

研究報告

雪山雪東線步道土生大型真菌多樣性調查

林鼎宸¹ 黃俞菱² 曾喜育^{1*}

【摘要】大型真菌物種多樣性易藉由子實體來收集與量化，並可以透過子實體採集調查地區性大型真菌資源。本研究自2019年5至10月於雪山雪東線步道共採集493份標本，以外觀形態區分成156個形態種，分屬11目21科，餘89份標本未能分類。在科層的形態種多樣性而言，絲膜菌科46種最多，依次為紅菇科40種，牛肝菌目17種，鵝膏科12種等為主要組成。目前可鑑定至種階層的物種共有39種，除黃地匙菌為子囊菌門外，其餘皆為擔子菌門，分屬14科17屬。形態種91.6%為外生菌根菌，推測因步道沿線為外生菌根菌提供足量且多樣化的宿主，使菌根菌比例較腐生菌高，或是步道沿線的腐植質較少所導致。本研究發現，雖然海拔可藉水熱條件的變化影響大型真菌的分布，但與外生菌根菌多樣性組成變化沒有一致性，植被組成、擾動等因子對大型真菌的組成與多樣性具有影響。此外，研究區的大型真菌多樣性非常高；而156個形態種中僅約1/4種類可以鑑定至種，顯示大型真菌的分類基礎研究仍有待持續進行。

【關鍵字】土生大型真菌、物種多樣性、外生菌根菌、雪山。

Research paper

Species diversity of soil macrofungi along the East Xue trail of Xue mountain, Shei-Pa National Park

Ding-Cheng Lin¹ Yu-Lin Huang² Hsy-Yu Tzeng^{1*}

【Abstract】Macrofungi can be easily surveyed through fruiting body collection to assess local fungal resources and biodiversity. In this study, 493 soil macrofungi specimens were collected from May to October of 2019 along the East Xue Trail of Xue Mountain. A total of 156 morphotypes were classified into 21 families of 11 orders. 89 specimens remained unidentified. The family with the highest species richness was Cortinariaceae (46 species), followed by Russulaceae (40 species), Boletales (17 species), and Amanitaceae

1. 國立中興大學森林學系。

Department of Forestry, National Chung Hsing University.

2. 國立自然科學博物館生物學組。

Department of Biology, National Museum of Natural Science.

* 通訊作者，40227台中市南區興大路145號。

Corresponding author. 145 Xingda Rd., South Dist., Taichung City 40227, Taiwan.

Email:erecta@nchu.edu.tw

(12 species). Currently, only 39 species could be identified to the species level. They were classified to 17 genera, 16 families of Basidiomycota with the exception of *Spathularia flavida* (Ascomycota). 91.6% of the morphotypes belonged to ectomycorrhizal fungi. The high ratio of ectomycorrhizal fungi could be resulted from either the abundant and diverse host plants or the low soil organic matters along the trailside. Our results revealed that the macrofungal distribution was affected by elevation through hydrothermal variation, whereas the ectomycorrhizal diversity and elevation was not correlated. Vegetation composition and disturbance had significant effects on the composition of macrofungal community. Additionally, this study showed that macrofungal species diversity was high at the study site. Since only a quarter of the 156 morphotypes could be identified to species level, further detailed investigations on the fundamental taxonomy of macrofungi are necessary.

【Key words】 Soil macrofungi; species diversity; ectomycorrhizal fungi; Xue mountain.

一、前言

大型真菌 (macrofungi) 一般係指外生菌根菌 (ectomycorrhizal fungi, EcMF)、腐生菌 (saprophytic fungi) 等子實體 (fruiting body) 較為明顯、體型大於1 mm 的類群 (Arnolds 1992)。大型真菌子實體的調查雖無法反映部分未產生子實體以及難以挖掘的地下真菌種類, 但易於量化與收集 (Packham et al. 2002; Anderson et al. 2010; Tóth & Bart 2010), 且可提供一定程度之定性資料 (Li et al. 2018), 故常作為了解真菌物種資源的基礎方法之一 (Andrew et al. 2013)。過去臺灣地區性的真菌普查多以大型真菌子實體的採集為主, 隨時間的推移與累積從而建構較為完整的地區性真菌資源清單 (陳建名等 1999; 張東柱等 2000; 周文能 2000; 張東柱等 2002; 張東柱 2004; 陳昇明等 2004; 林彥辰 2008; 楊基仲 2008; 曾詩涵 & 林亞立 2008; 王也珍 & 周文能 2009; 高琇慧 2010; 許秀玲 2010; 陳淑榆 2010; 蕭文偉等 2010; 陳潔音等 2013; 陳潔音等 2014; 陳潔音等 2017)。

生物物種清單的建置除了有助於了解當地生物多樣性, 也是生態群集結構研究的基礎; 另一方面, 藉由環境資訊以及各地區的清

單, 可進一步探討生物隨環境分布的生態意義 (陳昇明等 1999; 馬紹賓等 2019; 張明旭等 2019)。環境水熱條件與大多數的動植物分布具有高度的相關性 (Hawkins et al. 2003), 其中, 海拔高度變化亦是影響臺灣環境複雜度的一個重要因子 (邱清安 2006; 王偉等 2013), 海拔上升使溫度下降, 降水、太陽輻射和大氣污染沉積物也可能隨海拔高度而變化, 終而造成複雜的環境變化 (Körner 2007)。同時海拔高度變化大致反應緯度變化趨勢, 大型真菌的分布亦有相似的趨勢 (Bahram et al. 2012), 如同物種多樣性從極地到赤道隨之遞增 (Lomolino et al. 2017), 但仍有一些例外, 有些類群的物種多樣性峰值位在溫帶 (Lomolino et al. 2017), 例如松科 (Pinaceae) 的植物 (Stevens & Enquist 1998)。

臺灣高山生態系大型真菌的普查性研究為數不多 (高明脩 2012; 曾瑋融 2012), 雪山地區僅曾瑋融 (2012) 針對雪山雪東線步道登山口至哭坡 (步道里程數約4 km, 海拔約3,000 m), 進行與松樹、殼斗科 (Fagaceae) 植物共生之外生菌根菌進行研究。為提供更充足的大型真菌調查基本資料, 本研究於2019年5-10月自登山口至雪山圈谷底之黑森林, 步道里程數共

9.8 km的步道沿線進行土生大型真菌子實體採集，建立該地區土生大型真菌之物種基礎資料，並探討物種在空間分布的生態意義。

二、材料與方法

(一) 研究區環境概況

雪山雪東線步道位雪霸國家公園東側，步道全長10.9 km，自武陵農場登山口海拔2,140 m起至雪山主峰3,886 m，海拔落差近1,800 m，跨越櫟林帶 (*Quercus* zone)、鐵杉雲杉林帶 (*Tsuga-Picea* zone)、冷杉林帶 (*Abies* zone)及高山植群帶 (alpine vegetation zone) (Su 1984; 邱清安 2006; 王偉等2010, 2013)。研究調查範圍自步道里程0至9.8 km (3,584 m) 的雪山圈谷底之森林界限為止。2016-2020年研究區年雨量約2,100-2,500 mm，雪山東峰年均溫約8.2°C，雪山圈谷年均溫約5.1°C (中央氣象局觀測資料查詢系統 2020)。雪東線步道地質屬中央山脈地質區之西部亞區之雪山山脈，由第三紀的亞變質岩組成，地質帶中以深灰色的硬頁岩和板岩為主 (何春蓀 1986)，土壤總含石率平均2.1-17.1%，表土pH呈極酸性，尤以黑森林之森林土壤最低 (pH (H₂O) 3.8-4.1)，0-10 cm土壤全氮量0.1-0.9%，有效磷呈極低值，土壤陽離子置換能量 (CEC) 11.6-52.6 m.e./100 g，土壤有機碳最高可達23.97%，高於臺灣其他森林土壤含量 (顏江河 2010, 2011)。

雪東線步道沿線的植物社會主要可分成臺灣二葉松型 (*Pinus taiwanensis* type)、臺灣鐵杉型 (*Tsuga chensis* var. *formosana* type)、臺灣雲杉型 (*Picea morrisonicola* type)、玉山箭竹型 (*Yushania niitakayamensis* type)、高山芒型 (*Miscanthus transmorrisonensis* type)、臺灣冷杉型 (*Abies kawakamii* type)、巒大花楸型 (*Sorbus randaiensis* type)、玉山圓柏型 (*Juniperus squamata* type) 等8型 (王偉等 2010)，其各型、亞型於沿線之分布及優勢植物如表1所示。

