

臺灣東部老樹評比暨活力調查研究

呂坤旺¹ 周中華¹ 鍾宜君¹ 王兆桓²

1. 國立宜蘭技術學院森林系學生

2. 國立宜蘭技術學院森林系教授，通訊作者

摘要

本研究以台灣東部常見的五種樹種為對象，進行林木活力調查，以瞭解林木健康的情形。在民國 84 年登記有案的 124 株老樹中，本次調查共尋獲 118 株。仿照美國加州大樹評分方式，評選出冠軍老樹。並使用鑑別分析法，利用所觀察到的外觀形態來建構老樹活力的鑑別函數。結果顯示，老樹在 6 年間的死亡率約為 18%，有偏高的現象；同時依鑑別分析結果，有 6 株老樹被列為臨危老樹，需要進行積極的保護措施。而在本區域裡常見的老樹保護方法有：以鐵柱支撐其粗大枝條或氣根、於老樹樹體上裝設避雷針、以及清除老樹樹體的附生物。

關鍵詞：老樹、林木活力、林木健康、鑑別分析

Old Trees' Grading and Vigor Investigation in Eastern Taiwan

Kuen-wang Lu¹ Chung-hwa Chou¹ Yi-jiun Jong¹ Chao-huan Wang²

1.Students Department of Forestry, National Ilan Institute of Technology

2.Professor Department of Forestry, National Ilan Institute of Technology

Abstract

This study investigated the old trees' vigor of five common species in the east of Taiwan in order to understand the condition of their health. From a total number of 124 registered trees in 1995, this survey had found 118 old trees. To follow the California register of big trees as a model, the champion tree among the old trees was chosen. Besides, using the old trees' exterior morphology, this study constructed discriminate functions for their vigor. The result of this survey showed that the recent 6-year mortality rate was about 18%, which presented a very high mortality rate. The result of the discriminate analysis had also classified 6 trees into the endangered group, and they should be protected with much effort. The common methods used to protect the old trees in this region were using stick to support tree's big branches, putting up a lightning rod on the tree's top and cleaning epiphyte on the tree's body.

Key Words : Old tree, Tree vigor, Tree health, Discriminate analysis

一、前言

臺灣早期經過荷蘭、清朝、日本及後來的國民政府統治，在這一兩百年間，人民為了生存而就地取材，使用這塊土地上的自然資源。其資源種類繁多，木材為其中重要資源之一，尤其是低海拔，平地森林的林木資源。除了拿來當建築材料、薪炭材外，亦可將樟樹提煉樟腦外銷，賺取外快。經過這近兩百年來的使用，那些材質佳，樹形良好的林木也逐漸伐盡。而那些材質差、樹形不佳的林木就被摒棄不用，最後自然被保留下來。如此日子一久，人們對這些老樹也有些許情感，再加上近年來保育當道，這些樹木即成為今日我們所提的老樹。保護一株老樹的同時，也同樣的是保護住了寄生於上的動植物；寄生於老樹上的植物以水龍骨科、桑科和蘭科植物最多，以抱樹石蕈、抱樹蕨和雀榕最常見，動物中昆蟲與老樹之關係尤其複雜，有停棲、營巢、捕食、寄生、授粉和侵害等關係 [1]。

前省主席邱創煥先生是臺灣首位提議保護本省老樹的部會首長，於民國 77 年 3 月 11 日在一項為老樹移植延壽之典禮及民國 77 年 10 月 3 日省政府委員會議中指示要提倡愛護老樹之精神，妥善保護老樹及行道樹，並學習新加坡等先進國家建立老樹資料逐株列管保護。對於全臺灣老樹之資料概況研究最早，由前省政府農林廳於民國 80 年度（民國 79 年 7 月）開始進行為期八年的「加強珍貴老樹及行道樹保護計畫」，初步對臺灣老樹調查得到珍貴老樹共 812 株及行道樹 18 處 [2,3]。依該計劃中的規定是以平地及山坡地村落附近的老樹為對象，高山林班地的老樹不予列入。其條件為：1、胸高直徑 1.5 公尺（胸圍 4.7 公尺以上），2、樹齡 100 年以上，3、特殊或具區域代表性的樹種。符合以上條件者，即可列為老樹。行政院農委會亦於民國 78 年起，陸續補助前省政府農林廳及各縣市政府辦理老樹的調查研究工作。將歷年來的調查成果彙編成冊，即成為今日之「自然生態保育系列叢書」，以教育大眾。

歐美先進國家早於 1950 年即展開，對老樹這種百年甚至千年的自然文化資產，做登記及保護的工作。而臺灣足足晚了人家 40 年，在這 40 年間不知有多少珍貴老樹遭到砍伐。美國人甚至制定了一項有趣的制度，由民眾提報樹形高大的大樹，再根據所提報的樹高、胸徑以及樹冠幅大小等三項數據代入評比公式評分，評選出美國之最大的樹 [4]。臺灣亦可仿效美國制定出一套適合臺灣老樹的評分方法，鼓勵全民一起尋找珍貴老樹，同時也一起保護老樹。

