

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 98-00-5-10

闊葉樹種苗木蟲害評估

Evaluating insect herbivory of hardwood seedlings



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：國立臺灣大學

中華民國 98 年 12 月

目 次

目次	I
研究	II
摘要	1
Abstract	2
前言	3
材料與方法	5
結果與討論	8
結論	20
建議	21
參考文獻	22
照片	26
附錄	31
期中及期末報告審查意見辦理情形表	33

行政院農業委員會林務局

98 年度委託辦理計畫研究人力

一、計畫名稱及經費

(一)中文名稱：闊葉樹種苗木蟲害評估

(二)計畫經費：548 千元

二、計畫性質及編號

(一)計畫性質：單一計畫

(二)本年度計畫編號：98-00-5-10

三、計畫依據

中長程公共建設計畫第三期四年農業建設計畫－加強森林永續經營計畫

四、提送機關

(一)機關名稱：國立台灣大學

(二)計畫主持人：鹿兒陽

(三)計畫總聯絡人：

姓名：鹿兒陽

職稱：助理教授

電話：02-33665262

傳真：02-23654520

電子信箱：erhyang@ntu.edu.tw

(四)計畫執行機關、執行人及計畫主辦人：

<u>計畫執行機關</u>	<u>執行人</u>	<u>職稱</u>	<u>計畫主辦人</u>	<u>計畫主辦人職稱</u>	<u>電話</u>
國立台灣大學	李嗣涔	校長	鹿兒陽	助理教授	02-33665262

五、執行期限

本年度計畫：自決標日至 98 年 12 月 5 日

六、參與人員

<u>序號</u>	<u>機 關 名 稱</u>	<u>單 位 名 稱</u>	<u>研究人員</u>	<u>職 稱</u>
1	國立台灣大學	森林環境暨資源學系	林家駿	研究生
2	國立台灣大學	森林環境暨資源學系	蔡仲涵	研究生
3	國立台灣大學	森林環境暨資源學系	劉 仝	研究生

摘要

本研究在 2009 年 4 月開始於台大實驗林溪頭苗圃進行，以光度及施肥處理來了解 6 個台灣原生闊葉樹種--青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca* var. *glauca*)、紅楠(*Machilus thunbergii*)、烏心石(*Michelia compressa*)、楓香(*Liquidambar formosana*)、無患子(*Sapindus mukorossii*)、台灣欒(*Zelkova serrata*)苗木的昆蟲植食狀況，定期調察苗木葉面積損失率、植食昆蟲種類、直徑及高生長，並採取樣本分析葉部氮及總酚類濃度。

樹種中以無患子及台灣欒葉面積所受昆蟲植食損失最高(17.8~51.0%)，其餘 4 個樹種明顯較低(0.5~10.5%)。光度高低及土壤肥力對樹種植食損失影響不顯著。昆蟲植食程度有明顯的季節性，一般以春夏兩季較高，在葉片成熟後再被取食的情形較少，但是由於無患子及台灣欒持續落葉的緣故，葉面積損失率在後期會有下降的情形。高光度及肥力對苗木直徑生長皆有促進效果，高肥力對苗木高生長也有正面助益，以欒木的直徑生長最為顯著。樹種中以無患子及台灣欒葉部氮濃度最高，總酚類濃度則以楓香及台灣欒最高，烏心石及無患子較低。葉面積損失率與葉部氮濃度間據顯著正相關，與葉部總酚類濃度的相關性則不顯著。

總結而言，本研究中 6 個樹種的基本生理特性有很大差異，因此植食程度差異顯著，肥力高低對葉部養分濃度影響顯著，長期可能會反映在植食程度或行為上。光度的影響很小，或許是遮蔭處理並未造成光度降低太多之故。

取食葉片的昆蟲以鱗翅目幼蟲種類最多，此外同翅目幼蟲長大量發生在某一樹種，大多昆蟲僅零星發生，對苗木造成的損害有限，僅少數種類需積極進行防治。

關鍵字：昆蟲植食、闊葉樹、光度、氮、苗圃

Abstract

This study was engaged from April to November of 2009 in Chitou nursery, the Experimental Forest, National Taiwan University. Shading and fertilization were applied to create differences in light intensity and fertility to investigate insect herbivory in seedlings of six hardwood species native in Taiwan, *Cyclobalanopsis glauca* var. *glauca*, *Machilus thunbergii*, *Michelia compressa*, *Liquidambar formosana*, *Sapindus mukorossii*, and *Zelkova serrata*. The percent of leaf area loss, major insect herbivores, and diameter and height increment were checked at intervals. Leaves were sampled for the determination of N and total phenols concentrations.

The percent of leaf area loss was greatest in *Zelkova serrata*, and *Sapindus mukorossii* (17.8~51.0%), and much lower in the remaining four species (0.5~10.5%). Light intensity and fertility had little effect on insect herbivory. Insect herbivory showed clear seasonal pattern with higher level in spring and summer. The leaf shedding characteristic of some species caused the false drop in the values of leaf area loss. High light intensity and fertility generally resulted in greater growth. The foliar N concentration was higher in *Sapindus mukorossii* and *Zelkova serrata* than in the other four species. The foliar concentration of total phenols was higher in *Liquidambar formosana* and *Zelkova serrata*, and lower in *Michelia compressa* and *Sapindus mukorossii*. Leaf area loss was in significantly positive correlation with foliar N concentration.

Six species differ greatly in their physiological traits, which lead to variation in herbivory. Soil fertility had significant effects on the foliar nutrient content, and may have profound effects on herbivory in the long run. By contrast, light intensity had negligible effect on both foliar chemical properties and herbivory. Still, we cannot rule out the possibility that the light intensity was not reduced sufficiently to cause significant effects.

The insect herbivores were mostly species of Lepidoptera, which often occurred in small numbers. By contrast, a few species of Homoptera caused great damage in the selected species and required the active control and treatment.

Keywords: Insect herbivory, hardwood species, light intensity, nitrogen, nursery

前言

植食行為(herbivory)對植物的影響非常廣泛，最直接的影響莫過於減少葉片行光合作用的面積了(Perry 1994)。然而對於未被植食動物啃食部份的葉片光合作用效率，其受到之影響也是不容忽視的，Zangerl et al. (2002)以葉綠素螢光顯像方式進行研究，結果發現植食行為對於植物之影響遠超過葉面積損失，因為未受鱗翅目幼蟲直接啃食的部分的光合作用能力也顯著降低。Marquis (1984)研究 Costa Rica 熱帶低地濕性森林中的常見灌木植物 *Piper arieianum*(胡椒科)，發現葉面積的減少一般會導致生長降低、種子減產、種子活力下降。Marquis and Whelan (1994)以鳥類及殺蟲劑來控制植食昆蟲數量，發現昆蟲植食明顯造成白橡樹葉面積損失，並降低其生長量。在某些生態系中，植食動物造成的碎屑及排遺加速養分回歸及循環，而葉面積減少將降低蒸散速率、增加可利用水分(Perry 1994)，或許對植物(被吃的植物或其他植物)的生長有正面幫助，McNaughton (1985)即指出非洲肯亞的大草原生態系(主要植物為禾本科 Poaceae)中，植食動物(主要是有蹄類哺乳動物 ungulates)的排遺提升了土壤肥力，而吃掉的葉面積使得蒸散速率降低、可利用水分增加，或許因此對植物(被吃的植物或其他植物)的生長有正面幫助。

