

# 青森県板柳町土井(1)遺跡出土漆器類の材質同定と製作技術の解明

片岡 太郎<sup>1)</sup>・上條 信彦<sup>1)</sup>・柴 正敏<sup>2)</sup>・伊藤 由美子<sup>3)</sup>  
小林 和貴<sup>4)</sup>・鈴木 三男<sup>4)</sup>・佐々木 由香<sup>5)</sup>・白鳥 文雄<sup>1)</sup>・鳥越 俊行<sup>6)</sup>

●キーワード：漆器 (lacquerware), 材質・技法 (techniques and material identify),  
元素マッピング (elemental mapping), X線CT像分析 (X-ray CT imaging analysis)

## 1. 研究の目的

亀ヶ岡文化を特徴付ける製品の一群として、赤く彩られた漆器類が挙げられる。漆の製品製作への利用は、様々な器種に対して見受けられ、堅櫛、籃胎漆器（植物素材を編組してカゴとし、漆で固め、さらに顔料で彩色したもの）、木胎漆器、腕輪、繊維製品、漆塗り土器等がみられるが、基本的には、製品の胎部（植物質・土器）に漆を下地として塗り、さらに漆を固着剤として赤色顔料を塗装した構造となっている。

遺跡出土の漆器類の材質・製作技法の解明については、近年の自然科学分析技術の発展と応用が貢献しており、様々な角度からアプローチされている。漆自身の同定については、赤外分光分析（見城：1973）や熱分解ガスクロマトグラフー質量分析を使った方法（川野邊：1996、宮腰：2011）が成果を得ている。近年では、ストロンチウム同位体比を使った漆の産地同定に関する研究も報告されている（本多ら：2008）。製作技法分野では、漆塗膜の構造が、光学的な観察からわかる（永嶋：1985）だ

けでなく、漆層に含まれる顔料についてはX線回折分析や蛍光X線分析（EDS）により種類の特定が可能であり、さらには電子顕微鏡とEDSを併用した元素マッピングにより塗装工程における顔料の使い分けが明確にわかるようになった（岡田ら：2000、本多ら：2013）。また、籃胎漆器の編組技法や堅櫛の製作技法についての研究も進んでいる（佐々木ら：2014）。しかし、籃胎漆器では、通常、編目が塗膜に覆われており、塗膜の剥離や劣化により内部が目視で確認できる場合を除いて、レントゲンによって透視することで内部構造の解明が試みられても、二次元的な像による観察のみでは、判別が困難な場合が多い。

こうした背景を踏まえて筆者らは、亀ヶ岡文化期における漆器類について、多角的な手法により分析を行なって材質・技法を総合的に考察し、データの蓄積化を行うことで、その生業と流通に関する研究を進めている（片岡ら：2014）。本稿では、その足がかりとして土井(1)遺跡出土漆器類について、顔料の特定と塗り重ね構造の分析、胎部素材の同定を行った結果、一定の成果が得ら

<sup>1)</sup> 弘前大学人文学部 〒036-8560 青森県弘前市文京町1

<sup>2)</sup> 弘前大学大学院理工学研究科 〒036-8561 青森県弘前市文京町3

<sup>3)</sup> 青森県県史編さんグループ 〒030-8570 青森県青森市長島1丁目1番1号

<sup>4)</sup> 東北大学植物園 〒980-0862 宮城県仙台市青葉区川内12-2

<sup>5)</sup> 株式会社パレオ・ラボ 〒335-0016 埼玉県戸田市下前1-13-22 ビコーズ戸田III1F

<sup>6)</sup> 奈良国立博物館 〒630-8213 奈良市登大路町50

れたので紹介する。特に、藍胎漆器と豎櫛について、これまで不明であった編組や内部構造を明らかにするために、X線CT像分析を行った。X線CT像分析は、内部構造について非破壊・非接触による観察を可能とし、得られる断層像から三次元像の構築が可能であり、漆器類の製作技法の解明には非常に有効であるものと思われる。今回、同手法の漆器類への有効性を確かめた結果、良好な成果が得られたので紹介したい。なお、土井(1)遺跡出土漆器類の漆そのものの分析は光学顕微鏡による透過像の観察にとどまった。今後、FT-IR等の分析を行い、漆の同定を確実なものとしたい。

## 2. 土井(1)遺跡について

土井(1)遺跡(旧称 土井I号遺跡)は青森県北津軽郡板柳町に所在し、岩木川の右岸から約100m東、標高17.6mに位置し、岩木川の自然堤防上にある(板柳町教委:1993)。付近の水田は約2m高く、国道339号線より1.1m低い。周辺では、岩木川沿いに縄文時代の後・晩期遺跡が複数発見されている。遺跡の層序は次の通りである(板柳町教委:1993)。表土は、江戸時代の盛り土で、厚さ1.39~1.80mの黄褐色土層である。第I層は暗褐色土層で各所に焼土が検出されている。第II層は黄色土層で遺物は検出されていない。第III層は厚さ10~29cmの粘土質の黒褐色土層で、遺物の出土は少ない。第IV層は木炭粒を多量に含む粘土質の黒褐色土層で遺物を多量に包含していた。第V層は薄い焼土の堆積層である。第VI層は木炭粒を多量に含む粘土質の黒褐色土層で、遺物を大量に包含していた。第VII層は粘性の弱い砂質の褐色土層である。第VIII層は黄褐色粘土層で遺物の出土が少なく、地山基盤層とみられる。

遺物は第I層から大洞A式、第IV層から大洞B~C式の土器が多く見ついている。石器は、石鏃、石匙、石篋、磨製石斧、ベンガラが付着した石皿などがある。土製品は、遮光器土偶や耳栓、石製品は石剣、石刀、岩版、石冠、ボタン状石製品や玉類がある。そのほか、サメの歯、ヒエ粒が検出されている。漆製品には、腕輪、豎櫛、藍胎漆器、赤漆塗り繊維製品がある。藍胎漆器は16点検出されている。今回調査対象とした藍胎漆器は第1次調査時(1969年8月4日から12日まで)に、

「ベンガラの塗布された編物」として発見されている。第2次調査(1970年8月3日から12日まで)では、第VI層とみられる土層から櫛や藍胎漆器が検出されている。

## 3. 調査資料

本研究で使用した漆器は、青森県板柳町教育委員会所管の藍胎漆器6点、豎櫛4点、繊維製品1点、腕輪1点の計12点である。いずれも同層から出土した土器の型式から、縄文時代晩期中葉のものと考えられる。その他、各資料の考古学的所見や全体写真については、後述する「5. 土井(1)遺跡出土漆器類にみる漆工技術」において分析結果と並記したので合わせて参照されたい。

## 4. 分析方法

### 4.1 藍胎漆器の編組技法の観察と豎櫛の内部構造調査

藍胎漆器の編組の観察と豎櫛の内部構造調査では、レントゲン撮影による二次元観察とX線CTスキャン撮影による三次元観察を行った。レントゲン撮影は、青森県埋蔵文化財調査センターのSMART160Eを用いた。また、X線CTスキャン撮影は、九州国立博物館のコンピュータ断層撮影装置(Y. CT Modular 320 FPD, YXLON International)を用いた。X線CTデータの解析には、ポリュームグラフィックス株式会社製データ解析ソフトウェアVGStudioMAXを用いた。なお、X線CTでは二次元と三次元両方の画像を得ることができ、本稿では三次元画像が中心であるため、X線CTによる三次元画像を以下X線CT像と呼ぶ。

### 4.2 顔料の特定と重ね塗り構造分析

顔料の特定と重ね塗り構造については、資料から剥離した極小破片から塗膜断面の薄片プレパラートを作製し、生物顕微鏡(オリンパスBX51)によって透過および反射光の観察を行うとともに、電子顕微鏡(日本電子JCM-6000)を使って反射電子像の観察を、さらに、電子顕微鏡据え付けのエネルギー分散型蛍光X線検出装置(日本電子JED-2000)を併用し元素マッピングを行うことによった。電子顕微鏡の観察と元素マッピング条件は、低真空モード、加速電圧15kV、スイープ回数20回である。なお、薄片プレパラートは、エポキシ樹脂

(BUEHLER EpoxiCure) で包埋して、精密切断機 (BUEHLER IsoMet) を使って切断した後、塗膜層が透過するまで研磨して作製した。

#### 4.3 漆器類胎部の素材同定

漆器類胎部の素材同定については、漆塗膜内面の表面を生物顕微鏡による反射光の観察とデジタルマイクロスコープ (HIROX 社製 KH-7700) による観察を行った。また、小片を樹脂包埋して断面の薄片を作製し、光学顕微鏡で観察した。この切片の作製にあたっては、試料をアセトン系列で脱水した後にエポキシ樹脂 (Agar Low Viscosity Resin) に包埋し、回転式ミクロトーム (Microm HM350) で切片 (厚さ 10-20  $\mu\text{m}$ ) を作製した。切片は PARA mount-N で封入し永久プレパラートにした。

### 5. 土井(1)遺跡出土漆器類にみる漆工技術

#### 5.1 籃胎漆器

籃胎漆器は、それぞれ別個体の6点について分析を行った。以下、考古学的所見と材質・技法に関する考察を資料番号ごとに列挙していく。

##### 5.1.1 資料番号 2144-1 籃胎漆器 (壺形)

口縁部と底部が全て残存しており、口径 6 cm の口縁は大きく外反して、外側に開く。頸部の内径は約 2 cm である (写真 1)。底部は、丸底だったとみられる。底部近くの残存する最大径は 7 cm である。よって復元される器形は、下膨れ気味に体部中央で大きく膨らみ、急に収縮して頸部にいたる壺形とみられる。壺形の器形とみられる籃胎漆器は本例が初めてとみられ、大洞 C1 式にみられる壺形土器に類似する。遺跡の時期からも、2144-1 は大洞 C1 式に属すると推定される。

