過利害關係人參與，營造關鍵物種的友善棲地，實現保育與生產功能的平衡。設計過程中，運用模擬圖直觀呈現農田生態避難池的設計概念，幫助社區成員理解設計意圖，增進參與度與認同感，確保農田生態避難池的長期永續管理。

此外，本研究結合 InVEST 生態系統服務評估模組與 Fragstats 景觀生態計量分析工具，深入探討農田生態避難池營造對人類福祉與棲地品質的影響。通過量化分析，評估農田生態避難池營造前後在整體景觀生態效益、棲地品質提升、碳儲存增益及微氣候改善等方面的變化，全面解析其多層次價值。研究結果將提供具體數據與科學依據，作為未來推動里山倡議及相關生態工程的參考。

參、計畫甘特圖

本次創新型研究計畫之研究進度與時程（如表 1-1 所示），自核定日起至 114 年 12 月 31 日止，依據規定擬定工作進度，並設立查核管制點以確保計畫執行效率與成果品質。本研究團隊將嚴格控管研究進度與成果，確保達成本計畫的核心目標與預期效益。

本計畫由國立中興大學陳希軍助理教授擔任計畫主持人，負責總體計畫的統籌管理、資源分配、決策制定與對外溝通協調。為提高計畫執行效率，根據研究任務與內容設立內業研析組與社區參與推動小組兩大分組，分別負責專業技術研究及社區互動相關工作。

計畫團隊成員包括 3 名博士生及 6 名碩士生，在主持人指導下，各組緊密分工合作並隨時保持橫向聯繫與跨組協調，透過定期會議與

即時溝通，確保計畫執行符合進度規劃並達到高品質標準。同時，本團隊根據實際需求靈活調整任務分配，以應對各階段可能出現的挑戰與變化，並透過多方協作方式，實現本次研究計畫的既定目標，並為後續相關領域研究與實務應用提供參考依據。工作團隊組織架構如圖 1-1 所示。

表 1-1 工作進度時程表

計畫內容 \ 時程	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
壹、國內外推動里山倡議案例的文獻回顧與實踐分析													
貳、社區利害關係人參與機制													
參、五福社區基本資料蒐集、盤點及調查													
肆、生態水池規劃設計與效益評估													
報告撰寫													
期中考評													
期末考評													
成果報告													
預訂進度累計百分比(%)	10	15	25	35	40	60	70	80	90	95	100		

查核點	預定完成時間	查核點內容說明
計畫修正書	114/3	工作執行構想與內容修正。
期中報告	114/7	完成(參)工作項目1~3項，部份完成(參)工作項目4項。
成果報告	114/12	完成合約所有工作項目。



圖 1-1 計畫成員組成

第二章 工作執行方法與流程

本研究工作項目「國內外推動里山倡議案例的文獻回顧與實踐分析」、「在地利害關係人參與機制建立」、「五福社區基本資料的蒐集、盤點與調查」，以及「農田生態避難池規劃設計與效益評估」。首先，透過分析里山倡議的核心理念與國內外推動成功案例，深入剖析其關鍵資訊，作為推動霧峰五福社區里山倡議的實踐參考。

在地利害關係人參與機制方面，通過座談與訪談了解其需求與期待，共同參與農田生態避難池的設計，並凝聚社區共識，期望最終取得土地使用同意，確保計畫能在社區支持下順利推進。農田生態避難池的設計主軸將以「在地利害關係人的期望與需求」為核心，結合「關鍵物種的生態棲地保護需求」，規劃出兼具生態保育與社區發展的整合方案。

設計過程中，運用模擬圖直觀呈現農田生態避難池的設計概念，幫助社區成員理解設計意圖，增強參與度與認同感，確保農田生態避難池的長期永續管理。最終，通過 InVEST 生態系統服務評估模組與 Fragstats 景觀生態計量分析工具，量化評估農田生態避難池營造在提升人類福祉與棲地品質方面的影響，為未來推動里山倡議提供具體的科學依據與參考策略。計畫流程如圖 2-所示。

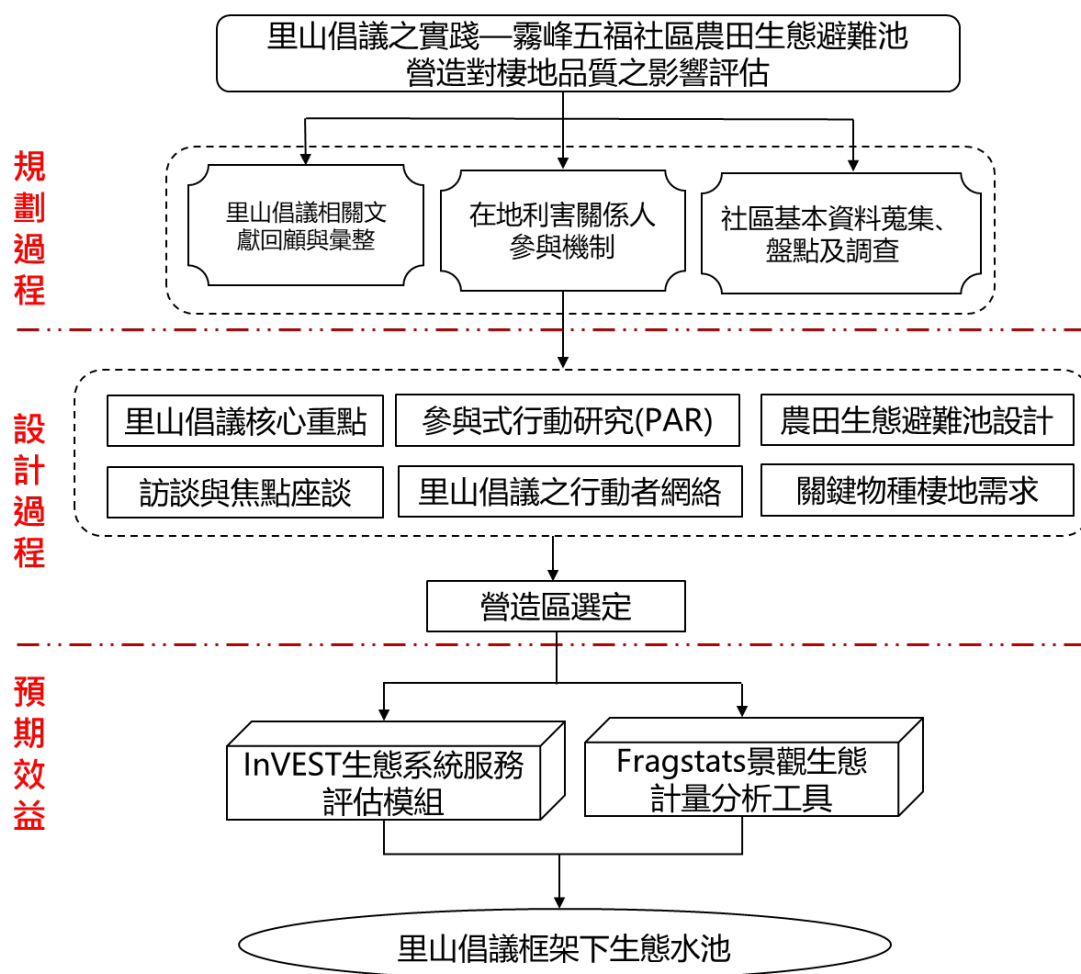


圖 2-2 研究流程

第三章 推動里山倡議案例的文獻回顧與實踐分析

為有效推動霧峰五福社區的里山倡議，本研究將蒐集並分析國內外相關的研究文獻、政策報告、專案成果及媒體報導，系統性彙整重要案例的實踐經驗。研究內容包括國際里山倡議 2023-2030 年發展策略與行動計畫的核心重點，以及臺灣推動里山倡議的成功案例，深入剖析其關鍵資訊、成功因素與面臨挑戰，並提出適合霧峰五福社區的具體策略與建議，作為推動里山倡議的實踐參考。

壹、國際里山倡議發展歷程

一、成立背景

國際里山倡議 (Satoyama Initiative) 由日本環境省 (MOEJ) 與聯合國大學永續發展高等研究院 (UNU-IAS) 於 2010 年共同發起，並在日本愛知縣名古屋舉行的第十屆生物多樣性公約締約方大會 (CBD COP 10) 期間正式成立 (IPSI, 2012)。其目標是透過保護與重塑社會-生態-生產地景 (Social-Ecological Production Landscapes and Seascapes, SEPLS)，在實現自然保育的同時促進在地經濟發展，打造出一個人與自然和諧共存的永續社會 (IPSI, 2025)。

該倡議特別強調利用長期累積的在地知識和傳統實踐，維持並改善包括農業、林業和漁業在內的日常生活與生產活動，同時確保生態系統和生物多樣性的永續發展。倡議還旨在鼓勵多方利益相關者的合作，包括政府部門、非政府組織 (NGO)、學術機構和在地社區，以多元行動共同實現可持續目標。

二、發展里程碑

自 2010 年成立以來，國際里山倡議的會員數量從最初的 51 個增

至目前的 304 個，涵蓋各國政府機構、研究單位和民間團體(IPSI, 2025)。在成立的十餘年間，倡議推動了多個跨國合作行動計畫，其中包含與全球環境策略研究所(IGES)和聯合國機構合作制定的國家生物多樣性戰略行動計畫(NBSAPs)，將 SEPLS 方法納入政策框架(Subramanian S. M. 等, 2015)。同時，該倡議也發表了多份年度精選報告，如《里山倡議主題回顧》第 8 卷，聚焦於如何通過 SEPLS 恢復生態系統、提升生物多樣性以及應對全球挑戰。

三、臺灣的參與與推動

農業部農村發展及水土保持署於 2017 年正式加入 IPSI，自此成為臺灣推動農村再生與生態復育的重要窗口。截至 2022 年，已推動 64 個里山潛力社區，累積發表 10 個國際案例分析，涵蓋從北至南的多樣化社區發展模式(農村水保署, 2023)。此外，農村水保署透過參與國際論壇與會議，例如澎湖青年參與里山里海倡議案例，展示臺灣在里山倡議中的積極作為與豐碩成果。

貳、國際里山倡議核心目標與策略

一、願景

國際里山倡議的核心願景在於實現自然與社會和諧共存，促進人類發展與自然進程的平衡(環境資訊中心, 2012)。特別關注於全球性的生物多樣性喪失、荒漠化、氣候變遷及疾病傳播等問題，透過永續社會-生態-生產地景(Socio-ecological production landscapes and seascapes, SEPLS)和生物資源來應對這些挑戰。最終目標是創建能持續提供穩定生態系統服務和商品的富有韌性且生產力高的地景與海景，確保人類與自然的未來繁榮(IPSI, 2012)。概念架構圖如圖 3-3 所示，詳如下列說明：

二、三摺法

里山倡議所推動的「三摺法」，旨在維護與重建陸域與海域的地景，同時透過以下策略，以更永續的方式利用與管理土地與自然資源 (IPSI, 2025)：

- (一) 匯聚智慧，確保多樣化的生態系服務與價值。
- (二) 融合傳統生態知識與現代科學，促進創新。
- (三) 在尊重傳統公共土地使用權的同時，探索新形式的共同管理制度或不斷發展的「公共」框架。

了解多樣化生態系服務及其對人類福祉的價值，是推動永續發展不可或缺的基礎，同時也需整合各種確保這些服務得以持續的知識與智慧。在此過程中，促進傳統知識與現代科學的協同合作，以推動必要的創新，亦是關鍵所在。

此外，探索新型態的共管制度或逐步演化的「共有資源體系」框架，同時在必要時尊重傳統社區的土地使用權體系，對於永續治理極為重要。此類治理模式應涵蓋土地擁有者與在地居民，也需納入其他同樣受益於生態系服務的多元利害關係人，共同參與及協力管理。

三、生態與社會經濟視角

各地景觀和海景的維護和重建，即自然資源的永續利用和管理，應從六個生態和社會經濟角度進行 (IPSI, 2025)：

- (一) 在環境承載能力和復原力範圍內的資源利用。
- (二) 自然資源的循環利用
- (三) 承認當地和本土傳統和文化的價值和重要性

- (四) 多利益相關者參與和合作，實現自然資源和生態系統服務的可持續和多功能管理
- (五) 對永續社會經濟的貢獻，包括減少貧窮、糧食安全、永續生計和增強當地社區權能
- (六) 提高社區復原力，實現多重效益，包括生態、社會、文化、精神和經濟效益，特別是透過基於生態系統的氣候變遷減緩和調適活動

四、五大策略目標(2023-2030)

國際里山倡議針對未來十年的發展，制定了以下五大核心策略目標(農村水保署，2023)：

(一) 知識共創與管理：

強調透過跨領域研究與知識管理，積極探討生物與文化多樣性流失的根本原因，並尋求具體的解決途徑。為此，推動多學科合作與區域性案例的建立，透過 IPSI（國際里山倡議夥伴關係）彙整超過 200 個實務案例及年度主題回顧，進一步支持在地實作體制的建構與能力培育。同時，也致力於提升地方社區的因應能力，並協助各國將社會生態生產地景（SEPLS）概念納入其國家生物多樣性策略與行動計畫（NBSAPs），提供地景恢復的指標與監測工具作為參考。

(二) 制度建立與能力培育

將 SEPLS 理念納入國家政策與規劃工具，如生物多樣性行動計畫（NBSAPs）與氣候適應策略。強調跨部門的協作與培訓，藉此強化制度能力，將地景與海景管理方法納入生物多樣性保育、氣候變遷調適、土地與海洋治理等政策架構。

(三) 區域保育措施：

里山倡議積極響應 CBD 第 14/8 決議，透過保護區或其他有效的區域保護措施（Other Effective Area-based Conservation Measures, OECA）¹，加強對傳統與原住民土地的認可，以提升生物多樣性保護效率與公平性，促進更廣泛的地景與海景生態保護。

（四）生態系統復育：

強調以社會生態生產地景（SEPLS）為基礎，透過跨尺度協作推動生態系統恢復行動。除了植被復育與水土保持，也強化傳統知識的運用與社區參與，確保復育成果能與當地生計相容。此策略亦與聯合國「生態系統復育十年」目標接軌，提升地景韌性與生態功能。

（五）永續價值鏈發展：

鼓勵建立融合傳統文化與創新經濟的永續產業模式，如生態農業、非木材森林產品（NTFPs）與公平貿易等傳統知識與文化價值驅動的生產經濟模式。倡議支持地方社區發展以自然資源為基礎的經濟體系，並透過認證、品牌化與綠色採購推動市場連結，促進經濟收益與生物多樣性的雙贏，並以實現永續發展目標（SDGs）。

五、三大原則

（一）增強地方、區域與全球層面的網絡連結和跨界合作。

（二）保證各利益相關者的包容性參與，尤其是婦女、青年及弱勢群體的平等參與機會。

（三）完全符合昆明-蒙特羅全球生物多樣性框架的原則，確保行動的一致性與全面性。

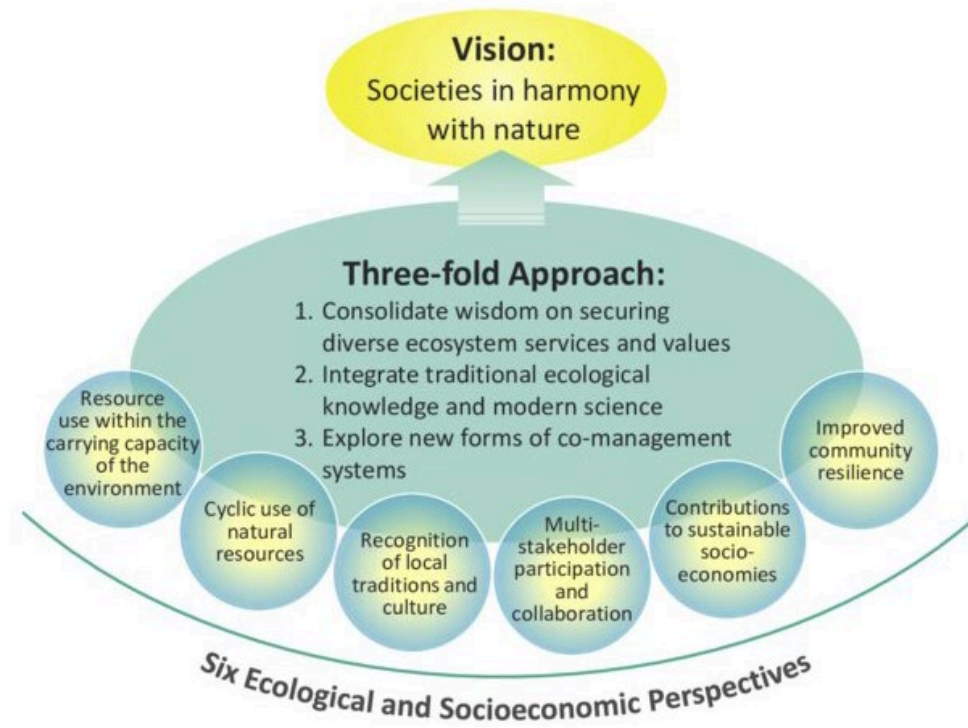


圖 3-3 里山倡議概念圖 (UNU-IAS & IGES, 2017)

參、臺灣里山倡議倡議夥伴關係網絡的進展與目標

農委會林務局於2016成立「臺灣里山倡議夥伴關係網絡（Taiwan Partnership for the Satoyama Initiative, TPSI）」，成為國際上少見以國家政策與尺度推動里山倡議的相關內容。TPSI 初步構想是邀請臺灣各地有志一同的社區組織、民間團體、學術機構、綠色企業、政府相關部門等單位，共同探討和實踐臺灣各地社會-生態-生產地景和海景，保全活用的相關議題、對策和在地行動方案，促進臺灣鄉村地區邁向「人與自然和諧共生」的願景(自然保育網，2019)。相關 TPSI 進展及目標，主要參考林業及自然保育署官網彙整，其內容說明如下：

一、TPSI 進展

臺灣自 2010 年底引進國際里山倡議理念後，政府、學術與民間部門逐步展開在地實踐。林業保育署自 2011 年起將倡議精神導入濕地與梯田復育計畫，並於 2016 年正式成立「臺灣里山倡議夥伴關係網絡（TPSI）」，推動社會—生態—生產地景（SEPLS）的保全與活用。東華大學則於 2011 年成為臺灣首個加入國際里山倡議夥伴網絡(IPSII)之機構，並推動吉哈拉艾文化景觀等協同治理案例(自然保育網，2019)。隨著實踐經驗累積，臺灣逐步建構出在地行動與全球對話並進的網絡模式，朝向「人與自然和諧共生」的願景邁進。

(一)規劃期（2014–2015）

臺灣里山倡議的推動尚處於起步階段，主要著重於理念引介與合作基礎的建立。農委會林務局與國立東華大學合作，著手彙整里山倡議相關理論與國際發展趨勢，並連結在地實務案例與學術研究，逐步形成臺灣推動架構的初步輪廓。期間除辦理國內交流與能力建構活動外，也著手整理並撰寫臺灣實踐案例，向國際里山倡議夥伴關係網絡

(IPSI) 投稿，積極爭取國際能見度。2015 年更首次舉辦「生態農業與里山倡議國際研討會」，集結國內外學者與實務工作者交流經驗，為後續政策落實與組織網絡奠定關鍵基礎。

(二) 奠基期【構想到制度化】(2016–2017)

2016 年，農委會林務局正式成立「臺灣里山倡議夥伴關係網絡」(TPSI)，以國家政策層級推動，成為全球少數由政府主導並系統建構的社會生態生產地景 (SEPLS) 實踐模式。而 TPSI 於當年 7 月起，成為林業保育署的重要關注新政策，且在林業保育署的支持下，東華大學接續執行「臺灣里山倡議夥伴關係網絡 (TPSI) 拓展計畫」(自然保育網，2019)。TPSI 明確劃分出五大推動群組，分別聚焦於國際參與、政策研究、知識增進、能力培育與實務執行，透過跨領域合作推動多元行動，各群組與國內學研機構、NGO 及社區組織展開協作，逐步建立起全國性的策略架構與執行能量(李光中 等，2021)。此外，自 2016 年起陸續於北、中、南、東四區舉辦 TPSI 實務交流工作坊，促進知識共享與網絡串聯，為未來擴大推動範圍與深化實踐奠定堅實基礎。

(三) 拓展期【政策奠基邁向實質擴展】(2018–2020)

此期間 TPSI 透過四區域基地（東華大學、特有生物研究保育中心、屏東科技大學、法鼓文理學院）的設置，深化地方行動能量，並授權地方主導交流與實踐推動，形成由下而上的行動網絡。TPSI 亦與農委會推動的「國土生態保育綠色網絡建置計畫」(TEN) 整合，進一步將生態廊道、棲地保育與社區參與結合於實地操作中，實踐 SEPLS 理念。同時，TPSI 以「TPSI-Act Local」為行動標誌，強化區域對話與學習，截至 2022 已有近 250 個機構和 1,250 名參與者參加了 TPSI 區域交流研討會(林業保育署，2024)。此一階段不僅拓展參與廣度，

也奠定 TPSI 作為跨域協作平臺的角色，為邁向 2030 目標建構堅實基礎。

(四)轉型期【實體網絡邁向制度化治理與韌性建構】(2021–2030)

對全球生物多樣性框架更新與氣候變遷挑戰，TPSI 提出以「SEPLS 韌性」為核心願景，對應 CBD 2050「與自然和諧共生」的長期目標。此階段建議透過「三摺法」五大行動策略，包括保全地景多樣性、活用在地資源、整合知識系統、實踐社區協同治理與提升福祉，進一步強化 SEPLS 的永續性與適應力。TPSI 並提出「2030 目標」與「2025 里程碑」，規劃情境研討、指標建構與成效評估，結合「國土生態綠網第二期計畫」與各區域基地推動機制，建立由下而上與跨部門整合的國家層級治理架構，實現「Think Global, Adapt National, Act Local」的願景轉化與在地行動落實(李光中 等，2021)。

二、TPSI 目標

(一)保全社會生態生產地景 (SEPLS) 的多樣性與連結性

透過生態系復育 (Ecosystem Restoration, ER)、基於自然的解決方案 (Nature-Based Solutions, NbS) 及其他適當方法，進行臺灣各地社會生態生產地景 (SEPLS) 的保育、復育與加值，強化其生態多樣性、多功能性與空間連結性，促進整體地景系統的韌性與永續性。

(二)永續活用 SEPLS 資源

以明智且永續的方式利用社會生態生產地景 (SEPLS) 中的生物與非生物資源，避免資源過度使用或閒置浪費，並在生態承载力範圍內，發展支持在地生計與以生態系為基礎的產業經營模式，達成環境保育與經濟發展之間的平衡。

(三)整合傳統知識與現代科學

本著公平與惠益共享原則，整合社會生態生產地景（SEPLS）中可運用的多元知識系統，包括傳統在地知識、現代科學、性別觀點、本土與移民社群的經驗，透過共識與對話，發展因地制宜的策略以減輕自然與人為威脅，並促進社會、經濟與生態面向的整體惠益。

(四)推動社區本位的跨域協同治理

建立多元利害關係人參與的夥伴合作機制，運用調適性協同經營（Adaptive Co-Management, ACM）等方法，落實社區主導的跨域治理模式，共同回應 SEPLS 所面臨的挑戰，並公平分配保育與利用所帶來的益處。

(五)促進社群整體福祉

協助在地居民有效運用其社會、經濟與生態資源，發展多元且永續的生計活動，提升家庭生活品質、鄰里互助精神與世代傳承，同時促進城鄉間的交流與互惠，實現社會生態生產地景（SEPLS）價值的社會回饋與正向循環。

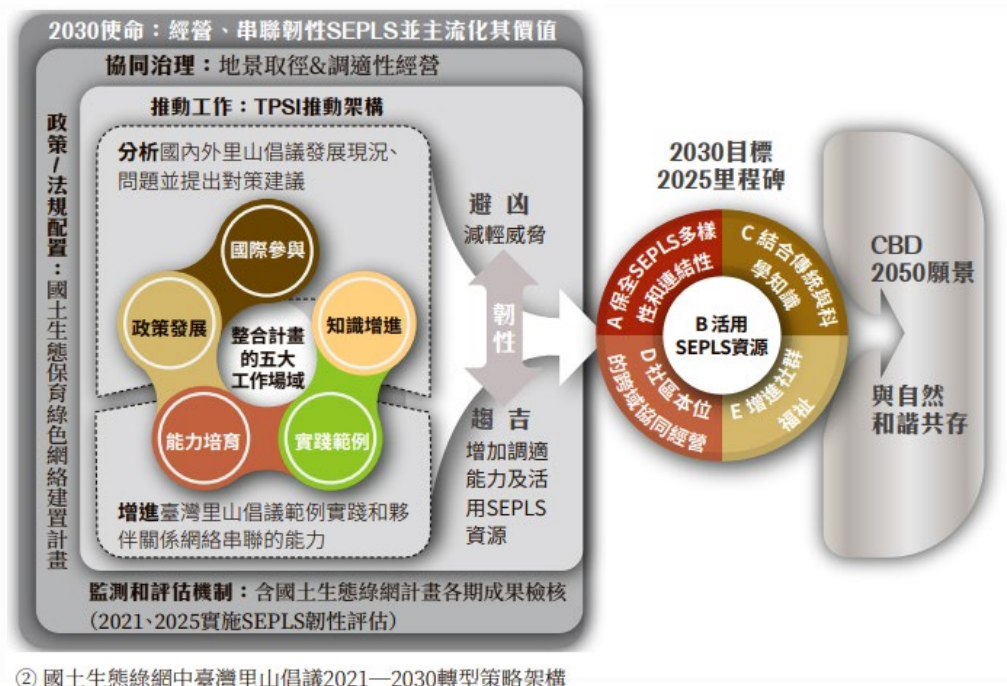


圖 3-4 臺灣里山倡議 2021-2030 轉型策略架構
(照片來源：李光中 等，2021)

三、區域保育措施【其他有效的區域保護措施】

「其他有效的區域保護措施」(Other Effective Area-based Conservation Measures, 簡稱 OECMs)，又常被譯為「保育共生地」，係指在非正式保護區之外，透過在地治理與管理實踐，長期且有效地實現生物多樣性原地 (in-situ) 保育成效的地理區域(IUCN, 2018)。OECMs 並非傳統意義上的保護區，卻能達到保護區相當甚至更佳的生態保育功能，尤其在尊重在地社群、文化價值及生態系服務之餘，提供了生物多樣性政策上的重要補充方案。

OECMs 的概念最早可溯源至《生物多樣性公約》(Convention on Biological Diversity, CBD) 第 10 條，該條文明確指出須鼓勵資源的可持續利用，以促進保育目標的達成。在全球生物多樣性治理的發展脈絡中，OECMs 的提出受到 2010 年通過的《愛知目標》第 11 項所推動。該目標要求：「到 2020 年，至少 17%的陸地與內陸水域，以及

10%的沿海與海洋區域，特別是對生物多樣性和生態系服務具有重要意義的區域，應透過有效與公平的管理方式，並藉由具生態代表性與良好連通性的保護區網絡與其他基於區域的保育措施予以保護，並納入更廣大的地景與海景脈絡之中」(CBD, 2013)。

這樣的政策要求促使國際社會重新思考除了法定保護區之外，還有哪些土地或海域在事實上實現了長期有效的保育效果。因此，2018年《生物多樣性公約》第14屆締約方大會(COP14)正式統一OECMs的定義，指出其為：「一個非保護區地理區，其經由治理與管理，能夠產生持續、正面與長期的生物多樣性現地保育成果，同時維護相關的生態系統功能與服務，以及文化、精神、社會、經濟等其他地方性重要價值」(CBD, 2018)。

