

考古出土文物保存修護概述

／王竹平

Gordon Turner-Walker

一、考古學與文物保存的結合

在歐洲，對古物的喜好始於文藝復興時期，蓬勃發展於十八世紀晚期。隨著地理大發現與航海技術進步，自文藝復興時期以來，大批的社會精英、權貴與知識份子，紛紛走訪世界各地，進行求知之旅，收集珍品異物。這樣的風尚或說消費行為，不但造就近代博物館的

興起，也帶動許多以尋寶為目的的遺址挖掘工作及贖品交易市場。

近代博物館的存在是因為人有求知慾所產生。經過中古黑暗時代的歐洲，被教會以宗教信仰作藉口而緊緊壓抑的求知慾，終於在一連串科學革命與啟蒙運動努力下，獲得釋放。十八世紀的理性主義強調人類與自然，這樣的思想潮流不知不覺中，影響了當時的收藏行為；成就早期展示私人收藏的好奇心陳列室（cabinet of curiosities）走向自然史的知識建構路線。另一方面，基於對過去古典文明的愛慕情懷，自地中海地區挖掘出土的古希臘與古羅馬文物成為重要的收藏與研究對象，爾後更發展出具有特色的古典考古學（classical archaeology）。

大部分物質經過雨水沖刷與土壤掩埋會腐化與鏽蝕殆盡，因此較不易老化的大理石與銅質人物雕像，遂成為古典希臘羅馬文明的代表性遺物。但因埋藏時間長久，出土時或多或少都有物理變化上的結構損傷，或是化學變化中的表面變色；加上出土後，諸如：空氣中的水分或含氧量增加以及光線與溫度等週遭環境的



圖一 Townley Discobolus 雕像，大理石材質，為羅馬時期仿第五世紀希臘青銅雕像之作，於一七九一年由義大利雕刻家 Carlo Albicini 負責修復。圖由 Dr. Turner-Walker 提供。



圖二 Endymion 雕像，大理石材質，亦由義大利雕刻家Carlo Albicini於一七九一年修復。圖由Dr. Turner-Walker 提供。

變化亦易加速文物老化。為解決前述問題，開始有了文物修復的概念與技術發展，到了十九世紀，許多義大利雕刻家更以此為業。這類修復需求，往往涉有大幅度或是全面性的表面刮除清潔工作，或是斷手殘臂的複製與重接工作，當時主要目的是使這些雕塑更具市場吸引力或藝術價值。具體實例如圖一為Townley Discobolus 雕像，大理石材質，為羅馬時期仿第五世紀希臘青銅雕像之作，於一七九一年由義大利雕刻家Carlo Albicini負責修復，修復後臉為朝下，不同於其他為臉部朝上的羅馬複製品；圖二為Endymion 雕像，大理石材質，亦由義大利雕刻家Carlo Albicini於一七九一年修復，除了全件進行表面刮除清潔之外，右手臂、鼻部及部分左手皆為Carlo之作，並非原件。（註一）

因此，文物的保存修復可向前追溯至十八、十九世紀時對古器物的修復；而考古學與文物保存這二個領域也很早就相互結合，這樣的密切結合關係延續至今。只不過，方向有點轉變，從純粹的修復（restoration）發展至以減緩或防止繼續老化的修復與其相關的研究（conservation）。譬如德國柏林皇家博物館在一八八八年成立的化學實驗室（註二），就是聘請化學學家Friedrich Rathgen來研究與修復一批遭不明原因迅速老化的埃及出土石器與銅器；接著，丹麥國家博物館相繼成立科學實驗室，致力於泡水有機與木質文物的保存研究工作，於是自十九世紀晚期起，博物館文物收藏的保存



圖三 「仿古還是復古？」兩件羅馬青銅雕塑，左件在十九世紀時經過表面刮除並重新上色等仿「古色」處理；右件則保有未經過仿「古色」處理的原色與鏽化表面（patina）。圖由Dr. Turner-Walker 提供。



圖四 透過X光照相，這件被埋藏土與鏽化物緊密包裹的鐵器，可以清楚地被揭露其原有器形、缺一定的損傷情況以及表面鍍錫的製造工法等，種種原先無法經由目視得知的訊息。圖由Dr. Turner-Walker 提供。