“適量植食程度對生長有益”的論點(herbivore optimization hypothesis)也廣泛適用於森林生態系嗎？很難說，但是的確有研究發現植食傷害反而對林木的生長或生理有正面影響，Lovett and Tobriessen (1993)研究紅橡樹(*Quercus rubra*)，就發現模擬植食處理的苗木之光合作用速率較高；Alfaro and Shepherd (1991)則發現被花旗松毒蛾(*Orgyia pseudotsugata*)吃掉針葉的花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)木材生長雖在初期有下降的狀況，數年後生長速率卻高過未被毒蛾取食的樹木。

植物葉部特性是影響植食程度高低的主因，因此不同樹種的植食程度有明顯差異(Marquis et al. 2001, Dudt and Shure 1994, Lowman 1992, Coley 1983)，Coley (1983)在巴拿馬低地熱帶雨林中進行植食研究，發現生長快速的孔隙種(gap colonizers)的葉子較軟(low toughness)、纖維(fiber)與酚類(phenols)濃度較低、氮與水的含量較高、葉壽命較短，因此葉片被植食動物啃食的情形較嚴重，相對上，耐蔭樹種(shade-tolerant species)將較多資源分配

於防禦用途。

植食程度也因為葉子的發育階段 (Coley 1983, Lowman 1985, Lowman and Heatwole 1992, Kudo 1996)或葉子發出時間(Lowman 1992, Lowman 1995)而有所變異，而造成明顯的季節性趨勢。Coley (1983)研究巴拿馬低地熱帶雨林，發現 70%的樹種嫩葉植食損失程度高於成熟葉，嫩葉一般硬度低、纖維少、養分含量高，因此食葉昆蟲偏好嫩葉。Filip et al. (1995)於墨西哥的熱帶落葉林進行植食研究，發現雨季初期剛展開之葉子氮含量、水分含量較高，而這些葉子所受植食損失也較高。由於植食昆蟲的數量及種類都有季節上的變化，或許因此對不同時間所發出的葉子造成不同程度的取食量(Lowman 1992, Lowman 1995)。

生長環境的變化會影響葉部的特性，可能因此造成植食程度的改變，許多研究均發現光強度會影響葉部特性--葉硬度(Dudt and Shure 1994)、氮(Baraza et al. 2004)、縮聚單寧(condensed tannins) (Baraza et al. 2004)、酚類化合物(phenolics)含量(Dudt and Shure 1994, Nabeshima et al. 2001)等，因而造成植食昆蟲偏好程度的差異(Lowman 1992)。由於葉部氮含量高低是左右昆蟲生長發育的主要因子(Perry 1994)，因此礦物養分(尤其是氮)的供應量也是改變植食程度的重要因子之一，Lovett and Tobiessen (1993)研究就發現高氮處理的紅橡樹苗木可長期維持較高的光合作用速率，因而影響苗木對於植食傷害的反應。

環境變化也會經由影響植食行為而導致植物與植食昆蟲間關係的變化，Basset et al. (2001)以選擇性伐採方式製造冠層孔隙來探討植食昆蟲的變化，發現整體植食昆蟲在干擾區較為豐富，植食昆蟲數量增加主要與林下苗木葉部產量增加有關。

台灣的昆蟲研究不少，其中也不乏關於植食昆蟲的試驗，但是關於植食行為對植物生長及生理影響的研究卻十分有限，因此這方面的研究有迫切的必要性。在育林作業中苗圃工作非常重要，培育出健康且生長良好的苗木是造林工作成功的第一步，因此本研究針對苗圃培育的常見闊葉樹種苗木進行植食程度的評估，分析各樹種苗木的葉部氮及總酚類濃度，以了解各樹種對應植食行為的機制，並探討土壤的肥力及光度高低是否會影響苗木的葉部特性及植食傷害程度。試驗結果將提供苗圃經營在面對昆蟲傷害苗木時對應之參考。

材料與方法

試驗地

本研究試驗地位於台大實驗林溪頭自然教育園之苗圃內，溪頭自然教育園區海拔分佈在 800~2,000m 之間，全區略承畚箕形的谷地，苗圃試驗地之海拔約為 1160m，根據 1928~1998 年溪頭測候站之觀測資料結果，年均溫為 16.6°C；平均年降雨量為 2,635.2mm，降雨集中於 5~9 月間，佔全年總降雨量的 77.7%，全年無缺水，屬於溫暖重溼氣候型。

試驗樹種

本研究之試驗樹種包括青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca* var. *glauca*)、紅楠(*Machilus thunbergii*)、烏心石(*Michelia compressa*) 3 個常綠樹種，及楓香(*Liquidambar formosana*)、無患子(*Sapindus mukorossii*)、台灣欒(*Zelkova serrata*) 3 個落葉樹種，這些樹木皆為台灣原生闊葉樹種，每一種選取 120 棵 3~4 年生的苗木，於 2009 年 4 月 24 日將苗木自軟盆移植至硬塑膠盆，盆上緣內徑 18.7cm，下緣內徑 15.0cm，高 20cm，容積約 4.1L，生長介質為比例 1:1:3 的粗糠、泥炭土與溪頭大學坑土壤，每盆的生長介質乾重為 3.5kg。

每三天給苗木澆一次水，但會視降雨情況而做調整，每一個月除草一次，但也會在每次調查時清除盆內雜草。

試驗處理

每一樹種的 120 株苗木，一半進行全光處理(無遮蔭)，另一半進行 50%的遮蔭處理，遮蔭與全光處理的苗木各進行三種施肥處理，分別為全施肥(Full)、施肥 1/10(1/10)與無施肥(0)。苗木放置在 3 長條苗床上，苗床寬 1 公尺，苗床距離約 50cm，苗木的排列及處理如附錄一所示，每一種苗木 10 株為一小區，一共有 12 小區，小區內同種苗木 10 株分作 2 列，每列 5 株，不同種苗木間距離 20cm，遮蔭及全光處理的苗木間距離 3m。蔭棚架長 9m、寬 5m、高 2.5m，覆以透光率 50%的針織網，地面到 1.5m 的高度無遮網，以利昆蟲自由進出。

遮蔭處理在 2009 年 5 月 11 日開始，在遮蔭初期於蔭棚下及全光處理的區域各選 6 個

測量點量測不同時間的光度，量測高度分別在地面及 1m 高處，統計結果顯示，相同光度處理內同高度的光環境相當一致，而地面與離地 1m 處所量測到的光度，在早上九點以後便無顯著差異。以 2009 年 6 月 9 日上午 11 時 30 分量測值為例，全光處理的地面及 1m 處的光度皆約 $990 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，遮蔭處理的蔭棚下則約為 $440 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。

施肥作業共進行兩次，第一次在 2009 年 6 月 9 日，第二次在 2009 年 8 月 29 日。肥料之標示成分為全氮 4%、全磷酸酐 1.5%、全氧化鉀 1%、有機質 75%；將所施用之肥料取 3 個樣本以元素分析儀(Elemental Analyzer)進行分析，含碳量為 35.3% ($\pm 0.8\%$)，含氮量為 2.93% ($\pm 0.02\%$)。施肥方式為將顆粒狀肥料平均放置在盆內生長介質表面，全施肥處理施以乾重 130g 的肥料(為盆內介質重量之 3.71%)、1/10 施肥處理施以乾重 13g 的肥料(為盆內介質重量之 0.37%)，兩次施肥都是同樣的施肥量。全施肥處理的施肥量及施肥間隔時間參考溪頭苗圃及一般商業園藝商的建議施肥量。