根據CBD框架，OECMs的認定需符合四項核心標準(Jonas H. D. 等, 2024)：

- (一) 該地區目前未被認定為保護區：OECMs的特徵之一即在於其「非保護區」的身份，意味著它們未被國家法定列入正式保護體系，但具實質保育效益。
- (二) 該地區受到治理與管理：需有特定的機制或制度對該區域進行管理，不論是政府、社區、部落、私人機構或宗教團體。
- (三) 對生物多樣性做出持續有效的貢獻：不只是暫時性成果，而是長期性且具體的就地保育效益。
- (四) 維護相關生態系統與地方價值：包括文化傳承、宗教實踐、精神信仰、社會結構與在地經濟等多重功能必須被納入保護考量，體現保育與人類生活的共融。

OECMs被視為新的自然保育概念與模式，可由民間自主發起進

行自然保育，補足傳統保護區在地理、社會與制度層面上的限制，比如土地取得及土地使用上的限制，以及對棲地破碎化的情況，尤其延伸至正式保護區之外的區域(張園馨，2024)。在某些類型的土地與資源使用情境中，例如：原住民族或地方社群的傳統領域、宗教聖地、軍事用地、或社區自主管理的自然地景等，雖然未依法設立為保護區，卻因為歷史沿革或文化機制，保有相當完整的自然環境與生物多樣性，並透過社群力量持續維護。這樣的場域被納入 OECMs 的評估範疇，使全球生物多樣性的治理更具包容性、多元性與彈性。

根據聯合國環境規劃署世界保護區資料庫 (UNEP-WCMC) 2024 年 3 月的統計資料，截至目前全球共有 856 個 OECMs 正式登記，總面積達 1,992,729 平方公里。其中陸地面積為 1,589,090 平方公里，海洋面積則為 403,639 平方公里。凸顯 OECMs 在全球保育版圖中的重要性，也顯示國際間越來越重視在地治理與非傳統保育方式對全球生物多樣性所能產生的貢獻，且全球保育策略從「以政府為主導、以劃設保護區為核心」的封閉式模式，轉向一種更開放、包容並強調多元利益與長期治理的整合性管理機制。

表 3-2 CBD 相關決議表

項目	年分	內容
日本名古屋會議 (COP10)	2010	提出愛知目標 (Aichi Targets)，其中目標 11 首次提到「其他有效的區域性保育措施」(CBD, 2010)。
埃及會議(COP14)	2018	- 通過 CBD 決議 14/8，首次明確定義 OECMs。 - 要求各國建立識別、記錄與報告 OECMs 的機制(CBD, 2018)。
昆明-蒙特婁會議 (COP15)	2022	「30x30」目標到 2030 年至少有 30%的陸、海域 藉由 Protected Areas 或 OECMs 方式被有效保護與經營，同時肯認與尊重原住

		民及在地社區的權利 (CBD, 2022)。
--	--	------------------------

本研究彙整

肆、國際里山倡議案例與研析

一、日本 Matagi 文化

「Matagi」是指自古以來深入山林以狩獵熊等野獸維生的人們。在日本東北地區的山林深處，秋田縣的古老山間流傳著一種被稱為 Matagi 的狩獵文化。這些生活在群山中的獵人，世代與自然共生，被視為大自然的守護者。他們相信，每一次進入山林狩獵，都是與山神（Yama no Kami）的一場對話。對他們來說，狩獵不是一種暴力行為，而是獲得山神恩賜的過程，每一次的捕獵都伴隨著嚴謹的儀式與感恩之情。

在 Matagi 文化中，日本黑熊是神聖的獵物，它被視為山林的象徵，也是一種大自然賜予的重要禮物。然而，這並不意味著 Matagi 會無限制地狩獵黑熊。相反，他們擁有一套深刻的狩獵哲學，強調永續性。他們相信，只有以尊重和節制的態度對待山林與獵物，才能讓這片土地繼續繁榮。這種平衡的哲學體現在他們的生活中「山林是他們的家，獵物是他們的夥伴，而不是純粹的資源」。

然而，隨著時代的變遷，Matagi 文化開始面臨動物保護衝突的社會挑戰，狩獵行為受到了嚴格的限制。如今，只有極少數人能取得特別許可證進行有限的狩獵活動，近年來當人類頻繁受到熊的侵擾時，除令人反思狩獵與動物保護議題，也突顯傳統文化智慧的重要性。

在白神山地這片綠意盎然的森林中，一些當地團體還嘗試將 Matagi 文化與現代生態旅遊結合。他們帶領遊客進入山林，講述 Matagi 的故事，展示如何用感恩與尊重的心態與自然共生。這些努力不僅吸引了人們對這片土地的關注，也讓更多人重新認識了 Matagi 文化的重要性(Japan B, 2024)。



圖 3-5 日本 MATAGI 狩獵文化

二、日本阿蘇火山地區燒荒文化

位於日本九州的阿蘇地區，利用燒荒（控制性燃燒）的方式進行土地管理，這種方法已歷史悠久。每年春天，阿蘇的居民會聚集在一起，進行燒荒儀式，燒荒的目的，是為了防止灌木和樹木的入侵，保留草原的開闊性，並促進新草的生長。這項技術對當地的農業與畜牧業至關重要，能夠提供更多的牧草並減少火災風險，定期燒荒有助於清除枯萎的植被，促進草地再生，維持草原的開放性和穩定性，也有助於保護當地的生物多樣性。

阿蘇草原的燒荒傳統並非孤立存在，它與火山地貌形成了一種獨特的互動關係。火山灰肥沃了土地，為草原提供了滋養；而草原的開闊性則保護了火山附近的村莊不受火災侵襲。形成了人與自然共生的模式，讓阿蘇地區成為一個獨特的里山地景，也成為國際里山倡議中重要的典範，並於 2009 年被聯合國教科文組織認定為全球地質公園，

成為自然與文化共存的象徵(Cabinet Public Relations Office, 2020)。



圖 3-6 阿蘇火節(照片來源：阿蘇市役所)

三、日本通潤橋

位於熊本縣山都町，這座建於 1854 年的石拱型水橋，因其技術創新與文化意義而名揚日本。當時，白系臺地的梯田長期面臨灌溉難題，由於地勢較高，農田無法輕易從低地的水源引水，導致作物收成困難，村民生活艱辛，並由地方領主布田保之助建造此橋，期望解決灌溉問題，設計一座橫跨溪谷的水橋，通過精妙的石拱結構與倒虹吸原理，讓水流克服地勢落差，從低地輸送到高地的梯田。通潤橋全長 75.6 米，高 20.2 米，是當時日本最大的石拱型水橋，建成後，一天內便能灌溉超過 100 公頃的農田，解決原本農業灌溉的難題。

橋的設計巧妙地融入了當地的自然地貌，既不破壞環境，又利用自然的力量來達成人類的需求。這樣的理念，與國際里山倡議所倡導的精神不謀而合「透過傳統技術和智慧，實現生態與人類活動的平衡」。

時至今日，通潤橋已成為一處文化遺產和旅遊勝地，每年吸引大

量遊客，特別是在橋的定期放水演示時，形成壯觀的水柱景象 (JapanGov, 2020)。



圖 3-7 日本熊本縣山都町通潤橋(照片來源：Japan Travel)

四、日本滋賀縣「魚之搖籃水田」

滋賀縣東近江市栗見出在家町的「魚のゆりかご水田」計畫，由於農地整備工程導致水田與渠道之間的高低落差過大，原本能進入水田產卵的魚類洄游受到阻隔，使琵琶湖特有鮒魚 (*Carassius cuvieri*) 的繁殖環境逐漸喪失，生態系統的連通性因此中斷。為解決此問題，地方社區與農協合作，在水田出入口設置可調式堰板與魚道，將落差控制在十公分以內，魚類得以進入水田繁殖。同時，堰板也能有效減少濁水外排，減少因水田耕作污染琵琶湖水質。

這項計畫的推動不僅恢復了農田—湖泊之間的生態功能，也帶來社會與經濟的多重效益。在社會面向，在地居民與學校積極參與魚道

建設、稚魚放流及環境教育等活動，加深了社區對農田生態的理解與認同。在經濟面向，透過「魚のゆりかご水田米」品牌的推出，農產品獲得環境友善價值的加持，市場競爭力隨之提升，為農民創造了額外收益，也進一步促進地方振興，實現了人與自然的互惠共生（滋賀縣, n.d.；Nishida & Minagawa, 2018）。



圖 3-8 日本滋賀縣「魚之搖籃水田」示意圖(照片來源：滋賀縣)

伍、臺灣里山倡議案例與研析

一、澎湖縣湖西鄉奎壁澳青年參與里海倡議

湖西鄉奎壁澳區域位於澎湖縣的東邊北側近海灣區，包含湖西鄉的南寮村、湖東村、湖西村及紅羅村等，總面積約為 7.63 平方公里，人口約為 3,605 人（統計至 2023）。

湖西鄉南寮、湖東、湖西和紅羅等村莊澎湖傳統漁村的特徵，傳統漁場或石滬作為漁村重要的漁業設施，過去百年來兼顧著維持在地生計，也實現永續利用海洋資源與提供生態系服務的重要漁業文化遺產；然而，石滬的維持卻相當困難，根據 2011-2012 年的調查，澎湖僅 114 座（興盛時期 609 座），約 18.7 % 的石滬仍可使用，除權責不清與管理方式不透明之外，修復亦困難重重（Lee et al., 2023）。

目前石滬雖已不再作為經濟收入來源，但其多孔隙特徵提供許多

海洋生物棲息空間，因此，石滬地景的消失將對海洋資源與永續漁業發展產生負面影響，進一步威脅以海洋為生的村落。奎壁澳地區以全社會參與模式，進行石滬的保存與振興，以及永續漁業的推廣，其中青年透過澎好青共創實驗基地將新的想法在地實踐，為在地創新的關鍵，同時結合澎湖科技大學、農村水保署臺南分署、澎湖縣政府農漁局及在地的社區發展協會，藉由吸引青年投入與跨部門攜手合作促進生態保育、教育及體驗經濟，邁向永續發展前進（Lee et al., 2023）。



圖 3-9 石滬修復過程(照片來源：stoneweir.info)

二、霧峰黑翅鳶米

霧峰五福社區位於臺灣中部臺中市的南緣。由於其獨特的地理與水文條件，孕育出豐富的低海拔丘陵生態系，與廣闊的農業景觀交織。此地以稻作聞名，尤其是自 2002 年起，在霧峰區農會與農業試驗所合作推廣下，盛產在地優質稻米品種「霧峰香米（臺農 71 號）」¹。該推廣計畫採契作方式，成功帶動農民擴大耕作面積，至約 2020 年時，契作面積每期作已達約 267 公頃，稻米產量約 1,555 公噸。

自 2010 年起，該地開始出現列為臺灣《野生動物保育法》第二級珍貴稀有保育類的黑翅鳶（*Elanus caeruleus*）。這種猛禽主要以鼠類等小型哺乳動物為食。約在 2015 年，在霧峰區農會的引動下，五福社區第九產銷班開始朝向友善農法轉型。2017 年，在農委會水土保持局臺中分局（現改名為農業部農村發展及水土保持署臺中分署）的輔導下，農民與生態團體合作，在稻田中設置停棲設施，吸引黑翅鳶作為自然的鼠害防治天敵，同時進行生態監測，這些行動促使社區內討論環境友善農業的議題。

隨後，霧峰區農會發起活動，邀請在地企業認養並贊助稻田，進一步發展出「黑翅鳶米」品牌。該品牌稻米售價約為一般稻米（如臺農 71 號）的 2.9 倍，顯示市場機制能同時支持物種保育與維繫農業價值鏈。經過多年來政府、學界與地方農業部門的合作，霧峰社區的案例展現出在生態保育與農業經濟發展間取得平衡的重要成果（Lee et al., 2023）。

本研究計畫，即針對社區當前討論建置農田生態避難池的想法進行評估研究。一方面，此舉能增加地景的多樣性，提供物種棲息及生長的空間，提升棲地品質並降低風險；另一方面，亦能促進在地的生態系服務提升，特別在文化服務方面，讓更多人有機會從大自然中學

習。



圖 3-10 農田友善棲架(照片來源：李璟泓)

第四章 在地利害關係人參與機制建立

本研究將以參與式行動研究 (Participatory Action Research, PAR) 方法為基礎，建立在地利害關係人參與機制，並透過深度訪談與焦點座談，深入了解在地利害關係人與里山倡議推動之行動者網絡，釐清當地的人與自然關係，以及各利害關係人投入里山倡議行動之利益與阻礙，進一步建立溝通平臺，促進參與式決策與設計，了解在地的需求與期待，確保農田生態避難池在在地利害關係人的支持下推進。

壹、參與式行動研究背景

參與式行動研究 (Participatory Action Research, PAR) 是一種強調多方合作的研究方法，其核心目的是通過研究者與參與者的共同合作，解決社會與環境中的實際問題，並推動社區或社會變革 (Ballard & Belsky, 2010)。相較於傳統的研究方法，PAR 更注重參與者的主動性和互惠合作，將「研究對象」轉化為「研究合作者」，共同設計研究、執行行動並應用研究成果。這一方法特別適用於解決複雜社會議題，例如自然資源管理、農村發展及教育等領域，尤其對於被邊緣化的群體具有重要意義 (Chevalier & Buckles, 2019)。

PAR 並不是線性的研究設計，而是一個反覆進行的循環歷程，每一個階段都包含行動與反思，強調持續學習、知識共構與行動導向 (Cornish et al. 2023)。關鍵特點包括「協作學習」與「共同行動」，這使其成為一種高效且包容的研究工具。在協作學習中，參與者能夠透過實際行動提升生態知識、公民素養及自我效能感；且 PAR 具有行動導向的特性，能促進地方社區的參與和治理結構的強化 (Stringer, 2013)。研究顯示，參與者共同設計的管理模式往往比自上而下的管

理方式更能促進資源的永續利用與生物多樣性的保護 (Berkes et al., 2003)；此外，通過 PAR 所建立的「學習迴路」，研究者與參與者能夠不斷修正策略，適應動態變化的需求。

PAR 的應用一般分為三個主要階段：參與、行動與反饋。在參與階段，研究者與在地利害關係人共同確定問題並設計研究計畫，確保研究反映真實需求。行動階段則專注於執行計畫，並實施初步解決方案。在反饋階段，參與者與研究者通過檢討行動成果修正策略，並為未來計畫提供依據 (Kemmis & McTaggart, 2005)。

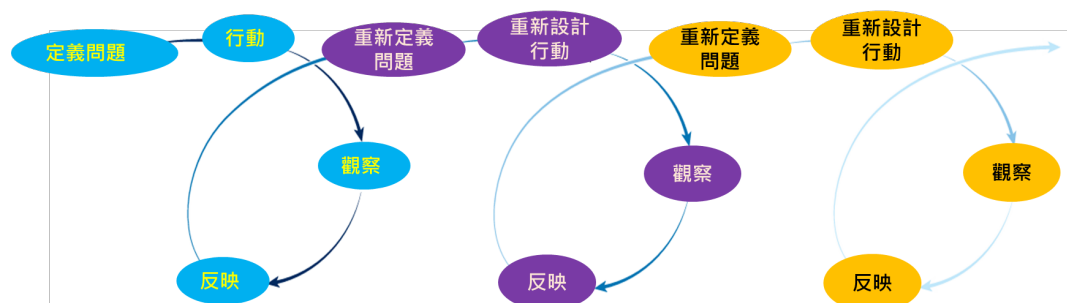


圖 4-11 參與式行動研究流程(Cornish et al, 2023)

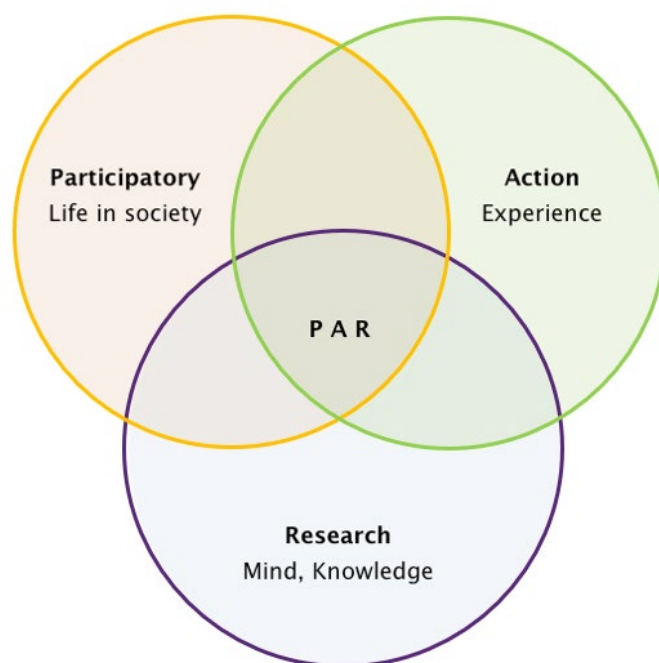


圖 4-12 PAR 三個主要階段 (Chevalier and Buckles, 2013, p. 10)

貳、參與式行動研究設計

本研究之參與式研究設計以在地里山倡議推動架構為基礎，並以「農田生態避難池的設計」為核心問題進行。以 PAR 循環呈現計畫推進邏輯（各階段均包含行動與反思、非線性循環），參與聚焦「診斷與定義」、行動聚焦「方案化與協調」、反饋聚焦「檢核與收束」，形成由問題釐清—方案推進—成果回扣的迭代閉環，其流程如圖 4-14 所示。

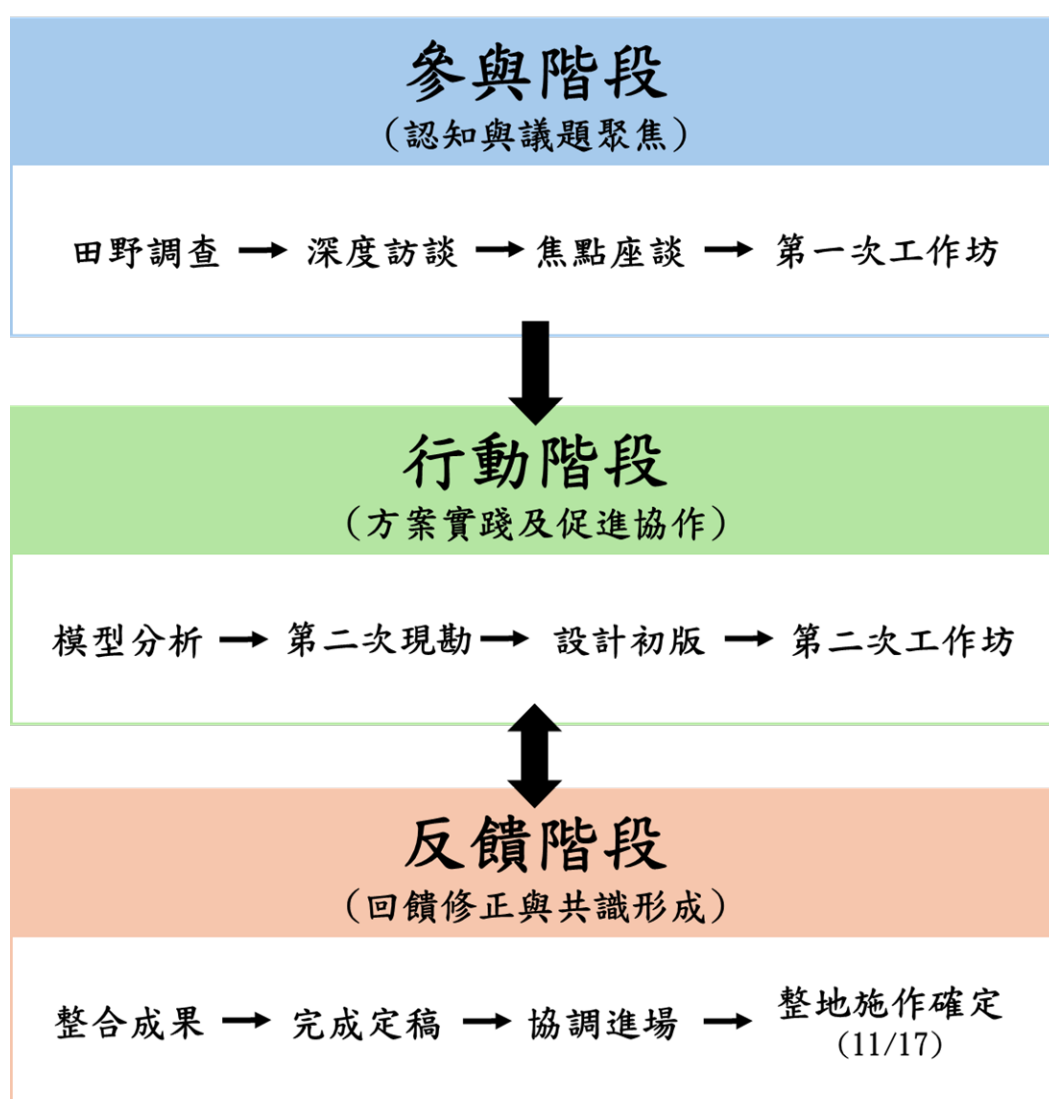


圖 4-14 五福生態池參與式行動實作流程

一、「參與階段」：

將納入相關之在地利害關係人，包括霧峰第九產銷班、五福社區發展協會、霧峰區農會、農村水保署臺中分署、農試所及藥試所及野鳥學會等單位之有關人員。其中關鍵輔導人員部分，將藉由深度訪談方式進行，透過面對面溝通深入了解受訪者對於當地自然環境的觀點、經驗和價值觀，進一步對「農田設置生態避難池」議題的理解、利益訴求與行動動機，此部分對於政策制定、社區發展和環境管理的成功至關重要。另一方面，社區協會與產銷班人員，將透過焦點座談以群體互動為核心的質性研究方法，蒐集該群體對於在地里山倡議推動的觀點、需求和價值觀，進一步切入「農田設置生態避難池」議題，並通過半結構化的討論，深入了解利害關係人對本議題的認知與態度，為後續決策和行動者網絡建立提供重要依據，參與階段操作步驟如下：

(一)初期田野調查

本團隊在五福後溪底福德寺及鄰近田區完成田野調查，掌握地形起伏、田埂高差與農機動線，記錄旱季尾水的不穩與短期斷流風險，並將廟埕至預定池位的高使用動線納入安全考量，同步辨識現地優勢植群與可能的入侵壓力。透過深度訪談與焦點座談建立溝通與信任機制，彙整制度、生態與農作端的整體關切，其利害關係人關係如表。基於社區鄰近之場址情境提出概念性配置以利討論，而辦理第一次工作坊，並將意見收斂為六大問題，如圖 4-15。



圖 4-15 參與階段六大議題收斂示意圖

除進行基礎資料蒐集，並針對利害關係人進行深度訪談與焦點座談等方法，釐清各案例之社會與自然關係，建立與在地信任基礎，訪談或焦點座談人數詳如表 4-6 所示。

表 4-6 利害關係人訪談與焦點座談人數表

項目	臺中市霧峰區五福社區
利害關係人(單位/預計訪談或焦點座談人數)	• 霧峰區農會/深度訪談 4 人 • 霧峰第九產銷班/焦點座談 5 人 • 農業部農村水保署臺中分署團隊/深度訪談 1 人 • 野鳥學會/深度訪談 1 人

N=11

(二)質化資料處理

使用 NVivo 軟體進行編碼。考量行動者網絡形成之關鍵為各行動者之利益(Interests)、障礙(Obstacles)及關係(relationships)，因此，本研究在資料編碼上採用價值編碼(Values Coding)，透過分析受訪者的價值觀(Value)、態度(Attitude)和信念(Belief)，來揭示他們對自我、他人、事物或社會現象的內在觀點，以及他們的內在驅動力(Saldaña, 2016)。上述方法在第一輪編碼中採用歸納法，以捕捉主要的摘要信息、當地人的實際語句和行動；在第二輪編碼中，使用選擇性編碼，篩選出第一輪編碼中最重要的代碼，進而找出關鍵訊息的主要類別。

(三)行動者網絡建立

行動網絡理論(Actor-Network Theory, ANT)由社會學家 Bruno Latour、Michel Callon 及 John Law 於 1980 年代初期提出，通過探索人類與非人類行動者之間的異質網絡來描述社會和自然世界(Latour, 2005)。並透過實現與測試，調整對事物的社會生活的感知，探討行動者可能是什麼，以及事物與行動者間如何共存、衝突、差異及相互連結(Blok, Farias, and Roberts, 2020)。本階段將經處理、編碼與歸納後的資料，透過 ANT 的 4 個階段

進行行動者網絡建構，首先，第一階段「問題化」：在於定義核心問題，並識別圍繞該問題之主要的行動者（包括人類與非人類行動者）與之間初步的相互關聯；第二階段「利益關聯」：此階段內容通常與第一階段探討強制通行點重疊，試圖通過解釋與連結在初步建立之行動者網絡中穩定或鎖定其他行動者身份；第三階段「角色設定」：此階段基於前面行動者網絡的初步連結，提供一系列具體的論述與解釋各角色的分配與合作；最後，第四階段「動員」：要確保行動者網絡的代言人具有代表性，以確保每個行動者的聲音和利益在行動者網絡中有效表達。透過以上步驟，建立當地里山倡議推動之行動者網絡，並以此作為農田生態避難池推動的基礎。

本團隊藉由 ANT 建構五福生態池推動之協作網絡架構。透過形塑一個無形而具互動性的行動者網絡，使各行動者的利益由「農田生態池從規劃到實踐」的過程緊密連結，進而在實踐中克服各自面臨的阻礙並滿足其利益訴求。若此網絡能持續維繫與互動，最終農田生態池將在真實場域中落實，並成為促進地方永續發展的重要節點。因此，溝通與協調機制為行動者網絡建構能否穩定運作的關鍵要素。

1. 起始動力

初期農村水保署臺中分署團隊、野鳥學會與本研究團隊思考五福社區未來生態面向的發展，討論在地建置生態避難池的可行性。並與霧峰第九產銷班進行溝通交換想法，形成初步共識，各行動者均有各自感興趣的利益存在，包括農村水保署臺中分署團隊希望能作出未來里山倡議上的亮點、野鳥協會則希望當地如紅冠水雞等鳥類可在收割時能有避難空間、產銷班則希望當地在生

態面能有更進一步的發展，以及本團隊希望研究規劃案能有更好成效，因此行動者們開始產生連結。

2. 作法討論

後續針對如何促成生態池的建置，透過工作會議進行討論，凝聚生態池設計共識，但同時也意識到對於地主而言，如果將土地轉變為生態池使用，將影響農會與地主在有機稻米的契作面積，雖然農會亦支持生態池的設置，但要解決契作面積減少地主收益的問題才能讓地主願意提供土地；此外生態池建置的經費亦需要尋求協助。因此，行動者討論後提出「導入企業參與」的解決方案，透過企業對於 ESG 的需求，提供資金促成生態池建置及彌補契作產量損失。

3. 分工行動

後續農村水保署臺中分署團隊持續與企業溝通，最終企業端日盛台駿公司認同在地的理念，決定以「鳶飛魚躍」計畫支持在地行動。同時，生態池建置的行動者網絡形成，各行動者分別進行相關工作，如圖 4-13。

