

自生態育林 邁入永續林業之路

■ 柳杉林內自然發生的闊葉樹種苗木庫稀少

文、圖／郭幸榮（國立臺灣大學森林環境暨資源學系名譽教授）

回顧臺灣林業的發展歷程，傳統育林雖曾為木材供應奠定基礎，卻也在無形中削弱了森林的生態韌性。唯有回歸自然、順應生態原理的「生態育林」，才能兼顧生產與保育，走向真正的永續經營。

傳統育林的目標、作業模式及衍生的缺失

傳統育林以木材最大產能為目標，建造大面積高密度、同齡純林，短輪伐期（通常為 50 年生以下），臺灣亦同，以針葉樹種為主；至於採用原生或外來樹種，各國作法不一。在此種模式下，林分更新作業對環境及共伴生物有嚴重傷害。即使發育成林，環境維護及生態保育功能仍遜於天然林。另外，闊葉樹種遭排除，其遺傳資源受嚴重傷害，針葉樹種的材質也無法完全取代闊葉樹材的市場需求。因此，時至今日，仍須砍伐闊葉天然林以填補人工林木材品質、數量的不足。

生態育林的學理架構及預期目標

森林生態系由林木及其他生物共伴組成。林木個體高大，樹冠複雜、擴張，具光合作用能力，提供共伴生物的棲息環境及食物源。共伴生物則給予回饋，維護林木的健康、活性。因此，森林生態系的組成樹種愈多，冠層垂直結構愈複雜，生物多樣性愈豐富，為其產能及穩定性的基礎，對病蟲、強風、豪雨等干擾的耐力（resistance）也愈強，愈不易遭嚴重傷害。在受輕度干擾情況下，可自行修復。

□ 樹種少，且同齡、單冠層的美國西部松類天然林。



■ 加拿大東部常綠針葉樹種與落葉闊葉樹種的混生林，秋色非常亮麗，是臺灣難以見到的美景。



■ 美國西部松林遭林火嚴重傷害後，由種子萌芽、生長，有望自行重建新林。

惟當干擾因素的強度超過森林生態系的耐力時，則會遭受嚴重傷害。各森林生態系由於組成樹種及環境的差異，受嚴重傷害後的自行恢復力（resilience）差異甚大。如北半球溫帶針葉林對干擾因素的耐力甚弱，致常遭林火的嚴重傷害，但災後數年內，即可藉由種子發芽、生長而自行重建新林。對比臺灣高海拔的天然林，不易引發嚴重林火，但災後的自行恢復力弱而可能淪為草原。

生態育林即依生態學理建造穩定且具生產力的新林，以及降低更新作業的負面衝擊。因此，理想的新林宜由多種針、闊葉樹種鑲嵌組成，且擴大各樹種內的遺傳差異，以及創造複雜的冠層垂直結構，可朝向天然林的林況發育。另外，在地景尺度內，則建構生態系間的異質性，提升整體森林生態系的穩定性及功能，塑造多目標永續經營的根基。

生態育林的作業策略

樹種、種源及母樹的篩選

以林木經營區而言，新植樹種以材質優良或具特殊用途的原生針、闊葉樹種為首選，無生態污染疑慮的外來種為次。林業及自然保育署（簡稱林業保育署）曾於 2017 年訂定「國有林班新植或疏伐孔隙地建議造林樹種表」供參考。

入選樹種以種源試驗結果來篩選理想種源及母樹採種。缺此資料樹種，以當地及較乾燥生育地的天然林或人工林所設置母樹林，選擇優良母樹採種。為擴大種子的遺傳差異，儘量增加母樹林及母樹的數量。

健康平衡苗的培育

各樹種宜建立適宜的育苗流程，以培育健康平衡苗。目前各苗圃已長期培育囊叢枝（內生）菌根樹種，包括杉科、柏科及殼斗科除外的闊葉樹種，致苗圃土壤及外購的培養土普遍缺乏外生菌根菌。因此，培育松科、殼斗科等外生菌根樹種時，要分別以這 2 類樹種生長地土壤或菌根粉碎液混入培養土以接種，方可育得健康苗。



相思樹、赤楊、木麻黃、水黃皮、楊梅等為具固氮功能樹種，通常也需以林地土壤或根瘤粉碎液進行接種，且完全不施用或僅微量施用氮肥，以培育具活性根瘤苗木，方可發揮固氮功能。上述接種材料皆為替代性質，期盼未來研究機構可提供接種源及接種技術。

林木更新作業法的精進及容許伐採量

林木更新作業逐漸以小面積皆伐取代傳統的大面積皆伐。在陡坡林地，每皆伐區塊的面積，要限制在 2 公頃以下。亦可採取漸伐更新法建造複層林，或以擇伐更新法建造異齡林，除了降低林分更新作業對環境及共伴生物的衝擊外，另具保護新植幼苗之效。擇伐更新法尚可望塑造新植世代的幹形，而有利木材生產。至於容許伐採量則須依生長量來核算，以維護永續經營。

