

2014 平地造林試驗研究監測研討會

論文集

主辦單位：行政院農業委員會林業試驗所

協辦單位：行政院農業委員會林務局



2014

平地造林試驗研究監測研討會

論文集

時 間：2014年9月17日(星期三)

地 點：行政院農業委員會林業試驗所 行政大樓4F會議室

主辦單位：行政院農業委員會林業試驗所

協辦單位：行政院農業委員會林務局

行政院農業委員會林業試驗所 編印

2014 平地造林試驗研究監測研討會

日期：103 年 9 月 17 日（星期三）

地點：林業試驗所 行政大樓 4F 會議室

議程

時間	議程	演講者
08:30-09:00	報到	
09:00-09:20	貴賓致詞	
Session 1 主持人	何政坤組長	
09:20-09:40	疏伐對平地造林光蠟樹與苦楝生長效應之研究	邱志明組長
09:40-10:00	速生桉樹類在台灣東西部的早期生長表現	許原瑞主任
10:00-10:20	印尼肉桂歸化分布與雜交試驗之研究	張坤城教授
10:20-10:40	屏東縣林後泗林生態園區造林樹種與生態調查之監測研究	陳建璋教授
Break 10:40-11:00		
Session 2 主持人	林國銓副所長	
11:00-11:20	屏東平地造林地表逕流與地下水特性	盧惠生博士
11:20-11:40	不同平地造林樹種對大氣污染物截留之研究	劉瓊霏教授
11:40-12:00	鰲鼓溼地平地森林園區道路景觀視覺偏好分析	謝漢欽主任
Lunch 12:00-13:30		
Session 3 主持人	吳俊賢主任秘書	
13:30-13:50	應用效益移轉法評估森林生態系服務價值之可行性分析	吳孟珊
13:50-14:10	平地造林中間產物產業化之市場潛力評估	王培蓉博士
14:10-14:30	平地造林木之文創開發	王瀛生博士
14:30-14:50	平地造林新植造林混農林業經營效益評估	湯適謙博士
Break 14:50-15:10		
Session 4 主持人	吳孟玲組長	
15:10-15:30	白鼻心的食果習性對恆春海岸造林樹種的衝擊	胡正恆教授
15:30-15:50	平地造林病蟲害監測及林木健康管理研究	吳孟玲組長
15:50-16:10	大農大富地區造林對鳥類危害水稻及鼠類危害鳳梨的影響評估	葛兆年博士
16:10-17:00	綜合討論	黃裕星所長

2014平地造林試驗研究監測研討會

【目錄】

1. 疏伐對平地造林光蠟樹與苦楝生長效應之研究.....	1
(邱志明* 鍾智昕 唐盛林 湯適謙)	
2. 速生桉樹類在台灣東西部的早期生長表現.....	5
(許原瑞* 鍾振德 蔡佳彬)	
3. 印尼肉桂歸化分布與雜交試驗之研究.....	9
(許滄淳 方伊琳 徐維謙 張坤城*)	
4. 屏東縣林後泗林生態園區造林樹種與生態調查之監測研究.....	14
(陳建璋、黃上權、吳禎祺、陳朝圳*)	
5. 屏東平地造林地表逕流與地下水特性.....	19
(盧惠生* 林壯沛 林介龍 王秋嫻)	
6. 不同平地造林樹種對大氣污染物截留之研究.....	25
(陳千佩 劉瓊霖*)	
7. 鰲鼓溼地平地森林園區道路景觀視覺偏好分析.....	30
(謝漢欽* 汪大雄 黃俊元 楊蒼叡)	
8. 應用效益移轉法評估森林生態系服務價值之可行性分析.....	34
(吳孟珊* 林俊成 王培蓉)	
9. 平地造林中間產物產業化之市場潛力評估.....	38
(王培蓉* 孫銘源 林俊成 陳溢宏 吳孟珊)	
10. 平地造林木之文創產品開發	42
(王瀛生* 張乃航 徐露玉)	
11. 平地造林新植造林混農林業經營效益評估	46
(湯適謙* 邱志明 汪大雄)	
12. 白鼻心的食果習性對恆春海岸造林樹種的衝擊	49
(胡正恆* 郭耀綸)	
13. 平地造林病蟲害監測研究	53
(吳孟玲* 莊鈴木)	
14. 大農大富地區造林對鳥類危害水稻及鼠類危害鳳梨的影響評估	57
(葛兆年* 陳一銘 許詩涵 何紋靈 翁瑞鴻)	

疏伐對平地造林光蠟樹與苦楝生長效應之研究

邱志明* 鍾智昕 唐盛林 湯適謙

【摘要】獎勵造林樹種眾多，造林之初，林主或經營者即必須依不同經營目標及其欲栽植之立地環境，選擇適地適木之樹種，至於林木成林樹冠鬱閉後之疏伐等中後期撫育作業，因樹種眾多，樹種特性不同，經營目標不同，立地環境不同，生長狀況不同。因此，需配合經營目標、立地環境（土壤、氣溫、雨量、風等）、林況（生長及成活狀況、病蟲及有無受害狀況）等，亦即以反應林況及地況林木之樹高及不同樹種生長特性之冠幅，決定林分之適當株距，再換算單位面積林分最適之株數，以決定農平地活化造林最佳之撫育疏伐之策略。本報告以 7 年生光蠟樹和苦楝為例，並以樹高之 40 - 50 %，來決定四種疏伐作業強度，經 3 年之觀測發現，不論光蠟樹或苦楝，均隨疏伐度之增強，亦即每公頃留存株數少者，單木平均胸徑有愈大之勢，樹高亦有同樣情形，尤其疏伐區均明顯大於未疏伐之對照區。而林分現存材積，均以對照區最大，但若以材積淨生長量而言，則趨勢完全改觀，均以弱度疏伐最大，強度疏伐最小。此顯示強度疏伐疏伐度太強，林地無法充分利用，但若以疏伐材積加淨生長材積之總收穫材積而言，均遠大於未疏伐之對照區。有關林分枯死率方面，花蓮光蠟樹以強度疏伐枯死率最高，對照區最小，但屏東苦楝，則以對照區枯死率最高，強度疏伐率最低，其原因有待進一步監測。兩種樹種之材積 3 年淨生長比較，不分疏伐度，苦楝每年每公頃 10.05 m³，光蠟樹每年每公頃 7.23 m³，苦楝大於光蠟樹。

I、前言

農平地造林，已近 20 年生，由於栽植之樹種以闊葉樹為主，和山地或國有林地以針葉樹為主大不相同，因所有權大都屬於自然人或公司法人團體，其經營目的，主要以經濟及景觀價值為主，生態及碳吸存效益為輔。且平地造林主要為闊葉樹，至 102 年累計造林面積已達 1 萬 5 仟餘公頃，且以主要經濟經營目標，在林木樹冠鬱閉，產生彼此競爭時，配合不同之經營目標，不同立地、不同樹種、不同林齡，每公頃最適之林分株數，如何決定？困擾著林業相關單位及林農。

青壯林齡樹冠鬱閉，疏伐後每公頃留存之適當株樹，依立地環境、林木生長狀況及樹種特性而定，因樹高反應生育地環境與生長狀況，冠幅反應樹種生長特性，因此本報告以樹高及冠幅來決定不同樹種之林木適當株距，經筆者先前調查發現，光蠟樹及苦楝青壯齡適當之株距為樹高之 40 - 50 %。每一樹種界定一範圍，主要因為生育地環境、林齡及經營目標不同，疏伐後之留存株數，可在此範圍內，能維持完整林相及整體生產力及減少對環境造成衝擊；留存較密之株數，則以木材生產為目的，一般留存較疏者，則以景觀或多樣性為目的。

II、材料與方法

(I) 試驗林分概況

本計畫針對平地造林面積最多之地區，花蓮及屏東地區，造林面積最多之樹種，選擇花蓮地區光蠟樹及屏東地區苦楝進行單株下層疏伐試驗。

光蠟樹試驗地位於花蓮光復大富大農農場，林齡 7 年生，經取樣調查顯示，疏伐前每公頃株數約 1,400 - 1,500 株，平均胸徑 7.5 cm，樹高約 7.0 m，材積每公頃 20-30 m³。

苦楝試驗地位於屏東台糖四林、萬隆農場，7 年生時，林分取樣之調查顯示，每公頃株數約 1,200 株，平均胸徑約 9.6 cm，樹高約 8.4 m，材積每公頃約 38 m³。

(II) 疏伐處理

1. 花蓮光蠟樹：

- (1)強度疏伐：留存株數 700 株/ha，約樹高之 50 %
- (2)中度疏伐：留存株數 900 株/ha，約樹高之 45 %
- (3)弱度疏伐：留存株數 1100 株/ha，約樹高之 40 %
- (4)對照區：不疏伐，約 1400 株/ha

2. 屏東苦楝：

- (1)強度疏伐：留存株數 500 株/ha，約樹高之 50 %
- (2)中度疏伐：留存株數 700 株/ha，約樹高之 45 %
- (3)弱度疏伐：留存株數 900 株/ha，約樹高之 40 %
- (4)對照區：不疏伐，約 1200 株/ha

(III) 試驗設計

林分現況調查後，對於成活率高，達檢測標準以上者，且林分樹冠鬱閉者，林木彼此間產生競爭者，依樹高及冠幅大小，決定林木適當株距，再決定每公頃最適之疏伐株數。本研究以下層疏伐方式進行選木，優先伐除形質不良及生長不良之立木，疏伐木則搬出利用。疏伐度依林分現況決定採用四種疏伐處理，逢機區集設計，每一區集 4 種處理，共 4 區集。

III、結果與討論

(I) 花蓮光蠟樹

花蓮地區光蠟樹，強度疏伐，7 年生時，疏伐前每公頃株數 1,515 株，平均胸徑 7.32 cm，樹高 7.2 m，材積 23.50 m³/ha；疏伐後留存 710 株/ha，相當之株距約為樹高之 50 %，平均胸徑 8.19 cm，樹高 7.5 m，材積每公頃 14.78 m³，疏伐材積 8.72 m³/ha，株數疏伐率 53.1 %，材積疏伐率 37.7 %。中度疏伐，疏伐前株數 1,385 株/ha，胸徑平均 7.11 cm，樹高 6.5 m，材積每公頃 19.15 m³；疏伐後留存 905 株/ha，相當之株距約為樹高之 45 %，平均胸徑 7.67 cm，樹高 6.7 m，

材積 14.66 m³/ha，疏伐材積 4.49 m³/ha，株數疏伐率 34.7%，材積疏伐率 21.8%。弱度疏伐，疏伐前株數 1,400 株/ha，平均胸徑 7.28 cm，平均樹高 6.5 m，材積 20.54 m³/ha；疏伐後留存 1,100 株/ha，相當之株距約為樹高之 40%，平均胸徑 7.73 cm，樹高 6.8 m，材積 18.49 m³/ha，疏伐材積 2.06 m³/ha，株數疏伐率 21.4%，材積疏伐率 8.9%。對照區不進行疏伐，林分現存株數 1,425 株/ha，平均胸徑 8.22 cm，樹高 7.6 m，材積 29.63 m³/ha。

1. 胸徑：

經過疏伐後 3 年之生長，強度疏伐 11.81 cm，中度 10.71 cm，弱度 10.56 cm，對照區 10.15 cm；3 年之淨生長，強度 3.61 cm，中度 3.04 cm，弱度 2.88 cm，對照區 1.93 cm，有隨疏伐度之增強留存木愈少者，胸徑和淨生長有愈大之勢。淨生長疏伐區差異不明顯，但疏伐區之淨生長明顯大於未疏伐之對照區。

2. 樹高：

疏伐與未疏伐樹高之生長和胸徑變化趨勢大致一致。

3. 材積：

疏伐後 3 年，現存材積，強度疏伐樣區為 33.61 m³/ha，中度為 35.24 m³/ha，弱度為 44.87 m³/ha，對照區為 49.55 m³/ha，而疏伐後 3 年之材積淨生長量，強度、中度、弱度、對照區分別為 18.83、20.58、26.46 及 19.92 m³/ha，由此可知，中度和弱度材積淨生長量已超過對照區，若再加上疏伐材積，強度、中度、弱度、對照區分別為 27.55 m³/ha、25.07 m³/ha、28.53 m³/ha 及 19.92 m³/ha，以淨生長量而言，光蠟樹每公頃留存 1,100 株，及相當株距約樹高之 40%，疏伐 3 年後之材積淨生長量最大。

4. 枯死率：

疏伐後 3 年之枯死率，強度 7.78%、中度 5.01%、弱度 2.12%、對照 2.15%，此短期結果和一般之趨勢相反，一般對照區因林分每公頃株數最多，競爭最激烈，因此自我疏伐最嚴重，枯死率最多，強度疏伐留存木最少，競爭較不激烈，枯死率應最少，但林分枯死率除彼此競爭、自我疏伐外，尚受氣候、病蟲害、動物或其他人為因素影響，尤其颱風之干擾，因此，需進一步監測，瞭解其原因及變化。

(II) 屏東苦楝

屏東地區苦楝，強度疏伐，7 年生時，疏伐前每公頃株數 1,155 株，胸徑 9.82 cm，樹高 8.4 m，材積每公頃 48.6 m³；疏伐後留存 500 株/ha，本試驗檢測相當之株距約為樹高之 50%，留存木平均胸徑 11.49 cm，樹高 9.0 m，材積每公頃 29.79 m³，疏伐材積 18.81 m³/ha，株數疏伐率 56.7%，材積疏伐率 38.6%。中度疏伐，疏伐前株數 1,290 株/ha，胸徑平均 9.01 cm，樹高 8.1 m，材積每公頃 45.46 m³；疏伐後留存 695 株/ha，檢測相當之株距約為樹高之 45%，平均胸徑 10.45 cm，樹高 8.6 m，材積 32.64 m³/ha，疏伐材積 12.82 m³/ha，株數疏伐率 46.1

%，材積疏伐率 28.2 %。弱度疏伐，疏伐前株數 1,250 株/ha，平均胸徑 9.36 cm，平均樹高 8.2 m，材積 46.38 m³/ha；疏伐後留存 900 株/ha，檢測相當之株距約為樹高之 40 %，平均胸徑 10.08 cm，樹高 8.5 m，材積 39.56 m³/ha，疏伐材積 6.82 m³/ha，株數疏伐率 28.0 %，材積疏伐率 14.7 %。對照區不進行疏伐，林分現存株數 1,195 株/ha，平均胸徑 10.13 cm，樹高 8.9 m，材積 56.0 m³/ha。

1. 胸徑：

疏伐後 3 年，10 年生時，強度疏伐留存木平均胸徑 14.44 cm，中度 13.23 cm，弱度 12.70 cm，對照區 11.93 cm，留存木平均胸徑有隨疏伐度之增強而增大之勢；疏伐後 3 年胸徑之淨生長，強度 2.95 cm，中度 2.78 cm，弱度 2.62 cm，對照區 1.80 cm，發現強、中、弱三種不同疏伐間 3 年間淨生長差異不大，約 2.8 cm，但對照區明顯較小 1.80 cm。此結果和一般針葉樹之疏伐結果相似，亦即疏伐強度愈大，留存木愈少者，林木有較大之空間，可獲取充足之陽光、水分、養分等，減少彼此之競爭，因此，平均單木胸徑生長較單位面積留存株數多者大。

2. 樹高：

疏伐後 3 年，10 年生時，強度疏伐留存木樹高 10.9 m，中度 10.3 m，弱度 10.2 m，對照區 10 m，不同疏伐度樹高生長趨勢和胸徑一致，留存木平均樹高隨疏伐度之增強而增大。留存木 3 年之淨生長，強度、中度、弱度疏伐區及對照區，分別為 1.84 m、1.77 m、1.64 m、1.07 m，留存木之淨生長亦隨疏伐度之增強而增大之勢，但強、中、弱三種疏伐度 3 年之淨生長差異不大，約 1.6-1.8 m，而對照區僅 1.07 m，則有明顯差距。

3. 材積：

疏伐後 3 年，留存木每公頃之材積，強度疏伐樣區為 56.92 m³/ha，中度為 62.25 m³/ha，弱度為 72.86 m³/ha，對照區為 86.59 m³/ha，林分 10 年生材積以未疏伐之對照區最大，其次為弱度及中度，強度疏伐最小。若以疏伐後 3 年之每公頃材積淨生長，強度疏伐樣區為 27.14 m³/ha，中度 29.60 m³/ha，弱度 33.30 m³/ha，對照區為 30.59 m³/ha，則以弱度疏伐後 3 年之淨生長最大，其次為對照區及中度疏伐，強度疏伐區最小。但若以疏伐材積加上材積淨生長量之總收穫量，則以強度疏伐區最大，達 45.95 m³/ha，中度 42.42 m³/ha，弱度 40.11 m³/ha，對照區僅 30.59 m³/ha，以對照區為基準 100 %，則強度、中度、弱度疏伐分別為對照區之 150 %、139 %、131 %。

4. 枯死率：

疏伐後 3 年之枯死率，強度疏伐區為 0 %，留存木全部存活，中度疏伐區為 2.86 %，弱度為 1.11 %，對照區為 4.42 %。對照區枯死率最高，原因為林木彼此間競爭資源，自我疏伐所造成，另一原因亦可能受颱風影響。

速生桉樹類在台灣東西部的早期生長表現

許原瑞* 鍾振德 蔡佳彬

【摘要】2009 年 7 月起分別在屏東四林及花蓮大富、大農，台南新化等地區共建立 10.85ha 優良品系桉樹造林試驗地。早期建立的兩試驗地至 2013 年底止，歷經季節性乾旱、夏季颱風侵襲，對造林地造成不同程度的損失。各品系在各試驗地表現不同，屏東四林試區以耐逆境的 GUT5 品系蓄積量最高，約為 $35.1\text{m}^3/\text{ha}$ (52 個月生)；花蓮大富試區以 GU 品系表現較佳，蓄積量約為 $115.6\text{m}^3/\text{ha}$ (45 個月生)；花蓮大農試區 CG43 品系在 33 個月生時的蓄積量已達 $44.2\text{m}^3/\text{ha}$ 。2013 年歷次颱風路徑雖然未經過各試驗地，但颱風外圍環流卻造成花蓮大富試區最高(15.7m)的 GU 品系風折受損。各試區同時造林的原生樹種，樹高生長遠小於桉樹類各品系，屏東烏心石與光蠟樹的平均樹高約為 461cm；花蓮大富試區烏心石 415cm、楓香 176cm、光蠟樹 327cm。屏東試區因歷次颱風侵襲及季節性乾旱致遭受嚴重損害，影響全區存活率。花蓮大農 CG43 優良桉樹營養系造林試驗，33 個月生長平均高度達 12.7m，優於前述兩試區同期生長量，顯見篩選之營養系具有較佳的生長潛勢。然 2014 年 7 月麥德姆中度颱風過境，造成花蓮兩試區嚴重損害，花蓮地區桉樹造林具有潛在風險。

I、前言

桉樹屬(*Eucalyptus spp*)多數生長快速，許多熱帶和亞熱帶國家都引進大規模造林，並進行育種，以獲得生長更快速的營養系。巴西在 1940 年代引進桉樹類造林，主要用途為纖維及生質能源，2009 年巴西人工林面積 6.3 百萬公頃，其中 70%為桉樹，30%為松樹。巴西為桉樹育種最成功的國家之一，在巴西桉樹伐期短(2-6 年)營養系造林地具高生產力，年生產量達 $40-80\text{m}^3$ ，平均含皮年生產量達 $60\text{m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ ，木材爐乾比重約 0.45-0.5，因樹齡及營養系而異(Laercio Couto, 2011)。

台灣自 1896 年開始引入桉樹類，試驗結果顯示玫瑰桉(*E. grandis*)、尾葉桉(*E. urophylla*)及赤桉(*E. camadulensis*)較適合台灣低海拔淺山坡地及邊際農地的造林(陳正豐等，1990)，1987 年自澳洲引進 20 種桉樹，分別在台灣四個地區進行造林適應性試驗(陳正豐等，1995)，此結果對於桉樹類在台灣樹種適應、生長表現、風害、蟲害等有更深入的了解。台灣全年各類紙品總產量達 450 萬噸以上，消費量達 490 萬噸以上，除廢紙回收製漿外，每年進口人造林木片約 162 萬噸，自產僅 0.32 萬噸(造紙公會)。桉樹類為短伐期速生樹種，因品系及生育地差異，一般造林後 6-10 年即可伐採利用，可供小徑木工業用材及短纖製漿原料。在台灣菇菌業者以桉樹代替相思樹做為太空包原料，伐木業者自行採運之收購單價最近 2 年間由 400 元/噸上升至 856 元/噸。

II、材料與方法

(I) 試驗地概況

試驗地涵蓋台灣東西部，均屬台糖公司之土地，包括屏東區處四林農場、花蓮區處大富及大農農場、台南區處新化農場等 4 處，造林密度同為 $2 \times 2\text{m}$ ；2500 株/ha。除新化農場試區為淺山坡地外，其餘皆位於平坦農地。

表一、速生桉樹類種造林試區摘要

地點	完成日期	面積(ha)	樹種或品系
一、屏東四林	2009/07/23	2.32	TL031、GU、GUT5、烏心石
二、花蓮大富	2010/01/26	3.65	TL031、GU、CG44、烏心石
三、花蓮大農	2011/01/27	2.68	烏心石、CG43
四、台南新化	2012/05/26	2.20	桉樹營養系

