

出雲山苗圃台灣肖楠容器種子園建立及管理技術記要

文/圖 李淑敏 ■ 林務局東勢林區管理處作業課技正(通訊作者)
姜保真 ■ 國立中興大學國際農學碩士學位學程副教授

一、前言

台灣肖楠(*Calocedrus formosana*(Florin) Florin)為省產大宗造林用種子中產量最感不足者，除國公有林生態及復育造林需求外，民間私有地造林及綠美化用苗需求量甚大(鍾永立、張乃航，1990)，生育地在921地震及後續豪雨災害之地區(林上湖，2006)，原生族群受創嚴重極需保育。

好的種源家系提供健壯之種子育苗，對將來造林品質的好壞有決定性的影響。而一般慣常於野外母樹採收種子，因母樹留存數量不多，結實週期亦長，及未做篩選致良莠不齊，加上交通不便及採種工資昂貴，故採收時往往由母樹頂端至樹冠基部一次採收，要保證種子都達到很高的成熟度與發芽率是件困難的事(黃明秀，1991)，且易傷害劫餘之母樹樹勢(鍾永

立，1992)。

如何兼顧種源保育與種子生產？建立種子園(Seed Orchard)每年穩定生產優質種子，供培育造林及綠美化用之健壯苗木，方能減少對原生地母樹大量採種之損傷、解決種子來源不足及避免種苗品質不佳之疑慮(辛克爾，1969)。本文介紹台灣中部出雲山苗圃台灣肖楠容器種子園(Containerized Seed Orchard；CSOs)，建立及經營之技術記要，以分享種子園應用之經驗，期望達成生產優質苗木及種源保育之雙重目標。

二、台灣肖楠種源保育現況

(一)現地保育(*in situ* conservation)

台灣中北部海拔300-1,900 m之暖帶林區域，為台灣固有樹種針一級木台灣肖楠之天然

分布地，並以台灣中部之大甲溪及大安溪流域最多且形質亦最優良(呂金誠等，1994；郭寶章，1995)。大甲溪南岸之青山至德基段(即中部橫貫公路之上下線兩旁區域)，蘊藏台灣最密集之優良母樹，林務局東勢林區管理處於1960年代即劃設為母樹林供採種用(表1)，因交通方便為歷年來主要採種區域(鍾永立，1992)。惟其採種較之其他針葉樹更忌損傷或剪除過粗枝條，否則經一次採種後三、五年間，即使再逢豐年，同一母樹難能再次結實供採收(鍾永立，1995)。於1994年生態調查結果，族群結構呈反J型，顯示台灣肖楠更新能力相當強，雖老齡木終將為闊葉樹林所取代，種子仍可飄散萌發更新苗木至其它生育地繼續繁衍，若無嚴重外力干擾應可成長，並推論於天然分布上仍能維持自我更新(呂金誠等，1994)。惟1999年因位於台灣百年大地震之重災區及伴隨之豪雨為害，對原生育棲地及母樹族群戕害極大，劫餘母樹於之後數年亦發生無種可採之困境。

(二)遷地保育(ex situ conservation)

分布於大甲溪流域之母樹林，經921大地震及接續之颱風豪雨等天然災害，致原生育地水

土流失及嚴重破碎化，原生族群數量銳減，於2007年之清查，倖存可供辨識之母樹僅十餘株。惟位於出雲山地區之種子園，具體而微地保存青山地區21個經外表型選拔優良之營養系單株，適時發揮種子園遷地保育之功能。容器種子園於2006年再加入德基地區20個營養系，希進一步擴充種源及家系數量，以充實其遺傳基礎。並以容器種子園生產之種子培育苗木，持續進行野外後裔造林試驗。

