

111年創新研究計畫

土石流自主防災社區 與生態系服務之相關性探討

成果報告書



行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國111年12月

土石流自主防災社區與生態系服務
之相關性探討
**The Relationship between Ecosystem
Services and Debris-Flow Voluntary
Disaster Prevention Community**
(成果報告書)

執行單位：國立臺北大學

執行期間：111 年 01 月 18 日至 111 年 12 月 31 日

計畫主持人：陳淑玲 副教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 111 年 12 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考)

土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討

摘要

土石流自主防災社區推動普遍被視為是災害應變措施，忽略其對生態服務甚至人類福祉之影響。因此，本計畫以雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區為研究對象，從生態系統服務的角度，釐清土石流自主防災社區推動與生態防減災之關聯性及其對生態系統服務之影響。本計畫利用 Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017) 的生態系統服務評估工具包進行評估，依千禧年生態系統評估報告的四大生態系統服務與 28 個項目，盤點推動土石流自主防災社區如何促進華山地區生態系統服務的改變。再進一步將華山地區生態系統服務項目歸類為 9 大類：休閒咖啡產業、傳統地方文化、友善人文環境、豐富生態物種、自然地理環境、環境教育導覽、觀光休閒環境、市容環境規劃、防災整治工程，透過問卷發放瞭解民眾對華山地區各項服務的滿意度，完成華山地區生態系統服務與土石流自主防災社區推動福祉之關聯圖。

圖中可看出，推動土石流自主防災社區對華山地區產業、人文、地理、生態、環境等生態系統都會造成影響。一般認為推動自主防災可提供生態系統調節服務。但除此之外，推動自主防災社區更多的是提供生態系統的文化服務，例如推動土石流自主防災社區所塑造的地方感，不僅加強居民向心力，對平時災前整備、災害發生應變及災後復原，均可增加社區韌性和安全感；防災整治工程如野溪護岸改善、原始林種植、坡地保育區等，亦可提供文化服務。

關鍵詞：土石流自主防災社區、生態系統服務、生態防減災

The Relationship between Ecosystem Services and Debris-Flow Voluntary Disaster Prevention Community

Abstract

Establishing disaster prevention community from debris flow is generally regarded as a community disaster management strategy. However, its impacts on ecosystem services and on human well-being is often neglected. Thus, the project takes the debris-flow disaster prevention community in Huashan region, Yunlin County as research object and clarifies how the promotion of debris-flow voluntary disaster prevention community changes the ecosystem services in Huashan region. The project uses the ecosystem service assessment toolkit of the Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017) to conduct assessments. Following Millennium Ecosystem Assessment report 2005, the ecosystem services are grouped into four broad categories, i.e., provisioning, regulating, supporting and cultural, and 28 projects. We identify the impacts of the promotion of debris-flow voluntary disaster prevention community in Huashan region on each service category and project and then rank the satisfaction of each service based on the questionnaire results. Finally, we complete the correlation map between the ecosystem services in the Huashan area and the promotion of debris-flow voluntary disaster prevention community. The map illustrates the promotion of debris-flow voluntary disaster prevention community has impacts on the ecosystem services in Huashan region, especially on cultural services.

Keywords: Voluntary Disaster Prevention Community, Ecosystem Services, Ecosystem-based Disaster Risk Reduction, Eco-DRR

目次

摘要.....	I
ABSTRACT	II
目次.....	III
表次.....	V
圖次.....	VI
第一章 緒論	1-1
第二章 文獻回顧.....	2-1
第一節 生態系統服務定義	2-1
第二節 生態系統服務價值評估方法.....	2-3
第三節 生態系服務價值案例	2-6
第三章 研究方法與執行步驟.....	3-1
第一節 研究方法.....	3-1
第二節 執行步驟.....	3-4
第四章 華山地區生態系統服務項目.....	4-1
第一節 雲林縣古坑鄉華山地區	4-1
第二節 推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務的 影響（一）	4-7
第三節 推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務的 影響（二）	4-18
第四節 推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務之 優先關聯性.....	4-39

第五章 結論與建議	5-1
第一節 結論.....	5-1
第二節 建議與後續可研究方向	5-3
參考文獻	參-1
附錄	附錄-1
附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-1
附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-5
附錄三、期末成效評核審查意見暨回覆辦理情形	附錄-7
附錄四、華山地區生態服務問卷調查.....	附錄-9

表次

表 4-1 華山地區生態系統服務項目（初版）	4-14
表 4-2 華山地區生態系統服務項目（終版）	4-35

圖次

圖 1-1 生態系統服務與人類福祉關聯	1-2
圖 1-2 防減災、韌性社區與生態系統服務之關聯性	1-5
圖 2-1 生態系統服務示意圖	2-3
圖 2-2 選擇生態系統服務評估工具的流程示意圖	2-6
圖 3-1 生態系統服務評估的概念和分析架構	3-2
圖 3-2 生態系統服務評估步驟	3-4
圖 3-3 計畫研究流程圖	3-5
圖 4-1 華山地區土石流整治工程成果	4-2
圖 4-2 華山地區人文與休閒產業	4-4
圖 4-3 華山地區土石流防災演練	4-5
圖 4-4 滾石華山咖啡	4-6
圖 4-5 華山地區觀光休閒景點	4-7
圖 4-6 華山地區生態服務問卷填答者身份分布圖	4-39
圖 4-7 華山地區生態服務問卷填答者性別分布圖	4-40
圖 4-8 華山地區生態服務問卷填答者教育程度分布圖	4-40
圖 4-9 華山地區生態服務問卷填答者是否經營商店分布圖	4-40
圖 4-10 華山地區生態服務問卷填答者是否曾經參加社區組織分布圖	4-41
圖 4-11 華山地區生態服務問卷填答者今日到華山地區的最主要目的 分布圖	4-42
圖 4-12 華山地區生態服務問卷填答者距離上一次到華山地區時間分 布圖	4-42
圖 4-13 華山地區生態服務問卷填答者是否知道華山地區各項產業、 人文、地理、環境分布圖	4-43
圖 4-14 華山地區生態服務問卷填答者對華山地區各個項目滿意度分 布圖	4-44
圖 4-15 華山地區生態服務問卷填答者對推動土石流自主防災對華山 地區是否帶來安全感的文化服務分布圖	4-47
圖 4-16 土石流自主防災社區與華山地區生態系統服務關聯圖	4-47
圖 5-1 計畫甘特圖	5-2
圖 5-2 計畫預期效益	5-3

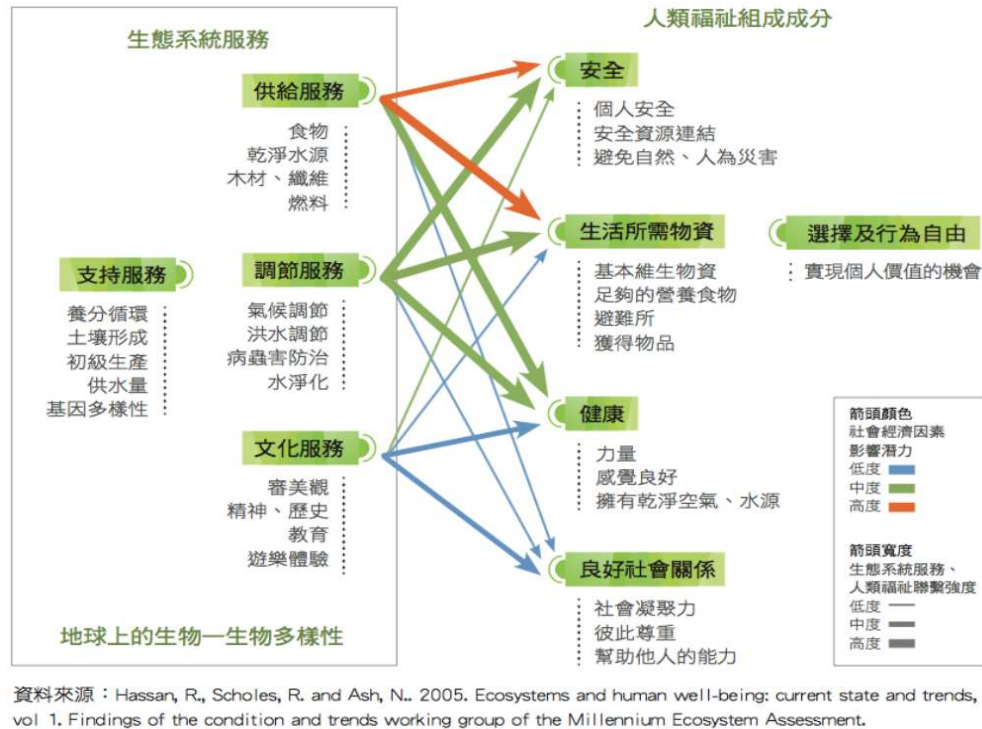
第一章 緒論

近年來，有關生態系統服務的研究討論愈發受到學界與政府機關重視。依據 2005 年千禧年生態系統評估報告（Millennium Ecosystem Assessment, MA），生態系統服務可定義為「人類從生態系統獲得的效益（Benefit）」，生態系統服務連結生態系統、人類福祉，人類福祉組成成分可分為安全、生活所需物資、健康、良好社會關係、選擇及行為自由，這些福祉直接或間接、有形或無形受到生態系統服務變化的影響（豐年雜誌，2018；Boyd and Banzhaf, 2007），參見圖 1-1。千禧年生態系統評估報告中列出的生態系統服務有四大類型：供給服務、調節服務、文化服務、支持服務，其中各類型的定義與相關服務項目：

- 供給服務是指從生態系統獲得的各種產品（例如：食物、纖維、基因資源、生物化學物質以及天然藥材等、裝飾資源、淡水）；
- 調節服務是指從生態系統過程的調節作用獲得的效益（例如：調節空氣品質、調節氣候、調節水分、調節侵蝕、調節病蟲害、授粉）；
- 文化服務是指通過精神滿足、體驗、消遣、發展認知、思考等從生態系統獲得的非物質效益（例如：文化多樣性、精神與宗教價值、遊樂與生態旅遊、美學價值、知識系統、教育價值）；
- 支持服務是生產其它生態系統服務的基礎，並不直接對人類產生影響（例如：土壤形成、光合作用、初級生產、養分循環、水循環）（吳孟珊，2014）。

舉例而言，調節服務可發生於生態系統功能為環境改變時，讓生態系統維持完整的承受力，例如暴風雨來臨時的保護作用、洪水

量的控制等，重要性為預防災害發生；文化服務為提供休閒娛樂的活動，例如遊樂與生態旅遊，重要性為提供人們休閒活動場所等。



資料來源：豐年雜誌（2018）

圖 1-1 生態系統服務與人類福祉關聯

生態系統調節功能提供了重要服務，可以處理所有風險因子。它們可以緩衝影響，對災害可減少暴露量，例如紅樹林可減弱海浪，或森林可防止雪崩。管理完善可以減少災害；衰退的生態系統易造成地滑或荒漠化等災害。最後，也可以通過為社區提供食物，水和生計來減少脆弱性。

生態防減災（Eco-DRR）是以生態為本減少災害風險（Ecosystem-based disaster risk reduction）的簡稱，即以生態系統的永續管理、保育和復育來減少災害風險，實現永續和韌性的發展（Estrella and Saalismaa, 2013）。生態系統可以為人類提供生態系統服

務，其中有兩個重要方式減輕災害風險，健康且管理良好的生態系可以提供自然保護，減少災害暴露度，並可減少脆弱性 (Estrella and Saalismaa, 2013)。在自然保護方面，生態系統主要是提供調節服務，生態系統可作為緩衝區或自然屏障。例如集水區上游森林可以增加入滲、降低地表沖蝕量，減輕中下游地區的洪水與泥砂淤積發生的機率，同時植生根系又可固著土壤，穩定坡地，減少淺層崩塌之發生；近岸的紅樹林、珊瑚礁及沿海濕地可以減輕暴潮與大浪的侵襲，降低災害；河岸、湖濱的濕地也可作為滯洪池，調節洪水量。在減少脆弱性方面，主要是生態系統的供給服務。生態系統提供食物、纖維、藥品等必需品、建築材料、淨化水質及供應水資源，這些對社區災後的復原都是重要的物資，大大提高了社區的韌性。進一步地生態環境所塑造的地方感，屬於生態系統的文化服務，也可加強社區居民的向心力，對平時災前的整備、災害發生時的應變及災後的復原，均可增加社區韌性。

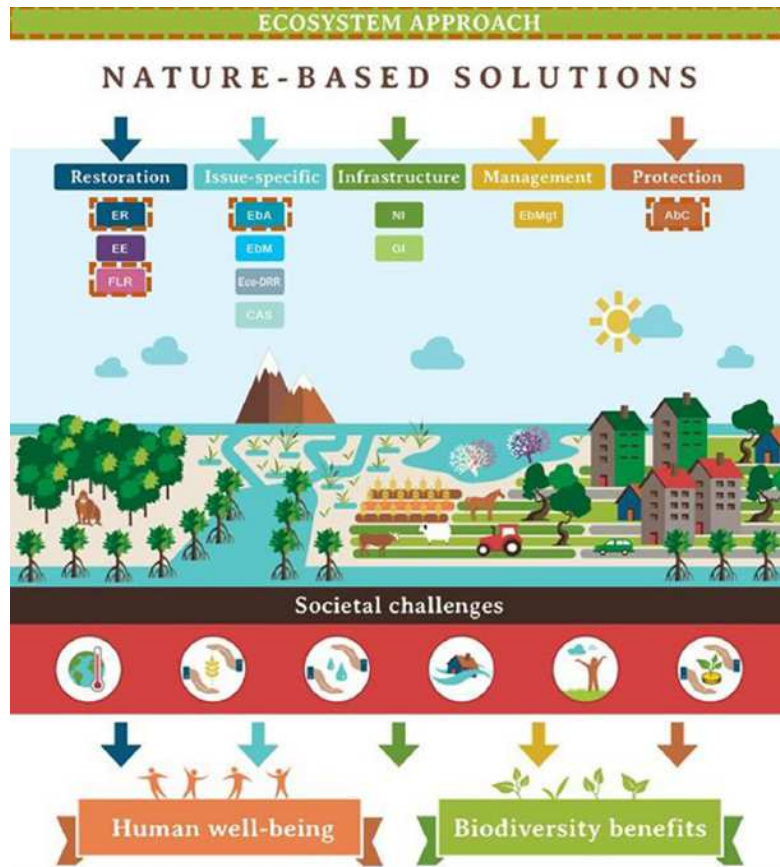
Eco-DRR 是環境與減災夥伴關係 (Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction, PEDRR)，2011 年正式提出，在防災領域、防減災與生態結合的觀念早已討論一段時日。2005 年聯合國國際減災策略秘書處 (UNISDR，後改為聯合國防災辦公室 UNDRR) 在日本召開第二屆世界減災會議時，提出 2005-2015 年兵庫行動綱領，其第 4 優先行動「減少潛在的風險因子」中，已提及鼓勵生態系統的永續利用及管理，來減少災害風險及脆弱性。2008 年成立的 PEDRR 是由聯合國環境署及相關單位、非政府組織和專家組成的全球性的聯盟，作為聯合國防災辦公室 (UNDRR) 的主題平台，其目標即在推廣 Eco-DRR。另外在 2015 年於日本仙台舉辦的第三屆世界減災會議中，通過 2015-2030 仙台減災綱領 (SFDRR)，其第 3 優

先行動「為韌性投資防減災」，述及強化生態系統的永續利用和管理，實施綜合環境和自然資源的管理來結合防減災。由上所述，以生態為基礎的防減災已成為目前防災界的主流。

臺灣因特殊地質與地理環境，每逢地震、颱風和豪雨侵襲，即易引起大規模的土石崩塌、地滑或土石流，造成民眾財物損失甚至人身傷亡等重大災情。行政院農業委員會水土保持局（簡稱水保局）自 2004 年起推動土石流自主防災社區以加強社區居民對土石流災害的防災應變能力，然而因土石流災害發生之成因與特性，這些土石流自主防災社區多遠離都會區域，常面臨人口外移、社區人口老化嚴重、甚至產業化不足等問題。早期為了社區產業發展，留住青壯年人口，再加上社會大眾普遍深信國民生產總值（Gross National Product, GNP）的穩健成長是社會發展的唯一目標，社區為了經濟產業發展和社區開發，無法兼顧環境與生態保護，也導致土石流自主防災社區推動更加困難（陳淑玲，2019；陳淑玲、楊尊華，2018；楊尊華、陳淑玲，2017）。

為促進土石流自主防災社區推動，加強建構社區對於災害的回復力（Resilience），水保局除了鼓勵社區參與減災工作、強化社區災害之因應能力，亦透過演練講習、兵棋推演、防災宣導與防災教育等方式，積極推動韌性社區發展。其中，部分社區更藉其自然生態資源發展環境教育，推動休閒遊憩及觀光旅遊之產業，一則加強社區產業化推動，創造更多就業機會；二可達到環境保護，提升社區居民生活品質。現今土石流自主防災社區推動強調結合當地生態、環境，以社區永續經營為目的，建置韌性社區。此作法與近年來探討的生態系統服務（Ecosystem Services）理念一致（參見圖 1-2）。以雲林縣古坑鄉華山社區為例，華山社區區內有土石流潛勢溪流，

但四周生態文化資源豐富，當地結合「生態」、「遊憩」、「環教」三大主軸，實踐環境教育結合生態旅遊。



資料來源：Cohen-Shachama et al. (2019)

圖 1-2 防減災、韌性社區與生態系統服務之關聯性

綜上所述，以坡地生態系統對臺灣的重要性，加入防災社區元素，對生態系統服務會產生不同的價值。然而，土石流自主防災社區推動普遍被視為是災害應變之措施，忽略其對生態服務甚至人類福祉之影響。因此，從生態系統服務的角度，釐清土石流自主防災社區對生態系統服務的價值有助於提升社會大眾對土石流防災社區推動的重視。

然而，有鑑於現今學界對於生態系統服務的相關討論與定義仍

有許多待釐清之處，因而，在瞭解生態系統服務中土石流自主防災社區價值之前，首要條件是充份調查分析土石流自主防災社區與生態系統服務之關聯性，亦即推動土石流自主防災社區如何促進生態系統服務的改變。本計畫以雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區為調查研究對象，藉由定義生態系統服務、瞭解土石流自主防災社區推動過程與其對產業影響、進而界定影響力分析的範圍與辨識參與其中的利害關係人，釐清推動土石流自主防災社區如何改變華山地區生態系統服務。

第二章 文獻回顧

第一節 生態系統服務定義

自古以來人類即從自然界擷取物資供作生活使用，在人類文明發展過程中，亦有不少哲人論述過人與自然的關係。但直到 20 世紀晚期，學界才開始認真思考如何定量評估生態系統對人類的價值，生態系統服務即是嘗試評估生態系統功能的方法。