觀察及採樣

從每個小區中挑選四株健康的苗木作為長期追蹤之對象，每一苗木選擇三根今年萌發的枝條，以膠帶做標記，每隔一段時間追蹤紀錄一次葉片數量及葉面積受損率，共觀察 6 次，觀察時間分別是 2009 年 5 月 2 日、6 月 26 日、7 月 24 日、8 月 28 日、9 月 24 日、11 月 27 日。所謂葉面積損失率為每片葉子受昆蟲取食的面積佔其完整葉面積的百分比，所得的每片葉子的數據之後進行一個枝條的平均，再將同一株苗木上所標示的枝條數據再平均，即可得到一株苗木的平均葉面積損失率。

本研究每隔一段時間進行一次苗木高度及生長介質以上 10cm 處的直徑之量測，共量測 5 次，分別在 2009 年 4 月 25 日、7 月 25 日、8 月 29 日、9 月 25 日、11 月 27 日。

在紀錄葉片面積損失率及生長量測的同時進行苗木生長量測及植食昆蟲種類、數量之觀察及紀錄，發生在連續植食觀察的苗木上的昆蟲盡量不予干擾，但是將非觀察植株上的昆蟲幼蟲取回飼養以協助種類辨識。

2009 年 6 月 27 日及 10 月 20 日各進行一次破壞性取樣，採取苗木今年萌生枝條以進行葉部化學分析，每一處理的每一樹種選擇 3 植株，採回實驗室後立即進行葉面積掃描，

掃描的圖片將在之後進行葉面積計算及 Leaf mass per area，掃描之後放入攝氏 40°C 之烘箱烘乾，秤量葉片乾重之後磨粉並放回攝氏 40°C 之烘箱待進行氮及總酚類之分析。氮分析以 Kjeldahl method 進行 (Jones 2001)，酚類化合物以 Folin-Ciocalteu method 進行(Hóðar and Palo 1997)。

統計分析

進行多變數分析(Analysis of variance)分析樹種及處理間昆蟲植食程度、葉部氮濃度、總酚含量等差異是否顯著，並以迴歸分析(Regression analysis)分析苗木生長、葉部化學性質、植食程度間之關係，所採用之顯著水準為 0.05，所有統計分析以 JMP version 3.1.6.2 of SAS Institute Inc. (1989-1996)進行。

結果及討論

將本研究所有樹種一起進行統計分析的結果如表一，變異來源為樹種、光照處理(遮蔭或全光)、施肥處理(0、1/10、Full)、光照與施肥處理的交感作用，分析的項目有 6 個--相對直徑及高生長(Relative diameter and height increment)、葉部氮(Nitrogen)及總酚類(Total phenols)濃度、光合作用速率(Net photosynthetic rate, P_n)、最大葉面積損失率(Maximum leaf area loss, Max. LAL)，簡單分析結果如下：

一、6 個樹種的特性差異非常顯著，直徑生長、葉部氮及總酚類濃度、光合作用速率、葉面積損失率 5 個項目在樹種間差異都極為顯著。

二、光照處理僅對直徑生長、葉部氮及總酚類濃度 3 個項目有顯著影響。

三、施肥處理對直徑及高生長、葉部氮濃度、光合作用速率 4 個項目有顯著影響。

四、在分析的 6 個項目中，光照及施肥處理間都不具顯著交感作用。

表一、多變異分析(ANOVA)結果($P>F$)[†]

Parameter	R. diameter increment	R. height increment	N	Total phenols	P_n	Max. LAL [†]
Species	0.0002	0.2222	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Light	0.0353	0.9818	0.2449	0.1086	0.8880	0.1208
Fertilization	0.0002	0.0027	<0.0001	0.0213	0.0070	0.6162
Light x Fert.	0.3226	0.7093	0.1947	0.7202	0.6626	0.1205

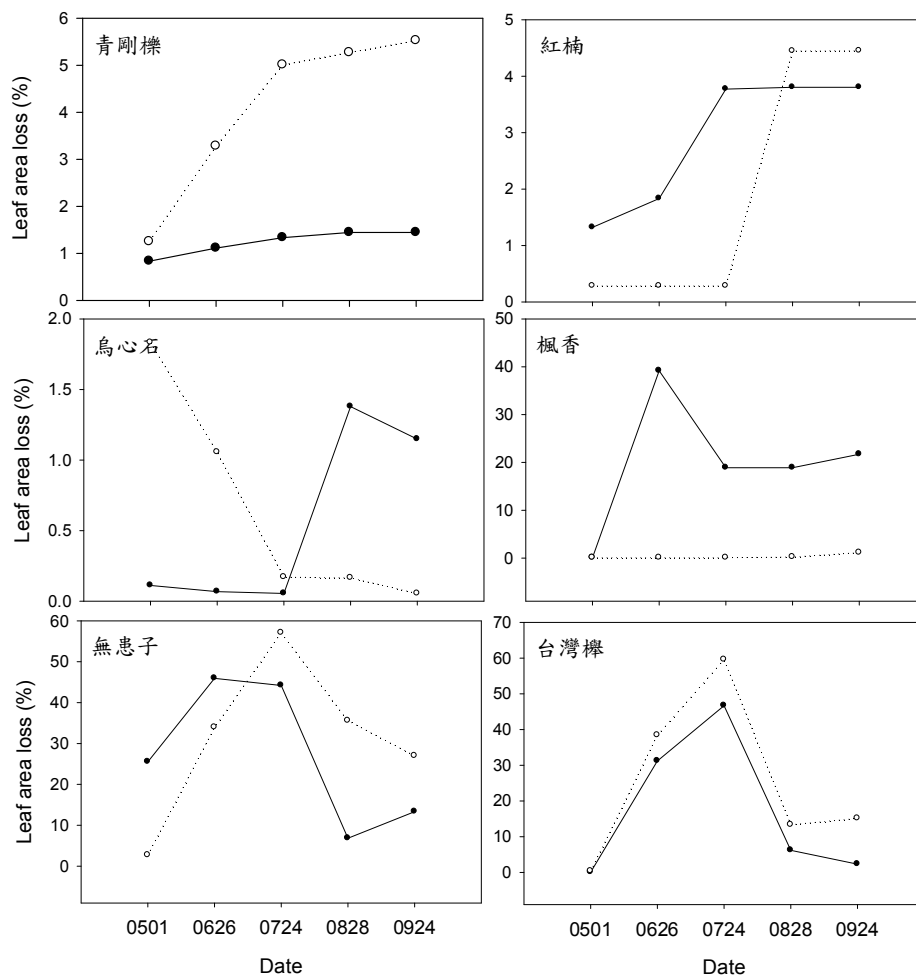
[†] 最大葉面積損失率(Maximum leaf area loss)，詳細定義及解釋請參照表二及內文之說明。

葉面積損失率

葉面積損失率有明顯的季節變異(圖一)，主要的變動來源是昆蟲取食的季節性及葉片掉落，多數的植食損失發生在七月之前，葉片成熟之後進一步損失的狀況較少，至於損失率在後期下降的原因則是葉片的掉落。台灣欒、無患子植食損傷嚴重的葉子容易提早枯落，所以觀察後期植食損傷率會因此降低。楓香、烏心石的部份葉子也會掉落，但是由於植食損失不高，所以葉子掉落也不影響植食損傷率評估結果。相對上，紅楠、青剛櫟的葉子不

太會掉落，偶爾掉落 1~2 片，對食植損傷率之評估影響不大。

由於葉面積損失率有季節性變動，本研究以變動曲線的最高點當作一年中植食損失率最大值(Maximum leaf area loss)，這些最大值較具有植食程度的指標性，如表一所示，樹種中以無患子、台灣檫的植食損失明顯最高。將所有樹種一起進行統計分析，遮蔭及施肥處理對多數樹種植食損失影響皆不顯著，但是將樹種個別進行統計分析則可發現光照及施肥處理對少數樹種仍有影響(表二)，光照處理對台灣檫及紅楠的植食程度有影響，台灣檫的葉面積損失率在遮蔭處理顯著較高($P<0.01$)，紅楠的葉面積損失率卻以全光處理顯著較高($P<0.05$)；施肥處理對楓香及烏心石的植食程度有顯著影響($P<0.05$)，楓香以施肥 1/10 處理的葉面積損失率最高，烏心石則以全施肥處理的葉面積損失率最高。



