

繼起之生命—福山森林喬木小苗動態

◎國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所·呂佳陵 (clinglu@gmail.com)、張楊家豪、謝長富
◎國立東華大學自然資源與環境學系·孫義方

坐望眼前茂密的森林，靜謐的氣氛裡有著生命躍動的聲音。一棵棵樹，大的小的，都在努力地朝著陽光，向上生長，爭取生存的機會。養分夠了，季節對了，便開花、結果。成熟的果實可能是被風吹起，或是被鳥兒、獼猴吃了帶著走，然後開始旅行，如果運氣好，降落到一個適合生長的地方，便有機會發芽，長成小苗，再漸漸長大，開始另一個生命的循環。

從母樹結果、種子產生、種子散佈、發芽、小苗存活、小樹長成大樹，每個時期都可能遇到瓶頸。這是一個嚴酷的生存競爭，只有通過考驗的才可以存活下來，為族群延續生命。

有研究指出，小苗是植物生活史中，死亡率最高的一個階段，因此，森林樹種的族群動態也大多決定於這個時期。也就是說，想要知道眼前這片森林會如何因應環境的變化，就要先了解有那些樹種的小苗可以通過生存競爭而存活下來。

研究地點與調查方法

本研究地點位於鄰近宜蘭福山植物園的原始森林裡，是一座以殼斗科和樟科植物為主的森林。年雨量超過4,000公厘的潮濕氣候，讓這片森林孕育了許多附生植物，山蘇花、垂葉書帶蕨、瓶蕨等佈滿著每棵樹的樹幹。而由於經常受到颱風侵擾，導致樹冠破碎、不連續，林下光線充足，因此地表長滿了濃密的蕨類和灌木。2002年6月，由臺大生

態演化所、林試所及林務局等單位組成的研究團隊，在此地設置了一座25公頃的大型森林動態樣區，普查其中所有胸高直徑(高度130公分處的直徑)大於或等於1公分的樹木，希望藉此了解這些樹種在此生態系的生存之道，以及它們是如何共存。

於2002年8月，我們在樣區內設置了87個研究樣站，每一個樣站包含一個種子網及3個1平方公尺小苗樣區。自2002年9月開始，便每週上山收集種子網內的花果實種子，而從2003年2月開始進行喬木小苗的調查，清查小苗樣區內所有胸高直徑小於1公分的植物個體，包含剛發芽的新苗。我們標定每一棵小苗，給予編號、鑑定種類並測量長度(圖1)，爾後每三個月重新做一次調查，確定原有的小苗是否安在，並重新測量其長度，以及調查新增的小苗。希望藉此來了解樹種小苗新增、存活及生長的情形，以期評估森林不同樹種



圖1 咖啡攪拌棒上的編號是每棵新增小苗的身分證字號 (呂佳陵 攝)



圖2 大明橘小苗大發生時，最多可在1平方公尺的小苗樣區內記錄到825棵新增小苗。但在一年後，這批小苗只剩下19棵存活(呂佳陵 攝)

的更新策略及推測此森林未來可能的樣貌。

從2003年至2010年，長達八年超過30次的喬木小苗調查中，我們發現了一些有趣的現象，在這裡和大家分享研究的成果。

生存競爭的第一道關卡

第一次調查的結果令人相當驚訝，因為總共只記錄到29種共391棵喬木小苗，換算成密度，每平方公尺僅有1.5棵小苗，樣區內許多喬木樹種都沒有小苗被調查到(樣區內總計有81種喬木)。這樣的情況究竟是偶然、還是福山的常態呢？

三個月後的第二次調查，就有了完全不一樣的結果，其中一個小苗樣區，就記錄到

830棵新增小苗(圖2)；因為前一年適逢許多樹種的結實豐收年，所以在春天過後，便有大量的的小苗萌芽。

八年來，歷經3次小苗的新增高峰(圖3)，累計調查到28種10,851棵新增的種子苗。有趣的是，其中有6,888棵是大明橘的小苗，佔全部新增苗的三分之二。第二多的種類是江某，有1,161棵(10.7%)，第三名是裏白饅頭果，有976棵(9.0%)。整體觀之，僅9種有累計超過80棵(平均一年10棵)的新增苗。大部分的樹種，只有很少的小苗被記錄到(圖4)。