生態系統服務一詞，最早出現在 Ehrlich and Ehrlich (1981) 探討物種滅絕的書中，但僅用於文章中的定性的論述，並未給予定義，亦未評估生態之價值。Daily (1997) 對生態系統服務的定義是指自然生態系統及其組成物種維持和滿足人類生命的條件和過程，它們可以維持生物多樣性和生產各種生態系統產品。Costanza et al. (1997) 述及生態系統的產品（例如食物）與服務（例如同化廢棄物）是指人類直接或者間接地從生態系統的功能中獲得的各種效益。而根據千禧年生態系統評估（Millennium Ecosystem Assessment，簡稱 MA）的定義，生態系統服務是指人類從生態系統獲得的各種收益。依照 Costanza et al. (1997) 的觀點，把自然生態系統和人為改善生態系統都作為生態系統服務的來源；同時又依 Daily (1997)，使用「服務」來包括人類從生態系統獲得的有形和無形效益。

千禧年生態系統評估（Millennium Ecosystem Assessment, MA）是聯合國於 2001 年啟動的一個專案計畫，於 2005 年結束，結束時並出版了研究報告。超過 1000 名的專家學者參與，評估報告包含評估架構 1 冊、全球評估報告 4 冊（含多重尺度評估）和綜合報告 6 冊，及理事會聲明。評估報告並未進行新的研究，而是結合過去已有的科學、生態知識，對全世界生態系統及其可提供的服務功能進

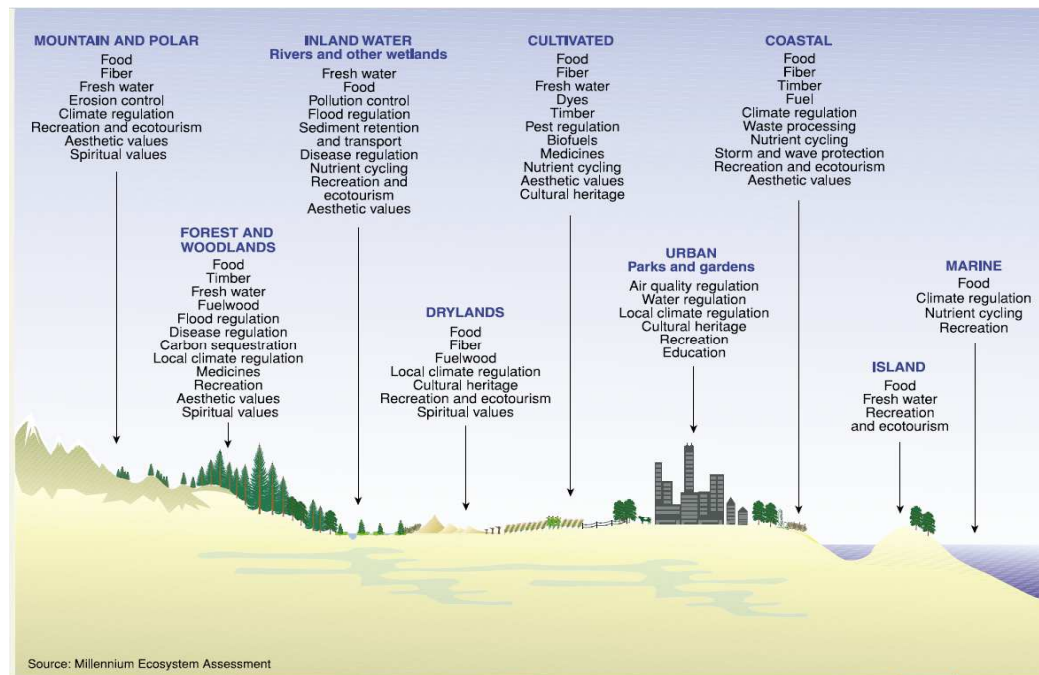
行評估，並提出了保育、復育或改善生態系統作為對策。其主要的工作內容在探討人類如何改變生態系，生態系服務的變化如何影響人類福祉；生態系統的變化對未來有何影響；以及在地方、國家或全球範圍內可以採取那些因應措施，改善生態系統管理，從而增進人類福祉和消除貧困。

生態系統的劃分方式有許多種方式，千禧年生態系統評估（MA）為了進行全球生態系統的評估，使用10種生態類型，分別為海洋、島嶼、沿岸、城市、農業、乾旱地區、內陸水系、森林和林地、高山、極地等，10種生態類型相當於 Costanza et al. (1997) 文中的生物群系（biome）。每一類型包含多種尺度較小的生態系，同一類型具有相似的生態系，類型內所有生態系共用一組生物、氣候和社會因素。不同生態類型之邊界可以重疊，故同一地可能會被劃入多個生態類型內。

生態系統可提供的服務分為供給、調節、文化及支持四大類，再分為細項。千禧年生態系統評估將10種生態類型，可以提供之生態系統服務以示意圖展現，參見圖 2-1，在進行地方性生態系統服務評估時可作為參考用。

臺灣坡地的使用甚早，早年坡地的利用是為經濟上取得林木或植物資源，原始林經砍伐取其木材、根葉和花卉等物資供民生使用；進一步地，因為人口的移入與成長，坡地開發成為農業用地，或農田、或果園、或經濟作物與林木。有時坡地林木因擾動或人為種植成為次生林；部分地區則形成混農林耕作，為了生活方便，農村成員又居住在坡地，形成人與自然共生的複雜現象。在地形上坡地介於平地與高山之間，兩邊的植物、動物有時會進入此一過渡帶間，故坡地的生物多樣性高於平地與高山。另外，因臺灣地形及地質特

性，地震、崩塌、地滑、土石流等事件頻繁，造成坡地生態棲地經常有所變化，使得臺灣坡地生態系統更加複雜多變。因此在生態系統類型及供應的生態系統服務項目，常因時因地而異，不同地區在不同年代會有不同之生態系統服務項目，或是有相同之生態系統服務項目，但其價值有所變化。本報告即是嘗試探討雲林古坑華山地區生態系統服務的問題，進一步與土石流自主防災社區聯結。



資料來源：Millennium Ecosystem Assessment (2005)

圖 2-1 生態系統服務示意圖

第二節 生態系統服務價值評估方法

依據 2018 年 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) 發表的「Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services」，目前文獻上所見之生態系統服務價值之評估工具眾多，評估工具的選擇會依評估之區域、對象或時間軸長有所不同，可將評估工具區分為兩大類：

- 一、 書面逐步評估工具—帶有特定評量協議並能夠對場域進行生態系統服務評估的書面指導文件，例如生態系統服務場域評估工具包（Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment, TESSA）或保護區效益評估工具（Protected Area Benefits Assessment Tool, PA-BAT）或生態系統服務工具包（Ecosystem Services Toolkit, EST）；
- 二、 電腦計算建模工具—能夠對一個或多個場域進行生態系統服務評估的軟件或網路工具，例如生態系服務人工智慧模型（Artificial Intelligence for Ecosystem Services, ARIES）、生態系統服務和交易的綜合評估模型（Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs, InVEST）或生態系統服務社會價值模型（Social Values for Ecosystem Services, SolVES）。

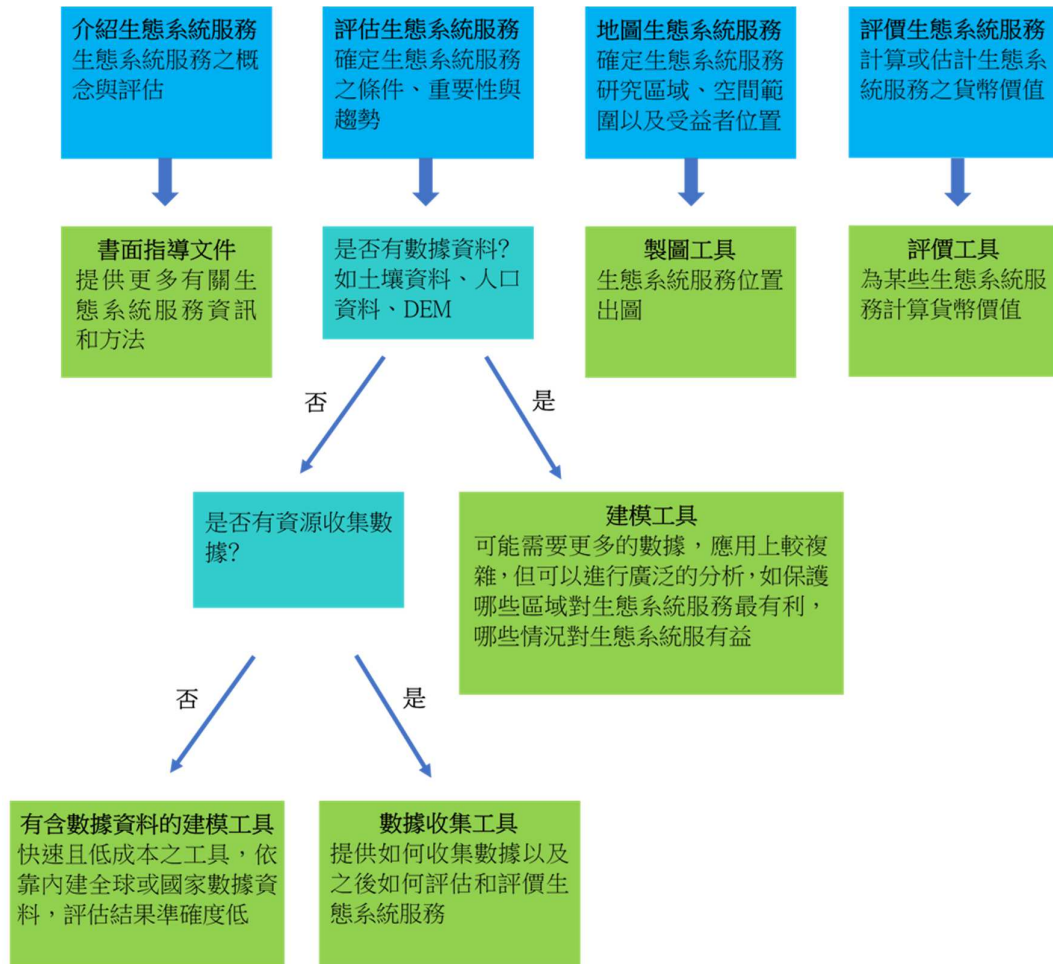
GoA (2012) 以Ecosystem Services Toolkit (EST) 為評估工具，探討艾伯塔省（Alberta）南部濕地之生態系服務價值以支持自然資源管理與規劃，對於當前發展與溼地環境效益之間權衡以及與土地利用開發相關的潛在補償決策，研究結果顯示濕地為利害關係人提供蓄水/供水（water storage/supply）、防洪（flood control）、水淨化/質量（water purification/quality）這三項最相關生態系服務。Peh et al. (2016) 使用 TESSA 對 Moeyungyi 濕地野生動物保護區提供的生態系服務進行評估，其評估服務有氣候調節和碳吸存（global climate regulation in terms of carbon storage）、自然休閒娛樂（nature-based recreation）、防洪（flood protection）、供水（家用和灌溉）（water provision（for domestic use and irrigation）、收穫的野生動物（魚、水牛放牧的水生植物、軟體動物和蓮藕）（harvested wild goods

(fish, aquatic plants for buffalo grazing, molluscs and lotus stalk)、旱季水稻生產 (rice production during the dry season)，比較保護狀態與同一地點的替代狀態 (轉換或修復前的退化狀態)。

Bagstad et al. (2017) 以科羅拉多州 (Colorado) 和懷俄明州 (Wyoming) 的六個美國國家森林 (U.S. National Forests) 為研究對象，結合 ARIES 與 SolVES 進行生態系服務評估，其中 ARIES 以 carbon sequestration and storage (碳封存和儲存)、scenic viewsheds (風景區)、sediment retention (沉積物保持)、water yield (產水量) 等 4 種生物物理服務，而 SolVES 以 aesthetic (審美)、cultural (文化)、economic (經濟)、future (未來)、historic (歷史)、intrinsic (內在)、learning (學習)、recreational (娛樂)、spiritual (精神)、subsistence (生存)、therapeutic value (治療價值) 等 11 種文化服務，探討森林規劃之管理方向。Mandle et al. (2017) 利用 InVEST 建模探討氣候變遷與緬甸發展規劃之間對生態系服務之影響，評估土壤保持 (sediment retention)、調節旱季水的供應 (regulation of dry-season water availability)、減少洪水風險 (flood risk reduction)、海岸風暴保護 (coastal storm protection) 這四種生態系服務之效益，找出依賴這些服務之利害關係人、基礎設施位置以及哪些受益人最容易因自然植被的喪失而失去生態系服務所帶來收益。Ruiz (2017) 利用 WaterWorld 探討大規模採礦和基礎設施開發對哥倫比亞水資源的潛在影響，對水平衡、質量和水監管有什麼影響，評估環境補償行動和決策。

評估工具的選擇需考量 (一)、評估的目的—為達到有效的場域管理？資源分配？以及評估對象屬於何種生態系統；(二)、評估結果—評估結果為量化/質化？空間/非空間性？貨幣化/非貨幣

化？；（三）、評估所需之資料與目前擁有的資源—評估所需之時間與經費？評估所需之資料是否已存在？可否透過問卷或訪談方式取的所需資料？評估者是否具備分析評估之技能？（參見圖 2-2）



資料來源：International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2018)

圖 2-2 選擇生態系統服務評估工具的流程示意圖

第三節 生態系服務價值案例

生態系統本體的運作過程、產生功能、提供服務，以及對社會發揮效益價值的次序關係。就整體生態系統而言，自然資產是一個

儲存系統，生態系統的功能屬於「源」，提供所需資源，讓自然資產能夠生產服務；而生態系統服務則屬於「流量」，有產出方能產生價值。生態系統服務價值評估，係先量化生態系統服務活動強度（計量），再擇定評價方式及價格係數（計價），即可得出生態系統服務之價值（王怡萍與邱祈榮，2017）。

國內最早發展系統性且廣泛的調查為林務局針對臺灣森林生態系統服務價值初估，在「森林生態系服務價值評估應用於林業政策訂定之探討」（2015）中優先選擇「水源涵養」、「碳吸存」、「維護生物多樣性」、「森林遊樂」與「水土保持」等 5 項，再加上「林木生產價值」及林務局推動之「社區林業」產值，共計 7 個項目進行試算。其中因「維護生物多樣性」與「水土保持」兩項生態系統服務價值在估算上，當時缺乏適當的計量與計價資料，不列入討論。

一、 水質涵養：選用退水曲線位移法方試算臺灣國有林的水源涵養量，並使用美國地質調查局（USGS）開發之 RORA 作為計算工具。以各集水區內的國有林面積比例換算，在國有林範圍內水源涵養量共 10,430,054,637 噸，除以國有林面積為 648,468 公頃，得到單位面積平均水源涵養量 16,084 噸/公頃。計價則以民生用水及工業用水取加權平均，每噸水價約 2.6 元，共計國有林的水源涵養生態系統服務價值為新臺幣 27,118,142,056 元。

二、 碳吸存：碳吸存估算方法係參照林務局民國 103 年「建置符合 MRV 原則林業溫室氣體清冊編製機制及試算」計畫成果，主要針對林木生物量的碳量估算，死有機質及土壤的部分則予以忽略。在碳吸存量估算以增減法進行估算，

增減法是以過程為主的估算方法，估算每年碳儲量的增加與減少的差異值，可用於評估任何碳庫中的每年碳增加或是損失量。

- 三、 林木生產價值：部分國外研究是以森林的林木蓄積量來估算木材產量，但此法不適用於臺灣，因為臺灣目前少有森林是全以生產為目標的經濟林；且蓄積量較偏向「存量」的概念，而無法反映生態系統服務流量價值的變化。參照相關政府部門的出版品或統計年報，即可取得每年林木產品及副產物之年產量與產值，做為林木生產價值。
- 四、 森林遊樂：由交通部觀光局所公布之「國內主要觀光遊憩據點遊客人數月別統計表」及林務局「林業統計」，可取得每年各森林遊樂區的總遊客，再與「中華民國國人旅遊狀況調查」的「國人國內旅遊重要指標統計表」之每人每日旅遊平均費用相乘，求得各森林遊樂區的觀光外部效益。
- 五、 社區林業：使用條件評估法，需要對各個社區做分別的問卷調查，詢問社區居民對於自身社區的願付價格，再將所有社區做加總處理，但各社區因為人口結構、教育程度、參與意願、收入程度的不同而產生差異，此方式只能概略推估，仍會與實際情形有差距。採用成本收入法，計算各申請有案的社區三大主要收入，包含：生態旅遊服務收入、餐飲住宿服務收入、社區產品銷售收入，便可算出其社區服務的效益，且具有方便計算大量資料的優點。

後續林務局委託林試所「臺灣森林生態系服務價值估算初探」（2017）計畫，其中又針對土壤流失防治、空氣淨化兩項目建立生態系統評估的方式。

- 一、空氣淨化：根據國內利用淨穿落法估算之研究，以屏東林後四林園區、臺中外埔造林地、彰化溪州造林地不同樹種移除量的平均值，作為林分吸附空氣污染物量的數值，粒狀污染物、SO₂、NO_x 等每年每公頃平均移除量。依照行政院環保署提供之最新各污染物之單位減量成本為基礎，每年以污染整治業平減指數進行調正可得不同污染源的單位減量成本。將單位減量成本、森林覆蓋面積以及空氣污染物淨化效果三項相乘，即可得空氣淨化價值。當中 SO₂ 的單位減量成本並沒有公告，故以 SO_x 的單位減量成本代替。
- 二、土砂流失防治：修正通用土壤流失公式 RUSLE 估算有林地覆蓋情形下以及全為裸露地之情境下的表土流失量，相減即得有林地覆蓋所減少的表土流失量，再將減少之表土流失量乘上泥砂遞移率（SDR），算出各區之土砂輸出量，得到森林提供之土砂流失防治總量。再由通用土壤流失公式所估算之總土砂流失量，分別計算留在河床上及流入水庫土砂量，以 70% 留在河床，30% 流入水庫做計算。價格方面以替代成本法，利用河川疏浚及水庫清淤的成本、水庫減淤效益則採用機械浚渫的清淤單價，最後將留在河床上土砂量與流入水庫土砂量各自乘上河道清淤效益及水庫檢淤效益，得土砂流失防治效益，總土砂流失防治量*
(0.7*砂石平均價格+0.3*泥砂入庫後所需清淤價格)。

除了運用實際單價計算生態系統服務價值外，亦有部分文獻利用「能值分析法」去探討生態系統服務價值。「能值分析法」以生態系中的能量循環為理論基礎，認為「能量」附屬於生物圈之各種