林務局於1980年代施行林相變更及林下造林(營造複層林；間植)，始大量利用臺灣肖楠於國有林造林，尤其是混合闊葉樹栽植之生態複層林，亦有大面積之嘗試(鍾永立，1992)，另外遭松材線蟲危害之中北部松樹人工林復舊造林(鍾振德，1998)、中低海拔違規超限使用林地，如栽植果樹及檳榔等林地收回復舊造林，及天然災害如地震及豪雨後之崩場地復育造林(歐辰雄、呂金誠，2002)等。另一方面為低海拔之公私有地造林及景觀綠美化，尤其在綠色造林政策推動下，栽植者眾，顯然蔚為風潮，甚至帶動私有地自行造林，故復育造林面積達數千公頃以上。

表1 台灣中部台灣肖楠種源保育執行現況

方法	具體成果	說明
現地保育	母樹林(八仙山事業區第85、86、89-91林班埔里事業區、中興大學惠蓀林場)	族群可於原棲地生長，維持動態之自然演化，惟因天然災害棲地遭破壞，及盜伐威脅過大時施行困難。
遷地保育	1.種子園(八仙山事業區第12、13、17林班、南投處濁水溪事業) 2.以種子園實生苗後裔試驗造林6.63公頃。 3.以野外母樹採種之實生苗，進行景觀、經濟及生態保育等復造林數千公頃以上。	1.種子園長期活體保存足夠遺傳基礎之林木族群，並繁殖培育實生苗出栽至低中海拔林地，進行復育造林。 2.於母樹林等天然林採種，繁殖實生苗於全台灣復育造林。

表2 中部地區台灣肖楠種子園各營養系種源及目前現況

各營養系編號	種源區域	目前現況
1-16 20-24	青山	原生育地因地震及豪雨導致崩塌，植株多已風倒，並滑落大甲溪床形成漂流木。
17-19	谷關	未知
26-30	龍眼林	位南投縣中寮鄉，原林班地已解編。
31-50	德基	921地震後大宗造林及綠美化用種苗生產之主要採種區。

說明：第1-30號為原傳統固定式種子園之所選定之營養系單株(李淑敏，1997)。

三、容器種子園建立及管理技術

為解決台灣肖楠種子園無法開花結實之窘境，於1999年起於出雲山苗圃改採建立容器種子園，其種源與建立方法同原先定植於林地之林木種子園。為嫁接式種子園，包含30個家系，採單株小區以輪序配置法排列，傳統種子園以株行距6 × 6 m定植於林地上(李淑敏，1997)，而容器種子園於春季嫁接成功後，於當年冬季移入口徑2台尺(61 cm)寬之容器內培養，而非定植於野外林地，以株行距為2 × 2 m排列，除維持其正常生長成活所必需之澆水、除草、病虫害防治及施肥外，為防止根系伸出容器，每年定期施行斷根兩次，又為避免強風吹折枝條或容器傾倒需架設支柱。

於2001年起(即嫁接後第三年之母樹)開始收穫經遺傳改良之種子(如表3)，簡要說明母樹嫁接、種子園建立及管理之技術如下：

(一)嫁接苗培養

台灣中部適合進行嫁接的季節為二月下旬至三月上旬(徐仁賢，1978)，通常於2月中旬嫁接，物候為植物冬季休眠結束，即將開始旺盛生長之春季前，在新芽尚未萌發之際，適期內應儘早實施嫁接，使新組織早日形成，以掌握嫁接木較長之生長季節，乃為嫁接成功之先決條件(徐仁賢，1978)，若在平地應視氣溫酌於提前施行。

台灣肖楠嫁接的方法，依據在出雲山苗圃進行之實驗指出，割接法(劈接法；cleft graft)、劈腹接(side cleft graft)、皮腹接(side rind graft)及套接法(pocket graft)皆可達成94%以上之成活

率，惟根據現場之操作，屬於高接的割接及套接較為容易，腹接法之套袋最費事。接穗生長方面，割接法最佳，劈腹接次之，皮腹接及套接法較差，尤其後者易遭風折，故以割接法最具實用價值(徐仁賢，1978)，種子園母樹亦皆以此法嫁接培養。