修復開始有科學家的參與。這個情形，一直延續到二十世紀前半期，出土文物的保存修復，都是以化學穩定方式（chemical stabilization）為處理原則，這時主要目的是讓化學處理過的出土文物，能以較穩定的狀態在博物館環境長期展出。以金屬文物為例，是以化學或電解還原方式將已不含金屬成份的鏽化物移除與剝離，避免鏽化物遇到空氣中的水分與氧氣持續氧化鏽蝕，然後為了配合這時期對古物的審美觀——「古色」，通常再以其他物質進行假鏽或上色等仿古處理（圖三）。當然這樣的處理原

則，在今天是受到爭議的，因為化學穩定方式往往也移除了器物表面的鍍錫或鍍金裝飾，或是移除了那些因礦物化附著於鏽化物上而被保留下來的有機物質（n.p.o., mineral-preserved organic materials）。或者，電解還原的時間控制不當，過度清潔的結果有可能模糊器物的表面，更甚者，器物在經過化學穩定處理後，尺寸變小、重量也變輕。所以，現在對於出土文物的保存修復，則是調整到以觀察、紀錄與盡量保留任何與文物本身及埋藏環境有關的物質證據為處理原則，如此，才能有助於器物研究與了解過去人類文明歷史，發揮文物保存的目的。

的。

另外，對於剛出土文物的保存修護也略不同於那些早已進入到博物館收藏系統多年的出土文物與歷史文物。由於土壤裏覆，剛出土文物的處理狀況往往較複雜，文物的辨識與鑑定（如材質、器形與相關的製造技術）則成爲主要任務。例如圖四爲一件剛出土的鐵器，田野考古學家在挖掘現場時，雖可由土色與土質硬度，判斷這土塊裡有件器物，透過磁性測試，得知爲鐵質文物，但進一步的文物資訊，則須藉由保存修護人員利用X光照相，來確定該文物的器形、損傷情形（一足有缺）以及表面鍍錫等等。

要能同時兼顧文物修護的品質與效能，有賴扎實的理论基礎與熟練的操作技術緊密結合。文物修護理論強調對文物材質的瞭解，其中又可分成兩個面向：一方面是去瞭解各個材質的基本結構與其物理化學特性以及其對環境的相對反應，另一方面是瞭解各材質是如何由先民進行加工製造而成文物。當具備有前述理論基礎的情形下，一個專業修護人員，面對出土文物時，事實上是在進行一種延續田野考古的細部考古工作（micro-excavation）。他（她）以熟練精準的動作，慢慢將裹覆著文物的土壤與污垢剝落，探勘該出土文物的組成結構，往往在顯微鏡下發現意外與驚喜的訊息。曾經有一批在非洲馬利挖掘出土的鐵器，送進倫敦大學考古文物修護實驗室進行修護研究，一件件不成形不知名的鏽鐵塊，經過修護人員細部考

古之後，一件被鑑定與識別出爲陪葬品木柄鐵製魚叉（圖六），有一塊則被發現是一束由麻繩捆住的鐵條，很可能是當時部落之間使用的貨幣。這些訊息與修護紀錄，再結合考古隊的遺址現場繪圖、照片、有關鐵器鑄造技術的冶金科學分析成果，就形成非常有用的考古報告檔案，未來，再結合其他考古報告檔案，許許多多原本未知的過去人類文明也就因此被發現與保留了。

二、考古出土文物的保存修護

雖然大部分的時候，文物修護人員是在配備齊全的實驗室裡進行修護處理；但在考古出土文物送進實驗室之前，文物修護人員有時也會需要前往考古現場，進行所謂的現場修護（field conservation）。在英國各大學考古學系所大多都設有田野考古隊，每年寒暑假出隊到世界各地文明遺址進行考古挖掘與訓練工作，有時在前不著村後不著店的南美洲秘魯深山高地，有時在中東地區的乾燥荒漠，有時在蘇格蘭的沼澤溼地，有時則陷在非洲的部落戰爭中進行遺址挖掘。面對各式各樣的人文與地理環境及氣候，這時候能準備與隨身攜帶的修護配備有限，只能以緊急處理配備爲優先選擇；因此現場保存修護，主要都是負責安全地將文物取出（lifting）（註二），包裝妥善後運送回設備齊全的實驗室進行進一步保存修護（圖五）。