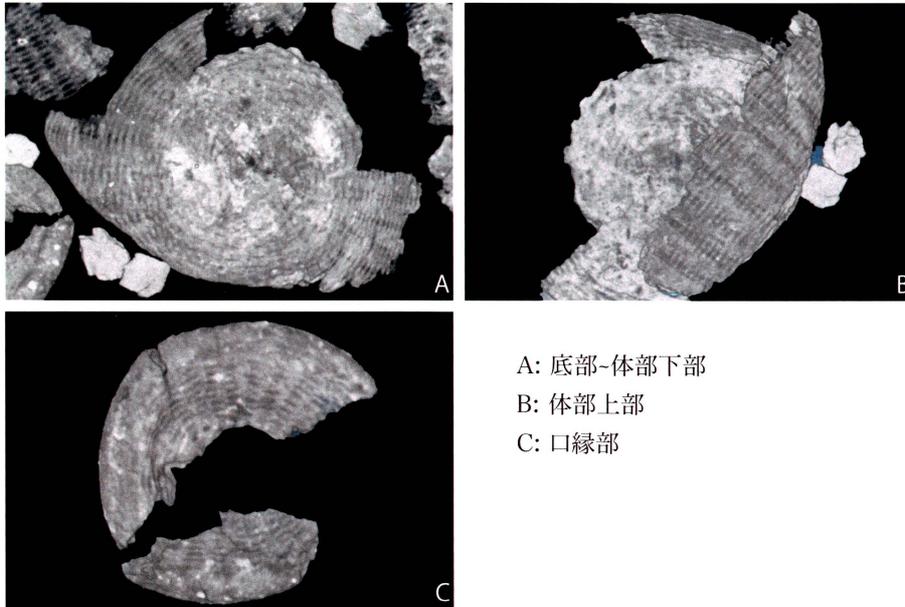
編組技法について述べる。編組技法の記載方法については佐々木ら (2014) に基づいた。なお、「飛び」は「越え」の本数を示す。底部の技法は、著しく劣化しており、肉眼および X 線 CT 分析においても明瞭に観察ができなかったが、おそらく複数本が 1 単位の網代底もしくは四つ目底と考えられる。体部下部ではタテ材が放射方向に広がって行く。体部下部の技法は、X 線 CT 像

により、タテ・ヨコ材共に 1 本 1 単位の 2 本飛びのござ目 (2 本越え・2 本潜り・1 本送り) であることが確認できた (図 1)。体部上部に移行する部分でタテ材は 2 本 1 単位になり、ござ目 (2 本越え・2 本潜り・1 本送り) であった。また、タテ材の本数を減らしたため、全体の器形が窄まる。体部上部でのタテ材本数は 32 本と思われる。体部上部は残存部でみると 17 段が観察できた。体部上部のタテ材幅は 0.5~0.9 mm, ヨコ材幅は 0.5~0.9 (平均 0.8) mm, タテ材間隔は 2.0~3.0 mm。ヨコ材本数は 12 本/cm であった。頸部と体部上部は分離しているため、両者の繋がり方は不明であった。頸部でのタテ材本数は半周で 12 本が観察できた。このため、頸部に至るまでにタテ材本数を減らすかタテ材を重ねており、かつヨコ材の編目の幅も体部上部より約半分幅にして密にし、口径を狭めていると考えられる。口縁部は径 6.0 mm で円形に肥厚しており、レントゲン像や X 線 CT 像でも技法が不明瞭であった。実物の断面を肉眼観察すると、中空になっていた。このため、中空の芯材に巻き付けを行って処理をしたと推定できる。

次に、塗膜構造と顔料について述べる (図 2)。胎部 (図 2 左の④) の上層に、厚さ 12~60  $\mu\text{m}$  の暗褐色の層 (③) が認められ、この③層には、黒色の粒子が全体に散在していた。③層の上層には、厚さ 20~30  $\mu\text{m}$  の半透明で赤褐色の層 (②) が認められ、さらに上層には厚さ 10  $\mu\text{m}$  で発色の良い赤色の層 (①) が認められた。塗膜層全体の厚さは、42~100  $\mu\text{m}$  であったが、劣化により表層部が剥がれ落ちていることが考えられるので、この数値はあくまで参考程度である (他資料も同様)。次に、反射電子像 (BEI) と元素マップを示した。BEI (図 2 中) は、原子番号に依存したコントラストを示し、原子番号が大きい部分ほど白い像が得られる。元素マップ (図 2 右) では、Si は珪酸塩鉱物由来のものであり、Fe はその多くがベンガラ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、Hg は朱 ( $\text{HgS}$ ) に由来するものとして、Si (図中では、青表示) と Fe (緑)、Hg (赤) に着目してマッピングを行った。結果、高輝度な部分 (BEI) と赤 (元素マップ) が Hg であり、これが、1 層認められた。その下層に Fe が微量ではあるが認められた。Fe はベンガラ由来のものとして推定している。なお、Fe が認められた赤色の粒子の形状は、細



写真1 藍胎漆器 2144-1  
Photo.1 Lacquerware (No.2144-1)



A: 底部-体部下部  
B: 体部上部  
C: 口縁部

図1 藍胎漆器 2144-1 の X 線 CT 像

Fig.1 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for lacquerware (No.2144-1)  
A: image of the body and bottom, B: top of the body, C: rim of the vessel

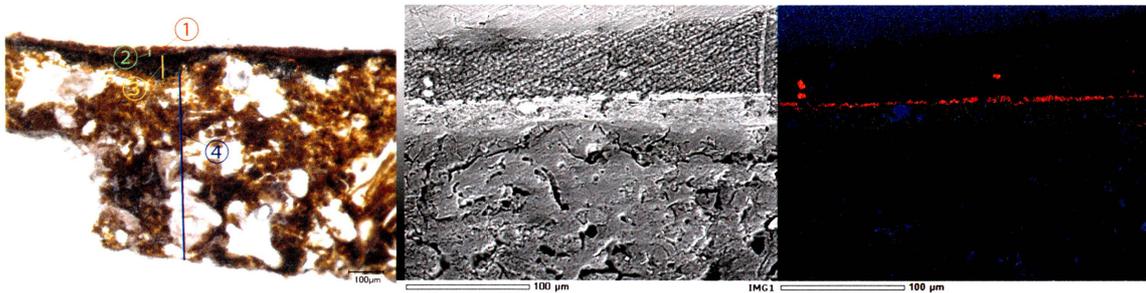


図2 藍胎漆器 2144-1 の漆塗膜断面と元素マッピング

左：透過顕微鏡像 中：反射電子像（BEI） 右：元素マップ（■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ ）

Fig.2 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-1)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map

粒で不定形の非パイプ状であった。なお、透過顕微鏡像（図1左）では、さらに下層に黒色の粒子が若干混入された層が認められたが、BEI および元素マップでは粒子に関する情報は得られていない。以上から、本籃胎漆器の塗膜構造は、胎部の上に黒色の粒子と漆を混ぜた層があり、その上にベンガラを含む層、そして、最表面に朱を含む層を塗り重ねた、3層構造を成していることがわかった。

本資料の胎部の素材については、塗膜は残っていたが、素材そのものが遺存しておらず、同定には至らなかった。

### 5.1.2 資料番号 2144-2 籃胎漆器（鉢形）

約30片ある破片は最大長3cmほどで、これらのうち口縁部と見られる破片が3片あり、その断面形と復元径から、口径20cm以上の鉢形になる可能性が高い（写真2）。

編組技法については、本資料は著しく劣化していたため、不明瞭であった。底部の技法は、デジタルマイクロスコープによる観察の結果、1本1単位の2本飛び網代の可能性が高い。また、幅10mm強の割り裂き材を素材とし、体部の技法は不明瞭であるが、X線CT像から、タテ材間隔が離れていることが観察できたため、ごさ目と思われる（図3）。

塗膜構造についても同様に、劣化が激しく2144-1のような黒色の粒子が混入しているかどうかは不明であったが、少なくとも、胎部の上に暗褐色の漆層、その上にベンガラ粒子を含む層が塗り重ねられた、2層構造を成していることがわかった（図4）。なお、赤色のベンガラ粒子の形状は、細粒で不定形の非パイプ状であった。胎部の素材については、2144-1同様、素材そのものが遺存しておらず、同定できなかった。

### 5.1.3 資料番号 2144-3 籃胎漆器（鉢形）

約15片ある破片のうち、口縁部とみられる破片が2点あり、復元径は約15cmである（写真3）。小型の鉢形になる可能性がある。

編組技法について述べる。底部の技法は、破片が小さいため不明であったが、デジタルマイクロスコープによる観察から、タテ材とヨコ材が密で幅広い割り裂き材が

用いられており、3本飛び網代の可能性がある。体部の技法は、タテ材間隔が離れており、かつヨコ材は2本越えているため、2本飛びごさ目と考えられる（図5A～B）。タテ材は2本1単位、ヨコ材は1本1単位であった。体部のタテ材幅は3.4mm、ヨコ材幅は1.8～2.5（平均2.2）mm、タテ材間隔は不明瞭。ヨコ材本数は4本/10mmであった。口縁部幅は8.1mmで、厚みは4.7mm。断面と側面を観察すると、芯材に同一方向から巻き付けて処理した痕跡がわずかに残るため、巻縁の可能性もある（図5C～D）。

塗膜構造は、胎部の上に暗褐色の漆層（黒色粒子入り）、その上にベンガラ粒子（非パイプ状）を含む層が塗り重ねられた、2層構造を成している、非常に単純な構造であった（図6）。

