

短伐期經濟造林樹種選擇、育苗與示範造林

◎林業試驗所育林組·何政坤 (ckho@tfri.gov.tw)

農委會為調整耕作制度，活化休耕農地，維護農業生產環境，增加產值及創造就業機會，102年12月11日正式核定「調整耕作制度活化農地計畫」。自102年起針對連續休耕農地5萬公頃，請地主自行復耕一個期作或出租給別人種植轉(契)作作物，將原休耕給付經費轉為轉(契)作補貼。契作作物在林業方面可用於菇蕈、漿紙與合板業，經調查此三產業對原木原料之需求面積各為：1,338、9,800、3,000公頃，共14,138公頃，農委會規劃在102至105年造林5,000公頃。菇蕈業經調查所需之樹種為相思樹、楓香、油桐與山黃麻，而漿紙業與合板業需求為桉樹。依據林務局公告之「契作短伐期經濟林作業規範」之補助樹種杜英取代山黃麻，補助期間為6年，必要可延長2年，補助期間每年補助經費9萬元。相思樹、楓香、杜英與油桐苗木由林務局供應，桉樹由林業試驗所供應。申請補助農民必須與產業完成契作合約，向縣市政府申請。這些短伐期樹種生長速度、適應力、以及每公斤原木價格不一，加上林木的採運成本由農民負擔，如何選擇合適契作產業及造林樹種，如何造林達到產業需求規格，以達到最高經濟收益，就成為樹種選擇的重點。又因造林地多為農田，具有易積水及土壤硬盤之問題，對這些造林樹種的生長影響如何，能否達到預期的木材生產目標，亟需建立示範區，以利農民造林時遵循。本文從林務局與林試所培育苗木在花蓮光復與苗栗休耕地各建立一示範區，瞭解這些樹種苗木培育品質及在農地的適應力及表現，提供短伐期經濟樹種造林時參考。

短伐期樹種的種類與需求面積

依據林務局公告的「契作短伐期經濟林作業規範」，為活化休耕農地，提高國內木材自給率，降低依賴進口材，促進菇蕈及紙漿產業發展，栽植的樹種為相思樹、楓香、杜英、油桐與桉樹。凡符合「調整耕作制度活化農地計畫」認定基準的農民，憑與契作單位契作的契約書，即可向戶籍所在的鄉公所申請。

申請短伐期樹種造林的農民可根據農糧署公布菇蕈類的契作業者，選擇就近的產業簽約，依據產業需求選擇樹種，再由縣市政府報知農糧署向林務局申請造林樹種。契約內容包括樹種、供貨規格金額、地點等。簽約明訂產業必須負收購之責，而農民也有供貨之責，未履約者需賠償損失。惟是否明訂未履約罰則，則保留相當彈性。由於願意契作的產業都在中北部，為減少運輸成本，建議申請菇蕈樹種造林之農民，應選擇交貨最近的產業簽約。表1為產業需求調查樹種需求區與面積，林務局公告補助樹種中無山黃麻，但多了杜英。農民可根據林務局提供的樹種與契作產業協商，以林務局公告的樹種作為選擇。根據林務局統計102年申請第一期契作短伐期樹種以新竹、苗栗為主，申請樹種仍有產業所未列的杜英，同時也有申請桉樹作為菇蕈用樹種，顯示樹種選擇可與契作產業協商，選擇雙方同意樹種。據林務局統計截至102年度第2期申請截止，共申請31公頃，主要申請樹種為相思樹與楓香。農民申請造林並不踴躍，但業者卻積極希望造林取得原料，因此建

表1 菇蕈業者需求面積與樹種

契作需求量	面積(ha)	有意願契作縣市
相思樹需求	863	全臺
油桐需求	175	彰化縣
楓香/油桐需求	200	彰化縣
山黃麻/油桐需求	100	全臺
桉樹紙漿需求	2,300	宜蘭
	5,300	花蓮
	2,200	台東
桉樹板材需求	3,000	中部
總計	14,138	

