

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列

丹大菜園回收地復舊造林試驗

The study of reforestation in Danda vegetable
garden area



成果報告

委託機關：行政院農委會林務局南投林區管理處

執行機關：國立中興大學森林系

中華民國 103 年 11 月

一、摘要

南投林管處所屬丹大事業區早期受到林農違法栽植高冷蔬菜，大量化肥以及石灰施用導致菜園回收地土壤劣化，以及造林初期受到嚴重動物危害，導致菜園回收地造林成效不佳，致造林木幾乎無法存活，僅存少數存活苗木亦呈嚴重生長遲滯現象。本研究試驗項目有，1.栽植與直播造林地土壤改良，包括施用硫磺粉、施用有機肥、施用森林土與對照區；2.菌根苗木栽植造林試驗；3.架設圍籬防治動物進入樣區。栽植造林樹種選擇包括台灣紅榨槭 (*Acer rubescens*)、楓香 (*Liquidambar formosana*)、台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*)、台灣扁柏 (*Chamaecyparis obtusa var. formosana*) 以及紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 五種樹種，直播造林樹種選用台灣赤楊 (*Alnus formosana*) 以及台灣扁柏兩種樹種。結果顯示，經過不同介質的施撒，都能夠稍微改良土壤性質，尤其施用硫磺與森林土對於 pH 改善較具效用；菌根苗造林能提高苗木生長與成活率之表現，無菌根苗在未經改良的菜園土壤中，都呈停滯生長。撒播造林在本試驗無法成功，應是撒播時間與菜園微環境所造成。架設圍籬無法阻擋動物進入菜園回收地。菜園回收地植群相較於鄰近森林，植物種類是增多的，但是沒有木本植物。

二、前言

早期經濟快速發展之下，農民利用中高海拔地區冷涼之氣候，栽培高冷蔬菜以及溫帶水果，其中以蔬菜為短期收穫作物，耕作期間農民為提升高冷蔬菜生產量，施用大量化學肥料、農藥以及石灰資材。丹大事業區林班地在長期經農民連續耕種蔬菜後，其土壤性質遭受變化，石灰資材施灑會導致菜園土壤 pH 值提高，形成鹼性土壤，其 pH 值皆高於 7，同時過多的鈣離子累積於土壤中，菜園回收地 Ca^{2+} 含量高於 $10 \text{ m.e. } 100 \text{ g}^{-1}$ 以上，使得有效磷易遭受鈣吸附固定，形成難溶的磷酸鈣沉澱，造成有效磷遠低於 7 ppm，另外高含量的鈣也可能使鉀、鎂產生拮抗作用，此外土壤中鹼性磷酸酶含量與天然林相比之下也較為缺乏，也可能影響有機磷轉無機磷的速率，使得土壤中供給植物利用的有效磷不足 (郭珣姍，2013)，且在雨水沖刷後，施灑在土壤表面的肥料因沖蝕流入鄰近溪流，對鄰近水源以及水庫造成環境污染。

丹大菜園回收地除農民栽培高冷蔬菜，造成土壤劣化，是導致造林成效不彰的原因之一，此外，丹大地區動物對苗木危害相當嚴重，其中又以

水鹿破壞最為嚴重。

三、前人研究

菜園土壤性質

高冷蔬菜生產會消耗大量地利，往往必須施用大量化學肥料補充，然而大量化學肥料之施用會導致土壤呈現酸性，一般高冷蔬菜最適合之土壤 pH 範圍介於 6.0 ~ 6.5，所以在酸性土壤種植高冷蔬菜時，易發生土壤根瘤病危害造成蔬菜產量降低，為此農民則年年大量施用石灰等資材改善，造成土壤理化性質變異性大，土壤 pH 值明顯提升，甚至在土壤淺層出現石灰硬盤，使苗木根系發育不良呈現盤根現象 (賴文龍等，2004)。

硫磺與有機質

1. 硫磺 (sulfur)：施用在鹼性土壤改良效果良好，載運方便並能補充土壤中硫元素，在價格上亦較其他酸性土壤改良劑便宜，是其最大的幾個優點 (Jaggi *et al.*, 1999)，硫磺氧化之過程，需要透過土壤中 *Thiobacillus spp.* 好氧型細菌以及其他異營真菌等微生物，將硫磺氧化釋出氫離子 (H^+) 以及硫酸根離子，使土壤 pH 降低以達土壤酸化之目的，而硫磺氧化速率主要受到土壤中含水率、溫度、硫磺粒徑以及土壤中微生物等因子之影響 (Yang *et al.*, 2010)。

2. 有機質 (organic matter)：就化學點而言，一切有機質都是有機化合物 (organic compounds)，也都是含碳素的化合物 (carbon compounds) 有機質涵蓋甚廣，都市廢棄物如工廠或汙水廠之廢水汙泥、泥碳土、有機廢棄堆積物、以及木屑都算是有機質的一種，有機質分解後產生之酸類 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 等以及有機質中的腐質酸能溶解礦物質或分解礦物質，使其釋放出來許多元素，有機質分解受到微生物明顯的影響，好氣性微生物在氧氣充足之時，分解甚快，事實上土壤中之有機質分解是一種消化作用，頗多量之氧氣需要用於分解者，所以表土之分解速度最快，而在底土分解很慢尤其是緊密的水濕土壤最慢 (郭魁士，1992)。

有機質肥料在施用時應考慮有機質本身材料特性，在施用時有機質未腐熟，容易在施用時易滋生蚊蠅並發出惡臭，在施用後繼續產生腐熟作用，當 C/N 比大於 30 時，甚至會導致分解菌大量繁殖，從土壤環境中吸收多量營養進入菌體，引起作物與微生物競爭養分，而不利生長 (張耀聰, 2010)。

菌根菌接種與復舊造林

菌根 (mycorrhizae) 為真菌和植物根系形成共生體，普遍存在於表土中。許多研究指出在瘠劣環境下，菌根菌的接種對於植物的生長具有明顯正面效應。菌根菌的感染能改變植物適應能力的原因在於菌根的根外菌絲能向外擴展超越養分消耗區 (depletion zone)，使不易移動的養分 (如磷等元素)，藉由根外菌絲能較快速的向植物根部移動，增加根部吸收的表面積 (Bethlengavay *et al.*, 1982)。當菌根形成後，其根外菌絲會不斷拓展至土壤中，形成龐大的菌絲網，穿過土壤顆粒間極細小之空隙，與土壤顆粒密切接觸，菌絲分泌的有機物質可促進土壤顆粒團粒化，進而改善土壤結構，提高土壤通氣性、水分滲透力及保水力 (Kabir and Koide, 2000)，在復育造林計畫中，接種菌根菌可幫助植物生長 (Hreerea *et al.*, 1993) 且可促進土壤物理、化學及生物性質 (Carrillo-Garcia *et al.*, 1999)，因此菌根菌被普遍用於瘠劣地的復舊造林。郭玲灼 (2013) 利用囊叢枝菌根菌接種紅檜苗木，發現菌根菌的接種確實可以提高紅檜在石灰質土壤生長。

三、材料方法

試驗地概況

野外試驗位於南投縣信義鄉丹大試驗區，東緣與花蓮縣萬榮鄉交界，介於北緯 23°5'33" 至 23°5'27" 之間，東經 120°59'43" 至 121°13'55"，其地形起伏劇烈，海拔自 521 ~ 3,106 m，跨越亞熱帶、暖溫帶及冷溫帶等三個氣候帶 (傅國銘等, 2004)。年均溫為 12 °C，年雨量約為 1,600 ~ 2,400 mm。民國 76 年，負責丹大事業區林班造林的振昌木業被發現於其租地中果樹行間大量種植高冷蔬菜，此舉已違反森林相關法令，在南投林管處長期訴訟後，於民國 98 年將所有遭占墾之林班地收回，終止近 20

年林班地之不當利用。

菌根菌接種苗木

不同樹種菌種來源因地緣分佈關係也不相同，台灣紅榨槭以及台灣扁柏菌種來源，皆採自於丹大地區扁柏以及紅榨槭天然林下的根域土；紅檜以及台灣杉的菌種主要採集自人倫林道旁人工林內的根域土；楓香則採集自魚池苗圃。土壤採集後如果沒有使用立即分離孢子，就必須放置在低溫生長箱，需要使用時才自低溫生長箱拿出。

菌種分離採用的是濕篩法，以獲得大量菌種，濕篩法原理為叢枝菌根菌的孢子因含有油滴，所以比重較土壤中的砂粒為小。因此當土壤樣品在強勁水流的沖洗下，孢子可在劇烈晃動的水液中懸浮較久的時間；砂粒則因為比重較大而迅速地沉降到燒杯底部。首先將採集回來後土樣加水攪拌，利用孢子還懸浮在水液上層的時候，將上層液傾倒入篩網組合中（250 um, 150 um, 100 um, 50 um）。篩網組合因由具有不同網孔大小的篩網組成，因此它們可以將不同大小的孢子篩出。本法雖然可以將孢子篩洗出來，利於後續的孢子挑選工作，但是由於土壤中包含太多複雜的有機物，因此本法所獲得的篩出物並不盡然是菌根菌的孢子，還有許多是動物的卵，例如線蟲的卵等，這部分有待進一步的純化 (Gerdman, 1974)。圖 1 為菌種採集、篩選以及接種。

