

臺灣桉樹病害調查報告

王維洋

摘要

桉樹類如赤桉、玫瑰桉、尾葉桉及細葉桉等，由於生長快速，近數年來已逐漸成為本省東部低海拔地區之主要經濟林造林樹種，提供工業用纖維用材。本報告描述本省桉樹類在苗圃及造林地所發生之病害及非病原性桉樹異常，包括其病徵、病原菌種類及病害發生情形，並綜合討論其嚴重性。報告之桉樹病害包括癌腫病、青枯病及小葉病等細菌性病害；苗腐病、角斑病、葉斑病、玫瑰桉葉斑病、葉銹病、灰黴病、褐斑病、枝枯病、潰瘍病及冠腐病等真菌性病害；此外非病原性病害包括紅斑病、流膠病、除草劑藥害、風害及遺傳性白化症等，以及病因不明之尾葉桉嫩葉病亦在文內敘述之。文內報導之桉樹青枯病、小葉病、苗腐病、玫瑰桉葉斑病、葉銹病、枝枯病、潰瘍病及冠腐病等均為本省之新記錄病害。

關鍵詞：桉樹類、林木病害、癌腫病、青枯病、小葉病、銹病、葉斑病、角斑病、潰瘍病、枝枯病、病害調查。

王維洋. 1992. 臺灣桉樹病害調查報告。林業試驗所研究報告季刊, 7(2): 179-194.

Survey of *Eucalyptus* Diseases in Taiwan

Wei-young Wang

[Summary]

Eucalyptus sp. such as *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. urophylla* and *E. tereticornis* are fast-growing tree species and since 1985 has become the major economic plantation species for wood fiber production at lower elevation areas in Eastern Taiwan. This report describe the diseases and disorders found in the nursery and eucalypt plantations including disease symptoms, the pathogens and the disease servery. Reported diseases include crown gall, bacterial wilt, little-leaf, seedling blight, angular leaf spot, leaf spot, brown spot, leaf rust, grey mold, shoot blight, stem canker, and butt rot. Several non-infectious diseases including the leaf red spot, gummosis, herbicide injury, typhoon damage and genetic albinism and an unidentified leaf crinkle disease are also described. Among the eucalypt diseases, bacterial wilt, little leaf, seedling blight, brown spot, leaf rust, shoot blight, stem canker and butt rot are new disease records in Taiwan.

Key Words : *Eucalyptus*, tree disease, crown gall, little leaf, bacterial wilt, leaf rust, leaf spot, angular leaf spot, canker, butt rot, shoot blight, disease survey.

Wang, Wei-young. 1992. Survey of *Eucalyptus* diseases in Taiwan. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 7(2) : 179-194.

1992年 3月送審

1992年 6月通過

一、緒 言

原產澳洲及印尼的桉樹是目前世界上最具經濟價值的闊葉樹種，共有六百餘種，其中約有四十餘種目前廣泛在世界各地引種栽植。據聯合國世界糧食組織(FAO)的估計，目前已有96個國家建造了超過600萬公頃的桉樹人工林，每年生產之木材超過六千萬立方公尺。本省過去亦有大葉桉(*E. robusta*)及檸檬桉(*E. citriodora*)之栽植，然多屬庭園及行道樹，少有大面積造林。自1985年以來，因為本省東部低海拔地區主要之速生造林樹種銀合歡(*Leucaena leucocephala*)受到銀合歡木蝨侵襲，生長不良，造林樹種遂逐漸由速生桉樹取代，在東部地區及西部之臺灣糖業公司部分轉作蔗田廣泛造林，提供紙漿用材，目前造林面積已超過三千公頃。栽植之樹種主要包括赤

桉(*E. camaldulensis*)，玫瑰桉(*E. grandis*)，細葉桉(*E. tereticornis*)，及尾葉桉(*E. urophylla*)等四種。

桉樹在苗圃及造林地中除了正常發育外，亦會受到不良環境影響及病蟲害侵襲，降低其木材產量及品質。一般而言，流行性病害的發生有三種情形，一為具感病性的外來林木栽植於病原菌存在之地區；二為外來病原菌侵入感病林木生長之地區；三為環境重大變化引起感病林木抗病性降低或病原菌大量繁殖。桉樹類對本省而言為外來引進之樹種，過去因栽植面積不大，所發生之病害僅零星呈報，例如大葉桉角斑病(Chen, 1965)，檸檬桉根頸腐爛病(謝煥儒, 1980)，粗皮桉(*E. deglupra*)幼苗猝倒病(謝煥儒, 1982)，桉樹灰霉病(謝煥儒, 1982)等。而根據以往經驗，林木病害往往為造林地成功與否之最大限制因

表1. 本省桉樹傳染性病害之發生及其危害部位與嚴重性

病 名	病 原 菌	危 害 樹 種	危 害 部 位	嚴 重 性
癌腫病	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	赤桉、玫瑰桉 尾葉桉、斑桉	莖基部	中度
青枯病	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	赤桉、玫瑰桉、尾葉桉	莖	輕微
小葉病	Mycoplasmalike organisms	赤桉、玫瑰桉 尾葉桉、細葉桉	全株	中度
苗腐病	<i>Cylindrocladium floridanum</i>	赤桉、玫瑰桉、細葉桉	幼苗	輕微
角斑病	<i>Phaeoseptoria eucalypti</i>	赤桉、玫瑰桉 尾葉桉、細葉桉	葉片	輕微
褐斑病	<i>Coniothyrium kellangurense</i>	赤桉、玫瑰桉	葉片	輕微
葉銹病	<i>Puccinia psidii</i>	赤桉、玫瑰桉 尾葉桉、細葉桉	葉片	輕微
玫瑰桉葉斑病	<i>Mycosphaerella</i> sp.	玫瑰桉	葉片	輕微
葉斑病	<i>Pseudocercospora eucalypti</i>	赤桉、玫瑰桉	葉片	輕微
灰霉病	<i>Botrytis cinerea</i>	赤桉、玫瑰桉	幼苗、葉片	輕微
枝枯病	<i>Cylindrocladium floridanum</i>	赤桉、玫瑰桉	枝條、主幹	中度
潰瘍病	<i>Phoma eucalyptica</i>	赤桉	枝條、主幹	輕微
冠腐病	<i>Hymenochaete</i> sp.	赤桉	莖基部	輕微

子。如泡桐炭葉病與銀合歡木蝨等均造成重大經濟損失。筆者設在農委會經費補助下於民國78年起, 進行調查按樹苗圃及造林地病害, 共記錄細菌性病害3種, 真菌性病害10種(表1), 非病原性異常5種, 及一種疑似毒害病, 共計19種按樹病害與異常。

二、材料與方法

(一)調查地點:

本省按樹病害調查及採集地點包括花蓮縣吉安鄉中華紙廠公司設立之吉安苗圃及富世、康樂、北埔、吉安、鳳林、壽豐及光復等地。臺東縣之瑞源、新化及光電等地。此外臺灣糖業公司光復、臺東、南州、旗山、善化、南靖及斗六糖廠之蔗田轉作按樹造林地自1990年起亦在病害調查之範圍內。

(二)調查方法:

每隔一至二月, 赴苗圃及造林地調查並記錄罹病按樹之病徵、病兆及發病情形, 並採取罹病標本回實驗室研究, 以解剖顯微鏡檢查病斑上之病原菌子實體構造, 或將病害組織置於培養皿內之潮濕濾紙上, 逐日觀察是否有子實體產生。若屬真菌性病害則以無菌接種挑出病原菌孢子, 接種於馬鈴薯洋菜培養基(PDA)平板上, 以分離病原菌, 觀察其形態以鑑定學名, 再經接種試驗證明其病原性。細菌性病害則以無菌解剖刀取其病害組織或細菌滲流物, 以無菌水進行10倍之系列稀釋。自 10^{-3} 至 10^{-8} 稀釋液中取0.1ml塗抹於營養培養基(NA)平板上, 長出之細菌菌落再經單菌落移植法劃線於新的平板培養基上以純化菌種。細菌菌種之鑑定則參考植物細菌病害鑑定手冊所列之方法, 利用測試培養基及生化檢驗法鑑定(Lelliott and Stead, 1987; Schaad, 1988)。

三、結果與討論

(一)細菌性病害(Bacterial Diseases)

調查之細菌性病害共有三種, 分別為癌腫病、青枯病及小葉病:

1. 癌腫病(Crown gall)

病原: 按樹癌腫病亦稱冠瘿病, 其病原為植物癌腫菌(*Agrobacterium tumefaciens* (E. F. Smith) Conn.)