資料來源：manager-ch.kcg.gov.tw；www4.yunlin.gov.tw。

造示範林提供農民參考，以利推廣頗為重要。

短伐期樹種的適應力與生長量

農民選擇樹種造林提供契作產業需求時，最想知道的是產業採購價格是否可獲得最高收益。最關切的當然是產業收購的價格高低，根據農糧署與林務局與契作產業所擬的合約規範，菇蕈業與紙業都以進口原料價格作為收購依據。根據海關進出口貿易92~101年統計，臺灣進口木絲與木粉數量與單價，臺灣年進口量約1萬噸，平均單價4.2~28.3元/公斤，差價頗大，必須確認進口國與單價。此外菇木業購買木粉價格因樹種而異，根據實地查訪，訪相思樹與杜英原木價格為2.4~2.6元/公斤，楓香原木為2.2~2.4元/公斤，油桐與山黃麻及雜木為1.8元/公斤。估算原木加工成木粉的成本為0.2元/公斤，採運成本1.2元/公斤。在不計算造林除草成本時，相思樹與杜英收益為1~1.2元/公斤，楓香為0.8~1元/公斤，油桐與山黃麻及雜木(桉樹如做菇木可能屬此類)為0.4元/公斤。對臺灣紙業而言，採購規格為去皮木片，根據海關進出口貿易統計資料，92~101年之年進口木片約130萬噸，其中進口澳洲桉樹之木片價格約2,700元/噸。據林務局與台紙協商，木片到場價為2,600元/噸減去450元剝皮切片費=2,150元/噸，扣除採運成本為1,200

元/噸，尚有950元/噸收益，等於0.95元/公斤收益，相當於楓香木粉的收益。但因去皮有最小直徑5公分的限制條件，並非整個主幹都能作為切片能做木片的產量比實際測定的少。

從上述產業需求規格與單價分析顯示，單價最高的造林樹種為相思樹、杜英，其次為楓香與桉樹。要創造最高的產值，除單價外，就決定在造林木的原木生產量。5個樹種造林6~8年的原木產量比較如表2。以桉樹的原木產量最高，為其他樹種產量的2~3倍以上。其次是杜英與油桐，相思樹排第3，楓香最後。

相思樹是所有短伐期樹種中適應力最強的樹種，也是唯一的固氮樹種。早期造林面積頗大，但在平地造林樹種中，造林不多。在苗栗與屏東調查相思樹造林10年的原木產量為45.4噸，屏東19年為105噸/公頃。換算成造林6年與8年的原木產量為27.2~33.2與36.3~44.3噸/公頃，無法達到林務局預估6年產量57噸，因此相思樹採收期宜延長2年才能達到最高收益。楓香在花蓮與屏東生產量都不高，6年採收量約20噸，8年生約27噸，僅為相思樹的一半。杜英在花蓮與雲林的生產量比在屏東造林佳，6年伐採可以達到林務局預估產量57噸。油桐產量也可達到57噸，或者更高。油桐生長快速，因調查的樹齡偏高，生長已經停滯，用除以樹齡來推估，產量預估會偏低。桉樹是生

表2 短伐期樹種在臺灣各地區造林的原木產量(菇木樹種：邱志明，2013；桉樹：許原瑞，2012)。

樹種	地區	株數 (株/ha)	林齡 (年)	原木鮮重(噸/公頃)	
				6年	8年
相思樹	苗栗	1,560	10	27.2	36.3
相思樹	屏東	1,840	19	33.2	44.3
楓香	花蓮	1,180	6	10.5	14.0
楓香	屏東	1,146	8	19.1	25.4
		1,400	6	21.2	28.3
		1,320	8	20.0	26.6
杜英	花蓮	1,390	6	41.0	54.7
		1,340	8	49.5	66.0
杜英	屏東	1,400	6	36.0	48.0
		1,107	8	37.5	50.0
木油桐	雲林	1,201	10	58.8	78.4
	烏來	525	22	31.4	41.8
	大湖	633	19	48.6	64.8
	屏東	545	14	46.3	61.7
	光復	669	19	60.0	80.0
桉樹GUT5	古坑	2,500	6	130.0	173.3

表3 以進口價預估短伐期樹種造林6~10年的收益

樹種	地區	臺幣 (不含造林與除草費之收益)		
		噸/公頃/6年	噸/公頃/8年	噸/公頃/10年
相思樹	苗栗	76,272	-	-
	屏東	93,019	-	-
楓香	花蓮	27,300	66,040	107,900
	屏東	55,120	69,160	-
杜英	花蓮	114,800	184,800	215,600
	屏東	100,800	140,000	-
	雲林	-	-	274,400
油桐	4區	15,523	-	-
桉樹	古坑	104,000	-	-

相思樹與杜英每公斤木粉4.2元-採運成本1.2元-粉碎成本0.2元=2.8元。

楓香每公斤木粉4元-採運成本1.2元-粉碎成本0.2元=2.6元。

油桐每公斤木粉3.4元-採運成本1.2元-粉碎成本0.2元=2元。

桉樹每公斤木片2.7元-採運成本1.2元-去皮粉碎成本0.45元=1.05元。

長極快速樹種，在各地表現都相當佳，是在造林8年內當菇木、漿紙與合板的樹種。如以短伐期經濟樹種契作合約中進口價當基礎估算造林6、8、10年的收益，則以杜英最高，其次為桉樹(表3)。實際在休耕地造林是否有預估的產值，則需建造示範林加以驗證。

