

花粉學與古環境變遷研究

文·圖／劉平妹

花粉是植物花中雄蕊的粉粒，主要擔任植物傳宗接代的角色，但大部分的花粉隨風吹拂、久之掉落地面，若落在湖泊、沼澤或三角洲等地，便與空氣隔絕或快速被掩埋，不被空氣氧化而能在土壤中保存下來。花粉的表壁主要由類胡蘿蔔素所構成，較能耐酸鹼作用且可留存於土壤或地層中很久。花粉學研究分為現生花粉與埋積於土壤中的花粉或稱化石花粉兩方面。後者常作為探討古植被變遷及古環境、古氣候變遷。由於從花粉可以定出其植物屬，因此某一地層中所含的花粉化石若達一定量，這個組合就有代表地層沈積時周圍植被主要成分的意義。花粉化石在地質學上可做為地層對比的工具；考古學上也以之研究古代人類與周邊植物環境的關係，所以是一個可提供跨領域應用的學科。

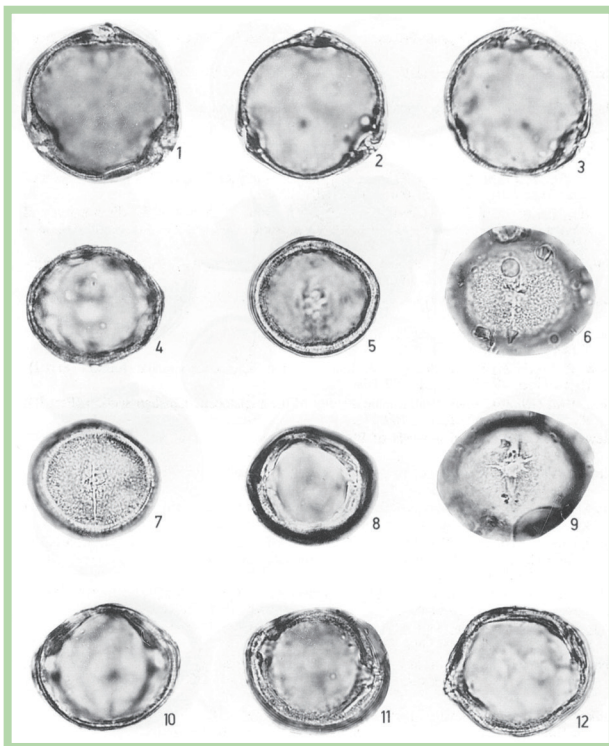
臺灣從黃增泉教授從事花粉學的研究並出版臺灣現生植物花粉圖譜之後（Huang1972），就有圖鑑以展開系統研究、應用於各個不同領域。陸域古環境變遷主要在探討以地形為主的地表環境和古氣候變遷，因為這兩項代表了自然變遷的主要面貌。陸地上的自然環境如平原、河岸、海岸、沼澤、放牧地、農田、森林等，都有個別的植被特徵，從當時地面的植被可看出自然環境的屬性。例如：海岸有耐鹽的植被、森林有自然林樹種、農田有耕植的樹種。因此對古環境、古生態的推估很有幫助。花粉化石主要產於陸地，有利於探討古代陸域環境的變遷史。生態環境的資訊通常需仰賴地層中植物群或動物群的化石組合來推估。土壤中花粉化石較普遍，且只要2-10克合適的粉砂或泥的樣本，就可洗出化石群聚，能代表沈積區周圍植被群的主要樣貌。

臺灣古環境變遷研究吸引人的地方

臺灣的地質屬於年輕的造山帶，數十萬年來地殼抬升很快，遠超過世界大部分地方。繼之而來的地表侵蝕、堆積及所導致地形變動也快，是地質學家熱門的研究對象。另一方面，臺灣位於東亞季風前緣，雨量多且變化大。風雨強，加速地表的侵蝕、堆積。比起其他地區「滄海桑田」的變化，在臺灣更容易得到見證。又因一、地狹人稠，部分居住地往丘陵區發展。坡地下滑、地基沉陷等問題常出現。二、新構造活躍，地震、地殼抬升與沉降、斷層、撓曲等常見，如宜蘭、屏東平原的沉降，東部的抬升；又地震頻繁易引起山崩、河川沉積物的增加等現象。三、多颱風。雨量多且急，地層固結度不高且富節理，故侵蝕與沈積快速。面對水庫淤積、河川洪

