

ダハシュール北遺跡出土遺物の保存上の調査

増澤 文武*

1. はじめに

我が国における大量の水分を含む有機質遺物、特に木製遺物（含水率大凡 150 - 2000%：木部の全乾重量に対する百分率）の保存に関しては、発掘時から始まって、その保管方法、保存処理ならびに保管時の経時変化など、多くの研究と実績がある（沢田 1997; 増澤 2006）。一方、今回調査に参加したダハシュール北遺跡出土有機質遺物の保存については、我が国の出土遺物とは異なり、対象物は砂漠において発掘後取り上げられたもので“乾燥した遺物”というイメージが強く、その根拠となった出土木材の性質などの情報はクフ王の第 2 の太陽の船のサンプリングした試料の分析結果や（伊藤他 2002）、発掘された遺物の保存処置としてはセヌウのマスクと棺の保存修復（ジャスキ 2006; 橋本 1995; Hashimoto and Itoh 1995）、ならびに木製葬送帆船模型の復元であった。また、発掘に伴う出土木製品への対応は、クフ王の第 2 の太陽の船の発掘時の取り上げの際の予測される状況とその対処方法をどのようにすべきか（増澤 2006）であり、乾燥した脆い部材などをどのように強化、接着、復元するかが課題と考えられる。

そこで、今回はまず、現地で実際に遺物を肉眼観察し、かつ触れることによりそれらの状態を調査すること、ならびに今後の木製遺物の劣化状態等の判断のため、最も簡便な手段として水分チェッカーならびにゴム硬度計を持参し、それらの効果があるか否かを検討することとした。また、調査対象はシャフト地下埋葬室に保管されている中性紙で包まれた遺物ではなく、発掘された直後のもの、ならびに整理中のものに照準をあてた。あわせて、現地においてサッカラのイムヘテブ博物館に併設され遺物を保管している収蔵庫の在り方を問われたので短い時間であったが、現状調査を実施し、その改善案と課題を提案する。また、木製遺物を除く他の有機質遺物の保存については短時間のため調査がされず、彩色された木製遺物も彩色と木部との関係、剥落などについては十分な調査を実施できなかったのが今後の課題としたい。

2. ダハシュール北遺跡出土木製遺物の保管環境と状態調査

(1) 木製遺物の聞き取り調査

発掘時、展覧会に展示される木棺のように良好な形で発掘されるものと同時に、表面深く亀裂が入りブロック状になったものもあり、発掘時の保存状態は幅広いようである。そのような中で、実際に発掘調査を行い出土遺物の整理をされている秋山淑子氏から出土木製品の状況の問題点を聴取した。その例を下記に記す。

木製遺物について

- ① 最初からブロック状で取扱いが困難なもの
- ② 発掘時クラックがあり、発掘後拡幅するもの
- ③ 埋葬室から上げるまでは大丈夫であるが、テントに保管すると崩壊する危険のあるもの

*（財）元興寺文化財研究所名誉研究員

彩色のあるものについて

- ④ 地上に上げると青色顔料が退色する危険のあるもの
- ⑤ 砂がついたものは、その砂を取り除くと顔料が剥離する危険のあるもの
- ⑥ 着色部分（ビチューメン）の断文によりクラックが発生する危険のあるものなどであった。

上記を踏まえ、実際に発掘され、現場の埋葬室内に保管されているもの、ならびにテント内の遺物を調査した。

(2) 製遺物の調査方法

調査方法は肉眼による遺物確認とかたさ試験ならびに水分チェッカーによる暫定的水分値を測定し、木製遺物の状態観察と木材の硬さならびに水分値から劣化状態などを把握できるか否かの検討を行い、今後の調査における簡便な機器の活用の可能性を探った。

①硬度試験：ゴム硬度計 C 型（高分子計器製作所製：ゴム工業規格 SRIS-0101）を用いた（Fig.1）。ゴムの硬さを計測するもので、一般の針を差し込む試験器では遺物を傷めるので、 $5.08\pm0.02\text{mm}\phi$ の硬球を試験体にあて遺物に傷をつけることが少ないものを用いた。目盛りが 0 のとき、加重は 55g、100 のとき、885g でこの間は比例関係である。測定値が増加するほど硬くなる。大きさは手の中に入り、携帯に便利で簡便である（田澤、岡本他 1980）。