(II) 試驗設計

桉樹各優良品系自行以種子或扦插育苗，2009 年 7 月完成屏東四林試區，2010 年 1 月完成花蓮大富試區(表一)。各小區內列狀混植烏心石，以 7 排桉樹+3 排烏心石排列，四小區(重複)合併為大區，同一營養系塊狀栽植成一大區。台糖公司同時造林的楓香及光蠟樹一併列入生長對照監測，各調查 50 株，4 重複，比較樹種之生長表現。

2011 年元月完成花蓮大農 CG43 及赤桉營養系造林地，小區面積為 $20 \times 20\text{m}$ (即 10 株 $\times$ 10 行)，共 47 區，台糖公司同時造林之楓香列入生長監測試區，調查 50 株，4 重複，比較樹種之生長表現。

新化試區於 2011 年 6 月完成桉樹 CG43 及赤桉營養系造林。同年 11 月發現部分品系感染桉樹枝癭蚜小蜂，因而於 2012 年 2 月伐除，未受蟲害之品系則留存並持續觀察。2012 年新育耐桉樹枝癭蚜小蜂之桉樹品系 URO 純系及 GUT5 雜交種子苗、赤桉優良品系 K1、K41 扦插苗，於 5 月重新造林，定期生長調查並檢測初期(1 年生以內)桉樹枝癭蚜小蜂之感染率。

III、結果與討論

(I) 屏東四林試驗地

造林初期生長以 TL031 表現較佳，2 年生時 GUT5 已超越 TL031，2.5 年生時則以 GU 生長表現較佳，樹高生長達 8.2 公尺。4 年 10 個月(2014/5)屏東四林試區各品系受歷年颱風影響，遭受風倒及風折之損害而影響平均樹高，加上西南

部地區每年長達 6 個月左右的旱季，林分生長及存活狀況並不理想，TL031 存活率為 23.2%、GU 品系 13.8%、GUT5 品系 32.1%。依各品系生長及存活估算單位面積(ha)產量，(立木材積公式計算= $DBH^2 \times 0.79 \times \text{樹高} \times \text{形數}$ ，形數以 0.45 計算)。分別為 TL031：23.8m³/ha、GU：18.4m³/ha、GUT5：44.9m³/ha。GU 品系雖然生長快速，然並無法適應台灣西南地區的乾旱及颱風逆境，GUT5 品系生長及耐旱適應能力優於另外 2 品系。4 年 10 個月生時，烏心石及光臘樹之平均樹高生長不到桉樹類的 1/2。

(II) 花蓮大富試驗地

大富試區造林第 1 年樹高生長以 CG44 表現最佳，造林後 2 年，GU 超越 TL031 及 CG44，胸徑生長亦以 GU 為最大，4 年 3 個月 GU 品系平均樹高生長已達 16m，平均 DBH 達 12.1cm。4 年 3 個月(2014/4)花蓮大富試區各品系受歷年颱風影響，遭受風倒及風折之損害而影響平均樹高，2013 年雖無颱風直接為害，但由於樹高達 12-15 公尺左右，發生風折影響林分現況。至 2014 年 4 月，GU 存活率 53.6%(同區烏心石 84.7%)，株數為 1,548 株/ha、TL031 品系種子苗 17.0%(扦插苗 H:13.5m、DBH:12.4cm、成活率 63.0%、同區烏心石 6.3%)、CG44 品系 37.9%(同區烏心石 47.9%)。依各品系生長及存活估算單位面積(ha)產量，分別為 TL031：16.6m³/ha(扦插苗 116.2m³/ha)、GU：87.6m³/ha、CG44：35.9m³/ha。TL031 品系種子苗生產力最低、扦插苗則能維持高生產力，但就現場狀況而言，本區地勢稍低，逢雨季積水或為地表逕流通過範圍，本試區內混植的烏心石成活率亦因土壤常態積水致僅為 6.3%，顯見生育環境不利造林木生長。另外，混植的原生樹種烏心石及台糖公司造林樹種楓香、光臘樹生長表現，樹高生長則以烏心石較佳，光臘樹次之。

2014 年 7 月麥德姆中度颱風過境後，本區生長最佳之 GU 品系，立木度僅剩 17.4%，相較於 4 月份之調查資料，風災後立木株數減少 36%，材積亦劇降至 17.4 m³/ha。

(III) 花蓮大農試驗地

大農農場優良桉樹 CG43 營養系造林至 2014 年 4 月生長調查，桉樹類造林 39 個月後，平均樹高已達 1313.5cm，平均 DBH 達 8.7 cm，優於烏心石及楓香。CG43 品系在大農試區的存活率較佳，為 60.6%、混植的烏心石則較差僅為 21.9%。CG43 單位面積蓄積量為 51.5m³/ha。

麥德姆颱風同樣對本區造成損害，風災後 CG43 的立木度降為 41.1%，單位面積蓄積量只剩 33.2m³/ha。

(IV) 台南新化試驗地

新化試區於 2011 年 6 月初完成桉樹 CG43 及赤桉營養系造林，未感染之赤桉營養系留存，其生長表現如表二。3 年 2 個月的樹高生長皆達 7m 以上，其中有 8 個品系數高超過 10m。

表二、新化農場桉樹造林 2&38 個月後樹高及胸徑生長表現(cm)

調查日期 品系	2011.7.8	2014/7	
	H (cm)	H (cm)	DBH (cm)
GU×48	106.8	1061.5	8.2
GU×CG42	73.8	1098.0	11.7
GU×TL031	66.6	1194.0	11.1
GU28	54.6	1091.2	8.9
GUT5×TL031	52.0	980.3	10.2
K7	53.0	880.8	6.5
K8	55.4	1058.2	9.1
K24	85.8	1169.6	7.9
K29	72.8	1086.6	7.8
K35	49.1	731.0	6.3
K41	64.7	960.2	8.8
K54	64.6	920.8	6.1
K64	75.0	1156.2	8.0

2012 年新育品系對枝癭釉小蜂耐受性不同(表三)。各品系中以 K41 在歷次調查中皆未發現受釉小蜂感染，其餘各品系各有不同程度的感染。

表三、桉樹品系生長(26 月生)及感染桉樹枝癭釉小蜂情形(1 年生以內)

品系	2012/7	2014/7	罹釉小蜂%	
	H _(cm)	H(DBH) _(cm)	2013/2	2013/5
URO	69.4	748.9(6.4)	0.4	1.8
GUT5	66.0	695.5(5.6)	46	48.6
GUT5×48	50.2	713.5(5.8)	13	10.5
GUT5×TG47	45.9	767.6(6.1)	5.5	6.5
K1	27.4	576.1(3.7)	100	100
K41	27.1	886.2(6.8)	0	0

政府推動調整耕作制度推短伐期樹種造林政策，希望反應土地生產功能，降低政府補貼支出及提高農民造林收益，桉樹類列為樹種選項之一。然屏東平原乾季明顯，桉樹類生長不理想；雲嘉南有中央山脈阻擋颱風，乾旱狀況不如屏東嚴重，應可發展桉樹造林。花東地區雨量充分，桉樹生長量優於西部地區。但颱風影響機率高，常對造林木帶來嚴重的傷害。

印尼肉桂歸化分布與雜交試驗之研究

許洵淳 方伊琳 徐維謙 張坤城*

【摘要】肉桂類植物自古以來在應用上相當廣泛，為具經濟價值的樹種。由於平地造林計畫之推動，近年來土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum* Kanehira)苗木需求量大增，但因受制於樹種特性，採種困難，致苗木供不應求。而原產於印尼及東南亞等地的印尼肉桂(*C. burmannii* (Nees & T. Nees) Bl.)其形態特徵近似土肉桂以致不察而冒名引進栽培。印尼肉桂於臺灣部分生育環境適合其生長發育，引起學術界與環保人士對其入侵之關切。本研究調查發現，印尼肉桂全島各地栽植情形甚為普遍，各縣市栽植之行道樹下多發現有天然下種之情形，偶於次生林林緣或人為干擾之林下裸露地有印尼肉桂天然下種之小苗出現。為長期監測印尼肉桂於臺灣之歸化情形，分別於中部、中南部及東部設立3處永久樣區，對於印尼肉桂能否於天然林內建立族群及其現有已歸化族群與原生種之競爭消長情形持續給予關注。另外印尼肉桂與土肉桂之雜交試驗之結果推斷土肉桂受印尼肉桂漸滲雜交之可能性極低，但兩種於自然環境中之天然雜交情形仍有待進一步研究。

I、前言

肉桂類植物因含有豐富肉桂醛、類黃酮等成分，具有許多對人體有益的效果，民間常被用來當香料植物，亦是常見的藥用植物；為常綠性喬木，樹型優美，是具經濟價值的樹種；肉桂類植物大部分具有香氣，可提煉精油，做為香料或香水，成分中含有桂皮醛(cinnamaldehyde)，為天然的抗菌物質、抗氧化劑，可以防蟲蛀、白蟻，亦為食品添加劑之成分。

印尼肉桂亦稱陰香或假肉桂，主要分布亞洲熱帶中國大陸南方，中南半島、印尼、馬來西亞等地。因樹皮可替代肉桂皮，在印尼當地曾大量造林，為視為印尼的重要經濟樹種。在香料植物中，特稱此樹種為「Indonesian Cinnamon」。目前世界各地都有引進栽植，如夏威夷、巴西、波多黎各及秘魯等地，其中夏威夷已有馴化現象。由於印尼肉桂具有很好的適應力、很少有病蟲害、結實率高、苗木更新能力強等特性，加上樹形優美，臺灣近年來引進栽培除當香料植物外，亦作為觀賞樹木及行道樹。

目前印尼肉桂栽植紀錄分布全島，近年來發現印尼肉桂被歸化於臺灣野外，其母樹下常可發現大量天然更新之小苗。本研究蒐集相關文獻，整理臺灣原生土肉桂及引進栽培之印尼肉桂等相關前人研究資料，進行臺灣原生土肉桂種原分布、印尼肉桂在臺灣現有歸化族群分布地點調查，根據全島調查選擇分布地點屬於天然林內或位於天然林緣者設立永久植群調查樣區，長期監測印尼肉桂入侵至天然林下之情形。另利用人工控制授粉方式，作為種間雜交可能性之判斷依據，以初步探討是否具有交配活性之現象。

II、材料與方法

(I) 研究範圍：

針對臺灣原生樹種土肉桂及引進栽培樹種印尼肉桂進行調查。

(II) 研究方法：

1. 土肉桂天然分布印尼肉桂栽植紀錄調查

(1)參閱各大標本館採集紀錄：至國內各大標本館查閱整理過去採集地及開花結實日期。

(2)標本採集紀錄：除現有已知栽植之區域外，於全島各調查路線及地點採集標本，標本採集地另以 GPS 衛星定位儀標示座標，採集時每一地點採集 1-3 份標本，採集資料紀錄有採集日期、採集地點、GPS 衛星定位座標、採集者、採集號等資料，採集引證之標本均存放於嘉義大學森林暨自然資源學系標本館(國際標本館代碼：CHIA)。

(3)繪製族群分布位置圖：將本研究採集及各標本館引證之土肉桂天然分布區域及印尼肉桂全島歸化族群之分布情形（包括水平地理分布及垂直海拔高分布），分布點以臺灣二度分帶座標表示，再將座標輸入 ArcInfo 軟體繪製成樹種分布圖。

2. 臺灣印尼肉桂歸化族群分布調查

調查臺灣全島現有印尼肉桂歸化分布地點，再選擇分布地點屬於天然林內或位於天然林緣者設立永久植群調查樣區，每一樣區大小為 10 m × 25 m，樣區內劃分為 10 小區，每小區為 5 m × 5 m。樣區內樹種胸高直徑(DBH)超過 1 cm 者紀錄為上層，每木均繫上吊牌給予編號，以利未來長期監測族群消長情形之研究。其餘未達胸高直徑(DBH)未達 1 cm 者及草本植物則量其覆蓋度紀錄為地被層。樣區調查資料經整理後計算出各植物之 IVI 值，每一樣區之 IVI 值再以歐基里德距離公式(Euclidean distance)計算歧異度係數，再以 UPGMA(unweighted pair group method with arithmetic mean)法進行歸群圖之繪製。

3. 人工雜交試驗及雜交植株之分析

(1)設立樣區及選定試驗樣株：於嘉義市埤子頭植物園之土肉桂母樹區及嘉義縣中埔鄉嘉義大學社口林場土肉桂及印尼肉桂母樹區選取試驗樣木，每區選擇 5-10 株，每樣株至少選擇 10 個枝條編號後進行不同處理的雜交試驗。

(2)進行人工授粉試驗，定期觀測授粉雜交情形：於主要花期間開花株中選取開花枝進行開花及著果情形之觀察。人工授粉後，以透明塑膠袋隔絕，每兩週定期觀察其發育情形。

III、結果與討論

(I) 臺灣印尼肉桂歸化植群分布調查

印尼肉桂於臺灣全島普遍可見栽植，許多縣市廣植為行道樹，印尼肉桂生長快速，結實豐富，常可於樹下地被或鄰近之荒廢裸露地發現大量小苗。觀察全島現有印尼肉桂栽培地點之歸化情形，其歸化族群大多為建立初期之小苗，天然下種主要之生育地為低海拔地區道路旁空地、平地造林之造林地、荒廢地或廢耕地，較少於低海拔闊葉林緣或林下發現族群。本研究於北部、中部、中南部、南部及東部地區山區調查，經調查，全島有部分山區道路或步道有栽植印尼肉桂之情形，亦可見有天然下種之小苗，但其小苗仍以侷限生長於母樹下或鄰近裸露地，尚未有侵入天然林內之情形。目前僅於中部大坑山區步道(海拔 780 m)上有發現栽植之印尼肉桂其天然下種小苗有擴張至次生闊葉林林緣裸露地內。另於中南部嘉義縣中埔鄉社口林場次生闊葉林(海拔 366 m)內因人工除草除蔓後已有印尼肉桂天然下種之小苗進入，本研究為監測印尼肉桂天然更新之族群消長情形，分別於此兩處設立永久樣區進行樣區內現生植物之植群調查俾便提供未來長期監測之基礎資料。

全島調查過程中發現於東部地區印尼肉桂大量被使用為行道樹及平地造林樹種，母樹下亦可見大量天然下種之小苗，但目前尚未於山區發現有天然更新之族群，另於花蓮縣瑞穗林道中海拔山區(海拔 1,104 m)亦調查發現有少量的印尼肉桂造林木，雖未於母樹下及附近天然林內發現小苗，然此處為目前調查發現印尼肉桂栽植位於較高海拔且與天然林最貼近之地點，未來印尼肉桂是否能於此處建立天然族群值得注意，因此於此處亦設立一永久樣區以建立現有之植群資料。

社口林場樣區過去為杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. var. *lanceolata*)及臺灣烏心石(*Michelia compressa* (Maxim.) Sargent var. *formosana* Kaneh.)之造林地，現已有天然更新之樹種進入漸漸形成次生林，主要優勢樹種為鵝掌柴(*Schefflera octophylla* (Lour.) Harms)、香楠(*Machilus zuihoensis* Hayata var. *zuihoensis*)及白匏仔(*Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. Arg.)，地被優勢種為廣葉鋸齒雙蓋蕨(*Diplazium dilatatum* Blume)，印尼肉桂於林下可見許多小苗，未來於現場與其他物種之族群競爭消長情形有待長期之監測。

大坑步道樣區為受人為干擾之次生闊葉林，主要優勢樹種為油葉柯(*Pasania konishii* (Hayata) Schott.)、樟(*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl)、九節木(*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.)及黑星櫻(*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.)，地被優勢種則為血藤(*Mucuna macrocarpa* Wall.)、九節木及油葉柯，印尼肉桂於林下可見少量小苗，未來於現場與其他物種之族群競爭消長情形仍有待長期之監測。

瑞穗林道樣區為次生林，印尼肉桂為造林樹種，樣區內主要優勢樹種為臺灣杪欏(*Alsophila spinulosa* (Hook.) Tryon)、山龍眼(*Helicia formosana* Hemsl.)及水麻(*Debregeasia edulis* (Sieb. & Zucc.) Wedd.)，地被優勢種則為廣葉鋸齒雙蓋蕨、冷清草(*Elatostema lineolatum* Forst. var. *major* Thwait.)及火炭母草(*Polygonum*

chinense L.)，尚未見有印尼肉桂之小苗。

永久樣區調查結果其 IVI 值經計算歧異度係數後進行歸群分析。位於較低海拔、環境較乾燥之大坑步道樣區及社口林場樣區物種組成較為相似，海拔較高、環境較潮濕之東部瑞穗樣區其物種組成則與西部大坑步道樣區及社口林場樣區差異較大。

(II) 土肉桂與印尼肉桂之人工雜交試驗

1. 土肉桂開花及結果數量觀察

於試驗進行期間觀察到樣區內土肉桂於 11 月及 3 月各有 1 次主要花期，於 11 月之開花株中選取 4 株 56 個開花枝進行開花及著果情形之觀察。編號 2 樣株選取 16 樣枝共紀錄 188 朵花，於 4 月時觀察果熟數量為 0 顆。編號 3 樣株選取 15 樣枝共紀錄 684 朵花，於 4 月時觀察果熟數量為 7 顆，結實率為 1.02。編號 4 樣株選取 10 樣枝共紀錄 295 朵花，於 4 月時觀察果熟數量為 0 顆。編號 7 樣株選取 15 樣枝共紀錄 512 朵花，於 4 月時觀察果熟數量為 5 顆，結實率為 0.98。觀察結果顯示土肉桂於開花後隔月即大量落花，著果率極低，能成熟產生種子的數量相當少。

2. 土肉桂人工自花授粉套袋試驗

為探討土肉桂之自花授粉可能性，另選取 20 個枝條於同株中挑取土肉桂花粉進行人工自花授粉套袋試驗，總計人工授粉之土肉桂花有 317 朵。五月中觀察時，317 朵人工授粉過之土肉桂花留有 21 朵，高達 93.4% 已脫落。五月底觀察時，人工授粉過之土肉桂花仍留有 21 朵。六月中觀察時，人工授粉過之土肉桂花留有 8 朵，97.5% 已脫落。六月底觀察時，人工授粉過之土肉桂花仍留有 8 朵。七月中觀察時，人工授粉過之土肉桂花僅留有 1 朵，97.1% 已脫落。自 8 月後人工授粉後僅剩 1 朵之土肉桂花逐漸發育為果實，直至翌年 1 月成熟並於 2 月脫落。由試驗結果推測土肉桂為自交不親合性 (Self-Incompatibility)，且其花粉量少，其授粉途徑需靠昆蟲媒介傳播。經觀察出現於花期可能之授粉媒介昆蟲有東方蜜蜂 (*Apis cerana*)、渥氏棘蟻 (*Polyrhachis wolffi*)、1 種叩頭蟲科 (Elateridae) 及 1 種蛛蜂科 (Pompilidae)。

3. 土肉桂與印尼肉桂之人工雜交試驗

於四月試驗進行期間樣區內土肉桂開花株 9 株共選取 33 個枝條將挑取出的印尼肉桂花粉(♂)人工授粉於土肉桂花柱頭(♀)進行雜交授粉套袋試驗，總計人工授粉之土肉桂花有 68 朵。五月中觀察時，68 朵人工授粉過之土肉桂花留有 20 朵，58.8% 已脫落。五月底觀察時，人工授粉過之土肉桂花留有 18 朵，73.5% 已脫落。六月中觀察時，人工授粉過之土肉桂花留有 7 朵，89.7% 已脫落。六月底觀察時，人工授粉過之土肉桂花留有 4 朵，94.1% 已脫落。七月中觀察時，人工授粉過之土肉桂花留有 2 朵，97.1% 已脫落。七月底觀察時，人工授粉過之土肉桂花僅剩 1 朵，98.5% 已脫落，自 8 月後人工授粉過僅剩的土肉桂 1 朵花持續發育為初果，直至 12 月中觀察時其初果已掉落未能成熟。由試驗結果可見雜交授粉之 68 朵土肉桂花在 3 個月後已近完全脫落無法著果

結實，推斷土肉桂受印尼肉桂漸滲雜交(introgression)之可能性極低，但由試驗中仍有1朵於雜交授粉後持續發育為初果，顯示其生殖隔離仍未完全形成。

另挑選2株印尼肉桂於3月花期時以土肉桂花粉(♂)人工授粉於印尼肉桂花柱柱頭(♀)上進行雜交授粉套袋試驗，共選取9個開花枝20朵花進行試驗。於4月中觀察時，20朵人工授粉過之印尼肉桂花僅留有2朵，90%已脫落。4月底觀察時，人工授粉過之印尼肉桂花已全數脫落，初步判斷印尼肉桂與土肉桂之花期略有區隔，其漸滲雜交之可能性極低，但因樣本數量尚嫌不足，兩種於自然環境中之天然雜交情形仍有待進一步研究。

