



1997年是合歡山區台灣冷杉結「毬」纍纍的豐年。

合歡山台灣冷杉林的徑級組成與更新

DBH Composition and Regeneration of Kawakamii Fir Forest at Hohuan Mountain

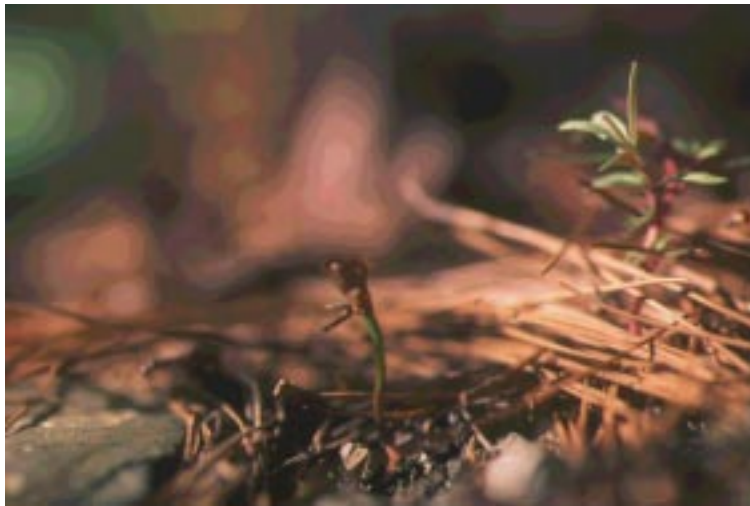
林旭宏*

一、前言：

合歡山是許多人都知曉的一個地方，特別是在寒流來襲時的冬季，合歡山常是媒體報導的焦點。當臺灣的高山地區覆上白雪的時候，交通便利的合歡山區便成為民眾觀賞雪景的最佳去處；近年來拜合歡山區交通狀況改善的契機，加上眾多的旅遊報導，更多的民眾也

知道初春的杜鵑花海與夏秋間開花結實的高山植物景觀，其壯麗絕不下於雪景，於是合歡山區便整年有許多的遊客前往造訪。但是，這麼多遊客的眼中，卻多半是聚焦於遠方的山景、燦爛的杜鵑花海或爭奇鬥豔的高山植物，對於近在眼前屹立在山腰與稜線上的那片樹林，似乎少有人加以注意，那片森林便是本文要報導的主角：台灣冷杉林。期盼讀者在看過這篇報導之後，下次行經合歡山時，能多少投予關注

* 本中心棲地生態組副研究員



上圖：成熟的台灣冷杉毬果呈深紫黑色且常附有白色松脂。

下圖：剛萌發出來的台灣冷杉幼苗，還披戴著如小帽子般的種皮。

讚賞的眼光。

二、臺灣冷杉小檔案

臺灣冷杉是屬於松科(Pinaceae)冷杉屬(*Abies*)的裸子植物，冷杉屬是廣泛分布於北

半球溫帶地區的樹種，而臺灣冷杉則是僅分布於臺灣高山地區的特有種，它的學名是 *Abies kawakamii*，其中的種小名 *kawakamii* 正是為紀念日據時代對於臺灣地區植物資源調查有極大貢獻的川上瀧彌先生，因此臺灣冷杉又被稱為川上氏冷杉，事實上只要你稍為注意一下臺灣許多植物的名稱，你便會發現冠上川上兩字的植物還真是不少。臺灣原產的松科植物有六屬九種，除了松屬(*Pinus*)有四種以外，其它的冷杉屬、鐵杉屬(*Tsuga*)、雲杉屬(*Piceae*)、油杉屬(*Keteleeria*)及黃杉屬(*Pseudotsuga*)均只有一種，有趣的是這些明明是松科的植物卻因為其名字都帶有一個杉字，常使得初學者搞不清楚這些叫某某杉的樹怎麼不是屬於杉科