②暫定的な含水率測定：電気抵抗式水分測定器である水分チェッカー SK-940A（佐藤計器工業製作所製）を用い、計測器に暫定的に定めている水分濃度を測定した。最も簡単なタイプで、ボールペンの先のような 2 極間の電気抵抗値を測定し、暫定的に水分値として表示される。この測定器により遺物を傷めることなく測定可能であれば、将来出土木材の本来の含水率を他の測定法で計測することにより、その相関性から真の含水率を求めることが可能となる。その結果、遺物の劣化状態把握のための一手段となると考えた。この試験器は遺物の測定箇所の本部と水分の和に対する水分値として 9% 以上の計測が可能とされ、水分チェッカーとしては携帯に便利で簡便な測定が可能である（Fig.2）。



Fig.1 ゴム硬度計



Fig.2 水分チェッカーでの測定

(3) 調査結果

①保管環境調査

1) 地下埋葬室の保管環境

遺物の保管場所として、シャフト 57 の地下埋葬室に出土木製品 (Fig.3) や土器などが置かれ、温湿度計は 24.4℃、78%RH であった。あわせて、保管用に持ち込まれた鉄製五徳に錆が発生していたことから、砂漠の中にあっても湿度が高いことが考えられた。一方、天井の一部分にエフロレッセンス(凝華:垂れ下がった塩類)があり、地下水の存在と同時に壁面や天井から水分が蒸発していると考えられた。



Fig.3 シャフト地下埋葬室内での木製遺物の保管

発掘された木製遺物がシャフト下の埋葬室ないしはその中の土砂に埋まるなどしていること、また発掘された遺物を保管する場所としても利用していることから、シャフト 88A 室の壁面の 2 つの隅ならびに壁面中央の 2 箇所と床面 5 箇所中央部と壁面とを結び 2 等分した地点と B 室の壁面 (天井部分、床に近い部分とその中間点) の水分チェックを実施した。その結果を Table 1 に記す。岩盤の層によっては 10% 前後を示す部位があり、高いものでは 20% に及ぶ部位もあるが、全体的には平均 10 数%である。測定地点、測定数も少ない点を考慮すべきであるが、床面、壁面の高さなどに余り関係なくほぼ一定と考えられる。

Table 1 Shaft88 地下の水分チェック

埋葬室	計測面	計測地点	高さ (cm)	水分値 (%)	
				測定値	平均
A 室	壁面	A	110	15.8	16.9
		B	110	17.4	
		C	100	15.2	
		D	110	19.1	
	床面	a		12.3	18.4
		b		21.5	
		c		18.2	
		d		21.0	
		e		18.9	
B 室	壁面		H	18.2	18.4
		1 壁面中央	M	16.4	
			L	20.5	

木製品などを保管しているシャフトの地下の中性紙の梱包用紙ならびに荷札が虫害にあっており (Fig.4a)、調査中、矢澤 健氏と共に日本のシミに似た虫を発見した。ただし、日本のシミのように金や銀色の鱗はなく、一回り大きく体長は約 2cm であった (Fig.4b)。



Fig.4a 梱包用の中性紙の虫害



Fig.4b 発見された虫（シミ）

2) テント内部の保管・作業環境

出土した木製遺物などは、発掘現場のテント内にポリエチレンの袋に保管しコンテナに収納され、必要に応じて机の上などに取り出され、実測や強化、接着がなされていた (Fig.5)。今回はテント内部の温湿度は計測しなかった。



Fig.5 テント内部の作業ならびに保管場所

3) サッカラのイムヘテプ博物館に併設され遺物を保管している収蔵庫

イムヘテプ博物館の後方に連なり、発掘されたダハシュール北遺跡の木棺の修復室に隣接して収蔵庫があった。短時間であったため遺物の状態を確認するまでには至らなかったが、収蔵庫内部の保管環境を調査した。その結果、下記の点が確認された。

- ・ 西側最上部に天窓が開けられており、その窓を通して西陽が避けられない。しかも、保管棚の一部にはガラスを通過した陽光が当たる。
- ・ 収蔵棚は鉄板である。
- ・ 床がコンクリートそのもので、直接地面に接していると思われる。
- ・ 遺物はコンテナバットに収納され、棚に保管されたものが多い。

