

新竹縣坡地農塘盤點及改善活化之研究

詹勳全⁽¹⁾ 陳彥廷⁽²⁾

摘要

農塘是坡地農業供水重要來源之一，然現因社會產業結構轉型，農地休耕、廢耕或轉作，農塘不再發揮原有功能導致而日漸荒廢，導致坡地農塘功能喪失，為求維護坡地農塘功能之根本，實有必要辦理農塘之普查及細部調查工作。本研究盤點新竹縣寶山鄉及峨眉鄉之995座農塘，發現現況農塘主要有設施損毀、滯洪效益不足及水資源利用不佳等問題，其可透過設施加固、農塘面積加深加大、堤岸緩衝帶及生態浮島設置進行改善，此外，透過水土保持、農村再生、景觀生態等角度切入，提出農塘改善活化運作方針，及設施單元改善之建議。

(**關鍵詞**：農塘、新竹縣、盤點)

A study of farm pond inventory and improvement on the slopeland in HsinChu County

Chan, Hsun-Chuan⁽¹⁾ *Chen, Yan-Ting*⁽²⁾

Professor⁽¹⁾ Master Student⁽²⁾ Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

Farm pond is one of irrigation resources for agriculture on the slopeland. However, along with the structure change of society and economy, some functions of farm ponds were lose because of purpose change and waste without maintenance. In order to maintain the functions of farm pond, the inventory of farm ponds is a crucial work. There were 995 sites of farm pond were inventoried in Baoshan Township and Emei Township, Hsinchu County. The results showed that the main problems of farm pond included construction damage, insufficient benefit of detention and poor utilization of water resources. Those problems could be improved by construction repair, farm pond expansion, riparian buffer strip and ecological floating island placement. Besides, the improvement strategies and suggestion of farm pond and construction will be proposed by the faces of soil and water conservation, rural regeneration and landscape ecology.

(**Keywords** : Farm pond, HsinChu County, Inventory)

(1) 國立中興大學水土保持學系教授(通訊作者 e-mail : hcchan@nchu.edu.tw)

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士生

前言

農塘兼具灌溉、滯(蓄)洪、休閒遊憩等多元功能，農塘水體及周邊植生能有效調節小地區微氣候(翁志成、張照宏，2013；王佩兮等，2018)。但是，由於社會經濟結構的改變，部分坡地農塘被回填作為非農業使用，或因欠缺維護處理而荒廢，導致坡地農塘功能喪失(池瀚斌，2019)，除了造成無法提供區域性農業穩定水源外，亦可能因暴雨潰決而引發坡地水、砂災害，實有必要辦理農塘之普查及細部調查工作，一方面建立農塘基本資料庫並納入管理，另一方面篩選適當農塘辦理後續工程改善活化作業，力求維護坡地農塘功能之根本。因此，本研究以新竹縣寶山鄉及峨眉鄉之農塘(約995座)為盤點對象，調查既有農塘之農塘基本資料、農塘主要設施現況、水質現況、周圍環境特徵等資料。針對細部調查結果，探討農塘主要遭遇問題與成因，於滯洪保水成效及在地產業後續利用上之效能。另從水土保持、農村再生、景觀生態等角度切入，提出農塘改善活化運作方針，及設施單元改善之建議(圖1)。

