

# 紀 要

第 27 号

2014. 3

公益財団法人滋賀県文化財保護協会

## 保管資料の劣化と環境対策

中川正人

### 1. はじめに

これまで30年以上にわたり出土資料の保存処理を実施してきたが、その総数は3万数千点にのぼる。個々の資料は、要望があればいつでも展示や調査研究に提供できる状態で保管されることが望ましい。しかしながら、保管中や展示活用中に種々の要因で資料が劣化したり、不適切な取扱いによりトラブルの発生があとを絶たない。これらのトラブルの原因とその対応について整理することは、再発の防止につながると考えられる。本稿では、木製品と金属製品の資料の保管状況について調査し、なんらかのトラブルが発生した具体例を写真図版とともに提示し、これら事案の共通認識をはかるとともに、こうしたトラブルの原因と解決策、そして予防措置および環境対策について考える。

### 1. 資料保管の実態

#### (1) 収蔵庫

保管資料にとって、収蔵庫がどのような環境でいかに管理されているかが重要である。近年では収蔵庫が各所に増築され、その構造は鉄筋コンクリートの基礎に鉄骨づくりで、収容能力も増加し量的に余裕がでてきている。また、博物館では空調設備により温度と湿度がコントロールされている特別収蔵室が整備されている。

#### (2) 保管場所

環境対策として、資料の種別により保管場所を選択することも重要である。木製品や金属製品の場合、温度や湿度の急激な変化が起きやすい場所は避けることが求められる。しかしながら、遺跡単位、報告書単位での収納が原則であるため、種々の資料が混在して保管されているケースも多い。

#### (3) 保管ケース

資料の保管場所はおおむね資料の大きさに左右される。多くの資料は、通称コンテナと呼ばれる樹脂製の箱に収納されている。小型の資料は、さらにプラスチック容器に入れられることがある。いっぽう木製品で大型の資料については、資料の大きさに応じた大型のコンテナや、さらに大型の建築材や丸木舟については保管場所が限定される。

資料の安定化のため、上記の保管ケースのなかにエアキャップシートや薄葉紙、綿を下に敷いたり、包み込んでいく。これら保管ケースのなかに入れる梱包材料の種類や扱い方により、トラブルを招く場合がある。

#### (4) 管理担当

適正な環境のもと保管されていても、定期的な点検や乾

燥剤等の交換など管理面から発生するトラブルも多い。収納後、一度も所在確認や点検が実施されないケースも多々あるが、それは論外として、資料点検の頻度が多ければ、資料に何かのトラブルが発生していたとしても、いち早く対応できる。

### 2. 木製品のトラブル事例とその対策

滋賀県においては若干の外部委託を除き、木製品の保存処理法はPEG含浸法がほとんどである。PEGによって保存処理された資料は、高温、高湿度に弱いといった性質がある。これはPEGの樹脂が水溶性であるといった性質に起因している。PEG含浸法で処理された木製品は、高温、高湿度の環境下ではべとつくとともに、ついには木製品内部のPEGが染み出てくる。さらにそのままの状態では乾燥すれば、シミや白色のPEG固形物が生じたり、全体に黒色化する。

こうした現象の発生は、木製品に適した環境の下で保管することで回避できる。前述するように、近年の保管環境は収蔵庫が整備され、かつての状況とは著しく改善されているため、保管中のトラブルは減少傾向にある。

次にトラブルの具体例を提示するとともに、その原因と対策を考える。

(1)折損 木製品のなかでの折損は、薄手のものや細長い形状のものに発生しやすい(写真1)。保存処理した資料といえども折れやすく、移動のさいは形状に応じた台に載せることでトラブルを防ぐことができる。

(2)分離 接着部分の分離は、取扱い等で無理な力がかかったためと考えられる。こうした分離は、接着面のすぐとなりで断裂するため、資料に少なからずダメージを与える(写真2)。

(3)分解 前例と同様接着部分から分解するケースが多い。強い力が資料に加われば、時として粉々になることが考えられる(写真3)。

(4)黒色化 木製品の黒色化は、資料が置かれた環境に大きく左右される。温度、湿度とも高い夏季に集中して発生する(写真4)。対策として、温度や湿度の管理に注意が必要である。