病徵: 按樹癌腫病之病徵為赤核幼苗在子葉脫落處相對長出與表皮同色之瘤狀癒合組織, 直

徑約0.5~1.0公分, 通常二側對稱, 有時一側較大, 瘤上常會產生不定芽, 發育成小枝條。此瘤狀物會隨植株發育而增大, 罹病按樹生長勢受損而矮化, 嚴重時數年後死亡, 有時在莖基部癒合而形成大型腫瘤(圖1B), 表皮粗糙, 堅硬, 深褐色至黑色, 腫瘤切開後內部木質化。

筆者最初在林試所六龜分所培育之赤核穴植管苗發現此病(圖1A)。寄主植物主要為檸檬桉, 斑桉(*E. maculata*)赤桉及玫瑰桉等, 而以檸檬桉最易感病。幼嫩腫瘤經表面消毒後, 挖取組織研碎以劃線法可在D-1 Agar 上分離純化植物癌腫細菌, 菌落呈稠團至圓形凸起, 淺綠至橄欖色, 有光澤, 革蘭氏染色為陰性。純化培養之細菌懸浮液以無菌針接種無病赤核苗木, 約四至六週後, 接種部位長出癒傷組織狀腫瘤, 而對照組以無菌水接種則無腫瘤產生, 腫瘤細菌可以再次的直接接種部位腫瘤中分離出來。

按樹癌腫病之報導早於1975在阿根廷及哥倫比亞等地造成流行性病害(Reis and Hedges, 1975), 謝煥傑氏在本省首先發現檸檬桉罹患癌腫病導致生長不良, 甚或死亡(謝煥傑, 1980)。Jindal氏報導印度旁遮省之薔葉桉感染癌腫病, 三個月大之細葉桉感染率為30%, 至12個月大時, 感染率增至70%(Jindal and Bhardwaj, 1986)。在中國大陸之浙江及廣東省, 癌腫病主要危害檸檬桉及窿綠桉(*E. exserta*) (鄧述輝, 1989)。癌腫細菌為土生性細菌, 普遍存在於土壤。花蓮縣吉安苗圃之赤核種子直播於苗床中, 罹患癌腫病之比例為10至50%, 留存於苗床土壤中而未移入穴植管之赤核苗木感染率可達80%以上, 因癌腫均在子葉脫落處對稱長出, 故筆者推論癌腫細菌係由子葉脫落之葉傷口處進入植物組織, 造成苗木感染。建議之防治方法包括, 在育苗前進行苗床土壤消毒, 以及育苗初期噴撒四環素(Tetracycline), 此外苗圃灌溉用水亦為重要之細菌來源, 需保持水源清潔, 以避免癌腫病造成流行性病害。出栽前尚需挑選健康苗木, 已罹患癌腫病之苗木需拔除, 不得提供造林之用。

2. 青枯病(Bacterial wilt)

病原: 按樹青枯病之病原菌經鑑定為青枯假單胞桿菌(*Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith)在本省主要之寄主為茄科植物如蕃茄。

病徵: 按樹青枯病在本省之發生筆者首次於1991夏末在花蓮縣光復鄉新植之赤桉林發現, 感病之赤桉呈現萎凋狀(圖1C)發病初期, 植株葉片

顏色轉成淡綠色，下部枝條下垂，頂芽部分逐漸褐化死亡，死亡之枝條逐漸向下蔓延，全株於一至二週內枯死，枯死之植株不落葉，此為青枯病特徵之一。樹皮剝開後，內部形成層及維管束組織褐色變色(圖1D)，感病植株之枝條橫斷面可見到細菌滲流物(bacterial ooze)自導管部分滲出，呈淡黃至白色粘液狀(圖1E)。

罹病赤桉導管內之細菌滲流物經切片鏡檢，可見其內為革蘭氏陰性細菌，利用序列表釋法將細菌滲流物稀釋到 10^{-8} 濃度，塗抹於營養培養基上，可見到純化之病原細菌，菌落白色，全緣，不具光澤，經鑑定為青枯假單胞桿菌(*Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith)。

桉樹青枯病之記載目前僅見於中國大陸，於1983年首次在廣西發現，至1986年繼而在廣東及海南島等地發現，主要危害之桉樹包括玫瑰桉、尾葉桉、檸檬桉及雪梨藍桉(*E. saligna*)等，以尾葉桉及雪梨藍桉較為感病，發病率為2-10%，主要危害一年生至四年生之桉樹(王明欽與柯金閃，1988)。

花蓮光復地區罹患青枯病除了赤桉，尚包括玫瑰桉，發病率1-2%，目前仍繼續增加中。其中赤桉造林地因栽植後覆蓋甘蔗葉，並於夏季以水灌澆水，適宜病原菌生長，故發病較速。吳清平等氏利用人工接種方法測定桉樹樹種對青枯病之抗病性，其結果顯示桉樹樹種間和地理種源有顯著差異，其中玫瑰桉×尾葉桉雜交種，雪梨藍桉7451及7651號以及綠緣桉具有高度抗病性，而尾葉桉及赤桉13923號則為高度感病品種(吳青平與梁子超，1988)。桉樹青枯病為本省新記錄病害。

3. 小葉病(Little-leaf disease)

病原：桉樹小葉病之病原菌為細菌類之擬菌質體(Mycoplasma-like organisms, MLO)，屬於缺乏細胞壁之專性寄生細菌。

病徵：桉樹小葉病自1988年起即普遍存在於本省桉樹苗圃及造林地中，包括赤桉、玫瑰桉、尾葉桉及細葉桉均會感病，苗圃中二、三個月大之桉樹苗即開始顯現病徵，包括植株矮化、小枝條分枝增多、葉變小、葉色變為淺綠、葉片數目增加，呈現輕微之旗葉狀(圖1F)，施肥後，病徵會暫時消失，但過一段時間或出栽後又會恢復。苗圃中發病頻率視季節及樹種而異，一般均在1%以下。旗生之枝條經一段時間後會褐化死亡造成局部枝枯(圖1H)。造林地內之桉樹小葉病病徵包括植株矮化，僅及正常桉樹之半或更少，節間

變短，葉形變小，通常呈線形至披針形，長度在1至2公分以下，一般僅及正常葉片數十分之一，葉片變薄顏色呈淺綠，葉病嚴重者節間極短，側芽叢生而形成掃帚狀(圖1G)，數月間後條褐化死亡，由於病徵在接近頂芽處特別嚴重，因此往往造成罹病植株之上半部僅剩枯枝殘存，而下半部尚有近乎正常葉片。嚴重者發病率超過10%。