有些樹種的小苗少是因為結實很少，像是烏來柯、長尾栲和山龍眼，在這八年間，我們分別只收到20顆、8顆及101顆成熟種

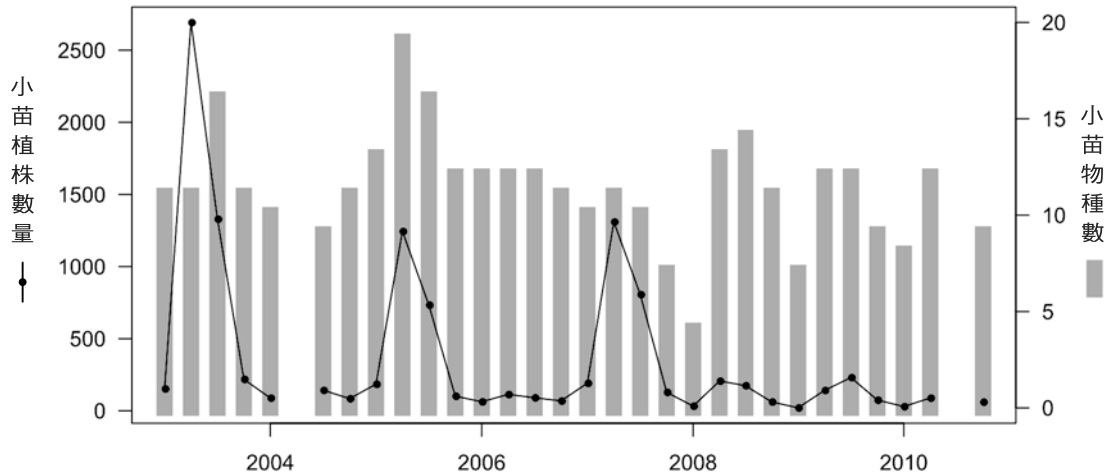


圖3 2003~2010年共30次的調查。第一次的調查為2003年2月，之後的調查時間分別是5月、8月及11月。結果顯示，小苗數量隨著時間有很大的波動，平均5月份時新增小苗最多，調查期間有三次的小苗新增高峰。小苗物種數的變化相對較小，最多一次可以調查到19種樹種的新增小苗

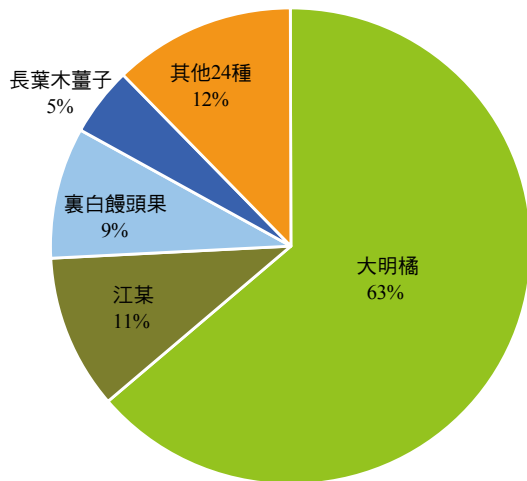


圖4 研究期間所調查到的新增小苗主要樹種組成與其百分比

子，所以小苗數量也少，分別只有14棵、2棵和15棵新增的種子苗。然而這三種樹在福山地區相當優勢，但卻只有少量的成熟種子及新增苗，不禁讓人疑惑，這些樹種是如何變成優勢樹種的？樹木是生活史很長的生物，