栽植造林

紅檜、台灣扁柏、台灣杉、台灣紅榨槭與楓香接種菌根，培育在中興大學北溝苗圃後，於 2013 年 12 月運至丹大菜園回收地，此菌根苗培育過程詳見南投處『造林苗木接種菌根作業服務計畫書』（執行期限 102 年 3 月 1 日至 102 年 5 月 31 日）。將此菌根苗與非菌根苗栽植於丹大菜園地的未改良的原土中。每樹種菌根與非菌根苗各有 300 株，圍籬內外共計約 3000 株試驗苗。

此外將來自不同苗圃的紅檜、台灣扁柏、台灣紅榨槭與楓香分別栽植

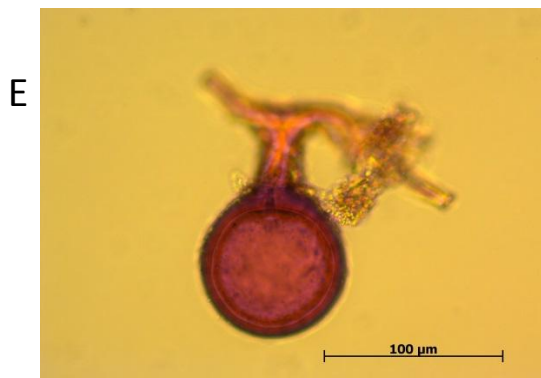
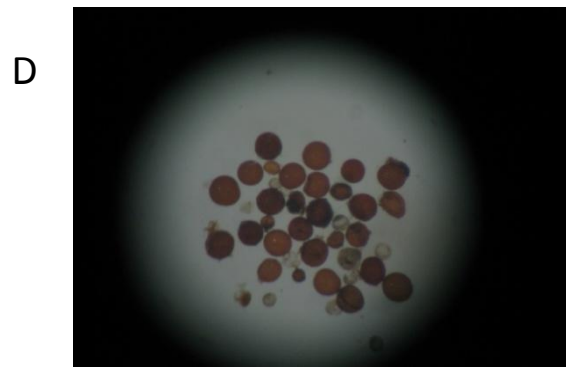


圖 1.(A) 採集野外扁柏根域土壤。(B) 採集野外紅榨槭根域土壤。(C) 以濕篩法分離菌根菌孢子。(D) 顯微鏡下孢子。(E) *Glomus deserticola*。(F) 苗圃中進行菌根菌接種。

於 4 種不同改良土壤中，每一種樹種在不同改良土壤中，各有 100 株試驗苗，圍籬內外共計約 3200 株試驗苗。

施加不同介質改良土壤

土壤施用不同改良介質包括硫磺、有機質及森林土三種，施用後再利用翻耕機對試驗地進行土壤翻耕作業，將改良介質打入土壤，同時打破在土壤中石灰硬盤。三種改良介質施用量，在硫磺施用量為一公升菜園土施用 0.75 g 硫磺，森林土與有機質施用量則以體積比 1:50 的施用量（菜園土壤總體積以土壤深度 20 cm 計算），作業程序如圖 2。將各種改良介質施灑於林地後再以中耕機翻耕至表土 20 cm 處。

圍籬編製作業

本試驗地面積總共 4 公頃，其中 2 公頃做為防止動物危害試驗，針對較靠近森林的試驗地，採用竹子編製而成的柵欄防止動物進入試驗地進行破壞，柵欄材料採用竹子，長度總共約 600 公尺，竹子經長時間就會自行腐爛，可免除待日後拆除所需之成本，柵欄編製作業如圖 3。



圖 2.土壤改良作業。(A) 試驗地硫磺施灑。(B) 試驗地有機質施灑。(C、D) 以中耕機將土壤翻耕。



圖 3. (A) 試驗地圍籬搭建作業。(B) 圍籬全視野。

菜園地植被調查

植被調查以樣線法進行，首先調查菜園地內之植被，再進入菜園地旁森林中進行調查，將植物種類以名冊方式記錄下來。

菜園回收地土壤之化學性質調查

長期栽植高冷蔬菜導致土壤化學性質改變，透過硫磺、森林土以及有機質的施加，對土壤進行改良，於造林作業結束後分別於五月以及十一月進行土壤採集，每一處理之土壤隨機採集至少三重複，攜回實驗室後分別進行土壤化學分析，分析項目包括土壤 pH 值、全氮、有效磷、有機質、土壤導電度，以了解土壤改良後狀況。

1. 土壤 pH 值

取土壤與蒸餾水以 1:2.5 (w/v) 比例均勻混合，靜置隔夜後，以酸鹼值測定儀 (Jenco model 6173 pH) 測定 (McLean, 1982)。

2. 土壤全氮

土壤全氮量以 Semimacro Kjeldahl 法測定之 (MacDonald, 1977)。稱取 0.5 g 風乾土加入 1.1 g 催化劑 ($K_2SO_4:CuSO_4:Se=100:10:1$) 與 10 mL 濃硫酸，於分解爐 (Digestion system 20, 1015 Digester, Tecator) 中加熱至 375 °C，恆溫維持 2 小時，待冷卻後之樣液以凱氏氮分析蒸餾裝置 (Tecator, Kjeltex System 1026 Distilling Unit) 進行全氮蒸餾；樣液加入過量 40 % 氫氧化鈉，取 20 mL 的 2 % 硼酸作接收液，再以 0.05 N 硫酸滴定。

3. 土壤有效磷

鹼性樣土以 Olsen 土壤有效磷檢測法測定 (Olsen et al., 1982)。秤取 2.5 g 風乾土置於 250 mL 錐形瓶中，加入 50 mL 的 0.5 M NaHCO₃ (pH 8.5) 萃取液，封口振盪 30 分鐘後，以濾紙過濾。取 5 mL 濾液加入 4 mL 維他命 C 混合液，於 25 mL 定積瓶中稀釋定積；靜置 30 分鐘使其顯色，再以分光光度計 (spectrophotometer, Hitachi U-2000) 於 660 nm 下測定吸光值，並比對磷之標準曲線計算其濃度。

4. 土壤有機質

以濕消化法測定 (MacDonald, 1977)，秤取 0.5 g 風乾土置於 500 mL 錐形瓶中，加入 10 mL 1 N 重鉻酸鉀，輕輕搖晃，再加入 20 mL 濃硫酸，放置於 150 °C 沙盤中加熱 5 分鐘，待冷卻後加入 150 mL 去離子水與 85% 磷酸 10 mL，並加入 5~6 滴指示劑 (Ferroin)，最後以 0.2 N 硫酸銨亞鐵滴定之。反應初期顏色為暗黃色，之後漸漸轉變為綠色，當樣液由青綠色迅速轉變為暗褐色時，即達到反應終點。

5. 土壤電導度

將土壤與水以 1:5 混和，將電導電極引線接到儀器相應的接線柱上，接上電源，打開電源開關。電導電極用待測溶液沖洗幾次後插入待測液中，按儀器操作法讀取電導數值。取出電極，用水沖洗乾淨，用濾紙吸乾，測量待測液溫度 (劉光嵩，1996)。

四、成果

(一) 土壤化學性質調查

1. 土壤 pH 值

表 1 為丹大事業回收造林地所採集土壤樣本 pH 值。植物最適合生長 pH 值介於 5~6 之間，而在菜園土壤之 pH 值高達 7.7 上下，是屬於鹼性土壤，透過施加改良介質，使菜園土壤之 pH 值降低，其中又以硫磺施撒以及森林土施加，兩者效果最為明顯，pH 值皆下降到 6.6 左右。

表 1. 丹大菜園回收地實施土壤改良後之土壤 pH 值 (2:1)

	對照	硫磺	有機質	森林土
原土 pH	7.82 ^a	7.79 ^a	7.78 ^a	7.78 ^a
pH (5 月)	7.80 ^a	6.69 ^b	6.95 ^b	6.98 ^b
pH (11 月)	7.79 ^a	6.67 ^b	7.02 ^b	6.65 ^c

每一數值為 3 個分析數據之平均值

2. 土壤全氮

表 2 為丹大事業回收造林地所採集土壤樣本全氮量。一般正常土壤全氮量約為 0.02 ~ 0.4 %，菜園地土壤之全氮含量約在 0.17 ~ 0.20 上下，而在不同改良介質施加後，土壤中之全氮含量介於 0.17 ~ 0.28 之間，含量皆屬正常，代表土壤中具有足夠之全氮供植物利用，推測可能是由於早期大量施撒肥料所導致而成的。

表 2. 丹大菜園回收地實施土壤改良後之土壤全氮含量 (%)

	對照	硫磺	有機質	森林土
原土全氮	0.17 ^a	0.18 ^a	0.22 ^a	0.25 ^a
全氮 (5 月)	0.17 ^a	0.18 ^a	0.27 ^b	0.24 ^a
全氮 (11 月)	0.18 ^a	0.20 ^b	0.26 ^b	0.26 ^a

每一數值為 3 個分析數據之平均值

3. 土壤有效磷

表 3 為丹大事業回收造林地所採集土壤樣本有效磷含量。根據表 1 結果可知菜園土壤是屬於鹼性土壤，pH 值高的鹼性土壤以及石灰質土壤，磷易被碳酸鈣固定形成難溶性的碳酸鈣沉澱，固有效性低 (陳仁炫，1992)，可能是影響土壤造林苗木生長之原因，一般土壤中之有效磷低於 7 ppm 是比較不足的，以 Olsen 法測定試驗地不同改良方式的土壤 pH 顯示這些回收地土壤之有效磷含量低於一般正常土壤，有效磷含量略在 1.5 ppm 上下，透過各種改良土壤之介質的施加，確實有提高土壤中有效磷的部分，但仍然未達土壤有效之最低標準。