常有人將文物修護比喻爲醫師治病。簡單



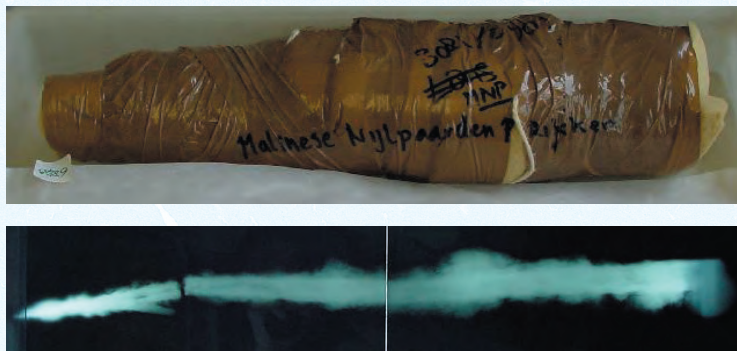
圖五 a-b 由文物修復人員進行取出文物的考古挖掘現場。圖由Dr. Turner-Walker 提供。

的說，出土文物抵達修復實驗室時的首要步驟，都是進行基本資料的填寫與紀錄。文物識別號通常包括遺址縮寫、坑號、層位與個別編號，文物狀況與製造技術的檢視與描述、相關繪圖、照片、X光片最好隨同基本資料卡一起歸檔，以利後續研究工作進行。當這些基本檢視與紀錄告一段落後，就是審慎的進行細部考古，評估文物的毀壞狀況與老化現象，根據手邊的資源，提出與執行修復計畫。並將修復材料、步驟與技法，詳實紀錄下來。由於節省空間與方便交叉檢索，目前電腦格式化的文物資料與修復紀錄資料庫，已逐漸在博物館普遍使用，例如英國博物館資訊檔案協會（MDA, Museum Documentation Association）大力推廣使用的 MultiMIMSY，就是一套建構在 Oracle 資料庫系統上的博物館典藏管理套裝軟體。

X光照相（X-radiographs）在考古出土文物的保存修復有相當普遍的應用，尤其是對金屬文物而言。除了金製文物，大部分金屬文物出土時都被鏽化腐蝕得面目全非，難以辨認其原貌或是其表面裝飾。在拆封前的X光照相，可以協助文物修復人員了解文物狀況，減低拆封時可能造成的傷害（圖六）。在檢視文物時，X光照相可以提供細部的製造技術訊息，例如：接縫錁錫或表面鍍錫。另外，非金屬文物透過X光照相，也可獲得有用的訊息，例如：彩繪木雕的木胎是數塊木頭拼湊組合而成，或是由一塊原木雕刻而成，可利用X光照

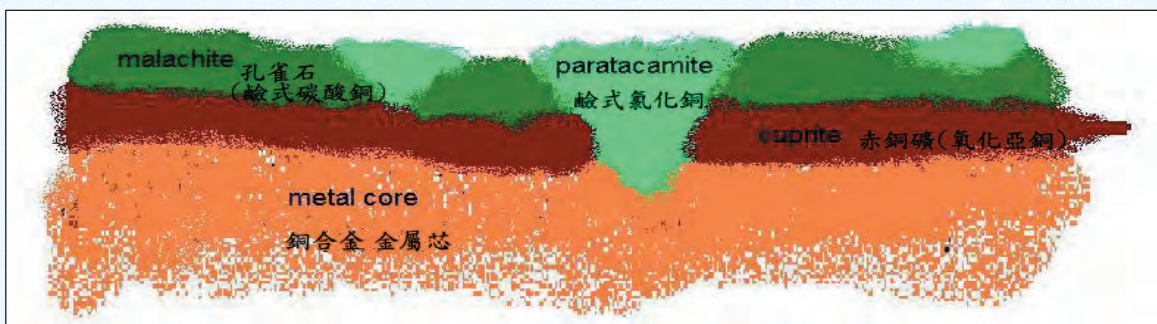
相來確定，進一步作為木胎狀況是否穩固的評斷準則。或是在英國常見的考古出土羅馬皮靴，由於入土泡水約二個千禧年之久，金屬飾品往往已鏽蝕殆盡，而透過X光照相，則可以發現原來釘在皮靴上的金屬紋飾。不過要注意的是，X光機屬於可發生游離輻射設備，因此進行X光照相時，需要有合格的運轉人員與周全的游離輻射防護，以免造成無謂的輻射傷害（註四）。