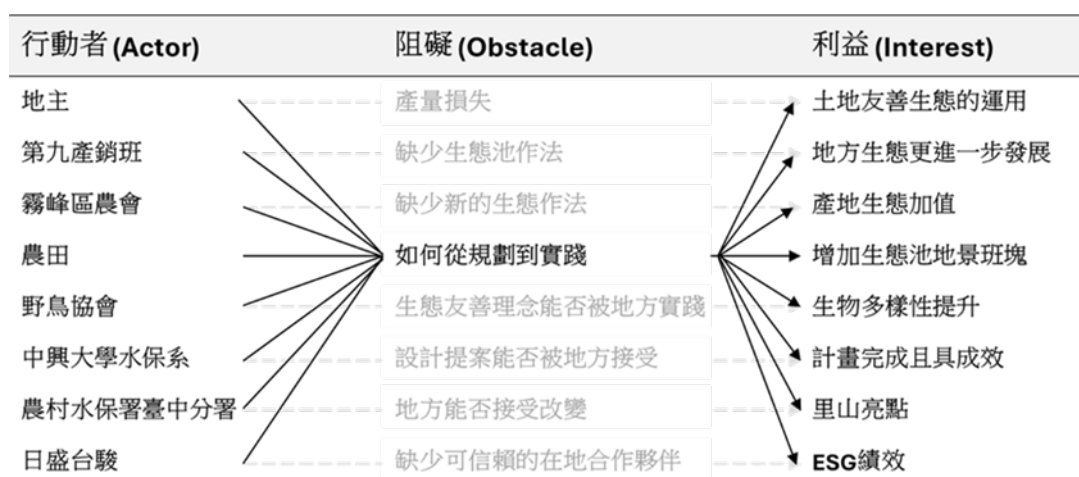


圖 4-13 五福生態池推動行動者網絡

二、「行動階段」：

依六大問題展開行動，先以 InVEST 棲地品質與 Fragstats 景觀指標進行情境評估，作為區域層級趨勢與敏感度的背景判讀，並完成第二次現勘以確認入出水位置與高程、邊界對齊條件與構造物尺寸，據此整合為可檢討的設計圖面。於第二次工作坊提出並逐項討論，蒐整各利害關係人意見與建議，其中霧峰第九產銷班班長指出兩渠道水質差異明顯不宜混流，設計重點遂聚焦於水質管理、材料選用、鄰近田區耕作便利、植生配置與外來物種防治。會後彙整決議與變更理由形成共識版設計，並完成土地使用同意與施工動線協調，整體時程配合農閒期，作為反饋階段定稿與進場安排之依據。



圖 4-16 行動階段實作內容示意圖

三、「反饋階段」：

參與式行動研究強調循環式的規劃、行動、觀察和反饋過程，而反饋階段是其中至關重要的環節，旨在促進參與者對行動過程的共同反思與改進。反饋階段由參與者與研究者通過檢討行動階段之成果進行修正調整，並歸納出未來推動與管理維護之策略，為未來計畫提供

依據。

反饋階段本團隊將第二次現勘與第二次工作坊之共識完整回饋至圖面與說明文件，並逐一對照第一次工作坊收斂的六大問題，如表 4-7，確認水源穩定與水質維持、灌溉系統相容、場址與社區安全、植生導入與物種選擇、經費配置、施作時程等項已獲妥適回應。完成配置圖與入出水構造、邊界與坡面處理、分區植栽與材料規格、施工順序與數量計算等設計成果，並取得土地使用同意、施工進場動線與材料運輸之協調，施工時程與農閒期對齊。整體規劃設計過程在一、二次工作坊之間已多次往返經歷參與—行動—反饋的循環，而整地工程預定於 2025 年 11 月 17 日進場施作，可視為本階段參與—行動—反饋歷程的階段性收束點。

表 4-7 反饋階段回饋

六大問題	設計修改建議	調整方向
供水穩定與水質品質	指出本區位於灌溉尾水段，停灌與枯水期間易斷流，擔心生態池水量不足；兩條水路水質差異大，不宜直接混流。	在設計中調整入出水位置與高程，以維持池內水深，同時透過導水管導入水質較佳之水路並加設濾孔蓋，作為後續水量與水質管理的基礎。
灌溉系統相容	利害關係人關切生態池設置後不得影響既有灌溉取水，尤其在尾水段缺水時不應進一步減少農田可用水量，並需配合現行配水與耕作安排。	場址與構造依既有圳路水位與水流狀況研擬，將生態池定位為尾水利用設施，並透過進出水調整與施工期配合灌溉與農務，以降低對灌溉運作之干擾。
場址選定與社區安全	參與者指出原規劃位於福德寺旁場址鄰近廟埕與兒童活動區，有落水及淤泥堆積的安全疑慮，建議移至檳榔樹旁農	工作坊共識將生態池改設於檳榔樹右側農地，並考量農機耕作便利，在後續設計中

	地並保留緩衝空間。	配合田埂與通行動線檢討池岸安全與通行寬度。
植生導入與物種選擇	不宜使用臺灣萍蓬草、布袋蓮、水芙蓉等物種，應以在地或原生植栽為主，並考量福壽螺與魚類對水生植物的影響。	共識版設計調整為優先採用現地常見植栽（如魚腥草、田字草、白茅等），植生導入時機設定於 11 月並視需要補植，併同設置福壽螺陷阱與捕魚網等作法，降低外來種與食植壓力。
經費規模與來源	地方關心工程經費及後續維護作業是否足夠。	由企業提供部分經費，並提報次年度農村水保署計畫，以補足經費需求。
施作時程與農務配合	農民建議工程施工須配合稻作與灌溉時程，儘量安排在第二期稻作結束後至過年前的休耕期間，避免影響插秧、收割及附近水田耕作。	施作時程規劃配合稻作與灌溉，在 11-12 月休耕期間進行整地與主要工程，並協調施工動線與進場時間；在本次報告中，以 2025 年 11 月 17 日整地進場作為本階段參與－行動－反饋歷程的收束節點。

四、本參與式行動研究的重要事件

(一)第一次工作坊

本計畫於民國 114 年 4 月 14 日，在臺中市霧峰區五福社區之後溪底福德寺舉辦一場次農田生態避難池規劃相關工作坊。此次工作坊目的在於促進地方居民與各類利害關係人對農田生態避難池概念與設計架構之理解，同時蒐集各界對計畫施作地點、執行可行性、經費編列及預期時程之建議，以利未來工程推動之整體整合與調整。工作

坊參與者涵蓋地方農會、農民、生態專家及園藝技師等，具備多元背景與實務經驗，工作坊參與者詳如表 4-8 所示。

本次工作坊共分為三大核心主軸，分別為農田生態避難池設計理念與案例說明、目前參與者於執行過程所遭遇之問題討論、利害關係人意見蒐集與方案共識建立。首先進行農田生態避難池的整體構想說明，包括其對水質淨化、生物多樣性提升及農田灌排系統輔助之多重效益，以協助與會者建立初步認知。設計構想亦著重於生態工法與景觀整合的可能性，強調不僅為野生動植物提供庇護環境，也為農村地區增添環境教育與觀光潛力。

第二部分則開放與會者就自身經驗分享執行時遭遇的技術與管理問題。主要可歸納為缺水、安全與生態三大面向。首先，在水源供應方面，由於該地區屬於灌溉渠道的尾水段，旱季期間常出現短則數日、長則數週的斷流情形，擔心生態池的設置可能進一步影響農業灌溉用水的取用。其次，針對安全議題，草案中所規劃的生態池位於後溪底福德寺旁，該區為社區活動熱點，常有兒童在此遊憩，即便池水深度僅設為 0.8 公尺，仍可能因淤泥堆積而增加意外風險，亟需加強安全設計與管理。最後，在生態植栽方面，有與會者指出部分浮水植物如臺灣萍蓬草、布袋蓮、水芙蓉等恐對當地生態造成負面影響，建議改用田字草、滿江紅、大葉田香、水蕨及魚腥草等較具環境相容性之物種，以確保生態池的永續性與在地適應性。

第三部分為利害關係人意見的收集與整合，並藉由小組討論達成初步共識，工作坊參與者意見回饋詳如表 4-11 所示。此次討論中特別聚焦於三大議題，場址選擇的調整建議、工程預算規模及來源規劃、以及預期施作時間之可行性評估。首先，在場址選擇方面，建議優先考量不影響周邊農田灌溉系統之位置，並儘量避開社區活動熱點，以

降低對農業生產及居民日常活動之干擾。工程經費部分，初步規劃以企業贊助或現有相關計畫工項為主要財源，若有不足，則擬提報農村水保署次年度「里山雇工購料」補助計畫，以補充經費缺口。至於施作時程，利害關係人普遍認為應配合農業生產周期，於農閒期間辦理工程，以避免影響農作運作，提升計畫推動的可行性與在地接受度。

表 4-8 工作坊參與者表

項目	臺中市霧峰區五福社區
利害關係人(單位/姓名或職稱)	• 霧峰區農會/盧泰吉 • 霧峰區農會第九產銷班/胡坤熹 前任班長 • 馬健安園藝技師事務所/馬健安 技師 • 野鳥學會/李璟泓 生態專家 • 國立中興大學/陳希軍 助理教授

表 4-9 田野調查、深度訪談及焦點座談情形

照片	說明
	在地利害關係人在地訪談過程。 參與人員包括： 1.霧峰農會第九產銷班胡坤熹班長。 2.國立中興大學林昭遠教授。 3.國立中興大學陳希軍助理教授。 3.生態專家李璟泓。 4.本計畫團隊共 4 人。
	與生態專家及產銷班班長了解當地生態系統。
	農田生態避難池初步構想與選址。



農田生態避難池結合既有圳路之水位與出入流研擬。



社區與周邊環境解說與需求訪談。



農田生態避難池設計構想討論並取得共識及土地使用同意之過程。

表 4-10 工作坊過程照片

	工作坊各方參與者報告過程。
	針對參與者行動成果，進行問題討論及意見整合。
	農田生態避難池變更場域現地勘查及設計初步構想討論。



農田生態避難池變更
場域既有圳路之水流
狀況及進出水口位置
研擬。

表 4-11 工作坊參與者意見回饋表

姓名	單位/職稱	意見說明
盧泰吉	霧峰區農會	1. 需先確定生態池施作的位置，才能做後續的動作。 2. 草案所設置的生態池位置有安全疑慮，後溪底福德寺旁常是社區活動的區域，會有兒童在此區嬉戲，雖深度只採用 0.8m，池內可能會有淤泥的堆積，造成安全問題。 3. 位置可能移去檳榔樹旁的土地。 
胡坤熹	霧峰區農會 第九產銷班/ 前任班長	4. 缺水問題，因為此灌區為尾水段，於旱季會有幾天甚至月的斷流，在農業灌溉上，會不會受到生態池而影響。 5. 植物的種植希望能考慮驅蛇植物。
馬建安	馬健安園藝 技師事務所/ 技師	6. 驅蛇植物可以使用萬壽菊。 7. 灌溉渠道的高差太大，會導致鳥類爬上去後掉入溝渠被水沖走，這部分可以考慮作圍網。
李璟泓	野鳥學會/生 態專家	8. 生態池鋪面設置碎石塊的部分不採納，會影響到當地原生土質，後續農業使用上會有問題。 9. 生態島的高度不需要 1.5m 的高度，會影響當地鳥類的活動，而建議使用我們挖填水池土方做堆積。 10. 有關浮水植物的部分臺灣萍蓬草、布袋蓮、水芙蓉都不行使用，會影響到當地的環境，建議可以採用田

		字草、滿江紅、大葉田香、水蕨、魚腥草。 11. 灌木可使用島田氏雞兒腸，他能提供阻滯及緩衝功能，種起來也很美觀。 12. 驅蛇植物能使用萬壽菊，或是魚腥草的部分蛇就不太喜歡它的味道，也能達到驅蛇功能。 13. 生態池設置不一定要考慮都充滿水，因為我們所要保護的物種巴氏銀鮡在他長大後他還是得回到原本的渠道內，如果一直待在池內反而會成為鳥類的狩獵場。 14. 新的場域的左側維持混凝土溝渠的高差，不讓鳥類掉入溝渠，而被水沖走。
陳希軍	國立中興大學/助理教授	15. 池區的水可以像一新社區生態池一樣，中間較深能蓄積水源，靠近池岸都比較淺。 16. 新的場域的教學動線要重新作考量。 17. 池內的軟礫石塊塑造可採用田梗那種大小的材料進行施作。
整合主要意見		
場域選擇	位在檳榔樹右側農地，整體施作面積約 0.06 公頃，以不影響後方農地使用去做設計。 	
經費規劃	今年度經費規劃以企業贊助或現有計畫工項為主，如費用不足部分，則提明年度農村水保署里山雇工購料	

	補助。
施作時間	為不影響當地農耕種植期間，施作的時間預計在第二期稻作結束後約為 11-12 月。

(二)第二次工作坊

本計畫於民國 114 年 10 月 7 日，在臺中市霧峰區五福社區之後溪底福德寺舉辦第二場工作坊。此次工作坊旨在使霧峰農會、生態池地主及生態專家了解目前生態池之規劃設計內容與後續企業日程及施工進場時間，並藉由會議蒐集利害關係人意見，使整體規劃設計更貼近地方需求與構想。參與本次工作坊之利害關係人如表 4-12 所示。

此次工作坊目標包含兩項：「土地使用許可」及「規劃設計達成共識」，因此先進行生態池設計規劃說明，再與利害關係人進行討論與問題發表，最後彙整建議並納入後續設計改善方向。首先說明生態池設置區域之土地使用安排，確認土地所有權人同意生態池配置設計，並說明農地調整為非農業使用之補貼事宜，以保障地主權益。同時，施工進場路線須經通過農田地主同意，並配合稻作期與灌溉時程，於休耕期間辦理施工，以降低對農業生產之影響。

在設計內容部分，與會者依據經驗及其專業知識提出生態池施作可能面臨的問題，分為耕作配合、材料選用、水源水質、植生導入及外來種防治。在農田耕作配合方面，生態池邊界鄰近田區耕作與收割作業以農機具為主，因此若生態池邊界設計過於崎嶇，恐不方便農機具行走。材料選用部分，考量該生態池未來若於多年後回歸農地使用，過多卵石將影響後續耕作及土壤整地作業，且卵石並非農田生態系原有材料，過多使用將與周邊景觀不協調。水源水質方面，生態池水源是由兩條溝渠匯流，產銷班班長反應東往西向溝渠水質較差，則另一條水質較好，若匯流水質不一，可能影響生態穩定。植生導入及外來種防治方面，若植生採用非在地既有植物，可能使後續植生自然生長，不適應當地環境，導致植生導入失敗，

且植生導入時機需配合植物生長週期。同時提出針對福壽螺等外來種威脅水生植物問題，不能以藥劑方法應對，因此討論其他對應方法。

經綜合討論，利害關係人對於生態池設計形成共識，並提供設計可更改具體建議，如表 4-14 所示。首先耕作配合問題，為解決生態池邊界崎嶇，不便農機具行走，邊界設置建議垂直田埂，使鄰近田區不產生畸零地，面積完整，方便農機具行走。材料選用，因考量水流衝擊與邊坡保護，仍應於護岸及跌水處適量配置卵石，採以減石設計為原則。為求水源水質穩定，建議優先導入水質較佳之渠道水源，並於入水口設置導水管與濾孔蓋，以防止雜物流入、維持水質清潔。植生配置與外來種防治部分，則建議以在地原生植物為主，原規劃之香蒲可改為現地自然生長之白茅，以符合在地生態條件。植生導入時機建議於十一月進行，並視生長狀況進行後期補植。同時，針對福壽螺等外來種威脅，設置福壽螺陷阱及捕魚網以監測與防治，降低其對水生植物之危害。

表 4-12 工作坊參與者表

項目	臺中市霧峰區五福社區
利害關係人(單位/姓名或職稱)	• 霧峰區農會第九產銷班/黃炳南 理事長 • 霧峰區農會第九產銷班/吳仲恩 班長、地主 • 霧峰區農會第九產銷班/胡坤熹 前任班長 • 馬健安園藝技師事務所/馬健安 技師 • 野鳥學會/李璟泓 生態專家 • 國立中興大學/陳希軍 助理教授

表 4-13 工作坊過程照片

	說明企業日期程安排，並詢問土地所有權人，土地利用情形及說明補貼事宜。
	詳細說明生態池設計配置，並討論其可行性及依據各位利害關係人的想法進行調整。
	兩條入流水源交會處，銷班班長說明兩條渠道水質狀況，並建議導入較乾淨水源。

	銷班前班長實地介紹導水管濾孔蓋形式，並建議生態池入流導水管可參考此設計。
	生態專家建議將原植生配置之香蒲改為現地既有的白茅。

表 4-14 工作坊參與者意見回饋表

姓名	單位/職稱	意見說明
黃炳南	霧峰區農會/理事長	1. 田埂可種莖翼草覆蓋，避免土壤流失及增加景觀美化。
胡坤熹	霧峰區農會第九產銷班/前任班長	1. 邊界設計垂直田埂，且不要有畸零地，方便鄰近稻田收割。 2. 生態池開挖整地施工期間，盡量在過年前完成，過年後鄰近的水田就要開始耕作。 3. 入水口導流管可以加上濾孔蓋，並免雜物進入生態池。
吳仲恩	霧峰區農會第九產銷班/班長、地主	1. 生態池東方田埂建議加寬至一公尺。 2. 生態池入水匯流，有兩條，其中一條水質較差，建議以導水管導入較乾淨的水流。
馬建安	馬健安園藝技師事	1. 建議可設置福壽螺陷阱。 2. 植生導入建議於11月，後續有需

	務所/技師	要再補植。 3. 香蒲可改為現地就有的白茅。
李璟泓	野鳥學會/ 生態專家	1. 香蒲可改為現地就有的白茅。 2. 可事先設置捕魚陷阱，以觀察此區域魚種。
陳希軍	國立中興 大學/助理 教授	1. 福壽螺吃水生植物的問題需要解決。 2. 生態池以減石設計為主。 3. 萬壽菊不是原生種植物，建議改種其它原生種植物。
整合主要意見		
邊界設置	鄰近田區邊界設置垂直田埂為主，以方便鄰近田區耕耘機行走。 	
田埂加寬及覆蓋	為能構築有效防水層，以加寬田埂寬度及種植莖翼草覆蓋，避免土壤流失及增加景觀美化。 	
入流導水管設置	導入較為乾淨的水源，並以加上濾孔蓋，並免雜物進入生態池。	

五、兩次工作坊主題與回饋分析

第一次工作坊以「理念建立與共識形成」為主，第二次工作坊則以「具體設計調整與可行性確認」為重。兩次討論呈現由概念導向逐步轉為實務操作的過程，利害關係人間的溝通機制已逐漸成熟，並形成在地合作基礎，其主題與回饋對比分析如表 4-15 所示。

表 4-15 兩次工作坊討論主題與回饋對比分析

項目	第一次工作坊 (114 年 4 月 14 日)	第二次工作坊 (114 年 10 月 7 日)
主要目的	建立對「農田生態避難池」理念的認識與共識，蒐集利害關係人對設計概念、場址及可行性之建議。	確認設計細節與土地使用許可，調整規劃內容，使設計更符合地方需求。
參與單位	霧峰區農會、霧峰第九產銷班、野鳥學會、生態專家、園藝技師、國立中興大學。	霧峰區農會、霧峰第九產銷班、生態池地主、野鳥學會、生態專家、園藝技師、國立中興大學。
主要討論主題	1. 農田生態避難池設計理念與案例說明。 2. 現行執行問題與地方經驗分享。 3. 利害關係人意見蒐集與初步共識建立。	1. 土地使用許可與補貼事宜。 2. 施工時程與農期確認。 3. 設計細節調整（邊界、材料、水源、植生等）。
地方關注重點	1. 水源供應可能不足。 2. 選址有兒童安全疑慮。 3. 非原生植栽可能造成生態失衡。 4. 工程經費不足。	1. 鄰近田區耕作便利性。 2. 材料使用。 3. 水質管理。 4. 植生配置。 5. 外來物種防治
利害關係人建議摘要	1. 應確保灌溉用水不受影響。 2. 生態池應遠離社區活動區，避免安全疑慮。 3. 植栽應以原生種為主，避免布袋蓮、水芙蓉等	1. 田埂設垂直邊界並加寬至 1 公尺。 2. 構築材料以在地天然素材為主，並採減石設計。 3. 入水口設導水管與濾

	外來種。 4. 經費可結合企業贊助或政府補助。	孔蓋導入清潔水源。 4. 香蒲改為白茅。 5. 設置福壽螺陷阱防治外來種。
主要共識	1. 生態池選址變更至檳榔樹右側農地。 2. 植栽選用在地既有植物(如:魚腥草、田字草等..)。 3. 擬提報農村水保署次年度「里山雇工購料」補助計畫，以補充經費缺口。	1. 邊界垂直田埂設計。 2. 材料選用採減石設計，優先使用在地材料。 3. 導入較乾淨的水流，並於導水管增設濾孔蓋。 4. 植生改用白茅，並設置福壽螺陷阱及捕魚網。

六、企業志工日與跨域協作成果

為延續工作坊所形成之地方協作成果，後續促成企業界參與行動，擴大多方利害關係人合作層面，如圖 4-17。2025 年 11 月 2 日，本次活動經農業部農村水保署臺中分署協助策劃，會同日盛台駿企業股份有限公司、臺中市霧峰區農會暨第九稻米產銷班、國立中興大學水土保持學系、五福社區及社團法人彰化縣野鳥學會協力辦理「鳶飛魚躍・企業志工日」。活動於霧峰五福友善田區舉行，結合企業志工參與黑翅鳶棲架更新與田區生態導覽，由合作單位代表進行說明，介紹友善耕作與黑翅鳶棲地復育的成果。日盛台駿並於活動中宣布推動「鳶飛魚躍計畫」，預計投入新台幣三十萬元支持後續生態池及環境教育設施建置，展現企業 ESG 精神與地方永續共榮的實踐。

活動現場邀集農村水保署、國立中興大學、霧峰區農會及社區代表共同出席，象徵公部門、學術、企業與地方組織跨域合作的成果。此一行動不僅延續工作坊形成的生態共識，更代表社區行動由地方參與推展至公私協力的新階段，促進多元行動者共同推動農村

生態復育與永續治理的具體實踐。



圖 4-17 「鳶飛魚躍・企業志工日」之多方利害關係人協作



圖 4-18 左圖企業志工日活動現場合影及右圖牛踏層施行解說

第五章 五福社區基本資料蒐集、盤點及調查

針對五福社區進行基本資料的蒐集與盤點，包括社區概況、地文特及水文（如地形地勢、土壤、水系等）、氣象水文資料(如降雨量、溫度等)、水資源利用現況及需求、易淹水區域調查、人文特色（如產業型態）、生態景觀、交通狀況、農村再生發展歷程、土地利用與權屬等資訊。此外，蒐集社區內生態環境中出現的生態物種紀錄，為後續規劃設計提供全面的基礎資料。

壹、五福社區自然環境資源

一、五福社區地理位置圖

五福社區位於臺中市霧峰區內(如圖 5-19 中粉紅色區塊)，其範圍在圖中以紅色線框標示，顯示該社區的具體範圍。社區鄰近區域包括北方的大里區（綠色區塊）；西方則毗鄰烏日區與彰化市（分別為黃色與紫色區塊）；南方接壤芳園鄉及草屯鎮（分別為橘色與藍色區塊）；東方則與臺中市國姓鄉相鄰（藍紫色區塊）。



圖 5-19 五福社區之地理位置圖

二、地形、地貌與水系分布

五福社區位於臺中盆地內，地勢平坦，海拔約 30 至 45 公尺（如圖 5-20 所示），呈現南高北低的地形。該地區由大肚溪的支流烏溪、大里溪等溪流挾帶泥沙沖積而成，屬於典型的沖積扇地形。

社區北端緊鄰大里溪，東側有車龍埤排水沿里內順流而下，西側則有後溪底排水由南向北匯入大里溪。此外，為滿足農業灌溉需求，社區內設有密集的圳路系統（如圖 5-21 所示）。

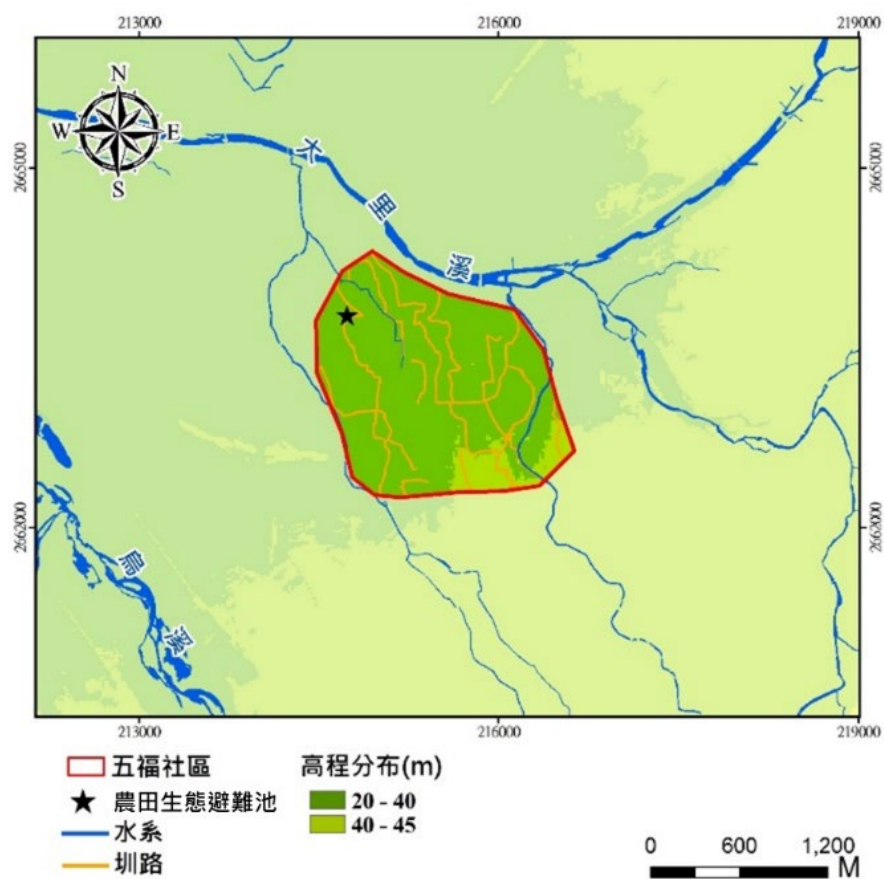


圖 5-20 五福社區之高程分布

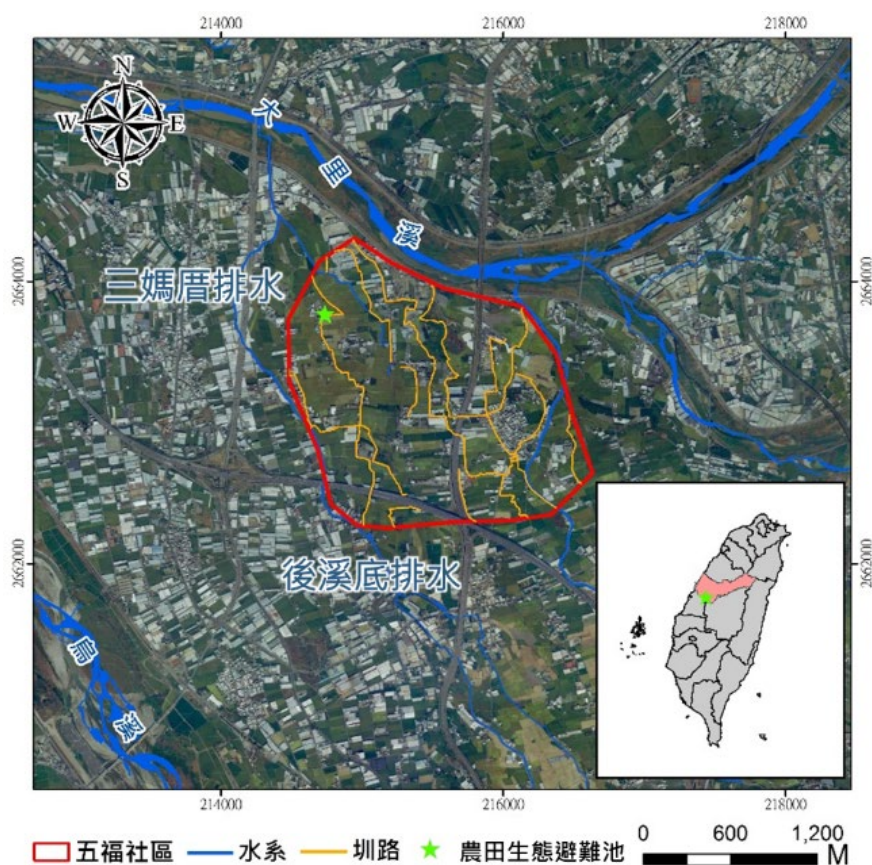


圖 5-21 五福社區之水系、排水及圳路分布

三、土地利用與權屬

依據內政部國土測繪中心 2020 年之土地利用圖資(圖 5-22)，五福社區之土地利用以農業利用為主，占社區總面積達 64%，其次為建築利用占社區總面積達 22%，其於土地利用如交通、公共設施、綠地等占社區總面積皆小於 10%。由此可知，五福社區的土地利用結構屬常見農村特色型態。

