

文·圖 / 黃俊霖

台中惠來里遺址出土一粒粒黝黑碳化的米粒，由短圓至長粒，形態上有相當的變異，可能是混合不同種原栽種的結果（圖1），另外還有1~2mm球狀的顆粒是碳化的小米（圖2），這些稻米、小米碳化穀粒的出土，可推測1,300年前小來那年代已有相當農業的發展。運用碳14同位素定年，可以定出考古遺址的年代，台灣約4,800年前的南科遺址已有碳化米出土，中國浙江省河姆渡遺址發現的碳化米更可回溯至約7,000年前，這些米提供了農業發展的年代、地區及當時栽培稻米少許的形態特徵。



大約一萬年前，最近一 圖1.碳化稻米

次冰河時期結束，進入氣候較溫暖的間冰期，不同的地理區域馴化出不同的動、植物，奠定了農業文明的基礎，稻米、小米都是在亞洲馴化的作物，而馴化的動、植物伴隨人類的遷徙、交易而逐漸傳播各地。栽培稻（*Oryza sativa*）的祖先種為普通野生稻（*Oryza rufipogon*），經過強烈人擇的過程，栽培稻逐漸變成現在大米粒、多產、穀粒不易脫落、不具芒、自花授粉、一年生 等的特性（圖3、4）。稈稻（*O. sativa* ssp. *japonica*）及秈稻（*O. sativa* ssp. *indica*）為最主要的兩個亞種，兩者米粒所含的直鏈澱粉比例不同，使它們表現出黏與不黏的口感，通常稈稻米粒短圓而秈稻長粒；另外，稈稻主要生長於中國南方、東南亞、馬來西亞的丘陵高地，而秈稻主要生長於亞洲熱帶低地。

目前栽培稻已廣布世界種植，超過120,000種品系，適應不同的環境及生長條件，不論在型態、生態、生理上都有相當的變異存在。這些稻米是由單一地區，或在許多不同的地區各自馴化出來的？稈稻與秈稻演化上的關係為何？單一地區馴化的假設認為秈稻先被馴化，再由其中選育出稈稻；另一假設認為秈稻及稈稻是由不同地區馴化，由於來自不同的野生稻基因庫，兩者應有明顯的遺傳差異。但馴化史是經歷

米粒新視界——稻米的馴化

選出米粒飽滿的野生稻進行種植、培育，提供更好的熱量來源及可長期儲存的糧食，農業隨之發展起來，並隨著他們的遷徙、交易，這些稻米也向外傳播。稻米馴化的過程會經歷瓶頸效應（bottleneck effect），如同酒瓶縮小的瓶口般，稻米的遺傳變異小於它野生稻的祖先，如果是由單一發源地再向外傳播，那現在的栽培稻在遺傳上的特性應較相近；如果是多個發源地，則栽培稻在遺傳的特性應有明顯的分群。2006年Londo等人發表的報告，運用親源地理學的方法，分析栽培稻及野生稻的一個葉綠體及兩個核基因的DNA序列，推論秈稻、稈稻應是由不同的區域由野生稻馴化，秈稻由印度、中南半島，而稈稻則在中國南方馴化。

不論是以考古學或是演化學的基礎，探討屬於歷史事件的作物馴化，英國歷史學家卡爾（E. H. Carr）暗示史學家個人主觀性的問題：事實一點都不像魚攤上的魚，而像悠游於遼闊大海中難以接近的魚；歷史學家能捉到哪些魚，部分取決於運氣，但主要取決於他選擇在哪一塊海域捕魚，以及選擇使用哪些捕魚工具，當然這兩個因素視他想捕哪一種魚而定。展讀作物馴化這部歷史，如同歷史學家對史實的詮釋，不同科學領域的解讀或有一致，亦有矛盾，兼容並蓄的整合，我們才有機會正確解讀這複雜歷史的樣貌。



圖2.現生小米（左）與碳化小米（右）

段，且在萃取過程易受到污染，目前只有少數零星的研究報告，仍有待更多研究來比較驗證。

考古稻米的資訊雖然關鍵，但相當地稀少也不完整，換一個角度思考，是否一定要直接由過去挖掘證據？親源地理學（phylogeography）提供另一種選擇，其為研究生物親源演化及地理分布關係的科學，綜合生物地理學（biogeography）譜系學（phylogeny）族群遺傳學（population genetics）等研究方法，研究的對象主要是現存的生物，尤其伴隨分子生物學的快速發展，提供了更豐富的分析素材。每個生物個體都帶有源遠流長的遺傳訊息——DNA，DNA序列不但具有大量的變異，更重要的是其可用於推測遺傳上的關係，選擇適當的分子標記，由現存的生物即可回推祖先的歷史。想像一下我們遠古人類祖先，由採集狩獵為主的生活，各式遺傳變異豐富的野生稻就在它們生活的環境周遭，有一群農夫獨具慧眼地

雜交、育種、傳播、交易 等複雜的歷史糾結而成，造成推論時的雜訊，這些假設持續被研究探討，但仍無明確的結論。

由考古的證據，印度及中國約7,000年前，而泰國北部約6,000年前的考古遺址有稻米的出土，且由現存栽培稻的遺傳變異推測，稻米可能於約9,000年前，由東印度、中南半島至中國南方區域馴化，而這也是普通野生稻生長分布的區域。除了考古的證據，近20年發展起來的古DNA分析，為人類的起源、動植物的馴化、親源系統的重建提供了相當重要的資訊。古DNA為由已死亡的古代生物的遺體和遺跡中得到的DNA，河姆渡遺址及江蘇高郵龍虬遺址的的碳化米中兼具長粒型和短圓型，1998年佐藤洋一郎從碳化米萃取古DNA分析，結果顯示它們為稈稻型；日本的栽培稻長期被認為是由中國傳入，但佐藤對日本繩紋文化時期遺址的碳化米和稻葉的古DNA的研究發現，當時的栽培稻中有熱帶稈稻，這代表可能有另一種傳播的途徑。碳化米經過劇烈的氧化作用，加上年代久遠，古DNA序列破碎成許多短片



圖3.普通野生稻花序（左），栽培稈稻「台農71號」花序（右）



圖4.不同稻穀的形態。普通野生稻，具有長芒（左），稈稻（右上），秈稻（右下）。