殘材、枝梢材的處置

伐木所產生的大量殘材、枝梢材會妨礙隨後的苗木栽植及刈草作業，而且部分殘材或枝梢材尚具低度利用價值，卻不宜搬出利用，應裁短後與枝葉散置林地。

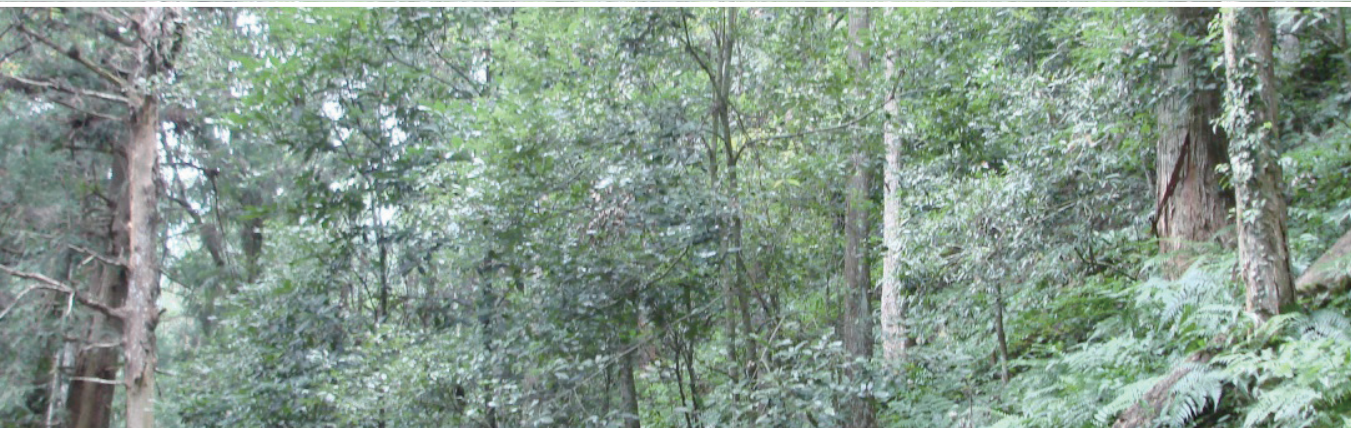
這些散置的粗質有機物在林分更新期，可增加土壤表面的覆蓋度，緩和豪雨時的地表逕流，減少土壤沖刷及養分流失。有機物也是土棲昆蟲及微生物的食物源，分解後滲入土壤，成為養分的來源，具改善土壤的水分及養分滯留能力。

各樹種苗木的混植

苗木栽植的成果通常優於種子直播，故可更有效掌控更新期及新林分的樹種組成。各樹種宜採小群狀混合栽植，每小群約 30 株。在新林發育過程，各群內生長優勢的林木可望生存下來，而鑲嵌共組新林。新植林木屆成熟開花時，有機會於種內相互授粉而生產具遺傳改良的種子，供採種育苗，或原地進行天然下種更新。

■ 合歡山草原先前為針葉林，林火燒後自行恢復力弱而淪為草原。





■ 柳杉林內將侵入的孟宗竹刈除後，栽植烏心石，生長良好，減少其他非目標植種入侵，且未來可望構成複層林。

林分受嚴重傷害的人為修復

新建林分於生長發育過程，難免遭受人為或天然因素干擾，若傷害嚴重，林內出現大孔隙，其直徑超過周邊林木高度的 0.7 倍以上時，宜儘快補植苗木，避免孔隙擴大，或被非目標需光性植物侵入，尤其銀合歡已逼近時，更不可拖延。惟若僅為小孔隙，補植的苗木通常生長不佳，可任由周邊林木的新枝條延伸或苗木庫生長填補、修復，不需補植。

延長輪伐期且以疏伐作為配套

森林更新為最重大的計畫性干擾事件，宜藉延長輪伐期至 60 年以上甚或逾 100 年，以減少重大干擾的頻度。惟需以疏伐作業作為配套，以控制林分密度在合理的範圍。疏伐作業尚可提供中、小徑木的市場需求及作為建造複層林的前期作業。

生態育林的延續與期盼

在臺灣，與生態育林相關的學理論述已約 20 年。筆者曾自四大面向涉入。一為修訂育林學上課講義，向生態育林的方向邁進；二為數次撰文評述生態育林相關的學理與策略，刊登於《台灣林業》或林業試驗所的《林業研究專訊》；三為試驗性建造針、闊葉樹種混生的複層林；四為在林業保育署及各地區分署的審查會或參訪苗圃、造林地時提出與生態育林相關的建言。

各林業機關目前施作生態育林的實況，因相關資訊零星、有限，不足以評述。期盼林業保育署未來繼續給予關注，積極施作，且定期檢討、修正，以在多目標永續經營的大道邁進。🌱