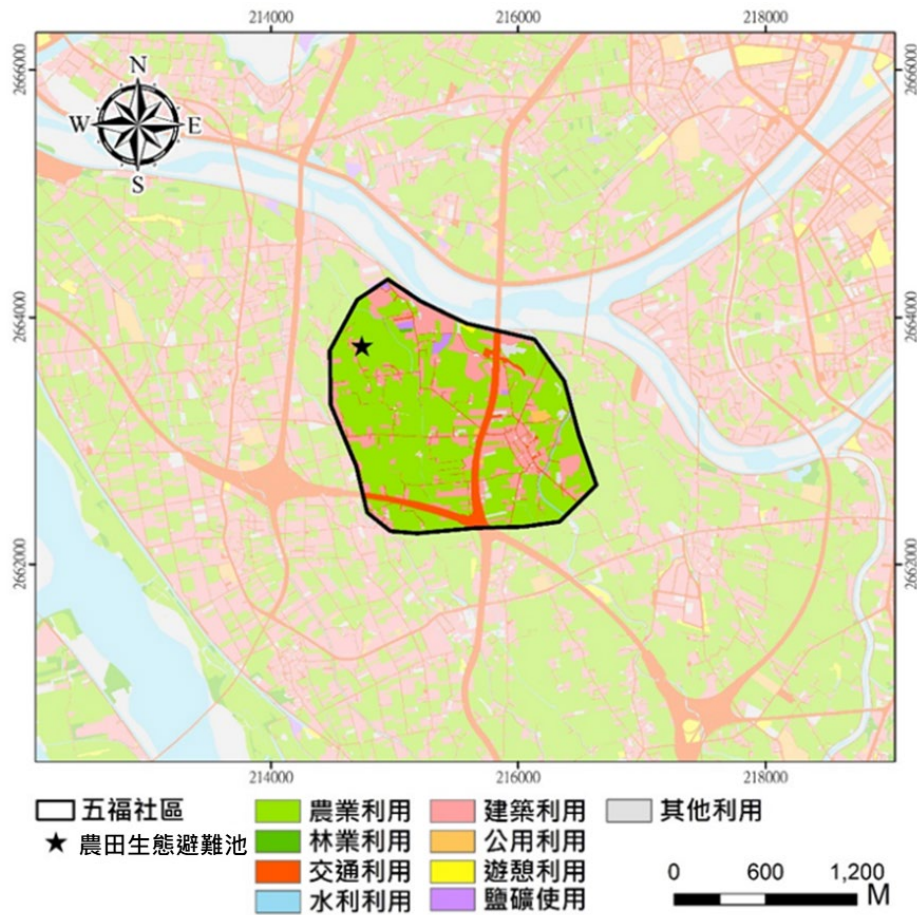


圖 5-22 五福社區之土地利用分布

四、交通網絡

五福社區主要省道為中投快速道路（省道 63）南北貫穿，主要縣道為五福路、縣道 112 及 112-1、五福西路（縣道 110）等縣道，且社區南端有國道三號則穿越霧峰西北角，這兩大交通系統在五福社區與四德社區的邊界交會並設有交流道，構成四通八達的交通網絡(臺中市政府農業局，2024)。



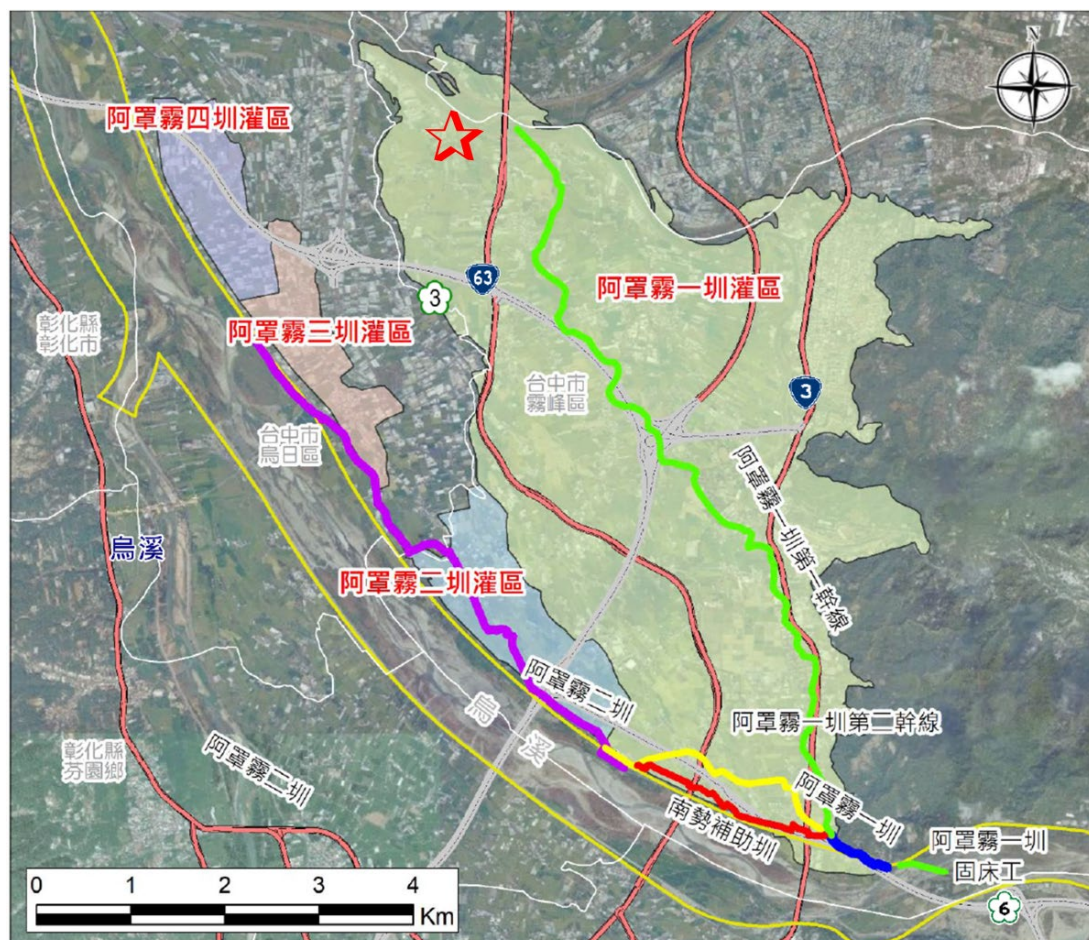
圖 5-23 五福社區之交通分布

五、水資源利用現況及需求

五福社區的灌溉系統隸屬於阿罩霧圳第一幹線，作為當地農業生產的重要水資源供應系統(如圖 5-24 中紅色星號所示，為五福社區所在位置)，提供穩定的灌溉用水。然而，由於極端氣候的影響，阿罩霧圳灌溉系統經常面臨水量不足的問題。為應對這一問題，灌區常以配水方式滿足灌溉之水資源需求。

五福社區位於阿罩霧圳第一幹線的尾水段，其灌溉水源非穩定，流量常小於 1.1 cms。在農田灌溉需水量高峰期或旱季，圳路水量的不穩定對農業生產造成壓力，同時也對水生動物的生存構成高度威脅。

這一情況突顯建立穩定農田生態避難池對水生生態系統保護的重要性。



圖片來源：烏溪烏嘴潭人工湖可行性規劃(3)-烏嘴潭堰下游至烏溪橋段河道穩定之探討(水規所，100.12)南投管理處(111)

圖 5-24 五福社區之灌溉系統分布

貳、五福社區人文特色及產業型態

一、人口變遷與傳統文化特色

五福社區人口數有 959 戶計 2,953 人(臺中市政府民政局人口管理統計平臺, 2024), 人口數變化為逐年減少, 雖然年輕人口稍有漸進回流社區發展的趨勢, 但大多數仍往外地發展, 同時社區趨向老年化, 故五福社區致力於參與農村再生, 希望能留住流失的青年人口。

五福社區的居民主要信仰以道、佛教為主, 主要廟宇有福成宮、福德祠、吳厝百姓宮、承玄宮、晉龍宮等, 其中以福成宮規模最大, 以供奉神農大帝、媽祖及三官大帝等, 廟宇是居民最常進行休憩活動及凝聚社區意識的重要場地(臺中市社區培力資源網, 2024)。

五福社區為臺灣典型農村聚落, 且因開發早, 留有多處特殊的三合院古厝, 多分佈在社區各角落。社區內擁有許多超過 80 年以上老建築物, 由最早期的架棟厝(竹籠厝)、土角厝、半肚磚厝、三合院磚厝, 到現代洋房的演變, 整個農村衍然是傳統農村建築變遷史, 形成五福社區傳統景觀特色(臺中市社區培力資源網, 2024)。

二、產業型態

五福社區是一個以農業為核心的傳統農村社區。主要產業包括稻米、香瓜(美濃瓜)等作物。稻米方面, 社區著重於生產高品質的香米, 採用自然農法以確保無毒, 提升產品競爭力。香瓜是當地的特色農產品之一, 其甜美口感廣受市場歡迎, 特別是在稻米休耕期間進行栽種, 並供應至臺北果菜市場。除了基本農業, 五福社區積極參與農村再生計畫, 推動農產品加工與行銷, 增加農產品附加價值, 進一步促進經濟發展。透過改善種植技術與行銷策略, 社區不僅維持農業生產, 更逐步邁向永續發展, 為當地居民創造更多機會與收益(臺中市政府農業局, 2024)。

(一)稻米(香米)

社區位於大里溪與草湖溪交會處旁，擁有豐沛的水資源與肥沃的土壤，自古以來就是稻米之鄉，近年來種植農試所研發的臺農 71 號「益全香米」，因品質良好，烹煮後還有芋頭香味深獲市場歡迎（自由時報，2018）。當地農會輔導農民轉栽種香米品種，再經過不斷的栽種技術改良與提昇，並逐漸採用自然農法耕種，要求無施放化學肥料及噴灑農藥，達到生產無毒米狀態，品質頗獲市場讚賞(臺中市社區培力資源網，2024)。目前香米已成為社區最重要經濟作物，亦是社區產業文化景觀。

(二)香瓜(美濃瓜)

瓜田，因市場萎縮，集中於五福、四德一帶，目前因氣候變遷使的產量降低，剩少數農友有種植。而在缺少人力與財力下剩餘農民種植香瓜亦漸趨困難(小地方新聞網，2010)。香瓜(美濃瓜)種植於 6~9 月農田休耕期間，多數農田則種植香瓜(美濃瓜)，生產香瓜全部由大型貨運車，運送到臺北市果菜市場拍賣，由於五福地區所生產的香瓜，品質頗獲市場接受與肯定，名氣曾經一時風靡大臺北地區(臺中市社區培力資源網，2024)。

(三)洋菇

農業以稻米、香瓜與蔬菜種植為主，其中也包括洋菇。洋菇的栽種需高度專業管理，從溫度、濕度到空氣含量的調控，生長過程中的每一個環節都相當關鍵。當地農民採用無毒耕作模式，並逐步提升種植技術，確保產品的高品質與安全性(臺中市社區培力資源網，2024)。

表 5-16 工作坊參與者意見回饋表

項目	一期作	二期作	休耕期(部分農地)
時期	2-3	7-8	6-9
經濟物種	香米(臺農 71 號)、蔬菜、洋菇		香瓜(美濃瓜)

三、永續農業與在地特色農產

五福社區，以其生態友善農業聞名，結合自然保育與創新農業，打造出獨具特色的農產品。透過導入永續農業及友善耕作之策略，減少農藥使用，更讓黑翅鳶成為社區農田的守護者。同時，保障農民收益以及輔導栽種優質農產出發。基於這一理念，社區推出「黑翅鳶米」與「黑翅鳶酒」這兩項代表性產品，成功將生態保育與農業經濟結合，展現出五福社區永續發展的價值與潛力。

(一)黑翅鳶米

五福社區的「黑翅鳶香米」是由霧峰區農會推動的一項生態友善農業成果。社區透過搭建猛禽棲架，吸引黑翅鳶及其他猛禽，藉此控制鼠害並減少農藥使用，打造出高品質的益全香米。這種米被命名為「黑翅鳶米」，以生態保育為賣點，提升了農產品的附加價值(環境資訊中心，2019)。

(二)黑翅鳶酒

五福社區的「黑翅鳶酒」是當地以生態友善農業為基礎的創新農產品之一。這款酒以社區生產的黑翅鳶米為原料，經過精緻釀造，成為一種高品質的燒酎酒。其命名靈感來自黑翅鳶，象徵農田中保護生態、減少農藥使用的成功案例。這款酒不僅展現當地農業與生態保育的結合，更成為推廣五福社區品牌形象的重要產品(大享食育協會，2024)。

四、社區農村再生歷程

五福社區為傳統農村社區。隨著氣候變遷、農產品市場競爭加劇，以及社區人口老化，使社區農業發展停滯，社區經濟和生活質量面臨挑戰。在農村再生計畫政策推動下，五福社區由 2009 年接受培根計

畫輔導，四階段培根計畫訓練，並增加社區居民參與度。2018 年正式通過農村再生計畫，由農村水保署臺中分署輔導，旨在推動生態友善農業及社區再生。社區合作屏東科技大學鳥類生態研究室，透過架設老鷹棲架引入黑翅鳶，利用其捕鼠特性，減少農藥使用。同時，計畫還結合農產品加工、食農教育與觀光推廣，提升社區經濟活力，並成為聯合國里山倡議的成功案例（大享食育協會，2024）。

2018 年研提農村永續發展及活化再生計畫之構想，社區農村再生歷程由圖 3-所示。五福社區居民共同制定——「田園飄香 揚名五福（湖）四海」作為社區未來發展願景，並透過社區整體環境改善與公共設施建設、文化保存與活用、產業活化與生態保育等各面向之整體規劃，凝聚共識，謀求社區居民永續發展的福祉，俾能改善居民生活條件與生活品質。

農村再生為社區注入一股活水，為社區帶來發展契機。透過農村再生資源的引入，促進社區發揮在地特色，吸引年輕人返鄉發展，並將社區產業由一級生產延伸至加工與行銷，結合包裝與推廣，將優質農產品行銷至全國。同時，舉辦文化技藝傳承活動，鼓勵居民積極參與，凝聚社區向心力，並透過各項建設提升生活品質。在產業發展、文化保存與環境改善的多方努力下，居民共同協力推進，實現社區永續發展的願景。

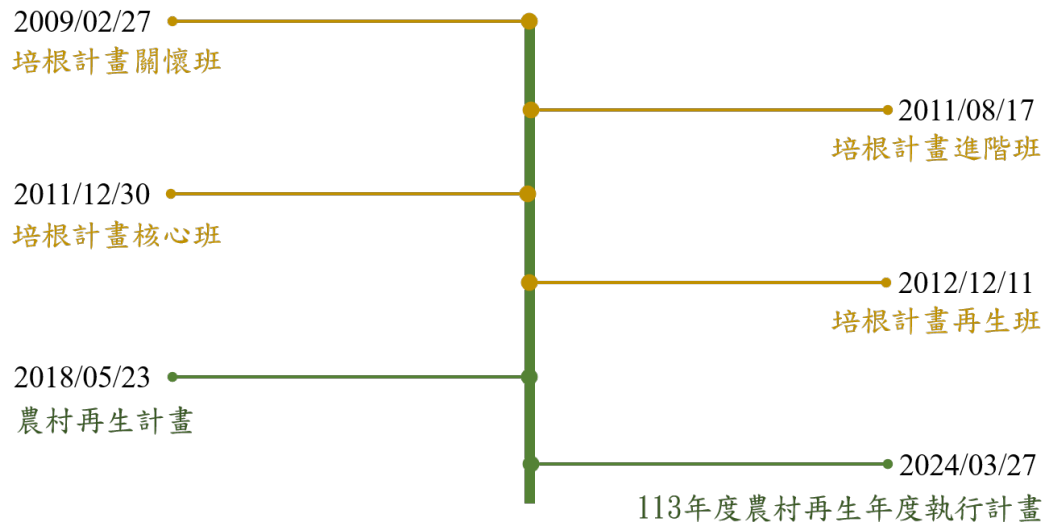


圖 5-25 五福社區之農村農村再生歷程

參、五福社區生態環境及重要物種出現紀錄

霧峰區毗鄰大里溪與烏溪，當地主要農地生產地景水田濕地與濱溪生態系交會的豐富地帶，孕育豐富的生物多樣性，涵蓋水域與陸域的多種物種。根據農業部生物多樣性研究所(以下簡稱：特生中心)物種出現紀錄(如圖 5-26 所示)，水域生物包括 9 科 29 種魚類及 7 種蝦類、5 種蟹類，代表性物種如保育類的巴氏銀魴及埔里中華爬岩鰍；陸域生物則記錄有 5 科 23 種兩棲類、8 種鳥類及 6 種哺乳類，其中林鵰、黑翅鳶、大冠鷲、臺灣藍鵲及臺灣葉鼻蝠等均為保育類。由於棲地破壞及人為干擾，部分保育類物種面臨生存威脅，凸顯出生態保育與棲地管理的重要性。以下為特生中心之生物資料庫系統下載霧峰區之生態點位，其種類敘述如下：

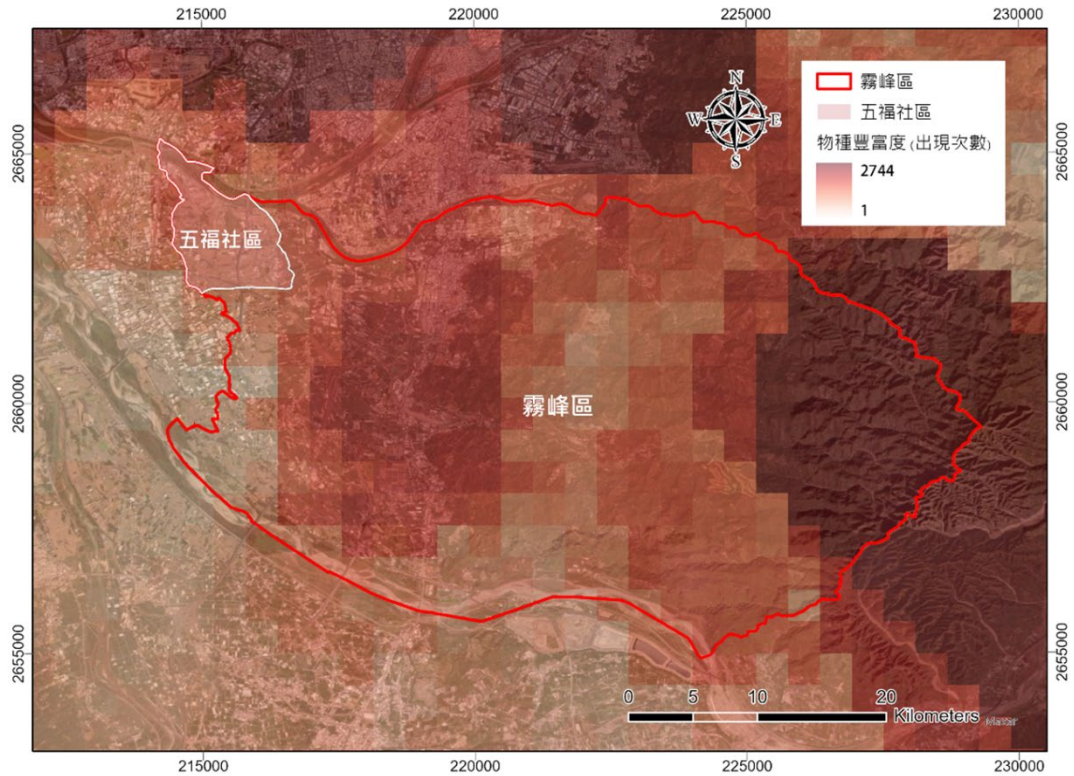


圖 5-26 霧峰區物種豐富度分布
(資料來源: 特生中心之生物資料庫系統)

一、水域生物

(一)魚類

魚類共有 9 科 29 種，包括巴氏銀鮫、埔里中華爬岩鰍、短臀瘋鰭、纓口臺鰍、臺灣間爬岩鰍、斑鰭、線鰭、尼羅口孵非鯽(外來危害)、花身副麗魚、中華鰍臺灣石鰱、臺灣鬚鰱、鯽、高身鯽、陳氏鰍鮓、唇鰱、高身小鰱、高身白甲魚、粗首馬口鰱、羅漢魚、半紋小鰾、高體鰱鰻、何氏棘鰾、白鰾科、圓翅燕魚、鰕虎科、明潭吻鰕虎、短吻紅斑吻鰕虎、極樂吻鰕虎、日本瓢鰭鰕虎等。其中巴氏銀鮫、埔里中華爬岩鰍為保育類(經濟部水利署，2024)。

(二)蝦蟹類

蝦類有短腕米蝦、假鋸齒米蝦、韋氏米蝦、鋸齒新米蝦、長臂蝦科、粗糙沼蝦、臺灣沼蝦、日本沼蝦等 7 種。蟹類有拉氏明溪蟹、黃灰澤蟹、黃綠澤蟹、弓蟹科、日本絨螯蟹等 5 種 (經濟部水利署, 2024)。

二、陸域生物

(一)兩棲類

兩棲動物紀錄 5 科 23 種，其中蟾蜍有盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、海蟾蜍(外來危害)等 3 種；蛙類有澤蛙、虎皮蛙、福建大頭蛙、巴氏小雨蛙、小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、史丹吉氏小雨蛙、赤蛙科、拉都希氏赤蛙、美洲牛蛙(外來危害)、腹斑蛙、斯文豪氏赤蛙、梭德氏赤蛙、貢德氏赤蛙、周氏樹蛙、褐樹蛙、艾氏樹蛙、面天樹蛙、布氏樹蛙、斑腿樹蛙、莫氏樹蛙等 21 種 (經濟部水利署, 2024)。

(二)鳥類

常見鳥類臺灣竹雞、林鵰、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、五色鳥、繡眼畫眉、小彎嘴、臺灣藍鵲等 8 種。其中林鵰、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、臺灣藍鵲為保育類 (臺中市政府, 2024)。

(三)哺乳類

哺乳類動物記錄有臺灣獼猴、臺灣葉鼻蝠、食蟹獾、臺灣野兔、棕鼯鼠、赤腹松鼠、小缺齒鼯等 6 種，其中臺灣葉鼻蝠為保育類 (臺中市霧峰區桐林社區-哺乳類多樣性, 2024)。

三、保育物種

(一)巴氏銀魮

巴氏銀魮 (*Acrossocheilus paradoxus*) 是臺灣特有的淡水魚，屬於鯉科 (Cyprinidae) 銀魮屬，共有銀魮、飯島氏銀魮和巴氏銀魮三種魚

類。巴氏銀鮡僅存於單一水系烏溪主流、支流、水圳與埤塘中，巴氏銀鮡出現紀錄分布如圖 5-27 所示。巴氏銀鮡分布地區狹小，當前處境最危險，族群不穩定且數量不明。2009 年被列入一級保育類動物。在 2017 年公布的「臺灣淡水魚類紅皮書目錄」，巴氏銀鮡也被列入極度瀕危等級的名單中。

巴氏銀鮡俗名中臺銀鮡、車栓子，眼睛大、嘴側有短鬚，黑色與金黃色的側線延伸至尾部，側線上的鱗片呈黑色半月狀，體長約 4 到 7 公分。屬於雜食性，以有機碎屑和水生昆蟲為食物來源。

巴氏銀鮡屬於中下層水域的魚類，不常出沒在水域上層。主要棲息在河川中下游的緩流區、靜止水域或池塘，特別在水質透明度不高、水生植物群集，可供掩蔽的地方。巴氏銀鮡習慣將卵產附於水芙蓉上，繁殖方式較接近埤塘型魚類。其卵為沉性、黏性卵，會附著於水草上，但因生長速度緩慢，族群恢復能力有限。

由於棲地破壞、溪流改道、水質污染、外來種威脅等人為干擾，其族群數量大幅減少，面臨生存危機。加強水質管理、棲地修復及外來種控制，是確保其族群延續的保育重點。

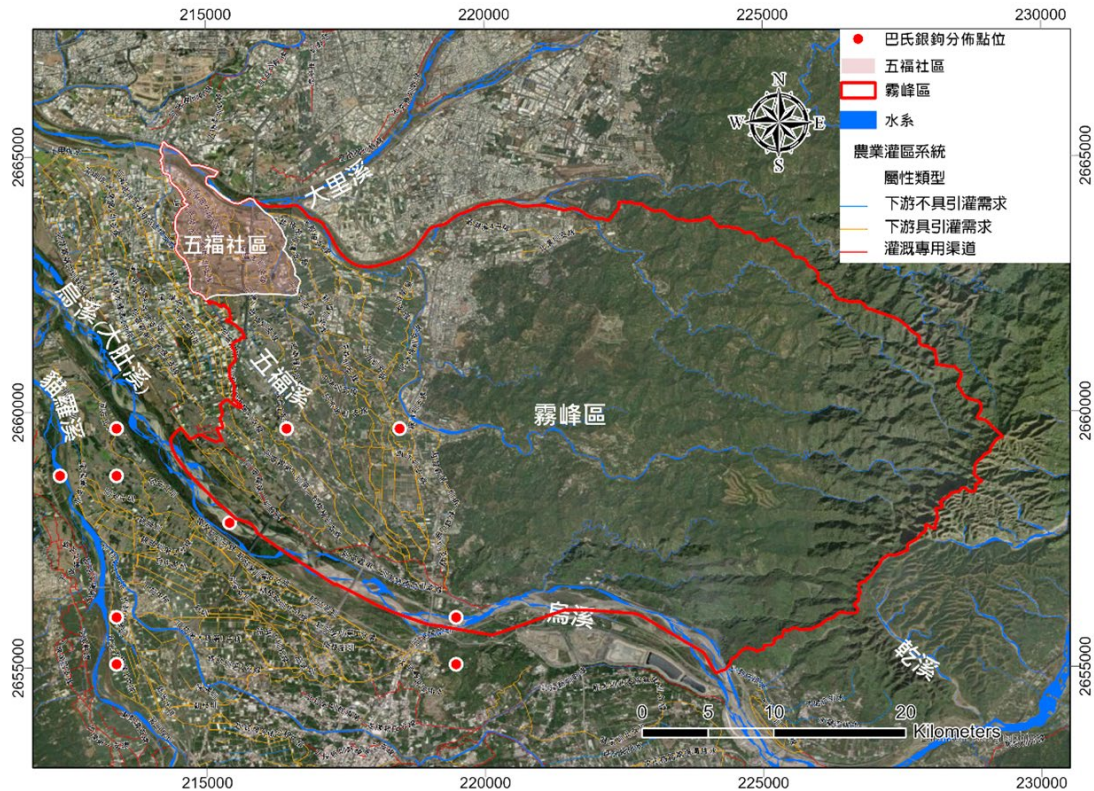


圖 5-27 巴氏銀鮎出現紀錄分布
(資料來源: 特生中心之生物資料庫系統)