(Taxodiaceae)而是屬於松科？要辨別台灣產杉科植物與這些以「杉」字命名的松科植物最簡單快速的方法就是看每片果鱗含有種子的數量即可區分，松科植物每一果鱗皆有兩粒種子，而杉科除台灣杉為兩粒外，其餘皆為兩粒以上。至於如何在合歡山地區找出冷杉呢？其實放眼望去那片黑壓壓的森林就是由臺灣冷杉

組成的純林，只是有些海拔稍低的地方會偶爾出現鐵杉及雲杉，草原中則有時會有臺灣二葉松分布。要在合歡山區區別這些松科家族的最簡單方法還是看它們的毬果，臺灣冷杉的毬果是直立的，成熟的時候呈紫黑色且常帶有白色的松脂，最特別的是它們的毬鱗會在毬果成熟的時候脫落，這時你就會看到冷杉樹上常常有半顆毬果直立在枝條上，而同地區的松科家族就沒有這些特徵了。

臺灣冷杉經常在臺灣 3,000m 以上的高山地區形成純林，學者稱之為冷杉林帶(Abies zone)，由於這些山區多數未遭開發，因此臺灣冷杉林仍保持相當完整，依據林務局第三次森林資源調查資料顯示，雲杉冷杉林合計有 27,100 公頃，其實其中的雲杉林在臺灣的分布非常的有限，才與冷杉林並計，因此這個面積幾乎可以視為是臺灣冷杉林的分布面積。由於臺灣冷杉林生長的环境相當的嚴苛，因此冷杉林中的樹種組成相當的單純，上層幾乎就是全部由臺灣冷杉所構成，但是下層的植被則由於冷杉林的分布範圍極為廣泛，其中必然有不同的環境因子，因此分化出不同的地被型。植物生態學家陳玉峰先生便根據冷杉林下層植被的不同，又將冷杉林型分為林下箭竹密布型、林下苔蘚密布型及鑲嵌高山植物型，而合歡山地區的冷杉林就是屬於典型的林下箭竹密布型。由於合歡山地區只要稍微遠離道路兩側便是屬於太魯閣國家公園的生態保護區，因此一般的

遊客是不能任意進入合歡山區的冷杉林，況且冷杉林下密布箭竹，走進去也不是件舒服的事，因此讀者不妨藉由本篇報導，了解一下合歡山冷杉林的徑級組成以及筆者對於本地區冷杉更新的推論。

三、探討冷杉林更新的調查研究

森林學家在探討一片森林中的某一樹種是否都能有效的更新，常會採用分析該林分中此一樹種的齡級組成，如果該樹種各種齡級都有，而且各齡級的數量分布是呈幼齡木較多，而中老齡木的數量則依次遞減，也就是全族群之齡級分布呈現反 J 型，則這樣的樹種可被推斷為可以在此一林分中持續更新。當然這是一種略為簡化的推斷，事實上任何的樹種，只要不是在演化中正處於衰退的樹種，即便是所謂的先驅性樹種(pioneer tree)，若在不同演替階段的森林中取樣，其齡級組成也會成為反 J 型。由於樹齡的調查較為困難，因此森林學家常採用徑級來代替齡級，其基本的假設就是認為同一生育地中，林木的直徑應與樹齡呈正相關。

臺灣冷杉林在全臺 3000m 以上的高地形成優勢的林型，自然可以推斷它們的更新必然良好，只是這些冷杉林是否在原地更新？還是要有某些干擾因子形成新的生態區位(niche)才能更新呢？我們選擇在合歡山地區進行調

查，以嘗試了解該地區臺灣冷杉的更新情形。研究的項目包括(一)設置樣區調查臺灣冷杉林的徑級組成與不同徑級的空間分布；(二)設置種子收集網，以瞭解冷杉種子飛散的時機與產生的數量；(三)設置種子萌芽及幼苗存活的小樣區，以觀察其數量及空間分布的差異。