Sastry最早在1971年於印度報導檸檬桉罹患小葉病之病徵，但當時認為是由毒素病引起(Sastry, 1971)。Sharma接著於1983年在印度Kerala省發現細葉桉感染小葉病(Sharma *et al.*, 1983)，其在苗圃調查之結果發現除細葉桉外，玫瑰桉及藍桉(*E. globulus*)均會感染小葉病，感染率自0.002%至0.58%不等。因桉樹幼苗在極幼小時即顯現病徵，故Sharma氏推測小葉病可能為種子傳染。

為了解小葉病的種子傳染性，筆者於1989年自花蓮吉安苗圃選取一批育苗結果約有10%發病率之赤桉育苗用種子，以30% H₂O₂表面消毒後播於無菌蛭石，置植物生長箱內培育，種子發芽後，移植200株苗木於穴植管中並在溫室內觀察半年。結果顯示沒有一株赤桉苗木產生小葉病徵，故推論桉樹小葉病並非由種子傳染，而是在苗圃育苗初期時受到媒介昆蟲傳染而罹病。

擬菌質體之病者鑑定除了必需使用穿透式電子顯微鏡觀察組織超薄切片以鑑定篩管內之擬菌質體外，亦可利用登氏染色法(Diène's stain)及螢光染色法(Fluorescent microscopy)進行光學顯微鏡觀察(王維洋與王涼淵，1989)。Ghosh等氏利用0.2%登氏染色劑(2.5% methylene blue, 1.25% azure II, 10% maltose 及0.25% Sodium carbonate)可在罹病組織維管束之內層韌皮部(inner phloem)及外層韌皮部(outer phloem)觀察到被染成深色的篩管細胞，而在健康組織中則篩管不染色。而利用0.01%螢光染料aniline blue染色後在螢光顯微鏡下，病株之篩管部位放射出強烈之黃綠色螢光，而極易與健康植株區分。而利用電子顯微鏡觀察玫瑰桉組織切片可在篩管細胞內見到類似MLO之構造。(Ghosh *et al.*, 1985; Mohamed, *et al.*, 1986)。Da Falla等氏於1986年於蘇丹罹患小葉病之藍桉(*E. microtheca*)超薄組織切片內亦觀察到MLO之存在，其大小包括60~70nm之小型個體，70~250nm之中型個體到超過600nm之大型個體均存在，一般呈圓形至不定形，且缺乏如螺旋菌質體(Spiroplasma之螺旋狀構造(Da Falla *et al.*,

1986)。筆者亦利用穿透式電子顯微鏡觀察罹患小葉病之赤桉葉柄超薄組織切片，在篩管細胞內觀察到多數圓形、橢圓形至棍棒狀之擬菌質體(圖2B)，其大小自350nm至900nm不等，具有三層膜之細胞膜構造，僅局限於少數篩管中，不見於其它組織。

罹患小葉病之赤桉苗木自花蓮吉安苗圃取回後置溫室內培養，並利用寄生性植物菟絲子(*Cuscuta chinensis* Lam. 由農業試驗所楊一郎研究員提供)，進行寄生聯結(Parasitic connection)，可將小葉病之病源MLO導入長春花(*Vinca rosea* L.)植株內，再將感病長春花側芽切下嫁接到健康長春花植株上以保存病原。罹病之長春花呈現包括葉形變小、呈癭葉狀、葉黃化等病徵(圖2A)。與健康側芽長出之正常葉片呈明顯對比。由於桉樹小葉病非種子傳染，故需在苗圃附近找尋病原來源，經調查結果在苗圃旁水溝之土壤上發現一株辣椒植株(*Capsicum annuum* Linn.)顯示癭葉病徵，其是否為苗圃桉樹小葉病之病源，則尚待進一步研究查證。桉樹小葉病為本省新記錄桉樹病害。

(一)真菌性病害(Fungal Diseases)

1. 苗腐病(Seedling blight)

病原：苗腐病之病原菌為*Cylindrocladium floridanum* Sob. & Seymour，病原菌分離後在馬鈴薯洋菜培養基(PDA)上呈現灰黑色菌落，培養基本身亦被染成深黑色，分生孢子梗直立，上有多數褐色厚壁菌絲及圓球狀厚壁孢子(Chalmydospore)菌絲在頂端特化成橢圓球狀囊泡(vesicles)，囊泡直徑8-18 μ m，分生孢子無色，大小約35-60 \times 5-8 μ m，通常分生孢子具一隔膜，但亦有二至三隔膜者(圖4D)。

病徵：苗腐病常可在花蓮吉安苗圃之赤桉及玫瑰桉苗木上見到，苗木罹病後首先在莖部，尤其是靠近地基部褐化、組織死亡，枯死部分迅速向上蔓延至頂芽及葉片(圖2C)，枯死部分長出灰白色菌，為病原菌之分生孢子柄及分生孢子(圖2D及2E)。

苗腐病在本省常發生於夏初高溫多濕季節，且病原菌蔓延速度極為迅速，嚴重時會造成相當數量之苗木死亡。苗腐病之主要寄主為赤桉、細葉桉及玫瑰桉。在印度、巴西及中南美、非洲地區均為重要之苗圃病原菌，除苗腐病外並造成葉斑、莖腐及梢枯等病害(Rattan *et al.*, 1983; Sharma *et al.*, 1984; Mohanan *et al.*, 1985)。桉樹類除在苗圃外，並在各個生長階段中均可

能受到侵襲。*Cylindrocladium floridanum* 為土生性真菌，在感染的葉片及土壤中會形成菌核(microsclerotia)可存活多年(Thies, 1970)。分生孢子之最適宜發芽溫度為25 $^{\circ}$ C(Mohanan *et al.*, 1986)，苗圃中苗木太過密集，溫度過高處較易罹病。1988年在花蓮吉安苗圃簡易溫室內之試驗桉樹扦插苗木因使用自動噴霧器，噴霧次數太過密集，溫度過高，病原菌蔓延迅速，導致80%以上之扦插苗感染苗腐病而褐化死亡。

Jayashree 等氏在苗圃篩選抗苗腐病品系之桉樹，經過一年觀察，發現德克布達桉(*E. deglupta*)品系12909, 12976及12977，藍綠桉品系13282，脂桉(*E. microcorys*)品系12795及樹脂桉(*E. resinifera*)品系13322完全不受苗腐病感染，具有極高之抗病性，故可提供抗病育種之材料(Jayashree *et al.*, 1986)，Rattan 等氏利用0.5%之銻銜乃浦(Dithane M-45)可有效地防治苗腐病，此外桉樹種子以得恩地(Thiram)，貝芬替(Bavistin)等化學藥劑(10mg/g種子)處理，亦可有效地減少苗腐病的發生(Rattan and Dhanda, 1985)。苗腐並為本省桉樹新記錄病害。

2. 角斑病(Angular leaf spot)

病原：桉樹角斑病之病原菌為桉樹針孢菌*Phaeoseptoria eucalypti* (Hansf.) Walk.，病原菌之分生孢子為圓柱形，直或稍彎曲，兩端較圓，2-6橫隔，分生孢子大小為35-50 \times 4-7 μ m。自不同樹種分離之病原菌形態無甚差異。

病徵：病徵在感染初期在葉片表面呈現紫黃至褐色不定形病斑(圖2F)，大量褐色分生孢子如絲狀自分生孢子器內長出，使得感病葉片背部常被深褐色至黑色絲狀或粉狀之分生孢子覆蓋(圖2G及2H)嚴重感染之葉片提早脫落，故病害嚴重時會造成老葉脫落。