台灣東部之開發較西部晚，開發密度亦較低，種族文化也與西部不同。有些老樹或因原住民習俗而留存者、或因伐木發生意外而手下留情者、或因早年規劃在機關或特殊用地而保存下來者，故台灣東部得有許多老樹留存在鄉間 [5]。本研究於宜蘭、花蓮和台東三縣進行田野調查，並與前人研究結果進行存量比較，同時針對榕樹使用 SAS 軟體之鑑別分析建構一榕樹活力之鑑別函數。此函數將來可提供預測老樹活力參考之用，最後，希望藉由本文對臨危老樹提出預警及保護之道。

二、材料與方法

（一）材料

以民國 84 年行政院農業委員會、省政府農林廳與各縣市政府出版之「自然生態保育系列叢書」編號第 7、12 及 15 號做為參考資料來源 [6,7,8]。統計宜蘭、花蓮及臺東三縣的老樹共有 257 株，其樹種組成及數量分佈如表 1 所示。其中以榕樹、茄苳、樟樹、楓香、大葉雀榕為老樹中常見之樹種，而本研究於民國 90 年所進行的實地田野調查就僅針對這五種樹種，共計 124 株如表 2 所示。至於，瓊崖海棠及松樹這兩種樹種數量雖然眾多，但其生長地點都是位於某一特定區域之行道樹或樹林，因此無法與其他地區之同種作比較，所以進行田野調查工作時並沒有採用此兩種樹種做為樣本。

（二）方法

1. 調查項目：

- (1) 針對目前臺灣東部(宜蘭、花蓮及臺東三縣)老樹中的榕樹、茄苳、樟樹、楓香及大葉雀榕等五種樹種，清查其現存量及其受保護情形，並與舊資料比對其中之差異。
- (2) 記錄老樹的基本資料及外觀形態，其基本資料項目包括胸徑、樹高及冠幅；而外觀形態項目包括葉子正常與否、葉子掉落與否、枝梢蟲蛀與否、枝梢正常與否、萌葉與否、萌枝與否、樹皮損傷程度 0%、30%、60% 或 90% 以上、分叉與否、樹幹中折與否、枝條修整與否、以及其附生木本植物種類與老樹周遭環境概述。
- (3) 對於已死亡的老樹，我們探訪周遭的民眾，詢問出老樹的死因，或是由殘存的樹體判斷其死因。最後並將老樹的死亡原因做一整理，以便根據死因提出預防之道。

2. 老樹評比：

近百年來，由於經濟與工商業的快速發展，使得自然資源受到了人類大量的消耗與破壞。森林能提供木材、森林副產物供我們日常生活所需，實為人類生活所需之重要自然資源之一。其功能包含了涵養水源、保護土壤、棲息動物、綠化環境、提供人類遊憩與休閒等功能。而那些樹形高大、樹齡長久及樹形奇特、優美的老樹，則更是我們珍貴的自

然文化資產[9,10]。此次，我們仿照美國加州之大樹登記制度 (The California Register of Big Trees) [4]；來評選出臺灣東部地區之冠軍老樹。希望藉由老樹提名及評選工作，可使大眾對植物資源有更深一步的認識，進而喚起一般大眾對自然文化資產的保護觀念。老樹的評分方法如下：

- (1) 胸圍(Circumference)：測量樹木之胸圍時站在地表上坡處以公尺為單位測量地面 1.3 公尺高處之胸圍，如樹木在 1.3 公尺以下即有分叉之情形，則由各分叉之胸圍面積總合值推估其若未分叉時之單一胸圍值。
- (2) 樹高(Height)：以公尺為單位，使用羅盤儀、測高桿等測高儀器，測量地面至樹木最高點之高度。
- (3) 樹冠幅(Crown spread)：以公尺為單位測量最寬的冠幅，以及與其垂直的冠幅，兩者的平均即為樹冠幅。
- (4) 總分數：仿照美國加州大樹登記制度，採用美國森林學會評選老樹公式，以評選冠軍老樹，若前兩名老樹其總分數相差在 10 分以內的話，則並列為冠軍樹。樹高與冠幅的單位為呎(1 呎為 1 分，1m 為 3.28 呎)，而胸圍的單位為吋(1 吋為 1 分，1m 為 39.37 吋)，其公式如下：

$$\text{總分數} = (\text{樹幹胸圍}) + (\text{平均樹冠幅}) + (\text{樹高})$$

3. 活力鑑別分析—以榕樹為例

由老樹的現存量資料中顯示，榕樹有 64 顆，為老樹組成的最主要樹種；而在死亡的老樹中，亦以榕樹的 17 顆，數量佔最多。此外，本次調查資料因有少數缺失值，故實際有完整資料可供活力鑑別分析的榕樹共有 44 株。調查的過程中亦發現，在同一時期、同一地區，觀察榕樹的外觀形態，可以明顯地區分出有些榕樹已經生長出茂密的枝葉，有些卻正在萌新芽的階段，而有些甚至連一點該出現於生長季節的生長情形都沒有出現。由此可以初步區分出榕樹的活力等級為 I、II、III 級，分別代表為活力最佳、活力次之、以及活力最差。而鑑於榕樹在所有調查老樹中數量最多、死亡株數亦最多的情況下，根據我們所調查記錄之外觀形態等資料並配合活力等級，應用 SAS 軟體之鑑別分析法，可建立一套榕樹活力判別支援系統，其函數式如下：