圖一、苗木葉面積損失率(%)之季節性變化。每個樹種以兩個枝條為例，每條曲線呈現一枝條的變化情形。

表二、苗木葉面積損失率(%)[†]。

樹種	50%遮蔭			全光			
	施肥量	0	1/10	Full	0	1/10	Full
青剛櫟		3.8	4.7	1.6	1.7	2.4	3.3
紅楠		0.5	0.5	1.9	5.1	5.8	2.3
烏心石		1.0	0.8	2.8	0.8	0.3	1.8
楓香		1.3	10.5	1.2	2.5	4.6	2.7
無患子		42.0	39.4	39.0	31.7	43.7	51.0
台灣檫		43.1	30.6	36.6	17.8	23.3	27.5

[†] 昆蟲取食葉面積佔完整葉面積的百分比。此表中的數據為一年中植食損失率最大值(Maximum leaf area loss)。每一數值為同處理至少 3 個重複的平均值。

直徑及高生長

表三為 6 個樹種苗木的相對直徑及高生長比較，樹種中以台灣檫的直徑生長顯著最多，主要的差異來自全光處理的台灣檫大幅的直徑生長；對大部分樹種而言，全施肥處理的直徑生長顯著剛於施肥 0 及施肥 1/10 處理；大體而言，全光下的直徑生長高於遮蔭處理。

如上所述(表一)，樹種及光照處理對苗木高生長影響不顯著，全施肥處理的直徑生長則大多是三個施肥處理中最多的。

表三、苗木相對直徑及高生長(%)[†]

樹種	50%遮蔭			全光		
	施肥量	0	1/10	Full	0	1/10
Relative diameter increment (%) [‡]						
青剛櫟	25.0	15.1	28.2	20.2	17.3	32.6
紅楠	15.9	23.3	19.7	18.5	16.6	28.1
烏心石	17.6	15.3	30.2	10.9	14.5	27.2
楓香	10.8	18.0	24.5	14.1	16.3	22.8
無患子	16.2	22.3	19.8	17.4	19.1	21.1
台灣櫟	16.6	16.8	25.1	55.1	28.6	45.0
Relative height increment (%)						
青剛櫟	25.0	14.5	20.9	5.4	9.1	11.1
紅楠	6.9	21.2	25.4	19.2	14.2	27.1
烏心石	6.8	23.7	29.0	10.3	9.7	14.5
楓香	4.3	4.4	5.0	5.2	4.8	45.0
無患子	4.6	8.3	16.5	8.3	4.7	33.9
台灣櫟	19.8	18.8	26.1	15.5	34.4	15.6

[†] 每一數值為同處理至少 3 個重複的平均值。

[‡] Relative diameter increment (%) = 100 x (Dia_f-Dia_i)/Dia_i ; Relative height increment (%) = 100 x (Ht_f- Ht_i)/Ht_i 。 Dia_i 及 Ht_i 分別為第一次量測(2009 年 4 月 25 日)的苗木直徑及高度，Dia_f 及 Ht_f 為 2009 年 9 月 24 日量測的苗木直徑及高度。

葉部氮及總酚類濃度

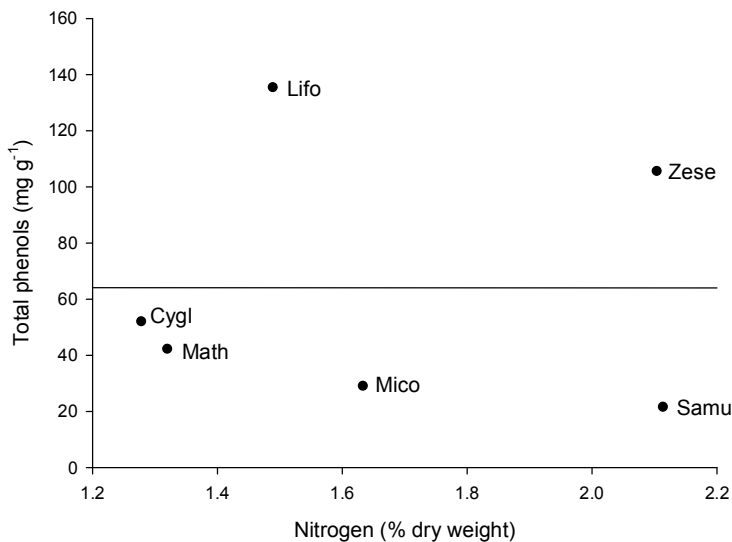
由表一可知，葉部氮及總酚類濃度在種間的差異極為顯著，施肥處理則對葉部氮濃度較有影響，但是僅能稍稍降低葉部總酚類濃度，遮蔭處理則對葉部氮及總酚類濃度都無顯著影響。表四列出 6 個樹種在各處理的葉部氮及總酚類濃度，葉部氮濃度以無患子及台灣櫟最高；葉部總酚類濃度以楓香及台灣櫟最高，烏心石及無患子較低。

Coley (1983)認為植物葉部氮濃度高代表具有較高的生理及生長潛力，葉部總酚類濃度高則代表植食防禦性高，而高生長與高防禦通常是植物不可得兼的兩個特性。將本研究 6 個樹種的葉部氮及總酚類濃度作關係圖(圖二)，可發現中無患子葉部氮濃度高、總酚類濃度低，楓香則是相反，但是台灣櫟的葉部氮及總酚類濃度卻同時很高，因此本研究中的數

表四、苗木葉部氮(%)及總酚類(mg g⁻¹)濃度[†]

樹種 施肥量	50%遮蔭			全光		
	0	1/10	Full	0	1/10	Full
N (%)						
青剛櫟	1.34	1.28	1.40	1.10	1.24	1.30
紅楠	1.11	1.33	1.51	1.22	1.29	1.54
烏心石	1.21	1.55	2.36	1.12	1.34	2.23
楓香	1.25	1.47	1.63	1.32	1.35	1.91
無患子	2.14	2.33	2.35	1.73	1.81	2.32
台灣欒	1.85	2.10	2.39	1.77	2.03	2.50
Total phenols (mg g ⁻¹)						
青剛櫟	67.6	33.1	55.2	46.9	52.0	55.8
紅楠	35.3	40.5	30.6	54.9	53.0	37.5
烏心石	30.2	15.2	15.8	52.5	34.6	24.5
楓香	143.6	131.9	128.5	136.0	139.4	132.8
無患子	19.6	20.4	18.9	24.5	21.7	22.9
台灣欒	114.3	111.2	93.7	110.6	103.6	102.3