本省終年可見角斑病之發生。造林之桉樹樹種包括赤桉、玫瑰桉、尾葉桉、及粗葉桉均會感病，為本省造林地最普遍之桉樹葉部病害，通常危害老葉。桉樹角斑病雖全年均有，但以夏季8-9月較為嚴重，一般僅對老葉危害，而對上層樹冠無影響，故屬於輕微病害，除本省外，桉樹角斑病在世界各地之桉樹栽植區均有發生，在印度且有造成苗圃中細葉桉大量落葉之記錄(Sharma *et al.*, 1984)。

3. 葉斑病(Leaf spot)

病原：葉斑病之病原菌為桉假尾孢菌(*Pseudocercospora eucalypti* Goh & Hsieh)，分

生孢子無色，圓柱狀，大小約 $25 \sim 36 \times 3 \sim 5 \mu\text{m}$ ，基部稍圓，具3~6個橫隔。

病徵：病徵初期為葉片上形成紫紅色至褐色之小圓斑，直徑1~2mm，漸漸擴大，呈圓形或不規則形，病斑中心為褐色壞疽組織，邊緣呈淡紫色(圖3A)，病斑發育後期，逐漸癒合成片，面積可達葉片二分之一以上，褐色部分轉成白色，其內長出許多明顯黑色之分生孢子座(stroma)(圖3B)。

葉斑病在林地極為常見，一般危害老葉。主要危害赤桉，夏季較常見，冬季較少。病害通常集中於下層樹冠，上層樹冠及嫩葉少見葉斑病，嚴重時葉片枯萎掉落，但一般而言危害輕微。Yamamoto於1934年首次報導本病危害藍桉並稱之為角斑病，並鑑定其病原菌為附狀狀尾孢菌(*Cercospora epicoccoides*)(Yamamoto, 1934)。此外澤田兼吉與陳其昌氏亦分別記錄此病害(Sawada, 1943; 陳其昌, 1965)。此病原後經謝文瑞與吳德強氏更名為*Pseudocercospora euclalypti*(謝文瑞與吳德強, 1990)。

4. 玫瑰桉葉斑病(Leaf spot of *E. grandis*)

病原：其病原菌為球腔菌*Mycosphaerella* sp.，在病斑中形成黑色子囊果(ascocarp)，內有子囊，子囊內具八個子囊孢子，子囊孢子無色，具一橫隔，大小約 $16 \sim 18 \times 5 \sim 6 \mu\text{m}$ 。

病徵：苗圃之玫瑰桉幼苗在冬末春初，低溫潮濕季節易感染葉斑病。病徵為在葉片表面出現近似圓形斑點，外緣深紫紅色，中心部白色，直徑約1~3mm，外緣紫紅色部分後期略突起於表面(圖3C)，嚴重時葉片脫落。

玫瑰桉葉斑病僅危害苗圃玫瑰桉幼苗葉片，對赤桉、尾葉桉及細葉桉無影響。一般病害情形不嚴重。玫瑰桉葉斑病為本省桉樹新記錄病害。

5. 灰霉病(Grey mold)

病原：灰霉病由真菌灰葡萄孢菌*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.所引起。屬於不完全真菌，顯微鏡檢驗可見褐色分生孢子梗(conidiophore)上著生多數橢圓形分生孢子，簇生如葡萄狀，分生孢子大小約 $8 \sim 16 \mu\text{m}$ ，接近無色。

病徵：赤桉罹病後，葉尖及葉緣部分由最初之淡褐色斑點擴展成片，導致葉尖及葉緣暗褐色枯萎凋敗(圖3D)，在潮濕環境下，壞疽組織長出灰白色毛狀菌絲。

桉樹類灰霉病在本省之發生包括藍桉、玫瑰桉及疣桉(*E. megacarpa*)(謝煥儒, 1982)赤桉及玫瑰桉等。通常在冬雨季節危害苗圃，低溫高

溫季節較易造成流行病。灰葡萄孢菌為兼性寄生菌(Facultative parasite)，寄主範圍極廣。但在造林地危害輕微，通常發病時間為冬末春初，一旦氣候轉暖後，即停止發病。灰霉病在1985年曾在廣西及海南島之桉樹苗圃大量發生，主要危害雷州藍桉及赤桉苗木，發病率可達30%，多分布於生長過密及過度潮濕之苗床上(弓明欽與柯金因, 1988)。

6. 褐斑病(Brown spot)

病原：病原菌為桉盾殼霉(*Coniothyrium kallangurensis* Sutton et Akorn)，在病葉壞疽部分長出排列整齊之橢圓形分生孢子器(Pycnidia)(圖3F)，分生孢子為單細胞，淡褐色，大小為 $6 \sim 12 \times 3 \mu\text{m}$ ，橢圓形兩頭漸尖(圖3G)。

病徵：病斑在葉片上呈圓形至不規則形，向四周擴散，組織壞疽呈黃色至淡褐色，上有環狀排列之黑色分生孢子器，通常由葉尖開始發病，逐漸向葉柄部分蔓延，面積可達整個葉片二分之一至四分之一(圖3E)。

褐斑病見於花蓮地區栽植之玫瑰桉及赤桉，多為害1~3年生幼樹葉片，氣候潮濕時，分生孢子在分生孢子器開口處形成孢子滲出物(Spore ooze)，靠雨水及昆蟲傳播，一般危害玫瑰桉樹冠低層樹葉，逐漸向上蔓延，嚴重時造成落葉，但一般而言，在造林地危害輕微。本病在中國大陸之廣東省亦有報導，主要危害赤桉、藍桉、藍桉、雷州藍桉、細葉桉及大葉桉等樹種。本病皆在臺灣為桉樹新記錄病害。

7. 葉銹病(Leaf rust)

病原：葉銹病之病原菌為蕃石榴柱銹菌(*Puccinia psidii* Wint.)，夏孢子鮮黃色，大小各為 $20 \sim 30 \times 15 \sim 20 \mu\text{m}$ ，圓形至橢圓形，表面具刺狀突起(圖4B)。未發現多孢子。

病徵：葉銹病最早在1991年3月間於花蓮北豐農場之赤桉造林地發現。感病之赤桉為2年生林木，低層樹冠之葉背呈現多數金黃色之夏孢子堆，極為顯著(圖3H)，葉片正面則呈現白色不定形白點(圖4A)。1991年5月在花蓮吉安苗圃發現除赤桉外，玫瑰桉、尾葉桉及細葉桉幼苗葉背亦有銹孢子堆，呈鮮黃色點狀零星分佈。至1991年10月為止，未見桉樹葉銹病在造林地擴散情形，且除了花蓮地區外，在本省西部之桉樹造林地亦未見葉銹病發生。

桉樹葉銹病至今僅在南美之巴西及印度報導過危害檸檬桉苗木，而未在其他地區，包括桉樹之原產地澳洲在內發現(Heather and Griffin,

1984)。銹病為專性寄生菌(Obligate parasite)，其交互寄生主為蕃石榴屬(*Psidium* sp.)之植物，桉樹葉銹病菌可能亦危害本省廣泛栽植之蕃石榴，故需進一步調查葉銹病在本省之分布及蔓延情形。本病害為本省新記錄病害。*P. psidii* 亦為本省新記錄種。

8. 枝枯病(Shoot blight)

病原：病原菌 *Cylindrocium floridanum*，與苗圃中之苗腐病病原菌相同。

病徵：罹病植株自枝梢及頂芽部為向下30公分至1公尺高度褐化死亡，枝條枯死後呈黑色，葉片褐化捲曲，殘留枯死枝條上，並不掉落(圖4C)，受害部位如火燒狀，故亦稱焦枯病。