②出土木製品調査

1) シャフト地下内部の出土木製遺物

木部に注目するとき、良好な状態で出土し、良好な状態で保管されているもの (Fig.6) に加え、著しく軽いもの (比重が小さいもの)、表面が脆く粉化しているであろうもの、一部に繊維方向に直角のクラックならびに表面に細かいクラックが入っているもの (Fig.7)、格子状のクラックの入っているものなど、各種の劣化状態のものが確認された。しかも格子状のクラックは、反対側まで達しているもの (Fig.8) もあった。

かたさ試験では、一部測定できたもので 30 ～ 90 の値を示すものがあったが、硬球をあてた際、丸い凹部の型を残す例があり使用を断念した。

湿った感じのするものとそうでないものがあり、水分チェッカーの測定では Table 2 に示すように、この計測器の標準で 10 ～ 20 % 余の水分値を示していた。遺物によっては水分チェッカーでは低い値で測定できない水分値（表の中で L と記す）の部位もあり、部位によって水分値が異なっていた。

彩色部分については、良好な状態にあるものと、ピチュメーンと思われるものなどのように、彩色層が断文と化し剥離・剥落しているもの、プラスターが層状に剥離したもの、泥状や粉状と化したものなどがあつた。注目される例としては木棺の部材の一つの表面のある特定の彩色部分のみが著しく劣化してささくれ立っているのに対し、その回りの彩色部分などはほとんど異常がない例が確認された (Fig.9a,b)。



Fig.6 比較的良好な木製遺物



Fig.7 一部繊維方向に直角なクラックのある遺物



Fig.8 格子状の深いクラック



Fig.9a ある彩色部分のみの木部の劣化



Fig.9b 劣化部分の傷み具合

2) テント内部の出土木製遺物

テント内部の木製遺物のほとんどは、ポリエチレンの袋に入れて保管されており、必要に応じてその袋から出されたものを写真撮影し、水分チェックを行った。その上で保存状態の観察を実施した。良好な遺物 (Figs.10,11)

と共に、埋葬室に保管されているものと同様、またはそれ以上に劣化し縦横のクラックのあるものや粉状に崩れそうなものなど幅広い劣化状態のものが見られた。中には白い塩分がクラックの断面に析出している例もあった (Fig.12)。

机の上に置かれた資料は崩れていたり (Fig.13)、格子状の深いクラックが生じたりしており、一部はサイコロ状に分離しているものがあった。これらについてはパラロイド B72 をアセトンなどに溶解して浸み込ませ接合などを実施しているとのことであった。これらは繊維方向に垂直に、あるいは格子状にクラックが生じて、分断されたり崩壊したりしているものが多かった。



Fig.10 W22 比重が高い良好な遺物



Fig.11 W23 水分値が少ない遺物



Fig.12 クラック断面の塩類の析出



Fig.13 ブロック状に崩壊する遺物の修復現場

水分チェッカーによる測定結果は Table 2 に示すが、この計測器の標準で 10 数%から 20%余を示し、あわせて本計器では計測できない低水分値のものならびに部位があった。シャフト地下内部との比較ではばらつきが大きいこと、また測定数の関係から両者に差があるとは言えなかった。

