

中海拔廢耕地生態復舊作業方式 綜合探討－以蓮花池農墾地為例

受 委 託 者：農業委員會林業試驗所

研 究 主 持 人：王相華

協 同 主 持 人：陳正豐

研 究 人 員：高瑞卿、張藝翰

太魯閣國家公園管理處委託辦理報告

中華民國九十九年十二月

目次

表次.....	II
圖次.....	III
摘要.....	IV
一、計劃緣起與目標	1
二、蒐集之資料及文獻分析	2
三、研究方法.....	8
(一) 植被組成調查	8
(二) 土壤種子庫調查	9
(三) 植生復舊材料採集與培育	10
(四) 復舊作業方式之研擬	10
四、研究發現.....	10
(一) 周邊森林樹種組成	10
(二) 廢耕農地及其鄰近森林之地被植被組成	12
(三) 土壤種子庫組成	19
(四) 復舊作業方式	24
五、結論與建議.....	25
(一) 結論.....	25
(二) 建議事項	25
參考資料.....	26
附圖.....	30
附錄一、期中簡報會議紀錄	38
附錄二、期末簡報會議紀錄	40
附錄三、實務教訓練簽到表	42

表次

表 1. 蓮花池農耕地周遭森林組成	11
表 2. 蓮花池森林及農廢耕地之木本植物幼苗組成	13
表 3. 蓮花池林內、林緣及廢耕地於 95 年調查紀錄之地被植物相對覆蓋度(%)	13
表 4. 蓮花池林內、林緣及廢耕地於 98 年底調查紀錄之地被植物相對覆蓋度(%) ...	15
表 5. 已培育苗木清單	22
表 6. 復舊作業植栽配置	24

圖次

圖 1. 太魯閣國家公園蓮花池周邊簡圖	2
圖 2. 帶狀樣區分布圖	9
圖 3. 蓮花池森林與農耕地在 DCA 分布序列第一軸與第二軸上之樣區分布圖	17
圖 4. 蓮花池農耕地於 95 年調查時之草本高度	18
圖 5. 蓮花池農耕地於 98 年調查時之草本高度	18
圖 6. 蓮花池 95 年與 98 年農耕地草本高度與最高高度長條圖	19
圖 7. 不同林地類型之土壤種子庫各生活型植物種類所佔比例	20
圖 8. 各生活型物種於不同林地類型之土壤種子庫所萌發之數量	20

摘要

關鍵詞：植生復育、太魯閣國家公園、蓮花池、農耕地

一、緣起

台灣中、高海拔山區遍佈許多開墾農地，但在經歷921地震及諸多水災之慘痛教訓，和全球極端氣候頻率增加之外在環境變遷影響下，逐步將中、高海拔農墾地恢復其森林覆蓋，除了可保護水土外，也有生物多樣性及生態系功能保育的功能，是應該努力的方向。

二、方法及過程

研究地點為花蓮縣秀林鄉境內的蓮花池，海拔高度約 1,200 公尺，原是太魯閣族蘇瓦沙魯部落所在，中橫公路通車後退輔會成立「西寶農場」，墾地栽種蔬果而逐漸形成農業聚落。隨著開墾的榮民逐漸老去，農地漸次廢耕，目前多為禾本科及蕨類的高草本所覆蓋，難以經由天然更新恢復為原有之森林覆蓋，是進行植生復舊研究的合適場域。若能配合適當之復舊造林作業，應有助於將廢耕農地慢慢恢復為林木覆蓋之近天然植生狀態。初步擬定的調查研究步驟如下：

- (一) 進行復舊區域之植被組成調查，瞭解廢耕地及周邊森林之植相結構及組成。
- (二) 進行廢耕地及森林的土壤種子庫取樣及調查，瞭解土壤中潛在的更新材料組成。
- (三) 進行復舊材料之採集與培育。此外亦考慮配置一些具景觀特色之原生樹種。
- (四) 完成復舊作業方式之研擬。
- (五) 委託造林廠商進行復舊施作，亦可發動志工或在地居民執行復舊作業。
- (六) 草擬復舊成果之調查監測方式，並執行時程約 3-5 年的調查與監測。

三、 重要發現

(一) 周邊森林樹種組成

蓮花池周遭之整體木本社會樟櫟群叢為主，大型木本包括三斗石櫟、豬腳楠、長葉木薑子、大葉石櫟、長尾尖櫟與青葉楠等等，然而下層灌木叢樹種也充斥於此複層結構中，如南澳杜鵑、玉山紫金牛、小花鼠刺等等耐蔭性之樹種。故蓮花池周遭森林物種豐富度頗高，可提供未來更新材料之來源；此外，上述森林木本植物組成之調查結果，提示了復育植栽蒐集的重要方向。

(二) 土壤種子庫組成

陽性木本植物多數僅分佈於森林地，雙子葉草質藤本多存在於農耕地及林緣地，顯示廢耕地缺乏可運用於天然更新之木本植物種子。

(三) 植生復舊作業方式

目前已培預苗木 13 種約 20,000 株。建議於廢耕地上進行三種不同造林樹種配置的試驗栽植處理：(1)全面栽植赤楊木，(2)一行栽植赤楊木，一行混植 5 種原生演替中、後期樹種，(3)混合栽植 10 種當地原生之先驅及演替中、後期樹種。栽植密度建議為 2m x 2m，每公頃 2500 株。

四、 主要建議意見

- (一) 確認臨時苗圃地點，並建立必要設施，指派專人負責苗木管理及植生復舊作業。
- (二) 請儘速確認採行發包或發動志工參與方式進行復舊作業，以把握於花蓮地區適合的造林季節(1-3月，早春)進行整地及栽植作業。
- (三) 進行梅園、竹村先期植生復育作業成果及蓮花池後續植生復育作業成果之監測調查。

Abstract

The middle and high altitude mountains spread over many cultivated agricultural land in Taiwan. After the experience of the 921 earthquake and a lot of flood disturbance, and also the increasing frequency of extreme climate cause by global changes, the middle and high altitude agricultural land gradually reclamations to forest cover for soil and water protecting, and ecosystem function conservation is necessary. The Investigation and research steps were initial development as following:

- (A) The vegetation survey in the regional of abandoned agricultural land and the nearby forest.
- (B) The soil seed bank sampling and survey in abandoned agricultural land and nearby forest.
- (C) The tree seedling cultivation for revegetation project material.
- (D) Complete the experimental design of revegetation project.

According to the result, The forest around the abandoned agricultural land have high tree species richness, which can provide as regeneration source; but, it's only a little of tree soil seed bank in abandoned agricultural land. There are about 20,000 seedlings had been cultivated, and three different experimental design were set up for revegetation project as following: (1) Only planting *Alnus formosana*, (2) One line planted *Alnus formosana* and one line planted 5 different native late-succession tree species, (3) mixed planting 10 native pioneer and late-succession tree species. The planting distance between each seedling can be 2m x 2m, and the density will be 2,500 seedlings per hectare.

一、計劃緣起與目標

台灣為一溫暖潮溼的島嶼，除少數 3,000 公尺以上的高海拔山區及東北季風迎風面之山頭有天然草生地之分布外，自然狀態下多為森林所覆蓋。目前中、高海拔山區遍佈許多開墾農地有其歷史背景，但在經歷 921 地震及納莉、賀伯、八八水災等重大災害之慘痛教訓，和全球暖化可能造成極端氣候頻率增加之外在環境變遷現象下，逐步將中、高海拔農墾地恢復其森林覆蓋是應努力的方向。將農墾地恢復其森林覆蓋除了可水土保持外，也有生物多樣性及生態系功能保育上的功能。

研究地點為花蓮縣秀林鄉境內的蓮花池，位於中橫公路迴頭彎對岸的朝墩山尾稜，為太魯閣地區的天然湖泊，海拔高度約 1,200 公尺。蓮花池一帶土地原是太魯閣族蘇瓦沙魯部落所在，中橫公路通車後，退輔會安排築路榮民在蓮花池及鄰近的梅園、竹村一帶成立「西寶農場」，墾地栽種蔬果而逐漸形成農業聚落。隨著開墾的榮民逐漸老去，後代子孫陸續搬遷下山，同時間太魯閣管理處亦編列預算完成土地收購程序，如今蓮花池地區在人為干擾減緩下，成為野生動物經常出沒的地方，是進行生態研究及自然觀察體驗的合適場域。然而蓮花池廢耕農地上目前多為禾本科及蕨類的高草本所覆蓋，似難以經由天然更新恢復為原有之森林覆蓋。若能配合適當之復舊造林作業，應有助於將廢耕農地慢慢恢復為林木覆蓋之近天然植生狀態。初步擬定的調查研究步驟如下：

1. 進行復舊區域之植被組成調查，瞭解廢耕地及周邊森林之植相結構及組成。
2. 進行廢耕地及森林的土壤種子庫取樣及調查，瞭解土壤中潛在的更新材料組成。
3. 由周邊地區森林植被組成中篩選適合之植物種類，進行復舊材料之採集與培育。此外亦考慮配置一些具景觀特色之原生樹種。
4. 完成復舊作業方式之研擬與不同處理方式之試驗設計。
5. 委託造林廠商進行復舊施作，亦可發動志工或在地居民執行復舊作業。
6. 草擬復舊成果之調查監測方式，並執行時程約 3-5 年的調查與監測。