(一)、冷杉林的徑級組成與空間分布

調查冷杉林徑級組成與空間分布的樣區是由鄰近冷杉林緣的玉山箭竹草原開始設置，然後向冷杉林深入，之所以如此設計，是經由觀察發現許多的冷杉小徑木分布於冷杉林與箭竹草原間的林緣地帶，因此我們想知道冷杉林內是否也有小徑木的冷杉分布；樣區的面積是70mX70m，海拔約在3,100m處，由49組10mX10m的小樣區組成，調查的時間自1992年10月至隔年的6月，以小樣區為單位，登錄其中冷杉的胸高直徑(diameter of breast high, DBH)，也就是樹高1.3m處的樹幹直徑，凡是樣區中出現的冷杉其樹高未滿1.3m，但苗高在50cm以上也加以登錄。調查結果此一樣區共登錄有274株，為分析其徑級組成結構，筆者將樹高不滿1.3m但高於50cm的冷杉視為幼苗(seedling)，胸高直徑在5cm(含)以下的視為稚樹(sapling)，胸高直徑超過5cm的視為

成樹(mature tree)，成樹再依每10cm一級加以區分，上表就是各徑級冷杉的株數分配表：

由上表可以看出，這個樣區中冷杉的徑級結構呈鐘型分布，峰頂是出現在6cm到15cm這一級。一般的同齡林(even age stand)常呈現鐘型的徑級分布，例如人工林就是，因為這就像同齡學童的身高、體重會是呈鐘型的常態分布一樣。不過，這個樣區的冷杉林不可能會是在一次大干擾後在短時間內同時更新的同齡林，因為他們的全距太大了，事實的真象或許可以由各徑級冷杉在這個樣區的空間分布中加以推測。為了簡化說明起見，我們將全部冷杉樣木分為幼苗、稚樹及成樹三級，各級冷杉在樣區中的空間分布如樣區配置圖所示；由本圖可以看出，密度較大的小樣區都是集中在冷杉林與箭竹草原接壤的林緣地區，越深入冷杉林中，林分的株數便越少，而且代表更新旺盛的幼苗與稚樹也多是分布在林緣向箭竹方向的小樣區中，顯示冷杉的更新有由林內向箭竹草原侵入的趨勢。但是，林內樣區中有一樣區則是個例外，資料顯示該小樣區中就有7株的幼苗，可能和該樣區中一株直徑達120cm的冷杉幹折後形成上層鬱閉破裂，也就是冠層孔隙(canopy gap)，孔隙的形成使得鄰近地區可以獲得較多的光源，有利於冷杉幼苗的存活有

徑級	幼苗	稚樹	6—15	16—25	26—35	36—45	46—55	56—65	66—75	>75
株數	14	31	69	63	49	26	12	6	1	3

關。事實上合歡山冷杉林的冠層密度通常都不大，許多光線都可以進入林中，問題是冷杉林下卻常密生著高達2-3m的玉山箭竹，因此冷杉冠層與玉山箭竹的雙重遮蔽或許才是阻斷林內幼苗生存的主因，而冠層孔隙卻可以改善局部環境，提供林內冷杉幼苗生存的機會。