針對烏溪流域的巴氏銀鮎棲地保育及復育，目前已跨機關串連 15 個公私單位成立保育平臺，已建立 2 處域外庇護池，避免因枯水期斷流或人為持續擾動造成棲地劣化或消失，魚群無適宜的生存棲地而造成族群滅絕，並於水產試驗所淡水繁養殖研究中心收容復育魚苗。

近年面對極端氣候、棲地遭擾動等，生存環境惡化及建設開發等，都可能導致原棲地環境變化，而產生極高的滅絕風險，以下為巴氏銀鮎威脅因素：

1. 極端氣候大規模乾旱事件

2021 年春季臺灣西部地區面臨大規模乾旱事件，連原本水量持續的烏溪中下游辦狀伏流水層都呈現接近乾枯的狀態，大大縮減該區域巴氏銀鮎的分布棲地面積。

2. 人為活動

棲地品質不佳的生存危機，包含汙染與自然棲地受人為活動改變

3. 棲地破碎化

土地利用與垃圾污染、人為取水以及人工設施阻絕影響，對其分布棲地水質造成劣化、不連續分布及分隔，導致分布棲地的整體性品質不佳。另外，枯水期斷流或人為持續擾動造成棲地劣化或消失，魚群無適宜的生存棲地而造成族群滅絕

(二)埔里中華爬岩鰍

埔里中華爬岩鰍屬於平鰭鰍科(Balitoridae)是臺灣特有種。埔里中華爬岩鰍體型扁平，適合在急流中貼著岩石移動，尾部具有吸盤狀結構，能夠抵抗湍急水流。僅分布於南投埔里地區的特定溪流，尤其是在水質清澈且有大量岩石的山區溪流中。與巴氏銀鮡類似，埔里中華爬岩鰍也被列為瀕臨絕種保育類，由於其特殊的棲地需求，加上人類活動如河川工程及棲地退化，導致其族群數量減少(自然保育網，2023)，埔里中華爬岩鰍出現紀錄分布如圖 5-28 所示

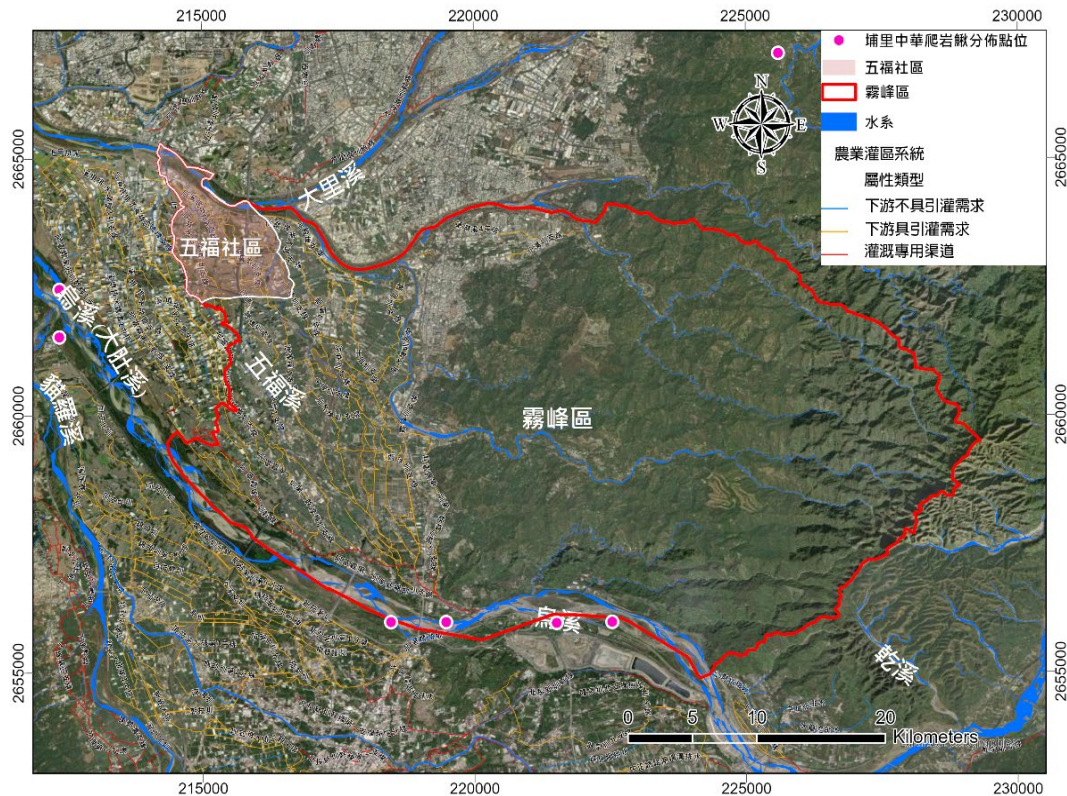


圖 5-28 埔里中華爬岩鰍出現紀錄分布

(資料來源: 特生中心之生物資料庫系統)

(三)林鵟

林鵟是一種中型猛禽，頭部具明顯的羽冠，體型粗壯，主要分布於臺灣中低海拔森林地帶，經常出現在開闊的次生林與農耕地附近。以蛇類為主要食物，因此在生態系中扮演控制蛇類數量的重要角色，列為珍貴稀有保育類。其數量稀少且分布範圍有限，受到森林砍伐和棲地破壞的威脅（中華民國保護動物協會，2024）。

(四)大冠鷲

大冠鷲是臺灣稀有的大型猛禽，以廣闊的原始森林為主要棲地。牠們擅於滑翔飛行，通常在林冠層尋找小型哺乳動物和鳥類作為食物。其棲息於中高海拔的森林區，分布相當稀少，被列為珍貴稀有保育類。由於其對棲地的依賴性高，森林砍伐及人為干擾對其生存影響顯著（中華民國保護動物協會，2024）

(五)鳳頭蒼鷹

鳳頭蒼鷹為小型猛禽，體態優雅，頭部具明顯的羽冠。廣泛分布於低至中海拔地區，包括森林、農田和都市周邊，是臺灣常見的猛禽之一，屬於一般保育類。雖然數量相對穩定，但仍需持續監測以確保其族群穩定（中華民國保護動物協會，2024）。

(六)臺灣藍鵲

臺灣藍鵲是臺灣特有種，外形亮麗，具有藍色身體、長尾及紅色喙與腳。牠們常出現在低至中海拔的次生林和開闊林地，具有社會性，常成群活動，亦有文化象徵意義，被譽為「長壽鳥」，列為一般保育類。由於其廣泛分布及對人類活動的適應能力，族群數量相對穩定，但仍需要保護其棲地以維持族群健康（中華民國保護動物協會，2024）。

(七)臺灣葉鼻蝠

臺灣葉鼻蝠是翼手目 (Chiroptera) 葉鼻蝠科 (Hipposideridae) 的成員，是大葉鼻蝠的臺灣特有亞種。它以其顯著的鼻葉結構命名，鼻葉具有複雜的溝紋，用於發出回聲定位聲波來探測獵物。臺灣葉鼻蝠體型較大，翼展廣，適合在森林中飛行及捕捉昆蟲。主要棲息於中高海拔的洞穴、樹洞以及廢棄建築物，通常在森林環境中活動。它們白天躲藏在洞穴中，夜晚出來捕食昆蟲，是重要的夜行性食蟲動物。臺灣葉鼻蝠被列為珍貴稀有保育類 (Rare and Valuable Protected Species)，這意味著它的數量稀少，且面臨棲地縮減和人類干擾的威脅 (中華民國保護動物協會，2024)。

(八)黑翅鳶

黑翅鳶是臺灣的保育類猛禽，屬於鷹科黑翅鳶屬。牠的體型適中，身長約 31-37 公分，翼展達 77-92 公分。黑翅鳶的外觀特徵鮮明，成鳥呈現白色頭部與下半身，背部與翅膀則為淺灰色，且具明顯的黑色翅膀斑紋。這些特徵使其在野外的辨識度相當高。

在臺灣，黑翅鳶的分布起初侷限於金門地區，但自 2001 年於雲林首次記錄到繁殖成功後，其族群逐漸擴展至臺灣西部平原。牠主要棲息於農田、濕地及其他開闊地區，食物以鼠類為主，偶爾也捕食昆蟲及其他小型動物。由於牠捕食鼠類的習性，對控制鼠害有一定貢獻。

黑翅鳶目前列為「珍貴稀有保育類野生動物」，雖然牠在臺灣的分布逐漸穩定，但仍面臨棲地減少及人為干擾的威脅。近年來，相關研究及保育措施，如設立人工棲架以促進其繁殖，都在持續推動中。(臺灣生物多樣性網絡，2024)

第六章 農田生態避難池規劃設計與效益評估

本研究以在地利害關係人的「期望與需求為核心」，結合「關鍵物種的生態棲地保護需求」，規劃出兼具生態保育與社區發展的整合設計。透過利害關係人的參與與模擬圖的直觀呈現，營造友善棲地並增進社區成員的參與度與認同感，確保農田生態避難池的長期永續管理。運用 InVEST 生態系統服務評估模組與 Fragstats 景觀分析工具，量化農田生態避難池營造前後在景觀生態效益、棲地品質提升、碳儲存增益及微氣候改善等方面的變化，全面解析其多層次價值。研究成果為推動里山倡議與相關生態工程提供具體科學依據與參考策略。

壹、農田生態避難池規劃設計理念

農田生態避難池的營造構想，旨在於農村地區導入兼顧農業生產、水資源管理與生物多樣性保育的多功能設施。此一設計理念的核心，在於以「共生共榮」的角度重新詮釋農業與自然之間的關係，透過農田生產系統的調整與水域生態機能的導入，不僅維護原生物種的生存環境，更強化農業地景的多樣性與韌性。並以五福社區為示範場域，透過農田生態避難池的推動，不僅希望營造出一個具生態功能的示範空間，也展現社區在生態保育與永續發展上的在地實踐能力。

本示範案特別針對保育價值極高的原生淡水魚——巴氏銀鮡（*Squalidus banarensis*），作為生態池保育對象，該物種因生境破碎、水質惡化及外來種入侵等威脅，野外族群持續下降，亟需有效的生境庇護與復育場域。藉由農田生態避難池的設計，營造低擾動、水質穩定且具遮蔽物與水生植被之棲地環境，不僅提供巴氏銀鮡躲避天敵、繁殖與過冬之處，也有助於提升整體農田生態系統的生物多樣性與功能性。

本計畫蒐集並整合多元資料來源，作為設計依據與參考架構，包括行政院農村再生設施基本圖彙編第 116 至 120 頁生態池設計原則、坡地生態水池規劃參考手冊、新故鄉文教基金會內由行政院農業部特有生物研究保育中心彭副主任提供的生態水池規劃設計基本原則，以及 Russell L. 等人所撰寫的美國城市溼地設計指南等資料。這些資料提供本計畫從政策面、設計技術面與社區參與面等多重視角切入，發展出兼顧生態功能與地方發展需求之設計。

一、國內生態池設計原則及建議

(一)農村再生設施基本圖彙編

生態池設計應朝向融合生態功能與景觀美學的方向發展，並考量在地資源條件與安全需求，規劃具備蓄水、防滲、生物棲息與視覺景觀等多重功能的複合型水域空間。針對生態池的水深控制、池體形狀、池底材質、邊坡設計與生態島設置等項目提供具體原則，以供各類水域營造參考。

生態池若以「生態景觀」為主要目標，應強調池體自然形貌與多孔隙環境的塑造，使水體不僅能維持生態循環，更成為地方生物多樣性保育與景觀再生的核心場域。以下分項說明水主要設計原則：

1. 池底結構與防滲設計

為防止水體滲漏並維持蓄水功能，建議池底應採用不透水構造。具體作法包括施作黏土層與防水皂土毯兩者結合的雙重防滲機制，可有效提升池體的蓄水穩定性。在水源充沛、滲漏風險較低之地點，可視需求僅施作黏土層；反之，若需長時間滯留污水或特定水源者，則應使用皂土複合材料強化防水性能。

2. 水深與坡度安全配置

生態池之水深應依場地特性與人類活動風險調整。建議水深以 60

公分為原則，兼顧魚類棲息與人類安全需求。在池中邊坡設計上，坡度應小於 1：1.5，而池體上方區段則建議小於 1：2，確保池岸穩定性與人員出入之安全性。各坡面皆應回填沃土以利植栽定植，並提升地貌自然感。

1. 形狀與連結配置

池體形狀應避免整齊筆直的幾何設計，應採彎曲、不規則且多變化之邊界以模擬自然水域。此設計有助於延伸水岸邊界長度，增加水-陸交界生態位，創造更多微棲地。池體亦可分為數個不同大小之小型水池，以小水道連通或作獨立分區設計，促進水體循環與物種間移動。

2. 岸邊設施與材料選用

水岸邊坡建議採用平緩斜坡設計，並使用天然石塊、木材或矮木籬等自然素材作為圍塑介質。應避免採用垂直堤岸、水泥或磁磚等硬質構造，以免阻礙動物通行與造成水體邊界單調。岸邊應特別營造多孔隙與凹凸變化，提升棲地的隱蔽性與棲息多樣性。

3. 植栽配置與原生物種選擇

生態池內應依據水域深度分區種植原生之挺水、沉水與浮水植物，如水燭、菖蒲、蓮花、水蘊草等。岸邊則可搭配綠籬、灌木及草本植物，兼具遮蔭、過濾與棲息功能。多樣性原生植物的配置可強化食物網基礎，提升整體生態穩定性與視覺豐富度。

4. 生態島與棲地創造

為提升生物多樣性與棲息隱蔽性，可於池中設置一至多座生態島。生態島應設計為緩坡、植被密集的小型陸域，可作為水鳥、兩棲類與水生昆蟲之繁殖與休憩地點。視場地大小調整生態島規模，並保持與水面及岸邊的通達性。

5. 多功能視覺景觀與生物空間

池岸可設置砌石、疊石結構作為多孔隙生態空間或綠籬隔離帶，同時創造視覺變化效果，使整體景觀更具層次。此類結構亦有助於棲息空間立體化，提供不同體型與習性的生物可利用的微環境。

6. 水體排放與安全防護

生態池如有溢流需求，建議設置溢流口連接草溝或排水系統，確保水位穩定，防止池體損壞或周邊淹水。為確保農村公共安全，池體周邊應設置安全圍籬或綠籬等阻隔設施，高度約 90 公分，並於明顯位置設立警告標誌。所有防護設施應盡量與周邊景觀協調，避免破壞整體視覺與生態感受。

(二)坡地生態水池規劃參考手冊

生態池設計的核心不僅是水工規劃，更重視生態保育、景觀營造與社區需求的平衡，基本精神是「在地、自然、多樣」。設計以安全為前提，兼顧生態棲地、水質自淨與景觀教育，並依地形與水文條件採用柔性、低衝擊工法，避免過度人工化。

池體需具多樣水深、池岸與池底環境，以滿足魚類、兩棲類、鳥類及水生植物的棲息需求；水質則透過濕地與自然曝氣維持平衡。同時結合景觀與教育設施，使生態池兼具資源管理、生態保育與環境教育功能。因此需多方面考量，將其設計原則分列如下。

1. 水源

水源可利用雨水、坡面逕流、天然湧泉或地下水，亦可結合農村地區處理後之回收水。重點在於確保水源多元化與長期穩定，維持水池全年功能運作與水質自淨能力。

2. 水深

水池深度應以安全為主，池面水位平均一般不超過 60 公分，在

10~60 公分 深度間應配置不同比例形成多變化水深，並於池體內保留 100 公分以上的小區域深水區，以確保適宜水溫，提供鳥類渡夏越冬及兩棲棲地空間。

3. 水池平面設計

在土地限制較小的條件下，長寬比以 3:1~4:1 為最佳，能發揮生態效益；若兼顧經濟，則以 約 2.5:1 的長橢圓形為宜。池底縱向坡度以 1:1000 為理想，可形成緩流，延長水質淨化時間。在地形許可下，水池宜配置為 東西向，使長向水域獲得較長日照，並促成南北岸植被差異。形狀應避免呆直與單調，應自然蜿蜒並增加岸線長度，以擴展水陸交界的生態空間。

4. 池岸

池岸坡度設計建議為 1:3~1:5，並可採緩坡或分層台階方式，利於水棲動物進出。岸邊 1~2 公尺 區域可作為潮間帶與透水區，一般不做防滲處理，可鋪設草皮或栽植原生植被。護岸以自然工法為主，如乾砌石、拋石、柳枝編柵、枯木等，並應保留孔隙，兼顧保護與生物棲所功能。

5. 池底與防滲

池底防滲多以黏土壓實層構成，厚度 30~60 公分，黏土成分需 40%以上，上覆細砂與覆土可依需求調整。池底亦應挖溝或設置卵礫石、沉床、空心竹筒等，以創造深淺變化並提供魚蝦及底棲生物棲息。

6. 植栽配置

植栽依水深分帶設置：岸邊為挺水植物（蘆葦、香蒲），淺水區為浮葉植物（荷花、睡蓮），深水區則配置沉水植物。植栽應以原生種為優先，避免外來入侵種，並透過多層次帶來水質淨化、遮蔭降溫與棲地功能。

7. 水質自淨系統

水質淨化分為面系統與線系統。面系統包括表面流濕地（FSF）與地下流濕地（SSF），利用挺水植物及介質進行處理；線系統則包含曝氣法（利用塊石、碎石或跌水增加溶氧）、礫間接觸法（礫石粒徑 5～15 公分，厚度 10～20 公分）、接觸材填充法（蜂巢板或濾材）、層流淨化法（將水深控制在 約 10 公分）。另可鋪設 5～10 公分卵石、3～7 公分木炭、2～5 公分石英礫石 的多層組合層，以活化與淨化水質。

8. 流路與進出水設計

流路應蜿蜒曲折，以延長水流停留時間並避免死水區。進水口需加寬並設緩坡，防止沖刷；出水口應設濾網或攔污柵，並可設置護坦或跌水設施以降低流速。流量與流速可透過閘門、溢流口等調控，兼顧滯洪與淨水需求。

9. 景觀與教育設施

景觀生態營造原則指出，生態池應兼顧景觀與教育功能。前池設沉砂區以減少污染，中段設跌水或瀑布以增加循環與景觀，尾池則強化淨化。周邊設置棧道、觀察平台與解說牌，讓民眾親近水體並發揮環境教育功能。

(三)農業部特有生物研究保育中心

為了兼顧人類使用安全與池中動植物棲息、生長之需求，特有生物研究保育中心針對生態池的設計，提出了一系列涵蓋水深配置、池形規劃、基底材質、水岸處理、植栽設計、微棲地營造、水體動態及日照條件等具體而完整的建議。以下即依其建議內容，分項詳述相關設計原則：

1. 水深設計與配置建議

生態池的水深應以不超過 80 公分為原則，以確保人類活動安全，並提供多樣水域生物棲息空間。常見配置深度為 10 公分至 60 公分間不同比例的區塊，形成變化豐富的淺水域環境。若欲維持較穩定之魚類族群，並確保其越冬需求，則可於池體中央設置小範圍、約 100 公分深的深水區。

2. 池體形狀與岸線設計

池體外觀建議採用彎曲、多變化之不規則形狀，以延長池岸線，增加水體、陸地與植物之交界面積，提供多樣微棲地型態。應避免整齊劃一、直線或幾何形狀之設計，因其生態功能較弱，缺乏隱蔽與棲息空間。岸線建議坡度為 1：3 至 1：4，並於接近水面處保持更為平緩之濕地過渡區（潮間帶），提供兩棲類與無脊椎動物良好的活動與遷移環境。

3. 底材選用與滲漏防治

池底建議以含 40% 以上黏土成分之土壤壓實 30~60 公分厚作為防滲層，避免水體流失；其上方再覆蓋 30 公分厚之砂質壤土，利於水生植物生長與根系發展。建議嚴禁使用水泥、磁磚等人工材質，以免阻絕生物活動並降低滲透性與自然感。

4. 邊坡與岸際設計

池邊可預留 1~2 公尺寬之潮間帶與透水區域，此區可採用富含有機質的砂質壤土順坡堆置 30 公分厚，不進行防滲處理，提供濾水與植物定植空間。邊坡應以自然土壤、原木、石塊等仿自然材質砌築，避免形成垂直、平整或硬質結構，以利動物上下與棲息隱蔽，並保留多孔隙與凹凸變化之空間結構。

5. 植栽配置與食物網基礎營造

根據不同水深區域，應種植原生濕生、挺水、沉水與浮葉植物，例如菖蒲、水燭、香蒲、狐尾藻、蓮花等。池周邊則應種植原生親水地被植物、灌木與喬木，以提供遮蔽與多層次生境。設計上應強調植物與枯枝落葉與水體的接觸面，提升分解者、浮游生物與水棲昆蟲之繁衍與食物來源，建立完整之食物鏈基礎。

6. 微棲地與棲息構造物設置

為增強池體的立體結構與生物多樣性，可在水中堆置枯木、根株、石堆、枯竹等材料，部分沉入水中、部分懸浮於水面或自然倒入池內。此舉可營造出供蜻蜓、烏龜、水鳥、青蛙與魚蝦利用的棲息、避敵與曬太陽之平臺或通道。

若空間允許，可規劃 2~3 個具緩坡且彎曲的生態小島，混合密植多樣植物，作為陸域與水域間的安全緩衝區。若面積有限，則可以植生竹筏取代小島功能，長度建議超過 20 公尺，浮出水面約 1.5 公尺者生態效果最佳。

7. 水體流動與聲音設計

流動的水聲與霧氣對某些動物（如鳥類與昆蟲）具吸引效果。可利用現地自然水源落差搭配竹片、水輪、石材、水車等裝置製造聲響與動態效果；若無自然落差，亦可利用沉水馬達創造循環水流，增進水體動能與含氧量。

8. 日照條件與場域選擇

為確保植物光合作用與動物活動，每日應維持池面至少 5 小時以上之日照。因此，在池體選址上應避開高大建築物或遮陰面積過大的喬木，以維持光照充足之棲地條件。

(四)美國城市濕地設計指南

為因應都市擴張與地表水污染問題，美國城市濕地設計指南提供

一系列針對人工濕地設置的技術建議，目標在於最大化水質淨化效益，同時兼顧生態棲地、人類安全與都市排水韌性等多重需求。該指南從地點選擇到植栽配置，全面檢視人工濕地作為永續都市水管理工具的操作模式，提出下列九項主要設計原則。

1. 位置選擇

濕地應設於排水網絡匯流點之前，越靠近管道出口，越能處理大範圍的集水區。優先選址需考量集水區大小、污染負荷及空間可用性。在集水區內配置多座小型濕地，亦為一種靈活有效的方式。理想地點需靠近排水系統、水深不超過 3 米，並具備足夠的腹地支撐坡度與堤體設計。

2. 規模配置

濕地面積應為集水區面積的 1%至 5%，規模越大，污染物去除效果越佳。在都市空間受限的情況下，可參照「人口當量 (PE)」法，結合 BOD5 與乾旱天氣流量 (DWF) 推估濕地需求。建議水體滯留時間為 12 至 24 小時，以強化沉澱與淨化效能。

3. 形狀與數量

理想的濕地形狀為橢圓或自然曲線，長寬比小於 4:1，並可透過扇貝形邊緣等方式增加棲地多樣性。避免設計成狹長形，以免水流過快、降低磷去除率。建議配置至少 3 至 4 個濕地單元，各自獨立進出水，有助於系統彈性與生態多樣性提升。

4. 流量控制

濕地內植物扮演流速緩衝角色，可提升水體滯留時間。堰 (weirs) 可用以調節水位，並作為步道或通行點。場地若為坡地，應設置階梯或石材坡面以防侵蝕。堰的設計建議逐級下降，每級至少 50 毫米，並應兼顧魚類洄游通行性。

5. 流路設計

水流應涵蓋整體濕地面積，避免形成捷徑（short-cutting）效應。可利用中間堤壩或水下擋板延長流路，確保均勻分布。堰與管道位置應精密規劃，發揮最大處理潛能。

6. 出流口設計

須具備防堵塞設施，如柵欄，並應便於維護操作。出流口尺寸需足以應對高流量情境，部分設施可設雙階段排水（低流與高流）。另須設溢洪道引導超額水量至安全排放處，以防基礎設施受損。

7. 水深配置

建議水深高於 100-300 毫米，利於挺水植物生長。初始建設較深水範圍，因泥沙沉積將逐年減深。邊緣應設計為緩坡，並加入淺邊、季節性淺池或濕地島嶼，以強化野生動物棲地功能。

8. 基質選擇

表面流濕地對基質選擇相對彈性，常見材料為礫石、砂、粘土與淤泥。植物主要養分來源為進水，而非基質。若屬地下流系統則需特別考量基質的滲透性與濾效。

9. 植栽配置

應選用原生濕地植物，兼顧水質改善與生態多樣性。耐污品種如蘆葦、莎草適用於污染水域；而花菖蒲、千屈菜等觀賞型植物適合於較乾淨的水體。避免引入外來種，並建議依區域特性諮詢植物學專家建議。

(五)設計過程亦結合「里山 SEPLS 韌性架構」三大核心功能：

1.知識整合與轉換(Knowledge integration and transformation)：

透過舉辦工作坊、訪談與焦點團體會議，促進來自不同領域的利害關係人——如農民、社區居民、生態專家與政府機關——間的對話

與知識交流，進而凝聚場域經營共識。提升地方對生態工程的認同感，也有助於知識在地化，建立長期自主維護的基礎。

2.地景多樣性 (Landscape diversity)：

本設計以維護「社會－生態－生產地景」(Socio-ecological Production Landscapes and Seascapes, SEPLS)為目標，強調人為耕作活動與自然生態之間的動態平衡。透過生態避難池之介入，使五福社區的農地景觀呈現出具有季節性水域、邊界生境與濕生植被等多樣微地景，形成「動態鑲嵌塊狀」景觀格局，不僅提供野生動物生息空間，也增進景觀的生態彈性。

3.生物多樣性 (Biodiversity)：

避難池設計保留陸域與水域交界之緩衝空間，強化不同物種棲息、覓食、繁衍與遷徙的機會。透過設置變化豐富的水深區、植被島、天然石塊與漂流木等棲地元素，模擬自然水域棲息環境，提升物種多樣性與生態系穩定性。

除了基本生態功能外，農田生態避難池亦被賦予教育推廣、文化體驗與永續發展的附加價值。透過池體週邊之導覽設施、解說牌、社區導覽員培訓與季節性體驗活動規劃，將此設施轉化為社區環境教育場域，提升居民與遊客對農田生態系統的認識與參與感。同時，融合在地農耕與農作文化，打造具有社區特色的文化地景，深化居民的地方認同與土地情感。