$$A = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_k)$$

其中 A：活力級，共分 I、II、III 級

X_k ：外觀形態， $k = 1, 2, 3, \dots, k$ 。

將來可把新加入之老樹各項資料代入上述函數，判別老樹活力。根據 SAS 軟體鑑別分析之結果，可對低活力之老樹提出預警。

SAS 軟體之鑑別分析有三種方法，包括費雪法、典型鑑別法、以及默氏法。費雪法適用於鑑別分析概念之理解，典型鑑別法適用於模式與鑑別力檢定，而默氏法適用於預測 [11]。所以我們利用典型鑑別法來選擇顯著性較高的變數，進而建立區分林木活力的典型鑑別函數；而默氏法適用於樣本外之預測，所以對於將來有未知活力之林木，即可使用默氏法來預測[12]。

三、結果

(一) 老樹現況

本研究針對臺灣東部(宜蘭、花蓮及臺東三縣)老樹中的榕樹、茄苳、樟樹、楓香及大葉雀榕等五種樹種，共 124 株老樹樣本實際田野調查後，僅找到 118 株老樹。有 7 株老樹與民國 84 年的參考資料有差異，其原因包括：(1)資料錯誤：臺東縣編號第 16 號與第 19 號為同一株，所以原始資料多呈報 1 株，而我們在調查時發現，臺東縣編號第 13 號有 2 株樹，但資料上僅記載 1 株，所以我們亦補上另 1 株資料；(2)找不到：臺東縣編號第 31 號、花蓮縣編號第 27、28 號；(3)因管制而量測不到：花蓮縣編號第 44、45、46 號位於玉里鎮榮民醫院管制區內。所以，樣本數由民國 84 年參考資料的 124 株減少至目前 118 株，如表 3 所示。而這 118 株中有 21 株已死亡，現存量僅剩 97 株，本研究有紀錄這些存活老樹的位址、胸徑、樹高、以及樹冠幅。

(二) 老樹評比

依老樹評比公式對臺灣東部地區現存之 97 株老樹進行評分工作後之結果，根據老樹外觀型態可將老樹區分為兩種類型：1、主幹明顯且通直；2、無明顯主幹呈群根交錯之老榕樹。茲將總分超過 400 分之前 16 名老樹摘錄如表 4 中，該表內容包括了樹種、樹高、胸徑、樹冠幅、總評分及地點以提供參考。在評分表中可發現，總評分超過 750 分以上之樹種皆屬分類為第二型之群根交錯的老榕樹，其樹形獨特、優美。而其入選冠軍樹之原因，除其樹高、樹冠幅大外，另外原因便是其群根交錯且分布範圍廣大，故無法一一量測其各別胸圍值；所以量測老樹之群圍大小視為胸圍值，而使其胸圍值特別大。第二類型之冠軍樹為位於臺東縣卑南鄉美農村舊斑鳩路之老榕樹。評比標準若為第一類型時，則以位於宜蘭縣頭城鎮金面里之榕樹為冠軍樹。政府目前正大力提倡保護本土自然資源，希望經由推動老樹登記評選制度，可有效結合鄉土自然資產保護及促進地方觀光遊憩資源。

(三) 活力鑑別分析

1. 典型鑑別法

使用 SAS 軟體中鑑別分析之典型鑑別法分析結果得知：

- (1)總檢定：Wilks' Lambda P 值 = 0.0218 小於顯著水準 $\alpha = 0.10$ ，表示榕樹活力級各組間具有顯著性差異。
- (2)顯著性檢定：典型鑑別法產生兩個典型鑑別函數(Canonical Discriminant Function)，顯著性檢定則利用概似比(Likelihood ratio) 統計量顯示之 P 值。第一個典型鑑別函數的 P 值為 0.0218，小於顯著水準 $\alpha = 0.10$ ，表示該典型鑑別函數在鑑別能力上具有顯著性。第二個典型鑑別函數的 P 值為 0.0919，小於顯著水準 $\alpha = 0.10$ ，此第二個函數在鑑別能力上雖較第一個函數為差些，但仍可供為林木活力鑑別之參考。
- (3)鑑別力檢定：本研究運用多個解釋變數於典型鑑別分析，如葉有蟲蛀、萌新芽、萌新枝、分叉、伴生物種類、葉子正常、枝梢蟲蛀、胸徑、冠幅大小、樹幹中折、枝條修整、避雷針、樹高、附生木本植物等。最後僅篩選出 9 個較具解釋意義之解釋變數，並強制其應用於典型鑑別函數中，以便獲得具顯著性的典型鑑別函數。此 9 個變數的 F 統計量之 P 值，如表 5 所示；其中枝條遭修整 X6、裝設避雷針 X7、樹高 X8、具附生木本植物 X9 等變數之鑑別力顯著，為影響鑑別結果之重要變數。
- (4)預測歸類之判斷：在得知顯著性典型鑑別函數後，配合榕樹活力級之典型鑑別函數分析之組均值(Class Means on Canonical Variables) 如表 6 所示，可進一步繪出三組榕樹活力級之典型鑑別函數中心值，如圖 1 所示。活力的第 I 級對活力的第 II 級與第 III 級之區分可由 CAN1 軸鑑別函數鑑別，而活力的第 II 級與第 III 級間之區分則可由 CAN2 軸鑑別函數行之。
- (5)解釋變數之鑑別力：解釋變數對預測歸類之影響由典型鑑別係數決定，其又稱聯合組內標準化典型係數(Pooled Within-class Standardized Canonical Coefficients)，將各變數之鑑別係數分別代入各別的函數式中即為典型鑑別函數，各變數之鑑別係數如表 7 所示。

