

# 北海道の縄文遺跡から出土した 漆塗膜片のマイクロ構造

加藤 晃一<sup>1)</sup>・小林 幸雄<sup>2)</sup>・小笠原 正明<sup>3)</sup>

●キーワード：漆塗膜のマイクロ構造 (microstructure of urushi coat), 独特の漆工 (unique urushi work), 辰砂 (cinnabar), 硫砒銅鉱 (enargite)

## 1. 緒言

北海道では縄文時代早期に、既に漆工品が出現し（垣ノ島 B 遺跡：函館市南茅部町）、後期から晩期にかけては、多様な漆製品が生み出されていた。縄文期を通して北海道に漆工文化が普遍的に定着していたとみられる。多様な漆工品の中には、黒色漆櫛（忍路土場遺跡：小樽市）のように他地域には例をみない製品も登場する。個性的な漆工技法が育まれていた可能性もある。

漆の主成分は不飽和側鎖を持つカテコール誘導体の混合物である。漆は、酵素反応で速やかに乾燥し、100℃以上で重合する天然の高分子材料である（熊野谿 従 1992）。今日、多様な漆工品が劣悪な埋土環境から出土するのは、漆のもつ高分子材料としての優れた特性と縄文期の漆工技法とに依るところが大きい。個々の遺物の塗膜構造から寒冷地北海道の漆工技法を解明することは、漆文化の普遍性や漆工技法の多様性を論究する上で重要である。

近年、北海道で出土した縄文後期の漆櫛、飾り弓、彩色土器に関して、その自然科学的分析が進められてきた。漆櫛については、櫛歯と横架材とは結束糸で緊縛され、塗膜は塑形材で形成された下地層と着色漆の堅牢な重ね塗りとして構成されている。さらには着色漆の色材に使用された鉱物の粒径が整っていることから、流水による鉱

物の粒度調整が行われた可能性もある（小林幸雄 1989）。櫛の製作にも多様な工程や素材が関わっていて、その塗膜には素材や技法に関する情報が保存されている。塗膜のマイクロ構造は、それらの情報の反映である。本稿では、同時期の北海道内遺跡から出土した漆塗膜片のマイクロ構造について報告する。

## 2. 試料および試料調製

分析に供した資料の一覧を表 1 に示す。いずれの資料も片側が赤色を呈して平滑または部分剥落した面をなし、反対面は器材の一部と推定される褐色または暗褐色の物質が付着し、土粒が夾在している扁平な小片である。

試料調製では、全資料 5 点から得た微小細片を個別のスライドガラス上でエポキシ系樹脂に包埋した後、研磨と琢磨により鏡面状の分析面をもつ薄片試料（以下試料とする）に仕上げた。試料厚は約 30 μm である。調製した試料数は、長沼町 12 区 B 遺跡出土分「漆器 1 点」（1 片のみ）については塗膜表面の状態が良好であったため分割して 3 枚、恵庭市柏木 B 遺跡出土分は「No. 1 櫛」、「No. 2 櫛」、「No. 8 櫛」が各 2 枚、「No. 6 櫛」が 1 枚の計 7 枚、合計 10 枚である。これらの分析面は、顕微鏡観察および顕微鏡撮影の後、EPMA 分析に供するためカーボン蒸着した。

<sup>1)</sup> 北海道大学大学院工学研究科 〒060-0817 北海道札幌市北区北 17 条西 8 丁目

<sup>2)</sup> 北海道開拓記念館保存科学研究室 〒004-0006 北海道札幌市厚別区厚別町小野幌 53-2

<sup>3)</sup> 北海道大学高等教育機能開発総合センター 〒060-0817 北海道札幌市北区北 17 条西 8 丁目

表1 資料一覧  
Table.1 Samples list

資料	出土遺跡 (資料付載記事)	時期
漆器の塗膜片	長沼町 12 区 B 遺跡「漆器 1 点」	縄文後期末葉 堂林式期 (3200y.B.P.)
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.1 櫛」	縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.)
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.2 櫛」	縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.)
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.6 櫛」	縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.)
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.8 櫛」	縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.)