作用中，是地球上生物在求生過程中之共同所需，甚至可說是驅動所有生物與非生物作用的共同特性。能值分析不僅克服了傳統評估法中不同類別不同性質的能量難以比較和加減的問題，從全新角度分析各項資源環境在生態系統中的作用，為準確評價資源環境價值提供了科學上的依據（黃書禮，2004；Campbell and Tilley, 2014）。

能值與能量不同。能值是指任何物質、流動或貯存的能量中所包含的另一類別能量的數量，也就是將所欲評價的各種物質所具的能量，皆換算成同種能量單位來加以比較；又因太陽能是最原始的能源形式，各種資源、產品或勞務的能量均直接或間接的起源於太陽能。故實際應用中多以太陽能值為統一標準來衡量不同類別的能量，也就是所謂的太陽能值（Solar Energy）來衡量某一能量的能值大小，其單位為太陽能焦耳（Solar Energy Joules，縮寫為 sej）；能值理論以太陽能值作為統一度量標準，客觀地評價和比較多種類型的自然環境資源對人類經濟系統的貢獻（Odum, 1988）。在「林後四林平地森林園區之生態系服務評估」（2017）一文中有供給服務（碳吸存功能、營養物質循環、涵養水源功能）、調節服務（土壤固碳功能、水土保持功能、淨化空氣功能、生物多樣性功能）、文化服務（休閒遊憩）研擬評估方式，另外在文中關於支持服務是以上述三類為基礎，評估上有受到重複計算的可能性，故在文中不探討。

一、 碳吸存： $E_m = C_s \times \text{AREA} \times E \times J \times T_c$ ，

式中： C_s 碳吸存量，AREA 為森林面積，E 為碳能量轉換係數，J 為焦耳能量轉換率， T_c 為碳之太陽能換率。

二、 營養物循環： $E_m = N_s \times \text{AREA} \times T_n + P \times \text{AREA} \times T_p$ ，

式中： N_s 為氮吸存量，AREA 為森林面積， T_n 氮循環之

太陽能換率， P 為磷吸存量， T_p 為磷循環之太陽能換率。

三、土壤含碳量： $E_m = S_C \times AREA \times E \times J \times T_s$ ，

式中： C 為土壤碳含量（g C/ha/year）， $AREA$ 為森林面積（ha）， E 為碳能量轉換係數（kcal/g）， J 為焦耳能量轉換率（J/g）， T_s 為土壤含碳量之太陽能換率（sej/j）。

四、水土保持功能： $E_m = M_s \times O_m \times AREA \times T_s$ ，

式中： M_s 土壤流失量（g/ha/year）， O_m 為有機質含量（%）， $AREA$ 為森林面積（ha）， T_s 為土壤流失能換率（sej/j）。

五、淨化空氣功能： $E_m = M_a \times AREA \times T_a$ ，

式中： M_a 為空氣污染物移除量（t/ha/year）， $AREA$ 為森林面積（ha）， T_a 為淨化空氣之太陽能換率（sej/j）。

六、生物多樣性功能： $E_m = SP \times A \times T$ ，

式中： SP 為生物物種的種數， T 為太陽能換率（sej/sp）， A 為物種活動分布面積佔全球物種活動面積的比例（ha）。

七、涵養水源功能： $E_m = E_G \times AREA \times D \times J \times T$ ，

式中： E_G 為地下水補注量， $AREA$ 為不同土地利用類型的面積（km²）， D 為水的密度（g/m³）， J 為能量轉換係數（j/g）， T 為太陽能換率（sej/j）。

八、休閒遊憩： $E_m = P \times time \times K \times J$ ，

式中： P 為遊客人數， $time$ 為遊客平均停留時間（hour）， K 為遊客能值產生率， J 為焦耳能量轉換率（j/g）。

總經濟價值是以「國家」為單位，利用能值分析法計算國家全年能值使用、進口總量，包含可再生資源、不可再生資源、進口資源，再與當年度的國民生產毛額（GNP）做比值，以能值貨幣比

(Energy Money Ratio) 來表現一個國家的能值價值 (Odum, 1988)，同時可作為能值貨幣化的基礎。

能值貨幣比 (MER) = 總能值使用量/國民生產毛額

能值貨幣化 = E_m/EMR

於生態系服務價值依其每年提供的服務數量及單位面積價值的不同，而會有所變動；也會因應地方性、文化性、空間性等不同，同一項目採取不同的計算模式，所計算的價值符合當地的特性，如要轉移到其它場域，則必須考量背景的相似度。另外，評估所使用之原始資料參數，必須仰賴相關單位持續更新重要數據，例如年森林降雨量、土壤逕流量等相關資訊，以及其他參數例如氧氣價格、水庫供水量、水庫營運費、防洪建設、防洪量等，若要進行相關評估工作，需先確認各項資料數據的來源是否可得，方能符合生態系統服務價值之意涵。

第三章 研究方法與執行步驟

第一節 研究方法

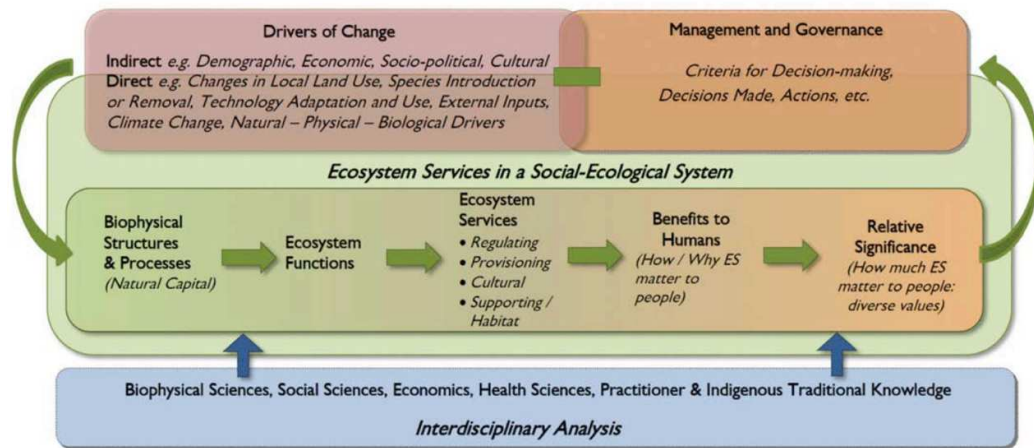
生態系統服務（ecosystem services，簡稱 ES）為評估生態系統功能的方法，依據 Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017)，ES 評估提供了一實用的程序，用於了解從給定的管理選擇中可能獲得或失去什麼，以及這種影響的人為因素，藉此可幫助管理人員更好地理解 and 解決潛在問題並減少衝突。ES 評估包括：

- 判識高優先級 ES；
- 評估它們的環境、社會文化和經濟動態及其重要性；和
- 確定變更對這些 ES 的影響。

ES 評估通常需要生物物理測量和描述生態系統和 ES 生產所涉及的動態，還需要描述 ES 對人們的好處以及利益如何在不同人群之間分配的動態。人們通常不會意識到自己依賴於生態系統的一些好處，ES 評估闡明這些好處以及人們普遍知道的好處，因此，ES 評估包括透過估計值確定 ES 收益對人們的重要性。當決策涉及權衡時、當決策者需要證明與 ES 管理相關的成本合理時、或者當需要告知不同利益相關者關於 ES 的廣泛價值或重要性時，估計值可能特別有用。針對各種相關生態、社會文化和經濟因素的綜合分析，亦可使用可以識別權衡和不同的環境管理和發展選擇影響的決策支持方法（例如成本效益分析、多標準分析或結構化決策）來完成 (Value of Nature to Canadians Study Taskforce, 2017)。

ES 評估的主要目標是支持基於證據的決策，以改善人類福祉並確保環境的可持續性。因為 ES 是生態系統與人類福祉之間大多數關係的基礎，所以 ES 評估必須同時考慮生態系統動態和人類對這些動

態的依賴。本研究以 Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017) 提供的工具包探討雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系統服務 (ES) 之間之關聯性，進行 ES 評估的概念和分析架構如圖 3-1 所示。在此架構下，藉由說明生態系統項目如何連接，可幫助理解特定活動或政策（如土石流自主防災社區推動）如何影響 ES 的供應；此外，對不同學科或知識的描述有助於理解 ES 動態，它顯示了大多數 ES 評估將如何需要生物物理、社會文化和經濟信息。除了 ES 生產和利益分配的過程之外，此架構考慮管理和治理在影響這些過程中的作用，以及更廣泛的社會和自然變化驅動因素（包含直接的和間接的）影響 ES 如何產生和管理。



資料來源：Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017)

圖 3-1 生態系統服務評估的概念和分析架構

完成全面的 ES 評估所需的工作量取決於問題的複雜性以及支持決策所需的信息和分析類型，Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017) 提供的 ES 評估工具包包含六個步驟：一、定義問題和背景；二、判識生態系統服務之優先關聯性；三、規劃生態系統服務評估；四、識別和使用指標、數據源和分析方法；五、綜合結

果並完成決策支持分析；六、溝通評估結果。這六個步驟可以在不同程度上完成，具體取決於解決正在進行評估的具體問題所需的內容。

其中，步驟一：明確定義問題並確定需要回答的問題是 ES 評估中最關鍵的一步。在某些情況下，這個問題可能已經清楚理解，但對於複雜的問題，通常需要大量的工作來詳細了解這個問題以及相關的各種生態、經濟和社會文化因素。第二個最有價值的活動是完成步驟二：辨識生態系統服務之優先關聯性的 ES Priority Screening Tool。此步驟用於確定是否有必要對特定案例進行 ES 評估。在所有 ES 評估中，它用於從邏輯上確定在特定情況下哪些 ES 可能面臨風險以及關鍵考慮因素，包括人們可能受到的影響。通過 ES Priority Screening Tool 工作為決定哪個 ES 應該成為評估的重點提供了合理的分析依據，為完成該工具的工作表而收集的信息是其餘評估的基礎。為了便於溝通，步驟是按順序定義的，但在實際執行時，該過程是迭代和漸進的。因本計畫今年度主要研究目標是釐清雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性，而非完成全面的 ES 評估，所以研究方法著重於步驟一和步驟二（參見圖 3-2）。

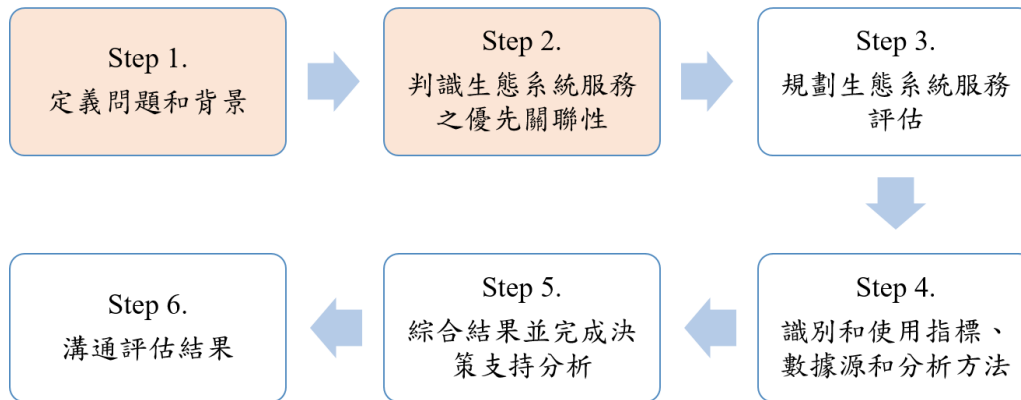


圖 3-2 生態系統服務評估步驟

第二節 執行步驟

為釐清推動土石流自主防災社區如何改變華山地區生態系統服務，首要任務需先定義何謂生態系統服務；再者瞭解土石流自主防災社區在生態系統服務扮演的角色與貢獻，確定所有引發生態系統服務評估需求問題的問題，並根據其地理、環境、政策、社會和經濟背景考慮這些問題，接著依此判識生態系統服務之優先關聯性，確定研究區域內所有可能的生態系統服務項目、它們提供的收益、受益群體和收益幅度、可能的影響以及與推動評估的問題相關的風險；最後彙整出投入、產出與造成之影響三者之間的關聯性，以釐清土石流自主防災社區與生態系統服務之間之關聯性。有些事件的改變具有因果關係或短、中、長期的時間關係，評估時亦須納入考量。

本計畫以雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區為研究區域，計畫執行仰賴對研究區域充分了解，透過拜訪主管機關、地方單位、社區實地參訪與現地踏查所獲得的資訊，進而盤點華山地區生態系統供給、支持、調節、文化四大面項所提供的各項服務，其中各項服務關係人或相關團體的訪查，包括：當地農民或合作社、

餐廳（咖啡廳）業者或在地產業發展組織、導覽人員或在地生態環境組織、民宿業者或休閒農業區組織以及自主防災成員、村辦公室等等，以確立土石流自主防災社區推動在華山地區與各項服務間的關聯性。

此外，有鑑於臺灣目前針對生態系統服務評估的相關研究有限，藉由有相關研究經驗的專家學者分享計畫經驗，並協助檢視本計畫的生態系統服務項目，有助於讓計畫成果更臻嚴謹。最終，再透過社區對生態系統服務關係人發放問卷，找出華山地區生態系統服務與土石流自主防災社區推動福祉之關聯性。計畫研究流程圖參見圖 3-3。

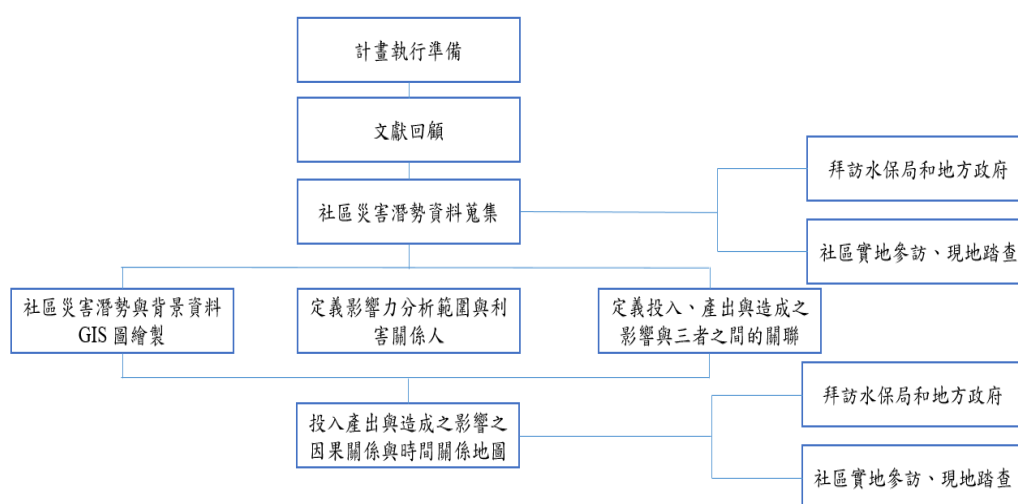


圖 3-3 計畫研究流程圖

第四章 華山地區生態系統服務項目

本計畫以雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區為調查研究對象，藉由現地踏查、資源盤點與社區實地參訪，界定出當地生態系統之類型及特性，找出其生態系統服務之項目，並探討在何種地景尺度上進行後續研究分析最為適宜。

第一節 雲林縣古坑鄉華山地區

華山社區位於雲林縣古坑鄉，是一個典型坡地農業社區，921地震造成華山村的華山溪與科角溪上游源頭產生嚴重的崩塌，大量土石淤積於山谷中，民國 89 年 6 月豪雨、民國 90 年納莉颱風均爆發土石流，上游砂石大量下移，淹沒房屋、縣道、橋梁，下游居民均受到嚴重威脅。天然災害導致硬體設施的破壞，累積的社會資本消失，讓當地的社群產生災害危機，激發社區居民對於當地的認同感，凝聚重建的力量，以人為本、生活為核心，重建生態與環保並重的農村風貌，在行政院農業委員會水土保持局經費的挹注下，結合本地特有山林風光及環境特色以就地取材方式的生態工法整治華山溪，施設三明治及重力式防砂壩、梳子壩、攔砂壩等水保設施 20 座及砌石護岸、沉砂池、輪胎保護工法，成立「華山土石流教學園區」，不僅發揮治山防洪成效，還成為特殊的觀光休閒景點（參見圖 4-1）。

另一方面，在行政院農業委員會「一鄉一休閒農業區計畫」的輔導下，將農業與休閒旅遊、教育與修養互相結合，利用華山村豐富的自然生態、人文歷史資料及完整的農村環境，設置文學步道、咖啡步道、交趾陶產房、龜仔頭傳統三合院、金山發手工紙廠造紙、

螢火蟲復育池等結合在地解說員發展自然生態深度旅遊據點，成為十大經典農村。



圖 4-1 華山地區土石流整治工程成果

後續在雲林縣政府經費的挹注下，結合地方文化特色與產業型態，推動傳統產業復興，獎勵企業再造，並非以往投資與農業發展，以實體建設改善農村環境，奠定日後農村再生發展的基礎。再者，與民間企業推動臺灣咖啡節，進一步將古道與咖啡串連，雲林在地十二位文學家之作品鑿刻在土石流留下的大石上，陳列在步道旁，使民眾在散步之餘，也能欣賞在地文學之創作，深具意義。利用這專屬華山社區之特色，將另一個新元素－「文學」帶入華山，讓華

山除了有咖啡香，也瀰漫著文學氣息（參見圖 4-2）。



文學步道



文學步道



咖啡大街



龜仔頭傳統三合院



交趾陶產房



金山發手工紙廠造紙



圖 4-2 華山地區人文與休閒產業

生態方面經過社區居民共同維護環境與復育環境的努力下，原本幾近絕跡的野生動物，如臺灣獼猴、灰冠鷲、穿山甲、紅隼、果子狸、食蟹獾、黑冠麻鷲、螢火蟲及樹蛙等，逐漸在社區中現蹤影，恢復原有的多樣化生態。民國 103 年起成立華山社區環境教育學習中心，以「天、地、人」核心，包含對地區的回饋與復育，持續辦理季節性物產特色活動，兼具生態、賞花及品嚐咖啡等休閒活動，在不同季節、不同時間來到華山都可以享受到不同的自然體驗。

經歷 921 地震及土石流災害後，除了上述文化、產業、生態的改變外，華山村居民也開始學習如何跟災害和平共處，自民國 89 年成立華山社區自衛隊，結合村辦公室、華山社區發展協會共同守護家園的安全，結至民國 110 年底，共辦理 6 次自主防災演練、16 場防災教育宣導，藉由實際操演及兵棋推演方式，由災害應變中心進行協調、聯繫各單位，當發生重大災難時，充分發揮機動、效率、快速的救災；也讓住居居民熟知災害應變方法、疏散路線及安置處所，同時發揮敦親睦鄰、守望相助之精神，共同為自救或協助鄰里居民脫離危險努力，將土石流災害降至最低的程度（參見圖 4-3）。