屏東縣林後泗林生態園區造林樹種與生態調查之監測研究

陳建璋、黃上權、吳禎祺、陳朝圳*

【摘要】林務局運用「平地景觀造林及綠美化計畫」所完成之平地造林地區，規劃設置林後泗林平地森林園區，主要規劃範圍包括林後、泗林、南岸、萬隆等農場部分地區。本研究調查園區內之動植物資源現況，截至目前調查工作成果，設置 16 處植物樣區以及 6 條動物監測樣線，棲地環境包含人工林、草生地等類型。區內陸域植物(10 月、1 月及 3 月)記錄維管束植物 65 科 170 屬 224 種。木本樣區共調查 14 種平地造林樹種 479 棵，其中以棟樹及無患子為相對優勢物種。草本植物則進行兩期的調查，在兩期中以大花咸豐草與紫花霍香薊之相對覆蓋度最高。區內動物監測共記錄 16 目 53 科 121 種陸域動物，哺乳類出現記錄 9 種哺乳動物(新增 5 種)、鳥類出現記錄 63 種、兩棲類出現記錄 3 種蛙類、爬蟲類出現記錄 8 種爬蟲類、陸域昆蟲 38 種，包含有蝶類 29 種和蜻蛉目 9 種；其中亦有 3 種台灣特有種與 12 種特有亞種，保育物種部分遊隼為瀕臨絕種保育類、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、黑翅鳶、鳶、紅隼、台灣畫眉和眼鏡蛇 7 種為珍貴稀有保育類，燕鴿和紅尾伯勞 2 種為其他應予保育類。

I、前言

林務局自 2002 年起推動「平地景觀造林及綠美化計畫」，輔導及獎勵農民釋出農地造林，積極培育優良林木，使綠色資源生生不息永續利用。針對政府愛台 12 建設—綠色造林計畫，林務局運用「平地景觀造林及綠美化計畫」所完成之平地造林地區，規劃設置 3 處平地森林園區（花蓮大農大富、嘉義鰲鼓濕地以及屏東林後泗林）。

林後泗林平地森林園區，橫跨屏東縣潮州鎮、萬巒鄉及新埤鄉，北臨東港溪水系、東南側則為林邊溪流城範圍。園區周圍人文歷史文化資源豐富，自然環境也相當優越，其地勢平坦，氣候宜人。

本研究藉由藉由園區動物監測與植物資源普查結果，瞭解群聚組成及物種多樣性並探討其季間之組成及變異。

II、材料與方法

(I) 研究區域概述

林後泗林平地森林園區，面積達 1,005 ha，橫跨屏東縣潮州鎮、萬巒鄉及新埤鄉，北臨東港溪水系、東南側則為林邊溪流城範圍；研究區域如圖 1。



圖 1. 研究區域

(II) 研究方法

本研究進行動植物資源調查及監測共 2 年，調查分為木本、草本植物與陸域動物，除此並將對區域內特有種、珍貴稀有物種和指標性物種進行評估。

陸域植物調查設定之測站為 16 個樣區，設置 10 m×10 m 樣區進行木本植物調查。草本植物則於木本樣區中以穿越線法進行調查(選定 30 個小樣區，共取樣 480 個小樣區)，調查項目以維管束植物為主。木本植物樣區內若無地被，將另設置 50 m 長之穿越線，以 2 m 為間格設置 1 m×1 m 草本植物樣區進行草本植物調查。

陸域動物方面分為鳥類、哺乳類、兩棲爬蟲、陸域昆蟲等，依習性設置調查樣線與不同之調查項目。

III、結果與討論

(I) 植物物種組成

植被環境主要以不同齡階平地造林地、草生地為主。範圍內的棲地類型則以人工林為主，並鑲嵌有農耕地和自然演替初期的草生灌叢、少部份的次生林等。在調查結果中，木本植物樣區以無患子、苦楝為較優勢樹種。經調查造林地旁的草生地植被組成以菊科、禾本科、莎草科等為優勢，木本植群以無患子、苦楝、桃花心木、水黃皮等常見的平地造林樹種為主。

於 2013 年 10 月至 2014 年 4 月期間，調查共紀錄維管束植物 65 科 170 屬 224 種，其中蕨類植物有 7 種，雙子葉植物有 171 種，單子葉植物 46 種。所紀錄物種中，屬於台灣原生種共計有 155 種(69.20%)，屬歸化種有 43 種(19.20%)，屬於人

為栽培種有 26 種(11.61%)。依植物生長習性區分，屬於草本植物有 127 種(56.70%)，屬藤本有 25 種(11.16%)，屬灌木有 33 種(14.73%)，屬喬木有 39 種(17.41%)。

(II) 林木生長情形描述

針對所設置之木本植物樣區中，因範圍內的棲地環境較為單調，且原為平地造林區，廣植平地造林樹種如無患子、桃花心木、光蠟樹及苦楝等樹種，故在各樣區調查所記錄的物種數僅 1-2 種，為人工純林之結構，各樹種重要值統計如 表 1。各樣區樹種株數統計如圖 2。

表 1. 木本植物資料表

種類	相對密度	相對優勢度	相對頻度	IVI 值	重要性
1.光蠟樹	11.27	9.17	12.5	32.95	3
2.桃花心木	7.31	11.30	12.5	31.11	4
3.欖木	5.43	6.58	6.25	18.25	7
4.無患子	26.72	12.53	18.75	58.00	1
5.苦楝	7.10	15.13	6.25	28.48	5
6.印度紫檀	7.52	8.24	18.75	34.51	2
7.樟樹	3.34	5.87	6.25	15.46	10
8.阿勃勒	2.92	6.78	6.25	15.95	9
9.水黃皮	7.31	11.42	6.25	24.98	6
10.杜英	4.38	0.33	6.25	10.97	13
11.土肉桂	5.64	1.40	6.25	13.28	11
12.茄苳	3.13	8.86	6.25	18.24	8
13.白千層	3.34	1.01	6.25	10.60	14
14.福木	4.59	1.40	6.25	12.24	12

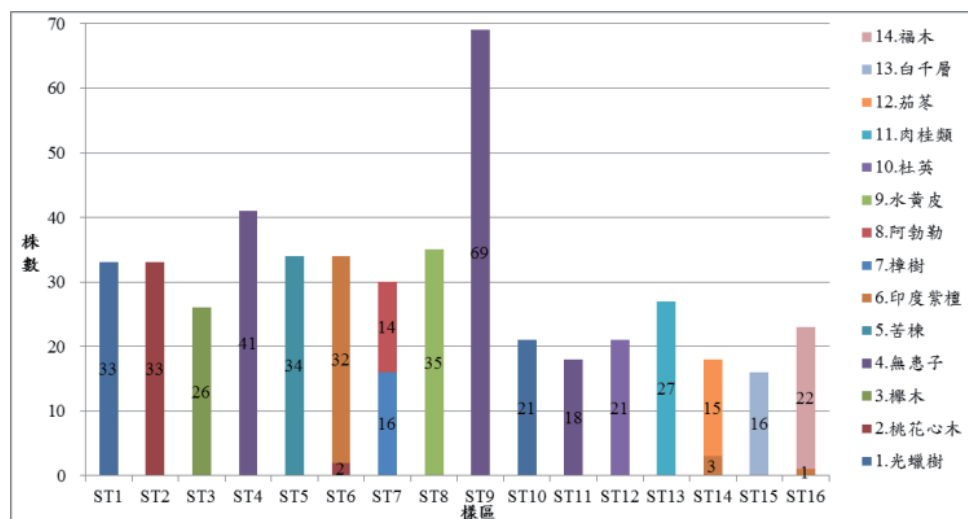


圖 2. 木本樣區各樣區物種及株數分布圖

(III) 草本生長情形描述

草本植物樣區部分，2014 年 1 月及 3 月都以大花咸豐草覆蓋度(26.94%及 40.27%)最高，其次依序為紫花藿香薊(16.76%及 17.43%)。2014 年 1 月及 4 月植物調查並無珍貴稀有植物，且多以低海拔冬季及春季之草本植物及低海拔多年生草本植物為主。另外在歸化種部份，在園區內除了銀膠菊及美洲含羞草等植物，也發現了 2007 年所發表的台灣新歸化茄科植物-皺葉煙草的大面積分布，以及 2005 年原產墨西哥之新歸化種－禾葉大戟在樣區內有零星的分布。

(IV) 陸域動物監測

園區內由 2013 年 9 月至 2014 年 3 月間共紀錄 16 目 53 科 121 種陸域動物包含有 3 種台灣特有種和 12 種特有亞種，各動物類別與保育屬性如錯誤! 找不到參照來源。。其中瀕臨絕種者為遊隼；珍貴稀有種則有大冠鷲、黑鳶、東方蜂鷹、鳳頭蒼鷹、黑翅鳶、鵲、紅隼、台灣畫眉和眼鏡蛇等 9 種。各保育類之分佈如：

表 2. 陸域動物種類統計表

種類	目	科	種	特有種	特有亞種	瀕臨絕種	珍貴稀有	其他應予保育
哺乳類	3	5	9	-	2		-	-
鳥類	9	32	63	2	10	1	9	2
兩棲類	1	3	3	-	-		-	-
爬蟲類	1	5	8	1	-		1	-
昆蟲	2	8	38	-	-		-	-
加總	16	53	121	3	12	1	10	2

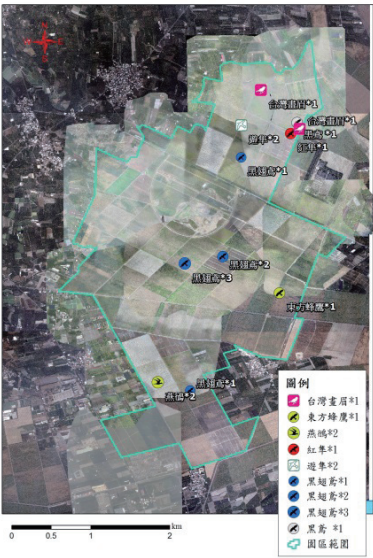


圖 3. 保育類分布圖

IV、結論

陸域植物部份木本樣區調查設置 16 處，調查 14 種平地造林樹種 498 棵，生育地以人工林為主，故其植物種類木本主要以平地造林樹種為主，木本植物組成單調，主要以光臘樹為主，草本植物因上層人工造林仍有除草及修枝等撫育行為而使得地被植物調查物種較少於林緣，並以大花咸豐草最優勢。外來歸化種部份，在園區內也發現了皺葉煙草的大面積分布及禾葉大戟之零星分布。

在動物調查發現園區內有 3 種台灣特有種和 12 種特有亞種。其中瀕臨絕種者為遊隼；珍貴稀有種則有大冠鷲、黑鷲、東方蜂鷹、鳳頭蒼鷹、黑翅鷲、鷲、紅隼、台灣畫眉和眼鏡蛇等 9 種。

屏東平地造林地表逕流與地下水特性

盧惠生* 林壯沛 林介龍 王秋嫻

【摘要】地表逕流受到土壤入滲影響，土壤入滲大，超滲雨量減少，地表逕流自然隨之減少。於屏東四林與林後農場平地造林、緊鄰果園及草生地的土壤，進行土壤入滲測定。表層土壤平均最終入滲率：造林地（103.7 mm/h）、草生地（56.1 mm/h）、果園地（42.0 mm/h），底層土壤平均最終入滲率：造林地（9.9 mm/h）、草生地（13.3 mm/h）、果園地（6.9 mm/h），土壤最終入滲率由表層土壤朝底層土壤方向減小。造林地表層土壤最終入滲率小於屏東地區 50 年機率年降雨強度 103.8 mm/h，平地造林地每 50 年會有何頓氏地表逕流，然造林地底層土壤最終入滲率小於每年機率年降雨強度 53.2 mm/h，故平地造林地每年發生飽合地表逕流。草生地表層土壤最終入滲率小於每 2 年機率年降雨強度 62.2 mm/h，草生地每 2 年會有何頓氏地表逕流，果園地表層土壤最終入滲率小於每年機率年降雨強度，果園每年發生何頓氏地表逕流，又果園與草生地底層土壤最終入滲率小於每年機率年降雨強度，故果園與草生地每年發生飽合地表逕流。平地造林是否會影響地下水位下降，以地下水井水位計量測屏東四林與林後農場平地造林地下水位變化，2012-2013 年的 1 年 5 個月間，屏東總降雨量達 3039.5 mm，地下水位因下雨補助而上升，9 年生造林地不抽水地下水位上升 6.88 m，3 年生造林地不抽水地下水位上升 6.40 m，3 年生造林地抽水地下水位上升 10.02 m。

I、前言

受到全球氣候變遷影響，台灣本島水文環境逐步惡化，雨季時颱風豪雨量與豪雨強度屢創新高。都市化與便捷交通之道路開闢，不透水鋪面土地面積愈益增加，降低雨水滲入土壤機能，地表逕流增加（Scully and Bender, 1969），導致洪水期區域排水系統不足渲洩地面積水，溪流兩岸淹水地區擴大。政府為改善自然環境，冀希借助森林增進土地的公益功能，林務機構大力推動平地造林政策，增進雨水的土壤入滲率（Lyford and Qashu, 1969；Murat et al., 1975；Onda and Yukawa, 1994；盧等, 1979, 1993, 1996），改善水文環境，減緩環境惡化。政府推動平地造林政策，然林木的蒸散作用比其它農作物與灌叢草地為高，民眾可能有所疑慮，平地造林是否會影響地下水枯竭的問題，一直引起大眾關懷。本文乃從事平地造林與不同土地利用的土壤入滲測定，釐清平地造林比不同土地利用可增進多少雨水的土壤入滲率，以減少地表逕流，從而減輕豪雨時期溪流兩岸淹水程度，同時進行監測屏東四林及林後農場平地造林抽水與不抽水地下水位，了解平地造林對地下水位的影響程度。

II、材料與方法

(I) 野外入滲測定

於屏東縣潮州鎮台糖公司四林及林後農場，使用冠水型土壤入滲計(pond-type infiltrometer)於不同地被進行連續2小時之入滲速率量測。土壤入滲計儀器本體圓柱儲水筒，直徑14.75 cm，高60 cm，可儲水約10.252公升。地面入滲內環直徑15 cm，外環30 cm。入滲內環為量測土壤入滲試區，入滲外環為保持內環入滲垂直入滲土中，以避免內環量測試區水份側流之緩衝區(Springer and Gifford, 1980)。土壤入滲測定為釐清平地造林比毗鄰不同土地利用可增進多少雨水入滲土壤，以減少地表逕流，減緩洪水期區域排水系統不足渲洩地面積水，避免溪流兩岸淹水地區擴大。

以直徑5 cm及高度5 cm的不鏽鋼土壤採樣圓筒，於土壤入滲測定點進行不擾動土壤取樣，帶回試驗室，測定土壤粗孔度與總孔度，以探討平地造林與毗鄰不同土地利用的入滲特性。由平地造林與毗鄰不同土地利用的土壤入滲率與機率降雨強度，評估地表逕流來源(Morel-Seytoux, 1981)，從而減輕豪雨時溪流兩岸淹水程度。

(II) 地下水位量測

使用日本阿爾發光學株式會社ALFA-WL100型的地下水位計，量測台糖公司林後農場3年生無患子造林之地下水井水位(不抽水)、四林農場9年生苦楝造林之地下水井水位(不抽水)、及四林農場3年生無患子造林地下水井水位(抽水)，每日量測一次，但不包括例假日。比較平地造林大樹與小樹間地下水位差異，評估平地造林是否影響地下水位變動。

III、結果與討論

(I) 入滲試區之地被與土壤特性

茲將各試區之土壤物理性質分析結果如表1。

各試區屬於台糖公司四林與林後農場的土地，地形平坦，坡度介於0%-2%間，試區土壤為砂質壤土與壤土，各試區地表植被覆蓋與數蓋密度，約在80%以上，乃因本省氣候高溫多雨，地表植被生長迅速。土壤總孔度範圍在28.7%-43.4%之間。至於粗孔度範圍，在8.0%-15.9%間，粗孔度無法有效保存土壤水分，可因重力作用而排出，故粗孔度愈大，有助於土壤入滲率的增加(謝與謝，1985)。以粗孔度的大小而論，各試區表土粗孔度比底土較大，表土粗孔度均在10%以上，僅草生地底土試區粗孔度較小，在10%以下。各試土壤容重在1.3 gcm⁻³-1.7 gcm⁻³間。

表1. 試區之土壤物理性質

試區	坡度(%)	土壤質地	總孔度(%)	粗孔度(%)	土壤容重(gcm ⁻³)
桃花心木造林地表土	1	砂質壤土	37.1	15.0	1.4
桃花心木造林地底土	1	砂質壤土	36.8	12.7	1.4
台灣櫟造林地表土	0	壤土	40.9	14.2	1.4
台灣櫟造林地底土	0	壤土	37.5	11.5	1.6
光蠟樹造林地表土	1	壤土	43.4	13.5	1.4
光蠟樹造林地表土	1	壤土	36.4	12.0	1.7
果園地(香蕉園)表土	2	砂質壤土壤土	35.9	15.9	1.4
果園地(香蕉園)底土	2	砂質壤土壤土	28.7	13.0	1.6
草生地表土	2	砂質壤土	38.9	11.0	1.3
草生地底土	2	砂質壤土	37.6	8.0	1.4

(II) 不同土地利用之土壤最終入滲率

將屏東平地造林地區不同土地利用之土壤入滲觀測的最終入滲率，列表如表 2，其中造林地表土及底土土壤最終入滲率，為桃花心木、台灣櫟及光蠟樹三種造林地之表土及底土土壤最終入滲率的平均值。由表 2 可知表層土壤平均最終入滲率：造林地（103.7 mm/h）、草生地（56.1 mm/h）、果園地（42.0 mm/h）。底層土壤平均最終入滲率：造林地（9.9 mm/h）、草生地（13.3 mm/h）、果園地（6.9 mm/h）。表層土壤與底層土壤平均最終入滲率比較；造林地表土為底土 10.5 倍，果園地表土為底土 6.1 倍，草生地表土為底土 4.2 倍。

表2. 屏東平地造林地區不同土地利用之土壤最終入滲率

不同土地利用	土壤最終入滲率(mm/h)
桃花心木造林地表土	157.3
桃花心木造林地底土	10.3
台灣櫟造林地表土	95.8
台灣櫟造林地底土	10.9
光蠟樹造林地表土	58.5
光蠟樹造林地底土	8.5
造林地表土	103.7
造林地底土	9.9
果園地(香蕉園)表土	42.0
果園地(香蕉園)底土	6.9
草生地表土	56.1
草生地底土	13.3

造林地與果園入滲率比較：表層土壤最終入滲率，造林地為果園的2.47倍。底層土壤最終入滲率，造林地為果園的1.44。造林地與草生地入滲率比較：表層土壤最終入滲率，造林地為草生地的1.85倍。底層土壤最終入滲率，造林地為草生地的0.74。果園與草生地入滲率比較：表層土壤最終入滲率，果園為草生地的0.75倍。底層土壤最終入滲率，果園地為草生地的0.52。

(III)不同土地利用試區最終土壤入滲率與土壤粗孔度關係

不同土地利用試區之最終入滲率與土壤結構的關係，大致而言土壤粗孔度愈高，土壤最終入滲率愈大，乃將不同土地利用之土壤最終入滲率與土壤孔度進行分析，建立以土壤粗孔度推估不同土地利用土壤最終入滲推估式如式(1)及圖 1。

$$ff=0.002Pm^{3.91}, r^2=0.31, n=10 \quad (1)$$

式(1)， P_m 為土壤粗孔度(%), ff 為土壤最終入率(mm/h)，土壤最終入滲推估式(1)呈指數型曲線上升，土壤粗孔度因子的指數大於 1，屬於凹形上升曲線，其意為土壤粗孔度愈大時，土壤最終入滲率增加，增加速度較速。由於 r^2 相關係數僅 0.31，相關性並不高。

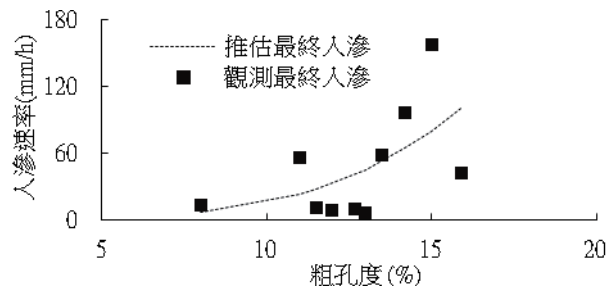


圖 1. 土壤粗孔度與土壤最終入滲觀測值與推估值關係

(IV) 屏東平地造林地區地表逕流特性

以水土保持技術規範的降雨強度推估公式如式(2)(水土保持學會，1997)推算屏東地區機率年的降雨強度如表 3，

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^c} \quad (2)$$

$$\text{式(2)中 } I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2, A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2, B = 55,$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2, G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2, H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2$$

而式(2)中 T ：為機率年(y)， t ：為降雨延時(min)， I_t^T ：機率年為 T 年，降雨延時為 t 分鐘之降雨強度(mm/h)， P ：為年平均降雨量(mm)，屏東地區年平均降雨量為 2137.9 mm， A 、 B 、 C 、 G 、 H ：為係數。

表3. 屏東地區不同機率年的降雨強度

機率年(y)	降雨強度(mm/h)
1	53.2
2	62.2
5	74.0
10	83.0
20	91.9
25	94.8
50	103.8
100	112.7

