

計畫名稱：湖山水庫棲地改善試辦計畫

英文名稱：Constructing a demonstration site to test ecological restoration of lowland forest ecosystem in the Hushan Reservoir Area

計畫編號：120 - 10

全程計畫期間：2012 年1 月1 日至 2014 年12 月31 日

本年計畫期間：2013 年1 月1 日至 2013 年12 月31 日

計畫主持人：林瑞興

研究人員：宋心怡、鍾雨岑

一、摘要

湖山水庫及鄰近地區近年已建立基礎生態資料，並研擬復育策略建議，但大規模執行機制尚未成形。因此規劃設置「棲地改善試辦區」欲將研究成果於小範圍中應用。同時，建立合作平臺，使當地社區及工程單位能實際參與，尋找適合當地特性之經營策略。試辦區位於湖山水庫西北側，面積 0.26ha，主要為裸露地、芒草坡地及廢棄竹林。自 2012 年起，由中區水資源局、湖山水庫人文生態保護協會及特有生物研究保育中心三方合作下，完成整地、土質改善、苗圃建置與集苗等工作並栽植苗木 21 種 541 棵。2013 年實施定期撫育並補植苗木 6 種 20 棵以增加森林結構及教育意義。同時，由研究人員及中水局同仁 6 名，帶領中水局導覽員課程學員 30 名共同監測苗木的存活率與生長量，至 10 月為止苗木生存率 77%，平均樹高 147cm。試辦區之原生苗木在移除竹林競爭後生長良好，並有動物傳播之小苗萌發。然而，各小區域的演替狀況略有差異，採集土壤檢測後，發現土壤質地及有機質含量有可能影響棲地改善成效。2013 年澆灌及除草撫育花費 9 萬元。本計畫依據實際執行經驗，估計每 0.3ha 的棲地改善，前三年需預算 40 萬元，可為各界參考，但務必依照地形、水源、人力、苗木來源等現況調整。期望本計畫最終能形成案例，讓各界瞭解棲地改善的可行性、方法、成本與效果。

Abstract

Ecological information and restoration suggestions of the Hushan Reservoir areas have been established in recent years, but lack of practical application. Therefore, the aim of this project is to set a demonstration site for small scale application. It can also play a role of cooperation platform, which scholars, local community and engineering staffs can find the best strategy of management. The demonstration site is about 0.26 hectares, located on north-west side of Hushan Reservoir, composes of bare land and abandoned bamboo forest. In 2012, we carried

on soil preparation, nursery establishing, seedling collecting. We planted 542 seedlings of 21 species in 2012 and 20 seedling of 6 species in 2013. We monitored the survival and growing of the seedlings together with local community and engineering staffs. The survival rate of seedlings is 77% in the end of 2013. After removing the grasses and bamboo, the growing of original seedlings were greatly improved. According to this project, we suggest that budget for each 0.3 Hectare restoration should be 400,000 NTD for first three year. The budget should adjust by terrain, water supply, human affairs and seedling sources. We expect the project become a model case, revealing the possibility, cost and result of ecological restoration.

關鍵字：適應性管理、森林復育、主動促進自然更新、多方權益關係人

Keywords: adaptive management, forest restoration, accelerated natural regeneration, multi-stakeholders.

二、計畫目的

有些人主張大自然有自主更新能力，不去管理就是最佳方案。但事實上，有些地區如果不進行人為主動管理，將無法回復原有的生態，必須藉由主動促進自然更新才能使生態恢復常軌(Harrington 1999)。近年各國有許多資源投入植樹造林的活動，但這些行動常缺乏清楚目標或欠缺與當地社群溝通，而無法達成預期改善經濟或環境的成效(Jeffrey et al. 2004)。因此，本計畫希望能在生態層面，以符合當地森林動態的方式，主動促進自然更新，改善棲地品質；在人文層面，瞭解並運用社區資源與人力，增加當地居民的參與，重建人與森林之間的情感聯繫；在制度層面，能與相關單位組成工作小組，並記錄各階段的執行流程與預算運用。

森林生態系復育或棲地改善是一種新的土地利用方式，經由完善的規劃與運用，能提升生態及教育休閒價值，但土地所有人通常對這樣的利用方式不熟悉。如果能設置示範區(demonstration sites)，以小範圍、容易施做的區域開始，建立成功經驗之後，就能將相關經驗推行至更大的面積(Lamb 2007)。「湖山水庫工程計畫生態保育措施森林、溪流生態系統之調查研究規劃」已分別規劃及執行生態系現況評估、指標物種生活史調查、復育基地選擇空間模式、棲地復育及改善方法試驗、森林生態系復育建議書等，不同類型的研究計畫，相關成果已彙整於「湖

山水庫自然生態調查地理資訊系統」中(林等 2011a)。復育基地選擇空間模式研究顯示，為補償湖山水庫開發所導致的生態損失，建議補償面積為 450ha，最少不應低於損失的闊葉林面積 105ha(林等 2010)。藉由歷年的研究與調查，已研擬有森林生態系復育策略建議書(林等 2011b)，但大規模森林生態系復育之執行機制尚未成形。