表2 分析項目一覧  
Table.2 Samples and analyses

資料	出土遺跡 (資料付載記事)	偏光顕微鏡観察	SEI 観察	EPMA 線分析	EPMA 面分析
漆器の塗膜片	長沼町 12 区 B 遺跡「漆器 1 点」	○	○	○	○
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.1 櫛」	○	○		○
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.2 櫛」	○	○		○
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.6 櫛」	○	○		○
櫛の塗膜片	恵庭市柏木 B 遺跡「No.8 櫛」	○		○	○

○印：分析済み

### 3. 分析

分析面は塗膜層の断面とそれに付着する器材の一部である。

試料ごとの観察および分析項目の一覧を表2に示す。

#### 3-1 光学顕微鏡観察

全試料10枚について、偏光顕微鏡により平行ニコルおよび直交ニコル下で観察した。偏光顕微鏡では、観察対象が結晶質でなくても直交ニコル下で試料観察が容易になる場合がある。試料が部分的に鉍物細粒によって構成されている場合に、ステージを2～5度回転させることによって、鉍物細粒で構成された構造が浮き上がった状態で観測されることがある。ここでは、この方法を利用した。

使用顕微鏡はNikon OPTIPHOT 2-POLであった。

#### 3-2 電子顕微鏡観察 (SEI)

長沼町12区B遺跡「漆器1点」、恵庭市柏木B遺跡「No.1櫛」の試料各2枚について観察した。

使用装置はJEOL JXA-8900Mであった。

#### 3-3 EPMA 分析

長沼町12区B遺跡「漆器1点」、恵庭市柏木B遺跡

「No.8櫛」の試料各1枚については線分析を行い、長沼町12区B遺跡「漆器1点」の2枚、恵庭市柏木B遺跡「No.1櫛」、「No.2櫛」、「No.6櫛」、「No.8櫛」の各1枚については面分析を行った。

使用装置は3-2と同一であった。

### 4. 結果

#### 4-1 長沼町12区B遺跡「漆器1点」(縄文後期末葉 堂林式期 (3200y.B.P.))

同一塗膜片資料から作製した試料3枚の観察、分析結果を図1-1, 1-2, 1-3に示す。

【光学顕微鏡観察】分析面は、漆器の素材である胎(素地)の部分と漆の塗膜層の部分とからなっている。胎の部分は図1-1A, Bで、分析面右下の黒点と漆が浸透したとみられる中央部の褐色U字型部分である。塗膜層は図1-1Bで、明赤色の上塗り層、暗赤色の中塗り層および右下の褐色部分である下地層の三層から成っている。下地層は胎の凹凸を平らにするために塗られた層であるが、低質な漆を主成分とする下地材で成っているためその機能は十分ではない。中塗り層は下地層の上に塗られた層で、漆に赤色の色材を混ぜた中塗り材ででき