表 3. 丹大菜園回收地實施土壤改良後之 Olsen 土壤有效磷 (ppm)

	對照	硫磺	有機質	森林土
原土 Olsen P	1.48 ^a	1.52 ^a	1.53 ^a	1.49 ^a
Olsen P (5 月)	1.48 ^a	1.78 ^b	2.23 ^b	1.62 ^b
Olsen P (11 月)	1.49 ^a	1.79 ^b	2.24 ^b	1.58 ^b

每一數值為 3 個分析數據之平均值

4. 土壤有機質

表 4 為丹大菜園回收地土壤之土壤有機質。菜園回收地土壤與施加改良介質土壤之土壤有機質含量約在 11 ~ 13 % 上下，顯示該地區之土壤有機質並無缺乏之現象，只有在施加有機質改良的菜園回收地，五月份所採集得之土壤有機質高達 18 %，但施加有機質改良之菜園回收地土壤到了十一月份，土壤之有機質含量又下降至 14 % 上下。

表 4. 丹大菜園回收地實施土壤改良後之土壤有機質 (%)

	對照	硫磺	有機質	森林土
原土有機質	12.15 ^a	12.23 ^a	12.34 ^a	12.14 ^a
有機質 (5 月)	12.25 ^a	13.26 ^a	18.35 ^b	11.73 ^a
有機質 (11 月)	12.65 ^a	11.51 ^a	14.24 ^{ab}	11.21 ^a

每一數值為 3 個分析數據之平均值

5. 土壤電導度

表 5 為丹大菜園回地土壤之土壤電導度。土壤電導度常常又可以作為土壤中鹽度的一個參考指標，土壤中的電導度大於 4000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (4 ds/m) 時會對植物生長產生負面影響，土壤電導度中只有施加硫磺改良之土壤電導度值在 113 ~ 139 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 間，其餘皆在 55 ~ 67 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 之間，顯示在施加土壤改良劑後，土壤之電導度雖然有些許提升，但仍然在安全標準值內。

表 5. 丹大菜園回收地實施土壤改良後之土壤電導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

	對照	硫磺	有機質	森林土
原 EC	59.24 ^a	58.32 ^a	54.33 ^a	56.48 ^a
EC (5 月)	58.86 ^a	113.86 ^b	69.13 ^a	67.19 ^a
EC (11 月)	62.87 ^a	139.83 ^b	55.43 ^a	61.23 ^a

每一數值為 3 個分析數據之平均值

(二) 造林苗木生長

丹大林道路況不佳，車輛除了孫海橋需渡過溪床或以索道通行之外，全線幾乎都為易坍方之處，林道只有在乾季才能勉強維持汽車通行，因此，栽植季節只能選在乾季 12 月至隔年 3、4 月間，本計畫於 12 月將苗木運送至樣區，由於苗木放置在樣區一個星期，以及氣候極為乾燥，導致苗木出現缺水的生理現象，部分苗木未栽植前已經乾死，尚未死亡者苗勢已弱，實在很難克服造林地的逆境。2 月 28 日第 1 次調查苗木存活率，全體存活率約 85 %；3 月 26 日進行第 2 次調查，造林地現場極度乾旱，苗木再度部分枯死，全體存活率下降至 60%，經第一次苗木補植後，全體苗木存活率約 85 %。補植苗木之來源，在土壤改良部分，栽植之苗木除紅榨槭因數量不足，改取自霧社苗圃培育的塑膠盆苗外，其餘皆來自相同的苗圃；而菌根菌苗補植的部分，僅有少部分紅檜以及扁柏為菌根接種苗木，大部分皆為取自各苗圃，並馬上運送至試驗地之苗木。補植對於試驗之影響，在土壤改良試驗部分，苗木補植對於試驗影響不會太大，而菌根菌接種試驗部分，由於試驗時間較為緊縮，後續補植苗木多為未接種菌根菌之苗木，對於試驗雖然有影響，但仍然是可以在可以接受之範圍。

第一次苗高紀錄於 5 月 30 日以機車前往現場，進行苗高記錄，苗木生長狀況如圖 4 呈現。由於丹大林道每逢雨季時，缺乏人員維護林道，導致林道多處崩塌，使林道在 6 月至 9 月份之間車輛無法通行，一直到 11 月初林道才可以勉強以機車通過，並於 10 月 30 日以機車前往現場進行第二次苗木生長調查，而兩次苗木生長差異如表 6，四種苗木在原土中幾乎都呈現遲滯生長，而在施用森林土改良對於苗木高生長最有助益，楓香則以有機質改良者最為有效。

表 7 為菌根苗栽植於未改良的菜園土中，同樣顯示未接種菌根苗幾乎停滯生長，接種菌根苗則在原土中仍有持續生長現象。

本試驗地的成活率都極低，最主要原因是造林季節的氣候因子所致，加上菜園地微氣候迥異於森林，地表水分逸散快速，中部地區秋冬缺雨，乾旱下苗木極易枯死。

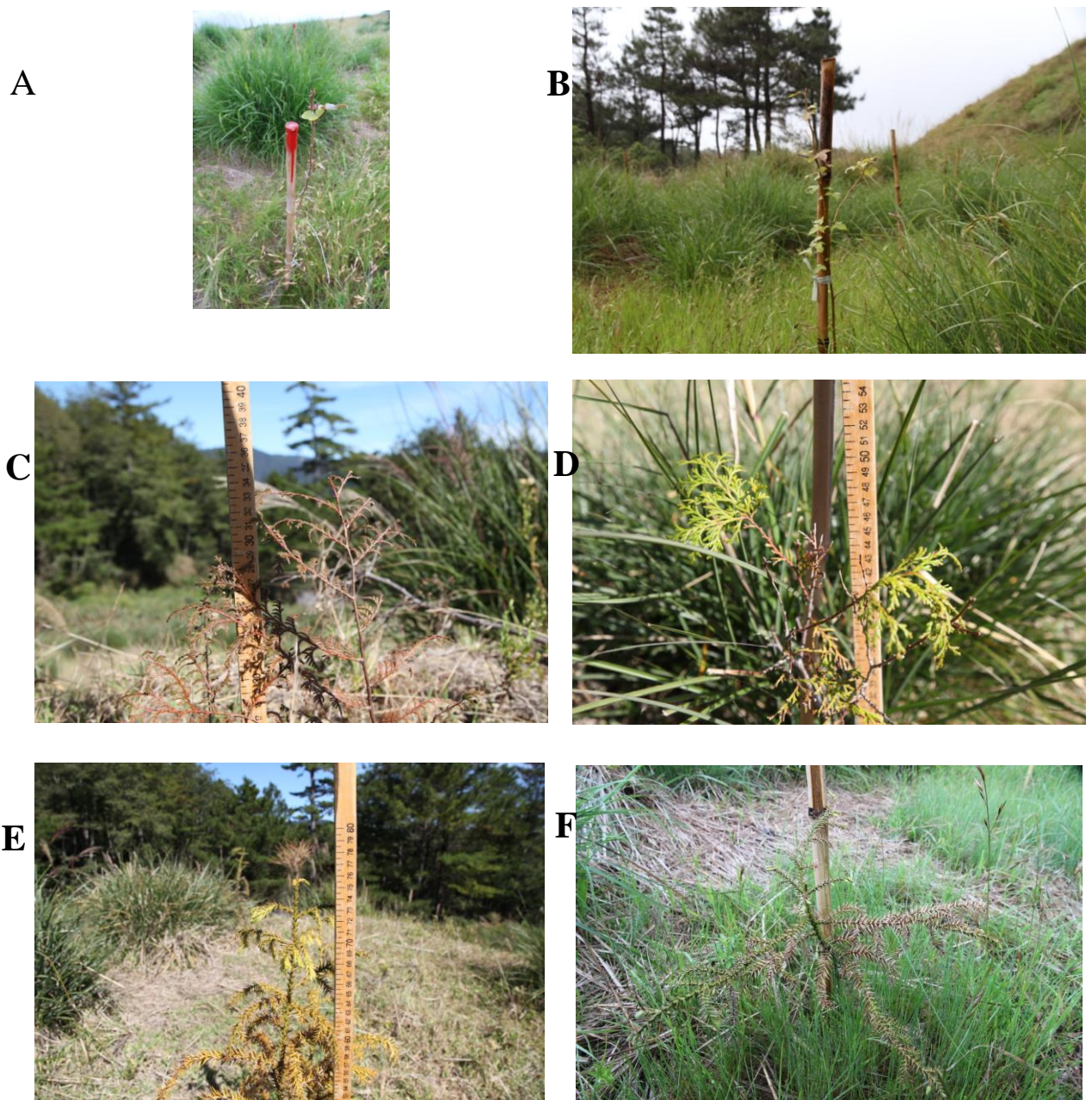


圖 4. (A) 未接種菌根菌楓香。(B) 接種菌根菌楓香。(C) 未接種菌根菌紅檜苗。(D) 接種菌根菌紅檜(E) 接種菌根菌台灣杉 (F) 未接種菌根菌台灣杉。