圖 4-3 華山地區土石流防災演練

近年透過 Eco-DRR 概念，為建立韌性而宜居的共生環境，在當地社區發展協會、休閒產業協會、民宿協會的推動下，將土石流災害的意象融入咖啡文化中，提出「滾石華山咖啡」的品牌概念，希望能透過販賣有故事的咖啡，建立華山村防災回饋機制，由華山村自主防災組織成員進行導覽，講述華山村自主防災故事，結合滾石華山咖啡銷售給旅客；並將滾石華山咖啡售出的部分金額放進華山村自主防災基金，自主防災基金得以確保防災組織運作。如此一來既可以帶動華山村咖啡大街產業，振興商圈，二來也可以減少自主防災組織對公部門的依賴，將防災基金挹注在村里最需要的地方，增加防災組織的靈活度（參見圖 4-4）。



圖 4-4 滾石華山咖啡

在過去，生態系統服務（ecosystem services，簡稱 ES）的價值被大大低估，尤其是對自然的調節服務（regulating services），在相當無知的情況下使用自然資本，而且也沒有把握適當的機會投資自然資本，使得生物多樣性損失的危機日益嚴重。華山村從 921 大地震災害之後，環境生態及社會人文面臨重大危機，在地居民逐漸重視到氣候變遷的影響，積極推動自主防災社區，培植地方組織，成功將地方與政府的資源鑲嵌，達到災害風險減緩之目的；另一方面，將土地利用重新分配，還地於自然減少開發面積，建立登山步道、文學步道、溪濱公園、華山休憩站等，同時結合原始樹造林、透水

鋪面、更換節能燈具、護溪復育等政策，朝向零碳排的目標邁進，成功地將傳統的農業轉型為觀光休閒農村（參見圖 4-5）。

華山村從社區環境一度破壞殆盡的情況下到生態多樣性的復原以及人文經濟發展、文化保存傳遞的過程中，與 Eco-DRR 與生態系服務的概念不謀而合，若是要尋求長期管理自然資本之道，就必須對生物多樣性和生態系統的價值進行量化評估，當務之急就是要系統性使用有科學基礎的指標，來評估自然資本的影響與歷程。



圖 4-5 華山地區觀光休閒景點

第二節 推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務的影響（一）

為釐清雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系統服務之間之關聯性，本研究利用 Value of Nature to Canadians Study Taskforce (2017) 提供的 ES 評估工具包，遵循步驟一（定義問題和背景）和步驟二（辨識生態系統服務之優先關聯性）執行計畫。

本研究以 ES 評估工具包中的工作表 1 為範例，修正定義本研究問題：
推動土石流自主防災社區在華山地區生態系統服務扮演的角色與貢獻，並明確訂定 9 大問題。

工作表 1：定義推動土石流自主防災社區在華山地區生態系統服務扮演的角色與貢獻

1. 本計畫擬釐清土石流自主防災社區在生態系服務扮演的角色與貢獻。依您的認知，請說明敘述所有與土石流自主防災社區有關之利害關係人。

--

2. 請說明土石流自主防災推動的背景與動機。

舉例說明：土石流自主防災社區推動緣起是因為配合政府政策？社區發展？政府獎勵？環境保護？...等。請就您所知道的動機盡可能列出，並具體說明。

土石流自主防災社區推動緣起	備註

3. 請說明推動土石流自主防災社區的過程是否對華山地區周邊地理環境帶來影響。請詳細敘述影響的區域與規模。

受影響區域範圍、位置	受影響程度

4. 請詳細敘述華山地區的主要自然特徵。

可使用航拍照片、地形圖和其他來源，列出並簡要確定生物物理要素或特徵，如河流、小溪、湖泊、森林、田野、斜坡等。將視覺證據（以及任何相關的註解）附在工作表上，以便持續參考。

--

5. 請說明推動土石流自主防災社區的過程中所牽涉之制度、法規和監理管轄機關，包括誰對決策或問題影響或可能影響什麼具有管轄權？是否需要諮詢或與其他當局合作？

政策、法規或其他制度結構（名稱）	執行機構（例如水利局）	政策重點等（例如農業；瀕危物種）	備註

6. 確認與推動土石流自主防災社區相關的決策者和利益相關者。

決策者包括那些與監管和政策結構相關的人，但也可以包括那些直接在土地上工作的人（例如，在田間規模）。利益相關者包括所有關心特定問題的人。一組利益相關者是可能受決策或項目影響的從環境管理中受益的人（參見第 1 章中的受益人）；受益人將通過 ES 優先篩選工具得到更徹底的考慮（見下一個工作表）。其他利益相關者可能不是受影響 ES 的直接受益人，但可能會因做出的決定而受到影響。記下關鍵決策者和利益相關者認為最重要的信息類型。

誰是決策者？	誰是利益相關者？

7. 請說明華山地區有哪些經濟活動受到土石流自主防災社區推動影響。

經濟背景：目前在該地區發生的可能受該決定影響的經濟活動（即商業）有哪些？這些活動依賴於什麼 ES？正在影響（或可能影響）ES 流向受益人的經濟活動有哪些影響（正面或負面）？

經濟活動	與生態系服務之關聯性	對生態系服務之影響

8. 請說明華山地區有哪些不能忽視的關鍵問題？

這些問題可能與決策或項目直接相關，也可能不直接相關，但對該地區的利益相關者顯然很重要，或者被認定為具有生態意義。誰受到了直接影響？是否還有其他未受直接影響但參與或關注的人（例如，機構、社區團體）？是否存在無法控制的變化驅動因素？是否存在文化上的敏感問題？{等等}

關鍵問題	為什麼重要？	誰受到影響？	誰在意這個問題？

9. 推動土石流自主防災社區的影響層面有多廣？以時間來論

--

本計畫透過數次現地勘查與文獻資料佐證，盤點華山地區現有資源，再利用社區實地參訪，與華山村村長、華山村村幹事、餐廳（咖啡廳）業者等針對雲林縣古坑鄉華山地區土石流防災演進、在地產業發展、社區組織以及華山生態等議題進行訪談，彙整華山地區生態系統供給、支持、調節、文化四大面項所提供的各項服務。訪談內容依據工作表 1 的 9 大問題整理如下：

1. 與土石流自主防災社區有關之利害關係人包含：潛勢溪流區影範圍內保全戶、村里長、自主防災守衛隊、咖啡大街商家、民宿業者、華山社區發展協會、休閒產業促進會商家及公所等。
2. 土石流自主防災推動的背景與動機起源於民國 79 年歐菲莉颱風侵襲台灣東部，土石流從野溪中一衝而下淹沒村莊，造成房屋破壞、村民傷亡的嚴重災情，成為社會各界注目的焦點，讓台灣開始展開土石流的研究。民國 85 年賀伯颱風來襲，南投縣陳有蘭溪流域的豐丘、和社、神木村等多處，遭逢大規模土石流侵襲，再次喚起國人對於土石流災害記憶，往後只要颱風豪雨季節，民眾便能從各大媒體聽到相關報導，也加深了對土石流的危機意識。921 大地震 - 造成中部山區發生多處大規模崩塌，地形改變甚鉅，依農業委員會水土保持局之衛星影像判釋結果，全省崩塌點數約 2,365 點，這些大規模崩塌之土方量正是引發土石流最重要之材料。

為強化社區自主防災能力，在受災的第一時間，讓當地區居民能有基本的自我防衛能力，水土保持局民國 94 年開始協助社區及地方落實土石流防災自主管理，建立由下而上的災害回報機制，組訓成立「土石流防災專員」，以瞭解山區雨量變化並協助災情通報與疏散、撤離等工作。考量每個社區的地形條件

及抗災能力的不同，水保局將原本個人的防災能力擴大，健全整個防災體制，從民國 96 年之後逐年推動土石流自主防災社區，使其成為具有災害應變管理能力的社區，災時緊急應變互助互救，並於災後迅速復原、重建的永續社區。

華山村自主防災社區發展過程：

1) 921 災後重建工程

(1) 土石流整治（土石流教學園區）

(2) 自然生態環境（古橋、螢火蟲復育池、登山步道觀景、土石流整治區、龜仔頭傳統三合院、金山發手工紙廠造紙）

(3) 產業（新興的休閒農園、有機農園、民宿及觀景咖啡等，逐步朝向多元化的休閒農業發展）

2) 水土保持局自主防災社區計畫

(1) 疏散避難流程與疏散避難圖

(2) 完成疏散避難計畫

(3) 自主防災社區成立

(4) 亮點社區推動

3. 土石流自主防災社區的過程對華山地區周邊地理環境帶來影響：

- 土石流教學園區：溪床整治、梳子壩、生態工法、監測儀器
- 咖啡大街：滾石咖啡館、滾石咖啡產品
- 坡地保育區：登山步道、文學步道、生態復育區

4. 華山地區的主要自然特徵包含：

- 大尖山地形地貌
- 華山溪、科角溪生態：華山生態有蛇、獨角仙、螢火蟲、

青蛙、蜻蜓、蝴蝶（紫斑蝶），過去曾有生態協會在華山進行物種調查。

- 棲息地復育（螢火蟲生態池、科角溪護溪、櫻花步道）：目前華山地區進行復育螢火蟲、蜻蜓與蝴蝶，螢火蟲復育地點在華山溪吊橋與山豬湖，將樹木切成一小塊一小塊堆置在旁，之後產生腐植層，就會有蚯蚓，螢火蟲就會去吃蚯蚓，利用這樣方式進行復育。
 - 土石流潛勢溪流
5. 推動土石流自主防災社區過程中所牽涉法規為災防法：災防體系三級制
- 1) 中央：水土保持局（制定政策、補助經費）
 - 2) 縣市政府：水利處（發包監督防災社區推動）
 - 3) 公所：農經課（協助推動防災社區）、民政課（發布疏散避難命令）、社會課（收容安置）
 - 4) 村辦公室：調查保全住戶資料、推動自主防災
6. 推動土石流自主防災社區相關的決策者和利益相關者：
- 決策者：公所、村里長、發展協會理事長
 - 利益相關者：保全戶、自主防災守衛隊、咖啡大街商家、民宿業者
7. 華山地區受到土石流自主防災社區推動影響的經濟活動包含咖啡節、螢火蟲季、民宿商家、咖啡商家、生態旅遊等。
8. 華山地區重要關鍵問題：
- 土石流
 - 保全住戶疏散避難作業：現今自主防災社區推動方式跟以前防災做法不一樣，以前比較沒有貼近實際面，只是

找一塊空地集合排排站演練，而今自主防災社區推動較人性化，參與志工與社區組織聯結性強，結合社區發展，地方向心力較高。

- 生態維護：以前華山有環教場域，地點在華山村辦公處，設計教案有滾滾紅塵，課程內容以土石流防災教育為主；戀戀華山是以蝴蝶、蜻蜓以及科角溪生態等生態物種的環境教育課程；現今華山沒有環教場域，主要原因是環教老師跟社區之間較少交集，設計教案難以產出，對華山幫助也不大，因此，後續未展延環教場域。
- 華山導覽除了一般導覽外還有螢火蟲導覽，一般導覽內容主要介紹地形、地貌、地上漢字解說，過去華山曾有漢學老師，創彙音寶鑑，如何用國字寫出閩南語意思。
- 咖啡產業：在地產業發展組織有華山社區發展協會，其主管機關為社會處，比較偏向小型工程營造、農村再生、僱工購料等，對自主防災社區動能較弱；古坑鄉華山休閒農業區發展協會，其主管機關為社會處，強化農村、偏鄉區域的休閒觀光功能，其範圍包含樟湖、桂林、華山、華南，有其專法；華山休閒產業促進會，其主管機關為經濟部，偏向產品展售、電商平台，產品有咖啡（咖啡豆、耳掛）、泡菜、紫蘇梅。目前古坑鄉華山休閒農業區發展協會在組織之間最強。

9. 推動土石流自主防災社區的時間軸：

- 兵庫、仙台減災綱領、生態防減災 Eco-DRR
- 民國 88 年 921 發生→土石流防治、土石流防災演練
- 民國 90 年桃芝颱風→睦鄰救援隊成立

- 民國 97 年→自主防災社區成立
- 民國 103 年→華山社區環境教育學習中心
- 民國 108 年→自主防災亮點社區

之後利用訪談結果，將雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動相關的各種生態、經濟和社會文化活動依千禧年生態系統評估（MA）的生態系統服務：供給服務、調節服務、文化服務、支持服務初步彙整如表 4-1。

表 4-1 華山地區生態系統服務項目（初版）

NO.	生態系統服務 (ES)	項目
	供給服務—生態系統過程和功能，用以提供人類獲得和依賴的商品或產品的結果	
1	食物 • 作物 • 牲畜 • 捕撈漁業 • 水產養殖 • 野生食物	921 地震以後才咖啡產業才開始大量發展、靠咖啡重生；檳榔與咖啡共生，檳榔產業變少是因為需求少、產業轉移、政府也不推廣；木耳香菇（里仁）；螢火蟲、櫻花樹、猴子、山豬、長鬃山羊、陰香（假肉桂樹）、蛇、獨角仙、青蛙、蜻蜓、蝴蝶（紫斑蝶）、泡菜、紫蘇梅
2	• 木材和其他木製品 • 纖維、樹脂、動物皮和觀賞資源	螢火蟲復育方式
3	生物質燃料	苦茶油、龍眼樹（燒製交趾陶）
4	供人類消費和使用的淡水	
5	遺傳物質	
6	生化和藥用資源	
	調節服務—生態系統過程和功能，用以調節環境的各個方面，提供人類賴以生存的安全和宜居條件的結果	
7	空氣質量調節	
8	氣候調節和碳吸存 • 全球氣候調節 • 區域和地方氣候調節	植樹造林（櫻花林步道）、節能燈具（農特產中心、村辦公室、遊客中心、路燈、滾石咖啡館）、區域閒置空間綠美化（溪濱公園、華山遊客休憩中心、滾石咖啡館）

9	水流量調節	山坡地保育區、透水鋪面（農特產中心、溪濱公園、華山小學堂）
10	侵蝕調節	土石流防治工程（溪床整治、梳子壩、生態工法、監測儀器）：野溪護岸改善（整治、石頭、植生袋（替代））、咖啡園土壤敷蓋、原始林種植；坡地保育區（登山步道、文學步道、生態復育區）
11	水淨化和廢棄物處理	
12	疾病調節	
13	害蟲調節	吊酒精裝置（殺咖啡蟲）
14	授粉	
15	自然災害調節	野溪護岸改善（整治、石頭、植生袋（替代））、土石流防治工程、鋼索檢知器、CCD 攝影機、地聲檢知器、土壤含水量感測器
文化服務—生態系統過程和功能，用以為人類生理、心理和精神福祉、知識和創造力提供資訊的結果 一些作者將這些稱為「信息服務」，因為它們為人類經驗提供信息。文化服務與人類價值觀和行為密切相關，也與人類製度和社會、經濟和政治組織模式密切相關。因此，個人和社區之間對文化服務的看法比對糧食生產重要性的看法更有可能不同。（改編自 MA）		
16	文化認同和遺產	咖啡節
17	靈性與宗教	多個宗教信仰，只欠缺基督教與天主教
18	知識系統和教育	土石流（土地規劃）、土石流（導覽）、土石流（滾石咖啡與包裝宣導）、土石流防治與防災、生態與生物探索、咖啡產業與生態環境課程、華山導覽、環境教育課程（土石流防災教

土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討

		育、生態物種、一般導覽外還有螢火蟲導覽，一般導覽內容主要介紹地形、地貌、地上漢字解說，)
19	認知發展、心理和身體健康與幸福	土石流（土地規劃）
20	審美體驗	文創、藝術家、咖啡（咖啡公園）、櫻花步道
21	對人類創造性思維和工作的啟發	土石流壁畫、滾石咖啡意象、咖啡大街（滾石咖啡館、滾石咖啡產品）
22	休閒、生態旅遊	古橋、螢火蟲復育池、登山步道觀景、土石流整治區、龜仔頭傳統三合院、金山發手工紙廠造紙、土石流教學園區、新興的休閒農園、有機農園、民宿及觀景咖啡；坡地保育區（登山步道、文學步道、生態復育區）；大尖山地形地貌咖啡節、賞螢季、土石流（導覽）、夜景（地理環境好）、溯溪、櫻花步道
23	地方感	土石流（防災社區與滾石咖啡）、在地產業發展組織有華山社區發展協會，其主管機關為社會處，比較偏向小型工程營造、農村再生、僱工購料等，對自主防災社區動能較弱；古坑鄉華山休閒農業區發展協會，其主管機關為社會處，強化農村、偏鄉區域的休閒觀光功能，其範圍包含樟湖、桂林、華山、華南，有其專法；華山休閒產業促進會，其主管機關為經濟部，偏向產品展售、電商平台，產品有咖啡（咖啡豆、耳掛）、泡菜、紫蘇梅。目前古坑鄉華山休閒農業區發展協會在組織之間最強。
	支持或棲息地服務—為生產所有其他生態系統服務、創造生物環境所必需的基本生態系統過程和功能	

24	土壤形成	
25	初級生產	
26	營養循環	
27	水循環	
28	棲息地	棲息地復育（螢火蟲生態池、科角溪護溪、櫻花步道）螢火蟲（原先自然生態就有，但土石流整治後，生態維持但安全性提高）、嵴角溪護溪運動、惜山祭

第三節 推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務的影響（二）

表 4-1 列出之華山地區生態系統服務項目繁多，為確定是否有必要對特定案例進行 ES 評估，本計畫啟動執行 ES 評估工具包步驟二：判識生態系統服務之優先關聯性的 ES Priority Screening Tool。計畫團隊於 07 月 01 日、08 月 22 日、09 月 26 日分別舉辦專家學者座談會議，邀請專家學者分享其過往研究生態系統服務案例，並針對本研究計畫產出之工作表 1 與表 4-1 華山地區生態系統服務項目（初版）與工作表 2 提請建議討論。

07 月 01 日專家學者座談會議

此會議邀請國立中興大學水土保持學系陳樹群特聘教授和觀察家生態顧問有限公司黃于玻總經理共同座談，因兩位學者過去在生態系統服務評估有案例執行經驗，此次座談首先邀請兩位學者針對過去生態系統服務評估案例進行分享。陳樹群特聘教授以新化林場為研究場域，導入生態系統服務概念，探討虎頭埤集水區整治前後水資源差異，重新營造生態基盤，如農塘、生物通道、生態槽護岸等工程，以維護並更新生態系服務，提升農作產業水資源供給、新化林場經濟收入、水質與水量調節與水域及陸域生態復育，發現多種之前未列入之兩棲及水域生物。黃于玻總經理以苗栗通霄「田鯨田」為案例，探討物種保育及生產地區關聯性，盤點與指認生態系統服務價值，用疊加方式串聯大田鯨與稻米，擴大生態系統服務價值。