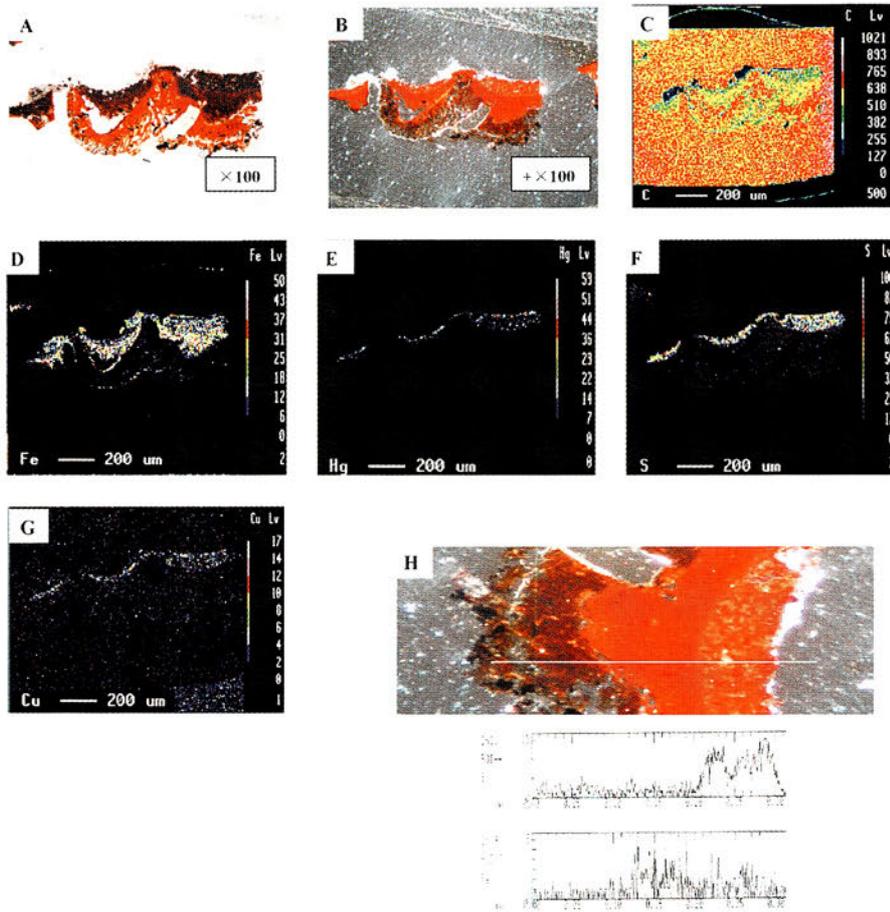


図1-1 長沼町12区B遺跡「漆器1点」の顕微鏡観察，面分析および線分析（その1）

A：塗膜層と素地の断面（以下塗膜断面とする。下地材が浸透したU（またはV）字型繊維（胎）の両側部分が上位表面の近くまで突き上がっている。右隣の空白は繊維が抜け落ちた跡である），B：塗膜断面（直交ニコルで見たAの像，明赤色の上塗り層，暗赤色の中塗り層，褐色の下地層と下地材が浸透した繊維が鮮明になる。右下に点在する黒色は繊維の残存部分である），C：EPMA面分析の炭素マップ（U字型の下地材浸透部の炭素濃度が試料周辺の蒸着炭素濃度に近い），D：EPMA面分析の鉄マップ（藍胎の周囲まで浸透分布している），E：EPMA面分析の水銀マップ（上塗り層に分布している），F：EPMA面分析の硫黄マップ（水銀分布と重なっている），G：EPMA面分析の銅マップ（水銀，硫黄分布と重なっている），H：EPMA線分析（白線は分析ライン，明赤色部分が上塗り層で硫黄の信号が双峰型に，暗赤色部分が中塗り層で鉄の信号が針束状態に出現している。ピーク形状は含有粒子の粒度分布と粒子密度を反映していると思われる。）

Fig. 1-1 Cross-sectional observation and analysis of fragment of urushi ware in late Jomon Period, excavated from Naganuma Town 12-B site.

A: Cross-section of the piece of the urushi ware, B: Cross-section of the same specimen (The layers seen in the cross-section of the coating film under the polarizing microscope, with crossed polars), C: Carbon map of the same specimen in area analysis by EPMA, D: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, E: Mercury map of the same specimen in area analysis by EPMA, F: Sulfur map of the same specimen in area analysis by EPMA, G: Copper map of the same specimen in area analysis by EPMA, H: Distribution of Sulfur and Iron along the white line on the surface of the same specimen in line analysis by EPMA.

