

計畫名稱：湖山水庫及鄰近地區棲地復育及改善方法試驗研究

英文名稱：Experimental habitat restoration and improvement of a lowland forest ecosystem in the Hushan Reservoir Area

計畫編號：150

全程計畫期間：2008 年 1 月 1 日 至 2013 年 12 月 31 日

本年計畫期間：2011 年 1 月 1 日 至 2011 年 12 月 31 日

計畫主持人：林瑞興

研究人員：簡錕榮、鍾雨岑、宋心怡、吳建龍

一、摘要

本計畫欲藉由實地調查及試驗操作，探討湖山水庫周邊的森林演替模式，尋找符合森林動態及經濟成本的復育策略。工作內容包括：(1) 分析研究地區植物群落現況及推估其演替模式；(2) 調查廢棄麻竹林的自然更新狀況，瞭解影響其演替方向的環境因子；(3) 藉由實驗操作，主動移除麻竹林及補植原生樹種，同時建立生態監測指標架構，瞭解復育的成效與困難；(4) 調查不同種類及試驗環境下之苗木生長狀況。本(2011)年度延續歷年調查結果，於湖山水庫北側的「自然生態保留及復育區」以及林務局阿里山事業區第 61 - 73 林班地進行各項調查與試驗。各工作重點之成果摘要如下：

(1) 斗六丘陵之植群演替最終期應為榕楠林帶。本研究利用植群調查資料所得之演替趨勢圖，建立適用於研究區域內之各植物物種演替分數，進行試驗區之演替推估。2010 年調查顯示「自然生態保留及復育區」目前植群演替階段處於初期與中期。

(2) 本計畫於斗六丘陵進行廢棄麻竹林與次生林植群調查，以 Cluster Analysis 分群共分為 3 型：香楠-白匏子型、龍眼-血桐型、稜果榕-水同木型。再以 DCA 分析植群與環境因子之相關性，發現植群分型與地形及人為干擾有關。3 種植群型之演替分數有所差異，代表下坡溪谷植群的稜果榕-水同木型的演替分數最高，稜線植群的香楠-白匏子型次之，而中坡之龍眼-血桐型最低，此型之喬木層種類數及林下小苗出現種數也低於另外 2 型。推測因中坡環境適合麻竹生長，多數適應稜線及下坡溪谷環境之物種，無法與麻竹競爭所致。此植群型林下以龍眼小苗數量最多，因此建議進行經營管理時，在中坡處伐除麻竹及大徑級龍眼，並輔以補植適宜樹種。至於稜線及溪谷因小苗種類較多，僅規劃移除麻竹競爭的策略即可。

(3) 本計畫於 2008 - 2009 年於 3 個 1 ha 試驗樣區減少 0.2 ha 麻竹林面積並補植原生樹苗，並設置控制樣區(n=2)及不伐竹僅補植樣區(n=3)。伐竹樣區之原生種源萌發狀況良好，但除草撫育之維護成本較高。本計畫並建立生態監測指標

架構，監測試驗樣區之棲地結構、物種多樣性及生態系功能之變化。生態監測指標顯示，至 2011 年為止，各樣區之喬木層種類及密度有明顯增加，又以伐竹樣區之增加幅度最大。伐竹會增加外來種植物入侵之風險，但控制樣區也會因為竹叢倒塌或地形改變，使外來種植物有入侵機會。其餘指標依照各樣區特色，有不同的變動趨勢，仍需更長時間或更大尺度，才能瞭解試驗處理之影響。

(4) 本研究共種植 8 種 900 棵苗木，進行存活率與生長量調查。發現伐竹樣區之人工栽植苗木地徑與高度成長速度高於其他試驗樣區，但苗木存活率偏低。水同木適生於無遮蔭的開闊環境。菲律賓饅頭果能耐受林下煤煙病的危害，適生麻竹闊葉混合林環境中。稜果榕能在伐竹及天然林遮蔭環境下快速生長，惟易受煤煙病影響且易斷。軟毛柿、刺杜密及無患子，在開闊地或遮蔽環境中存活率較佳。未來將新增 41 種 200 多棵自然萌發之實生苗木監測調查，可做為復育樹種名單之補充參考。

Abstract

The ongoing construction of the Hushan Reservoir dam in central-western Taiwan will inevitably result in the loss of wildlife habitats. The purpose of this study proposes possible restoration strategies considering current habitat status, forest dynamics and economic costs. To gather the relevant information, we firstly developed the potential succession stages in the study area. Secondly, we surveyed Ma Bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*) plantations which have been abandoned for some time to evaluate the levels of ecological recovery. We also evaluated the effects and costs of felling Ma Bamboo and planting native saplings to accelerating the recovery. Finally, we developed ecological indicators to understand how wildlife communities respond to different restoration actions.

The Ficus-Machilus forest habitat is believed to be the climax vegetation of the study area. We found that the abandoned bamboo plantations are now in the early phase of succession. CA and DCA analysis classified the plantations into three types: the *Machilus zuihensis-Mallotus paniculatus* type, the *Euphoria longana-Macaranga tanarius* type and the *Ficus septica-Ficus fistulosa* type. The vegetation types are known to be influenced by terrain and human activities. the *Euphoria longana-Macaranga tanarius* type, which is the dominate type at mid-slope, has the lowest succession index and seedling species. We suggest that beside remove the competition form the bamboo, additional plantation is needed to accelerate natural regeneration at mid-slope.

Ecological indicators reveal that removing bamboo can accelerate natural regeneration in the area. Species number and community density increase significantly in the canopy layer of clear-cut area within three years. We also observed

that the growth rate of seedlings in the clear-cut area was the highest but their survival rate was lower than seedling in the non-cut area, possibly due to the lack of shade. The cost of maintaining the seedlings in the clear-cut areas was high. Therefore, we suggest that the restoration plan should be adjusted given its budget and the aim of restoration.

關鍵詞：復育策略、自然恢復、森林生態系復育

二、計畫目的

生態系統退化將會對人類生活造成負面影響，生態復育即為啟動生態系統恢復，使該系統回復良好的穩定性及生態系服務功能(Rapport *et al.* 1998; Clewell 2004; Cairns 1990; Henry and Amoros 1995)。湖山水庫工程計畫用地位於雲林縣斗六市東側丘陵地，面積約400 ha，該用地範圍已知為臺灣西部低海拔具有高度生物多樣性的地點之一，且為保育鳥類八色鳥(*Pitta nympha*)的重要分布地，水庫開發必然對當地生態造成負面影響。

為因應水庫開發造成的生態損失與負面影響，衍生有湖山水庫工程計畫生態保育措施的擬定與施行(經濟部水利署中區水資源局2005)。「湖山水庫工程計畫生態保育措施」中「森林生態系統」的研究方向即為在水庫須興建的前提下，如何透過生物多樣性補償(biodiversity offset)來降低水庫興建的負面效應(ten Kate *et al.* 2004)。雲林低海拔丘陵地區的植被類型為低地常綠闊葉林(劉 2003)，原生樹種主要為榕屬及楠木類植物之榕楠林帶(Su 1984)。因此，湖山水庫森林生態系復育計畫初步以「森林生態系」為復育的主體，在瞭解當地演替過程及控制因子後，增加原生低海拔闊葉樹林的覆蓋面積，期望能增加森林性物種所需的核棲地面積，並減少該類物種在不同棲地區塊間移動的障礙。

斗六丘陵今多為栽種麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)為經濟作物(呂等 1997)，部分早年耕作的麻竹林，因為地處偏僻而遭廢棄(楊 2008)。但麻竹生長快速、能長久佔據生育地、具有毒性、落葉量多、引發底層煤煙病等諸多效應，影響底層苗木萌發與生長(Chou and Hou 1981; Griscom *et al.* 2007; 張及范 1989; Nelson 2008)。在生態系中，只有當竹子開花結束生活史之後，底層的植被才能開始由先驅樹種開始演替(Griscom and Ashton 2003)。斗六丘陵除因湖山水庫興建的壓力外，也面臨棲地退化壓力。本試驗計畫目的之一，即欲嘗試以人力處理代替自然的過程，經由主動伐除麻竹及種植原生苗木的過程，來加速闊葉林演替，並評估復育過程所須之成本及成效。

森林生態的復育是相當艱難且長期的工作，復育過程中，應建立監測指標展

現復育成效，同時對阻礙因子進行提前預警。森林生態系的運作十分的複雜，監測指標應涵蓋不同層次與面向，包括棲地結構、物種多樣性與生態功能等都應考量，並顧及各類群的生物。除了生態系各面向之外，也應包含社會經濟之指標，以供未來決策時進行考量(Lawton *et al.* 1998; Vallauri *et al.* 2002)。優良的指標要能反映環境狀況，且與復育的目的或決策項目有關，並有易理解、易測量、能預測、對改變具敏感性、在相同環境間具有一致性等特點(Dale and Beyeler 2001)。依照美國環境保護署訂立的指標選擇的指導方針(Jackson *et al.* 2000)，在選定指標後應建立標準的作業程序以減低誤差，以利進行長期監測。

本計畫欲藉由實地調查及試驗操作，探討湖山水庫周邊的森林演替模式，欲尋找符合森林動態及經濟成本的森林復原策略，以提供未來森林生態系統復育規劃之參考。工作內容包括：(1) 分析研究地區植物群落現況及推估其演替模式；(2) 調查廢棄麻竹林的自然更新狀況，瞭解影響其演替方向的環境因子；(3) 藉由實驗操作，主動移除麻竹林及補植原生樹種，同時建立生態監測指標，以瞭解復育的成效與困難；(4) 調查不同種類及試驗環境下之苗木生長狀況。研究及試驗範圍位於湖山水庫北側的「自然生態保留及復育區」以及林務局阿里山事業區第 61 - 73 林班地(圖 1)。

本計畫 2008 年開始執行以來，已有不少重要成果。斗六丘陵之植群演替最終期應為榕楠林帶。本研究利用植群調查資料所得之演替趨勢圖，建立適用於研究區域內之各植物物種演替分數，進行試驗區之演替推估。2010 年調查顯示「自然生態保留及復育區」演替階段處於初期與中期(圖 2)。本計畫於 2008 - 2009 年於 3 個 1 ha 試驗樣區減少 0.2 ha 麻竹林面積並補植原生樹苗，並設置控制樣區(n=2)及不伐竹僅補植樣區(n=3)(圖 3)。伐竹樣區之原生種源萌發狀況良好，但除草撫育之維護成本較高。本計畫並建立生態監測指標架構，監測試驗樣區之棲地結構、物種多樣性及生態系功能之變化(表 1)。此外，本研究共種植 8 種 900 棵苗木，定期調查其存活率與生長量，以瞭解不同苗木之生長特性(表 2)。本年度(2011)延續歷年調查，研究重點包括；斗六丘陵廢棄麻竹林自然更新狀況、主動更新試驗樣區之生態監測指標趨勢、不同種類及試驗環境之苗木成長狀況。

三、重要工作項目及實施方法

研究地區

本計畫執行地點為雲林縣林內鄉及斗六市東側丘陵地，主要屬林務局阿里山事業區第 61 - 73 林班(圖 1)。整體研究區北以濁水溪與彰化縣二水鄉相鄰，東邊則以清水溪與南投縣竹山鎮接壤。區域內最高點位於斗六市南側與古坑鄉、竹山

鎮交界的木瓜潭山(海拔高度 519 m)，區內海拔高度多在 300 m 以下。稜線西側為北港溪上游集水區，主要由砂岩、頁岩及礫岩所組成，溪流上游近山稜處形成許多邊坡陡峭的侵蝕山溝(林及周 1974)。研究區為臺灣重要野鳥棲地之一(中華民國野鳥學會 2001)，另林務局於 2008 年已將 61 - 70 林班公告為「雲林湖本八色鳥野生動物重要棲息環境」。主動更新之試驗範圍則為於湖山水庫北側「自然生態保留區與復育區」(舊稱培厚區 A，以下簡稱復育區)中。

本計畫主要的調查樣區依其各自試驗目的、所在位置及層級區分為：(1)廢棄麻竹林樣區，(2)位於復育區內的試驗樣區，及(3)位於試驗樣區內的植物永久樣區等 3 種樣區。廢棄麻竹林樣區位於 61 - 73 林班地及其周遭，沿既有道路、農路、林徑及溪谷河床尋找，選取 35 個不同人為干擾程度之麻竹林樣區及 15 個次生林樣區進行植群調查，各樣區距離 100 m 以上(圖 4)。主動更新伐竹試驗之樣區則位於湖山水庫北側的復育區，於 2008 年已設置 8 個 1 ha(編號為 No.1、No.4 - No.10)、1 個 1 ha 檳榔園及 1 個 0.25 ha(編號為 No.3)的試驗樣區(圖 2)。植物永久樣區則有 24 個，每個試驗樣區內各設置 3 個，每個面積為 250 m²。

(一) 植群調查

1. 廢棄麻竹林樣區

本研究植群調查採用多樣區法(multiple plot method)，樣區大小為 10×25 m²，每一樣區由 10 個 5 m×5 m 的方形小區所組成，調查時將植物區分為喬木層及地被層。而於樣區內量測胸高直徑(DBH) ≥ 1 cm 之木本植物，列入喬木層，記錄樹種名稱與胸徑。其他胸高直徑小於 1 cm 之樹種及草本植物等皆列為地被層，並評估其覆蓋度。另外，在每個 10 × 25 m² 的樣區內，選擇 2 個 5 × 5 m² 的樣區進行 DBH 未滿 1 cm 之木本苗木數量調查，以瞭解不同干擾程度及地形之麻竹林下，小苗的數量及組成。對於爾後森林復育之樹種選擇，能有更多的資訊可供參考。喬木層調查所得之植群數據，依物種計算其密度、頻度、優勢度後，再將結果轉換為相對百分率，各百分率加總即為重要值指數(important value index, IVI)(劉及蘇 2000)，再製作物種原始矩陣供分析使用。維管束植物之學名則依據 Flora of Taiwan Vol. 6(Editorial Committee of the Flora of Taiwan 2003)。未來希望能由環境因子得知特定地區的演替的速度及方向，因此另外記錄樣區環境因子如下：

