

植物的向性 及其在農業上的可能利用

亞洲大學生科系 李昶瑤

農試所作物組 楊純明

一、前言

植物缺乏動物具有的神經系統，亦不會長距離的自由遷移活動，但是當受到環境刺激時，仍會引發系列體內的生理生化反應而產生獨特的『運動』方式，較受人們注意到的包括向性(tropism)、循迴式的律動(circadian rhythm)及膨壓運動(turgor pressure movement)等對大自然變化的感應。當植物受到環境刺激時，會發生朝向或背離刺激方向的反應，涉及植株生長方向的改變，即所謂的向性，如向光性、向地性、向觸性等。植物巡迴式的律動亦由環境的刺激造成，源自於環境的周期性變化而與植物的生長發育有關，例如影響保衛細胞啟閉進而改變葉片蒸散的氣孔每日運動(diurnal movement)及開花的光週性(photoperiodism)等皆是。膨壓運動發現於部分植物(如含羞草、毛氈苔、捕蠅草、酢漿草等)，多為在一定時間後恢復原狀的可逆反應，這些植物在受到刺激後會出現水分及離子(如鉀離子)迅速進出細胞的現象，造成支撐細胞的膨壓發生快速變化而閉合。

此類因為外界環境因子(如光照、溫度、水分、氣體、力能等)刺激引起的植物反應，值得探討，一方面有助於瞭解更多生物界的奧妙，再方面可提供學理基礎與未來應用的參考。本文特別解說植物的向性，並敘述其在農業上的可能利用。相對於膨壓運動的無方向性及發生迅速，植物的向性需要一定的時間來形成方向甚或位置的改變，運轉機制目前固然未有定論，卻可能和刺激來源與強度、植物荷爾蒙、光敏素等有關。

二、植物的向性及其在農業上的利用

植物的向性一般可分為向光性、向地性、向觸性、向水性及向化性等多種，本文僅介紹前三種的植物向性。

(1)向光性(phototropism)

向光性是指植物朝往光源方向生長或前進的特性，也就是植物器官因單向光照而發生的定向彎曲能力。著名的例子為菊科向日葵(*Helianthus annuus*)及毛茛屬植物(*Ranunculus ficaria*)未授粉花朵的追日/向陽運動，花隨著光照(太陽)的方向而移動。另外，有許多植物向光的一側生長慢於背光的一側，呈現莖部屈光源生長的現象，目前認為肇因於光

作者：楊純明研究員
連絡電話：04-23317117

照造成生長素分佈不均使得生長產生向光性的結果，或係光照產生了生長抑制物質而屈向光源。植物幼苗、嫩株莖頂的分生組織受光之後，將朝入射光源方向生長，以截取光輻射能於光合作用的進行，屬於正向光性；有些葉片通過葉柄扭轉而處於對光線垂直的適合位置，屬於橫向光性。有趣的是，植物經由生長素或生長抑制物質的巧妙配置有“智慧”的達成目的，讓植物處於有利於生長的位置。除此之外，作為光輻射的接受因子，光敏素在其中的作用值得繼續探究，以釐清向光性的真正機制。至於不同光源引起向光運動的差異性，顯示光輻射波段之間具有不等的向光效應，也有待未來解明。

在實務應用上可利用人工光源的照射，誘引植株朝向特定的方向生長，調整植株的結構與架構。此一做法可應用於設施栽培的空間規劃，或景觀植物的特殊造形雕塑，或植體生長量與生長方向的調控等。惟前提是必須充分瞭解該植物的光生理，對於光質與光量的反應，同時搭配其他環境因子的誘導才能獲得預期結果。

(2)向地性(或稱背光性、向重力性; gravitropism or geotropism)

由於地心引力的影響，使得植物根部生長素分佈不均勻，下方的生長素多高於上方的受光面。然由於根部對生長素的反應不同於莖，根部於是朝向下(地面)發展，屬於負向光性或正向重力性。葉與有些植物的地下莖具有橫向重力性，倒伏後能夠再直立的植物(如稻、麥)則為負向地性。研究發現短時間的重力刺激不能抵消向光性，長期的重力則可消除向光性。文獻上有關於鈣、澱粉體、乙烯、光質等對向地性的影響，尚

未有綜合性的結果而仍需進一步確認。

此種因為重力的自然作用促使根系伸長、擴張的現象，可藉由抬高植株位置來促進根的向下延伸拓展，加大根系範圍，若再配合水分的管理及營養元素的施用，可以增加根的生長或調整根的走向。此一特性可利用於觀景植物(如蘭花與榕樹的氣生根(圖一)、藤本植物的攀緣根)的栽培，也可沿用於塊根(儲存根)作物(如甘藷、蘿蔔)或以收取根部為主藥用植物(如人蔘、當歸)的塑形，提高產品販售價格與數量。欲得到最大與最佳的特性利用，有關植物荷爾蒙的角色、根朝向水分延伸的向濕性及移往養分豐富方向的向化性等都必須有所瞭解。

(3)向觸性(thigmotropism)

攀緣性的植物當接觸到物體或機械性刺激時，由於生長差異而出現捲曲現象，通常接觸面生長較非接觸面慢，於是形成攀緣生長。常見的豌豆、胡瓜、南瓜、絲瓜(圖二)、葡萄等的捲鬚與葉的變形，或如牽牛花的纏繞莖，都是捲曲環繞著接觸物體生長。向觸性牽涉許多不同的植物運動共同協調完成，上述的向光性、向地性、向水性及向化性可能都包含其中，也與膨壓改變的漲、縮及植物荷爾蒙的作用有關，內在機制尚不明朗。

植物藉著向觸性，除了支撐植體，也可擴大接觸自然資源的機會利於自身的生長。吾人可充分利用這些攀緣草本植物快速生長的特性，抓住土壤、枝條、牆面等憑藉物大量的繁殖。若使用於裸露地、草地、坡地、果園、菜園等覆蓋用途，可以發揮水土保持、景觀美化、涵養水源、農作生產等不同功用。

三、植物向性的生態意義

從生態的觀點，向性可說是植物賴以生存於變化多端環境的一重要手段，藉由環境的刺激及傳導產生局部向性運動(tropic movement)，來感應資源甚至接近、獲取資源。雖然只是器官在空間和方向的變動而非全株任意移動，但是藉著各種向性來調節生長姿態或方向，植

物於是可以將營養器官(如根、莖、葉等)導向資源(如光、水、營養元素等)較充足的方向，使其在生存競爭上較具優勢。尤其重要的是植物能夠協調各種向性，即使沒有動物的神經系統，仍然可以感應外界的刺激做出合宜的反應。

植物憑藉向光性迎向光源，依賴向地性朝向水分與養分充足的土壤前進，

透過向觸性擴張莖葉、支撐植體、占據吸收光能的最有利位置，總此歸納出趨吉避凶的生態行為及生存之道。倘缺少這些“特異”功能，無異於切斷植物對環境的適應能力與容量，僅能看天吃飯、坐以待斃，根本無法存活在多變的環境中。

四、結語

植物演化出各種的向性來配合生態環境，又完美的協調不同的向性讓植株有能力適應環境的變化，提高自身對資源的競爭優勢。近年來氣候的快速變遷帶來頻繁發生的災害，也增強了逆境的強度與範圍，陷於苦思解決之道的泥淖中，不如細心關注生物運轉的軌跡。經由植物的向性行為，讓我們進一步理解植物的生存策略，「先具備自身的生存能力，再順著環境的彈性空間，最後發展出物競天擇的因應調適對策」。



圖一、蘭花的氣生根，調整生長走向。



圖二、絲瓜的捲鬚，有助植株固定。