圖 1. 太魯閣國家公園蓮花池周邊簡圖

二、蒐集之資料及文獻分析

干擾地植生重建之先決條件是對演替等生態系運作機制的深入瞭解；相對的，生態學之相關學理(如演替、競爭、繁殖等)亦可在干擾地植生重建相關計劃的執行過程中加以印証及修訂；多數已開發國家之生態學者均認為，熱帶林消失與衰退之趨勢可以經由生態學知識的累積及經營管理方式的改善加以控制(Brown and Lugo, 1994; Lugo, 1997)。近年來世界各國對生態系經營(ecosystem management)及維持物種多樣性(biodiversity)的重要性逐漸產生共識，學者預言(e.g. Lugo, 1997)二十一世紀將是干擾地重建的時代。植物為生產者、位居生態系營養層級的最底層，故植生重建是干擾地生態系重建的基礎及首要工作。

干擾地生態復舊(restoration)、干擾地恢復(reclamation)及干擾地植生復舊(revegetation)等名詞均包含有干擾地植生重建之意思在內。然而，如果仔細推敲其意義，則分別代表著不同強度之人為介入和經營方式，茲分別解釋如下：

1. 干擾地恢復(reclamation)，定義為干擾地恢復為接近原有生育地動植物組成之過程。此過程通常意指受干擾地在自然的狀態下之演替過程，沒有(或少有)人為之介入。
2. 干擾地生態復舊(restoration)：依據生態學知識與原理，以人為介入方式，促進生育地之生物及非生物恢復成接近未干擾前之穩定生態體系組成。
3. 干擾地植被復舊(revegetation)：意指植被覆蓋之重建，經常為單一或少數植物種類之栽種，其目的著重於栽種植物之經濟價值或短時間內迅速恢復植生覆蓋，而非生態系之長期穩定。然而，近年來陸續有研究報導指出，在適當之栽植及撫育作業下，造林可達成加速森林生態系復舊之任務。

就現今生態系經營而言，主動的經營管理與試驗調查將成為主流，並取代以往被動式的等待和生物演替觀察(Lugo, 1997)。許多研究報告指出，在自然狀態下，熱帶及溫帶林地之原生樹種大都僅能重新拓植(recolonize)在小面積之廢棄農牧地及中小面積之天然干擾地，大面積之干擾地極少能以自然力在短期間內恢復其原有的植生種類與覆蓋；故主動的復舊(revegetation 及 restoration)將是往後工作重點，被動的恢復(reclamation)將僅局限於小面積干擾地、施業困難度較高之區域、長期生態研究地、和生態基礎資料貧乏之地區。植物為生產者、位居生態系營養層級的最基層，故植生重建是干擾地生態系重建的基石，下文將介紹幾個國外案例，並討論其應用於臺灣森林干擾地的前景、限制和應注意之事宜。

位於加勒比海的波多黎各是世界上少數熱帶地區，其森林重新覆蓋(reforestation)速度高於森林消失(deforestation)速度(Birdsey and Weaver, 1987)。二次大戰後，本地區經濟由傳統的農業轉型為工商業、人為活動對森林破壞迅速減低，早期之農牧地紛紛被放棄並逐漸恢復為二次林(Birdsey and Weaver, 1987)。美國農業部林務署、波多黎各大學生物系及熱帶生態研究所於 1988 年起，合作調查位於Luquillo郡的 12 處低海拔廢棄農牧地(0 - 60 年前)之植生覆蓋及種類，以瞭解植生在無外力干預下之恢復情況，提供管理單位擬定經營方針時之參考。調查後獲得如下之結論(Aide et al., 1995)：

1. 木本植物之種類及密度在最初 10 年增加極為緩慢，12 個樣區中，最多僅出現 5 種木本植物且密度低於每平方公尺 0.1 株；生物量在農牧地廢棄 15 年後才開始緩慢增加，12 年後生物量低於每公頃 6 噸，25 年時不超過每公頃 30 噸。
2. 農牧地植生恢復之速度明顯低於其他類型之天然及人為干擾林地。
3. 農牧地植生演替的途徑與附近 Luquillo 山區在天然干擾(例如颱風、火災等)後之演替路徑有很大不同。最初拓殖農牧地之種類是茜草科(Rubiaceae)、野牡丹科(Melastromataceae)、桃金娘科(Myrtaceae)等之灌木(shurb)及小喬木(treelet)，並非森林經天然干擾後出現的陽性先驅樹種，如 *Cecropia* spp. 及 *Scheffleria morotononi*。
4. 集約且長期使用之農牧地，其幼苗庫(seedling bank)、萌芽更新(sprouting)及土壤種子庫(soil seed bank)等源自於原有森林之更新材料大多消失殆盡，其最重要的森林更新材料為週邊森林散播之種子；再者，許多植物種類之種子散播數量經常隨著距離的增加而減少，故農牧地之大小及使用年限、廢棄農牧地與週邊林分間之距離和週邊林分之植物組成對演替序列進行之速度和方向有決定性的影響。
5. 禾本科之芒草類植物及迅速取得覆蓋優勢的蕨類和闊葉草本會阻止本地區農牧地恢復的速度，尤其會妨礙木本植物的拓殖。

生態系復舊工作執行之基礎是生態系的組成(composition)、結構(structure)及功能(function)等相關知識的累積。相對的，生態系復舊工作之執行結果可幫助我們進一步瞭解生態系運作之模式並驗證有關的生態學理論。南伊利諾大學教授 Ashby 藉由美國中西部低海拔闊葉樹林復舊計劃，討論下列兩點有關生態學理論及其在復舊工作上的應用：

1. 森林演替的部分階段並非是絕對必須，在復舊工作執行時可考慮跳過這些階段，加速森林演替的速度(some typical stages of forest development are not essential and may be bypassed)。

傳統的演替理論認為，森林組成及結構的改變是經由現存的動植物、微生物改變森林環境，逐漸地，現存的動植物及微生物終將因環境的改變被其他適應的生物所取代，直到森林演替至極相(climax)為止。然而，生態學至今並未有相關的試驗能證實上述理論，在此種情況下，復舊計劃提供機會去了解演替的過程。以美國中西部低海拔闊葉樹林為例，檫樹(*Sassafras albidum*)及柿樹(*Diospyros virginiana*)普遍被視為先驅樹種，經歷一段時間後，逐漸為橡樹(oaks)及其他演替後期樹種取代；在土壤性質較佳地區，則被鵝掌藤(*Liriodendron tulipifera*)及糖楓(*Acer saccharum*)所取代。故一般均認為檫樹和柿樹為此一植物社會發展必須經歷的階段，在森林社會演替上有其特定的角色及重要性。由於檫樹及柿樹的木材經濟價值有限，南方松(southern pine)往往取而代之被廣泛栽植於受干擾破壞的林地。研究人員發現許多演替後期闊葉樹種亦能在極短時間內入侵南方松造林地，此一現象顯示，檫樹—柿樹群叢(association)並非是演替後期樹種入侵的必要條件。值得注意的是，接續著自然拓殖先趨樹種社會(natural colonizing pioneer community)與接續著人造植物社會(artificial community)後方入侵的後期演替社會並不完全相同。例如，檫樹—柿樹群叢通常被橡樹所取代，南方松人工林通常被橡樹及檫樹(先趨種)取代，洋槐(*Robinia pseudoacacia*)人工林通常被櫻屬(*Prunus*)、槭樹屬(*Acer*)及朴樹(*Celtis*)等生長在適濕(mesic)環境的樹種所取代。

上述發現引申出下列問題：何種因素影響著演替的過程及不同演替階段的動植物及微生物組成。依據作者調查結果，南方松造林地能創造林地蔭閉效果、改變林地水分使用及吸收模式、增加土壤有機物質及孔隙，這些效應與洋槐造林地並無不同；但南方松為常綠樹種、冬天不落葉，枯枝落葉含氮量不高，洋槐則冬天落葉，且枯枝落葉含氮量高，上述差異性可能是造成不同林分之演替中後期樹種組成不同的原因所在。復舊計劃於試驗設計時如何能將可能影響演替路徑的因子獨立出來並決定其所扮演的角色，是必須且有意義的工作。

依據傳統演替理論，缺少先驅樹種進駐過程，演替後期樹種恐無法存活於樹冠疏開之干擾地內。相關調查顯示，白橡樹(*Quercus alba*)等諸多演替後期樹種的確無法於

林冠層疏開的干擾地存活。然而，大葉橡樹(*Q. macrocarpa*)、紅槭(*Acer rubrum*)、黑胡桃(*Juglans nigra*)等演替後期樹種，曾經成功的栽植、存活於疏開之干擾地並穩定而緩慢的改變其植物社會組成的案例。以往將演替後期樹種與不適於強光下生長之耐蔭樹種劃上等號，而忽略了植物生理上之耐性範圍及土壤、溫度、微生物等效應及種間競爭的影響是不正確的，實際上控制植物社會演替過程的因素遠比我們想像中複雜，但起碼我們瞭解，在森林復舊工作執行時，某些階段是可以被其他階段所取代甚至跳躍過的。

2. 森林有最少物種組成的限制(Forest require a minimum number of components)。

森林生態系之生物組成、結構、功能極為複雜。中西部溫帶落葉林包含 1,000 種以上的高等植物、為數甚多的高等動物、難以估計的無脊椎動物、低等動物及微生物。這些生物經由何種程序、媒介及是否能夠進入復舊林地，相關資料至今仍然非常欠缺。依復舊工作而言，以人工方式引進大量的物種，在經濟上及技術上似乎並不可行；再者，受干擾之林地環境與未受干擾前並不相同，適應於受干擾環境生存之物種亦不相同，通常當環境逆境(environmental stress)增加時，森林社會的物種組成及結構之複雜會隨之降低。