(1) 海拔高度：海拔高為高層次之環境因子，其可能會造成氣候上的改變，為一直接影響因子，可作為局部氣溫之評估值。而其量測則利用 Garmin 60CSx 攜帶式衛星定位儀其內建氣壓式高度計直接量測。

(2) 坡度：坡度指生育地地面之傾斜度，生育地之坡度控制了太陽的入射角，而

影響到太陽之輻射強度及局部氣候，所以坡度常與其他因子合併考慮，以評估局部氣候因子。其量測方式則於生育地上利用傾斜儀直接量測數次，而取其平均，記錄讀數。

- (3) 坡向：方位係指樣區或生育地最大坡度所面臨的方向，此方向即與等高線垂直之線所指的方向。
- (4) 水分梯度：方位角的不同會對溫度、日照、濕度與土壤水分造成差異，故將其角度轉化成效應之相對值，利用 Day and Monk(1974)的水分相對指標值，其將一圓周切分為 16 等級，而給予乾與濕區分。東北向最陰濕(16)，西南向最乾燥(1)，而給予 1 - 16 之相對值。
- (5) 干擾程度：以近幾年有無挖筍之痕跡、有無促進竹林生長之砍竹疏伐痕跡、是否對竹林下植被進行清理以及竹叢中是否有老死之竹桿等，進行人為干擾程度評估，將樣區分為 3 個干擾級，竹林有挖筍、砍竹及地被清除者是為干擾最嚴重的第 1 級，僅有前述 1 到 2 種干擾者視為第 2 級，無人為干擾而僅剩大量枯竹的竹林環境則視為第 3 級，無人為干擾且無竹叢存在的次生林則為第 4 級。
- (6) 地形位置：以樣區所在坡面為描述基準，將地形位置分為 1(稜線)、2(上坡)、3(中坡)、4(下坡近溪谷)4 種代表值。

植群分析部分則以 Hierarchical Cluster Analysis 分群並列表比較，再以 Detrended Correspondence Analysis(使用 R 軟體)分析植群與環境因子之相關性。

2. 植物永久樣區

目前試驗樣區的三種試驗處理方式為：第 1、6、7 樣區為降低麻竹密度並補植原生樹種(B-T+)，第 3、4、9、10 樣區為不降低麻竹密度但補植原生闊葉樹種(BOT+)及第 5、8 樣區為不做處理的控制組(BOT0)。植物永久樣區的調查方法同「廢棄麻竹林樣區」，共設置 24 個固定樣區，樣區內喬木層每株予以掛牌並進行編號。喬木層調查頻度每 3 年 1 次，地被層草本植物出現因季節而異，調查頻度為每年春季調查 1 次，用以監測不同試驗處理下物種變化與植群演替情形。

3. 演替推估

演替分數(successional index)為評估演替階段常用的方法之一，以樣區中耐陰性樹種的優勢度，探討植群的演替進程(Petriere *et al.* 2004)。藉以在未來瞭解復育處理是否能有效促進復育區之演替速度，及預期植群演替之方向。湖山水庫及

周邊地區，依據近年於斗六丘陵及鄰近的八卦山區進行的植群研究所得之演替趨勢圖為背景(陳 2007；楊 2008)，已經建立各植物物種之演替等級分配。外來物種及人為栽植之經濟作物或不易評定級分之物種計為0分，以1分代表演替初期，5分代表演替中前期的植物物種，10分代表演替中後期及15分代表演替後期：

- 0分：** 柑橘、馬拉巴栗、樹薯、龍眼、檳榔、九重葛、千年桐、芒果、柚木、荔枝、鳳凰木
- 1分：** 小葉桑、山黃麻、白匏子、血桐、烏皮九芎、野桐、構樹
- 5分：** 九芎、土密樹、牛奶榕、白白、呂宋莢迷、烏白、無患子、菲律賓饅頭果稜果榕、裡白蔥木、蓮草、龍船花、蟲屎、苦楝、華八仙、薄姜木
- 15分：** 九節木、大葉木犀、大葉釣樟、大葉楠、山柚、天仙果、水冬瓜、火筒樹、玉山紫金牛、江某、米碎柃木、杜英、刺杜密、狗骨仔、金銀花、紅楠、香楠、茜草樹、軟毛柿、黑星紫金牛、圓葉雞屎樹、臺灣朴樹、樟樹、樹杞、燈秤花、薄葉玉心花、雞屎樹、臺灣山香圓、臺灣雅楠、頷垂豆、澀葉榕

演替分數建議每3-5年於永久樣區調查1次。評估演替分數時，建議以喬木層(3 m以上)為主，調查僅計數胸高直徑(DBH)大於1 cm之植株。本研究同時建立地被層各種類植物之演替分級，如附錄1，但地被層種類較多，較花時間並仰賴專業人力，如欲進行監測，應視人力調整。

本計畫評估自然生態保留及復育區中24個植物永久樣區之演替級分，以瞭解棲地現況。統計喬木層每1種植物之株數、胸高直徑及覆蓋度，再轉換為相對密度、相對優勢度及相對覆蓋度，而後加總為重要值指數(important value index, IVI)，當得知一樣區中各物種之IVI值，即可計算其演替分數，其公式如下：

$$\text{密度(density)} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所調查之總樣區面積}}$$

$$\text{頻度(frequency)} = \frac{\text{某種植物出現之總樣區數}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{喬木層優勢度(dominance)} = \frac{\text{某種植胸高斷面積總和}}{\text{所調查之總樣區面積}}$$

$$\text{相對密度(relative density)\%} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所有植物密度之總和}} \times 100\%$$

$$\text{相對頻度(relative frequency)\%} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所有植物頻度之總和}} \times 100\%$$

各物種IVI = 相對密度 + 相對頻度 + 相對優勢度

$$\text{演替分數} = (\sum \text{物種 IVI} \times \text{級分}) / \sum \text{物種 IVI}$$

(二) 主動更新試驗

1. 伐竹及種樹

本研究則欲利用人工伐除麻竹方式，降低麻竹林覆蓋面積，來瞭解麻竹林對森林演替的影響。比較人工主動移除與麻竹林天然更新之差異，並評估其效果與成本效益。伐竹樣區於試驗年度乾季時期，2008年10月至2009年2月進行第1期伐竹，2009年10月至12月進行第2期伐竹。實施麻竹伐除之乾季期間，多數植物生長減緩或停止，地被層草本植物多為乾枯，於此時期進行麻竹伐除作業除可降低對周邊植物的傷害，並可減少對原生育地內其他生物之干擾。麻竹移除的覆蓋面積，現場以皮尺實地測量而得。伐除作業時採用電鋸伐倒，並進行枝條及分節後移置適當區域的方式處理，以減少對其他苗木的影響，並加速麻竹枝葉的分解。詳細試驗砍竹處理的步驟及成本如附錄2。

於伐竹之後，欲藉由種樹來改善森林演替，並評估其成效與成本。在復育初期，種植苗木時即記錄種植的數量。本計畫於2008年2月至5月進行湖山水庫及鄰近地區原生天然下種苗木之收集，採集所得苗木先移植於設置在林內鄉湖本村當地果園農地內的臨時苗圃，之後再將植株優良健壯之苗木作為試驗用之植栽。栽植原生苗木之步驟與成本估算如附錄2。2009年4月進行第1批種樹775棵，2010年7月進行第2批種樹450棵，選擇其中8種900棵苗木持續監測其存活率與生長量。

2. 復育指標

2009年建立了復育監測指標，欲以各種生態指標(ecological indicators)來監測復育試驗區的棲地結構、物種多樣性與生態功能，涵蓋了植物、無脊椎動物、鳥類、外部指標類別，並建立操作標準流程。指標架構建立之後，每年持續以執行之實際經驗，考量成本、人力與棲地狀況，調整調查或分析方法。本年度(2011)完成蒐集4大類(植物、無脊椎動物、鳥類、外部壓力)共20項監測指標之數值(表1)，並對2008-2011年所蒐集的數據進行整合，比較各樣區指標之年變化，及探討各種復育處理之間的差異，以及樣區特性對森林復育成效之影響。

(1) 植物指標

- 麻竹覆蓋度：依照正射化影像圖進行分析。計算時係將1 ha樣區劃分為100個10 m × 10 m小方格，若小方格內麻竹覆蓋超過80%則予權重值為1，而若為麻竹覆蓋度介於20-80%之間歸類為混合林，給予麻竹覆蓋權重值為0.5，其餘類型給予權重值0。各樣區麻竹覆蓋度為前述權重值的總和。

- 闊葉林覆蓋度：依照正射化影像圖進行分析。計算時係將 1 ha 樣區劃分為 100 個 10 m x 10 m 小方格，若小方格內闊葉林覆蓋超過 80% 則給予權重值為 1，而若為闊葉林覆蓋度介於 20 - 80% 之間歸類為混合林，給予闊葉林覆蓋權重值為 0.5，其餘類型給予權重值 0。各樣區闊葉林覆蓋度為前述權重值的總和。
- 喬木層種類數：各樣區植物永久樣區所調查到的所有喬木種類數進行總計。
- 喬木層密度：各樣區各植物永久樣區的喬木數量平均，換算成每公頃密度。
- 喬木層植物多樣性指數：調查植物永久樣區內喬木層種數及數量，進行 Shannon 多樣性指數分析。
- 喬木層演替分數：各樣區各植物永久樣區之演替分數平均。
- 小花蔓澤蘭覆蓋度：估計永久樣區小花蔓澤蘭的覆蓋度，換算成百分比。
- 大花咸豐草覆蓋度：估計永久樣區大花咸豐草的覆蓋度，換算成百分比。

(2) 昆蟲指標

- 昆蟲生物量：成蟲燈光誘集於 4、6、8 及 10 月共 4 次調查，燈光誘集於農曆月初及月末，任選 2 天進行。將燈光誘集器放置在 8 個樣區的中心點，並於 19:30 - 20:00、20:30 - 21:00、21:30 - 22:00、22:30 - 23:00，4 個誘蟲效果最好時段進行誘集。使用乙酸乙酯約 30 ml 放入燈光誘集器內。於隔天 7:30 - 9:00，將燈光誘集器中的昆蟲放入保鮮盒中蓋上蓋子，帶回研究室進行鑑定。各樣區每次所誘得昆蟲，依其不同目分類，秤量乾重，每一樣區成蟲採合併測量，進行生物量之分析。以定量採集方法所獲得的總數，秤其乾重量進行年間的比較。
- 蛾類成蟲生物量：挑出鱗翅目成蟲。各樣區鱗翅目成蟲乾重採合併測量(精確至 0.1 g)。將相同型態的成蟲編號並計算數量，製作成標本。保存每一表型種之證據標本，再依據檢索表鑑定。
- 蛾類成蟲數量：計算每樣區蛾類隻數，各月份相加。
- 蛾類成蟲種類數：每樣區蛾類種類數，因鑑種不易，採各月份種類數平均。

(3) 鳥類指標

- 鳥類族群密度：以固定半徑定點計數法(point count)進行樣區內鳥類族群密度調查，於 8 個樣區的中心點進行地查，另選檳榔園樣區及 3 個耕作中的麻

竹林樣區(C1、C2、C3)作為比較樣點。於繁殖季3-5月，每2週1次，由2名調查員分別由調查樣線的兩端對向而行。調查時間為日出前15 min至日出後3 hr。每個樣點停留時間為6 min，記錄停留時間內所看到或聽到的鳥種、數量、與調查者間的水平距離。距離分為<30 m，30-50 m，>50 m三個間距，飛行而過或空中盤旋者亦記為>50 m。各樣區之鳥類密度僅以30 m內之紀錄進行估算。密度計算公式如下： $D=n \times 10^4 / (\pi r^2 C)$ ，單位為每公頃隻數。其中n為特定基礎半徑內記錄的總隻數；r為特定基礎半徑(m)，本計畫固定為30 m；C則是調查次數。

- 總鳥種數：各試驗樣區定點調查，對位於樣區中心點<30 m以內的所有類數進行總計。
- 森林性鳥種比例：為瞭解復育森林生態系的成效，以森林性鳥種數的變化作為監測指標，預期隨著闊葉林的演替成長，因食物或棲地增加，森林性鳥種數與比例也將提高。分析由定點計數法，採30 m以內紀錄之鳥種所得之鳥種資料，參考翟(1977)對於森林性鳥種之界定以及本計畫歷年之調查經驗，計算該樣區森林性鳥種比例如下：森林性鳥種數/全部鳥種數。
- 保育類雉科相對密度：雉科鳥類是對森林依存性較高的類群，本計畫選用復育區內2種保育類雉科藍腹鷓(*Lophura swinhoii*)與臺灣山鷓鴣(*Arborophila crudigularis*)的相對密度做為監測指標。本研究採用紅外線自動照相機拍攝之張數，進行OI值(Occurrence Index)計算： $OI = \text{有效隻數} / \text{相機工作時數} * 1000$ 。
- 鳥類族群結構：主要在No.4-No.10等7個試驗樣區內進行，調查時間為繁殖季(3-9月)。繁殖季每月進行2次調查，每次調查共架設18張霧網(12 m x 4層)，作業時間由天亮至天亮後6個小時；每次平均覆蓋於7個試驗樣區。藉由繫放所得資料，計算復育區整體鳥類成幼鳥比例作為繁殖狀況之指標。