1. 台木選擇及假植

慎選台木為嫁接成功之第一要件，選擇2年生高約30-50cm樹勢旺盛、健壯無病虫害、主幹直立不徒長、無分叉側枝小且分布均勻之實生膠袋苗為台木，其枝條不宜過多，主幹不可過於纖細。且應於嫁接施行前1年之3-5月先假植台木，或至少嫁接前半年先備妥已於嫁接床生長穩定之台木。

相較於野外位置分散之高大母樹上採穗之辛勞，為求成功延續優良母樹於種子園之保存及生產種子，台木之選擇培養、嫁接、套袋及修剪台木枝條等繁多的步驟，更需小心謹慎施行以求提高嫁接木之成活率。

將圃地內什草、木、石等全部除去後，整平床面基地後造床，床高10-15cm、寬1m，苗床間留有50cm寬之作業道；為台木之良好生

表3 出雲山苗圃台灣肖楠容器種子園母樹結實及種子數量

年度	種子園總株數	採種株數	結實家系(%)	採種數量(公升)
91	325	60(18%)	20(67%)	0.45
92	493	5(結實稀少)	-	-
93	493	156(31%)	29(97%)	2.20
94	485	257(69%)	30(100%)	10.00
95	743	597(80%)	30(100%)	31.60
96	820	269(33%)	30(100%)	3.50
97	826	257(31%)	30(100%)	(1,084g)

長，每平方公尺土壤均勻混入10kg有機介質。每平方公尺栽植兩行約4-6株(株行距約30×100 cm)，栽植苗根部及側枝應予修剪，栽植時膠袋不拆除，故為假植於苗床。台灣肖楠為扁葉性樹種，栽植及嫁接時需辨認葉向，應朝一致之方向以利後續作業，如葉表皆朝南(徐仁賢，1978)。栽植之深度以在原床地生長之地際高度為準，不得過深或過淺，栽植數量應比計畫嫁接數量多兩成以上備用。

台木栽植初期的2-3星期內最好每天早晚澆水，噴水時間可稍短不需太濕，以保持葉面濕潤確保苗木成活為原則。苗木成活生長穩定後可減為2-3天澆水1次，但每次應充分澆濕。

2. 選擇採取之接穗

採取母樹接穗需注意適期，一般言之，使用休眠中之接穗嫁接的成活率較高。交通方便處應於嫁接期中隨採隨接，亦有配合採種一併採穗，以行動冰箱攜回冷藏兩個月以上，嫁接成功之實例。接穗應採自母樹樹冠3/2以上向陽面、前一年生長無病害或損傷、健壯向上生長之頂枝或第一側枝先端，剪取長度20-25cm以上。因台灣肖楠枝條末段分枝甚多，主分枝不明顯，原則為剪取中間枝條之先端為接穗(如照片，上方為良好嫁接用枝條，下方為偏斜及老



化枝條)。分叉枝、徒長枝及偏向枝不宜選為接穗。野外採穗於剪下枝條後，需先浸泡於裝有

1,000-1,500倍億力之厚塑膠水袋中消毒1-2分鐘後，裝入封口袋暫置放於陰涼處，速搬運下山並置於3-5℃中低溫保存以維持生機供嫁接用。

3. 嫁接

嫁接材料需備齊透氣膠膜、嫁接刀、修枝剪、魔帶、牛皮紙袋及透明無色塑膠袋(A4)、玻璃纖維支柱及家系標示牌等。步驟為修剪台木→削切接面→接插→結紮→綁家系標示牌→架支柱→套塑膠袋→套牛皮紙袋或架高網(遮陰簾)→捆紮袋口。

嫁接前接穗應先以1,500倍之億力浸泡消毒備用，嫁接點應選在與接穗直徑相同或稍大、上年度生長之主幹末端；剪除妨礙嫁接及過密之枝條，切去嫁接點以上之主幹(不得超過全株苗高之1/3)，留存之主幹除首輪側枝留存2-3枝，作為支撐塑膠袋，以及根株附近酌留2-3支力枝供台木繼續光合作用外，餘側枝均剪除，切口不可太接近主幹，以避免傷及樹幹。以割接法進行，接穗亦修剪為10-15cm，接木之切削及接插如圖1。