(二) 子實體之採樣與保存

雪東線步道大型真菌子實體自2019年1-12

月進行調查，子實體採集時間於2019年5-10月間進行；子實體產季 (fruiting season) 7-9月期間每個月進行兩次採集，非產季 (non-fruiting season) 期間每個月1次。以步道路緣約1 m內為採集範圍，採集目標以成熟之土生大型真菌為主，而大型真菌以子實體 >1 cm 作為界定標準。採集時以相機記錄其生態照與菌傘、菌柄、菌褶及菌托等外觀特徵，並記錄採集日期、採集號、採集地點 (步道里程數)、著生基質與地表資訊，外觀形態現場判定為相同物種的子實體每次採集以一份標本為準。

子實體標本於採集後攜回實驗室，以烘箱40-50°C進行烘乾，小型標本烘1-2天，大型標本則3天以上，視烘乾狀況而定，取出後置於室溫降溫後，再以夾鏈袋編號收納保存。

(三) 子實體之鑑定

以形態觀察法藉採集時的生態照及標本根據圖鑑以及物種之描述協助進行鑑定，褶菌、非褶菌類真菌外觀的主要觀察特徵包含菌蓋、菌柄、菌褶及菌托等之形態、顏色與大小，形態的觀察範圍從菌蓋表面、形狀及蓋緣，菌柄表面、形狀與著生方式、菌環與菌托的有無和形狀、到菌褶的排列方式、著生方式以及褶緣，非褶菌類則觀察其子實層形態，以此標準進行歸群，歸群除牛肝菌類以目為單位—牛肝菌目 (Boletales)，利於與不同分類系統之研究進行後續討論，其餘則以科為單位，歸群後再以玻片標本觀察微觀形態如擔子、擔孢子、扣子體等，進一步鑑定至屬或種。雪東線步道大型真菌子實體標本將存放於國立自然科學博物館標本館 (TNM) 供後續研究。

三、結果

本研究於2019年全年雪東線步道沿線採集調查結果顯示，大型真菌子實體僅產生於5至10月之間，期間共採集493份標本。以形態觀察法依外觀形態可區分成156個形態種 (附錄)，並有89份標本未能分類；156個形態種分屬11目21科，包括蘑菇科 (Agaricaceae)、

表1. 本研究於雪山雪東線步道沿線調查大型真菌之樣本點及其主要植物社會與分布。

Table 1. Sample sites of macrofungi survey along the East Xue trail of Xue Mountain and their main plant communities and distributions.

里程數(km)	植物社會	優勢植物
0.0 - 0.9	臺灣二葉松 - 臺灣赤楊亞型 (<i>Pinus taiwanensis</i> - <i>Alnus formosana</i> subtype)	臺灣二葉松、臺灣赤楊
0.9 - 1.3	臺灣雲杉 - 臺灣紅檜亞型 (<i>Picea morrisonicola</i> - <i>Chamaecyparis formosensis</i> subtype)	臺灣雲杉、臺灣紅檜
1.3 - 1.9	臺灣二葉松 - 臺灣雲杉亞型 (<i>Pinus taiwanensis</i> - <i>Picea morrisonicola</i> subtype)	臺灣二葉松、臺灣雲杉、臺灣紅檜
1.9 - 2.1	臺灣雲杉型 (<i>Picea morrisonicola</i> type)	臺灣雲杉、高山芒
2.1 - 3.3	臺灣二葉松 - 紅毛杜鵑亞型 (<i>Pinus taiwanensis</i> - <i>Rhododendron rubropilosum</i> subtype)	臺灣二葉松、紅毛杜鵑
3.3 - 4.0	臺灣二葉松 - 高山芒亞型 (<i>Pinus taiwanensis</i> - <i>Miscanthus transmorrisonensis</i> subtype)	臺灣二葉松、高山芒
4.0 - 4.4	臺灣雲杉 - 臺灣二葉松亞型 (<i>Picea morrisonicola</i> - <i>Pinus taiwanensis</i> subtype)	臺灣雲杉、臺灣二葉松
4.4 - 4.6	臺灣鐵杉型 (<i>Tsuga chensis</i> var. <i>formosana</i> type)	臺灣鐵杉、玉山杜鵑、玉山箭竹
4.6 - 5.0	臺灣冷杉型 (<i>Abies kawakamii</i> type)、高山芒型 (<i>Miscanthus transmorrisonensis</i> type)	臺灣冷杉、高山芒、玉山箭竹
5.0 - 5.3	高山芒 - 玉山箭竹型 (<i>Miscanthus transmorrisonensis</i> - <i>Yushania niitakayamensis</i> type)	高山芒、玉山箭竹
5.3 - 6.8	臺灣冷杉 - 玉山箭竹亞型 (<i>Abies kawakamii</i> - <i>Yushania niitakayamensis</i> subtype)、高山芒 - 玉山箭竹型	臺灣冷杉、高山芒、玉山箭竹、紅毛杜鵑
6.8 - 7.0	巒大花楸 - 玉山箭竹型 (<i>Sorbus randaiensis</i> - <i>Yushania niitakayamensis</i> type)	巒大花楸、玉山箭竹
7.0 - 7.8	玉山箭竹 - 高山芒型 (<i>Yushania niitakayamensis</i> - <i>Miscanthus transmorrisonensis</i> type)	玉山箭竹、高山芒
7.8 - 9.0	臺灣冷杉 - 苔蘚亞型 (<i>Abies kawakamii</i> - bryophyte subtype)	臺灣冷杉、巒大花楸、苔蘚
9.0 - 9.5	臺灣冷杉 - 玉山圓柏亞型 (<i>Abies kawakamii</i> - <i>Juniperus squamata</i> subtype)	臺灣冷杉、玉山圓柏、苔蘚
9.5 - 9.8	玉山圓柏型 (<i>Juniperus squamata</i> type)	玉山圓柏、臺灣冷杉、苔蘚

鵝膏菌科 (*Amanitaceae*)、牛肝菌科 (*Boletaceae*)、雞油菌科 (*Cantharellaceae*)、絲膜菌科 (*Cortinariaceae*)、地錘菌科 (*Cudoniaceae*)、粉褶菌科 (*Entolomataceae*)、地星科 (*Geastraceae*)、釘菇科 (*Gomphaceae*)、馬鞍菌科 (*Helvellaceae*)、軸腹菌科 (*Hydnangiaceae*)、蠟傘科 (*Hygrophoraceae*)、銹革孔菌科 (*Hymenochaetaceae*)、層腹菌科 (*Hymenogastraceae*)、馬勃科 (*Lycoperdaceae*)、光柄菇科 (*Pluteaceae*)、紅菇科 (*Russulaceae*)、硬皮馬勃科 (*Sclerodermataceae*)、球蓋菇科 (*Strophariaceae*)、乳牛肝菌科 (*Suillaceae*) 和口蘑科 (*Tricholomataceae*)，牛肝菌科及乳牛肝菌科將歸於牛肝菌目底下以利其他文獻比較。科層級物種多樣性超過10個形態種的科有絲膜菌科46種、紅菇科40種、牛肝菌目17種和鵝膏科12種。目前156形態種可鑑定至種的階層的物種共有39種，其餘需藉後續玻片觀察微觀形態，進行後續鑑定。

在本研究鑑定的39種大型真菌中，除黃地匙菌 (*Spathularia flavida*) 為子囊菌門 (*Ascomycota*) 外，其餘皆為擔子菌門 (*Basidiomycota*)，分屬14科17屬。依據 Cairney & Chambers (1999) 與 Tedersoo et al. (2010) 分類系統將下列14屬33種視為外生菌根菌，分別為鵝膏屬 (*Amanita*)、雞油菌屬 (*Cantharellus*)、集毛菌屬 (*Coltricia*)、絲膜菌屬 (*Cortinarius*)、粉褶傘屬 (*Entoloma*)、地星屬 (*Geastrum*)、釘菇屬 (*Gomphus*)、黏滑菇屬 (*Hebeloma*)、絲蓋傘屬 (*Inocybe*)、蠟傘屬 (*Laccaria*)、乳菇屬 (*Lactarius*)、紅菇屬 (*Russula*)、乳牛肝菌屬 (*Suillus*) 及口蘑屬 (*Tricholoma*)，其餘則為腐生菌共4屬6種，分別為黃地匙菌、小紅濕傘 (*Hygrocybe miniata*)、灰頂光柄菇 (*Pluteus griseodiscus*)、杯傘 (*Clitocybe gibba*)、落葉杯傘 (*Cl. phyllophila*) 及赭杯傘 (*Cl. sinopica*)。外生菌根菌已鑑定物種比例約85%，而以屬進行初步分群的結果，外生菌根菌共計16屬143種，占