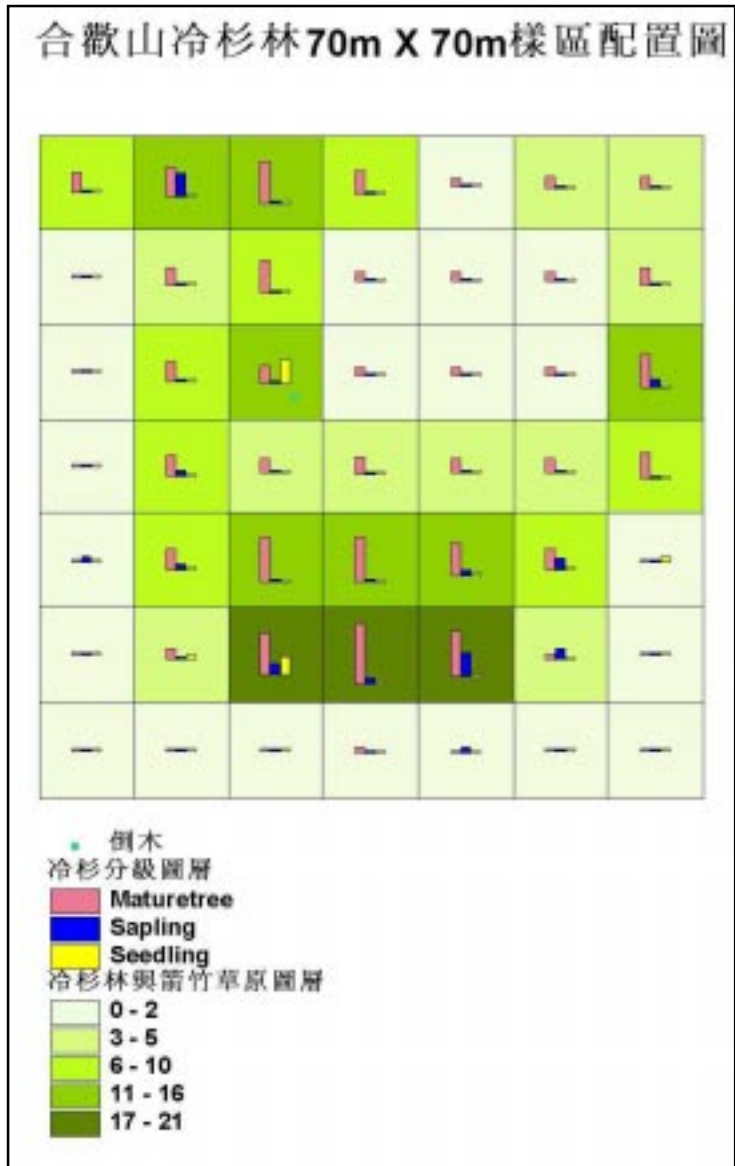
(二)、冷杉種子的飛散與數量

多數的林木則必需藉由產生種子再傳播至適當的生育地才有更新的可能，臺灣冷杉自無例外。經由許多森林生態學家的調查與觀察，均認為臺灣冷杉的結實有豐歉年之分，也就是說它們產生種子的數量是有週期性的變化，而其週期大約是四年。合歡山的冷杉林在1997年恰好是豐年，當年的10月便可見到許多冷杉樹上均已形成成熟的毬果。而根據賴國祥等人的研究，發現冷杉種子的有效散布距離僅為距母樹的8到10m，這也說明了為甚麼

少有冷杉幼苗分布在箭竹草原中的部分原因。爲了了解當年冷杉種子飛散的時期並比較冷杉林內與林緣的種子量，我們於1997年的9月起在前述樣區的林緣與林內各設置 25 組圓型的種子收集網，定期前往收取種子攜回研究室予

以計數分類。

冷杉的毬果是在當年形成雌毬花並受粉之後，便在當年成熟，根據本調查的結果，合歡山的冷杉大約在 10 月下旬開始飛散種子，一直到隔年的 4 月下旬都還可以收集到





玉山箭竹與台灣冷杉的鑲嵌分布是合歡山區主要的巨視景觀。

種子，但其尖峰期則是在降雪季節的 1、2 月。其中約有 19% 種子是与毬鱗一起掉落的，而這類的種子多是出現在林內的種子收集網中。林內、林緣各種子收集網實際收集到的冷杉種子數量分別是 115 ± 13 與 10 ± 9 ，換算為每公頃種子量則分別約是 4,580,000 棵 與 409,000 顆，兩者間的巨大差距顯示出極大多數的種子是掉落在林內，而且由其標準差看來，林內冷杉種子的飛散相當的均勻，掉落於林緣的冷杉種子則非常的不均勻，其原因應該是種子收集網距離有結實的冷杉母樹遠近有關。