(5)PEGの析出 PEGの析出は、前例にみられるように温度、湿度が高い環境に置かれると、資料内部のPEGが表面へしみ出したのち固形化するさいに、PEGの析出がおこる(写真5)。

(6)PEGの粉状化 PEGの析出の症状の一例として、PEG

の粉状化もしばしばみられる。保存処理後、十分な乾燥時間をかけずに収納、保管した例に多く見られる(写真6)。

(7)白色析出物 白色析出物は、前述のPEGの粉状化と症状が似ているが原因が異なる。保存処理された木製品で、分割された部材を接着剤で接合し、欠損部に充填を加えた箇所が発生している(写真7)。この部分を実体顕微鏡で観察すると、白色の針状析出物が観察される。これは欠損部の補彩に用いた白色顔料が高い湿度の環境下で析出するものと考えられている。対策として、保存処理された木製品は、すぐにエアーキャップシートやポリ袋に収納せず、十分に乾燥させてから収納することで、このトラブルの発生を防ぐことができる。

(8)カビの発生 カビの発生は、保存処理前および保存処理後ともに発生する。これも保管環境が原因で、高温、高湿度に長く置かれたもので、黒カビの発生が見られた(写真8)。ひとたびカビが発生すれば、カビが作り出した色素を資料の内部にまで残すことになり被害は重大である。カビの汚れを取り除くなどの修復は、外科的な処置が必要で資料そのものを傷つけるため不可能に近い。

### 3.木製品の再修理と保管収納

次にトラブルが発生した木製品の応急的処置や再修理について概略を述べる。黒色化やPEGの析出などの事例は、木製品を温水で洗ったのちエチルアルコール60%水溶液で再度洗う漂白処置を行い、さらに充分乾燥させることで元に戻る(写真9)。折損や分離、分解は、破断面に接着剤を塗布し再接合する処置が必要となる(写真10、11、12)。

再修理に使用する薬剤として、再接合や欠損部への充填にはエポキシ系接着剤を使用する(写真13、14)。収納のさいにはラベルの取り付け(写真15)、薄手の木製品や長尺の木製品には、ダンボール板や合板を利用した保管台を別途作成し、サポートすることで安定化し取扱いも楽になる(写真16)。

### 4.金属製品

金属製品のなかで鉄製品と青銅製品は、サビの危険性が高い。出土直後の鉄製品は、土や砂、サビの付着とともに水分を多く含んでいる(写真17)。また鉄製品の断面には、埋蔵中に進行したサビにより亀裂や空洞が見られる(写真18)。こうした亀裂や空洞には水分が潜み、さらなるサビの進行を促すおそれがある。そのため徹底した乾燥が必要である。さらに必要な場合X線写真を撮影し、そのフィルムを参考にサビ取りを実施し、次いで恒久的な保存処理に入れることが望ましい。

次に鉄製品のトラブル事例を取り上げ、その問題点と対応について述べる。事例の多くは取扱いによるトラブルより、保管環境に問題があるケースが多くみられる。温度と

湿度、それを取り巻く環境に起因すると考えられる。

(1)密閉容器(タッパー)保管 金属製品を密閉容器に保管する場合、十分に乾燥した状態で収納する。少しでも湿気があればサビの進行につながる(写真19)。保存処理に至る前に、すでに折れや剥離、さらには粉状化や崩壊に至っているケースも見られる。

(2)鑄造鉄斧 鑄造による鉄製品は、小破片となって崩壊しやすく注意が必要である(写真20)。

(3)鉄釘の崩壊 鉄釘や大刀、刀子などは鉄素材を折り曲げて加工していることから、薄片状に分解する傾向にある。この写真は、左から右にかけて劣化のプロセスを表している(写真21)。

(4)移動によるトラブル 展示に備えての貸し借りのさい必ず移動がともなう。崩壊しやすい資料は、そうした際トラブルとなって現れる(写真22)。

(5)折損 接合した資料は、接合面の接着剤の劣化や強い力が働いた場合折損する(写真23)。やや頻発するトラブルであり、取扱いに注意が必要である。取扱いによる折損は、大刀などの長い形状のものや鉄鎌など細い形状のものなどに多く見られ、保存処理により接合された箇所折れることが多い。接合箇所では、接着剤の劣化が第一に考えられる。また、欠損部に充填された合成樹脂との接着面での剥離も多く見られる現象である。

