目標樹經營—兼顧生態與保安的木材永續生產策略

⊙林業試驗所森林經營組・李隆恩 (taiwania@tfri.gov.tw)、彭炳勳、唐盛林
⊙林業試驗所恆春研究中心・陳巧瑋
⊙林務局森林企劃組・吳俊奇

轉型中的森林經營典範

我國自上個世紀下半葉起，社會快速發展，經濟結構亦由原先的傳統產業迅速轉型為高科技產業，短短的數十年間，在東亞地區上演奇蹟般地華麗轉身，更獲得亞洲四小龍的稱號。隨著經濟的成功轉型，以林業扶植輕重工業的需求逐漸消失，政府與社會對於森林功能的期盼亦逐漸由開發轉為國土保安與生態保育，終於1991年起陸續宣布禁伐天然林及限伐人工林。隨著政策的轉向，國產材生產量大幅減少，然而國內對木質材料的需求並未隨之下降，近20多年來只得仰賴進口以滿足需要，卻也因此導致我國遭捲入世界非法砍伐木材的生產鏈中。近年來，氣候變遷與全球暖化的議題持續發酵，世界各國皆已認知到破壞森林的嚴重性，並致力於打擊非法木材及發展出各種永續森林經營認證體系以促進合法林產品交易；此外，隨著連續三屆的地球高峰會都選在開發中國家舉行，我國的環境策略也應當轉移，從過去「以保護本國森林為優先的原則」轉型為「永續發展」。永續發展的精神為「在不損及後代福祉的前提下滿足當代人之需求」，因此，社會公平與世代正義的議題也隨之浮上檯面，人類必須在資源可永續利用的前提下，達成經濟成長並兼顧社會公平；我國身為新興工業化國家，勢必不該再進口廉價的非法木材，未來，如何在兼顧生態與保安的前提下，肩負起地球公民責任，提升我國木材自給率，已成為未來林業發展的重點方向之一。

木材生產經濟林的經營思維轉變

過去以木材生產為目標的人工林經營，往往為了營林技術與伐採作業之便利，大規模的營造高栽植密度之同齡純林，甚至為了使林木具有特殊的優秀性狀，更常僅以少數的品系作為親源培育森林。此類栽培方式，雖然有便於作業且可以收穫大量的同種同質性木材，然而其生態系統過於脆弱，也容易導致嚴重的森林病蟲害，對於水土保持及地力保存等公益及生態效益亦較混交林及複層林差許多；且如此高密度之林分，更需要高強度之撫育管理，倘若經營不善，則容易導致森林及木材品質之劣化(圖1)。近年來，許多國家均陸續推行以培育目標樹為目的之森林經營方式，其理念是指根據不同的經營目的，在森林生長的過程中，利用營林及撫育的技術將目標樹培育成既定之目標形態；此種經營方法用於生產木材時，其概念及技術與日本學者渡邊定元教授提出的未來木經營及中層疏伐的理念相近，即都是透過降低鄰木競爭的方式，提高目標樹的品質(其技術及內涵可參見《林業研究專訊》2018年25卷第4期「培育長伐期高蓄積大徑材之中層疏伐」一文)。利用目標樹經營的特點，在充分滿足目標樹生長條件的前提下，為了強化森林整體的安定性及多樣性，其他林木的培育及森

圖1 高栽植密度營造出的同齡純林，林分層次與結構都較為單一。(李隆恩 攝)

林整體生態系統之營造則可以近自然營林為核心；近自然營林之理念最早源於1898年，由德國林業學家Gayer所提出，其強調人類的營林手段應盡可能的符合森林的自然規律，森林的建立、撫育、伐採及更新，也需與天然森林植被的自然關係相近(其更多具體內容，可參見《林業研究專訊》2010年17卷第5期「台灣人工林經營新思維—師法自然，近自然林的經營」一文)。在此二種經營模式搭配下的目標林分將成為複層混交異齡林，其經營可在尺度上進行分化，以單株之用材目標樹為骨架，培育長伐期之優良大徑材，再以複層混交異齡之林分結構為輔，發揮森林之各項生態效益並維持系統穩定，可說是一種可兼顧木材生產和生態保育的經營模式(圖2, 3)；其主要優點包含：1.維護森林地力以達成經營永續性，2.增加森林生態效益並提高森林抗性及穩定性，3.增加林分垂直結構層次性，加強國土保安及水源涵養功能，4.分化經營強度，有效降低營林成本，5.透過目標樹培育，提高森林蓄積及木材形質，增加經濟收益，6.透過中期撫育可收穫多樣性林產物，提高早期回報。

建構永續木材生產策略

參考本所於六龜研究中心辦理臺灣杉人工林未來木施業的結果，若以用材目標樹的概念加以經營，並以輪伐期80至100年為

圖2 蓮華池臺灣肖楠人工林，透過標定目標樹(紅色)、疏伐干擾木(藍色)及保留一般木，育成具大徑高品質目標樹之複層混交異齡林。(邱志明 提供)

圖3 六龜香杉及臺灣杉人工林經擇伐後，於孔隙間植6種原生闊葉樹，提高林分結構及生物多樣性。(邱志明 提供)