國外已有不少結合社區參與、跨單位整合的森林復育計畫，涉及多方權益相關單位(multi-stakeholders)(Sayer 2005)。復育示範區的執行，需仰賴土地所有者、執行單位、決策者、管理者、研究人員、資源擁有者的積極對話 (Shanker Raman and Mudappa 2003；Elliott et al. 2006；Medeiros and von Allmen 2006)，對各方的價值觀、資源與限制，進行討論與協商(Cabin et al. 2004)。雖然初期示範區因面積限制，無法大幅增加生物多樣性，但藉由辦理示範區森林復育行動的展現，能取得社區居民的共識與支持，提升森林復育範圍之學術、旅遊與教育價值，同時培養經營管理的人力，甚至影響決策者及社會大眾的觀念(Gardiner et al. 2008)。本計畫即欲藉由設置「棲地改善試辦區」，將試驗研究的成果具體應用與展現於其中，提供學術與實做之聯繫，並作為當地社區居民參與的平臺。同時，讓蒞臨水庫參觀者，容易親近森林復育的現場，並對森林復育的內涵一目了然。最終希望建立湖山森林復育經驗，讓各單位瞭解森林復育的可行性、執行方法、成本與效果，進而吸引更多資源投入，增加森林復育面積，補償開發所造成的棲地損失。

三、重要工作項目及實施方法

本計畫總目標訂為：「以湖山水庫森林生態系研究為基礎，經由多方單位的合作，以人為主動促進自然更新的方式，建立恢復本地生態特性之試辦區，讓各界瞭解森林生態系復育的可行性、方法、成本與效果」。工作項目分為棲地改善作業以及合作機制建立兩大部分：

1. 棲地改善作業

試辦區設於水庫西北側(N23° 41' 51.0" , E120° 37' 41.8")(圖 1)，位於生態保留及復育區內，整體面積約 0.26 公頃。其為 2007 年導水路工程之廢土所堆填之空地與草坡，曾作為庫區內樹木移地移植之場所，坡地上方為廢棄竹林。本計畫依據試辦區環境特性進行規劃，分為 A-G 等 6 個小區(圖 1)。A-C 區原為廢棄竹林、D-E 區原為芒草坡地、F-G 原為短草裸露地。試辦區採框架樹種 (framework species) 種植法(Elliott et al. 2006)，或稱裸母樹(nurse crop)種植法

(Harrington 1999)。於初期栽植生長快速、耐日曬的陽性植物，以提供遮陰環境給後期種植較不耐日曬的樹種。苗木種源以當地採集為主，確保樹苗具有適應當地環境的特質。苗木栽植時，會依照苗木種類特性調整種植區域。

在棲地改善過程中，記錄每一步驟的作法、日期、器材及人力成本，並以拍照影像記錄，比較同一地點施做後的成效。主要棲地改善工作包括以下幾項：

- (1) 整地與改善土質：清除竹叢與雜草，收集有機堆肥原料，混入試辦區土壤中。
- (2) 苗圃建置及集苗：收集周邊野外環境之苗木，少部分至林務機關苗圃索取。
- (3) 苗木栽植：於4月進行第一期栽植，10月進行第二期。隔年進行苗木補植。
- (4) 苗木撫育：於苗木栽植後進行，定期澆灌及清除雜草等。
- (5) 苗木監測：規劃簡易明確之監測步驟、苗木資料建置。

2. 合作機制建立

由特有生物研究保育中心(簡稱特生中心)、中區水資源局(簡稱中水局)及當地社區代表組成合作團隊，定期召開工作會議。由特生中心以湖山水庫森林生態系研究成果為依據，規劃試辦區執行草案，於工作會議中提出。各單位得依照自身資源與限制，給予修正建議。人力安排則以社區居民為優先，部分工作項目配合中水局培力計畫志工人力進行。試辦區初期工作會議原則上每月聚會至少1次，由各單位報告進度，並對所遇到的困難進行討論，並決定下個月份的執行細節及人力規劃。於苗木撫育期間，則依現場工作需求，不定期召開會議。

四、結果與討論

1. 棲地改善作業

2012年試辦區完成整地、改善土質、水源建置、苗圃設置、集苗、苗木栽植及苗木撫育等工作，直接支出於試辦區的雇工及器材成本約20萬元，其計算不含苗圃建置維護、嘗試錯誤的預備費用、專業規劃人員的薪資等。本(2013)上半年度進行苗木撫育及苗木補植，支出4萬元，各項成本支出及建議預算詳列如表1。如依據本計畫之策略辦理棲地改善措施，0.3公頃面積棲地改善的首年需雇工及材料成本23萬元，之後第二年撫育照護成本約13萬元、第三年則為除草撫育4萬元，並依照地形、水源、人力、苗木來源等現況調整。

