

重新建構臺灣木材市場產業鏈 ～中層疏伐技術行不行？

◎林業試驗所副所長室·邱祈榮

◎林業試驗所育林組·陳財輝

◎林業試驗所六龜研究中心·陳永修、龔冠寧、林文智 (lwenc@tfri.gov.tw)

臺灣的林業政策自1991年天然林禁伐開始進而轉向以森林保護為主軸，之後國內所需木材99%仰賴進口，使得20多年來臺灣森林伐木作業幾近停滯且疏伐撫育作業緩慢，木材市場產業鏈逐漸沒落，從上游至下游木材產業鏈所需之人工、技術及知識都出現斷層。惟近年來已有許多國家提出禁止或限制原木出口，加上木材短缺價格提高、運費高漲及臺灣進口非法木材被國際關注等因素，使得木材自給率不到1%的臺灣木材市場，必需重新思考建構木材市場產業鏈及提高木材自給率的問題。

人工林建造初期，為使林木能形成高又直的主幹，提高木材利用價值，普遍採用密植的方式，使林木產生對於陽光需求的競爭而向上生長。在林木樹冠鬱閉後，由於林木對光線的競爭，反而出現生長停滯的現象，使林木容易受病菌昆蟲危害，甚至死亡。因此，若要得到形質優良林木及確保健康生長，適時疏伐是不可或缺的撫育手段。雖然疏伐對林木材質與生長有許多好處，但確是一項極耗費金錢且須長時間經營才能回收的投資行為，對於政府財政更是一大負擔。現行在臺灣慣用的疏伐方式為下層擇伐及行列疏伐，其中下層擇伐目的是移除最下層不良樹冠級的林木，木材多屬小徑級之被壓木，市場價格低，使得疏伐作業利不及費，生產的木材性質差，使產業端無優質木材可用。另外，行列疏伐雖可在行列砍伐帶重新栽植林木，但因光線不足及風害問題，使得林木生

長不良，而留存的林木僅邊緣可接受較多的光線，整體生長仍不佳且欠缺後續木材規劃思維。依據林務局第四次全國森林資源調查成果報告，全臺灣有27萬公頃人工林，許多都已進入中後期疏伐作業的階段，在現今政府財政緊縮的狀況下，發展在經濟上能收支平衡且能持續提供市場所需良材的作業方式，將有助於臺灣木材產業鏈的良性循環運作。

林業試驗所六龜研究中心試驗林面積9,882公頃，從民國61年起針對已伐採的森林進行人工造林作業，至今最老的齡級已達45年生，其中以臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)為主要造林樹種，這些臺灣杉是否需進行疏伐及如何作業，需有調查資料給予支持。為了解人工林現況並據以編定後續撫育作業，至今已完成866公頃的調查作業。本文擬針對清查資料予以分析，了解臺灣杉人工林現況，並以中層疏伐作業進行疏伐規劃，探討疏伐技術及木材產業鏈相關問題。

新的思維-中層疏伐(mid-layer thinning)

中層疏伐是由日本學者渡邊定元教授提出，其重點是先選擇有生長潛力的林木做為未來主伐的收穫木，稱之為未來木，每公頃約100株，實際作業將選取200株，多出的100株稱為候補木，可取代未來木使用，每5至7年進行一次檢定並決定是否再次調整疏伐密度，至主伐時每公頃保留100株之林木。未來木的挑選主要是以林木的樹高生長、胸徑、林木樹幹

品質、活樹冠的比例為依據，選定之後再決定疏伐木的對象，主要是選擇會影響未來木生長林木為伐除目標，稱為干擾木。與臺灣傳統下層疏伐不同，中層疏伐除了有中小徑級的木材之外，還可以有為數不少的優良大徑級木材產生，在疏伐作業的經濟收支平衡上會有極大的助益，且將可供應市場上優良的木材來源。疏伐後原來的次優勢木可能因生長加速而取代原本生長良好的未來木(優勢木)，因此每5至7年進行一次的檢定為必須且重要的。

六龜試驗林人工林清查資料分析

為了解造林地中臺灣杉不同徑級的生長狀況，以19塊造林地中共72個樣區的資料，依單株胸徑(DBH)予以排序，共區分成4個等級，第1級為單株胸徑最小的25%，第2級為胸徑大小排序在25~50%者，第3級為胸徑大小排序在50~75%者，第4級為平均單株胸徑最大的25%，並求得每塊造林地不同等級中的平均單株胸徑(表1)。再利用樹齡及各樣區的每公頃林木分密度(本研究之林分密度共分四種，以每400株為一個等級，分別為400株/公頃、400~800株/公頃、800~1,200株/公頃及1,200~1,600株/公