全部24屬156種的91.6%，其中多包含蠟蘑屬 (*Laccaria*) 及褶孔牛肝菌屬 (*Phylloporus*) 等2個屬 (Tedersoo et al. 2010)。

雪山雪東線步道沿線科層級土生大型真菌於步道里程分布圖顯示 (圖1)，在調查期間步道里程7-7.8 km，三六九山莊附近灌叢草地無子實體採集紀錄；牛肝菌目、紅菇科、絲膜菌科及鵝膏科為步道沿線分布較廣的類群，此4科層級亦是形態種數最優勢的前4科；粉褶菌科、口蘑科多分布於步道里程5 km之後的環境，而銹革孔菌科多集中於步道里程4 km之前，其他類群則為零星分布。

雪山雪東線步道沿線科層級土生大型真菌之海拔分布圖顯示 (圖2)，地星科主要分布於2,500 m以下，銹革孔菌科多集中於3,000 m以下，其餘多分布於2,500 m以上，又其中層腹菌科、口蘑科、粉褶菌科、釘菇科、馬勃科和蘑菇科幾分布於3,000 m之上，依櫟林帶上層2,140-2,500 m、鐵杉雲杉林帶2,500-3,000 m及冷杉林帶3,000-3,584 m等3個植群帶海拔梯度，分析土生大型真菌形態種數分布數量分別為22、27和125種，單位公里物種數依序為11、13.5和21.5種，兩者皆以3,000-3,500 m的物種數最多，其組成以絲膜菌科及紅菇科為主。依海拔植群帶劃分大型真菌形態種的分布比較發現 (圖3)，各科物種數在植群帶的比例呈現差異，牛肝菌目的占比隨海拔增加而減少，絲膜菌科隨之增加，鵝膏科及紅菇科以中間的梯度占比最高。

四、討論

(一) 地區性大型真菌物種多樣性

臺灣目前地區性的大型真菌研究顯示 (周文能 2000；張東柱等 2002；張東柱 2004；陳昇明等 2004；王也珍&周文能 2009；蕭文偉等 2010；曾璿融 2012；汪碧涵等 2011；高明脩 2012)，依不同的調查地點、研究區域規模及調查期程等因素，物種數從37-276種不等，以擔子菌占多數，而外生菌根菌的比例

為20-45%。本研究大型真菌調查有156個形態種，39種為確認物種；其中，外生菌根菌約占91.6%，遠高於過去於臺灣調查的研究。高比例外生菌根菌可能因為清單的完整性、普查的對象不同、調查面積範圍、海拔梯度尺度、外生菌根菌的認定不同，以及取樣方法的差異等所導致。有機物的多寡或類型，會影響腐生菌的組成與多樣性 (Sun et al. 2016)，然本研究以

道路兩側作為調查採集範圍，而在此區域內腐植質通常較缺乏，可能是大型腐生菌出現比例低的原因。另外，宿主的多樣性也可能是外生菌根菌種數比較高的原因；在外生菌根菌類群的組成上，過去文獻多以牛肝菌目、紅菇科、絲膜菌科和鵝膏科等4個類群為主要的構成 (周文能 2000；張東柱等 2002；張東柱 2004；王也珍&周文能 2009)，與本研究相

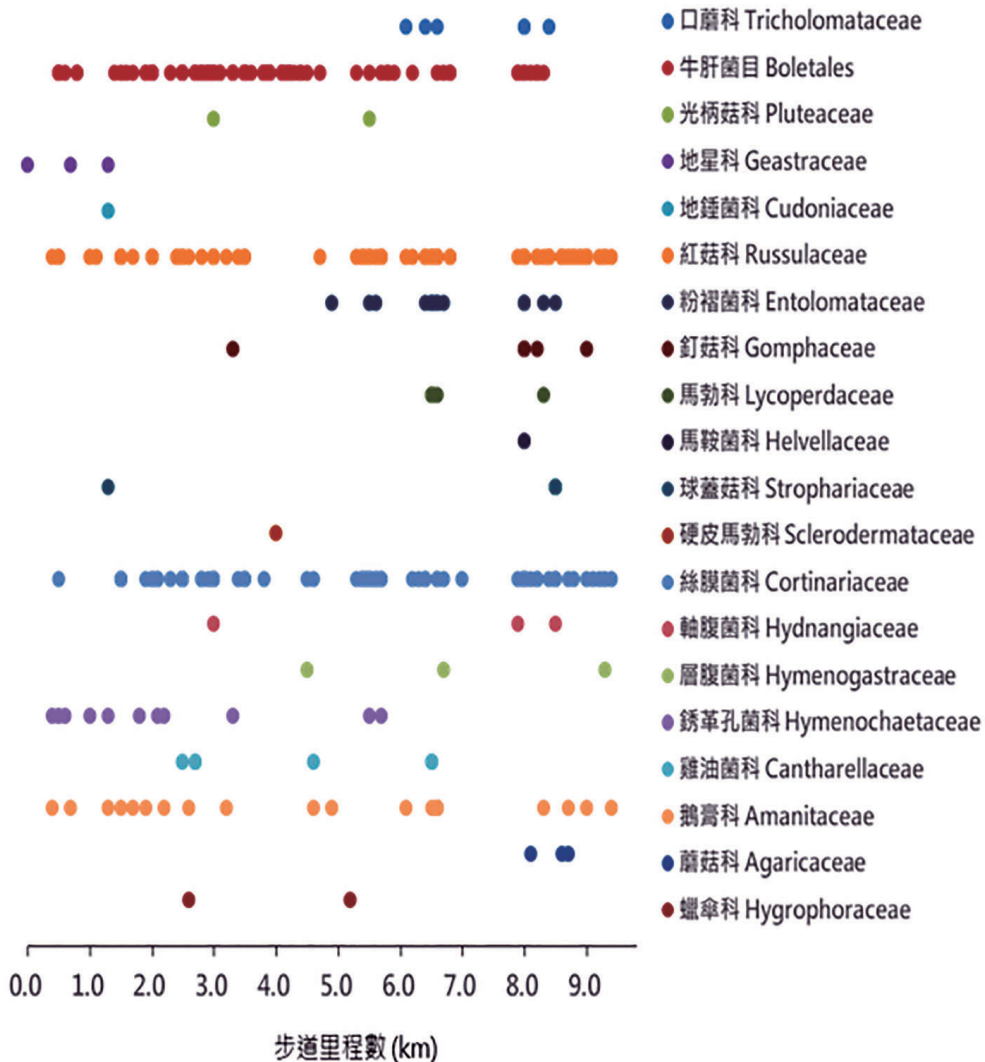


圖1. 雪山雪東線步道沿線科層級土生大型真菌於步道里程分布圖。每一點代表一份標本。

Figure 1. Family-level distribution of soil macrofungi along the trail of the East Xue trail of Xue Mountain. Each point represents a specimen.