次に、胎部の素材について、以下に説明する（図7）。本資料では、籃胎漆器の体部と考えられる破片と、口縁部の素材について調べた。体部の破片は、2144-1同様、資料の断面観察では素材の組織は認められなかった（図7A）が、漆膜内面の表面観察ではタテ・ヨコ材とも直線的に走る繊維状の組織が鮮明に残っていた（図7B）。この繊維上の組織を拡大して見ると径が他より太くて、縦長の短冊形の細胞が上下に連なったものが数本束になっており、それ以外の部分は径が細く水平の隔壁のない細胞が多数集まっていることがわかる（図7C～E）。これを現生の笹類の稈の構造と比較すると、次のことが分かる。イネ科竹笹類の維管束は茎の内方側にある一つの原生木部の小道管の集まりと茎の外方側に篩管の集まり（篩部）とその中間の左右1対の後生木部の1大道管、そしてそれを取り巻く繊維束からなる。この維管束を単位として稈に多数が分布し、維管束と維管束の間は薄壁で径の大きな柔組織で埋められている（図7F）。稈の内側にあるものは道管、篩管の占める割合が高く繊維束の量は少ないのに対し、外側に行くほど道管、篩管の占める割合は減って繊維束の部分が多くなる。この稈の外側に近い部分を接線方向に切断すると（図7Gの赤線）、その断面には繊維束とその間の柔組織（P）が交互に現れる（図7G）。繊維細胞は径が小さく長く直線状に走っている。柔組織細胞は水平の隔壁があり、接線断面では短冊形となる（図7H）。図7B～Eに見られる構造はこ



写真2 藍胎漆器 2144-2  
Photo.2 Lacquerware (No.2144-2)

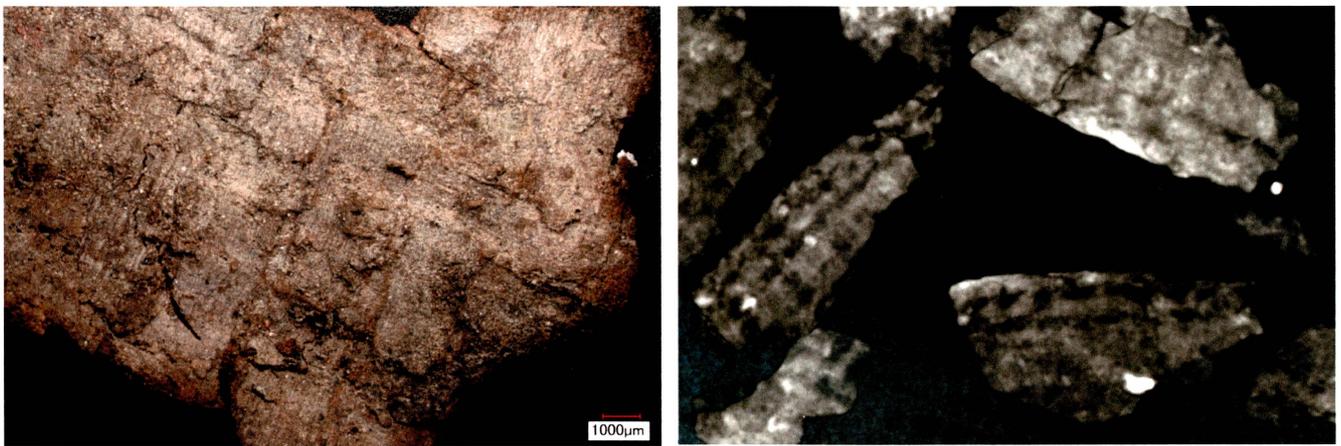


図3 藍胎漆器 2144-2 のデジタルマイクロスコブ写真 (左) と X 線 CT 像 (右)  
Fig.3 Photomicrograph (left) and three-dimensional image (right) constructed from X-ray CT analysis for lacquerware (No.2144-2)



図4 藍胎漆器 2144-2 の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.4 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-2)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map



写真3 籃胎漆器 2144-3  
Photo.3 Lacquerware (No.2144-3)

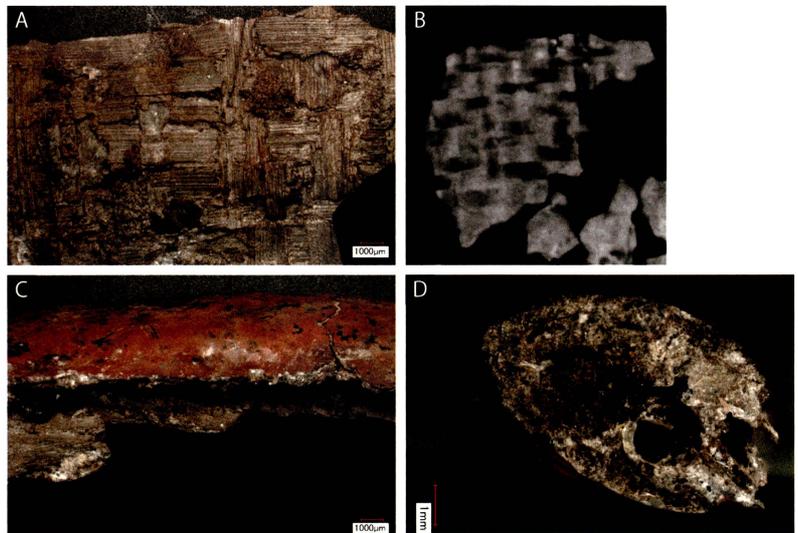


図5 籃胎漆器 2144-3のデジタルマイクログラフ写真とX線CT像  
AとB：体部，C：口縁部，D：口縁部破損断面  
Fig.5 Photomicrograph and three-dimensional image (right) constructed from X-ray CT analysis for lacquerware (No.2144-3)  
A-D: explained in the text



図6 籃胎漆器 2144-3の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中図：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.6 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-3)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map

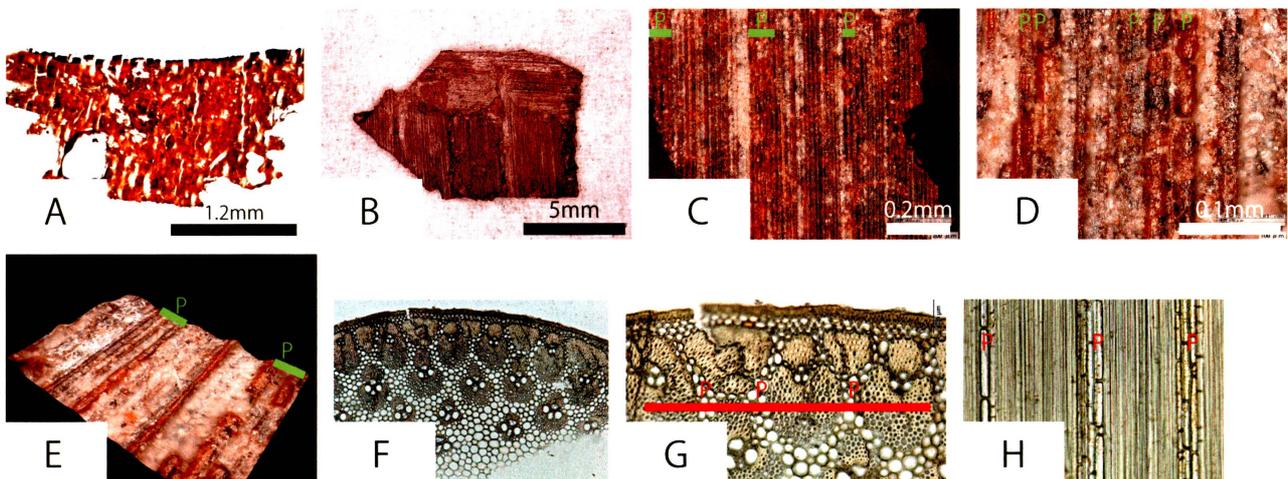


図7 籃胎漆器 2144-3の漆塗膜断面および漆塗内面と現生ネザサの稈の顕微鏡写真の比較  
Fig.7 Comparison with a material used in the lacquerware (No.2144-3) and recent Nezasa (*Pleiblastus argenteostriatus* f. *glaber*)  
A~H: explained in the text

の竹笹類の構造と一致することから、2144-3の籃胎漆器のタテ材、ヨコ材の素材は竹笹類と同定した。なお、口縁部に関しては劣化により素材が消失していたため、素材は不明であるが、編組技法上、タテ材を折り返して口縁部に使用しているのであれば、その素材は同一と推定される。

#### 5.1.4 資料番号 2144-4 籃胎漆器

100片以上の破片からなるが、口縁部や底部の破片は含まれていないため器種は不明である(写真4)。

編組技法は、素材の単位やヨコ材の越え方が観察できないため詳細は不明であるが、レントゲン像から、タテ材間隔が離れているため、ござ目と推定した(図8)。

塗膜構造は、胎部の上に黒色の粒子と漆を混ぜた層、その上にベンガラ粒子(非パイプ状)を含む層、そして、最表面に朱の粒子を含む層が塗り重ねられた、3層構造を成していた(図9)。

胎部の素材については不明であった。

#### 5.1.5 資料番号 2144-5 籃胎漆器(鉢形)

口径約11cm、最大径(推定)15cmである。つぶれた状態だが、本来丸みを帯びた鉢形であったとみられる。底面は方形で四隅が突出する。土器の型式と比較すると、大洞C式期に属すと考えられる(写真5)。