(6)染み 薄葉紙で梱包された鉄製品は、湿気の多い環境で必ずと言っていいほど染みが出る(写真24)。薄葉紙の使用は、移動のさいに使用することにとどめ、保管には使用しない。不織布など水分を取り込まない素材を使用することが望ましい。保管中に多く発生するこのトラブル例は、室温の高い場所から急に低い場所へ移動した場合、あるいはその逆の場合に生じる現象で、結露が原因である。結露によって水滴やサビ汁が発生し、梱包材である薄葉紙にその痕跡をシミとして残す。さらに結露した水が金属と反応しサビを形成する。とくに梱包材にサビ汁が認められる場合、必ずと言っていいほど資料に変化がみられる。

### 5.金属製品の再処理と保管収納

金属製品のなかで、湖底遺跡などからの出土資料で、出土当初から長年の保管中ほとんど変化を生じないものが存在する。これは埋蔵環境によるものと考えられ、土中の酸素濃度が極端に低く酸化による腐食をほとんど受けていない。こうした資料は、おおむね安定している。いっぽう、丘陵地の古墳などからの出土資料は、腐食が金属の内部にまで進んでいる。そのなかで完全に腐食が進み、酸化鉄の塊の状態になっていけばそれ以上のサビの進行はないが、問題が生じるのは、内部に金属質を残した状態のもので、サビの進行途上のものがトラブルが生じやすい。

折損やサビをそのまま放置すれば、さらに劣化が進行す

る。応急的な処置であっても、土器の接合に使う接着剤(商品名:セメダインC)の使用は避ける。この接着剤は、金属製品の保存処理に使用した場合、アクリル樹脂や有機溶剤と反応し白濁するとともに、急速に接着力が低下する。

保存処理済みの資料を通常環境で保管した場合でも、経年変化により何年かのちに接合力所の分離や分解が発生し、再処理が必要となる。トラブルが深刻な場合や指定文化財(国・県・市・町)については、資料を実測図や写真と照合するとともに、破片を回収する。ただちに所轄の機関の担当者へ連絡し、その判断を受けて専門的な保存処理を実施する必要がある。

次に、再処理の例として鉄製轡と青銅鏡の事例を、保存処理工程を追って紹介する。

#### (1)鉄製轡の再処理

写真図版に示す鉄製轡(写真25)は、やや小規模な古墳からのもので、出土してから30年近く経過している。当初に実施した保存処理後の保管および展示環境は明らかでないが、全体的に劣化が進行し一部崩壊の状態にあった(写真26)。接着剤や充填剤の劣化により接着面の強度の低下がみられたため、解体修理を実施した(写真27)。各部分の再接合は、当初撮影したX線写真(写真28)を参考に接合作業をすすめた(写真29・30)。接合のあと欠損部を充填し、補彩をおこなった(写真31)。再修理が完了し(写真32)、乾燥剤および脱酸素剤を封入し保管、収納した。

#### (2)青銅鏡の再処理

この青銅鏡は、1960年代に緊急発掘調査により出土し、応急的処置として合成ゴム系接着剤により接合され、欠損部は石膏で充填されていた(写真33・34)。鏡の接合部が数か所分離するとともにブロンズ病と呼ばれる明るい緑色をした粉末状のサビが発生していた。そのため再修理することとなり、事前調査としてエックス線写真を撮影した(写真35)。再処理の方針として、以前の補修部分を除去して解体し、ベンゾトリアゾール法によるサビ止め処置をしたのち(写真36)、アクリル樹脂(パラロイドB-72)による強化処置を実施することとした。また、破片の接着にはエポキシ系接着剤を使用し、欠損部への樹脂(エポキシパテ)の充填をおこなった(写真37・38)。保存処理後は、専用のアクリルケースに入れて保管した(写真39・40)。