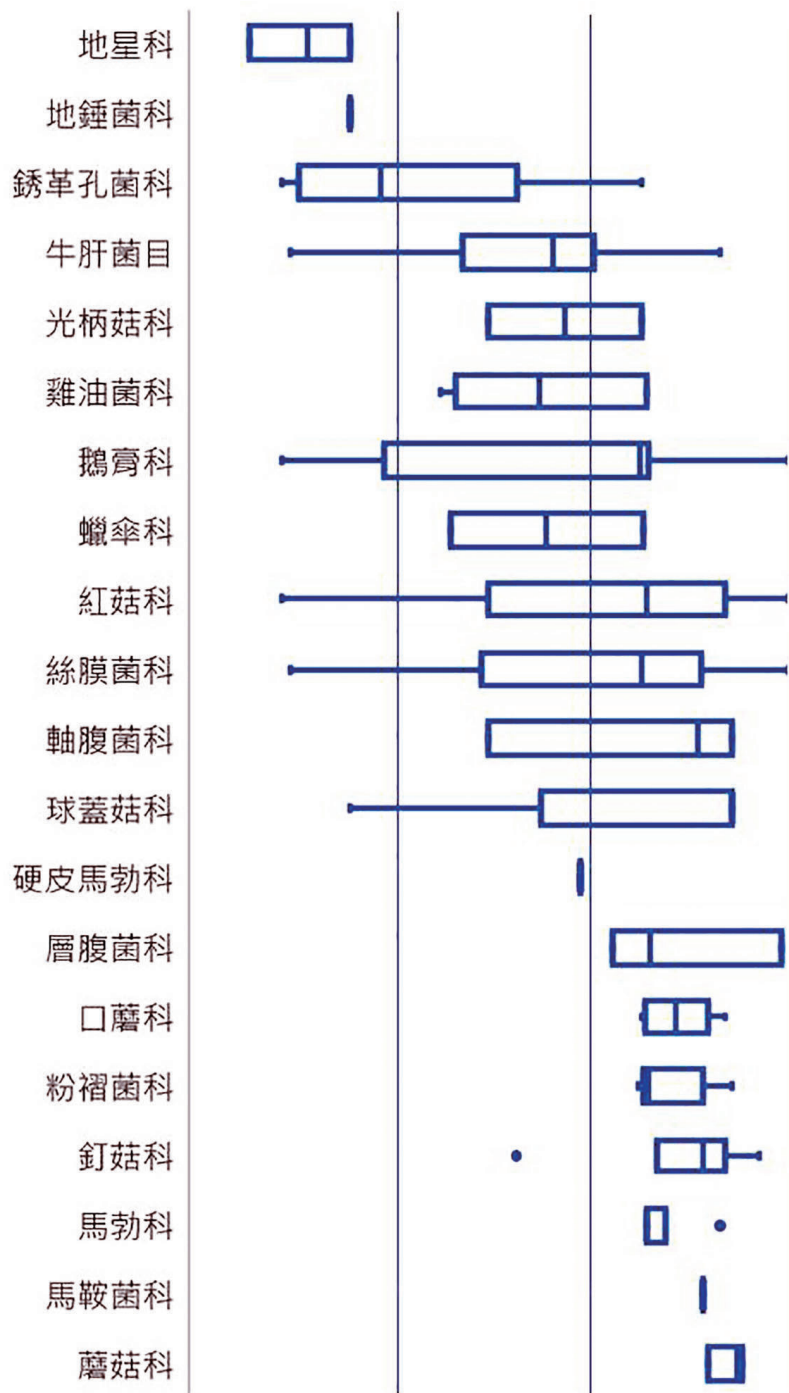


圖2. 雪山雪東線步道科層級土生大型真菌沿線海拔分布盒鬚圖。

Figure 2. Box plot of the altitude distribution of the soil macrofungi at the family level along the East Xue trail of Xue Mountain.

似。由此可推測，外生菌根菌的組成中，上述分類群的物種較為常見，且在溫帶地區也有相同現象 (Villeneuve et al. 1989; Anderson et al. 2010; Baptista et al. 2010; Gómez-Hernández et al. 2019)。

臺灣中高海拔真菌多樣性的研究目前僅曾璿融 (2012)、汪碧涵等 (2011) 及高明脩 (2012) 等3篇研究。其中，曾璿融 (2012) 於雪山雪東線里程0-4 km，海拔2,100-3,000 m進行

為期2年共7次的採集，與本研究部分區域重疊，並鑑定出9科14屬的37種外生菌根菌形態種；其中，鑑定至種的15個物種有虎皮乳牛肝菌 (*Suillus pictus*)、毒紅菇 (*Russula emetica*)、長久集毛菌 (*Coltricia perennis*) 和尖頂地星 (*Geastrum triplex*) 等4個物種與本研究相同。這四個物種在本研究調查的數量與標本數也是相對較多者，可推測這幾個物種在0-4 km間有較大族群，又或者是其出菇條件較為寬鬆或穩

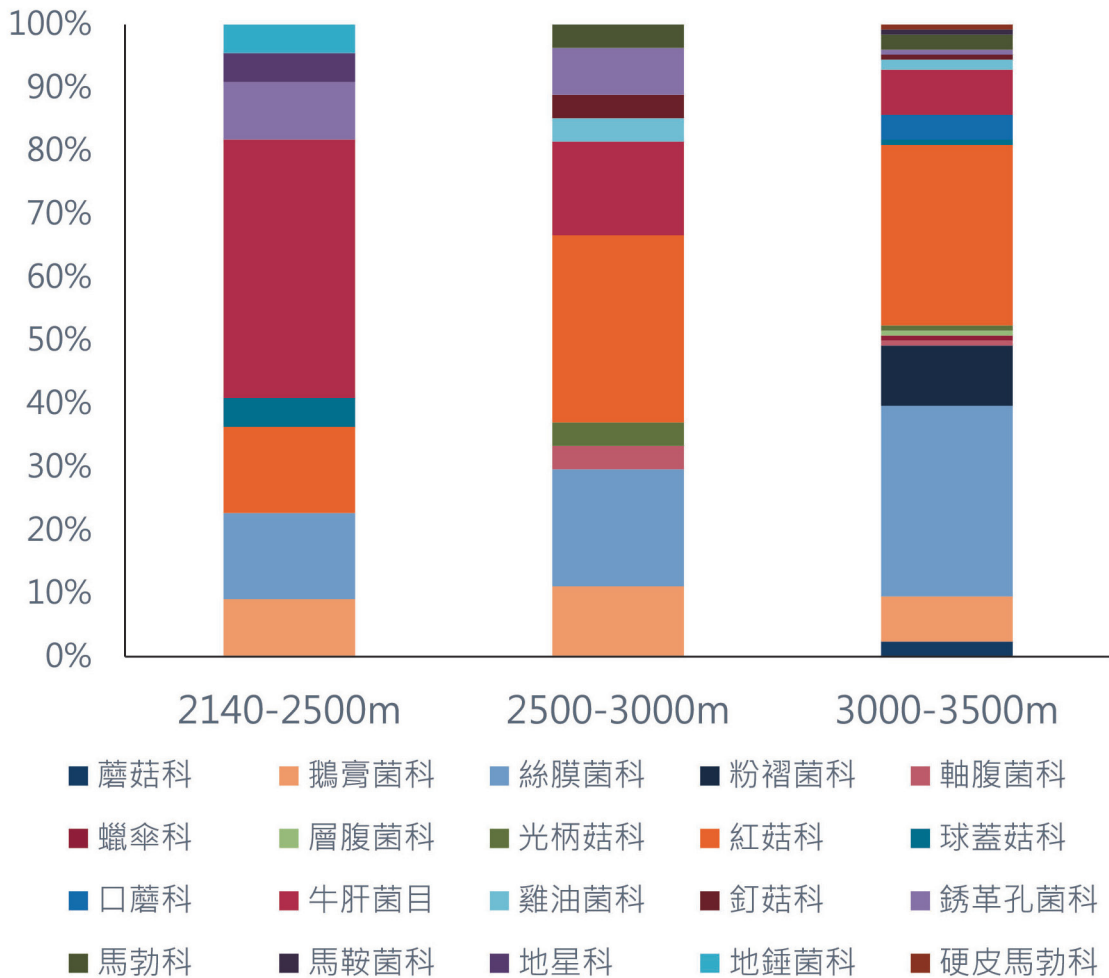


圖3. 雪山雪東線步道科層級土生大型真菌不同植群帶海拔區間形態種數百分比直條圖。

Figure 3. Histogram of the percentage of morphological species in different vegetation zones in different altitude intervals of the soil macrofungi on family level of East Xue trail of Xue Mountain.



圖4. 雪東線步道沿線大型真菌種類生態照 (比例尺=1 cm)。a. 紅托鵝膏 (*Amanita rubrovolvata*)、b. 長久集毛菌 (*Coltricia perennis*)、c. 尖頂地星 (*Geastrum triplex*)、d. 光帽絲蓋傘 (*Inocybe nitidiuscula*)、e. 銅綠紅菇 (*Russula aeruginea*)、f. 毒紅菇 (*R. emetica*)、g. 點柄臭紅菇 (*R. senecis*)、h. 虎皮乳牛肝菌 (*Suillus pictus*)。

Figure 4. Ecological photos of soil macrofungi of East Xue trail of Xue Mountain. (bar = 1 cm). a. *Amanita rubrovolvata*; b. *Coltricia perennis*; c. *Geastrum triplex*; d. *Inocybe nitidiuscula*; e. *Russula aeruginea*; f. *R. emetica*; g. *R. senecis*; h. *Suillus pictus*.

