

# 雪山地區推移帶植群與叢枝菌根菌的邊際效應

劉家秀<sup>1</sup>、林子超<sup>2</sup>、曾喜育<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>國立中興大學森林系；<sup>2</sup>特有生物研究保育中心；<sup>3</sup>通訊作者E-mail: erecta@nchu.edu.tw

## 前言

全世界約有90%的陸生植物根系有叢枝菌根菌 (Arbuscular Mycorrhizal Fungi, AMF)，這一類真菌藉由依附在植物的根部，利用菌絲細長的優勢，深入土壤縫隙，協助植物對養分的利用，植物則提供碳水化合物作為回饋，形成互惠的共生關係。叢枝菌根菌對於植物的生長、抗病蟲害、逆境生存等都有良好的幫助，例如增加植物對於磷的吸收，使植物得以在有效磷低且貧瘠的土壤環境生存。然而叢枝菌根菌不僅影響植物個體營養狀態，對於植物社會組成及植群演替同樣具影響力。高山生態系因為環境相對嚴苛，生物需要克服低溫凍傷、強烈日曬、溫差大等逆境，適地生存並不容易，叢枝菌根菌在這種嚴酷環境對植物生存越顯重要。推移帶是兩相鄰生態系的過渡地區，通常物種豐富、多樣性高，形成所謂的邊際效應(edge effect)。因此本研究針對雪山三六九山莊附近由灌叢草生地延伸進臺灣冷杉林的推移地帶，分析植群組成與叢枝菌根菌的菌相，探討叢枝菌根菌組成在植群推移的變化。

## 材料與方法

### (一) 研究區域概況

研究位於雪霸國家公園雪山三六九山莊周圍(海拔3,100-3,200 m)的灌叢草生地、推移帶至臺灣冷杉林(圖1)，為寒帶重濕氣候。根據雪山東峰氣象站資料，最冷月為2月，月均溫4°C；最暖月為7月，月均溫11.8°C，平均年降水量為2,323 mm，終年濕潤。



圖1. 研究區現地照片

### (二) 調查方式

1. 樣本採集：於灌叢草生地、推移帶、臺灣冷杉林等3個植群型，因植群組成與火燒擾動頻度差異劃分為左、右側，分別各設置6個3 m×3 m的隨機樣區，共計36個樣區(圖2)。樣區劃分為九宮格，於四個角落樣區調查地被植群覆蓋度；中間樣區採集植物根系25-35 cm土壤樣本。調查時間為2020年8月、2021年3月與8月。

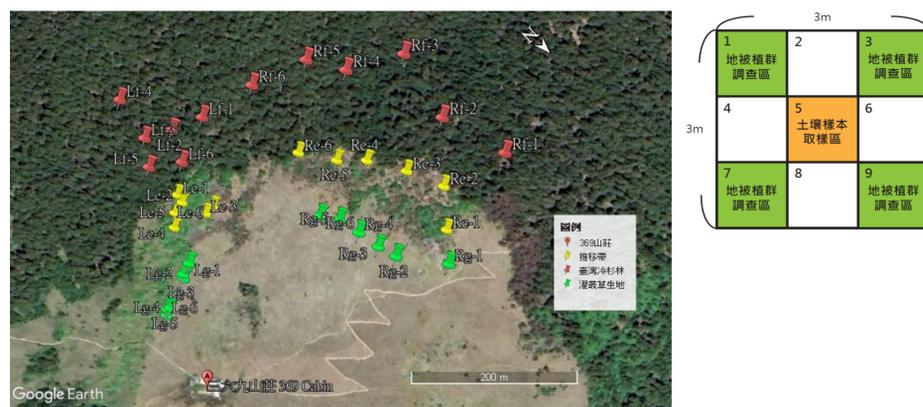


圖2. 樣區架設點位及樣區示意圖。灌叢草生地樣區 - 綠點、推移帶樣區 - 黃點；臺灣冷杉林樣區 - 紅點。

2. 叢枝菌根菌孢子鑑定：秤取100 g野外採集之土壤，以濕篩傾倒法及糖液離心法分離叢枝菌根菌孢子，在顯微鏡下依據孢子形態鑑定，並計數數量。

### (三) 資料分析

- 重要值分析: 重要值(IV) = 相對頻度 + 相對優勢度，並將叢枝菌根菌孢子種類及數量做相對豐富度計算。
- 多樣性分析: 物種豐富度、Shannon's s多樣性指數、均勻度指數。

## 結果與討論

左側灌叢草生地以植株高的玉山箭竹為優勢、右側為低矮草坡地，高山芒、低草玉山箭竹混生；推移帶地被植物豐富，不同物種覆蓋較平均，由假繡線菊、玉山小蘗、異葉紅珠、高山白珠樹等多樣物種組成；臺灣冷杉林由臺灣鬼督郵、臺灣冷杉為主要優勢物種。