(4) 外部指標

- 水庫開發程度：依照正射化影像圖，分析水庫開發區中裸露地及草生地的比例，瞭解水庫區開發的進程，及推測對於復育區生物多樣性的可能影響。
- 狩獵壓力：以訪談調查人員及當地居民，詢問其發現狩獵跡象的次數與狀況。藉以瞭解復育區整體及鄰近區域遭受狩獵壓力的程度。以發現狩獵跡象的次數及陷阱樣式，評估其影響的物種及範圍，以及對當地野生動物多樣性造成的影響。

- 劇烈天候次數：至中央氣象局颱風資料庫搜尋當年颱風個數及陸上颱風警報發布個數。

(三) 麻竹對苗木影響之試驗

本研究為了解麻竹對於原生林木發育的影響，以及不同苗木之生長特性。於不同試驗環境(伐竹環境、麻竹林環境、次生林環境)栽植苗木，並測量苗木生長量變化差異情形。砍竹開闢地為上層麻竹清除後之較大面積開闢地。竹闊混合林為有 60%以上面積為麻竹所生長之均勻林相，且以主竹叢根部生長位置邊界以外之 5 m 距離範圍內為影響區域。次生林環境麻竹潛在影響範圍外之闊葉林下，

本試驗延續 2008 年的樹苗栽植工作，於 2009 年 4 月份繼續進行第一期試驗苗木栽種，選取當地優勢樹種，計有香楠(*Machilus zuihensis*)、杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、稜果榕(*Ficus septica*)、水同木(*Ficus fistulosa*)、菲律賓饅頭果(*Glochidion philippicum*)等 5 種共 450 棵，2009 年 7 - 12 月份每月除草撫育 1 次。於 2010 年 7 月再續種第二期苗木 450 棵，包含杜英、刺杜密(*Bridelia insulana*)、香楠、軟毛柿(*Diospyros eriantha*)、無患子(*Sapindus mukorossii*)5 種，2 次栽植之試驗苗木共 8 種 900 棵(表 2)。2010 年 5 - 9 月份每月除草撫育 1 次。

在復育初期，種植苗木時即記錄種植的數量。並於每年 4 月及 11 月時觀測下列項目。2009 年 11 月為第一次苗木調查，作為該苗木生長之基值。另於各永久樣區內尋找林下生長小苗，選擇主幹枝條皆完整、地徑小於 1 cm 且苗高 30 cm 以下之實生苗，量測項目與時間同人工栽植苗木。永久樣區林下實生苗則以 2011 年四月觀測植作為該批苗木生長基準。記錄項目如下：

1. 苗木存活狀況(存活或死亡)。
2. 高度(cm)：苗木從地際至生長點之高度。
3. 覆蓋面積(cm^2)：測量苗木垂直投影(長×寬)覆蓋面積。
4. 地徑或胸徑(cm)：利用游標尺測量苗木地際之地徑。若樹高於 1.3 m 處已有 >1 cm 的胸徑，即開始改測量胸徑。
5. 煤煙病：記錄苗木有或無煤煙病。
6. 竹葉厚度(cm)：利用魯班尺測量並記錄苗木地際所被覆蓋竹葉厚度。

上述調查所得數據，分別進行下列分析：

1. 苗木存活率：分別計算不同樣區內不同物種之苗木存活率。
苗木存活率(%)=(苗木存活株數 / 樣區試驗總株數)× 100
2. 苗木高度變化：以第一年生長季結束後(冬季)所調查之高度為基準，於次年調

查記錄高度後，比較年間不同物種之高度差異，及不同樣區內不同物種之苗木每年之平均高度生長量。

3. 覆蓋面積變化：以第一年生長季結束後(冬季)所調查之覆蓋面積為基準，於次年調查記錄覆蓋面積後，計算前後兩年之面積變化，並計算不同樣區內不同物種之苗木每年之平均覆蓋面積擴增量。
4. 地徑或胸徑變化(cm)：以第一年生長季結束後(冬季)所調查之數據為基準值，之後每年4月及11月調查記錄地徑或胸徑，比較年間不同物種之生長差異，及不同樣區內不同物種之苗木每年之平均地徑或平均胸徑增加量。

以所得數據進行差異分析，了解伐竹環境、麻竹林環境、次生林環境等不同試驗處理，影響苗木存活率、高度、覆蓋面積及地徑的差異情況，找出不同環境下適合種植的樹種。

四、結果與討論

(一) 斗六丘陵廢棄麻竹林自然更新狀況

本年度(2011)延續2010年多樣區法(multiple plot method)調查方式，於雲林縣古坑、林內地區，尋找四周較無竹林包圍的殘存次生林(n=15)，與廢棄麻竹林(n=35)資料合併分析後可分為3型(圖6)：1.香楠-白匏子型：主要以香楠、白匏子、杜英、血桐及相思樹為喬木層，灌層則是九節木、山柚仔、咖啡，主要分布於中上坡及稜線。2.龍眼-血桐型：喬木層為龍眼、血桐、稜果榕、白匏子等，林下則是咬人狗、無患子、菲律賓榕。主要分布於中下坡。3.稜果榕-水同木型：喬木主要為稜果榕、水同木、菲律賓榕、咬人狗等，灌層則為龍眼、香楠、大葉楠、刺杜密等，分布於下坡及溪谷。DCA的結果(圖6)顯示，本區植群分布與地形及人為干擾有關，地形越高則干擾狀況越少，與調查的次生林多殘存於上坡及稜線處的情況符合。

3種植群型的演替分數，以稜果榕-水同木型為最高，香楠-白匏子型次之，龍眼-血桐型最低(表3)。植群分型與地形相關，此排序亦展現中坡之演替分數低於稜線與溪谷。各型演替狀況及推測可能影響演替之生物及環境因子說明如下：

1. 龍眼-血桐型位於中坡，不僅演替分數低，喬木層種類數及林下小苗出現種數也遠低於另外2型。推測因中下坡陽光及水分充足，使麻竹能快速生長，多數適應稜線及溪谷環境之物種，在中坡無法與麻竹競爭所致。此植群型林

下以龍眼小苗數量最多，推測其種子除重力傳播外，亦有其他野生動物傳播。即使麻竹死去或伐除，龍眼仍會成為林冠之優勢且產出大量小苗。

2. 演替分數次之的香楠－白匏子型，多位於稜線及稜線兩側之坡面，環境較為乾燥且風強，當地竹叢稀疏。推測因林下光照增加，使在此生長之樹種種類多樣，但也存在如大葉桃花心木、摩鹿加合歡、咖啡等非原生樹種的小苗。
3. 稜果榕－水同木型位於溪谷，環境水分充足、日照較少，枯死竹木及枯落物分解快，此植群型多為耐陰樹種，且能在麻竹引發的煤煙病環境中存活良好。

雲林縣斗六丘陵之植群，演替受地形環境、人為開發等影響，竹林亦會影響當地森林更新，因各種植群類型之演替更新狀況不同，在進行森林復育時，應採取不同的策略。

1. 中下坡之竹林生長茂密且林下苗木種類及數量稀少，建議在中坡處伐除麻竹及大徑級龍眼，並補植適宜之樹種。
2. 竹林稀疏的稜線上坡，林木種類較為多樣但參雜許多外來樹種，宜適度伐除竹叢及非原生種之苗木，使林下喬木獲得較多生長空間。
3. 資源豐富的溪谷環境，森林更新則受竹林造成的遮蔭及煤煙病害影響，建議定期伐去新生幼竹及幼筍，使竹叢自然老化去即可。一般若處於種源充足的狀況下，無需補植樹種。

(二) 主動更新試驗樣區之生態監測指標趨勢

對 2008 - 2011 年的監測指標成果進行整理與年間比較。整體而言，喬木層種類數及密度有顯著增長，伐竹處理尤其對喬木層種類數及多樣性有顯著幫助。但演替後期樹種的更新較慢，演替分數尚無明顯上升。伐竹處理會增加外來種植物的入侵風險，但沒有伐竹的區域在竹叢倒塌之後，也會增加外來種植物的入侵機會。每個樣區都有獨特的特性，對試驗處理的反應不盡相同。昆蟲及鳥類監測有些會受試驗處理影響而有變化，如森林性鳥類比例在某些伐竹處理樣區有會下降。但大部分昆蟲及鳥類指標尚無法有明顯趨勢，因尺度關係，樣區監測指標又常會受鄰近樣區環境變動的影響。各項指標監測成果與說明如下分項所述。

1. 植物指標

重新檢視計畫目標後，本年度調整少數植物指標之項目，將地被層種類數指標改成監測外來種植物(小花蔓澤蘭、大花咸豐草)之覆蓋度，並增加喬木層密度的監測指標。希望能更清楚的展現森林結構變化，以及反應試驗處理相關改變。

麻竹覆蓋度、闊葉林覆蓋度、水庫開發程度，因缺乏近 2 年之航照圖，無法得知近期變化。建議未來至少每 2 年應拍攝航照圖進行分析，才能將地景變化與其他指標搭配，更瞭解森林復育策略之成效。

- 麻竹覆蓋度(圖 7a)：樣區竹林覆蓋度介於 30 - 60% 間。1、6、7 樣區於第一期伐竹處理減低 10% 竹林覆蓋度。前 2 年變化不大，但缺乏 2010 年及 2011 年航照圖，只能反映第一期伐竹處理的成效。沒有伐竹處理的樣區，短期內竹林覆蓋度並未下降，有些樣區反而些微上升。
- 闊葉林覆蓋度(圖 7b)：除樣區 8 之闊葉林覆蓋度 60% 以上，其餘樣區闊葉林覆蓋度介於 20 - 50% 之間。監測時間太短，無法得知伐竹及種植樹苗之後，闊葉林覆蓋度之變化。
- 喬木層種類數(圖 7c)：種類有顯著成長，以陽性樹種為主要增加的樹種。喬木層種類數，2008 - 2009 年各樣區介於 6 - 25 種，2011 年因自然更新，種類數增加至 17 - 39 種。伐竹樣區增加幅度為 12 - 18 種，未伐竹樣區增加幅度僅 5 - 14 種。1 號及 7 號增加速率明顯高於其餘未伐竹樣區。
- 喬木層密度(圖 7d)：密度有顯著成長，以陽性樹種為主要增加的樹種組成。樣區密度由 2008 - 2009 年介於 124 - 1,240 株/ha，2011 年自然更新增加至 1,520 - 2,440 株/ha。以生長快速的陽性樹種為主要組成，如榕屬植物、白匏子、構樹、血桐、白白、柚木、山黃麻、台灣紫珠...等為主。
- 喬木層植物多樣性指數(圖 7e)：喬木層多樣性，前兩年除第 1 樣區於低於 1，其他樣區都在 1.3 以上。第 1 樣區在伐竹處理之後，2011 年多樣性指數增高至 1.57。其餘樣區多樣性指數變化不大。
- 喬木層演替分數(圖 7f)：3 號樣區喬木層演替分數最高，在 10 以上。其餘樣區之演替分數落在 4 - 10 之間。喬木層演替分數年間變動不大，因演替後期樹種的更新較慢，有待更多年份持續監測，以瞭解試驗處理對演替的影響。
- 小花蔓澤蘭覆蓋度(圖 7g)：伐竹處理的第 7 樣區，小花蔓澤蘭生長快速。以每月除草一次的頻率，依舊在伐竹空隙成長，達到 10% - 20% 覆蓋度。預期陽性樹種成長後，可抑制其生長。沒有伐竹處理之第 8、第 10 樣區，則因地形崩落或竹叢自然倒塌，使得森林空隙出現，使外來種植物有生長空間。
- 大花咸豐草覆蓋度(圖 7h)：伐竹處理的第 1、第 7 樣區，大花咸豐草生長快速。以每月除草 1 次的頻率，依舊在伐竹空隙成長，達到 10%-20% 覆蓋度。預期陽性樹種成長後，可抑制其生長。沒有伐竹處理之第 10 樣區，

則因竹叢自然倒塌、苗木自然更新狀況差，使得森林空隙出現，外來種植物有生長空間。

2. 昆蟲指標

- 昆蟲生物量(圖 8a)：昆蟲生物量趨勢不明，波動大。
- 蛾類成蟲生物量(圖 8b)：蛾類成蟲生物量整體有些微上升。生物量會被少數中大型種類所影響，如擬燈蛾科中的圓端擬燈蛾。2011 年第 6 樣區增加最顯著，但同為伐竹樣區之第 1 及第 7 樣區並無明顯增加的現象。
- 蛾類成蟲數量(圖 8c)：蛾類成蟲數量整體而言有上升趨勢。以第 6 樣區及其鄰近的 5 號樣區增加最顯著。其他樣區則各有增減。
- 蛾類成蟲種類數(圖 8d)：種類數變化不大。以第 8 樣區之平均種類數最高，但近年有下降的趨勢。其他樣區變化不大，短期看不出試驗處理的影響。

3. 鳥類指標

- 鳥類族群密度(圖 9a)：趨勢不明，試驗樣區及控制組趨勢大致相同。
- 總鳥種數(圖 9b)：2008 - 2009 年下降，2009 - 2011 年基本上持平。湖山水庫鄰近地區及復育區內之種類如附錄 3 所列之名錄。
- 森林性鳥種比例(圖 9c)：整體波動不大。1 號樣區因試驗伐竹處理而使森林鳥類比例明顯減少。6、7 號樣區雖然有伐竹處理，但可能是附近林像較完整影響較不明顯。
- 保育類雉科相對密度(圖 10)：台灣山鷓鴣在 2008 - 2009 下降後，維持在一極低的密度。藍腹鷓 2008 - 2010 年持續下降，雖 2011 年有回升，但未來還需持續監測其變化。
- 鳥類族群結構(圖 11)：近 3 年幼鳥捕獲率下降，但還需更多年份確認趨勢。