最終設計成果朝向多功能性發展，融合生態、教育、文化與治理等多重目標，建構具韌性與地方適應性的生態池體系之多樣化生態池功能(如圖 6-29 所示)。

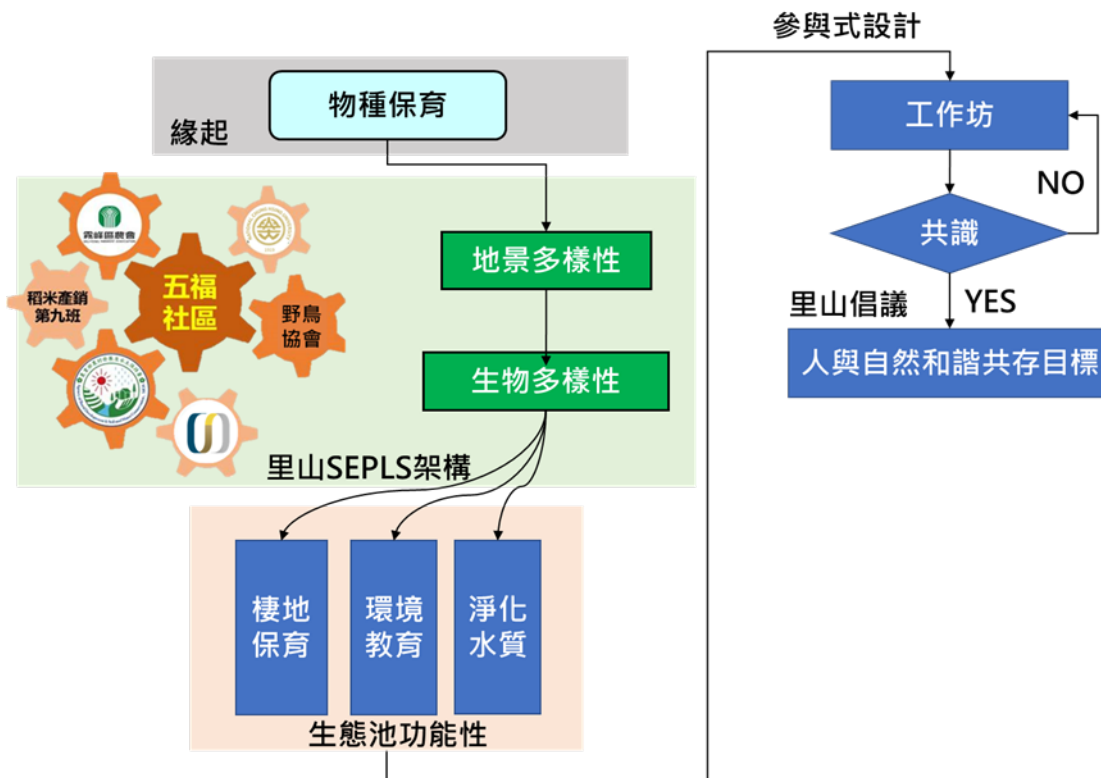


圖 6-29 農田生態避難池設計架構

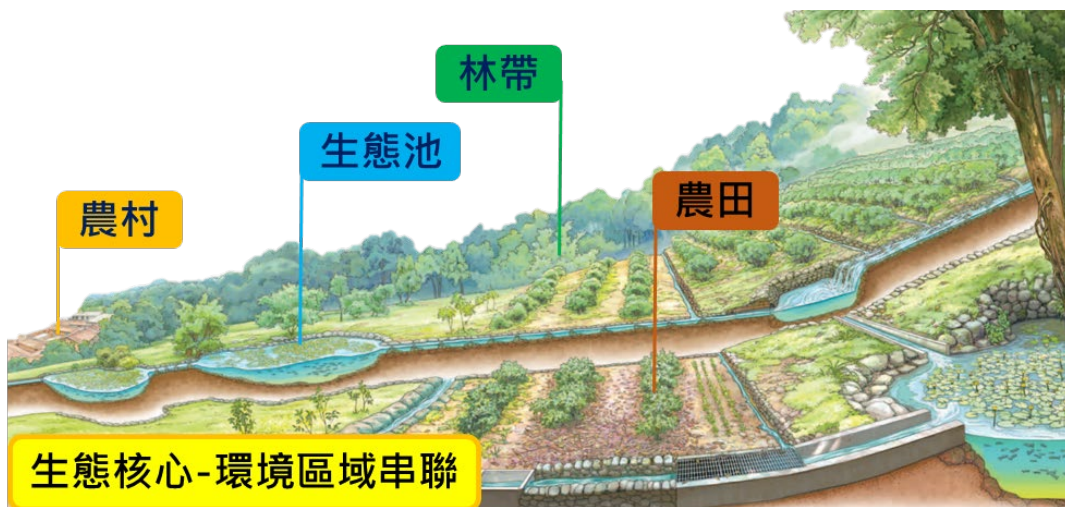


圖 6-30 生態核心概念

表 6-17 生態池設計基本原則對照表

項目	特有生物研究保育中心	農業部農村發展與水土保持署	坡地生態水池規劃參考手冊
池面深度	不要深於 80 公分，可在 10 至 60 公分進行調整。	水深應考量安全性，設計深度以 60cm 為原則	平均不超過 60 cm，並配置 10–60 cm 多變化水深；局部保留 ≥ 100 cm 深區供魚鳥棲息。
形狀	彎彎曲曲，延伸池岸長度	避免平直、整齊之形狀，應求不規則、彎曲且多變化	- 形狀採自然蜿蜒、不規則邊界。 - 長寬比 3:1~4:1 最佳，兼顧水質淨化與景觀，而橢圓形（約 2.5:1）可兼顧生態與經濟。 - 池底縱坡 1:1000，延長水流時間、促進沉澱 - 建議東西向排列以確保日照與南北岸植被差異。
池底材料	- 粘土成分占 40%以上之粘土 30~60 公分壓實即可防漏。 - 粘土上層再鋪 30 公分之砂質壤土，以利植物生長。 - 酌予挖溝、堆石、堆木塊、放置多孔隙材料等做成深淺不一，具有變化之地形以利各類生物活動及生長。	不透水構造(黏土層與防水皂土毯)為主，如果在防止池底滲漏或具備蓄水之功能，則建議以黏土層及皂土毯一併施作	- 池底防滲以黏土壓實層為主（厚 30–60 cm，黏土含量 $\geq 40\%$）並上覆細砂或砂質壤土，可依需求調整。 - 增加多孔結構（卵礫石、沉床、空心竹筒），提供底棲生物棲地。
池岸	- 池邊 1~2 公尺斜坡預留為潮間帶及透水區，可以不進行防漏處理，而以富含有機物之透水性砂質壤土順坡堆置 30 公分厚即可。 - 邊坡應平緩，並以自然之土壤、木	- 邊坡應平緩，並以天然石塊、枕木或矮木籬做為圍塑。 - 應小於 1:1.5，上邊坡坡度應小於 1:2，並回填沃土	- 池岸坡度 1:3~1:5，視坡度大小可分層台階。岸際 1~2 m 區域為潮間與透水帶，可鋪草皮或栽植原生植物。 - 護岸採自然工法，如乾砌石、拋石、柳枝編柵、枯木護坡等。

	材或天然石塊仿自然形狀砌成。 • 一般坡度以 1：3 到 1：4，在接近水面時，並應儘量平緩，維持較多的潮間帶。		
植栽	• 依不同水深，栽植原生之濕生、挺水、沉水及浮葉等植物，周邊栽種親水之原生地被、灌木及喬木。	• 栽植原生挺水、沉水或浮水等植物。	• 分層及依水深植栽：岸邊栽種耐水之濱水源生地被、灌木及喬木、挺水、淺水浮葉、深水沉水等植物。 • 全區以原生種為主、外來種禁用，其植生覆蓋率約 50%，提供遮蔭降溫、淨化水質與棲地。
生態島	• 儘量預設 2~3 個緩坡且彎曲的生態小島，並混合密植多樣化植物以提供各種生物安全而隱蔽之隔離空間。 • 沿岸長度 20 公尺以上，浮出水面 1.5 公尺高度，則具有不錯之效果		• 當水域面積 ≥ 0.2 ha 時建議設島，小基地可用枯木堆或浮島替代。 • 岸與島間水深 ≥ 1 m，以防陸域掠食者進入； • -島體設計為緩坡覆植草灌木
其他	• 池面大部分之面積每天應維持至少 5 小時之光照，以利各種動植物繁殖生長，所以應避開高大建物或太近之大樹。 • 需要有汙水或水源留滯之區域用皂土複合防水，若水源豐沛之區域建議可採黏土施作。 • 可設計數個不同大小水池，各水池以小水道連結或獨立。 • 視需要是否加設溢流口連結至排水系統(如草溝)。 • 為顧及農村安全性生態池周邊應加設安全圍籬或綠籬等阻隔性設施，其高度約 90cm，另應於池旁加立警告標誌，該設計應與周邊景觀調和。 • 流路設計：採「前池—主池—尾池」三級流系，蜿蜒曲折延長滯留時間。 • 設棧道、觀察平台與解說牌。 • 水質自淨結合曝氣與濕地系統		

貳、農田生態避難池規劃設計

本避難池旨在整合農業生產與生物多樣性保育功能，並以巴氏銀魴為核心保育對象，採用自然模擬的生態工法，串聯水文循環、社區文化與環境教育功能。整體設計涵蓋九項主要構想，包括可呼吸式池體設計、傳統農耕技藝應用、水圳引流口觀察區、淺池區沉澱功能、蜿蜒渠道、深池主棲地、生態島配置、教學通道導覽動線與種稻體驗區等，展現高度整合的生產－生態－教育方面的策略。

一、基地位置

原基地位置位在後溪底福德寺旁，於第一次工作坊中，因契作及安全性考量後(詳如表 4-11 所示)，變更場域至五福有機耕作田區正中央(TWD97:214842.5529,2663801.5568)，而該場域具備水源較為穩定及鄰近既有圳路系統等條件，有利於水源導引及滯留功能之設置。其基地面積約 0.095 公頃。

二、生態池特色

(一)可呼吸式設計

整體設計採卵形循環池形式，透過不規則形狀延長池岸線，營造更豐富的過渡棲地空間，象徵自然生生不息的意涵。水體設計模擬自然水系的流動，提供穩定且持續的水流，滿足巴氏銀魴對水深與流速的棲息需求。同時考量當地每年 9 至 11 月進入枯水期，當水源不足時，池區可轉為草地使用，兼具一般遊憩功能，並確保不影響當地其他農業用水需求。

(二)傳統農耕知識文化結合

農田生態避難池的施作結合在地傳統農耕知識文化，運用【牛踏

層】作為池底不透水鋪面，不僅保留當地農業技藝特色，也不影響原有土壤性質，並融入五福社區的生產地景，展現人與環境共融的設計理念。

(三)環境教育

為了提升社區的文化認同與參與感，將農田生態避難池周邊區域結合五福社區當地的稻作文化，設計種稻體驗活動。不僅豐富了訪客的互動體驗，也使社區的農業與生態保育理念緊密結合。參與者能夠在體驗種稻的過程中，理解農業生產對生態環境的影響及保育的重要性。教育活動還可以結合周邊學校生態課程，將理論與實務結合，增加學生對生態保護的認識與興趣。

三、生態池施作工項

(一)沉澱池

池區面積約 23.29m^2 ，設計水深為 0.5m ，主要功能為處理進水口所挾帶的泥沙沉澱，並淨化上游農田灌排水中的污染物。透過栽植具淨水效能的原生沉水與挺水植物，藉以提升水質淨化能力，相關植物的選擇於第 11 項植栽工程說明。

(二)蜿蜒池

池區面積約 46.07m^2 ，設計水深為 0.6m ，以自然溪流的蜿蜒形態與不規則池底模擬原生河川環境，藉此營造水體的動態流動，避免形成死水區，且此區會於池底放置大小石塊，塑造淺流、淺瀨、深流、深潭、岸邊緩流等流況，創造多樣化的棲息環境，提升整體生態棲地的功能與韌性。

(三)保育池

池區面積約 90.55m^2 ，設計水深為 0.8m ，深池區是巴氏銀魨的主

要棲息空間，水域較深且流速緩和，符合其棲息環境的需求。在深池區栽植挺水、沉水及浮水植物，提供天然遮蔭環境，而浮葉植物在水面形成遮蔽，提供隱蔽的場所，更能幫助魚群避免掠食者的侵害。有助於降低外來掠食者的威脅。相關植物的選擇於第 11 項植栽工程說明。

(四)池底晶化作業

池底晶化作業於各池區進行，各池區開挖深度應以設計水深向下預留 30-50cm 的晶化作業與回填土方空間，而為了納入在地傳統知識文化與工程結合，以牛踏層作為池底的不透水層。也配合在地居民五福國小及教學單位國立中興大學等學生參與，進行環境教育活動。而相關牛踏層晶化作業流程，茲說明如下：

1. 晶化輔助用客土填入，若現地之土壤保水不易則建議透過外購良質黏壤土。
2. 加水軟化，加水使土壤充分溼潤軟化，以利機具攪動作業進行。
3. 以手持型機具或人工踩踏為主進行表土攪拌擾動，大面積水域以重型機械進行作業，揚起淺層土壤，同時夯實底層土壤。
4. 透過重力沈降作用使土壤結構依其沈降速率的不同而呈層狀分佈，若入滲率偏高，須重複 2、3 步驟。

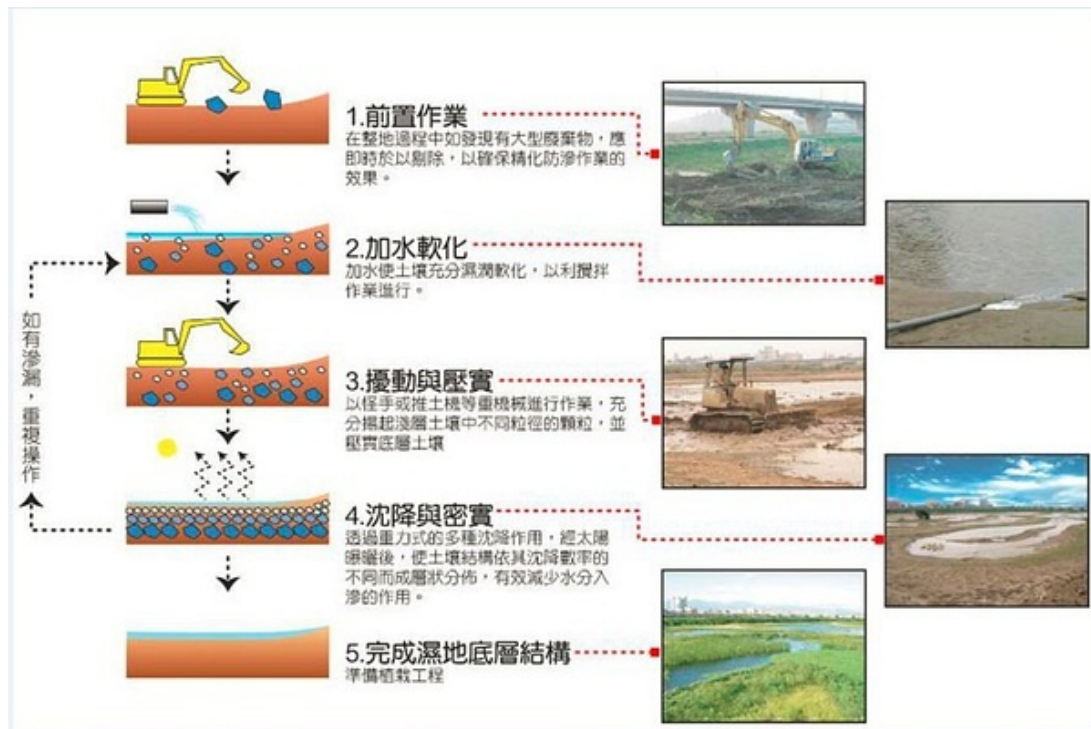


圖 6-31 池底晶化作業流程

(五)池堰

池堰的設計是為了控制每個池區滯留時間及水位落差，來調節池內水體的流動情形。AB 池間的連接，因上方有生態小徑通過，所以以 PVC 管作連接；BC 池間則透過卵礫石堆置的方式構築(如圖 6-38 所示)。

(六)田埂

主要功能為隔絕四周田區水稻田水體，避免往生態池溢淹，影響其功能性。田埂的設計參考土壩設計方式，於中心設置防滲心層，為主要的阻水層，設計高度以高於四周田區水稻田水體高度，外層以回填土夯實作保護，設計寬度為 100cm(如圖 6-38 所示)。

(七)進出水設施

進出水口以半徑 15cm PVC 管設置，並考慮 5-10%縱向坡度，使池內的水體能夠順利流出。且與深池設計水深設計溢流管，採用 20cm

PVC 管設置，大於出水口尺寸，防止溢淹導致阻塞發生(如圖 6-37 所示)。

(八)岸邊保護工

以卵礫石塊堆砌，設置於凹岸及河道束縮處，防止水流沖刷池面，進而破壞不透水層。以現地石材施作，盡量不外購材料。採用六圍砌的方式進行施作。

(九)生態島

生態避難池中央設置一座高程約 30 公分的生態島，地形以 1:3 至 1:5 之緩坡塑形，營造多樣化的棲地環境。其主要功能在於提供彩鶯、紅冠水雞等水鳥棲息與活動空間，以提升整體生物多樣性。周邊結合喬木與灌木層次之植栽配置，並以生態小徑串聯，除可作為生態觀察與解說動線外，亦有助於民眾近距離觀察不同物種之生態行為，兼具教育與保育之效益。

(十)生態小徑

教學通道的以原地形土壤夯實設計，旨在讓參訪者充分了解各池區功能與生態特性，並可作為觀察物種棲息狀況的導覽動線。為避免活動過程中干擾生物棲息空間，通道周圍特別種植灌木叢作為綠帶緩衝區；而於過水處則採用木棧道設計，以兼顧生態保護與導覽需求。

(十一)植栽工程

植物的選擇以在地植物為首選，並搭配原生植物為原則。其中考慮水質淨化、流速緩衝、遮陰及景觀性植物。採用沉水、挺水、浮水、灌木及喬木等生活型作搭配，塑造多層次植物相。相關植物的選擇，如表 6-18 所示。