造林地表層土壤最終入滲率 103.7 mm/h，約略小於屏東地區 50 年機率年降雨強度 103.8 mm/h，導致平地造林地每 50 年會發生漫地流(overland flow)或稱何頓氏地表逕流(Horton overland flow)，此類逕流係降雨強度超過表層土壤最終入滲率而產生。然造林地底層土壤最終入滲率 9.9 mm/h，小於每年機率年降雨強度 53.2 mm/h，故平地造林地每年發生飽合地表逕流(saturation overland flow)，此類逕流係雨水由表土入滲，遇到入滲低的底土，土壤入滲率劇減，底土土壤水飽和，飽和土壤水上升，形成回升型地表逕流(return flow)。加上降雨直接落至地表或毗鄰地流入的逕流，稱為直接地表逕流(direct flow)，故回升型地表逕流與直接地表逕流組成，合稱飽合地表逕流。

草生地表層土壤最終入滲率 56.1 mm/h，小於每 2 年機率年降雨強度 62.2 mm/h，導致草生地每 2 年發生漫地流或稱何頓氏地表逕流。果園表層土壤最終入滲率 42.0 mm/h，小於每年機率年降雨強度 53.2 mm/h，導致果園每年發生漫地流或稱何頓氏地表逕流。又草生地底層土壤最終入滲率 13.3 mm/h 與果園底層土壤最終入滲率 6.9 mm/h，小於每年機率年降雨強度 53.2 mm/h，故果園與草生地每年發生飽合地表逕流。

(V) 屏東平地造林地區地下水特性

2012 年 6 月 4 日於屏東四林苦楝 9 年生造林地的地下水井(水井不抽水)、屏東四林無患子 3 年生造林地的地下水井(水井依灌溉需求抽水)、及屏東林後無患子 3 年生造林地的地下水井(水井不抽水)進行地下水量測(圖 2)，該日 9 年生造林地不抽水地下水位為地表下 46.38 m，3 年生造林地不抽水地下水位為地表下 36.30 m，3 年生造林地抽水地下水位為地表下 28.50 m。經 1 年 5 個月至 2013 年 11 月 5 日總降雨量達 3039.5 mm，9 年生造林地不抽水地下水位為地表下 39.50

m，3年生造林地不抽水地下水位為地表下 29.90 m，3年生造林地抽水地下水位為地表下 18.48 m。9年生造林地不抽水地下水位上升 6.88 m，3年生造林地不抽水地下水位上升 6.40 m，3年生造林地抽水地下水位上升 10.02 m。3年生造林地抽水地下水位上升較高，因地下水位愈接近地表，愈容易接受下雨的補助上升，且抽水量甚少，不影響地下水位的補助上升。

依地下水學理而言，地下水位因下雨的補助而上升，氣候乾旱與地下水的過度抽水而下降，一般而言森林年蒸發散量約 800-1200 mm 間，如果年雨量遠超過森林年蒸發散量，加以地形平坦的平地造林地，土壤入滲佳，降雨有較大的機會進行地下水補助。故可推論如果沒有過度抽用地下水，由於台灣年平均雨量約 2500 mm，遠大於森林年蒸發散量，台灣各地區平地造林地應可因年雨量遠超過森林年蒸發散量，地下水位不但不會下降，反而可逐年上升。

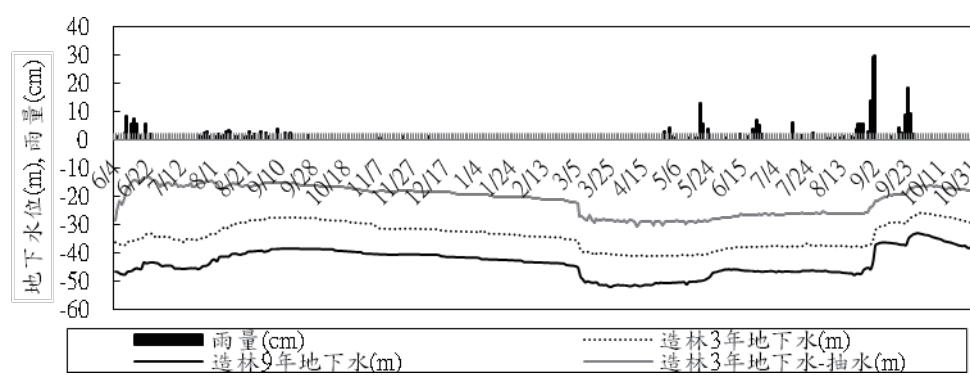


圖 2. 2012 年 6 月-2013 年 11 月屏東平地造林 9 年生造林地不抽水及 3 年生造林地的不抽水與抽水地下水變化

不同平地造林樹種對大氣污染物截留之研究

陳千佩 劉瓊霏*

【摘要】台灣平地區域由於人口密集與經濟活動發展，導致空氣品質日漸惡化。近年來政策積極推行平地造林與增加綠化面積，利用森林具有吸附空氣汙染物及改善環境品質之特性，以發揮森林對於環境之外部效益。本研究藉由台灣中部平地森林 9 種平地造林樹種之穿落水，探討不同平地造林樹種對於空氣汙染物截留之能力強弱。試驗地為台中外埔后里農場與彰化溪州農場。試驗樹種有：白千層 (*Melaleuca leucadendra*)、水黃皮 (*Pongamia pinnata*)、茄苳 (*Bischofia javanica*)、台灣欒 (*Zelkova formosana*)、無患子 (*Sapindus mukorossii*)、樟樹 (*Cinnamomum camphora*)、台灣欒樹 (*Koelreuteria henryi*)、光臘樹 (*Fraxinus formosana*) 與苦楝 (*Melia azedarach*)。試驗期間為 2013 年 6 月至 2014 年 7 月，結果顯示在二試驗地區中，以茄苳對氮氧化物 (NH_4 、 NO_2 、 NO_3) 截留表現結果最佳，分別為 27.18 與 26.27 $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ ；而在硫氧化物 (SO_4) 則是白千層有最佳截留效果，分別為 134.50 與 50.98 $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ 。另外在粒徑大於 0.45 μm 的粒狀汙染物之截留能力上，外埔后里農場以白千層 134.50 $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ 為最佳，而溪州農場則以茄苳 139.85 $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ 為截留效果最好之平地造林樹種。

I、前言

森林具有多元價值，除了提供有經濟價值之生物資源以外，亦提供了國土保安、健康育樂等生態系服務功能。許多研究指出森林對於改善環境品質及增進人體健康均具有良好之效益，而其改善空氣品質的成效與鄰近環境汙染濃度成正相關，在都市及工業區附近等汙染濃度較高的環境中，森林對空氣汙染物截留量極為可觀。

林木地上部可以藉由乾沉降與溼沉降截留大氣中粒狀汙染物與吸收汙染氣體。在未下雨時，大氣汙染物中的粒狀汙染物會以滯留、附著與黏著作用被林分冠層與葉片截留，而氣狀汙染物則大多在林木進行光合及呼吸作用時，由葉片氣孔進入葉部，進行反應或吸附於細胞間隙的水膜上，大氣中游離之氣狀汙染物亦會溶於降水。當降水經過林分冠層，葉面淋洗與淋溶作用或葉片之離子交換作用可將林分冠層內截留之大氣汙染物帶出冠層進入地表，而達到淨化改善空氣品質的效果。

近年來平地造林與綠地面積的增加，對於人口密集區域的環境品質改善具有良好的成效，但多因無法量化而難以評估平地森林對於環境保護之外部效益。本研究藉由淨穿落水法推估並量化平地森林對環境品質改善之效益，比較不同平地造林樹種對大氣汙染物（氮氧化物、硫氧化物與粒狀汙染物）截留之能力差異，結果可以做為將來平地造林樹種選擇之依據。

II、材料與方法

(I) 試驗林分概況

1. 外埔農場

台糖外埔農場位於台中市外埔區麗寶樂園附近，試驗區域在外埔農場 56 區（僅水黃皮位於后里）。外埔農場自 2002 年開始造林，其造林面積最多為台灣欒，依序為水黃皮、白千層、印度紫檀等十餘種常見平地造林樹種。

試驗樹種為白千層、水黃皮、茄苳、台灣欒、無患子與樟樹等 6 種。

2. 溪州農場

溪州試驗地位於溪州花博公園周圍，為平地森林景觀區，2014 年將周邊景點納入規劃而設立費茲洛公園。此試驗地自 2002 年由休耕農地轉作造林，造林面積依序為光臘樹、大葉桃花心木、印度紫檀、台灣欒、阿勃勒、茄苳等十餘種平地樹種。

試驗樹種為白千層、水黃皮、茄苳、台灣欒、苦楝與光臘樹等 6 種。

(II) 水樣收集

1. 林外雨：

在樣區內隨機挑選 3 處空曠且不受周圍林冠遮蔽或干擾的開闊地各設置一組雨水收集裝置。以收集裝置為中心點與地面夾 45 度角的虛擬線畫一個倒圓錐，此圓錐不與周圍樹木林冠或枝幹相切，以求不受到周圍樹木之遮蔽干擾。

每 1 組雨水收集裝置分別由 3 個直徑為 20 cm 的漏斗組成，並在漏斗開口處以金屬篩網隔離，避免昆蟲或其他異物進入汙染及阻塞，並以黑色塑膠管與可密封之矽膠塞將雨水導入 20 公升的黑色集水桶。水管及塑膠桶以黑色構成以減少水樣受到日光直接照射導致藻類滋生的現象。

2. 穿落水：

各樹種隨機分散選定林分中 3 株樣木，於每株樣木下方林冠覆蓋處設置雨水收集裝置。收集裝置與林外雨相同以求實驗的一致性。

(III) 實驗分析

1. 水質分析：

依循 APHA (1995) 所訂立之標準流程及分析方法，並參考劉瓊霏和金恆鑣 (1996) 之報告，分析 pH 值、電導度與總溶解固體 TDS，之後以 0.45 μm 濾膜過濾以去除水樣中微生物，再以離子層析儀 (Dionex 120, USA) 進行陽離子 (Na、K、Ca、Mg、NH₄) 與陰離子 (F、Cl、NO₂、NO₃、PO₄³⁻、SO₄) 之分析。HCO₃ 則將水樣以 0.005N 的 H₂SO₄ 滴定至 pH 值 4.52 後換算濃度。

2. 粒狀污染物：

林外雨與穿落水中總懸浮固體物 (total suspended solid, TSS) 被用來推估降雨與樹種對於大氣中粒徑大於 $0.45\ \mu\text{m}$ 之粒狀污染物的截留能力。其分析方法為定量 100 mL 去離子水，以 $0.45\ \mu\text{m}$ 濾膜過濾，將過濾後濾膜以 105°C 烘 3 小時，將總重減去空白重即為 TSS，單位為 $\text{mg} / 100\ \text{mL}$ ，再將結果作單位換算至 kg / ha 。

III、結果與討論

(I) 降水經不同樹種冠層 pH 值的改變

1. 外埔后里農場：

林外雨雨量加權平均後 pH 值為 5.29，較自然降水 pH 值 5.60 低，可能受鄰近工業及台中焚化爐廢氣排放之酸性污染物輸入影響所致。經過森林冠層的穿落水則有 pH 值上升的現象，顯示森林有緩衝酸性沉降之能力。不同平地造林樹種中上升幅度最低為白千層，其 pH 值為 5.38，上升最高則為無患子，其 pH 值為 5.86。

2. 溪州農場：

林外雨雨量加權平均後 pH 值為 5.81，較外埔后里農場略高，顯示此地區大氣酸性污染物輸入較低。而不同樹種穿落水除水黃皮 (pH 值 5.78) 與白千層 (pH 值 5.51) 以外，亦出現 pH 值上升現象，唯上升幅度較外埔地區偏低，但整體 pH 值較高，如茄苳穿落水 pH 值可達 6.09。

另外可發現白千層穿落水 pH 值在各樹種中最低，顯示白千層冠層可能含有有機酸或離子交換作用旺盛，導致穿落水中氫離子增加使 pH 值上升。

(II) 降水經不同樹種冠層離子濃度的改變

1. 外埔后里農場：

(1) NH_4 ：林外雨背景值為 $0.36\ \text{mg L}^{-1}$ ，在不同樹種則有最高白千層 $1.15\ \text{mg L}^{-1}$ 、水黃皮 $1.02\ \text{mg L}^{-1}$ ，以及最低之樟樹 $0.25\ \text{mg L}^{-1}$ 。較高濃度的二種樹種臨近農田，可能受農業活動影響而使 NH_4 濃度增加，而樟樹之穿落水低於背景值顯示此樹種對於 NH_4 之吸收作用較旺盛。

(2) NO_2 ：林外雨背景值為 $0.05\ \text{mg L}^{-1}$ ，其在自然界中易轉換為 NO_3^- 故濃度均低，穿落水中水黃皮有最高之濃度為 $0.54\ \text{mg L}^{-1}$ ，因冬季有較高濃度所導致，主因可能來自盛行風向改變與溫度。

(3) NO_3 ：林外雨背景值為 $1.29\ \text{mg L}^{-1}$ ，穿落水中最高者為茄苳 $6.20\ \text{mg L}^{-1}$ ，依序為水黃皮 $5.61\ \text{mg L}^{-1}$ 、樟樹 $4.87\ \text{mg L}^{-1}$ 、白千層 $3.94\ \text{mg L}^{-1}$ 、無患子 $2.55\ \text{mg L}^{-1}$ ，最低為台灣檉僅 $2.03\ \text{mg L}^{-1}$ 。除去水黃皮與白千層為受鄰近農田影響之外，茄苳及樟樹穿落水主要在結果期有較高濃度，可能受到昆蟲影響所致。

(4) SO₄：林外雨背景值為 1.90 mg L⁻¹，穿落水則依序最高為白千層 8.38 mg L⁻¹、茄苳 5.75 mg L⁻¹、水黃皮 4.74 mg L⁻¹、樟樹 3.41 mg L⁻¹、無患子 2.69 mg L⁻¹ 與台灣欒 2.37 mg L⁻¹。此結果可能受盛行風向與鄰近環境影響所致。

2. 溪州農場：

(1)NH₄：林外雨背景值為 1.13 mg L⁻¹，比外埔地區較高。樹種穿落水除最高白千層為 1.35 mg L⁻¹ 之外，其餘均低於背景值。主要原因在於林外雨及白千層設樣位置臨近農田，而其他樹種位於林木集中區或遠離農田，故 NH₄⁺濃度較低。

(2)NO₂：林外雨背景值為 0.66 mg L⁻¹，穿落水濃度均低於背景值。

(3)NO₃：林外雨背景值為 2.64 mg L⁻¹，穿落水中最高者為茄苳 8.44 mg L⁻¹，依序為水黃皮 6.62 mg L⁻¹、苦楝 4.10 mg L⁻¹、白千層與光蠟樹 3.61 mg L⁻¹，最低為台灣欒 2.57 mg L⁻¹。

(4)SO₄：林外雨背景值為 1.99 mg L⁻¹，穿落水則依序最高為白千層 9.87 mg L⁻¹、茄苳 6.92 mg L⁻¹、水黃皮 4.03 mg L⁻¹、苦楝 3.53 mg L⁻¹、光蠟樹 2.98 mg L⁻¹ 與台灣欒 2.46 mg L⁻¹。

(III) 不同樹種對大氣污染物年截留總量推估

1. 外埔后里農場：

(1)無機氮 (NH₄、NO₂、NO₃)：依序為茄苳 27.18 kg ha⁻¹ yr⁻¹、白千層 17.63 kg ha⁻¹ yr⁻¹、樟樹 15.91 kg ha⁻¹ yr⁻¹、水黃皮 14.60 kg ha⁻¹ yr⁻¹、無患子 8.17 kg ha⁻¹ yr⁻¹、台灣欒 3.41 kg ha⁻¹ yr⁻¹。

(2)硫氧化物 (SO₄)：依序為白千層 28.90 kg ha⁻¹ yr⁻¹、茄苳 19.12 kg ha⁻¹ yr⁻¹、樟樹 7.03 kg ha⁻¹ yr⁻¹、水黃皮 4.42 kg ha⁻¹ yr⁻¹、無患子 4.31 kg ha⁻¹ yr⁻¹、台灣欒 1.23 kg ha⁻¹ yr⁻¹。

(3)粒狀汙染物 (粒徑>0.45 μm)：依序為白千層 134.50 kg ha⁻¹ yr⁻¹、茄苳 71.11 kg ha⁻¹ yr⁻¹、樟樹 68.39 kg ha⁻¹ yr⁻¹、無患子 29.53 kg ha⁻¹ yr⁻¹、水黃皮 19.80 kg ha⁻¹ yr⁻¹、台灣欒 18.71 kg ha⁻¹ yr⁻¹。

2. 溪州農場：

(1)無機氮 (NH₄、NO₂、NO₃)：依序為茄苳 26.27 kg ha⁻¹ yr⁻¹、水黃皮 18.68 kg ha⁻¹ yr⁻¹、光蠟樹 10.42 kg ha⁻¹ yr⁻¹、台灣欒 10.15 kg ha⁻¹ yr⁻¹、苦楝 9.88 kg ha⁻¹ yr⁻¹、白千層 2.35 kg ha⁻¹ yr⁻¹。

(2)硫氧化物 (SO₄)：依序為白千層 25.15 kg ha⁻¹ yr⁻¹、茄苳 18.41 kg ha⁻¹ yr⁻¹、水黃皮 4.83 kg ha⁻¹ yr⁻¹、苦楝 3.23 kg ha⁻¹ yr⁻¹、光蠟樹 1.91 kg ha⁻¹ yr⁻¹、台灣欒 1.45 kg ha⁻¹ yr⁻¹。

(3)粒狀汙染物 (粒徑>0.45 μm)：

依序為茄苳 139.85 kg ha⁻¹ yr⁻¹、苦楝 55.79 kg ha⁻¹ yr⁻¹、白千層 50.98 kg ha⁻¹ yr⁻¹、台灣欒 26.51 kg ha⁻¹ yr⁻¹、水黃皮 21.80 kg ha⁻¹ yr⁻¹、光蠟樹 17.44 kg ha⁻¹ yr⁻¹。

結果顯示茄苳與白千層對大氣污染物截留表現結果較佳，茄苳對無機氮有最高的截留能力，可能在於葉面積指數高與葉型反捲而使冠層重疊所致；白千層則對硫氧化物有最高截留，主因可能為白千層葉面積指數偏低重疊少，且葉面特性為正反面均非光滑面，反而增加接觸面積導致截留能力較高。

鰲鼓溼地平地森林園區道路景觀視覺偏好分析

謝漢欽* 汪大雄 黃俊元 楊蒼叡

【摘要】本研究以嘉義東石鄉鰲鼓溼地森林園區為試驗區域，以 Kaplan 景觀認知偏好理論向度，設計兩階段受測者問卷。拍攝第一期規劃建置後園區的 6 類景觀步道兩個方向之兩旁全景照片，從中選取代表照片 50 張進行問卷預測。針對 4 個認知向度及 2 個形式向度，加上偏好度，設計每張照片之 17 個項目 5 級語意差別評等量表，共取得 56 份有效問卷。以 56 個受測者之對 50 張照片的喜好程度之量表分數平均值，平均值經排序後，初步選出喜好程度最佳的前 5 張照片及喜好程度最低之後 5 張照片。從預測結果可獲得初步結論：水體是增加本園區的步道景觀喜好度的重要影響景觀要素，相對較吝亂且無遮陰的草澤步道喜好度偏低。從問卷之 16 個題項進行因素分析，評估喜好程度的四個 Kaplan 項度的點分數，分析相片偏好的向度集中度；可解釋不同步道類型之喜歡與不喜歡之偏好原因。

I、前言

農委會承接馬總統愛台十二建設計劃，2008 年起已開發 3 個面積 1000 公頃以上的平地森林園區：花蓮大農大富、嘉義鰲鼓溼地及屏東林後四林 3 大平地森林園區。由於開發土地上已有過去 11 年以來綠海及綠色獎勵造林計畫所種植的幼齡人工林，在人工林區塊間建設景觀道路，究竟幼齡人工林道路兩旁景觀元素要如何布局或設計，維持現狀或增加人工設計或增加何種景觀元素之配置，以吸引一般遊客。

本研究為了瞭解上述問題，於 2012 年選擇嘉義東石鄉鰲鼓溼地森林園區為試驗區域。以該園現有台糖農場綠色造林地，規劃之大型森林園區及其周邊造林地各類觀景道路為對象。使用環境心理學資訊處理認知之景觀偏好理論為基礎，應用地理資訊輔助拍照地點的取樣位置，據以拍攝規劃建置前後的各類景觀步道全景照片。以 Kaplan 景觀認知偏好理論向度，設計兩階段受測者問卷。至 2013 年底完成第一段問卷預測分析結果，客觀選取各個向度的分級代表性照片。後續將使用各個向度分級代表照片，針對一般民眾進行第二階段景觀相片偏好問卷普測，分析受測者對各個向度代表性照片的偏好分數，建立步道景觀偏好向度組合分數指標；以各個向度偏好分數之各類統計分析，期望所得結果能提供一般使用對綠色造林平地森林園區的道路景觀偏好趨向之有利資訊，具以提供未來綠色造林園區道路景觀規劃及道路兩旁森林等造景元素設計與配置的參考。