下一步，就是針對不同材質的考古出土文物選擇適當的修護處理方式。考古出土銅器的鏽化物大多是形成凸出的點狀或瘤狀物，往往影響文物本身的外觀；為瞭解原貌，標準動作通常是在實體顯微鏡下以解剖刀或竹刀進行機械式修護清潔，主要是觀察與判定鏽化物種類（圖七）以及找尋任何有關於製程的蛛絲馬跡，如：錯金銀或鍍金銀等等，並予以照相紀



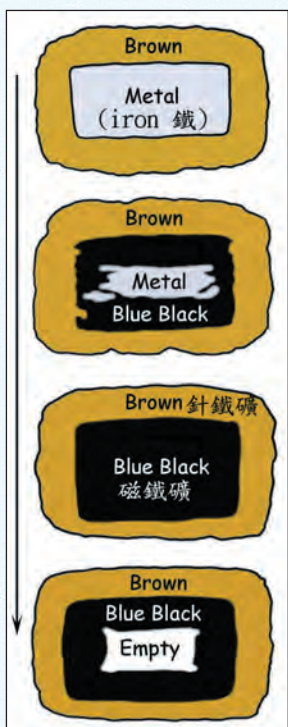
圖六 a-b 透過拆封前的X光照相，修護人員可先確知該魚叉的類型、實際尺寸大小及斷裂位置。圖由王竹平提供。

錄。上述訊息可以提供文物修護人員與考古專業人員判斷該器物當初的製作工序（塊范鑄造？或是脫蠟鑄造？）、使用歷史（食用容器、兵器或是祭祀禮器？）以及原來的埋藏環境（沙漠或是溼地？酸性土或是鹼性土？）。其他修護清潔可選用的輔助工具還有木製或金屬製尖針、軟硬毛刷以及玻璃纖維刷。而修護清潔過後的銅器，往往在上保護膜（如：Incralac）的封護處理前，還會先經過防鏽處理。針對考古出土銅器，常用的防鏽劑（corrosion inhibitor）為BTA（Benzotriazol）（註五）。



圖七 常見的青銅器鏽化物種類與其相關位置剖面圖，如：穩定的紅斑狀原生礦物「赤銅礦cuprite」，化學名稱為氧化亞銅 $[Cu_2O]$ 或是綠斑狀次生礦物「孔雀石malachite」，化學名稱為鹼式碳酸銅 $[CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2]$ ，以及不穩定的綠色粉狀鏽paratacamite，化學名稱為鹼式氯化銅 $[CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2]$ ，圖由王竹平提供。

至於考古出土銀器，其表面常夾雜銅鏽與銀鏽；因為銀是化學較不穩定的金屬元素，也就是說易與環境產生化學反應，所以銀器大多是以銅銀合金製造，以增加其化學穩定性。若是含銅量較高的銀器，表面多是生成偏綠色的鹼式碳酸銅（copper hydroxyl-carbonates）。含銀量較高的銀器，表面則容易生成一層淡紅灰色、蠟質的氯化銀（silver chloride）。對於這些表面生成鏽化物，機械式的修護清潔為標準動作，市面上販售的洗銀劑並不建議使用。有些文物修護人員會以化學藥劑（譬如檸檬酸 citric acid、氨水 ammonia 或硫代硫酸銨 ammonium thiosulphate $[(NH_4)_2SO_3]$ 輔助最後的清潔工作；不過，後二者之類的絡合藥劑（complexing agents）會比前者有機酸類藥劑有正面效用，因為它們除了溶解銅鏽、銀鏽，還可抑制從銅鏽、銀鏽溶解出的銅離子與銀離子鍍回該銀器的原有或鏽化表面。另一種化學處理方式，是將表面的銅鏽、銀鏽聚結物還原呈粉狀的金屬銀，再以毛刷清除；還原的方式有電解還原法或是以硫代硫酸鈉 sodium dithionate