枝枯病在造林地是較為普遍之病害，主要危害赤桉與玫瑰桉1至3年生林木，赤桉發病較為嚴重，氣候潮濕時，枯死枝條上長出灰色毛黴，其上帶有大量之分生孢子，可迅速傳播病害，分生孢子之散佈主要是靠雨水濃霧(Mohanan and Sharma, 1986)，枝枯病在本省各處桉樹造林地均有零星分布，赤桉罹病枝枯病後生長停頓，嚴重者在數月內全株死亡。桉樹枝枯病為本省新記錄病害。

9. 潰瘍病(Stem canker)

病原：本省桉樹發生之潰瘍病目前僅在花蓮光復鄉發現由桉藍點霉(*Phoma eucalyptica* Sacc.)，所引起之赤桉潰瘍病。屬於不完全菌，分生孢子無色， $3\sim 5 \times 1.5\sim 2 \mu\text{m}$ ，分離之菌株在馬鈴薯培養基上形成暗褐色菌落，菌絲產生許多球形厚壁孢子。

病徵：病徵初期在剝枝上形成紡錘形病斑，中心部位褐化，產生突起之癒傷組織，表皮破裂(圖4E與4G)，病斑發育後期逐漸癒合，造成主幹或枝條腐布潰瘍病斑痕，粗糙呈黃褐色(圖4F)，葉片脫落，嚴重時植株乾枯死亡。病斑未癒合時，可在病斑周圍之表皮上見到略突起之黑色球形分生孢子器(Pyrenidia)，在潮濕情況下，可見白色分生孢子自分生孢子器之開口滲流出表面。

赤桉潰瘍病在本省造林地之發病率極低，僅見到少數單株罹患潰瘍病，且多為細小且生長不良之赤桉造林木。但中國大陸之廣東、廣西及海南島等地均嚴重發生此病，發病率可達40~85%死亡率可達10%，為最重要之桉樹病害(弓明欽與柯金閃, 1988)。病害之主要發展期間為8~9月，分生孢子靠雨水及空氣彈染再蔓延至其他部位。過量使用氮肥會促進病害發展，故在發病地區應減少氮肥施量，罹病植株可噴撒波爾多液(1:1:

100)，連噴三次，可有防治潰瘍病(弓明欽與柯金閃, 1988)。潰瘍病為本省桉樹新記錄病害。

10. 冠腐病(Butt rot)

病原：冠腐病之病原菌為 *Hymenochaete* sp.，屬於擔子菌類之革菌科(Thelephoraceae)，子實體黃褐色，平伏於植物體表面，內具剛毛，長 $45\sim 70 \times 5\sim 6 \mu\text{m}$ ，擔孢子無色， $6\sim 9 \times 2\sim 3 \mu\text{m}$ 。

病徵：罹病赤桉全株枯死(圖4H)，乾枯樹葉仍留在樹上，因此病徵在造林地目標特別顯著。死亡桉樹之基部至根頭部分匍匐一層黃褐色子實體(圖5A)，長約5~8公分，環繞莖基部。

赤桉冠腐病目前僅在花蓮縣富里村一處赤桉造林地發現。該處造林地為一片臨河斜坡，垃圾堆積，立地因子不良，赤桉感染冠腐病後迅速萎凋死亡，而該片赤桉造林地之感染率約為10%。本省其他林地則未見冠腐病之發生，因此冠腐病應屬地區性病害，可能與該造林地之立地因子不良有關。冠腐病為本省桉樹新記錄病害。

(三) 非病原性異常(Abiotic diseases)

1. 紅斑病(red leaf spots)

苗圃與造林地內之赤桉與玫瑰桉受生理作用影響，常常在葉部表面產生許多圓形紅色斑點(圖5E)，通常在下層樹冠之老葉上發生，為葉片老化後，其內色素堆積所產生，紅斑後期其中心部位漸枯乾死亡，但病斑內不具有病原菌之生長。紅斑病在中國大陸之廣東及廣西者亦常見於檸檬桉、藍綠桉及大葉桉(前述雄, 1989)。因屬於生理性變化不具病原性，故危害極輕微。紅斑病之發生可能與日照、土壤養分及遺傳組織均有關係，其成因尚待進一步探討。

2. 流膠病(Gummosis)

桉樹受到外物傷害，如火災、蟲害、白蟻或天牛蛀食，病害、如濕腐病及機械傷害如風害等，會在樹幹上流出樹脂(圖5F)，稱作Kino。桉樹流膠嚴重情形主要在花蓮北埔一處赤桉與尾葉桉混合造林地內發現，該地與海岸木麻黃防風林僅有一路之隔，林內部分赤桉與尾葉桉受到嚴重之木麻黃星天牛(*Anoplophora macularia*)危害，為造成桉樹流膠之可能原因。有時樹脂在木材內產生黑色之膠狀物質稱作膠脈(gum veins)或膠袋(Gum pockets)，其本身不是病害，而是桉樹受到傷害之生理產物(Jacobs, 1955)。流膠病可顯示造林地內桉樹之健康狀況，供造林者參考。而木材內黑色之膠脈之對木材製藥品質有不良影響，應避免使用。

3. 除草劑藥害 (Herbicide damage)

桉樹除草劑藥害常在臺灣糖業公司，各精廠造林地內見到，噴撒之除草劑以年年春（嘉磷塞，glyphosate）為主，桉樹吸收後，造成葉片邊緣黃化（圖5G）、捲曲變形，嚴重者葉片枯萎而脫落。一般噴撒除草劑時藥劑經植物葉片吸收移至根部，對全株葉片均有影響。病徵之強弱視植物所吸收量而定，一般對桉樹生長影響輕微。此除草劑之作用為阻礙芳香氨基酸之合成路徑，屬非選擇性除草劑，因效果良好、毒性極低，故常用於農田及果園，唯噴撒時需注意噴嘴方向，以免噴及桉樹產生藥害。

4. 風害 (Typhoon damage)

夏季颱風來臨往往對造林地內之桉樹造成風倒及風折危害，而以風倒木居多（圖5D），嚴重時可造成三分之一以上之林木伏倒，尤以1至3年生之桉樹造林較為嚴重。平地潮濕土壤造林之桉樹，根系較淺，又因桉樹生長迅速，樹高及枝葉密度與胸高直徑比例過大，不利於抗風，故易受風害。本省栽植之細葉桉亦屬抗風性強之桉樹。在模里西斯島（Mauritius）之細葉桉於各個生長階段均可抵抗每小時160公里之強風。此外葡萄桉（*E. botryoides*）亦可抗強風，尤其是海岸地帶鹽性強風（FAO, 1981）。本省因颱風固定每年來襲，為避免風害造成之經濟損失，樹種選擇在平地及衝風地帶應以赤桉、細葉桉為主。

5. 遺傳性白化 (Genetic albinism)

桉樹造林地內偶而可見到因遺傳變異導致之葉部白化或斑紋化，嚴重者其新芽及部分葉片因缺乏葉綠素，而呈白化，輕微者則葉片綠色、黃色雜駁呈嵌紋狀（圖5B），深具觀賞價值，植株生長正常。因屬單株遺傳變異，故不具傳染性。

四病因未明之病害 (Unidentified disease)