### 6.保管環境の改善

これまで述べてきたように、保管資料に発生したトラブルの要因は、保管環境と展示環境、さらに取扱いに大別できる。次に、トラブルの予防にむけた改善策を整理する。

#### (1)保管ケースの点検

とくに金属製品の保管には、乾燥剤(写真41)<sup>(1)</sup>および脱酸素剤(写真42)<sup>(2)</sup>を封入する。脱酸素剤は、空気を通しにくい特殊なポリ袋を利用し、シーラーにより確実に口を

閉じることが必要である(写真43)。展示のあとに資料を撤収する場合、あるいは貸し出し後は梱包の状態を確認し、もとのケースやポリ袋に戻す場合はとくに、前述した脱酸素剤および乾燥剤の新鮮なものを封入することが重要である。保管ケースの下部に乾燥剤等を収納でき、展示も可能なケースも便利である(写真44)。

#### (2)梱包のさいの注意点

保管資料を展示などに供する場合、移動を伴う。そうした場合、前述した事故を防ぐためにも資料の材質や形状にあった梱包を心がける必要がある。梱包に問題があった場合は、その材質と梱包の仕方について検証する必要がある。美術工芸品の梱包に常に使用される薄葉紙やふとん綿(木綿)はいずれも湿気を呼びやすく、長期にわたる梱包は避ける。湿度の高い場所で、これらの材料により包まれ、さらにエアークラップシート(気泡緩衝材)により包装された資料は、いわゆる呼吸ができず湿気を閉じ込めた状態に置かれる。こうした梱包によるトラブルは、金属製品、木製品ともに多く注意が必要である。トラブルの対策として、綿の材質を合成綿(ポリエステル綿)に変えて使用することが望ましく、保存処理後はしばらくの間梱包せず、充分乾燥させたいケースなどに収納することが求められる。また、木製品の項目で述べたように、折損などのおそれのある資料については、適切な梱包材を施した状態で保管することが望ましい(写真45・46)。

#### (3)取扱い

資料の取扱いについては、担当者が直接かかわることから、いくつかの留意点を心がければトラブルが避けられる。資料の活用には常に危険が潜んでいる。移動中の振動や不意の衝撃によるトラブルに注意すれば事故はかなり防ぐことができる。いずれにしても、取扱いの基本を忠実に守ることが基本である。

#### (4)収蔵庫の保管環境

収蔵庫での保管環境の改善は、安全な収納を心がけることに尽きる。指定文化財はもとより、脆弱と認められる資料については、まずトラブルが起きない環境を整えることが重要である。温度、湿度がコントロールできる収蔵庫では、外気あるいは一般室内の温度、湿度との差を最小限にすることが望ましい。

特別収蔵庫の空調器のしくみは、通常の空調設備に加え専用のフィルターと加湿器を備えている(写真47・48)。特別収蔵庫の湿度は、通常Rh60%(相対湿度60%)と設定することが多い。そこで問題となるケースが起きる。たとえば外気の温度が収蔵庫より低い場合、資料の出し入れのさい梱包材を含め資料が結露する危険性ははらんでいる。また、梅雨時など外気の湿度が高く、収蔵庫の温度が低い場合も同様に結露が生じ、木製品、金属製品とも種々のトラブルが発生しやすい環境となる。



