

金属製・木製遺物に対する応急処置と 一次的な保管方法について

三ツ井 朋 子

は じ め に

発掘調査は、長期間外気に触れることなく土中に埋没していた遺物にとって、急激な環境変化をもたらすものである。特に外気の影響を受けやすい金属製・木製遺物は、急激な環境変化により劣化が急速に進み、放置すればいずれは崩壊し、資料的価値が失われてしまう。

現在、金属・木製遺物を研究資料として、また展示資料として長く活用するため、金属製遺物については防錆・遺物強化を目的とした脱塩処理・樹脂含浸が行われ、木製遺物については遺物強化を目的としたポリエチレングリコール（以下、PEGと略称する）の含浸などが広く実施されている。遺物の保存は以下のような一連の作業工程を踏んで行われるものであり、恒久的な保存処理はこの一部なのである。



「保存処理」というと、現場とは切り離された保存処理室で実施されている感が強いが、前述の通り、遺物の劣化は出土時点から始まっており、現場での適切な応急処置も保存処理の重要な一步なのである。

また、新潟県内では発掘現場から恒久的な保存処理に至るまでの一次的な保管期間が数カ月から数年に及ぶものが多く、保管環境の管理も金属製・木製遺物の保存において重要になっている。この間の管理を怠ると腐蝕や腐朽が進行し、金属製遺物では剥離や崩壊が見られ、木製遺物では変形が生じたり加工痕が甘くなるなど、出土時点の形状を損なう恐れがある。

小稿では、脆弱な金属製・木製遺物の発掘現場での応急処置と、一次保管の方法を紹介する。ここで紹介する方法は、日頃の調査・整理作業が調査員だけでなく作業員の補助を受けることを考慮し、できるだけ安全で簡便な方法を選択した。

1 金属製遺物の応急処置と一次保管方法

金属が水や酸素、塩化物に接触すると表面に腐蝕生成物（「さび」と呼んでいるもの）が生成され、これが金属部分を侵していく。金属製遺物も埋没環境や出土後外気にさらされることによって、同様の現象を起こし、腐蝕の著しいものは金属部分を全く残さないものさえある。ここでは金属製遺物の応急処置と一次保管方法について紹介する。

a) 発掘現場での応急処置

金属製遺物にとって水や酸素、塩化物との接触は腐蝕生成物を生成させ、劣化を進行させる原因となる。金属製遺物が出土したら、腐食の要因から遺物を遠ざけると共に、できるだけすばやく写真撮影・実測を済ませ、発掘現場での作業時間を短縮することが必要である。通常の写真撮影では、土器や石器の表面を

水洗いしたり、遺構や遺物が乾燥して白くなると散水することが良くある。金属製品の場合はエタノールを使用し、腐蝕の原因となる水を避ける必要がある。

遺物の中には表面が剥離しているものや、刀などに鞘の木質が部分的に認められるもの等があり、そのまま取り上げるとバラバラになってしまう可能性がある。このような遺物は発掘現場でアクリル系の樹脂を用いた部分的な仮強化を行い、写真撮影前の清掃や遺物のとり上げの際に部品がバラバラになることを防ぐ必要がある。ただし、この様な仮強化は取り上げ後に実施する各種の自然科学分析や恒久的な保存処理の方針を現場担当者、分析・保存処理担当者の間で十分に検討してから、行わなくてはならない。

遺物表面の仮強化方法

①剥落しそうな遺物表面を固定するためにアクリル系樹脂「パラロイドB72」の10%アセトン溶液を作成する。パラロイドB72は長さ5mm程のビーズ状をしており、アセトンで完全に溶解するには1日程度かかる。フィルムケースや蓋付きのガラス瓶等に作っておくと現場への持ち運びに便利である。

②遺物表面の清掃後、エタノールを何度も注ぎ、最小限の脱水を行う。遺物が湿っていると、樹脂が染み込みにくい。

③パラロイドB72のアセトン溶液を強化したい部分に筆などを使って塗布する。いきなり高濃度のものを塗布すると遺物内部に染み込まずに表面で固まってしまうので、低濃度のものを複数回塗布する。B72が表面で固まってしまった場合は、アセトンで拭き取る。

b) 遺物の取り上げ方法

遺物の形状を把握できるが腐蝕が進行して取り上げが困難な場合は、出土時の状況のまま周囲の土と共に遺物を一括して取り上げる方法がある。ここでは、発泡硬質ウレタン樹脂（以下、ウレタンと略称する）を用いた方法を紹介する。