本計畫各項主要工作過程說明如下：

(1) 整地與改善土質

本計畫目標之一為使試辦區能有自然演替更新能力。試辦區棲地改善的第一步是移除外來種植物的競爭，於 2012 年二月進行，以砍草刀、割草機、鍊鋸為工具，清除試辦區外來種植物、優勢芒草與廢耕作物，種類包括五節芒、象草、大莞草、白茅、麻竹、龍眼等。在移除竹叢後，續以小怪手機具挖除大部分竹頭，僅因水土保持考量而保留少部分竹頭。現場原有樹木種類有血桐、山黃麻、樟樹及水庫移植之正榕、朴樹等共 55 棵。在清除草叢與竹叢後，原生苗木在去除芒草及竹林競爭後生長良好(圖 2)。2012 年 12 月標記實生苗木，發現有許多自然傳播之小苗萌發，共約 50 株，以血桐及白匏子等陽性樹種為主，茄苳、菲律賓榕、白肉榕及水同木等較少。至 2013 年 6 月，雖然大部分自然萌發的小苗被自然競爭淘汰，但也能見到不少實生苗木存活(圖 3)，實生苗木的生存率將於 10 月進行複查。

試辦區範圍中有部分為工程施做後的裸露地 (F-G 區)，土質貧瘠、缺少有機質，表面僅見少數草本植物生長，於是於 2012 年二月進行土質改善。其餘土壤品質較佳的區域，則略過土質改善步驟。原本欲以香菇廠淘汰的太空包，增加試辦區有機質，但因菇場淘汰時間不定、香菇包拆封不易、垃圾過多等缺點而捨棄此方案，改由向雲林縣油車合作農場購買有機肥料。填肥時，先以小怪手機具挖出堆肥溝，再以人工方式將肥料填入、覆土。水源建置於試辦區涼亭後方，此處原有一臨時逕流，於是沿逕流旁挖出一深約 1m，長寬各約 2m 之水池，使下方區域能有充足的水源，並提供水生植、動物生長之環境。

(2) 苗圃建置管理及集苗

本計畫苗圃用地由湖山社區發展協會贊助取得，苗圃面積 160 m²，預計可存放至少兩千棵苗木(圖 4)。社區發展協會有一承租空地，供居民栽種作物及聯誼使用，部分空地有水泥鋪面及現成水源與樑柱，地點位於道路邊，方便社區參與苗木撫育與管理，為設置社區苗圃的絕佳地點。苗圃屋頂鋼架搭建的專業技工含鋼材，覆蓋苗圃用的黑網由社區贊助。此外，苗圃入口泥濘，需鋪設水泥供車輛進入，水泥材料由社區贊助。本苗圃樑柱、黑網、水源、地面水泥都由社區贊助，若從頭興建預計耗費十多萬元，但本計畫苗圃基礎建置人力與器材成本僅耗費約 3 萬元。社區苗圃應請專人託管，並注意定期除草、澆水、巡視並清點死亡苗木。本苗圃現由中水局生態顧問公司人員管理，每日進行 3 小時澆灌及維護，並未另外聘請人工。

苗木採集於 2012 年 3 月天氣適合的日期於水庫附近實行，並於 4 月初至林務機關索取苗木不易採集的種類。於採集前規劃欲採集的種類、數量，並與採集者溝通正確種類，並在採集者徵得地主同意下，於試辦區附近採得實生苗木共 760 棵，加上原有棲地試驗剩餘苗木 140 棵及至林務機關索取 180 棵，結算於第一期苗木栽植前，總計苗圃暫存苗木共 35 種約 1,200 棵。人工採集苗木效率每人每天平均約 35 棵。數量約為規劃栽植之 2 倍，已預留自然折損消耗比例，足夠全年度苗木栽植使用。採集苗木多為湖山水庫週遭常見種類，如血桐、朴樹、咬人狗、菲律賓榕、稜果榕、水同木、菲律賓饅頭果、香楠、大葉楠、茄苳等，另有少數因誤認所採回者，如水冬瓜、水錦樹等。野外採集之苗木高度 50 至 130cm 不等。剛採回之苗木，除需植入盆中外，若較大、枝葉繁盛者也需先修除部分枝葉。放置於苗圃後，約 1 至 2 日澆水一次。野外採集之樹種，以血桐、咬人狗及菲律賓榕於苗圃中死亡率較高（25%-30%），其他樹種約在 10%-15% 之間。2013 年工作計畫決議，在試辦區苗木補植後，剩餘苗木將用於湖山水庫保護帶棲地改善及社區綠化。

