

人工林經營模式對無脊椎動物多樣性之影響

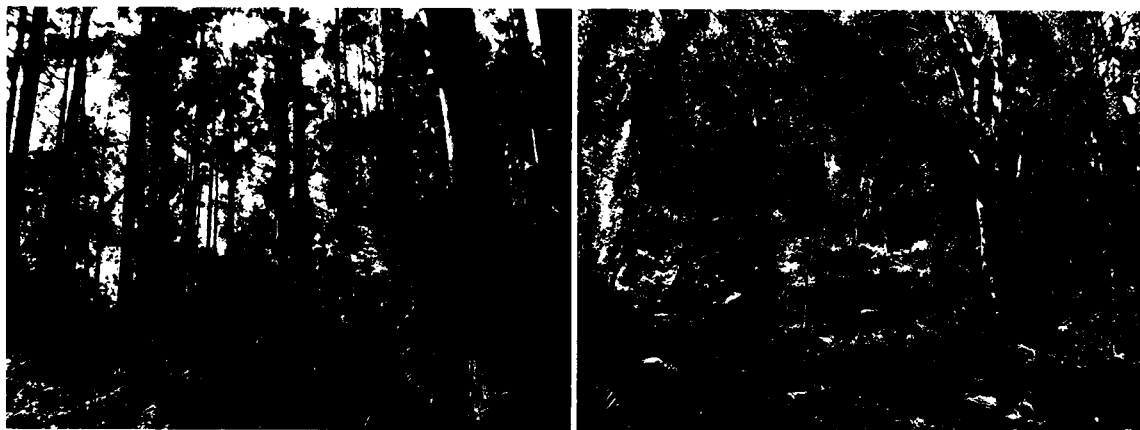
◎東海大學熱帶生態學與生物多樣性研究中心、生命科學系
·黃博森、林惠真、林仲平、卓逸民

人工林經營方向之改變

由於人工林有較高的經濟價值及容易經營，所佔的面積逐漸擴大，在許多地區已經取代了原生樹林，目前全球已超過1億公頃。台灣森林的經營，早期純粹以經濟考量的經營方式來利用森林資源，至今已轉變為兼顧經濟利用，生物多樣性，與休閒遊憩之方式，期望能同時考量森林的生態系功能及資源利用。林務局在1995年第三次森林資源及土地利用調查結果顯示，台灣森林面積為210萬公頃，其中人工林面積佔20%，約42萬公頃；因此如何適當的經營人工林，來達到兼顧木材生產與維護生物多樣性，為非常重要的課題。但規劃人工林經營模式之前，必須先探討人工林生物多樣性組成結構及其中的生態系運作模式，了解其與原始林之間的差異，才能設計出適當之經營模式，達到兼顧木材生產及生物多樣性的保育功能。

疏伐對動物多樣性之影響

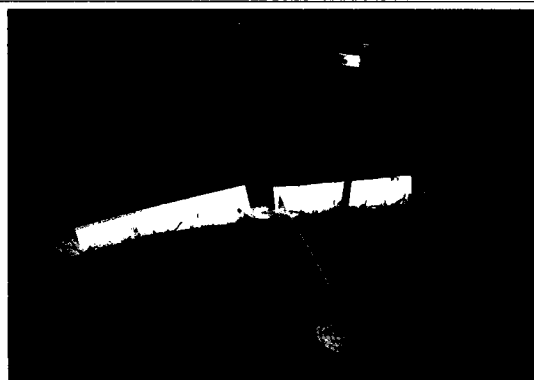
人工林大多為砍伐原始林後種植單一經濟樹種所形成，其結構簡單且林冠單一，通常人工林的棲地結構及生物多樣性都較原始林為低。過去人工林經營常以疏伐的方式，藉由計劃性的砍伐部分植株，來減少樹木個體間之競爭，促進植株高度及樹幹直徑之生長，以達到改善木材產量及品質之目的。在此種經營模式下，植株間隙增加因而增加其結構之異質度，使人工林在短時間內便具有演替成後期森林的結構，藉此可促進森林生態系之生物多樣性。然而，台灣地區人工林之疏伐應如何進行？其區域、時機及強度該如何選擇，才能兼顧經濟收益與生物多樣性？是許多相關單位目前關切的重點。一般而言，要增加人工林的結構異質度，使其具有成熟林之特性，促進生物多樣性之疏伐處理比起商業性的疏伐，其疏伐強度通常較低，



左圖為位於南投林管處事業區之柳杉林，右圖則是人倫苗圃附近由殼斗科及樟科所構成之闊葉林；在此二不同林分間進行無脊椎動物多樣性之調查及微環境資料之收集，以探討不同類型森林間無脊椎動物多樣性有何差別，以及造成此差異之成因(王濟儒、黃俊諺 攝)

而且存留植株以不規則方式排列；在栽種植株發育早期便加以疏伐，可以促進森林底層灌叢植被之生長；而這個層次之棲地，通常具有最高之多樣性及豐度。除此之外，疏伐處理也可促進其他原生樹種之生長，增加棲地結構之異質性，使人工林更具有演替後期森林之結構特性。然而，疏伐對棲地結構所造成之改變以及連帶的對生物多樣性所造成之影響，與何時進行疏伐，疏伐的強度，以及某些地區是否該進行疏伐等有複雜的關連；會因時、因地、以及所欲達成之生物多樣性保育目的而有所不同。

