

平地造林疏伐標準作業程序芻議

文/圖 邱志明 ■ 林業試驗所森林經營組研究員兼組長

一、前言

面對溫室氣體大量產生，地球暖化、氣候之變遷，極端氣候之異常等環境劇烈之變動，聯合國進行一連串因應地球環境之變動，如氣候變化綱要公約下之京都議定書、生物多樣性公約、二十一世紀議程以及森林原則等國際公約。台灣林業單位為因應此變局，自1991年執行獎勵農地造林，1996年7月賀伯颱風重創台灣，為喚起社會大眾對森林之重視，推動「全民造林運動」，2001年為因應我國加入世界貿易組織(WTO)後，農地資源調整減產，針對灌溉系統缺乏，雜糧旱作等不具競爭力之邊際農地、休耕蔗田，規劃並輔導農民及農企業造林，並配合給予獎勵與補助，提高其造林意願，藉以紓解競爭力較差之農產品產銷失衡現象，並增加平原地區森林覆蓋率，加強植林減

碳，增加碳吸存效益，提升木材自給潛力，落實自然生態保育、生態景觀及生活環境之維護，兼顧公益性、經濟性與社會性，使綠資源生生不息永續利用。2008年政府計畫「台灣經濟新藍圖系列」，推動「愛台12建設」，其中第10項為綠色造林建設，8年內，平地造林六萬公頃，擘建台灣成為綠色矽島的多重效益功能。

從1991年執行農地造林，迄今林木林齡大者已達20年生，已對周圍環境、農地、景觀產生影響，隨林木成長，不同經營目標，不論海岸林、景觀林或以木材生產為目標之木材生產林，為了維護林木健康，提升植林減碳效果，增進生產力，蓄水保水功能及維護生物多樣性及景觀效能，皆需面臨林分適當密度控制，疏伐及收穫利用問題，林木7年生以後，以成活率

為檢驗標準之考量，已經無法符合現況需求。

惟平地造林或綠色造林、獎勵造林樹種眾多，又區分海岸造林29種，木材利用及景觀造林41種，與保安林地造林24種。因此，造林之初，林主或經營者即必須依不同經營目標及其欲栽植之立地環境，選擇適地適木之樹種，至於林木樹冠鬱閉後之疏伐撫育作業標準，因樹種眾多，樹種特性不同，經營目標不同，立地環境不同，因此，僅能配合經營目標、立地環境(土壤、氣溫、雨量、風等)、林況(生長及成活狀況、病蟲及有無受害狀況)等，大致歸納數個原則，提供經營者參酌，另依試驗所研究結果，就資料搜集較完整之重要樹種，歸納出樹種特性及視其生長情形，做為不同林齡疏伐留存林木株數之依據，同時再確定林況及地況後，做為決定疏伐及選木之準則，擬訂標準之作業程序，供為進一步檢核及討論之參據。

二、疏伐作業之效益

林分進行疏伐時，為了預先避免民眾之關切及投書，宜在作業地點，預先設置解說牌，說明本作業之目的，疏伐作業除了大眾所周知的可增加林木之肥大生長及提升形質外，尚有下列之正面效果：

- (一)可促進地被植物的生長，喬木冠層、灌木及地被具有緩衝降雨衝擊之效果，減緩地表逕流及沖蝕。
- (二)增加生物多樣性，疏伐後促進土壤種子庫之發芽，前生樹及地被植群之生長，形成複層林相。
- (三)土壤溫度變化擴大，促進腐植層之分解，提高土壤肥沃度。

(四)留存生長旺盛之林木，光合作用效率高，故能增進CO₂之吸存，減低溫室效應。

(五)林地留存部分倒木或枯立木，可提供昆蟲、鳥類及野生動物之棲息場所。

(六)增進林分景緻，經過疏伐之林分，林內透光良好，令人舒暢沒有壓迫、雜亂之感覺。

(七)減少病蟲害之發生。

三、疏伐方法與原則

造林人依據其意願配合造林類別及經營目標後，決定疏伐種類。

(一)疏伐種類：依造林人經營目標決定疏伐種類。

1.下層疏伐

下層疏伐的目的在於淘汰下層被壓之劣勢木，再依序疏伐中庸木，以利上層之保留木生長。換言之，疏伐之選木順序依次為：枯死木、病害木、劣勢木、分叉木、彎曲木、斷頭木、中庸木等。

