

花蓮保育最前線—紅豆杉物候調查 及雌雄同株紀錄報導

文/圖 吳汝霖 ■ 林務局花蓮林區管理處育樂課技士
簡維萱 ■ 林務局花蓮林區管理處新城工作站技正
張詠嬋 ■ 林務局花蓮林區管理處新城工作站前技佐，現任陽明山國家公園管理處企劃經理課技佐(通訊作者)

一、前言

紅豆杉屬植物為全世界致力保護的冰河期孑遺植物，其珍貴性不僅在於其250萬年的物種歷史。近年來更被報導出其樹皮、枝葉等可提煉出昂貴的抗癌藥物Taxol、Tasumatrol、Taxumairol等天然化合物(簡慶德、沈雅敬，2006)，同時亦有雕刻、觀賞等利用價值，因此遭受極大的盜採壓力，故而被農委會列入瀕臨絕種(Endangered Species)植物名單中。紅豆杉屬植物廣泛分布於北半球溫帶地區，散生於針闊葉林中，為耐陰性植物，且大多數屬於雌雄異株(Dioecious)，僅少數物種曾被報導出有雌雄同株(Monoecious)的現象發生。天然生的台灣紅豆杉(*Taxus sumatrana* (Miq.) de Laub.)呈零星分布於台灣的中北部中高海拔山區，其野外族群因人類的過度砍伐利用，數量極稀。再加上台

灣紅豆杉野生族群約3-6年才有一次豐年，而種實具長休眠期，天然下種發芽率極低(Chien *et al.*, 1998)，於林相鬱閉之生育地幼苗不易存活，且植物生長速度極慢，致使族群更新不易(林世宗、簡文村，1997)。因此，台灣的紅豆杉復育工作有其必要性。

目前，台灣已有多處單位正在進行紅豆杉的保育、復育及醫藥應用等相關研究，以林務局為例，東勢林管處與林業試驗所、國立台灣大學等單位合作，自1993年起陸續於烏石坑和八仙山苗圃設置紅豆杉營養園，進行扦插苗及實生苗的復育工作，成果豐碩。借助於東勢林管處的成功經驗，花蓮林管處自1996年起於中橫山區進行紅豆杉的族群調查及列管，更首度於2010年起由保育第一線單位—新城工作站開始進行紅豆杉物候調查，針對碧綠神木附近的



族群進行長期的物後監測調查。期能藉由長期性的資料庫累積及建立，了解該族群的物候生長情形，未來可以利用在保育工作上，預測豐歉年的時間，設置母樹園，進行相關採種實、採穗等復育工作，亦可進行族群與棲地環境交互作用的比對分析，了解紅豆杉對於生育地的需求後，打造改善生育地環境，增進天然下種存活率。

二、調查與成果

本實驗樣區海拔介於2,150-2,200m，坡面北向，位處於花蓮林區管理處所轄管之立霧溪事業區第64林班，屬於針闊葉混合林的暖溫帶氣候。選定8株樣木(4株雌株、3株雄株及1株雌雄同株)。因樣木高度在16-26m之間，樣本不易取得，故而請專業爬樹工，協助取得近冠層枝條(圖1)，每個月採樣一次，每株樣木採取2個枝條，長約30cm，枝條上須含有生殖芽及營養芽

