

文・圖 / 何傳坤、閻玲達、屈慧麗

一、前言

惠來遺址位於台中市七期重劃區。依據考古遺物、遺跡的分布範圍，遺址面積至少15萬平方公尺。最早於民國91年5月由東海大學陳聖明同學發現，7月進行正式發掘。目前共出土大量陶片、石器，以及獸骨、龜甲、稻米遺存，並發現21具人骨，全數為俯身葬（圖1、2）。根據二件木炭標本的碳十四年代測定，一件距今 $3,690 \pm 40$ 年，屬牛罵頭文化；另一件距今 $1,320 \pm 50$ 年，屬番仔園文化，即人骨所在層位。因此，惠來遺址至少包含二個文化層，跨越新石器時代的中晚期與鐵器時代。惠來遺址的兩個文化層均是居住型遺址，文化層堆積達60公分以上，顯示是人口眾多、定居較久的大型聚落。為了能對惠來遺址人群有進一步的了解，本研究嘗試以人骨樣本進行古代DNA研究，期待能對惠來遺址人群的遺傳結構有初步的認識。

二、古代DNA研究理論與方法

本實驗以一般常用的矽膠吸附法抽取古代DNA，以粒線體DNA為遺傳指標。由於每個細胞質內粒線體數目比細胞核內的染色體數目多出許多，考古遺址中出土的人骨經歷千百年的腐化，粒線體的保存數量會比染色體要來得多，成功萃取DNA的機率較大。粒線體DNA中93%都是記載基因區，共記載了37個基因。本實驗針對其中沒有記載基因的「控制區」(control region)進行實驗，可以排除天擇因素。控制區中有二段高變異區，分為高變異一區

台中市惠來遺址出土人骨古代DNA研究與問題



及二區(HVR I、HVR II)，其中HVR I(16024~16365)的變異最大，因此最成為粒線體DNA的研究片段，本實驗也選取HVR I中的片段做為序列比對之基礎。

三、實驗結果

本研究選取3顆不同個體的牙齒樣本進行實驗，成功測序1個樣本。其序列與Tajima等人(2003)發表之台灣原住民序列(每族各20個樣本)做比對。結果為惠來序列沒有與任何比對資料共享單倍型，也沒有類似的序列。單倍群方面，惠來樣本屬於M9a單倍群。M9群在東亞整體比率不高，北方頻率顯然高於南方許多，推測是在北方出現的單倍群；其中以藏族出現的頻率最高，南方群體的比例甚低，南島語族中幾乎沒有發現，包含台灣原住民。而漢族的資料中，M9群在華南十分罕見，主要分布在北部與西北部，如山東、遼寧、新疆、青海等地區，因此惠來樣本的母系血緣可能來自亞洲北部，與現代台灣原住民沒有關聯。這與本

研究所預期的結果有很大的不同，除了可以確定排除是實驗者的污染，對於可能造成這樣結果的種種因素，非常值得做進一步的探討。

四、古代DNA實驗問題與討論

古代DNA實驗困難度比現代DNA高出許多，主要受限於樣本的保存狀況。DNA在生物體死亡後，會因水解與氧化而受到破壞，氣候較為炎熱潮溼的環境對於DNA的保存極為不利，實驗結果可能因DNA本身的變化而產生錯誤。DNA容易在生物體死亡後受到破壞，導致斷裂與序列訊息丟失，並引起擴增序列的錯誤。因此，測序成功之後的驗證步驟成為不可或缺的部分。

以目前的古代DNA實驗發展，研究人員已建立一套辨識實驗結果正確性的方法，其中最重要的即是重複性的實驗，包括使用同一個體但不同部位的樣本，以及在不同實驗室進行實驗。若重複實驗的結果相同，即可提高結果的可信度。但是由於台灣考古遺址人骨樣本稀少珍貴，本研究僅獲得第一階段的成果，尚無法進行多次的重複實驗，以確認惠來序列的正確性。

除此之外，樣本本身狀況也不甚理想。牙齒由於有堅硬的琺瑯質保護，是古代DNA實驗最佳的樣本，因此本研究也選取牙齒進行實驗，而不使用骨骼。然而，樣本

選取也必須注意許多細節，最理想的牙齒樣本必須包含完整的牙根，牙冠不能磨損至象牙質部分。但是本實驗樣本牙根多不完整，3顆牙齒中有2顆牙冠嚴重磨損。這是在進行台灣史前人古代DNA實驗必須注意的問題，根據出土人骨的情形，台灣原住民在史前時代，牙冠磨損情形普遍嚴重，因此在

往後實驗的樣本選取上必須多加留意。另外，樣本身顏色較黑，顯示雜質很多並可能有化學變化，也會影響DNA之保存。

另外，古代DNA實驗過程特別重視的污染管控問題也值得探討。由於古代DNA含量稀少，不但增加抽取與擴增的難度，並且非常容易在實驗中或其他環境受到污染，導致最後得到的不是古代DNA的序列。因此除了要有獨立的實驗環境、嚴格的防護措施以及過程中設立陰性對照組，最後必須與實驗者的序列進行比對，以排除是污染的可能性。除了實驗者之外，所有接觸過樣本的人員也應測序，以排除所有接觸者可能的污染。因為根據最近的研究顯示，古代樣本在挖掘、清理中受到現代DNA污染的機率，可能遠大於實驗過程，遺址環境、挖掘工具與方式等都可能帶入污染源。因此，除了實驗者本身的防護措施與污染排除之外，其他人員也必須要有相同的作業程序。

這個步驟在實行上有一定的困難度。同時也有研究顯示古代DNA實驗最好是使用剛出土的新鮮樣本，因為樣本在出土後由於保存於室溫並與空氣接觸，使DNA減損的速率遠遠大於埋在土中，且經由博物館標本的清洗保存程序也會使DNA的含量大為減少。本次實驗雖然在田野時即進行拔牙，實驗過程中有嚴密的污染管控，並經過與實驗者本身的序列比對後，可以排除是實驗者的污染，但是未針對考古人員進行污染排除的驗證，有待日後加強。



圖1. 惠來遺址出土第一具俯身葬未成年入骨“小來”

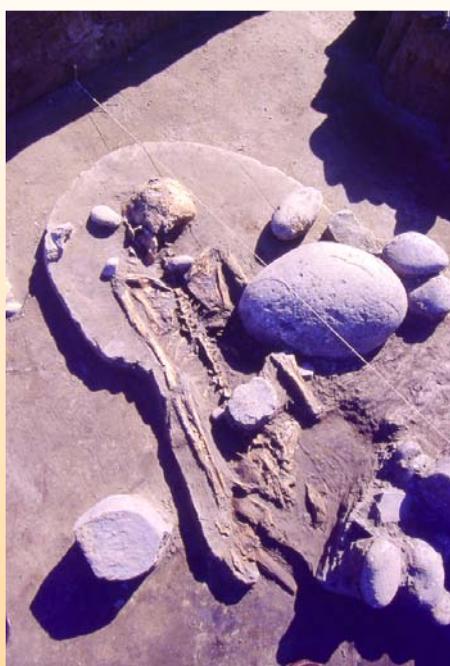


圖2. 惠來遺址出土第三具俯身葬入骨