

臺灣松露 之研究近況與技術開發



傅春旭¹ 張東柱¹ 黃勁暉¹ 李鎧彤¹ 張詠怡¹

一、前言

一般在市面上能買到的食用松露都屬於地下真菌（hypogeous fungi），這類群的真菌與地上菇類（epigeous mushroom）最大的不同是地下真菌生長在地表或枯枝落葉層之下的泥土裡，它們的子實體或是說產孢構造失去主動撒播孢子的能力，只靠自身的成熟腐敗作原地傳播或依賴動物的取食作遠距離孢子撒播。地下真菌大部分屬於菌根菌（mycorrhizal fungi），會與植物宿主形成不同程度的菌根共生關係，菌根菌從植物體內

獲取生長所需的碳水化合物及其他營養質供給菌絲或子實體，而植物也透過菌根的延伸絲得到其生長所需營養及水分，形成一種互利共生的關係。

松露被譽為廚房中的鑽石，主要因為價格昂貴，一般售價依品種不同，約每公斤45,000~150,000元。每年國際市場均會貿易各種松露，其中法國黑孢松露（*Tuber melanosporum*）雖被公認為是最頂級的松露，惟價格卻是以白松露中的義大利紳士松露（*Tuber magnatum*）最昂貴。

二、臺灣松露發展與現況

臺灣高檔餐廳所食用的松露一直均由外國進口，至1987年10月30日才第一次於東埔山區挖掘出黑塊菌，1989年國立臺灣大學森林系胡弘道教授即完成青剛櫟塊菌菌根苗的合成工作，並利用石灰進行林地土壤的改良工作，在臺大實驗林建置完成亞洲第一個塊菌的人工造林地。松露人工造林地設置完成後，持續進行造林撫育8年，在1996年的12月開始有少量的臺灣塊菌子實體被採收，1997年1月在該造林地內

| 註 1：行政院農業委員會林業試驗所。

30棵青剛櫟塊菌菌根化的樹下採集到10公斤的松露子實體。後續幾年亦於在該臺灣松露人工造林地內採集到塊菌子實體。可惜胡弘道教授的成功寶貴經驗並未被成功複製及推廣，該試驗地因多年未持續撫育情況下，又遭受掠奪式的刨挖採集，近年來已挖不到任何松露。

我們發現臺灣松露相關的學術報導不多，這幾10年來臺灣以松露或是塊菌作為碩博士論文研究者約有20人，大致上分為3個類群。第一類群可說是較新的一群，以食品或是化工背景為主，基本上以發酵方式進行松露發酵產品的探討，但是共生形態為主的松露菌絲似不易以發酵方式生產；第二類群以臺大森林系胡弘道教授實驗室為主，以松露寄主接種，菌株培養為主要的研究範圍。第三類群以行政院農業委員會林業試驗所（簡稱林試所）相關研究人員為主，主要是進行臺灣本土松露資源的研究及資源開發。為避免偏頗，以吾等團隊自行的研究成果做為表述。

研讀歷年來的研究文獻讓我們有一個大膽的發想，就是以喜馬拉雅山區為種源中心的松露，在演化發展上往兩個方向進行，一個是往西向歐洲大陸發展，一個是往東往亞洲地區發展。但是這發展應該早在美洲大陸尚與其他大陸接連一起時就展開，所以松露的分布當是廣泛的分布，臺灣作為冰河時期的物種避難所，亦應有許

多的物種被保留下來甚至於獨自開展演化的路徑，因此大膽假設有許多的原生松露靜默的埋藏在土壤中，等著我們去發覺。另外與臺灣相對應植物的中國雲南地區，幾十年來有許多種類的松露被發現及發表，同時每年有大量的松露出口來賺取外匯。這使我們更有信心臺灣的土地上應該有著許多種的松露等著去發掘。本團隊進行為期10年的研究計畫，主要針對臺灣本土松露的資源調查及開發。我們進行研究工作之時，日本3位學者已經默默地投入日本松露資源的調查工作，10年間他們收集到180多個松露的子實體並評估日本約有20多種的塊菌。另與我們幾乎同時開展的泰國也陸續發現3種白松露，包含義大利紳士松露亦於泰國的土壤中被挖掘出來。

三、臺灣新種的松露陸續被發覺

生物資源豐富的臺灣，地下真菌應該與中國大陸、日本也有同樣的多樣性及豐富度；但是臺灣與大多數的地區相同，對於大型地上真菌研究較多，而地下真菌資源的調查及研究僅見零星發表，此方面的發表相較於歐美或大陸之研究成果而言，則顯得十分稀缺。歐美發表的地下真菌屬接合菌門的「豆松露」有7屬、子囊菌門的「真松露」有32屬，而擔子菌門的「假松露」有34屬，全世界已發表的地下真菌超過