表 6. 施加硫磺、有機質以及森林土改良丹大菜園地對紅檜、扁柏、楓香以及紅榨槭之苗高 (cm)、存活率 (%) 影響

	紅檜	扁柏	楓香	紅榨槭
五月份				
對照	22.3 ^a (45%) ^x	20.8 ^a (51%) ^x	97.5 ^a (62%) ^x	3.2 ^a (68%) ^x
硫磺	33.1 ^b (66%) ^y	23.7 ^b (56%) ^y	110.5 ^b (66%) ^y	4.6 ^b (72%) ^x
有機質	33.0 ^b (53%) ^y	23.8 ^b (46%) ^y	131.9 ^c (68%) ^y	4.2 ^b (76%) ^y
森林土	38.2 ^b (67%) ^y	27.1 ^b (54%) ^y	129.2 ^c (69%) ^y	6.9 ^c (78%) ^y
十一月份				
對照	22.9 ^a (18%) ^x	21.5 ^a (19%) ^x	101.8 ^a (21%) ^x	4.1 ^a (29%) ^x
硫磺	34.8 ^b (25%) ^y	24.7 ^b (20%) ^x	116.4 ^b (24%) ^y	6.5 ^b (21%) ^y
有機質	34.9 ^b (21%) ^y	25.7 ^b (22%) ^y	152.9 ^c (26%) ^y	6.1 ^b (26%) ^y
森林土	40.3 ^b (26%) ^y	29.2 ^b (25%) ^y	136.2 ^c (23%) ^y	8.6 ^c (22%) ^y

括弧內為苗木存活率

表 7. 接種菌根與否紅檜、扁柏、台灣杉、紅榨槭、楓香苗高生長 (cm) 及成活率 (%) 之影響

	紅檜	扁柏	台灣杉	紅榨槭	楓香
五月份					
菌根接種	37.0 ^b (72%)	42.3 ^b (83%)	74.5 ^b (81%)	74.2 ^b (83%)	127.8 ^b (82%)
無接種	34.9 ^a (68%)	36.1 ^a (73%)	67.1 ^a (76%)	70.3 ^a (81%)	88.7 ^a (76%)
十一月份					
菌根接種	45.2 ^b (45%)	46.1 ^b (51%)	79.3 ^b (53%)	83.6 ^b (61%)	141.7 ^b (65%)
無接種	35.7 ^a (24%)	36.8 ^a (22%)	68.2 ^a (20%)	73.4 ^a (17%)	90.3 ^a (24%)

括弧內為苗木存活率

不同土壤改良方式對於紅檜、扁柏、紅榨槭、楓香苗木高生長具有差異影響，紅檜以及台灣扁柏在施用森林土生長效果最佳，其次為有機質與硫磺，而對照組生長最差；楓香則是以有機質施用生長最為良好，其次為森林土以及硫磺施加，而對照組生長最差；台灣紅榨槭則是以森林土施加生長最良好，其次為硫磺與有機質施加。

由上述可知，施加任何一種改良介質對植物生長皆有不同生長差異，相對於未施加任何土壤改良介質之對照組，生長皆為良好，顯示進行土壤改良對於植物在菜園回收地生長是有益的。

在苗木接種菌根菌試驗方面，透過兩次調查發現，菌根菌接種與否對紅檜、台灣扁柏、台灣杉、台灣紅榨槭、楓香苗高生長具有差異，依據 5 月以及 10 月兩次資料顯示，在有菌根菌接種部分，楓香的高生長是最佳的，其次為紅榨槭、台灣扁柏以及紅檜，台灣杉的高生長是最低的；沒有接種菌根菌部分，楓香的高生長是最佳的，其次為紅榨槭、台灣杉以及紅檜，台灣扁柏的高生長是最低的。

透過實驗結果，有接種菌根菌之苗木高生長，相較於未接種之苗木，高生長是較高的，代表菌根接種對苗木生長於菜園回收地，具有提高生長之效益。

(三) 撒播造林試驗

撒播區試驗經不同土壤改良處理（森林土、有機質、硫磺粉、對照組）後，採用赤楊以及台灣扁柏種子進行灑播試驗，台灣扁柏種子與赤楊種子，皆由東勢林區管理處申請後取得，種子發芽率為台灣扁柏 5.83%，台灣赤楊 29.30%，種子撒播量皆為 2.5 cc/m²。五月份調查時，未見到有小苗產生，而十月份再至樣區進行調查時，也仍未見到小苗產生，推測是種子灑播季節為乾旱時期，導致種子無法發芽，既使種子發芽亦因缺乏水分，導致苗木死亡。

此外或許扁柏發芽率偏低造成撒播無法成苗之因；而赤楊種子雖有較高發芽率，然赤楊又名水柯，或許幼苗成苗期間需水量多，在此乾旱處無法成苗。

(四) 動物危害防治

利用竹籬笆進行隔離，減少動物進入試驗地對苗木的破壞，但從結果來看，發現野生動物會將圍籬之間縫隙鑽大，進入菜園地破壞樣區，野生動物不但啃食楓香芽頂（圖 5），還習慣在經翻耕的條狀試驗地行走，留下明顯踐踏的足跡。對於被破壞的柵欄，目前只能利用附近剩餘的竹竿進行補強，除了水鹿危害外，在樣區甚至能徒手捕獲嚙齒類動物，顯示動物危害在試驗區仍是相當嚴重。

樹種受害情形以闊葉樹種楓香以及台灣紅榨槭頂芽遭啃食最為嚴重，約有八成以上頂芽遭破壞，而針葉樹部分紅檜以及台灣扁柏受啃食情形僅有少部分，沒有遭動物破壞跡象樹種就剩台灣杉，苗木雖遭動物破壞，但目前尚未出現因動物危害導致苗木死亡現象，不過已嚴重影響苗木的生長。

十月份至樣區進行調查時，圍籬損毀更加嚴重，試驗地更有許多扶持苗木竹竿遭推倒或是位移，更顯示本區動物危害的猖獗，如圖 6 所示。

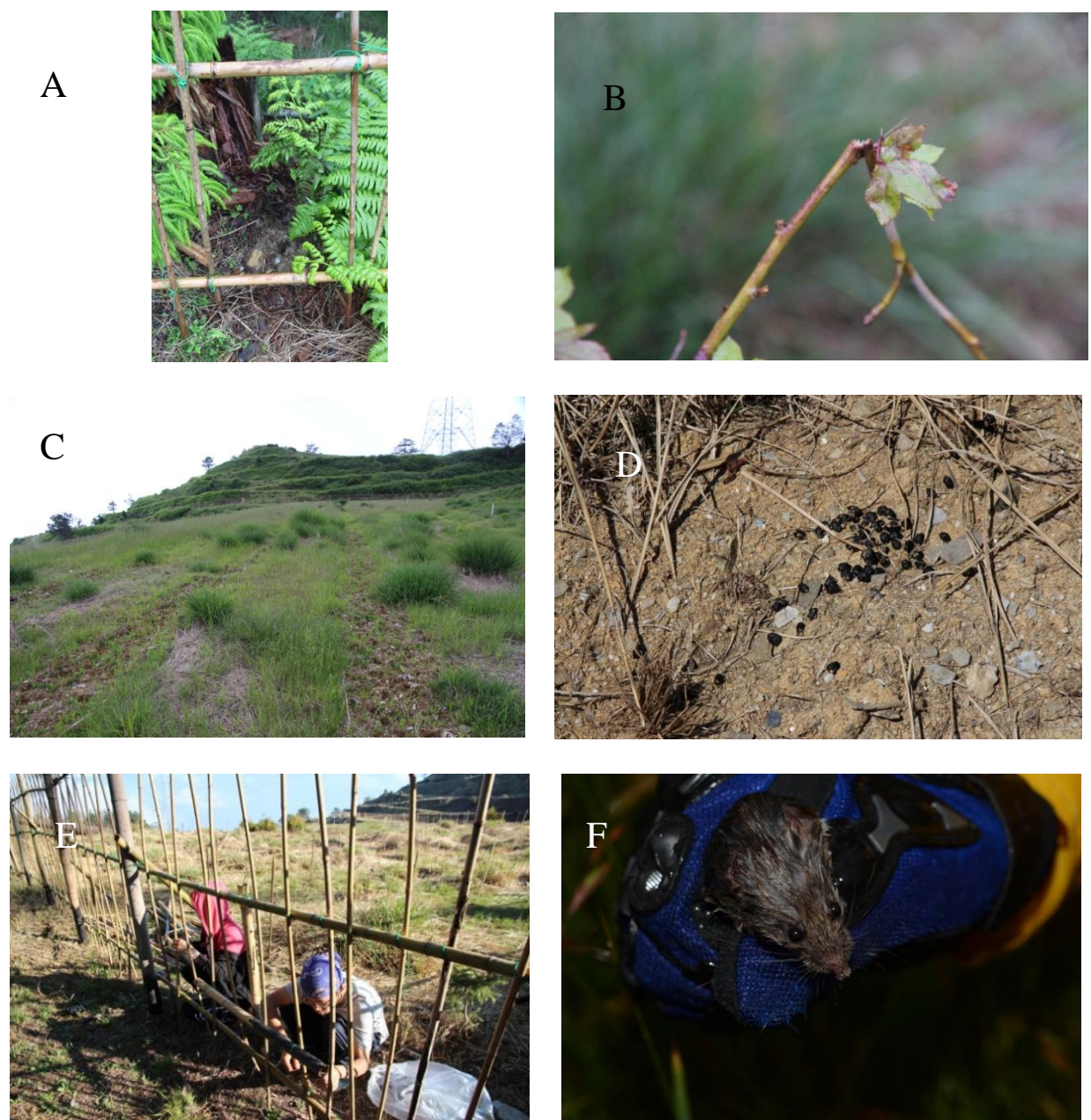


圖 5. 野生動物對菜園地圍籬破壞。(A) 遭野生動物鑽開之圍籬縫隙。(B) 遭啃食之楓香。(C) 水鹿沿翻耕地行走留下之足跡。(D) 圍籬內野生動物之排遺。(E) 圍籬修補。(F) 圍籬內捕獲之啮齒類。