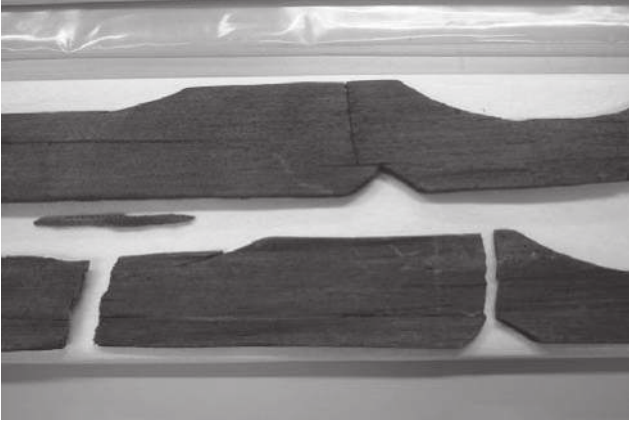


写真1 折損



写真2 接着力所の分離



写真3 分解

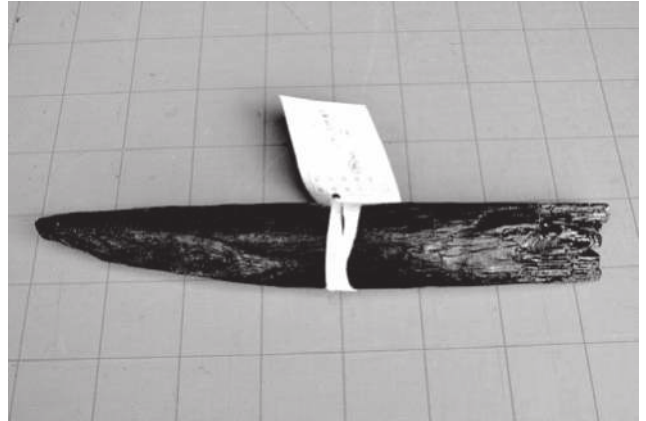


写真4 黒色化



写真5 PEGの析出



写真6 PEGの粉状化



写真7 白色析出物



写真8 カビの発生



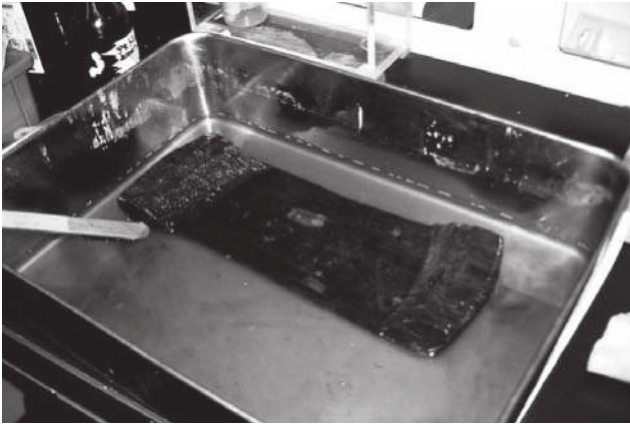


写真9 漂白処理



写真10 接着剤の塗布



写真11 棒状製品の固定



写真12 曲物の固定



写真13 接着剤 (エポキシ系接着剤)



写真14 欠損部への充填剤



写真15 ラベルの取り付け



写真16 木製品の保管台



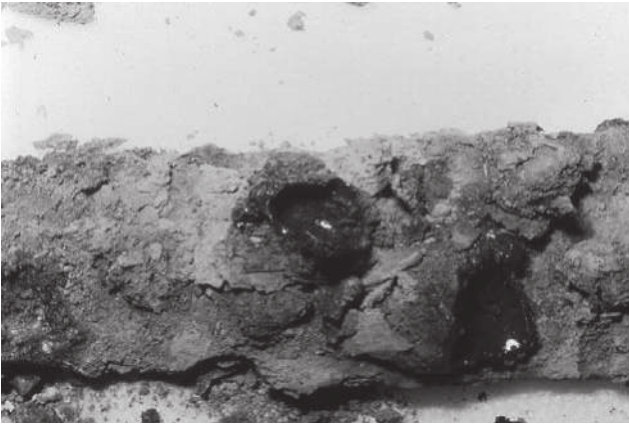


写真 17 出土直後の鉄製品

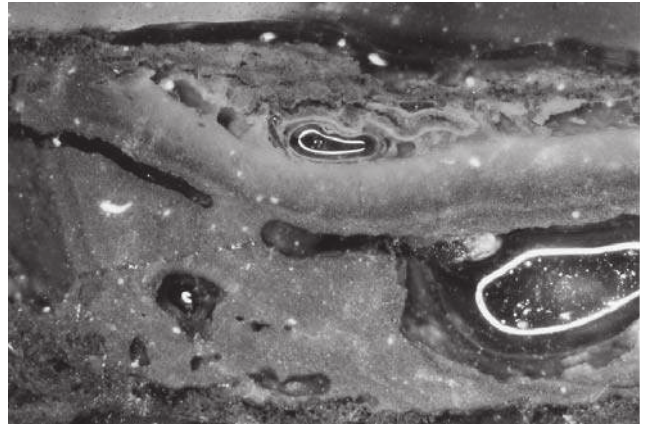


写真 18 鉄サビの断面(拡大)