編組技法について述べる。X線CT像の観察から、底部の技法は、タテ材とヨコ材共に1本1単位の3本飛び網代(3本越え・3本潜り・1本送り)であった(図10)。四隅外面にこぶのような突起がみられるのは、体部への立ち上がりの部分でタテ材の方向を変えるためである。体部の技法は、タテ材は2本1単位、ヨコ材は1本1単位の2本飛びござ目である。体部のタテ材幅は2.3~3.6(平均2.7)mm、ヨコ材幅は1.1~1.8(平均1.4)mm、タテ材間隔は0.9~1.3mmである。ヨコ材本数は8本/10mm。体部内ではござ目と判断できるが、越え方に変化があるかどうかは不明であった。口縁部幅は7.9mm、厚さ3.6mmで外面にのみ肥大している。X線CT像によると、内面に同一方向の巻き付けが確認できるため右巻き(Z巻き)の巻縁と考えられる。芯材の有無は確認できないが、2144-1や2144-2と比較すると、

厚みがないため芯材はなかった可能性が高い。

塗膜構造は、胎部の上層に、黒色の粒子が混入された層が観察できず、ベンガラ粒子(非パイプ状)を含む層、そして、最表面に朱の粒子を含む層を塗装した、2層構造を成していることがわかった(図11)。

胎部の素材について、素材そのものは消失していたものの(図12A)、漆塗膜内面には繊維状の構造が比較的良く残っていた(図12B)。これを拡大して観察すると2144-3と同じく直線状に走る直径が小さく隔壁のない細胞群(繊維)と径がやや大きく隔壁があって短冊状の細胞からなる部分(図12CのP)があることから、これも竹笹類が素材であると同定した。

#### 5.1.6 資料番号 2144-11 籃胎漆器(鉢形)

全て破片である。破片は最大長4cmで、少なくとも6片ある。断面の湾曲から底面付近の一部分とみられる(写真6)。

編組技法は、レントゲン写真の観察によると、1本1単位の2本飛び網代と思われる(図13)。

本資料の塗膜構造は、胎部の上に黒色の粒子と漆を混ぜた層、その上にベンガラ粒子(非パイプ状)を含む層、そして、最表面に朱の粒子を含む層を塗り重ねた、3層構造を成していることがわかった(図14)。

胎部の素材については不明であった。

## 5.2 竖櫛

土井(1)遺跡から出土した竖櫛の年代は、土器編年から比定して縄文晩期大洞BC~A式のものであり、これまで、同時代の櫛はその製作技法の違いにより、刻歯式と結歯式のものが出土している。刻歯式は木や骨等を素材とし、歯を削り残したものであり、頭部と歯が一体となったものである。結歯式は木等で歯を製作し、紐や糸等で固定し、漆を混ぜた木粉等を使って塑形したものである。今回調査した竖櫛は、全て頭部だけの資料であり、いずれも結歯式であった。以下に、それぞれの資料について所見を述べたい。

#### 5.2.1 資料番号 2144-6 竖櫛(結歯式)

頭部の復元縦長約1.5cm、横幅約4.5cmで細長い長



写真4 藍胎漆器 2144-4  
Photo.4 Lacquerware (No.2144-4)

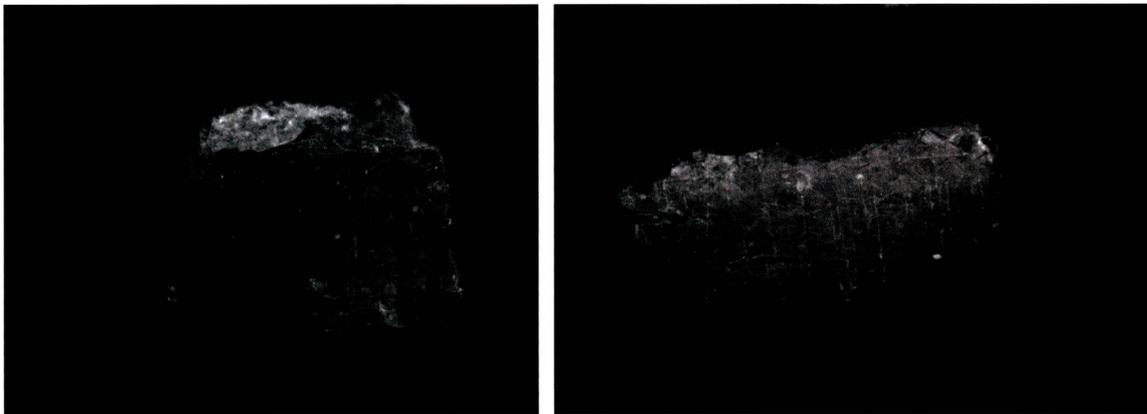


図8 藍胎漆器 2144-4 のレントゲン像  
Fig.8 X-ray photographic image of lacquerware (No.2144-4)

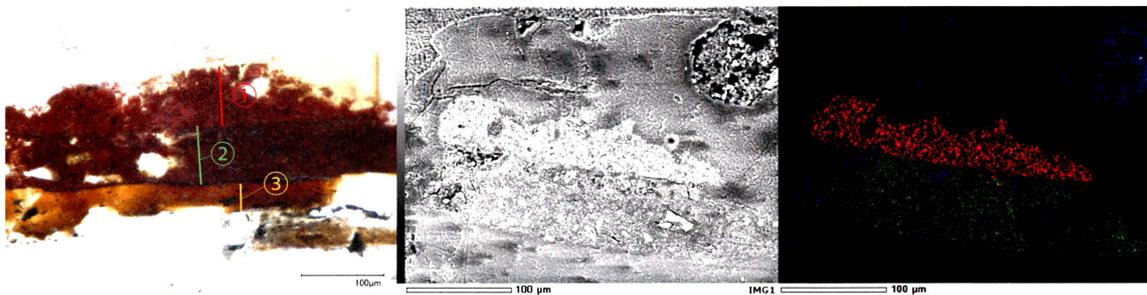


図9 藍胎漆器 2144-4 の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中図：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.9 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-4)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map



写真5 籃胎漆器 2144-5  
Photo.5 Lacquerware (No.2144-5)

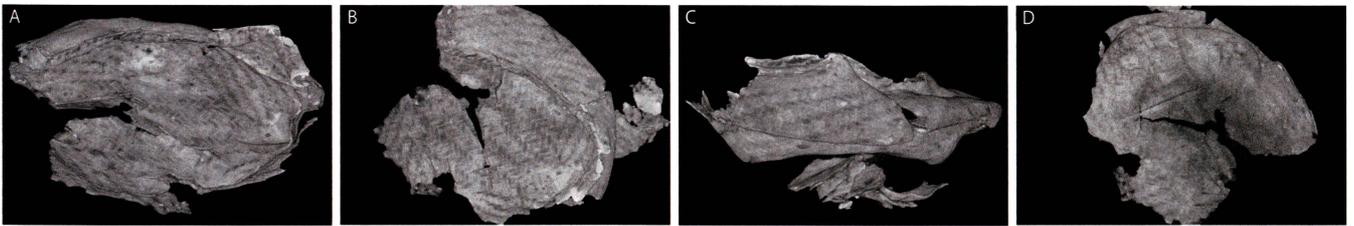


図10 籃胎漆器 2144-5のX線CT像  
A：底部～口縁部，B：上面，C：側面，D：底面  
Fig.10 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for lacquerware (No.2144-5)

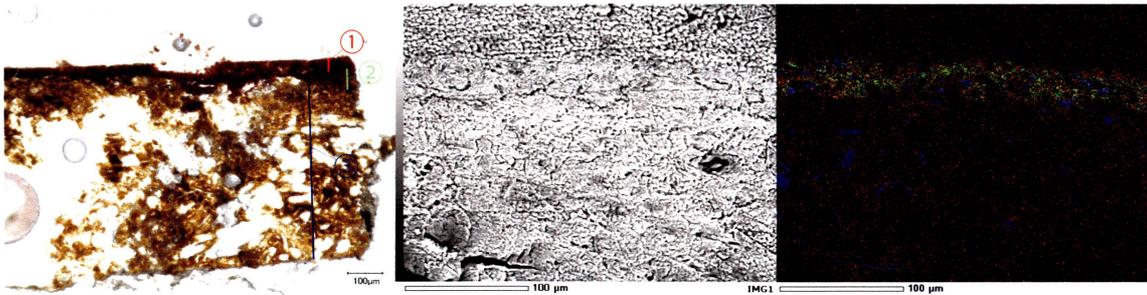


図11 籃胎漆器 2144-5の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中図：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.11 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-5)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map

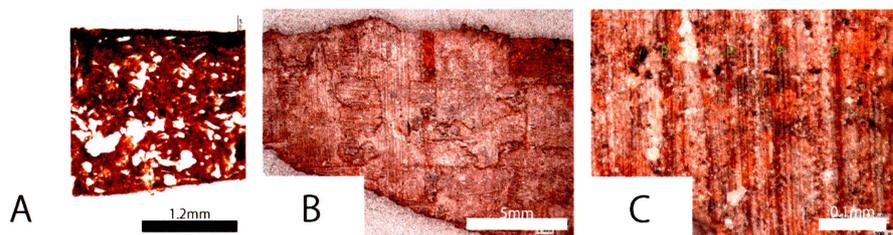


図12 籃胎漆器 2144-5の漆塗膜断面と漆塗内面  
Fig.12 Microphotograph of a material used in the lacquerware 2144-5  
A~C: explained in the text



写真6 藍胎漆器 2144-11  
Photo.6 Lacquerware (No.2144-11)