水，路基不穩等民生方面的問題，需要傾力研究環境變遷並採取有效的化解對策。

要預測一地將來可能的變遷及變化幅度，勢必要有這個地區昔日環境變遷的資訊。例如：從1萬多年來臺北盆地沉積深約40公尺的鑽井岩蕊由下而上的花粉組合，告訴我們隨著時間推移，盆地在8千到6千年前大部分地區仍是海水淹蓋，海水退出後，某些地區成為河道，某些區出現許多大樹甚至成林（陳炳誠等2006；2007），某些地區曾是沼澤。這些認識將有助於推測該地將來可能的演化，也可提供土地規劃的資訊。或有人認為以前是「自然」因素主導，現在有人為因素干擾，不易推測。但若我們完全不認識過去的自然變遷，又如何推測後有人為作用加諸其上



宜蘭水青岡屬的花粉化石，直徑約30-35微米。

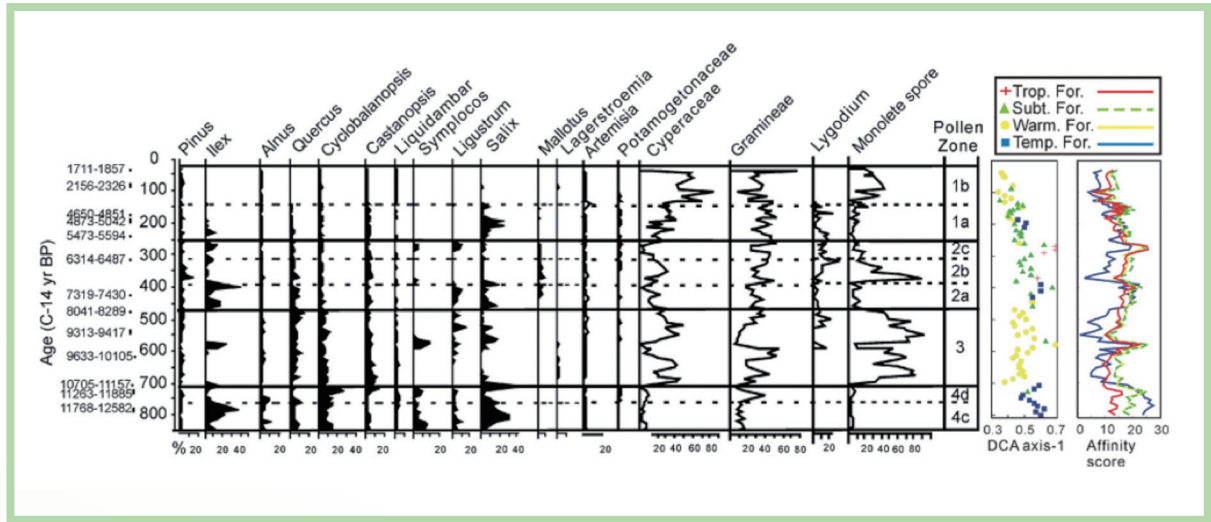
可能的變遷？所以變遷史很重要。島嶼生態的臺灣有獨特的地質及氣候，過去的歷程及可能的未來都值得關心。

此外，若從全球人類古文明演變的角度來看，臺灣的古環境變遷研究更有其重要性。四大古文明如印度、埃及、小亞細亞、中國都是處在緯度相對較低的地區，然而許多地區如今已是沙漠，難以找到合適的湖泊沈積物。而臺灣四面環海，有海洋調節，還可以找到連續的湖泊沈積。因此臺灣的古氣候記錄，是亞熱帶或低緯度區很重要的參考數據。許靖華博士在他所寫的科普書《氣候創造歷史》（許靖華2012）中甚至認為，可以達到創造歷史的程度。當然古文明的重大變遷除了氣候因素之外，還有人文因素以及當時社會文明的包容與承載力，但在研究古文明歷史的演化上，若能先有詳細的氣候變遷資料，就能進一步釐清其他的因素與文明興衰的關連。因此若能了解低緯地區自有文明以來的自然變遷，對於研究及解析歷史文明有很大的幫助。

臺灣的花粉化石透露的古氣候變遷

從花粉化石研究得知，臺灣今昔風貌差異很大。臺灣是高山島，有依高度分布從熱帶到涼溫帶的植被。從湖泊沉積中花粉組合所指出的森林演替，可勾繪出古代氣候變遷圖像。

國寶級的植物水青岡，目前僅分布在高約1700多公尺的插天山稜線及少部分宜蘭山上，它在



南投頭社盆地沉積物中，萬年來各年代花粉化石組合所代表的不同海拔森林，森林變化代表氣候變遷趨勢。

冬天落葉，屬於夏綠林。這一屬植物在歐亞都有分布，喜歡生長在多雲霧的林帶，它的出現表示一種雲量較多的溫帶天氣型態，所以許多古氣候學家很注意它存在地球上的時間與空間分布。從花粉化石的資訊得知，在20多萬年前即倒數第三次冰期時，它的分布比今天廣闊得多且可在3、400公尺低處生長。不但如此，當時有很多種類的水青岡。後來逐漸北隱，迄今只剩下屬1種棲息於插天山稜線附近（Liew et al.1994）。