表 6-18 植栽配置

生活型	植物名稱
喬木	水柳
灌木	月橘
地被植物	魚腥草、島田氏雞兒腸
挺水植物	田字草、白茅
沉水植物	苦草、水蕨
浮水植物	滿江紅



圖 6-32 農田生態避難池基地位置圖



圖 6-33 農田生態避難池全區配置圖

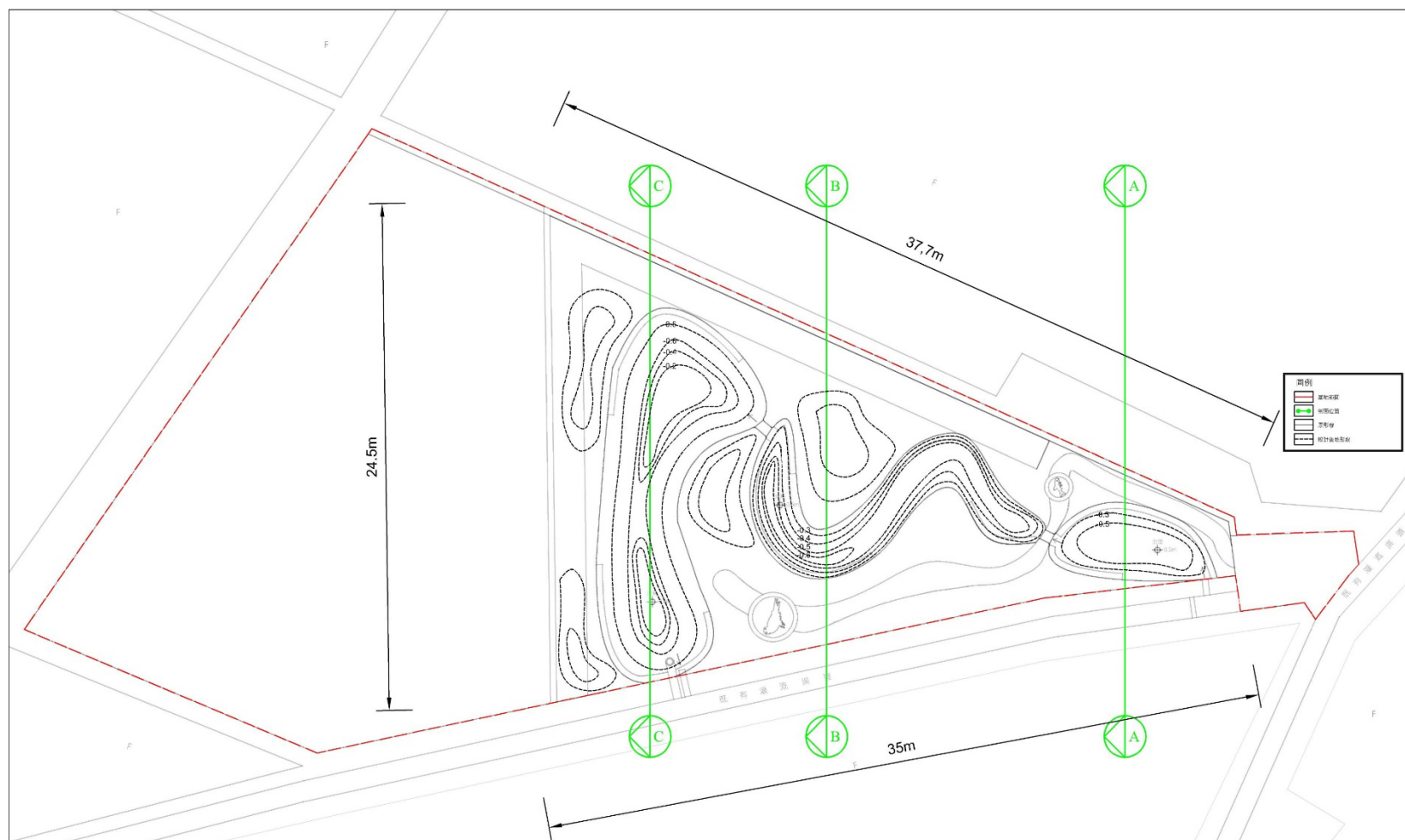


圖 6-34 農田生態避難池前後等高線對照圖



圖 6-35 農田生態避難池挖填土方區位圖

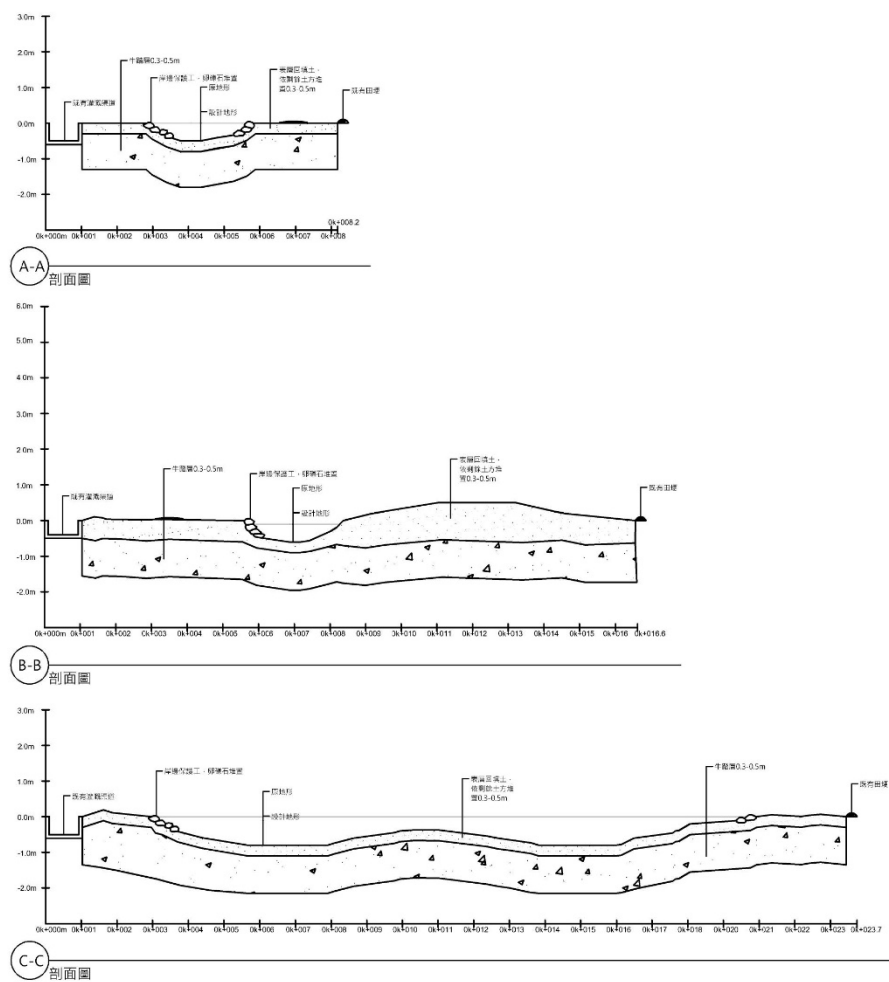


圖 6-36 農田生態避難池剖面圖

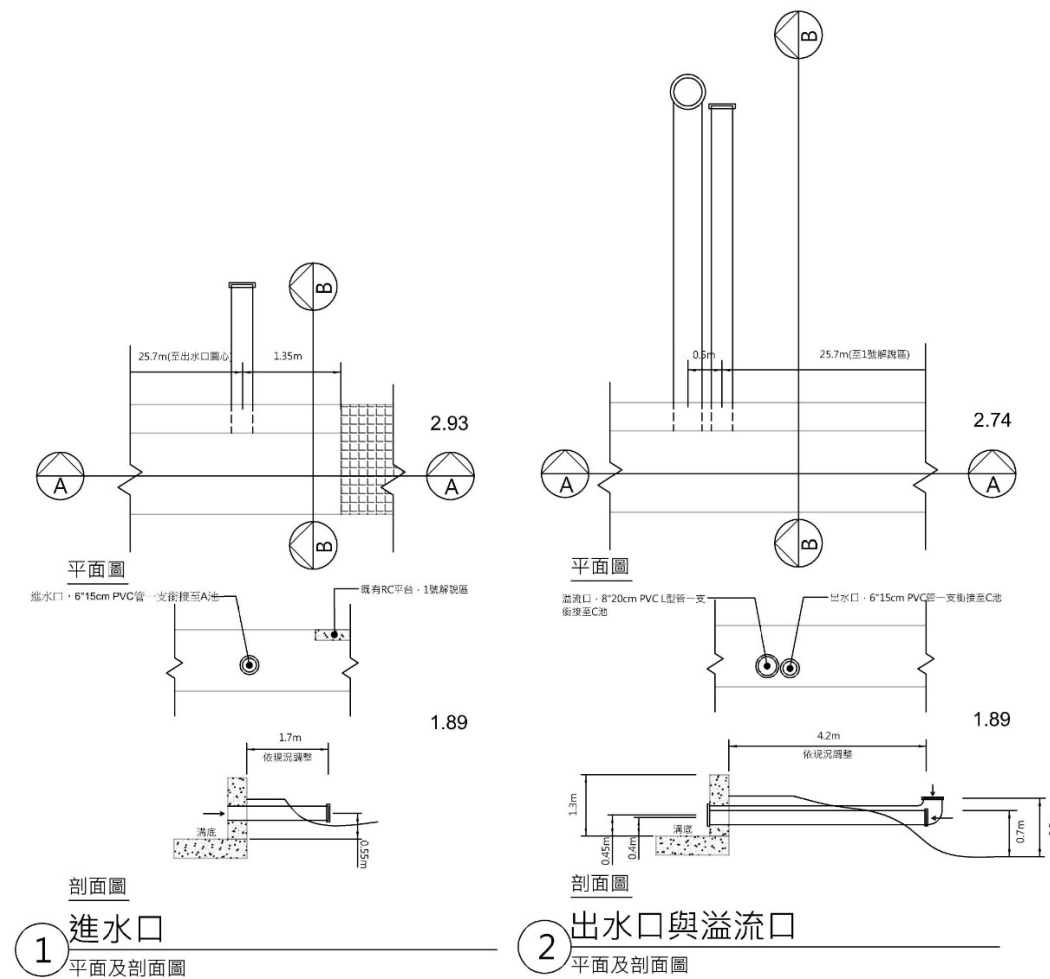


圖 6-37 農田生態避難池進出水口設計圖

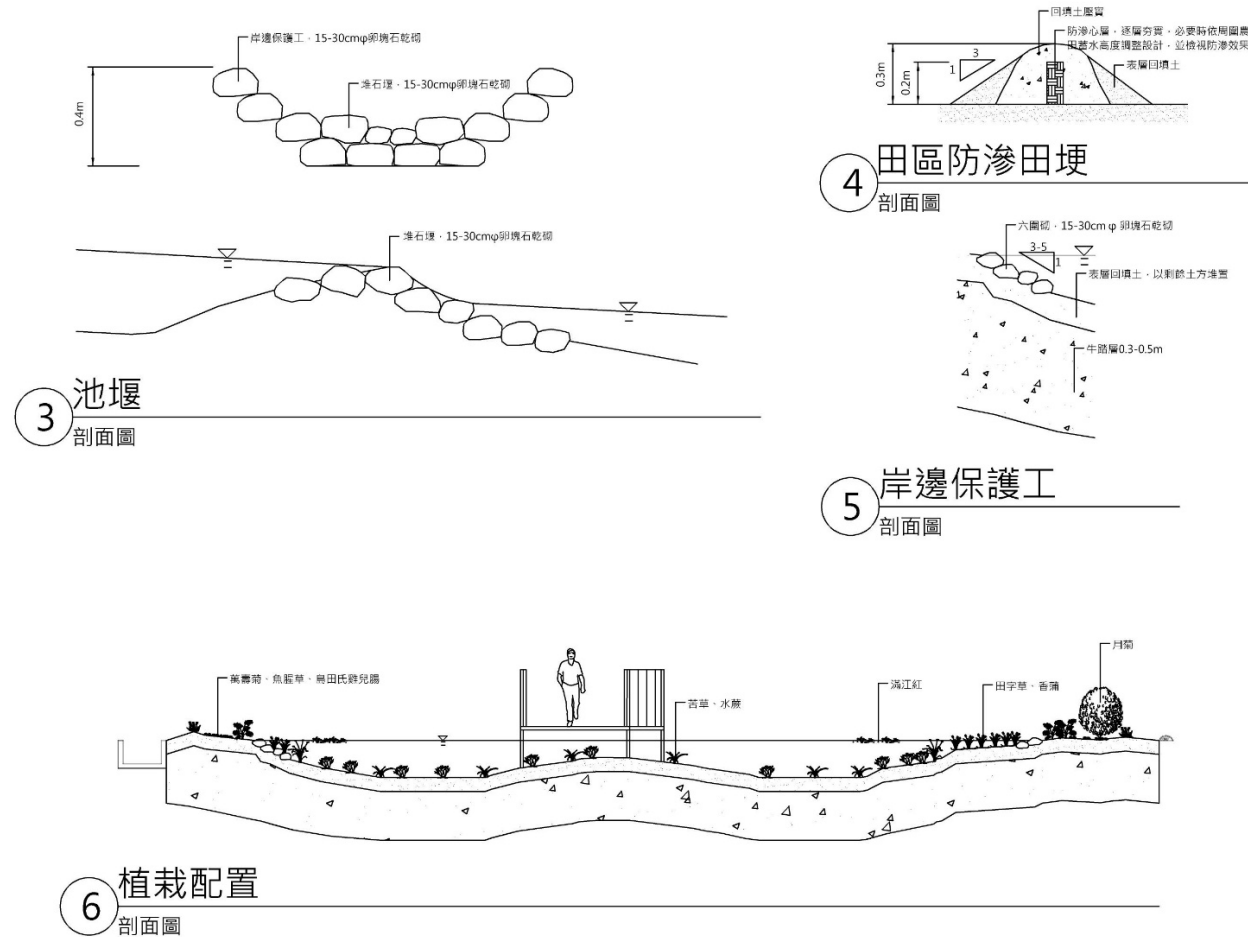


圖 6-38 農田生態避難池其他工項設計圖



圖 6-39 農田生態避難池其他工項設計圖

參、農田生態避難池棲地營造棲地品質評估

生態系統服務 (Ecosystem Services, ES) 作為一種概念與分析工具，自 1990 年代起蓬勃發展，強調生態系統與環境為人類社會提供的資源、功能與服務，對於理解生態系統與人類福祉之間的關聯具有重要意義 (Costanza et al., 1997)。根據聯合國千禧年生態系統評估組織 (Millennium Ecosystem Assessment, MA) 於 2005 年發表的報告，生態系統服務可劃分為供給服務、調節服務、文化服務與支持服務四大類，進一步揭示了生態系統的多重價值。

為評估生態系統服務的效益，InVEST (Integrate Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs tool) 模型於 2007 年由美國史丹佛大學等機構開發，旨在探討生態系統變化對人類利益流向的影響，廣泛應用於棲地品質、碳儲存和水量產生等評估領域。近年來，利用 InVEST 模型進行棲地品質評估已成為生態系統服務和生物多樣性保護的重要研究方法，許多研究顯示人類活動如農業擴張和都市化會對生態系統產生負面影響，導致生物棲息地的破碎化和生態功能的下降 (Aneseyee, 2020; Feng, 2021; 張瀚森, 2023)。

一、InVEST 生態系服務-棲地品質評估

生物多樣性難以實質量化調查與量化，也難以動態掌握其改變，而在 InVEST 棲地品質模型中結合土地利用及威脅因子以計算棲地範圍內退化程度，最後繪製出棲地品質，以代表其生物多樣性指標。

基於 InVEST3.3.0 模型的棲地品質評估方法假定棲地品質是一個連續變數，在進行棲地品質評估時綜合考慮了土地利用方式和土地利用格局的影響，首先要計算棲地退化程度。土地利用類型 j 中網格 x 的棲地退化程度計算公式為(式 6-1):

$$D_{xj} = \sum_{r=1}^R \sum_{y=1}^{Y_r} (W_r / \sum_{r=1}^R W_r) f_{r,y} i_{rxy} \beta_x S_{jr} \quad (\text{式 6-1})$$

其中， D_{xj} 為棲地退化程度； R 為威脅因子個數； w_r 為威脅因子 r 的權重； Y_r 為威脅因子層在土地利用類型圖中的網格數； r_y 為土地利用類型圖中每個網格上威脅因子的個數； S_{jr} 為 j 類型土地覆蓋對威脅因子 r 的敏感性； i_{rxy} 為網格 y 中的威脅因子 r 對網格 x 的影響，也就是威脅在空間上的衰減程度，計算公式為(式 6-2)與(式 6-3):

$$\text{線性衰減：} \quad i_{rxy} = 1 - (d_{xy} / d_{rmax}) \quad (\text{式 6-2})$$

$$\text{指數衰減：} \quad i_{rxy} = \exp(-(2.99/d_{rmax})d_{xy}) \quad (\text{式 6-3})$$

d_{xy} 為網格 x (棲地)與網格 y (威脅因子)的距離，可分為依照線性和指數衰退來計算(下列算式)， d_{rmax} 為威脅因子 r 的影響範圍。 β_x 為法律保護程度，該文不考慮法律保護程度因數，因此將 β_x 設為 1。

棲地品質的公式基於棲地退化程度 D_{xj} ，棲地品質的計算公式為(式 6-4):

$$Q_{xj} = H_j (1 - \frac{D_{xj}^z}{D_{xj}^z + k^z}) \quad (\text{式 6-4})$$

其中， Q_{xj} 為土地利用類型圖 j 中網格 x 的棲地品質； H_j 為土地利用類型圖 j 的棲地屬性； Z 為默認值 2.5； k 是半飽和常數， k 值一般設置為棲地退化程度最大值的 1/2，依據 InVEST 3.3.0 模型的使用說明，預設為 0.5。

棲地品質得分值域為0~1(棲地適宜度最高時棲地品質得分為1,最低時棲地品質得分為0),值越高代表其有越佳的棲地適宜性。模型中需要根據評估區具體情況進行調整的參數主要包括威脅因子的最大影響距離及權重、各土地利用類型的棲地品質及其對威脅因子的敏感程度。

設定模型參數值時遵循以下原則：

(1) 越接近自然系統棲地品質越高，城鎮、工礦用地、交通運輸等純人工環境棲地品質為0，即不具備棲地適宜性。

(2) 生態系統越複雜，自我修復能力越強，對威脅因子的敏感性越低。

(3) 參考使用說明中的模型參考值查找相關文獻資料，根據評估區的具體情況進行調整。

(4) 空間衰退類型是以土地利用類型的最大影響距離來繪製衰退函數。根據繪製出的結果顯示評估中威脅因子為線型衰退抑或指數型衰退。

土地利用中每個棲地受到威脅的敏感度不同，且主要以人類活動對於棲地品質改變為主，因此在威脅因子的參數設置中，人類活動對棲地的影響是主要考慮因素。同時環境對威脅因素的敏感性因棲地類型而異，某土地利用單元的敏感性越強，其抵抗外界干擾的能力越低，退化也就越嚴重，所以模型中棲地對各個威脅因子的敏感性極為重要。

二、農田生態避難池施作場域棲地品質評估

(一)模式參數設定

在 InVEST 棲地品質模型分析中，需建立威脅與敏感性設定表，以明確定義各項參數，包括威脅來源及其權重、最大影響距離、空間衰退類型與棲地適宜性等。此步驟為模型模擬人為擾動與生態敏感性

反應之關鍵依據。本研究參考相關文獻回顧結果作為初始設定依據，然考量模型應用之空間尺度及研究區域地景特性可能與原始資料存在差異，所以本研究再以專家知識進行研判與調整，並依據現地調查結果、區域土地利用特徵與潛在威脅程度，對初始敏感度與適宜性數值進行微調，以提升模型在地化準確性。

(二)威脅表格

模擬人為擾動對棲地品質的影響，需整合土地利用（LULC）資料，並設定具潛在威脅性之土地利用類別。

本研究樣區為農村聚落及其周邊農田環境，範圍約 0.3 km²，所以威脅因子之設定須符合區域實際地景特性。為建立具代表性之模型參數，研究參考馮王怡(2021)針對清境地區生態系服務之分析結果，依其對威脅來源、土地利用型態與干擾強度之歸納，作為最大影響距離、威脅因子權重及空間衰退類型等設定依據（表 6-19）。

在威脅因子之選擇上，本研究設定「建地」與「道路」為主要人為干擾來源，兩者皆屬高人為活動強度之土地利用類別。建地之最大影響距離設定為 0.05 公里，主要反映都市開發過程中土地變更、基礎設施擴張及污染等對周邊棲地之影響；道路之最大影響距離則設定為 0.2 公里，考量其具明顯之棲地切割效應，常導致物種遷徙受阻與生物多樣性下降。

在權重設定方面，依各威脅因子對棲地破壞程度之相對重要性進行量化。建地之權重設定為 1，代表其對生態系統干擾最為顯著；道路則設定為 0.71，亦具有高度破壞潛勢。權重值範圍介於 0 至 1 之間，數值越高表示干擾強度越大。此外，兩項威脅因子之空間衰退模式皆採用線性衰減（Linear Decay），以反映人為活動對棲地影響隨距離逐漸減弱之特性。此線性模式能較貼近實際地景變化趨勢，適用於

本研究區域之生態干擾模擬。

表 6-19 威脅表格

威脅	最大影響距離	權重	空間衰退類型
建地	0.05	1	線性
道路	0.2	0.71	線性

(三)敏感性表格

棲地對威脅因子的敏感度設定，需依據不同土地利用類型所對應的自然系統脆弱程度進行考量。原則上，越接近自然環境的地景類型，對外來擾動的敏感度越高，如天然林地、濕地、草地等，具有較高的生態價值與保育潛力，應給予較高的敏感度設定；反之，城鎮建地、交通運輸設施等完全人工化區域，因不具棲地功能與生物適宜性，敏感度設定為 0，視為對棲地品質無正向貢獻的用地類型。

InVEST 棲地品質模型所使用之輸入資料，除包含基本的生物物理屬性如土地利用類型，亦整合了各類土地利用對不同威脅因子所具備的相對敏感程度（sensitivity）與棲地適宜性（habitat suitability）。

本研究參考 Terrado 等人（2016）所彙整之土地覆蓋類型對各類威脅因子敏感性分類表，作為設定依據（詳如表 6-20 所示）。

表 6-20 敏感性表格

LULC	生物物理土地利用類型	適宜性 [0-1]	土地利用類型對威脅相對敏感性	
			建地	道路
1	水體	0.7	1	0.78
2	農地	0.4	0.72	0.58
3	聚居地	0	0	0
4	道路	0	0	0
5	林地	0.93	0.85	0.78
6	草地	0.72	0.75	0.7
0	其他用地	0	0	0

(四)棲地品質模擬結果

InVEST 棲地品質模型之模擬分析結果(詳見圖 6-40、圖 6-41)，結果顯示整體棲地品質介於 0 至 0.87127 之間，屬於中高品質棲地適宜性。為了解生態池對周遭環境的影響，將分為整體(五甲地範圍)與局部(生態池周遭)，來進行呈現(圖 6-40 與 6-41)。此方式有助於更直觀瞭解棲地品質的空間分布與變化趨勢。

在現況與生態池設置後的模擬中，棲地品質主要分布於中低至中高等級區間，其中低品質棲地集中於聚落及道路周邊地帶，顯示人為活動密集區域對生態環境造成明顯影響。樣區以農地為主要土地利用類型，在邊界地區則可能受到潛在複雜因素影響，如污水排放與頻繁人為活動，導致棲地條件劣化，進而限制野生動物活動路徑，降低棲地連通性。

相較之下，高品質棲地呈現分散分布，主要位於林地、草生地及水體區域。雖其占整體樣區面積比例不高，但此類土地利用型態對周邊農田之棲地適宜性具正面影響。由局部棲地品質可觀察到，農地內部棲地品質受水體距離增加而呈現遞減趨勢。而生態池設計希望能從這些問題中，透過增加水體、草生地、林帶等策略來改善。

經生態池設置後，局部的棲地適宜性約提高了 30%，且對周圍農田有些微改善棲地適宜性。後續研究將結合景觀指數分析工具(如 FRAGSTATS)，量化生態池設置對地景破碎化改善之成效，以進一步評估其在棲地連通性提升、生態碎裂修復及邊緣效應緩解等方面的綜合生態效益。

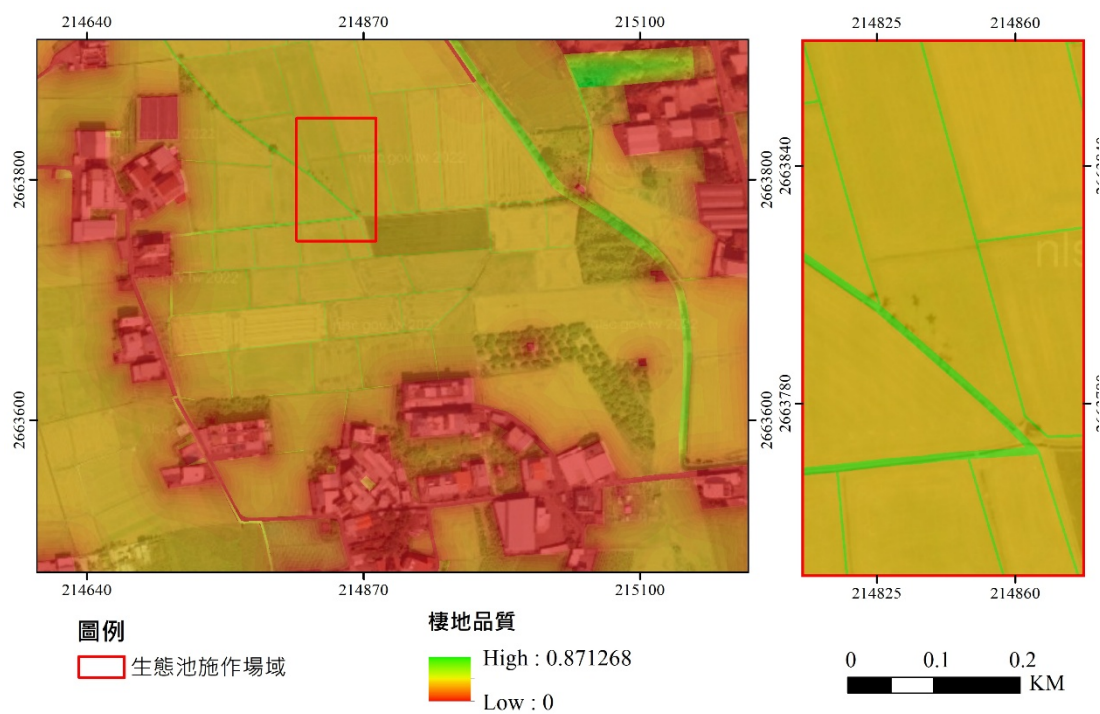


圖 6-40 現況棲地品質

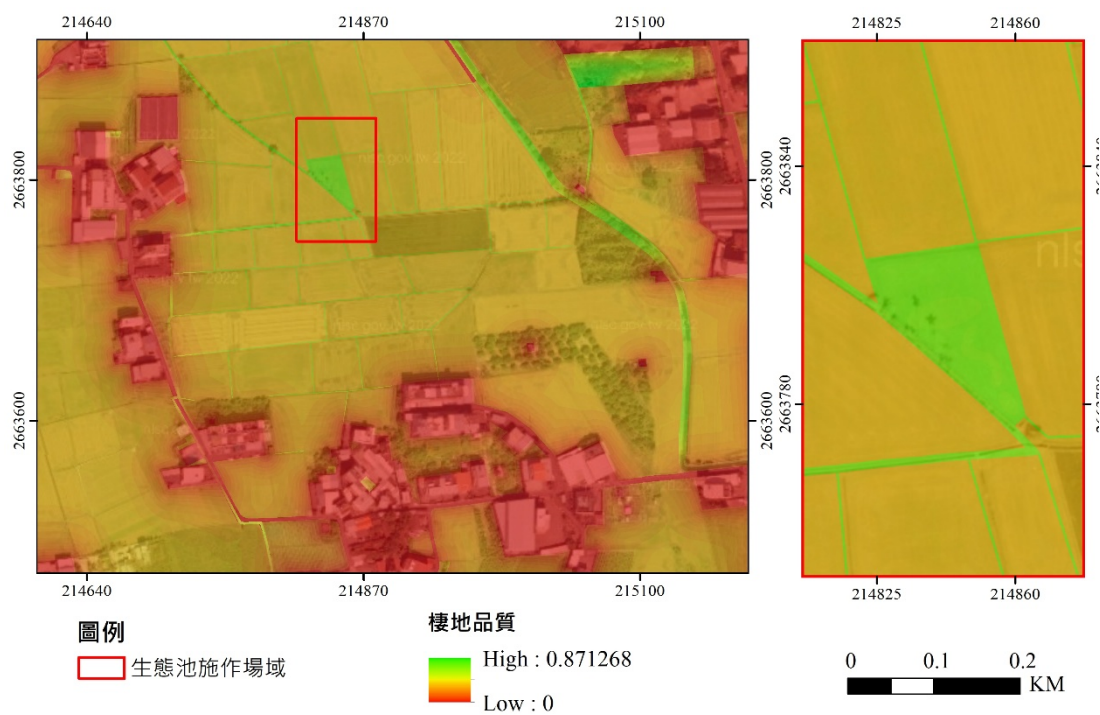


圖 6-41 農田生態避難池設置棲地品質

肆、農田生態避難池景觀生態評估

景觀生態評估在生態學和土地利用規劃中扮演著重要的角色，特別在於量化和分析景觀格局的變化及其對生態系統服務的影響方面。景觀指數提供了有效的方法來描述和量化景觀結構的空間特徵，如嵌塊體的大小、形狀、邊緣長度以及景觀的組成和配置等。這些指數在生態學研究中廣泛應用，特別是在理解棲地破碎化、景觀異質性以及景觀干擾的分布方面有著重要意義（陳坤佐, 2012）。

而景觀指數通常通過計算景觀中的各種空間結構特徵來評估生態系統的健康狀態。這些指數可以應用於多種尺度的景觀模式分析，並能夠揭示景觀變遷對生態過程的潛在影響，例如量化都市化進程對生態系統服務的影響、討論土地利用變化如和影響生態系統功能等。分析尺度由小到大為塊區 (PATCH)、類別 (CLASS) 與景觀 (LANDSCAPE) 尺度。

而景觀指數的計算大多利用 FRAGSTATS 得出，FRAGSTATS 是專門用於計算和分析景觀結構指數的軟體，被廣泛應用於景觀生態學研究中，能夠處理多種類型的空間數據，並提供多達 200 多種景觀指數的計算選項。這些指數包括斑塊面積、邊緣密度、形狀複雜性等，通過這些選擇相應的指數進行計算分析，可以更好理解景觀格局的變遷過程與影響，下表為常用的指數項目。

表 6-21 景觀生態指數分析項目

指數類型	景觀指數	描述	單位
面積與密度	平均塊區面積 (MPS)	景觀格局中所有塊區的面積平均值	公頃
	塊區數目 (NP)	景觀格局中的塊區總個數	-
	邊緣密度 (ED)	每公頃所含的所有類別塊區邊界總長	公尺
	最大塊區指數 (LPI)	最大塊區占整體總面積的比例	%
形狀	塊區形狀 (SHAPE_MN)	塊區形狀(邊緣)的複雜程度	
	景觀形狀指數 (LSI)	所有塊區平均邊緣面積比，越高代表塊區的形狀越不規則	-
臨近度與連接度	平均幾何最鄰近指數 (ENN_MN)	景觀格局中，塊區邊緣至最鄰近的同類型塊區之距離平均值	公尺
	蔓延度 (CONTAG)	計算相鄰的網格間，同屬於某一種景觀類別的機率。主要用來觀察不同景觀類別塊區的團聚程度與延展趨勢	%
	分散性指數 (IJI)	計算塊區間，同屬於某一種景觀類別的機率。主要用來描述景觀類別間的相互隔離情形	%
	連貫性指數/塊區內聚力 (COHESION)	數值越低，代表塊區逐漸破碎，導致連貫性降低	%
多樣性	Shannon 多樣性指數 (SHDI)	用來檢視景觀格局的構成與複雜程度	-
	Shannon 均勻度指數 (SHEI)	描述地區景觀格局的均衡情形，也可用來檢視景觀格局別所佔比例的改變	-

考量地景之恢復力、穩定性、完整性及生物多樣性，以美國農業部(USDA)所研發的 Fragstats (Mcgarigal and Mark, 1995) 景觀指標軟體結合 GIS 軟體，估算樣區的景觀生態指數，包括空間結構、形狀、嵌塊體指標。

景觀生態研究主題在於討論景觀變遷、功能及結構三大類，其中景觀變遷主要研究土地使用前後造成嵌塊體之功能與結構的變化；景觀功能則是評估於相同空間之下元素之間的相互作用；景觀結構則著重分析生態系統彼此之間的空間關係，包含物質、能量及物種分佈的種類、數量、形狀及大小等。

嵌塊體 (Patches) 是景觀空間比例尺上與周圍環境明顯不同的非線性地表區域所能見到的最小均質單元，景觀生態指數所代表生態意義，目前嵌塊體指標包括嵌塊體的大小、數量、邊緣結構、生態廊道與連接度及網絡系統，可用以敘述地景生態系統、型態及趨勢，並分析地景結構與生態(動植物)、人為作用之交互關係，評估整個生態系統。

1. 嵌塊體總面積(TA)：所有嵌塊體面積之總和，計算公式為(式 6-5):

$$TA = A \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad (\text{式 6-5})$$

A：地景總面積(m²)

2. 嵌塊體數目(NP)：表示地景之零散程度，計算公式為(式 6-6):

$$NP = N \quad (\text{式 6-6})$$

N：地景之嵌塊體數目

3. 嵌塊體平均大小(MPS)：嵌塊體愈大，保育能力強，計算公式為

(式 6-7):

$$MPS = \frac{A}{N} \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad (\text{式 6-7})$$

A：地景總面積(m²)；N：地景之嵌塊體數目

4. 嵌塊體大小之變異數(PSCV)：值愈大表示嵌塊體大小差異愈大，計算公式為(式 6-8):

$$PSCV = \frac{PSSD}{MPS} (100) \quad (\text{式 6-8})$$

PSSD：嵌塊體大小之標準差；MPS：嵌塊體之平均大小

5. 邊緣(TE)：嵌塊體邊緣長度指嵌塊體與相關地理單元之能量、物質及物種的相互關係，計算公式為(式 6-9):

$$TE = E \quad (\text{式 6-9})$$

E：嵌塊體邊緣總長度

6. 平均形狀指數(MSI)：表示嵌塊體形狀的變化，其值愈接近於 1，則形狀愈接近於圓形，計算公式為(式 6-10):

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{0.25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}}{n_i} \quad (\text{式 6-10})$$

a_{ij} ：表示第 i 類嵌塊體中第 j 個之面積； n_i ：第 i 個類的嵌塊體數目； p_{ij} ：第 i 類嵌塊體中第 j 個之邊緣長度

1. 平均碎形維度(MPFD)：其值介於 1~2 之間，若值愈大，表示嵌塊體的形狀愈複雜，計算公式為(式 6-11)：

$$MPFD = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{2 \ln(0.25) p_{ij}}{\ln a_{ij}}}{n_i} \quad (\text{式 6-11})$$

a_{ij} ：表示第 i 類嵌塊體中第 j 個之面積； n_i ：第 i 個類的嵌塊體數目； p_{ij} ：第 i 類嵌塊體中第 j 個之邊緣長度

2. 多樣性指數(SHDI)：為量測地理單元組成類型，其值愈高表示地理單元的組成愈多樣，其地理多樣性係以 Shannon-Weaver 指數求得，計算公式為(式 6-12)：

$$SHDI = -\sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i) \quad (\text{式 6-12})$$

p_i ：第 i 類嵌塊體在地景所佔百分比； m 為嵌塊體的數目

一、Fragstats 景觀生態指標分析

本研究之農田生態避難池設計增加巴氏銀鮪可利用之棲地面積，且探討不同覆蓋類型對景觀結構特性的影響。研究分析各覆蓋類型間的景觀組成差異，所以採用類別尺度 (CLASS LEVEL) 進行景觀指標分析。

為量化各類型景觀之空間結構與組成特性，本研究選取九項具代表性的景觀指標作為分析項目，包括塊區密度 (Patch Density, PD)、邊緣密度 (Edge Density, ED)、最大塊區指數 (Largest Patch Index, LPI)、景觀形狀指數 (Landscape Shape Index, LSI)、平均塊區面積 (Mean Patch Area, AREA_MN)、平均塊區形狀指數 (Mean Shape Index, SHAPE_MN)、塊區內聚力 (Patch Cohesion Index, COHESION)、分散性指數 (IJI) 及聚集指數 (Aggregation Index, AI)，以評估不同覆