写真 19 タッパー保管の鉄製品



写真 20 鑄造鉄斧の崩壊



写真 21 鉄釘の劣化のプロセス



写真 22 移動によるトラブル

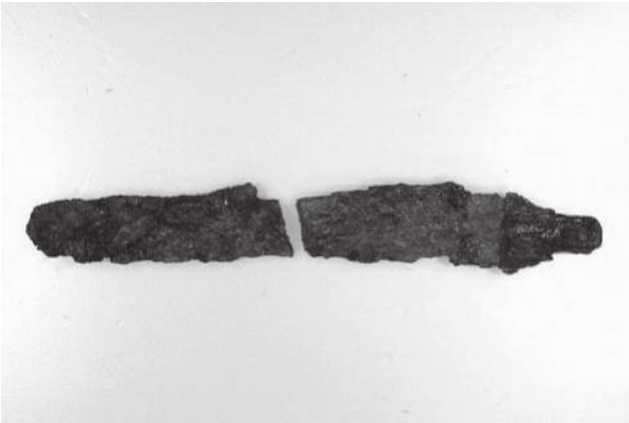


写真 23 折損



写真 24 薄葉紙で梱包された鉄製品



写真 25 崩壊寸前の馬具



写真 26 崩壊寸前の馬具(拡大)



写真 27 解体修理

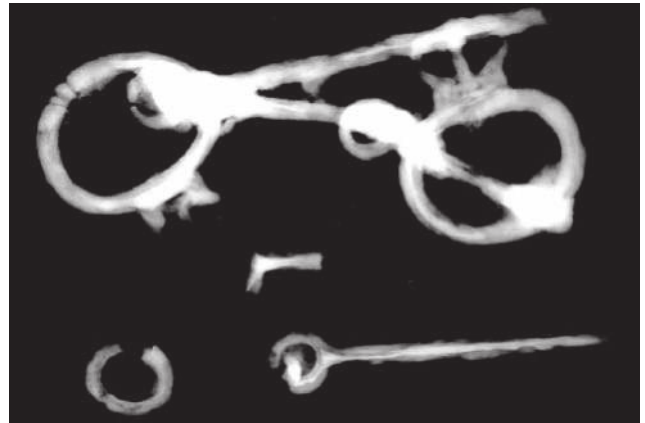


写真 28 X線写真



写真 29 各部分の再接合



写真 30 接合作業



写真 31 補彩

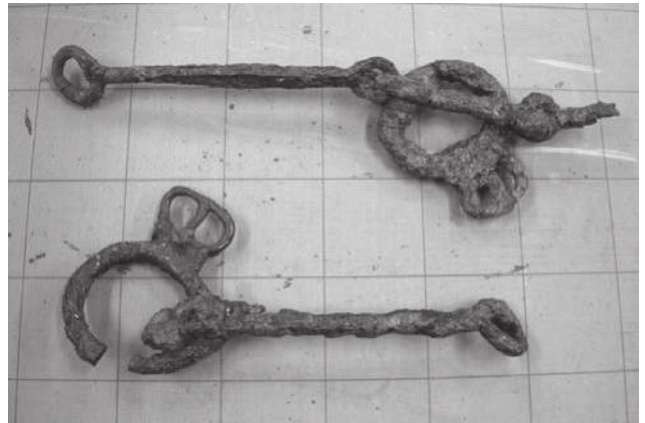


写真 32 再修理の完了



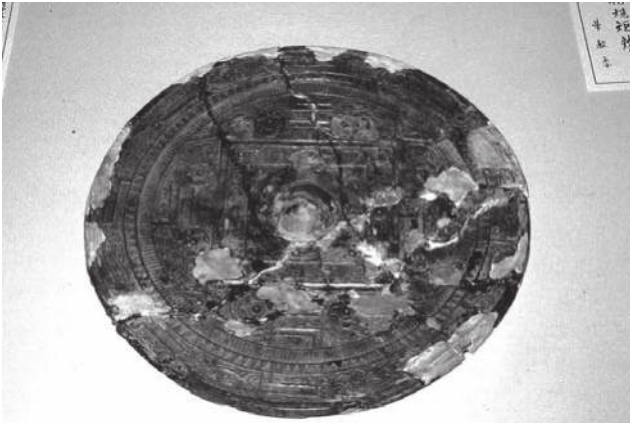


写真 33 青銅鏡 (保存処理前)