推移帶的物種數為灌叢草生地、森林的兩倍，豐富度明顯高於兩側植群(圖3)，而森林和灌叢草生地植群的物種多樣性因則視位置不同而有所差異。Shannon多樣性指數和均勻度指數在3個植群型類型也呈現相同的趨勢，即推移帶物種豐富且相對均質。顯示植群在推移帶呈現的邊際效應。

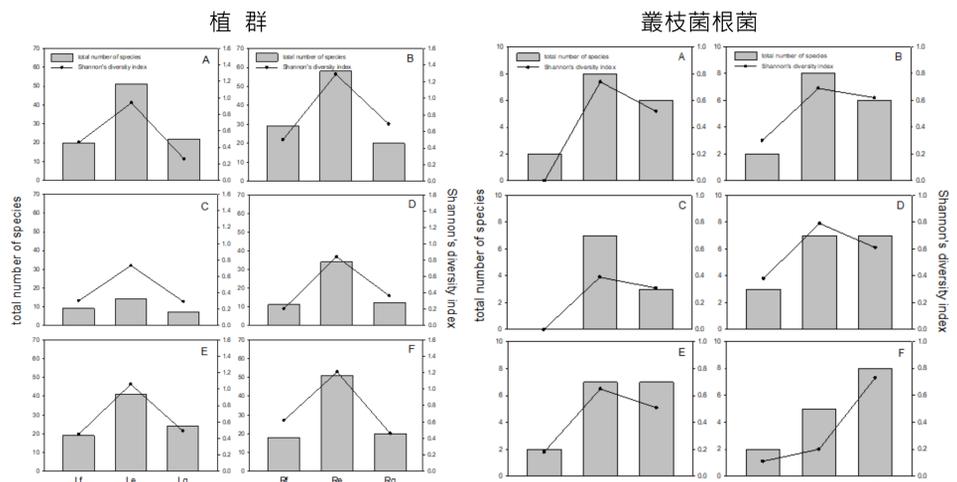


圖3. 植群與叢枝菌根菌物種豐富度(長條圖)、Shannon's s多樣性指數(折線圖)。A-B 2020年8月；C-D 2021年3月；E-F 2021年8月調查。

叢枝菌根菌共記錄6科8屬16種，總計859顆孢子，種類包含Acaulospora、Paraglomus等屬(圖4)。根據Oehl et al. (2006)於瑞士調查指出，高海拔地區Acaulospora屬的物種相對豐富；而本研究位於亞高山地區，同樣以該屬為優勢。草生地、推移帶、森林分別有10種、16種以及6種叢枝菌根菌，其中只有推移帶具有獨佔的邊緣種，分別為Acaulospora koskei、Claroideoglomus etunicatum、Sclerocystis rubiformis，約佔總物種數1/5。

推移帶及灌叢草生地的豐富度及數量差異不顯著，然而森林土壤內孢子明顯較少(圖3)，原因可能在於森林土壤有機酸低、腐質層厚的環境，枯枝落葉中的化學物質可能降低叢枝菌根菌的競爭優勢，而不利於其生長。Shannon多樣性指數除了2021年8月右側樣區資料，其餘都在推移帶形成高峰，和植群資料有一致趨勢。邊際效應不僅表現於肉眼可見的地表植群，在我們看不見的土壤環境中，具植群偏好性的叢枝菌根菌，也呈現一定程度的邊際效應。

物種名	科	植群型a
Acaulospora alpina	Acaulosporaceae	EFG
Acaulospora delicata	Acaulosporaceae	EG
Acaulospora koskei	Acaulosporaceae	E
Acaulospora laevis	Acaulosporaceae	EG
Acaulospora morrowiae	Acaulosporaceae	EG
Acaulospora rehmannii	Acaulosporaceae	EF
Acaulospora spinosa	Acaulosporaceae	EF
Acaulospora tsugae	Acaulosporaceae	EG
Acaulospora tuberculata	Acaulosporaceae	EFG
Claroideoglomus etunicatum	Claroideoglomeraceae	E
Diversispora spurca	Diversisporaceae	EG
Gigaspora decipiens	Gigasporaceae	EG
Paraglomus occultum	Paraglomeraceae	EFG
Sclerocystis rubiformis	Glomeraceae	E
Scutellospora calospora	Gigasporaceae	EF
Septoglomus deserticola	Glomeraceae	EG

圖4. 叢枝菌根菌種類清單及孢子形態照。a: E為推移帶；F為臺灣冷杉林；G為灌叢草生地。照片由上而下，左而右分別為Acaulospora delicata、Acaulospora tsugae、Acaulospora tuberculata、Paraglomus occultum、Scutellospora calospora、Septoglomus deserticola。

## 結論

地上部植群在推移帶的物種豐富度與Shannon多樣性展現明顯的邊際效應。地下部叢枝菌根菌共記錄6科8屬16種，以Acaulospora為優勢，若以物種多樣性指數來看，邊際效應不如植群明顯，但推移帶具有較多樣的菌種，並孕育3種邊緣種。特別的是，臺灣冷杉林下土壤環境可能不利叢枝菌根菌的適存，因此種類數與孢子數量較少。