発泡硬質ウレタン樹脂は住宅の断熱材や隙間の充填材として使用されているもので、噴射すると瞬時に発砲し、1~3時間程で硬化する。石膏等に比べ軽量で遺構の移築作業などにも利用されている。今回の作業で使用したウレタンはホームセンターで1本2500円程度で購入したものであるが、このほかに2液を混合させてノズルから噴射せるものも手軽に利用することができる（写真1）。



写真1 発泡硬質ウレタン樹脂（2液式）

ウレタンを使用して取り上げた遺物は速やかに土を除去し、乾燥状態で保管するか保存処理を行う必要がある。放置しておくとウレタン内で崩壊していくので注意する。また、ウレタンは紫外線に弱いので室内で保管するか、シートなどをかけて直射日光を防ぐことが必要である。

発泡硬質ウレタン樹脂を用いた取り上げ方法

①写真撮影・図面作成終了後、遺物の周囲を掘り下げ、遺物を柱にして残す。（写真2）

②遺物にウレタンが直接付着しないようにティッシュペーパーなどで遺物を覆い、さらにサランラップやアルミ箔、シリコン樹脂等をかぶせてウレタンの浸透を防ぐ。

③ウレタンの発泡させる範囲を制限するため、遺物の載った柱の周囲を厚紙で囲う。厚紙の周囲には五寸釘や竹串を打ち、厚紙がウレタンの発泡に負けないよう支える。

④防護メガネ・マスク・手袋を着用し、ウレタンを充填する（写真3）。ウレタンの量は、噴射後発泡するため充填したい量の5分目位を目安に充填すると良い。硬化時間は製品や気温等により異なるが30分～3時間程である。写真3で使用しているウレタンは1液式である。

⑤ウレタンが硬化したら、ノコギリやカッターで上面を平にカットする。これは、地面から切り離し、天地をひっくり返した時、ウレタンを安定させるためである。

⑥地面と切り離すためウレタンの底面にステンレスの板を差し込む（写真4）。この時は手で押し込んだが、ジャッキを利用すると比較的容易に差し込むことができる。差し込んだ板はひっくり返すとき中の土が崩落しないよう紐でしっかりと固定する（写真5）。地面と切り離す方法は、土の質や物の大きさによって様々な方法がある。

⑦ゆっくり天地をひっくり返し、搬出する。ひっくり返した面の土の崩落が心配な時は鉄板をはずし、ウレタンで覆うと良い。



写真2 遺物の周囲を掘り下げる



写真3 ウレタンを充填する



写真4 地面と切り離す



写真5 鉄板を固定する

c) 遺物の洗浄

取り上げた遺物は表面の状態や付着物（漆・繊維の付着など）等の観察を十分に行った後、速やかに洗浄し、低湿度の環境で保管することが必要である。発掘現場から取り上げた遺物を泥が付いたままビニール袋などに入れておくと結露して遺物の腐蝕を進行させる原因となる。

金属製遺物の洗浄には腐蝕の原因となる水を避け、エタノールを使用する。エタノールをタッパやバット等に満たし、この中に遺物を入れ、筆を使って泥や汚



写真6 遺物のアルコール洗浄

落ちにくい汚れは少しアルコールに浸してから洗浄すると良い。

れを落とす（写真6）。洗浄作業にあたる人は、ポリエチレン手袋を着用し、換気を十分に行うよう注意する。

d) 恒久的な保存処理までの一次保管方法

冒頭で記したように、多くの遺物は出土してから恒久的な保存処理を行うまでの一次保管期間が数カ月から数年、長いものでは十数年の長期間に及ぶものが多い。できるだけ良い状態で保存処理を行うには、一次保管の環境や管理が重要である。ここでは、従来のシリカゲルを使用した保管方法のほか、金属製造物用脱酸素剤を使用した新たな保管方法についても紹介する。

遺物の緩衝材・支持材

従来、一次保管には緩衝材として脱脂綿が使用されてきたが、脱脂綿は水分を吸収しやすく、鉄製品の緩衝材としては適さない。脱脂綿に替わる緩衝材として、ミラマット・エアマット・不織布（ポリエステル製）を使用すると良い（写真7）。