$$CAN_m = a_{1m}X_1 + a_{2m}X_2 + a_{3m}X_3 + \dots + a_{km}X_k$$

其中：

CAN_m = 第 m 個典型鑑別函數；

a_{km} = 典型鑑別係數，即第 k 個解釋變數(X_k)在第 m 個典型鑑別函數之權重係數；

X_k = 第 k 個解釋變數。

將聯合組內標準化典型係數與之前提及的鑑別函數中心值相配合，作一整理可得知各變數所適用之鑑別函數以及與軸間之相關性如表 8 所示。

2. 默氏法

此法將實際歸類之樣本(A)與預測歸類樣本(A*)作一比較，目的為計算擊中率，以探討鑑別函數之配適度，配適度若佳則可利用於樣本以外之個案預測，表 9 為本次所配出之典型鑑別函數再實際歸類與預測歸類上之情形。表 10 為錯誤歸類之機率，經計算錯誤歸類率為 $0.4545 \times 0.25 + 0.1304 \times 0.52 + 0.4 \times 0.23 = 0.2735$ ，故擊中率為 0.7265，所以此次所配出之榕樹活力鑑別函數之預測能力即為 72.65 %。

由默氏法歸類矩陣做一整理，可分出四群老樹臨危等級；第一群為實際歸類活力 I 級而預測歸類亦為 I 級之老樹，此類老樹目前生長良好尚無須對其提出預警，我們稱為活力旺盛群；第二群為實際歸類活力佳，但預測歸類卻為活力劣之等級，此類型老樹可能隱藏著某些影響活力之因子，只是目前尚無法得知，值得我們再做持續的追蹤觀察，我們稱為持續監控觀察群；第三群為實際歸類活力劣，但預測歸類活力佳之老樹，此類型老樹我們稱為多加注意型；第四群為實際歸類與預測歸類皆為活力劣之等級，我們稱之為危險群，急需對其進行積極的保護措施，此類型老樹共有 6 株，分別為：(1)宜蘭縣頭城鎮福成里福德坑老榕樹；(2)宜蘭縣頭城鎮金面里北宜公路第三彎老榕樹；(3)花蓮市花蓮女中內老榕樹；(4)花蓮縣玉里鎮樂合里安通路老榕樹；(5) 花蓮縣富里鄉石牌村老榕樹；(6)臺東縣卑南鄉美農村舊斑鳩路老榕樹。

四、討論

(一) 老樹受害死亡與保護措施

能成為珍貴百年老樹之樹種，一般為生長力旺盛、萌芽能力強及根系特別發達之樹種，諸如榕樹、茄苳、樟樹、楓香及大葉雀榕等，但這些樹種本身的條件只是較其他樹種存活之久，一但面臨外在天然或人為之干擾，其危害強度大於本身的生長韌性時，即使是珍貴的百年老樹亦有其凋零的一天。經由訪查東部老樹存活與死亡的現況及觀察並推估老樹死亡的過程中，本研究歸納出三項影響老樹生長的主要因子：(1)氣象危害；(2)人為干擾；(3)寄生動植物的危害。

對臺灣地區老樹生長影響最嚴重的氣象危害因子首推颱風，東部地區颱風尤其多，再加上珍貴百年老樹之樹形通常都很高大，多為周遭建築物所不及，所以老樹更易因周遭無遮蔽物而當颱風侵襲時導致樹幹中折、根拔或嚴重時甚至死亡。在所調查到死亡的 21 株老樹中，有 5 株老樹確定受颱風危害，損傷程度過重目前已死亡；另外存活的 97 株

老樹中多多少少都受過颱風的危害，其中有 12 株因颱風侵襲而造成樹幹中折，幸好它們的生命力很旺盛，從折斷處重新吐出新芽，目前仍佇立原地且枝葉茂密。

自然界中要找出結束珍貴百年老樹壽命的因子，除了前項所提及的颱風危害有如此大的破壞力以外，另一個因子就是雷擊。但老樹遭雷擊致死的機率遠比遭人們干擾破壞致死低太多了，人們有意及無意間的行為，對老樹的生存造成莫大的隱憂。在所調查的 118 株老樹中，有 3 株老樹位於道路中央的分隔島上，其中 1 株已死亡，另兩株目前生長狀況依然良好。在所調查的 97 株存活老樹中，根部周圍被鋼筋水泥包覆形成花台的共有 30 株；枝條生長因影響到鄰近居民生活而遭到輕重不等修整的共有 34 株。