4. 外部指標

- 水庫開發程度(圖 12a)：2008 年開始動工，2009 年庫區落裸露地達 30%，後 2 年缺乏航照資料。
- 狩獵壓力：

2009 年庫區內有 6 筆通報含槍聲與獸夾，2010 年庫區內有 1 起槍聲。2011 年整體而言，中水局巡山員及社區巡守隊互相配合，已使庫區內狩獵

壓力減輕。少數偶發事件也能即時處置。如研究人員曾在自然保留及復育區發現數個鐵線索套，並目擊有可疑外籍勞工人員出入，經通報後，中水局已進行宣導。

然而令人憂心的是，庫區內棲地保存良好，反使盜獵者頻繁於庫區外圍捕獵。社區巡守人員表示，山豬、白鼻心、食蛇龜因市場價格良好，使捕獵者趨之若鶩，嚴重威脅於交界處活動之野生動物族群。但有礙於盜獵之取締與執法困難、執法人力不足，以及地下市場的經濟力量支持，使得庫區外圍的狩獵壓力不易降低。

- 劇烈天候次數(圖 12b)：2009 年莫拉克之後，近 2 年颱風頻率與強度沒有明顯增加。

(三)不同種類及試驗環境之苗木成長狀況

試驗苗木於 2009 年 4 月栽植第一期 450 株於湖山水庫復育區試驗地，於當年 11 月及次(2010)年 4 月各進行 1 次苗木複查。2010 年 7 月栽植第二期 450 株苗木，兩期共累計栽植 8 種 900 株試驗苗木(表 2)，並於 2010 年 11 月進行第三次苗木複查。而本(2011)年度則於 3 月及 10 月分別進行第四次及第五次栽植苗木複查。兩期所栽植之 900 株樹苗，截至本(2011)年 11 月為止，共計 654 棵試驗苗木存活，整體存活率 73%，平均存活率以高達 93%的軟毛柿居首，其次則分別為無患子(86%)及刺杜密(85%)。各樣區苗木平均存活率，以麻竹林環境 84%最高，伐竹環境 70%次之，次生林環境 69%最低(表 4)。

2010 年 11 月至 2011 年 11 月樣區間總平均地徑增加量(1.2 cm/年)及平均高度增加量(70.9 cm/年)、平均增加冠幅(1.3 m²/年)。上述所有增加量於 3 種環境皆有顯著差異(表 5、表 6、表 7)，伐竹環境的苗木，地徑及冠幅之平均增加量顯著高於麻竹林環境及次生林環境，樹高顯著高於次生林環境(表 5、表 6、表 7)。次生林環境之地徑、樹高及冠幅增加量，皆顯著低於其他 2 種環境(表 5、表 6、表 7)。次生林環境鬱閉，人工栽植苗勢必與數量飽和的當地植群競爭，處在無法取得光照及生長空間資源的劣勢之下，苗木凋萎、枯折的情形普遍，存活率相較其他 2 種處理樣區表現最差，樹高增加量出現負值情況。

試驗苗木樹種間比較，地徑平均增加量最大為水同木，最小則為無患子(表 5)；地徑、高度平均增加量最高為水同木，最低為刺杜密(表 6、表 7)。各樹種之平均地徑、樹高及冠幅，於不同處理環境中增長量有明顯的差異(表 6)：水同木的樹高及冠幅增長量在次生林環境的生長狀況明顯低於另外 2 種處理，推測是水同木較無法耐受次生林鬱閉陰暗的環境；杜英的地徑生長在伐竹環境有較明顯的

增加；刺杜密在伐竹環境的平均地徑、樹高及冠幅增長量，皆明顯高於另外兩種生長環境；香楠在三種環境中的生長表現皆不理想，其中又以次生林環境的增長量最低；軟毛柿的平均地徑增長量，在伐竹樣區的生長狀況較另外兩種環境佳；無患子在開闊的伐竹樣區平均地徑及樹高增長較明顯；菲律賓饅頭果的平均樹高及冠幅，在次生林增長量低於另外兩種環境；稜果榕在伐竹樣區的冠幅增長量，則明顯較另外兩種環境高。

整體而言，選植的 8 種樹種中，伐竹環境種植的水同木及稜果榕，生長表現較其他種類佳，種植後第三年的年平均樹高生長皆已在 110 cm 以上，且地徑平均增加近 3 cm，成為當地樹冠頂層或中層樹種，雖偶有小花蔓澤蘭攀附遮蔽樹冠，但已能和開闊地雜草競爭；此兩樹種在開闊環境能快速生長，但稚樹階段若處在竹闊混合林下，易受竹林造成的煤煙病影響而生長不良，植株常呈矮小狀且枝條脆弱易斷。麻竹林環境以菲律賓饅頭果、杜英及水同木較能適應，並耐受林下煤煙病的危害，地徑及高生長增加量優於其他樹種，且第三年已逐漸成為樹冠中層物種。杜英及軟毛柿在環境鬱閉的次生林，發揮其耐陰特性而表現優於其他栽植樹種的生長，然而歷經三年其地徑及樹高生長仍緩慢，全數停留在底層樹種階段。軟毛柿、刺杜密及無患子，雖三年來地徑及高生長普遍偏低，但能在開闊地與雜草、藤蔓競爭而維持八成以上的存活率，於鬱閉環境中存活率更超過九成，顯示此三種植物對逆境耐受度頗佳，可成為底層及中層補充頂層樹種的儲備更新用植栽。本研究參考泰國(Stephen *et al.* 2006)的評估方式，對於試驗苗木各種不同的生長特徵給予分數，數值越高者分數越高。總合各項特徵分數後，得以找出適於不同環境栽植之樹種(表 8)。

五、結論與建議

1. 斗六丘陵進行廢棄麻竹林與次生林植群調查分析，共分為 3 型：香楠-白袍子型、龍眼-血桐型、稜果榕-水同木型。中坡之龍眼-血桐型演替分數最低，此型之喬木層物種數及林下小苗出現種數也低於另外兩型。推測因中坡環境適合麻竹生長，多數適應稜線及下坡溪谷環境之物種，無法與麻竹競爭所致，此植群型林下以龍眼小苗數量最多。因此建議進行經營管理時，在中坡處伐除麻竹及大徑級龍眼，並輔以補植適宜樹種。至於稜線及溪谷因小苗種類較多，僅規劃移除麻竹競爭的策略即可。

2. 以伐竹促進森林演替更新並補植樹種，能改善森林演替更新，但除草撫育之維護成本較高。進行經營管理策略規劃時，需將成本納入考量。雖然伐竹會增加外來種植物入侵之風險，但若不進行任何處理，竹叢倒塌或地形改變，也使

外來種植物有入侵機會。

3. 本研究共種植 8 種 900 棵苗木，進行存活率與生長量調查。發現不同種類的苗木在不同試驗環境的生長表現狀況各有其特性。在進行棲地復育時，應就地形及環境，選擇適地適性的樹種。本計畫將於明年新增 41 種 200 多棵自然萌發之實生苗木監測調查，可做為復育樹種名單之補充參考。

六、參考文獻

- 呂錦明、陳春雄、吳國伍。1997。竹類種子苗造林試驗－麻竹。臺灣林業科學 12: 269 - 278。
- 林務局。2008。公告「雲林湖本八色鳥野生動物重要棲息環境」之類別及範圍。
- 楊迪嵐。2008。斗六丘陵植群生態之研究。國立中興大學森林系研究所碩士論文。臺中。
- 張玉珍、范義彬。1989。臺灣樹木重要害蟲調查。林試所林業叢刊 32: 45。
- 經濟部水利署中區水資源局。2005。湖山水庫工程計畫生態保育措施。經濟部水利署中區水資源局。
- 陳鳳華。2007。八卦山臺地植群分類與製圖。國立中興大學生命科學系碩士論文。臺中。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑。2000。森林植物生態學。臺灣商務印書館。臺北。
- 劉靜榆。2003。臺灣中西部氣候區森林植群分類系統之研究。國立臺灣大學森林學研究所博士論文。臺北。
- 翟鵬。1977。臺灣鳥類生態區隔的研究。東海大學碩士論文。臺中。
- Cairns, J. Jr. 1990. The prediction, validation, monitoring and mitigation of anthropogenic effects on natural systems. *Environmental Auditor* 2: 19-25.
- Clewell, A., J. Aronson, and K. Winterhalder. 2004. The SER International primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona, USA.
- Chou, C. H., and M. H. Hou. 1981. Allelopathic research in subtropical vegetation in Taiwan. I. Evaluation of allelopathic potential of bamboo vegetation. *Proceedings of the National Science Council*. 5: 284-292.
- Dale, V. H., and S. C. Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1: 3-10.
- Day, F. P., and C. D. Monk. 1974. Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55: 1064-1074.
- Editorial Committee of the Flora of Taiwan 2nd. Ed. 2003. *Flora of Taiwan*, Vol. 6. Taiwan, Republic of China: Department of Botany, National Taiwan University, Taipei.
- Griscom, B. W., and P. M. S. Ashton. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. *Forest Ecology and Management* 175: 445-454.
- Griscom, B. W., D. C. Daly, and M. S. Ashton. 2007. Floristics of bamboo-dominated stands in lowland terra-firma forests of southwestern Amazonia. *Journal of the Torrey Botanical Society* 134: 108-125.
- Henry, C. P., and C. Amoros. 1995. Restoration ecology of riverine wetlands: I. A scientific base. *Environmental Management* 19: 891-902.
- Jackson L. E., J. Kurtz, and W. S. Fisher. 2000. Evaluation guidelines for ecological indicators. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Research Triangle Park, North Carolina, USA.

- Lawton, J. H., D. E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P. M. Hammond, M. Hodda, R. D. Holt, D. S. Srivastava, and A. D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76.
- Nelson, S. 2008. Sooty mold. *Plant Disease* 52: 1-3.
- Peterson, M. Jr., L. C. Giordano, and P. De Marco, Jr.. 2004. Empirical diversity indices applied to forest communities in different succession stages. *Brazilian Journal of Biology* 64: 841-851.
- Rapport, D. J., R. Costanza, and A. J. McMichael. 1998. Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 397-402.
- Stephen E, D. Blakesley, J.F. Maxwell, S. Doust, and S. Suwannaratana. 2006. How to plant a forest: the principles and practice of restoring tropical forest. 1ed. Forest Restoration Research Unit (FORRU), Thailand.
- Su, H. J. 1984. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II): Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57-73.
- ten Kate, K., J. Bishop, and R. Bayon. 2004. Biodiversity offsets: views, experience, and the business case. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and Insight Investment, London, UK.
- Vallauri, D. R., J. Aronson, and M. Barbero. 2002. An analysis of forest restoration 120 years after reforestation on badlands in the Southwestern Alps. *Restoration Ecology* 10: 16-26.