目前，國內針對人工林經營對森林無脊椎動物多樣性所造成影響之研究並不多。洪美珠指出在林試所六龜分所之台灣杉人工林，其底棲性的甲蟲於疏伐樣區內的物種數及個體數較未疏伐林有顯著增加；且天然林、疏伐區和人工林未疏伐樣區的物種組成皆不相同。林清山調查茅埔營林區中，純杉木人造林中受林木所釋出氣味所吸引的小蠹蟲種類，探討林分管理的影響，結果指出林中枯倒杉木會影響小蠹蟲物種組成數量，且大雨或颱風可能影響小蠹蟲對林木所釋出氣味的吸引程度。在國外，針對疏伐對動植物多樣性所造成的影響之探討，近年來有許多探討。以對鳥類多樣性所造成之影響為例，大部分研究結果顯示疏伐會造成某些留鳥數量之增加，但也會導致其他種鳥類數量之下降。因此，研究人員大多建議在棲地中，進行程度從零到強不等之疏伐，藉此增加該棲地及大範圍地區之鳥類多樣性。疏伐對小型哺乳類之影響與其對鳥類多樣性之影響相似；許多研究顯示對新形成之人工林所進行



採樣點中央為收集底棲無脊椎動物所設置之掉落式陷阱及調查微氣候之溫溼度記錄器(黃仁磐攝)

的疏伐，增加了小型哺乳類之多樣性及豐度。相較於鳥類及哺乳類對於疏伐較一致性的反應，無脊椎動物之多樣性在各種疏伐情況下之變化較不一致。在日本中部所進行之研究顯示，人工林疏伐會藉擴大樹冠層透空度而增加某些鞘翅目昆蟲之多樣性，並且偏好闊葉樹種之甲蟲也會在疏伐林出現。在美國亞利桑那州所進行之研究顯示，疏伐亦會造成蝴蝶多樣性及豐度之增加；此現象並非是藉由底層植被結構及組成之改變，而是光照強度改變之結果。在美國西部之研究則指出不同程度疏伐，林間之昆蟲多樣性並無顯著差異，然而疏伐所造成之透空度增加會導致土壤中蟎類多樣性之下降。在美國亞利桑那州所進行之另一研究則指出疏伐會導致天牛害蟲豐度之下降，但對於其他甲蟲則無影響。而在非洲象牙海岸，研究人員發現疏伐對於分佈較侷限之蝴蝶具有負面影響；大面積之實施恐怕會造成當地多樣性的下降。這些結果顯示無脊椎動物由於種類繁多，各個類群對於環境變化之反應又相當不同，因此疏伐對其多樣性所造成之影響不一致，還需要研究更多不同生態功能群才能進行歸納。

利用無脊椎動物作為人工林經營策略評估之指標類群

無脊椎動物種類及生物量於森林中非常龐大，且對於森林微環境結構及微氣候的變化相當敏感，在森林生態系運作上扮演非常重要的角色，極適合作為森林生物多樣性的指標生物。但其與環境複雜的互動模式，對利用牠們作為生物多樣性的研究，構成了極大的挑戰。為了解不同人工林經營模式對於無脊椎動物多樣性會造成何種影響，以作為森林經營管理的參考，本研究團隊於南投縣南投林管處巒大事業區74、75、76林班地之人工林及附近之闊葉林，進行無脊椎動物多樣性之調查及微環境資料之收集。透過調查無脊椎動物之群落結構及物種組成，並利用多變量分析整合多樣性及環境因子數據，探討不同類型森林間無脊椎動物多樣性有何差別，以及造成此差異之可能成因。

巒大事業區之海拔約1500 -2000公尺，氣候夏雨冬乾，闊葉林之林型屬中海拔常綠闊葉林，優勢樹種為殼斗科、樟科等，林下間生蕨類及其他草本植物，中層植被較稀疏，林下未生長植物的地表多被落葉所覆蓋。人工林則為大面積柳杉林，其樹冠層較開闊，林下則密生如蕨類等之植物。我們分別於人工林及原始林設立12個10公尺見方的採集樣點，利用掉落式陷阱、灌叢掃網及樹冠層撈網系統化的採集採樣點從地表至樹冠層之無脊椎動物；並測量溫度、溼度、樹冠層覆蓋度、灌叢植物密度以及落葉層重量。目前已完成一整年四個季節蜘蛛及跳蟲的分析。整體而言，原始林之蜘蛛平均個體數明顯較人

工林為多。若從樣區中不同高度的微棲地來看，樹冠層及地表活動的蜘蛛在原始林之數量明顯的較多。這些初步結果顯示不同的森林類型及結構對蜘蛛物種數量造成了顯著影響，而原始林有較高的蜘蛛數量。在跳蟲方面，平均個體數則因季節而不同，原始林在夏季明顯高於人工林，在冬季人工林個體數明顯高於原始林。在環境因子方面，濕度於原始林與人工林間無顯著差異；但溫度、植被覆蓋度及樹冠層開闊度皆有顯著差異。目前之初步結果顯示，不同的森林管理會對森林棲地結構、無脊椎動物及環境因子造成不同影響，而彼此間的關係，在所採獲之標本完成分類鑑定並與環境資料進行分析後，將可獲得釐清。此外，本團隊在96年之後，將對其中部分人工林樣區進行不同程度之疏伐。我們將在疏伐後以同樣方式，收集無脊椎動物及環境因子資料。藉由比較疏伐前後之改變，將可探討此處理對生物多樣性之影響；而藉由比較不同疏伐程度的數據，可了解何種疏伐模式最能促進無脊椎動物多樣性。預期得到的基本資料，將有助於台灣中海拔森林棲地物種多樣性資料庫的建立，所得結果並可作為發展永續經營人工林策略的參考。對本研究相關後續工作有興趣者，可以在<http://www2.thu.edu.tw/%7Ecteb/forest/forest1.htm>網站上得知最新的消息。🌳