2.上層疏伐

上層疏伐之目的並非將優勢木全部伐除，而是伐除部分樹冠擴張之優勢木及樹幹彎曲或分叉的上層木，調節林木生長空間配置，此外也需對於劣勢木及病害木進行伐採。

3.機械疏伐

(1)空間疏伐：依固定之距離選擇留存保留木，其餘林木全部伐除。如株距為4m，則在兩株林木間距少於4m之林木全部伐除，每公頃留存625株。

(2)行列疏伐：依固定行間距離，做狹長帶狀選擇保留木或伐採。如砍3行留10行，或砍6m保留20m。

4.選擇疏伐

依照特定的經營目的選擇疏伐木，例如市場有特定規格之需求，則可採用選擇疏伐的方式。此外，在實施選擇疏伐時也應對於劣勢木及形質不良立木一併伐採，以利保留木之發展。

5.孔隙或塊狀疏伐或群狀留存

將欲疏伐之林木，以孔隙或塊狀方式疏伐，孔隙大小直徑約為樹高1-2倍，孔隙大小可一致或在某一範圍內變動，孔隙之分布亦可規則或逢機，惟逢機時，避免加乘效果對環境造成太大衝擊，因此，孔隙大小直徑不可超過樹高。孔隙可再進行複層林營造，其目的在創造林分垂直及水平結構之異質性，以生物多樣性保育為目的。總疏伐之孔隙面積，在總面積之25-40%間，孔隙則儘量均勻配合地形，分布在林地上。

(二)何時開始疏伐

1.依林分現況判斷：需疏伐之林分為

- (1)林木樹冠已鬱閉而彼此競爭，毗鄰木樹冠枝條交叉之林分。
- (2)樹冠下側枝條枯死，甚至開始脫落。
- (3)被壓木已枯死。
- (4)林地光度減弱，地被植群減少，甚至地表植群死亡。

2.配合市場需求，以造林地內，林木直徑已達到市場上具有交易價值，且數量達到利及費者，亦可定為疏伐開始時期。

(三)疏伐強度及疏伐間隔之決定

1.造林類別及經營目標

- (1)生產林木：重視林木品質及幹形，則疏伐度宜弱，兩次疏伐間隔宜短。

(2)海岸林、生物多樣性：期望維持林分之動、植物多樣性或林分的垂直結構複雜度，則疏伐度宜強，疏伐間隔宜長。

(3)景觀林：依其景觀目的，需大的徑級及樹冠幅，疏伐宜較強，以便留存木有較大空間生長。

2.樹種特性

(1)針葉樹、耐陰性樹種或樹冠較窄，如肖楠，保留木留存之空間之直徑可較小，約為樹高之 $1/4-1/3 H$ 。如樹高15m，株距3.8-5.0m，每公頃留存株數約為700-400株。

(2)闊葉樹、陽性樹種或樹冠擴張之樹種，保留木留存空間之直徑約為樹高的 $1/2-1/3 H$ 。如樹高15m，單株間距為5.0-7.5m，每公頃則留存400-180株。惟若需抑制枝條之擴張，以免產生較大枝節，保留木留存之間距宜較小，則疏伐度宜弱，每公頃保留較多株數。惟若開闊地，以景觀為目的，則宜保留較大之樹冠，疏伐度宜較強，株距宜較大，留存株數可較少。