II、材料與方法

(I) 試驗地區與材料

以嘉義東石鄉鰲鼓溼地平地森林園區內，已開放之各類景觀道路兩旁景觀為研究試區。以 2012 年第一期開發案所完成之 6 種主要道路規劃之地理資訊作為景觀拍照取樣的依據。

(II) 道路兩旁造林景觀照片拍攝

以大眾景觀視覺認知理論為基礎，進行園區各種步道（含規劃前後的步道），道路以每 300 公尺拍攝現有造林道路及 3 種主要遊憩道路前後不同方向景觀（主要汽車環道、自行車道及步道）。以 Canon EOS 400D 單眼相機標準鏡頭，依據景觀視覺與攝影原理，拍攝高度為 150 cm，橫向視野 120 度之全景照片，全景照片以 Photoshop 影像處理軟體相接處理完成。

(III) 問卷設計與預測

以 Kaplan 景觀認知偏好理論的一致性、複雜性、易讀性及神秘性 4 個資訊為處理景觀照片向度（如表 1），依心理學反應變數，設計兩階段受測者問卷。由計畫主持人及 5 位熟知 Kaplan 景觀認知偏好理論內涵的研究助理，從取樣拍攝照片中選取 50 張具代表性照片，當作以第一段預測問卷的受測照片，問卷內容設計係針對 4 個認知向度及開闊度與地被質地 2 個形式向度設計每張照片之 16 個項目 5 級語意差別評等量表，加上對個別照片的偏好度 7 級語意差別評等量題，以林試所台北總所員工為受測對象。使用因素分析法，產生個別照片之 4 個向度的變數組合及其變數線性加權組合得點分數。以個別向度的因素分析得點分數分成 5 個等級分數，從每一分級中選出 1 張代表照片，共選取 20 張照片；此外從自然度形式向度之 5 個等級各選出 5 張照片，再從未被選取照片中，隨機選取 5 張代表照片，共 30 張照片。據以客觀選取各個向度 5 等分級代表性照片，作為第二階段普測之偏好調查的代表照片。

(IV) 預測問卷結果分析

以問卷之 16 個題項進行因素分析，評估喜好程度（第 17 題）最佳的前 5 張照片（前 10 %）及喜好程度最低之後 5 張照片（後 10 %）的四個 Kaplan 項度的點分數，分析相片偏好的向度集中度；解釋不同步道類型之喜歡與不喜歡之偏好原因。

III、結果與討論

(I) 平地森林園區道路景觀照片拍攝

完成鰲鼓溼地平地森林園區目前已開發之景觀道路：包括兩個人行步道：(1) 水漾森林步道及(2)北堤草澤步道、(3)南堤人工溼地步道(4)溼地外堤自行車環道，(5)園區內汽車道，以及(6)平地造林區之竹林大道，遊客可及的遊憩道路。以單眼相機之廣角鏡頭將道路兩旁景觀拍攝成全景 120 度照片共 450 張，經篩選

後共得 50 張照片作為問卷調查前測的受測資材。

(II) 預測問卷設計與問卷調查

以環境心理學之 Kaplan 景觀偏好資訊處理認知模式之 4 個向度及 2 個形式心物理變數(開闊度與自然度)，設計第一階段前測的調查問卷(問卷形式如表 2)。將選取之 50 張照片隨機編號後，每張照片個別提問 17 個題目，計每個受測者必須勾選 850 題項。以太麻里研究中心、總所各組室(半數以上屬於不同知識背景之行政人員)、台北植物園義工及屏科大學生為受測對象，總計收回問卷 62 份，其中有效問卷為 50 份，無效者 12 份，有效率達 80 %。

(III) 景觀偏好預測結果分析

先以 50 個受測者之對 50 張照片的喜好程度(問卷之第 17 題)之量表分數平均值，平均值經排序後，初步選出喜好程度最佳的前 5 張照片(前 10 %)及喜好程度最低之後 5 張照片(後 10 %)，圖 1 為喜好度前五名及後五名的景觀照片。獲得初步結論:水體是增加本園區的步道景觀喜好度的重要影響景觀要素，相對較客亂且無遮陰的草澤步道喜好度偏低。

以問卷之 16 個問項進行因素分析，評估喜好程度最佳的前 5 張照片(前 10 %)及喜好程度最低之後 5 張照片(後 10 %)的四個 Kaplan 項度的點分數，分析相片偏好的向度集中度；解釋不同步道類型之喜歡與不喜歡之偏好原因。

從本研究之預測結果可獲得初步結論:水體是增加本園區的步道景觀喜好度的重要影響景觀要素，相對較為客亂且無遮陰的草澤步道喜好度偏低。從問卷之 16 個題項進行因素分析，評估喜好程度的四個 Kaplan 項度的點分數，分析相片偏好的向度集中度；可解釋不同步道類型之喜歡與不喜歡之偏初步好原因。

表 1. 預測景觀偏好的資訊因素矩陣

	理解(Understanding)	探索(Exploration)
直接、立即 (Immediate)	一致性(Coherence)	複雜性(Complexity)
推論、預測 (Inferred)	易讀性(Legibility)	神秘性(Mystery)

表 2. 16 個項目的評分量表

- 請受訪者對於照片中的感受於下列空格勾選感受程度
1. 連貫 _____ 不連貫
 2. 重複的元素、區域 _____ 多樣化的元素、區域
 3. 層次分明 _____ 沒有層次
 4. 明確區分的元素 _____ 無法區分出不同元素
 5. 不易迷失 _____ 易迷失方向
 6. 有突出或醒目的標的物 _____ 毫無明顯目標
 7. 錯綜複雜 _____ 簡單明瞭
 8. 豐富 _____ 單調
 9. 沒規則、秩序 _____ 有規則、秩序
 10. 變化多端 _____ 沒有變化
 11. 吸引人進一步探險 _____ 興趣缺缺
 12. 迂迴(沒有立即實現) _____ 一目了然
 13. 幽深、神秘 _____ 明朗
 14. 新奇的 _____ 無趣的
 15. 開闊 _____ 不開闊
 16. 自然程度高 _____ 自然程度低

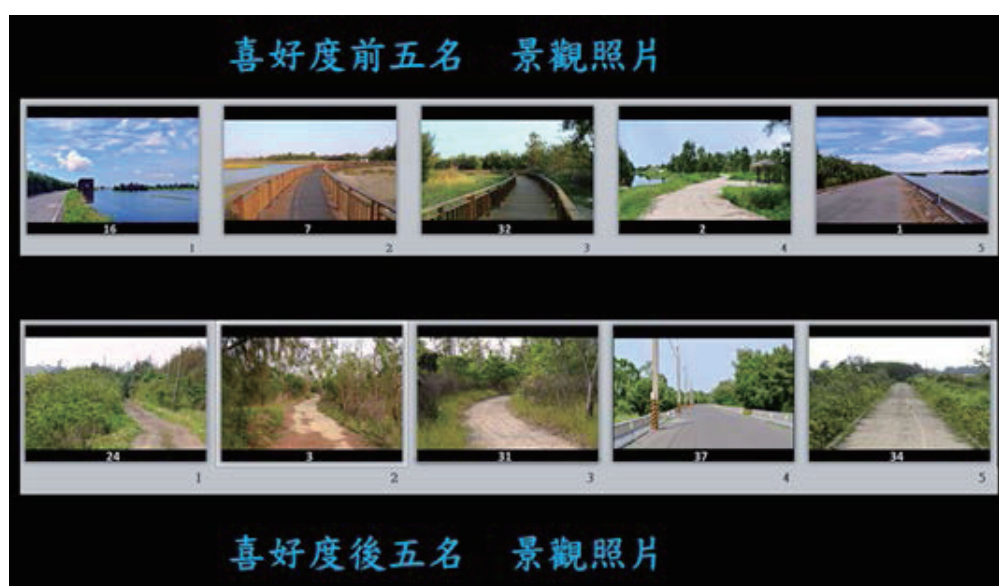


圖 1. 喜好度前五名及後五名的道路景觀照片

應用效益移轉法評估森林生態系服務價值之可行性分析

吳孟珊* 林俊成 王培蓉

【摘要】本研究利用台灣已發表的生態系服務價值評估文獻，建立台灣生態系服務效益研究之資料庫，應用統合分析法評估影響森林生態系服務價值的決定性因素。研究發現國內森林生態系服務價值平均為 432 元(年/(次)/人)，而作者評估的觀察值數量、研究時間以及面積等因素對於森林生態系服務價值有顯著影響性。此外，本研究發現不論是以生態系服務功能作為分類，或以傳統經濟價值作為分類，均不影響生態系之價值。同時目前並未發現影響生態系服務價值的決定性因素可提供作為效益移轉計算之指標。

I、前言

效益移轉法(benefit transfer method)是評估生態系統服務價值的其中一種方式，使用與研究主題相關的現有研究成果，應用於尚待評估的地方，應用此法的優點為減少研究的時間與成本，但是效益移轉法的精確性，則取決於原始的資料與轉移方法之使用。

近年來，許多研究利用統合分析(meta-analysis)來評估森林生態系服務價值，統合分析亦為效益移轉的計算方式之一，利用迴歸分析集合許多個別研究的主要發現結果，分析影響造成差異的因素(Glass et al., 1981)。應用統合分析法評估生態系服務效益除了可降低研究成本與時間外，尚可得知歷年來生態系服務功能研究的主要面向，Barrio & Loureiro(2010)應用統合分析進行森林效益分析時，發現多數研究偏好探討遊憩效益，建議森林經營者制定計畫時應當關注此項趨勢以符合社會需要。此外，經由統合分析，可完整檢視決定生態系服務價值的主要因素，使用這些變數建立的迴歸式，可推測類似條件地點的生態系服務效益，提供決策者作為參考。近年來，應用統合分析方法進行環境資源的評價分析有逐漸增加的趨勢(Moeltner et al., 2007)，研究主題包括溼地資源評價(Brouwer et al., 1997)、森林遊憩效益(Zandersen and Tol, 2009)與瀕危物種保護效益(Loomis and White, 1996)等面向。然而統合分析因原始資料本身的差異，在資料蒐集過程常會遭遇困難亦造成研究的限制。

本研究的期望藉由統合分析法，評估是否能利用效益移轉方式評估森林生態系服務價值，首先蒐集國內歷年來與生態系服務效益評估相關之文獻，依其研究主題、研究方法(模型)、研究區域、研究結果等，建構台灣生態系服務效益文獻資料庫，了解目前生態系服務效益評估的研究趨勢；其次建立統合分析的迴歸式，分析影響生態系服務功能之因素，評估應用效益移轉法估算生態系服務效益的可行性，以期在未來進行政策制定與計畫推廣時有所依據。

II、材料方法

本研究利用臺灣期刊論文索引系統，以假設條件評估法、旅遊成本法、成本效益分析、效益評估作為關鍵字搜尋自然資源效益評估的文獻，共篩選出 58 篇文獻。建立文獻出處、研究方法、研究地點特徵與研究結果等四大類資料。詳細欄位包括編號、作者、篇名、研究地點、研究範圍面積、生態系類型、生態系服務提供的功能、調查時間、調查方法(CVM, TCM, 其他)、樣本數、願付價格(元/年/每人,元/年/每戶,元/小時/每人)、調查對象(當地/非當地,遊客/非遊客)等由原始文獻取得的資料。另外並蒐集研究地點座落縣市的社經特性，包括森林覆蓋率、針葉林覆蓋率、人口數、研究時間等欄位資料。俟資料庫建立完成後，建立 meta-regression model(式 1)，分析影響生態系服務功能之因素。

$$WTP_i = \alpha + b_s X_{si} + b_w X_{wi} + b_c X_{ci} + u_i \quad (\text{式 1})$$

X_{si} 為研究方法之特徵。

X_{wi} 為研究地點之特徵，包括研究面積、生態系類型、生態系服務價值種類、國家公園、森林遊樂區、試驗林等變數。

X_{ci} 為研究地點周遭之相關社經特性，包括座落縣市之人口數、座落縣市之林覆蓋度、座落縣市針葉林覆蓋度等變數。

主要研究假設包括：

假設 1:不同的研究方法是否會影響生態系服務價值？

假設 2:不同的生態系服務功能是否會影響生態系服務價值？

假設 3:研究地點的特性是否會影響生態系服務價值？

假設 4:是否可用效益移轉方法評價無直接市場價值的生態系服務效益？

III、結果與討論

(I) 不同生態系類型的生態系服務價值

本計畫以假設條件評估法、旅遊成本法、成本效益分析、效益評估等關鍵字於臺灣期刊論文索引系統進行搜尋，總計蒐集 58 篇文獻。以生態系類型進行分類，58 篇文獻中約半數文獻以森林生態系為研究區域，11 篇文獻在研究農地的生態系服務價值，5 篇研究溼地，其它 16 篇的研究主題包括休閒農場、鯉魚潭、牡丹水庫、社區、都市林等。在生態系服務價值方面，以農地生態系的價值為最高(1262.8 元/人/年(次))，森林生態系次之(432 元/人/年(次))，溼地的價值最低(197 元/人/年(次))。

(II) 研究變數之描述性統計

國內森林生態系服務價值的文獻，研究方法以假設條件評估法與旅遊成本法為主，故以此 2 種研究方法篩選出 22 篇與森林生態系服務價值相關的文獻，研究期間涵蓋 1987-2012 年，可分析的願付價值共 88 個，最小的森林生態系服務

價值為 8 元，係六龜試驗林週遭居民對於使用價值的願付金額；最大值為遊客對於阿里山森林遊樂區使用價值的願付價格 2699 元。本研究將生態系服務價值以 2000 年物價指數為基期進行調整，願付價格衡量單位為(元/年(次)/人)。研究發現 88 個森林生態系服務價值的觀察值中，33 個觀察值是來自於對國家公園的研究，顯示國家公園與民眾的生活最為相關；另有 31 個觀察值是於試驗林進行的研究，突顯出試驗林於試驗研究上的重要性。

本研究的解釋變數包括研究方法、研究地點的生態系特徵、以及研究地點週遭的社經特性等三個類型。研究方法中的變數計有調查方法、調查人數、調查對象是否居住在調查區域內、調查對象是否為遊客、以及觀察值>10 以上的作者。88 個觀察值中有 10 筆觀察值是利用旅遊成本法(TC)進行研究，其它均採假設條件評估法。調查人數最小為 65 人，最大為 583 人，平均為 254 人。8 筆觀察值的調查對象為居住在調查區域內的居民。31 筆觀察值的調查對象是赴調查區域內的遊客。作者方面，因有 3 名作者的觀察值均超過 10 筆，故設定虛擬變數檢定不同作者是否會造成觀察值的差異。此外，設立調查區域內居住的民眾以及一般遊客等兩項虛擬變數，觀察其是否對觀察值產生影響。

在生態系特徵方面，使用的變數包括面積大小、生態系的屬性(國家公園、森林遊樂區、試驗林地)、生態系價值與生態系服務功能等變數。目前 TEEB 採用生態系服務功能進行評價，但在 TEEB 之前，許多文獻利用總價值、使用價值、非使用價值、存在價值、間接使用價值、遺贈價值等傳統資源價值種類進行調查，本計畫分別針對兩種價值分類進行分析同時將 2 者納入分析。因許多文獻並未提及評估的功能或價值種類，吳珮瑛等(2001)曾指出理論上價值之分類雖有不同的解釋，但實際評估時可能有技術上之困難，其評估之價值不區分價值的類別，一律稱之為總價值。此外，因支撐(supporting)功能為生態系的基礎服務功能，因此本計畫將未提到評估功能或價值種類的文獻歸類為棲地服務功能與總價值。

在生態系週遭的社經變數方面，本計畫使用研究地點座落縣市之人口、森林覆蓋面積、針葉林覆蓋面積、以及研究時間進行分析，分析這些變數是否可作為衡量生態系服務價值的指標。

(III) 森林生態系服務價值的迴歸分析

森林生態系服務價值之統合迴歸分析主要分為兩大類，其一是以原始文獻即可取得的資料作為解釋變數進行分析；另一為加上研究地點之社經特性之分析。此外，在願付價值方面依生態系服務功能與傳統價值種類作為解釋變數，研究結果共計有 4 種迴歸分析模式。

研究結果發現作者 A、面積、試驗林場與研究時間等變數對生態系服務價值有顯著影響，其它變數則無顯著影響性。下列將逐一說明迴歸分析結果的意義。

1. 在研究方法方面，迴歸分析結果得知利用假設條件評估法與旅遊成本法得到的願付價值並無顯著差異；樣本大小、調查對象是否為當地居民或到訪的遊客等因素，對生態系服務價值並無顯著影響。而同一作者的觀察值佔所有觀察值的權重較大時，其研究結果對統合分析會有顯著性影響，以作者李明聰等人對於墾丁國家公園的研究為例，觀察值共有 12 個，範圍介於 121-146 之間，明顯低於平均值 432，由此可見研究者對統合分析的影響性。
2. 在生態系特徵方面，一般認為面積與願付價格之間呈正相關，然而，本研究結果顯示面積與生態系服務價值呈顯著負相關。觀察資料可知許多研究地點位於國家公園，其面積是森林遊樂區或試驗林場的數百倍，但受訪者的生態系服務價值並未呈現倍數增加，因此造成面積與生態系服務價值呈顯著負相關。在願付價值的分類方面，研究發現不論是以生態系服務功能作為分類，或以傳統經濟價值作為分類，均不影響生態系之價值。此結果呼應吳珮瑛(2001)的看法，雖然理論上可以區分價值種類與多種生態系功能，但統合分析結果發現民眾無法區分不同價值種類與不同生態系功能的差異，以總價值為例，並未顯著高於其它價值。
3. 在研究地點周遭的社經特性方面，研究發現相較與 2000 年以前，自 2000 年後調查民眾的願付價值有顯著增加，推測應該是民眾的環境態度近年來逐漸提升所致。但是研究地點座落縣市之人口、森林覆蓋面積、針葉林覆蓋面積等對願付價格無顯著影響。
4. 過去有文獻指出可以用統合分析的結果，利用效益移轉法評估環境財貨的價值。本研究發現在文獻可提供的變數與事後增加的社經變數裡，並未發現可供預測的效益移轉變數。

平地造林中間產物產業化之市場潛力評估

王培蓉* 孫銘源 林俊成 陳溢宏 吳孟珊

【摘要】人工林在主伐收穫前，藉由間伐及其他利用所獲得的非木材林產品(non-wood forest products; 簡稱NWFPs)，即中間產物，可提供林主及經營者穩定而多元化的收入來源，具有相當高卻未計入正式統計的價值。本文取用造林疏伐之小徑材與枝梢材，做為NWFPs之工藝利用，進行產品需求面的意願調查。結果發現，國內缺乏低價/容易取得之木頭玩具類產品，本文提供學童試作之簡易加工木藝組裝材料包，家長願付價格平均為167.9元。若以學校為主要市場推估，每年約有2.59億元的產值，應極具開發與推廣的潛力。

I、前言

人類歷史就是一部森林和森林利用的歷史(FAO, 2012)。早期因國家經濟的需要與科學林業的興起，大都僅著眼於木材價值，其他非木材林產品(non-wood forest products; NWFPs)則歸類為次要森林產品(minor forest produce) (Rasul et al. 2008)。其實木材是為文化與傳統的一部分；在許多文化中，只有木藝師父與工匠得以擁有特殊的社會地位。若能善用木材及其他林產物製作工藝產品，比起其他林產工業可賺取更多的利潤。同時有效率的發展這個行業與產品行銷，有助於確保鄉村穩定且永續地發展。根據Scher, White and Kaimowitz (2004)的研究，木頭與其他森林產物製成的手工產品，為1億個住在鄉村社區的工匠與其家庭的生計來源(FAO, 2012)。因此，NWFPs不僅提供當地社區永續生計，同時具有對抗公共與私人機構的剝削，強調保育與生產平衡，以及利益公平分享等特質(Rasul, et al. 2008)。

由於21世紀以降，新興國家包括中國、印度、巴西、墨西哥、印尼、土耳其、越南、巴基斯坦、埃及和伊朗等國的崛起，其中部分國家正是手作木製品的主要生產者和消費者，他們同時是世界經濟增長的絕大部分。隨著新興國家都市化的快速發展，都市中產階級也迅速興起。人們的收入增加、可支配的錢增加、有更高的期望，因此新式與創新產品的市場具有極大的潛力，包括木製品。人們對藝術與美感興趣的發展，對高價值的利基本製品需求極有可能跟著提高。例如木製玩具開始逐漸盛行，也將小朋友與自然連結在一起(FAO, 2012)。另一方面，隨著財富與休閒時間增加、壽命延長、人口老齡化，人們偏愛傳統事物，複雜的雕刻品、輕便耐用的木製品、有強烈文化意義的文物等成為熱門的禮物或家中的裝飾品(FAO, 2012)。

台灣木材使用長期仰賴外材進口，在面對氣候變遷及環境意識日益覺醒，世界各國均極為重視森林資源的經營與利用課題。許多國家都嚴格地限制國公有林伐採，因此縱觀世界林產業發展，已形成以私有林為主要木材供應端的趨勢。台灣私有林地占全部林地面積之8-15%，因私有林經營之規模、人力與資本投入等