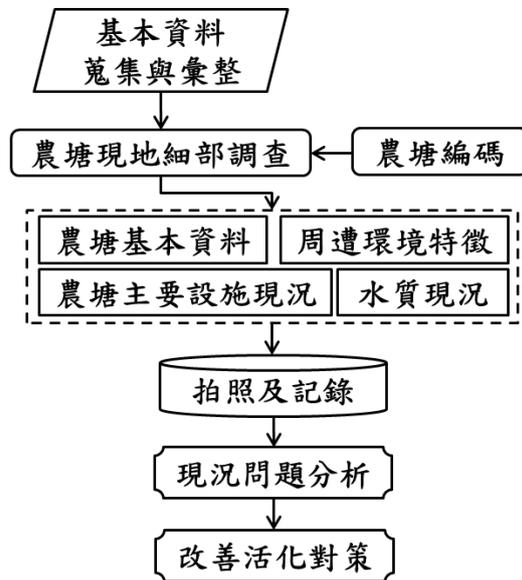


圖1 研究流程

農塘基本資料蒐集及彙整

1. 基本資料蒐集與彙整

本研究以新竹縣寶山鄉及峨眉鄉之995座農塘為調查對象，為便利後續作業進行及了解當地現況，本研究依據水土保持局台北分局提供之農塘範圍進行盤點，透過次集水區進行農塘編碼，再依地籍圖區分公私有地，針對公有地者，配合土地利用及農村社區圖資進行改善活化對策之研擬(表1)。

表1 基本資料蒐集項目及方法

| 圖資名稱 | 來源 | 年份 | 用途 |
|------|-------|------|------|
| 農塘範圍 | 水土保持局 | 2018 | 農塘盤點 |

| | | | |
|--------|--------|------|------------|
| 次集水區 | 水土保持局 | 2017 | 農塘編號 |
| 地籍圖 | 水土保持局 | 2016 | 公私有地確認 |
| 土地利用 | 國土測繪中心 | 2011 | 農塘周遭土地使用情形 |
| 農村再生社區 | 水土保持局 | 2018 | 確認農村再生社區位置 |

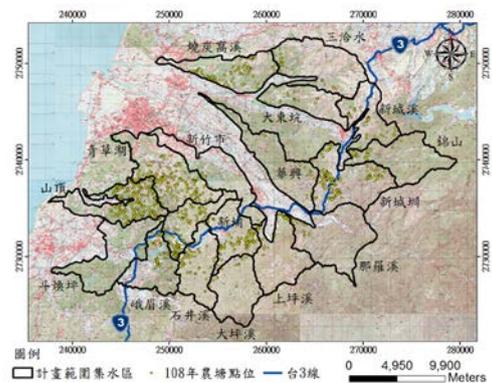


圖2研究樣區地理位置

2. 地理位置

本研究篩選出共995座農塘進行細部現場調查，以流域分布進行農塘數量分類，本研究內共有五大流域包含18個子集水區，如圖2所示，其中以鹽港溪流域的山頂子集水區農塘數量為最多，共有217座，而客雅溪流域的青草湖數量次之，共有154座，表2 為本研究各子集水區農塘數量統計表。

表2各子集水區農塘數量統計表

| 流域 | 集水區 | 數量 | 流域 | 集水區 | 數量 |
|-------|-----|-----|-------|------|-----|
| 中港溪流域 | 石井溪 | 49 | 霄裡溪流域 | 新城圳 | 128 |
| | 大坪溪 | 12 | | 三洽水 | 18 |
| | 峨眉溪 | 43 | | 錦山 | 15 |
| | 新埔 | 58 | | 新城溪 | 34 |
| | 西峨眉 | 93 | | 燒炭窩溪 | 85 |
| | 斗煥坪 | 7 | | 大東坑 | 18 |
| 鹽港溪流域 | 山頂 | 217 | 客雅溪流域 | 青草湖 | 154 |
| 頭前溪流域 | 那羅溪 | 10 | 頭前溪流域 | 上坪溪 | 26 |
| | 華興 | 13 | | 新竹市 | 15 |
| 合計 | | 502 | 合計 | | 493 |
| 總計 | | | | | 995 |

農塘現地細部調查

本研究依據水土保持局(2018)之農塘盤點方法，調查農塘基本資料、農塘主要設施現況、水質現況、周圍環境特徵等資料。調查結果共有430座農塘目前正常使用，本研究對此430座統整後進行多元利用潛力評估；此外，共有353座農塘因位於私有土地內，其通道設有柵欄阻隔或大門深鎖，本研究評估後其營造效益較低，且有公益性問題存在，故未納入評估；還有212座農塘係現場已淤滿、移作他用或是原始圖資判釋錯誤，如遇此種狀況會先於附近確認無其他農塘後才將農塘評定為淤滿或移作他用，表3為農塘使用情形調查統計表。