假使所有植物均在同時期引進，大多數草本及苔蘚類植物恐因缺少樹冠層遮蔽而死亡，部分生長迅速之灌木亦可能覆蓋被栽植喬木之幼苗。相反的，假使只栽植喬木之幼苗，需要很長的時間，幼苗方能成長為大樹，其他原生種入侵的速度可能相當緩慢，除此之外，空出之微生育地亦可能被外來種佔據。在技術層面上，以栽植方式加速被干擾森林生態系之復舊需要瞭解各種植物適合之生育地環境及傳播方式，以決定何種植物適宜在何種時機以人為方式引進或任其以自然力散播至林地。茲因上述有關個體生態學及群體生態學等相關知識至今仍不甚明瞭，故復舊計劃執行時，物種的多寡及引進時期的選擇仍有待進一步的研究。然由上述南方松造林地等案例，森林復舊似乎可借由少數植栽種類改變林地微環境，促進原生物種的更新及演替序列之推進，逐漸增加復舊林地內之物種多樣性。

熱帶森林資源因大量砍伐及粗放的農牧業經營而迅速消失，早期生育地重建之工作集中於以少數具經濟價值之選育品種實施大面積造林，其目的主要在維持長期之木材生產，此種森林作業(造林)方式現今受到極大的批評，認為對森林生物歧異度及物種基因庫維持有負面之影響。儘管生態系復舊(ecosystem restoration)之工作方式可以達成物種歧異度維持及基因庫保存的目標，但施業成本甚高，就擁有大面積熱帶森林的開發中國家而言，其可行性有待商榷。復舊作業應如何兼顧生態系的維持與社會經濟的利益，是現今熱帶地區林業經營之重要課題。近年來，越來越多的報告指出，適當的造林方式能在長期目標『生態系復舊』及近程目標『社會經濟效益』間達成雙贏。即在適當的作業模式及造林樹種選擇下，原生植物(native species)可在造林木的庇蔭下天然更新，部分研究甚至發現，造林木可催化(catalyze)原生樹種的更新及林分演替速度。

綜合上述國外的研究，造林對森林演替與原生植物更新之催化作用是經由下列方式達成：(1)造林木能在短期間內增加枯枝落葉量及改善土壤化學性質，及林地的微氣候環境；(2)造林木可吸引鳥類、野生動物之停駐與棲息，增加原生植物種子傳播機會；(3)禾草、蔓藤類等妨礙原生植物種子發芽和幼苗建立之陽性植物，因造林木遮蔭而減少其密度，造林木遮蔭亦改變林床之溫度與濕度，適合部分原生植物生長。茲因大多數造林樹種為需光性高之植物，其生長快速，且能迅速改善林地之物理及化學性質，林木收穫時若能減少下層原生植物之破壞，二次林的演替速度將較未造林之干擾地迅速，物種組成多樣性亦高。以下介紹一個實例，說明造林作業對植生復舊的影響。

油加利屬之速生外來樹種被使用於巴西造林始於十九世紀初期，其木材廣泛被使用為紙漿及碳薪材，至1966年止，總計40萬公頃林地先後栽植油加利樹種。1970年代，工業化發展迅速，依據1973年統計，油加利造林地急速擴張至105萬公頃，截至1995年為止，油加利造林地總面積高達390萬公頃。茲因以往在栽植油加利樹時，砍伐了大面積的原始林，加上近年來，大面積油加利樹陸續遭遇病蟲害侵襲，在惋惜之際，森林生態系保育的呼聲日漸高漲；學者呼籲，部分生長不良木及遭受病蟲危害之林地應放棄，並考慮將造林地予以復舊。

為明瞭油加利造林地內原生植物生長及更新狀況，研究人員以中央點四分取樣法 (point - center quarter method) 調查 30 公頃 10 年生大葉油加利造林地內地徑大於 5 cm 植物的數量與組成，在總計 1.37 公頃取樣面積中，每公頃平均密度是 635 株，斷面積(basal area)是 17.9 m²，樣區內記錄植物 123 種，分屬 67 科。本調查結果發現，10 年生大葉油加利造林地植物組成與 20 公里外，離樣區最近的 Rio Dose 州立公園天然林的植物組成幾乎完全相同，顯示種子傳播者(seed dispersor)能長距離的傳播種子至油加利造林地，而大葉油加利對原生植物並未有排擠的毒他作用(allelopathic effects)。調查植物中，胸徑最大的是 28.9 公分，9%單株的胸徑超過 10 公分，41%單株胸徑小於 3.4 公分。總體而言，植物社會的胸徑級分佈呈反J字型，與成熟林分相似。

上述結果顯示，大葉油加利造林地內，原生植物更新及社會演替進行順利，其組成與結構近似林分發育階段中之建造期（起始期及成熟期間，between initial stage and mature stage），此一結論可由樣區樹種豐富度(species richness)、胸徑級分佈呈反J字型及木本植物生長速度等數據加以支持。由於生長迅速、樹冠層單純和枝葉密度較疏開，大葉油加利與其他許多的速生樹種造林地林下之光度較原生林為高，較草生地為低，許多原生植物適於在其林下更新成長，故大葉油加利在林分更新上扮演著保護樹(nurse tree)的角色，其功能與天然林演替序列中，*Cecropia* 屬等先驅樹種扮演的角色類似。在適當的，作業模式及病虫害防制處理下，大葉油加利在巴西的造林工作，可以達到林木收穫與林分更新、復舊的雙重效果。

三、研究方法

(一) 植被組成調查

調查內容包括：(1)蓮花池廢耕農地及其鄰近森林之地被植被組成現況，(2)蓮花池周邊森林之林木組成。廢耕地及其鄰近森林地植被組成採穿越線調查法，穿越線以農墾地與森林之交接處為起點，與森林距離最遠處之農墾地為終點。總計設置設置 3 個獨立的南向森林樣區，以及 3 條由北向森林延伸至廢耕地核心，長 100m

之穿越線。在穿越線上每隔 25m 設置 2m×10m 的樣區，並區分成 5 個 2m×2m 的小區以利調查。依據樣區所在位置，可區分為森林南面（forest south）、森林北面（forest north）、林緣（edge），以及距離林緣 25m、50m、75m 共 6 種處理，每 1 處理有 3 個重覆，合計 18 樣區，90 個小區。調查小區內紀錄草本及木本植物幼苗組成，草本植物紀錄其種類、高度及覆蓋度，木本植物之幼苗紀錄其種類及株數。

森林區域之植被組成調查採分離式方形樣區調查法，於蓮花池農墾地周邊不等距離之森林內設置 10 個 30m x 10 m 之樣區，若受限於地形限制，則彈性調整其大小。樣區內調查所有胸徑 ≥ 1 cm 的木本植物，紀錄其名稱、胸高（樹高 1.3 m 處）直徑。



圖 2. 帶狀樣區分布圖

(二) 土壤種子庫調查

分別在農耕地、林緣地、森林地三種不同土地類型中分別取 9 個、3 個、6 個長度 30cm × 寬度 30cm × 深度 5cm 之土壤樣本，攜回林業試驗所福山研究中心溫室進行土壤種子庫組成調查。先將土壤樣本分別鋪置於長度 60cm × 寬度 30cm × 深度 7cm 之育苗盤

中，並予以充足之水份，每週觀察記錄萌發之植物種類及數量，直至連續 4 週沒有木本植物萌發時便結束試驗。

(三) 植生復舊材料採集與培育

依據蒐集之文獻資料，以及周邊森林植被組成調查結果，篩選適合當地生長之原生植物，並於繁殖體成熟季節在花蓮一帶中海拔山區進行採集作業。採收之種子視其休眠及發芽特性進行沉積等相關處理，隨即播種於沙床發芽，已發芽至適當大小之幼苗則移植至 5 吋塑膠袋中。由於種子成熟季節有豐欠年，如有適用於植生復舊，但於 98 年底前無法採集到種子之種類，則考慮向花蓮附近地區之林業機構申請或購買，但限於種源在東部地區之種苗。上述材料將依合約要求，培育足量且適當大小之復舊材料，提供後續生態復舊工程施作之需求。

(四) 復舊作業方式之研擬

由於蓮花池廢耕農地上遍布大量之高草本及蕨類植物，建議採用中(大)型耕耘機進行整地作業，因單純採用人工除草或耕鋤方式，無法有效清除這類高草本植物，將造成栽植作業難以進行。本研究擬依據現況，研擬適切的復舊作業方式，包括整地方法、植栽配置方法及後續撫育管理方法等。

四、研究發現

(一) 周邊森林樹種組成

蓮花池周遭之整體木本社會樟櫟群叢為主，其中以三斗石櫟的 IV 值最高 (9.77%)，周遭的樟櫟大型木本包括三斗石櫟、豬腳楠、長葉木薑子、大葉石櫟、長尾尖櫨與青葉楠等等，然而下層灌木叢樹種也充斥於此複層結構中，如南澳杜鵑、玉山紫金牛、小花鼠刺等等耐陰性之樹種存活在林下，顯示蓮花池周遭森林物種豐富度頗高，或能提供未來更新材料之來源。上述森林木本植物組成之調查結果，提示了研究團隊進行種子採集或植栽蒐集的重要方向。