最常見的寄生動植物危害有兩類：一類為桑科榕屬植物的寄生，一類為病蟲或病菌的為害。桑科榕屬植物的寄生以榕樹、白肉榕及大葉雀榕最為常見。在 97 株存活老樹之附生植物調查方面，總共調查到了 18 株木本附生植物，如表 11 所示，其中榕屬植物佔了三分之二。病蟲危害老樹的方法主要有四大途徑：(1) 蛀幹害蟲蛀食植物體之樹皮或樹幹部分，破壞木質部及韌皮部；(2) 食葉害蟲以取食老樹葉片維生，為數量最多的一類；(3) 切根害蟲會取食植物體的根部；(4) 刺吸式口器害蟲直接以口器吸取老樹樹體之養分[13]。在調查過程中，本研究發現要尋找的老樹不見了，探訪附近居民時，有些民眾回答是因病蟲害而死，但究竟死於何種病蟲，居民也說不出所以然來。由於需要非常專業的人才才能辨識病蟲害的種類，而這方面的優秀人才較少也不容易訓練。如果將來能夠與老樹健康監測的預警系統相結合，則可以請優秀的病蟲害專家針對那些疑似受寄生動植物危害而不健康的老樹進行調查。

在本區域裡常見的老樹保護措施有：(1)、於老樹樹體上裝設避雷針；(2)、以鐵柱支撐其粗大枝條或氣根；(3)、以及清除老樹樹體的附生物。百年老樹通常樹體都很高大，尤其在宜蘭、花蓮及臺東三縣市高樓建築物較少的情况下，老樹往往是一個村落裡最突出且顯眼的地標物。因此，在老樹樹體上裝設避雷針也可減少老樹遭雷擊致死的情形發生。對樹冠幅較大之老樹，應慎防樹體無法承受其過於粗大的枝條而導致折斷；部分老樹具有氣根生長旺盛的特性，尤其是榕樹，可以用硬塑膠管來套住氣根，使其順利到達地面形成支撐冠幅的功能；而對於氣根生長較不發達的老樹，可以利用人工製成的鐵柱來代替氣根，支撐老樹的冠幅。老樹樹體上附生植物的類型，常見的有蕨類、蘚苔、藤本、草本及榕屬植物，這些附生植物有些覆蓋了整株老樹的 80-90%，與老樹一同競爭陽光、水及空氣等。調查過程中發現，有幾株老樹被附生植物干擾的情形實在是太嚴重了。有一株茄苳老樹幾乎快被大葉雀榕所包覆住，像這種情形若不把大葉雀榕移除，那被包覆住的茄苳老樹遲早會死亡。因此，清除老樹樹體上的附生植物，對於保護老樹而言是有幫助的。此外，附近居民在老樹旁的信仰活動，由於日久生情，有時對保護老樹而言亦有正面的效果。在 97 株存活的老樹中，有 21 株的老樹旁蓋有廟宇，其大多為土地公廟；而有 10 株老樹受民眾的供奉，民眾稱之為樹公。當地的居民對老樹的敬意，不敢隨意的傷害老樹，若遇到公共建設須移除老樹時，居民還會挺身而出來替老樹求情。

(二) 老樹登記與評比制度有助於老樹的保育與維護

本研究引用的美國加州大樹的評選公式，似乎較適用於第一類型主幹明顯的大樹，其所得分數的分布情形較為合理。對於第二類型無明顯主幹呈群根交錯的老樹而言，因為無法測量個別主幹的胸徑值，所以量測老樹的胸高群圍值再轉換成胸徑值。第二類型老樹的胸高群圍測量常包括了許多隱含的空洞，因而此種測量所得的胸徑值有偏高的趨勢，其評選所得分數的分布情形較容易產生跳點，總評分會突然大很多。因此，要評選冠軍大樹時，應將此兩類大樹分開評比。

前人研究所留下來的資料係本研究的重要資源，但仍有某些方面的資料我們無法使用，覺得有點可惜。例如樹高、胸徑以及冠幅的數據資料，在兩次調查中差異頗大，原因可能出於調查者所使用量測的方法或量測的位置有所不同，故不能將這些生長資料做進一步的統計分析。此外，在尋訪老樹的過程中，我們也碰上一些難題，例如：資料來源之草圖地點標示不清；樹號不同卻是指同一株樹；花蓮縣玉里榮民醫院 3 株樟樹之所以沒能量測到，是因為 3 株樹是位於院長室前，醫院的警衛不准我們進入。而花蓮縣鹿野鄉聖安宮的榕樹更是懸疑，當我們找到聖安宮，進去詢問廟祝時，廟祝卻說：「根本沒見過這株樹！」，讓千里迢迢而來的我們真是有點失望。因此，有關單位若能將列管的老樹制定一套詳細完整的登記制度，使登記的老樹可以被查訪，且資料更為統一與正確，相信其對於後人要追蹤老樹的活力與健康狀況，以及進行一系列的保護措施是很有幫助的。