蓋類型在空間結構與棲地連結性上的變化，各景觀指標分析結果詳如表 3-13 所示。

塊區密度 (Patch Density, PD) 用來評估單位面積內斑塊數量，可反映景觀中塊區分布的密集程度與空間配置特性；邊緣密度 (Edge Density, ED) 則計算單位面積內所有斑塊邊界的總長度，用以評估景觀邊緣效應的強度。這兩者能有效反映棲地破碎化 (habitat fragmentation) 的程度與邊緣效應 (edge effect) 的影響，協助判別景觀連續性與破碎性之變化趨勢。

最大塊區指數 (Largest Patch Index, LPI) 表示景觀中面積最大之斑塊所占整體景觀面積的比例，代表單一斑塊在景觀結構中具有較高的支配性與連續性，顯示該類型棲地的核心區域較為集中且穩定；景觀形狀指數 (Landscape Shape Index, LSI) 則計算所有塊區平均邊緣面積比，數值愈高表示景觀的外部邊界越不規則，形狀越曲折。這兩者可用以評估景觀中主要棲地塊區的主導程度與整體形態特性，進而判斷景觀連續性及邊界複雜度對棲地穩定性與物種活動空間的影響。

平均塊區面積 (Mean Patch Area, AREA_MN) 表示各斑塊的平均面積大小，其數值愈高，代表景觀中斑塊規模較大；平均塊區形狀指數 (Mean Shape Index, SHAPE_MN) 則反映斑塊形狀之複雜程度，數值愈高表示斑塊邊界越不規則、形狀越複雜。這兩者可用以分析棲地中是否存在面積較大且形狀穩定之核心斑塊，推論其對物種棲息支持度及整體生態系持續性的影響。

塊區內聚力指數 (Patch Cohesion Index, COHESION) 用以反映斑塊間的物理連結程度，數值愈高表示景觀中斑塊之間的連續性較佳，整體結構更為緊密且完整；聚集指數 (Aggregation Index, AI) 則衡量同類型斑塊在空間上的聚集程度，數值愈高代表該類型斑塊分布較集

中，呈現較強的空間集群特性。此兩項指標綜合分析可用以判斷棲地斑塊之連續性與分散孤立狀態，進而評估其對物種遷移、基因交流及生態系穩定性的潛在影響。

分散性指數（Interspersion and Juxtaposition Index, IJI）用以計算塊區間，同屬於某一種景觀類別的機率。衡量不同類型塊區在空間中的交錯與鄰接程度。數值愈高表示各類塊區分布越均勻、相互交錯程度越高，景觀異質性亦相對提升。此指標可反映景觀組成的混合程度與棲地間潛在的生態連結。

(一)PD 與 ED 分析

在現況下，農地的塊區密度（PD）最高（279.9637），顯示農地景觀由較多塊區組成，具高密度的景觀特徵。雖然農地受田埂及部分灌溉渠道分割而呈現一定程度的破碎化，但整體仍以單一農業利用類型為主，顯示其高密度並非源自於高度破壞，而是農業鑲嵌景觀特性。經農田生態避難池設置後，農地之 PD 值略增（283.2573），反映出塊區數量的微幅增加，此主要受到生態池設置導致水體 PD 值（19.7621）與草生地 PD 值（39.5243）提升所影響，使得整體景觀組成趨於多樣化，進而增加景觀異質性。相較之下，水體與林地的 PD 值分別為 9.8811 與 3.2937，顯示其塊區分布較為集中、棲地分割程度較高。然而，在生態池設置後，水體 PD 值顯著上升（19.7621），顯示水體塊區數量增加，潛在棲地連通性有所提升。

在邊界密度（ED）方面，現況中農地之 ED 值最高（519.9287），而林地則最低（9.4331），顯示農地邊界形狀較為複雜，可能與人為干擾及土地利用交錯所造成之邊界效應有關。相對地，林地塊區分布集中、邊界穩定，呈現較低的邊界複雜度。生態避難池設置後，農地 ED 值略降（516.6153），因為受生態池分割造成的農田邊緣變化，所以總

邊界密度的變化幅度略微降低，使邊界效應稍微減少。

PD 與 ED 分析結果反映，農地呈現明顯的邊緣效應與高密度景觀特徵，但因生態池設置使農田內部產生局部景觀異質性，導致邊緣效應降低，且水體塊區數量增加，提供較多的潛在連通性。

(二)LPI 與 LSI 分析

在現況下，農地的最大塊區指數（LPI）最高（279.9637），而草生地最低（0.5495），顯示農地由面積較大的塊區組成，構成連續且主導性的農業景觀；相對地，草生地則以面積小、分布零碎的斑塊為主，呈現高度分散的空間格局。經農田生態避難池設置後，農地 LPI 值維持不變，表示主要核心農地斑塊仍具主導性，整體景觀結構未受到顯著改變。然而，草生地 LPI 略微提升（0.7724），顯示其塊區面積增加、破碎化程度降低，棲地連續性略有改善。

在景觀形狀指數（LSI）方面，現況下草生地 LSI 值最高（36.5305），表示其邊界形狀不規則且曲折，景觀結構破碎且容易受到外部干擾；林地 LSI 值最低（1.3408），顯示林地邊界相對簡單、景觀結構穩定。生態避難池設置後，農地 LSI 值（8.9358）與草生地 LSI 值（32.9153）均略為降低，顯示其邊界形狀趨於簡化；水體 LSI 值略有提升（8.9358），顯示水體邊界曲折度與複雜度增加，水陸交界長度的增加，增強不同覆蓋類型間的接觸界面。

LPI 與 LSI 分析結果顯示，此區為農業主導型地景（Agricultural landscape），景觀雖有穩定性，但棲地多樣性低，可能造成生物移動性受限。生態避難池的設置增加了水體與草生地的分布面積與形狀多樣性，助於生物在主要地類之間移動，形成過渡棲地。

(三)AREA_MN 與 SHAPE_MN 分析

在現況下，林地的平均塊區面積（AREA_MN）最大（0.2847），

顯示林地斑塊規模較大，然其分布範圍相對有限，呈現局部集中分布的特性，可能受地形條件或人為活動限制，導致難以形成連續分布；而其次為農地(0.2715)，其分布範圍廣闊。經農田生態避難池設置後，農地 AREA_MN 值略降 (0.2674)，水體 AREA_MN 值亦降低 (0.1094)，而草生地 AREA_MN 值則微幅上升 (0.0251)。此現象顯示農地因水體與草生地的嵌入而產生局部破碎化，使平均塊區面積略為減少；水體則因生態池採多池串聯 (multi-pond system) 或分散配置的形式，導致單一池體平均面積降低，但整體棲地分布密度與多樣性提升；草生地則因部分斑塊合併或延伸形成較大面積區域，使平均塊區面積增加。

在平均塊區形狀指數 (SHAPE_MN) 方面，現況中水體 (8.3778) 與草生地 (5.4070) 之 SHAPE_MN 值相對較高，水體及草生地通常具有良好的生境條件，然形狀不規則，可能受限於環境與干擾因素而較為複雜；其餘土地利用類別之 SHAPE_MN 值介於 1.3408 至 1.8818 之間，變化幅度不大。生態避難池設置後，水體 SHAPE_MN 值顯著下降至 4.9321，草生地亦降至 4.9796，顯示其邊界形狀趨於簡化，且水體顯卓改善，棲地穩定性有所提升。

AREA_MN 與 SHAPE_MN 分析結果可知，生態池設置雖使農地塊區在局部產生分割與破碎化現象，但整體上促進了水體與草生地的串接與擴展，增進生境多樣性，同時減少不規則邊界。

(四)COHESION 與 AI 分析

現況中，塊區內聚力指數（COHESION）在各土地利用類型間相差不大，約介於 99.748 至 99.76 之間，而草地 COHESION 值最低(99.748)，反映其塊區間連續性稍弱，可能因其分布分散，連續性較差。經農田生態避難池設置後，有些微提高至 99.7898。

聚集指數（AI）方面，現況下及生態池施作後在各土地利用類型相差不大，約介於 99.793 至 99.9064 之間，顯示整體棲地類型具有一定的空間局集性，但部分地區還是有離散分布的現象。

(五)IJI 分析

現況中，分散性指數（IJI）於農地為最高(81.6775)，而草地則為最低(11.424)。反映農地塊區分布均勻，且與其他土地利用類型相互交錯程度較高，具有一定的空間滲透性與生態互動潛力；而草生地多半為小面積、線性塊區，連通性較差。經農田生態避難池設置後，水體 IJI 值與草地 IJI 值皆有所增加，顯示景觀異質性提升，並由生態池提供棲地間連結。

綜合各項景觀生態指數分析結果，包括塊區密度（PD）、邊緣密度（ED）、最大塊區指數（LPI）、景觀形狀指數（LSI）、平均塊區面積（AREA_MN）、平均塊區形狀指數（SHAPE_MN）、塊區內聚力（COHESION）、分散性指數（IJI）及聚集指數（AI）等指數，可以歸納以下幾點農田生態避難池設置後對景觀及生態的影響：

1. 透過增加水體和草生地的塊區數量、分佈密度及形狀多樣性，有效地在單一的農業主導地景中嵌入了新的生境元素，提升了景觀異質性。

2. 生態池設置作為農田內部的景觀異質性來源，雖對整體改善集中在局部班塊，但整體上使農地邊緣效應減少，促進了土地利用之

間的連結與擴展，提供了生物在農地之間移動的過渡棲地，有助於生物移動性的改善。

二、Fragstats 景觀生態評估結果

農田生態避難池之設置對原以農地為主之單一景觀結構具有顯著改善效益。藉由增加水體與草生地等異質地景要素之塊區密度與形狀多樣性，顯著提升整體景觀異質性，進而降低景觀之邊緣效應，並有效促進棲地間的空間連結性與生態連通性。

本研究以多項景觀指標進行評估，其中塊區密度（Patch Density, PD）、邊緣密度（Edge Density, ED）、景觀形狀指數（Landscape Shape Index, LSI）、平均塊區形狀指數（Mean Patch Shape Index, SHAPE_MN）與分散性指數（Interspersion and Juxtaposition Index, IJI）為主要影響因子。分析結果指出，這些指標能有效反映生態池建置前後在空間結構上的變化趨勢，包括景觀異質性提升、邊界趨於穩定化，以及棲地之空間配置與連通性之改善，對整體景觀品質之提升具有關鍵性作用。

表 6-22 景觀生態指數分析結果

土地利用	PD ^{a*}	LPI ^{a*}	ED ^{a*}	LSI ^{a*}	AREA_MN ^{a*}	SHAPE_MN ^{a*}	IJI ^{a*}	COHESION ^{a*}	AI ^{a*}
農地	279.9637	15.9443	519.9287	8.9714	0.2715	1.4997	81.6775	99.9076	99.834
道路	154.8034	1.4165	168.4064	13.6844	0.0189	1.8818	65.4553	99.8054	98.6527
聚居地	171.2719	2.7962	212.9931	7.8425	0.1007	1.4722	64.3263	99.793	99.7009
水體	9.8811	1.5576	146.3881	13.9862	0.2127	8.3778	47.3591	99.8295	98.3722
草生地	39.5243	0.5495	232.2249	36.5305	0.0195	5.407	11.424	99.748	92.6291
林地	3.2937	0.9377	9.4331	1.3408	0.2847	1.3408	56.8295	99.8307	99.9359
土地利用	PD ^{b*}	LPI ^{b*}	ED ^{b*}	LSI ^{b*}	AREA_MN ^{b*}	SHAPE_MN ^{b*}	IJI ^{b*}	COHESION ^{b*}	AI ^{b*}
農地	283.2573	15.9443	516.6153	8.9358	0.2674	1.4899	81.6845	99.9064	99.8345
道路	154.8034	1.4165	168.4064	13.6844	0.0189	1.8818	65.4553	99.8054	98.6527
聚居地	171.2719	2.7962	212.9931	7.8425	0.1007	1.4722	64.3263	99.793	99.7009
水體	19.7621	1.5576	150.8279	14.2036	0.1094	4.9321	55.7294	99.8245	98.3679
草生地	39.5243	0.7724	237.6002	32.9153	0.0251	4.9796	18.3026	99.7898	94.1725
林地	3.2937	0.9377	9.4331	1.3408	0.2847	1.3408	56.8295	99.8307	99.9359

a*現況 b*生態池

第七章 結論與建議

壹、在地利害關係人參與式機制

本計畫透過參與式行動研究(Participatory Action Research, PAR)方法，建構在地利害關係人參與機制，在深度訪談、焦點座談與參與式設計過程中，凝聚五福社區、霧峰農會、第九產銷班、農村水保署臺中分署及中興大學等多方意見，逐步形塑出具行動力與合作基礎的地方治理平台，依此地方治理平台的多方協調進一步促成企業志工日活動的成功舉辦，展現出社區在外部資源連結與對外交流上的主動性與組織動能。此一機制不僅促進農田生態避難池從規劃到實作階段的順利推進，也提升了社區、企業對農業與生態共融理念的理解與認同，有效回應了里山倡議強調的「人與自然和諧共生」願景，在結合視覺模擬與在地知識的參與過程中，利害關係人逐步從被動接受者轉變為主動設計者，強化了地方對生態工程的理解與責任感，並為農田生態避難池的長期永續管理建立堅實的社會基礎。

此研究經驗顯示，建立具有在地行動能力與對話平台的參與機制，對於農村社區推動自然保育與生態工程具關鍵價值。後續相關單位在推動類似計畫時，應將參與式機制納為常態化規劃流程，並於計畫初期即啟動利害關係人網絡建構與溝通平台，提升計畫可行性與在地適配性。同時，為確保設施長期運作與社區承接能力，建議政府單位制定制度化的協作機制，如定期協調會議、合作備忘錄與社區維運培訓機制，強化協同治理能力。

此外，本計畫參與過程中展現出高度的教育潛力與社會學習效果，建議未來可將農田生態避難池的營造經驗與生態知識整合為系統性的環境教育課程，導入地方學校、農會教育平台與社區大學課程，作

為連結居民、生態與土地的實地教學場域，不僅可提升居民對棲地保育的理解與認同，更有助於培育新世代的生態公民，建立在地長期保育與永續經營的社會支持系統，形塑臺灣農村生態轉型的示範模型。

貳、農田生態避難池設計與景觀生態效益評估

一、農田生態避難池設計

本研究所規劃之農田生態避難池，設置於五福有機田區內，該區域具備穩定水源供應及鄰近既有圳路系統等有利條件，提供良好的水源引導與滯留設施設置潛力。設計上採用分散式、小型化及具動態調節能力之「可呼吸式」概念，整體構想強調生態系統的彈性與調適能力，並融入棲地多樣性保育及邊坡友善設計原則，以實現兼顧生物棲息空間與水文調控效益的綜合性功能。

在施工技術與後續推廣方面，本案亦結合在地傳統農耕知識策略，並規劃設置環境教育與體驗區域，提升整體示範區的社會參與與教育價值。目前已完成詳細設計階段之各項內容，並完成生態池相關工項之規模配置、設施設計圖說繪製，為後續施工與推廣應用提供基礎。

二、棲地品質

運用 InVEST 棲地品質模型進行分析，結果顯示研究區棲地品質值介於 0 至 0.87127 之間，整體呈現中至高等級之棲地適宜性。低品質棲地主要分布於聚落與道路周邊，反映出人為擾動對生態環境具顯著負面影響；相對地，高品質棲地集中於林地、草生地與水體區域，顯示此類自然地景對周邊農田具明顯正向生態效益。生態池設置後，局部區域棲地品質平均提升約 30%，說明水體及綠帶之規劃對農田環境具有一定程度之棲地品質改善效果。

然而，模型應用上仍存在一些限制。InVEST 模型對於小尺度空間變化之反映不甚敏感，難以充分捕捉情境調整後，局部優化地景元素對周圍棲地的層次性影響，該問題可由模型內部數學架構予以理解。其次，模型中各項參數設定（如威脅因子之權重、距離衰減函數、以及棲地敏感度）需由研究者自行判定，本研究係參考文獻資料並結合專家知識進行設定，惟此方法仍可能產生主觀性與結果不確定性之問題。

針對上述限制，建議後續應以 InVEST 為基礎架構，進一步納入復育地之生態外溢效應，並於小尺度模型中強化生態連通性考量，以提升評估結果之實務適用性。

三、景觀生態指數

農田生態避難池之設置有助於改善原以農地為主之單一景觀結構，透過引入水體與草生地等異質地景元素，提升景觀異質性，降低邊緣效應，並強化棲地之空間連結性與生態連通性。評估結果以塊區密度（PD）、邊緣密度（ED）、景觀形狀指數（LSI）、平均塊區形狀指數（SHAPE_MN）與分散性指數（IJI）為主要影響指標，能有效反映景觀空間結構變化。

建議未來相關評估作業可優先採用上述指標，以掌握景觀異質性與生態連通性變化趨勢，提供具代表性之判斷依據。

附錄

「農村社區里山倡議之實踐——霧峰五福社區農田生態避難池營造對棲地品質之影響評估」

期中審查意見處理情形

審查意見	辦理情形	章節		頁次
對應聯合國 IPSI 與台灣政策脈絡，具體列出焦點座談與深度訪談的利害關係人，五福社區具有農業農業生產與生態保育雙重特色，為推廣里山倡議的理想基地。	透過第一次工作坊之田野調查、深度訪談與焦點座談，建構五福生態池推動行動者網絡，明確釐清利害關係人，霧峰第九產銷班（農業生產與友善耕作）、五福社區發展協會（社區溝通與動員）、霧峰區農會（農產品牌與產銷）、農業部農村發展及水土保持署臺中分署（政策與資源協調者）、野鳥學會（生態監測與保育顧問），透過行動者之間的跨領域協作，凝聚共識並建立參與式治理基礎，強化生態池長期運作的社會支持能量。	第四章		4-30、4-39、4-40
生態避難池的具體設計內容尚未詳述：尚未見到初步設計草圖或參考案例對照，亦未說明位置選擇依據、施工方式與規模。	補充避難池設計國內外原則比較，且整理各主要設計工項、構造形式與尺寸規格，並附相關設計圖說，以完整呈現本案生態避難池之規劃設計內容。	第六章		6-85~6-100
現階段仍偏向規劃階段，建議呈現初步的	於期末階段完成現況及設置農田生態避難池	第六章		6-107、

InVEST 模擬結果或 Fragststs 分析趨勢說明。	情境 InVEST 模擬與 FRAGSTATS 分析，於報告中彙整分析結果，說明生態避難池設置對農田景觀生態連結性與生態效益之提升趨勢，以作為後續規劃設計與成效評估之依據。			6-108、 6-117~6-119
有介紹 ANT 方法與參與過程，建議有更視覺化成果圖說明個行動者角色與互動模式。	補充五福生態池推動行動者網絡圖，針對五福社區生態池推動過程中涉及之異質行動者，視覺化整理其在利益（Interest）—障礙（Obstacle）—角色（Actor）三者間的動態關係。	第四章		4-30
雖提及結合環境教育，但未說明教育對象、預定內容或實施方式。	於設計與規劃階段，已考量結合地方教育與社區參與機制，初步規劃將與當地國小、中興大學及企業團體合作，推動農田生態避難池之環境教育及參與式體驗活動。後續並將配合水保署台中分署及霧峰農會等在地單位，共同研擬具體之教育對象、課程內容與實施方式，以強化在地居民及學童對生態保育與農田水環境永續利用之認知。 惟目前該部分仍處於協調與規劃階段，後續將於執行階段中依合作單位實際需求與時程進一步具體化。	第七章		7-1~7-2
在文獻回顧部分，缺乏景館生態學或生態工程(法)應用於里山倡議等研究成果，另計畫	本案以地景生態學為基礎進行生態池(生態工程)設計，且彙整國內外生態池設計原則，並	第三章 第六章		3-22~3-

所附表格，建議請補充資料蒐集來源或為本研究整理。	補充里山倡議與生態工程間應用分析。計畫中所附表格亦已標明為本研究整理資料，感謝委員提醒。			24、6- 85、6- 86
--------------------------	--	--	--	----------------------

參考文獻

1. 大享食育協會 (2024)。食農教育與營養午餐推廣。取自 <https://www.foodiedu.org/>
2. 小地方新聞網 (2010)。地方新聞報導。取自 <https://www.dfun.tw/?p=28415>
3. 中華民國保護動物協會 (2024)。動物保護與福利推廣。取自 <https://www.apatw.org/>
4. 自由時報 (2018)。地方環境與生態報導。取自 <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2578631>
5. 自然保育網 (2024)。生物多樣性與保護區管理。取自 <https://conservation.forest.gov.tw/>
6. 阿蘇神社官方網站 (2024)。取自 <http://asojinja.or.jp/events/tatsukuri/>
7. 新故鄉文教基金會(2018)。營造一座生機盎然的生態水池。生態水池規劃設計基本原則。
8. 李光宗、孫夏天、羅尤娟、石芝菁、張雅玲、邱雅莘 (2021)。臺灣里山倡議 2021—2030 轉型策略架構。臺灣林業, 47(2), 15-22。
9. 張瀚森 (2023)。應用 InVEST 模型評估土地利用變遷對生態系服務之影響：以蘭陽溪為例。臺灣水土保持學報, 55(1), 45-60。
10. 莊文星 (2010)。由地質地理環境談澎湖石滬。國立自然科學博物館館訊, 267, 1-10。
11. 陳坤佐 (2012)。以景觀生態原理探討臺灣土地開發案土地規劃配置與策略之研究 (碩士論文)。國立中興大學園藝學系。
12. 張圓馨 (2024)。實踐「在地自然保育」相關困境之研究——以新竹芎林自然谷為例(碩士論文)。法鼓文理學院環境與發展碩士學

位學程。

13. 孫夏天 (2024)。台灣里山新聞。本地行動—TPSI 活動的核心：TPSI 2022 區域交流研討會。
14. 農業部農村發展及水土保持署 (2024)。中部最大友善耕作田區在霧峰，吃米護生態，吸引香港觀鳥會組團交流。
15. 農業部農村發展及水土保持署 (2024)。農村發展與水土保持政策。取自 https://www.ardswc.gov.tw/Home/Info/item_list?mid=348
16. 農業部農村發展及水土保持署 (2023)。鄉村發展與水土保持。2023 第九屆 IPSI 全球大會。
17. 農業部農村再生及水土保持署(2011)。農在工程設施基本圖。生態池設計原則。116-120。
18. 農業部林業及自然保育署(2019)。臺灣里山倡議夥伴關係網絡。TPSI 緣起。
19. 綠色傳媒 (2024)。花蓮新社部落水梯田地景：里山精神的範例。取自 https://greenmedia.today/article_detail.php?cid=36&mid=166
20. 臺中市社區培力資源網 (2024)。社區發展與培力資訊。取自 <https://community.society.taichung.gov.tw/introduce>
21. 臺中市政府民政局 (2024)。人口管理統計平臺。取自 <https://demographics.taichung.gov.tw/Demographic/index.html>
22. 臺中市政府農業局 (2024)。臺中市農業發展計劃與政策。取自 <https://www.agriculture.taichung.gov.tw/1042359/post>
23. 臺灣生物多樣性網絡 (2024)。生物多樣性資料整合平臺。取自 <https://www.tbn.org.tw/>
24. 澎湖石滬資訊平臺(2024) 。取自 <https://stoneweir.info/OBfce7>
25. 環境資訊中心 (2019)。環境新聞與保育。取自 <https://e-info.org.tw/node/219661>

26. 環境資訊中心 (2012)。里山倡議的核心概念與國際發展現況。
27. International Partnership for the Satoyama Initiative (IPSI). (2012). Societies in harmony with nature: Linking landscapes and livelihoods.
28. International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2018). Guidelines for recognising and reporting other effective area-based conservation measures. Version 1.0.
29. International Partnership for the Satoyama Initiative (IPSI). (2025). The Satoyama Initiative. Three-fold approach and Six Ecological and Socioeconomic Perspectives.
30. Convention on Biological Diversity (CBD). (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Biodiversity Targets. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2.
31. Convention on Biological Diversity (CBD). (2018). Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity: 14/8. Protected areas and other effective area-based conservation measures. UNEP/CBD/COP/DEC/14/8.
32. Subramanian, S. M., Ichikawa, K., & Kawai, A. (2015). Enhancing knowledge for better management of socio-ecological production landscapes and seascapes (SEPLS) (Satoyama Initiative Thematic Review Vol. 1). United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability (UNU-IAS) and Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
33. Jonas, H. D.; Bingham, H. C.; Bennett, N. J.; Woodley, S.; Zlatanova, R.; Howland, E.; Belle, E.; Upton, J.; Gottlieb, B.; Kamath, V.; Lessmann, J.; Delli, G.; Dubois, G.; Ahmadi, G.; Claudet, J.; Cook, C.; Deza, J.; Groot Colvert, K.; Gurney, G.; Lemieux, C. J.; Ruiz, L. (2024). Global status and emerging contribution of other effective area based conservation measures (OECMs) towards the ‘30×30’

- biodiversity Target 3. *Frontiers in Conservation Science*, 5, 1447434.
34. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2013). Quick guide to Aichi Biodiversity Target 11: Protected areas increased and improved. Convention on Biological Diversity.
35. Sharma, M., Pasha, M. K. S., Nightingale, M., & MacKinnon, K. (2023). Status of other effective area-based conservation measures (OECMs) in Asia. IUCN Asia Regional Office.
36. Cornish, F., Breton, N., Moreno-Tabarez, U., Delgado, J., Rua, M., de-Graft Aikins, A., & Hodgetts, D. (2023). Participatory action research. *Nature Reviews Methods Primers*, 3(34).
37. Aneseyee, A. B., Noszczyk, T., Soromessa, T., & Elias, E. (2020). The application of InVEST model to quantify the impact of land use/land cover change on ecosystem services in the Andassa watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. *Environmental Earth Sciences*, 79(2), 1–15.
38. Ballard, H. L., & Belsky, J. M. (2010). Participatory action research and environmental learning: Implications for resilient forests and communities. *Environmental Education Research*, 16(5–6), 611–627.
39. Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (Eds.). (2003). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
40. Blok, A., Farias, I., & Roberts, C. (Eds.). (2020). *The Routledge Companion to Actor-Network Theory* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315111667>
41. Cabinet Public Relations Office, Government of Japan. (2020). Nature and culture among the Aso Volcanoes. Highlighting Japan. Retrieved November 19, 2024, from https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202012/202012_08_en.html
42. Chevalier, J. M., & Buckles, D. J. (2019). *Participatory action research: Theory and methods for engaged inquiry* (2nd ed.). Routledge.

43. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260.
44. Feng, X., Fu, B., Lu, N., Zeng, Y., & Wu, B. (2021). How ecological restoration alters ecosystem services: An analysis of carbon sequestration and water yield in China's Loess Plateau. *Science of the Total Environment*, 735, 139539.
45. Japan Travel (2024) 。取自 <https://reurl.cc/Eg78MA>
46. JapanGov. (2020). Bridge for watering the plateau. Retrieved from https://www.japan.go.jp/tomodachi/_userdata/pdf/2020/summer2020/P16-17.pdf
47. Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research: Communicative action and the public sphere. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559–603). Sage.
48. Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.
49. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.
50. Russell, I., Pecorelli, J., & Glover, A. (2021). *Urban wetland design guide: Designing wetlands to improve water quality*. London Borough of Enfield.