表3農塘使用情形調查統計表

| 集水區 | 無法調查 | 完成調查 | | | 合計 |
|-----|------|------|------|---------|-----|
| | | 正常使用 | 移作他用 | 淤滿或無法使用 | |
| 三洽水 | 5 | 4 | 7 | 2 | 18 |
| 上坪溪 | 11 | 9 | 4 | 2 | 26 |
| 大坪溪 | 5 | 5 | 0 | 2 | 12 |
| 大東坑 | 2 | 6 | 9 | 1 | 18 |
| 山頂 | 85 | 101 | 13 | 17 | 216 |

| | | | | | |
|------|-----|-----|-----|----|-----|
| 斗煥坪 | 3 | 4 | 0 | 0 | 7 |
| 石井溪 | 12 | 25 | 4 | 8 | 49 |
| 西峨眉 | 23 | 50 | 14 | 6 | 93 |
| 那羅溪 | 6 | 2 | 2 | 0 | 10 |
| 青草湖 | 66 | 59 | 13 | 16 | 154 |
| 峨眉溪 | 10 | 29 | 1 | 3 | 43 |
| 華興 | 3 | 7 | 2 | 1 | 13 |
| 新竹市 | 9 | 3 | 3 | 0 | 15 |
| 新城圳 | 44 | 61 | 11 | 12 | 128 |
| 新城溪 | 10 | 10 | 10 | 4 | 34 |
| 新埔 | 28 | 20 | 6 | 4 | 58 |
| 燒炭窩溪 | 23 | 30 | 22 | 11 | 86 |
| 錦山 | 8 | 5 | 1 | 1 | 15 |
| 總計 | 353 | 430 | 122 | 90 | 995 |

農塘現況問題評析

本研究完成現場勘查後，將現勘結果彙整並分析，並針對農塘設施現況、農塘滯洪保水效益、水資源利用等面向，進行農塘現況問題評析及研擬處理方法。

1. 農塘設施現況問題

本研究調查農塘設施主要有進水設施、排洪設施以及農塘堤岸三大項，而統整今年度正常使用之農塘共計430座，其中，進水設施方面，共有19座農塘進水設施有部分損壞但不影響其功能，有3座農塘之進水設施已完全損壞無法使用；排洪設施方面，共有30座農塘進水設施有部分損壞但不影響其功能，有4座農塘之排洪設施已完全損壞無法使用；農塘堤岸方面，共有27座農塘堤岸有部分損壞但不影響其功能，表4為農塘現況設施損壞統計表。

表4農塘現況設施損壞統計表

| 農塘設施 | 損壞情形 | 數量 | 總計 |
|------|------|----|----|
|------|------|----|----|

| 項目 | | (座) | (座) |
|------|-------------|-----|-----|
| 進水設施 | 部分損壞但不影響其功能 | 18 | 21 |
| | 已完全損壞無法使用 | 3 | |
| 排洪設施 | 部分損壞但不影響其功能 | 30 | 34 |
| | 已完全損壞無法使用 | 4 | |
| 農塘堤岸 | 部分損壞但不影響其功能 | 27 | 27 |
| | 已完全損壞無法使用 | 0 | |

(1) 進水設施與排洪設施損壞情形

統整本研究現勘結果，造成進水設施及排洪設施損壞情形主要有年久失修、天然災害(如土石崩塌、地層滑動等因素)或是人為破壞(如行車經過壓壞管線)導致設施破損或管線堵塞，導致影響其功能，如圖3所示。