圖八 常見的鐵器鏽化情形剖面圖。
圖由Dr. Turner-Walker提供。

$[Na_2S_2O_4]$ 進行化學還原。這種以化學還原方式的修護清潔大多用於處理水下考古或是沉船遺址出水的銀器或銀幣。不過若是表面上鏽化物不足以影響銀幣年代及幣值的辨認，則往往盡量不去作深度的修護清潔；若是因其含銅量較高，而有綠色銅鏽生成表面，較會採取修護清潔，以免誤辨為銅幣。

考古出土鉛器的問題較特別，由於其生成鏽化物大多為粉末狀氧化鉛或碳酸鉛；若是修護清潔方式選用不當，產生過多鉛塵，則人員會有鉛中毒之虞。因此大多採取濕式的機械式修護清潔，例如以棉花棒搭配揮發較慢的溶劑（如：石油醚），隨時將修護清潔時產生的鉛塵粉末沾濕，並以隔離包將這些沾有鉛塵粉末的棉花棒與其他廢棄物分開處理。同樣地，有些修護人員會將修護清潔過的鉛器浸泡在稀釋過的硫酸液數秒鐘，將殘餘的碳酸鉛轉化成不可溶的硫酸鉛；硫酸鉛雖然是較穩定的鏽化物，但會使銀器表面轉變成深灰色「古色」。

其實，考古出土鐵器最難保存也是最棘手的材質，因為鐵是活性很大的金屬元素，非常容易和空氣與水產生化學反應。一件結構堅硬的鐵器，經過掩埋會由外往內層層鏽化，原有的金屬芯會逐漸受腐蝕而縮小，取而代之的是結構鬆散的藍黑色磁鐵礦（Magnetite, Fe_3O_4 ）與棕橘色針鐵礦（Goethite, α - $FeOOH$ ）（註六）（圖八）。對於如何界定原來的表面（original surface），則是在高壓噴砂作業箱中（air-abrasive equipment）搭配實體顯微鏡（圖九），利用顏色

的差異，找出磁鐵礦與針鐵礦的分界點，基本上，深灰黑色磁鐵礦的部分就是原來的器物形貌，只是鐵離子游離出與周圍埋藏土反應生成棕橘色針鐵礦。不過實際的細部考古工作與修護清潔操作上，要將一件考古出土鐵器外圍包附的棕橘色針鐵礦慢慢移除，恢復其原有形貌，可能得花上數月之久。面對大量的出土鐵器，這種做法多被視為耗時且不具經濟效益。通常都是先透過X光照相篩選出重要文物，進行局部細部考古工作與修護清潔處理。而不管有無經過修護清潔處理，出土鐵器的結構都已不復原有的堅硬質地，這種出土鐵器的鬆散結構及在埋藏時從土壤游離到其結構中的氫離子，兩者皆加速該鐵器出土後對大氣中水分的吸收，鏽蝕惡化加速，因此，對於出土鐵器的保存，相對溼度的控制非常重要，放置有乾燥劑的密封容器中，將相對溼度控制在RH 15%以下，是一般的標準建議處理原則。

考古出土陶瓷與玻璃文物，是常見且大多數呈穩定的材質，需要的修護程度都不大。乾式或濕式的機械式修護清潔方式，如毛刷或棉花棒搭配溶劑，再避免接觸光與熱，使其自然乾燥於實驗室環境即可。若因展覽或研究而需要組合殘片，陶瓷與厚玻璃文物大多使用可逆性的黏著劑，如Paraloid B-72或是cellulose nitrate；薄玻璃文物則多使用環氧樹脂黏著劑，如Hxtal，主要也是因為此種黏著劑折射率與玻璃相近，破片黏合後的視覺效果較佳。但要注意的，環氧樹脂黏著劑種類很多，且可