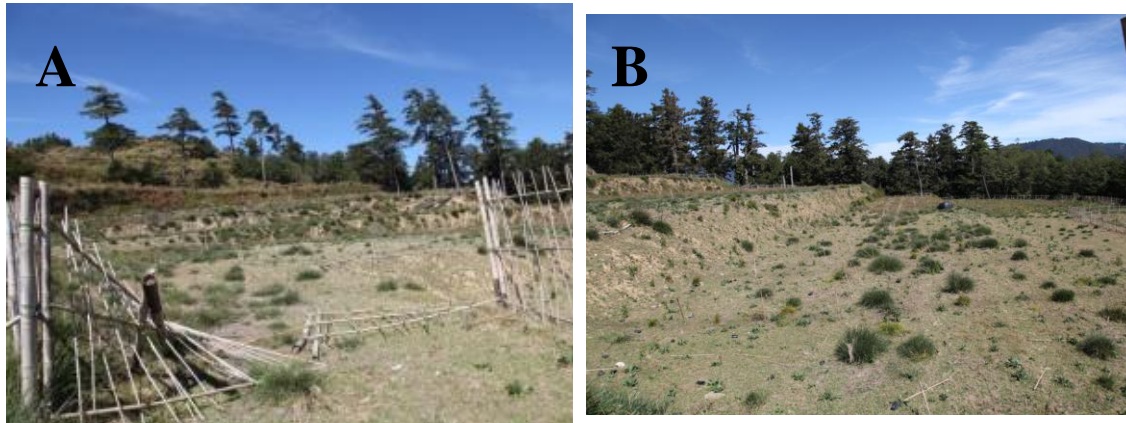


圖 6. (A) 圍籬大門倒塌。(B)圍籬內大量竹竿遭位移。

(五) 植群調查

月份針對菜園地與周遭森林植群進行調查，在菜園地植被共計有 37 種植物，多以草本為主，但已經開始有台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 的天然下種更新小苗出現，代表菜園的天然演替更新仍能正常運行，而菜園地周遭森林內植物則共計有 23 種，樹冠層以台灣扁柏以及台灣二葉松為主，林下密布玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*) 及其他低矮草本，在種類上菜園地植物種類較森林內多出 14 種，在菜園中以大扁雀麥為主的草本植物為優勢植物，在菜園邊坡則是以虎杖為優勢植物，而菜園周遭原始森林樹冠層以扁柏為優勢種，林下則是玉山箭竹為優勢物種。

十月份菜園回收地內植物多泛黃枯萎，準備進入冬眠狀態，植物種類減少，唯這次調查新增昭和草 (*Crassocephalum crepidioides*) 一種，五月份以及十月份兩次詳細菜園地以及周遭森林的植物名冊如附錄一、二所示。

五、結論

1. 菜園回收地經過不同介質的施撒，都能夠稍微改良土壤性質，尤其施用硫磺與森林土對於 pH 改善較具效用；至於苗木生長部分則以森林土及

- 有機質施加的效果為佳。
2. 菌根苗造林能提高苗木生長與成活率之表現，其中以楓香接種菌根的高生長與成活率表現最為明顯。無菌根苗在未經改良的菜園土壤中，都呈停滯生長，所有樹種的菌根苗成活率與生長量都顯著高於無菌根苗。
 3. 五種栽植苗木，以闊葉樹的楓香、紅榨槭的生長優於針葉樹的紅檜、扁柏與台灣杉，唯前者易受動物危害，反而不利於本試驗地的造林所用。
 4. 撒播造林在本試驗無法成功，應是撒播時間與菜園微環境所造成。
 5. 架設圍籬無法阻擋動物進入菜園回收地，圍籬入口以及支架小苗竹竿幾乎都是倒塌狀態。
 6. 菜園回收地植群相較於鄰近森林，植物種類是比較多的，但多為草本植物，幾乎是沒有木本植物。

六、引用文獻

- 郭珣均 (2013) 中海拔菜園回收造林地土壤性質與菌根造林苗木生長之研究。中興大學森林系碩士論文。
- 郭魁士 (1997) 土壤學。中國書局。238 - 239。
- 陳仁炫 (1992) 土壤肥力診斷方法：由土壤性質研判。農藥世界 111: 32-37。
- 傅國銘、歐辰雄、呂福原 (2004) 丹大地區植群之研究。國立中興大學農學院。第51頁。
- 劉光嵩 (1996) 土壤理化分析與剖面描述。北京：中國標準出版社，1996：24-265。
- 賴文龍、無尚鑿、藍祐利、林文陞 (2004) 梨山地區甘藍蔬菜園土壤肥培管理之探討。行政院農委會台中區農情月刊 57。
- Bethlenfalvai, G. J., M. S. Brown, R. N. Ames and R. S. Thomas (1982) Effects of drought on host and endophyte development in mycorrhizal soybeans in relation to water use and phosphate uptake. *Physiologia Plantarum* 72:565-571.
- Carrillo-García, A., J. L. Luz, Y. Bashan and G. J. Bethlenfalvai (1999) Nurse plants, mycorrhizae, and plant establishment in a disturbed area of the

- Sonoran desert. *Restor. Ecol.* 7:321–335.
- Gerdemann, J. W. and J. M. Trappe (1974) The Endogonaceae in the Pacific Northwest. *Mycologia Memoir* 5: 72.
- Herrera, M. A., C. P. Salamanca and J. M. Barea (1993) Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:129–133.
- Jaggi, R. C., S. A. Milkha and S. Randhir (1999) Temperature effects on soil organic sulphur mineralization and elemental sulphur oxidation in subtropical soils of varying pH. *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 54: 175-182.
- Kabir, Z. and R. T. Koide (2000) The effect of dandelion or a cover crop on mycorrhiza inoculum potential, soil aggregation and yield of maize. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78: 167-174.
- MacDonald, C. C. (1977) Methods of soil and tissue analysis used in the analytical laboratory. Canadian Forestry Service Information Report MM-X-78.
- McLean, E. O. (1982) Soil pH and lime requirement. In: Page et al. (eds.) *Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties* 2nd ed. ASA. CSSA. SSSA. Madison, Wisconsin.
- Olsen, S. R. and L. E. Sommers (1982) Phosphorus. In: Page et al. (eds.) *Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties* 2nd ed. ASA. CSSA. SSSA. Madison, Wisconsin.
- Yang, Z. H., K. Stoven, S. Haneklaus, B. R. Singh and E. Schnug (2010) Elemental sulfur oxidation by *Thiobacillus* spp. and aerobic heterotrophic sulfur-oxidizing bacteria. *Soil Science Society of China* 20 (1) 71-79.

附錄一、菜園地附近森林內植物名錄

一、蕨類植物

1. Athyriaceae 蹄蓋蕨科
 1. *Diplazium kawakamii* 川上氏雙蓋蕨
 2. *D. pseudo-doederleinii* 擬德氏雙蓋蕨
2. Dennstaedtiaceae 碗蕨科
 3. *Pteridium aquilinum* ssp. *wightianum* 巒大蕨
3. Dryopteridaceae 鱗毛蕨科
 4. *Arachniodes rhomboids* (Wall) Ching 斜方複葉耳蕨
 5. *Dryopteris reflexosquamata* 逆鱗鱗毛蕨
 7. *D. wallichiana* 瓦氏鱗毛蕨
 6. *Polystichum parvipinnulum* Tagawa 尖葉耳蕨
4. Plagiogyriaceae 瘤足蕨科
 8. *Plagiogyria formosana* 臺灣瘤足蕨

二、裸子植物

5. Pinaceae 松科
 9. *Picea morrisonicola* Hayata 臺灣雲杉
 10. *Pinus taiwanensis* Hayata 臺灣二葉松
6. Cupressaceae 柏科
 11. *Chamaecyparis obtuse* var. *formosana* 臺灣扁柏

三、被子植物

雙子葉植物

7. Brassicaceae 十字花科
 12. *Cardamine flexuosa* With. 蔊菜
8. Caryophyllaceae 石竹科
 13. *Stellaria aquatic* (L.) Scop. 鵝兒腸
9. Campanulaceae 桔梗科
 14. *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. Thomson 山桔梗
10. Caprifoliaceae 忍冬科
 15. *Lonicera acuminata* Wall. 阿里山忍冬
11. Rosaceae 薔薇科
 16. *Chaenomeles speciosa* 刺梅
 17. *Fragaria hayatai* Makino 臺灣草莓
 18. *Rubus rolfei* Vidal 高山懸鉤子
12. Polygonaceae 蓼科

19. *Polygonum chinense* Linn 火炭母草
13. Saxifragaceae 虎耳草科
20. *Ribes formosanum* Hayata 臺灣茶藨子
14. Urticaceae 蕁麻科
21. *Urtica thunbergiana* 咬人貓
- 單子葉植物
15. Poaceae 禾本科
22. *Poa annua* Linn 早熟禾
23. *Yushania nitaka mensis* (Hayata) Keng f. 玉山箭竹