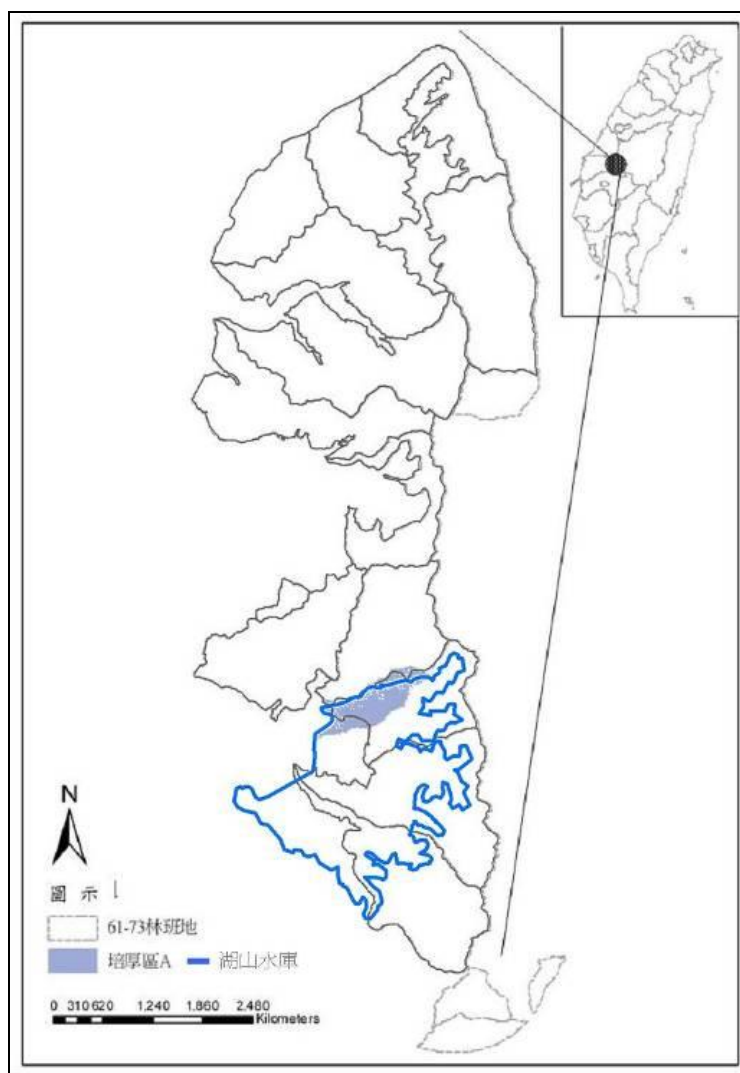


圖 1. 湖山水庫及鄰近地區棲地復育及改善方法試驗之研究範圍，「培厚區 A」為「自然生態保留與復育區」之舊稱。

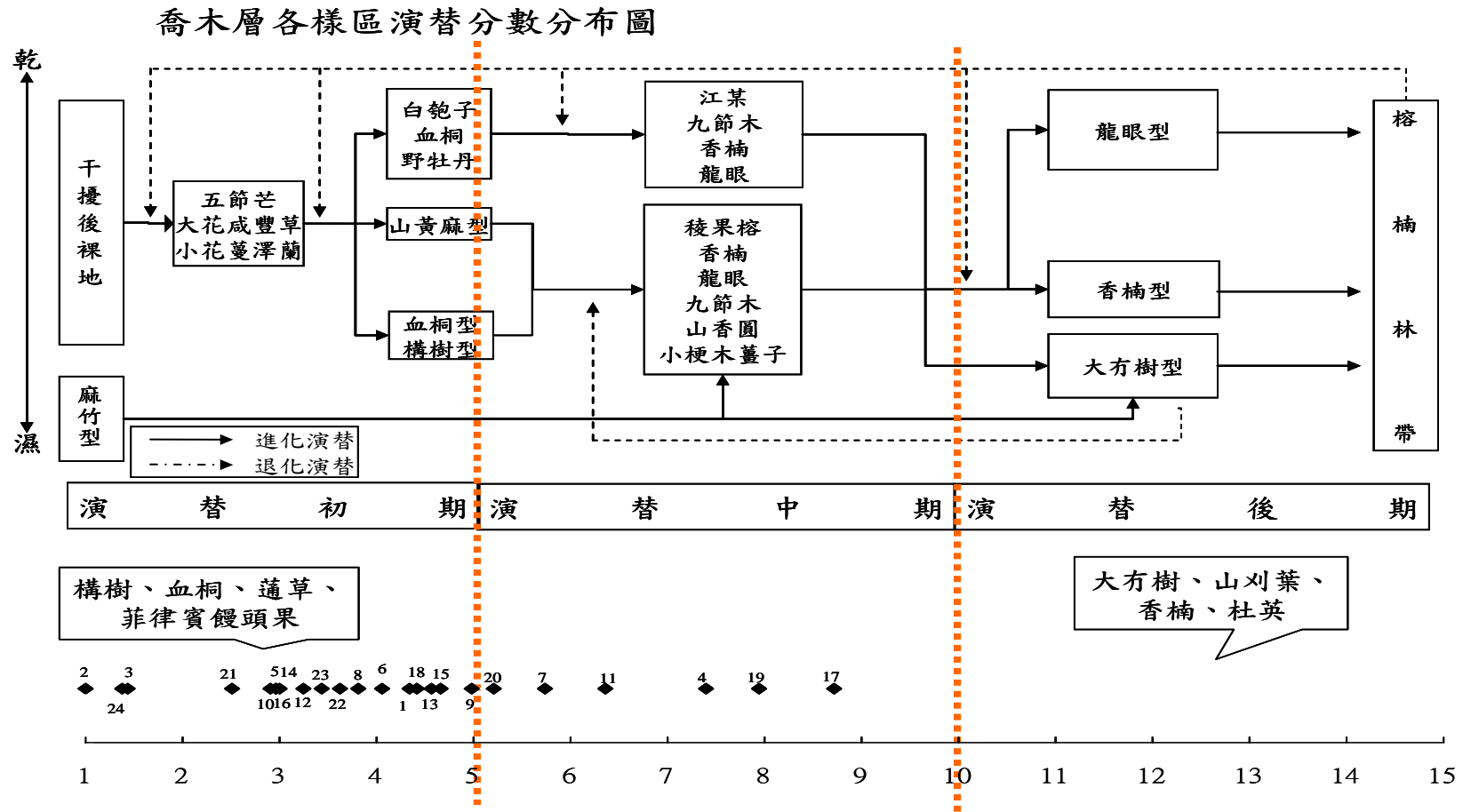


圖 2. 斗六丘陵喬木層演替推估圖及演替現況。下方橫軸為演替分數(1 - 15 分)，分數越高表示演替越接近後期，上方的黑點為 2009 年復育區中植物永久樣區所在之演替階段。

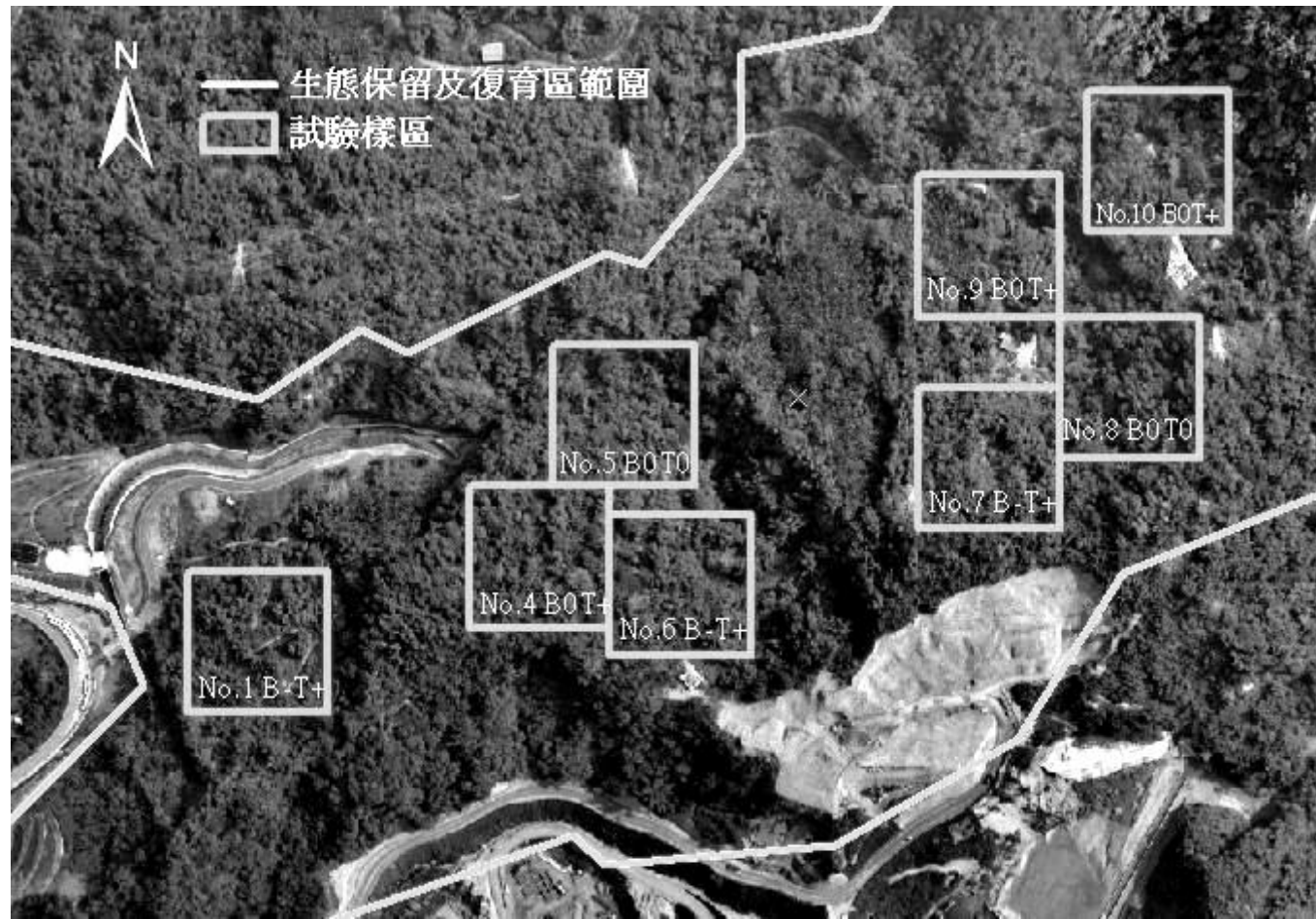


圖3. 湖山水庫自然生態保留與復育區中8個1 ha試驗樣區之分布圖。No.1 - No.10為該試驗樣區編號；各種操作處理代號的意義為B-降低麻竹密度，及B0不處理麻竹；T+種樹、T0不種樹。底圖為2009年庫區航照圖。



圖 4. 廢棄麻竹林樣區位於 61 至 73 林班地，沿既有道路、農路、林徑及溪谷河床尋找，選取 35 個不同人為干擾程度之麻竹林樣區及 15 個次生林樣區進行植群調查，各樣區距離 100 m 以上。