(3)樹種生長速率快者之速生樹種，如杜英，疏伐度可較強，生長速率緩慢者，如檳木、肖楠，疏伐度宜較弱。

3.抗風性

(1)栽植之樹種主幹纖細，形狀比(樹高/直徑之比值)超過100者，抗風力較弱或易受風害樹種，疏伐宜弱，每公頃須保留較多之株數。

(2)形狀比小於70，即樹幹較尖削者，耐風力較強或抗風性較強之樹種，可行較強度之疏伐，每公頃可保留較少之株數。

4. 生育地條件

(1) 生育地地位佳，土壤肥沃，較避風之環境，疏伐度可較強。

(2) 生育地地位不佳，石礫地，衝風地，疏伐度宜較弱。

5. 林齡

一般無法以林齡大小，決定是否疏伐或是留存多少株數，因受到初期栽植密度、立地環境、樹種和生長狀況所影響，但若同一樹種，同一栽植密度及立地環境，則林齡小時，直徑級25cm以內，兩次疏伐間隔時間宜較短，林木林齡愈大，徑級達30cm以上，疏伐間隔時間宜較長。

(四) 最適株數之決定

1. 樹種別每公頃留存之適當株距(如下表)

青壯林齡，疏伐後每公頃留存之適當株樹，依林木生長狀況及樹種特性而定，因此以樹高及樹種特性來決定林木適當株距，經研究發現，如表1所示。每一樹種界定一範圍，主要因為生育地環境、林齡及經營目標不同，疏伐後之留存株數，可在此範圍內，能維持完整林相及整體生產力及減少對環境造成衝擊；留存

較密之株數，則以木材生產為目的，一般留存較疏者，則以景觀或多樣性為目的。

例如樹高10m，櫟木適當株距為樹高45-50%，因此，適當的株距為4.5-5.0m，每公頃10,000m²為例，若株距為4.5m，則一株林木適當之範圍為20.25m²，木材生產每公頃留存適當之株數為10,000m²/(4.5m)²≐500株/ha左右較佳；若為景觀林則以10,000m²/(5.0m)²=400株/ha較佳。桃花心木適當株距為樹高30-35%，則每公頃適當株數範圍為10,000m²/(3.0m)²≐1100株/ha - 10,000m²/(3.5m)²≐800株/ha。

2. 最適株數之決定(表2)

樹齡6年生以下或樹冠枝條未交接鬱閉前，依林務局現有規定成活率標準。7年生以上林分樹冠已鬱閉，每公頃留存之適當株數，因樹冠幅特性、不同立地環境及經營目的而不同。

林木生長狀況及樹種特性決定林木最適株距外，在相關每公頃最低株數規定未修正前，必須注意現存林分每公頃最低株數之規定，疏伐後留存之株數必須符合規定，以免領不到獎勵金。規定如下：7-10年生林分每公頃最低株數為900株，11-15年生最低為750株，16-20年生最低為600株。因此，平地造林絕大部份為私有林，疏伐度建議可分數次較弱之疏伐度實行，如此可培育成更健康及林木品質更優之林木。

(五) 疏伐作業實施步驟(標準程序)

1. 若為公司或法人，如台糖公司，疏伐前或編案時需進行基本資料之蒐集，但若為平地造林之林主，對林況、地況已充分掌握，則(1)、(2)步驟可免。

(1) 造林地點、造林年度、樹種、面積等。

(2) 疏伐林分之生育地條件、造林方法、每公

表1 青壯林齡，樹種別每公頃留存之適當株距

樹種	樹高百分比
茄冬	50-60%
印度紫檀	45-50%
櫟木	45-50%
苦楝	40-50%
樟樹	40-50%
光臘樹	40-50%
楓香	40-50%
烏心石	40-45%
杜英	40-45%
桃花心木	30-35%
肖楠	25-30%

表2 林分平均樹高和每公頃留存之適當株數參考表(株/公頃)

平均樹高 (m)	H/4 (25%)	H/3 (33%)	H/2.5 (40%)	H/2 (50%)
8	-	1406	977	625
9	-	1111	772	494
10	-	900	625	400
11	1322	744	517	331
12	1111	625	434	278
13	947	533	370	237
14	816	459	319	204
15	711	400	278	178
16	625	352	244	156
17	554	311	216	138
18	494	278	193	123
19	443	249	173	111
20	400	225	156	100