(三) 老樹的活力鑑別結果有助於對危險群的老樹提出預警

以鑑別分析進行老樹活力鑑別的結果，有 6 株老樹的活力較差，被列為危險級，有待管理者對其進行積極的保護措施。在老樹評比方面，這 6 株老樹，在 44 株榕樹的排名中，分別列為第 1、5、21、28、31 及最後一名，而第 5 名實際上亦是第一類型的第 1 名，因此表 4 中的第 1 名與第 5 名更值得有關單位加以重視。老樹的活力鑑別結果與老樹登記評比制度的結合，不僅有助於對危險群的老樹提出預警，亦可以協助管理者於必要時排定搶救的優先次序。

五、結 論

本研究以台灣東部的老樹為研究對象，進行宜蘭、花蓮及臺東三縣老樹的調查，調查期間為民國 90 年 5 至 7 月，

調查的樹種包括榕樹、茄苳、樟樹、楓香及大葉雀榕等五種，經實地尋訪的結果，在民國 84 年登記有案的 124 株老樹中獲得 118 株樣本。其中，已有 21 株老樹死亡，顯示在這 6 年的期間，老樹的死亡率約為 18%，比率明顯偏高，值得相關單位重視。

本研究將老樹區分為主幹「明顯且通直型」與「無明顯主幹呈群根交錯型」兩類，以大樹評比公式對存活的 97 株老樹進行評分後發現：「明顯且通直型」得分最高的老樹為宜蘭縣頭城鎮金里面的榕樹；「無明顯主幹呈群根交錯型」得分最高者為臺東縣卑南鄉美農村舊斑鳩路的榕樹。為評估老樹的活力程度，以多變量鑑別分析進行老樹活力鑑別的結果，發現有 6 株老樹的活力較差，被列為危險級，有待管理者對其進行積極的保護措施。老樹為自然界珍貴的資產，並與人文社會有著一份不可割捨的情感連繫，實值得人們的保育與維護。

六、參考文獻

1. 陳瑩娟 (1994), 「臺灣省都會與鄉村老樹之伴生動植物」, 國立中興大學植物學系碩士論文。
2. 李西勳 (1991), 「臺灣省珍貴老樹與行道樹之普查資料」, 臺灣文獻, 第四十四卷, 第一期, 第 171-207 頁。
3. 李西勳 (1993), 「珍貴老樹及行道樹之保護與文化傳承」, 臺灣農業, 第二十九卷, 第一期, 第 82-93 頁。
4. 彭國棟 (1997), 「美國加州之大樹登記制度」, 自然保育季刊, 第十九卷, 第 48-51 頁。
5. 陳明義 (2001), 「台灣鄉間老樹」, 巨木(老樹)保護研討會論文集, 國立台灣大學農學院實驗林管理處, 第 1-6 頁。
6. 潘雲萍 (1995), 「宜蘭縣老樹傳奇 - 樹大好遮陰」, 自然生態保育系列叢書, 第 7 號。
7. 臺東縣政府 (1995), 「臺東縣珍貴老樹的歷史與掌故傳說」, 自然生態保育系列叢書, 第 12 號。
8. 陳世輝、李思明 (1995), 「花蓮縣珍貴老樹」, 自然生態保育系列叢書, 第 15 號。
9. 路統信 (1998), 「地球、森林與人類」, 中華造林事業協會, 第 254-257 頁。
10. 楊秋霖 (1995), 「本省老樹面臨的威脅及保育」, 現代育林, 第十一卷, 第一期, 第 26-32 頁。
11. 周文賢 (2000), 多變量統計分析 SAS/STAT 使用方法, 第 419-488 頁, 智勝文化事業出版, 台北。
12. 陳子英、王兆桓 (2001), 「坪林台灣油杉自然保留區植群監測」, 行政院農業委員會林務局保育研究系列第 89-1 號, 第 21-30 頁。
13. 經濟部工業局 (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 12 號, 第 30-35 頁。

