

# 生態育林

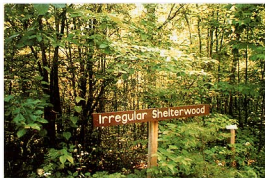
◎林鴻忠／林務局花蓮林區管理處副處長

## 壹、前言

1960年8月在美國華盛頓州西雅圖召開第五屆世界森林會議，會中並提出森林多目標經營(multiple purpose management)為未來林業經營的方向。此後由於美國國內環境運動及民衆對於森林遊樂需求增加，改變了傳統林業以生產木材為

主，換取貨幣的單一利用觀念，開始對森林非木材價值予以重視。1970年美國通過國家森林經營方案，強調在林業規劃決策時應考慮其對森林資源所造成的衝擊，而在多目標經營策略下，國家森林地再劃分為原野(wildness)、野生動物棲息地(wildlife habitat)及濱岸緩衝帶

(riparian buffers)。將此三種特殊地帶分佈於木材生產區內，並採小面積皆伐，試圖減緩土壤沖蝕與其他使用目的之環境衝擊。之後有關以林分為經營單位之木材收穫、集水區經營、遊樂區經營、森林生態及野生動物保護等各個領域之研究頗多，但論及相互間關係時，僅提



▲圖二 不規則疏伐試驗區。



▲圖三 選擇疏伐區。

出衝擊評估或替選方案，甚少以生態法則或整個生態系為考量。

直至1990年代初期，由於環保意識抬頭及森林生態學與環境科學研究成果，致使多目標經營之觀念與作法遭受質疑。1992年美國林務署首倡森

林生態系經營，此乃緣於美國華盛頓大學 Jerry Franklím 教授於1985年起一直倡導的新林業(New Forestry)觀念，而新林業的主要目標就是發展對生態敏感地區的育林體系(ecologically sensitive silvicultural systems)，而其基本理論植基於近期的生

態研究成果，認為生態系的複雜性遠超過想像，並強調生物祖產(biological legacies)及地景生態(landscape ecology)是關鍵性的經營單元。

## 貳、森林生態系經營

Jerry Franklím 教授稱：新林業是科學與林業經營者，在資源需求的壓力與資源耗竭下，腦力激盪的產物，是革命性的林業經營概念。新林業之精神，則在於維持森林長期生產力，更新能力及保持生物歧異度(biodiversity)，在森林生態系各種作業時應隨時兼顧，以利永續經營。

美國林務署對於森林生態系經營所下的定義是：用生態的方法，融合人民的需求與環境的價值，以達成國家森林及草原地的多目標利用，並呈現多樣的、健康的、生產的和永續的生態系。有關森林生態系經營的要點如

下：

一、生物歧異度是森林生態系穩定的指標，林業不再侷限於木材或森林副產物的經營，而是兼顧歧異度的森林生態經營。

二、宜從大尺度的地景生態如集水區為著眼點，破除傳統的林區劃分制度，亦即以自然整體的生態系為規劃經營的單位。

三、伐木地區應適度保留生立木、枯立木、殘材，充為生物遺產的生態功能，以利養分回歸加速植生及野生動物棲息。

四、濱岸帶(riparian zone)為生態極敏感的地帶，應儘量減低其生態干擾，若有研究成果值得納入經營計劃中。

五、封閉保留的森林，非自然資源經營之唯一策略，應以人性化之生態系經營取代物性化之林木經營。



▲圖四 二層林經營。



▲圖五 多層林建造解說。

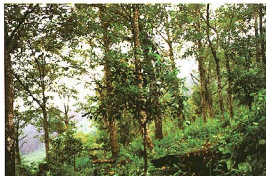
## 參、生態育林之基本理念

森林生態系經營之育林作業體系簡稱生態育林。生態系經營必須藉著有效的育林技術始克達成，因此，生態育林作業體系之發展，在森林生態系經營過程上扮演著舉足輕重的角色。

雖然生態系經營在美國目前僅止於觀念與策略階段，但以符合生態原則的方法進行國家森林之多目標利用，已是現場人員普遍擁有的共識，尤其生態育林之各種試驗也已進行多年。如美國林務署東南試驗站進行二層林、多層林及擇伐、傘伐作業之試驗：如圖1~5：西北部華盛頓州 Olympic 國家森林適應性經營區進行之生育地發展研究計劃，奧立崗州 H.J. Andrews 國家森林適應性經營區進行幼齡林分疏伐與歧異度之研究等。



▲圖六 台灣華樹牛樟二層林。



▲圖七 上木台灣華樹下木牛樟。

學者 William Atkins (1992)認為新林業的理論証實可行，只要把現行人工林之作業以階層的觀念稍加轉變變即可；Oliver (1992)則以森林社會的自然演替及區域性森林移動鑲嵌狀的動態穩定現象為基礎，認為以育林作業技術可遠成一個地景上林分