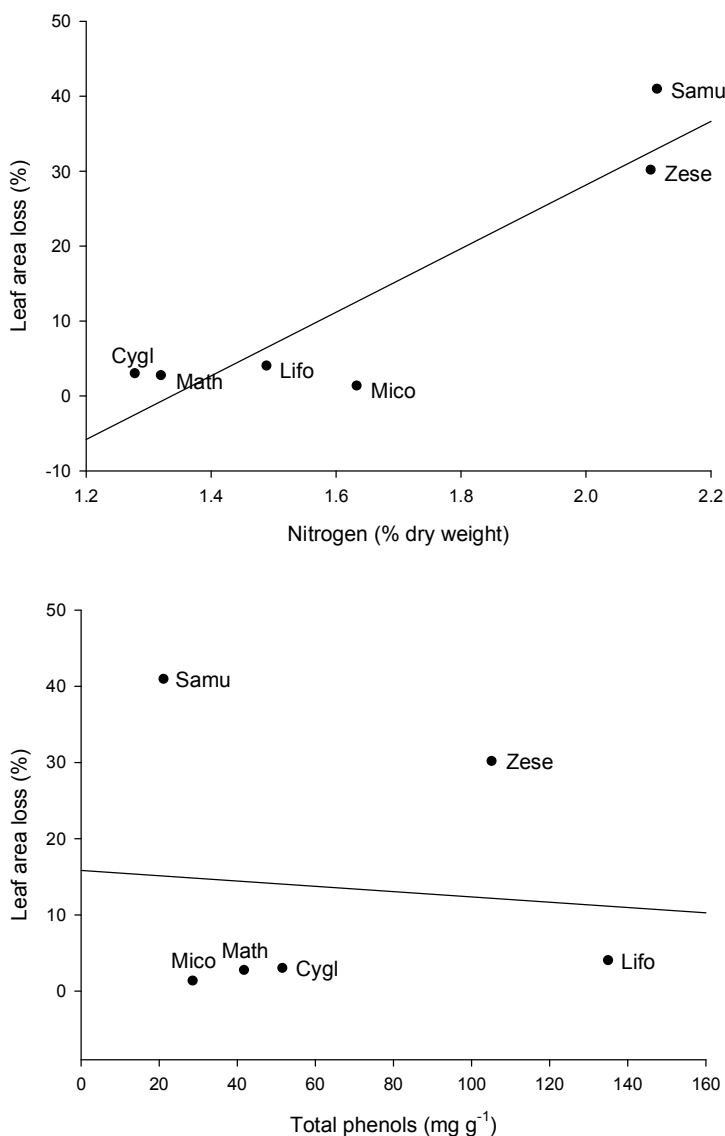
[†] 每一數值為同處理 1 至 3 個重複的平均值。樣本於 2009 年 9 月 26 日採取。



圖二、6 個樹種葉部氮濃度及總酚類濃度的關係，兩者間無顯著相關性(P>0.05)。每一點為所有處理及重複樣本的平均值。Cygl：青剛櫟，Lifo：楓香，Math：紅楠，Mico：烏心石，Samu：無患子，Zese：台灣欒。

據並不能支持 Coley (1983)的想法。

圖三為葉部氮及總酚類濃度與葉面積損失率的關係圖，由圖中可以發現葉面積損失率與葉部氮濃度間具顯著正相關，本研究中的 6 個樹種明顯分為兩群，無患子及台灣檫屬於葉部氮濃度高且葉面積損失率高者，其他四種屬於氮濃度低且葉面積損失率低者。相對地，葉面積損失率與葉部總酚類濃度間相關性不顯著。



圖三、6 個樹種葉部氮、總酚類濃度與葉面積損失率的關係，葉面積損失率與葉部氮濃度兼具顯著正相關($r=0.92$, $P=0.0105$)，但是與葉部總酚類濃度間無顯著相關性($P>0.05$)。每一點為所有處理及重複樣本的平均值。Cygl：青剛櫟，Lifo：楓香，Math：紅楠，Mico：烏心石，Samu：無患子，Zese：台灣檫。

重要植食昆蟲及防治建議

在調查期間所發現的植食昆蟲分屬鱗翅目、鞘翅目、同翅目，種類最多的是鱗翅目昆蟲，此目幼蟲多以植物葉片為食，且行動力較低，因此容易在葉片附近發現；同翅目的昆蟲在若蟲時期行動力亦低，只是個體微小，辨識上困難性較大；鞘翅目的昆蟲在試驗苗木上的不多，有些在植株上發現的成蟲並非植食種類，極可能只是偶然飛來停棲而已。植食昆蟲在各樹種發現月分詳如附錄二，同翅目昆蟲在調查的8個月間持續存在，有些鱗翅目種類斷續出現，應該是分屬不同世代的幼蟲期。樹種中以台灣檫上發現的植食昆蟲種類最多(12種)，青剛櫟次之(8種)，烏心石最少(2種)，其餘3種苗木上各發現5種植食昆蟲。

以下針對各目的植食昆蟲形態及生態特性稍作敘述。防治建議主要參考范義彬及魯丁慧(2000)所著專書。

一、同翅目 Homoptera

常蚜科 Aphididae

食性：青剛櫟

木虱科 Psyllidae

食性：台灣檫

二、鞘翅目 Coleoptera

象鼻蟲科 Curculionidae

成蟲食性：青剛櫟、台灣檫

金龜子科 Scarabaeidae

成蟲食性：青剛櫟

三、鱗翅目 Lepidoptera

青帶鳳蝶 *Graphium doson postianus* (Fruhstorfer, 1908)

鳳蝶科 Papilionidae

成蟲：成蟲展翅 5~6cm，翅色黑，前後翅上面的藍色斑排列成彎帶狀。

幼蟲：體光滑，年輕幼蟲暗褐色，成熟後逐漸變為綠色，胸節膨大。終齡幼蟲約 4cm。(照片一)

幼蟲食性：樟科的樟樹及紅楠上都常見。取食本研究中的紅楠。

防治建議：數量不多時以人工移除，或於新葉發出時噴灑化學藥劑。多數幼蟲在黃昏後才會至葉片上取食，因此藥劑噴灑時間應配合幼蟲習性。

掌夜蛾 *Tiracola aureata* (Holloway, 1989)

夜蛾科 Noctuidae

成蟲：展翅寬約 4cm，土黃色，前翅端明顯鋸齒狀。

幼蟲：體色灰黑，腹部第一、二、七節兩側有明顯白斑，年輕幼蟲與成熟幼蟲外型頗有差異。終齡幼蟲超過 5cm。(照片二)

幼蟲食性：龐雜，之前在三斗石櫟、狹葉櫟、黃連木等樹木，及菝葜、羊蹄等藤本或草本植物上都見過幼蟲取食。取食本研究中的青剛櫟、紅楠、無患子、台灣櫟。

防治建議：數量不多則無須處理。

楓香尾夜蛾 *Eutelia adulatricoides* (Mell, 1943)

夜蛾科 Noctuidae

成蟲：展翅約 3.5cm，翅色以灰褐為主，有一些暗紅及藍色斑紋，停棲時尾部翹起試衣大特徵。

幼蟲：有紅、綠兩型，背上兩到縱向白線。終齡幼蟲約 2.5cm。(照片三)

幼蟲食性：取食本研究中的楓香。

防治建議：數量不多則無須處理。

Hypena sp.