ている。上塗り層は仕上げ塗りの層で，中塗り材の色材とは異なる赤色材と上質の漆とを混ぜた上塗り材できている。塗膜層の厚さは一様ではない。

下地材は，下地層を形成して下位の素地内部まで浸透した形跡が明瞭である（図1-1 A, B, 図1-2 A, B, 図1-3 A, B, C, D）。流動性の高い低分子量の生漆であったと思われる。下地層の厚さは0 mm から0.1mmの間で変化し，0.3~1 mm 程度の間隔で波状に

繰り返す。上位面がそれに伴って起伏し，凹部には赤色層が充填されて平坦になっている（図1-1 A, B, 図1-2 A, B, 図1-3 A, B, C）。赤色層全体の厚さは最大で0.2mm程度で，層内に小粒子が点在している（図1-2 A, B）。

塗膜層が極端に薄い場所では，下地材が浸透した明褐色の胎がU字型に湾曲してU字の両側が最上位まで伸びている状態（図1-1 A, B）と，黒色の胎の一部が

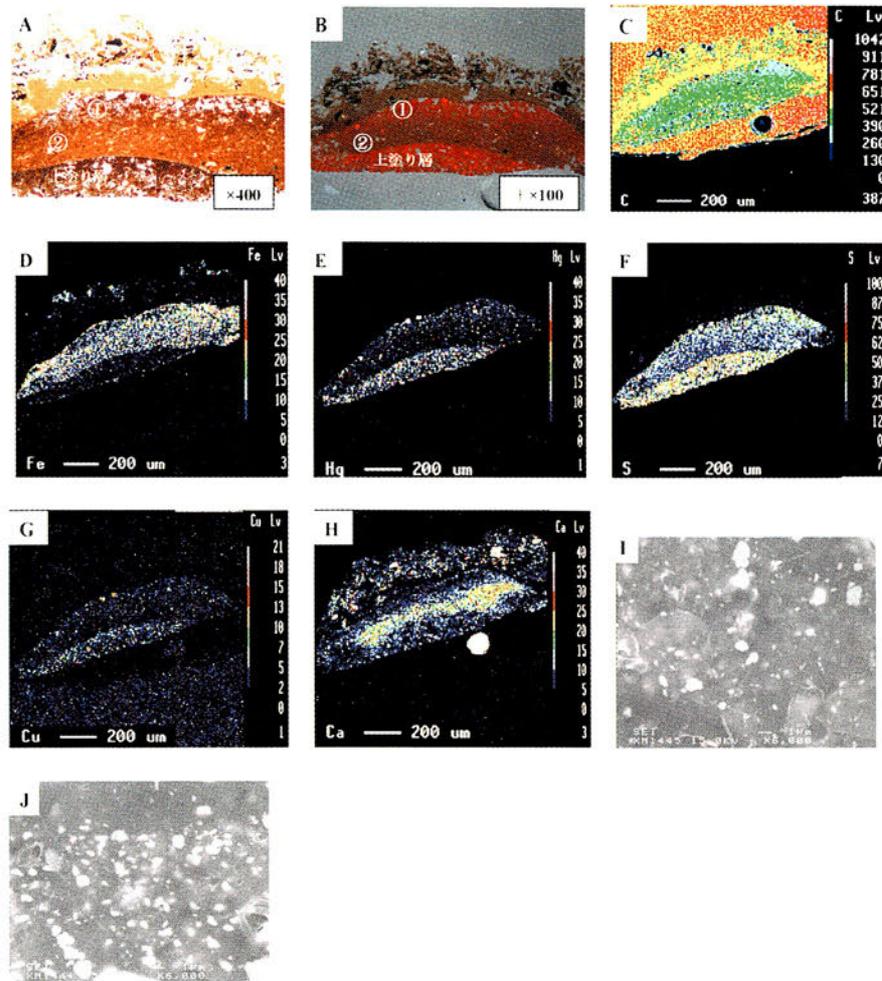


図1-2 長沼町12区B遺跡「漆器1点」の顕微鏡観察、面分析（その2）

A：塗膜断面（矢印の先端は下地層の欠陥部、中塗り層は下位①、上位②の二層観察されるが、二層の境界は明確ではない）、B：塗膜断面（直交ニコル、①、②はAと同じ、塗膜層内明赤色の斑点は鉍微粒）、C：EPMA面分析の炭素マップ（黄色帯が下地層で試料の他の部分より炭素レベルが高い）、D：EPMA面分析の鉄マップ、E：EPMA面分析の水銀マップ、F：EPMA面分析の硫黄マップ、G：EPMA面分析の銅マップ、H：EPMA面分析のカルシウムマップ（黄色帯のカルシウムが中塗り層上位に分布している）、I：上塗り層のSEI（粒子密度小、粒度分布大）、J：中塗り層のSEI（粒子密度大、粒度分布小）

Fig. 1-2 Cross-sectional observation and analysis of a piece of the same sample as Fig. 1-1

A: Cross-section of the piece of the sample, B: Cross-section of the same specimen (with crossed polars), C: Carbon map of the same specimen in area analysis by EPMA, D: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, E: Mercury map of the same specimen in area analysis by EPMA, F: Sulfur map of the same specimen in area analysis by EPMA, G: Copper map of the same specimen in area analysis by EPMA, H: Calcium map of the same specimen in area analysis by EPMA, I: SEM micrograph of the cross-section of facing coat in the same specimen, J: SEM micrograph of the cross-section of middle coat in the same specimen.

最上位近傍まで突き出ている状態（図1-3 A, B, Cの黒色部分）とが認められた。胎は繊維状で、その径は0.1~0.2mm程度である。

繊維状の素地には高流動性の下地材が容易に浸透するため、その周囲では下地層に欠陥が生じやすい。下地層の欠陥部では赤色中塗り材が上位から浸透または貫入している（図1-1 D 繊維状の胎の周囲に鉄の成分が検出された）。このような個所では、中塗り層の下位に粒径の大きい着色材粒子が残留し、中塗り層が二層状態に

観察された（図1-2 A）。元素マップには中塗り層の二層分離は認められず、同質層である。さらに、下地層の欠陥が多い部分では、中塗り層の上に二度の上塗りがなされたとみられる部分も観察された（図1-3 D）。この部分的な二層は、拡がりとともに上位層が漸減し、境界面は消滅する。顕微鏡観察では、この上塗り層の上位、下位の様相や構成粒子の粒度に差異はなく、元素マップにも相違はみられなかった。