隨後由逢甲大學巫仲明研究副教授針對華山地區推動土石流自主防災

社區的演進與現況進行簡報。因本計畫的主要目的在釐清土石流自主防災社區與生態系統服務之關聯性，因此，有必要先釐清盤點華山地區推動土石流自主防災社區影響生態系統服務的起始點：從 921 地震發生後即有的土砂災害整治？還是成立土石流自主防災社區後開始起算。專家學者建議先盤點地區華山生態系統服務（如工作表 1 與表 4-1），找出影響區域發展核心條件，再排列出優先順序，尤其是在推動土石流自主防災社區的過程中，對生態系統帶來什麼改變（正向、負向），產生哪些直接效益、附帶效益與衍生效益。



行政院農業委員會水土保持局
「土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討」
專家學者座談會議

此次「土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討」專家學者座談會議係由國立臺北大學為執行行政院農業委員會水土保持局 111 年度創新研究計畫所進行，邀請學者專家就生態系服務之定義，對土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性進行交流，期能吸取各方意見，以做為未來評估土石流自主防災社區生態系服務價值之參考。

一、緣起

依據 2005 年千禧年生態系統評估報告 (Millennium Ecosystem Assessment, MA)，生態系服務可定義為「人類從生態系統獲得的效益」，生態系統服務連結生態系統、人類福祉，人類福祉組成成分可分為安全、生活所需物資、健康、良好社會關係、選擇及行為自由，這些福祉直接或間接、有形或無形受到生態系統服務變化的影響。千禧年生態系統評估報告中列出的生態系服務有四大類型：供給服務、調節服務、文化服務、支持服務，其中各類型的定義與相關服務項目：

- 供給服務是指從生態系統獲得的各種產品（例如：食物、纖維、基因資源、生物化學物質以及天然藥材等、裝飾資源、淡水）；
- 調節服務是指從生態系統過程的調節作用獲得的效益（例如：調節空氣品質、調節氣候、調節水分、調節侵蝕、調節病蟲害、授粉）；
- 文化服務是指通過精神滿足、體驗、消遣、發展認知、思考等從生態系統獲得的非物質效益（例如：文化多樣性、精神與宗教價值、遊樂與生態旅遊、美學價值、知識系統、教育價值）；
- 支持服務是生產其它生態系服務的基礎，並不直接對人類產生影響（例如：土壤形成、光合作用、初級生產、養分循環、水循環）（吳孟珊，2014）。

行政院農業委員會水土保持局自 2004 年起推動土石流自主防災社區，除了鼓勵社區參與減災工作、強化社區災害因應能力，亦透過演練講習、兵棋推演、防災宣導與防災教育等方式，積極推動韌性社區發展。現今土石流自主防災社區推動強調結合當地生態、環境，以社區永續經營為目的，建置韌性社區，此作法與近年來探討的生態系服務理念一致。然而，土石流自主防災社區推動普遍被視為是災害應變之措施，忽略其對生態服務甚至人類福祉之影響。因此，本計畫以雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區為調查研究對象，藉由定義生態系服務，土石流自主防災社區推動、產業、進而界定影響力分析的範圍與辨識參與其中的利害關係人，釐清土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性，以做為未來評估土石流自主防災社區生態系服務價值之參考。

二、討論提綱

1. 工作表一：定義土石流自主防災社區在生態系服務扮演的角色與貢獻
確定所有引發生態系統服務評估需求問題的問題，並根據其地理、環境、政策、社會和經濟背景考慮這些問題。

- a. 推動土石流自主防災社區的時間應以成立土石流自主防災社區的時程起算？或是可追溯至 921 地震後土石流整治、土石流防災演練等相關活動？
 - b. 與土石流自主防災社區有關之利害關係人有哪些？哪些是推動土石流自主防災社區相關的決策者？哪些是推動土石流自主防災社區相關的利益相關者？
 - c. 推動土石流自主防災社區的過程對華山地區周邊地理環境影響的區域範圍、位置？受影響的程度規模？
 - d. 華山地區有哪些經濟活動受到土石流自主防災社區推動影響？這些經濟活動與生態系服務之關聯性？對生態系服務之影響？
 - e. 華山地區有哪些不能忽視的關鍵問題？為什麼重要？誰受到影響？誰在意這個問題？
2. 工作表二：辨識生態系服務之優先關聯性
- 確定研究區域內所有可能的生態系統服務項目、它們提供的收益、受益群體和收益幅度、可能的影響以及與推動評估的問題相關的風險。

三、 議程

時 間：111 年 07 月 01 日 (週五) 09:30-12:00

地 點：逢甲大學科航館 601 會議室

主辦單位：國立臺北大學

時 間	議 程
09:10-09:30	報到
09:30-09:40	引言 國立臺北大學金融與合作經營學系 陳淑玲副教授
09:40-10:00	講題一：生態系服務評估案例分享（一） 報告人：陳樹群特聘教授，國立中興大學水土保持學系
10:00-10:20	講題二：生態系服務評估案例分享（二） 報告人：黃于玻總經理，觀察家生態顧問有限公司
10:20-10:50	講題三：土石流自主防災社區在生態系服務扮演的角色說明與當地現況說明 (30 分鐘) 報告人：巫仲明研究副教授，逢甲大學營建及防災研究中心
10:50-12:00	議題討論： 主持人：陳淑玲副教授，國立臺北大學金融與合作經營學系
12:00	會議結束

工作表 2：判識推動土石流自主防災社區在華山地區生態系統服務之優先關聯性

供給服務—生態系統過程和功能，用以提供人類獲得和依賴的商品或產品的結果

生態系統服務 (ES)	項目		利害關係人	影響程度 (高/中/低)	原因
食物	正向				
	負向				
木材、纖維、樹脂、動物 皮和觀賞資源	正向				
	負向				
生物質燃料	正向				
	負向				
供人類消費和使用的淡水	正向				
	負向				
遺傳物質	正向				
	負向				
生化和藥用資源	正向				
	負向				

調節服務—生態系統過程和功能，用以調節環境的各個方面，提供人類賴以生存的安全和宜居條件的結果

生態系統服務 (ES)	項目		利害關係人	影響程度（高/中/低）	原因
空氣質量調節	正向				
	負向				
氣候調節和碳吸存	正向				
	負向				
水流量調節	正向				
	負向				
侵蝕調節	正向				
	負向				
水淨化和廢棄物處理	正向				
	負向				
疾病調節	正向				
	負向				
害蟲調節	正向				

土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討

	負向				
授粉	正向				
	負向				
自然災害調節	正向				
	負向				

文化服務—生態系統過程和功能，用以為人類生理、心理和精神福祉、知識和創造力提供資訊的結果

	項目		利害關係人	影響程度（高/中/低）	原因
文化認同和遺產	正向				
	負向				
靈性與宗教	正向				
	負向				
知識系統和教育	正向				
	負向				
認知發展、心理和身體	正向				

健康與幸福	負向				
審美體驗	正向				
	負向				
對人類創造性思維和工作的啟發	正向				
	負向				
休閒、生態旅遊	正向				
	負向				
地方感	正向				
	負向				

支持或棲息地服務—為生產所有其他生態系統服務、創造生物環境所必需的基本生態系統過程和功能

	項目		利害關係人	影響程度（高/中/低）	原因
土壤形成	正向				
	負向				
初級生產	正向				

土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討

	負向				
營養循環	正向				
	負向				
水循環	正向				
	負向				
棲息地	正向				
	負向				

經過 07 月 01 日專家學者座談會議，本計畫團隊重新檢視表 4-1，決議盤點華山地區推動土石流自主防災社區影響生態系統服務的起始點以從 921 地震發生後即有的土砂災害整治開始。另針對社區內對土石流自主防災推動有較多參與的居民，進行焦點訪談問卷，優先篩選出在推動土石流自主防災社區的過程中，對華山地區生態系統服務帶來之改變與影響。再依訪談結果，進行第二次和第三次專家學者座談會議提供回饋意見。

此次焦點訪談有 15 個問題，社區居民回答結果彙整如下：

1. 推動自主防災社區（滾石咖啡），對社區的咖啡產業影響大嗎？

水保局在土石流防治與土地保持上，對咖啡產業有影響，然而這一兩年才開始推動自主防災社區（滾石咖啡），目前效益與回饋還不明確，但未來可能有很高的影響。

2. 螢火蟲、猴子、山豬、長鬃山羊在華山存在嗎？可以創造那些價值？在推動自主防災，對螢火蟲……的保護上有影響嗎？

華山地區有螢火蟲、猴子、山豬、長鬃山羊等，推動自主防災不會造成棲地破壞，而螢火蟲季結合店家可創造效益，但猴子與食蟹獾會偷食作物。

3. 推動自主防災，在森林的保育有影響嗎？

推動自主防災，會提高社區居民森林保育觀念。

4. 推動自主防災，在水源保護或保存上有影響嗎？

攔沙壩、農藥施用降低皆會影響水源，推動自主防災，在水源保護或保存上會有影響，但會使用山泉水的人還是會持續使用，跟自主防災較無相關。

5. 推動自主防災，在土砂防治（崩塌、沖蝕及土石流發生）上有影響嗎？

土砂防治降低土石流，推動自主防災會讓自主防災意識提高，社區民眾對工程土砂防治更重視。

6. 推動自主防災，在害蟲（荔枝椿象……）防治上有影響嗎？

推動自主防災，讓社區居民對害蟲（荔枝椿象……）防治參與度更高，社區動員愈順暢；但為維持自然生態會減少農業用藥，因此與害蟲防治相衝突，且噴完後一個星期後害蟲就會再來。

7. 推動自主防災對原本華山或古坑的傳統文化有無正面或負面影響？

推動自主防災讓社區民眾對原本華山或古坑的傳統文化更加重視，如打石文化、造紙、宮廟、咖啡、糯米橋、砌牆等，大多希望未來能找回在地文化。

8. 推動自主防災對華山的環境教育推動上有多大的影響？

推動自主防災讓社區民眾對華山的環境教育知識提升，對環境更了解。

9. 推動自主防災對華山國小學校的環境教育及防災教育有影響嗎？

推動自主防災，對華山國小學校的環境教育及防災教育有正向影響，可觀摩土石流教學園區。除了華山外，還有華南、樟湖等學生會參與。此外，土石流防災專員在使用裝備時，小孩會好奇那些是用來做什麼。

10. 推動自主防災對民眾的幸福感有多大的影響？

推動自主防災，社區民眾有安全感、組織和諧，事先預備比較安

全，社區韌性增加，人民幸福。

11.推動自主防災對民眾是恐懼感增加還是安全感增加，有多大？

推動自主防災增加讓社區民眾對社區安全感。

12.推動自主防災對華山附近郊山環境（大尖山……）的美感的體驗有沒有影響？

推動自主防災讓社區民眾對華山附近郊山環境（如瀑布、梳子壩）增加依賴感與安全感，福華宮前攤位門面改善增加美感，但部分居民認為因有土石流會有限制性的發展。

13.推動自主防災對社區的創造性思維和工作的啟發有沒有影響？（滾石咖啡……）

推動自主防災對社區的創造性思維和工作啟發有影響，可創造工作機會，例如水保戶外教學園區的解說員。

14.推動自主防災對社區的休閒、生態旅遊的影響有多大？

推動自主防災，改善吊橋、河川整治、土石流教學園區等，將土石流變成特色重點，增加遊客安全感，對社區的休閒、生態旅遊的影響大。

15.推動自主防災對地方的認同感有影響嗎？

推動自主防災，社區民眾對地方凝聚力增加，與颱風豪雨期間會在群組回報當地天候、環境與受災狀況，對地方的認同感影響大。

華山地區焦點訪談問卷

姓名：

性別：

職業：

職稱：

問題一：推動自主防災社區（滾石咖啡），對社區的咖啡產業影響大嗎？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題二：螢火蟲、猴子、山豬、長鬃山羊在華山存在嗎？可以創造那些價值？在推動自主防災，對螢火蟲……的保護上有影響嗎？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題三：推動自主防災，在森林的保育有影響嗎？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題四：推動自主防災，在水源保護或保存上有影響嗎？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題五：推動自主防災，在土砂防治（崩塌、沖蝕及土石流發生）上有影響嗎？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題六：推動自主防災，在害蟲（荔枝椿象……）防治上有影響嗎？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題七：推動自主防災對原本華山或古坑的傳統文化有無正面或負面影響？

影響程度：☐高 ☐中 ☐低 ☐無

原因：

問題八：推動自主防災對華山的環境教育推動上有多大的影響？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題九：推動自主防災對華山國小學校的環境教育及防災教育有影響嗎？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題十：推動自主防災對民眾的幸福感有多大的影響？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題十一：推動自主防災對民眾是恐懼感增加還是安全感增加，有多大？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題十二：推動自主防災對華山附近郊山環境（大尖山……）的美感的體驗有沒有影響？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題十三：推動自主防災對社區的創造性思維和工作的啟發有沒有影響？（滾石咖啡……）
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題十四：推動自主防災對社區的休閒、生態旅遊的影響有多大？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

問題十五：推動自主防災對地方的認同感有影響嗎？
影響程度： ☐ 高 ☐ 中 ☐ 低 ☐ 無
原因：

08 月 22 日專家學者座談會議

此次會議邀請國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授、人禾環境倫理發展基金會方韻如執行長、觀察家生態顧問有限公司黃于玻總經理和逢甲大學巫仲明副教授針對雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區生態系統服務進行討論，生態系統服務的價值定義為人類從生態、棲息地功能中所得到的效益，會議中提供表 4-1 華山地區生態系統服務項目與工作表 2 和焦點問卷訪談彙整結果與幾位專家學者進行討論，會議獲得之建議彙整如下：

- 此計畫研究目的在探討土石流自主防災社區與生態系統服務相關性，然而即使未推動土石流自主防災社區，華山地區原有之生態系統服務即已存在，建議應從推動土石流自主防災對當地生態系統服務有何改變作討論，尤其針對有顯著改變的生態系統服務項目做評估，例如文化服務中的知識性系統提升、教育價值觀的改變；調節服務中的防止坡地侵蝕等等，對比出推動土石流自主防災社區與生態系統服務的關聯性。
- 此計畫以雲林縣古坑鄉華山村為主要的研究場所，華山村經歷 921 大地震後，開始發展農村的整體營造工作，規劃多元的休閒農業發展、土石流溪流整治、生態環境復育、人文歷史資源保存工作，而土石流自主防災社區為 97 年之後才開始推動，因此未來在探討華山村生態系統服務價值改變時，需考量評估的時間點。
- 從華山村村長、華山村村幹事、餐廳（咖啡廳）業者訪談後整理的華山地區生態系統服務項目中，有些服務價值缺乏實際的資料統計，

無法估算其價值。而土石流自主防災社區推動後，改變最明顯的就是人文價值觀念改變，建議可將重點放在文化服務的項目，未來評價時可透過當地民眾或遊客的願付價值來計算。



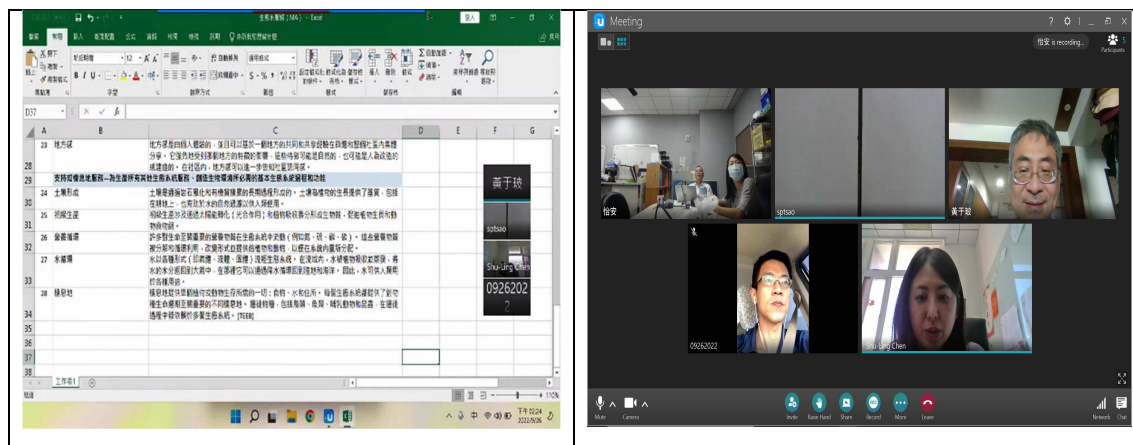
09 月 26 日專家學者座談會議

此會議再度邀請觀察家生態顧問有限公司黃于玻總經理針對生態系統服務的每一項目，逐一分享其評價方法。黃總經理表示，本計畫應先盤點華山地區所有生態系統服務項目，找出其面臨之困境與解方，再辨識那些項目是推動土石流自主防災社區可協助改變的。

以支持服務為例，「土壤形成」可定義為自然風化程度，評價時可利用土壤調查資料，依現在土壤厚度、肥沃度狀況，因為風化關係，評估每一年土壤自然形成狀況、可以生成多少土壤，或比較土壤沖蝕量與生成量差異；「初級生產服務」為光合作用總和，依地貌植栽、植物類型、綠色植物覆蓋面積、光合作用覆蓋率（NDVI）與太陽能轉換效能是逐漸增加還是減少來判斷；「營養循環」指營養物質流動，以外部增加氮跟磷為

例，如何減少肥料、農藥使用影響下游水質，可透過水質資料呈現的總量污染來評價；「水循環服務」主要是水循環利用狀態，如何改善因農業用水與飲用水問題阻斷水循環運作，造成水循環影響；「棲息地服務」提供植物生存條件，可透過盤點物種判斷棲息空間與分類的改變，例如：森林變成農地、天然河川變成人工河川等，其面臨之困境可能包含：化學性（例如水濁度）、物理性（例如棲地狀態）或生物性（例如植栽類型，與農業無關）。

以供給服務為例，「食物」包含作物、牲畜、野生食物，可以大宗作物為主；「木材、伐木」無優化、劣化考量；「生物質燃料」，例如相思樹林可為薪碳材，畜牧可用與沼氣發電等；「供人類消費和使用的淡水」主要是淡水使用、引用灌溉作為；「遺傳物質」主要考慮育種、留種問題，例如抗病蟲害、抗旱等。