定，在不同的時空下，較容易被觀察或採集到；另外，本研究與曾璿融 (2012) PCR定序結果相同者則有光帽絲蓋傘 (*Inocybe nitidiuscula*) 等1種。

總的來說，不同地區的相同物種多為數量相對較多者，或者是分布廣泛者，而出現不相同的物種之原因，推測除了清單尚未建置完全以外，同時也反映採集的持續時間長短與稀有種的出現與否，又或者是部分真菌的出菇與否受限於特定的環境條件，進而使得相似環境在不同時空下所採集到的物種差異較大。

(二) 物種豐富度與海拔關係

外生菌根菌的物種豐富度和土壤溫度、水分 (Jarvis et al. 2015)、地形、光照、植被 (Chen et al. 2018) 等環境因子有關，其中，物種豐富度隨海拔遞減是常見的物種豐富度-海拔關係模式 (Kernaghan & Harper 2001; Bahram et al. 2012)；然而，有些調查研究顯示物種豐富度峰值在中間的海拔梯度 (Gómez-Hernández et al. 2011; Miyamoto et al. 2014)，甚至亦有無顯著關係者 (Coince et al. 2014; Scattolinet al. 2014; Jarvis et al. 2015)。本研究結果顯示，土生大型真菌於雪山雪東線步道的物種豐富度呈現隨海拔上升而增加，此現象與Han et al. (2017) 的結果相似。Han et al. (2017) 於中國太白山以海拔3,050-3,375 m的太白紅杉 (*Larix chinensis*) 純林為對象，利用PCR定序根尖外生菌根菌的結果顯示，豐富度從較低海拔樣區至較高海拔依序從23、26、30增加至46種。

Bahram et al. (2012) 認為宿主對外生菌根菌有大於海拔的影響力，宿主種類的變化 (Tedersoo et al. 2011; Bahram et al. 2012)，驅動著外生菌根菌群落組成的改變 (Jarvis et al. 2015)。有趣的是，Coince et al. (2014) 發現在單一宿主的情況下，海拔並無法左右真菌群落的多樣性；Han et al. (2017) 藉由單一宿主的研究，提出外生菌根菌群落的多樣性可能出自於這些真菌在不同生態區位分化的論點。另一方面，Körner (2007) 提及在比較生態學上缺

乏一致的海拔概念，當缺乏標準山脈 (standard mountain) 的存在時，沿海拔梯度所蒐集到的數據，都會是一般海拔現象與區域特殊性的綜合表現，也因此即使是同樣的海拔變化下，也可能會因其特殊性而有所差異。

綜合上述，不同尺度在物種豐富度會有表現上的差異 (Bahram et al. 2012)，如同全球的尺度一般，海拔可藉水熱條件的變化影響外生菌根菌真菌的分布 (Bahram et al. 2012)，但是在相對較小的尺度下，多數時候並非直接使外生菌根菌的多樣性有一致表現，反倒可能間接透過宿主、土壤環境等因子影響真菌群落的多樣性與組成。另一方面，本研究發現，紅菇科的物種豐富度亦有隨海拔上升而增加的現象，此現象與Jarvis et al. (2015) 調查紅菇屬的結果相似；但其他物種在屬層級上並沒有這樣的表現，這部分需要更多資料才得以深入探討。

(三) 大型真菌與植群組成關係

土生大型真菌中主要分為外生菌根菌以及腐生菌兩類，兩者的分布除了受到環境的影響外，外生菌根菌更受限於宿主植物的分布；在外生菌根菌宿主為優勢的森林當中，外生菌根菌的物種多樣性通常高於腐生菌 (Villeneuve et al. 1989)。雪山雪東線步道沿線的森林植群組成，多數的植群型都以外生菌根菌之宿主為優勢，步道沿線共包含臺灣冷杉型、臺灣二葉松型、臺灣雲杉型和臺灣鐵杉型，顯示步道沿線為外生菌根菌提供足量且多樣化的宿主。再者，研究區3,000 m以上因步道長度較長且植群型較為多樣，加上環境的異質性較大，提供不同的微環境棲地，以供不同生態棲位 (ecological niche) 的真菌生存，進而觀察到較高的真菌多樣性。Gao et al. (2013) 研究也提及外生菌根菌宿主植物屬層級上的多樣性與真菌的多樣性呈正相關。

雪山雪東線步道里程7-7.8 km沿線為三六九山莊附近的灌叢草生地，於調查期間未有子實體的採集紀錄，推測其原因可能為，大型真菌子實體的出現仰賴水分的可利用性

(Andrew et al. 2013)，相較其他採集樣點，水分在開闊的灌叢草生地蒸發較快，相對於森林較難以保存水分，故調查期間未觀察到子實體；此外，2019年2月3日的火燒事件強烈擾動下，灌叢草生地上部植群幾乎全部破壞，火燒過程的高溫，火後的灰分與缺乏地皮的生育地，使原有的土壤理化環境發生改變，致使大型真菌子實體無法產生；若就外生菌根菌的出現而言，也可能是來自於宿主植物的缺乏 (Ben Hassine Ben Ali & Aschi-Smiti 2013)。

(四) 大型真菌與土壤因子

土壤中的氮含量是影響大型真菌多樣性的重要因子之一 (Brandrud 1995; Wiklund et al. 1995; Jonsson et al. 2000; Lilleskov et al. 2001; Avis et al. 2003)，Wiklund et al. (1995) 進行氮添加實驗顯示，氮含量增加會降低大型真菌的子實體多樣性，且受影響程度由大到小依序為外生菌根菌、土棲腐生菌與木棲腐生菌；反過來說，當氮含量較低時，比較容易觀察到較高的菌根菌多樣性。顏江河 (2010) 調查雪山雪東線步道沿線的土壤性質顯示，七卡山莊 (2,528 m)、哭坡 (3,135 m)，及黑森林 (3,382 m) 的 0-10 cm 土壤全氮量分別為 0.9%、0.4% 和 0.2%，顯示著全氮量隨海拔上升而下降，並以黑森林為最低，配合本研究單位公里物種數之數據，顯示氮含量可能是 3,000 m 以上多樣性較高的原因之一。針對在雪山雪東線步道沿線的其他土壤因子，pH 呈極酸性、有效磷缺乏、置換性鋁極高，皆不利於植物生長 (顏江河 2011)，而外生菌根菌有助於植物對這些逆境的抵抗，例如一些物種可藉由對磷酸鹽轉運蛋白基因的正調控 (up-regulation)，增加其宿主對磷的吸收 (Zhang et al. 2017)，且外生菌根菌對鋁也具有一定的耐受性 (Hintikka 1988)，推測這些因素都有助於菌根的形成。

雪東線步道在 3 個海拔區段的步道長度距離明顯不同，3,000 m 步道距離是其他 2 個海拔植群帶約 2.5 倍，在不同海拔區段步道的物種數

在經過標準化後仍有差異；Arnolds (1992) 提及在一些地區的大型真菌的物種面積曲線在一定的面積下，即使植物種數已趨於平緩，但真菌的物種數仍在上升的現象。這現象可能顯示著雪東線步道 3,000 m 的地形具有嶺線與中坡，構成環境異質性變化大，提供不同的微環境棲地；再者，在此段同時具有森林與灌叢草生地地形相多樣的植物社會 (王偉等 2010)，物種組成多樣性高 (鄭婷文等 2012)，而不同的植物社會的物種組成具有其特定的真菌相 (馬紹賓等 2019；張明旭等 2019)。綜合上述，由於環境異質性、土壤含氮量低、物種組成及植物社會多樣性高的交互作用下，可能是導致雪山雪東線步道 3,000 m 以上的大型真菌物種數較高的原因。

五、結論

本研究在雪東線步道共發現 156 個形態種，有 39 種鑑定至種的層次，其中主要的組成類群為牛肝菌目、紅菇科、絲膜菌科和鵝膏科，且物種豐富度隨海拔上升，雖然海拔可藉水熱條件的變化影響大型真菌的分布，但多數時候並非直接與外生菌根菌的多樣性有一致表現，反倒可能間接透過宿主、土壤環境等因子影響真菌群落的多樣性與組成。與其他研究相比，相同的物種多為相對較多或廣泛分布者，不相同者除了因清單尚未建置完全以外，同時也反映採集的持續時間與稀有種的出現與否，又或者是部分真菌的出菇與否受限於特定的環境條件，進而使得相似環境在不同時空下所採集到的物種差異較大。

六、致謝

本研究感謝雪霸國家公園管理處在標本採集的行政協助，國立自然科學博物館真菌標本館 (TNM) 提供標本資料與協助，以及森林植物分類暨生態研究室在調查上的支持，特此致謝。

