

青剛櫟印度松露菌根苗之接種技術

文圖 ■ 林業試驗所 傅春旭・黃怡菁・黃勁暉・李鎧彤

一、臺灣松露產業現況

松露被譽為廚房中的鑽石，其特殊且濃郁的香氣，吸引著歐美甚至全世界愛好美食人的嗅覺及味覺，其稀少巨大的個體往往在拍賣市場中競標出難以想像的高價，而一般的售價依照品種不同每公斤約4.5～7.5萬元。臺灣在1987年10月30日第一次於東埔山區挖掘出黑塊菌，短短2年內，1989年臺灣大學（簡稱臺大）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。當時學術界上尚未正式給已經完成塊菌人工造林地的塊菌正式的學名，這樣的發展速度實在是令人驚奇。塊菌人工造林地建立3年後，胡弘道教授才命名發表為臺灣塊菌（*Tuber formosanum* Hu），為一與青剛櫟共生的世界新種。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。陸陸續續這幾年還可以在該臺灣松露人工造林地內採集到塊菌子實體。可惜的是臺灣只有這麼一塊人工塊菌造林地，胡弘道教授成功的寶貴經驗並沒有被成功的複製及推廣。在多年沒有持續進行撫育的情況下，又遭受掠奪式的刨挖採集，致該松露造林地差不多已挖不到任何的松露。而臺灣高檔的餐廳所食用的松露一直都是由外國進口。

大陸近幾十年來於地下真菌的研究則有著非常大的進步，自1985年劉波發表當地的第一種塊菌—太原塊菌（*Tuber taiyuanense* B. Liu）後，到2014年新發表之塊菌種類大約有37種，同時每年出口的塊菌曾高達300公噸。經實際前往中國松露的大本營－雲南進行市場及產地的踏勘，



每年 8 月即進入雲南的菇蕈節，大量的野生的菇蕈被送往市場，讓民眾有機會品嚐及接觸到各類的食用菇蕈，這些有價值的菇蕈味道自然鮮美，但是每年都有誤食中毒的事件發生，因此如何辨識這些菇蕈，自然成為當地重要的生態及環境教育一環。隨著中國大陸經濟的發展，懂得消費及消費得起的人口遽增，高品質的塊菌價格也日益飆漲，物美價廉的塊菌供應國漸漸走入歷史。

海峽兩岸松露的發展，發現與起步的時間都差不多，但是數十年的發展下來，一個已經成為松露的出口大國，提供大量的松露到消費市場，成為重要的創匯的工具，而臺灣的發展似乎停滯不前，所有的松露需求仍都是仰賴進口。

二、青剛櫟印度松露菌根苗的接種技術

臺灣之前成功建造出松露生產園的宿主是青剛櫟，青剛櫟在臺灣為容易取得的樹種，分布廣泛，從低海拔到中高海拔皆有，對各種環境的適應性極佳。而臺大松露生產園的松露種類則為臺灣塊菌，在無法取得臺灣塊菌的情況下，臺大森林所林建銘的論文則指出印度松露對青剛櫟有著更高的親和性，其菌根感染頻度甚至比臺灣塊菌來得高。臺灣塊菌與印度松露在外型上無法區分，而基因分析發現此 2 種物種非常接近。實際前往大陸雲南印度松露的重要產區進行田野調查，發現其香氣因產區及成熟度不同而有不同，甚至在市場中逢機進行採購後，進行 ITS 序列進行分析，雲南的印度松露即可分成 3 個基因群。而此 3 群的氣味差異甚大，無怪乎印度松露即使是大量的供應在國際松露消費市場其價格的差異甚大，從數百到數千人民幣大有所在。在臺灣塊菌取得不易的情況下，林業試驗所以印度松露作為感染青剛櫟的松露菌株，來進行青剛櫟的半無菌苗的接種技術開發，藉此試圖發展臺灣的松露產業，同時提供林農或是山地民眾的造林意願。

三、接種技術研發與技轉

林業試驗所執行「臺灣松露之栽培與產業化研究」的研究，3 年內利用臺北市政府水源地苗圃、新竹市香山有機蔬菜生產業者苗圃、魚池民間造林業者苗圃及中埔研究中心苗圃，共育成 6 萬多棵的青剛櫟印度松露菌根苗。大量的菌根苗育成後送出，目前完成種植試驗的僅數千棵。對試驗研究而言應是非常好的成績，但是對產業化而言，這樣的量體是無法達到產業化的目標。造林原即是一件非常漫長的工作，初期熱情下若





圖 1. 青剛櫟半無菌苗木生產。



圖 2. 青剛櫟半無菌苗木之檢定。



圖 3. 青剛櫟半無菌苗木之孢子懸浮液接種。



圖 4. 青剛櫟印度松露菌根苗之出栽種植。

無法持續或是有計畫性的跟進，種下去的苗木在沒有撫育管理經營下很快就會被荒煙蔓草埋沒。計畫結束後，為了讓產業化的目的能繼續進行。105 年底完成「青剛櫟印度松露菌根苗之接種技術」評價及後續公告程序，案經公告即吸引許多業者的興趣，惟經充分說明後，始瞭解造林工作是一個長期的投資事業，本項技術僅是一個起步而已。但研究團隊希望這個起步可以為臺灣的山林創造出光明的願景。本項技術內容，主要包括以下 4 方面：

(一) 青剛櫟種子消毒方法：包括種子在採收後的清洗及消毒方式，以減少種子表面微生物的附著，特別是與松露有高度競爭性的其他菌根真菌孢子。

(二) 青剛櫟半無菌苗之栽培（圖 1）：利用大量培養介質的滅菌消毒技術以提供發芽的青剛櫟種子栽培之用，並在接種前進行檢定（圖 2）以確保根系未受到其他雜菌之污染。

(三) 松露孢子懸浮液的製備及接種技術（圖 3）：使青剛櫟半無菌苗感染松露的方法。

(四) 松露菌根苗的檢定技術：包含青剛櫟菌根外型的檢定、菌根顯微鏡鏡檢及分子檢定技術。

四、結語

常言道「鋪路、造橋及種樹是在做功德」、「前人種樹後人乘涼」、「十年樹木、百年樹人」，在全球持續暖化的危機下，替地球撐把傘的種樹工作本來就是利益大眾的事業。但是僅靠功德，志業是很難持續長久，如果可以讓種樹的事業成為一個利人利己的事業，提供造林的經濟誘因，應該比較能夠吸引民眾的投入。根據資料顯示，樹木的菌根可以幫助樹木的生長特別是在惡劣的地形及貧瘠的土地。而印度松露接種後的青剛櫟苗木，無論在苗木株高、地際直徑、地上與地下乾重，皆比未接種的對照組來得好。希望透過本技術的承接廠商，提供大量而經濟的松露菌根苗，並以優良的規劃及設計，讓松露菌根苗能夠順利出栽種植（圖 4）並在林地內生長茁壯，除了能鞏固國土外，也能成功建立屬於臺灣的松露產業，增加林農的造林信心。