300種。惟臺灣目前僅有3個塊菌屬的正式發表紀錄，分別為已退休臺大教授胡弘道於1992年發表的臺灣松露（*Tuber formosanum*）、2009年發表的屑松露（*Tuber furfuraceum*）及2018年由林介龍等人發表的深脈松露（*Tuber elevatireticulatum*），寄主為殼斗科青剛櫟（*Quercus glauca*）及松科江南油杉（*Keteleeria fortunei* var. *cyclolepis*）。對於其他地下真菌的研究不多，僅有零星的子實體發現記錄，包括接合菌門的*Glomus spinosum*；子囊菌門大團囊菌屬（*Elaphomyces*）有3種，粗粒團囊菌（*E. granulatus*）、粗棘團囊菌（*E. muricatus*）、*E. guangdongensis*；擔子菌門的沙生腹菌（*Hymenogaster arenarius*）、紅鬚腹菌（*Rhizopogon rubrscens*）、小白似圓頭傘腹菌（*Descomyces albellus*）與連體裸腹菌（*Gymnoglossum connectens*）。

這幾年的努力下，我們正式發

表了一種新種的白松露深脈松露（圖1）。尚未正式學術發表的新種松露尚有臺東發現的熱帶松露（黑松露）（圖2）、雲杉松露（白松露）（圖3）、小西氏石櫟松露（白松露）（圖4）及印度栲松露（白松露）（圖5）。新紀錄的松露有日本松露與泰國松露。臺灣的松露從低海拔到中高海拔皆有分布，種類應該是相當多，但是數量卻極少，加上國人並沒有食用松露的習慣，所以鮮少被發現。除黑松露的挖掘地點土壤是鹼性的外，其他白松露的發現地點為土壤



圖 1. 新種白松露深脈松露。



圖 2. 在臺東發現的新種熱帶松露。



圖 3. 新種雲杉松露。



圖 4. 新種小西氏石櫟松露。



圖 5. 新種印度栲松露。

酸鹼值在4~5之間呈現酸性的土壤。另除深脈松露是在臺大實驗林管理處溪頭營林區，雲杉松露是在東勢林區管理處、南投林區管理處及玉山國家公園內被發現外，其他的松露種類皆於林試所的試驗林地被挖掘出來。建議各相關土地管理單位允宜更積極的投入資源來進行地下真菌，特別是高價值真菌的研究及資源調查。

四、新技術的建立與技術移轉

正如我們所預期的，臺灣本土的松露雖數量稀少但是種類甚多，且在酸性土壤中孕育的松露往往為新的種類，具有相當大的開發潛力。蒙中央研究院朱宇敏博士及謝惠美博士的大力協助，林試所已陸續發展出松露的菌株培養技術及分子鑑定技術。同時將技術及菌株進行技術移轉讓民間有參與開發的機會。目前相關的技術移轉分別為「深脈松露菌株之培養技

術」（圖6）、「印度松露的菌株分離培養」、「攀枝花松露的菌株分離培養技術」、「青剛櫟印度松露菌根苗之接種技術」、「深脈松露二葉松菌根鑑定技術」及「深脈松露五葉松菌根接種技術」等6項。同時以「青剛櫟印度松露菌根苗之接種技術」所建立的松露園已超過5公頃（圖7），目前持續廣增中。考量上開初期研究成果，技術承接的廠商需要再進行設備及人員的投資，爰降低授權金，提高有意願者的參與機會，畢竟臺灣在這方面的研究已遠落後歐美、日本及中國大陸，盼透過創新的技術研發予以改善。

五、未來展望

隨著我國經濟水平與生活素質要求的提升，臺灣民眾對松露的需求愈見殷切，以松露為訴求的食品廣告日漸普遍。據經濟部國際貿易

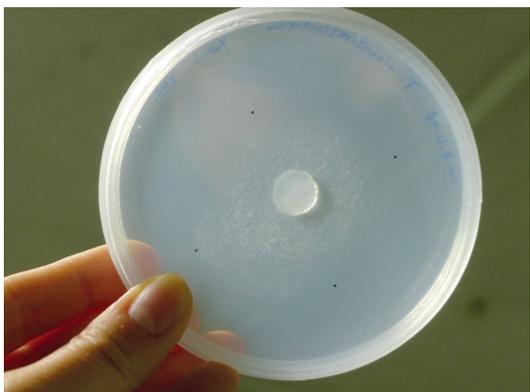


圖 6. 深脈松露的菌株培養情形。

局中華民國進出口貿易統計，臺灣進口松露（生鮮或冷藏），從2009年22公斤增加至2019年的2,078公斤，11年間增幅近95倍（經濟部國際貿易局，<https://cus93.trade.gov.tw/>），進口額至2019年已達新臺幣1,800萬元。臺灣目前僅有3個塊菌

屬的正式發表紀錄，相信仍有不少未發表的新種，其中亦極可能具經濟發展潛力的品種，民眾對於松露栽培甚有興趣及憧憬。為此，林試所建立以松露為主題的農業主題館（<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=40234>），讓民眾對松露可以有更佳的了解。臺灣的松露人工栽培在亞洲地區曾具有領先地位，惟松露研究一度停滯近10年，直至近年才又重新活絡起來。林試所與多所大學及研究機構合作再次開展松露資源調查、人工栽培方法、松露菌絲培養、接種及鑑定技術等研發主題，將轉移供業界作延伸應用。希望臺灣未來亦能成為松露的生產國甚至為松露出口國。



圖 7. 超過 5 公頃的松露園造林地。