(註)

1.按樹高及樹冠特性決定留存株數，假定林木適當之植距為樹高1/3，

$$N=10,000/(H/3)^2=10,000/(0.33H)^2$$

N：每公頃留存株數，H：林分平均樹高(單位：m)

2.平均樹高為扣除被壓木及枯死木，單位面積取樣之平均數。

3.林木隨林齡之增大而生長，其特性受到樹種、立地環境、栽植密度及撫育方法不同，而產生變異甚大，本文先提出一原則，詳細不同樹種、不同立地環境、不同經營目的，隨林齡增長之最適林分密度，有待進一步試驗監測後，進行調整修正。

頃栽植株數、撫育情形及災害情形等。

(3)森林經營目標及主伐期。

(4)是否搬出利用，搬出時集運作業方式。

(5)交通狀況。

2.調查所需之資料及用具(視需要攜帶)

(1)資料：a.疏伐地點五千分之一造林地實測圖。b.或一萬分之一航空照片基本圖。c.材積計算表。

(2)用具：視需要準備下述用具a.每木或樣區調查野帳簿。b.測高桿或測高器。c.輪尺。d.小型計算機。e.白漆。f.油性筆。g.原子筆。h.方格紙。i.腰刀。j.鐮刀。k.卷尺。l.塑

膠繩。

3.疏伐地之勘察

若為公司或法人編案確定疏伐地點後，需先進行疏伐地勘查，以做為人力、經費、作業時期之規劃及作業依據。但若為一般小面積之林主，對造林地現況很熟悉，此步驟可免。

(1)林相狀況是否均整及有無各種被害情況。

(2)林地上覆蓋植物(雜草、灌木、雜木)之種類及生長情形。

(3)觀測林木枝下高之高度及林分鬱閉之程度。

(4)作業道路及林木欲搬出之路線。

4.疏伐區面積測量及界木之設置(小面積之林主，此步驟可免)

(1)林分均整原則以造林地號面積為準。

(2)若林分不均整時，則實測需疏伐作業之面積及設置標界。

5.樣區(標準地)之設置

(1)樣區位置：以系統取樣方式或選取具有代表性林分，設置樣區或標準地。

(2)樣區面積：每樣區面積0.05-0.1公頃(如為0.05公頃，長方形樣區：25m×20m；或圓形樣區：半徑12.63m)。

(3)樣區數量：樣區面積約佔實際面積5-10%，視林分狀況調整。林分生長若均勻，數目可酌減，若不均勻，數目宜增加。

(4)樣區應以衛星定位儀定位，以便查核。

6.樣區之調查

(1)調查項目

a.胸徑(測定離地面130cm高之樹幹直徑)。

b.平均樹高(扣除枯損木)，樹高之量測，建議以輕型如伸縮釣竿式之測高桿(8-15m)

實施。

- c.樹冠級，依林木生長狀況，區分優勢木、中勢木及劣勢木。
- d.註記林木形質(分叉、彎曲、斷頂、病蟲害或樹幹受損腐朽、枯死等)，以做為選木之依據。
- e.求算樣區株數(扣除枯死木)，再換算單位面積株數(如樣區0.05公頃，樣區株數70株，則每公頃為1,400株)。
- f.實測樣區內各徑級之樹高數株，以繪製樹高曲線圖，以求出各直徑級之樹高，作為計算材積之依據。