問題，以及長期產業低迷不振，造成私有林對造林期間之撫育管理缺乏誘因，致使林相不佳、材質低劣，對環境品質與產業發展的貢獻即相對不足。若能善用中後期撫育所產生的小徑材與枝梢材為素材，製作兒童玩具或其他工藝材料，當可在迎合市場趨勢之外，同時也能彰顯森林效益、維護森林健康與高品質林木生長等森林多元化、全方位、綜合性的服務與功能。以台灣木工藝品與木材玩具的市場觀之，雖缺乏科學調查數據佐證，從坊間街肆普遍可見大量高價舶來品的木頭玩具，如班恩傑尼、德國 HABA、HEROS 等，比比皆是，也反映出本地木頭玩具的客層考量以中產階級為主，非普羅大眾可共享。

本文期望能整合平地造林、小規模林業與社區林業等概念，設計以疏伐材料為原料，以簡易加工、地產地銷為策略，以學校系統為銷售管道的本土低價木藝組合玩具市場，以建立環境、社會、經濟三贏的產業模式。為此，本文進行不同區域及場域的試作調查，以做為市場可接受之價格區間的評估。

II、材料方法

本文欲建立可行之綠色造林非林木林產物的產品供應鏈，以國小低年級學童為對象，以造林撫育過程中所產生的枝梢材與小徑木為原料，製作學童工藝組裝產品，以了解接受程度與願付價格。

研究設計分為室內、戶外環境場館兩種情境，分別為學校班級試辦，於 2011 至 2013 年間已辦理高雄市兩所學校 3 班 63 人、配合台北市文化局校園宣導計畫 14 所約 300 人(目前僅統計至 10 所 240 人)；戶外場館包括林務局之知本自然教育中心 16 人及雙流自然教育中心 11 人、太麻里研究中心 11 人、宜蘭綠色博覽會 4 場 38 人，以及竹文化節活動 21 組，共 97 人。活動於一開始說明後，學童開始試作，組完成後，由研究團隊帶領進行遊戲扮演的活動，最後發放問卷。問卷回收方式於班級試作時，交由學童攜回，家長填妥後，交由班級導師統一寄回；現場部分則由本研究當場交由家長填寫後回收，共計回收有效問卷 400 份，續以統計分析。

III、結果與討論

研究問卷主要包括木頭玩具的購買與偏好、參與課程的意願及願付價格，最後是個人背景資料。在問卷的第一部分，問及試作學童家長家中擁有木頭玩具的比例與原因，結果顯示大部分的家庭都很少選購木頭玩具給孩童，木頭玩具佔所有玩具 1/4 及以下者占了 59.7%。再了解其購買/不購買的原因，購買原因主要基於環保占 57.4%與安全占 46.8%為主，其次為提供小孩不同玩具類型占 36.0%。不願購買的原因則以購買點不多占 38.7%，與價錢太高占 35.1%為主要原因。顯示出目前台灣的木頭玩具對家長與學童有高價位與銷售通路不多等問題，若能採用本土材料、地方設計之木藝產品，讓每個小孩都買得到、玩得起，應該有相當大的市場潛力。

此一組裝構件，考量到推廣至班級課程時，同一班級內的學童之操作嫻熟能力不等，因此設計出難易有別的組裝物件，班級導師即可依難易程度分配，以讓學童於課程時間內組裝完成。而在自由參加的戶外環境場館，無法針對個別能力做材料組合難易的分配，復以家長陪伴在側，代勞的情形隨處可見。問及學童是否喜愛此一設計，有 47%表示非常喜愛，53%表示還算喜愛；不喜歡僅占 1.1%。問及是否容易組裝，有 27.9%表示非常容易，57.1%表示容易，只有 15%覺得難及非常難。

在課程支持及願付價格部分，高達 90.3%的家長支持學校將國產材之開發產品納入課程或成為戶外環境場館的常態課程。尤其是在戶外辦理的場次，全數家長都支持此一開設課程，究其因，戶外場館參與活動之家長都全程陪同，了解小徑木組裝過程，更能支持本計畫理念。在願付價格方面，大多數家長可以接受 200 元內的價格。戶外場館場次之願付價格平均為 195.5 元，在校內班級試作部分，高雄市之願付價格平均為 110.5 元，台北市之家長願付價格平均為 197.8 元，整體平均願付價格為 167.9 元(參見表 1)。可推測：願參與戶外親子活動的家長，應有較佳的經濟能力與付費意願；同為班級試作時，則明顯可見區位為影響願付價格的重要因素。

表 1、針對單一件木藝組裝玩具，您願意支付金額為：

	(1)0 元	(2)50 元以內	(3)100 元以內	(4)200 元以內	(5)300 元以內	(6)300 元以上
戶外環境場館	1	4	28	35	21	6
高雄市校園試做	1	12	16	10	0	
台北市文化局校園宣導	8	18	54	88	20	25
總計	10	34	98	133	41	31
百分比	2.9%	9.8%	28.2%	38.3%	11.8%	8.9%

依統計結果可知，木頭玩具對家長與學童均頗具吸引力，囿於目前通路不多、價位太高，以致木頭玩具多非家戶玩具之主要種類。本研究調查過程，因製作品管略有瑕疵，造成台北市校園試作的不良率偏高，也影響滿意度與願付價格較低。論及此類型的產品之訂價策略，59%的家長可接受 200 元的價位。然而，個別家戶的願付價格差距頗大，目前最高出價為 1,500 元，最低為 0 元。因本研究傾向做為國小美勞課程之教材使用，故傾向採取低價策略，一方面木頭玩具能不分貧富貴賤，讓每個家庭都買得起，每個小孩都玩得到；另一方面由於低價可預期帶有較廣大的商機，促進更多林主進行中後期撫育，無形中即在創造更多的固碳、環境健康與育成大材的長期效益。

經查訪國小美勞材料的價位約在 50-100 元間，建議在學校內得以 100 元為售價，此價位有 87.3%的家長願意支付。若在戶外環境場域，則可依實際交易需求，訂定較高售價，以增進林主收益。如果台灣每個小學生都能在學校裡使用本土造林林主所生產的小徑材與枝稍材玩具組合材料包，依教育部網站統計 102 學年度全台灣國小學生人數共 1,297,120 人，每人每學期均支付 100 元購買當地小徑材 DIY 材料包，每年將產生 $1,297,120 \text{ 人} \times 2 \text{ 學期} \times 100 \text{ 元/組} = 259,424,000$ 的潛在市場規模。雖然台灣面臨少子化衝擊，小學生總人數從 1972 年達最高峰 246 萬人後，即呈快速下滑的趨勢，但每個小孩擁有的玩具數量卻遠高於以往，因此本土、低價、無毒且簡易加工的木材組合玩具型態，不啻是小林主發展非木材林產品增值利用的一個有潛力的選項。

IV、結論

本文主要目的在利用營林中間產物的商品化及建構產銷鏈，累積三年來商品試開發、消費端推廣與試辦，以及產品設計修正，已逐步拓展一般消費者對本項商品的能見度與詢問度。在推廣方式，從原始設定的班級試作，到戶外環教場館，到流動性更強的造節擺攤，後者往往能吸引更多消費者、且提高單件產品的願付價格。依各場次試作調查統計，國內學童擁有木頭玩具的比例偏低，也缺乏低價、容易取得的來源，故無法從小扎根建立對森林/木材文化的生活態度。訂價策略方面，平均為 167.9 元，班級試作以區位分，台北市平均為 197.8 元，高雄市之願付價格平均為 110.5 元；而戶外場館場次之願付價格則更高，平均為 195.5 元。可見若此項產品以教育系統為產銷管道，應可促成小林主組織化及產業化。

開發營林中間產物的商品化與產業化，同時可聯結環境補償、REDD⁺、森林健康、公平交易、環境教育與全球地方化等概念，成為一種新型的環境商品。本文期待透過此類良性的、環境友善的消費型態，不但能提供林農營林期間收入、確保林木品質、促進國產材自給率，亦能從消費端的接受與採購，提升林農社會地位與榮譽感，同時更是塑造全民參與/投資造林的一種社會運動。

平地造林木之文創產品開發

王瀛生* 張乃航 徐露玉

【摘要】大部份 20 年生平地造林木，在未遭受任何天候及人為不良因素影響下之正常直徑生長，少達 20cm 以上，不但未成熟材比例偏高，經製材後，製材率低、廢材率高、木材物理性質不穩定，且製材耗能，除非開發全材利用途徑，否則將有利不及費之憾。為善用有限的土地資源，除非林木生長條件較差之林地，可選擇適地適木之短伐期樹種外，宜選擇生長期較長之高價值樹種，如檳木、光蠟樹、烏心石和苦楝等。適當修枝撫育或疏伐對提升林木品質具有顯著之經濟效益。本計畫已選取色澤及質感兼具之肯氏南洋杉及櫻花之樹皮，開發純樹皮為基材之室內裝飾壁板、家具鑲板、畫框、書籤或其他飾品。另一類含皮幹材除可展現樹皮色澤質感外，更可表現心邊材、年輪或縱向紋理之美感，將彎曲難以造材之幹材，製成造型優美之展示檯架。經修枝撫育或疏伐所得之各徑級枝幹材，如台灣檳、山龍眼、大葉桃花心木等，分別可製成創作小品、展示平檯、圓盤組合家具或室內裝飾板，以及雷射雕刻圓盤及線雕擺飾等。如能開發經修枝撫育、疏伐之枝幹材或樹皮成為文創產品，並予以商品化應用，尋求具備開發能力廠商共同開發，訓練林農相關備料技術，藉以增加平地造林之附加收入，不但可減廢，尚可全材利用，創造林木主伐收入前之額外收入，提升林農參與植樹造林之意願。

I、前言

行政當局為滿足菇蕈業者養菇材料之強烈需求，將自 102 年起啟動短伐期之植樹造林計畫，針對桉樹、油桐、楓香、杜英及相思樹提供 6 至 10 年之造林補助。惟提供栽培菇蕈類所需太空包用途之用材售價不高，在造林地不易取得情形下，如林農採短伐期造林，唯一的優點為提早回收資金，惟其附加價值極為有限，如能將林地生長條件較優者，改採栽植優質高價林木，於適當時機予以必要之修枝撫育或疏伐作業，並將其枝幹材或樹皮開發文創產品，除能適度增加林農主伐收入前之額外收入外，尚可藏富於民，期待輪伐期將屆時的一筆可觀收益。

II、材料與方法

(I) 樹皮工藝：

觀察春季樹木生長季節樹液情況後，於七~九月盛夏時節進行採集：肯氏南洋杉及櫻花樹皮之死皮部分，剝取後經壓平氣乾備用。

(II) 小徑級枝幹之全材利用(含樹皮)：

無論修枝或疏伐撫育取得之廢棄枝幹，依徑級大小分等處理及氣乾。

1. 細枝條：枝條直徑 3 公分以下，剪裁成約 100 公分長度後堆放氣乾待用
→ 進行創作型工藝利用。

- 2.含皮幹材：直徑 3~8 公分，裁成約 100 公分長度後堆放氣乾待用
→進行段木型及圓盤型工藝利用。
- 3.含皮幹材：直徑 8 公分以上，裁成約 100 公分長度後堆放氣乾待用。
→進行段木型及圓盤型工藝利用。

III、結果與討論

(I) 樹皮工藝：

1.樹皮採集：

目前選定闊葉樹採取山櫻花樹皮，針葉樹選擇肯氏南洋杉樹皮，已完成山櫻花及肯氏南洋杉樹皮樣品樹之選定，測試最佳剝取樹皮之時機應於每日清晨七時以前，林木蒸散作用尚未開始前進行，此時外皮與木栓形成層尚處於鬆弛狀態較易剝離，可取得較完整之樹皮。將樹皮以夾具或重物壓平氣乾備用。

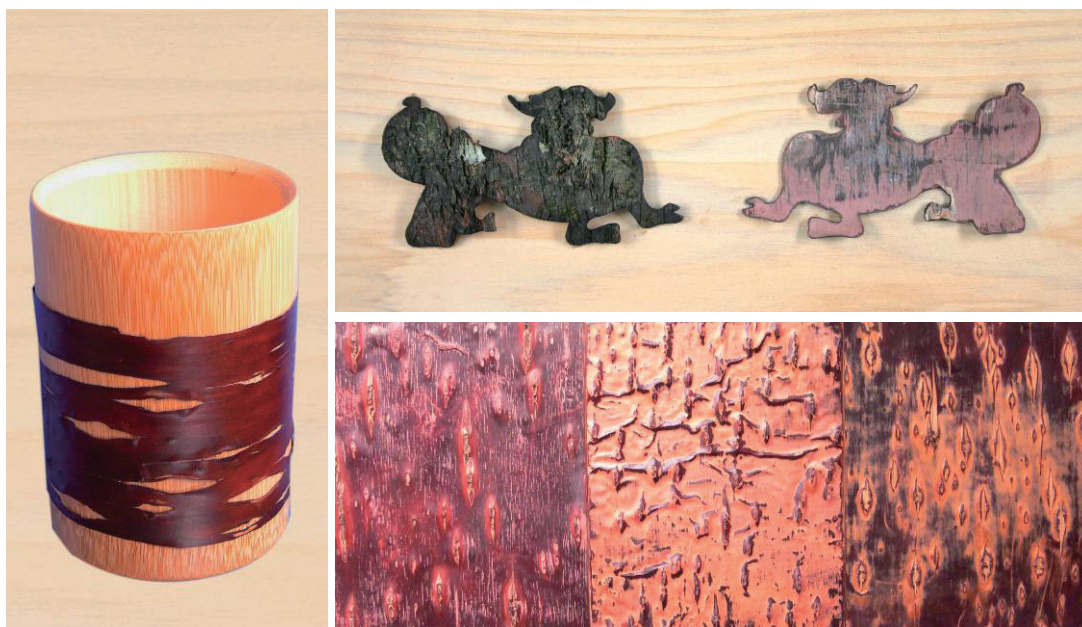
2.樹皮成品製作：

(1)以較平穩不易變形之基材(如層積竹材或木材)為底板，被覆樹皮單板經壓平研磨即成。

→此項成品可供製室內裝飾壁板、家具鑲板或畫框。

(2)以兩片樹皮互相膠合，再以線鋸機或雷射雕刻機切割各種設計圖案，

→此項成品已製作成書籤、飾品等商品。



(II) 小徑級枝幹之全材利用(含樹皮)：

1.製取樹種：

光臘樹、台灣檫、烏心石及大葉桃花心木、樟樹、棟樹、相思樹等材料，另外取得長尾尖楮、山龍眼、墨點櫻桃、台灣栲等材料依上述徑級分等堆放氣乾待用。

2.不同徑級之枝條綜合利用，已分別開發：

(1)3 公分以下細枝條：

→人間系列文創商品：表現台灣櫟之獨特環孔材的迴旋感，所創作的動感呼拉圈人；以及表現不同樹皮紋理並搭配各式殼斗科果實組成的全家福創作。

→具實用價值的小徑木筷架



(2)3~8 公分之含皮幹材：

→開發項目：櫻木貓頭鷹，欣賞櫻樹皮特有的質感和豐富の木色變化。

→開發項目：台灣櫟木平台，欣賞因其彎曲造型所成就的對稱性及心邊材木色差異。

→開發項目：台灣櫟吊鈴，賞玩由台灣櫟木特有的年輪趣味及結實清脆音質。

→開發項目：山龍眼桌墊，賞玩由粗木質線構成的特殊華麗線條。



(3)8 公分以上之含皮幹材：

- 規劃大葉桃花心木橫切面拼圖，玩賞大葉桃花心木的細緻木肌。
- 開發數款展現年輪紋理及樹皮質感之雷射雕刻及線雕擺飾。



3.大葉桃花心木果實藝品：

重新規畫展示面貌，運用上大葉桃花心木修枝後的小徑幹材，加以切面及雷射雕刻，讓作品更完整呈現大葉桃花心木的全材利用，也賦予作品更完整的精神意涵。且將配合技轉及參加九月於世貿中心所舉辦之發明展。



平地造林新植造林混農林業經營效益評估

湯適謙* 邱志明 汪大雄

【摘要】混農林業是結合農業生產及森林經營之土地利用系統，如果經由妥善的規劃，可達成農地兼顧經濟生產及永續經營的目標。本研究於台糖公司屏東區處之平地農場設置混農林業試驗區，所新植之林木為光蠟樹及土肉桂，並於林木行列間間植香蕉、鳳梨。每種混植處理有 4 個重複，並分別設置 2 個不同樹種之純林為對照區，每個試區面積為 0.1 公頃。於試驗期間，調查林木各項生長性狀，並搜集作業成本及林木、作物之市場價格；另進行各不同作業模式之益本比分析進行效益評估，所得結果如次：

林木生長方面，與農作物混植之林木不論就樹高或胸徑(基徑)，均較純林有較佳之生長，就 4 年生之光蠟樹而言，就樹高方面，與香蕉、鳳梨混植及純林之值分別為 6.29、3.96 及 2.05 m；4 年生土肉桂部分，與香蕉、鳳梨混植及純林之值分別為 2.20、1.70 及 1.25 m。胸徑方面，就 4 年生之光蠟樹而言，與香蕉、鳳梨混植及純林之值分別為 7.36、4.33 及 3.40 cm；4 年生土肉桂部分，與香蕉、鳳梨混植及純林之值分別為 2.10、1.40 及 1.26 cm。

造林木之分叉數方面，光蠟樹與香蕉、鳳梨混植及純林分為 2.10、2.45 及 2.48 個/株，顯示此光蠟樹與香蕉混植模式有助於提高林木之形質。

以產地平均價格為基礎進行成本效益分析，各農作物之益本比分別為香蕉 1.99、鳳梨 1.97，但其結果會因農作物之浮動價格而可能有所不同。

I、前言

林木造林栽植至伐期，其林分之發育過程大致可分為四個階段，即未鬱閉前之林分建造期(stand initiation stage)、林木排他期(stem exclusion stage)、林木再侵入期(understory reinitiation stage)和老熟期(old growth stage)。在第一期林木造林之初，幼苗必須和周遭雜草競爭，否則即被雜草凌壓而枯死，因此，必須進行一年 3-4 次除草，以免除雜草之凌壓，才能使苗木旺盛生長，直至苗木高度超過雜草或是林木樹冠鬱閉，遮蔽陽光，進入林分發展階段第二期，才能充分利用陽光、地力。因此，在林木未鬱閉前之階段，如何充分利用空間、陽光、土地之優勢，混植他種農作物，進行光合作用，充分利用地力，又可減少刈草、灌水甚至施肥等撫育管理費用。根據國外學者的研究歸納，林地增加碳吸存之經營措施，除了造林、復育等方法外，混農林業亦為一種可採用之方式，此外，農作物之收成亦可增加林主及農民之收入，而對造林木之適當管理，不但可促進造林木生長，使樹冠提早鬱閉，縮短林分之發育達到排他期之時間，進入另一經營階段。因此，平地造林初期之混農經營，預期可一舉數得，預期可提升植林減碳效益，增加就業機會，減少林木撫育作業費用，增加林主作物收入。

II、材料與方法

(I)造林樹種及農作物選擇：

造林樹種：光蠟樹、土肉桂。農作物：鳳梨(臺農 17 號)、香蕉(北蕉)。造林樹種及農作物選擇之原因予以說明如次：

1.造林樹種：

造林樹種光蠟樹，其主要用途為木材及庭園樹、行道樹等；另一樹種土肉桂，其主要用途為香料、食品、保健藥品、木材及庭園樹等。

2.農作物：

農作物包含香蕉、鳳梨等短期作物，適合栽植於新植造林地。各項農作物需進行之工作項目如次所列：

(1)香蕉：

雜草控制、病蟲害防治、追肥作業、灌溉管理、逐棵疏花套袋及收成作業等。

(2)鳳梨：

雜草控制、病蟲害防治、追肥作業、產期調節(催花)、幼果期營養管理及收成作業等。

(II)樣區設置規劃：

以裂區試驗規劃，主區為不同造林樹種，副區為栽植之農作物，每一小區面積 0.1 ha，4 區集，並包含只栽植林木不含農作物之對照區。

(III)林木各項生長性狀(基徑、胸徑、樹高)調查。

(IV)作業成本搜集及分析：

搜集在混農林業經營所需之成本，以為進一步分析之基礎。

(V)價格調查及分析：搜集農作物之產地價格，以供進一步分析。

(VI)成本效益分析：益本比法(Benefit - Cost Ratio method)。

III、結果與討論

本研究之鳳梨、香蕉混植試區於 2011 年 5 月完成光蠟樹及土肉桂之種植作業，並於 2011 年 7 月完成香蕉栽植作業，9 月完成鳳梨栽植作業，並持續進行田間管理；香蕉於 2012 年 8 月完成採收，鳳梨則於 2013 年 6 月完成採收。

茲分別將不同混植處理之林木生長及農作物收穫之成本效益分析分別敘述如次：

(I)不同混植處理之林木生長

1. 胸徑生長：

樹高於 1.3 m 以上，測量其胸徑，1.3 m 以下則量其地徑，至本(2014)年時，與香蕉混植之光蠟樹其樹高均 1.3 m 以上，平均胸徑為 7.36 cm，與鳳梨混植者則有 92.7%樹高達 1.3 m 以上，平均胸徑為 4.33 cm，純林則有 85.7%樹高達 1.3 m 以上，平均胸徑最低為 3.40 cm。土肉桂部分由於生長較慢，亦為與香蕉混植之生長情形最佳，平均胸徑為 2.10 cm(84.3%)，與鳳梨混植者次之，平均胸徑為 1.40 cm(60.0%)，純林亦最低為 1.26 cm(25.8%)。