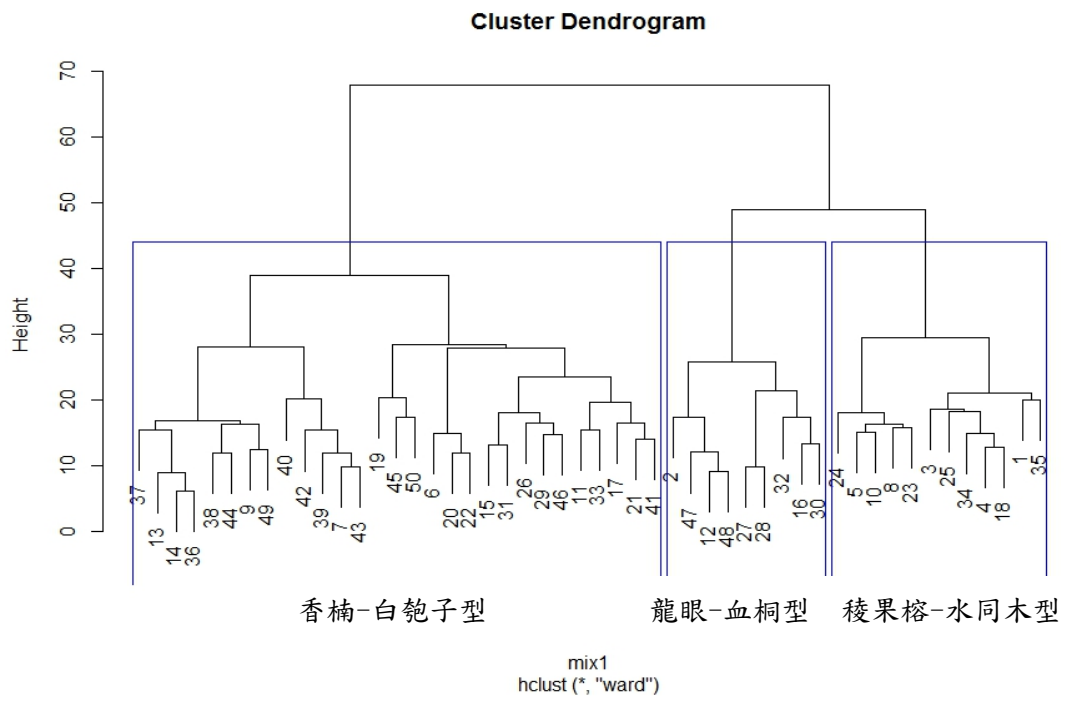


圖 5. 斗六丘陵廢棄麻竹林(n=35)及次生林(n=15)整合之植群群團分析樹狀圖。

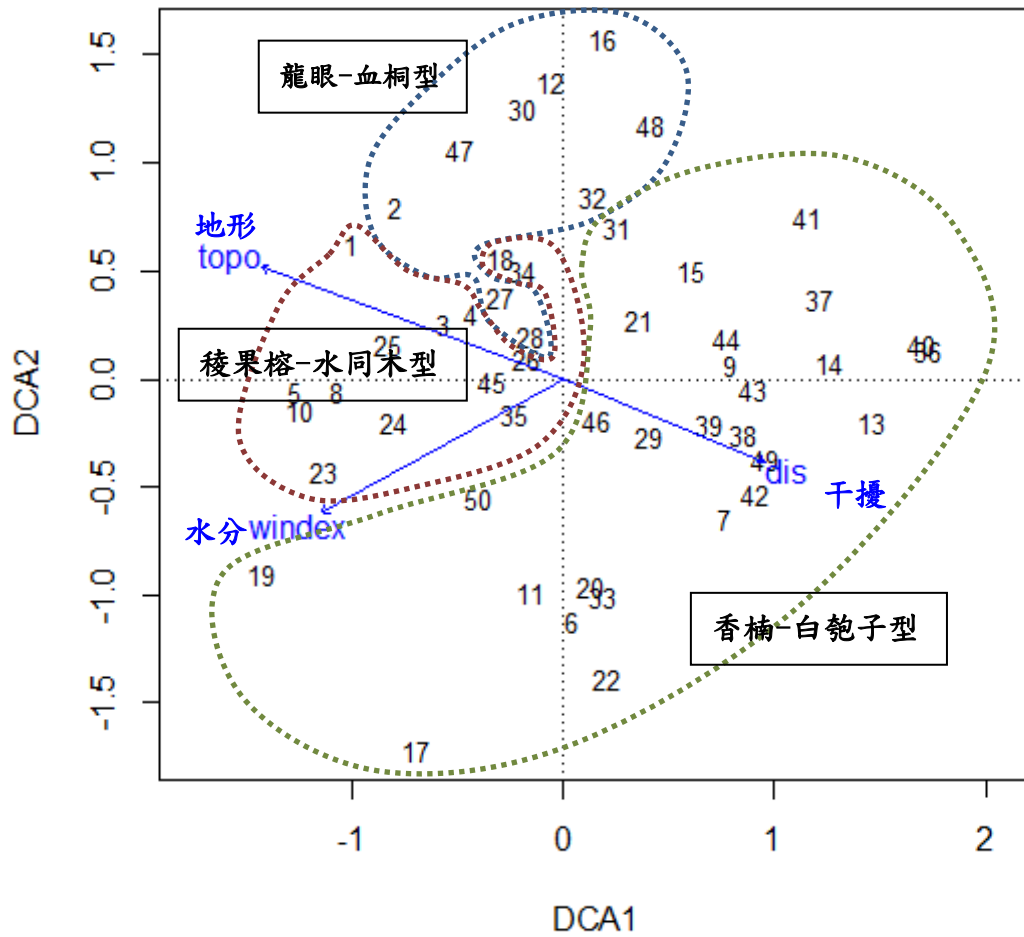


圖 6. 斗六丘陵廢棄麻竹林(n=35)及次生林(n=15)樣區整合，與環境因子變異在 DCA 序列軸上之分布

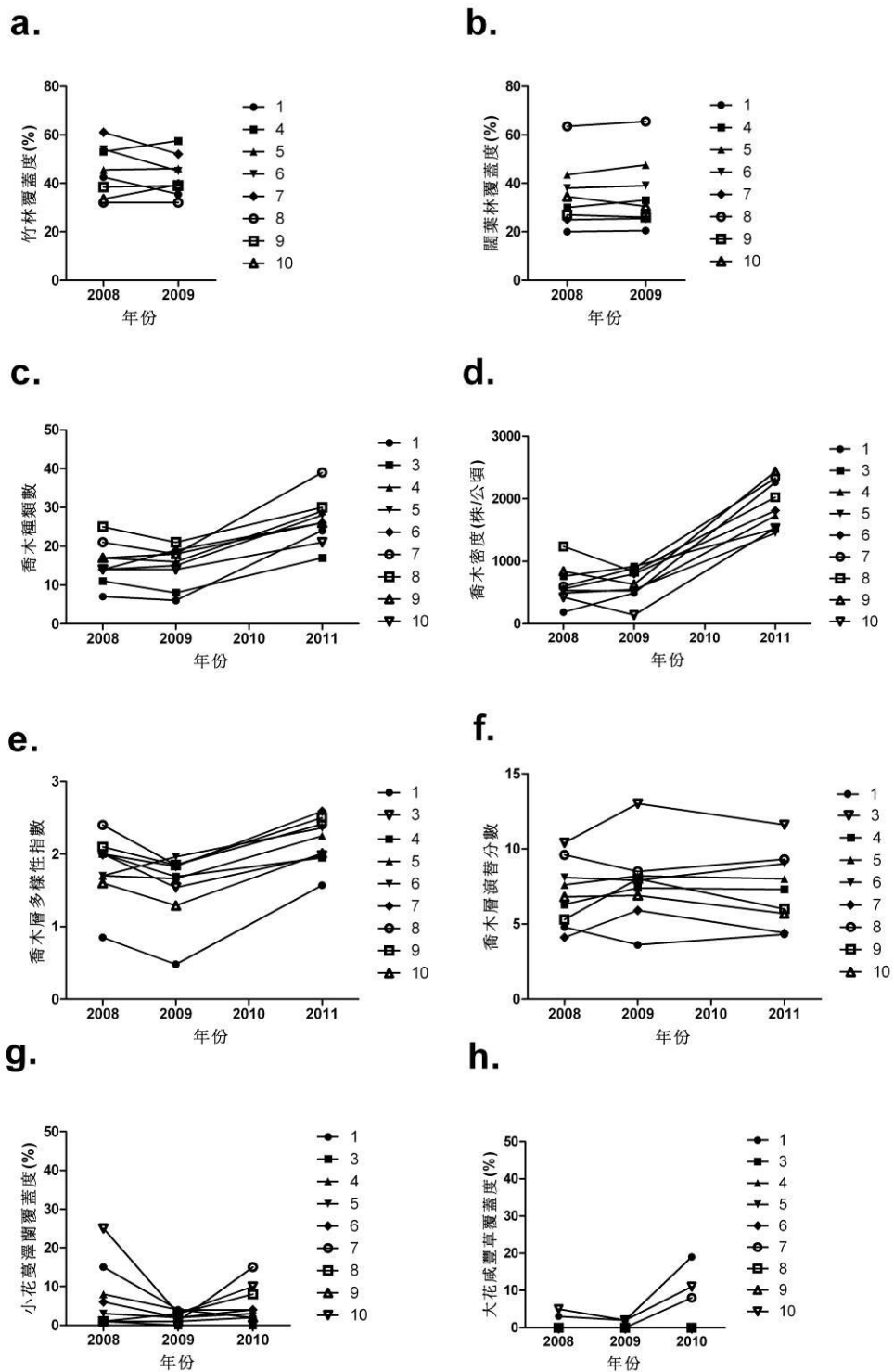


圖 7. 2008 - 2011 年 8 項各試驗樣區植物指標之變化：a.麻竹覆蓋度(%)；b.闊葉林覆蓋度(%)；c.喬木層種類數；d.喬木層密度(株/ha)；e.喬木層植物多樣性指數；f. 喬木層演替分數；g.小花蔓澤蘭覆蓋度(%)；h.大花咸豐草覆蓋度(%)。

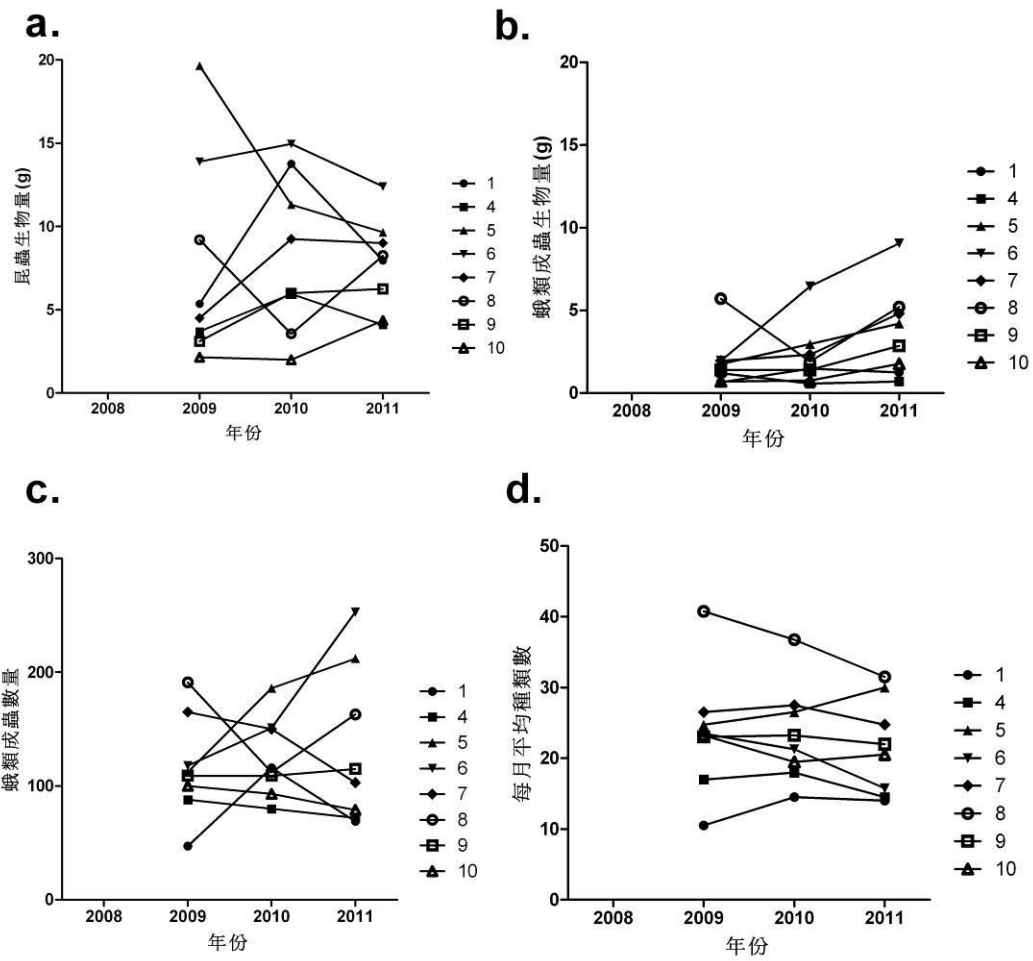


圖 8. 2009 - 2011 年 4 項各試驗樣區昆蟲指標之變化：a. 昆蟲生物量(g)；b. 蛾類成蟲生物量(g)；c. 蛾類成蟲數量(隻)；d. 每月平均種類數。

試驗樣區

控制組

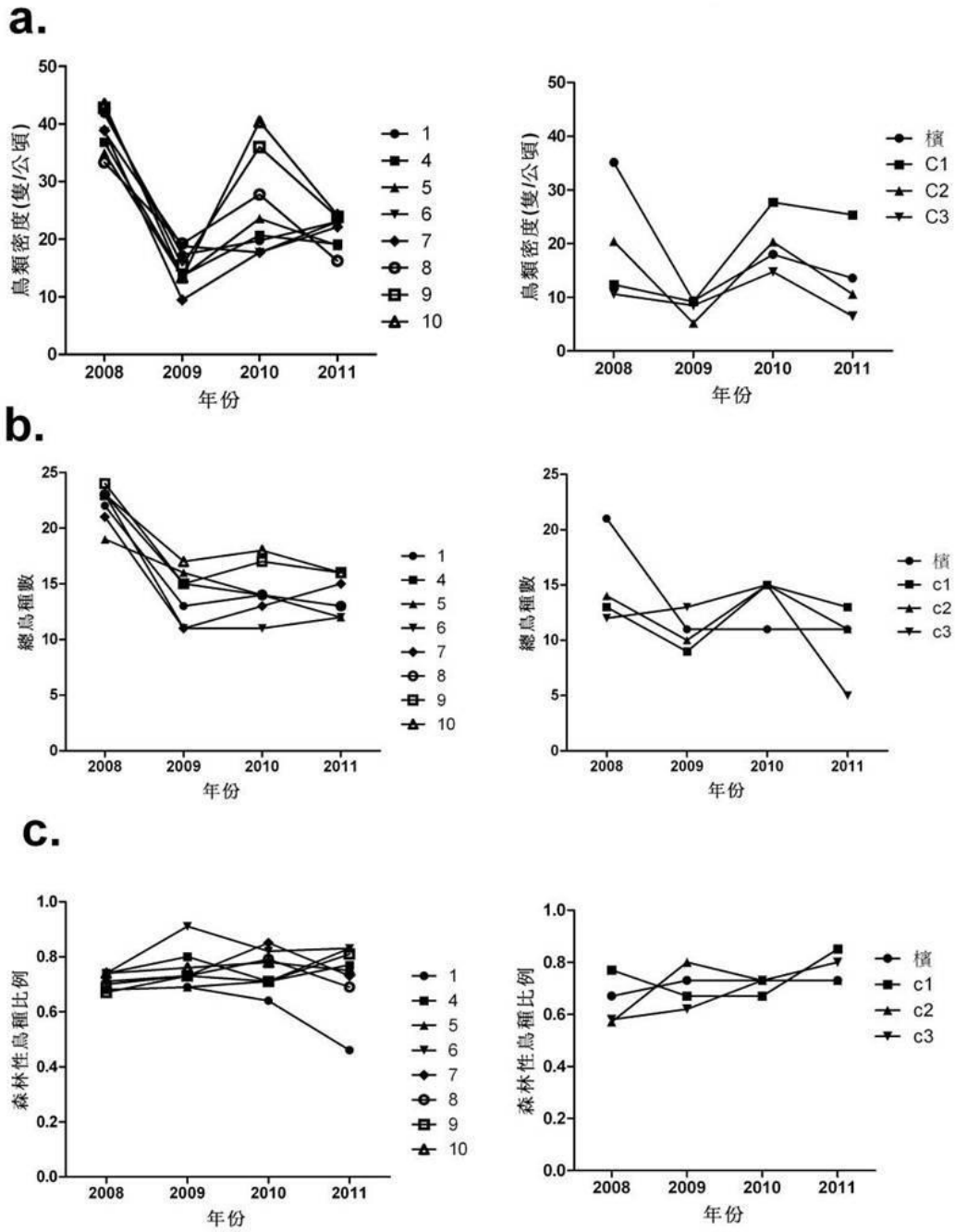


圖 9. 2008 - 2011 年 3 項各試驗樣區鳥類指標之變化：a. 鳥類密度 (隻/ha)；b. 總鳥種數；c. 森林性鳥種比例，包括試驗樣區與試驗範圍外之竹林控制組。