また、金属製造物の折れを防ぐ支持材としてはアクリル板・硬質塩ビ板を使用すると良い。ミラマット・エアマットは引越の時の緩衝材や陶器の梱包に使用され、不織布は靴やバッグ等の包装に使用されている。いずれも事務用品を扱う業者から入手可能である。またアクリル板などは、大きさ・厚さにバラエティーがあり、専用のカッターを使って必要な大きさに切断することができる。ホームセンターで板・カッターとも入手可能である。

乾燥剤（シリカゲル）を使用した保管方法

乾燥剤として広く使用されているシリカゲルには、ブロック・碎片・小球状の様々な形態があり、色調も白色と青色の2種類があるが、これらの形態や色調による乾燥能力の差はない。青色のシリカゲルは水分を吸収し能力が衰えるとピンク色に変色するため、白色のシリカゲルに混ぜて使用すると交換時期を知る目安となる（写真8）。ピンク色に変色したシリカゲルはフライパンで煎るか電子レンジにかけて再利用することができる。シリカゲルは理科教材を扱っている業者で入手することができる。

①シリカゲルを用意する。チャック付きのポリ袋に入れたり、不織布で包むと扱いやすく、再利用する際もゴミが混ざらない（写真8）。

②青銅製品は、腐蝕抑制剤であるベンゾトリアゾール（以下BTAと略称する）の1%エタノール溶液を染み込ませて乾燥した薄葉紙で包むと、BTAの気化性の防錆効果が得られる（写真9）。また、腐蝕の著しいものにはBTA溶液を直接塗布しても良い。ただし、

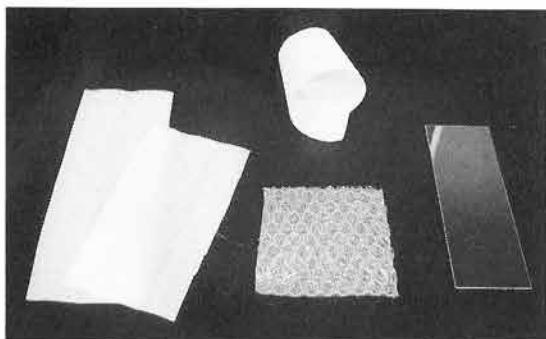


写真7 緩衝材・支持材各種

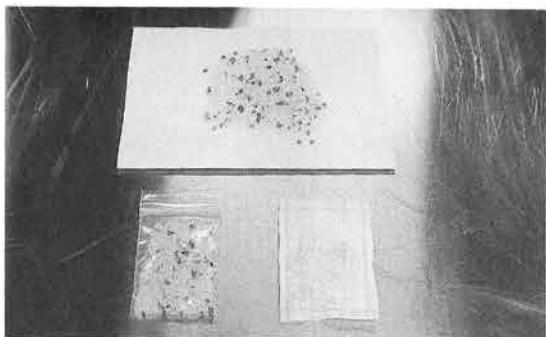


写真8 シリカゲル（青+白）

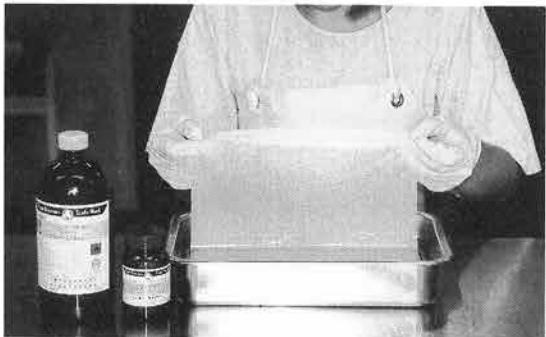


写真9 薄葉紙にBTAを染み込ませる

B T A は有毒であるため、使用後排水せずポリタンクなどで保管し、廃液処理業者に引き取ってもらう。

③タッパ等の密閉容器にミラマット等の緩衝材を敷き、①のシリカゲルと洗浄した遺物を入れて保管する（写真10）。しばしば、ポリ袋の中にシリカゲルと遺物を入れて保管していることがあるが、ポリ袋は外気が透過しやすいため、密閉容器の中での分類に使用し、長期的な保管には使用しないようにする。