頃)進行複迴歸分析，以此二項因子將可預測臺灣杉胸徑的生長，如假設六龜試驗林中的臺灣杉造林地密度為400~800株/公頃時，則可得臺灣杉齡級與DBH的曲線圖如圖1。

人工林清查的資料除了可預測臺灣杉後續的生長狀況，並據以編定經營方式外，也可分析不同撫育方式帶來的差異，如表1，同樣為35年生的臺灣杉，平均每公頃林木密度848株之造林地較每公頃1,513株者有顯著較高的胸徑生長。另從臺灣杉樹齡35及42年生者，每公頃林木密度同樣約為860株，結果其胸徑生長無顯著差異。以上二個例子的造林地均有10年以上未進行疏伐撫育作業，顯示疏伐撫育作業對於臺灣杉林木生長有顯著影響。

中層疏伐操作案例在六龜

【集材線障礙木標定】

六龜試驗林中的臺灣杉造林大多以每公頃2,000株栽植，株行距為2×2.5公尺，若留存株數每公頃大於1,000株者，集材線以砍1行留3行的方式標定，如圖2所示。留存株數小於1,000株者，則視現地林木分布情形標定集材線。集

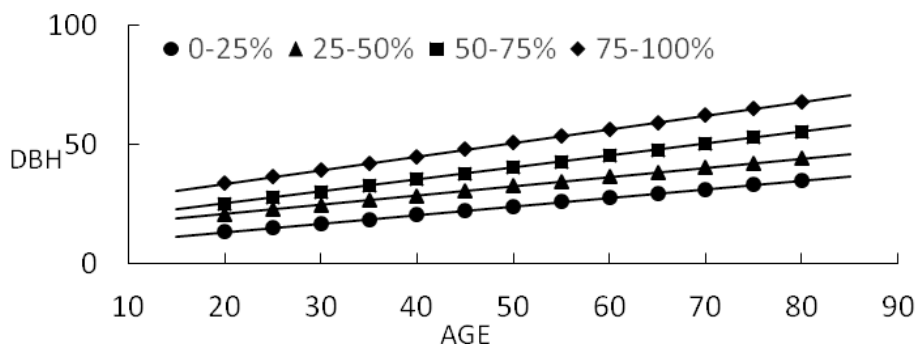


圖1 每公頃林分密度400至800株之臺灣杉生長曲線圖。

表1 造林地基本資料

造林地 序號	齡級	單株平均胸徑(cm)				每公頃株數 (臺灣杉)	每公頃材積 (m ³)	每公頃天然 更新株數
		第1級	第2級	第3級	第4級			
1	7	5.4	8.7	10.7	13	1,560	41.3	缺
2	8	7.7	11.4	14.8	19.1	1,400	104.2	缺
3	10	9.8	13.3	15.5	17.7	1,600	112.3	缺
4	15	12.4	17.5	20.8	27.1	1,420	204.8	缺
5	17	13.5	18.8	21.7	26.1	1,373	223.5	缺
6	28	14.5	22.8	29.7	40.0	605	285.9	515
7	28	12.9	21.8	30.0	38.7	688	301.7	824
8	30	9.0	17.5	24.9	39.6	704	268.2	796
9	33	15.7	21.3	27.3	36.6	780	352.8	826
10	34	17.9	28.1	33.5	42.2	693	469.2	1,290
11	35	15.5	22.9	28.1	34.5	1,513	641.5	1,546
12	35	21.0	28.8	33.8	41.9	848	516.8	1,454
13	35	19.1	25.8	30.1	39.7	630	439.8	210
14	37	17.3	22.9	27.3	36.0	1,030	420.1	1,776
15	40	16.0	23.1	29.0	41.3	628	306.9	3,292
16	42	17.9	25.8	32.8	42.9	878	476.0	2,454
17	42	20.2	27.6	34.8	45.9	676	422.2	1,716
18	66	23.9	34.8	43.5	55.0	542	缺	缺
19	79	38.9	47.3	65.9	79.5	168	缺	缺

註：單株平均胸徑之第1級為樣區內林木胸徑最低25%者，第4級為最高25%者。

材線寬度為2.5公尺，於集材線上的障礙木將以紅色塑膠繩標定，以利後續疏伐作業辨認使用。

【未來木及干擾木標定】

集材線選定之後，於2條集材線之間，依據不同林分密度，以每10株為單位，標定2至3株未來木，並以綠色塑膠繩標定，同時將影響未來木生長的干擾木以黃色塑膠繩標定，以利後續伐採作業，如圖2所示。其中未來木及干擾木的選定並非單以胸徑及高生長為依據，其標準如下：(1)選擇優勢木或次優勢木：樹高生