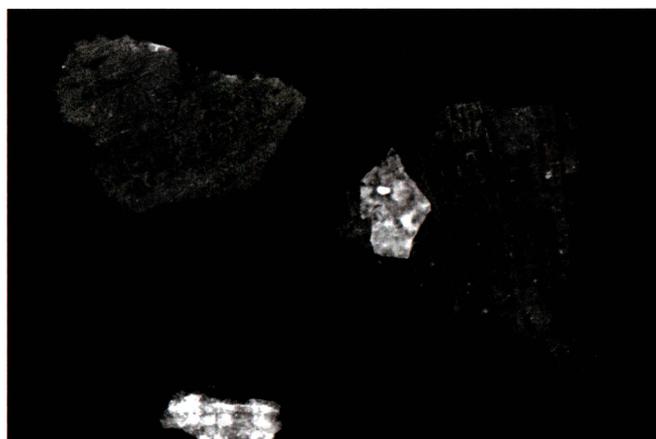


図13 藍胎漆器 2144-11 のレントゲン像  
Fig.13 X-ray photographic image of lacquerware (No.2144-11)

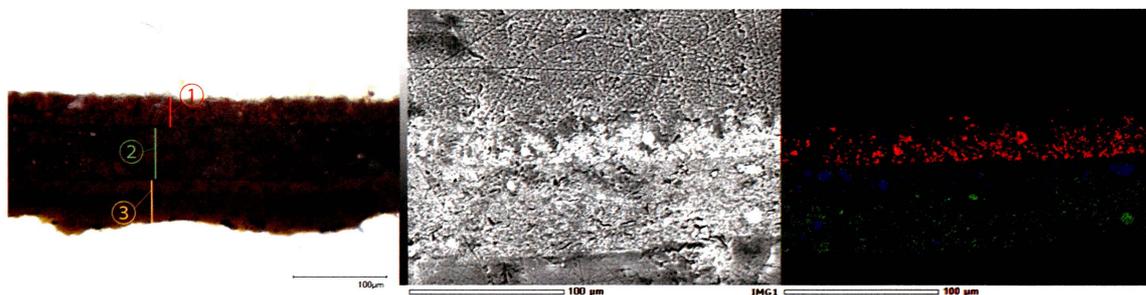


図14 藍胎漆器 2144-11 の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中図：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.14 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-11)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map



写真7 竖櫛 2144-6  
Photo.7 Decorative comb (No.2144-6)

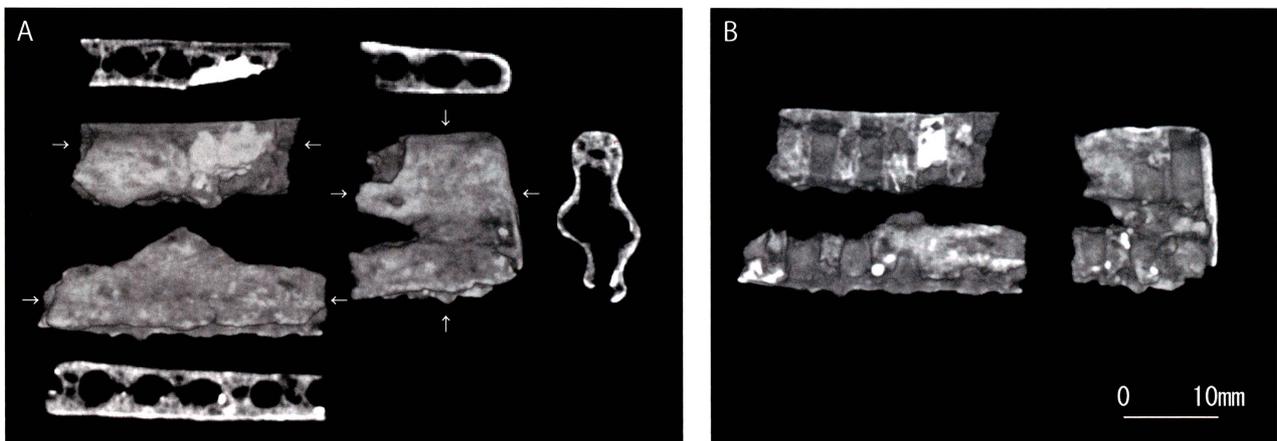


図15 竖櫛 2144-6 の X線 CT 像  
Fig.15 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for decorative comb (No.2144-6)

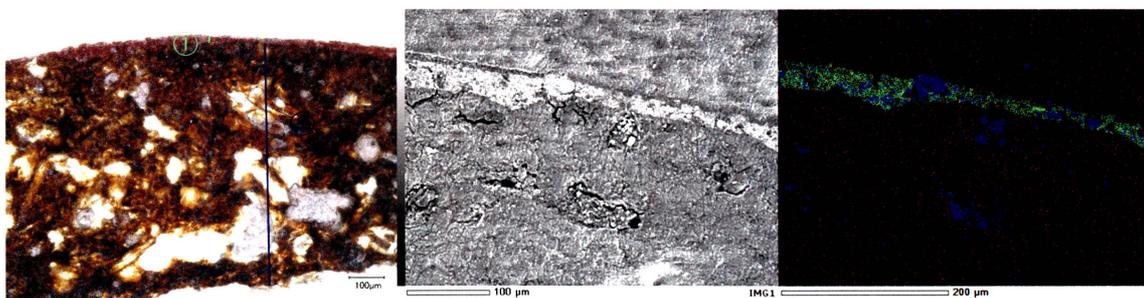


図16 竖櫛 2144-6 の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.16 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and its element mapping (No.2144-6)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map

方形の棟部をもつ小型の堅櫛である（写真7）。櫛歯材のあった穴は径約3mmの円形で、9個残存する。したがって、太さ約3mm程度の櫛歯材を10本前後並べて、3本の横架材に掛けて組み、糸や紐で縛って骨組みを完成させたと推定される。X線CT像で、糸や紐状のものが観察できるものと期待したが、今回の条件では、糸そのものや、その残存痕は観察できなかった（図15）。なお、出土状況の写真が残されており、それによると、大洞C1式の細頸壺とともに検出されている。このことから、この櫛も大洞C1式期に属するものとみられる。

本資料の塗膜構造は、胎部の上層に、ベンガラ粒子（非パイプ状）を含む層を塗装した、1層構造であった（図16）。

#### 5.2.2 資料番号 2144-7 堅櫛（結歯式）

頭部の残存長1.0cm、横幅約4.5cmで、前述の2144-6と同様、細長い長方形の棟部をもつ小型の堅櫛である（写真8）。横架材は3本である。櫛歯材のあった穴は径約3mmの円形で、8個残存する。構造も2144-6と同じとみられる（図17）。

本資料の塗膜構造は、胎部の上層に、黒色の粒子が混入された層を塗り、ベンガラ粒子（非パイプ状）を含む層を塗り重ねた、2層構造であった（図18）。

#### 5.2.3 資料番号 2144-8 堅櫛（結歯式）

頭部の残存長2.4cm、横幅約6.2cmで、台形状を呈す（写真9）。上辺は直線的で装飾はない。横架材は3本である。櫛歯材のあった穴は径約4mmの円形で12個ある（図19）。したがって、2144-6・7よりはひと回り大きい。なお、本資料については、剥離破片がなかったため、塗膜構造分析は行わなかった。

#### 5.2.4 資料番号 2144-9 堅櫛（結歯式）

左半部のみ残存する。2144-6・7と同様、で細長い長方形の棟部をもつ小型の堅櫛である（写真10）。櫛歯材のあった穴は径約3.2mmの円形で、5個分残存する（図20）。本資料についても、遊離破片がなかったため、塗膜構造分析は行わなかった。

#### 5.2.5 資料番号 2144-10 堅櫛（結歯式）

2/3ほどが残存する（写真11）。横架材は3本、外形は長方形で、2144-6・7・9と同様な構造である。頭部の端と表面中央にB状突起をつける。B突起は、有機質を素材として固めたようで（芯材のようなものはなく）、頭部との継ぎ目が曖昧であることから、歯を固定した後、頭部と同時に作成されたものと推定した（図21）。櫛歯材のあった穴は径約3mmの円形で、7個分残存する。時期はB状突起が見られる点で、大洞C式と推定される。本資料についても、剥離した破片がなかったため、塗膜構造分析は行わなかった。

#### 5.3 赤漆塗り繊維製品（2144-12）

繊維製品は断片のみで多数ある（写真12）。断面の観察から、繊維は断面楕円形であり、横幅は約1mm、厚みは約0.3mmであり（図22A）、これが元々は丸い糸であったとすると約0.75mmの太さが計算できる。塗膜の下の胎部は、繊維細胞自体が完全に消失しており、その回りの漆が「鑄型」として元にあった繊維細胞の形を残している（図22Bのf）。この空隙は断面楕円形で比較的丸いものからかなり扁平なものまであり、大きさは長径が19~46（平均34） $\mu\text{m}$ 、短径が12~24（平均16） $\mu\text{m}$ ほどである。これらは元々もっと円形に近いものだったものと思われ、その場合平均25 $\mu\text{m}$ ほどの直径の繊維であったことが期待される。この直径、そして断面が多角形でなく角が無く滑らかな円形であると推察されること、また1本1本の繊維がバラバラになっていることを考慮すると、太さがより細くて断面が角張り、また多数が集合しているアサなどではなく、イラクサ科のカラムシ（図22C）やヤブマオ（図22D）の仲間に近似すると言える。なお、赤色顔料はベンガラ（非パイプ状）である（図23）。

#### 5.4 腕輪（2144-26）

腕輪（写真13）は2つに分裂して破損した状態であるが、形状は、内径が65.6~61.8mm、外径が82.0~80.1mmと推定され、真円に近い楕円である。横断面の直径は最小8.1mm、最大10.1mmのほぼ真円である。

本資料の塗膜構造は、胎部の上層に、黒色の粒子が混

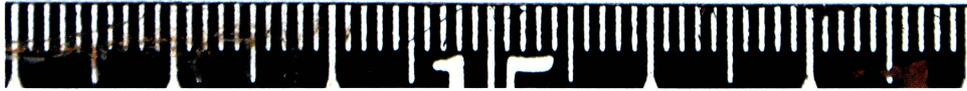


写真8 竖櫛 2144-7  
Photo.8 Decorative comb (No.2144-7)