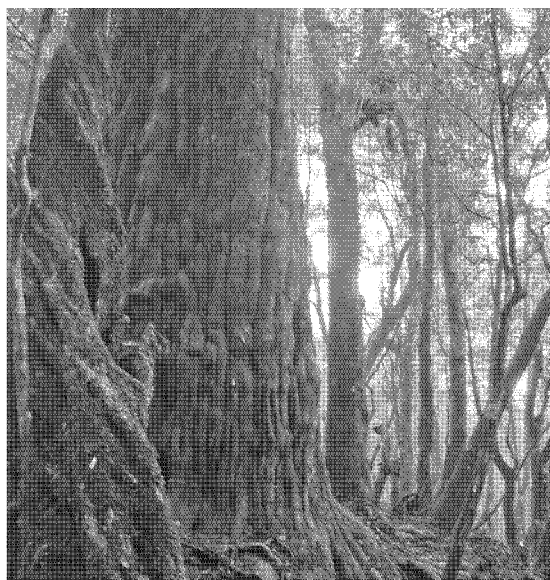


圖1 進行枝條採集作業之工作情形：專業爬樹教練藉由繩結及爬升器移動到樹冠層的向陽處，以高枝剪採集枝條以供觀察紀錄。

數個，進行拍照紀錄，並且搭配拍照紀錄樹冠層情形。

(一)生殖芽與營養芽之發育情形

對於裸子植物的物候調查中，因其芽體幼小特徵不明，單以肉眼觀察紀錄時普遍遇到難以區別新生的雌雄生殖芽或營養芽，進而影響到物候紀錄的正確性。經過一年多的外部觀察，加上解剖顯微鏡觀察之佐證，整理其營養芽與生殖芽的外觀差異，可供日後辦理相關調查時為參考依據，其特徵綜合如下：

(1)營養芽：營養芽可能生長於頂芽或葉腋。於枝條上如發現頂芽，約有九成的機率屬於營養芽；腋芽則有可能為生殖芽或營養芽，較難以辨認。營養芽幾乎於全年度皆有，唯不同生長季節其枝條上所著生的營養芽與生殖芽的比例不同而已。營養芽的外觀為長橢圓型(圖2A)，解剖後可看到其內部由多層的幼葉所包覆(圖2B)，當抽芽時可看到幼葉伸長突出於苞片(圖2C)。

(2)生殖芽：全年度可見生殖芽著生於葉腋，隨著季節的更迭生殖芽逐步成長，幾乎沒有間斷。相較於營養芽，生殖芽為倒卵形，其芽體上半部較為飽滿(圖2D、G)。

a.雄生殖芽多密集著生於當年生的枝條近基部的葉腋，解剖後可見雄毬花構造(圖2E)，雄毬花發育至隔年2月底成熟釋放花粉(圖2F)，而後會有少數的殘花仍殘留枝條上。

b.雌生殖芽則零星著生於當年生枝條葉腋，解剖後可見胚珠(圖2H)，胚珠逐步發育膨大並且於前端形成一個突出於苞鱗之外的管口(圖2I)。經授粉後，雌生殖芽逐步發育成種實，其綠色假種皮完全包覆著種實逐步成

長(圖2J)，隨後假種皮發展停頓，種子成長突破假種皮(圖2K)，種實成熟時期假種皮由綠色轉為紅色(圖2L)。

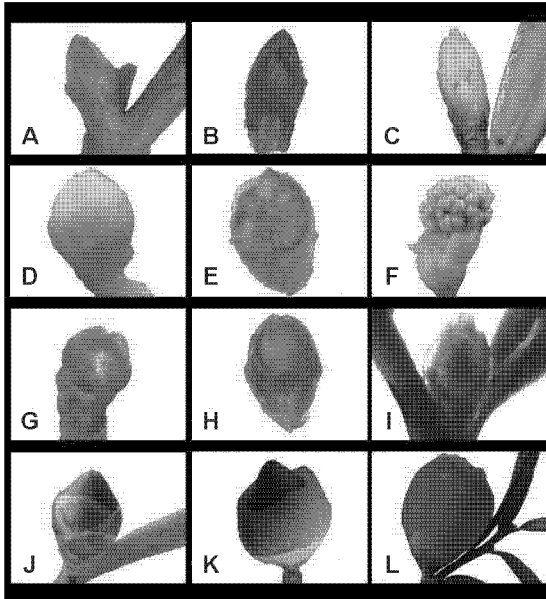


圖2 台灣紅豆杉(*Taxus sumatrana*)芽體解剖及發育照片：

(A-C)營養芽 A：葉芽外觀 B：葉芽解剖照 C：抽芽時期
(D-F)雄生殖芽 D：雄穗花芽外觀 E：雄穗花芽解剖照 F：小孢子發育成熟
(G-I)雌生殖芽 G：雌穗花芽外觀 H：雌穗花芽解剖照 I：大孢子發育成熟
(J-L)種實 J：綠色假種皮膨大 K：種子突出假種皮 L：假種皮轉紅