最後依據三次專家學者座談會之結論與建議，以表 4-1 為基礎，依序檢視華山地區生態系統服務項目，調整結果如表 4-2 所示。

表 4-2 華山地區生態系統服務項目（終版）

NO.	生態系統服務（ES）	項目
	供給服務—生態系統過程和功能，用以提供人類獲得和依賴的商品或產品的結果	
1	食物 • 作物 • 牲畜 • 捕撈漁業 • 水產養殖 • 野生食物	作物：921 地震以後才咖啡產業才開始大量發展、靠咖啡重生；檳榔與咖啡共生，檳榔產業變少是因為需求少、產業轉移、政府也不推廣；木耳香菇（里仁）
2	• 木材和其他木製品 • 纖維、樹脂、動物皮和觀賞資源	無（不需評價）
3	生物質燃料	龍眼樹（用於燒製交趾陶，數量有限），但與推動防災無關聯（不需評價）
4	供人類消費和使用的淡水	推動防災對淡水使用、飲用灌溉無改變（不需評價）
5	遺傳物質	無育種、留種等物質（不需評價）
6	生化和藥用資源	無（不需評價）
	調節服務—生態系統過程和功能，用以調節環境的各個方面，提供人類賴以生存的安全和宜居條件的結果	
7	空氣質量調節	推動防災對空氣質量無改變（不需評價）
8	氣候調節和碳吸存 • 全球氣候調節 • 區域和地方氣候調節	原始林種植（若範圍不大，可不需評價；若範圍大，可透過種植材積面積計算碳吸存）

9	水流量調節	土石流防治工程（溪床整治、梳子壩、生態工法、監測儀器）
10	侵蝕調節	土石流防治工程（溪床整治、梳子壩、生態工法、監測儀器）、野溪護岸改善（整治、石頭、植生袋（替代））、咖啡園土壤敷蓋、原始林種植、坡地保育區（登山步道、文學步道、生態復育區）
11	水淨化和廢棄物處理	推動防災對水淨化和廢棄物處理無改變（不需評價）
12	疾病調節	推動防災對疾病調節無改變（不需評價）
13	害蟲調節	推動防災對害蟲調節改變不顯著（暫不列入優先評價項目）
14	授粉	推動防災對授粉無改變（不需評價）
15	自然災害調節	土石流防治工程（溪床整治、梳子壩、生態工法、監測儀器）、野溪護岸改善（整治、石頭、植生袋（替代））、咖啡園土壤敷蓋、原始林種植、坡地保育區（登山步道、文學步道、生態復育區）
文化服務—生態系統過程和功能，用以為人類生理、心理和精神福祉、知識和創造力提供資訊的結果 一些作者將這些稱為「信息服務」，因為它們為人類經驗提供信息。文化服務與人類價值觀和行為密切相關，也與人類製度和社會、經濟和政治組織模式密切相關。因此，個人和社區之間對文化服務的看法比對糧食生產重要性的看法更有可能不同。（改編自 MA）		
16	文化認同和遺產	推動防災對傳統在地文化更加重視，如打石文化、造紙、宮廟、咖啡、糯米橋、砌牆等
17	靈性與宗教	多個宗教信仰（只欠缺基督教與天主教），但與推動防災無關聯（不需評價）

18	知識系統和教育	咖啡產業（滾石咖啡、包裝宣導、農業推廣）、生態環境課程、華山導覽、環境教育課程（土石流防災教育、生態物種、一般導覽（介紹地形、地貌、地上漢字解說）、螢火蟲導覽）
19	認知發展、心理和身體健康與幸福	推動防災增加安全感與地方認知，社區凝聚力提升
20	審美體驗	文創（咖啡公園、咖啡大街、文學步道、櫻花步道、土石流壁畫）、福華宮前攤位門面改善
21	對人類創造性思維和工作的啟發	咖啡（滾石咖啡、咖啡大街）、環境教育課程（土石流防災教育、生態物種、一般導覽（介紹地形、地貌、地上漢字解說）、螢火蟲導覽）
22	休閒、生態旅遊	古橋、螢火蟲復育池、登山步道、文學步道、櫻花步道、溯溪、生態復育區、土石流教學園區、大尖山地形地貌 龜仔頭傳統三合院、金山發手工紙廠造紙 咖啡節、賞螢季、新興休閒農園、有機農園、民宿及觀景咖啡
23	地方感	土石流（防災社區與滾石咖啡）、自主防災守衛隊、在地產業發展組織（古坑鄉華山休閒農業區發展協會、華山休閒產業促進會、華山社區發展協會）
支持或棲息地服務—為生產所有其他生態系統服務、創造生物環境所必需的基本生態系統過程和功能		
24	土壤形成	推動防災對自然土壤風化程度無改變（不需評價）
25	初級生產	推動防災在土砂防治上對植物覆蓋的影響（若崩塌時常發生，可能造成綠色植物覆蓋面積改變；否則，變化不大不需評價）
26	營養循環	推動防災是否改變咖啡業者對氮使用（可透過水質資料呈現的總量污染來評價）

土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討

27	水循環	當地無淨水廠，推動防災對農業用水和民生用水無改變（不需評價）
28	棲息地	推動防災改善棲息地復育：螢火蟲生態池（原先自然生態就有，但土石流整治後，生態維持但安全性提高）、崙角溪護溪運動、惜山祭

第四節 推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務之優先關聯性

完成盤點推動自主防災對華山地區生態系統服務項目之影響後，為進一步瞭解民眾對華山地區生態系統服務的看法與推動土石流自主防災社區對當地帶來之成效，本計畫透過當地咖啡店家協助對消費者進行問卷發放（參見附錄三）。

截至目前為止，問卷回收共 157 份，其中有 82% 問卷填答者是觀光客，學校教師佔 6%（參見圖 4-6）；女性問卷填答者佔 62%，男性佔 38%（參見圖 4-7）；問卷填答者教育程度以高中（職）和大學為主，分佔 33%（參見圖 4-8）；問卷填答者有經營商店（例如民宿、咖啡餐飲或小吃店家等）僅佔 13%（參見圖 4-9）；未曾參加過社區組織的問卷填答者佔 87%，顯示大部分的問卷填答者可能對社區組織瞭解有限（參見圖 4-10）。

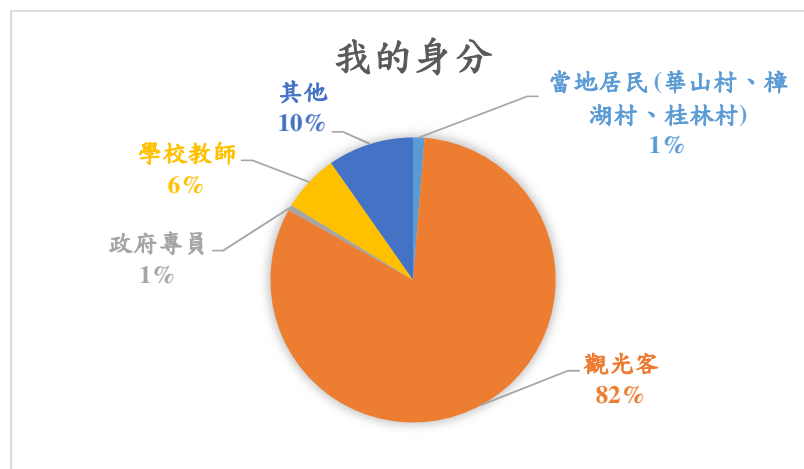


圖 4-6 華山地區生態服務問卷填答者身份分布圖

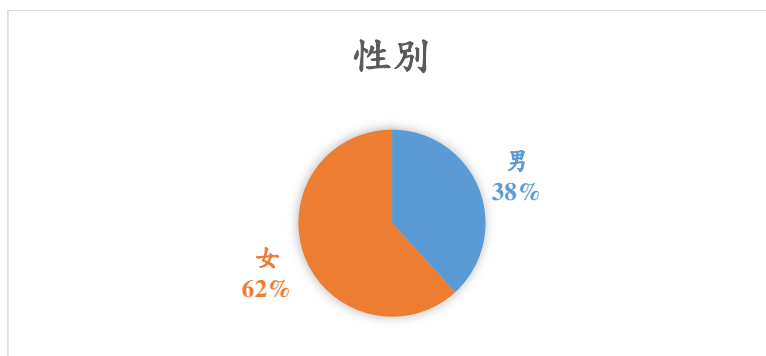


圖 4-7 華山地區生態服務問卷填答者性別分布圖

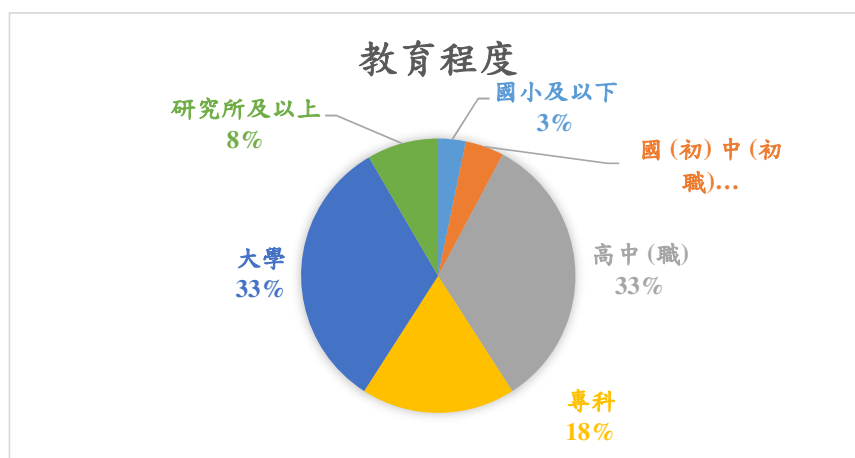


圖 4-8 華山地區生態服務問卷填答者教育程度分布圖

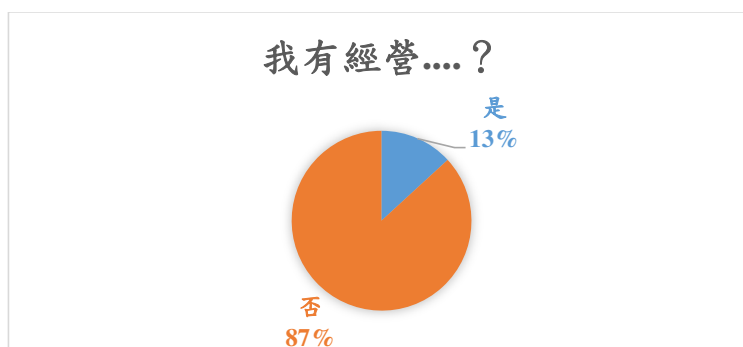


圖 4-9 華山地區生態服務問卷填答者是否經營商店分布圖

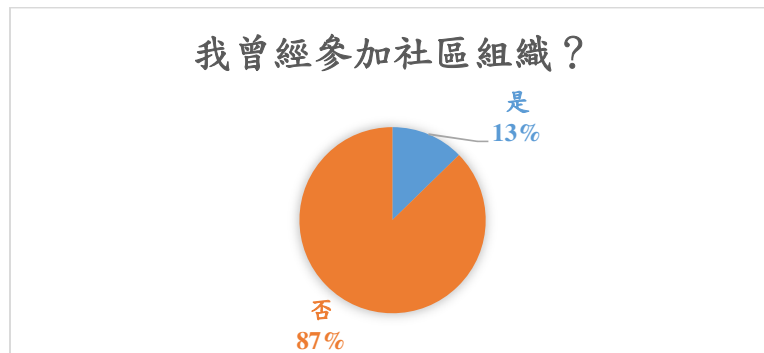


圖 4-10 華山地區生態服務問卷填答者是否曾經參加社區組織分布圖

另詢問問卷填答者今日到華山地區的最主要目的，回答「觀光與日常爬山運動」者佔 63%、「教學參訪」者佔 34%（參見圖 4-11）；詢問距離上一次到華山地區時間，有 57% 的問卷填答者表示是「第一次來訪」，距離上一次來訪在一年內的問卷填答者有 19%，距離上一次來訪在一年內的問卷填答者有 24%（參見圖 4-12）；以華山地區現有的產業、人文、地理、環境為例，詢問問卷填答者對華山地區的瞭解程度，知道「華山地區有咖啡大街」的人數最多，其次為登山步道，櫻花步道和文學步道（參見圖 4-13）。

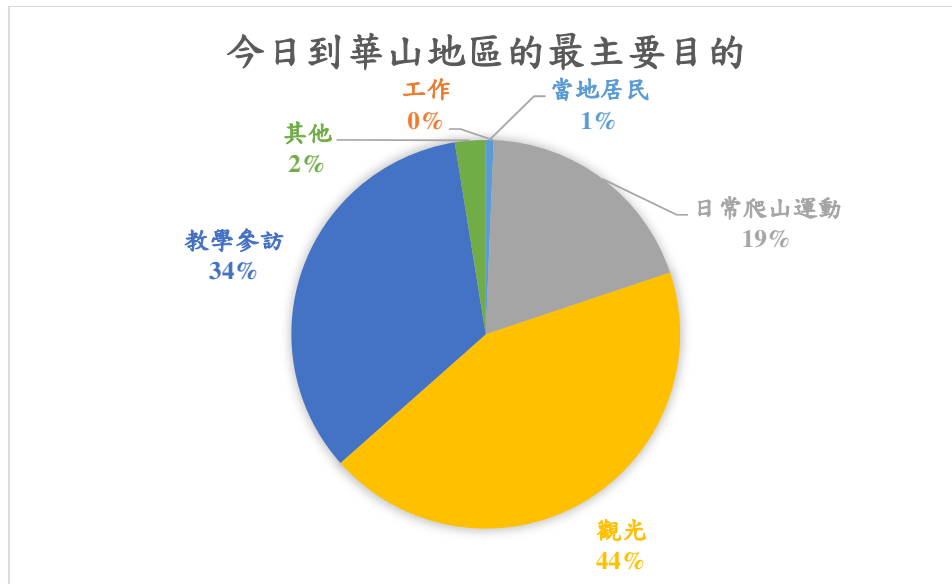


圖 4-11 華山地區生態服務問卷填答者今日到華山地區的最主要目的分布圖

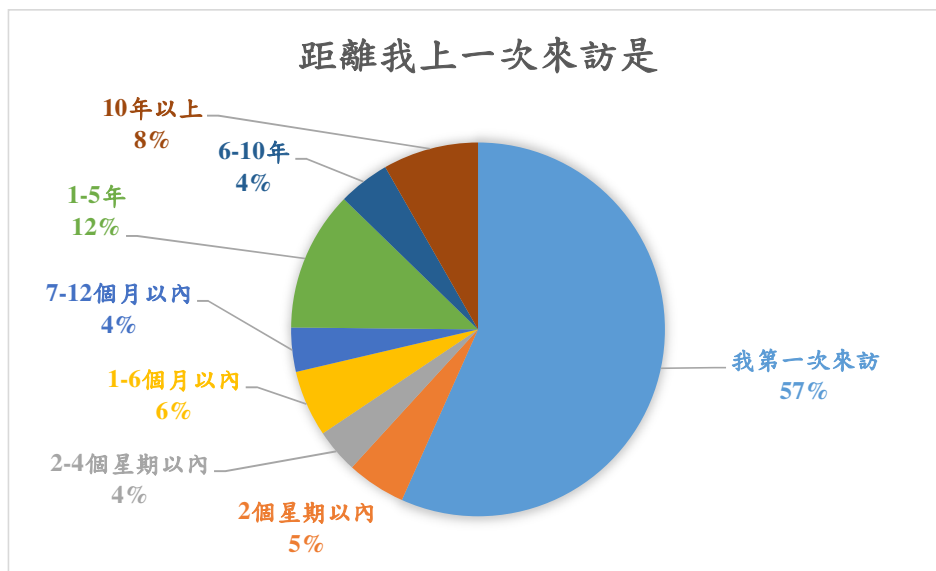


圖 4-12 華山地區生態服務問卷填答者距離上一次到華山地區時間分布圖

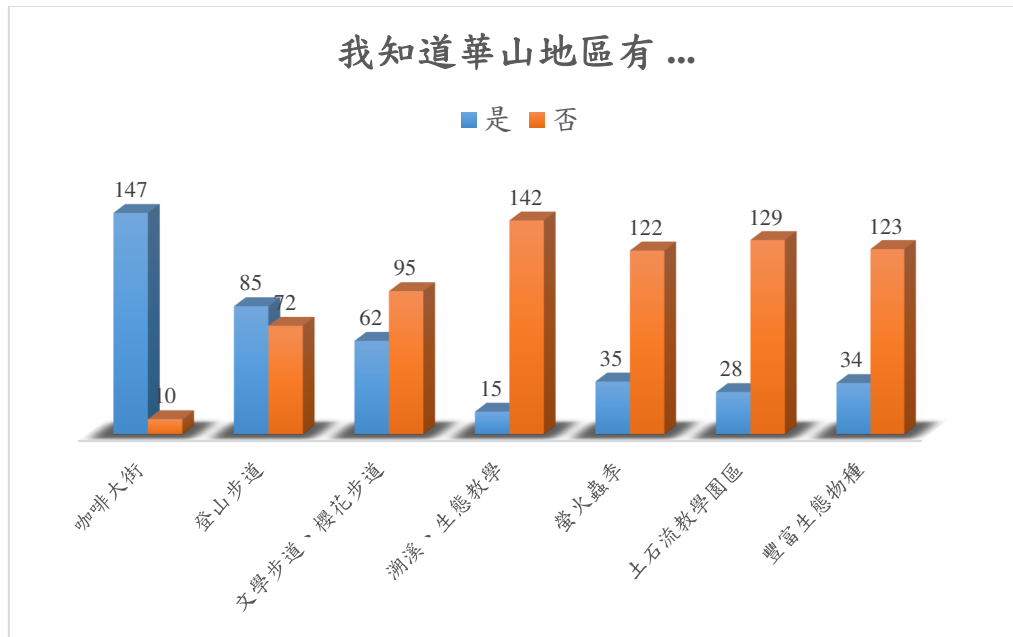


圖 4-13 華山地區生態服務問卷填答者是否知道華山地區各項產業、人文、地理、環境分布圖

為找出華山地區生態系統服務與土石流自主防災社區推動福祉之關聯性，依據表 4-2 華山地區生態系統服務項目，將生態系統服務項目整理成 9 大項目：休閒咖啡產業、傳統地方文化、友善人文環境、豐富生態物種、自然地理環境（地形、地質、氣象、水文）、環境教育導覽（生態與防災教育）、觀光休閒環境（步道、溯溪）、市容環境規劃、防災整治工程。透過詢問問卷填答者對華山地區各項服務的滿意度，結果顯示問卷填答者對「休閒咖啡產業」滿意度最高、「觀光休閒環境」滿意度次之；對「傳統地方文化」和「防災整治工程」滿意度最低（參見圖 4-14）。此結果可能源自超過半數的問卷填答者是第一次到訪華山地區，對當地的人文與環境較不瞭解，所以針對「傳統地方文化」和「防災整治工程」滿意度相對