写真 34 欠損部の充填 (石膏による)

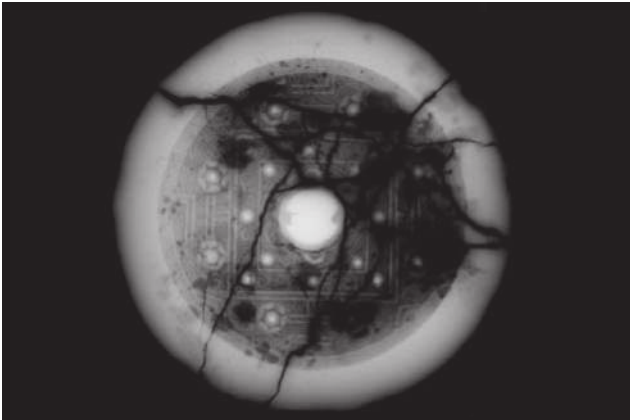


写真 35 X線写真

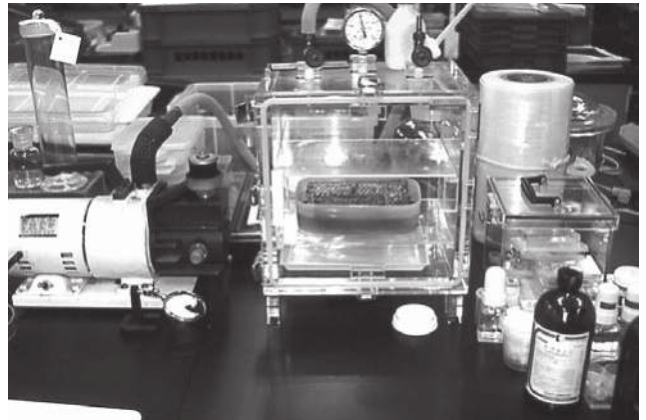


写真 36 防錆処理 (ベンゾトリアゾール法)



写真 37 接合作業



写真 38 接合箇所の固定



写真 39 保存処理完了 (保管展示ケースに収納)



写真 40 左:保存処理前 右:保存処理後



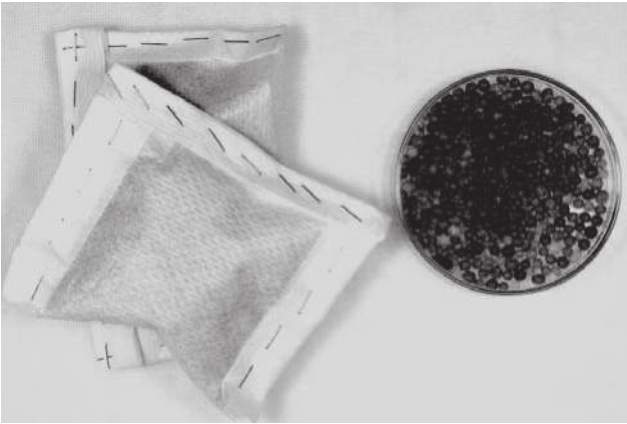


写真 41 乾燥剤 (シリカゲル)

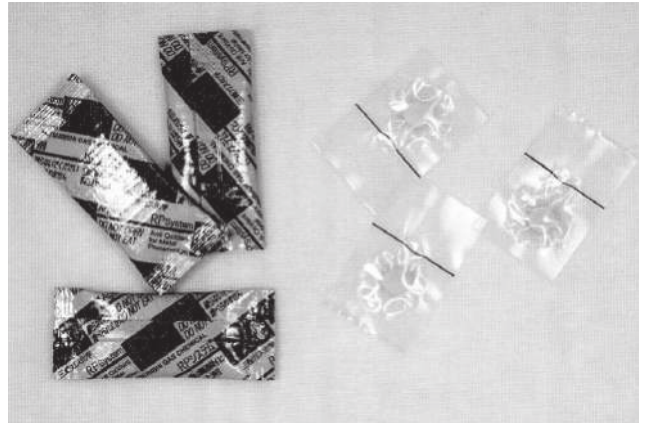


写真 42 脱酸素剤 (右: インジケータ)