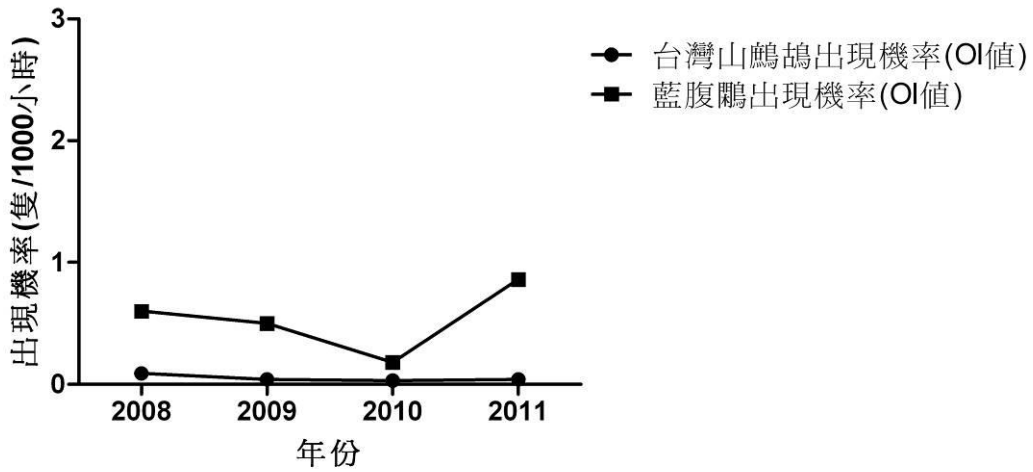


圖 10. 2008 - 2011 年紅外線相機調查之保育類雉科(台灣山鷓鴣及藍腹鷓鴣)的出現機率 OI 值(隻/1000hr)變化。

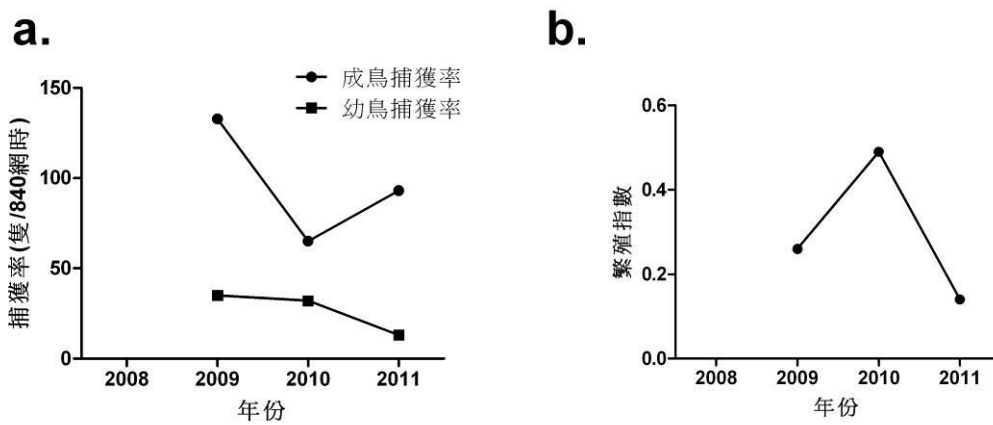


圖 11. 2009 - 2011 年 3 項整體鳥類族群結構指標變化：a.成鳥及幼鳥捕獲率(隻/840 網時)；b.繁殖指數(幼鳥捕獲率/成鳥捕獲率)。

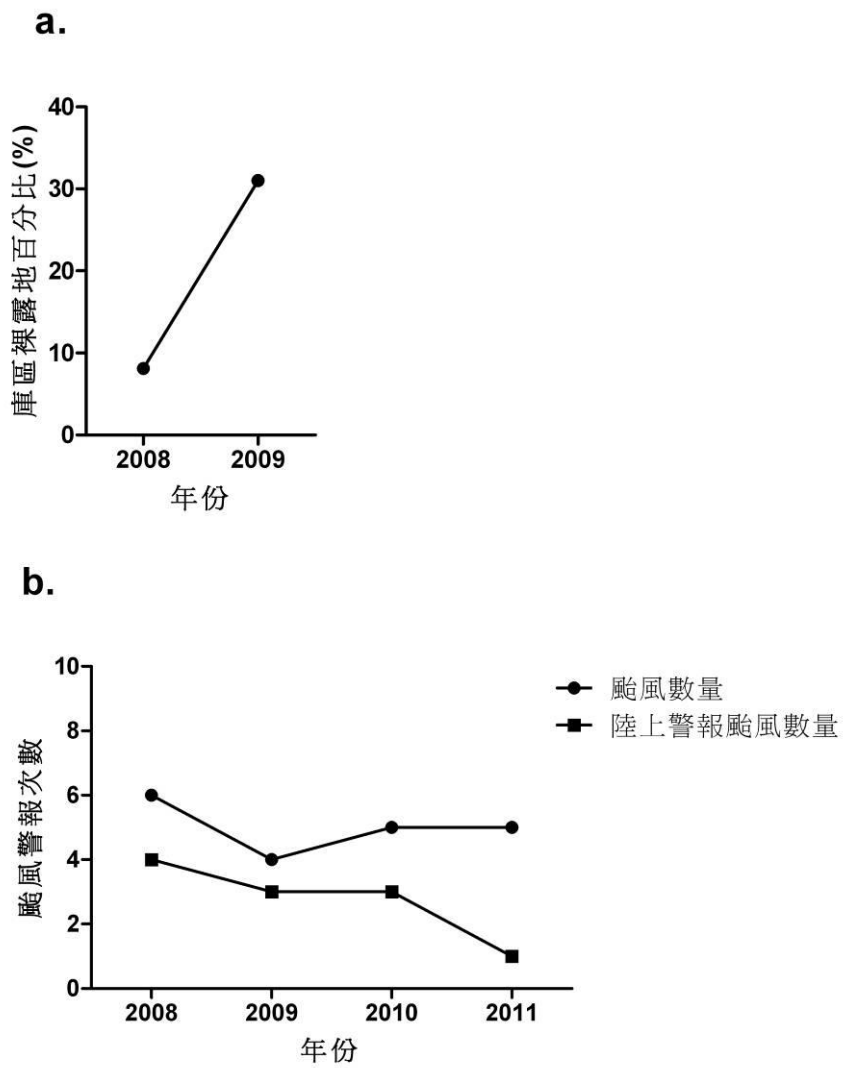


圖 12. 2008 - 2011 年外部壓力指標變化：a.庫區裸露地百分比(%)；b.颱風數量及陸上警報颱風數量

表 1. 2011 年棲地復育試驗研究之 20 項監測指標列表，及各監測指標在生態系中的意義內涵和監測的層次

類別	指標名稱	監測層次		
		棲地結構	物種多樣性	生態系功能
植物	麻竹覆蓋度	V		
	闊葉林覆蓋度	V		
	喬木層種類數		V	
	喬木層密度	V		
	喬木層植物多樣性指數		V	
	喬木層演替分數	V		
	小花蔓澤蘭覆蓋度	V		V
	大花咸豐草覆蓋度	V		V
昆蟲	昆蟲生物量			V
	蛾類成蟲生物量			V
	蛾類成蟲數量		V	
	蛾類成蟲種類數		V	
鳥類	鳥類族群密度			V
	總鳥種數		V	
	森林性鳥種比例		V	
	保育類雉科相對密度		V	
	鳥類族群結構			V
外部	水庫開發程度	V		
	狩獵壓力		V	
	劇烈天候次數	V		

表 2. 2009 年及 2010 年栽植試驗用苗木共 8 種 900 棵，本計畫將試驗中對這些苗木進行存活率與生長量之調查與分析

樹種	學名	環境型態與年份						總計
		伐竹環境		麻竹林環境		闊葉林環境		
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	
香楠	<i>Machilus zuihoensis</i>	30	30	30	30	30	30	180
杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	30	30	30	30	30	30	180
菲律賓饅頭果	<i>Glochidion philippicum</i>	30		30		30		90
稜果榕	<i>Ficus septica</i>	30	30	30	30	30	30	180
水同木	<i>Ficus fistulosa</i>	30		30		30		90
無患子	<i>Sapindus mukorossii</i>		20		20		20	60
刺杜密	<i>Bridelia balansae</i>		20		20		20	60
軟毛柿	<i>Diospyros eriantha</i>		20		20		20	60

表 3. 斗六丘陵 3 種植群型之平均演替分數、喬木層種數、小苗種數及小苗密度

	香楠-白袍子型	龍眼-血桐型	稜果榕-水同木型
樣區數 n	29	9	12
演替分數	8.3	4.7	8.5
所有喬木種類	41	18	26
原生喬木種類	33	14	23
平均物種數	11.2	9	15.6
所有小苗種類	58	26	40
原生種小苗種類	48	22	36
平均小苗種類	7.2	6	9
小苗密度(株/m ²)	2.2	0.7	0.8

表 4. 麻竹對苗木影響試驗，栽植於不同環境苗木存活率(%)

	香楠	杜英	菲律賓 饅頭果	稜果榕	水同木	無患子	軟毛柿	刺杜密	平均
伐竹環境	65	55	50	67	60	90	85	86	70
麻竹林環境	85	75	93	78	63	91	95	90	84
次生林環境	55	68	43	72	37	90	100	90	69
平均	68	66	62	72	53	90	93	89	73

表 5. 試驗苗木於不同環境間平均地徑生長量(cm)。並對 3 種環境之平均值進行 one-way ANOVA(***: P<0.001, **: P<0.01, *: P<0.05)及 Tukey's test 檢定。

環境	n	香楠	杜英	菲律賓 饅頭果	稜果榕	水同木	無患子	軟毛柿	刺杜密	平均	Tukey (P<0.05)
伐竹	282	0.97	1.13	0.86	2.45	2.96	0.35	0.33	0.37	1.18	a
麻竹林	279	0.33	0.41	0.32	0.32	0.46	0.11	0.26	0.15	0.29	b
次生林	266	0.03	0.08	0.01	0.08	0.10	0.05	0.12	0.12	0.07	c
平均		0.44	0.54	0.40	0.95	1.17	0.17	0.24	0.21	1.20	
F 值		18.80	25.24	0.91	9.70	1.67	10.37	3.53	3.20	8.04	
P 值		***	***		***		***	*	*	**	

表 6. 試驗苗木於不同環境間平均樹高生長量(cm)。並對 3 種環境之平均值進行 one-way ANOVA(***: P<0.001, **: P<0.01, *: P<0.05)及 Tukey's test 檢定。

環境	n	香楠	杜英	菲律賓 饅頭果	稜果榕	水同木	無患子	軟毛柿	刺杜密	平均	Tukey (P<0.05)
伐竹	282	71.3	55.1	90.5	110.9	135.8	61.4	32.1	10.6	71.0	a
麻竹林	279	28.4	45.4	52.1	29.6	38.1	-9.6	21.7	-26.8	22.4	a
次生林	266	-6.8	6.8	-3.0	-9.3	-11.0	-8.3	16.7	-10.6	-3.2	b
平均		31.0	35.8	46.5	43.7	54.3	14.5	23.5	-8.9	70.9	
F 值		11.51	7.74	11.64	46.53	14.98	15.86	14	3.7	13.6	
P 值		***	***	***	***	***	***	***	*	***	

表 7. 試驗苗木於不同環境間平均冠幅增加量(m²)。並對 3 種環境之平均值進行 one-way ANOVA(***: P<0.001, **: P<0.01, *: P<0.05)及 Tukey's test 檢定。

環境	n	香楠	杜英	菲律賓 饅頭果	稜果榕	水同木	無患子	軟毛柿	刺杜密	平均	Tukey (P<0.05)
伐竹	282	0.95	1.16	1.37	3.51	3.02	0.20	0.05	0.45	0.95	a
麻竹林	279	0.28	0.60	0.63	0.49	0.46	0.05	0.10	0.14	0.28	b
次生林	266	0.03	0.13	0.09	0.02	0.02	0.08	0.16	0.03	0.03	c
平均		0.42	0.63	0.70	1.34	1.17	0.11	0.10	0.21	0.42	
F 值		15.69	10.17	4.17	18.95	15.87	2.86	0.99	6.42	15.69	
P 值		***	***	*	***	***			*	***	

表 8. 適合種植於 3 種不同試驗環境之苗木

植物名稱	伐竹環境	麻竹林環境	次生林環境
香楠	◎	◎	
杜英	◎	●	●
菲律賓饅頭果	◎	●	
稜果榕	●	◎	
水同木	●	●	
無患子	◎		◎
軟毛柿		◎	●
刺杜密			◎

●：最適合當地環境的苗木

◎：次級適合當地環境的苗木

附錄 1. 地被層(<3 m)植物演替級分參考

0分 -百香果、風車草、麻竹、平原菟絲子、木鼈子、刺竹、長穗木、洋落葵、美人蕉、美洲含羞草、馬櫻丹、瑪瑙珠、綠竹

1分 -一枝香、大花咸豐草、大莞草、大黍、大葉金星蕨、大葉鴨跖草、大頭艾納香、小毛蕨、小花蔓澤蘭、山苦瓜、五節芒、毛西番蓮、火炭母草、加拿大蓬、光果龍葵、印度牛膝、地毯草、竹仔菜、艾納香、兩耳草、虎葛、金腰箭、青牛膽、青芋麻、青莧、青箱、垂果瓜、昭和草、紅腺懸鉤子、香澤蘭、倒地蜈蚣、剛莠竹、粗毛金星蕨、野牡丹、棕葉狗尾草、紫花藿香薊、菁芳草、菜欒藤、菟絲子、象草、酢醬草、碗仔花、落葵、漢氏山葡萄、臺灣何首烏、臺灣葛藤、銳葉牽牛、頭花香苦草、鴨跖草、龍葵、雞屎藤、藿香薊、鷓鴣蔓、升馬唐、多子漿果莧、虱母草、金午時花、長序木通、臭杏、葉下珠、臺灣青芋、臺灣蘆竹、槭葉牽牛、盤龍木

5分 -三角葉西番蓮、三葉五加、千金藤、土防己、大青、大線蕨、山素英、山管蘭、天門冬、月桃、木防己、毛玉葉金花、王瓜、有骨消、全緣卷柏、地錦、地膽草、多花油柑、竹葉草、串鼻龍、求米草、芋葉括樓、走馬胎、波氏星蕨、虎婆刺、穿山龍、紅果薑、飛龍掌血、海金沙、密毛毛蕨、粗毛鱗蓋蕨、莎草、稀毛蕨、筆筒樹、絨毛芙蓉蘭、紫莖牛膝、絡石、華南芋麻、黑果馬絞兒、菝契、絹毛鳶尾、過山龍、過溝菜蕨、臺灣魚藤、臺灣紫珠、臺灣圓腺蕨、臺灣澤蘭、酸藤、德氏雙蓋蕨、熱帶鱗蓋蕨、翼莖粉藤、隱鱗藤、蕺菜、雙花龍葵、雙面刺、獨黃、大葉南蛇藤、山芙蓉、日本金粉蕨、毛葉腎蕨、水竹葉、扛香藤、冷飯藤、芒萁、長葉芋麻、長葉鳳尾蕨、南投涼喉茶、島田氏澤蘭、假蹄蓋蕨、淡竹葉、瓶蕨、細圓藤、野苧蒿、鹿藿、麥氏鐵線蓮、腎蕨、華南薯蕷、菊花木、猿尾藤、腺果藤、裡白葉薯榔、臺灣矢竹、廣葉星蕨、擬鴨舌廣、薄瓣懸鉤子、藤竹草