較低。因此，本研究進一步將問卷填答者分成「第一次到訪華山地區」、「一年內曾到訪華山地區」和「超過一年未到訪華山地區」三個族群，對華山地區各項服務的滿意度進行交叉比對，結果顯示「第一次到訪華山地區」者對華山地區各項服務的滿意度差異化較大、「超過一年未到訪華山地區」者次之，「一年內曾到訪華山地區」對華山地區各項服務的滿意度差異化最小，但整體而言，三個族群一致對「休閒咖啡產業」滿意度最高、「觀光休閒環境」滿意度次之。

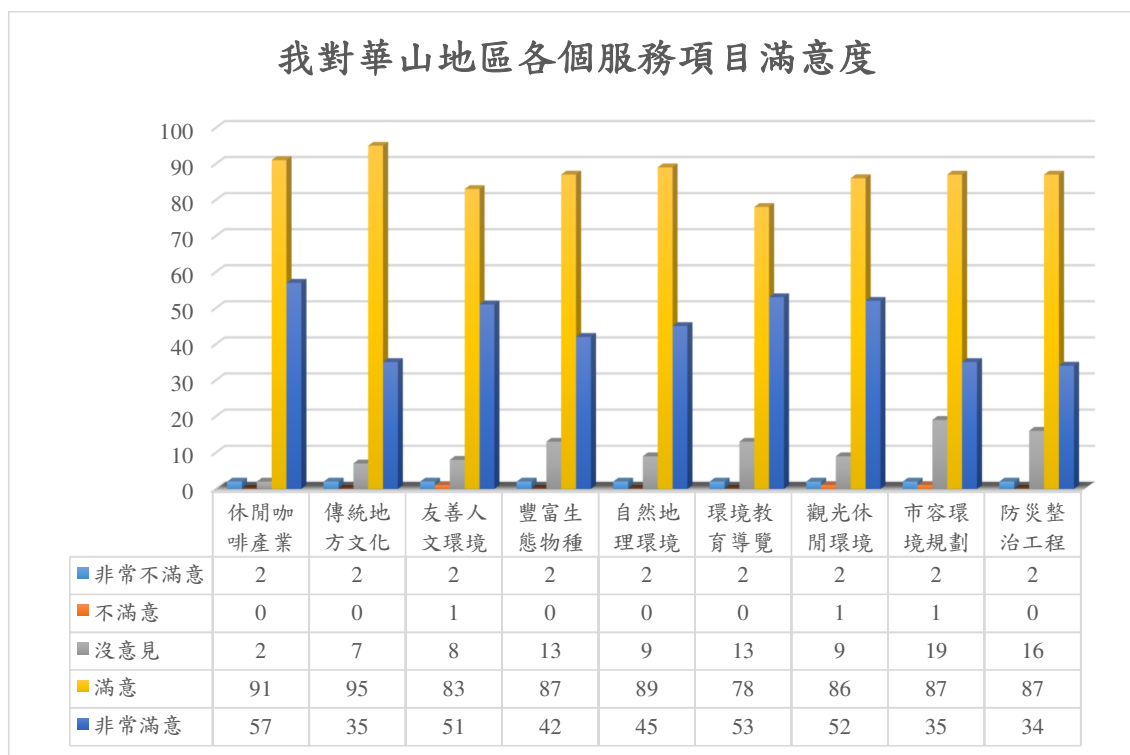


圖 4-14 華山地區生態服務問卷填答者對華山地區各個項目滿意度分布圖

此外，當詢問問卷填答者「我知道華山地區鄰近土石流潛勢溪流，在

20 年前納莉颱風發生過土石流。」，有 58% 問卷填答者表示否。為釐清推動土石流自主防災對華山地區是否帶來安全感的文化服務，本計畫特別設計兩個問卷題目：「因為華山地區鄰近土石流潛勢溪流，在颱風或豪雨期間政府可能對華山地區發布土石流紅黃警戒，這讓我覺得華山地區太危險，降低來旅遊意願。」和「在颱風或豪雨期間，華山地區社區有自主防災組織隨時觀察環境的變化，提供遊客環境安全的建議及諮詢，這會讓我覺得來華山地區旅遊安全有保障。」。問卷結果顯示，針對「因為華山地區鄰近土石流潛勢溪流，在颱風或豪雨期間政府可能對華山地區發布土石流紅黃警戒，這讓我覺得華山地區太危險，降低來旅遊意願。」問題，表示「非常不同意」和「不同意」有 54 位，高於表示「非常同意」和「同意」共 37 位；針對「在颱風或豪雨期間，華山地區社區有自主防災組織隨時觀察環境的變化，提供遊客環境安全的建議及諮詢，這會讓我覺得來華山地區旅遊安全有保障。」問題，表示「非常不同意」和「不同意」僅有 7 位，遠低於表示「非常同意」和「同意」共 107 位（參見圖 4-15）。此結果說明推動土石流自主防災對華山地區確實提供民眾安全感的文化服務。

最後，彙整表 4-2 華山地區生態系統服務項目與問卷填答者對華山地區各個項目滿意度之結果，完成華山地區生態系統服務與土石流自主防災社區推動福祉之關聯圖（參見圖 4-16）。對華山地區各個生態系統滿意程度以加總所有問卷填答者的滿意度計算，填答「非常不滿意」1 分、「不滿意」2 分、「沒意見」3 分、「滿意」4 分、「非常滿意」5 分，加總後將總分分為 3 個等級，總分高於 150 代表高度滿意，以紅色表示；總分低於 140 代表低度滿意，以綠色表示；總分介於 140-150 代表中度滿意，以藍

色表示。而每個生態系統與四個生態系統服務（供給服務、調節服務、文化服務、支持服務）之間的關聯程度以寬度表示，寬度愈大代表該生態系統對應的生態系統服務關聯程度愈高。

從圖 4-16 可知，推動土石流自主防災社區過程中，對華山地區產業、人文、地理、生態、環境等生態系統都會造成影響，而影響的層面取決於其對應之生態系統服務。舉例而言，推動土石流自主防災社區對華山地區的影響包含「休閒咖啡產業」、「傳統地方文化」、「友善人文環境」、「豐富生態物種」、「自然地理環境」、「環境教育導覽」、「觀光休閒環境」、「市容環境規劃」、「防災整治工程」等生態系統，其中以「休閒咖啡產業」和「觀光休閒環境」生態系統對民眾帶來的福祉最高。而「休閒咖啡產業」生態系統主要提供的生態系統服務以「供給服務」為主，「文化服務」為次；「觀光休閒環境」生態系統提供的生態系統服務主要是「文化服務」，其次是「調節服務」。此外，推動土石流自主防災社區讓民眾對華山地區的「環境教育導覽」生態系統感到中度滿意，而「環境教育導覽」生態系統提供的生態系統服務屬於「文化服務」。

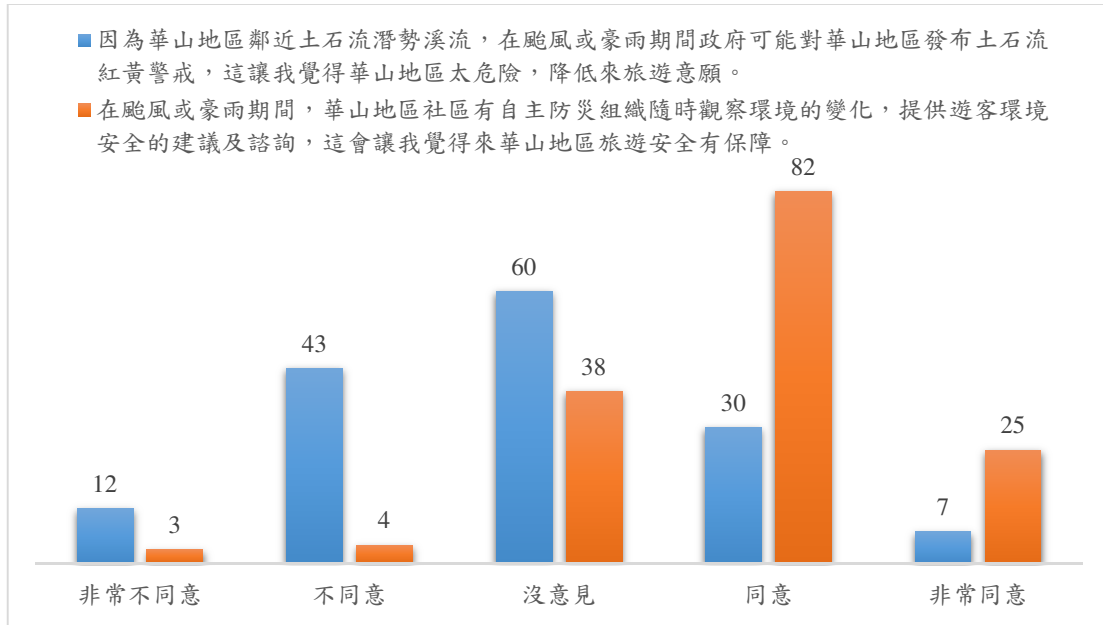


圖 4-15 華山地區生態服務問卷填答者對推動土石流自主防災對華山地區是否帶來安全感的文化服務分布圖

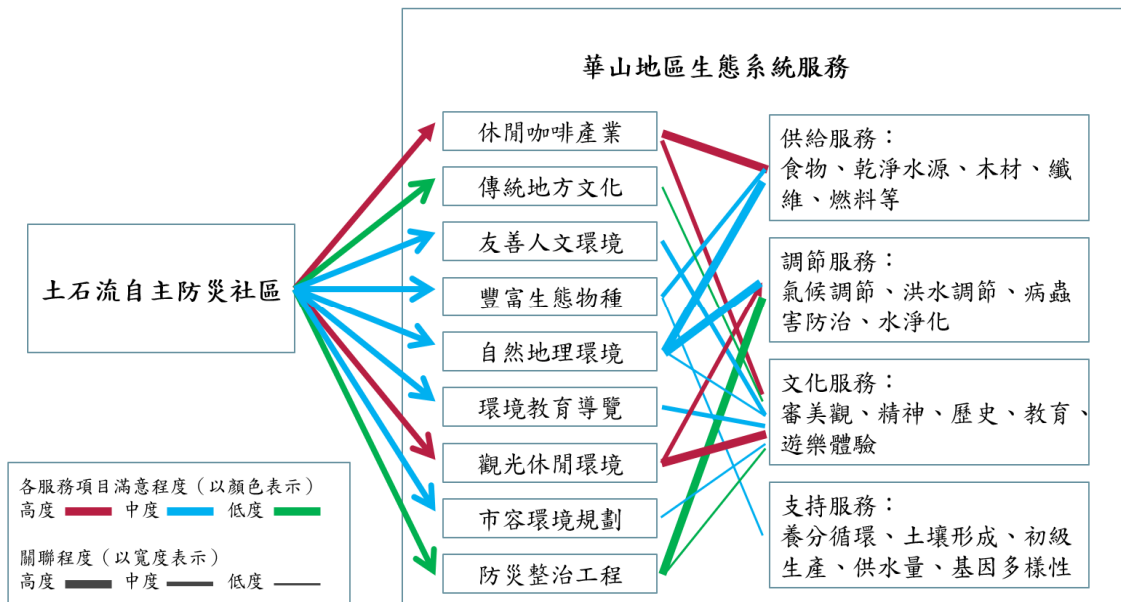


圖 4-16 土石流自主防災社區與華山地區生態系統服務關聯圖

第五章 結論與建議

生態防減災（Eco-DRR）是以生態系統的永續管理、保育和復育來減少災害風險，實現永續和韌性的發展 (Estrella and Saalismaa, 2013)。土石流自主防災社區推動強調結合當地生態、環境，以社區永續經營為目的，建置韌性社區，此作法與近年來探討的生態系統服務（Ecosystem Services）理念一致。然而土石流自主防災社區推動普遍被視為是災害應變之措施，忽略其對生態服務甚至人類福祉之影響。因此，本計畫從生態系統服務的角度，釐清土石流自主防災社區推動與生態防減災之關聯性及其對生態系統服務之影響，有助於提升社會大眾對土石流防災社區推動的重視。

第一節 結論

本計畫以雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區為調查研究對象，藉由定義生態系統服務，瞭解土石流自主防災社區推動歷程與產業發展，進而界定影響力分析的範圍與辨識參與其中的利害關係人，釐清推動土石流自主防災社區如何影響華山地區生態系統服務。舉例而言，推動自主防災社區對華山地區產業、人文、地理、生態、環境等生態系統都會造成影響，其所塑造的地方感，屬於生態系統的文化服務，也可加強社區居民的向心力，對平時災前的整備、災害發生時的應變及災後的復原，均可增加社區韌性和安全感。推動自主防災社區提升華山地區居民對防災整治工程的重視，在自然保護方面，生態系統可作為緩衝區或自然屏障，提供調節服務；防災整治工程如野溪護岸改善、原始林種植、坡地保育區等，可提

供文化服務。

本計畫執行期間自 2022 年 01 月 18 日開始至 2022 年 12 月 31 日結束，配合計畫經費與時程（計畫甘特圖如圖 5-1 所示），已順利完成計畫目標，完成華山地區生態系統服務與土石流自主防災社區推動福祉之關聯圖（參見圖 4-16）。計畫預期效益可分為四個面向，學術創新研究、社會環境效益、研發人才培育和行政制度優化（見圖 5-2），更重要的是本計畫之預期效益亦對應聯合國永續指標（SDGs）之項次與內涵：

- 項次 1. 消除貧窮：
 - 提升貧窮與弱勢族群抵禦社會經濟與環境災害的能力。
- 項次 9. 產業、創新和基礎設施：
 - 發展高品質及具有災後復原能力的區域與跨國界基礎設施
- 項次 11. 永續城市及社區：
 - 減少無家可歸的弱勢族群。
 - 與政府合作制定可持續發展的目標。
 - 提供安全的、負擔的起的居住空間。

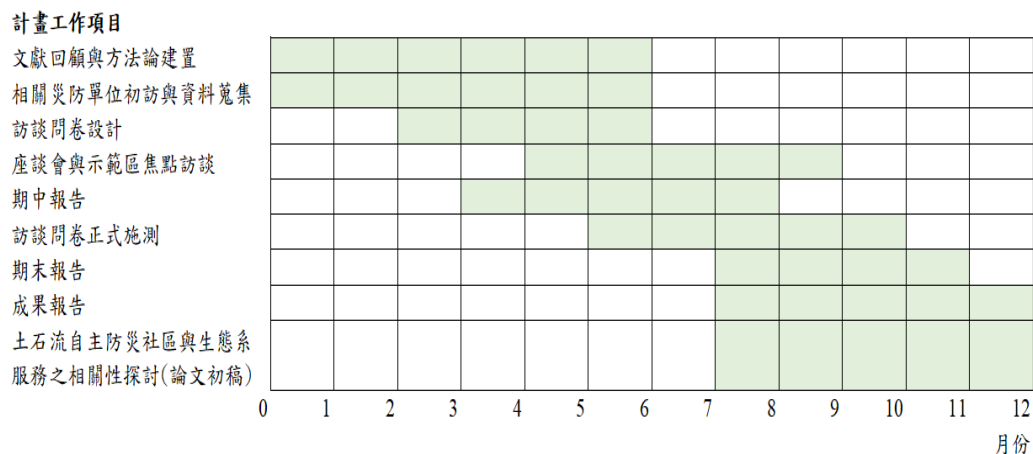


圖 5-1 計畫甘特圖

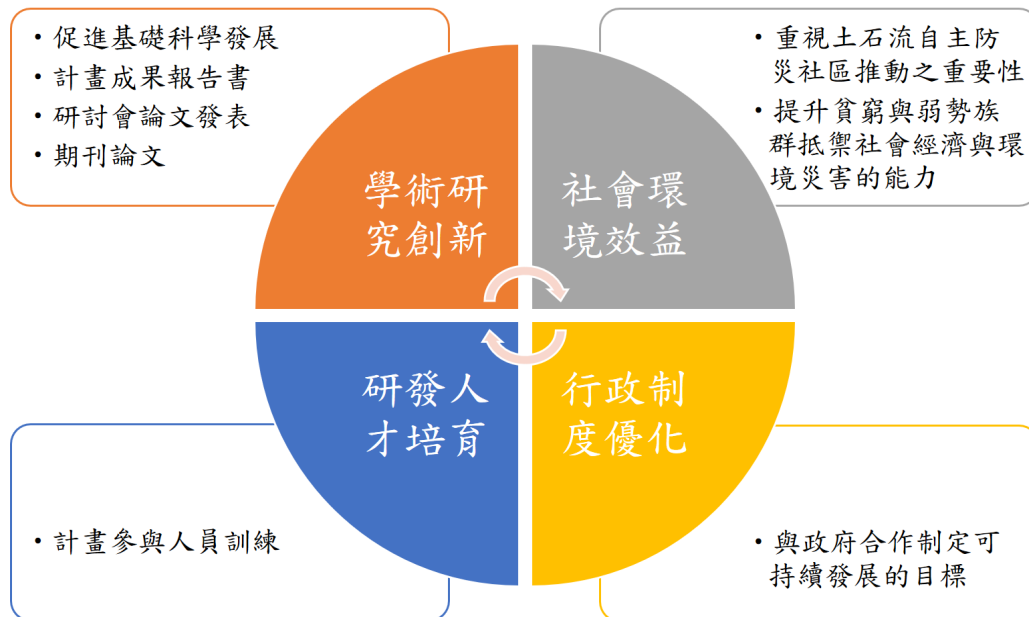


圖 5-2 計畫預期效益

第二節 建議與後續可研究方向

如圖 4-16 所示，推動土石流自主防災社區對華山地區各個生態系統會提供不同的生態系統服務，而這些生態系統對人類帶來的福祉（滿意度）可能會因利害關係人不同而有不同看法，但其與生態系統服務之關聯程度並不會受到影響。舉例而言，依據問卷蒐集結果，問卷填答者認為推動土石流自主防災社區對華山地區「傳統地方文化」和「防災整治工程」所帶來的福祉（滿意度）最低。然而，進行社區焦點訪談時，社區居民認為推動土石流自主防災社區對華山地區「傳統地方文化」和「防災整治工程」

有正面幫助，此差異可能源自大部分的問卷填答者是第一次到訪華山地區，對當地的人文、景觀、環境不甚瞭解，所以對此生態系統可能帶來的福祉感受不大。建議未來進行後續研究時，可就此部分訪問更多不同的利害關係人以獲得不同看法。

此外，本計畫僅針對推動土石流自主防災社區如何改變華山地區生態系統服務，並完成華山地區生態系統服務與土石流自主防災社區推動福祉之關聯圖，至於推動土石流自主防災社區對華山地區生態系統服務價值仍尚待評估，建議未來可針對此部分進行後續研究。

