

林業經營與農業管理對地衣的影響

◎臺中區農業改良場·沈原民 (shenym@tdais.gov.tw)

地衣是什麼？

地衣是一類獨特的生物複合體，由真菌及可行光合作用的生物(綠藻或藍菌)共生而成，命名時以地衣共生真菌為主，迄今全世界已知約有14,000~20,000種地衣。絕大多數地衣的生長非常緩慢(例如1~4 mm/年)，且對環境的變動敏感，有不少研究以地衣生物相作為一個地區的環境指標。地衣雖然不如動物、植物那麼引人注意，但從校園樹木的樹皮上、岩石、石碑或石造材料的表面、森林底部潮濕處到枝梢，都有機會發現地衣的蹤跡。地衣在生態系統中貢獻生物多樣性，也提供生態系服務的功能，包括拓殖物體表面作為演替的先驅生物、幫助土壤生成與穩定土壤、輔助生物獲得大氣中的氮元素、加速養份的流動與循環、攔截降雨扮演森林中水循環等重要角色、並位居生態系食物網的一員。

地衣多樣性與森林經營

原始、老熟的森林裡面地衣多樣性高，殼狀、葉狀、莖狀、粉屑狀等不同生活型態的地衣與其他生物共同生活在森林裡，以單一株樹木而言：在英國記錄到1株櫟樹上生活有52種地衣，在塔斯馬尼亞溫帶雨林的1株澳洲紅豆杉上有76種地衣，而在巴布亞紐幾內亞熱帶森林內1株杜英屬的樹幹上共有173種地衣。

在森林裡有許多因子影響地衣的多樣性，Ellis CJ 2012回顧相關文獻認為棲地的生態區位是決定森林地衣物種多樣性的重要因子之一，異質的環境提供地衣多樣的生態區

位：在單一株樹木的尺度來看，樹幹上不同高度的樹皮表面棲息有不同種類的地衣，影響的因子有樹皮表面的酸鹼值、光照與遮陰的差異，而不同樹木種類、生育狀態、土壤的條件也影響樹皮質地、硬度、與保水能力；以森林林分的尺度來說，樹木種類的組成、樹木的年齡結構、樹木的密度、林冠披覆營造出森林內的物理環境間接影響地衣群落；而地景的差異更深遠地影響各項因子。彙整各種影響地衣群落的因子如圖1。值得額外注意的是，枯死的樹木或倒木是地衣重要的棲地之一，一部份地衣兼性附生在老熟林內的枯木上。



森林內多樣的環境有利於地衣生存(沈原民 攝 於新竹尖石鎮西堡)

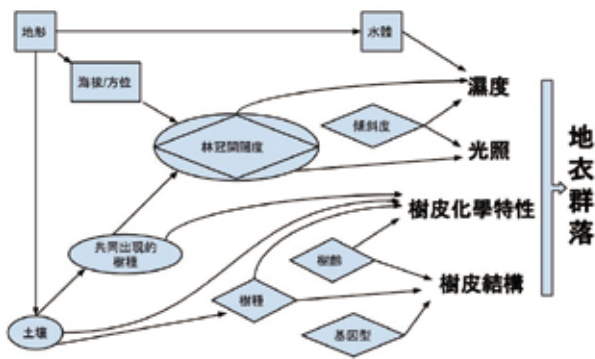


圖1 影響森林地衣群落的因子，方框內為地景尺度的因子、橢圓形框內為林分尺度的因子、菱形框內為樹木尺度的因子(本圖重繪自Ellis CJ 2012)

林業經營對森林中的地衣有不同程度的影響，一般而言，人為干擾愈少的森林有較高的地衣多樣性，由於森林、樹木的年齡或時間上的連續性是主要影響地衣多樣性的因素，選擇短的輪伐期會使森林喪失地衣多樣性，而收穫林木將導致地衣棲息的基質消失，環境劇烈變化，過多的太陽幅射會造成地衣體的直接傷害，許多研究比較不同的伐採策略，著重在比較傘伐(shelterwood system)與選伐(selective cutting)對森林地衣多樣性的影響，結果顯示選伐並保留大樹，以及保留枯死的樹木在森林裡較有機會維持林地裡的地衣多樣性(Nascimbene J et al. 2013)。