而許多熱帶雨林的研究也顯示，某些樹種數十年才會開花結果一次，或許福山這三種樹便是仰賴很久才一次的結實豐收年來維持其族群的數量。

但是產生大量的種子，並不代表就會有大量的新增小苗萌發。研究期間，種子數量最多的九芎(13,148顆種子)，只有34棵小苗被記錄到；而種子數量排名第9多的紅淡比(1,147顆種子)，也只有9棵小苗被記錄到。他們的種子可能就是運氣不好，沒能掉落在適合的環境，所以就無法萌發。

是否能萌發只是生存競爭的第一道關卡，接下來才更是挑戰。

誰能活下來？

這10,851棵新增的種子苗，有三分之一在下一次的調查時就消失了，意即存活不超過三個月。而有28%的小苗可以存活超過一

年，僅有6%的小苗可以存活超過兩年。在2003年總共調查到4,392棵新增苗之中，存活到2010年底的，僅僅只有一棵長葉木薑子。

只要有大量的小苗產生，意味著下幾次調查就會有許多小苗死亡，我們都戲稱，又要來幫小苗收屍了。造成小苗死亡的原因很多，可能因為剛萌發的新苗很脆弱，根系不穩且體型較小，不利於與其他大棵的小苗、小樹競爭陽光與水分，也可能是被枯枝落葉覆蓋遮住陽光而死亡，或是被草食動物吃了。因為如此，小苗密度的變化相當大，不同時間點的調查結果會有很大的差異。

十年樹木？

在天然狀態下，一棵小苗長成一棵小樹(胸高直徑大於1公分，植株高度約200公分以上)需要花多久的時間？這個問題我們目前尚無法回答，因為小苗的成長速度極為緩慢。在萌發一年後，新苗平均生長的高度僅為1.32公分，若它們可以存活超過兩年，則平均只再多長0.6公分。

就各物種來看，出生時長度較長的種類，會有較大的淨生長量(高生長)，而出生時高度較矮的種類，則會有較大的相對生長量(高生長/原高度)。淨生長量最多的種類是黑星櫻，存活一年後平均可以增長2.7公分；和原有長度相比，相對生長最多的種類是裏白饅頭果，一年後平均成長了78%。

同一種類也會因個體差異或生長環境差異而有不同的生長表現。如紅楠、長葉木薑子及烏皮茶的新苗皆有個體可以在一年內成長10公分以上，但是到長成為小樹還是有很大的一段距離。

結語

由以上研究成果我們可以得知，在福山森林裡，小苗的數量在時間上有很大的變動，有結實的樹種才会有小苗，但並非種子多的樹種就會有比較多的小苗出現。而小苗的死亡率高，生長緩慢，所以要順利長成大樹是相當不容易的。

前人研究指出，福山地區的森林上方的樹冠層破碎，森林底層的光線相對充足，因此認為森林樹種能有良好的更新。但我們的研究結果並不支持這樣的說法。

福山森林非常潮濕，充足的光線加上水氣，讓森林底層長滿了灌木及蕨類，最潮濕的地區，地被蕨類的高度可達1.5公尺。這些地被植物有如一把把的大傘，攔截了陽光，樹種小苗可能因此而無法萌發、生存，即使是耐陰性樹種的小苗，也難以在此存活，更遑論生長。所以，若是沒能在地被覆蓋較少的地方發芽，小苗就得努力長高以突破地被層，或是忍耐陰暗等待地被層的破空，才能增加存活的機會。

至於我們的研究結果是否也暗示福山地區的樹種更新有困難呢？這一點我們目前還無法有確切的結論。畢竟，樹木是生活史很長的生物，一棵樹只要能夠在其一生當中，順利的產生一個能長期存活的子代，就算是成功了，所以只要母樹得以繼續存活，族群就有機會可以延續下去。

八年的研究，看來似乎很長，但在植物的生活史裡，這只是一段很短暫的時光。所以，真要能從小苗的研究中，推測這個森林未來的模樣，還需要更長的研究持續觀察下去。⊕