參考文獻

中文文獻

1. 林務局 (2015)，森林生態系服務價值評估應用於林業政策訂定之探討。
2. 黃書禮 (2004)，都市生態經濟與能量，臺北：詹氏書局。
3. 陳今佩 (2015)，臺灣中部平地造林對大氣污染物截留之研究，國立中興大學森林學系所。
4. 張維麟 (2017)，林後四林平地森林園區之生態系服務評估，國立屏東科技大學森林系碩士學位論文。
5. 王怡萍、邱祈榮 (2017)，臺灣森林生態系服務價值估算初探。台灣林業雙月刊，43(1)，3-11
6. 行政院主計總處，水土保持局「土石流防災應變系統」介紹。
7. 行政院農業委員會水土保持局，土石流防災資訊網，
<https://246.swcb.gov.tw/>。
8. 行政院農業委員會水土保持局，《水土保持局「土石流災害預報與警報作業手冊」》
9. 行政院農業委員會水土保持局，《自主防災社區 2.0 計畫推動指引》，
<https://246.swcb.gov.tw/Service/CompetitionPlan>。
10. 行政院農業委員會水土保持局 (2018 年 11 月)。水土保持局自主防災社區 2.0 推動計畫綱要說明。

11. 吳孟珊 (2014)。生態系服務的定義與特性。林業研究專訊，21(5)，54-57 頁。
12. 翁郁翔、林貝珊 (2016)。原住民族社區災害資訊傳遞與避難行為之研究。防災科學，1，79-92 頁。
13. 陳振宇 (2013)。土石流潛勢地區地方政府及民眾之疏散決策因子。中華水土保持學報，44(2)，165-178 頁。
14. 白仁德、吳杰穎、賴炳樹、黃冠華 (2010)。土石流災害下行動弱勢族群疏散避難決策影響因素之研究。建築與規劃學報，11(1)，35-52 頁。
15. 吳杰穎 (2009)。不同土石流潛勢區居民疏散避難決策與行為之比較。坡地防災學報，8(1)，1-14 頁。
16. 陳亮全、吳杰穎、劉怡君、李宜樺 (2007)。土石流潛勢區內居民疏散避難行為與決策之研究—以泰利颱風為例。中華水土保持學報，38(4)，325-340 頁。
17. 陳淑玲 (2019 年 12 月)。土石流防災教育對土石流預警疏散撤離行為影響。行政院農業委員會水土保持局 108 年度創新研究計畫成果報告書 (編號：SWCB-108-227)。
18. 陳淑玲 (2019 年 7 月)。淺層崩塌預警模式之經濟效益評估。科技部計畫 (MOST 107-2410-H-305-008-)。
19. 陳淑玲、楊尊華 (2018 年 12 月)。從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響。107 年度水土保持局創新研究補助計畫成果報告(編號：SWCB-107-140)。

20. 楊尊華、陳淑玲（2017 年 12 月）。影響民眾對土石流預警疏散避難決策因素之分析。106 年度水土保持局創新研究補助計畫成果報告(編號：SWCB-106-063)。

英文文獻

21. Archer, D., Almansi, F., DiGregorio, M., Roberts, D., Sharma, D., & Syam, D. (2014). Moving towards inclusive urban adaptation: approaches to integrating community-based adaptation to climate change at city and national scale. *Climate and Development*, 6(4), 345-356.
22. Cadag, J.R.D., & Gaillard, J.C. (2012). Integrating knowledge and actions in disaster risk reduction: the contribution of participatory mapping. *Area*, 44(1), 100-109.
23. Campbell, E.T., & Tilley, D.R. (2014). Valuing ecosystem services from Maryland forests using Environmental accounting. *Ecosystem Services*, 7, 141-151.
24. Chu, E., Anguelovski, I., & Carmin, J. (2016). Inclusive approaches to urban climate adaptation planning and implementation in the Global South. *Climate Policy*, 16(3), 372-392.
25. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, G.R., Sutton, P., & van der Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
26. Cretney, R. (2014). Resilience for whom? Emerging critical geographies of socio-ecological resilience. *Geography Compass*, 8(9), 627-640.

27. Daily, G.C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island.
28. Devine-Wright, P. (2013). Think global, act local? The relevance of place attachments and place identities in a climate changed world. *Global Environmental Change*, 23(1), 61-69.
29. Dilling, L., & Lemos, M.C. (2011). Creating usable science: Opportunities and constraints for climate knowledge use and their implications for science policy. *Global environmental change*, 21(2), 680-689.
30. Dodman, D., & Mitlin, D. (2013). Challenges for community-based adaptation: discovering the potential for transformation. *Journal of International Development*, 25(5), 640-659.
31. Ehrlich, P.R., & Ehrlich, A.H. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. Random House, New York.
32. Estrella, M. & Saalismaa, N. (2013). Ecosystem-based DRR: An overview. In: *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. pp. 26-47.
33. Gaillard, J.C., & Mercer, J. (2013). From knowledge to action: Bridging gaps in disaster risk reduction. *Progress in human geography*, 37(1), 93-114.
34. Gallopín, G.C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global environmental change*, 16(3), 293-303.
35. Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience. *Current opinion in environmental sustainability*, 3(3), 164-168.
36. Meerow, S., Newell, J.P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban planning*, 147, 38-49.

37. Mercer, J., Kelman, I., Alfthan, B., & Kurvits, T. (2012). Ecosystem-based adaptation to climate change in Caribbean small island developing states: integrating local and external knowledge. *Sustainability*, 4(8), 1908-1932.
38. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Living beyond our Means: natural assets and human well-being*, Statement from the Board.
39. Odum, H.T. (1988). Self-organization, transformity, and information. *Science*, 242, 1132-1139.
40. Tyler, S., & Moench, M. (2012). A framework for urban climate resilience. *Climate and development*, 4(4), 311-326.
41. Serrao-Neumann, S., Crick, F., Harman, B., Schuch, G., & Choy, D.L. (2015). Maximising synergies between disaster risk reduction and climate change adaptation: Potential enablers for improved planning outcomes. *Environmental Science & Policy*, 50, 46-61.
42. Solecki, W., Chen, S.-L., Finn, D., Iwanami, K., Marocotullio, P., Troxler, T. (2009). Transforming urban disaster resilience science (TUDRS) – Linking Expert and Local Community Knowledge. Unpublished manuscript.
43. Solecki, W., Pelling, M., & Garschagen, M. (2017). Transitions between risk management regimes in cities. *Ecology and Society*, 22(2), 38.
44. UN-HABITAT. 2016. Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. Accessed 5 July 2019.
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/cities>.
45. UN. (2016). New urban agenda. United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III) in Quito, Ecuador. Accessed 5 July 2019.
<http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>.

46. Value of Nature to Canadians Study Taskforce. (2017). Completing and using ecosystem service assessment for decision-making: An interdisciplinary toolkit for managers and analysts. Ottawa, ON: Federal, Provincial, and Territorial Governments of Canada.
47. Wamsler, C. (2017). Stakeholder involvement in strategic adaptation planning: Transdisciplinarity and co-production at stake?. *Environmental Science & Policy*, 75, 148-157.

網路資料

48. 國家災害防救科技中心發展目標 (2019)。2019 年 9 月 23 日，取自國家災害防救科技中心網頁，
<https://www.ncdr.nat.gov.tw/Introduction.aspx?WebSiteID=5853983c-7a45-4c1c-9093-f62cb7458282&id=2&subid=36&PageID=4>。
49. 土石流災害管理策略 (2019)。2019 年 9 月 23 日，取自行政院農業委員會水土保持局土石流防災資訊網防災策略網頁，
https://246.swcb.gov.tw/DisasterApplication/PreventionStrategy_Management。
50. 土石流自主防災社區推動示意圖 (2019)。2019 年 9 月 23 日，取自行政院農業委員會水土保持局土石流防災資訊網推動自主防災社區網頁，<https://246.swcb.gov.tw/DisasterApplication/Disastergroup>。

附錄

附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形

	審查意見	回覆辦理情形
委員審查意見：		
一	本研究團隊相關計畫已執行多年，可以將成果檢討放入報告中，可提供方向之討論。	雲林縣古坑鄉華山地區過去執行土石流防災、社區產業發展、生態復育等相關資料已詳述於 p.3-1 至 p.3-3，此資料有助於辨識土石流自主防災社區推動在生態系統服務評估項目。
二	選擇華山地區很適合，局裡已投入很多資源且有具體之成果。	感謝委員肯定。
三	評估方式規劃適宜。	感謝委員肯定。
四	土石流的自主防災社區具有很大的差異性，每個防災社區有其自己之特性。本研究以華山為案例，分析對生態系服務之關連性。然而華山是土石流防災的明星樣板特殊的地區，具有其自己之特性，不一定能夠推廣到其他土石流防災社區。建議分析地點增加不同特性之地區。	如委員所言，每個防災社區有其特殊性，差異性很大，故明確定義問題、盤點生態系統服務項目需嚴謹執行。本計畫現階段執行量能有限，後續計畫若延續執行，可考慮擴增分析地點。
五	本研究在生態系服務意義及分析方法方面說明的很清楚，值得肯定，此方法若可行可推廣到一般治山防洪之生態系服務	感謝委員肯定。

	效益分析。	
六	P.2-7提出之問題，建議可以在工作執行步驟或方法予以探討或說明。	本計畫主要目標為釐清雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性，而非完成全面的ES評估，所以研究方法著重於ES評估工具包的步驟一和步驟二。詳細說明詳參見 p.3-4 至 p.3-7。
七	具土石流潛勢溪流之村里計有690個，為何選定華山社區？是否經過評比或篩選。	華山地區自 921 地震後，從社區環境一度破壞殆盡的情況下到生態多樣性的復原以及人文經濟發展、文化保存傳遞的過程中，與 Eco-DRR 與生態系統服務的概念不謀而合。再者，本計畫執行需仰賴與土石流自主防災社區推動有關之利害關係人的參與，華山社區居民對土石流自主防災社區推動參與度高，有利後續計畫執行與資料蒐集。
八	本案結果對土石流自主防災社區未來助益為何？是否有可提供其他社區推動參考。	本計畫今年目標為釐清雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性，後續可延伸成全面的ES評估，未來研究結果可加值於土石流自主防災亮點社區計畫，可提供其他社區推動參考。
書面審查意見：		
一	封面為創新研究計畫而非委辦計畫。	已修正。
二	選定華山社區為研究範圍，研	華山地區自 921 地震後，從社

	究範圍有否與其他社區做比較及評估？	區環境一度破壞殆盡的情況下到生態多樣性的復原以及人文經濟發展、文化保存傳遞的過程中，與 Eco-DRR 與生態系統服務的概念不謀而合。再者，本計畫執行需仰賴與土石流自主防災社區推動有關之利害關係人的參與，華山社區居民對土石流自主防災社區推動參與度高，有利後續計畫執行與資料蒐集。
三	請說明第二章 p.4，ECO DRR 的概念？	生態防減災（Eco-DRR）是以生態為本減少災害風險（Ecosystem-based disaster risk reduction）的簡稱，即以生態系統的永續管理、保育和復育來減少災害風險，實現永續和韌性的發展。詳細補充說明請參見內文 p.1-3 至 p.1-4。
四	華山社區為本局土石流自主防災亮點社區之一，本計畫選定華山社區為研究範圍，未來研究結果可加值於本局自主防災亮點社區計畫。	本計畫今年目標為釐清雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性，後續可延伸成全面的ES評估，未來研究結果可加值於土石流自主防災亮點社區計畫，可提供其他社區推動參考。
五	計畫預期效益及產出成果為何？屬量化資料或質化資料，亦或是模式？	計畫產出成果為一關聯圖，彙整雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性。計畫預期效益可分為四個面向：學術創新研究、社會環境效益、研發

		人才培育和行政制度優化，參見圖 5-2。
六	問卷設計方向、座談會或訪談議題請補充說明。	實地訪談議題請參見工作表一與工作表二，專家學者座談會規劃與討論議題請參見附錄二。

附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形

	審查意見	回覆辦理情形
委員審查意見：		
一	本案辦理土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討，目標很好，工作內容探討事項均屬重要。	感謝委員肯定。
二	文獻回顧很完整，建議重要的資料，可以中文呈現，如圖 2-2 的生態系統評估流程很重要，應有中文版。	感謝委員指正，已重製圖 2-2 為中文版。
三	P. 2-8 最後一行空氣進化有錯字，所列之計量與計價內容可再多參考文獻，可能有不同的計算方式。	已修正文字，本計畫今年度目標主要在探討土石流自主防災社區與生態系服務之相關性，尚未計算生態系統服務的價值。本文所列的計算方式，是參考林務局過往採取的方式為主，未來將參考更多文獻，就現有的資料採取合適方法。
四	在 2-10 等的支持服務計算上仍有許多參數不易取得，應找出可行的研究方法。	感謝委員指正，本計畫今年度目標在土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討，未來若持續延續此研究計畫，將針對支持服務計算量化方法部分補充說明。
五	附錄二之專家學者座談會應有資料的呈現，討論之內容及得到的成果與結論供參。	詳細補充說明請參見內文第四章第三節。
六	計畫工作項目有示範區焦點訪談，不見明確的實施成果及討論內容。	詳細補充說明請參見內文第四章第三節。

七	以上建議，後續實施應加快。	感謝委員指正。
八	自主防災社區多位於災害風險較高的地方，依據生態系服務探討之功能，如何聯結應強化說明。	推動自主防災社區提高社區韌性、安全感增加，生態系統屬於文化服務，此部分說明已補充於第五章第一節結論。
九	P. 2-10 及 P. 2-11 各項計量以華山社區為示範區如何計算請補充說明。	本計畫今年度目標在土石流自主防災社區與生態系服務之相關性探討，未來若持續延續此研究計畫，將依各項服務項目之量化方法部分補充說明。
十	有關附錄二專家學者座談會議已於 111 年 7 月 1 日舉辦完成，其重要結論及辦理情形如何？	詳細補充說明請參見內文第四章第三節。
十一	本計畫評估方式未來可延伸推廣至其他土石流自主防災社區。	本計畫今年目標為釐清雲林縣古坑鄉華山地區土石流自主防災社區推動與生態系服務之間之關聯性，後續可延伸成全面的ES評估，其評估方式可延伸推廣至其他土石流自主防災社區。

附錄三、期末成效評核審查意見暨回覆辦理情形

	審查意見	回覆辦理情形
委員審查意見：		
一	對於本地人的問卷偏少的原因為何？這樣要如何了解當地人對於此項活動對於當地人的認知或是幫助為何？	本計畫團隊針對社區內對土石流自主防災推動有較多參與的居民已進行焦點訪談問卷，優先篩選出在推動土石流自主防災社區的過程中，對華山地區生態系統服務帶來之改變與影響。並依據訪談結果與專家學者座談會議，完成華山地區生態系統服務項目盤點（參見表 4-2）。詳細補充說明請參見 p. 4-28。 未來若進行生態系統服務評估，可再針對不同利害關係人（包含本地人）設計不同問卷進行評估。
二	生態系服務的發展是因應人類取得該服務的同時，可能會破壞生態系本身，所以分析生態系統服務可以讓社會知道開採和破壞生態系所得到的經濟價值和應付成本，爰請教本案： (1) 分析過程以自主防災社區活動作為分析基準或有納入過去本局辦理治山防災工程後的復育情形一併納入分析？ (2) 是否有研議生態系統服務指標作為持續評估增進人類福祉或生態復育情形之基準。	(1) 本計畫盤點華山地區推動土石流自主防災社區影響生態系統服務的起始點以從 921 地震發生後即有的土砂災害整治開始，所以未來若進行生態系統服務評估，亦會納入過去水保局辦理治山防災工程後的復育情形。 (2) 生態系統服務評估即是評估如何增進人類福祉。若未來進行「推動土石流自主防災社區的生態系服務評估」研究，即是在評估推動土石流

		自主防災社區如何增進人類福祉。
--	--	-----------------

附錄四、華山地區生態服務問卷調查



行政院農業委員會水土保持局
Soil and Water Conservation Bureau,
Council of Agriculture, Executive Yuan.



國立臺北大學
National Taipei University

華山地區生態服務問卷調查

華山地區鄰近土石流潛勢溪流，自 921 地震與納莉颱風後，行政院農業委員會水土保持局於當地進行土石流整治，並推動土石流自主防災社區。若逢豪大雨，雨量達土石流警戒基準即發布土石流警戒，社區居民即會自救，同時發揮守望相助精神，協助鄰里居民以降低災害。本研究係由行政院農業委員會水土保持局委託國立臺北大學進行，目的為瞭解民眾對華山地區生態的看法與推動土石流自主防災社區對當地帶來之成效。研究成果將提供相關單位做為未來執行土石流防災規劃參考。問卷內容包含個人資料，這些資料有助於研究結果的分析，因此需要您的耐心填寫，資料絕對保密。

國立臺北大學金融與合作經營學系 陳淑玲副教授

【本研究所載之個人資料，僅供學術研究，絕對保密不外流。】

問卷贈品簽收：

【一、旅遊經驗調查】

(除特別註明外，皆為單選並請依序 V 選或填答)

H1. 我今日到華山地區的最主要目的：

- ☐ 當地居民 ☐ 工作 ☐ 日常爬山、運動
☐ 觀光旅遊(含住宿) ☐ 教學參訪
☐ 其他 _____

H2. 距離我上一次到華山地區是

- ☐ 第一次來訪 ☐ 2 個星期以內 ☐ 2-4 個星期以內
☐ 1-6 個月以內 ☐ 7-12 個月以內 ☐ 1-5 年
☐ 6-10 年 ☐ 10 年以上

【二、個人基本資料】

個人基本資料僅供學術研究使用，絕對保密！

1. 出生年次：民國 _____ 年次出生
2. 性別：☐ 男性 ☐ 女性
3. 我是：
☐ 當地居民 (華山村、樟湖村、桂林村) ☐ 觀光客
☐ 政府專員 ☐ 學校教師
☐ 其他，請說明 _____
4. 教育程度：
☐ 國小及以下 ☐ 國 (初) 中 (初職) ☐ 高中 (職)
☐ 專科 ☐ 大學 ☐ 研究所及以上
5. 職業：
☐ 軍公教人員 ☐ 行政主管、企業主管與經理人員
☐ 專門與技術人員 ☐ 行政與一般事務人員
☐ 售貨與服務推銷人員 ☐ 農、林、漁、牧、礦等從業人員
☐ 自營商 ☐ 勞力工作者 (非技術性質)
☐ 自由業 ☐ 家庭主婦
☐ 待業中 ☐ 退休
☐ 其他 _____
6. 我有經營
☐ 民宿 ☐ 咖啡餐飲 ☐ 小吃店家
☐ 其他，請說明 _____
☐ 否
7. 我曾經參加社區組織？
☐ 是，請勾選 ☐ 自主防災守衛隊；
☐ 華山社區發展協會；
☐ 休閒產業促進會商家；
☐ 其他，請說明 _____
☐ 否

《問卷結束，感謝您的耐心作答》

行政院農業委員會水土保持局

與您一起打拼



行政院農業委員會水土保持局
南投市中興新村光華路6號
<http://www.swcb.gov.tw>