1991年3月筆者在花蓮光復糖廠造林地上發現數株疑似罹患毒素病之尾葉桉，病徵為葉片之生長位置正常但葉片形態畸形，部分呈細小狹長披針形，葉緣嚴重皺摺（圖5C），而部分葉片則短闊如扇狀，葉緣亦嚴重皺摺反捲（圖5H），葉片之葉脈周圍並具有輕微之嵌紋狀病徵，病葉上並未發現細菌、真菌或昆蟲為害，故判斷為疑似毒素病感染，其病原尚待進一步試驗證實。Sastry於印度曾報導3種桉樹毒素病，包括嵌紋病、小葉病及葉皺病，其中小葉病已證實為由擬菌質體所引起，而另一種稱作葉皺病（leaf crinkle）之毒素病則與筆者發現之尾葉桉葉皺病之病徵極為類似，印度報導之葉皺病病徵包括葉緣向上皺摺反捲，呈

波浪狀，且葉脈部位嵌紋狀（vein banding），其寄主為檸檬桉（Sastry, 1971）。

四、結 論

(一)臺灣栽植之連生桉樹病害調查結果，計細菌性病害3種，真菌性病害10種，非病原性異常5種及疑似毒素病1種，共計19種。

(二)具傳染性之桉樹病害調查結果列於表1。其中癌腫、青枯及小葉病屬細菌性病害；苗腐、角斑、褐斑、葉銹、玫瑰枝葉斑、葉斑、灰霉、枝枯、潰瘍及冠腐病等屬於真菌性病害。其中除癌腫、青枯、小葉及枝枯病為中度危害外，其餘病害之影響輕微。

(三)桉樹癌腫、青枯、小葉、苗腐、葉銹、灰霉、枝枯及潰瘍等病在國外曾報導引起流行性嚴重病害，故於本省在適當環境條件下，亦具有引起流行性病害之潛力。

(四)桉樹非病原性異常包括紅斑病、流膠病、除草劑藥害、風倒及遺傳性白化症等5種，其中尤以風害影響最大，故樹種選則應以抗風性強之赤桉、細葉桉為主。

(五)桉樹青枯病、小葉病、苗腐病、褐斑病、葉銹病、玫瑰枝葉斑病、枝枯病、潰瘍病及冠腐病為本省新記錄病害。

誌 謝

本計畫承蒙行政院農業委員會補助研究經費，謹致誠摯之謝忱。此外，陳正豐及馬復京二位先生協助桉樹病害調查及樣本採集；胡曼麗小姐協助資料整理，特予一併致謝。

參考文獻

王維洋、王涼綱。1989。三種光學顯微鏡技術診斷木桐族葉病之比較。林業試驗所研究報告季刊, 4(1): 23-30。
 弓明欽、柯金閃。1988。中國的桉樹病害。澳大利亞樹種在中國的栽培和利用國際研討會論文集, 第47-52頁。
 吳清平、梁子超。1988。桉樹抗青枯病樹種的篩選。澳大利亞樹種在中國的栽培和利用國際研討會論文集, 第42-46頁。
 靳述雄。1989。中國桉樹。中國林業出版社。
 黃耀熙。1991。桉樹在臺灣東部之造林。現代育

- 林, 6 : 51-56.
- 謝煥儒. 1980. 臺灣木本植物病害調查報告(三). 中華林學季刊, 13(3) : 129-139.
- 澤田兼吉. 1942. 臺灣產菌類調查報告 第七編。臺灣總督府農業試驗所報告第83號, 第162頁。
- 澤田兼吉. 1943. 臺灣產菌類調查報告 第八編。臺灣總督府農業試驗所報告第85號, 第104頁。
- Chen, C. C. 1965. Survey of epidemic diseases of forest in Taiwan (II), Bot. Bull. Acad. Sinica 6 : 74-92.
- Dafalla, G. A., E. Theveu and M. T. Cousin. 1986. Mycoplasma-like organisms associated with little leaf disease of *Eucalyptus microtheca* Muell. J. Phytopathol. 117 : 83-91.
- Dhanda, R. S. and R. D. Bansal, 1983. Mortality of *Eucalyptus* hybrid-mycoplasma as one possibility. J. Tree Sci. 2 : 32-37.
- FAO, 1981. *Eucalyptus* for planting, FAO Forestry series No. 11
- Ghosh, S. K., M. I. Mohamed Ali and M. Balasundaran. 1984. Light and fluorescent microscopic studies on little leaf disease of *Eucalyptus*, Phytopath. Z. 110 : 207-212.
- Ghosh, S. K., M. Balasundaran and M. I. Mohamde Ali. 1985. Studies on the little leaf disease of eucalypts. KFRI Research Reports No. 25.
- Heather, W. A. and D. M. Griffin. 1984. The potential for epidemic disease. In "Eucalypts for wood production", W. E. Hillis and A. G. Brown(eds.), pp. 143-154, Academic Press.
- Hsieh, W.-H. and T.-K. Goh. 1990. *Cercospora* and similar fungi in Taiwan. Maw Chang Book Co., Taiwan, 376pp.
- Jayashree, M. C., Nair, A. D. Deo, and V. Ramaswamy. 1986. Relative susceptibility of various eucalypt provenances to *Cylindrocladium* blight. In "Eucalypts in India : past, present and future" pp. 395-399, KFRI Scientific Paper No.67.
- Jacobs, M. R. 1955. Growth habits of the eucalypts. Canberra Forestry and Timber Bureau.
- Jindal, K. K. and L. N. Bhardwaj. 1986. Occurrence of gall on *Eucalyptus tereticornis* Sm. in India. The Indian Forester 112 : 1121.
- Lelliott, R. A. and D. E. Stead. 1987. Methods for the diagnosis in Plant Pathology, Vol. 2, Blackerwell Scientific pub. 216 pp.
- Mohanan, C. and J. K. Sharma. 1985. *Cylindrocladium* causing seedling diseases of *Eucalyptus* in Kerala, India. Trans. Br. Mycol. Soc. 84 : 538-539.
- Mohanan, C. and J. K. Sharma. 1986. Epidemiology of *Cylindrocladium* diseases of *Eucalyptus*. In "Eucalypts in India ; Past, present and future" pp.388-394. KFRI Scientific paper No. 67.
- Mohamed Ali, M. I. Balasundaran and S. K. Ghosh. 1986. Histopathological detection of little leaf disease of *Eucalyptus* in Kerala. In " *Eucalyptus* in India ; past present and future", pp.404-408, KFRI Scientific paper No. 68.
- Peerally, A. 1991. The classification and phytopathology of *Cylindrocladium* species. Mycotaxon 40 : 323-366.
- Rattan, G. S., R. S. Dhanda, and H. S. Randhawa. 1983. Studies on *Cylindrocladium clavatum* -the case of seedling disease of *Eucalyptus* hybrid. Indian Forester 109 : 562-565.
- Reis, M. S. and C. S. Hedges. 1975. Status of forest diseases and insects in Latin America. FAO /FOREST ' D1/75.
- Sastry, K. S. M., R. N. Thakur, J. H. Gupta and V. R. Pandotra. 1971. Three virus diseases of *Eucalyptus citridroa*. Indian Phytopath. 24 : 123-126.
- Shama, J. K., C. Mohanan and E. J. Maria Florence. 1983. A little-leaf disease of *Eucalyptus* in Kerala, India. Euro. J. For. Path. 13 : 385-388.
- Sharma, J. K., C. Mohanan and E. J. Maria Florence. 1984. Nursery disease of *Eucalyptus* in Kerala. Euro. J. For. Path. 14 :

77-89

- Schaad, N. W. 1988. Laboratory guide for identification of Plant Pathogenic bacteria. 2nd. ed. APS press, 158pp.
- Thies, W. G. and R. P. Patton. 1970. The biology of *Cylindrocladium scoparium* in Wisconsin forest tree nurseries. Phytopathology 6 : 1662-1668.
- Yamamoto, W. 1934. *Cercospora* Arten aus Taiwan (Formosa) II. Jour. Soc. Trop. Agri. (Taiwan) 6 : 599-608.