【SEI】上塗り層、中塗り層では、粒径1 $\mu$ mを境とす

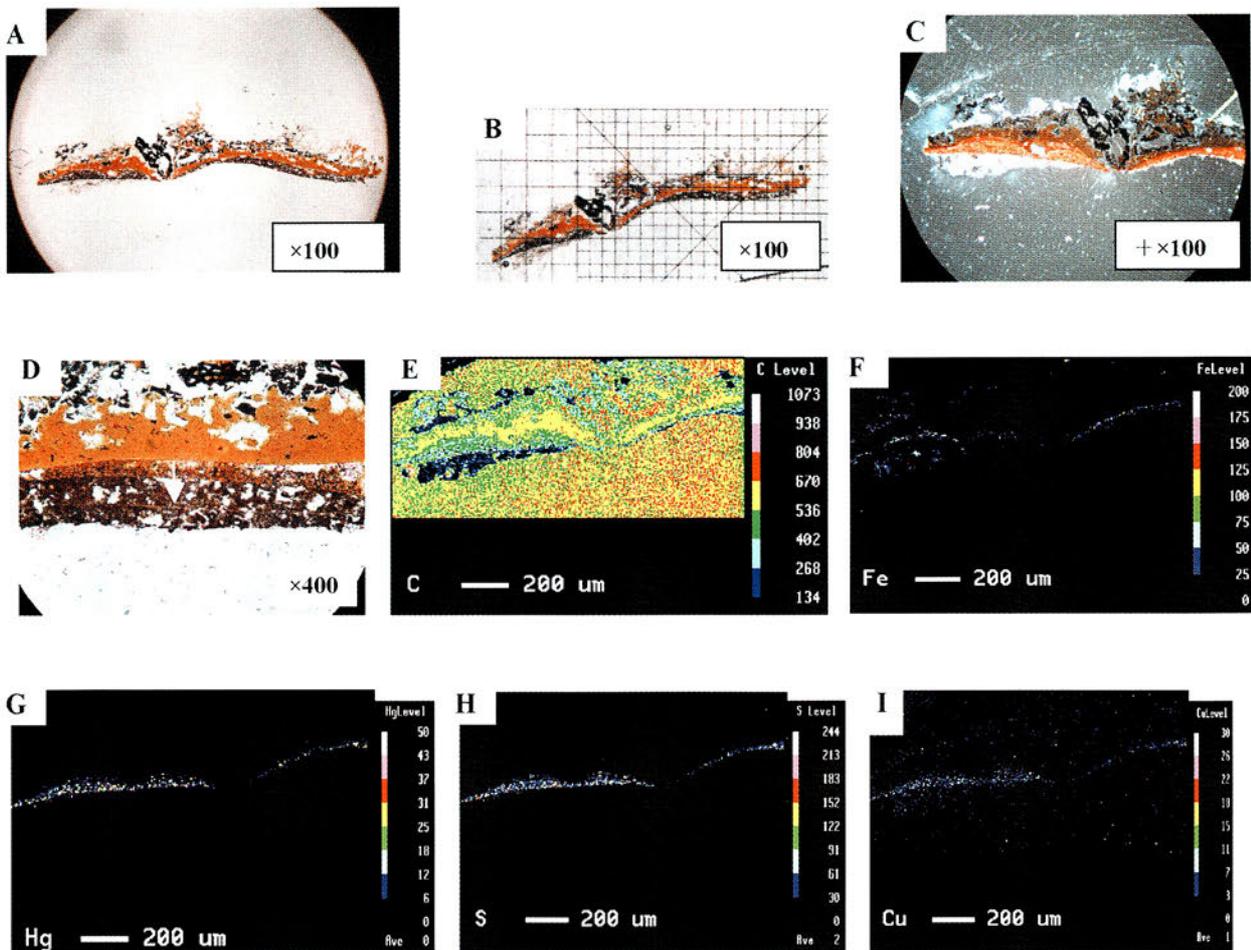


図1-3 長沼町12区B遺跡「漆器1点」の鏡下観察，面分析（その3）

A：塗膜断面（黒色の藍胎が塗膜層まで突き出ている），B：塗膜断面（mm），C：塗膜断面（直交ニコル），C：EPMA 面分析の炭素マップ，D：塗膜断面（白矢印の先端に境界面がある），E：EPMA 面分析の炭素マップ（写真中央部を左右方向に波をうつ黄色帯が炭素の高レベル帯で下地層に重なる），F：EPMA 面分析の鉄マップ，G：EPMA 面分析の水銀マップ，H：EPMA 面分析の硫黄マップ，I：EPMA 面分析の銅マップ

Fig. 1-3 Cross-sectional observation and analysis of a piece of the same sample as Fig. 1-1

A: Cross-section of the piece of the sample, B: Cross-section of the same specimen with the scale (mm), C: Cross-section of the same specimen (with crossed polars), D: Cross-section of the same specimen, E: Carbon map of the same specimen in area analysis by EPMA, F: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, G: Mercury map of the same specimen in area analysis by EPMA, H: Sulfur map of the same specimen in area analysis by EPMA, I: Copper map of the same specimen in area analysis by EPMA.