表 1. 蓮花池農耕地周遭森林組成

種類	密度 (trees/ha)	胸高斷面積 (m ² /ha)	重要值 (%)
三斗石櫟 ¹	1188.89	9.22	9.77
烏皮九芎 ²	877.78	7.56	8.01
南澳杜鵑 ³	1216.67	2.01	6.18
豬腳楠 ¹	261.11	7.53	5.47
大葉越橘 ²	455.56	3.19	4.31
青剛櫟 ¹	338.89	2.28	3.07
玉山紫金牛 ³	533.33	0.30	3.04
大頭茶 ²	261.11	2.93	3.03
長葉木薑子 ¹	283.33	1.81	3.02
小花鼠刺 ³	211.11	0.93	2.44
木蠟樹 ²	138.89	2.06	2.43
山香圓 ²	155.56	1.74	2.18
墨點櫻桃 ²	205.56	0.56	2.10
華八仙 ³	261.11	0.17	1.95
大葉石櫟 ¹	161.11	1.83	1.87
呂宋莢迷 ²	194.44	0.10	1.70
油葉柯 ¹	100.00	1.85	1.69
臺灣赤楊 ¹	211.11	1.35	1.66
薯豆 ¹	88.89	1.84	1.64
細葉饅頭果 ²	105.56	0.95	1.61
長尾尖槲 ¹	105.56	1.66	1.60
江某 ¹	161.11	0.39	1.49
香葉樹 ²	188.89	0.25	1.38
柏拉木 ²	277.78	0.06	1.32
青葉楠 ¹	50.00	1.48	1.32
杜英 ¹	83.33	0.58	1.21
山櫻桃 ²	127.78	0.50	1.19
山红柿 ²	27.78	1.58	1.18
臺灣糊櫟 ²	61.11	0.99	1.10
樹杞 ³	83.33	0.68	1.01
白果雞屎樹 ³	172.22	0.84	0.96
密花苧麻 ³	166.67	0.04	0.83
通條木 ²	138.89	0.22	0.74
臺灣馬桑 ³	105.56	0.07	0.61

表 1(續). 蓮花池農耕地周遭森林組成

種類	密度 (trees/ha)	胸高斷面積 (m ² /ha)	重要值 (%)
光葉柃木 ²	88.89	0.17	0.81
小葉白筆 ²	83.33	0.07	0.68
玉山箭竹 ³	83.33	0.02	0.53
長梗紫麻 ²	77.78	0.49	0.85
大葉溲疏 ²	72.22	0.06	0.51
牛奶榕 ²	66.67	0.06	0.88
香楠 ¹	61.11	0.11	0.95
烏心石 ¹	55.56	0.03	0.62
灰木 ²	50.00	0.48	0.54

註：上標符號 1 為大喬木、2 為中小喬木、3 為灌木。

(二) 廢耕農地及其鄰近森林之地被植被組成

由表 2.結果顯示，木本植物幼苗種類及數量在鬱蔽森林下較在農耕地多出許多，其中林下多半是偏耐蔭之樹種，如三斗石櫟、華八仙、玉山紫金牛、雨傘仔及光葉柃木等，也有部分偏陽性灌木，如金石榴及野牡丹。農耕地部分 98 年底僅出現臺灣山桂花，95 年僅出現紫珠，顯示農耕地大部分仍由草本地被植群所覆蓋，更新幼苗的數量甚為稀少，顯示木本植物在廢耕地天然更新狀況不佳。

表 2. 蓮花池森林及農廢耕地之木本植物幼苗組成

種類	98 年幼苗密度 (株/m ²)		95 年幼苗密度 (株/m ²)	
	林下	農耕地	林下	農耕地
三斗石櫟	2.95	-	0.10	-
金石榴	1.45	-	-	-
玉山紫金牛	0.90	-	-	-
臺灣山桂花	0.50	0.05	-	-
野牡丹	0.15	-	0.05	-
鵲不踏	0.05	-	-	-
華八仙	0.05	-	-	-
紫珠	-	-	-	0.05
雨傘仔	-	-	0.35	-
玉山箭竹	-	-	0.15	-
光葉柃木	-	-	0.05	-
江某	-	-	0.05	-
青葉楠	-	-	0.05	-

廢耕地地被在 95 年度大多為陽性草本為主；相對的，森林下以耐蔭的莎草科草本為優勢，但林下的孔隙仍可發現許多陽性草本的存在。其中蕨、扛板歸、葎草、竹葉草、大白花鬼針、串鼻龍與五節芒出現較多。森林下的樣區最具優勢的草本為腎蕨、林緣樣區則為蕨、農耕地部分是以五節芒與蕨兩種高草本為優勢(表 3)。

表 3. 蓮花池林內、林緣及農廢耕地於 95 年調查紀錄之地被植物相對覆蓋度(%)

物種	林下	林緣地	農耕地 (距林緣 25m)	農耕地 (距林緣 50m)	農耕地 (距林緣 75m)
蕨	11.11	16.67	6.67	14.29	20
扛板歸	-	8.33	13.33	14.29	20
葎草	-	-	13.33	14.29	20
竹葉草	-	-	13.33	7.14	20
大白花鬼針	-	-	6.67	7.14	10
何首烏	-	8.33	-	7.14	10
串鼻龍	-	8.33	13.33	7.14	-
五節芒	-	8.33	13.33	7.14	-
檜葉懸鉤子	-	-	6.67	-	-

表 3(續). 蓮花池林內、林緣及廢耕地於 95 年調查紀錄之地被植物相對覆蓋度(%)

物種	林下	林緣地	農耕地 (距林緣 25m)	農耕地 (距林緣 50m)	農耕地 (距林緣 75m)
青牛膽	-	-	6.67	-	-
山葛	-	-	6.67	7.14	-
煙火臺	11.11	8.33	-	-	-
颱風草	-	8.33	-	-	-
荷蓮豆草	-	8.33	-	-	-
烏斂莓	-	8.33	-	-	-
玉山懸鉤子	-	8.33	-	-	-
冇骨消	-	8.33	-	-	-
中國宿柱臺	22.22	-	-	-	-
糙莖菝契	11.11	-	-	-	-
臺灣鱗毛蕨	11.11	-	-	-	-
腎蕨	11.11	-	-	-	-
伏石蕨	11.11	-	-	-	-
大穗日本臺	11.11	-	-	-	-
高粱泡	-	-	-	7.14	-
火炭母草	-	-	-	7.14	-

廢耕地地被在 98 年度大多為陽性草本為主；相對的，森林下以耐蔭的草本為優勢，但林下的孔隙仍可發現許多陽性草本的存在。其中五節芒、竹葉草、颱風草、蕨與戟葉蓼在五種處理均有出現。森林下的樣區最具優勢的草本為腎蕨、林緣樣區則為蕨、農耕地部分是以五節芒與蕨兩種高草本為優勢，其中五節芒的數量較 95 年略有增加。

表 4. 蓮花池林內、林緣及廢耕地於 98 年底調查紀錄之地被植物相對覆蓋度(%)

種類	林下	林緣地	農耕地 (距林緣 25m)	農耕地 (距林緣 50m)	農耕地 (距林緣 75m)
五節芒	8.34	18.03	9.23	7.25	23.08
戟葉蓼	0.76	3.28	9.23	11.59	12.31
檜葉懸鉤子	-	-	-	-	12.31
蕨	0.76	24.59	23.08	2.9	9.23
葎草	-	1.64	3.08	10.14	9.23
血藤	2.28	-	1.54	4.35	7.69
過山龍	-	-	-	-	7.69
串鼻龍	-	-	-	2.9	6.15
剛莠竹	-	-	-	-	3.08
紅花野牽牛	-	-	-	-	3.08
竹葉草	5.77	8.2	18.46	8.7	1.54
颱風草	4.45	16.39	21.54	17.39	1.54
何首烏	1.52	1.64	-	-	1.54
短葉水蜈蚣	-	-	-	-	1.54
腎蕨	13.6	-	-	4.35	-
粗毛鱗蓋蕨	9.45	3.28	1.54	4.35	-
紅鞘薑	9.21	-	-	-	-
臺灣鱗毛蕨	7.9	-	-	-	-
臺灣崖爬藤	5.92	-	-	-	-
臺灣土茯苓	4.61	-	-	-	-
紅果薑	4.55	9.84	1.54	-	-
糙莖菝契	4.45	-	-	-	-
波氏星蕨	3.29	-	-	-	-
中國穿鞘花	2.63	-	-	-	-
高粱泡	1.52	-	-	-	-
土防己	1.52	-	-	-	-
火炭母草	0.76	1.64	-	-	-
厚葉鐵線蓮	0.76	-	-	-	-
南五味子	0.76	-	-	-	-
烏斂莓	0.66	8.2	4.62	1.45	-
瓶蕨	0.66	-	-	-	-
海州骨碎補	0.66	-	-	-	-
杜若	0.66	-	-	-	-

表 4(續). 蓮花池林內、林緣及廢耕地於 98 年底調查紀錄之地被植物相對
覆蓋度(%)

種類	林下	林緣地	農耕地 (距林緣 25m)	農耕地 (距林緣 50m)	農耕地 (距林緣 75m)
同蕊草	0.66	-	-	-	-
伏石蕨	0.66	-	-	-	-
生芽鐵角蕨	0.66	-	-	-	-
山月桃	0.66	-	-	-	-
大花咸豐草	-	1.64	-	-	-
磚子苗	-	1.64	-	-	-
瓦氏鳳尾蕨	-	-	1.54	-	-
鬼針草	-	-	1.54	-	-
野茼蒿	-	-	1.54	1.45	-
糯米團	-	-	1.54	-	-
臺灣懸鉤子	-	-	-	7.25	-
瓦氏鳳尾蕨	-	-	-	7.25	-
椴葉懸鉤子	-	-	-	4.35	-
漢氏山葡萄	-	-	-	2.9	-
昭和草	-	-	-	1.45	-