圖版說明:

- 圖1. A: 赤按穴植管苗罹患癌腫病, 莖基部長出腫瘤並有不定芽萌發;
 B: 林地栽植之玫瑰桉發生癌腫病, 莖基部長出腫瘤;
 C: 造林地赤桉罹患青枯病之萎凋病徵;
 D: 罹患青枯病赤桉剝去樹皮後顯示維管束褐化;
 E: 罹患青枯病赤桉莖橫切面可見由導管滲出之細菌滲液物;
 F: 苗圃之赤按穴植管苗呈現小葉病徵;
 G: 造林地玫瑰桉顯示嚴重簇葉狀病徵;
 H: 小葉病造成赤桉枝條枯死。
- 圖2. A: 桉樹小葉病之病原經菟絲子媒介傳入長春花, 再經嫁接後顯示之簇葉病徵;
 B: 電子顯微鏡觀察罹患小葉病赤桉葉柄組織, 於節管內可見多數擬菌質體;
 C: 玫瑰桉穴植管苗罹患苗腐病而枯萎死亡;
 D: 因苗腐病死亡之玫瑰桉莖基部長出白色菌絲;
 E: 因苗腐病死亡之玫瑰桉枝梢長出分生孢子;
 F: 尾葉桉葉片罹患角斑病之初期病徵;
 G: 尾葉桉感染角斑病後期葉片上長出眾多黑色分生孢子器;
 H: 尾葉桉角斑病之病斑內長出黑色分生孢子器。
- 圖3. A: 赤桉罹患葉斑病之病徵;
 B: 赤桉葉斑病之病斑癒合成片其內著生許多黑色分生孢子器;
 C: 玫瑰桉葉斑病之病徵;
 D: 赤桉灰黴病之病徵;
 E: 玫瑰桉罹患褐斑病之病徵;
 F: 玫瑰桉罹患褐斑病, 其病斑內輪狀排列之黑色分生孢子器;
 G: 玫瑰桉褐斑病病原菌產生之黑色分生孢子器;
 H: 造林地內赤桉葉背之銹病病徵。
- 圖4. A: 赤桉葉片正、反面之銹病病徵;
 B: 赤桉銹病夏孢子形態;
 C: 林地內赤桉枝枯病之病徵;
 D: 赤桉枝枯病病原菌之透明柱狀分生孢子(c)與球狀褐色厚壁孢子(M);
 E: 健康與潰瘍病幼嫩枝條之形態;
 F: 健康與潰瘍病赤桉主幹之形態;
 G: 林地內罹患潰瘍病之病徵;
 H: 林地內赤桉罹患冠腐病枯死情形。
- 圖5. A: 赤桉冠腐病之病原菌在莖基部產生黃褐色子實體;
 B: 玫瑰桉遺傳性白化症;
 C: 尾葉桉疑似罹患病毒引起之簇葉病, 葉片細小變形;
 D: 玫瑰桉因颱風而引起之風倒;
 E: 赤桉生理性紅斑病;
 F: 尾葉桉樹幹流膠病;
 G: 赤桉因除草劑引起之藥害;
 H: 尾葉桉疑似罹患病毒引起之葉皺病, 葉片扇形化、邊緣嚴重捲曲。

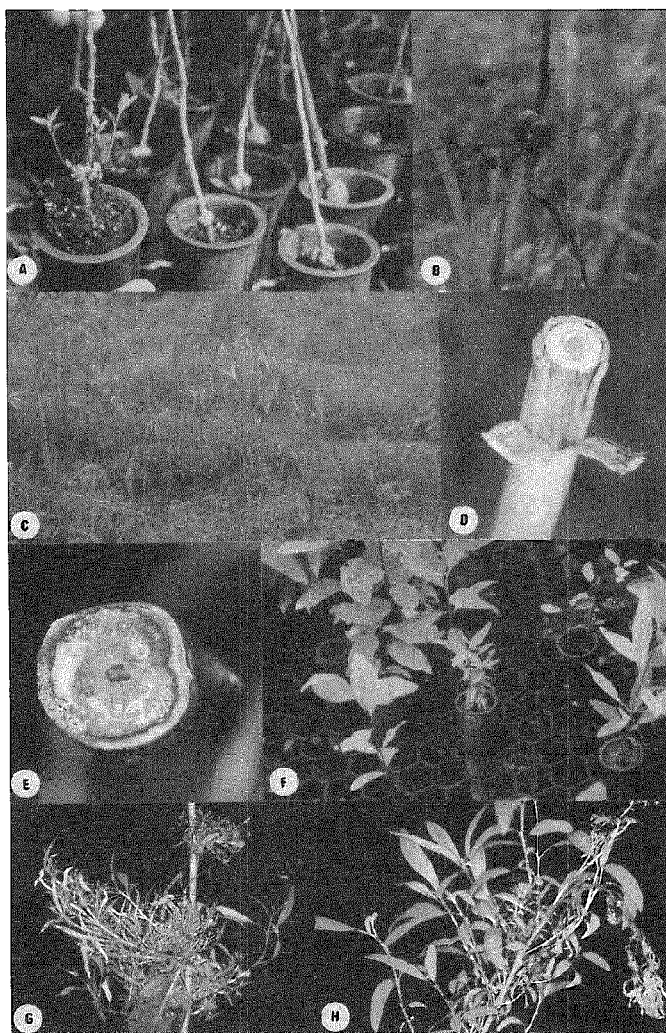


圖 1.

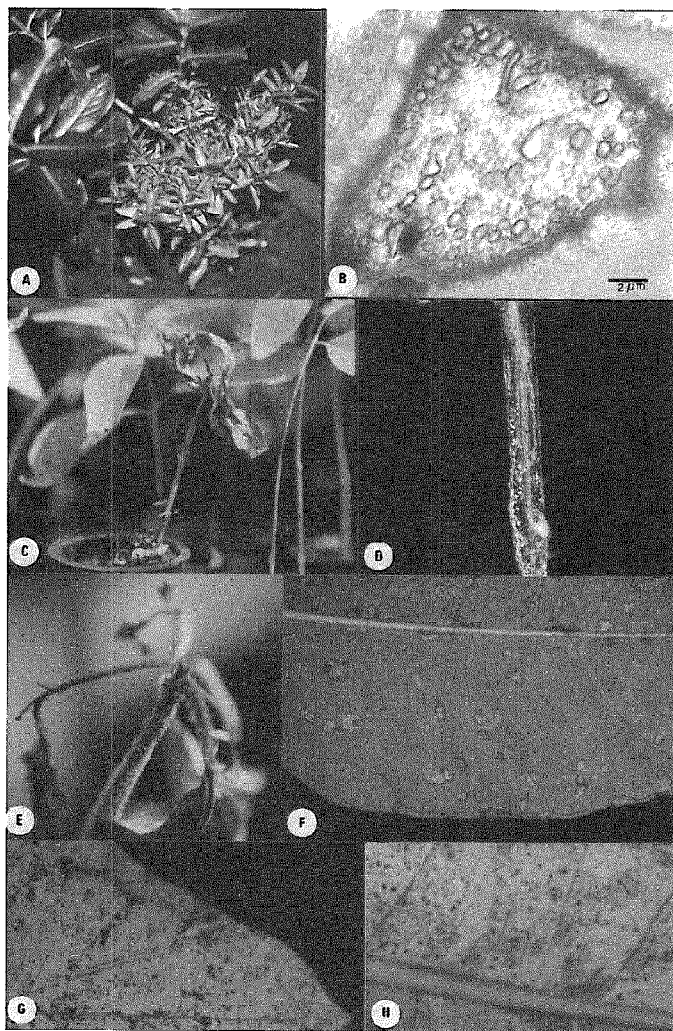


圖 2.