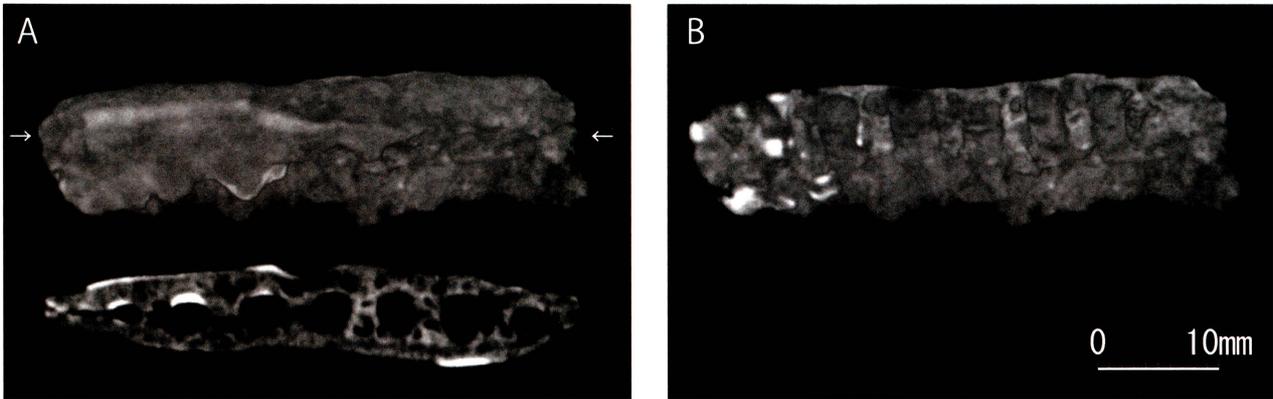


図17 竖櫛 2144-7 の X 線 CT 像  
Fig.17 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for decorative comb (No.2144-7)

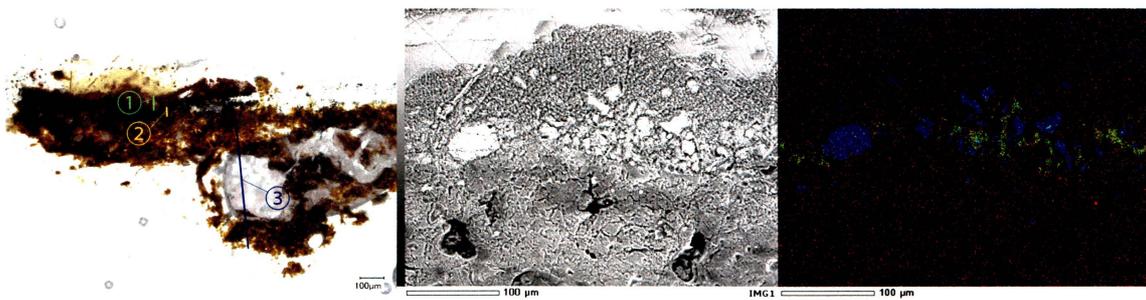


図18 竖櫛 2144-7 の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.18 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and it's element mapping (No.2144-7)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map



写真9 櫛 2144-8

Photo.9 Decorative comb (No.2144-8)

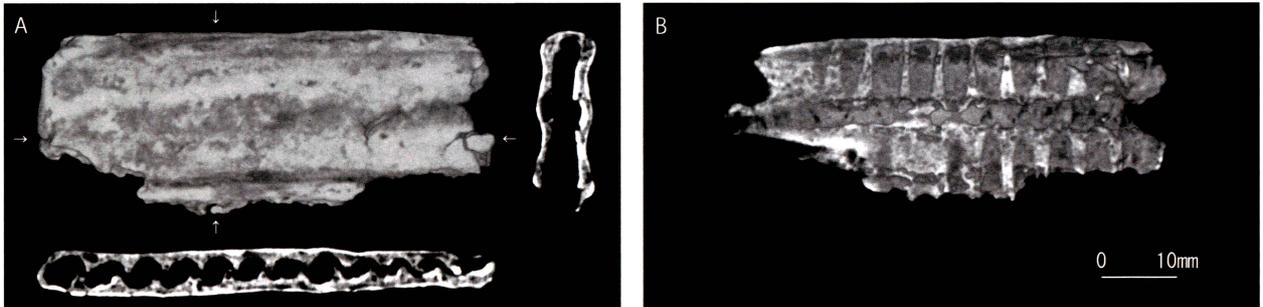


図19 櫛 2144-8のX線CT像

Fig.19 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for decorative comb (No.2144-8)



写真10 櫛 2144-9

Photo.10 Decorative comb (No.2144-9)

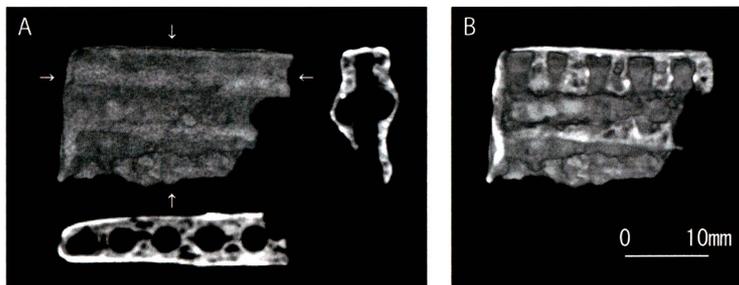


図20 櫛 2144-9のX線CT像

Fig.20 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for decorative comb (No.2144-9)

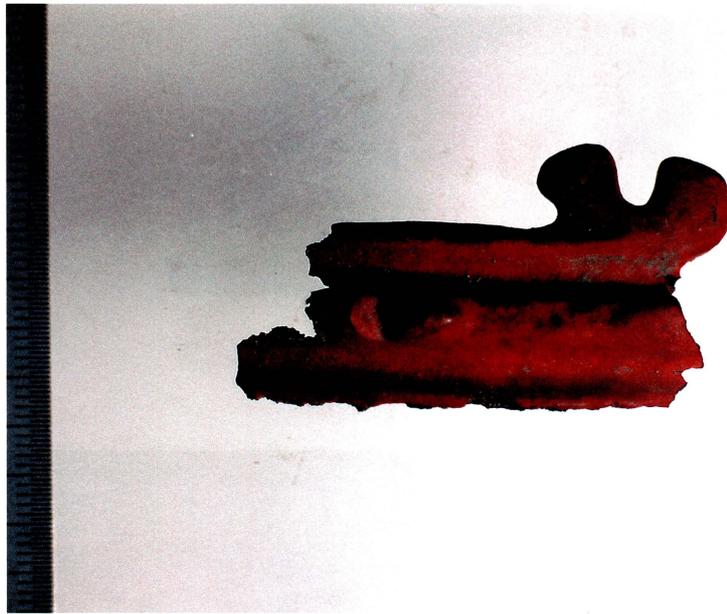


写真 11 竖櫛 2144-10  
 Photo.11 Decorative comb (No.2144-10)

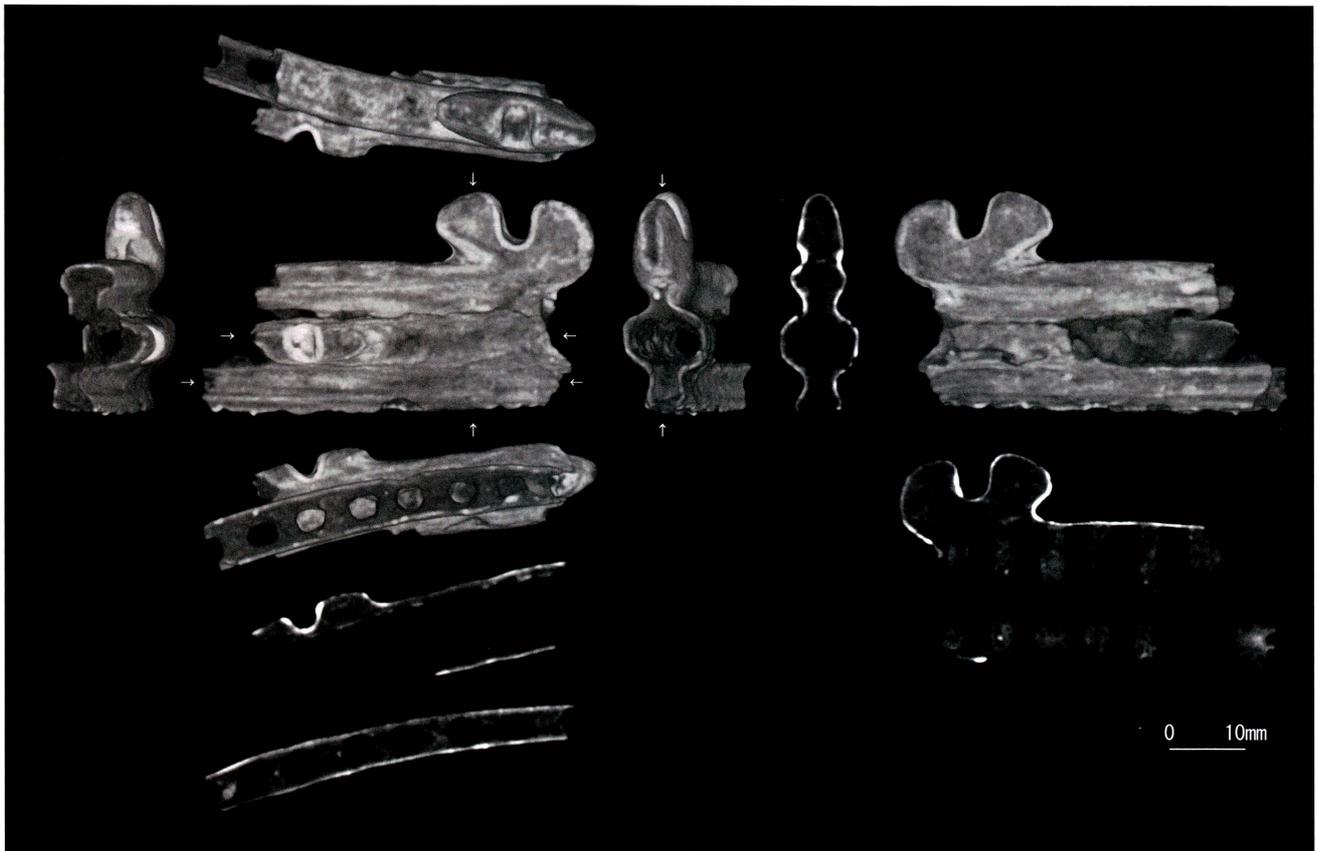


図 21 竖櫛 2144-10 の X 線 CT 像  
 Fig.21 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis for decorative comb (No.2144-10)