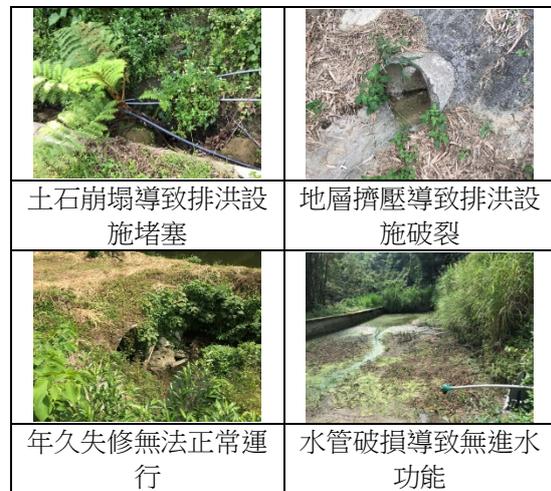


圖3進水設施及排洪設施損壞情形

(2) 農塘堤岸損壞情形

統整本研究現勘結果，農塘堤岸破損主要多為年久失修、天然災害(如土石崩塌、地層滑動等因素)、主動土壓力或堤腳被水

流侵蝕造成破損等因素造成，如圖4所示。

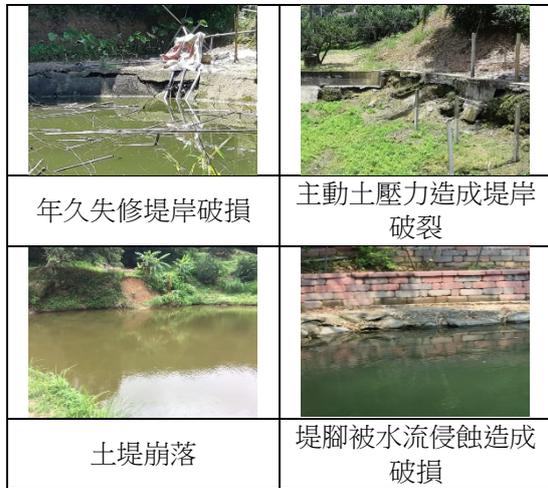


圖4農塘堤岸損壞情形

2. 農塘滯洪效益現況問題

統整本研究現勘結果，探討農塘現況蓄水面積以及滯洪容積，以及水資源利用之使用情形與遭遇問題。

(1) 農塘面積

本研究現場調查結果顯示新竹地區農塘普遍蓄水面積較小，蓄水面積小於0.1公頃總數有314座農塘，佔正常使用之農塘72.85%，蓄水面積0.1公頃至0.5公頃之農塘共有109座，佔正常使用之農塘25.29%，而大於0.5公頃以上之農塘僅有8座。

因此，新竹地區單個農塘因蓄水面積小、滯洪保水體積有限，無法有效發揮遲滯洪峰之功能，當強降雨過後易有災害發生，且因農塘體積過小蓄水量不足，還可能導致農作物因供水不足而產量減少。

(2) 農塘滯洪容積

本研究現場調查之農塘成果發現容積

大於10,000m³之農塘僅兩座，介於5,000m³至10,000m³之農塘共有6座，其他農塘皆小於5,000m³，顯示新竹地區單口農塘容積過小係目前新竹地區農塘需改善之問題。

(3) 農塘淤積情形

農塘淤積原因大多為無定期進行維護工程、周邊地面裸露或鄰近種植淺根植物固結土壤功能不強，導致地表土壤沖蝕等原因，表5為本研究可到達之農塘淤積情形統計表，農塘淤積情形如圖5所示。

表5本研究可到達之農塘淤積情形

| 淤積情形 | 農塘數量(座) | 總計(座) |
|-------|---------|-------|
| 無淤積情形 | 142 | 473 |
| 部分淤積 | 246 | |
| 大部分淤積 | 43 | |
| 淤滿 | 42 | |



圖5本研究農塘已淤積之情形

3. 水資源利用現況問題

本研究現場調查結果中，檢測 pH 值、電導度(EC)以及溶氧量(DO)，其中正常使用中之農塘水質皆符合農田水利會「灌溉用水水質標準」共有356座、符合兩項用水標準之農塘共有72座、僅符合一項之農塘只有1座、而完全無符合灌溉用水標準之農塘僅兩