目標，育成每公頃100至200株，徑級在70至100公分之間的優質林木，則林分屆伐期齡時每公頃立木蓄積量約可達到700至800立方公尺，換算可搬運利用材積約至少可逾500立方公尺；若依據2017年林務局辦理其直營國有人工林清查之結果，現階段約有6萬公頃的可營林區域，其中有2.6萬公頃其現況及交通條件適合優先納入生產規劃(圖4)，倘若透過妥善的經營，依前述的經營概念加以估算，未來每年約可生產近15萬立方公尺的木材，且其產出多為高經濟價值之大徑材，相比於現階段大多數的國產材價格，應屬於經濟上較可持續的作業方式。

現階段重點工作

用材目標樹經營模式是透過培育目標樹並適期疏伐干擾木的方式達成經營目標，此法較適用於投資收穫期長、以生產高價值木材為目標的營林方式，整理其經營模式現階段的重點工作大致可以分為以下幾點：1.用材目標樹經營之目標林分為高蓄積量之大徑材優質林，對於土地生產力及樹種商業價值的要求較高，因此，第一階段工作即為分析營林區林地之地位及樹種適應性，如利用地位指數曲線選出適合進行目標樹經營的高生產力區域，同時透過樹高曲線式、材積式及生長模式等相關區域性模式預測單株生長量以估計收穫量。2.用材目標樹經營的另一重點工作為目標樹及干擾木的選擇，尤其目標樹選擇的適當與否對經營成效的影響甚大，有關目標樹的選擇標準可參見《林業研究專訊》2017年24卷第5期「重新建構臺灣木材市場產業鏈~中層疏伐技術行不行？」一文；此外，目標樹經營的疏伐作業，是以伐除妨礙目標樹生長的干擾木為主，且由於林分內鄰近的各單株林木所處的微氣候環境相近，地形及土壤條件也相似，因此，如何評估林分內各單株林木的競爭狀況即成為此法撫育工作的重點，《林業研究專訊》2019年26卷第1期「淺談競爭作用對研究林木生長的重要性及

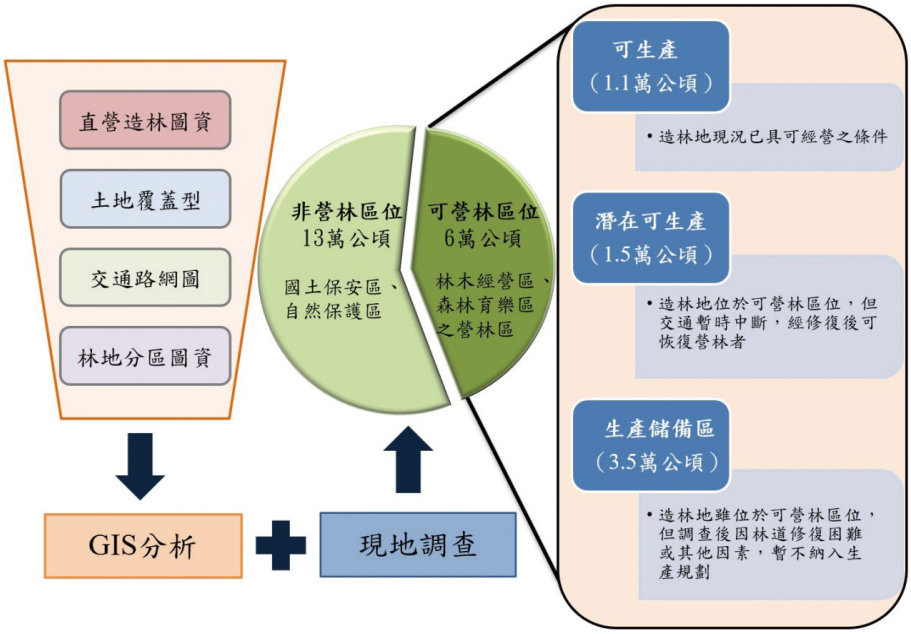

圖4 林務局直營人工林生產潛力清查結果。(陳巧瑋 繪；資料來源：林務局2017)

其量測方式」一文中有詳述競爭指數應用於評估競爭作用及推估生長的方式，將可作為科學化判斷干擾木的參考依據。3.目標樹經營模式於林分初步達到鬱閉後，即須每隔數年反覆進行疏伐工作，現階段有關密度及生長的研究報告雖有許多，但對於整個伐期內密度管理的相關研究尚不完整，尤其以長伐期的完整規劃更為缺乏，未來仍須整合相關研究結果，並規劃出合理的密度管理及撫育技術，確定疏伐進行的時機及疏伐量，以建構長伐期永續木材生產之策略。

結語

現階段而言，我們的生活尚無法脫離木製產品，做好森林分區經營及木材資源的永續生產與利用，才能更好的達成永續發展；根據2018年召開的第6次全國農業會議中所得出的結論，未來我國將於10年內朝木材自給率達5%之目標前進，以促進林產業發展，並善盡地球公民責任。用材目標樹經營配合近自然營林理念的方式是一種可兼顧生態與保安的木材永續生產策略，又因為此模式在成本效益分析上較符合經濟，因此受到美國及日本等先進國家私有林主的喜愛。經由本文分析，若能妥善規劃國有人工林2.6萬公頃適合優先投入生產的區域，再配合部分具生產潛力的私有林及平地造林區域，未來或有機會達成自給率5%的目標，惟現階段仍有許多工作須落實及展開，未來也還須透過不斷的實踐及成果監測分析，以取得具說服力的科學證據，消除社會對於木材生產的疑慮，才能在保育與發展中取得平衡，讓永續的力量深植這塊土地。