七、引用文獻

- Anderson P, Brundrett M, Grierson P, Robinson R (2010) Impact of severe forest dieback caused by *Phytophthora cinnamomi* on macrofungal diversity in the northern jarrah forest of Western Australia. *Forest Ecology and Management* 259(5): 1033-1040.
- Andrew EE, Kinge TR, Tabi EM, Thiobal N, Mih AM (2013) Diversity and distribution of macrofungi (mushrooms) in the Mount Cameroon Region. *Journal of Ecology and The Natural Environment* 5(10): 318-334.
- Arnolds E (1992) The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. In: Winterhoff W (ed) *Fungi in Vegetation Science*. Springer Science & Business Media, pp 7-47.
- Avis PG, McLaughlin DJ, Dentinger BC, Reich PB (2003) Long-term increase in nitrogen supply alters above- and below-ground ectomycorrhizal communities and increases the dominance of *Russula* spp. in a temperate oak savanna. *New Phytologist* 160(1): 239-253.
- Bahram M, Pölme S, Kõljalg U, Zarre S, Tedersoo L (2012) Regional and local patterns of ectomycorrhizal fungal diversity and community structure along an altitudinal gradient in the Hyrcanian forests of northern Iran. *New Phytologist* 193(2): 465-473.
- Baptista P, Martins A, Tavares RM, Lino-Neto T (2010) Diversity and fruiting pattern of macrofungi associated with chestnut (*Castanea sativa*) in the Trás-os-Montes region (Northeast Portugal). *Fungal Ecology* 3(1): 9-19.
- Ben Hassine Ben Ali M, Aschi-Smiti S (2014) Mycocoenologic study of the macrofungi on the forest of Jbel elbir (Aïn Draham, Jendouba, Tunisia). *African Journal of Ecology* 52(1): 1-9.
- Brandrud TE (1995) The effects of experimental nitrogen addition on the ectomycorrhizal fungus flora in an oligotrophic spruce forest at Gårdsjön, Sweden. *Forest Ecology and Management* 71(1-2): 111-122.
- Cairney JW, Chambers SM (1999) *Ectomycorrhizal Fungi: Key Genera in Profile*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
- Chen Y, Yuan Z, Bi S, Wang X, Ye Y, Svenning JC (2018) Macrofungal species distributions depend on habitat partitioning of topography, light, and vegetation in a temperate mountain forest. *Scientific Reports* 8(1): 1-13.
- Coince A, Cordier T, Lengellé J, Defossez E, Vacher C, Robin C, Buée M, Marçais B (2014) Leaf and root-associated fungal assemblages do not follow similar elevational diversity patterns. *PloS One* 9(6): e100668.
- Gao C, Shi NN, Liu YX, Peay KG, Zheng Y, Ding Q, Mi XC, Ma KP, Wubet T, Buscot F, Guo LD (2013) Host plant genus-level diversity is the best predictor of ectomycorrhizal fungal diversity in a Chinese subtropical forest. *Molecular Ecology* 22(12): 3403-3414.
- Gómez-Hernández M, Ramírez-Antonio KG, Gándara E (2019) Ectomycorrhizal and wood-decay macromycete communities along development stages of managed *Pinus patula* stands in Southwest Mexico. *Fungal Ecology* 39: 109-116.
- Gómez-Hernández M, Williams-Linera G (2011) Diversity of macromycetes determined by tree species, vegetation structure, and microenvironment in tropical cloud forests in Veracruz, Mexico. *Botany* 89(3): 203-216.
- Han Q, Huang J, Long D, Wang X, Liu J (2017) Diversity and community structure of

- ectomycorrhizal fungi associated with *Larix chinensis* across the alpine treeline ecotone of Taibai Mountain. *Mycorrhiza* 27(5): 487-497.
- Hawkins BA, Field R, Cornell HV, Currie DJ, Guégan J-F, Kaufman DM, Kerr JT, Mittelbach GG, Oberdorff T, O'Brien EM, Porter, EE, Turner JRG (2003) Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84: 3105-3117.
- Hintikka V (1988) High aluminium tolerance among ectomycorrhizal fungi. *Karstenia* 28(1): 41-44.
- Jarvis SG, Woodward S, Taylor AF (2015) Strong altitudinal partitioning in the distributions of ectomycorrhizal fungi along a short (300 m) elevation gradient. *New Phytologist* 206(3): 1145-1155.
- Jonsson L, Anders D, Tor-Erik B (2000) Spatiotemporal distribution of an ectomycorrhizal community in an oligotrophic Swedish *Picea abies* forest subjected to experimental nitrogen addition: Above-and below-ground views. *Forest Ecology and Management* 132(2-3): 143-156.
- Kernaghan G, Harper KA (2001) Community structure of ectomycorrhizal fungi across an alpine/subalpine ecotone. *Ecography* 24(2): 181-188.
- Körner C (2007) The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution* 22: 569-574.
- Li H, Ostermann A, Karunarathna SC, Xu J, Hyde KD, Mortimer PE (2018) The importance of plot size and the number of sampling seasons on capturing macrofungal species richness. *Fungal Biology* 122(7): 692-700.
- Lilleskov EA, Fahey TJ, Lovett GM (2001) Ectomycorrhizal fungal aboveground community change over an atmospheric nitrogen deposition gradient. *Ecological Applications* 11(2): 397-410.
- Lomolino MV, Riddle BR, Whittaker RJ, Brown JH (2017) *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Miyamoto Y, Nakano T, Hattori M, Nara K (2014) The mid-domain effect in ectomycorrhizal fungi: range overlap along an elevation gradient on Mount Fuji, Japan. *The International Society for Microbial Ecology Journal* 8(8): 1739-1746.
- Packham JM, May TW, Brown MJ, Wardlaw TJ, Mills AK (2002) Macrofungal diversity and community ecology in mature and regrowth wet eucalypt forest in Tasmania: A multivariate study. *Austral Ecology* 27: 149-161.
- Scattolin L, Lancellotti E, Franceschini A, Montecchio L (2014) The ectomycorrhizal community in Mediterranean old-growth *Quercus ilex* forests along an altitudinal gradient. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 148(1): 74-82.
- Stevens GC, Enquist BJ (1998) Macroecological limits to the abundance and distribution of *Pinus*. In: Richardson DM (ed) *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, pp 183-190.
- Su HJ (1984) Studies on the climate and vegetation types of the natural forest in Taiwan (I): Analysis of the variations in climatic factors. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(3): 1-14.
- Sun R, Dsouza M, Gilbert JA, Guo X, Wang D, Guo Z, Ni Y, Chu H (2016) Fungal community composition in soils subjected

- to long-term chemical fertilization is most influenced by the type of organic matter. *Environmental Microbiology* 18(12): 5137-5150.
- Tedersoo L, Bahram M, Jairus T, Bechem E, Chinoya S, Mpumba R, Leal M, Randrianjohany M, Razafimandimbison S, Sadam A, Naadel T (2011) Spatial structure and the effects of host and soil environments on communities of ectomycorrhizal fungi in wooded savannas and rain forests of Continental Africa and Madagascar. *Molecular Ecology* 20(14): 3071-3080.
- Tedersoo L, May TW, Smith ME (2010) Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: Global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20(4): 217-263.
- Tóth BB, Barta Z (2010) Ecological studies of ectomycorrhizal fungi: An analysis of survey methods. *Fungal Diversity* 45(1): 3-19.
- Villeneuve N, Grandtner MM, Fortin JA (1989) Frequency and diversity of ectomycorrhizal and saprophytic macrofungi in the Laurentide Mountains of Quebec. *Canadian Journal of Botany* 67(9): 2616-2629.
- Wiklund K, Nilsson LO, Jacobsson S (1995) Effect of irrigation, fertilization, and artificial drought on basidioma production in a Norway spruce stand. *Canadian Journal of Botany* 73(2): 200-208.
- Zhang T, Wen XP, Ding GJ (2017) Ectomycorrhizal symbiosis enhances tolerance to low phosphorous through expression of phosphate transporter genes in masson pine (*Pinus massoniana*). *Acta Physiologiae Plantarum* 39(4): 101.
- 中央氣象局觀測資料查詢系統 (2020) 2016-2020 年間。
<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>
- 王也珍、周文能 (2009) 雪見地區大型真菌相調查。雪霸國家公園管理處。
- 王偉、邱清安、蔡尚惠、許俊凱、曾喜育、呂金誠 (2010) 雪山主峰沿線植物社會調查研究。林業研究季刊 32(3): 15-34。
- 王偉、蔡尚惠、邱清安、許俊凱、曾喜育、呂金誠 (2013) 雪山雪東線之不同海拔梯度的物種及生活型多樣性。林業研究季刊 35(3): 139-152。
- 汪碧涵、蕭詩菁、高明脩、林伊虹 (2011) 太魯閣國家公園鐵冷杉林外生菌根菌多樣性與生態學之研究與監測。太魯閣國家公園管理處研究報告。
- 周文能 (2000) 蓮華池分所泛傘菌類的資源調查。中華真菌學會會刊 15(1&2): 27-30。
- 林彥辰 (2008) 元埔農場人造林大型真菌之調查研究。中興大學碩士學位論文。
- 邱清安 (2006) 應用生態氣候指標預測臺灣潛在自然植群之研究。中興大學博士學位論文。
- 馬紹賓、馮雲利、馬明、提布、木艷春、江次農布、郭相 (2019) 白馬雪山曲宗貢地區9種群落類型中的大型真菌多樣性研究。中國食用菌 38(9): 7-12。
- 高明脩 (2012) 合歡山地區臺灣鐵杉與臺灣冷杉外生菌根菌多樣性及生態。東海大學碩士學位論文。
- 高琇慧 (2010) 元埔農場臺灣欒樹人造林大型真菌之調查研究。中興大學碩士學位論文。
- 張明旭、汪之波、張璽、蔥玉琴 (2019) 白水江國家級自然保護區大型真菌多樣性與區系特徵。乾旱區資源與環境 33(7): 152-156。
- 張東柱 (2004) 瑞岩溪野生動物重要棲息環境大型真菌調查 (二)。行政院農委會林務局委託保育研究系列 93-12。林務局研究系列 93-04-8-01。