夜蛾科 Noctuidae

幼蟲：體綠色，頭黃綠色，頭及身體皆有黑色斑點，第一對腹足退化。終齡幼蟲約 3cm。

幼蟲食性：取食本研究中的台灣檫。

黑腰尺蛾 *Cleora fraterna* (Moore, 1888)

尺蛾科 Geometridae

成蟲：展翅約 4cm，雄蟲觸角明顯櫛角狀，雌蟲觸角絲狀；腹部第二節黑褐色(名稱由來)；前後翅中央各一白斑，白斑外以黑褐線圍繞，相當顯眼，翅緣波浪狀，翅上花紋及色調變異很大。

幼蟲：幼蟲綠色，年輕幼蟲綠色中帶有紅褐色，背部中央腹部第一二節處有一圓形黑斑，較成熟幼蟲腹部第二節上方有一對凸起肉瘤。終齡幼蟲超過 4cm。(照片四)

幼蟲食性：龐雜。取食本研究中的青剛櫟、紅楠、楓香、無患子、台灣檫。

防治建議：數量不多則無須處理。

暗黃斑霜尺蛾 *Alcis variegata* (Moore)

尺蛾科 Geometridae

成蟲：展翅約 3cm，雄蟲觸角櫛角狀，雌蟲絲狀，停棲時露出約一半的後翅，雌蟲前翅上有明顯白斑，雄蟲則無。

幼蟲：體色灰，背上有縱向排列的菱形斑紋，肛足明顯向外平展，幼蟲休息時捲成線香狀。終齡幼蟲約 2.5cm。(照片五)

幼蟲食性：龐雜。取食本研究中的無患子、台灣檫。

防治建議：數量不多則無須處理。

皺紋尺蛾 *Racotis boarmiaria* (Guenée, 1857)

尺蛾科 Geometridae

成蟲：展翅約 4.5cm，前後翅正面皆為暗灰褐色，背面淡黃色，外緣外側黑褐色，前後翅的淡黃色部分中央各具一黑斑，翅緣鋸齒波浪狀。

幼蟲：大體為綠色，間雜紅褐色斑，與烏心石嫩芽形色非常相似。終齡幼蟲約 3cm。(照片

六)

幼蟲食性：取食本研究中的烏心石。本文作者在他處的烏心石上見本種幼蟲兩次，張保信(1990)書中紀錄食草則是樟科的木薑子(*Litsea glauca*)，台灣植物誌中並無此學名，但是網路上有本種幼蟲取食山胡椒(*Litsea cubeba*)之紀錄。

防治建議：數量不多則無須處理。

台灣黃毒蛾 *Euproctis taiwana* (Shiraki, 1913)

毒蛾科 Lymantriidae

成蟲：雄蟲展翅約 2cm，雌蟲約 3cm，淡黃色，前翅有兩道不明顯白色條紋。

幼蟲：體色黑中雜有黃斑紋，背部中央具紅色縱線，兩側有紅色肉瘤，有毛。終齡幼蟲約 3cm。(照片七)

幼蟲食性：龐雜。取食本研究中的楓香。

防治建議：數量不多則無須處理。

Euproctis baibarana Matsumura, 1927

毒蛾科 Lymantriidae

成蟲：白色中帶淡黃鱗粉，

幼蟲：頭紅褐色，體色黑，上具粉色肉瘤，中等長度的白色毛中雜有少數黑色毛，背上在胸腹間有紅褐色短毛。終齡幼蟲長約 3cm。(照片八)

幼蟲食性：龐雜。取食本研究中的台灣檫。

防治建議：數量不多則無須處理。

線茸毒蛾 *Calliteara grotei horishanella* (Matsumura) 1927

毒蛾科 Lymantriidae

成蟲：雄、雌蟲形態有明顯差異，雄蟲展翅約 4.5cm，觸角顯著，櫛齒紅褐色，前翅灰褐色，基部則為灰白色，翅上具明顯不規則波浪紋；雌蟲體型較大，展翅超過 6cm，前翅灰白色，翅上斑紋較不明顯。

幼蟲：幼蟲多鮮黃色長毛，背上有四束毛形似牙刷，第一、二束間有一大塊黑斑。終齡幼蟲超過 4cm。(照片九)

幼蟲食性：龐雜。取食本研究中的台灣櫟。

防治建議：數量不多則無須處理。

褐斑毒蛾 *Dasychira dudgeoni* Swinhoe, 1907

毒蛾科 Lymantriidae

成蟲：雄、雌蟲形態有明顯差異，雄蟲展翅約 3~3.5cm，觸角明顯櫛角狀，翅色暗褐；雌蟲展翅約 4cm，觸角絲狀，前翅灰白色。

幼蟲：身體及長毛多為灰白色，背上有三束黃褐色毛形似牙刷。(照片十)

幼蟲食性：取食本研究中的台灣櫟。

防治建議：數量不多則無須處理。

緣黃毒蛾 *Somena scintillans* (Walker, 1856)

毒蛾科 Lymantriidae

成蟲：雄蟲展翅寬約 2.5cm，雌蟲展翅寬約 3cm，黃色底帶著褐色鱗片，前翅外緣據黃色波浪邊。

幼蟲：體色黑中，背部具黃色縱帶，縱帶中央具淡紅縱線，兩側有紅色肉瘤，具長毛。終齡幼蟲約 2.5cm。(照片十一)

幼蟲食性：龐雜。取食本研究中的台灣櫟。

防治建議：數量不多則無須處理。

黃點黑斑蛾 *Soritia pulchella leptalinoides* (Strand, 1917)

斑蛾科 Zygaenidae

成蟲：展翅 3-4cm，雌雄異體，雄蛾頸區紅色，前翅黑褐色，前翅中央有 3 枚黃色斑點；雌蟲頸區紅色，前翅黃色間雜黑色斑塊。

幼蟲：體色暗紅，每一體節兩側有突起肉瘤，背部中央一條黑線。終齡幼蟲約 2cm。

幼蟲食性：取食本研究中的青剛櫟、台灣櫟。(照片十二)

防治建議：數量不多則無須處理。

樟綴葉螟 *Orthaga olivacea* (Warren, 1891)

螟蛾科 Pyralidae

成蟲：展翅約 2.5cm，前翅黑褐色帶綠色光澤，停棲時大部分後翅隱於前翅之下，後翅灰褐色

幼蟲：暗紅褐色，群聚吐絲將枯葉黏成一大團(照片十三)，數量多時會將大多數葉子完全吃光。

幼蟲食性：多種樟科樹木。取食本研究中的紅楠。

防治建議：簡除被害枝條燒毀，或於新葉發出時噴灑化學藥劑。

其他

螟蛾科 Pyralidae

幼蟲：幼蟲吐絲將葉片捲起或將數片葉子拉在一起而隱身其中，一般體色為綠色或白色，除少數常見種類，辨識相當困難。

幼蟲食性：取食本研究中的青剛櫟、無患子，但是幼蟲可能不屬於同一種類。。

防治建議：簡除被害枝條燒毀，或於新葉發出時噴灑化學藥劑。

避債蛾科 Psychidae

幼蟲：幼蟲吐絲將樹枝、葉、土粒等築成蓑囊，由於多數時間隱身蓑囊中，觀察辨識不易。

幼蟲食性：取食本研究中的青剛櫟、紅楠、烏心石、台灣櫟，但是幼蟲可能不一定屬於同一種類。

防治建議：數量不多以手移除。

結論

本研究在溪頭苗圃進行，以光度及施肥處理來了解 6 個台灣原生闊葉樹種昆蟲植食的狀況，重要結果如下：

- 一、樹種中以無患子及台灣欒葉面積所受昆蟲植食損失最高(17.8~51.0%)，其餘 4 個樹種明顯較低(0.5~10.5%)。光度高低及土壤肥力對樹種植食損失影響不顯著。
- 二、昆蟲植食程度有明顯的季節性，一般以春夏兩季較高，在葉片成熟後再被取食的情形較少，但是由於無患子及台灣欒持續落葉的緣故，葉面積損失率在後期會有下降的情形。
- 三、高光度及肥力對苗木直徑生長皆有促進效果，高肥力對苗高生長也有正面助益，樹種間以欒木的直徑生長最為顯著。
- 四、樹種中以無患子及台灣欒葉部氮濃度最高，總酚類濃度則以楓香及台灣欒最高，無患子及烏心石較低，顯示各樹種在生長與防禦上各有不同的策略。
- 五、葉面積損失率與葉部氮濃度間具顯著正相關，葉面積損失率最高的無患子及台灣欒的葉部氮濃度也是最高。葉面積損失率與葉部總酚類濃度間的關係則不顯著。
- 六、本研究中 6 個樹種的基本生理特性及有很大差異，因此植食程度差異顯著。土壤肥力高低明顯改變葉部養分濃度，雖然短時間內對植食程度的影響似乎有限，但長期可能影響植食昆蟲取食的行為。光度的影響較小，或許是遮蔭處理並未造成光度降低太多之故。
- 七、取食葉片的昆蟲以鱗翅目幼蟲種類最多，此外同翅目幼蟲長大量發生在某一樹種。鱗翅目種類雖多，大多僅零星發生，對苗木造成的損害有限，其中比較麻煩的是螟蛾科的樟綴葉螟(*Orthaga olivacea* (Warren, 1891))，此種幼蟲會群聚吐絲將枯葉黏成一大團，數量多時會將大多數葉子完全吃光，對苗木的生存及生長傷害很大。