写真 12 繊維製品 2144-12  
Photo.12 Lacquerware (No.2144-12)

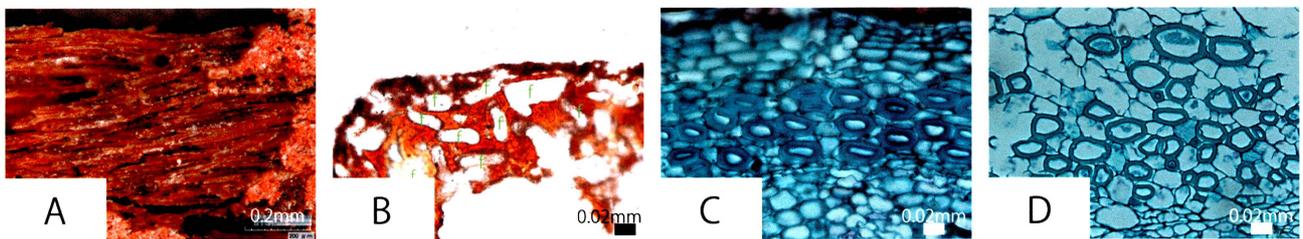


図 22 繊維製品 2144-12 の漆塗膜断面と現生カラムシおよびヤブマオの靱皮繊維との比較  
Fig.22 Comparison with a material used in the lacquerware (No.2144-12) (A, B) and recent Karamushi (*Boehmeria nivera* var. *concolor* f. *nipponivea*) (C) and Yabumao (*Boehmeria japonica*) (D) in bast fibers

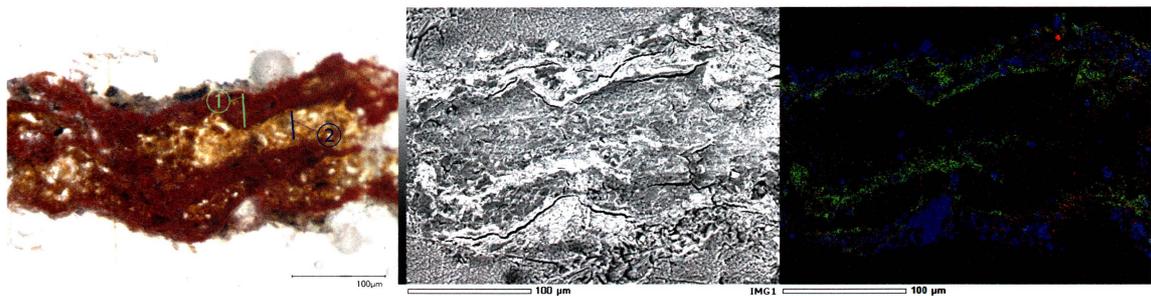


図 23 繊維製品 2144-12 の漆塗膜断面と元素マッピング  
左：透過顕微鏡像 中：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )  
Fig.23 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and its element mapping (No.2144-12)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map



写真 13 腕輪 2144-26  
Photo.13 Bracelet (No.2144-26)

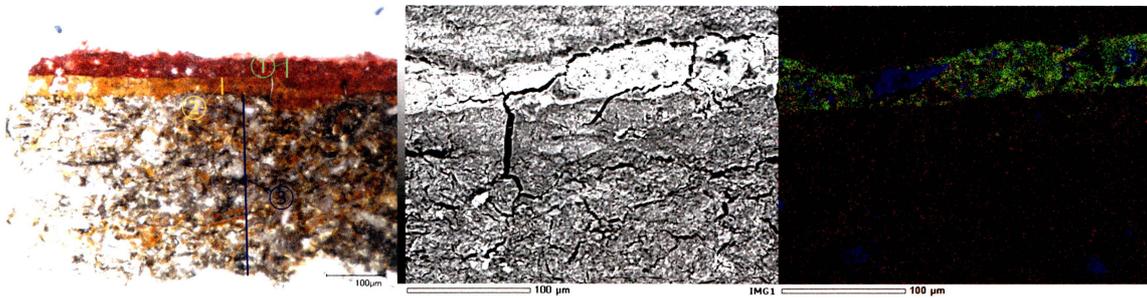


図 24 腕輪 2144-26 の漆塗膜断面と元素マッピング

左：透過顕微鏡像 中：反射電子像 (BEI) 右：元素マップ (■Si-K $\alpha$ , ■Fe-K $\alpha$ , ■Hg-M $\alpha$ )

Fig.24 Cross section of lacquer coating layers containing red pigment and its element mapping for bracelet (No.2144-26)  
Left : Photomicrograph, Center : Backscattered electron image (BEI), Right : Element distribution map

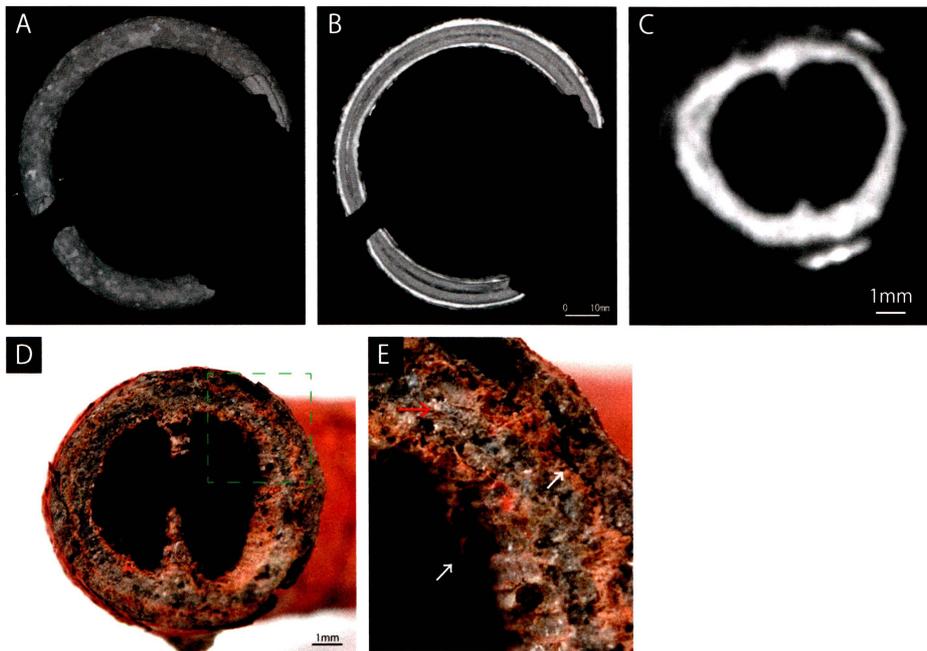


図 25 腕輪 2144-26 の X 線 CT 像とデジタルマイクロスコープ写真

Fig.25 Three-dimensional image constructed from X-ray CT analysis and photograph from stereoscopic microscope for bracelet (No.2144-26)  
A~E: explained in the text

入された層を塗り、ベンガラ粒子（非パイブ）を含む層を塗り重ねた、2層構造であった（図24）。

次に、本資料の製作技法について考察する。図25Aに断層像から再構築した三次元像を示す。図25Bは図25Aの平面に対して平行に断ち割った三次元像である。図25Cは図25Aの三次元像の平面に対して直角に断ち割った横断面の断層像である。これらの図から腕輪内部に大きな空隙が認められ、横断面（図25C）からみた空隙の形状は、2つの扇を要の部分で合わせたようなものとなっていることがわかる。さらに、横断面（図25C）の輝度の違いに着目してみると、最外部は白色、その内側の厚みがほとんどない部分は灰色、さらに内側の厚い部分が最外部と同様に白色となっている（さらに内側の2つ合わせの扇状の空隙部分は黒色）。これらは、次のような事実を示している。X線CT像は、通常のレントゲン像と同様に、画像上の白い部分がX線の吸収度の高く、黒い部分がX線の吸収度の低い部分に対応し、端的に言えば、白く撮像するほど、その物質は相対的に元素・密度・厚みが大である。すなわち、横断面（図25C）で、最外部の白色は相対的に重元素、その内側の厚みほとんどない部分は相対的に軽元素、そして、さらに内側の厚い部分が最外部と同様に相対的に重元素となる材質が使用されていることが判明した。これらの事実と、腕輪の破断面（横断面）の写真の観察から、構造に関する所見を述べる。2つ合わせの扇状の空隙の周りに、植物の維管束が認められる（図25E 白色の矢印）。このことから、おそらくは、維管束植物を二つ合わせたものが芯材として使用されたものと推定する。その外層に砂質シルトの粒子が固まったような層（図25E 赤色の矢印）が認められ、この層が上述の③層に対応する。さらに外層に植物の維管束多くみられる層と灰褐色の層（無機質ではない）があり、これが②層に相当するものと思われる。そして、最上層（表面）にベンガラ粒子を含む層が認められる。