結構之動態平衡，而有關地景內之林分結構可用疏伐、擇伐與枯立木之創造及其他作業方法控制，如此之林分與地景階層的經營可以抵抗蟲害、風害、火災及其他災害之侵襲，他特別強調以地景為單位之森林作業法，確實符合自然生態原則，亦即維持



▲圖八 柳杉帶狀疏伐地栽植牛樟。



▲圖九 上木柳杉下木牛樟。

結構多樣性以及環境保育的需要，並且具有如下之優點：

- 一、森林經營會更有效率，獲利性可提高。
- 二、能降低環境法規引起之困擾，增進對育林作業的投資。
- 三、能穩定生產及勞工之僱用，有利於當地鄉

里。

- 四、可保持森林結構，免除因棲息地之損失而造成物種瀕臨滅絕。
- 五、永續供應林產物，減少污染性替代品之使用，以達環保目標。

施行生態育林之際須注意下列要點：

- 一、改變樹種的組成，以符合特定生育地，提供更多的野生動物棲息地。
- 二、改變林分結構，建造二層林或多層林及高度疏植，以適合野生動物使用及增加林下的飼料植物。
- 三、視各種功能和需要，適當調整輪伐期。
- 四、適當保留無商業價值之伐木殘留物，如倒木、枯立木等於現存林分，以提供生物祖產。
- 五、伐區內適度保留若干年齡相異的林木，以增加新林分的歧異度。

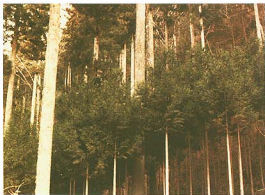
## 肆、生態育林之作業技術

早期林業經營均著重於原始林之伐採利用，砍伐原始林，通常施以低成本之皆伐作業，雖然經濟收穫及生產力高，但大面積施行皆伐結果，常會導致生態系中土壤之侵蝕及

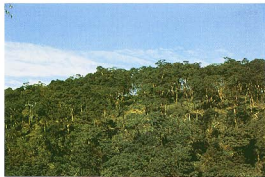
養分之流失，一旦造林失敗，更會引起生態系之退化。因此，森林再也不能大面積無限制之破壞，應逐漸導向於適合天然更新之擇伐或傘伐作業，而演替初期之次生林則施以適當之人為干擾並輔以人工栽植，以縮短達極盛相之時間，現存之人工林更應藉著各項育林撫育措施，逐年改變其林分結構，至於平地園林規劃或海岸防風林之更新均須藉著生態育林技術建造一個適合當地自然法則，且最穩定的極相林。茲要述如下：

### 一、人工林之林分結構改造

人工林目的，在提供人類所需之木材，故以經濟樹種為主，雖淨生產力較原始林為大，然因樹種單純，遺傳變異小，安定性低，食物鏈(food chain)亦不完整，缺乏生物防治(biological control)功能。且若欲維持單純林之安定性，其經營方式必將採取



▲圖十 日本愛媛縣久萬林業柳杉復層林營造。



▲圖十一 次生林人為適度干擾並輔以人工栽植。

集約作業，如防治病蟲害，抑制雜草常施用農藥，為促進林木生長而施加肥料等，如此常導致林地之破壞及環境之污染。

台灣自1946年(民國35年)迄今，現存造林地面積計達42萬餘公頃，均位於坡度平緩、土壤深厚、

較易到達地區，往昔造林地經整地、栽植、撫育六年後，即結束作業而任其生長，近年來漸漸注意中後期之撫育，然尚不夠積極，故應長期計劃，配合營造二層林或多層林，分年施行造林木之疏伐或間伐工作，除可促進造林木



▲圖十二 永久樣區。

之生長外，並於疏伐地選擇原生樹種實施林下栽植，以改變樹種組成及林分結構。如在玉里事業區之台灣瘴樹造林地，林下經適當整治後，栽植牛樟而形成二層林，圖6~7；又如秀姑巒事業區柳杉造林地經帶狀疏伐後栽植牛樟，形成系統性二層林之林分結構，圖8~9。

此作業法類似二段喬林作業，於其疏伐空地栽植耐陰樹種作為下木，

並任下木自然生長，俟上木達到主伐期予以伐採後，下木已成為上木，再於其伐採跡地施行林下栽植充為下木，如此不斷循環作業，或適當調整輪伐期亦可導至多層林狀態。目前德國積極加速改變同齡林為異齡林，以降低風險及改進生態條件；在鄰近之日本，尤其是民有林，營造複層林之風頗為盛行，且成效卓著，此可資借鏡，如圖10。