長及胸徑均佳，外形通直圓滿。(2)活樹冠率：活樹冠為植物光合作用主要部位，左右植物後續生長，活樹冠率大於40~50%較佳，低於20%則可能影響林木後續生長。(3)幹距比：(兩株林木間的距離/樹高)×100%即為幹距比，必需大於20%，植物間的生長才不致互相競爭影響，因此即便有兩株臺灣杉均生長良好，若距離太近則必需將其中一株視為干擾木而予以伐除。

上列中層疏伐的執行方式，在實際標定操作上簡單易行，集材線寬度小，對環境影響低、除了可增加留存木的生長空間之外，

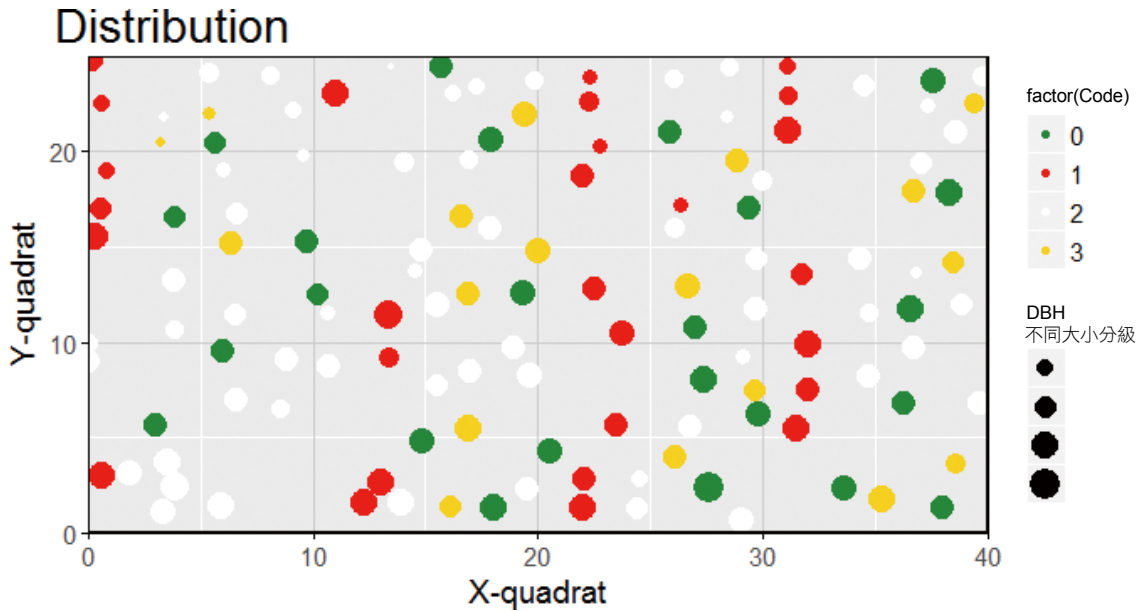


圖2 六龜試驗林13林班臺灣杉中層疏伐作業樣區空間分布圖(綠色/未來木；黃色/干擾木；紅色/集材線障礙木；白色/留存木，樣區面積為40×25公尺)。

亦可供下一次疏伐作業時重覆使用。以六龜試驗林第13林班的樣區為例(圖2)，臺灣杉每公頃林木密度為1,320株，依中層疏伐作業執行，其株數疏伐率為35%(材積疏伐率為36.1%)，其中胸徑35至45公分的臺灣杉每公頃可疏伐160株，可提供為優質木材的來源。若以全臺灣的人工林加以考量，予以適度規劃，即便是疏伐作業也可以每年提供穩定且優質的本土木材，使木材市場能有充足的木材來源而持續運作。

結語和期許

中層疏伐技術或許可以提供穩定優質的本土木材，但中後端的產業鏈仍有許多的問題必需解決，例如疏伐技術工人的培養、臺灣杉的物理性質、特性適用於何種用途、設計與利用、木材色彩的退化(變化)問題、市場接受度及是否可發展高價值的單木經濟疏伐模式等，每一鏈結都彼此互相影響。近期來自各領域的專家已至六龜試驗林現地進行勘察與討論(圖3)，期待六龜試驗林的模式能完成下列目標：(1)整合臺灣杉長期生長調查



圖3 森林不同領域專家齊聚六龜試驗林討論臺灣木材產業鏈相關問題(圖為鳳崗山苗圃，海拔1,650公尺)。(林文智攝)

成果，建構臺灣杉不同林齡目標徑級模式，做為大徑木生產規劃依據。(2)應用臺灣杉不同林齡目標徑級模式，配合中層疏伐理論，發展臺灣杉大徑木生產作業模式，並建立現場作業實務規範。(3)以六龜地區臺灣杉林分為對象，依林分林齡及中層疏伐，進行未來木選定與伐除木標定作業，進行伐木作業並計算其作業成本。(4)伐除之大徑木配合林產利用設計，製成高價值的林產品。♻️