將蓮花池 18 個樣區的分成六種處理，採相對覆蓋度為介量進行降趨對應分析 (DCA)，對應分析結果中五種處理在序列軸 1 及軸 2 的圖 3 所示，依分析結果可趨分成三群，第一群為 98 年底森林南邊的樣區，第二群為 98 年底與 95 年森林北邊的樣區，其餘的林緣樣區與農耕地樣區歸為第三群。

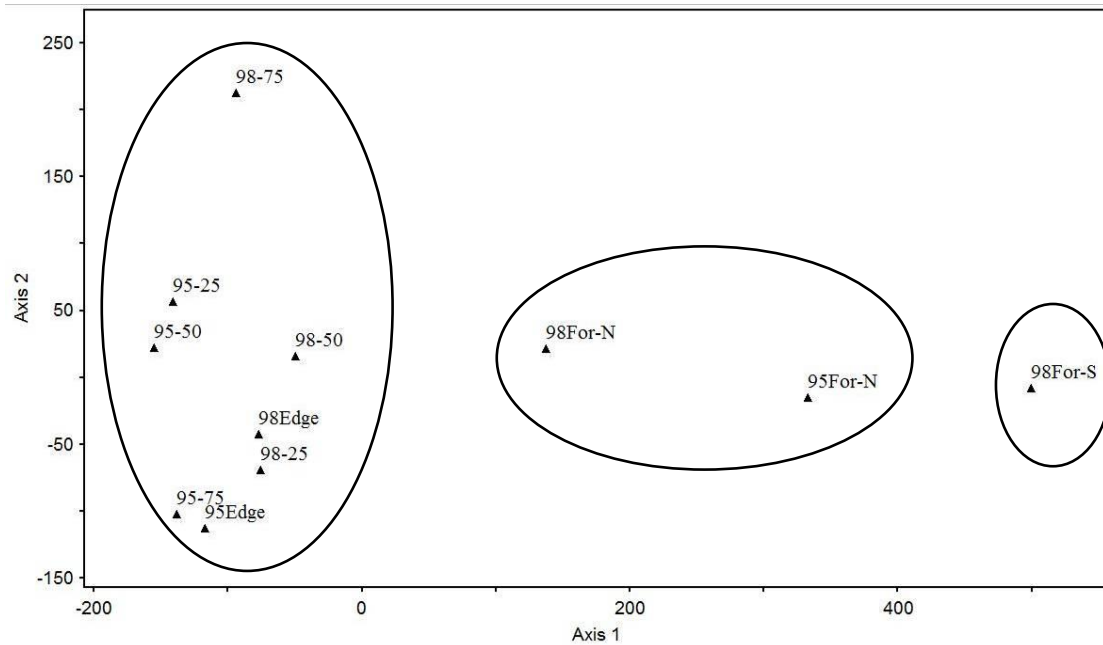


圖 3. 蓮花池森林與農耕地在DCA 分布序列第一軸與第二軸上之樣區分布圖
98 與 95 為調查年份；For-S 為南邊的森林樣區；For-N 為北邊的森林樣區；Edge 為森林邊緣樣區；-25 為離森林邊緣 25m 的農耕地樣區；-50 為離森林邊緣 50m 的農耕地樣區；-75 為離森林邊緣 75m 的農耕地樣區。

95 年農耕地草本平均高度大於 100cm 以上的物種僅僅只有五節芒與高粱泡兩種，其他均低於 100cm 以下，但地面覆蓋率仍然高，更新幼苗依然無法天然更新。98 年底農耕地草本平均高度大於 100cm 以上的物種超過十種，最低草本烏斂莓平均高度約 30cm 左右，最高草本為五節芒高度約 435cm。草本平均高度在 98 年較 95 年高出許多，代表優勢的高草本在此期間逐年長高；在此狀態下，周邊森林木本植物之更新材料要以天然更新的方式在廢耕地上建立，確有其困難度。