写真10 密閉容器に保管する

④1ヵ月に1度、密閉容器内のシリカゲルがピンク色に変色していないか点検する。変色している場合は速やかに新しいシリカゲルと交換する。この定期的な点検を怠ると、シリカゲルを入れていても遺物の劣化は進行し、崩壊してしまう。

金属製遺物用脱酸素剤（R P 剂）を使用した保管方法

近年、前述のシリカゲルや脱酸素剤「エージレス」に代わり、金属製遺物用脱酸素剤「R P 剂」とハイパリアフィルム「エスカル」を組み合わせた「R P システム」という金属製遺物保管方法が三菱ガス化学により開発され、急速に全国各地へ普及している[松田1996]。

この保管方法は、R P 剂が腐蝕の原因となる酸素・水分・腐蝕性ガスを吸収し、無酸素で低湿度の環境をつくり、ハイパリアフィルム「エスカル」が外気の進入を遮断し、この環境を長期間保持することにより腐蝕速度を抑える方法である。保存処理前の一次保管にも、処理後の二次保管にも利用することができ、作業も簡単で安全である。1回のパックの有効期間は5年以上で1年のコストは1点数十円程である。ただし、初年度はR P 剂・エスカルなど必要な薬剤・道具を購入するのに約6万円（遺物100点分）が必要になるため、シリカゲルと比較すると割高感は否めない。しかし、腐蝕の原因となる塩化物の除去（脱塩処理）を行っていない遺物の一次保管には最も有効な保管方法である。R P システムに必要な薬剤は大阪市の㈱三恒商事で取り扱っている。

①R P システムに必要な薬剤・材料を用意する（写真11）。必要なものは、R P 剂、エスカル、酸素検知剤（パック内が無酸素になると青からピンクに変化）、青色のシリカゲル少量（パック内の水分量を確認するため）、そしてシール機である。シール機がない場合は特製クリップも販売されている。この他、遺物を保護する各種の緩衝材を用意する。



写真11 R P システムに使用する材料

②チューブ状になっているエスカルを遺物とR P 剂の大きさを考慮してカットし、チューブ状になっている片側の口をシール機またはクリップで塞ぎ袋状にする。

③②でつくった袋状のエスカルの中に遺物を入れる。この時、遺物に突起物があったり、R P 剂や酸素検知剤と遺物を接触させたくないときはミラマットやエアマットを緩衝材として使用する（写真12）。また、古銭のように細かい遺物はポリ袋に入れてから複数をエ



写真12 エスカルに遺物を入れる

スカルにまとめて入れることもできる。

④パックする予定の全ての遺物に対し③の作業まで終了したら、いよいよ RP 剤・酸素検知剤・シリカゲルを入れて封をする（写真13・14）。RP 剤は25個1袋でパックされており、封を開けた瞬間から酸素の吸収が始まるため、封を切ってから30分以内にパックを終了する必要がある。酸素検知剤は封を切るとピンク色がいったん酸素を吸収して青色に変化するが、パックが終了し、RP 剤によりパック内が無酸素状態になると再びピンク色に変化する。これによりしっかりとパックされているかどうか判定することができる。シリカゲルは色の変化が見やすい青色のものを用意し、ひとつまみ程度を小型のチャック付きポリ袋等にいれておく。これはパック内の水分量を確認するためのものである。これらのパック詰めは、数人の流れ作業で行うとスムーズに行うことができる。

⑤遺物の大きさ・パック内の空気量により無酸素状態になるまでの時間は異なるが半日から2日ほどで酸素検知剤が無酸素を示すピンク色に変化する。もし酸素検知剤が青色のままであったら、しっかりと封がされていないか、RP 剤の量が不足しているかであるので、原因を調べて改善する。

⑥パック後は1年に1回シリカゲルの色を点検し、白っぽくなってきたら薬剤の交換を行う。



写真13 エスカルに遺物を入れる

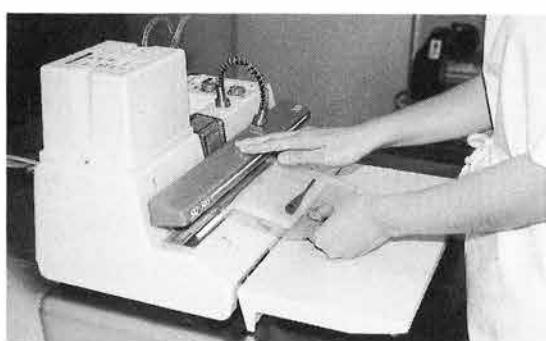


写真14 シール機でパックする

2 木製遺物の応急処置と一次保管方法

木製遺物は常に湿った状態にある遺跡で遺存している場合が多い。水漬け状態にあった木材は、主成分であるセルロースが流出し、この隙間に水分が入り込んでいるため、見かけ上は使用当時の姿を保っているようでも、外気にさらして乾燥させると激しく収縮し、二度と元に戻すことができなくなってしまう。ここでは木製遺物の応急処置と一次保管方法について紹介する。