7.疏伐率之決定及計算

- (1)疏伐率決定：依樣區調查結果計算樣區平均樹高(需扣除枯損木)，然後依經營目標及樹種特性所訂之不同樹種之適當株距(表1)，決定每公頃適當留存株數或材積以計算疏伐率，做為選木之依據。
- (2)株數疏伐率 $((\text{林分疏伐前株數} - \text{保留木株數}) / \text{林分疏伐前株數}) \times 100$ ，即 $(\text{疏伐株數} / \text{疏伐前林分株數}) \times 100$ 。
- (3)胸高斷面積疏伐率 $((\text{林分疏伐前斷面積} - \text{保留木斷面積}) / \text{林分疏伐前斷面積}) \times 100$ ，亦即 $(\text{疏伐木斷面積} / \text{林分疏伐前斷面積}) \times 100$ 。
- (4)材積疏伐率 $((\text{林分疏伐前材積} - \text{保留木材積}) / \text{林分疏伐前材積}) \times 100$ 。
- (5)求出樣區之株數疏伐率及斷面積或材積疏伐率(斷面積或材積疏伐率，擇一計算)。

8.選木方法

將林木樹冠分級，加以簡化(如圖1所示)：

- (1)優良木：形質及成長狀況良好，且高度位

於平均林冠之上。

- (2)中庸木：形質及成長狀況無顯著缺點之林木。
- (3)不良木：被壓木、彎曲木、傾斜木、病木、衰弱木、斷頂木、分叉木等形質及生長均有顯著缺點之林木。

9.選木之順序

疏伐率確定後，除特殊目的外，一般以下層疏伐方式進行選木，其順序如次：

- (1)枯死木、瀕死木。
- (2)受害木(包括風折為害木、鼠害木等)。
- (3)傾斜木、彎曲木。
- (4)被壓木。
- (5)分叉木。
- (6)擁擠之中庸木。
- (7)次優勢木。
- (8)優勢木。
- (9)惟在實際選木作業時，除依據上述選木標準外，尚須依林冠之鬱閉度及鄰接木之相關位置等作適當之調整。疏伐後其林木之行株距相隔距離以在3-5m之間為宜，而行株距若超逾5-6m，縱使其鄰接木雖為彎曲

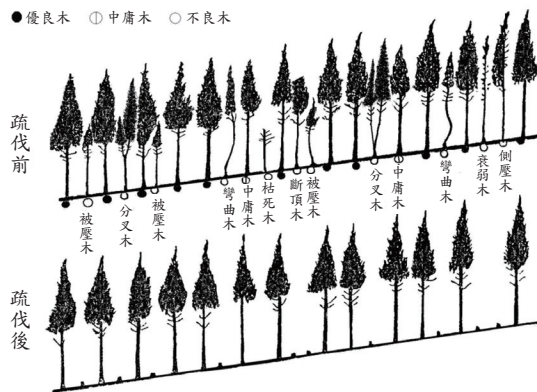


圖1 簡化之樹幹級分級及選木疏伐後林分配置狀況圖

木，分叉木或中庸木等，仍應予以保留，以免林冠過度疏開，產生諸如林分生長量減低、側枝徑增大等不良影響。因此在疏伐作業前可將諸如9株林木選為一小集組(圖2)，並選伐其中之3-4株，然後再以同一形式進行下一集組作業，二集組之間須部分交疊，即下一集組與上一集組間應共用部分林木(如圖2虛線交疊之3株)以免造成林木過分疏開。如此現場實際作業較易進行，而對行株間距亦較易於控制。

- (10)疏伐木樹幹綁明顯之塑膠繩或樹幹兩側削樹皮為標記，完成選木後，保留木之空間能均勻配置，同時將選取株數換算疏伐率與疏伐預定之疏伐率相比較，以二者之差距作為修正之依據。

(六)疏伐注意事項

1. 避免破壞林地而危害林木，如林緣、林內空地及岩石多的地方，宜降低疏伐強度，一般僅砍伐劣勢木，其他林木則予以保留。
2. 每公頃適宜留存之株數，若要培育優良用材，以保留較「密」為原則，但疏伐間隔宜縮短。若以培育普通用材為目標，則宜保留「中庸」為原則。欲培育特殊用材，希望生長速度快，則保留「疏」為原則，或欲培育成多樣性較高之林分，此時疏伐強度宜較強，疏伐間隔宜較長。
3. 合理之疏伐方式，應採用定性與定量疏伐兩者之優點，即先決定疏伐率後，再依樹冠級之標準選定疏伐木。各樹種之初次疏伐應以下層疏伐為原則，依不同之疏伐強度逐步實施。
4. 幼齡期未經疏伐者，初次之疏伐度不應過強，否則林分急劇疏開，將有使林木生長停滯之虞，同時易受強風危害。因此宜分數次之弱度