(3) 苗木栽植

工作內容包括苗木由苗圃搬運至坡地、掘穴種植。本計畫於 2012 年 4 月 18 日至 20 日進行第一期栽植，以約每 10 m² 1 棵樹的密度，種植 10 種 215 棵苗木，多為生長快速的陽性樹種，並依照樹種特性及區塊環境特性調配種植位置。第二次苗木栽植宜於隔年春季進行，但 2012 年因計畫期程及人力考量，提早於 10 月 20 日至 26 日進行第二次苗木栽植，種植 17 種 326 棵苗木，並加強澆水撫育頻率以應冬季乾燥氣候。第一期加第二期苗木共 21 種 541 棵，加原有實生苗木，試辦區樹木密度達 2,200 棵/公頃，至 2012 年底生存率 91.3%。2013 年 6 月進行苗木補植，包括刺杜密、咬人狗、蟲屎、山柚、水錦樹、羅氏鹽膚木等 6 種 20 棵，除咬人狗外，其餘多為小喬木，以期能增加多樣性及森林結構，並增加教育價值。

(4) 苗木撫育

苗木栽植後，以每月 1 次的頻率除草撫育。過程中需事先以竹桿標示苗木，以免在除草時意外傷及小苗，並定時巡視有無自然萌發的小苗，加以標記。原預計每週兩次請水車澆灌小苗，但因雨水豐沛，因此試辦區並未支出澆水費用。建議苗木撫育與照護的頻率，除草每 2 個月 1 次，澆水頻率乾季每週 1 次，並依照

降雨狀況調整。除草方式分為以割草機除草及靠人力以鐮刀處理兩種。試辦區於整地及栽植初期，因樹木密度低、植被以芒草、象草等高大禾本科為主，以割草機除草較有效率。但隨著試辦區完成苗木栽植，機械除草反而容易傷及苗木，且地被層植被演替會受到較嚴重受干擾。於 2013 年年初雨季來臨前，因有許多自然小苗萌發，且地被層植被由蕨類及較低矮的草本植物取代，於是視地現場狀況，由機械式除草調整為人力除草，減少苗木損傷，保留地被層也有助於土壤保濕及水土保持。但雨季來臨後，草本植物生長茂盛，需以機械式除草較有效率。

(5) 苗木監測

2012 年所栽植 541 棵苗木，於當年 12 月測量並建立胸徑、地徑、樹高、冠幅等基礎數值，同時建立簡易明確的操作步驟及表格，12 月時存活率 91%，平均樹高及標準差 $101 \pm 52\text{cm}$ ，平均冠幅及標準差 $0.24 \pm 0.56\text{m}^2$ 。2013 年 10 月份複查苗木生長狀況，苗木生存率 77%，平均樹高及標準差 $147 \pm 89\text{cm}$ ，平均冠幅及標準差 $0.68 \pm 2.28\text{m}^2$ ，胸徑、地徑亦有成長(圖 5)。周圍植被、水源、微環境、土壤性質、微生物、動物活動等都會影響苗木生長(Holl et al. 2000)。A-G 各小區在計畫一開始，擁有不同的植被與土質，為瞭解試辦區土質基本特性，本計畫將試辦區分為 A-C 區、D 區、E 區、G-F 區等四區採集表土，以每區採集 3 個樣點混合，進行土壤質地、有機質含量及 pH 值檢測。一般而言，壤土較黏土較適合栽種作物，pH 值介於 5.5 - 7.5 之間有利於植物吸收土壤中的元素，有機質介於 2 - 3% 代表土壤有足夠肥力。試辦區土質檢測結果如表 3，以原為竹林的 A-C 區整體土質較其他區域佳。

2. 多方單位合作機制建立

(1) 工作團隊

本計畫共召開過 12 次工作會議、2 次植樹活動及 2 次苗木監測培訓，各次集會主旨請參考表 4。每次工作會議皆由中水局、湖山水庫人文生態保護協會及特生中心三方代表及相關人員出席，共同討論與決定計畫過程中的策略作法、行政流程、器材人力與分工，會議出席人數 8 至 12 人。現場執行人力，主要為社區居民 4 人，及現場指揮的專業規劃人員 1 名。另有技術人員需求，如怪手駕駛、苗圃鋼架搭設技工、肥料廠商等，盡量以當地或同縣市的人力、物力資源為優先，減少運輸花費及能源浪費。此外，設計工作團隊標籤 1 式，於各種報告、文宣、軟硬體設施中加註標籤或以文字註明試辦區為三方單位共同合作之計畫，加強合

作目標之展現(圖 1)。

(2) 理念推廣

為進一步讓湖山水庫周遭社區認識當地生態，三方單位與梅林國小及培力計畫志工合作，於 2012 年 10 月辦理「保庇森林」苗木栽植活動。活動內容包括植樹傳承儀式、植樹流程解說、長者引領學童栽植樹苗，最後與會者將共同參與祈福文朗誦，並於現場懸掛祈福牌。活動共 140 人參與，包括國小學童、社區長者、家長、志工、長官及外賓，活動順利圓滿。在活動前，除了設立解說牌之外，並將試辦區理念以漫畫方式呈現(圖 6)，製成筆記本分送學童與社區居民，推廣棲地改善理念。2012 年曾進行兩場次的苗木監測志工培訓課程，對梅林國小教師以及湖山水庫導覽員培訓課程說明苗木監測目的、方法與工具。2013 年 10 月由研究人員及中水局同仁 6 名，帶領中水局導覽員課程學員 30 名共同實地監測試辦區苗木的存活率與生長量，使未來的導覽員能更瞭解棲地改善的過程與森林生態。