a) 発掘現場での応急処置

木製遺物は乾燥に弱く、一度収縮してしまうと二度と元に戻らない。このため、金属製遺物同様、写真撮影・実測図の作成を速やかに行い、現場で外気にさらす時間をできるだけ短縮する努力が必要である。もし全景写真の撮影等の都合上、現場に置いておかなければならぬ場合は十分に水に浸したタオルを巻き、ビニールやラップなどで水分蒸発を防ぐことが必要である。このほか、PEGの10~20%水溶液を木材に直接塗布し、PEG水溶液を染み込ませたタオルを巻いてビニールで覆う方法もある。いずれの方法も、毎日乾燥していないか確認し、水分の補給を怠らないようにする。

b) 遺物の取り上げ方法

金属製遺物と同様に、一括して取り上げたい遺物はウレタンを用いて取り上げると良い。作業手順は金属製遺物の取り上げ方法に詳しい。

木製遺物で注意することは、取り上げ後放置しておくとウレタン内で乾燥が進み、遺物が変形してしまう恐れがあるため、取り上げ後は速やかに土を除去し、乾燥を防ぐ必要がある。

c) 遺物の洗浄

遺物を取り上げたら、できるだけ早く泥や汚れを除去する。洗浄しないまま水漬け保管すると、泥や汚れによりカビ等の微生物が繁殖し、遺物表面の腐食が進行する。

木製遺物は割れやすく、表面は脆く傷つきやすいので、流水ではなく洗い場やコンテナ、タッパなどに水を溜め、柔らかいブラシやハケ、筆などを使用して汚れを落とす（写真15）。特に皿・椀や曲物、漆器は器壁が薄く壊れやすいので筆などを使って丁寧に洗浄する（写真16）。木製遺物内部に染み込んだ汚れは表面がきれいになっても内部に留まつたままである。洗浄の時、水と温水を交互に使用したり、洗浄後少し熱めの温水に漬けると内部の汚れを排出させるのに効果的である。



写真15 木製遺物の洗浄



写真16 脆弱な木製品の洗浄

また、木製遺物の中には鉄分の沈着が著しいものが見られる。この鉄分を除去するには、エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム（以下EDTAと略称する）の0.5%水溶液に遺物を1週間ほど浸した後、汚れをハケや筆などを使って洗い流し、再び水に1週間程浸漬し、薬品を十分に取り除くという方法がある（写真17・18）。EDTAは皮膚や粘膜に触れると炎症を起こす可能性があるため、作業にあたる人は防護マスク・メガネ・ゴム手袋を着用する。使用後の廃液は、10~20倍に薄めてから下水に流すようにする。



写真17 EDTAを水に溶かす

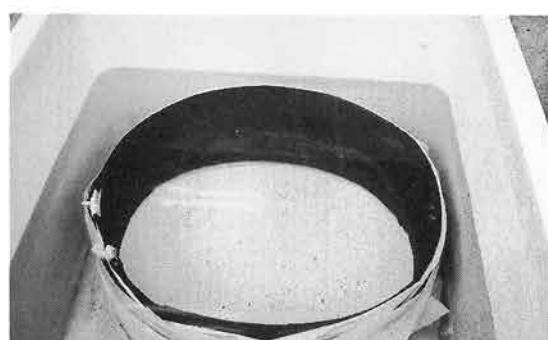


写真18 EDTA溶液に遺物を浸す

d) 恒久的な保存処理までの一次保管方法

前項でも記したが、汚れが著しく、内部にまで染み込んでいるものは以下に紹介する真空パックや密閉容器での保管を行う前に、十分汚れを排出させる必要がある。このためには、大型水槽やコンテナ等で水漬けし、水の汚れが収まるまでこまめに水を交換する作業を繰り返す必要がある。この時、温水を使用するのも効果的である。汚れを十分に排出させないままパックすると、パック内で腐植が進行してしまうので遺跡・遺物の状況に応じて対処する。

