

蘭花與菌根真菌

文·圖／李勇毅

摘要:

蘭科植物的種子細微如沙塵而為數眾多，然而胚發育不完全，亦無胚乳。在自然條件下，蘭科植物需仰賴菌根真菌提供種子發芽所需之養分，方能順利萌芽、成長以完成其生活史。蘭科植物除了花朵形態多變，在生態環境中所仰賴的菌根真菌亦有許多類群。這些真菌在地底形成一個複雜的網絡串連著許多植物的根系，傳遞許多養分與訊息。台灣有豐富的原生蘭資源，其中有 **12%** 左右的無葉綠素原生蘭，而其所仰賴的菌根真菌多樣性仍有待我們著手研究。

關鍵詞: 蘭科植物、菌根真菌、種子、共生、真菌異營

蘭科植物的共生萌芽

蘭科植物的花朵在授粉成功後，蒴果內會孕育成千上萬的種子。達爾文也對蘭花深深著迷，觀察家中庭院草地上的蘭花結了果實所產生的種子，他如此描述：「若讓這些種子都能順利的萌芽成長，不需幾個世代，單一棵蘭花所繁衍的子子孫孫將可覆蓋整個地球，形成一個整齊劃一的綠色地毯。」但實際上這樣的情形從未發生。因為蘭科植物的種子細微如沙塵，不具有胚乳(endosperm)，胚也僅發育至球形胚階段(globular stage)，尚未分化出胚芽與胚根。在野外環境，蒴果成熟開裂後飛散出來的種子大部分無法萌芽。只有少數種子飄至適合的環境，遇到能達成穩定共生的真菌才能順利萌芽，長成幼苗繼續發育而再開花、結實。一直到 1920 年左右，植物學家發現在試管內無菌的條件下，提供植物生長的無機礦物要素與可溶性醣類（如葡萄糖或蔗糖），即可讓一些熱帶蘭花種子順利萌芽，繼續長成植株而開花。之後許多深具觀賞價值的蘭科植物終於能夠以人工大量繁殖而被普羅大眾所欣賞。

蘭科植物類群與真菌異營

在自然狀態下，當種子遇到適合的菌根真菌，萌芽過程如下：胚吸水膨大，由真菌提供生長所需的碳源（圖 1），並運送礦物養分（如氮、磷、鉀）至蘭科植物的胚細胞，讓胚繼續發育突破種皮（即發芽），形成圓錐狀的球體，稱為原球莖(protocorm；圖 2)。之後原球莖會分化出葉片與根系，形成一完整的植株。在萌芽的過程中，蘭科植物的胚完全仰賴菌根真菌提供生長所需之養分，可稱之為完全真菌異營性(fully mycoheterotrophic)，亦即蘭花是寄生於真菌。許多蘭科植物的原球莖隨後會轉成綠色，且分化出葉片進行光合作用，即成為自營植物(autotrophic plants)，不再仰賴菌根真菌提供養分，例如常見的蝴蝶蘭(*Phalaenopsis*)、石斛蘭(*Dendrodium*)、嘉德麗雅蘭(*Cattleya*)等。而有些蘭科植物生長在林下光線不足之處，其雖具有光合作用能力，但仍需要菌根真菌提供生長所需的碳源與礦物養分，可稱之為部分真菌異營性(partial mycoheterotrophic)，或是混合營養性(mixotrophic)，例如有葉綠素的鳥巢蘭(*Neottia*)、火燒蘭(*Epipactis*)等地生性蘭花。另外，尚有一群蘭科植物生長在森林陰暗之處，其植物體不具葉綠素或是葉片完全退化，有人稱之為腐生蘭，例如赤箭(*Gastrodia*)、山珊瑚(*Galeola*)、皿柱蘭(*Lecanorchis*)等。這些無葉綠素蘭科植物仰賴菌根真菌提供生長所需之養分以完成其生活史。

蘭科菌根真菌的多樣性

早期研究顯示，這些能夠與蘭花共生的菌根真菌主要為擔子菌類的絲核菌屬(*Rhizoctonia*)真菌。然而絲核菌屬是依無性世代的菌絲形態所歸類的分類群，之後以分子序列標誌分析的結果顯示，絲核菌屬為多系群(polyphyletic group)，包含數個有性世代屬，例如 *Ceratobasidium*、*Sebacina*、*Thanatephorus*、*Tulasnella* 等。上述這幾屬經常與具有葉綠素的自營性蘭科植物形成共生關係。而森林陰暗