## 二、次生林之適度干擾

森林植群之演替過程至為複雜，由於動力變化(dynamic changes)之作用，產生連續之改變，從一片裸露地或沼澤地，初期會有乾生或濕生之低等植物入侵，經長期微環境(microenvironment)之轉變，植群之組成亦隨之改變，由草本演生木，由灌木而疏林以進至喬木之密林，俟環境條件趨於穩定，植群也不再改變，而保持安定狀態即為植群之

極盛相(climax)，此時生物量生產達於最高。然極盛相之森林難以永久維持平衡安定，若遭天然或人為之破壞，則將進行第二次演替而形成次生林，由於植群演替在自然狀態下，其進行速度極為緩慢，費時漫長，始能恢復極盛相。因此，對於次生林可施以人為之適度干擾，使物質循環功能良好，以加速誘導至極盛相。

早期之育林學家 G. Heyer 曾闡述耐陰樹及非耐陰樹對於陽光有不同之反應，自應採取不同之育林處理，隨後 Heyer 與 Hess 又主張凡是冠叢密之耐陰性樹種，可使混入樹冠稀疏之非耐陰性樹種內進行造林，故對於造林樹種幼苗期之適宜需光量應予考量，選擇在庇蔭下能耐庇蔭而有更新能力，以符合其育林特性。

次生林之生態育林作業方式，係將林地內之過



▲圖十三 紅槽耐陰性試驗地。



▲圖十四 尚楠耐陰性試驗地。

熟、瑕疵或低品質之林木伐除置於於林地，並平均留置若干林齡相異之保留樹如圖 11～12，再於伐除跡地栽植具經濟或生態價值之原生耐陰性樹種，使促成品質良好且生長旺盛之複層林。林務局實施林相改良工作多年，早期雖部份作業方式遭受質疑，

如伐除木過多、溪岸帶、衝風帶、嶺線、陡峻區及環境敏感區，勉強施以干擾等；但近年來已逐漸改善，其整體效益頗獲肯定，不但實施經費僅一般跡地造林之半，且因上層木經汰劣留優，林下幼木又有適當庇蔭，側枝少，形質良好，林相為之煥然





▲圖十五 烏心石耐陰性試驗地。



▲圖十六 烏心石適當庇蔭形質生長良好。

一新。然因陰性樹種之耐陰程度有別，如在海拔1600m之太平山事業區天然針闊葉樹混淆之次生林進行紅檜耐陰性試驗，苗木初期生長以相對照度35%~40%為優，如圖13；在海拔850m之羅東事業區天然闊葉樹次生林，肖楠以20%~35%為佳，如圖14

(方榮坤、林鴻忠1988)；又在海拔1200m之蘭台苗圃，採用針纖光網測試結果，台灣扁柏、香杉初期生長適宜相對照度是20%~40%，台灣杉則20%為宜(方榮坤、邱隆揚、林鴻忠1991)，烏心石在海拔250m之羅東事業區測試結果以30%~50%最適宜，

如圖15~16(林鴻忠、廖天賜1992)。因此，實施約六~七年後，部份偏中性樹種，已漸受上層樹冠鬱閉之影響，生長勢轉弱，故應循其習性，作數次之上層木疏開作業，以調節其林內需光量，上層木經逐次伐採，其跡地亦可再行栽植幼木，以達多層林狀態。

根據第三次台灣森林資源調查顯示，全島林地總面積為2,102,400公頃，其中天然林面積1,527,500公頃屬於蓄積低劣之天然闊葉樹林面積佔63%，即為975,800公頃，此等林地一向任其自然演替，未予經營，不但浪費地力，亦影響水土保持功能，為厚植森林資源，此乃目前極待實施生態育林之對象。

### 三、原始林之天然更新

原始林多為成熟之極盛相，含有較多之樹種及生物化學之複雜性，故貯存較多之養分及遺傳變



▲圖十七 檜木天然林。

異，深具安定性，雖生物量達最高峰，但生長量卻極低，因之，施業目標應維持整個林分於高生長量之壯齡級，而樹種之利用，則需顧慮整個森林生態系之平衡下僅採伐其遠利用材積之單株，故單株擇伐、系統性擇伐或傘伐作業，同時施以伐採及更新不同之經濟樹種，為理想的作業方式。

理論上，遠極盛相之森林必為耐陰性樹種，樹

木族群能藉天然力自行繁衍，故原始林之更新，係以擇伐後留存之母樹，在其跡地經整地攪土後，造成有利的種子定著及發芽環境，促其天然下種，自行發生稚樹，或輔以人工栽植幼苗。例如在海拔1500m之大溪事業區，實施天然檜木林單株擇伐試驗並進行天然更新整地試驗，如圖17～19，結果顯示以集約中耕整地，下種稚樹數量最多，分佈均勻，生長亦較快速；粗放