附錄二、菜園地內植物名錄

一、蕨類植物

1. Athyriaceae 蹄蓋蕨科
 1. *Diplazium pseudo-doederleinii* 擬德氏雙蓋蕨
2. Dennstaedtiaceae 碗蕨科
 2. *Hypolepis punctata* 姬蕨
 3. *Pteridium aquilinum* ssp. *wightianum* 巒大蕨
3. Dryopteridaceae 鱗毛蕨科
 4. *Polystichum piceopaleaceum* 黑鱗耳蕨
4. Thelypteridaceae 金星蕨科
 5. *Parathelypteris beddomei* 縮羽金星蕨

二、被子植物

雙子葉植物

5. Apiaceae 繖形花科
 6. *Hydrocotyle setulosa* Hayata 阿里山天胡荽
6. Asteraceae 菊科
 7. *Cirsium arisanense* 阿里山薊
 8. *Crassocephalum crepidioides* 昭和草
 9. *Gnaphalium luteoalbum* ssp. *affine* D. Don. 鼠麴草
 10. *Senecio nemorensis* var. *dentatus* 黃菀
 11. *Senecio scandens* Ham.ex D. Don 蔓黃菀
 12. *Sonchus oleraceus* Linn 苦蕒菜
 13. *Youngia japonica* L. 黃鵪菜
7. Brassicaceae 十字花科
 14. *Capsella bursa-pastoris* 薺
8. Caryophyllaceae 石竹科
 15. *Cucubalus baccifer* Linn 狗筋蔓
9. Campanulaceae 桔梗科
 16. *Wahlenbergia marginata* (Thunb.) A. DC. 細葉蘭花參
10. Fabaceae 豆科
 17. *Lespedeza cuneata* (Dumont d. Cours.) G. Don 鐵掃帚
11. Lamiaceae 唇形花科
 18. *Clinopodium chinense* (Benth.) Kuntze. 風輪菜
 19. *Origanum vulgare* L. 臺灣野薄荷
12. Onagraceae 柳葉菜科

20. *Epilobium amurense* Hausskn 黑龍江柳葉菜
13. Oxalidaceae 酢醬草科
21. *Oxalis corniculata* 酢醬草
14. Plantaginaceae 車前草科
22. *Plantago asiatica* Linn 車前草
15. Polygonaceae 蓼科
23. *Polygonum chinense* Linn 火炭母草
24. *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. 虎杖
25. *Polygonum multiflorum* var. *hypoleucum* 臺灣何首烏
16. Ranunculaceae 毛茛科
26. *Clematis gouriana* ssp. *lishanensis* 梨山小簔衣藤
27. *Ranunculus taisanensis* 鹿場毛茛
17. Rosaceae 薔薇科
28. *Fragaria hayatai* Makino 臺灣草莓
29. *Rubus formosensis* 臺灣懸鉤子
30. *Rubus niveus* 白絨懸鉤子
31. *Rubus piptopetalus* 薄瓣懸鉤子
32. *Rubus rolfei* Vidal 玉山懸鉤子
33. *Rubus trianthus* 苦懸鉤子
18. Saxifragaceae 虎耳草科
34. *Deutzia pulchra* 大葉溲疏
19. Scrophulariaceae 玄參科
35. *Digitalis purpurea* 毛地黃
20. Urticaceae 蕁麻科
36. *Debregeasia edulis* 水麻
37. *Urtica thunbergiana* 咬人貓
- 單子葉植物
21. Poaceae 禾本科
38. *Bromus catharticus* 大扁雀麥

附錄三、期中報告審查委員意見答覆表

(一)提問：審查委員邱組長志明	回覆
<p>1. 本研究團隊為改善丹大回收地復究造林，因交通不便及力地環境因素有其困難度，希望經由試驗設計：以各種造林方式、接種菌根、中耕直播造林、土壤改良、架設圍籬及經由地被植群調查可知道適合天然更新之樹種等方法，最後研究成果可以做為人工造林及配合天然更新來改善菜園地回收造林之困境。</p> <p>2. 本區動物危害很明顯，但哪一種樹種受害最嚴重，請分析各樹種受害比率，以做為復舊造林之依據。</p> <p>3. 目前圍籬內外，不同樹種生長差異並不明顯，但有接種菌根明顯生長較佳，可做為將來造林之依據。</p> <p>4. 期中報告中，圖 1. 紅榨槭採集根域土壤，圖示標號應為 B 非 C，請更正。</p> <p>5. 圖 4. 應該以相同樹種苗木、接種、未接種及不同土壤改善進行比較，才有共同基準。</p> <p>6. 菜園地旁有天然下種台灣二葉松小苗出現，建議台灣二葉松考作為中耕直播之樹種。</p>	<p>1. 謝謝委員。</p> <p>2. 謝謝委員建議，已將樹種受害情形補上。</p> <p>3. 謝謝委員。</p> <p>4. 謝謝委員指正。已改正。</p> <p>5. 謝謝委員建議，已重新放上照片以進行比較。</p> <p>6. 謝謝委員建議，然目前在各林管處皆無台灣二葉松種子，因此本計畫在開始執行時即發文更改直撥造林樹種為台灣扁柏。</p>
(二)提問：審查委員何教授坤益	回覆

<p>1. 本研究計畫已依進度完成期中執行的工作項目。</p> <p>2. 建議盡量除現有試驗樹種外，考量石灰岩地帶優勢值群中，嗜鈣樹種（如太魯閣櫟）之引入，再加上其共生菌之菌根菌之接種，以期適應試驗地環境需要。</p> <p>3. 直播試驗宜考量其種子儲存性質，如正儲型種子不利於高溫潮濕環境，而試驗地環境之乾濕季節明顯，建議配合雨季進行種子撒播，並注意種子著床情形，以期順利發芽等。</p> <p>4. 野生動物於試驗區危害防治困難，尤其乾季期間，大地枯黃，食餌減少，因而試驗林木受害更大，建議篩選野生動物較不喜歡吃的樹種，或改採大量栽植方式（密植），以仿自然更新方式進行。</p>	<p>1. 謝謝委員。</p> <p>2. 謝謝委員建議，目前殼斗科植物在東勢林區管理處有進行部分育苗作業，未來如有需求可向東勢林管處索取，至於太魯閣櫟全國應無育苗，若要以此為造林樹種恐需自行育苗。</p> <p>3. 謝謝委員建議，今年赤楊成熟期將在試驗地附近採取台灣赤楊種子，再進行一次撒播試驗。</p> <p>4. 謝謝委員建議。</p>
<p>(三)提問：余課長啟瑞</p>	<p>回覆</p>
<p>1. P5 中表 2、表 3、菌根接種及不同土壤改良處理對苗木生長影響，建議討論各樹種之差異。</p> <p>2. 動物危害情形，建議加以敘述，比如受害比率及死亡情形。</p> <p>3. 植被調查請列出優勢種類。</p> <p>4. 苗木菌根接種請建立育苗 SOP 作業系統，可供海岸林及回收地造林苗木培育參考。</p>	<p>1. 謝謝委員建議，唯本次調查造林木生長期間很短，這些生長差異較不具意義，詳細各樹種之差異將在期末報告中探討。</p> <p>2. 謝謝委員建議，動物危害情形已在報告中呈現。</p> <p>3. 謝謝委員建議，已在報告中補上。</p> <p>4. 謝謝委員建議，目前有學生正在以類似系統進行研究，望系統建立以後能供貴處參考。將在期末報告中呈現。</p>

(四)提問：審查委員鐘主任國基	回覆
<p>1. 回收菜園土壤改良、接種菌根菌的試驗只有一年是較難有明確成果，最近一、二年地被植物變化很大，可能與雨水淋溶有關，希望能繼續觀察研究。</p> <p>2. 動物危害可分吃食與水鹿磨角兩種。闊葉樹苗期樹葉與嫩芽幾乎被啃光。針葉樹啃食較少，依據以往經驗是生長到一定高度後水鹿磨角造成的危害較嚴重，建議研討防範之道，例如以單株保護的方式或其他方法。</p>	<p>1. 謝謝委員建議，未來將會對試驗樣區持續進行監測。</p> <p>1. 謝謝委員建議。</p>
(五)提問：作業課楊技正叔錠	回覆
<p>1. 本期中報告封面研究計畫名稱請統一為「丹大菜園回收地復舊造林試驗」。</p> <p>2. 請補充同不同土壤改良方法現場配置圖以公未來監控參考。</p> <p>3. 有關溫室中菌根菌試驗結果請補充在期中書面報告中。</p> <p>4. 有關期中報告中報告中有誤繕之處請查明後更正：(1) 面執行機關：國立中興大學森林系，漏掉「森」字。(2) 表 2. 下第一段文字第 2 行第一個字「期」中，請更正為其中。(3) 第 5 頁撒播造林試驗第三行「可能須在經一段時間」，請更正為再。(4) 第 9 頁圖 (D) 說明「接種菌根俊紅檜」，請更正為「菌」。</p>	<p>1. 謝謝委員指正。已改正。</p> <p>2. 謝謝委員建議，配置圖已補上。</p> <p>3. 謝謝委員建議，此部分資料為另一服務建議書的報告內容，已呈交給貴處，這部分資料將再附於期末報告中。</p> <p>4. 謝謝委員指正。全部皆已改正。</p>