台灣肖楠為扁葉型樹種，可明確區分向陽及背陽葉向，嫁接時需注意台木之剖切方向應與葉向平行，接穗與台木之葉向亦需一致(如照

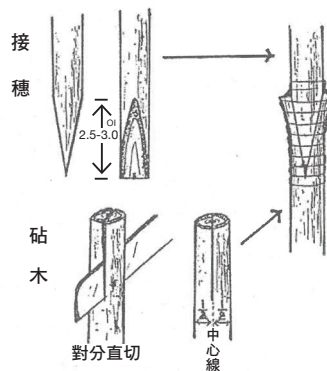


圖1 割接法示意圖(徐仁賢，1978)

片，右為面陽之正向，左為背陽之反面)，即接穗之削切面及台木之剖切線均應與葉面平行，以利日後嫁接木正常生長及避免風折。切面儘量平滑一刀完成；縱劈台木深度應可容插入接穗全部切面，並對合兩側之形成層，接穗如較台木細則採單邊對合，並以透氣膠膜(封口膜；parafilm)捆紮嫁接部位，其具彈性及黏性施作簡易，除固定及彌蓋嫁接部位外，尚有防止接口乾燥及病菌害虫侵入之功能。

嫁接完成即於主幹力枝處綁上家系標示牌；架上玻璃纖維支柱(無需消毒不會因澆水發霉腐朽，長約50-70cm)，應高於嫁接木之苗高10公分以上，以魔帶在嫁接點上下與支柱各綁妥固定一處，不可過緊，以能支持及固定為原則；嫁接部位先套上透明無色之塑膠袋，以保持濕潤及方便觀察接穗生長情形；為避免陽光照射造成塑膠袋內溫度過高，再套一頂角開口之牛皮紙袋，必要時可再搭高網或遮陰簾，以收遮陽、通風、降溫及供給少量陽光之效，亦可直接擇樹蔭下為嫁接床；捆紮袋口前應先整理塑膠袋及牛皮紙袋，使足以容納嫁接木1/3高度之全部枝條即呈立體狀，避免枝條緊貼塑膠袋，致腐爛及接穗新芽伸長受阻；袋口捆紮於支柱不可過緊，以固定及可調節濕氣為原則。



4. 台木枝條折傷及修剪

於牛皮紙袋之剪角處缺口觀察，塑膠袋內

有水氣，嫁接木方有可能嫁接成功。嫁接後如連續晴天應多澆水降溫並調節袋內濕氣，如過濕可



稍鬆綁。嫁接後即可逐步並經常性的進行台木枝條折傷及修剪(如照片)，目的為在不影響台木之光合作用下，干擾台木枝條生長，減少與接穗之養份競爭，以提高接穗之成活率。如要修剪枝條時不宜太靠近主幹，或待折傷枝條完全乾枯自然掉落，以保護主幹樹皮不因修剪而受傷。

5. 套袋剪角及拆除

嫁接後三星期內絕不可以拿掉塑膠袋或剪洞。通常需視新芽萌發3-5 cm以上，約需7-9個星期，此時才可以分段施行牛皮紙袋及塑膠袋之剪角及拆除，以避免萌發之新芽與過濕之塑膠袋接觸而腐爛，及新芽逐漸適應大氣環境。拆除套袋時儘量選在陰天或傍晚，視嫁接木生長情形分批拆除。約5-7星期後逐步進行牛皮紙袋撕開→塑膠袋打洞→截角→撕開袋底→取除膠袋等作業。

6. 嫁接木移植

在嫁接苗移植或出栽之2-3個月前應先施行切根，以促進側根之發生與生長；台木之枝條於移植前應全部剪除並移除台木膠袋；移植入口徑寬1台尺(33 cm)、深33 cm、底徑寬24 cm、每盆介質重15kg之塑膠硬盆培養備用，支柱及標示牌亦需隨時保持完整正確，以利支持及避免家系混淆。嫁接木除例行性之成活調