整地和未整地者，稚樹少且分佈不均，擇伐度之強弱與下種稚樹之多寡無關，但強度和中度擇伐者稚樹生長較快速。擇伐處理區和未擇伐對照區，植生種類差異大不，但擇伐區之扁柏幼苗呈現優勢，大量出現；未擇伐對照區幼苗稀少，顯示擇伐確能誘導檜木天然林天然下種更新，然採單株擇伐作業，必須採架空集材及熟練的技術。為避免保留木發生風倒尤以地形險峻區勿施行強度擇伐(羅卓



▲圖十八 檜木擇伐試驗地。

振南、鍾旭和等 1989)。將來若施行擇伐或傘伐作業之際，對於環境敏感地區盡量不予過度干擾，並考慮林分中的留枯立樹木以充為生物祖產。

#### 四、平地生態園林建造

林業經營管理近年來已由深山延伸至平地及海邊，包括行道樹之栽植、林園大道之規劃、海岸防風林、都市林、工業區綠美化等，此建造過程係模擬森林之自然生態法則，



▲圖十九 檜木擇天然更新。

以人工育成一個複雜而結構嚴密的自然林，並誘導在短期內達到極盛相。林分在時間上係由陽性樹種演替至陰性樹種，在空間

上由單層林轉變為多層林，結構上由多種植群與樹種組成歧異度高之社會，功能上結合區域之優勢種創造安定之生態。

生態園林建造，創始於德國，肇因德國之平地及淺山地區原有森林於18世紀中被大量開發變成農牧及居住用地，經長期過度放牧之後土地荒廢惡化，直至19世紀初才引起重視，於是復舊造林之風興起，在森林生態學理念下漸漸復育成林，此種人工育成之自然林相，對環境保護及社會公益功能貢獻良多。德國園林規劃之最大特色是秉持著科學的自然主義，它依植物生態學(plant ecology)之眼光來規劃地形與植栽，依植物地理學(geography)選用原生樹種，依美學(esthetics)之觀點來美化森林景觀(林文鎖 1993)。

在本島位於桃園縣的觀音鄉濱海地區的觀音工業區，是第一座由國內的林業及工業單位密切配合而實施最成功之生態林園。該工業區總面積630公頃，第三期區於1988年開始植栽，其以60公尺寬



▲圖二十 生態園林建造。



▲圖二十一 生態園林建造。

綠帶，長度達1800公尺，現已自然成林，綠帶外圍還有灌木帶，四季開花，層層美化了四週環境，如圖20～22。建造基地以客土及有機堆肥改良土壤並整成土壟式緩坡(坡度5%)地形，它係以台灣北部海岸區之自然植被及基地潛在植被為模式構成植群並以喬木優

佔種為主，育成多層及有林緣結構之森林。樹種包括木麻黃、黃槿、夾竹桃、海欖果、沙朴、白千層、菩提樹、烏榕、台灣海桐、海桐、草海桐、象牙樹、朱槿等，其中木麻黃、黃槿屬於先驅樹種，俟目的樹種初步成林之時除去或更換之(林文鎖、廖天賜、陳財輝



▲圖二十二 生態園林建造。

1997)。

## 伍、結語

生態育林作業技術，基本上是將林地以立體化方式經營，其上層木與下層木之構成不限於二層，也可為三層或多層，最好是二種樹種以上或針闊葉樹種混合，依適地適木原則以增加對人為或天然危害之抵抗力。

一般陰性樹種可生育於陰性樹種或陽性樹種冠層之下方，能忍受長期被

壓及遮陰，然一旦上木開放就會迅速恢復生長。陽性樹種之競爭能力很低，但能產生大量種子，且傳播力強，故僅適宜為新裸露地之先驅樹種。因此，生態育林主要選擇的是原生耐陰性樹種，其建立各區之適地樹種及測試各樹種之耐陰性，應列為當前首要工作，以供育林作業時，上層木疏開透光度之參據。

對於人工林之疏伐或

間伐後之各種中小徑木之利用，應加速研究，尤其佔有大面積造林地之松樹、柳杉、杉木及紅檜，其供木材纖維或室內裝潢、傢俱等極待推廣使用。此外，為了培育健全苗木，必有賴優良之種子，對於林木遺傳之生物科技，原生優良樹種之種子園、母樹林及採種園之建造，亦應深入研究與進行，俾精選優良之母樹後裔，提高林分質與量之生長。■