(3) 資源與限制

鼓勵當地社區居民參與為本計畫目的之一，除了經過溝通獲得社區認同外，湖山居民多熟稔各項農藝技術，在試辦區實行的過程中，提供許多實務上的寶貴的經驗與知識，且社區人力熟悉當地景歷史及民俗植物資訊，可做為規劃參考。然而，社區面臨人口外移、老化等問題，熟習農藝者都已七、八十歲，在技術傳承上恐有斷層。此外，棲地改善是較新的土地利用方式，如「為何要栽種咬人狗」等生物多樣性觀念，與當地居民溝通上也需要花點心力，需思考如何將學術理論轉化成淺顯易懂的說明，讓參與者能理解並接受其原理。棲地改善試辦區除了提供當地居民額外收入外，參與者在執行過程中，亦表示很樂意見到自己生長的地方可以變得更美麗，畢竟他們是在世代長住、與土地最親近的一群人。

中水局為試辦區計畫能順利執行的重要推手，從行政程序、場地到執行經費，都要仰賴中水局給予資源及機會。工程與生態領域的結合，兩者之間必然有矛盾存在，例如工程單位講求以精準書面計畫、依照規格執行，但生態領域強調依照環境狀況彈性調整，雙方需要頻繁與謹慎的溝通、理解，才能找出最合適的步調作法。行政程序的繁瑣冗長也是過程中的一項挑戰，試辦區在年初即開始啟動整地、集苗、栽種工作，以配合梅雨季節種植苗木，如無法即時獲得經費支援，將錯過最佳時機。建議未來採行棲地改善管理措施時，在行政與經費運用上應有

適性、長遠的規劃。

特生中心具有生態理論及知識的學術背景，擔任規劃與草擬策略的角色，但在實行的過程中須與相關單位支援，給予資源及機會，才能將理論化為實際的行動。並仰賴社區居民提供人力資源、技術，補足實務經驗之不足。雖然本計畫於2012年開始順利執行，但棲地改善需至少3-5年以上才能見到成果，如沒有長期穩定的管理人力，將遭受天候、經費變動等不確定性的風險，而使投注的資源無法得到應有效益。建議未來相關單位如欲進行棲地改善管理，應設置專門人力，明確訂立棲地改善目標，如遭遇人事變動，也能使後續接管人員能延續原有經營方向。

棲地改善試辦區之規劃執行，仰賴中水局、湖山水庫人文生態保護協會、特生中心三方合作。每個單位都有其資源與特色，唯有密集、謹慎、持續的協商才能將資源整合，達到最大的效益。以同理心看待其他單位的限制與困難，思索適合解決問題的方式，才能取得相互的信任、使想法付諸實現。雖然不同權益關係人有不同的角色與考量，但期望各單位的需求都在棲地改善試辦區的執行過程中都能得到滿足。

五、結論與建議

棲地改善試辦計畫為一種新的嘗試，仍須不斷的學習與調整，瞭解過程中必然要面對的挑戰與風險，以下列出一些需要關注的議題及可能的因應辦法：

1. 依照土質與水源狀況調整策略：淺山地區棲地類型多樣且破碎，在棲地改善時需照不同區域類型進行適當規劃與管理。栽植苗木時土質需為壤土，避免在黏土或砂土，且有機質要達1%成效較佳。近年因氣候變遷，極端氣候增加且無法預期，因此無法預先確認除草與澆水頻率，建議在一開始要注意水源的建置，才能確保苗木的存活率與成效。
2. 思考苗木來源：以生物多樣性為考量的苗木多非傳統的經濟樹種，較難由其他單位的苗圃取得；另一方面，當地在早期普遍的樹種，也可能遭受到採集及開發壓力而不容易採集。苗木如果能符合當地基因多樣性，較能提高存活率及符合當地生態特性，如經費許可且有能力照護，建議優先從當地採集，其他苗場來源為輔助。
3. 規劃長期合作及後續維持機制：獲得社區認同、找出長期合作的社區人力，

能使棲地改善工作事半功倍。但社區執行的意願及能力，是一個隨地區而異的難題。且管理單位及長官的偶有變換，執行人力的素質與穩定性也難以掌握。在人事變動的風險下，如能在棲地改善計畫起始前，確立復育目標與原則，讓後人依循，才能確保長期棲地改善理念的一致性。森林復育並非短期的工作，苗木照護及監測需要長時間關照，因此建議於復育計畫進行之初，就應規畫後續照護及監測之事宜，妥善訓練培養後續監測人力。