る大小さまざまな粒子が点在する。粒度分布は上塗り層がやや大きく，粒子密度は中塗り層が大きかった（図1-2I, J）。

【線分析】硫黄（S）の検出強度は上塗り層が最大で，中塗り層，下地層では急激に減衰した。鉄（Fe）は，中塗り層が上塗り層より概して信号ピークが大きく，ピークの密度も大きかった（図1-1H）。なお，水銀（Hg）の信号は硫黄の信号と重なり，かつ硫黄より強度が小さいために検出不能であった。

【面分析】元素マップ上で鉄（Fe）は中塗り層に，水銀（Hg）と硫黄（S）は上塗り層にそれぞれ分布した。

銅（Cu）は，強度は弱い水銀（Hg）と硫黄（S）の分布に重なった。（以上図1-1D, E, F, G, 図1-2D, E, F, G, 図1-3F, G, H, I）鉄成分は，色材粒子の形状（図1-2I）から，酸化第二鉄が主成分の鉱物（ベンガラ）であり，水銀成分は，硫黄と同一分布をなすことから，硫化水銀が主成分の辰砂（cinnabar: HgS）である可能性が高い。水銀成分が硫化水銀である可能性は，線分析の硫黄分布からも補完される（図1-1H）。ベンガラ，辰砂の粒度分布は，それぞれがほぼ同様であることから，これらの鉱物粒は整粒過程を経たものと考えられる。