產生大量的種子原本就是許多植物維繫

其族群命脈所經常採用的策略，由臺灣冷杉豐年時所產生的大量種子看來，冷杉也是採用同樣的生存策略，因此種子來源不會是冷杉林更新的限制因子。接下來我們就要探討掉落林地的這些冷杉種子萌芽與更新存活的情況，以進一步追蹤臺灣冷杉更新的真相。

(三)、台灣冷杉種子的萌芽與幼苗存活

經由先前數年的預備調查與文獻資料，我們知道冷杉的種子會在山區氣溫回暖與雨量充足的三、四月開始萌發，而且海拔較低的地區，發芽時間較早。因此我們在 1998 年的 3 月便在同一大樣區中的林內與林緣設置冷杉種子萌芽觀察的小樣區，同時以每週一次的密集調

查，登錄並標記萌發出來的冷杉幼苗，此項調查持續至當年的7月上旬。調查結果顯示，自5月中旬開始林內樣區已有冷杉種子萌發，林外樣區則在隔週才開始出現冷杉幼苗，林內冷杉種子的發芽量隨時間依序遞減，到7月時已無種子萌發，林緣的冷杉種子則在6月中旬達到發芽的高峰，到1998年7月17日最後一次調查時仍有種子萌出。就發芽數而言，林內每公頃約可萌發123,000株幼苗，林緣約有8,400株，若以林內外收集到的冷杉有效種子數為分母計算其發芽率，則林內與林緣的發芽率分別是3.6%與2.7%。相較於攜回實驗室的種子所進行發芽檢定的12.5%發芽率有相當的差距，不過這或許是必然的，因為在自然環境中有許多不利種子發芽的限制因子，例如動物的取食便將耗去許多種子，而覆蓋林床的玉山箭竹落葉也使許多種子不易接觸到土壤。雖然仍有相當數量的種子萌發，但幼苗存活的情況又如何呢？由持續追蹤至1999年7月的資料顯示，所有在林內樣區的冷杉小苗無一存活，但林緣樣區則仍有26%的小苗存活。林內幼苗經常在種子萌發後的兩週內就已死亡，有些死亡的原因是遭小型動物嚙食，有些則是因為箭竹落葉密布林床，胚根無法與土壤接觸而死亡；而即使是存活較久的幼苗，也因為林內箭竹與冷杉冠層雙層遮蔽的低光量導致生長不良，最終也將淪入枯萎的命運，而林內幼苗存活機會較大的環境恐怕就是大樹倒伏後留下的冠層孔

隙下方的林床。林外萌發的種子則有較高的存活率，推測其原因應是和林外矮箭竹的庇蔭有關，因為林外箭竹雖然也是相當的密集，但高度多不逾50cm，密集的箭竹或可為剛萌發尚未木質化的幼苗降低強風的吹襲，而不高的箭竹只會減弱日光的照射，但光量可能仍在冷杉幼苗的光合作用補償點之上，而且林外因為沒有冷杉林及高大箭竹的掩護，小型動物也比較不敢在這樣的環境覓食。當然以上的敘述都屬於推測的性質，猶待進一步的試驗研究才可能獲得證實。

四、結語：

臺灣冷杉林屹立生長於臺灣島上，捍衛著地質脆弱、雨量豐沛的高海拔山區，默默的扮演著高山守護神的角色，以往除了少數的登山客及植物調查者由於攀爬高山才得以親近外，一般民眾多半難以一睹其芳容，今日拜合歡山區交通便利所賜，更多的人可以來欣賞並讚美這大自然精心為臺灣挑選的高山林相。合歡山的臺灣冷杉藉著周期性的產生大量種子，一方面向著箭竹草原收回可能因林火而遭箭竹入侵的土地，一方面又前仆後繼的等著成林中大樹倒伏所遺下的空間，以這樣的方式維持其生生不息的族群。短暫駐足的人類雖然無法完整的看到這樣的場景，但是我們相信，只要沒有人類毀滅性的開發，臺灣冷杉林一定可以長久的駐守在臺灣的高海拔山區。