附錄四、期末報告審查委員意見答覆表

<p>邱組長志明：</p>	
<p>一、本計畫對菜園地進行土壤介質（硫磺、有機質、森林土），菌根接種，並對5種苗木(扁柏、紅檜、臺灣杉、楓香、紅榨槭)進行試驗，已獲得初步成果，另撒播種子、天然更新及地被植群之調查，動物防治，均可做為後續復舊造林之參酌。</p> <p>二、撒播造林試驗成果不如預期，個人認為，撒播時，因逢乾季，故失敗，若能配合雨季，進行撒播，結果可能改觀，棲蘭山檜木下種更新即是一很好之例。另將來造林時，二葉松亦可列為撒播對象，或在乾季時，進行澆水。</p> <p>三、不同介質改良，對於苗木生長之效應，雖有平均值進行比較，但可能單株間變異大，建議以統計差異分析進行比較，是否有顯著差異。</p> <p>四、回收之菜園，因交通及道路問題，且菜園長期施用化肥及石灰，土壤物理及化學性質均已改變，是否全面復舊造林或留</p>	<p>一、 謝謝委員。</p> <p>二、撒播造林試驗失敗之因確實與撒播季節與土壤微環境有關，若能改善這2個因素，相信可以灑撥造林成功。</p> <p>三、同意委員之建議，將修正於期末報告中。</p> <p>四、認同委員之建議。</p>

<p>存部份菜園地，讓其天然更新或不加干擾，個人認為亦是一種和動物共存之方式或做為將來生態旅遊或環境教育之一環。</p> <p>五、整地方式，建議可用怪手，將20~30 cm之硬盤打破，也許可改變土壤之微環境，另圍籬材料改變，將竹籬改變成金屬材料圍籬，也許可改善。</p>	<p>五、後續的現場作業建議予以採用。</p>
<p>何教授坤益：</p>	
<p>一、造林苗木生長，受制於造林初期生育地逆境(P12)，導致成活率的變動，其後續雖經補植改善，是否影響試驗設置及後續檢定結果，請補充說明。</p> <p>二、研究結果分析土壤 pH 值尚未構成生長限制(pH6.5~7.5)，全氮亦不缺乏有效磷雖缺乏，有機質亦不缺乏，因此，造林試驗成果，受到交通及氣候因素影響頗大，有鑑於此，日後宜配合育林相關需求予以防範，包括供水(或滴灌系統)等輔助措施加強。</p>	<p>一、 謝謝委員的建議，將於期末報告中詳細說明之。</p> <p>二、 謝謝委員之建議，可提供現場的護管人員採用執行。</p>

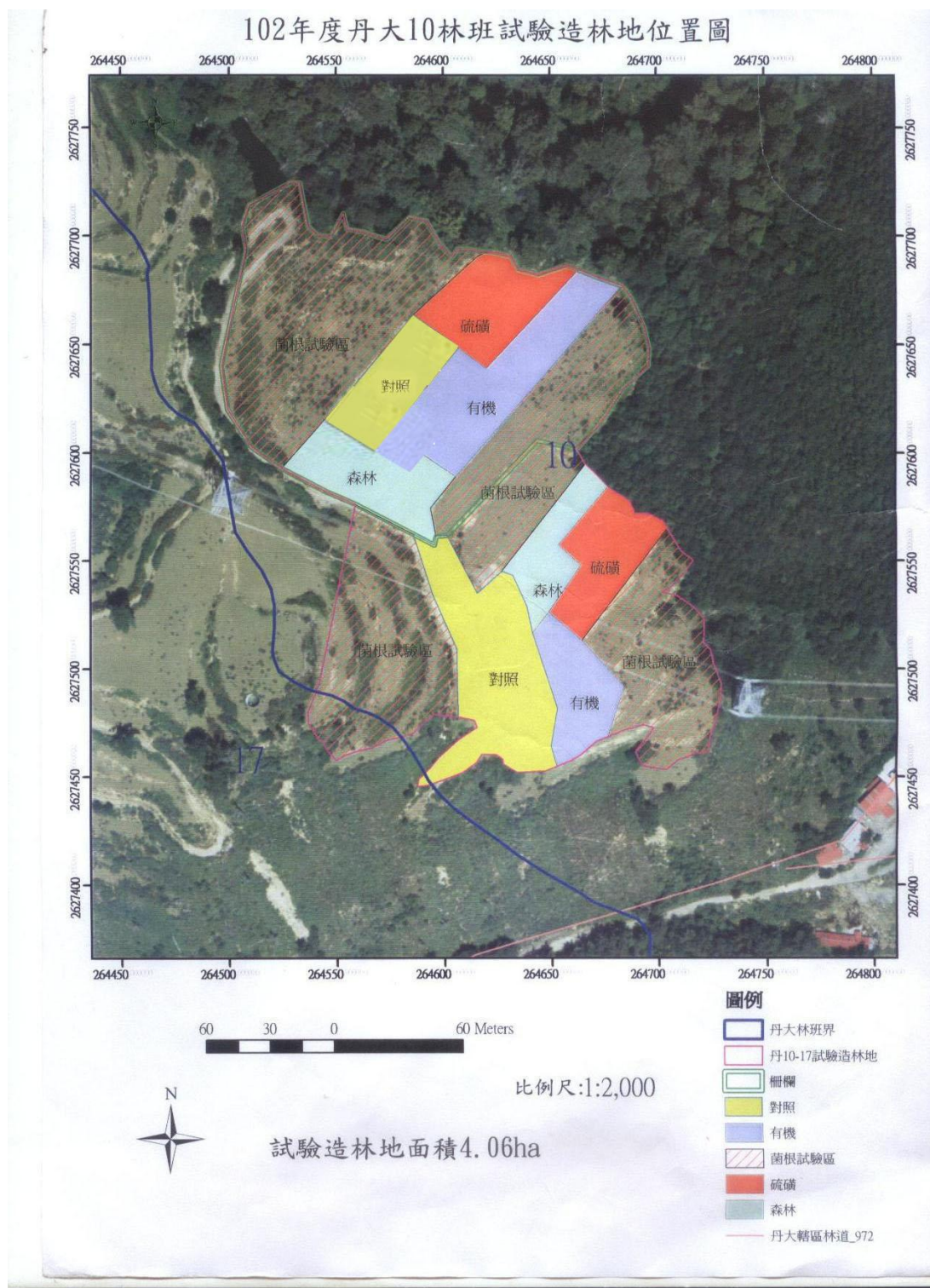
<p>三、未來執行面建議，利用大型挖土機，進行翻耕作業打破地盤，將可能沈澱固結的硬盤結構更以破壞後續栽植時採精密植栽方式，植穴施肥，並配合兩季或編列灌水作業等方式；因應可能野生動物取食，建議可多加數量予以密植，仿自然更新模式來進行。</p> <p>四、勘誤：P2 第一段第 4 行「遲至現線」第二段 9 行末字之磷磷，P19.2 項之最末 1 行苗「跂」苗 5 項” 支架” 非” 扶植”。</p>	<p>三、 謝謝委員之建議。</p> <p>四、 謝謝委員的指正，更正於期末報告。</p>
<p>余主任啟瑞：</p>	
<p>一、P14 施加硫磺、有機質及森林土對各樹種之苗高、成活率，未列臺灣杉樹種。</p> <p>二、P14 施加森林土之成活率較高，建議探討之。</p> <p>三、P17 動物之「排泄物」建議修正為「排遺」。</p>	<p>一、 台灣杉只有用在接種菌根的試驗，不同土壤改良栽植不同的樹種中沒有台灣杉。</p> <p>二、 謝謝委員，此部分會增列於期末報告中。</p> <p>三、 謝謝委員的指正。</p>

<p>四、對於丹大菜園回收地 104 年度及以後之造林，請提供具體建議。(苗圃現有紅檜、香杉、楓香、狹葉石櫟，苗根接種建議作法)(酸性泥炭土施用考量)(旱季澆水之考量，面積大、架設水管？水源？)(翻耕深度 20cm，再深一些，效果應更顯著)</p>	<p>四、 謝謝委員，此部分將於期末報告中說明。</p>
<p>孫主任宗志：</p>	
<p>一、邊坡上的雲杉仍存活，雖然高生長不佳，甚至二葉松天然更新小苗出現，研究團隊有無分析比較邊坡和菜園地土壤化學元素或物理性質進而改良採園地之土壤性質。</p> <p>二、本計畫試驗後已有作出 6 點結果，但以執行機關更希望能夠經試驗產出結果，進一步能對本案作出具體建議，俾便對丹大收回地爾後執行參考。</p> <p>三、在 P10 表 1 各種改良後之土壤 pH 值有下降趨勢是否代表經過長時的淋溶所致，而能經過長時間監測後再行造林。</p>	<p>一、此部分的土壤分析數據於 100 年接受貴處所委託「高山菜園回收造林地土壤性質與造林苗木生長之研究」中有做相關的資料調查。</p> <p>二、謝謝委員，此部分將於期末報告中說明。</p> <p>三、淋溶作用雖有降低土壤 pH 值之可能，但由於先前農民施撒大量石灰，短短幾個月因淋溶作用而影響土壤 pH 之可能性並不高。</p>