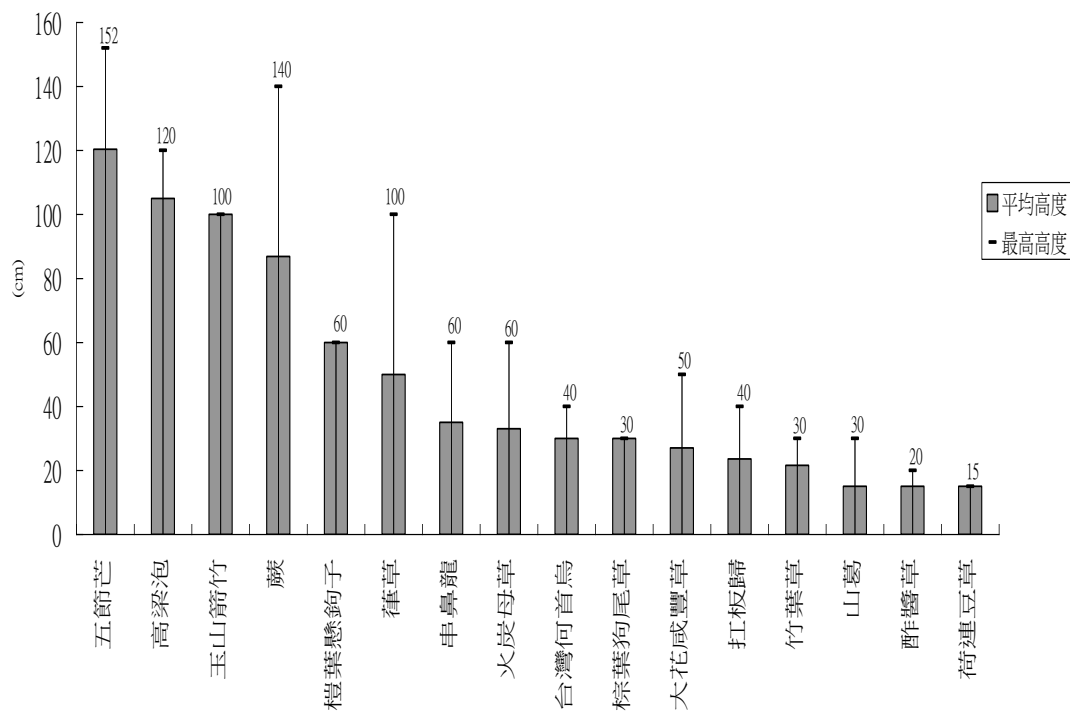


圖 4. 蓮花池農耕地於 95 年調查時之草本高度

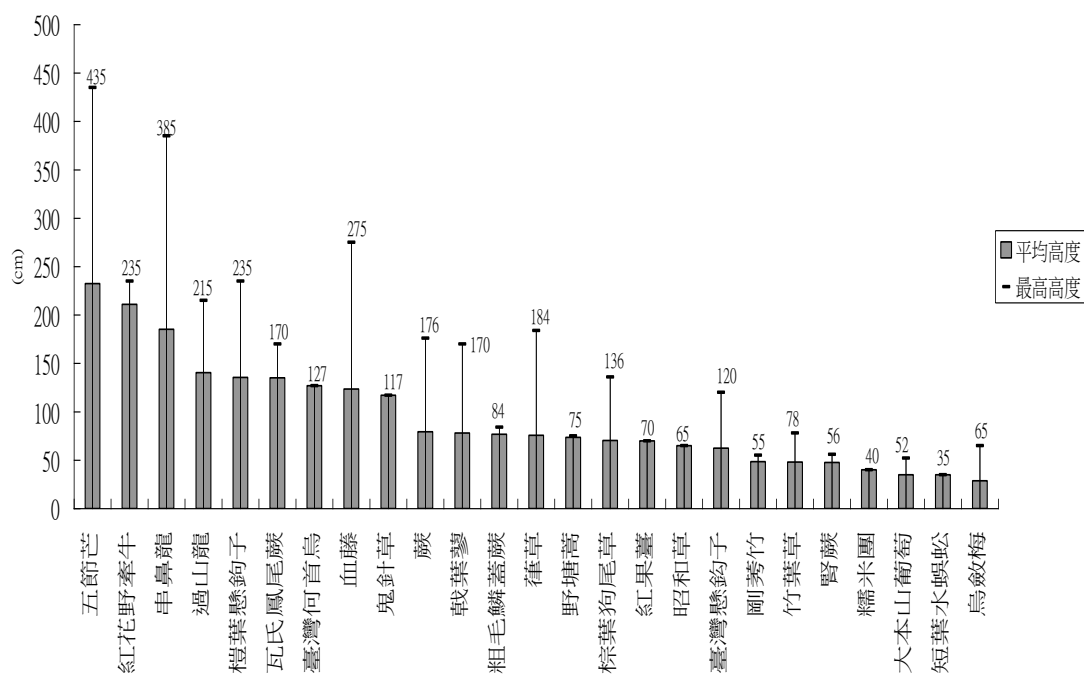


圖 5. 蓮花池農耕地於 98 年調查時之草本高度

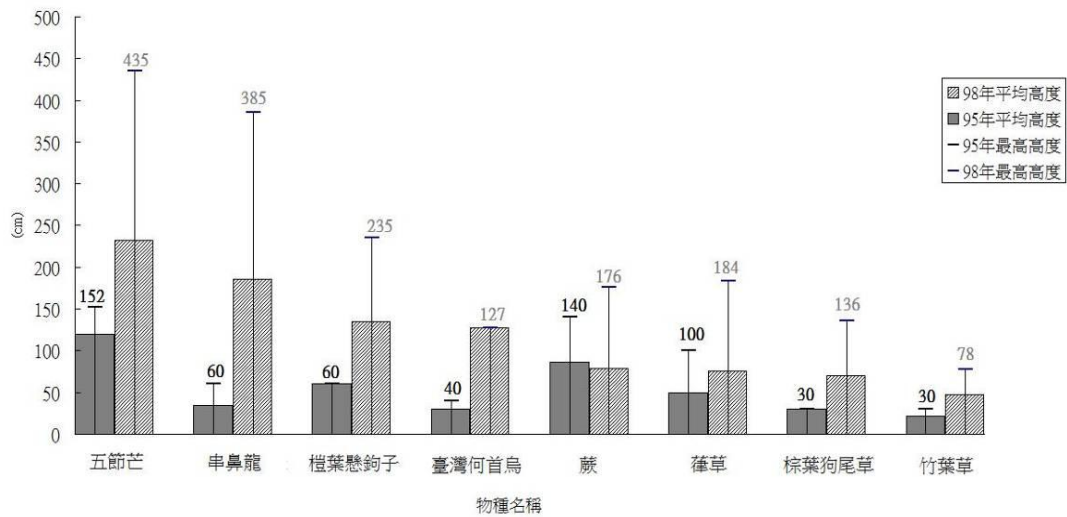


圖 6. 蓮花池 95 年與 98 年農耕地草本高度與最高高度長條圖

(三) 土壤種子庫組成

本試驗迄 99 年 2 月 26 日共歷經 10 週，初步調查結果由圖 7 可知，不同土地類型之土壤種子庫組成不同，森林地主要以雙子葉草本為主，佔森林地總發芽數的 56%，莎草科植物次之(16%)，值得注意的是陽性木本植物之萌發數量亦高達 14%，是以山黃麻為主要之組成樹種，其中亦有幾株疑似為飛龍掌血和野桐的幼苗，但仍須待幼苗長大後方可確認。

此外，目前在土壤樣本中有發現未萌發之三斗石櫟果實，故可知該森林內仍有豐富之木本植物種子；林緣地則多為莎草科植物，佔該林型總發芽數之比例高達 64%，雙子葉草本次之(18%)，但亦存有極少量之木本植物種子，由於萌發數量很少，故無法顯示於圖 7 中；農耕地則以雙子葉草本居多(40%)，禾本科及莎草科植物次之，分別佔該地總發芽數之 28%及 24%。在林緣地及農耕地之雙子葉草質藤本主要以葎草及扛板歸為主，其萌發數量雖僅約佔林緣地及農耕地之 5%及 7%，但其生長蔓延迅速，很快即可於土面上形成覆蓋而影響其他植物之生長。此外，在第十週開始有大量之蕨類出現。

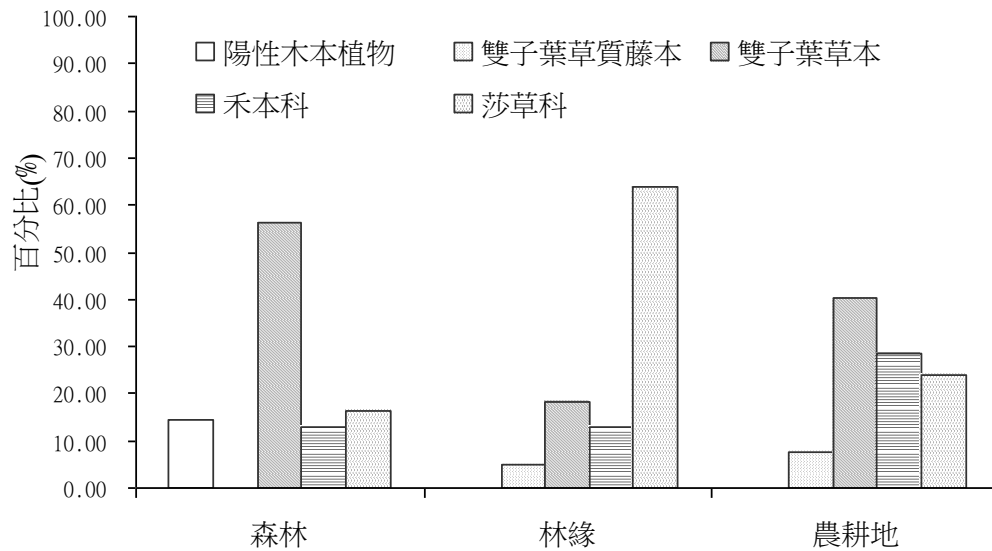


圖 7. 不同林地類型之土壤種子庫各生活型植物種類所佔比例

另比較各生活型植物之種子於各林地種子庫之分佈情形，可發現陽性木本植物多僅分佈於森林地，雙子葉草質藤本多存在於農耕地及林緣地，而在三種林地類型中皆有不少數量之雙子葉草本及單子葉草本種子存在於土壤中(圖 8)。

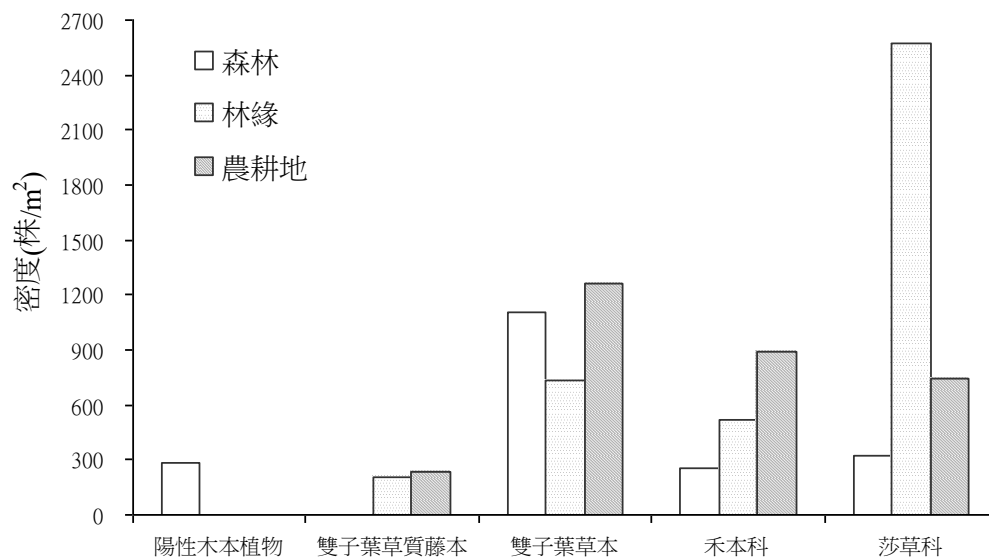


圖 8. 各生活型物種於不同林地類型之土壤種子庫所萌發之數量

(四) 苗木培育現況

目前培育有台灣赤楊等 13 個樹種，計 20,000 株苗木，各樹種之數量與平均苗高資料如表 5 所示。其中，山桐子（380 株）與羅氏鹽膚木（750 株）的數量較少；並以黃杞（苗高 15cm）、山桐子（苗高 20cm）、台灣赤楊（苗高 20cm）及羅氏鹽膚木（苗高 25cm）苗木高度較小。

建議苗木於本（99）年 12 月中旬運交至太魯閣國家公園指定地點。其中，除長梗紫麻（1,000 株）、杜英（780 株）與台灣櫟（800 株）等三個樹種，建議於 100 年 2 月全部出栽之，其餘 10 個樹種，分別依其苗木規格大小於 100 年 2 月/101 年 2 月兩階段栽種，預計 100 年 2 月可栽植 12,800 株，101 年 2 月栽種 7,200 株。然此一數量為預估值，可能在後續培育及運送階段有所折損。

預定於第二階段栽種的苗木，請太魯閣選定適宜的地點繼續管理，其中，台灣赤楊苗木於 100 年 2 月間換較大型的育苗容器，並於 4 月間再行接種放線固氮菌（*Frankia* sp.）兩次，接種部分必要時本研究中心可派員協助進行處理；其他樹種除於一年之間，追施 1 次有機質肥料、1 次複合性化學肥料之外，其餘依一般育苗管理方式執行即可。另羅氏鹽膚木苗木較易罹患根腐病危害，栽培期間宜注意加強日照，並適度減少澆水量、注意育苗介質不要積水。