(二)物候紀錄

調查期間，此8株樣木的物候生長之時期相近，無論是抽芽、開花或是結果之時期差異不大，唯量的多寡差異而已。在調查中，將於向陽面的枝條上依照其營養芽、雄生殖芽及雌生殖芽個別的狀態如：抽芽、展葉、花蕾、開花、著實、果熟，共六個時期，整理如圖3：

(1)營養芽：台灣紅豆杉於全年均可發現芽體，其中營養芽的發育周期約於5月開始萌發之後，一直保持其芽苞的狀態，直至翌年3月到

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
營養芽												
生殖芽♂												
生殖芽♀												

圖3 台灣紅豆杉物候生長周期

■ 葉芽期：葉芽出現 ■ 抽芽期：幼葉抽出未開展呈青綠色 ■ 展葉期：枝葉開展轉深綠色
 ■ 花蕾期：花芽出現 ■ 開花期：一花至全部花序展開 ■ 殘花期：一至全部花序掉落
 ■ 著實期：種實發育 ■ 果熟期：假種皮轉紅，果實成熟 ■ 落果期：一至全部種實掉落

來，開始陸續有嫩綠色幼葉從芽鱗中抽出，並持續至5月左右新生枝葉開展並且逐步轉為深綠色，成為當年生枝條，顏色仍較去年生枝條為淺。

(2)雄生殖芽：於5月生成，逐漸發育分化，至11月雄生殖芽體積比葉芽大，至翌年2月底至3月雄蕊突出於芽鱗之外，花粉藉由風力大量散開傳播，至4月起雄穗花凋萎大量掉落於地表，僅少部分殘存於枝條上。

(3)雌生殖芽：於5月開始零星著生於當年生枝條葉腋，至6月達到芽體生成的高峰，但此時仍難以肉眼辨認雌雄。待翌年1月雌生殖芽的胚珠發育趨於成熟時，胚珠會逐漸膨大呈橢圓形，並於末端形成管狀構造突出於芽鱗，當早晨蒸散作用旺盛時，生殖芽的管口先端泌出液體(圖4)，可沾附於同時間飄散出來的花粉，並且於黃昏將授粉滴吸回雌穗花芽進而完成授粉。授粉後其種實開始逐步發育膨大，直到同年的10月至翌年2月止，種實陸續成熟，其假種皮由綠色轉為鮮紅色，3月後種實熟透掉落地面。從2011-2012年的觀察中得

知，這兩年的種實量稀少，並且於該兩年的5月均發現約有四成枝條上的種實遭蟲入侵，受蛀蝕果實為扁圓形的黃綠色外觀，種實內部被啃蝕呈粉末狀(圖5)，其幼蟲經林業試驗所莊鈴木研究員初步鑑定為釉小蜂科



圖4 雌生殖芽授粉滴

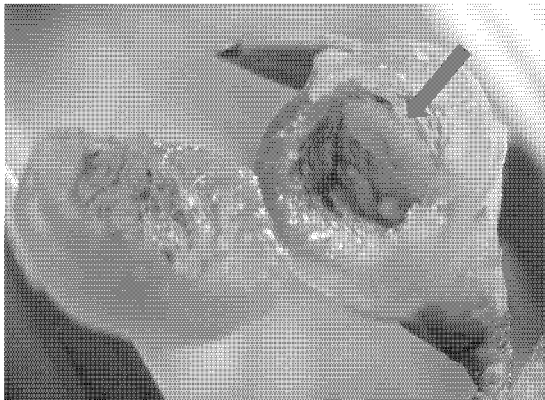


圖5 種實內部遭蟲蝕

(Eulophidae)類屬於植食性昆蟲，可能為本區結實量少的因素之一。

(三)雌雄同株之個體

台灣紅豆杉歷來的紀錄皆屬雌雄異株，然而本實驗之8株樣木中，有一株雌雄同株樣木被發現，該樣木胸高直徑約203cm、樹高約24m，於2011年1月起於樣木向西處採集枝條發