水漬けによる一次保管中に問題となるのは微生物の繁殖による木製遺物表面の腐朽である。遺物表面が腐朽すると洗浄時に表面が流失し、加工面が甘くなるといった問題が生じてくる。従来、微生物の発生を抑制する防腐剤として、ホウ酸とホウ砂を7:3の割合で混合したものの0.5%水溶液〔沢田・秋山1978〕が一般に使用されてきたが、実際には比較的高濃度(3%)の溶液でなければ防腐効果は低く〔今津1993〕、大型水槽やコンテナなど密閉性の低い容器で保管することの多い発掘現場や整理室では水蒸発によりさらに高濃度

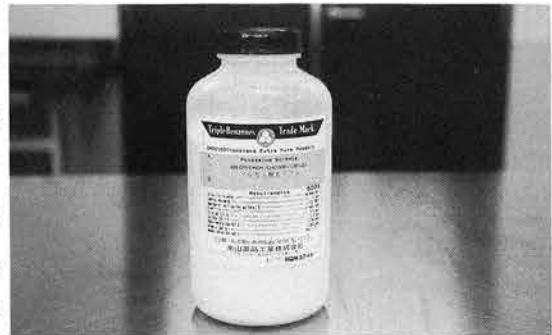


写真19 ソルビン酸カリウム

になり、かえって遺物にダメージを与えるといった例もある。権原考古学研究所の今津節生氏は防腐剤を入れない水漬け保管では微生物によって木製遺物が腐朽することを指摘し、各種の防腐剤について作業者の安全や使用後の排水を考慮して比較検討した結果、新たな防腐処置を提案している〔今津前掲〕。

比較的安全な防腐剤としては、食品添加物に使用されているソルビン酸カリウム(写真19)、または安息香酸ナトリウムの水溶液があげられている。密閉容器の場合は0.5%、コンテナなど微生物の混入しやすい容器の場合は1%の濃度で使用する。

ただし、これらを使用した場合にも腐朽を完全に防止することはできず、あくまでも一次的な保管方法であることを注意している。以下に木製遺物の保管方法について記す。

真空パックによる保管方法

木製遺物の収蔵で苦慮するのは、収蔵スペースと運搬、そして水量の管理である。木製遺物は一般に密閉容器やコンテナ、大型水槽で保管されることが多いが、水漬けしているために大きな収蔵スペースを必要とし、運搬の際には水がこぼれたり、重量があって操作性が悪い。また、水分の蒸発が見られ、遺物が部分的に乾燥してしまうこともある。

そこで、脆弱な遺物(木簡・曲物・漆器など)以外は防腐剤を添加した少量の水で遺物を真空パックする以上問題を解決できる。真空パックでは、包装材として金属製品の保管で使用したエスカルやより安価

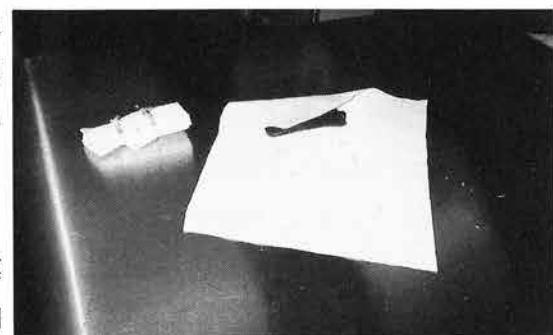


写真20 加工面を不織布で保護する

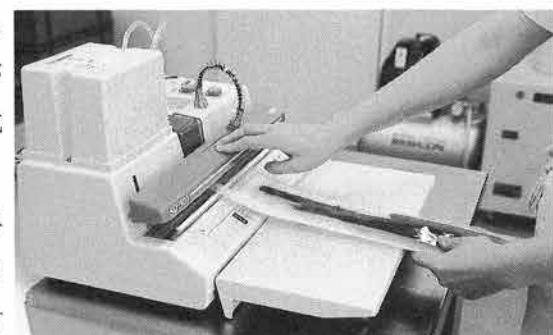


写真21 シール機でパックする

なP.T.S袋・Kナイロンチューブなどが利用でき、このほかにシール機が必要である。

①遺物に残る加工面や弱くなっている部分を不織布で覆いビニールひもで縛る（写真20）。

②エスカルを必要な長さにカットし、片側をシールして袋をつくる。

③防腐剤を添加（ソルビン酸カリウム0.5%など）した水溶液をエスカルに注ぎ、遺物を入れてシール機でパックする（写真21）。真空引きできないシール機の場合は、温水の中にエスカルごと浸し、空気を押し出してからパックすると空気を押し出すことができる。