- 張東柱、王也珍、周文能 (2002) 瑞岩溪野生動物重要棲息環境大型真菌調查。行政院農委會林務局保育研究系列 91-13。
- 張東柱、周文能、吳聲華 (2000) 福山森林之大型擔子菌資源及監測種之族群變動。中華真菌學會會刊 15(1&2) : 15-26。
- 許秀玲 (2010) 元埔農場鐵刀木人造林大型真菌之調查研究。中興大學碩士學位論文。
- 陳昇明、何一正、徐希世 (1999) 關刀溪森林生態系野生菇類出現與環境之關係。林業研究季刊 21(2) : 21-32。
- 陳昇明、何一正、徐希世、陳復琴 (2004) 臺灣關刀溪森林生態系大型真菌的分佈。中華真菌學會會刊 19(1) : 1-19。
- 陳建名、黃士元、黃秀雯、葉開溫 (1999) 臺灣中部地區牛肝菌目資源調查。特有生物研究 1 : 79-87。
- 陳淑榆 (2010) 元埔農場混合林大型真菌之調查研究。中興大學生命科學院碩士學位論文。
- 陳潔音、王介鼎、王亞男、蕭文偉 (2013) 臺大實驗林和社樹木標本園大型真菌調查之分析。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 27(1) : 25-32。
- 陳潔音、王亞男、蕭文偉 (2014) 臺大實驗林下坪自然教育園區大型真菌調查之分析。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 28(3) : 167-173。
- 陳潔音、王亞男、蕭文偉 (2017) 臺大實驗林鳳凰自然教育園區大型真菌調查。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 31(3) : 181-188。
- 曾詩涵、林亞立 (2008) 大礁溪實驗林場大型真菌初期調查。宜蘭大學生物資源學刊 4(1) : 25-34。
- 曾璿融 (2012) 雪山東峰針闊葉混交林外生菌根菌研究。中興大學碩士學位論文。
- 楊基仲 (2008) 元埔農場垂榕人造林大型真菌之調查研究。中興大學碩士學位論文。
- 鄭婷文、曾喜育、邱清安、劉思謙、王秋美、曾彥學 (2012) 雪山主峰東線步道維管束植物生活型之研究。國家公園學報 22(1) : 41-51。
- 蕭文偉、朱珮綺、王亞男、陳潔音 (2010) 溪頭鳳凰山之大中型真菌調查。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 24(3) : 209-215。
- 顏江河 (2010) 高山地區土壤性質與共生菌根調查研究。雪山地區高山生態系整合研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 顏江河 (2011) 雪山地區主要林型菌根共生關係之研究。雪山地區高山生態系長期監測與研究。

附錄1. 雪山雪東線步道土生大型真菌清單。

Appendix 1. Checklist of soil macrofungi along the East Xue trail of Xue mountain, Shei-Pa National Park.

目	科	屬	中文名	學名
擔子菌				
傘菌目 Agaricales				
蘑菇科 Agaricaceae				
大環柄菇屬 <i>Macrolepiota</i>				
			環柄菇 sp01	<i>Macrolepiota</i> sp01
			環柄菇 sp02	<i>Macrolepiota</i> sp02
			環柄菇 sp03	<i>Macrolepiota</i> sp03
鵝膏菌科 Amanitaceae				
鵝膏菌屬 <i>Amanita</i>				
			豹紋鵝膏	<i>Amanita pantherina</i>
			紅托鵝膏	<i>Amanita rubrovolvata</i>
			鵝膏 sp01	<i>Amanita</i> sp01
			鵝膏 sp02	<i>Amanita</i> sp02
			鵝膏 sp03	<i>Amanita</i> sp03
			鵝膏 sp04	<i>Amanita</i> sp04
			鵝膏 sp05	<i>Amanita</i> sp05
			鵝膏 sp06	<i>Amanita</i> sp06
			鵝膏 sp07	<i>Amanita</i> sp07
			鵝膏 sp08	<i>Amanita</i> sp08
			鵝膏 sp09	<i>Amanita</i> sp09
			鵝膏 sp10	<i>Amanita</i> sp10
絲膜菌科 Cortinariaceae				
絲膜菌屬 <i>Cortinarius</i>				
			黏柄絲膜菌	<i>Cortinarius collinitus</i>
			絲膜菌 sp01	<i>Cortinarius</i> sp01
			絲膜菌 sp02	<i>Cortinarius</i> sp02
			絲膜菌 sp03	<i>Cortinarius</i> sp03
			絲膜菌 sp04	<i>Cortinarius</i> sp04
			絲膜菌 sp05	<i>Cortinarius</i> sp05
			絲膜菌 sp06	<i>Cortinarius</i> sp06
			絲膜菌 sp07	<i>Cortinarius</i> sp07
			絲膜菌 sp08	<i>Cortinarius</i> sp08
			絲膜菌 sp09	<i>Cortinarius</i> sp09
			絲膜菌 sp10	<i>Cortinarius</i> sp10
			絲膜菌 sp11	<i>Cortinarius</i> sp11
			絲膜菌 sp12	<i>Cortinarius</i> sp12
			絲膜菌 sp13	<i>Cortinarius</i> sp13
			絲膜菌 sp14	<i>Cortinarius</i> sp14
			絲膜菌 sp15	<i>Cortinarius</i> sp15
			絲膜菌 sp16	<i>Cortinarius</i> sp16
			絲膜菌 sp17	<i>Cortinarius</i> sp17

目	科	屬	中文名	學名
			絲膜菌 sp18	<i>Cortinarius</i> sp18
			絲膜菌 sp19	<i>Cortinarius</i> sp19
			絲膜菌 sp20	<i>Cortinarius</i> sp20
			絲膜菌 sp21	<i>Cortinarius</i> sp21
			絲膜菌 sp22	<i>Cortinarius</i> sp22
			絲膜菌 sp23	<i>Cortinarius</i> sp23
			絲膜菌 sp24	<i>Cortinarius</i> sp24
			絲膜菌 sp25	<i>Cortinarius</i> sp25
			絲膜菌 sp26	<i>Cortinarius</i> sp26
			絲膜菌 sp27	<i>Cortinarius</i> sp27
			絲膜菌 sp28	<i>Cortinarius</i> sp28
			絲膜菌 sp29	<i>Cortinarius</i> sp29
			絲膜菌 sp30	<i>Cortinarius</i> sp30
			絲膜菌 sp31	<i>Cortinarius</i> sp31
			絲膜菌 sp32	<i>Cortinarius</i> sp32
			絲膜菌 sp33	<i>Cortinarius</i> sp33
			絲膜菌 sp34	<i>Cortinarius</i> sp34
			絲膜菌 sp35	<i>Cortinarius</i> sp35
			絲膜菌 sp36	<i>Cortinarius</i> sp36
			絲膜菌 sp37	<i>Cortinarius</i> sp37
			絲膜菌 sp38	<i>Cortinarius</i> sp38
			絲蓋傘屬 <i>Inocybe</i>	
			薄褶絲蓋傘	<i>Inocybe casimiri</i>
			土味絲蓋傘紫丁香色變種	<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>lilacina</i>
			光帽絲蓋傘	<i>Inocybe nitidiuscula</i>
			絲蓋傘 sp01	<i>Inocybe</i> sp01
			絲蓋傘 sp02	<i>Inocybe</i> sp02
			絲蓋傘 sp03	<i>Inocybe</i> sp03
			粉褶菌科 Entolomataceae	
			粉褶傘屬 <i>Entoloma</i>	
			十字孢粉褶菌	<i>Entoloma conferendum</i>
			地中海粉褶菌	<i>Entoloma mediterraneense</i>
			粉褶菌 sp01	<i>Entoloma</i> sp01
			粉褶菌 sp02	<i>Entoloma</i> sp02
			粉褶菌 sp03	<i>Entoloma</i> sp03
			粉褶菌 sp04	<i>Entoloma</i> sp04
			粉褶菌 sp05	<i>Entoloma</i> sp05
			粉褶菌 sp06	<i>Entoloma</i> sp01
			粉褶菌 sp07	<i>Entoloma</i> sp01
			粉褶菌 sp08	<i>Entoloma</i> sp01
			粉褶菌 sp09	<i>Entoloma</i> sp01
			粉褶菌 sp10	<i>Entoloma</i> sp01
			軸腹菌科 Hydnangiaceae	