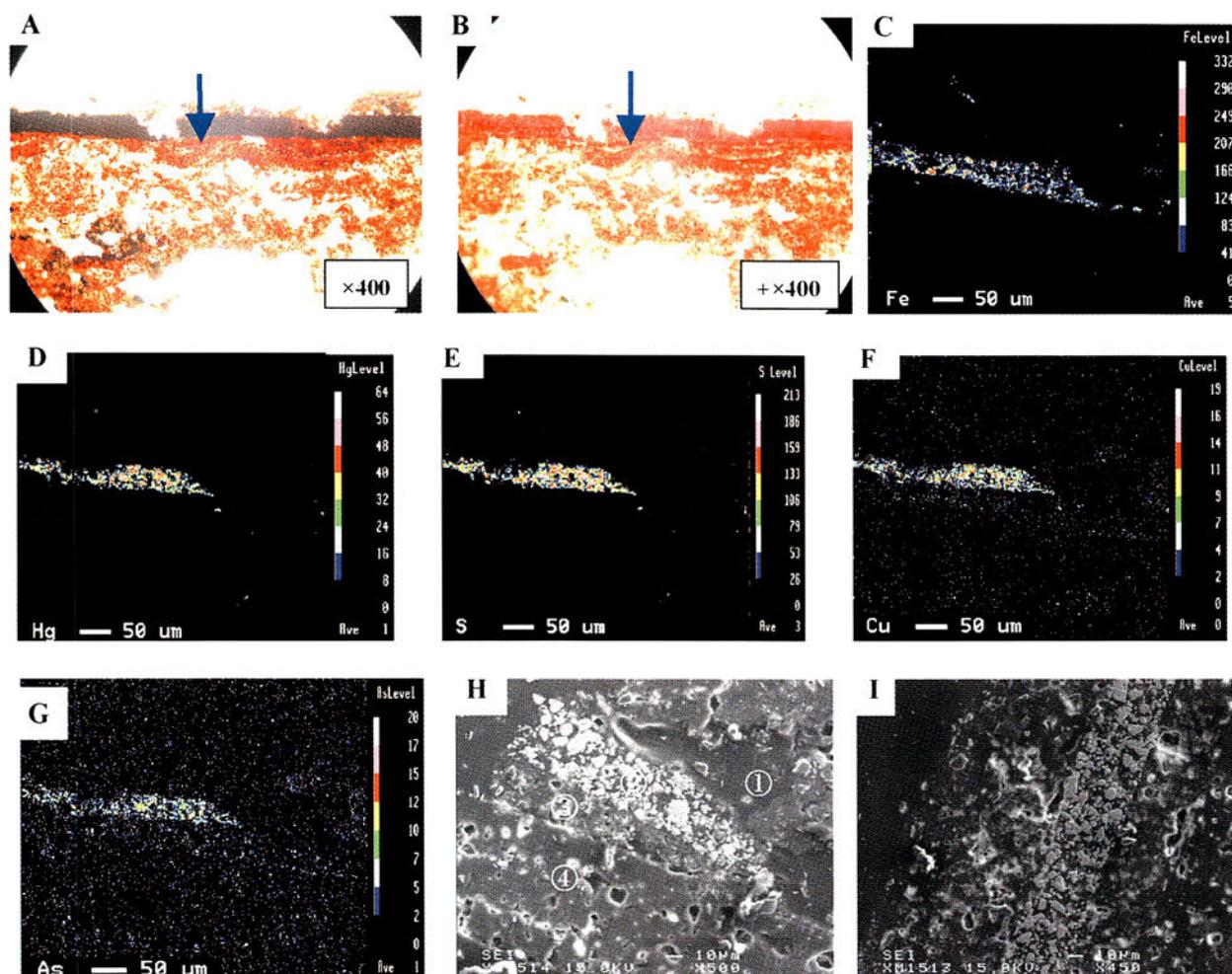


図 2-1 恵庭市柏木 B 遺跡「No.1 櫛」の顕微鏡観察，面分析

A：塗膜断面（青矢印先端は塗膜材が貫入して塑形材に遮られた場所，Hはこの部分のSEI），B：塗膜断面（直交ニコル，青矢印先端はAと同じ），C：EPMA面分析の鉄マップ，D：EPMA面分析の水銀マップ，E：EPMA面分析の硫黄マップ，F：EPMA面分析の銅マップ，G：EPMA面分析の砒素マップ，H：塗膜層直下の塑形部のSEI（A，Bの青矢印先端部分の像：①③④塑形層，②中塗り材の層で，粒子を含む中塗り塗膜材が貫入し塑形材に夾在している大小の穴はウルシのゴム質部分の水分が除かれた跡である），I：塗膜層のSEI（左から上塗り層，中塗り上位層，中塗り下位層で，上塗り層と中塗り下位層は同じ様相である）

Fig. 2-1 Cross-sectional observation and analysis of a piece of comb No.1 in late Jomon Period, excavated from Eniwa city Kashiwagi-B site

A: Cross-section of the piece of the comb, B: Cross-section of the same specimen (with crossed polars), C: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, D: Mercury map of the same specimen in area analysis by EPMA, E: Sulfur map of