地球近70萬年，每一個冰期和冰間期循環約10萬年，冰期的時間長而冰間期僅1、2萬年。現在處在循環中的冰間期，也稱現世或全新世，始自1萬1千5年前。上次冰期是11萬5千年前到1萬1千5年前，在這段冰期裡，海水面下降，雨量變少、氣候乾冷。以中部低山為例，年均溫最冷比現在低8到10度，山上的植被帶向下遷移千米以上（Liew and Chung2001）。最乾燥時，年雨量只有現今的一半或更少。放眼望去不是蓊鬱潮溼，而是林木少、甚至幾達疏林草原（Liew et al.2006）。在這樣的氣候條件下，河川水量變少，河川的切割、侵蝕作用及搬運能力都不同。

從晚冰期到現世以來的氣候，最接近我們所要預測的“未來數百年及至千年”。因此科學家想從古氣候記錄去探討變遷的可能原因。季風區的濕度變化常造成乾旱，田地因乾旱而荒廢，人們也離鄉背井，所以對於季風區的古氣候記錄及其變化原因的探討很重要。進入現世，雖在冰間期內，但仍在變動中，6千年前最暖和，年平均溫度比現在高出1至2度。相對於全新世早期，近5千年以來有變冷的趨勢，直到2千多年前回復到今日的暖溼。要注意的是個別年分的冬、夏溫差較大。除此之外，也有突然而短暫的變冷事件，這類事件常為民族學或考古學家所注意，尤其是關

係到民族遷移。在全新世內的氣候變動幅度，雖遠不及冰期與冰間期的振盪，但歷史上在全新世內所謂的小冰期（距今4、500年前到100多年前）的氣候振盪，確與元、明朝的滅亡有關（許靖華2012）。

結語

探討陸域古代環境與氣候變遷，常用到花粉化石。而在下結論之前，須先鑑定其屬種，以對各個時代的植被及環境概況有全盤理解。雖然鑑定費時，但只要需求仍在，仍有其利用價值。[圖]

參考文獻：

- [1] Huang, T.C. (1972) Pollen Flora of Taiwan, Botany Department, National Taiwan Univ. 297p.
- [2] Liew, P. M., Shen, C. F. and Huang, S. (1994) Middle Pleistocene distribution of the Genus *Fagus* Tourn. Ex. L. (Fagaceae) in Taiwan: *Jour. Geol. Soc. China*, 37(4), 549-560.
- [3] Liew, P. M. and Chung, N. J. (2001) Vertical migration of forests during the last glacial period in subtropical Taiwan. *West. Pacific. Ear. Sci.* 1(4), 405-414.
- [4] Liew, P. M., Huang, S. Y. and Kuo, C. M. (2006) Pollen stratigraphy, vegetation and environment of the last glacial and Holocene a record from Toushe basin central Taiwan. *Quat. Int.* 147/1 p.16-32.
- [5] 陳炳誠、黃淑玉、謝孟龍、劉平妹(2006) <臺北盆地新店溪與景美溪交匯處早全新世沼澤露頭初探>。《西太平洋地質科學》6：129-148。
- [6] 陳炳誠、謝孟龍、賴慈華、劉平妹(2007) <由岩心碳十四定年資料與海水面曲線計算臺北盆地全新世垂直構造活動速率>。《西太平洋地質科學》7：113-140。
- [7] 許靖華(2012)《氣候創造歷史》。聯經出版公司。372頁。



劉平妹小檔案

1981年臺大地質研究所博士。1984年赴日本東北大學及橫濱大學訪問研究；1986至2014年間擔任臺大地質學系教授；1990年獲國科會傑出研究獎。主要研究臺灣之第四紀地質學，包括從花粉化石角度探討第四紀古環境的變化及從變動地形的角度探討新構造影響下的地形變遷，例如1萬年來東部海階地形變動等。致力於以花粉學研究臺灣陸域第四紀陸域古環境、古氣候變遷，1991-1993年擔任國科會「古全球變遷」大型計畫主持人。曾在中華民國地質學會組織「第四紀研究會」，推動臺灣之第四紀研究。