造林示範區的建立與初期生長表現

一、苗木來源與培育

菇木樹種相思樹、杜英、楓香與臺灣赤楊來自花蓮與羅東林管處，苗齡為2~3年，苗

高50~110公分，此批苗木以杜英品質最佳(圖1)。林試所在100年起開始進行相思樹育種及苗木分級造林，良好種源及苗木級造林木高3.2 m而比同高度之無頂芽造林木高出0.7公尺(圖2)。桉樹苗木培育則來自組織培養，一般在組培芽體抽長至1.5公分後，在發根培養基發根3週，即移植到裝填泥炭土為組成的穴植盤，放置在密閉高濕光照下健化1個月，再移植到軟鉢在溫室培養2至3個月，苗高可達30~50公分即可造林，花蓮與苗栗造林區苗木除由組培苗直接造林外，不足苗木則剪50公分

苗高的枝條扦插發根培育而成。102年7月30日在中興大學新化林場造林的桉樹組培苗係在5月27日將1.5公分高組培苗移植到穴植盤健化1個月後(圖3左)，移植到7×14公分軟鉢(徑×高)，1個月即可成長至30公分高(圖3中)，造林10天後苗木莖部木質化且全部成活(圖3右)。

二、示範區初期生長表現

(一) 花蓮光復區5公頃示範林

101年12月建立5種品系桉樹(2×2, 2×2.5, 2×3及3×3公尺栽植密度試驗)、相思樹



圖1 林務局羅東林管處A.相思樹(100公分)；B.楓香(110公分)；C.杜英(50公分)；D.臺灣赤楊(110公分)(何政坤 攝)



圖2 林試所相思樹苗木分級造林(左圖，何政坤 攝)，以含3側枝苗木造林2年樹高3.2公尺最佳(右圖，陳永修 攝)



圖3 桉樹從組培苗1.5公分移植穴植盤健化1個月(左圖,何政坤 攝)、移植軟鉢1個月(30公分)(中圖,何政坤 攝)及新化林場造林10天(右圖,林欣德 攝)



圖4 蘇力颱風對花蓮區桉樹7月生造林木(3.5公尺高)之風害(左圖),颱風過後緊急在50公分處截幹後扶正,傾斜樹則用竹竿扶正(右圖)(張景昇 攝)

(種源後裔試驗與 1.5×1.5 , 1.5×2 , 2×2 公尺栽植密度)、4種雜交泡桐品系、雜交牛樟(2×2 , 2×2.5 , 2×3 公尺栽植密度)與牛樟造林。造林7個月後,以Pg品系泡桐樹高4公尺最快,其次為桉樹高約3.5公尺,相思樹與雜交牛樟高1.5公尺,牛樟高1公尺。

(二) 苗栗休耕地示範林

102年5月造林1.5公頃,桉樹以 2×4 公尺栽植密度造林,在桉樹4公尺行間栽植相思樹、杜英、楓香、臺灣赤楊等菇木樹種,及雜交泡桐、雜交牛樟等樹種。苗栗區生長2個月桉樹高約0.5~1.0公尺,也呈現生長

快速現象,其他樹種僅杜英略有生長。

(三) 颱風危害

102年7月13日蘇力中度颱風從新北市三貂角處登陸,從新竹出海,分別對花蓮與苗栗示範造林區造成風害。花蓮示範區在7級暴風半徑內,陣風高達12級,造成30%苗木倒伏或傾斜(圖4左),但4公尺高之雜交泡桐與1.5公尺高的相思樹並無倒伏發生,嚴重者僅略微傾斜。颱風過後隔日即對倒伏桉樹在50公分先截幹後再扶正(圖4右)。為防止後續颱風危害,將桉樹在樹高1/2以下側枝全部剪除,降低風阻。另

外我們也統計桉樹不同栽植密度 2×2 、 2×2.5 、 2×3 與 3×3 公尺，結果以 3×3 公尺風倒率最低，全倒的僅4%，其次為 2×2.5 公尺風倒率17%，而 2×2 與 2×3 公尺全倒為21與22%差異不大，不過因4個重複栽植區風倒的變異頗大，顯示強陣風的風向主導桉樹倒伏的程度。這些風倒與傾斜木，經截幹修枝後1個月調查，截幹高的林木82%萌芽存活，但伐至地際的林木全部死亡，傾斜木經竹竿支撐扶正，都能恢復生長(圖5)。