之處所生長的混合營養性的綠色蘭科植物或是無葉綠素蘭科植物會與 *Lactarius*、*Russula*、Group A *Sebacina* 等真菌類群共生形成共生關係，而這些真菌亦經常與森林樹木形成外共生菌根(ectomycorrhiza)。亦即這些真菌在地底形成一個複雜的網絡串連著許多樹木與蘭科植物。放射性同位素研究亦證實，蘭科植物的根系會透過外共生菌根真菌從鄰近的樹木獲取光合產物。過去的蘭科菌根真菌研究多以溫帶地區蘭科植物為主。近年來更多亞熱帶及熱帶地區的蘭科菌根真菌調查顯示，更多的亞熱帶及熱帶地區無葉綠素蘭科植物經常與分解枯枝落葉（圖 3）或是木材腐朽的真菌形成共生關係。我們的研究結果指出赤箭屬與分解枯枝落葉的 *Mycena*、*Gymnopus* 共生，而山珊瑚屬與分解木材的多孔菌類群 (Polyporales) 共生。初夏時臺灣中高海拔山區可看到小囊山珊瑚(*Galeola falconeri*) 盛開著黃色的花朵（圖 4），並且經常是在森林伐木後或是颱風倒木附近生長。經過數年木材完全腐朽分解完之後，該處的小囊山珊瑚才會消失。這段期間小囊山珊瑚已經產生出數十萬粒種子飄散四處，期待再遇見適合的環境與菌根真菌。臺灣有四百多種原生蘭科植物，其中有五十多種無葉綠素原生蘭，約佔 12% 左右。與世界上其他國家相較，臺灣的無葉綠素原生蘭種類相當豐富，而其所仰賴的菌根真菌多樣性仍有待我們著手研究。

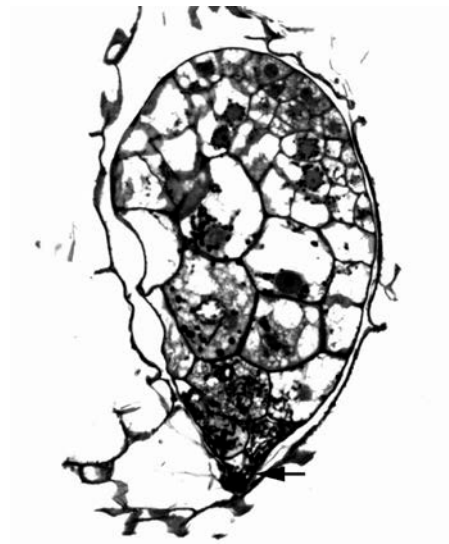


圖 1. 蘭科植物種子遇到適合的菌根真菌感染(箭頭所指)，胚體開始膨大萌芽。



圖 2. 以人工接種菌根真菌讓蘭花種子
在燕麥培養基上萌芽



圖 3. 赤箭的根與枯葉之間有緊密的菌絲連結



圖 4. 初夏中高海拔山區的小囊山珊瑚(*Galeola falconeri*)
正盛開著鮮黃的花朵

參考文獻

Gebauer, G. and Meyer, M., 2003. ^{15}N and ^{13}C natural abundance of autotrophic and myco-heterotrophic orchids provides insight into nitrogen and carbon gain from fungal association. *New Phytologist*, 160: 209-223.

Leake, J. R., 2004. Myco-heterotroph/epiparasitic plant interactions with ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal fungi. *Current Opinion in Plant Biology*, 7: 422–428.

Lee, Y. I., Yang, C. K. and Gebauer, G., 2015. The importance of associations with saprotrophic non-rhizoctonia fungi among fully mycoheterotrophic orchids is currently underestimated: Novel evidence from subtropical Asia. *Annals of Botany*, 116: 423-435

Merckx, V. S. F. T., 2013. Mycoheterotrophy: An introduction. In: Merckx V. S. F. T., ed. *Mycoheterotrophy: The biology of plants living on fungi*. Berlin, Germany: Springer Verlag, 1-17.

Rasmussen, H. N., 1995. *Terrestrial orchids – from seed to mycotrophic plant*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.