表 5. 已培育苗木清單

樹 種	學 名	演替 階段	特 色	數量/平 均苗高	2 月份可出 栽數量/平 均苗高	育 苗 容 器	隔年可出 栽數量/ 平均苗高	育 苗 容 器
台灣赤楊	<i>Alnus formosana</i>	先驅	民俗植物、 當地原生種	7840 /20cm	5000 /27cm	穴植 管	2840 /10cm	穴植 管
羅氏鹽膚木	<i>Rhus chinensis</i> var. <i>roxburghiana</i>	先驅	花、果	750/ 25cm	420/ 30cm	塑膠 軟盆	330/ 19cm	塑膠 軟盆
長梗紫麻	<i>Oreocnide</i> <i>pedunculata</i>	先驅	當地原生種	1000 /86cm	1000 /86cm	塑膠 軟盆	0	塑膠 軟盆
山桐子	<i>Idesia polycarpa</i>	先驅	果	380/ 20cm	280/ 25cm	塑膠 軟盆	100/ 12cm	塑膠 軟盆
青剛櫟	<i>Quercus glauca</i>	先驅	當地原生種	1450 /45cm	800/ 57cm	塑膠 軟盆	650/ 32cm	塑膠 軟盆
青楓	<i>Acer serrulatus</i>	中、 後期	葉	1650 /52cm	800/ 68cm	塑膠 軟盆	850/ 33cm	塑膠 軟盆
黃杞	<i>Engelhardia</i> <i>roxburghiana</i>	中、 後期	當地原生種	1320 /15cm	320/ 23cm	塑膠 軟盆	1000/ 10cm	塑膠 軟盆
青葉楠	<i>Machilus zuihoensis</i> var. <i>mushaensis</i>	中、 後期	當地原生種	790/ 55cm	550/ 60cm	塑膠 軟盆	240/ 40cm	塑膠 軟盆
杜英	<i>Elaeocarpus</i> <i>sylvestris</i> var. <i>sylvestris</i>	中、 後期	當地原生種	780/ 145cm	780/ 145cm	塑膠 軟盆	0	塑膠 軟盆
山櫻花	<i>Prunus campanulata</i>	中、 後期	花、當地原 生種	1670 /77cm	800/ 90cm	塑膠 軟盆	870/ 54cm	塑膠 軟盆
豬腳楠	<i>Machilus thunbergii</i>	中、 後期	當地原生種	790/ 45cm	650/ 50cm	塑膠 軟盆	140/ 37cm	塑膠 軟盆
台灣欒	<i>Zelkova formosana</i>	中、 後期	用材	800/ 150cm	800/ 150cm	塑膠 軟盆	0	塑膠 軟盆
烏心石	<i>Michelia formosana</i>	中、 後期	當地原生種	780/ 52cm	600/ 70cm	塑膠 軟盆	180/ 33cm	塑膠 軟盆
總計				20,000 株	12,800 株		7,200 株	

另有關 99 年 11 月 18 日期末報告討論(二)所提「目前已復育之苗木數量，扣除明年現地復育所需之數量，其餘苗木後續的撫育管理時程、人力和存放場地，請受託單位提出相關建議。」乙案，謹建議如下：

請太魯閣國家公園協助擇定合適之育苗場地，最好以現有苗圃為優先考慮，並能符合以下條件：（一）水源充沛，水壓最好足供自動噴灌，或有既有灌溉設施；（二）交通便利，便於苗木管理與器材運送；（三）海拔較低且日照充足；（四）附近雇工容易；（五）坡度平緩；（六）最好有電力設施。請先檢視準備水源、噴灌、遮蔭、苗床等設施，及所需材料物品。

苗木運抵苗圃後，後續撫育管理時程建議如下：

（一）以民國 101 年 3 月出栽為規劃原則。

（二）出栽前之健化處理：

民國 100 年 10~12 月，隔 2 週施用一次高鉀低氮液體肥料，此後至出栽前，請儘量減少澆水。（六）人力：建議由有培育苗木經驗的人員擔任。（五）其他：羅氏鹽敷木易罹根腐病，請注意提供排水良好、日照充足環境，倘有必要時考慮施用殺菌劑。

（三）未出栽苗之處理

1. 換新育苗容器：

（1）台灣赤楊：必須換較大的容器。

（2）苗高 30~40cm 的苗木：最好能換再大一號的育苗容器。

（3）苗高 30cm 以下的苗木：視實際需要再做決定。

2. 施肥：

（1）台灣赤楊：

於 100 年 3~4 月換大育苗容器，育苗介質必須透氣性良好，請添加約 10~15%的粗河沙或珍珠石，另加 2~5%之低氮高磷化學肥料，均勻混入，換容器後，約於 6 月間，接種放線性固氮菌

（*Frankia* sp.）- 採取天然生台灣赤楊林木之新鮮根瘤，加水充分磨碎後，邊攪攪邊澆灌於根部，請於間隔 3 週內，接種 2 次。

（2）其他苗木：

於 100 年 3 月中旬追施一次有機質肥料與高氮複合性化學肥料；其後，若有再更換大育苗容器之苗木，請於新添加育苗介質中混入 10~20%之有機質肥料，並於換容器後 1~1.5 個月，施用一次複合性化學肥料。

(四) 復舊作業方式

建議於廢耕地上進行三種不同造林樹種配置的試驗處理，方法簡述如下：

處理一：模擬太魯閣族之傳統，於即將休耕農地上栽植赤楊木。

處理二：一行栽植赤楊木，一行混合 5-7 種原生演替中、後期樹種，採隨機混合栽植方式。

處理三：栽植 6-8 種當地原生樹種，包括先驅及演替中、後期樹種，採隨機混合栽植方式。

每一處理有 4 重覆，每一重覆之面積為 0.3 ha，合計面積預計有 3.6 ha。苗木建議之栽植密度為 2m x 2m，每公頃栽植 2,500 株。

結合培育苗木資料及試驗設計，初步擬訂復舊作業植栽配置如表 6，總計苗木需求量为 10,250 株，其中 9,000 株為復舊造林用，1250 株可用於步道兩旁及住宿區周邊之景觀植栽。

表 6. 復舊作業植栽配置

樹種	處理 1			處理 2			處理 3			景觀 植栽	合計
	株數	重覆	總株數	株數	重覆	總株數	株數	重覆	總株數	株數	
台灣赤楊	750	4	3000	375	4	1500	75	4	300		4800
羅氏鹽膚木							75	4	300		300
長梗紫麻							75	4	300		300
山桐子										250	250
青剛櫟							75	4	300		300
青楓							75	4	300	400	700
黃杞											
青葉楠				75	4	300	75	4	300		600
杜英				75	4	300	75	4	300		600
山櫻花										600	600
豬腳楠				75	4	300	75	4	300		600
台灣檫				75	4	300	75	4	300		600
烏心石				75	4	300	75	4	300		600
合計			3000			3000			3000	1250	10250

五、結論與建議

(一) 結論

本研究已完成之周邊森林樹木組成調查，可瞭解農耕地周邊森林可能提供之潛在更新復舊材料，亦有助於復舊造林樹種之選擇。然在農耕地植被及土壤種子庫調查中卻極少發現木本植物，推測原因如下：(1)木本植物種子落於農耕地後可能因環境適宜而順利大量發芽，但又因該地原存在的高草本植物生長迅速，遠超過木本植物之生長速度，進而逐漸覆蓋過萌發之木本幼苗，終致木本植物死亡，以致木本植物之種子被消耗殆盡而未留存於土壤種子庫中；(2)因高草本覆蓋，種子難以順利著地萌發；(3)因先前長期之農耕活動，農耕地內少有殘存未萌發之木本植物種子。

目前已培預苗木 13 種約 20,000 株。建議於廢耕地上進行三種不同造林樹種配置的試驗栽植處理：(1)全面栽植赤楊木，(2)一行栽植赤楊木，一行混植 5 種原生演替中、後期樹種，(3)栽植 10 種當地原生之先驅及演替中、後期樹種。栽植密度建議為 2m x 2m，每公頃 2500 株。

(二) 建議事項

1. 周邊森林主要組成木本植物在廢耕地之天然更新狀態不佳，此一現象有待長期追蹤予以釐清。然由 95 至 98 年間農耕地高草本數量逐漸增加之現象初步研判，此一狀況改善不易。
2. 建議於苗木養成後，於部分廢耕地採用機械方式清除高草本，再輔以造林方式，並與未作業區進行比對試驗，以瞭解建議方式之可行性。
3. 確認臨時苗圃地點，並建立必要設施，指派專人負責苗木管理及植生復舊作業。
4. 請儘速確認採行發包或發動志工參與方式進行復舊作業，以把握於花蓮地區適合的造林季節(1-3月，早春)進行整地及栽植作業。
5. 進行梅園、竹村先期植生復育作業成果及蓮花池後續植生復育作業成果之監測調查。

參考資料

- 王相華、田玉娟。2008。恆春半島次生熱帶海岸林之植群結構、組成。中華林學會 97 年度學術論文發表會論文集-生態保育組，p820-837。中華民國 97 年 10 月 28-29 日，嘉義大學。
- 王相華、洪聖峰、郭耀綸、陳芬蕙。2009。復舊苗木在墾丁熱帶海岸林銀合歡防除地之初期生長。國家公園學報 19(1): 9-22。
- 王相華、張惠珠、徐國士、洪州玄、高瑞卿。2007。邊緣效應對香蕉灣海岸林生態保護區林木組成變遷之影響。中華林學會 96 年度學術論文發表會論文集-人文暨經營及生態暨保育組，p377-388。中華民國 96 年 10 月 18-19 日，文化大學。
- 王相華、郭耀綸、陳芬蕙。2008。栽植及天然更新苗木在恆春山海村海岸林銀合歡防除地之初期生長表現。中華林學會 97 年度學術論文發表會論文集-生態保育組，p798-819。中華民國 97 年 10 月 28-29 日，嘉義大學。
- 呂明倫、鍾玉龍。2007。墾丁國家公園銀合歡空間分布特徵之研究。特有生物研究 9(2): 7-18。
- 呂福原、陳民安。2002。墾丁國家公園外來種植物對原生植群之影響-以銀合歡為例。內政部營建署墾丁國家公園管理處。47 頁。
- 許正一。2009。墾丁熱帶海岸林天然更新復舊潛力評估:土壤特性及其對苗木栽植之影響, 行政院農業委員會林務局委託辦理計畫系列編號 97-00-5-32。國立屏東科技大學。34 頁。
- 郭幸榮。2005。森林生態復育之理論與實例。臺灣林業 31(1): 46-54。
- 蔣慕琰、徐玲明、袁秋英、陳富永、蔣永正。2003。台灣外來植物之危害與生態。小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊, 台灣花蓮: 97 - 109。
- 鍾玉龍、呂明倫。2006。SPOT 衛星影像於墾丁國家公園銀合歡入侵分布之繪製。台灣林業科學 21(2): 167-177。
- Aide, M., J. K. Zimmerman, L. Herrera, M. Rosario. and M. Serrano. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. Forestry Ecology and Management 77 (1): 77-86.

