



人工林下的樹種多樣性及育林啟示

育林系 | 游漢明

自生態系平衡觀點而言，具高種類歧異度的植物社會，可充分利用生態種有限資源，並承受外在環境的高度變化。藉由適當的針闊葉混合林經營及提高林分之林齡結構變異，甚或是採用不同種的針葉樹加以混交經營，亦可改善林地肥力，並減緩林木病蟲的繁殖。因此藉由疏伐作業之立木的移除，可導入林地各種闊葉樹木的侵入，致形成混合林，如此不僅可增加造林地樹種組成的多樣性，同時充分利用林地生長空間，提高林地之生產力，使人工林分的經營更趨穩定，對外來環境逆壓更具抗性。

隨著國際社會環保意識的提昇，人們越來越認識到森林是構成陸地生態系統的主體，是保持生物多樣性和遺傳變異性的基因庫；雖然人工林以其生產力高和易於經營，受到了林業先進國家如德國、日本、歐洲等國家的重視，但是人工林經營中出現的土壤退化，多次輪伐期導致林地生產力下降，使得林業及生態學家對未來人工純林的建造及經營仍保持懷疑的態度；尤其退化人工林生態系統恢復，在日益增長對環境質量和木材的需求前提下，提昇人工林分的穩定性(stability)，增加林分組成及結構的多樣性，是改善目前人工林經營以符合生態系永續經營的原則。

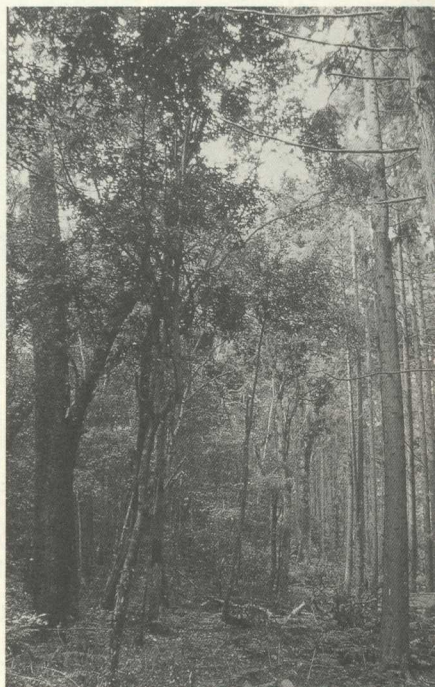
人工林的物種多樣性是否如其林分單一整齊的外貌一般，顯示了其林分的物種組成較稀少的現況。儘管人工林的物種組成較單調，理論上是不利於生物多樣性的維持及保護，而人工林內入侵的樹種亦往往被認為是由入侵性強的先驅樹種所組成，不利一些具高

經濟價值的闊葉原生樹種的存在，同時也懷疑在人工林中可發現的鳥種和密度亦皆較低，但隨著對人工林植群更新動態研究，越多資料顯示人工林內的物種多樣性並非如其林分外貌所呈現的單調，它亦可存在有相當數量的多樣化植物區系；例如在紐西蘭的放射松林分，隨著人工林林齡的增加，鄉土樹種比例明顯增加，Clout和Gaze(1984)發現在紐西蘭天然山毛櫸(Fagus)林的鳥種類並未顯著的較人工針葉林為多，尤其在緊臨天然林附近的人工純林，其植物種類的豐富度相當高，這在以人工造林應用於恢復退化土地的物種多樣性是極有價值的輔證(Geldenhuys, 1997)；筆者在竹東林區海拔1,500公尺的人工針葉林內，曾就林分密度1,400株的20年生造林地，調查闊葉林幼苗的入侵情形，在第一次調查的幼苗包括新發芽種子幼苗及多年生幼木等入侵人工林內的闊葉樹種，估計人工林下每公頃之天然發生的闊葉樹苗木可達3萬餘株，其木本樹種種類可達24種，這些樹種包括了許多具經濟價值之中、長伐期闊葉樹樹種，如赤皮、烏心石、木荷、瓊楠、紅楠、火燒柯等冠層原生樹種，雖然在目前持續的調查資料顯示有些樹種的幼苗在林下無法存活，但存活的天然生幼苗數量仍達7,000株/公頃，尤其在離天然林較遠之人工林試區，每公頃發生的幼苗亦可達近5,000株，尚還不包括人工林下零星出現香杉及柳杉的天然下種幼苗數量，說明了在人工林林冠下，是可能形成種類豐富的幼苗庫，尤其是如果鄰近有未受干擾的森林存在，並藉由生活在那裡的

