

# 淺談競爭作用對研究林木生長的重要性及其量測方式

◎林業試驗所森林經營組·李隆恩 (taiwania@tfri.gov.tw)

◎林業試驗所恆春研究中心·陳巧璋

## 無處不在的競爭

競爭是每個生物體生活中的主旋律之一，當環境所能提供的資源，無法滿足所有生存其中的生命所需的資源總合時，競爭就開始發生。由於資源總是有限的，因此地球上所有的生物都不斷的在互相競爭著，物種與物種間、族群與族群間，當然也存在於個體與個體之間。以一棵林木來說，從種子落入土壤的那一刻起，就開始要搶著比它的兄弟姐妹們更早發芽；吐芽展葉後，地上部要拚命長高以便截取更多的陽光行光合作用累積生長所需的養分，地下部也需要和其他樹木或是草類搶奪水分和礦物元素；強風吹襲下，要比比看誰的身體更強硬堅韌；病蟲害來臨時，則考驗著每一株樹木的健康與抵抗力；成熟後更是要趕著在合適的季節撒下大量的種子以繁衍後代，生命就是這麼與異類、同類甚或時間競爭著。對於一個研究林木生長的學者來說，競爭作用常是我們關心的議題，因為林木生長的好壞，往往就是競爭之後所帶來的結果，而生長則可說是森林所有效益的源頭。

## 影響林木生長的主要因素

生長透過時間的累積成為林木的體積，而所有林木體積的總和則是整個森林的蓄積，蓄積是森林發揮效益的基礎，舉凡森林的保安功能、景觀價值、木材利用乃至於碳貯存等，都需要一定的蓄積量才得以達成，

因此林木以及森林生長的情形，常是森林研究者感興趣的主題。影響生長的因素有許多，根據過去的研究結果，大致可分為人為因子和自然因子兩類，其中人為因子主要是透過人類行為改變自然因子，達到間接影響林木生長的效果；例如藉由育種的方式培育出生長快速或抗病蟲害能力較佳的品系，或是透過試驗的方式找出較適應當地氣候環境及土壤性質的樹種，另外也可以藉由人為刈草及疏伐撫育等作業，減低林木在生長過程中遭受到的競爭壓力。而自然因子則又可分為內在遺傳以及外在環境兩種，內在遺傳指的是每株林木體內的基因密碼，其影響了該株林木進行光合作用的效率、對病蟲害的抵抗力以及對水分及養分的利用率等；外在環境則包含非生物及生物兩類，非生物部分主要可歸為氣候、地形、土壤等3個因子，一般在林業研究中，我們以地位條件統稱之；生物部分則包含病蟲害、動物取食及競爭作用等因素。在臺灣的人工林中，因地位相似，又多屬同齡純林結構，其遺傳特性亦相近，因此影響林木生長的最主要因素就是林木彼此間的競爭作用。

## 競爭的類型及作用方式

根據以往的研究結果可知，林木生長過程所需的資源中，以生長空間、光線、水分及養分等4種為重，其中，生長空間是林木獲取其他資源的媒介，因此，若將競爭的資源及競爭作用發生的位置來分類，大致可以分



林木發芽後最常見的競爭對象多為雜草。(李隆恩 攝)

為兩種，第一種發生在林木的樹冠層，是林木葉部為了行光合作用而競相截取光線，由於這類競爭方式會使上層樹冠對於下層樹冠產生遮蔽效應，因此其性質屬於單向的競爭作用，也就是僅上層樹冠對下層產生競爭壓力，而下層對於上層幾無影響。另一種則是發生在土壤層，是林木的根系對於土壤中水分及養分的競爭，因為此種競爭不論樹木大小，彼此間皆會產生競爭效應，因此其性質屬於雙向的競爭作用。

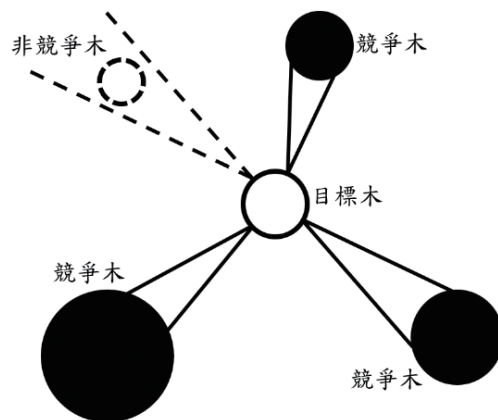
## 競爭作用的量測方式—搜尋半徑和競爭指數

如同前述，由於競爭作用相當的複雜，而且不同資源的競爭往往同時發生，研究者很難針對單一的競爭作用進行測定，學理上，我們可以將競爭作用分為兩個步驟進行評估，第一步驟是先判定哪些林木之間有產生競爭關係，第二步驟再來評估競爭作用的強度有多大。由過去研究結果發現，除了少部分方式可以同時進行此二步驟的評估之外，大多都是分別利用搜尋半徑和競爭指數