圖九。文物修護人員正在操作高壓噴沙作業箱，進行修護清潔工作。圖由Dr. Turner-Walker 提供。

逆性不大。另外，歐洲玻璃自羅馬時代到中古時代，製造配方略有不同，出土時狀況穩定性也因不同，通常中古時期玻璃器出土時狀況都很不穩定，往往在修護清潔後，還需要進行修護加固處理（如10% Butvar B98N in IMS: Toluene 80/20）。而質地較粗糙的低溫燒製陶器（*tetracottas*），如兵馬俑，若是出土後所在環境與原先埋藏環境有很大出入，例如從熱帶環境移至溫帶環境、從乾燥環境移至溼熱環境，很容易誘發鹽害的產生。因為陶胎本身含有各式各類可溶於水與不可溶於水的鹽類，相對溼度有巨幅落差的情況下，鹽類在結晶與溶解之間就容易遷移到器物表面，形成白色霧狀的鹽漬或是粉狀鹽霜，有時在遷移過程中，鹽類結晶卡在陶胎結構就會造成陶胎的崩裂或是塊狀剝落。雖然有多種方式可以移除鹽類，但都無法

徹底杜絕鹽害發生，因為陶胎本身組成成份就包括鹽類，所以最安全的保存修復處理是保持相對溼度的穩定平衡。

有機材質文物經過掩埋後，很少不被生化的分解，經考古發掘出土而遺留後世，偶在埃及的乾燥沙漠或是秘魯的寒冷高山上，有人骨遺骸的發現；或是在浸水遺址或水下遺址等特殊厭氧環境，木質與皮革文物得以保存。因為在厭氧環境中，微生物活動能力降低，無法有效分解木材裡的纖維素與皮革中的膠原質，而另一種老化因子化學水解的速度則遠慢於生物酵素分解速度，所以泡水有機材質的整體老化速度降低許多。相對應的是，一旦這些有機材質文物一出水就會面臨化學水解加速的老化危機，這時第一個標準動作就是直接將剛出水的

有機材質文物，以密封塑膠袋或是密封盒加水暫時儲存於冷藏庫或冷凍庫，直到預計從事的修復處理方式確立為止。

在理論上，這類泡水有機材質文物的修復處理有三大原則：

(1) 移除泡水文物組織結構中的水分，但避免讓水份直接蒸發至大氣的方式，因為此法會造成有機材質文物嚴重扭曲變形；

(2) 加附分子於已受損之聚合物組織結構，以避免其與外界交叉鏈結而持續老化；

(3) 以其他分子材料取代原有水分子所佔空間，而這種分子要可溶於水，並可在室溫下維持固態，以便強化已受損的泡水文物組織結構。

所以，在實務操作上，經過多方研發與實



圖一〇 奧迪測試。左邊三隻試管為展示櫃塗料樣本，右邊三隻試管為對照組。圖由王竹平提供。

ANCIENT MONUMENTS LABORATORY			
LAB No. B30076	SITE HADRIAN'S WALL	Lab No. 1972	CU Date 01/80
Simple Name FOOTWEAR	Lab No. 392-34 (45)	CU Date 01/80	Keywords
Full Name CALLEA	Material LEATHER	Treatment completed on 5/9/89	
Previous treatment STORED DAMP ONLY	Notes 1-107		
X-Ray Note before/after PHOTO Note	AP236 & A7226 (BT)	Soil Exam 81	2-cats. HOSOGAMPE YAMORI
Documents		Sample No. 54 Materials	
Further treatment 1	Result 87	Date 88	Storage advice KEEP COOL-T. 15°C. SECUR-45
Change in			70
Compressor / operator	Signature	Date 14/2/89	71

REPORT description, technical examination, analysis, treatment, reproduction

CONDITION: ALMOST COMPLETE ROMAN SHOE IN TWO PARTS. UPPER IS LEATHER PLAT & SEPARATED FROM THE SOLE. UPPER HAS NODUS CUTL ATTACHED & THERE IS A FULL OF FINE GREY/BEIGE CLAY CONTAINING SPOTS & MUCH ORGANIC MATTER - LEAVES, STALKS & ROOTS. & THE SOLE HAS BEATEN HERRINGS - SHOWING AS ORANGE SPOTS AROUND SQUARE HOLES IN MIDDLE OF SOLE OUTSIDE OF SOLE & HERRING FRIENDS BY EDGE OF FINE CLAY/GREY CLAY IN WHICH SHOE WAS LINED. A LOOSE PIECE OF REINFORCED MIDSOLE WOUND. SURFACES.