苗栗區位處颱風近中心約13級暴風半徑範圍，雖然苗高不高，在50~100公分間，桉樹苗木幾乎全倒(圖6左)，但其他樹種多未受影響。由於苗木尚小，直接扶正(圖6右)，經過1個月後調查存活率90.6%，顯示幼齡木在風災後迅速扶正可救回倒伏桉樹。未倒伏的菇木樹種以臺灣赤楊死亡率最高約40%，而相思樹、杜英全部存活，楓香有96%存活率，因此以混植的方式，可降低風災的風險，同時可視市場需求，決定伐採年限。

我們除了在花蓮、苗栗建立示範區外，102年7月30日與中興大學新化林場合作，也建立1.4公頃菇木樹種與桉樹間植的試區。未來在推廣菇木與漿紙業造林樹種時，北、南、東部都有示範區，對推廣短伐期經濟樹種時，可供農民選擇合適的樹種。

結論

短伐期樹種從契約產業的需求規格、合約的強制性、原木需不需要加工處理、價格的計價採進口價的標準、造林木的原木產量、適

應能力都影響樹種的選擇與造林方式。漿紙與合板用材的產業需求量大，配合產業需求的桉樹造林方式也就成為示範的重點。供應紙漿材以生物量為主，因此採用 2×2 或 2×2.5 公尺是適合的栽植密度，採用更大栽植距離 2×2.5 或 3×3 公尺則是培養大徑材為主。桉樹是生長最快速樹種，適應力也強，但造林前2年抗風力弱，尤其造林在休耕水田更易遭風害。在非水田的農地，密度高，風阻增加，反而是 3×3 公尺抗風力最強。當遭風害時，苗小應緊急扶正，苗高者應在50公分處截幹並留



圖5 80%截幹株經1個月後均可萌芽至70-80公分(上圖)，傾斜株經扶正後，修剪樹幹1/2側枝後生長良好，樹高4公尺(下圖)。由於桉樹生長快速，造林7個月後只除草1次(張景昇攝)

枝葉，可大幅提高存活率高，基部截幹處理因苗小，萌芽困難，切勿採用。

菇木樹種中需求量最大且價格最高者為相思樹，本樹種適應力強，又是固氮樹種，但易分叉與樹幹扭曲。在優良種子園之改良種子尚未生產前，應選擇樹勢強之1年生苗，同時造林密度應提高至 2×2 公尺以上，或間植於速生桉樹列間，提高樹幹的通直度，因此在花蓮示範林採用栽植密度為2,500、3,300、4,400株/公頃進行比較。在有灌溉之休耕地，杜英生長表現有潛力可能高於其他3種菇木樹種。楓香在現有造林生長資料顯示，最佳伐採期可能為10年，超出休耕補助8年的期限，未來林農造林在8年時不能達到預期的產量，將可能使林農陷於提早伐採而減少菇木收益，或少領一至二期休耕補助的抉擇。油桐造林初期生長資料缺乏，加上目前林務局尚未提供苗木，在示範林中缺乏對照比較，殊為可惜。

在早期菇木業需求調查中，臺灣赤楊也是其中一種，但在此次調查中並無需求。由於本樹種也是固氮樹種，生長快速，分布海拔從

150至2,000公尺。據廖天賜等(2001)檢測不同海拔種源之臺灣赤楊對溫度適應範圍均廣，光合速率高於相思樹20%，是頗有潛力作為休耕地造林之樹種。因林務局也培育該批苗栗種源之樹苗，故也參與試驗。經颱風考驗，死亡率較高，不過本批苗木根系因斷根過早，根系不佳尚不能做定論。林務局未培育的山黃麻也是固氮樹種，是培養杏鮑菇的主要原料，調查業者需求量為100公頃，但並未列入短伐期樹種的補助樹種。山黃麻的育苗資訊缺乏，我們已採集平地種源的山黃麻種子，培育出1千株苗木，將可在明年加入試驗。除了山黃麻外，速生樹種中，曾經為臺灣創造綠色黃金的臺灣泡桐，經過接種病原選拔出抗病品系，也參與示範林試驗。在花蓮區生長，有一泡桐品系生長甚至超過桉樹，蘇力颱風也未造成風害，頗有潛力。但在休耕水田，則不耐短期淹水，存活率低，需要再廣泛的檢測。這些短伐期樹種如在示範林表現優異，可推薦為短伐期經濟樹種的選項。☸



圖6 在蘇力颱風近中心位置的苗栗區使2月生桉樹成排整齊方向倒伏，左排臺灣赤楊僅葉片刮落，無風倒發生。風災後立即將倒伏桉樹迅速扶正，90%可恢復生長(林欣德 攝)