2. 樹高生長：

於本(2014)年3月進行林木之生長調查，即為林木4年生，在光蠟樹部分，以與香蕉混植之 6.29 m 最高，與鳳梨混植之 3.96 m 次之，純林之 3.05 m 最低；在土肉桂部分，亦與香蕉混植之 2.20 m 最高，與鳳梨混植之 1.70 m 次之，純林之 1.25 m 最低，經變異數分析，其差異均達極顯著水準。

各樹種與不同之胸徑-樹高曲線以自然對數方程式進行迴歸分析有較佳之適合度。

本研究之林木係屬新植，因此林木生長調查較為頻繁，約每 8-10 個月即調查 1 次，其不同樹種歷次調查之樹高與純林之值相比比值繪製於圖，顯示有栽植農作物者其樹高均高於純林，且以香蕉之比值最高，可能與香蕉在栽植期間常進行灌溉作業有關。

(II) 不同處理之林木形質

就不同混植處理之林木外觀觀察，以與香蕉混植之林木較為通直；進一步量測其分叉數得知光蠟樹與香蕉混植平均為 2.10 個，與鳳梨混植為 2.45 個，純林則為 2.48 個，經變異數分析，具顯著之差異性；土肉桂部分亦與香蕉混植之分叉數 1.33 個最小，與鳳梨混植為 1.45 個，純林則為 1.50 個，但經統計檢定，不具有差異性。初步研判可能是光蠟樹生長初期須與香蕉競爭生長，因而減少分叉數。

(III) 農作物成本效益分析

為進行成本效益分析，於行政院農業委員會農糧署網站調查屏東地區之各項作物年平均價格及採收期間之產地價格，調查之項目分別為：鳳梨(台農 17 號)、香蕉(內銷用)。

於各項作物栽植期間，調查搜集所需之各項作業費用，其中鳳梨作物生產成本為 249,263 元/公頃，香蕉為 292,673 元/公頃，平均栽植密度則分別為鳳梨 17,273 株/公頃，香蕉 1,389 株/公頃。

以系統取樣法調查各項作物之平均產量，再以其成本及粗收益進行益本比分析，其中各項作物之益本比分別為鳳梨 1.97、香蕉 1.99；其結果會因農作物之浮動價格而可能有所不同，若以各農作物價格之月平均最大值、最小值進行分析，則有不同之益本比值。

白鼻心的食果習性對恆春海岸造林樹種的衝擊

胡正恆* 郭耀綸

【摘要】棋盤腳樹是台灣南端墾丁熱帶海岸林的基要樹種，能開出巨大樹冠，並提供林分結構中的關鍵棲地。然而由於半個世紀以來，原始林棲地急遽地碎裂化，導致林下食果動物的擁擠效應，研究者 2012 年調查此一熱帶樹種在香蕉灣保護區 1.55 公頃內分布極度不均，大徑木(DBH>1.0cm)者僅 61 株散生，小徑木(DBH<1.0cm)者更少僅 14 株。在 2013-2014 年使用紅外線自動相機，確認全區林內的優勢果食動物白鼻心啃咬棋盤腳落果有區域間差異，阻礙棋盤腳更新。特別是在乾季時期，林內食物資源匱乏，白鼻心啃咬果實現象顯著。危害比例越高的樣帶，顯著關聯於歷年小植株(胸徑<1cm)發育累積的低密度區；而高度受啃咬的母樹產果重量亦較輕。白鼻心於保護區南端、族群集中於颱風後干擾區的覓食活動，加劇棲地破碎化不利的影響，讓僅存的棋盤腳母樹更難原域更新，亟需實施補植保育措施以避免全林破壞。

I、前言

墾丁熱帶海岸林在演替過程中有棋盤腳、銀葉樹、與蓮葉桐由於能開出巨大樹冠，成為林分結構中的關鍵物種。然而 2013-2014 年的乾季，卻屢屢觀察到全區棋盤腳樹的果實在地面被咬開，露出直徑約 5CM 以上的大洞，鮮綠色的種仁被咬碎外露，深度都在 3-4 公分以上。此一破壞果實力量很難由赤腹松鼠(剝樹皮)、鬼鼠(咬莖為主)、或是其他小型間歇植食者如刺鼠、月鼠、陸蟹等做到。

棋盤腳樹(*Barringtonia asiatica* (L.) Kurz)特別是此一熱帶海岸林的基要樹種，屬玉蕊科(Lecythidaceae)、棋盤腳樹屬 (*Barringtonia*)熱帶大型樹木，台灣目前僅存在於墾丁香蕉灣及蘭嶼島的海岸林。海飄性的棋盤腳果實由纖維質和軟木質組成，體大質輕，能隨著潮水四處傳播，果實因為像舊時棋盤桌腳而得名。然而在墾管處 2012-2014 年香蕉灣生態復舊研究中，發現此一熱帶海岸林主要樹種在香蕉灣保護區全區 1.55 公頃分布極度不均，大徑木(DBH>1.0cm)者僅 61 株散生，小徑木(DBH<1.0cm)者更少僅 14 株(郭耀綸 2012:32)。小植株極度缺乏的更新受阻，顯然與熱帶森林內最優勢的果食動物(frugitive)群有關，有可能阻礙海岸林的發育與棋盤腳母樹林的更新。故本研究藉由自動相機偵測食果野生動物，評估白鼻心對棋盤腳果實的啃食壓力、共伴野生動物、以及人為干擾因子，探討在乾季資源匱乏時期，食果動物的汰選如何成為林下演替的關鍵機制，並比較不同林分結構間與食果者的關聯性。

II、材料與方法

(I) 調查樣區設置

自 2012 年起於香蕉灣生態保護區台 26 線公路以西之海岸林，設置長 300 m，寬 40~60 m 之調查區域。此區域涵蓋林試所於 1974、1980、1985 及 2005 年四次調查之範圍，共設置 30 個寬 10 m，長度 40~60 m 的長條形樣帶，每個樣帶再以 10 m 的長度區分為 4~6 個正方形的樣區(圖 1)，樣區基準線與圍籬之間的範圍是半月形，而基準線與林緣間範圍呈長方形，合計調查範圍面積 1.55 ha。設置後比對公路標牌或設施，香蕉灣生態保護區入口處在第 5 樣帶，省道台 26 線公路 39 K 的標誌牌位於第 8 樣帶前緣。

(II) 棋盤腳落果量與危害調查

自 2014 年起調查樣區內棋盤腳母樹的落果量，包括北段(N)附近的第 1-10 樣帶(區域內有 27 株大徑母樹、小植株 5 株)，對照中段(C)第 13-20 樣帶(大徑母樹 21 株、小植株 4 株)，與南端緊鄰颱風干擾區的第 24-28 樣帶 (大徑母樹最少，只有 13 株、小植株 5 株)，每季至各母樹下計數棋盤腳果實的掉落數量、個別紀錄濕重與動物為害指數 (WDI, wildlife damage index)，以便評估每粒棋盤腳果實所受的啃咬衝擊對果實發芽之影響，分為：未危害到輕度 (咬痕僅及於果皮表面)、與已危害 (挖去果肉咬到綠色胚仁全被吃掉) (圖 3)。

(III) 自動照相機系統偵測野生動物食果者

為普查範圍內不同棲地環境下的野生動物食果者，研究人員選用 Keepguard KG-760NB 型野生動物族群監測全天候自拍相機，採用被動式紅外線感應動物後拍攝照片或錄製影片。並預先挑選保護區內動物活動痕跡較多的地帶，設置 3 個長度超過 30 公尺以上、間隔距離超過 10 公尺的自動相機樣帶，平均配置於人類使用程度較低的林下步道，涵蓋了南、中、北段母樹區。

每個樣帶於樹幹上裝設 4 組自動照相設備，總共有 12 組相機架設位置約距地面 1.5~2.5 公尺，以 60~75°度傾斜向下拍照。每月收集一次資料，讓每一個樣點至少累積收集 1,000 個相機工作小時以上才更換樣點。

III、結果

(I) 棋盤腳果實特徵、危害比例與受啃程度

整體說來，香蕉灣棋盤腳落果重南高於北，有顯著差異(圖 1)：第一，區域間，南段產果顯著重於中段和北段。調查 2013-2014 年乾季的棋盤腳果實，保護區南段棋盤腳母樹區(S)涵蓋樣帶 24-28 區的 11 株大徑木之 6 株，南區產果都在平均果實重量之 2 倍達 368 ± 35 克($n=15$)，顯著高於北區(155 ± 55 克, $n=69$)、中區(174 ± 37 克, $n=32$) (one-way ANOVA, $F=78.1$, $p<0.001$)；南段棋盤腳果實發育較重，同時也測得果實受害比例低於全區，只有 29%，遠低於北區(62%)、中區

(51%)。(one-way ANOVA, $F=43.1$, $p<0.001$)(表 1)

第二，2014 年春季產果期檢視 20 株母樹間，平均產果重在 70.7~507 克間，果實受啃比例在 20-71%間，皆有顯著差異。且南段果實平均發育較重，同時果實危害比例也顯著較低；而白鼻心危害果實比例與小植株更新成反比關係：例如白鼻心啃咬比例越高的母樹，範圍內小植株(胸徑 $<1\text{cm}$)顯著減少(一次迴歸 $R^2=0.79$, $p<0.001$)(圖 2)。

(II) 共伴食果動物群全日活動模式研究

全期自動相機總工作時數 23,040 小時，共拍攝 91 張，有效張數 76 張(表 2)。結果來自 4 台相機，1 次記憶卡毀損。除了人為干擾外還拍攝到 2 種鳥類(即白眉地鵯、烏頭翁)與 5 種哺乳動物(即蝙蝠、白鼻心、赤腹松鼠、狗、貓等)。物種數中，乾季以棋盤腳母樹 249594、也是落果高密度樣帶第 25 區記錄到 5 種動物最多，但夜間白鼻心的覓食頻度反而都遠低於鄰近棋盤腳落果母樹。

自 2013 年 11 月到 2014 年 6 月，紅外線相機陷阱紀錄(camera trap)證實為數頗豐的白鼻心族群為了啃食棋盤腳果實，而且是不均勻分布在香蕉灣全區。白鼻心(*Paguma larvata taivana*)又稱果子狸，屬靈貓科(Viverridae)，身體圓胖，但四肢粗短有力，各具銳利五趾，所以可以挖開堅硬果皮。白鼻心密度似乎在森林邊緣(樣帶 27-28：母樹 249722 與 249782)達到高峰，同時向森林內部減少。月間變化上是在 2014 年乾季最盛期(1 月)才開始出現，逐月增加至 4、5 月出現最多，甚至還兩兩追隨進入繁殖季，並沿路啃食棋盤腳果，被自動相機拍到。白鼻心出沒時段都在傍晚 17 後到清晨 7 時左右，至少有 17、21-23、1-7 時等三個覓食高峰。

自動相機拍攝到赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)分散在 1、3 月的日間活動，從清晨 6 時到傍晚 17 時在樹幹間活動。還有野貓都在乾季的 11-2 月大量增加，3 月以後即無拍到。至於日間活動的野狗(2010114.13)都屬偶見，而 1 月過境的一對白眉地鵯(*Zoothera sibirica*)則屬稀有冬候鳥(2010120.16)。

IV、討論

裴家騏(1998, 2004)曾以自動相機紀錄在墾丁國家公園內的哺乳動物相，在沿海地帶曾紀錄到赤腹松鼠、台灣鼬獾、白鼻心與野貓。本研究則針對香蕉灣的海岸天然林更新危害，重新檢討了目前海岸林地區較大型哺乳動物的全日活動，因而產生了各物種在細部各分區間相對數量的現況分布模式，得以深入探討某些物種的活動模式。

白鼻心又名果子狸，是台灣特有亞種哺乳類。體重在 3.5 公斤到 5 公斤之間。是台灣 2000 公尺以下低海拔森林的主要食果動物。目前在墾丁香蕉灣每個樣區都有白鼻心的出現記錄，且由於白鼻心為樹棲性動物，僅在夜間於地面覓食，因此，林下自動相機資料所得的出現頻率，可能會有低估的情形。

裴家騏、陳美汀(2008:24,66)研究竹苗地區白鼻心活動模式，呈現完全夜行

的三個高峰趨勢，乾季在 18-19 時、21-22 時、凌晨 2 時達到最高峰。與香蕉灣至少有 17、21-23、1-7 時等三個覓食高峰的調查結果相比較，發現香蕉灣的白鼻心在黃昏前較早出來活動，以 17 時為第一活動高峰；第二活動高峰在 23 時，與第三活動高峰在子夜後(1-7 時)都屬延遲活動。由於香蕉灣地區的白鼻心較早開始、與較晚結束活動，可能為棋盤腳落果期之白鼻心覓食族群持續增加，出沒時段都在 17,20,23-24 時左右。至於白鼻心咬食果實在殘餘平均重量上雖然沒有造成顯著差異，卻因摧毀胚仁能阻礙種子萌芽。啃咬比例如高達六成受害的森林底層樣帶，區內小植株(胸徑 $<1\text{cm}$)的比例顯著減少，甚至小/大植株比不到一株。

白鼻心於保護區南端、族群集中於颱風後干擾區的覓食活動，這種棲息地的偏好可能有好幾種解釋，包括避免被捕食、偏好棋盤腳落果、母樹的豐度和分布，以及擁擠效應。典型棋盤腳母樹林的濃密樹冠植被，無疑對保護牠們遠離捕食者十分重要。目前的發現也指出乾季白鼻心大量依賴棋盤腳落果，並對林下小苗的更新造成極大衝擊。相較亞馬遜森林被砍伐時，在 1980 年最先觀察到隔離的保留區出現野生動物自週邊干擾區流入(influx)的現象，亦即擁擠效應 (crowding effect)。這是由 Bierregaard 以霧網捕獲森林底層的鳥類頻率增加得知：當鄰近森林遭到砍伐時，鳥類就會逃到保留區去。這個實驗在 1980 與 1983 年的重複檢驗都證明：1 公頃保留區的捕獲率比 10 公頃保留區高，越切割的棲地越有擁擠效應。(Laurance and Bierregaard 1997)。至於白鼻心於香蕉灣保護區 1.55 公頃內季節分布情形與食果動態，則有待進一步的族群生物學調查。

V、結論

香蕉灣生態保護區公路以西的狹長型海岸林已經是殘存的森林，基要樹種棋盤腳樹分布極度不均，大徑木(DBH $>1.0\text{cm}$)者僅 61 株散生，小徑木(DBH $<1.0\text{cm}$)者更少僅 14 株。在 2013-2014 年乾季，林內食物資源匱乏時期，白鼻心啃咬棋盤腳果實現象顯著，嚴重者可達 50-60%受害。危害比例越高的樣帶，就是以往小植株(胸徑 $<1\text{cm}$)發育累積的低密度區。於此處應用自動照相設備定點收集多種物種的資料，適合進行長期林內野生動物族群之監測；同時亦可在短時間內有效的建立共棲物種的資料，以及探討底層食果動物群聚之結構，將可增進目前生態系統經營管理之知識。研究結果推論，白鼻心族群集中於南端颱風後干擾區的覓食活動，極易加劇棲地破碎化不利的影響，讓僅存的低密度棋盤腳母樹落果更難原地更新，亟需實施補植保育措施以避免全林破壞。

平地造林病蟲害監測研究

吳孟玲* 莊鈴木

【摘要】本研究主要針對平地造林、毗林農地、混農林地及新興造林樹種病蟲害相監測。98~101 年以花蓮、屏東的毗林農地為主，目標作物包含水稻、柑桔、鳳梨、香蕉及西瓜，結果發現毗林農地與獨立農地之病蟲害發生情形無明顯的差異(毗林農地發病率不高於獨立農地)，其中鳳梨及香蕉是最適合栽種之作物(本部分結果已於 101 年研討會發表)。102 年毗林農地則改以短期作物為主，以雲林的花生及玉米之病蟲害監測做為評估目標，發現花生病害以條斑病毒及簇葉病為主，蟲害則以小綠葉蟬為最多，玉米則為葉斑病及紋枯病，且造林樹種與病蟲害之發病率並無明顯之關聯。休耕地病蟲害監測方面，發現休耕地與鄰近農地的病蟲害並無明顯關聯。毗林(成林)農地病蟲害相監測方面，花蓮柑桔樣區柑桔黃龍病發病率下降，而柑桔萎縮病則有上升情形，蟲害僅出現潛葉蛾，發病率雖高但並不造成重大危害，主要是與田間的健康管理有關。平地造林重要樹病蟲害健康管理方面，調查雲林古坑之杜英，發現病害以藻斑病及炭疽病為主，蟲害則以潛葉蛾、蚜蟲及介殼蟲為主。混農林地之病蟲害相監測方面，調查了屏東四林農場鳳梨、香蕉、咖啡與 1~2 年之光臘樹、土肉桂的混植，香蕉在混農林地中依然表現低病蟲害，鳳梨萎凋病略為上升，咖啡病害轉變為炭疽病及煤煙病，同時黃綠介殼蟲也大幅增加，但農地與造林地間無明顯交互感染情形，不過由於田間管理不良，造成鳳梨及咖啡部分病害及蟲害上升，而鳳梨及香蕉仍是混農林業農作物之優先考量。整體而言，對毗林農地及混農林地來說，樹木的種植於農作物的病蟲害間皆無明顯的影響，以短期作物來說，基於栽植期間較短，受到的影響程度較低，而對農作物而言，由於病蟲害一般多具有寄主專一性，通常受影響程度較低，但果樹就較需要注意交互感染的可能性。

I、前言

本研究主要進行平地造林、毗林農地、混農林地及新興造林樹種病蟲害相監測。內容包括三個方向，一為毗林農地病蟲害監測，評估雲林新造林林地與毗林農地，探討病蟲害間是否具交叉感染問題及防治影響，藉此研究數據分析評估，更可解明造林地對毗林農地病蟲害之影響。另也對過去監測樣區再行追蹤，以進行成林後對毗農病蟲害影響之分析評估。二為進行平地造林各重要樹種之病蟲害監測及防治研究，建立其發病及防治管理日誌，並出版各樹種病蟲害健康管理手冊，以提供林農造林健康管理之需要，提高強化林地病蟲害防治成效。三為混農林地之病蟲害監測及評估，提出合宜混農作物及樹種評估及病蟲害管理建立，可提供混農政策實施之病蟲害管理參考。

II、材料與方法

- (I) 毗林農地之病蟲害調查：針對短期作物之花生及玉米，選定雲林縣東勢鄉5個大樣區作為幼林樣區，樹種包括羅漢松及台灣檫，調查其對農地作物之病

蟲害影響。於大樣區內共設置獨立花生、毗林花生、獨立玉米及毗林玉米樣區各3個，合計12個樣區。再以每月1次為間距，共進行3次調查。病害調查方式為在各樣點內設置穿越線，沿穿越線走動，以目視判定60個樣株的發病情況；蟲害調查方式為各樣點內以固定間距設置3塊黃色黏蟲板，懸掛24小時之後，收集帶回實驗室進行分樣及蟲口數之統計。另以目視判定60個樣株之蟲害情形為輔助。

- (II) 休耕地之病蟲害監測：依據植群外表形相，選擇以樹林(高度 ≥ 3 m)、長草(高度 ≥ 1 m)及短草(高度 < 1 m)為主的樣區各4處，合計12區。於每樣區隨機設置黃色黏板3片，懸掛24小時之後，攜回實驗室進行分樣及蟲口數之統計。並於每樣區隨機選取10株樹木，觀察並記錄其病害。於不同的季節共進行3次調查。
- (III) 毗林(成林)農地病蟲害相監測：以花蓮之柑桔栽培區為樣區，選取毗林樣區2個及獨立樣區1個，進行病蟲害調查。病害於每樣點選取10個樣株，除目視判定發病情況，並採取枝葉進行分子檢測；蟲害於每樣點設置3塊黃色黏蟲板，懸掛24小時之後，收集帶回實驗室進行分樣及蟲口數之統計。另以目視判定10個樣株之蟲害情形為輔助。
- (IV) 平地造林重要樹種病蟲害健康管理：以短伐期樹種為主，本年度年以雲林古坑之杜英為主樣區，進行樣區之規劃及建置。並前往造林地，進行5次樹種之病蟲害相調查，並建立其發病資料庫。
- (V) 混農林地之病蟲害相監測：以屏東四林農場為樣區，主要針對鳳梨、香蕉、咖啡與1~2年之光臘樹、土肉桂的混植為評估目標，進行病蟲害調查，鳳梨及香蕉配合各造林樹種，每種各設置4樣區，咖啡則各設置2樣區，共計20樣區。病害於每樣區選取20個樣株，另觀察光臘樹及土肉桂純林各20樣株，以目視判定發病情況；蟲害於每樣點設置1~2塊黃色黏蟲板，懸掛24小時之後，收集帶回實驗室進行分樣及蟲口數之統計。另以目視判定20個樣株之蟲害情形為輔助。