座，表6為本研究水質檢測結果之統計表，雖然大部分農塘符合灌溉用水水質標準，但有少部分農塘已有優養化之情形發生，而優養化現象大多數為鄰近農作物施肥量太多，導致多餘的肥料順著地表進流進入農塘，如圖6所示。

表6本研究可到達之農塘淤積情形

| 水質檢測 | 農塘數量(座) | 總計(座) |
|------|---------|-------|
| 符合三項 | 355 | 430 |
| 符合兩項 | 72 | |
| 符合一項 | 1 | |
| 無符合 | 2 | |



圖6農塘優養化現象

各類型農塘之改善對策

農塘因欠缺維護處理導致功能喪失之因素包括農塘基礎設施損壞、蓄水與滯洪功能以及水質與環境問題，本研究針對遭遇之問題提出相關改善對策。

1. 農塘設施問題解決對策

(1) 進水設施與排洪設施

以較堅固之材質進行改善，或是將管線擴建並定期維護清理，透過改善工程可延

長進水設施與排洪設施使用年限，如圖7所示。



圖7農塘進出水設施擴建加固

(2) 農塘堤岸

以加強加固處理工程處理，增加農塘堤岸強度，減少堤腳及堤岸損壞之機率，或是以農塘堤岸邊坡以緩坡植草之方式進行農塘邊坡改善，還有將農塘堤岸加高增加整體蓄洪體積，如圖8所示。



圖8農塘堤岸改善

塘岸邊坡以緩坡植草為原則，並於坡腳

進行加固工程，以砌石或多孔性材質來構築，藉以提供生物進入及藏匿，營造出具生態系維護及景觀保護之措施，並以鄰近既有之材料進行工程施作不僅可降低施工成本，亦可達到景觀之一致性，圖9為堤岸設施補強處理對策示意圖。



圖9堤岸設施補強處理對策示意圖

2. 農塘滯洪效益

(1) 蓄水面積及農塘容積過小

因應新竹地區大多數農塘小於0.1公頃，如用地取得無虞建議可透過挖深及擴大蓄水面積增加滯洪空間，在條件許可下亦可透過水路之串並聯打造農塘最有利之營造條件，利用系統性的連結鄰近農塘能增加地表逕流遲滯時間，以達減災防洪之效益，利用既有之溝渠改善安全水路，可降低串並聯之成本(圖9)(池瀚斌，2019)。



圖10 既有水路串聯示意圖(水土保持局，2014)

(2) 農塘淤積

除可透過清淤工程解決問題外，亦可透過專業技師審慎評估後以正確的方式改善農塘型式，解決農塘淤積之情況。還可以採

用上、下池設計，並以上池做為沉砂用途，同時預留清疏通道，以增加農塘使用之年限。

考量採用上、下池設計，並以上池做為沉砂用途，同時利用高程差，產生跌水曝氣功能增加水池溶氧量，而邊坡使用之材質以

砌石邊坡1：2之緩坡進行工程規劃，並設置清淤便道定期進行農塘清淤工程增加農塘使用年限，圖11為清淤處理對策示意圖。



圖11清淤處理對策示意圖

(3) 水資源利用

除了以水質處理劑、泥底清除劑以及病菌抑制劑等化工手段進行水質淨化外，可於農塘內設置生態浮島，利用生態浮島能有效改善水質、水體的特性，其可透過水生植物植栽、殘株覆蓋提供生物遮蔽與生態棲地等功能，亦可達到水域邊坡防護、水景佈置、水質淨化與生物優勢族群調控等目的，甚至能減輕水體由於封閉或自循環不足帶來的水體腥臭、優養化現象(林瑋佑，2017)。

藉由人工浮島設計手法，解決農塘水質不佳問題，亦可營造出農塘友善生態棲息空間。如遇農塘蓄水面積過小，可於農塘周圍種植淨水植物，圖12及圖13為淨化水質處理對策示意圖。