現雄毬花苞，於2月時雄蕊突出於苞鱗準備開花。然而，於同年10月樣木向東處採集枝條時，發現熟成的紅色種實。於翌年2月則分別於此東、西兩方向採集到雌、雄生殖芽著生於不同枝條上，是台灣首株而且為天然生的雌雄同株紅豆杉個體。

三、綜合討論

(一)生殖模式與生存策略探討

植物的生存策略會因應地理環境的不同而有所改變，曾有研究指出歐洲赤松之雌雄毬花芽生成與光度有關，樹冠於光強一側易形成雌毬花芽，反之則形成雄毬花芽(Sarvas, 1962)。根據Allison於1991年的研究報導指出，加拿大紅豆杉同時具有雌雄異株及雌雄同株之現象，並且有性別轉換的現象，樹形較小的加拿大紅豆杉通常為雄株，並且有部分會由雄株轉為雌雄同株。根據文獻，探討有關紅豆杉屬(*Taxus*)類群少數的雌雄同株特例所發生的原因，發現該類群物種可能會因應環境的改變而改變性別的表現(Freeman *et al.*, 1980)。另外，在中國科學網的報導中指出，江西景德鎮市林業科學研究所發現一株人工培育的10-18年生中國紅豆杉(*Taxus chinensis*)有雌雄同株的現象(吳曉明、袁祥，2009)。綜合以上報導及本篇所發現的雌雄同株個體，皆指出紅豆杉屬有少數非雌雄異株的個體。而獨特的是，本篇所發現的台灣紅豆杉屬於野外自然下種的個體，雖然目前僅紀錄到單一株個體，如持續並擴大調查可更加了解是否這樣的個體存在僅為族群中的變異，或是特殊適應策略？以及此雌雄同株個體，不同的雌與雄毬花都能發育成熟具有繁殖功能？是否為

同株異花或異株授粉機制?其受粉成功及果實成收之比率，與單性之雌株個體相比有何差異?以上尚待解決之疑惑，皆能帶領我們一窺這古老植物可長久生存於地球的秘密。

(二)提升復育績效

碧綠神木附近的紅豆杉結實成功率低，推測可能原因有下列幾點：(1)蟲害：春季的紅豆杉種實遭受害蟲入侵而使得種實敗育。(2)授粉率不佳：該樣區八株樣木中，位於坡面上側的多為雌株、下側多為雄株，是否會造成雄花粉散播不易到達雌株，是一個可研究的方向。(3)非豐年：因本試驗2000年10月才開始正式進行長期監測調查，是否因調查年度恰為該樣區族群的欠年，所導致結實率低，可以藉由持續性的調查來了解。

花蓮地區的紅豆杉族群深具研究價值，如未來進行更深入的復育及研究調查，可以針對紅豆杉的物候與氣候因子的年度變化、豐欠年

等持續監測、探究蟲害的防治辦法、進行人工授粉以增加授粉機率，並同時可以針對雌雄同株的發生個體進行調查，並了解該類個體的雄花粉活性、自花授粉機率和其結實成功率，探討更多關於紅豆杉的族群危機的因素，同時作為日後就地復育或移地復育的基石，為花蓮的紅豆杉之保育邁向更前一步。▲

特別感謝國立台灣大學生態學與演化生物學研究所王俊能助理教授專業指導及提供解剖顯微鏡供觀察，國立宜蘭大學森林暨自然資源學系陳子英教授的專業指導，林業試驗所莊鈴木助理研究員及特有生物保育中心張維君前助理研究員協助紅豆杉害蟲之辨識，感謝各界專家學者提供的專業見解及建議，讓調查成果能夠更臻於完整。

參考文獻(請逕洽作者)