写真 43 脱酸素剤の封入

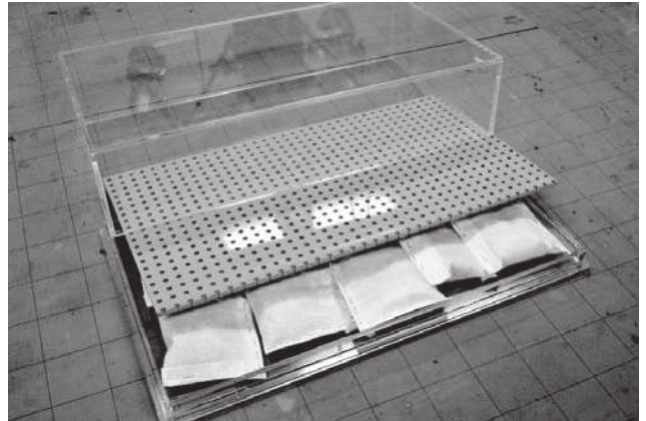


写真 44 展示保管ケース



写真 45 木製品の保管収納状況 1



写真 46 木製品の保管収納状況 2



写真 47 空調設備 (操作盤)



写真 48 加湿器



対策として、資料の材質に応じた温度、湿度設定にすることが必要で、考古資料の場合は相対湿度を低く設定することが求められ、とくに最近増加しつつある国および県指定の考古資料については、保管に関する必須の条件とされる、相対湿度55%以下をめざすことが必要である。

#### まとめ

保管資料の安全な管理をめざすためには、資料を定期的に点検し、資料に問題やトラブルが見つかった場合、資料の状態に応じた適切な処置を早急を実施することが必要である。定期的な点検時や貸し借りの作業中に資料に異常を発見しても、そのまま放置すれば状態はいつそう悪化する。また、事前の借用依頼や展示予定がある場合、早めの所在の確認と状態のチェックにより、時間的な余裕が生まれその処置に対応できるというメリットがある。資料を後世に伝え残すためにも、こうした資料の再点検がいま求められている。

#### 註

- (1) シリカゲルは、メタケイ酸ナトリウムの水溶液を放置することによって生じる酸成分の加水分解で得られるケイ酸ゲルを脱水・乾燥したものである。組成式は $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 、CAS登録番号は7631-86-9である。多孔質構造(細孔構造)を持ち表面積が広いので、乾燥剤や触媒の担体として利用される。無色半透明であるが、水分の指示薬として塩化コバルト(II)を添加したものは青(水分吸着力が大)から淡桃色(水分吸着力はほとんどない)を呈している。乾燥剤としてのシリカゲルは、電子オーブンまたはフライパン等を用いた加熱で、細孔内部の水分を蒸発させることにより再利用が可能である。
- (2) 脱酸素剤は、使い捨てカイロに原理と構造が似ており、鉄が酸化するさい酸素を吸収する性質を利用したもの。脱酸素剤「エージレス」および酸素検知剤「エージレスアイ」は、1977年頃に(株)三菱ガス化学により商品化された。

#### 文献(著者名・刊行機関名50音順、刊行年順)

- 伊藤健司(2004)「保存処理後遺物の経年変化」元興寺文化財研究所  
伊藤隆夫編『木の考古学』(2012)海青社  
文化庁(1997)「国宝・重要文化財の公開に関する取扱要項」

**【編集後記】**

本号は、縄文時代から近代までの、埋蔵文化財やその資料管理、建造物など、文化財にかかわる日頃の研究成果の集成、論考の再評価、等となっており、幅広い時期と事物を対象とした豊富な内容となりました。

本書が、文化財の保護と調査・研究の進展のため、広く活用されることを願います。(編集担当)

平成26年（2014年）3月31日

## 紀 要 第 27 号

編集・発行：公益財団法人滋賀県文化財保護協会  
520-2122 滋賀県大津市瀬田南大萱町 1732-2  
(TEL) 077-548-9780 / (FAX)077-543-1525  
e-mail: mail@shiga-bunkazai.jp  
<http://www.shiga-bunkazai.jp/>

印刷・製本：マルキ印刷株式会社