III、結果與討論

- (I) 雲林毗林農地共進行3次花生及玉米病蟲害調查監測，合計調查花生樣株1080株及黃色黏蟲板54片，玉米樣株1080株及黃色黏蟲板54片。
 - 1. 花生病害以條斑病毒病最為嚴重，獨立農地發生率為7.4%，較毗林農地之3% 高。簇葉病只在獨立農地出現，發生率為2%，並不嚴重。未發現白絹病及冠腐病。
 - 2. 花生蟲害僅發現小綠葉蟬，獨立農地的蟲口數為8.4隻/片，毗林農地則為4.7隻/片，以獨立農地發生率較高。未發現南斑葉蟬、桃蚜及黑豆蚜。另於調查期間發現台灣黃毒蛾及小白紋毒蛾，皆僅出現於獨立農地，發生率分別為0.019隻/株及0.002隻/株。整體而言以獨立農地的害蟲數較高，但發生情形皆不嚴重。

3. 玉米病害以葉斑病最為嚴重，毗林農地發生率為31.5%，較獨立農地之29.8%高。紋枯病次之，獨立農地發生率17.6%，較毗林農地之13%高。銹病只在獨立農地出現，計2.6%。黑穗病及露菌病僅零星發生。
 4. 玉米蟲害部分，未發現玉米螟及玉米蚜之危害。
 5. 花生、玉米與造林之羅漢松和台灣欒間，在病蟲害的發病率上無明顯關聯，惟玉米葉斑病及紋枯病發生率較高，需多注意田間健康理問題。
- (II) 為調查休耕地是否可能潛藏病蟲害，進而影響周邊農作物的健康，因此針對花蓮休耕地進行病蟲害之監測。
1. 蟲害方面，102年9月以黃色黏板共採集得昆蟲464隻，12月共859隻，103年4月則為1472隻，其中以長草區平均32.67隻/片最多，昆蟲的組成主要為雙翅目及半翅目，以當地所種植之鳳梨、柑橘及水稻等作物而言，並無發現重要之農業害蟲。但其中半翅目98.68%屬於葉蟬科(Cicadellidae)之種類，本科包含數種農業上之重要害蟲，可能具有取食經濟作物之潛力。
 2. 樹木病蟲害方面，根據抽樣的結果，發現角斑病及煤煙病，其中角斑病樹木常見病害，以長草區較多，但對農作物多無重大影響，煤煙病發生於長草區厚葉石斑木，這主要是因介殼蟲所誘發，有可能成為農作物之潛在害蟲。
 3. 整體而言，休耕地與鄰近農地的病蟲害，未發現明顯的關聯，但仍須注意部分樹木蟲害有入侵農作物的潛在可能性。
- (III) 花蓮地區之柑桔病蟲害調查監測結果，共計樣株30株及黃色黏蟲板9片。
1. 病害部分，102年各樣區黃龍病調查感染率結果皆較98年下降，樣區I-1毗林農地(海梨仔)黃龍病發病率下降31.7%，I-2毗林農地(柚類)黃龍病發病率下降6.6%，II獨立農地(柚類)黃龍病發病率下降26.7%，萎縮病調查結果，I-1毗林農地(海梨仔)，發現感染率增加16.7%，可能因海梨仔為萎縮病感病品種，且該樣區在過去調查時發現媒介蚜蟲數量較另外兩個樣區高出許多，因此導致感染率有增加。I-2毗林農地(柚類)萎縮病發病率些微上升5%，II獨立農地(柚類)萎縮病發病率則微幅下降3.3%。
 2. 蟲害部分，102年度僅發現潛葉蛾為害，於毗林農地發生率分別為100%及70%，獨立農地則為100%。相較於98年以柑桔鳳蝶、潛葉蛾及蚜蟲為主，102年之害蟲相顯得較為單純，然而發生率卻遠高於98年度，所幸每株的危害範圍都侷限在小面積內，對作物之經濟價值及樹木健康皆不致造成損害。此外，98年度毗林農地之蟲口數明顯高於獨立農地，但以102年度來看，則無明顯之差異。
 3. 整體而言，造林地對農地之病蟲害無顯著影響，就黃龍病發生情形而言，與田間衛生管理有較密切關係，感染率下降情形推測應為病株移除後補植之結果。萎縮病發生情形則與種植作物感病與否及田間媒介昆蟲的管理具有較密切關係。

(IV) 針對雲林平地造林短伐期樹種杜英之病蟲害，進行調查樣區之設立及調查監測。病蟲害相調查共計5次，合計100株。

1. 病害以藻斑病及炭疽病為主，發生率分別為16.0%及9.0%，調查期間皆有發生，以3月發生較為嚴重。
2. 蟲害以潛葉蛾為最多，發生率高達30.0%，調查期間皆有發生，以7月最為嚴重，蚜蟲14.0%次之，但僅發生於3月。其餘發現之蟲害包括介殼蟲、番石榴黑粉蟲、椿象、捲葉蛾及避債蛾。

(V) 屏東地區混農林業病蟲害之調查監測，共計調查了鳳梨、香蕉、咖啡、光臘樹、及土肉桂樣株共計440株及黃色黏蟲板16片。

1. 病害部分101年調查結果中顯示香蕉萎縮病的發生情形並不嚴重，在兩種混農林地的情形無明顯差異；香蕉嵌紋/條紋病以及香蕉黃葉病的發生皆極輕微，在兩種混農林地的情形無明顯差異。102年追蹤調查結果在兩種混農林地的發生情形並無顯著改變，感染率亦無明顯差異，香蕉嵌紋/條紋病以及香蕉黃葉病則無發生。101年調查結果中顯示鳳梨萎凋病發生情形並不嚴重，在兩種混農林地的情形無明顯差異。102年追蹤調查結果在兩種混農林地的情形皆有上升，感染率則無明顯差異。101年調查結果中發現三種咖啡病害之中僅發現褐眼病，發生情形略為嚴重，在兩種混農林地的情形無明顯差異。102年追蹤調查結果在兩種混農林地的感染褐眼病情形皆無發生，而炭疽病和煤煙病的發生情形則較為嚴重。
2. 蟲害部分，香蕉及鳳梨與去年度相同，皆未發現重要之蟲害，咖啡仍以黃綠介殼蟲為主要蟲害，於光臘樹及土肉桂混植樣區分別為48.6%及69.2%，相較於去年同期出許多，顯示蟲害有趨於嚴重的現象。
3. 林地病害部分，101年純林地（光臘樹）病蟲害調查結果，僅零星發生角斑病、褐斑病、穿孔病，102年追蹤調查結果角斑病與褐斑病發生情形增加以及少數炭疽病發生，但皆無發現附近農作物之病害。101年純林地（土肉桂）病蟲害調查結果，僅零星發生角斑病、褐斑病、穿孔病，102年追蹤調查結果角斑病與褐斑病發生情形皆大幅降低而炭疽病發生則有增加情形，但亦無發現附近農作物之病害。101年光臘樹混農林地之發病率/發生率極低，102年追蹤調查發現角斑病發生率有明顯上升，另外還有褐斑病及炭疽病的些微發生。101年土肉桂之褐斑病、角斑病較為嚴重，102年追蹤調查發現角斑病、炭疽病較為嚴重，褐斑病發生情形則有所下降。兩種樹種皆無發現附近農作物之病害。
4. 整體而言，農地與造林地間無明顯交互感染情形，但鳳梨及咖啡部分病蟲害上升，推測是由於田間管理不良所造成，但就發病率來說，鳳梨及香蕉仍是混農林業農作物之優先考量。

大農大富地區造林對鳥類危害水稻及鼠類危害鳳梨的影響評估

葛兆年* 陳一銘 許詩涵 何紋靈 翁瑞鴻

【摘要】本研究主要目的為調查水稻田鳥類危害及鳳梨田鼠類危害，並評估造林是否影響危害程度。在花蓮大農大富造林區附近農地分別設置鳥類水稻田及鼠類鳳梨田樣區，調查鄰近造林及遠離造林的水稻田及鳳梨田危害狀況。在水稻方面，插秧期及結穗期各受不同鳥類危害，在插秧期主受雁鴨科危害，但不論在近林或遠林水稻田之單位面積危害量皆不高且沒有差異；結穗期則分別是前期受文鳥科與後期受環頸雉及雁鴨科之危害，前期危害輕微而後期較大，且後期單位面積危害量高低可能受造林地遠近影響。調查所得鳥類危害程度與農民認知不同，應是受到農戶補秧及驅鳥的干擾，故而低估鳥類危害程度。在鳳梨方面，鼠類對鳳梨花或果實的危害率不高，且造林應不影響鼠類對鳳梨危害率，但本研究無法掌握農民滅鼠對試驗結果的影響。

I、前言

水稻是台灣種植面積最廣的農作物，水稻耕作期間常受鳥類取食危害，如雁鴨科拔秧苗取食穀粒、文鳥科取食稻穀等皆會影響水稻產量。雖然長久以來已有不少防治鳥類危害農作的具體作法，但鳥類對水稻的危害率鮮少進行調查，故無法評估水稻因鳥類危害的損失量或因防治所增加的產量，很難形成一個有利於農民及環境的經營管理方式，因此本研究對水稻受鳥類危害進行調查，初步評估鳥類危害率，並提出評估干擾因子以供後續相關試驗參考。以往有關鼠類危害的文獻指出臺灣因環境適宜，田間各種鼠類不但生殖潛能高，且全年皆可生殖，對各種農作造成極大的為害。台灣目前因鳳梨酥熱銷導致鳳梨需求增加，不少農民與業者契作將農地改種鳳梨，鳳梨成熟後富含香氣及糖分等營養成分，卻吸引農田鼠類啃食造成危害，因此有必要了解鼠類對鳳梨的危害，以作為鳳梨耕作經營管理的參考。再者，對於政府補助的人工造林是否提高鄰近水稻田及鳳梨田受動物危害比例，為本研究進一步探討的課題。

II、材料與方法

一、水稻田：

以花蓮縣光復鄉之大農大富平地造林區為研究區域，選取造林區內水稻田作為鄰近造林之樣區(以下稱為近林水稻田)，另選取造林區以北馬佛社區之水稻田作為遠離造林之樣區(與造林最近距離 > 500 m，以下稱為遠林水稻田)。水稻易遭鳥類危害的時期主要有二：(一)插秧期：水稻插秧後至秧苗抽高為止；(二)結穗期：水稻結穗至稻米收成為止，此時期又可依胚乳的硬化程度大致分為入漿期與成熟期。插秧期及結穗期由於遭受危害的類型及方式不同，因此採用不同的取

樣以評估危害程度。

(一)插秧期：1、近林水稻田：沿水稻田之縱向田埂設置 7 條樣線，以稻田最靠近造林地之邊緣為基準，於 40m、80m、120m、160m、200m、240m 處設置樣點，每樣線共設置 6 樣點，全區共設置 42 樣點。2、遠林水稻田：沿距道路 20m 以上之田埂，田埂兩側各設置樣線，共設置 12 條樣線。樣線上每隔 30m 設置一樣點，每樣線依田埂長度與稻田狀況各設置 1~2 樣點，最後共選取 21 樣點，全數歸類為距造林地 > 500m。於 103 年 2 月及 3 月連續兩日清晨在以上各樣點選取 3 行×10 叢秧苗，面積 0.5 m×5 m，記錄遭拔起的秧苗叢數並計算單位面積秧苗受害量。

(二)結穗期：1、近林水稻田：沿水稻田之縱向田埂設置 7 條樣線，以稻田最靠近造林地之邊緣為基準，於 40m、80m、120m 處設置樣點，每樣線共設置 3 樣點，全區共設置 21 樣點。2、遠林水稻田：樣點與插秧期相同。於 102 年 5 月及 6 月連續兩日清晨在以上各樣點選取 3 行×10 叢水稻，檢視每粒結實，計數被危害的米粒數量並計算單位面積受害量。與當地農戶訪談得知，結穗期的稻穀在入漿期主要是斑文鳥、白腰文鳥等文鳥科鳥種會以嘴喙擠出穀粒中的米漿；成熟期主要的危害物種便轉變為麻雀、環頸雉、雁鴨科鳥類及其他動物，會取食稻穀中的米粒，因此分別於入漿期及成熟期調查稻米受害情形。

二、鳳梨田：

於瑞穗鄉富源地區選取 2 區域作為樣區，鄰近台糖大農大富農場造林地南端的區域視為近林樣區；富興社區西南側遠離造林地的區域則為遠林樣區。由於曾採收過的鳳梨(2 年頭)植株分蘖情況差異甚大，不易於調查生長情形，故本試驗選擇新植尚未結實的鳳梨田進行調查。調查之鳳梨品種包含金鑽及土鳳梨兩種，由於兩種皆為食用品種且外觀差異不大，故將其視為相同之樣本，至於觀賞用鳳梨品種則不在本調查取樣範圍之內。2013 年 7 月至 2014 年 7 月，共設置近林樣點 19 個、遠林樣點 13 個，共計 32 個樣點，每個樣點選取 100 株鳳梨為樣本(5 株*20 排)。每月記錄每株鳳梨的生長情況，如開花、果實大小、葉子生長異常等狀況，並於開花結果期開始觀察是否遭鼠類危害、果實已被採收、生長不佳被農民汰除等情形，並記錄該樣點四周環境狀況，特別是農民是否有放置毒餌或設置籠具預防鼠類危害的情況。鼠類危害率計算方式如下：

$$\text{鼠類危害率(\%)} = (\text{鼠類啃食鳳梨花或果實數}) \div (\text{已採收或待採收果實數} + \text{鼠類啃食鳳梨花或果實數}) * 100$$

III、結果與討論

一、水稻田：

1. 插秧期：近林水稻田各樣點單位面積危害量為 1.3 ± 1.0 穰/ m^2 ，遠林水稻田為 1.1 ± 2.7 穰/ m^2 ；兩區無顯著不同(t-test, $p=0.357$)。近林水稻田距造林地遠近不同的樣點間沒有明顯不同的單位面積危害量(ANOVA, $p=0.914$)。與當地農戶訪談得知秧苗受害主要來自鴨子，鴨子會啄食附著於秧苗上的穀粒，我們在現場觀察亦僅目擊花嘴鴨吃秧苗的穀粒，但未看見其他鳥類吃秧苗，徐保雄亦指出在花蓮地區沿花蓮溪、秀姑巒溪流域兩岸稻田，頻受花嘴鴨及小水鴨等雁鴨侵入危害，於插秧初期危害造成缺株，故我們判斷此區水稻田在插秧期的鳥害主要是雁鴨造成。

在近林水稻田調查鴨子危害秧苗是否與距離造林遠近有關，結果顯示從距離造林最近 40 m 至最遠 240 m 的 6 組危害程度皆沒有差異。將距離因素擴大後，在距離造林 $>500m$ 的遠林水稻田，其秧苗被鳥危害程度與近林水稻田亦沒有不同，表示鴨子危害水稻秧苗的程度與造林地遠近沒有關聯，故目前沒有證據說明造林會提高水稻秧苗被鳥危害率。值得注意的是，我們訪問兩地農戶發現兩地水稻田針對發育不良或不見的缺株皆有補秧措施，也就是說我們調查危害的水稻田是有補過秧的，因此危害程度可能因補過秧而被低估，我們認為補秧這項干擾因素對危害評估有影響但無法排除。

2. 結穗期：調查結果發現，入漿期兩地受害輕微，成熟期近林水稻田受害比遠林水稻田嚴重，整體而言以成熟期的近林水稻田受害較為嚴重。入漿期近林水稻田共損失 58 粒米粒，平均每平方米損失 1.2 ± 3.4 粒；遠林水稻田則損失 694 粒米粒，平均每平方米損失約 13.9 ± 51.3 粒，兩地區的差異在入漿期並不顯著(t-test, $p=0.29$)。在成熟期近林水稻田損失 3825 粒米粒，平均每平方米損失 72.9 ± 153.5 粒；遠林水稻田則損失 434 粒米粒，平均每平方米損失 6.9 ± 17.5 粒，前者受害程度明顯大於後者(t-test, $p=0.045$)。將所有樣點依其距造林地之距離分成四組(40m、80m、120m、 $>500m$)，在入漿期各距離所遭受的危害程度並無差異(one-way ANOVA, $p=0.607$)，而成熟期時距造林地 40m 的樣點遭受的危害則顯著較 $>500m$ 的樣點嚴重(one-way ANOVA, $p=0.005$)，顯示此時期的危害可能與造林地有關聯。

現場訪問農戶表示入漿期常有大量文鳥取食尚未成熟稻穀中的米漿，但調查結果為入漿期受害輕微，可能因為農戶利用彩帶等驅鳥工具對文鳥產生具體有效的驅鳥作用，形成此項調查的干擾因子，並影響調查結果。成熟期間雁鴨科鳥類與環頸雉皆會站在田埂上取食田埂邊的稻米，現場觀察發現除非以較為積極的方式如靠近驅趕，否則彩帶、閃光燈等被動驅鳥方式對雁鴨、環頸雉等大型鳥類較無法產生驅鳥作用，因此成熟期的危害調查所受到的驅趕干擾較少。

現場觀察發現雁鴨科鳥類與環頸雉在水稻田周邊的活動區域有所不同：前者

警覺性較高，通常會避開鄰近道路及邊緣等常有人活動干擾的位置，因此較常見於整塊田較中央處的田埂。而環頸雉常在離造林地較近的區域活動或覓食，有可能為了方便受干擾後飛入林地內躲藏，因此較有可能造成本調查距離林地越近的地點，稻米受危害的程度便越嚴重的結果。

稻米入漿期所遭受危害的米粒數量包括近林水稻田與遠林水稻田為 752 粒，而成熟期危害則兩地有 4259 粒，然而 1 樣稻米約可結出 2000 粒米粒，以每粒米的危害率來看，入漿期僅約 0.03%，成熟期則為 0.17%，相較於天候或是病害所造成損失應是相對較輕微的。目前水稻田鳥害調查結果與當地農戶觀感有甚大落差，不論插秧期或結穗期受鳥危害情形皆不如農民觀察嚴重，這可能與農戶在插秧期補秧及結穗期驅鳥，兩者皆降低了鳥害有關。

(二)鳳梨田：

2013 年 7 月至 2014 年 7 月共調查 12 次。15 個樣點於 5 月收成完畢，目前仍有 17 個樣點調查中。調查結果統計至 7 月資料，鳳梨樣株已有 86%結果含已採收或待採收；另外 10%尚無結果、3%因各種原因死亡或汰除。相較之下，因鼠害造成的損失僅佔 1%。不論是近林樣區或遠林樣區，均有紀錄到老鼠啃食鳳梨花或果實的痕跡，果實危害比花略為嚴重。近林樣區的果實受害率為 0.4~2.3% (平均值 $1.05 \pm 1.82\%$ ，中位數 1.0%)，遠林樣區受害率為 0~1.7% (平均值 $0.54 \pm 1.01\%$ ，中位數 0%)，兩者之間並無顯著差異(Mann-Whitney test, $p=0.31$)。鳳梨花的受害率同樣於兩樣區之間($0.21 \pm 0.69\%$ vs. $0.15 \pm 0.53\%$)無顯著差異(Mann-Whitney test, $p=0.82$)。若以每公頃栽植 40000 株鳳梨來粗估，目前栽培 1 年的受害量在近林樣區每公頃損失 100~900 個鳳梨，遠林樣區則為每公頃損失 0~600 個。整體而言，本地區鳳梨受鼠危害率不高，並且與造林地遠近沒有關聯。

我們在調查期間僅於 4 處樣點發現鼠籠及鼠藥包裝殘留，並無法實際掌握農民滅鼠對實驗干擾的程度。不過從鼠類棲地的需求的角度來看，目前我們觀察栽植 1 年內的鳳梨田(1 年頭)由於植株並無分蘗，加上通常田間礫石量高，雜草相當稀疏，並不適合大型鼠類生存。另外據了解由於土鳳梨酥產業興起，在本地區也由於與業者契作之故，栽植面積快速增加，適合鼠類棲息的荒地減少之下，或許會影響田間鼠類的族群。目前我們針對鄰接草生地的樣區調查仍在進行中，未來應能對鼠害的效應有更清楚的瞭解。

IV、結論

- 一、水稻田遭受鳥類危害因時期而有所不同。
- 二、目前無證據顯示本地區水稻田插秧期鳥類危害程度與造林有關，但結穗成熟期鳥類危害程度與造林有關。
- 三、水稻田受鳥危害情形可能因農戶補秧及驅鳥措施而減輕。
- 四、本地區鳳梨田鼠類危害率不高。
- 五、應持續進行鳳梨田鄰接草生地調查，以釐清鼠害效應。



2014平地造林試驗研究監測研討會論文集

發行人 黃裕星

主編 邱志明

編輯 鍾智昕、唐盛林、張鈞媛

發行單位 行政院農業委員會林業試驗所

10066 臺北市中正區南海路53號

電話: 02-2303-9978

傳真: 02-2314-2234

網址: <http://www.tfri.gov.tw>

印刷 勝利數位設計印刷中心

電話: (02)2754-0526

出版日期 中華民國一〇三年九月 初版

定價 新台幣200元整

展售處 國家書店：松江門市

10455臺北市松江路209號1樓 (02)2518-0207

五南文化廣場：臺中總店

40042臺中市區中山路6號 (04)2226-0330

ISBN：978-986-04-2291-7

GPN：1010301698