目	科	屬	中文名	學名
		蠟蘑屬	<i>Laccaria</i>	
			蠟蘑 sp01	<i>Laccaria</i> sp01
			蠟蘑 sp02	<i>Laccaria</i> sp01
	蠟傘科	Hygrophoraceae		
		濕傘屬	<i>Hygrocybe</i>	
			小紅濕傘	<i>Hygrocybe miniata</i>
	層腹菌科	Hymenogastraceae		
		黏滑菇屬	<i>Hebeloma</i>	
			截形黏滑菇	<i>Hebeloma truncatum</i>
	光柄菇科	Pluteaceae		
		光柄菇屬	<i>Pluteus</i>	
			灰頂光柄菇	<i>Pluteus griseodiscus</i>
			光柄菇 sp01	<i>Pluteus</i> sp01
	球蓋菇科	Strophariaceae		
		環銹傘屬	<i>Pholiota</i>	
			鱗傘 sp01	<i>Pholiota</i> sp01
		球蓋菇屬	<i>Stropharia</i>	
			球蓋菇 sp01	<i>Stropharia</i> sp01
	口蘑科	Tricholomataceae		
		杯傘屬	<i>Clitocybe</i>	
			杯傘	<i>Clitocybe gibba</i>
			落葉杯傘	<i>Clitocybe phyllophila</i>
			赭杯傘	<i>Clitocybe sinopica</i>
		口蘑屬	<i>Tricholoma</i>	
			灰環口蘑	<i>Tricholoma cingulatum</i>
			口蘑 sp01	<i>Tricholoma</i> sp01
牛肝菌目	Boletales			
	牛肝菌科	Boletaceae		
		褶孔牛肝菌屬	<i>Phylloporus</i>	
			褶孔牛肝菌 sp01	<i>Phylloporus</i> sp01
	乳牛肝菌科	Suillaceae		
		乳牛肝菌屬	<i>Suillus</i>	
			黏蓋乳牛肝菌	<i>Suillus bovinus</i>
			虎皮乳牛肝菌	<i>Suillus pictus</i>
			牛肝菌 sp01	Boletaceae sp01
			牛肝菌 sp02	Boletaceae sp02
			牛肝菌 sp03	Boletaceae sp03
			牛肝菌 sp04	Boletaceae sp04
			牛肝菌 sp05	Boletaceae sp05
			牛肝菌 sp06	Boletaceae sp06
			牛肝菌 sp07	Boletaceae sp07
			牛肝菌 sp08	Boletaceae sp08
			牛肝菌 sp09	Boletaceae sp09

目	科	屬	中文名	學名
			牛肝菌 sp10	Boletaceae sp10
			牛肝菌 sp11	Boletaceae sp11
			牛肝菌 sp12	Boletaceae sp12
			牛肝菌 sp13	Boletaceae sp13
雞油菌目	Cantharellales			
	雞油菌科	Cantharellaceae		
		雞油菌屬	<i>Cantharellus</i>	
		雞油菌		<i>Cantharellus cibarius</i>
		小雞油菌		<i>Cantharellus minor</i>
		疣孢雞油菌		<i>Cantharellus tuberculosporus</i>
地星目	Geastrales			
	地星科	Geastraceae		
		地星屬	<i>Geastrum</i>	
		尖頂地星		<i>Geastrum triplex</i>
釘菇目	Gomphales			
	釘菇科	Gomphaceae		
		釘菇屬	<i>Gomphus</i>	
		毛釘菇		<i>Gomphus floccosus</i>
		淺褐釘菇		<i>Gomphus fujisanensis</i>
銹草孔菌目	Hymenochaetales			
	銹草孔菌科	Hymenochaetaceae		
		集毛菌屬	<i>Coltricia</i>	
		厚集毛菌		<i>Coltricia crassa</i>
		多年集毛菌		<i>Coltricia perennis</i>
		鐵色集毛菌		<i>Coltricia sideroides</i>
馬勃目	Lycoperdales			
	馬勃科	Lycoperdaceae		
		馬勃 sp01		Lycoperdaceae sp01
		馬勃 sp02		Lycoperdaceae sp02
		馬勃 sp03		Lycoperdaceae sp03
		馬勃 sp04		Lycoperdaceae sp04
紅菇目	Russulales			
	紅菇科	Russulaceae		
		乳菇屬	<i>Lactarius</i>	
		橙紅乳菇		<i>Lactarius akahatsu</i>
		栗褐乳菇		<i>Lactarius castaneus</i>
		毛腳乳菇		<i>Lactarius hirtipes</i>
		絨毛乳菇		<i>Lactarius torminosus</i>
		乳菇 sp01		<i>Lactarius sp01</i>
		乳菇 sp02		<i>Lactarius sp02</i>
		乳菇 sp03		<i>Lactarius sp03</i>
		乳菇 sp04		<i>Lactarius sp04</i>
		乳菇 sp05		<i>Lactarius sp05</i>

目	科	屬	中文名	學名
			乳菇 sp06	<i>Lactarius</i> sp06
			乳菇 sp07	<i>Lactarius</i> sp07
			乳菇 sp08	<i>Lactarius</i> sp08
		紅菇屬	<i>Russula</i>	
			銅綠紅菇	<i>Russula aeruginea</i>
			毒紅菇	<i>Russula emetica</i>
			小毒紅菇	<i>Russula fragilis</i>
			日本紅菇	<i>Russula japonica</i>
			沼澤紅菇	<i>Russula paludosa</i>
			大紅菇	<i>Russula sanguinaria</i>
			點柄臭紅菇	<i>Russula senecis</i>
			茶褐紅菇	<i>Russula sororia</i>
			紅菇 sp01	<i>Russula</i> sp01
			紅菇 sp02	<i>Russula</i> sp02
			紅菇 sp03	<i>Russula</i> sp03
			紅菇 sp04	<i>Russula</i> sp04
			紅菇 sp05	<i>Russula</i> sp05
			紅菇 sp06	<i>Russula</i> sp06
			紅菇 sp07	<i>Russula</i> sp07
			紅菇 sp08	<i>Russula</i> sp08
			紅菇 sp09	<i>Russula</i> sp09
			紅菇 sp10	<i>Russula</i> sp10
			紅菇 sp11	<i>Russula</i> sp11
			紅菇 sp12	<i>Russula</i> sp12
			紅菇 sp13	<i>Russula</i> sp13
			紅菇 sp14	<i>Russula</i> sp14
			紅菇 sp15	<i>Russula</i> sp15
			紅菇 sp16	<i>Russula</i> sp16
			紅菇 sp17	<i>Russula</i> sp17
			紅菇 sp18	<i>Russula</i> sp18
			紅菇 sp19	<i>Russula</i> sp19
			紅菇 sp20	<i>Russula</i> sp20
			紅菇 sp21	<i>Russula</i> sp21
子囊菌				
柔膜菌目	Helotiales			
		地鍾菌科	Cudoniaceae	
			地匙菌屬	<i>Spathularia</i>
			黃地匙菌	<i>Spathularia flavida</i>
盤菌目	Pezizales			
		馬鞍菌科	Helvellaceae	
			馬鞍菌屬	<i>Helvella</i>
			馬鞍菌 sp01	<i>Helvella</i> sp01