動物來散播種子，人工林下的物種多樣性是可被期待的。如在黑龍江省天然闊葉林皆伐跡地的落葉松人工林中60%的物種與鄰近的天然闊葉林相同。

人工林內的物種產生的主要途徑，一是原立地保留下來的前生樹，另外則來自人工林外循不同傳播和擴散途徑進來的。透過對人工林內種實雨（種子雨），林地土壤種子庫及現存林地前生樹的調查，有助於我們瞭解人工林下的物種多樣性的數量與組成。其散播的過程，當種子從母樹上成熟後，即開始經由風、動物和流水等因素在不同樹種的種子傳播中扮演了不同的傳播途徑。人工林內的種子遷入大部分都是由同一地區內樹冠層植物而來，但是人工林地植群歧異度的增加，則主要是靠遠方天然林種子的遷入，在台灣針葉樹人工林下，其種實雨的組成中，仍有多數是屬於當年香杉、柳杉及台灣杉的活性種子，我們曾估算其種子最高量可達277粒/m²，這些活性種子係隨其毬果的重力而進入離其母樹較近距離的人工林下，種子可發芽，但其幼苗不易在陰蔽的人工林下存活，致使人工造林針葉樹的天然更新受到了限制。而在人工林林冠破裂或是藉由疏伐作業，零星散佈的闊葉先驅樹種如臭辣樹、野桐、山漆的前生樹，就可以生產較多數量種子，直接補充進入人工林的土壤種子庫，而這些先驅樹種種子亦可以經由種子攜帶者自較遠地方散播至人工林內，土壤種子庫中這些具活力的先驅樹種種子數量遠超過自當年種實雨補充的先驅樹種種子量，反映了演替初期樹種的種子可經由數年的累積量，而成為林地土壤種子庫中主要的分子。而中海拔人工林內的原生優勢冠層樹種包括赤皮、烏心石、香桂、長葉木薑子、紅楠等人工林下幼苗的發生，多是藉由動物攜帶進入人工林，這包括了小型哺乳類動物、鳥類等不同種子散播者，其散播是逢機性的；由於這些優勢樹種種子通常屬於較大粒種子，故以小型哺乳類動物的攜帶最為可能，如未遭動物嚙食破壞，這些種子

將可在林下較陰暗情形下直接發芽，而不會進入林地土壤種子庫中貯藏。這些可以立即發芽的後期演替樹種幼苗多具耐陰特性，故可持續在人工林下生長多年，一旦人工林受到干擾，導致林冠鬱閉破裂，這些優勢樹種幼苗可以在林下孔隙快速生長，而形成人工林中的幼木庫，是林地歧異度增加的主要構成分子，這在筆者鄰近人工林的天然林試區中，這些優勢樹種的苗木庫尤其以1.3 m高以上，胸徑在0.1~10 cm的幼木佔每公頃總株數70%以上，即說明此可能性。



在森林演替過程中，林分內木本植物小苗的存活能力常被廣泛討論，它們的存活影響了植物社會更新的組成與結構。通常在林地發生的小苗，自種子發芽後會因為受到林分樹冠層的覆蓋，而使得光度不足生長受到壓抑，致一些生長需求大量光線的種類無法適應而死亡；但耐陰的樹種可以忍受低光度而維持生命甚或緩慢的生長，這些林下小苗族群形成了林下幼苗庫。研究發現，人工林下天然發生的香杉種子苗，其幼苗在林下的存活不超過6個月，而柳杉在林下的存活亦不超過3個月。比較人工林中，依闊葉樹優勢樹種、先驅樹種、次冠層樹種及其他灌木、藤本等4類的幼木出現的種數及數量，顯示了人工林下的幼苗庫是以優



勢樹種為主，其在人工林下出現種類和數量均為最高，而在人工林的林緣區發生數量最大。我們曾針對天然闊葉林及人工針葉林其林下幼苗發生數量及種類的調查，顯示了赤皮的種子除天然林及林緣區外，也可大量進入人工林內，進而形成人工林內更新幼木庫，但先驅樹種幼木庫則僅出現在人工林下，而不出現在天然林及林緣區，顯示了在人工林下小孔隙發生的普遍性，因而促進了先驅種幼苗的存活。

根據林務局第三次台灣森林資源及土地利用調查報告：台灣森林地面積為2,102,400公頃，佔全島面積之58.53%；而人工造林地面積為422,600公頃，佔森林地面積之20.1%，其中人工針葉林即佔人工造林地面積51%左右。在人工林林分蓄積的分布上，柳杉、松類及杉木等三者之蓄積合佔人工林林分總蓄積的53%。上述人工林多建造於台灣中海拔生產力較高的林地，造林地多位於地勢較平坦，且作業容易到達地點；在新林業（new forestry）之森林永續經營的理念中，為促使森林植物社會之環境資源到達最佳利用狀態，並兼顧保育與資源的永續經營，因此針對現存人工林下天然發生闊葉樹幼苗的數量及種類及其生長情況的調查，是刻不容緩的工作，並且經由不同強度

的疏伐作業來增加林下幼苗的數量，並提高生長量，因而形成良好的人工針闊葉混合林。儘管當人工林造林地因不同強度干擾而產生較大孔隙時，會導致雜草與先驅樹種的大量入侵發生，進而影響到其林地後續更新幼苗發生與存活生長，因此在育林措施規範上，如何藉由適度的疏伐作業，並配合闊葉樹種子的結實豐年期（如果附近仍保有較大面積的天然林時），針對人工林提早進行中、弱度的下層疏伐，以增加人工林下入侵的優勢樹種幼苗存活率，更進而增加林下的幼木庫的數量及人工林分的樹種組成，致形成樹種歧異度較高的針闊葉人工混合林；但如果大面積人工林附近沒有相當面積之天然林來提供種子進行天然更新，則可以在考慮進行中、弱度疏伐作業之同時並實施多種目標樹種的林下造林間植作業，以增加人工林地的樹種組成，應是未來值得嘗試的人工林育林方向。