建議

- 一、昆蟲植食程度有明顯的季節性，因此相關的調查應至少持續一年。
- 二、土壤肥力高低度對於苗木對應植食傷害意義很大，因此在評估相關事項時應考慮土壤肥力因子。
- 三、本研究光度處理的對比不夠明顯，也許並不能反應光度真正的影響。
- 四、樹種植食程度高低差異明顯，在選擇造林樹種時需將此特性考慮在內。
- 五、有些植食昆蟲種類的食性專一，有些則食性龐雜，因此選擇造林樹種時需考慮先前是否有某種昆蟲大量發生的紀錄，若屬食性專一的昆蟲種類，則相對應樹種應盡量避免之。
- 六、在決定植食昆蟲的防治方法時，應考慮昆蟲習性。
- 七、多數植食昆蟲造成的傷害不大，因此不需進行任何處理，在苗圃管理時大多以手移除昆蟲或剪除燒毀部分枝條或植株即可，若是傷害過於嚴重才需要以化學藥劑進行全面防治。

參考文獻

- 范義彬、魯丁慧。2000。工業區綠化樹種常見害蟲彩色圖鑑。林業試驗所林業叢刊第 125 號。經濟部工業局。
- 張保信。1990。臺灣蛾類圖說(四) 尺蛾科-枝尺蛾亞科。臺灣省立博物館。
- Alfaro, R.I. and R.F. Shepherd. 1991. Tree-ring growth of interior Douglas-fir after one year's defoliation by Douglas-fir tussock moth. *Forest Science* 37: 959-964.
- Baraza E., J.M. Gómez, J.A. Hódar, and R. Zamora. 2004. Herbivory has a greater impact in shade than in sun: response of *Quercus pyrenaica* seedlings to multifactorial environmental variation. *Canadian Journal of Botany* 82: 357-364.
- Basset, Y., E. Charles, D.S. Hammond, and V.K. Brown. 2001. Short-term effects of canopy openness on insect herbivores in a rain forest in Guyana. *Journal of Applied Ecology* 38: 1045-1058.
- Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 209-233.
- Dudt, J.F. and D.J. Shure. 1994. The influence of light and nutrients on foliar phenolics and insect herbivory. *Ecology* 75:86-98.
- Filip, V., R. Dirzo, J. M. Maass, and J. Sarukhán. 1995. Within- and among-year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican tropical deciduous forest. *Biotropica* 27: 78-86.
- Hódar, J.A. and R.T. Palo. 1997. Feeding by vertebrate herbivores in a chemically homogeneous environment. *Ecoscience* 4: 304-310.
- Jones, J.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida. 363 p.
- Kudo, G. 1996. Herbivory pattern and induced responses to simulated herbivory in *Quercus mogolica* var. *grosseserrata*. *Ecological Research* 11:283-289.

- Lowman, M. D. 1992. Leaf growth dynamics and herbivory in five species of Australian rain-forest canopy trees. *Journal of Ecology* 80: 433-447.
- Lowman, M.D. 1995. Herbivory as a canopy process in rain forest trees. In "Forest canopies" (ed. M.D. Lowman and N. M. Nadkarni). Academic Press, San Diego, California, USA. p. 431-455.
- Lowman, M.D. 1985. Temporal and spatial variability in insect grazing of the canopies of five Australian rainforest tree species. *Austral Ecology* 10:7-24.
- Lowman, M.D. and H. Heatwole. 1992. Spatial and temporal variability in defoliation of Australian eucalypts. *Ecology* 73:129-142.
- Lovett, G.M. and P. Tobiessen. 1993. Carbon and nitrogen assimilation in red oak (*Quercus rubra* L.) subject to defoliation and N stress. *Tree Physiology* 12: 259-269.
- Marquis, R.J., I.R. Diniz, and H.C. Morais. 2001. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. *Journal of Tropical Ecology* 17:127-148.
- Marquis, R.J. 1984. Leaf herbivory decrease fitness of a tropical plant. *Science* 226: 537-539.
- Marquis, R.J. and C.J. Whelan. 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. *Ecology* 75: 2007-2014.
- McNaughton, S. J. 1985. Ecology of a grazing ecosystem: The Serengeti. *Ecological Monographs* 55: 259-294.
- Nabeshima, E, M. Murakami, and T Hiura. 2001. Effects of herbivory and light conditions on induced defense in *Quercus crispula*. *Journal of Plant Research* 114: 403-409.
- Perry, D.A. 1994. Forest ecosystems. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.
- Zangerl, A.R., J.G. Hamilton, T.J. Miller, A.R. Crofts, K. Oxborough, M.R. Berenbaum, and E.H. de Lucia. 2002. Impact of folivory on photosynthesis is greater than the sum of its holes. *Plant Biology* 99: 1088-1091.