91 年 09 月 30 日投稿

91 年 10 月 30 日接受

表 1：台灣東部老樹樹種組成及數量分佈

Table 1: the composition and distribution of old trees in eastern Taiwan

中名	學名	宜蘭縣	花蓮縣	臺東縣	合計
榕樹	<i>Ficus microcarpa</i> Linn.f. var. <i>microcarpa</i>	9	30	28	67
茄苳	<i>Bischoffia javanica</i> Blume	3	8	7	18
樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i> (Linn.) Nees et Eberm. var. <i>camphora</i>	1	13	0	14
楓香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance	5	1	2	8
大葉雀榕	<i>Ficus caulocarpa</i> Miq.	8	2	6	16
白肉榕	<i>Ficus virgata</i> Reinw.	0	0	1	1
瓊崖海棠	<i>Calophyllum inophyllum</i> Linn.	0	40	0	40
麵包樹	<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosb.	0	3	0	3
鳳凰木	<i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf.	1	1	0	2
刺桐	<i>Erythrina variegata</i> Linn. var. <i>orientalis</i> (Linn.) Merr.	1	4	2	7
琉球松	<i>Pinus luchuensis</i> Mayr	0	1	0	1
馬尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb.	0	0	1	1
黑松	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	0	0	1	1
松樹林	<i>Pinus</i> spp.	0	66	0	66
臺灣二葉松	<i>Pinus taiwanensis</i> Hay.	0	1	0	1
臺灣檫	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Mak. var. <i>serrata</i>	0	1	1	2
苦楝	<i>Melia azedarach</i> Linn.	0	1	1	2
薄姜木	<i>Viyex quinata</i> (Lour.) F. N. Williams	1	0	0	1
朴樹	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	1	0	0	1
大葉山欖	<i>Palaquium formosanum</i> Hay.	3	0	0	3
臺灣蘇鐵	<i>Cycas taiwaniana</i> Carr.	0	2	0	2
合計		33	174	50	257

表 2：台灣東部登記有案的五種老樹之株數

Table 2: the number of registered old trees of 5 species in eastern Taiwan

樹種	宜蘭縣	花蓮縣	臺東縣	合計
榕樹	8	30	29	67
茄苳	3	8	6	17
樟樹	1	13	0	14
楓香	5	1	2	8
雀榕	8	2	8	18
合計	25	54	45	124

表 3：本研究調查的老樹樹種及數量分佈

Table 3 : the number of old trees by species in this survey

樹種	宜蘭縣	花蓮縣	臺東縣	合計
榕樹	8(2)	28(10)	28(5)	64(17)
茄苳	3(0)	8(0)	7(0)	18(0)
樟樹	1(0)	10(1)	0(0)	11(1)
楓香	5(1)	1(0)	2(0)	8(1)
雀榕	8(2)	2(0)	6(0)	16(2)
白肉榕	0(0)	0(0)	1(0)	1(0)
合計	25(5)	49(11)	43(5)	118(21)

註：()中為死亡的老樹株數

表 4：評分超過 400 分之老樹

Table 4 : old trees with score above 400 points

樹種	樹高 (m)	胸圍 (m)	平均樹冠幅 (m)	總評分	地點
榕樹	22.74	30.00*	25.55	1284	臺東縣卑南鄉美農村舊斑鳩路
榕樹	20.36	27.7*	33.32	1217	臺東縣卑南鄉明峰村
榕樹	19.48	22.1*	29.65	983	臺東縣太麻里鄉大王村橋頭路
榕樹	21.38	16.57*	37.20	792	臺東縣卑南鄉美農村舊斑鳩路
榕樹	16.60	12.24a	32.55	603	宜蘭縣頭城鎮金面里北宜公路第三彎
茄苳	15.76	11.74a	27.00	564	花蓮縣富里鄉竹田村
大葉雀榕	26.85	9.89a	36.45	531	宜蘭縣頭城鎮大溪里合興隧道口
大葉雀榕	21.24	9.73a	34.25	513	花蓮縣卓溪鄉古風村石平段
榕樹	11.80	10.29a	22.75	490	宜蘭縣三星鄉拱照村大湖路 35-2 號
榕樹	14.60	9.63a	19.95	457	花蓮縣富里鄉富里村中山路
榕樹	15.30	9.29a	21.10	448	宜蘭縣礁溪鄉二結村二結路 50 號
大葉雀榕	21.00	8.16a	31.45	442	臺東縣鹿野鄉瑞豐村
大葉雀榕	16.45	7.75a	31.20	421	花蓮縣池上鄉富興村水墜路十一號
大葉雀榕	19.62	7.12a	35.75	414	臺東縣東河鄉興昌村興隆路三一號
榕樹	17.69	7.97a	25.40	412	臺東縣鹿野鄉永安村
大葉雀榕	14.80	8.10a	23.15	407	宜蘭市思源里七結巷金七結

註：* 表示群根之老榕樹

^a 表示單幹之老榕樹

表 5：各變數的 F 統計量和 P 值

Table 5: F statistic and P value by variables

變數代號	變數	F 統計量	P 值
X ₁	葉子正常	1.1441	0.3285
X ₂	枝梢蟲蛀	1.6016	0.2139
X ₃	胸徑	2.093	0.1363
X ₄	冠幅大小	1.4288	0.2513
X ₅	樹幹中折	2.3883	0.1044
X ₆	枝條修整	3.8181	0.0302
X ₇	避雷針	3.4167	0.0424
X ₈	樹高	3.009	0.0603
X ₉	附生木本植物	2.9988	0.0609

表 6：榕樹活力級之典型鑑別函數組均值

Table 6: the group mean value by vigor class and discriminant function

活力級	鑑別函數(CAN ₁)	鑑別函數(CAN ₂)
I	1.280671465	-0.350023806
II	-0.612323877	-0.350454610
III	-0.000393694	1.191071791

圖 1：活力級之鑑別函數中心值圖

Fig 1: the central values of discriminant functions by vigor classes 表 7：聯合組內標準化典型係數