10分 -三葉崖爬藤、中國穿鞘花、毛果竹葉菜、百部、老荊藤、金狗毛蕨、長梗紫麻、雨傘仔、細葉複葉耳蕨、雀梅藤、紫金牛、華九頭獅子草、距花黍、間型沿階草、黃藤、圓果冷水麻、臺灣鱗球花、箭葉鳳尾蕨、錫蘭饅頭果、糙莖菝契、薄單葉鐵線蓮、藤崖椒、光果翼核木、大錦蘭、珍珠蓮、紅點忍冬、書帶蕨、疏花魚藤、蛇根草、傅氏三叉蕨、短柄卵果蕨、華茜草樹、愛德氏肋毛蕨、臺灣海棗、臺灣溲疏

15分 -三柰、小杜若、山月桃、山棕、平柄菝契、瓜馥木、生根卷柏、光滑菝契、同蕊草、杜若、姑婆芋、拎樹藤、南五味子、南投三叉蕨、屏東擬肋毛蕨、柚葉藤、觀音座蓮、苗栗崖爬藤、風藤、海南實蕨、斜方複葉耳蕨、細葉麥門冬、單邊鐵角蕨、紫柄三叉蕨、萊氏線蕨、臺灣山蘇花、臺灣杪欏、臺灣鱗毛蕨、廣葉鋸齒雙蓋蕨、

附錄 2. 伐竹與種樹復育措施的人事成本(a)、器材成本(b)與步驟流程(c.d.)。成本以每 0.1 ha(或 200 株樹苗)為單位。

a. 工作機會與人事成本

工作內容	工作份量	薪資/天	人	天	人-天	成本
伐竹處理						
目標竹叢的選定與標示	中等	1,250	1	1	1	1,250
伐除麻竹及現場整理	重	1,700	7	5	35	59,500
伐竹後的修飾與維護	稍重	1,500	2	1	2	3,000
總計					38	63,750
補植原生苗木						
栽植苗木收集	稍重	1,500	3	1	3	4,500
苗圃設置與培育(一個月)	輕	800	1	8	8	6,400
植栽作業(掘穴)	重	1,700	3	1	3	5,100
植栽作業(種植及搬運)	重	1,700	7	2	14	23,800
植栽作業(撫育)	稍重	1,500	1	1	1	1,500
總計					29	41,300

b. 器材成本

內容	器材	單位	成本	內容	器材	單位	成本
伐竹處理				補植原生苗木			
目標竹叢的選定與標示				栽植苗木收集			
	噴漆	1 罐	100		鏟子	2 把	400
	砍刀	1 把	250		圓鋤	1 把	400
伐除麻竹及現場整理					修枝剪		3 把
	電鋸	具	9,900		塑膠軟盆	200 個	200
	電鋸保養維修	1 次	300		租車與油資		3,000
	鏈條	1 條	600	苗圃設置與培育			
	機油	5 罐	600		水電費	1 個月	700
	混合油	1 罐	500	植栽作業(掘穴)			
	汽油	4 公升	100		5 吋鋤頭	4 把	2,200
	汽油桶(8 公升裝)	1 具	80		十字鎬	2 把	900
	手工鋸子	4 把	800		鐮刀	2 把	200
	手套	5 雙	100	植栽作業(種樹及搬運)			
伐竹後的修飾與維護					租車與油資		1,000
	農藥(嘉磷塞)	1 罐	400				
	農藥(塗刷)	2 把	40				
	農藥(勺子)	2 具	40				
總計			13,810	總計			9,600

c. 伐竹流程步驟及注意事項

- (a). 目標竹叢的選定與標示：由樣區劃定後，選擇所要處理之麻竹叢，以生長單叢密度高且單株數多者，或是影響其他闊葉樹生長者和形質為劣者優先伐除。被伐竹叢用削皮或噴漆標示，而標誌於麻竹叢上方向一致，以便作業者清楚且便於作業。於每年 10 月至 2 月份乾季時實施伐除，此時多數草本多為乾枯，可避免對原生育地過多之干擾。
- (b). 伐除麻竹及現場整理：使用工具伐倒，伐除時由樣區下坡向上坡依序砍除，每株均須主幹分枝分離，並截取適當長度整齊放置於適當位置處，並整理散落區域之竹枝殘體。每次砍除後必須立即整理分枝，以免大量伐倒竹子整理困難。竹子伐倒方向應注意切口，且貼近地際植株節處，使生長機會降低，其倒向及伐倒後之位置，考量降低被壓林木之損害及與堆置棄竹之距離，以節省人力搬運時間和對林地之干擾。竹子應逐枝切除並整理，因竹林梢端多為糾纏，避免梢端捆綁成群，待支撐不力時，一併倒下，唯恐重力落下及橫枝節飛，傷及無辜。
- (c). 伐竹後的修飾與維護：竹叢砍除後，可再進行切口修飾，避免留下過長竹節若因下雨累積雨水，造成病媒蚊滋生。選擇施用農藥嘉磷塞，以塗抹方式直接處理竹體，嘉磷塞為對於禾本科植物效果較佳之除草劑，可降低藥劑對環境的影響程度，1-2 次塗抹於植株切口，以加速後續造林作業或復育措施，若不施用藥物，則待伐除竹叢每二星期，加以工時，重覆再將其所新生長的竹芽再予以清除，直至原竹叢之能量消耗迨盡為止。塗藥後，竹叢尚未死亡，仍然會有新芽長出，須約每個月固定清除及塗抹農藥，使其加速死亡。

d. 種植原生苗木執行流程步驟及注意事項

- (a). 栽植苗木之蒐集：採用當地原生闊葉樹苗木，作業前須對作業人員進行作業訓練，包含原生苗木鑑識及挖掘注意事項等。挖掘時保持根系與其周圍土壤完整性以提高存活率，且避免於同一母株下將苗木挖掘殆盡。取苗後即置入塑膠容器內，搬運至苗圃再以當地苗圃土壤將塑膠容器填實，區分種類排至整齊，以方便估算苗木數量。
- (b). 苗圃設置：本試驗臨時苗圃設置於當地果園農地內，除節省遮蔭費用，並可與當地村民合作。若於開闊之苗圃地，則需搭置紗網等降低陽光照射量，隨苗木長大而改用透光率較大之材料。在夏天因陽光有時至少要用透光率約 75% 遮蔭網，避免日灼傷害。

- (c). 苗木培育：育苗的土壤呈飽水狀態或太乾燥都會限制根系生長。當手持土壤時可感覺到濕氣且握緊時可形成土球，但以手指輕敲則會散開，即為適當水分狀態。澆水方法利用自動撒水器方式視土壤現況進行。育苗之土壤常含有大量雜草種子，移植後隨之發芽生長，應於雜草種子發芽後即連根拔起，避免生長旺盛而影響苗木健康。且蒐集苗木至開始移植需要數個月時間，當苗木根系發展超出塑膠容器，必須進行斷根處理，以促進容器內之根系健全發展。育苗期間每隔一段時間應將塑膠容器移動或重新排列，同時淘汰不良或已死苗木。移植前進行斷水及日曬處理，使苗木習慣缺水及日曬狀態。將所需出栽之苗木移至光量較大之地，第 1 週為每兩天澆水一次，第 2 週則為每 3 天澆水一次，直到出栽前澆水使其溼潤，即可預備進行出栽作業。
- (d). 栽植作業：選擇當地多樣的原生樹種種類進行植栽，選用 10 種以上當地原生或潛在植被類型之物種。苗木栽植距離密度一般在 2,500 株/ha 至 2,000 株/ha 之間，採三角形栽植方式。在移植至植樹地點前，可先就目的地點之環境狀況，包括坡度、坡面、山溝位置等，以適合之陽性、陰性樹種分別配置，腹地會較為空曠處可先選擇陽性物種，而原地樹種旁具遮陰處可栽種陰性樹種。栽植其方法採用掘穴栽植法，於梅雨季節左右完成，可於下雨時期充分溼潤穴洞。掘穴之深度與直徑需較苗木根系稍大。苗木垂直置入穴內後填平表土，再輕微提苗木使根系開展不盤結，再填入土壤，覆土壓緊後略低於周邊地面。苗木須穩定，栽植深度要適當，勿深植而使側根低於地面 10 cm，也勿過淺而使側根露出地表，否則造成根系生長不良。
- (d). 苗木撫育：若栽植區的草本植物大量生長，應定期將苗木周邊位置的雜草適當清除，減少初期根系對資源的競爭。但不必完全移除。留下部份周圍草本根系生長不僅可保護土壤，避免雨水直接沖刷，並增加土壤保濕度，及降低土壤溫度上升所造成水分流失。

附錄 3. 2008 - 2011 年復育區及鄰近地區鳥類種類出現狀況。本名錄為「自然生態保留區與復育區」之鳥類調查所得名錄，及復育區周邊 200m 內之鳥種

中文名	學名	特有種/亞種	保育等級	08	09	10	11	復育區
台灣山鷓鴣	<i>Arborophila crudigularis</i>	特有種	III	V	V	V	V	V
竹雞	<i>Bambusicola thoracicus</i>	特有亞種		V	V	V	V	V
藍腹鷓鴣	<i>Lophura swinhoii</i>	特有種	II	V	V	V	V	V
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>				V	V	V	
黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>				V		V	
夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>				V			
黑冠麻鷺	<i>Gorsachius melanolophus</i>			V	V	V	V	V
東方蜂鷹	<i>Pernis ptilorhynchus</i>		II		V		V	
大冠鷺	<i>Spilornis cheela</i>	特有亞種	II	V	V	V	V	V
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	特有亞種	II	V	V	V	V	V
松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	特有亞種	II		V		V	
北雀鷹	<i>Accipiter nisus</i>		II				V	
灰面鵟鷹	<i>Butastur indicus</i>		II		V			
鵟	<i>Buteo buteo</i>		II	V				
紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>		II	V	V			
遊隼	<i>Falco peregrinus</i>		I		V		V	
灰腳秧雞	<i>Rallina eurizonoides</i>	特有亞種		V	V	V	V	
小環頸鴉	<i>Charadrius dubius</i>				V		V	
燕鴉	<i>Glareola maldivarum</i>		III			V		
野鴉	<i>Columba livia</i>				V			
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>				V			
珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>			V	V	V	V	V
翠翼鳩	<i>Chalcophaps indica</i>			V	V	V	V	V
綠鳩	<i>Treron sieboldii</i>			V	V	V	V	
中杜鵑	<i>Cuculus saturatus</i>			V	V	V	V	V
小杜鵑	<i>Cuculus poliocephalus</i>			V				
黃嘴角鴉	<i>Otus spilocephalus</i>	特有亞種	II	V	V	V	V	
領角鴉	<i>Otus lettia</i>	特有亞種	II	V	V			
叉尾雨燕	<i>Apus pacificus</i>					V		
小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	特有亞種		V	V		V	
翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>				V		V	
赤翡翠	<i>Halcyon coromanda</i>				V			
五色鳥	<i>Megalaima nuchalis</i>	特有種		V	V	V	V	V
小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>			V	V	V	V	V
八色鳥	<i>Pitta nympha</i>		II	V	V	V	V	V
灰喉山椒鳥	<i>Pericrocotus solaris</i>			V	V	V	V	V
紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>		III	V	V	V	V	V
朱鷓鴣	<i>Oriolus traillii</i>		II	V	V	V	V	V
大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	特有亞種		V	V		V	V
小卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	特有亞種		V	V	V	V	V
黑枕藍鶇	<i>Hypothymis azurea</i>	特有亞種		V	V	V	V	V
紫綬帶	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>		II	V				
樹鶇	<i>Dendrocitta formosae</i>	特有亞種		V	V	V	V	V
巨嘴鶇	<i>Corvus macrorhynchos</i>				V			
家燕	<i>Hirundo rustica</i>			V	V	V		
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>			V	V	V	V	V
赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>			V	V		V	
遠東樹鶇	<i>Cettia canturians</i>					V		V
棕面鶇	<i>Abroscopus albogularis</i>			V	V	V	V	V
白環鸚嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	特有亞種		V	V	V	V	V

附錄 3(續). 2008 - 2011 年復育區及鄰近地區鳥類種類出現狀況

中文名	學名	特有種/亞種	保育等級	08	09	10	11	復育區
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	特有亞種		√	√	√	√	√
紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	特有亞種		√	√	√	√	√
黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>					√	√	√
極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>			√	√	√	√	√
台灣叢樹鶯	<i>Bradypterus alishanensis</i>	特有種			√			
斑紋鷓鴣	<i>Prinia crinigera</i>	特有亞種			√			√
褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>						√	
粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	特有亞種				√		
寬嘴鷓	<i>Muscicapa dauurica</i>						√	√
藍尾鷓	<i>Tarsiger cyanurus</i>			√				
白腰鵲鷓	<i>Copsychus malabaricus</i>	外來種		√	√	√	√	√
鉛色水鵯	<i>Rhyacornis fuliginosa</i>	特有亞種	III	√				
白尾鷓	<i>Cinclidium leucurum</i>	特有亞種	III	√	√	√	√	√
藍磯鷓	<i>Monticola solitarius</i>						√	
台灣紫嘯鵯	<i>Myophonus insularis</i>	特有種		√	√	√		√
虎鵯	<i>Zoothera dauma</i>					√		
白眉鵯	<i>Turdus obscurus</i>				√			√
白腹鵯	<i>Turdus pallidus</i>					√	√	
赤腹鵯	<i>Turdus chrysolaus</i>			√				
大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>	特有種		√	√	√	√	√
小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	特有種		√	√	√	√	√
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	特有亞種		√	√	√	√	√
頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>	特有亞種		√	√	√	√	√
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	特有亞種		√	√	√	√	√
綠畫眉	<i>Yuhina zantholeuca</i>			√	√	√	√	√
綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>			√	√	√	√	√
灰鵲鷓	<i>Motacilla cinerea</i>			√	√	√		
白鵲鷓	<i>Motacilla alba</i>			√	√		√	
樹鵯	<i>Anthus hodgsoni</i>				√			
白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>			√	√	√	√	√
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>			√	√		√	

*分類依據中華民國野鳥學會發布之 2010 年臺灣鳥類名錄