照片一、青帶鳳蝶



照片二、掌夜蛾



照片三、楓香尾夜蛾



照片四、黑腰尺蛾



照片五、暗黃斑霜尺蛾



照片六、皺紋尺蛾



照片七、台灣黃毒蛾



照片八、*Euproctis baibarana*



照片九、線茸毒蛾



照片十、褐斑毒蛾



照片十一、緣黃毒蛾



照片十二、黃點黑斑蛾



照片十三、樟綴葉螟危害紅楠狀況

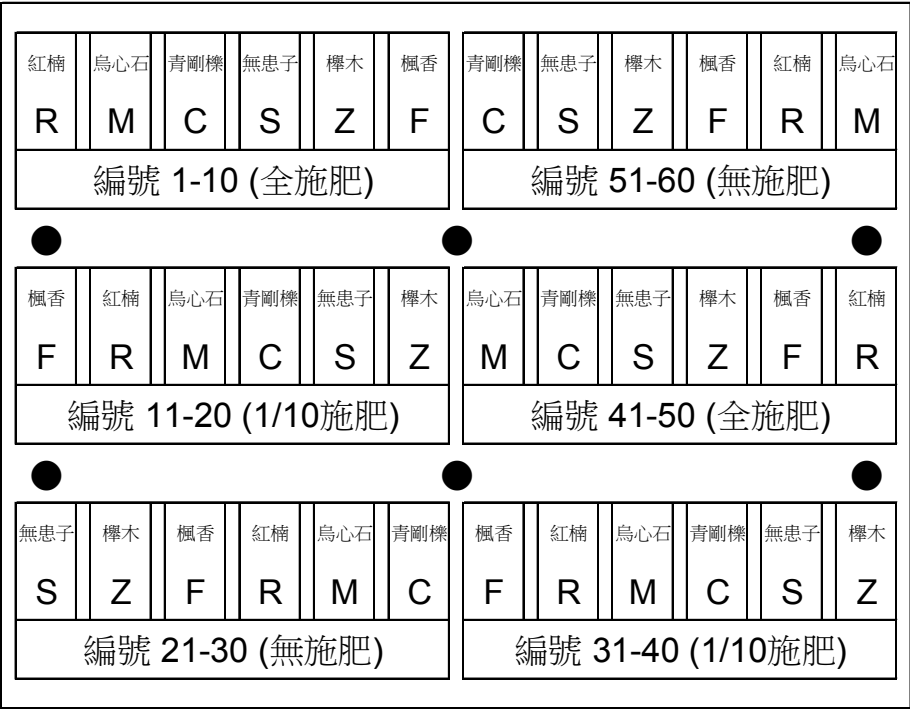


附錄一、6 個樹種苗木的排列及處理配置

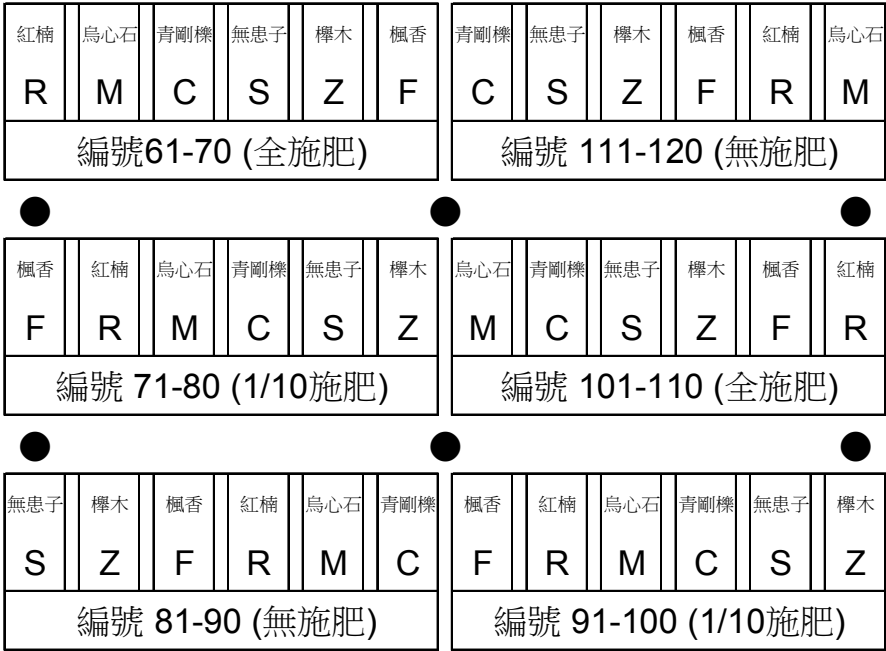
編號1-60之苗木進行50%遮蔭處理

不同遮蔭處理之間隔為3m

編號61-120之苗木進行無遮蔭處理



每個樹種之間隔為20cm 每個區塊之間隔為20cm



每個樹種之間隔為20cm 每個區塊之間隔為20cm

附錄二、不同種類植食昆蟲在 6 個樹種苗木上的發生月分，調查時間 2009 年 4~11 月

	青剛櫟							紅楠							烏心石			楓香							無患子							台灣櫟													
植食昆蟲	5	6	7	8	9	10	11	4	5	6	7	8	9	10	11	9	10	11	5	6	7	8	9	10	11	5	6	7	8	9	10	11	5	6	7	8	9	10	11						
常蚜科																																													
木虱科																																													
象鼻蟲科																																													
金龜子科																																													
青帶鳳蝶																																													
掌夜蛾																																													
楓香尾夜蛾																																													
<i>Hypena</i> sp.																																													
夜蛾科（種未知）																																													
黑腰尺蛾																																													
暗黃斑霜尺蛾																																													
皺紋尺蛾																																													
猗尺蛾屬（種未知）																																													
尺蛾科（種未知）																																													
臺灣黃毒蛾																																													
<i>Euproctis baibarana</i>																																													
線茸毒蛾																																													
褐斑毒蛾																																													
緣黃毒蛾																																													
毒蛾科（種未知）																																													
黃點黑斑蛾																																													
樟綴葉螟																																													
螟蛾科（種未知）																																													
避債蛾																																													

98 年度委託辦理計畫期中報告委員審查意見辦理情形表

計畫編號：98-00-5-10

計畫名稱：闊葉樹苗木蟲害評估

審查委員	審查意見	意見回覆
郭幸榮	1.建議對遮蔭施肥處理的背景因素，在期末報告時予闡明。	試驗處理的背景因素於期末報告中詳述。
	2.所調查各項參數必須予以明確完成，以利閱讀。如葉面積損失率等。	各項參數的定義將於期末報告中清楚提供。
	3.施肥方法、時間及每次用量必須敘明。	施肥方法、時間及每次用量將於期末報告中詳述。
	4.期末報告能提供減少蟲害的相關建議。	於期末報告中提供降低苗木蟲害發生的建議。
廖天賜	1.本試驗對闊葉樹苗木培育時之蟲害防治有其重要性。未來期待提供結果作為現場參考。	於期末報告中提供苗木蟲害的辨識及可能防治方法。
	2.施肥處理建議清楚表示，即使用是依每株或單位面積之施肥量而定？	施肥方法、時間及每次用量將於期末報告中詳述。
	3.昆蟲食害是否會有季節性？建議在期末呈現。	昆蟲取食的季節性於期末報告中呈現。
陳財輝	1.報告格式請依林務局規定，主要蟲害的發生世代，何時發生？	主要取食昆蟲的生態特性於期末報告中詳述。
	2.工作項目宜編號。	謝謝委員建議，依照辦理。
	3.葉受損面積及受損之變異係數較大，為何？	昆蟲為害的變異性一般相當大，因此本試驗的苗木重複數多，希望能涵蓋足夠的變異程度。
	4.P.2 單位中英文宜擇一統一使用。	謝謝委員建議，依照辦理。
	5.表 2 表 3，小數點 1 位即可。	謝謝委員建議，依照辦理。
	6.參考文獻缺？	完整參考文獻於期末報告中列出。

98 年度委託辦理計畫期末報告委員審查意見辦理情形表

計畫編號：98-00-5-10

計畫名稱：闊葉樹苗木蟲害評估

審查委員	審查意見	意見回覆
郭幸榮	1.本研究建立苗木在苗圃期的蟲害情況及施肥，遮陰等育苗作業與蟲害之關係，在苗圃管理方面具有參考價值。	謝謝審查委員。
	2.苗木高度及直徑的量測方法(P.7)應予修正。	文中敘述方式有問題，已進行修正。
	3.蟲害的觀察期及次數最好能列出。	已在方法中明白列出觀察次數與日期。
	4.光合作用測定期影響測值甚巨，在比較不同樹種光作用能力時以葉子達成熟後初期測定最理想，其他測期則依研究目的而異。本研究必須依研究目的決定測定期。	謝謝審查委員指導，在未來的研究上會更加小心謹慎。
	5.建議將相對生長率的計算式予以列出。	已將計算式列出。
廖天賜	1.研究成果符合期末審查標準。	謝謝審查委員。
	2.建議以 a.葉面積損失率與葉總酚類濃度、b.葉含氮濃度與光合速率做相關迴歸分析。	依照審查委員建議進行相關分析。
陳財輝	1.建議將期中報告審查意見辦理表移本報告書最後頁。	謝謝委員建議，依照辦理。
	2.P.5，Basset et al. 文獻漏列？ P.19，孫保信(1990)？	遺漏的文獻已補齊。
	3.P.16，青帶鳳蝶之引用文獻漏列？	文中該處無引用文獻，應是學名命名者而已。
	4.P.21 及 22，有錯字，請修正。	錯字已修正。
	5.封面請用素面。	謝謝委員建議，依照辦理。