利用現有排水路，順應地形變化，適當調整溝渠斷面大小，盡量避免斷面尺寸刻意單一化，以多孔性材質以提供生物進入及藏匿，打造生態系之友善環境，圖14為砌石溝示意圖。

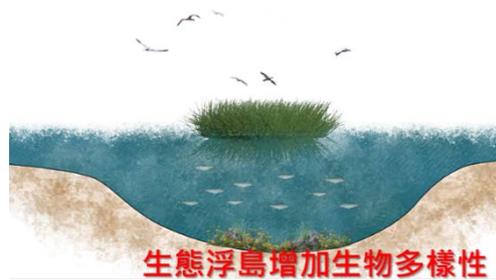


圖12淨化水質處理對策示意圖(1)

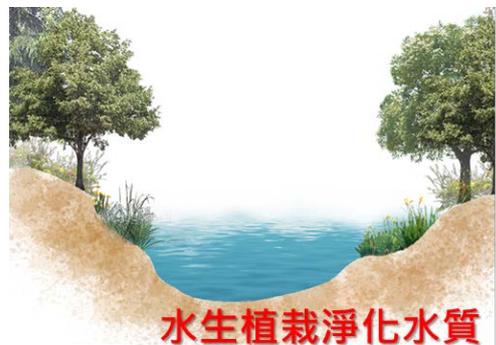


圖13淨化水質處理對策示意圖(2)

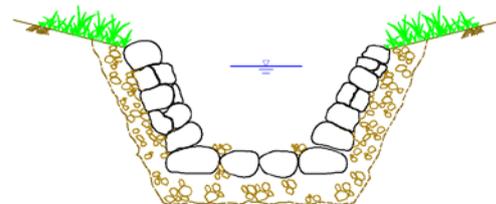


圖14砌石溝示意圖

農塘活化策略

本研究篩選重點區位以區域性整體規劃及跨域合作為優先考量，規劃策略包括農塘多元化經營、跨域生態景觀整合、農村再生與農產經濟等，針對農塘與週邊區域之特性說明比較，包括週邊災害與保育

理所完成之相關水土保持工程(蕭素鳳等，2014)。

本研究預先透過圖資套疊與圈繪，將執行範圍內之農塘點位與已執行農村再生計畫之社區套疊，配合中央現行「浪漫臺三線」之計畫產製農塘與農村社區分布如圖17。利用成熟發展之在地農村產業將農塘與農村文化兩者緊密結合，且強調農村產業、自然生態與生活環境之規劃及建設，注重農村文化之保存與維護及農村景觀加值，提升農村社區環境、歷史與人文之多元核心價值。

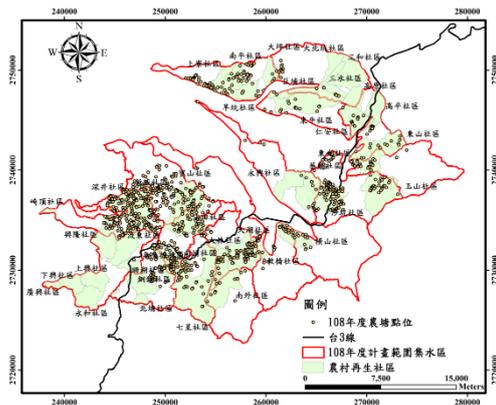


圖17 農塘與農村社區分布圖

農塘之使用源自傳統水稻文化，坡地引水灌溉不易，故開闢農塘以儲存豐水期水源，以供農田灌溉之需。然因氣候變異及坡地開發增加洪患威脅，加上部分農塘之功能系統較不完善，因此形成土砂淤積、水質不佳等環境問題，進而影響農作物生長以及農作產業之困境。針對農塘之功能性改善旨在提升蓄水及滯洪容量、減少淤積以及增加灌溉面積等效益，在整體性規畫下結合農塘與在地農業(圖18)，形成一完善之供給系統。