Table 2 木製遺物の例と水分値

保管場所	資料 No.		特徴	水分値 (%)				保存状態
				測定値			平均	
shaft88	W1			20.1				著しく軽い、湿った感じ
"	W2		彩色	22.1				横にクラック、湿った感じ
			針葉樹					
"	W3		樹皮	20.2	10.2	L	—	横にクラック
"	W4		樹皮	23.0	23.0	14.0	20.0	
"	W5			L	23.8	9.3	—	一部の表面が繊維状に変化
"	W8		ナツメヤシ	19.9	18.7	L	—	傷み激しい
"	W9			16.0	21.6	20.5	19.4	縦横クラック
テント内	W10	14-192						一部に繊維方向に直角のクラックと波型のクラック
"	W11	14-O-208	マスク	17.5	10.3	18.1	15.3	繊維方向の割れ、耳 劣化大
			針葉樹					
"	W12	14-O-0369	ビチューメン	13.1	11.5	12.9	12.5	全面縦横クラック ビチューメン Paraloid B72 で接着
"	W13	14-O-0390	ブルー	13.1	16.8	11.3	13.7	繊維方向に直角のクラック
"	W14	14-D-0397		17.0	18.2		17.6	軽い、発掘後間もない
"	W15	14-O-0249	漆喰	13.5	15.9	17.5	15.6	乾燥した感じ
"	W16	14-O-0397		19.3	16.9	21.0	19.1	春材部劣化で落ち込む、折れている
"	W17		黄色、黒	10.3	10.9		10.6	黒い彩色の上に黄色の彩色、剥落大
"	W18	14-D-410	95cm	18.1	19.0	18.5	18.5	春材部劣化で落ち込む、折れている 黒い彩色の上に黄色の彩色、剥落大
"	W19			21.0	21.2	L	—	良好
"	W20			20.0	19.4	18.5	19.3	横のクラック
"	W21			19.8	19.7	19.4	19.6	著しく傷む、粉状
"	W22			18.7	18.3	18.3	18.4	最も良好、比重高い
"	W23		彩色	L	L	L	—	彩色表面土の汚れ

3. 考察と課題

(1) 地下埋葬室の木製遺物の保管環境

シャフトの地下ならびに埋葬室は地上における日較差の激しさ（例：2001年3月27日、温度約23℃、湿度約82RH%）（西浦 2006）に比し緩慢であり、湿度が高く保たれていることから木製遺物の保存には適していると考えられる。それは、遺物が埋葬室の床に中性紙で覆われて置かれており、また床ならびに壁面も水分がチェックされたことから、発掘後直接温湿度の激しい地上に置くより緩衝地帯としての役割を持っていると判断される。さらに日差しの強い地上に比べ、日光などの紫外線の影響もないことから良好な環境と考えられる。しかし、天井や壁面にエフロレッセンスが観察され、また遺物の中にも Fig.12 のように塩類の析出が観察されていることから、保管中も床や壁面に含まれる水分移動により塩類が出土遺物内部に浸透し遺物に悪影響を及ぼす懸念がある。

製塩用具や漁撈用具などでは塩分の再結晶などにより被害が出ている例がある（日高 1997）。したがって、直接遺物を床上に置いたり壁面に接したりすることなく、埋葬室壁面や床から切り離した状態で保存することが求められる。

また、梱包用の中性紙ならびに荷札の紙の部分の虫害とシミの発見は見逃せない。日本に生息するシミは糊など澱粉質のあるところを食す。

虫害については DDVP 樹脂蒸散剤の使用などが考えられる（三浦 2002）が、自然界で、なおかつシャフト内部の地下室であることから IPM（総合的害虫管理）に則った対応が求められる。

(2) 出土木製遺物

遺物の保存状況は良好な形状ならびに彩色状態を遺す木棺などとともに、事例をあげたように様々な劣化状態の木製遺物が存在する。これらについてはいくつかの研究があるが、劣化状態を把握するための今後の課題と考える。同時にこれらの劣化状態を把握し、かつ保存処置を施すには樹種の同定が不可欠である。加えて、Fig.9 に見られた、ある一定の彩色部位の木材表面の劣化については、以前に報告がなされているかもしれないが注目するところであり、その分析と解析が求められる。

出土木製遺物の劣化状態の把握のために、最も簡単なゴム硬度計と水分チェッカーを適用した結果、前述したようにゴム硬度計は硬球の圧痕が生じ、適さないものと判断された。一方、水分チェッカーについては、本来の木材中の水分を測定するタイプではないが、遺物が砂漠の乾燥地帯にあっても水分を有することから、今後含水率測定は意義あるものと考えられる。

遺物をポリエチレンの袋から取り出し、テント内の机上に置いて作業する際は注意を要する。特に、湿度が低くなる時間帯には、遺物の乾燥による変化で変形やクラックを生じさせる危険がある。しかし、遺物の樹種や劣化状態による要因を有すると判断される。聞き取り調査の中で、発掘時の保存状態と出土木製品の状況の問題点が挙げられている。今後はこれらの原因と取扱いについて現地では、具体的かつ積極的にデータを収集して認識を深めていくことが課題である。