4. 資訊交流與分享：本計畫最終希望建立棲地改善經驗與案例，提升湖山水庫教育、學術與休閒的價值，進而吸引更多資源投入棲地改善工作，增加森林復育面積，補償開發所造成的生物多樣性損失。因此如有機會，盡量與外界其他單位進行交流與宣傳試辦區的理念。
5. 適應性管理：生態系的運作十分複雜，加上氣候變化難以預測，策略與預算的運用要保持彈性。在棲地改善的過程中應定期監測，依照最新資訊，整合多方單位的意見後，運用適當資源及技術，依照現地狀況調整作法或進行試驗，找尋最佳的策略並累積經驗。

六、參考文獻

林瑞興、李培芬、陳怡秀、柯智仁、陳宛均。2010。湖山水庫棲地復育基地選擇之空間模式研究。「湖山水庫工程計畫生態保育措施-森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(98 年度工作計畫) 成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。149-166 頁。

林瑞興、李培芬、陳宛均。2011a。地景、自然資源及研究成果資料庫建立與維護。「湖山水庫工程計畫生態保育措施-森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(99 年度工作計畫) 成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。127-134 頁。

林瑞興、宋心怡。2011b。森林生態系復育計畫建議書研擬。「湖山水庫工程計畫生態保育措施-森林、溪流生態系統之調查研究規劃」(99 年度工作計畫) 成果報告書。經濟部水利署中區水資源局。177-224 頁。

Cabin, R. J., S. Cordell, D. R. Sandquist, J. Thaxton, and C. Litton. 2004. Restoration of tropical dry forest in Hawaii: can scientific research, habitat restoration and educational outreach happily coexist within a small private preserve? Proceedings of 16th International Conference of the society of ecological

restoration, August 24-26, Victoria, Canada.

Elliott, S., D. Blakesley, J. F. Maxwell, S. Doust, and S. Suwannaratana. 2006. How to plant a forest: the principles and practice of restoring tropical forest. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand.

Gardiner, E., J. Stanturf, T. Leininger, P. Hamel, L. Dorris, Jr., J. Portwood, and J. Shepard. 2008. Establishing a research and demonstration area initiated by managers: the Sharkey Restoration Research and Demonstration Site. *Journal of Forestry* 106:363-369.

Harrington, C. A. 1999. Forest planted for ecosystem restoration or conservation. *New Forest* 19:157-190.

Lamb, D. 2007. Identifying site-level option. pp. 71-81. *In*: Rietbergen-McCracken, J., S. Maginnis, and A. Sarre (eds). *The forest landscape restoration handbook*. Earthscan, London, UK.

Medeiros, A. C., and E. von Allmen. 2006. Restoration of native Hawaiian dryland forest at Auwahi, Maui. U.S. Dept. of the Interior, U.S. Geological Survey.

Sayer, J. 2005. Goals and targets of forest. pp.166-170. *In*: Mansourian, S., D. Vallauri, and N. Dudley (eds). *Forest restoration in landscapes: Beyond planting trees*. Springer, New York, USA.

Sayer, J., U. Chokkalingam and J. Poulsen. 2004. The restoration of forest biodiversity and ecological values. *Forest Ecology and Management* 201:3-11.

Shanker Raman, T. R., and D. Mudappa. 2003. Bridging the gap: sharing responsibility for ecological restoration and wildlife conservation on private lands in the Western Ghats. *Social Change* 33:129-141.

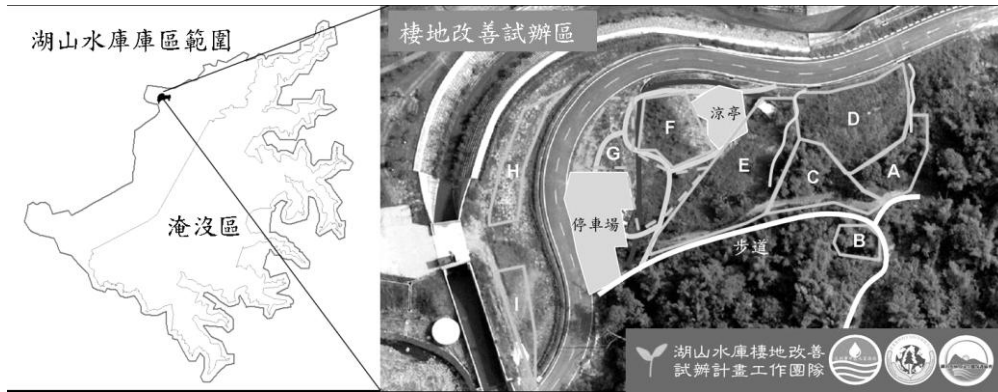


圖 1. 湖山水庫棲地改善試辦區位於湖山水庫庫區西北側，再依照棲地特性不同分為 A-G 六個小區，適性規劃棲地改善策略。



圖 2. 試辦區以清除外來種植物及優勢種芒草的方式，使實生苗木得以獲取陽光與養分：(1) 2012 年 1 月計畫執行前；(2) 2012 年 2 月清除竹叢後；(3) 2012 年 12 月苗木生長情形；(4) 2013 年 6 月苗木生長情形。