TREATMENT: SOAKED IN RUNNING WATER OVERNIGHT TO REMOVE ANY MOLD SPORES & TO SOFTEN ADHERING DIRT, CLAY, ROOTS & SOIL. GARGLED FROM SURFACE OF LEATHER USING BRISTLE BRUSHES. BRUSHED FIBRES & FINE WATER-TERT. GARGLED IN DISTILLED WATER FOR 24 HRS, THEN GARGLED FOR 72 HRS. FROZEN FOR 24 HRS & REWEIGHTED TO CONSTANT WEIGHT. FROZEN & A LAMPING OF HOLES WAS FOUND AROUND THE HEEL & HEEL OF THE UPPER & IDENTIFIED AS HYDROLYSIS SOLUTIONS BY DR. FROESE & DR. R. SCHAFER.

圖一一 英國遺產組織古遺跡研究實驗室的修復記錄表。由Dr. Turner-Walker提供。

驗，文物修護人員針對泡木水質文物目前主要處理方式為二階段聚乙炔乙醇溶液浸泡法（2 step PEG treatment）搭配真空冷凍乾燥法（freeze-drying）。而泡水皮革文物則是以丙三醇溶液（glycerol）或以丙三醇／聚乙炔二醇（glycerol/ polyethylene glycol）混合液，取代原有水分並強化已受損的組織結構，最後以真空冷凍乾燥法，將水份凝結成固態冰，然後以減壓加溫方式讓固態冰直接昇華至氣態，避免文物變形。而處理過後的有機材質文物，一般的保存環境需求為溫度攝氏十五—二十二度以及相對濕度百分之四十四—四十五。

最後，要強調的是，考古出土文物的預期使用目的與方式，會對文物修護人員選擇修護措施具決定性的影響。針對研究用途、展示用途等不同需求，會有相對應的修護方式，譬如說，對於同樣一件考古出土鐵器，若是以研究用途考量，保存修護必須著重在穩定狀況、X光照相暨其他相關科學分析及包裝等工作；但若以展示用途來考量，也許就會著重在長時間緩慢地進行修護清潔以重顯器物原有形貌，強化展示所需的視覺效果。另一方面，針對文物收藏盒或是文物展示櫃，修護人員則須注意典藏與展示用材的選用，泰半天然用材或是合成用材皆具揮發性，因此在封閉／半封閉的環境中，容易誘發與加速文物老化。在博物館與保存修護學界，目前大多採用由大英博物館所研發的奧迪測試（Oddy test），作為典藏與展示用材品質認可的主要參考依據（註七）。

註解

- 一、羅馬時期的人物雕像，大多為古希臘人物雕像的複製品，只是以大理石材質取代原來的銅質。
 - 二、Plenderleith, Harold (1998). *History of Conservation*. Studies in Conservation 43, pp.129-143.
 - 三、相關案例，可參見王竹平（100011）〈搶救施工現場出土的羅馬壁畫殘片〉《歷史文物月刊》一一：六，頁七八—八二。
 - 四、在台灣，最初僅有民國五十九年公布實施的「游離輻射防護安全標準」，法規效力不大；但「游離輻射防護法」已於民國九十一年一月三十日立法通過，並由總統令頒布於民國九十二年二月開始實施，其中就有明文規定操作人員需領有輻射安全證書，以及其他相關配套措施，如「游離輻射防護安全標準」與「游離輻射防護法施行細則」等十九個子法。
 - 五、關於討論銅器防鏽劑的經典文章，可延伸閱讀 Sease, C. (1978). Benzotriazol: a review for conservators. *Studies in Conservation* 23, pp. 76-85. 和 Merck, L. (1978). A study of reagents used in the stripping of bronzes. *Studies in Conservation* 23, pp. 15-22.
 - 六、有關鐵鏽生成與特性，可參閱 Turgoose, S. (1982). The nature of surviving iron objects. in R. W. Clarke and S. M. Blackshaw (eds.) *Conservation of Iron*. National Maritime Museum. Maritime Monographs & Reports No. 53, pp.1-7.
 - 七、可參閱王竹平（100011）〈保存科學與博物館展示與典藏——奧迪測試〉《歷史文物月刊》一一：七，頁九三—九五。
- （※本文部份內容為Dr. Turner-Walker於10003年九月一日應本院科技室邀請至院內發表之演說。）