④パックの表面にラベルの内容を記入し、コンテナ等にいれて保管する。パック後はやはり定期的に点検し、パック内の水溶液が汚れていないか確認する必要がある。

密閉容器を用いた保管方法

漆器や曲物、皿や椀類など、器壁が薄く真空パックできないものはタッパなどの密閉容器に保管する（写真22）。密閉容器で保管する時、脱脂綿を敷いて緩衝材としていることがあるが、纖維が遺物に絡み着いたり、微生物繁殖の温床となるので使用は避ける。緩衝材には不織布を使用すると良い。ソルビン酸カリウムなどの水溶液はひたひたではなく、遺物が水面から顔を出さない位まで注ぐ。保管中は定期的に点検し、蓋が開いて水分が蒸発していないか確認する。



写真22 密閉容器での保管

大型水槽を用いた保管方法

コンテナなどに収納できない柱痕や井戸枠などは大型水槽に水漬け保管する。前者と同様に、加工痕を不織布で保護し、ビニール紐でラベルをくくりつける。ラベルにはフラワーラベルやユポ紙、定期券などを封入しているポリエステル製のラミネートフィルムなどが利用されている。

細かい遺物を、大型水槽で保管するときはネットやストッキングにまとめるなど分散せずに保管できる。また、プラスチック製の野菜籠等にまとめて入れると大型の遺物に潰されて破損する心配がない（写真23）。

大型の遺物は汚れの排出も多く、こまめに水を換える必要がある。やむを得ず大型水槽を屋外で保管する場合は、水槽の上にビニールシートやコンパネなどで蓋をする必要がある。特に夏場は日光があたると、洗浄後1週間程度でも緑色の藻のようなものが繁殖し、遺物表面がヌルヌルする。また、ボウフラなどが繁殖し、不衛生になる心配もある。

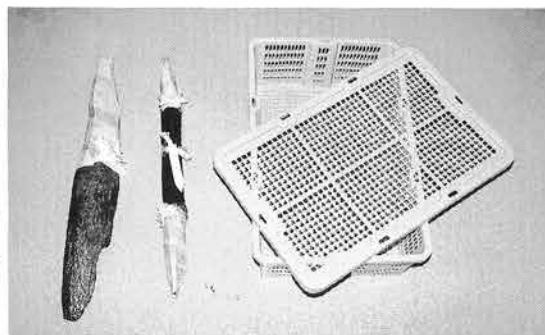


写真23 野菜籠等の活用

ま　と　め

小稿では、保存処理の第一歩となる金属・木製遺物の発掘現場での応急処置と一次保管方法について、現在新潟県埋蔵文化財センターで実施している比較的簡便で安全な方法を紹介した。現状では、金属・木製遺物は恒久的な保存処理が行われるまでの一次保管期間が長期に及び、この間に著しく劣化し、資料的価値を失ってしまうものが少なくない。このような状況に置かれている金属・木製遺物を資料として十分

に活用していくためには、資料の保存処理は不可欠である。我々埋蔵文化財担当者は、定期的な遺物保管状況の点検をはじめ、乾燥剤・水の交換や防腐剤・防錆剤の使用など、できる範囲から少しづつ一次保管環境を見直す必要があるのではないだろうか。

引用参考文献

- 今津節生 1993「出土木製品の水中保管時の腐朽とその防止（I）－基礎的な検討として、試験管で6カ月保管した場合－」
『考古学と自然科学』第28号
- 沢田正昭・秋山隆保 1978「考古遺物の保存法」『考古学と自然科学』第11号
- 沢田正昭 1997『文化財保存科学ノート』近未来社
- 松田隆嗣 1996「新しい遺物環境コントロール剤」『保存・修復をとりまく諸問題－出土金属器－』保存科学研究集会発表要旨
集