圖 3. 試辦區能見到自然萌發的苗木，多為生長迅速的陽性物種。圖中箭頭所指為自然萌發的白匏子。



圖 4. 湖山水庫棲地改善試辦區使用的苗木多於當地採集，存放於苗圃照護。苗圃設置於湖山社區內，面積約 160 平方公尺。現由中水局生態顧問公司人員管理。

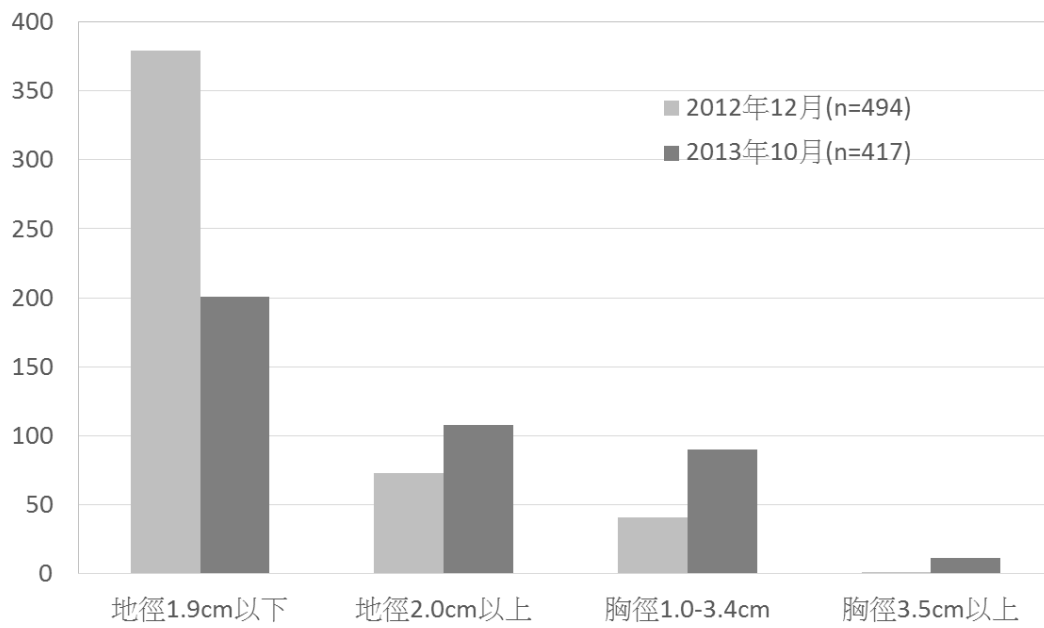


圖 5. 2012 年及 2013 年試辦區苗木徑級分布。



圖 6. 湖山水庫棲地改善試辦區重視在地種源與在地參與，並以漫畫方式讓一般人也能瞭解棲地改善及生物多樣性的概念。

表 1. 棲地改善每 0.3 公頃之建議預算及試辦區實際花費支出(至 2013 年 12 月)。

項目	建議 預算	實際 花費	人力成本 (人-天)	內容
第一年				
整地	40,000	30,000	30	以人工操作除草機、鍊鋸，去除芒草與竹叢
		7,000	1	小怪手挖除竹頭
		3,000		除草機油料、雜支
土質改善	25,000	7,000	1	小怪手挖溝
		7,000	6	人力填肥
		7,000		0.06 公頃土質改善有機肥料 25 公斤裝 100 包
		4,000		剷子及其他雜支
水源建置	20,000	20,000		水源建置(普力桶、水管)與人工
苗木採集	60,000	48,000	40	人工集苗，採集數量為種植數量的兩倍，以每人每日平均採集 35 株計算。
		2,000		油料與雜支
		6,000		7 吋軟盆 1000 個
		4,000		客土 6 方
苗木栽植	10,000	10,000	9	種樹 210 棵。以平均每人每日 25 株計算
		15,000	12	種樹 320 棵。建議於隔年進行。
除草撫育	34,000	32,000	21	5-10 月每月 1 次、11-12 月 2 個月 1 次
澆水	40,000	0	20	5-10 月沒有下雨 2 週 1 次、11-12 月每週 1 次
第一年小計	229,000	202,000		
第二年				
苗木栽植	15,000	0		由研究人員及中水局生態顧問公司同仁執行。
除草撫育	40,000	27,000		每 2 個月 1 次，每次 3 人-天。
澆水	70,000	60,000		每月 5,000 元，請專人進行水源管理及澆灌。
第二年小計	125,000	87,000		
第三年				
除草撫育	40,000			預計每 2 個月 1 次。
澆水	0			苗木已成長，不需澆水。
第三年小計	40,000			
彈性支出				
苗圃建置	*	20,000	1	苗圃鋼柱架設
		10,000	9	苗圃搭建人工
苗圃照護	*	0		每日澆水 1 次
專業規劃管理	*	500,000		
前三年總計	394,000			