疏伐進行，注意現行規定不同林齡每公頃最低留存株數之限制。

5. 若林木欲搬出利用，且林地地形特殊，疏伐木集材困難者，可採用每隔一定距離如20m或6列或以上，砍伐2列，最多3列之方式做為集材線，保留列得進行弱度疏伐。惟若該地之風害(颱風)嚴重，且保留帶的寬度小於10m者，則保留帶不宜再進行疏伐，以維護保留木之抗風力。伐採列亦可並行林下栽植，若不進行林下栽植，砍伐帶則以2列為宜。
6. 以提升林木形質為經營目標者，原則上不宜施行行列(機械)疏伐，以免破壞林相而無法達成經營目標，惟疏伐後欲營造複層林或提升生物多樣性者則可進行，其疏伐方式以至少砍3行留6行以上較佳，尤其颱風頻繁地區，保留行距宜加寬。
7. 欲將人工栽植的純林轉變為複層林或混合林，

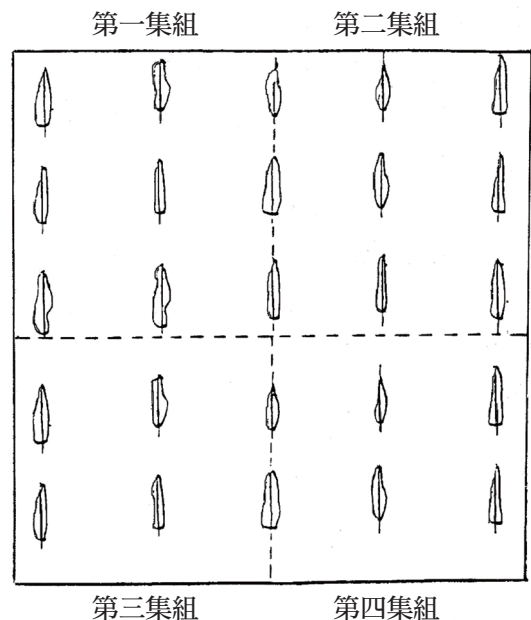


圖2 9株林木為一小集組，田字形選木方式

表3 疏伐木造材規格

區 分	主要規格			次要規格				配合規格	
材長(m)	4.8	4.2	3.6	3.3	2.4	2.1	1.8	1.2	0.9
末徑(cm)	6以上	6以上	6以上	6以上	6以上	6以上	6以上	6以上	6以上

則可分次實施行列或單株強度疏伐，或小面積之孔隙或群狀疏伐，空隙地再配合林下栽植原生經濟樹種。

(七)疏伐木之造材

- 1.疏伐木若欲搬出利用，切鋸枝條時，應注意不在材面留下小枝節及傷到材身。
- 2.為求疏伐木及早乾燥、減輕重量、搬運容易及避免病蟲害之發生，林木伐倒後，樹冠可暫緩去除，以加速水分散失，再進行造材及集運工作。
- 3.疏伐木多以圓材利用，為期出售容易，價格較好，應依當地一般市場消費習慣與實際需要量而定造材規格，並據以實施造材。
- 4.消費市場對疏伐木造材規格，除特殊用途之電桿材長度多為6m以上外，一般以生產3.6m的原木佔多數，其次為1.8m、3.0m、4.2m等規格，造林長度10m以上須有15cm以上之延寸。10m以下，需有10cm以上延寸，但依現行木材檢尺規程之規定，末徑6cm以上起算。參考造材規格如表3所示。一般需盡可能造長尺才，所獲價值較高，但仍需依當地造材規格及價格而定。🌱

參考文獻(請逕洽作者)