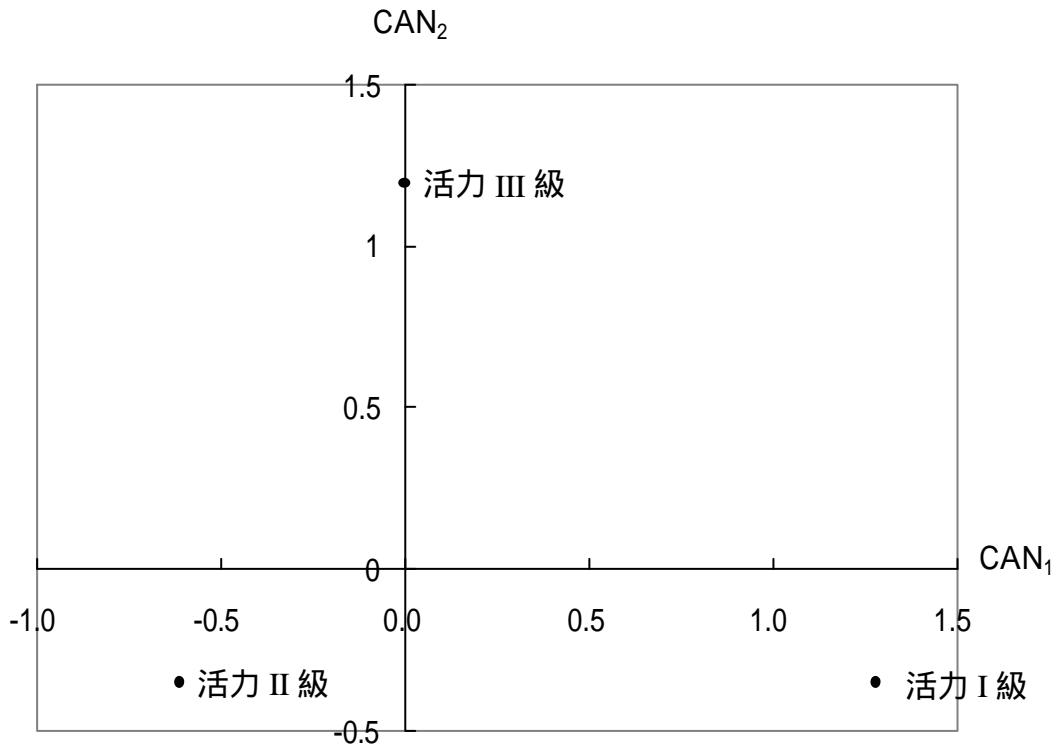


表 7：聯合組內標準化典型係數

Table 7: the standardized canonical coefficients within the pooled groups

變數	CAN ₁	CAN ₂
葉子正常	-0.594497795	-0.185932485
枝梢蟲蛀	-0.405982113	-0.321524005
胸徑	0.450029303	0.176367651
冠幅大小	-0.047541072	-0.397659701
樹幹中折	0.392125934	0.60379929
枝條修整	0.397717264	0.023057384
避雷針	0.401987111	-0.536886122
樹高	-0.440300724	0.361513746
附生木本植物	-0.015792848	0.673815621

表 8：變數與鑑別函數之關係

Table 8: the relationship between variables and discriminant functions

變數	適用函數軸	與函數軸之相關性	區分活力
葉子正常	CAN ₁	負相關	I與II, III
枝梢蟲蛀	CAN ₁	負相關	I與II, III
胸徑	CAN ₁	正相關	I與II, III
平均冠幅	CAN ₂	負相關	II與III
樹幹中折	CAN ₂	正相關	II與III
枝條修整	CAN ₁	正相關	I與II, III
有避雷針	CAN ₂	負相關	II與III
樹高	CAN ₁	負相關	I與II, III
木本寄生	CAN ₂	正相關	II與III

表 9：默氏鑑別分析法之歸類矩陣

Table 9: the classification matrix of Mahalannobis' discriminant analysis

	預測歸類 I 級	預測歸類 II 級	預測歸類 III 級	合計
實際歸類 I 級	6 54.55	4 36.36	1 9.09	11 100.00
實際歸類 II 級	1 4.35	20 86.96	2 8.70	23 100.00
實際歸類 III 級	1 10.00	3 30.00	6 60.00	10 100.00
合計	8	27	9	44
百分比	18.18	61.36	20.45	100.00
先驗機率	0.2500	0.5200	0.2300	

表 10：錯誤歸類之比率

Table 10 : the ratio of misclassified trees

	活力I級	活力II級	活力III級	合計
機率	0.4545	0.1304	0.4000	0.2735
先驗機率	0.2500	0.5200	0.2300	

表 11：附生木本植物株數統計

Table 11 : the number of trees with woody epiphyte on tree' s body

樹種	株數
榕樹	2
白肉榕	4
大葉雀榕	6
黑星紫金牛	1
長穗木	1
長梗紫芋麻	1
樟樹	1
江某	1
其他	1
合 計	18