アクリス遺跡出土の帆船模型について、ダハシュール北遺跡の外気の温湿度と同様に著しい日較差が報告されている。その取り上げの際、乾燥して脆いためパラロイド B72 の塗布強化ならびに彩色層の剥落止めなどの応急処置が取られ、取り上げられた。発掘 1 年後の状況調査ではクラックなどの発生はなく良好で、2 年後に復元を行っており（橋本 1995）、部材に変化があったことは報告されていない。したがって、乾燥により今回の例も含めて全てが問題を生じるのではなく、遺物の状態や条件によって生じるものと考えられる。

今回の調査した遺物は、上述したように、発掘後あるいは地下の埋葬室に保管後、地上に上げる際、全てポリエチレンの袋に保管されていたものであった。そのため、湿度が低い外気中にあっても、遺物内部にある水分が袋の外部に透過・拡散することが少なく、水分が維持されていたものと考えられる。したがって、ポリエチレンの袋に格納することにより遺物の変形やクラックの発生を抑制し、あるいは長期にわたる場合は次第に外気に水分が透過・拡散することにより、シーズニングがなされていたと思われる。しかし、日中の湿度が低い時間帯にテント内でポリエチレンの袋から取り出して作業する際には、変形やクラックの変化が起こりやすくなることが推測される。以上の例から、改めて発掘後の遺物の保管・移動などに際して遺物自体の特徴と温湿度変化に対するより一層精確なデータの蓄積とその解析による対応策の検討が求められる。

(3) サッカラのイムヘテプ博物館に併設され遺物を保管している収蔵庫

前述の収蔵庫内の調査の結果から、当面する対応策として下記の点を提案する。

- ① 窓部分を壁に変えるか、カーテンなどにより遮光する（隙間からの陽光の漏洩は必ず避ける）。
- ② 棚板の上に木製板またはマットなどを敷き、鉄部との接触をさける。
- ③ コンクリートの上に緩衝帯として床貼りが出来れば最も良いと考える。あるいは有機質のカーペットを敷きコンクリートからの影響を絶つ。
- ④ 鉄製棚の温度変化の影響がコンテナの遺物に影響する可能性があり、②を適用するのが良いと考える。

推奨値として一般に文化財の収蔵環境は気温 20℃、湿度 55-65% が示されている（三浦 2002）が、博物館によっては 55% としたり、漆器などは 65% が適切だとするところもある。しかし、古代エジプトの遺物については、日本の木製品、保存処理後の木製品などとは必ずしも同じであるとは言い難い。それを考慮すると、劣化の少ないもの、ある程度劣化しているもの、劣化の著しいものを 3 種選び、それらの肉眼による観察と接線方向、放射方向の寸法計測を実施し、それらの経時変化を調査することが良いと考える。他の有機質遺物についてもそれぞれの特徴を考慮して測定ならびに調査項目を設定して経時変化を追うことが求められる。これらの経時変化の追跡から最適な温湿度環境を設定する。

以上、当面する課題や対処方法を列記したが、その第 1 段階として、別添資料 1『現状の収蔵庫の環境調査の実施』を推奨する。

(4) 課 題

砂漠地帯で発掘された遺物であっても、遺物自体の劣化状態とそれへの水分の介在が大きく関係するであろうことが僅かながらであるが判明したと考える。まず、発掘後、修復する前の保存において、変形やクラックが発生しない手立てを講ずることが求められる。そのためには、今後より精度の高い保存上の調査、分析とそれに基づいた対応策の策定が必要である。特に、水分チェックの効果があることから、現地においてより精度の高い非破壊的な計測器の選定と含水率の把握に努め、樹種同定や木材の劣化状態を把握し、対象となる彩色木製品の保存方法と保存処理法を実施するための方策を検討すべきである。

ダハシュール北遺跡の有機質遺物の保存の中で、特に大きな成果を上げられたシャフト 64、65 のウィアイの人型木棺、セバクハト、セネイトエスの男女の木棺など、すばらしいものの保存の在り方という課題があった。前述したようにそれ以前に発掘されたセヌウのマスク、木棺の処置については、リチャード・ローレンス・ジャスキ氏によってパラロイド B72 を主体に保存処置が取られた。一方、対象物の修復はサッカラの修復室でメチルセルロースを中心になされているようであった。特に現地の話では、色材の剥離に対する接着ならび彩色層の強化については、樹脂濃度や溶剤の選択など現場での細かい検討がなされ、マイクロシュリンジにより浸透を促し、かつ厚い顔料層の裏側に樹脂を浸み込ますことなど対応されていた。ヨーロッパにおいて各地に分散しているミイラや木棺については古くから修復がなされている。