表 2. 棲地改善試辦區苗木栽植時間、種類與數量。

樹種	栽植時間	2012.4	2012.10	2013.6	總計
	學名	第一期	第二期	補植	
血桐	<i>Macaranga tanarius</i>	20			20
饅頭果	<i>Glochidion spp.</i>	13	3		16
稜果榕	<i>Ficus septica</i>	25	3		28
菲律賓榕	<i>Ficus ampelas</i>	22	10		32
無患子	<i>Sapindus mukorossii</i>	25	2		27
江某	<i>Schefflera octophylla</i>	26			26
水同木	<i>Ficus fistulosa</i>	25	12		37
杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	25	35		60
大葉楠	<i>Machilus japonica var. kusanoi</i>	15			15
九芎	<i>Lagerstroemia subcostata</i>	18			18
香楠	<i>Machilus zuihoensis var. zuihoensis</i>		58		58
小梗木薑子	<i>Litsea hypophaea</i>		40		40
青剛櫟	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>		26		26
土肉桂	<i>Cinnamomum osmophloeum</i>		28		28
軟毛柿	<i>Diospyros eriantha</i>		45		45
九節木	<i>Psychotria rubra</i>		30		30
燈稱花	<i>Ilex asprella</i>		15		15
朴樹	<i>Celtis sinensis</i>		11		11
月橘	<i>Murraya paniculata var. paniculata</i>		5		5
茄苳	<i>Bischofia javanica</i>	1	2		3
魚木	<i>Crateva adansonii subsp. formosensis</i>		1		1
刺杜密	<i>Bridelia balansae</i>			5	5
咬人狗	<i>Dendrocnide meyeniana</i>			5	5
蟲屎	<i>Melanolepis multiglandulosa</i>			4	4
山柚	<i>Champereia manillana</i>			4	4
水錦樹	<i>Wendlandia uvariifolia</i>			1	1
羅氏鹽膚木	<i>Rhus javanica var. roxburghiana</i>			1	1
總計		215	326	20	561

表 3. 試辦區各小區原有植被及土壤物理、化學性質分析結果。

原有植被	小區	面積(m ²)	有機質(%)	pH	土壤質地
竹林	A-C	750	3.16	5.56	黏壤土
芒草坡	D	500	1.01	8.20	砂質黏壤土
芒草坡	E	750	1.26	8.24	粉質黏土
短草地	F-G	600	0.86	6.86	砂質黏壤土

表 4. 湖山水庫棲地改善試辦區重要集會的日期與主題，每次工作會議皆由中區水資源局、湖山水庫人文生態保護協會、特有生物研究保育中心三方代表共同出席討論。

	日期	會議主題
第一次籌備會議	2011.08.23	說明試辦區理念，瞭解三方角色與需求，尋求共識，討論經費、人力、土地資源與行政程序。
第二次籌備會議	2011.11.16	三方共同確認試辦區之目標、範圍、管理分工、人力、施做流程。草擬細部計畫書。
第一次工作會議	2012.01.06	確認整地及土質改善工作內容、人力及機具需求。討論公共安全及行政聯繫制度。
第二次工作會議	2012.02.21	重複確認目標與範圍，並發表工作團隊聯合標誌與成果發表原則。檢討整地及苗圃設置的工作進度，討論三月土質改善和集苗的作法。
第三次工作會議	2012.03.23	檢討三月份土質改善、苗圃設置和集苗成果，並討論四月份第一期苗木栽植的作法與期程。
第一期苗木栽植活動	2012.04.18	由試辦區工作團隊成員栽植，體驗種樹過程。
第四次工作會議	2012.06.08	檢討第一期苗木栽植現況，並草擬第二期苗木栽植活動方式。
第五次工作會議	2012.07.27	討論第二期苗木栽植活動辦理方式與分工。
第六次工作會議	2012.09.04	確認第二期苗木栽植活動流程、志工召集進度。
第七次工作會議	2012.10.02	確認第二期苗木栽植場布及流程細節。
第二期苗木栽植活動	2012.10.20	由國小學童、社區長者、志工、長官共 140 人，共同參與，瞭解試辦區理念並進行苗木種植。
第八次工作會議	2012.11.14	討論苗圃撫育及苗木監測方式。
第一次監測培訓	2012.12.05	至梅林國小對教師進行苗木監測方式解說。
第二次監測培訓	2012.12.09	在湖山水庫志工培力課程中進行苗木監測解說。
第九次工作會議	2013.01.09	成果檢討。苗木長期管理撫育策略討論。
第十次工作會議	2013.06.09	討論苗木補植數量、時間及監測方式。