圖18 農塘營造與農業生產示意

農塘改善活化工程預期效益

本研究為能發揮農塘多功能之效益，依其農塘特性劃分為農村生態型農塘、觀光遊憩型農塘、經濟灌溉型農塘以及滯洪防災型農塘四大類型。透過前述章節依據農塘之個別特性分別提出農塘改善活化工程預期之效益，針對社會效益、生態環境以及滯洪防災效益進行分析，以下就針對農塘效益之條列說明。

- (1) 營造滯洪防災型農塘：可透過清淤工程及挖深農塘，來提高整體農塘之整體容積量，亦可在農塘周圍築砌低矮形圍牆，增加農塘滯洪能力；利用農塘出水口高程控制農塘滯洪空間，以及提供安全防護措施等功能；亦可在農塘內架設水位監測儀器，透過水位變化資訊即時回傳，能有效達到警示作用，將農塘滯洪效益提升到最高；利用小面積之農塘利用水路將鄰近農塘間之串並聯以提升整體之保水量及滯洪量，並藉此增加地表逕流遲滯時間，以達減災防洪之效益。
- (2) 營造經濟灌溉型農塘：由於單一農塘之儲蓄量有限，故建議利用水路進行鄰近

農塘間之串並聯以提升整體之保水量及灌溉用水量，提升整體農作物之經濟效益。

- (3) 營造農村生態型農塘：透過設置生態浮島及其他生態工法營造出候鳥友善之棲地，以增加生物之多樣性；而透過廚餘乾燥後製成的廚餘粉，可取代飼料中之魚粉蛋白質含量，有助於農村社區達到資源再利用，且可降低養殖漁業飼養之成本提升經濟效益，亦可吸引年輕人回鄉，提高農村再生之發展性。
- (4) 營造環境改善型農塘：透過設置人行步道、休憩平台、農塘周圍綠美化及農塘護岸美化等親水設施，達到農塘周圍環境改善之特性，亦可依當地居民之需求設置微水力發電，供農塘周圍居民照明之使用，亦可降低有限資源之消耗。化水質處理對策

結論與建議

本研究盤點新竹縣寶山鄉及峨眉鄉之995座農塘，發現現況農塘主要有設施損毀、滯洪效益不足及水資源利用不佳等問題，其可透過設施加固、農塘面積加深加大、堤岸緩衝帶及生態浮島設置進行改善，此外，透過農塘多元化經營、跨域生態景觀整合、農村再生與農產經濟等規劃方針，以及農塘細部設施之3D 視覺化模擬，可作為農塘改善活化參考之用。

參考文獻

水土保持局(2014)，水土保持知識探索：小魚的祕密假期。

水土保持局(2018)，「臺北、花蓮及台東分局轄區農塘盤點與活化先期計畫」。

王嫻兮、陳慧玲、童遠欽、傅桂霖，2018，「應用二維數值模式於坡地農塘清淤滯洪成效之探討」，水保技術，12(1)：26 - 31。

池瀚斌，2019，「中港流域農塘盤點及改善熱點之優選」，國立中興大學水土保持學系所碩士論文。

林瑋佑，2017，「低地人工浮島之水質淨化與生態功能」，國立成功大學自然災害減災及管理國際碩士學位學程碩士論文。

胡申瑜，2013，「雲林地區農塘價值及其與地方依附、農塘未來利用形式關係之研究」，國立中興大學園藝學系所碩士論文。

翁志成、張照宏，2013，「三連埤再造，北埔農塘新美地」，營建知訊，364，4-12。

陳滢茹，2008，「泥岩地區農塘景觀結構與生物群聚關係之研究」，國立中興大學水土保持學系所碩士論文。

蕭素鳳、何世華、黃文政，2014，「農村社區道路邊坡埤塘之空間營造」，水土保持學報，46(1)：917 - 926。

水土保持學報51 (1): 2697-2708 (2021)

Journal of Soil and Water Conservation, 51 (1): 2697-2708 (2021)

109年 12月 11日收稿

110年 1月 8日修改

110年 2月 23日接受