一方、我々の既存の技術からは、木棺の保存修復は、

- ・木部・彩色層の強化、崩壊部分の変形防止
- ・彩色層の剥離・剥落については、木材との接着に対して、剥離については厚い顔料層の裏側に沿うようにして接着剤、あるいは樹脂溶液を浸透させ、面的に広げるか、剥落している場合は、その位置の正確な確認と如何に綺麗に接着するか
- ・彩色層が本来の木材表面に密着していたものが断文を生じ、それぞれの破片が湾曲している場合、如何に本来の状態に戻すか、戻せない場合どのような処置を講ずるか
- ・最終的に、如何に良好な質感を確保するか、例えば樹脂などによる光沢をなくすか

などが求められ、多くの実績を持つ。

その例は、我が国では板絵、すなわち古い絵馬の修理の技術が生かされると考えられる。実際に対応する際には、これらの遺物について使用された顔料やメジウムが何か、分析が求められ、あわせて実際に遺物にさわって対応を検討する必要があると、上述した長い西欧・エジプトの修復の歴史を踏まえ、総合的に把握した上で、対応を検討する必要があると考える。

4. まとめ

有機質遺物の中で、今回木製遺物について保存科学（狭義）の立場から調査を行い、下記の結果を得た。

- ①保存状態が良好で美しい木棺のみならず、劣化状態の少ないものから著しいものまで幅広く出土しており、樹種同定や劣化状態の把握、保存方法の策定が求められている。
- ②これら遺物の劣化状態を把握する最も簡便な方法として、ゴム硬度計によるかたさ試験と電気抵抗式水分チェッカーによる水分値を計測した結果、ゴム硬度計は効果がなく、水分チェッカーは有効であることが判明した。
- ③発掘後の遺物の保管に際し、日較差の激しい低湿度の際には地上での環境について十分注意を要することが示唆された。また、現在の保管場所として、シャフトの地下埋葬室での保管、ならびにポリエチレンの袋内部の保存は急激な乾燥を回避していることが推測された。
- ④今後、より一層精度の高い保存科学（狭義）的な調査と研究がなされることが求められる。
- ⑤ダハシュールの遺物等を収納するサッカラの収蔵庫の現状調査と当面する対策と、収蔵庫の保存環境調査案を提案した。

謝 辞

本調査にあたり奈良県森林技術センター・酒井温子氏、日本文化財虫害研究所・山野勝次氏、元東京文化財研究所保存科学部長・新井英夫氏、京都府立山城郷土資料館・橋本清一氏、独立行政法人文化財機構東京文化財研究所・木川りか氏には、多くの助言を賜りましたこと、あわせて（財）元興寺文化財研究所には、今後の課題を含めて協力頂いていることに対して深く謝意を表します。

別添資料 1

現状の収蔵庫の環境調査

— 天窓からの西陽の影響と全体的な収蔵庫内の温湿度の経時変化の追跡 —

温湿度の経時変化の追跡調査として下記の測定箇所が考えられる。

(1) 陽光の影響の確認

- ① 直接陽光が当たる位置
- ② ①と同じ高さを平行移動して陽光の影響を最も受けない位置

(2) 上下関係の影響

陽光が差し込む位置から十分離れた影響を受けない位置で

- ③ 遺物が置かれる最上部
- ④ 中間部
- ⑤ 床面より 50cm 上

(3) 下部の床面との接触部分の影響

- ⑥ 床上 25cm
- ⑦ コンクリート床面

上記の 7 カ所に温湿度計（データロガー）を設置して 3 ヶ月間の経時変化を追う。そこに収納されている遺物の状態の変化を追跡する。

これらのデータの動きを解析して収蔵庫内の陽光の影響、温湿度状態の特徴を把握する。このデータを基に、収蔵庫内の環境改善計画を策定する。