查、檢查癒合情形、接穗發育狀況、疏剪台木枝條、摘除不定芽及檢查標示牌外，巨細靡遺詳細的調查記錄，有助日後作業之參考及改進修正，實有必要重視並加強施行。

有關林木各種不同之嫁接法及詳細完整之嫁接技術，請參閱林務局於1978年出版之專書，由徐仁賢先生所著之林木無性繁殖-嫁接。

(二)容器種子園建立及撫育管理

1.移植於大容器培養

栽植容器規格為口徑2台尺(61 cm)、深35 cm、底徑寬45 cm之塑膠硬盆或水泥盆，介質為砂質壤土及有機介質(比例為2:1)均勻混合，每盆介質重約30kg。使用前亦需土壤消毒，為加強排水性，不可使用黏質土壤。於塑膠硬盆再打上兩排均勻分布口徑約1cm之排水孔8-10個；水泥盆僅底部有排水孔，若遭阻塞則植株生長不良易枯死，且易碎化，耐用年限與塑膠盆相仿僅1-2年即需換盆。因此，建議用底部較寬之塑膠硬盆，可裝填較多介質，且容器重心較平穩不易傾倒。

栽植嫁接木前台木枝條應全部剪除，修剪時不可太靠近主幹以免傷及母樹；於10-12月栽植，注意土球應保持完整，栽植深度以原來生長之地際為原則，不可過深或過淺，介質表面可以空毬果鋪面以減少水份蒸散。

完成栽植後要加上支柱，固定處需加塑膠軟墊或輪胎皮，以保護主幹樹皮不因風雨搖動摩擦而受損。每株綁上家系標示牌，為預防標示牌掉落，以油性筆於容器表面，書寫栽植位置及家系編號如3-4-18(第三排第四行第18號家系母樹)，於調查及採種記錄時甚方便辨認且確保無誤。

2.種子園家系配置

容器種子園之配置與原種子園相同為單株小區之輪序配置，即不同區集中之同家系母樹相距最遠及有不同家系之鄰樹，以利達成各家系母樹逢機交配之目標。於苗圃整平時即應量測苗區長寬，預先繪製每一區集之家系排列位置圖，並依據配置圖擺放每株嫁接母樹，並再加三支約1.5m長之鉸管支柱固定母樹於苗床。

3.容器種子園撫育管理

容器栽植水份易蒸散如為連續晴天，應於每天傍晚澆水，充份澆濕容器介質，開花期(9月至翌年3月)改以人工手持水管澆水避免影響授粉；結實期(3-9月)避免施肥免影響著果，於每年4月確定著果後才能施肥，以化學肥料台肥5號每株每次施放50-60g，每年施放1-2次。種子採收後(10月)施放長效性有機肥料每株1-2kg，每年施放2-3次以補充介質之肥份。

為有效抑制其營養生長，每年需移動切根至少兩次，於颱風季節前之4-5月，應先鬆綁支柱重新換位置固定，並重綁家系標示牌，一併施行移動切根並確定植株以支柱固定牢靠。目前使用之鐵製標示牌可使用8年，但綁牌用之魔帶隔年即易斷裂需更換並同時鬆綁母樹。颱風豪雨等天然災害來襲前，亦應檢視植株固定之情形以妥善預防。如容器遭吹倒勿立即扶定，應於災害後天氣穩定之2-3天再小心扶正，重新固定以避免樹幹傷勢擴大，如需補植亦需確認母樹家系排列符合配置圖無誤。

生長及結實調查每年至少兩次，開花期調查至少每1-2個月1次，逐株詳細記錄如表4，資料可供無性系測試(Clonal Test)及相關開花結實之研究，如分析每家系各單株營養生長與生

表4 台灣肖楠種子園各區集家系生長性狀調查表 調查人:

記錄日期		97年12月 日				
區集別	家系別	枝下高	樹高	樹冠幅	台木地徑	接木基徑
單位	no	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	(mm)
1	1					
	30					