的組合分階段地進行單株林木整體競爭情形的判定。為了便於讀者了解搜尋半徑和競爭指數的運用概念，本文暫且將欲測定其競爭關係的林木稱為目標木，而將所有對該目標木產生競爭壓力的林木稱為競爭木。

### 【搜尋半徑】

由於競爭作用同時發生於冠層與根系，且林木冠層與根系所涵蓋的範圍往往不同，研究者很難找出一個實際的影響範圍用來包含該目標木所有的競爭木，因此在過去的研究中，大多是利用林木彼此間的距離或樹體大小的特徵定義出搜尋半徑，在此搜尋半徑之內的其他林木，都被視為該目標木的競爭木。要注意的是，搜尋半徑並非真正找出所有產生競爭壓力的林木，而僅僅是將個體較大或距離較近等此類競爭作用較強的競爭木標定出來，後續再利用競爭指數評估其實際競爭強度。在實務上，最常用來作為判定競爭木依據的，包含林木的胸高直徑、主幹胸高橫斷面面積、樹高或樹冠重疊與否等特性。



運用胸高斷面積配合角度與距離判定競爭木。(李隆恩, 2017)

【競爭指數】

競爭指數是利用數學方程式計算目標木與競爭木之間樹體大小的相對比例、影響範圍的重疊率或是每棵林木潛在可利用的生長空間，以衡量目標木受到的競爭作用強度。雖然都是衡量其競爭關係，然而各種指數依出發點構想的不同又可分為競爭壓力及競爭優勢兩種，前者指的是周圍競爭木對目標木的競爭壓力強度總和，後者計算的則是目標木相對於周圍競爭木而言所具有的競爭潛力及優勢程度。