<p>楊課長叔錠：</p>	
<p>一、感謝中興大學森林系研究團隊承辦本計畫，在艱困的環境下勉力如期完成，研究成果將成為本處未來在丹大回收菜園地區復舊造林重要的參考依據。</p> <p>二、第 14 頁表 6. 紅榨槭苗高皆未達 10cm 以上，是否係遭動物啃食造成，或為筆誤？</p> <p>三、報告中第三、材料方法-菌根菌接種苗木(P5)的敘述，是否即是期中報告中余主任所提請建立 SOP 作業系統？本機關未來在執行苗木菌根菌接種之作業上，可否提供便捷可行的方法。</p> <p>四、利用竹籬芭進行隔離野生動物啃食，結果發現野生動物會將圍籬之間隙鑽大進入，另又有小型的嚙齒類動物為害，如果將竹籬加密是否能提昇防治成效？</p> <p>五、用字勘誤改正：</p>	<p>一、謝謝委員。</p> <p>二、紅榨槭苗是由東勢林區管理處烏石坑苗圃提供，由於苗木數量不足，所以部分較小苗木為南投林區管理處霧社苗圃提供。</p> <p>三、此部分已在先前貴處所委託的「丹大回收地的紅檜、扁柏菌根菌種大量繁殖作業」中提過，希望可以做為貴處參考依據。</p> <p>四、謝謝委員建議。</p> <p>五、 謝謝委員的指正，更正於期</p>

<p>(一)報告第3頁倒數第3行最後1字,「再」應改為「在」。</p> <p>(二)第16頁最後1段第7字,「今」應改為「進」。</p> <p>(三)第19頁第2.最後,「菌跟苗」應改為「菌根苗」。</p>	<p>末報告。</p>
<p>黃技佐俊凱：</p>	
<p>一、 觀察本處今年在丹大事業區第17林班辦理13.62公頃造林試驗地,因動物為害影響,闊葉樹遭動物為害較嚴重,其次是紅檜及扁柏,台灣杉及香杉所受影響較小。</p> <p>二、 土壤改善可否同時加入磷肥及硫磺等方式改善。</p>	<p>一、謝謝委員建議。</p> <p>二、土壤酸鹼值不改善,施加磷肥只會導致磷與土壤中鈣、鎂形成沉澱。</p>
<p>何技正學哲：</p>	
<p>一、 從試驗顯示混合森林土壤對於林木生長表現較佳,或許森林土壤存在微量元素有助於林木生長,栽植時加入森林土壤是否也可促使苗木獲得菌根菌。</p> <p>二、 有關圍籬部分未來可否增加鐵絲網或小面積圍籬方式避免動物破壞。</p>	<p>一、謝謝委員指正。</p> <p>二、謝謝委員指正。</p>

附錄四、丹大菜園回收地復舊造林試驗配置圖



「丹大菜園回收地復舊造林試驗」研究計畫

期末報告審查會議紀錄

壹、時間：103 年 12 月 24 日（星期三）下午 2 時

貳、地點：本處 3 樓會議室

參、主持人：張處長岱

記錄：何學哲

肆、出席人員：如簽到簿

伍、發言紀要：

邱組長志明：

- 一、本計畫對菜園地進行土壤介質(硫磺、有機質、森林土)，菌根接種，並對 5 種苗木(扁柏、紅檜、臺灣杉、楓香、紅榨槭)進行試驗，已獲得初步成果，另撒播種子、天然更新及地被植群之調查，動物防治，均可做為後續復舊造林之參酌。
- 二、撒播造林試驗成果不如預期，個人認為，撒播時，因逢乾季，故失敗，若能配合雨季，進行撒播，結果可能改觀，棲蘭山檜木下種更新即是一很好之例。另將來造林時，二葉松亦可列為撒播對象，或在乾季時，進行澆水。
- 三、不同介質改良，對於苗木生長之效應，雖有平均值進行比較，但可能單株間變異大，建議以統計差異分析進行比較，是否有顯著差異。
- 四、回收之採園，因交通及道路問題，且菜園長期施用化肥及石灰，土壤物理及化學性質均已改變，是否全面復舊造林或留存部份菜園地，讓其天然更新或不加干擾，個人認為亦是一種和動物共存之方式或做為將來生態旅遊或環境教育之一環。
- 五、整地方式，建議可用怪手，將 20~30cm 之硬盤打破，也許可改變土壤之微環境，另圍籬材料改變，將竹籬改變成金屬材料圍籬，也許可改善。

何教授坤益：

- 一、造林苗木生長，受制於造林初期生育地逆境(P12)，導致成活率的變動，其後續雖經補植改善，是否影響試驗設置及後續檢定結果，請補充說明。
- 二、研究結果分析土壤 pH 值尚未構成生長限制(pH6.5~7.5)，金氮亦不缺乏有效磷雖缺乏，有機質亦不缺乏，因此，造林試驗成果，受到交通及氣候因素影響頗大，有鑑於此，日後宜配合育林相關需求予以防範，包括供水(或滴灌系統)等輔助措施加強。
- 三、未來執行面建議，利用大型挖土機，進行翻耕作業打破地盤，將可能沈澱固結的硬盤結構更以破壞後續栽植時採精密植栽方式，植穴施肥，並配合兩季或編列灌水作業等方式；因應可能野生動物取食，建議可多加數量予以密植，仿自然更新模式來進行。
- 四、勘誤：P2 第一段第 4 行「遲至現線」第二段 9 行末字之磷磷，P19.2 項之最末 1 行苗「跋」苗 5 項”支架”非”扶植”。

余主任啟瑞

- 一、P14 施加硫磺、有機質及森林土對各樹種之苗高、成活率，未列臺灣杉樹種。
- 二、P14 施加森林土之成活率較高，建議探討之。
- 三、P17 動物之「排泄物」建議修正為「排遺」。
- 四、對於丹大菜園回收地 104 年度及以後之造林，請提供具體建議。
(苗圃現有紅檜、香杉、楓香、狹葉石櫟，苗根接種建議作法)(酸性泥炭土施用考量)(旱季澆水之考量，面積大、架設水管？水源？)(翻耕深度 20cm，再深一些，效果應更顯著)

孫主任宗志：

- 一、邊坡上的雲杉仍存活，雖然高生長不佳，甚至二葉松天然更新小苗出現，研究團隊有無分析比較邊坡和菜園地土壤化學元素或物理性質進而改良採園地之土壤性質。
- 二、本計畫試驗後已有作出 6 點結果，但以執行機關更希望能夠經試

驗產出結果，進一步能對本案作出具體建議，俾便對丹大收回地爾後執行參考。

三、在 P10 表 1 各種改良後之土壤 pH 值有下降趨勢是否代表經過長時的淋溶所致，而能經過長時間監測後再行造林。

楊課長叔錠：

一、感謝中興大學森林系研究團隊承辦本計畫，在艱困的環境下勉力如期完成，研究成果將成為本處未來在丹大回收菜園地區復舊造林重要的參考

依據。

二、第 14 頁表 6.紅榨槭苗高皆未達 10cm 以上，是否係遭動物啃食造成，或為筆誤？

三、報告中第三、材料方法-菌根菌接種苗木(P5)的敘述，是否即是期中報告中余主任所提請建立 SOP 作業系統？本機關未來在執行苗木菌根菌接種之作業上，可否提供便捷可行的方法。

四、利用竹籬芭進行隔離野生動物啃食，結果發現野生動物會將圍籬之間隙鑽大進入，另又有小型的嚙齒類動物為害，如果將竹籬加密是否能提昇防治成效？

五、用字勘誤改正：

(一)報告第 3 頁倒數第 3 行最後 1 字，「再」應改為「在」。

(二)第 16 頁最後 1 段第 7 字，「今」應改為「進」。

(三)第 19 頁第 2.最後，「菌跟苗」應改為「菌根苗」。

黃技佐俊凱：

三、觀察本處今年在丹大事業區第 17 林班辦理 13.62 公頃造林試驗地，因動物為害影響，闊葉樹遭動物為害較嚴重，其次是紅檜及扁柏，台灣杉及香杉所受影響較小。

四、 土壤改善可否同時加入磷肥及硫磺等方式改善。

何技正學哲：

三、 從試驗顯示混合森林土壤對於林木生長表現較佳，或許森林土壤存在微量元素有助於林木生長，栽植時加入森林土壤是否也可促使苗木獲得菌根菌。

四、 有關圍籬部分未來可否增加鐵絲網或小面積圍籬方式避免動物破壞。

陸、 結論：

一、 本計畫經審核通過，請依各委員及出席人員意見修正，並於 103 年 12 月底前提送成果報告及光碟各 30 份。光碟內容應含各項報告之文字檔、簡報檔，及報告內所呈照片檔及影像檔。

二、 丹大事業區菜園收回後續復育造林工作：

(一) 對於動物危害問題，未來造林樹種以台灣杉、香杉、扁柏、紅檜等樹種為主，請作業課應預先規劃樹種。

(二) 請作業課洽東勢處協調調撥數十株森氏櫟、高山狹葉櫟等殼斗科植物試驗栽植成效。

(三) 請規劃在丹大地區採取台灣赤楊及台灣二葉松種子，以供撒播所需種子。

(四) 未來可考慮採用森林土壤混合原來土壤；因應缺水問題，採開溝築堤，並在溝內栽植，或植穴方式栽植。

(五) 栽植密度應予密植。

(六) 對於原編列 2 公頃圍籬造林地，可規劃增加鐵絲網，以免動物侵入；104 年造林預定案可試驗編列小面積圍籬或單株保護方式造林。

(七) 104 年有關造林標案訂定，應列入林道修復部分，因應造林撫育需要，應予以搶通。

(八) 104年1月本處將再邀顏江河老師及各位委員現場勘查造林試驗地，瞭解各造林試驗地試驗成果，以供該地區未來規劃最適復育之方式。

柒、散會：下午3時30分。