農業對地衣的影響

接著探討農業對地衣的影響，依據在瑞士的研究(Ruoss E 1999)，少人為干擾的地區有最高的地衣多樣性，高於密集農業區，而都市的地衣多樣性最低。在農業區，隨著農業操作密集程度增加，偏好氮及對氮耐受程度較高的地衣物種出現的比率增加。同樣的，Wolseley PA et al.在英國比較不同土地利用型態之地衣群落，發現在農業區對氮敏感的地衣物種減少，而可耐受氮的地衣物種增加，顯示氮或施用肥料是影響一個區域內地衣相的因子

之一，部份物種可用作環境中氮的指標。

農藥對地衣也有影響，研究者觀察蘋果園有無噴施殺蟲劑地衣出現頻率的差異，慣用一種殺蟲劑處理的蘋果樹與40年未施用殺蟲劑的蘋果樹相比，無殺蟲劑處理的蘋果樹皮上的地衣活性較佳，且物種數較多(Ruoss E 1999)。此外，比較在羅馬尼亞密集用藥(10~13次/年，包括殺菌劑、殺蟲劑、殺蟎劑)、較不密集用藥(4~5次/年)、長期不用農藥的果園，地衣多樣性以無農藥果園內的地衣多樣性最高(42種)，其次是較不密集用藥的果園(12種地衣)，而密集用藥的果園無地衣，僅有單細胞綠藻存在(Bartók K 1999)。

放棄耕作的農地成為森林後與原始林相比，地衣相的差異如何？在瑞典的研究指出，與原始林相比，放棄耕作的農地須要更長的時間才會出現藍菌共生地衣，形成森林地景的差異是森林年齡之外影響地衣相的因子，地景的差異可能導致樹皮化學性質差異及土壤化學性質差異，另外，植物演替差異導致遮陰、物理環境變化，影響森林內的地衣組成(Hedenås H and Ericson L 2004)。

如何維持地衣多樣性？

由於地衣生長速率慢、傳播範圍有限、對於環境與污染物敏感，當環境變化時，一個地區的地衣有可能在人們還未察覺時就不知不覺消失了，研究地衣的學者提出一種概念，以「指標物種」作為監測地衣生物相或環境的指標，例如肺衣易受酸雨或環境變動影響，當森林中有*Lobaria pulmonaria*肺衣存在時，更有機會同時找到瀕危或罕見的物種，此外，長枝松蘿(*Usnea longissima*)是另一



肺衣(*Lobaria* sp.)(施欣慧 攝 於能高越嶺古道)

種潛在的指標生物，對地區內的指標地衣物種有深入的研究將可能找到地衣與其生存環境的關聯，保護指標物種的棲地，同時可保護其他瀕危的生物種類。

依高緯度國家的研究資料，為減少對地衣多樣性的影響，森林經營應注意選擇採伐策略(例如選伐優於傘伐)、增長輪伐期、營造適當的林冠披覆環境、保留枯死樹木與倒木、保留老樹、維持森林樹種多樣性、並減少森林分割與破碎化(Nascimbene J et al. 2013)。而農業環境改變土地利用型態，還有農藥、肥料、或是人為主動移除目標作物以外的生物都造成地衣消失，土地利用的規劃可能是維持地衣多樣性的關鍵之一。

目前在臺灣幾乎無地衣與環境之間相對關係的研究，甚至地衣本身的基礎研究亦非常有限，多數的資料來自高緯度國家，進行推論時須注意溫帶氣候與熱帶、亞熱帶氣候條件的差異，但以筆者的經驗，臺灣的地衣多樣性主要還是存在少人為干擾的中高海拔森林裡，雖然偶而有機會在農業環境中發現地衣的蹤影，但地衣多樣性在山區的果園內顯著低於相同海拔的森林，人為干擾是影響地衣多樣性的一大因素。投入成本進行研究以獲得當地基礎資料、還有保護森林裡地衣的棲地應是瞭解或維持本土地衣多樣性須跨出的一步。⊗



長枝松蘿(*U. longissima*)(沈原民 攝 於雪山翠池)



南投魚池臺中區農業改良場埔里分場內的松蘿與其他種類地衣(沈原民 攝)