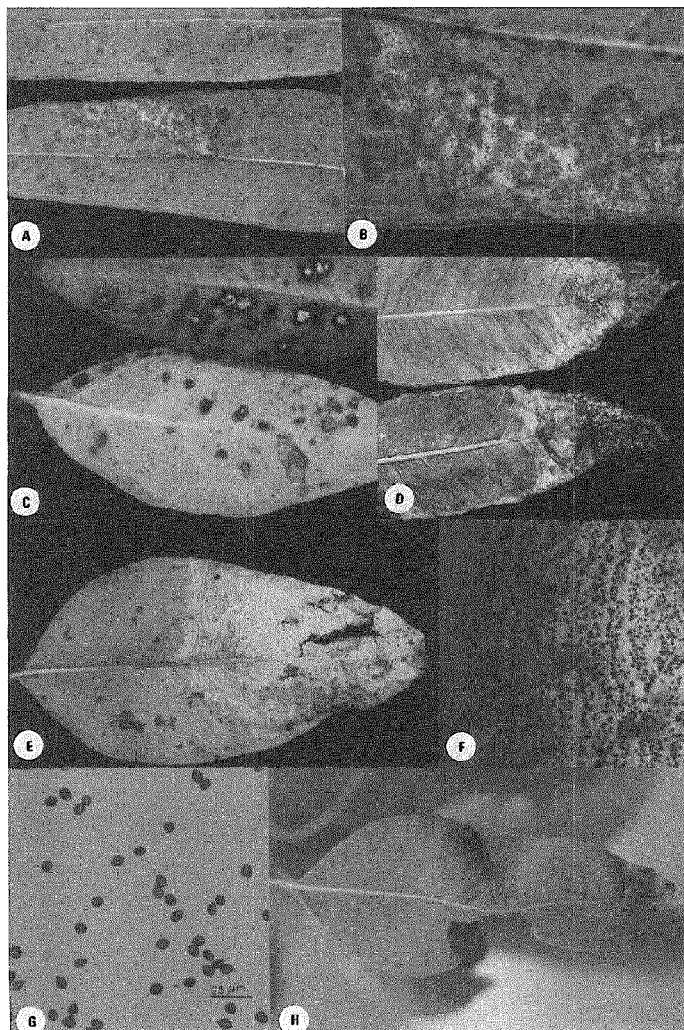


圖 3.

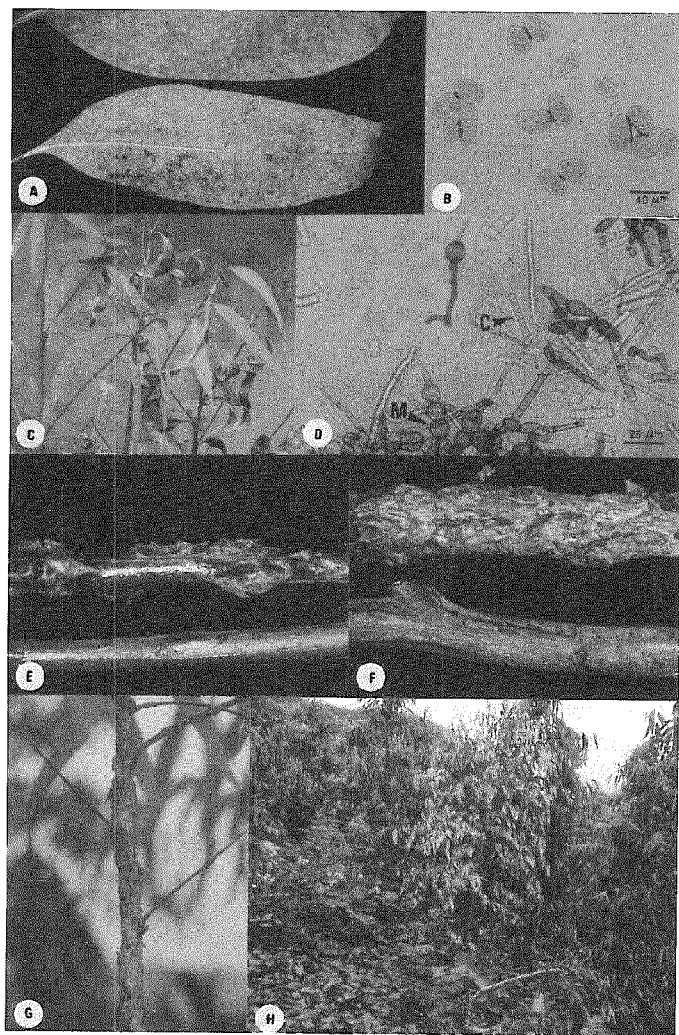


圖 4.

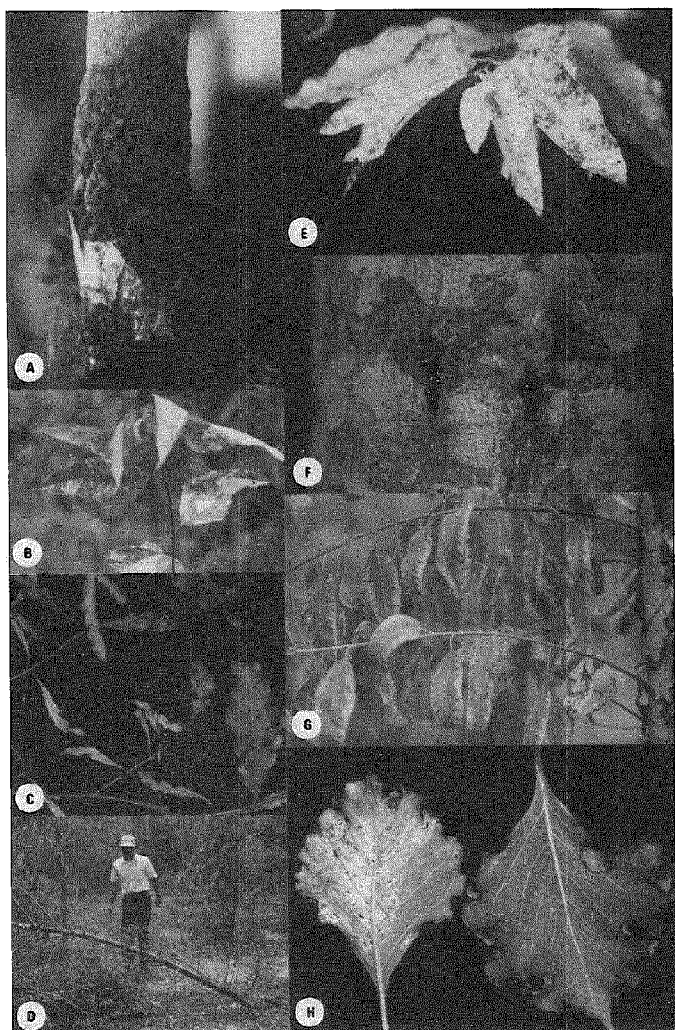


圖 5.