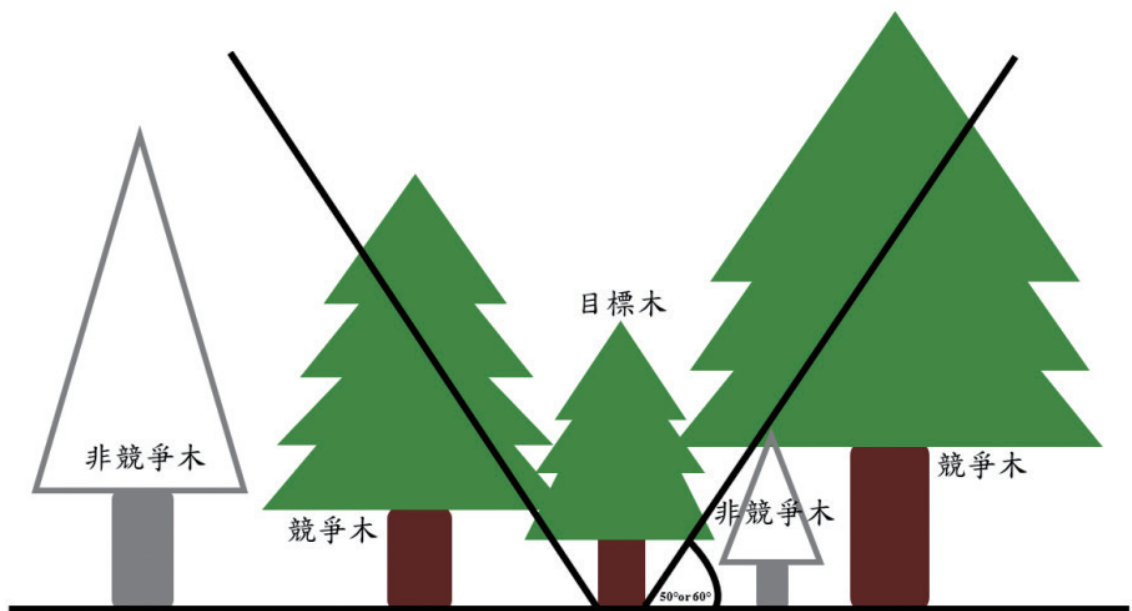
量化競爭的基本運用—預測生長與枯死

競爭作用透過搜尋半徑和競爭指數的量化之後，最簡單的運用就是作為推算林木未來生長量和枯死率的工具，誠如先前所

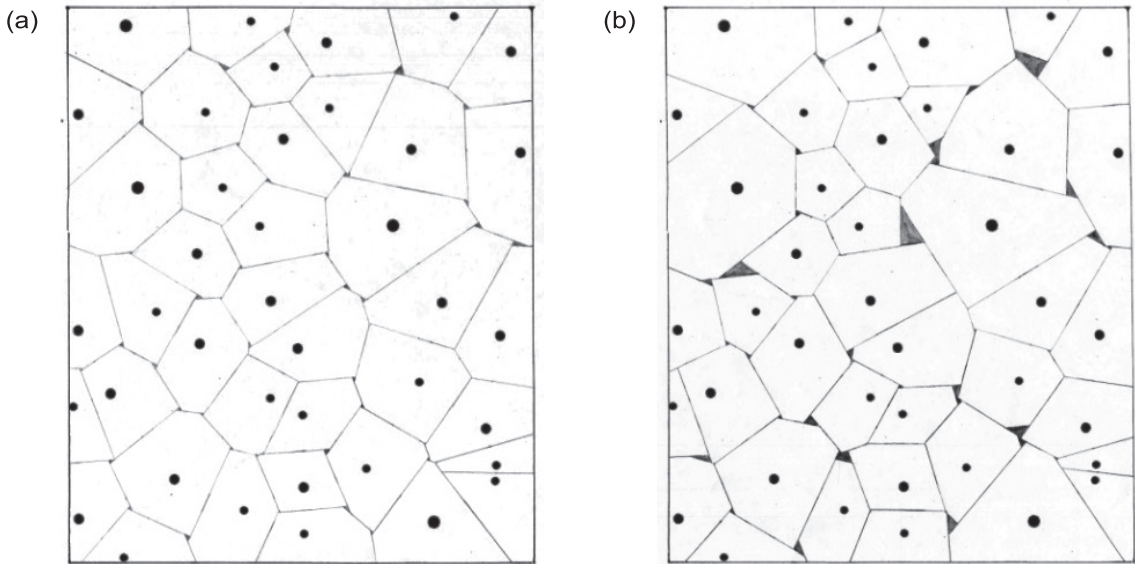
述，競爭作用是影響林木生長的主要因素之一，尤其對人工同齡純林而言，時常僅依靠競爭指數值就可透過回歸模式有效且精準的推算出林木未來胸高斷面積的生長量。除此之外，林木的枯死，除了少部分意外，如雷擊、風倒、病蟲害等因素之外，大多也是因本身無法於競爭情形下取得生長所需的足夠資源而致；早期植物學家所探討的自我疏伐定律，即植物群體內部因資源競爭所導致的優勝汰劣結果，就是競爭作用於預估枯死的一種應用，因為競爭作用可以有效的預測出林木未來的枯死機率，因此許多林業學家紛紛將其概念應用於人工林林分密度管理中。

未來展望

雖然競爭指數已被驗證可有效預測林木未來的生長和枯死情形，然而過去的研究

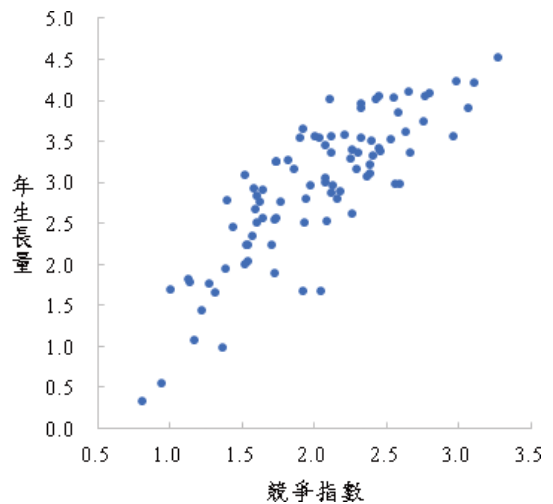


運用樹高配合角度與距離判定競爭木，黑線範圍內之其他林木常與目標木間產生冠層競爭作用。(李隆恩，2017)



利用(a)距離平分或(b)胸高斷面積加權所建構出的多邊形生長空間，可代表林木具有的競爭潛力。(李隆恩，2017)

也發現，隨著林齡與林分組成的差異，各種指數運用到不同樹種或生育地時，常會表現出不同的結果，直至今今，仍然沒有發現某個指數具有獨特的優越性足以良好的應用於所有情境下。因此，研究者未來仍需持續的使用多種競爭指數檢測其推估新研究標的生長與枯死之適用性。此外，競爭指數亦可進一步應用於疏伐撫育作業中的伐採木選擇工作，疏伐作業的主要目的是降低林分密度，有效減緩林木間的競爭強度，可說是人為控制競爭作用的一種手段。過去於疏伐作業進行時，疏伐施行的強度及疏伐木的選擇多仰賴於現場從業人員的經驗、技術及主觀判斷，而透過競爭作用的量化，推估林木未來的生長與枯死情形，可將每棵林木的競爭強度加以劃分，並藉此提前將瀕臨死亡的樹木伐除，此舉除了可以降低林內競爭強度，保持森林健康外，疏伐木亦可選擇搬出利用，



競爭優勢類型的指數與林木生長量間常呈現高度正相關。(李隆恩，2017)

以避免因林木枯死而形成的資源浪費。未來，將可透過競爭作用的相關研究，建立一種較為科學的方法作為疏伐作業之參考。⊗