## 6. 終わりに

亀ヶ岡文化期における津軽地域の漆工文化を明らかにするために、青森県板柳町土井（1）遺跡から出土した籃胎漆器や堅櫛、繊維製品について、X線CT分析を主

軸にした自然科学分析を行った結果、以下の様な成果が得られた。

籃胎漆器では、ござ目編みと網代編みの2種類の編み目が確認された。器種も鉢形と壺形の2器種ある。底部や口縁部の形状は、その時期の土器の器形に類似しており、器形が土器と籃胎漆器双方が共通していたことが分かった。特に今回、ござ目編みで作られた丸底の壺形の籃胎漆器（2144-1）は、よく知られていた縄文晩期の網代編みの角底の鉢形の籃胎漆器とは構造が異なる。分析面では、特に、解析には、X線CT観察が非常に有効であった。本装置は、物体を立体視できる特性があり、従来のレントゲンによる二次元像だけでは、塗膜に覆われて検討することが難しかった編目を、断層像から立体像を構築することで解明できた。さらに、深度画像合成システムをもつデジタルマイクロスコープを用い、漆層の下地に残されていた圧痕を観察した結果、素材に竹笹類が用いられていることが判明した。籃胎漆器は、胎部が失われている場合が多く、素材の同定が困難であったが、素材の痕跡から同定に至った点は注目に値する。これまで、縄文時代における籃胎漆器の多くは、十分な証拠もないままでタケを素材とするもの考えられてきたが、今後、竹笹類のうち、どの素材が用いられたのかが課題となる。また、漆塗りの工程においては、少なくとも3層の漆層が確認された。最下層は、黒色粒子を含む層で、漆器の下地となるものであり、その上に2層の重ね塗りがあった。特に注目されるのは、元素マッピングによって観察した結果、2層の重ね塗りのうち、下層にベンガラ、上層に朱を混ぜた漆が塗布されたことが分かった。このような事例は、土井（1）遺跡出土資料の半数以上にこの重ね塗りが認められたほか、近年の事例増加を考慮すると、籃胎漆器の製作法として定着していたものと考えられる。重ね塗りで異なる2種類の顔料を使い分けた理由については、ベンガラに対して相対的に朱の方が発色の良いこと、赤色顔料の原材料である鉍物の流通量違い等が推定しているが、今後類例をさらに増やして検討していく必要がある。

堅櫛については、検討した資料の全てが複数の横架材と櫛歯材を交差させた結歯式で、櫛歯は10本前後と推定された。頭部の形態は方形で、装飾としては土器と同

じB突起を付ける場合がある。複雑な透かしはなく、比較的簡単な構造である。塗りは2層で、下地の上にベンガラを混ぜた赤漆を塗り重ねている。今回観察した堅櫛は、大きさや形態、構造、塗りは籃胎漆器に比べ、一定であるため、決まった作業工程によって数多く製作された可能性がある。

繊維製品については、1点の破片資料であり、素材そのものは消失したものであったものの、その空隙の構造から検討した結果、その素材がイラクサ科であったものと推定した。また、蛍光X線分析の結果、ベンガラを混ぜた赤漆が塗布されていることが分かった。

腕輪については、維管束植物を芯材の素材として、少なくとも二つを合わせ、その上に砂質シルトを使って塗り固めていたものと推定した。このような製作技法については他に例を知らず、X線CT分析で詳細に検討した成果であり、今後注目していく必要がある。

土井(1)遺跡出土漆器類は発見から今日まで約40年間保存処理がされず保管され続けた資料である。今回調査の機会が得られたのは、保存処理を行うにあたって、事前診断の必要性が認められたためである。調査後には、保存処理が無事に完了し、過去の水漬け資料が、一般公開可能な状態になった。これは、文化財の保護と公開・活用という面で、地域の遺跡資源の活用が図られ、関係者だけでなく地域の人々が改めて遺跡の重要性を再認識する機会となった。最後に分析にご理解とご協力を賜った各機関・個人に改めて感謝を申し上げたい。

\* 本論文は、「亀ヶ岡文化の漆工芸Ⅰ 青森県板柳町土井(1)遺跡漆製品の自然科学・保存科学的研究」『冷温帯地域の遺跡資源の保存活用促進プロジェクト研究報告書2』片岡・上條(編)2014の一部をまとめたものである。

#### 引用文献

- 岡田文男・成瀬正和 2000 「戸平川遺跡出土漆器の塗膜構造調査」『秋田県文化財調査報告書第294集 戸平川遺跡 - 東北横断自動車道秋田線建設事業に係る埋蔵文化財発掘調査報告書 XXIV - 』pp.189-196
- 板柳町教育委員会 1993 『土井Ⅰ号遺跡』113p
- 片岡太郎・上條信彦 2014 「亀ヶ岡文化の漆工芸Ⅰ 青森県板柳町土井(1)遺跡漆製品の自然科学・保存科学的研究」片岡太郎・上條信彦(編)『冷温帯地域の遺跡資源の保存活用促進プロジェクト研究報告書2』pp.1-2
- 川野邊渉 1996 「熱分解ガスクロマトグラフィーによる漆試料の同定の可能性について」保存科学 35 pp.49-56.
- 見城敏子 1973 「漆塗膜に関する研究(第3報) 漆塗膜の硬化および劣化過程の赤外吸収スペクトル変化および漆工品保存に関する考察」色材協会誌 46 pp.420-428.
- 佐々木由香・小林和貴・鈴木三男・能城修一 2014 「下宅部遺跡の編組製品および素材束の素材からみた縄文時代の植物利用」国立歴史民俗博物館研究報告187 pp.323-346.
- 永嶋正春 1985 「縄文時代の漆工技術 - 東北地方出土籃胎漆器を中心にして - 」国立歴史民俗博物館研究報告6 pp.1-52.
- 本多貴之・渡辺裕之・吉田邦夫・宮腰哲雄 2008 「野路遺跡出土漆試料片の科学的な分析」環境史と人類2 pp.1-15
- 本多貴之・宮里正子・北野信彦・宮腰哲雄 2013 「黒漆花円文螺合子の科学分析 - クロスセクション ATR を利用した層毎の解析 - 」保存科学 52 pp.131-140.
- 宮腰哲雄 2011 「漆と高分子」高分子 56 (8) pp.608-613.

(2014年6月5日受付, 2014年8月9日受理)

# Investigation of Fabrication Techniques and Material of Lacquerware Excavated from Doi (1) Site in Itayanagi Town, Aomori Prefecture, Japan

---

Taro KATAOKA<sup>1)</sup>, Nobuhiko KAMIJO<sup>1)</sup>, Masatoshi SHIBA<sup>2)</sup>, Yumiko ITO<sup>3)</sup>, Kazutaka KOBAYASHI<sup>4)</sup>, Mitsuo SUZUKI<sup>4)</sup>, Yuka SASAKI<sup>5)</sup>, Fumio SHIRATORI<sup>1)</sup> and Toshiyuki TORIGOE<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Humanities, Hirosaki University, 1 Bunkyo-cho, Hirosaki, Aomori Prefecture 036-8560, Japan

<sup>2)</sup> Hirosaki University, Faculty of Science and Technology, 3 Bunkyo-cho, Hirosaki, Aomori Prefecture 036-8561, Japan

<sup>3)</sup> Aomori Prefectural Government, 1-1-1 Nagashima, Aomori, Aomori Prefecture 030-8570, Japan

<sup>4)</sup> Botanical Gardens, Tohoku University, 12-2 Kawauchi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi Prefecture 980-0862, Japan

<sup>5)</sup> Paleo Labo Co., Ltd., 1-13-22 Shinomae, Toda, Saitama Prefecture 335-0016, Japan

<sup>6)</sup> Nara National Museums, 50 Noboriōji, Nara, Nara Prefecture 630-8213, Japan

---

To elucidate the fabrication techniques for lacquerware artifacts excavated from the Doi (1) site of the Jōmon period at Itayanagi Town in Aomori Prefecture, Japan, we conducted a survey based on X-ray computed tomography (CT) analysis. The lacquerware products consisted of *rantaishikki* pieces, decorative combs, a textile product, and a bracelet.

*Rantaishikki* is a kind of lacquerware in a form of basket, woven with plant fibers and painted with lacquer, and further decorated with red pigment. *Rantaishikki* is a distinctive product of Kamegaoka culture. Although the weaving structures are usually not visible to the naked eye because the mesh portions are covered with layers of lacquer coating, X-ray CT analysis clearly showed the structure of the weaving. X-ray CT analysis revealed that two types of weaving techniques were used to manufacture the baskets: the Gozame (mesh weave) method and the Ajiro (twill weave) method. In addition, the lacquer coating layers were analyzed by an elemental mapping technique, revealing that the upper and lower layers contained cinnabar and red iron oxide, respectively.

All decorative combs consisted of a number of shafts and about ten teeth that were placed perpendicular to the shaft. Lacquer coating of the combs consisted of two layers; the lower was a simple lacquer layer while the upper contained red iron oxide.

The fibers that were used to produce the lacquer-coated textile product had completely disintegrated. However, by observing the gaps in the remaining lacquer coating, it was estimated that the textile was manufactured with fibers from Karamushi (*Boehmeria nivea* var. *concolor* f. *nipononivea*), Yabumao (*B. japonica*) (D), or a similar plant species that produces very large fibers.

The bracelet was produced by using vascular plants as a core material, and hardened by coating with lacquer containing sandy silt. The red pigment that coated the bracelet was estimated to be made from an iron oxide-containing material.