說明：

- 1.開花數量以1(少).2(中).3(多)表示，3之要件為開花數量多且均勻分布於植株之多數枝條者。
- 2.以一區集為1張依家系編號調查。
- 3.樹冠幅取最長邊量測，枝下高為最長枝條以下之高度，接木基徑為嫁接處以上2cm處量測，台木地徑為地面以上兩公分處量測。

殖生長之相關性，尤其是雌雄花期之記錄為日後人工控制授粉之重要參考，務必妥為記錄及保存。

四、目前遭遇的問題與討論

(一)台灣中部台灣肖楠天然族群現地保育困難，沿大甲溪河岸開通之中部橫貫公路(台八線)，貫穿之谷關、青山至德基地區之河流南岸，蘊藏豐富之台灣肖楠原生族群，惟因交通方便及優良母樹密集，遭採種及盜伐之壓力甚大；又因921大地震及接續之颱風豪雨等天然災害，致原生育棲地水土流失及嚴重破碎化，原生族群數量銳減，故現地保育面臨困境。

(二)現有種子園種源及家系數量過少，如欲建立育種族群(Breeding Population)以達成保育及生產之雙重目的，需再進一步加強種源之收集，這也是執行林木種子園計畫最

困難及成本最高的步驟，但也是成功的林木種子園最重要的基礎。

(三)國有林班地復育造林面積年有增加，如東勢處轄絕對已超越當初天然分布(鍾永立，1992)，此珍貴天然資源之延續與擴張，是否可確保無虞？對照台灣肖楠天然分布於台灣北中部300-1,900 m之山地(劉業經等，1994)，而長久以來採種母樹皆位於中橫公路青山至德基段之國有林地(鍾永立，1992；郭寶章，1995)，故全台復育造林之種源大部分來自台灣中部之同區域母樹，缺乏其他地區種源。遷地復育之成效，端視遺傳歧異度是否足以應付未來成林之需求，是否有潛藏之問題需持續觀察及探討。

(四)林木生殖生理不易掌握，傳統固定式種子園如台灣杉及台灣肖楠無法大量開花結實(陳啟源等，1993；鍾振德等，2004)，歷經育林方法，激素素及生殖週期之實驗(鍾振德等，2000；鍾振德等，2001；鍾振德、郭幸榮，2005)，仍難順利掌握其生殖生理，突破傳統固定式種子園無法大量結實之困境。究因為土壤性質過酸，不利磷質之吸收利用，無法進行生殖分化開花結實(陳啟源等，1993)；栽植地點不利開花結實如出雲山地區多雲霧遮蔽光照不足、開花期降雨不利授粉結實及雌雄花期不遇(鍾振德人，2001)；栽植坡向為西南向及西北向(李淑敏，1997)，對照原生育地為東北或東南向(呂金誠等，1994)不利開花結實，或營養生長與生殖生長之相關性等因素，仍有待進一步之試驗釐清。

(五)容器種子園的優點為規模小具彈性、無用地取得問題、可提前開花結實、縮短育種時間節省成本、容易進行選拔之淘汰或新增營養系及控制樹高，惟母樹需連年切根、移動及施肥、易遭風害需補植等缺點尚待克服。

(六)台灣容器種子園之初次嘗試，與以往在溫帶國家之應用，由於樹種不同及氣候環境差異太大，成果並不全然相同，且非適用於任何樹種。又將同為台灣肖楠之容器式種子園培養於六龜及蓮華池之試驗，可開花結實惟種子數量有限(鍾振德等，2001)，於出雲山苗圃則母樹4-5年後需更換較大之

容器培養並增加新介質，否則生長勢及結實量有漸衰退甚至死亡之現象，故於育林實務之應用仍於試驗摸索中，尚待更多的探討及修正。▲

謝誌

誠心感佩林業前輩徐仁賢技師對林業無私的奉獻，並感謝姜保真副教授及林業試驗所中埔研究中心許原瑞主任，專業育林指導及費心審閱指正文稿，一併致謝。

參考文獻(請逕洽作者)