- Bakker, J. D. and S. D. Wilson. 2004. Using ecological restoration to constrain biological invasion. *Journal of Applied Ecology* 41(6): 1058-1064.
- Biggerstaff, M. S. and C. W. Beck. 2007. Effects of method of English Ivy removal and seed addition on regeneration of vegetation in a southeastern Piedmont Forest. *American Midland Naturalist* 158(1): 206-220.
- Birdsey, R. A. and P. L. Weaver. 1987. Forest area trends in Puerto Rico. U.S. Forest Service research note SO - United States, Southern Forest Experiment Station (USA)
- Blakesley, D. and S. Elliott. undated. Thailand, restoration of seasonally dry tropical forest using the framework species method. UNEP World Conservation Monitoring Center (WCMC), UK, 8 pp.
- Blakesley, D., K. Hardwick, and S. Elliott. 2002. Research needs for restoring tropical forests in Southeast Asia for wildlife conservation: framework species selection and seed propagation. *New Forests* 24(3): 165-174.
- Blakesley, D., K. Hardwick, and S. Elliott. 2002a. Research needs for restoring tropical forests in Southeast Asia for wildlife conservation: framework species selection and seed propagation, *New Forests* 24(3): 165-174.
- Blakesley, D., S. Elliott, C. Kuarak, P. Navakitbumrung, S. Zangkum, and V. Anusarnsunthorn. 2002b. Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. *Forest Ecology and Management* 164(1-3): 31-38.
- Brown, S. and A. E. Lugo. 1994. Rehabilitation of Tropical Lands: A Key to Sustaining Development. *Restoration Ecology* 2(2): 97-111.
- Castro, J., R. Zamora, and J. A. Hódar. 2006. Restoring *Quercus pyrenaica* forests using pioneer shrubs as nurse plants. *Applied Vegetation Science* 9(1): 137-142.
- Duryea, M. L. 1987. Forest regeneration methods: natural regeneration, direct seeding and planting, in: *Florida Cooperative Extension Service*. University of Florida, Gainesville, 13 pp.
- Elliott, S., P. Navakitbumrung, C. Kuarak, S. Zangkum, V. Anusarnsunthorn, and D. Blakesley. 2003. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. *Forest Ecology and Management* 184(1-3): 177-191.

- Florentine, S. K. and M. E. Westbrooke. 2004. Evaluation of alternative approaches to rainforest restoration on abandoned pasturelands in tropical North Queensland, Australia. *Land Degradation & Development* 15(1): 1-13.
- Florentine, S. K., and M. E. Westbrooke. 2004. Evaluation of alternative approaches to rainforest restoration on abandoned pasturelands in tropical North Queensland, Australia. *Land Degradation & Development* 15(1): 1-13.
- Flory, S. L. and K. Clay. 2009. Invasive plant removal method determines native plant community responses. *Journal of Applied Ecology* 46(2): 434-442.
- Gomez-Aparicio, L., R. Zamora, J. M. Gomez, J. A. Hodar, J. Castro, and E. Baraza. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14(4): 1128-1138.
- Gooden, B., K. French, and P. J. Turner. 2009. Invasion and management of a woody plant, *Lantana camara* L., alters vegetation diversity within wet sclerophyll forest in southeastern Australia. *Forest Ecology and Management* 257(3): 960-967.
- Hardwick, K., J. Healey, S. Elliott, N. Garwood, and V. Anusarnsunthorn. 1997. Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand. *Forest Ecology and Management* 99(1-2): 203-214.
- Hardwick, K., J. R. Healey, S. Elliott, and D. Blakesley. 2004. Research needs for restoring seasonal tropical forests in Thailand: accelerated natural regeneration. *New Forests* 27(3): 285-302.
- Lamb, D., P. D. Erskine, and J. A. Parrotta. 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310: 1628 - 1632.
- Loope, L. L. 1993. An overview of problems with introduced plant species in national parks and biosphere reserves of the United States. In C. P. Stone, C. W. Smith, and J. T. Tunison [eds.], *Alien plant invasions in native ecosystems of Hawai'i : management and research*, 887. University of Hawaii, Cooperative National Park Resources Studies Unit, Honolulu, Hawaii.
- Lugo, A. E. 1997. The apparent paradox of reestablishing species richness on degradedlands with tree monocultures. *Forestry Ecology and Management* 99 (1): 9-19.
- Shono K., E. A. Cadaweng, and P. B. Durst. 2007. Application of

assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology* 15(4): 620-626.

Tucker, N. I. J. and T. M. Murphy. 1997. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the Wet Tropics of North Queensland. *Forest Ecology and Management* 99(1-2): 133-152.

Vieira, D. L. M. and A. Scariot. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14(1): 11-20.

附圖



附圖 1. 森林地之土壤種子庫發芽情形



附圖 2. 林緣地之土壤種子庫發芽情形



附圖 3. 農耕地之土壤種子庫發芽情形



a. 山黃麻幼苗



b. 疑似飛龍掌血之幼苗



c. 三斗石櫟之果實



d. 蕨類出現

附圖 4. 土壤種子庫幼苗萌發情形



附圖 5. 培育之青剛櫟苗木



附圖 6. 培育之青楓苗木



附圖 7. 培育之黃杞苗木



附圖 8. 培育之黃杞袋苗



附圖 9. 培育之長梗紫麻幼苗



附圖 10. 培育之長梗紫麻袋苗



附圖 11. 培育之赤楊初生苗



附圖 12. 穴植管培育之赤楊苗



附圖 13~14. 苗圃育苗情形



附圖 15~16. 保育志工人員訓練

附錄一、期中簡報會議紀錄

太魯閣國家公園管理處 98 年度委託辦理計畫

「中海拔廢耕地生態復舊作業方式綜合探討

—以蓮花池農墾地為例」期中簡報會議紀錄

一、時間：99 年 3 月 22 日上午 10 時 30 分

二、地點：本處會議室

三、主持人：游處長登良

記錄：朱何宗

四、報告人：王和宗

五、出席人員

張副處長登文	張登文
許秘書英文	許英文
企劃經理課	黃如泥
解說教育課	黃志強
遊憩服務課	林忠於
環境維護課	阮國光 何文龍
保育研究課	陳俊山 朱何宗
天祥管理站	
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	

六、討論：(略)

七、結論：

- (一) 蓮花池區域生態環境豐富，本處定位主要朝向生態研究基地規劃，並以環境教育及登山學校訓練場地功能為輔。
- (二) 蓮花池細部計畫中植栽建議計畫，建請受託單位參考。
- (三) 由保育研究課邀集各課室及受託單位召開工作會議，針對已種植之苗木除蔓輔育、未來復育方式、配置進行研商。
- (四) 本期中簡報通過准予備查，惠請受託單位依合約辦理第二期款撥用事宜。

附錄二、期末簡報會議紀錄

中海拔廢耕地生態復舊作業方式綜合探討－以蓮花池農墾地為例

期末簡報出席人員簽名冊

主辦單位：保育研究課

時間	99 年 11 月 18 日下午 2 時正		地點	本處會議室	
主持人	游處長登良		紀錄	蔡佩芳	
出席人員					
機 關 (單 位)		職 稱	簽 名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備 註	
1	林業試驗所 福山研究中心	王仁	王仁		
2					
3	張副處長登文				
4	許秘書英文				
5	企劃經理課		陳味		
6	環境維護課				
7	遊憩服務課		張淑貞		
8	解說教育課				
9	天祥管理站				
10	保育研究課	課長	陳俊山		
11	保育課	王	朱何泉		
12	蘇石站		孫明珠		
13			林展興		
14			林佩蓉		
16					

「中海拔廢耕地生態復舊作業方式綜合探討－以蓮花池農墾地為例」

期末簡報會議紀錄

一、時間：99 年 11 月 18 日下午 2 時正

二、地點：本處會議室

三、主持人：游處長登良

紀錄：蔡佩芳

四、出席人員：詳簽名冊（略）。

五、主辦課室報告：

本案受託單位行政院農業委員會林業試驗所(福山研究中心)已依合約第二條規定(99 年 11 月 15 日前)於 99 年 11 月 15 日(公文號 0990005411)提出期末報告書，並出席本處排定今日之期末審查會議。

六、討論：

- (一)有關蓮花池現地復育工作，目前有部分民間組織有意願合作辦理，以工作假期模式或結合志工、學校共同辦理，有待進一步研商其可行性和執行模式，屆時請受託單位予以技術上之協助。
- (二)目前已復育之苗木數量，扣除明年現地復育所需之數量，其餘苗木後續的撫育管理時程、人力和存放場地，請受託單位提出相關建議。

七、結論：

- (一)有關明年現地復育工作，請受託單位多多予以復舊作業之事前準備和現地操作專業上之協助。
- (三)本期末簡報符合本處要求，同意備查。有關各與會人員相關意見和建議，請受託單位參酌辦理。

八、散會：15 時正。

附錄三、實務教訓練簽到表

「中海拔廢耕地生態復舊作業方式綜合探討—以蓮花池農墾地為例」案

實務教育訓練簽到表

一、日期：2010 年 11 月 28 日

二、地點：福山研究中心

三、參加人員：

王凌聖	
林昱凱	張淨涵
林煥安	黃惠琳
顏瑞瑤	賴大仁
劉秉良	文玉丰
張碩祐	吳仲君
游麗芝	陳明華
李若寧	傅季凡