the same specimen in area analysis by EPMA, F: Copper map of the same specimen in area analysis by EPMA, G: Arsenic map of the same specimen in area analysis by EPMA, H: SEM micrograph of the cross-section of base in the same specimen, I: SEM micrograph of the cross-section of coats in the same specimen.

炭素マップでは，下地層が試料内の他のどの部分よりも高いレベルを示した（図 1-1C，1-2C，1-3E）。また，中塗り層の上位部分にカルシウムのレベルの高い分布域が観測されたが，分布域が局限していることから，カルシウムは塗膜材内の石灰成分に由来する可能性が高い（図 1-2H）。

#### 4-2 恵庭市柏木 B 遺跡「No.1 櫛」（縄文後期末葉 御殿山式期（3000y.B.P.））

試料 2 枚の観察，分析結果を図 2-1 に示す。

【光学顕微鏡観察】分析面は，櫛歯の根元を固定するために用いた塗り固め材である塑形材が大半で，明瞭な下地層は確認できなかった。塑形材は，生漆と木粉とを練り合わせた木屎漆系の混和材とみられる。塑形部には部分的な配向形状が認められるが，全体的な規則性はなく，歪のある塑形部であった可能性が高い。その結果，歪によって生じた隙間には，下地材とともに着色材の微粒子を含む中塗り材が貫入した部分構造ができている（図 2-1 A 矢印，B 矢印，H）。貫入した塗膜材に含まれる粒

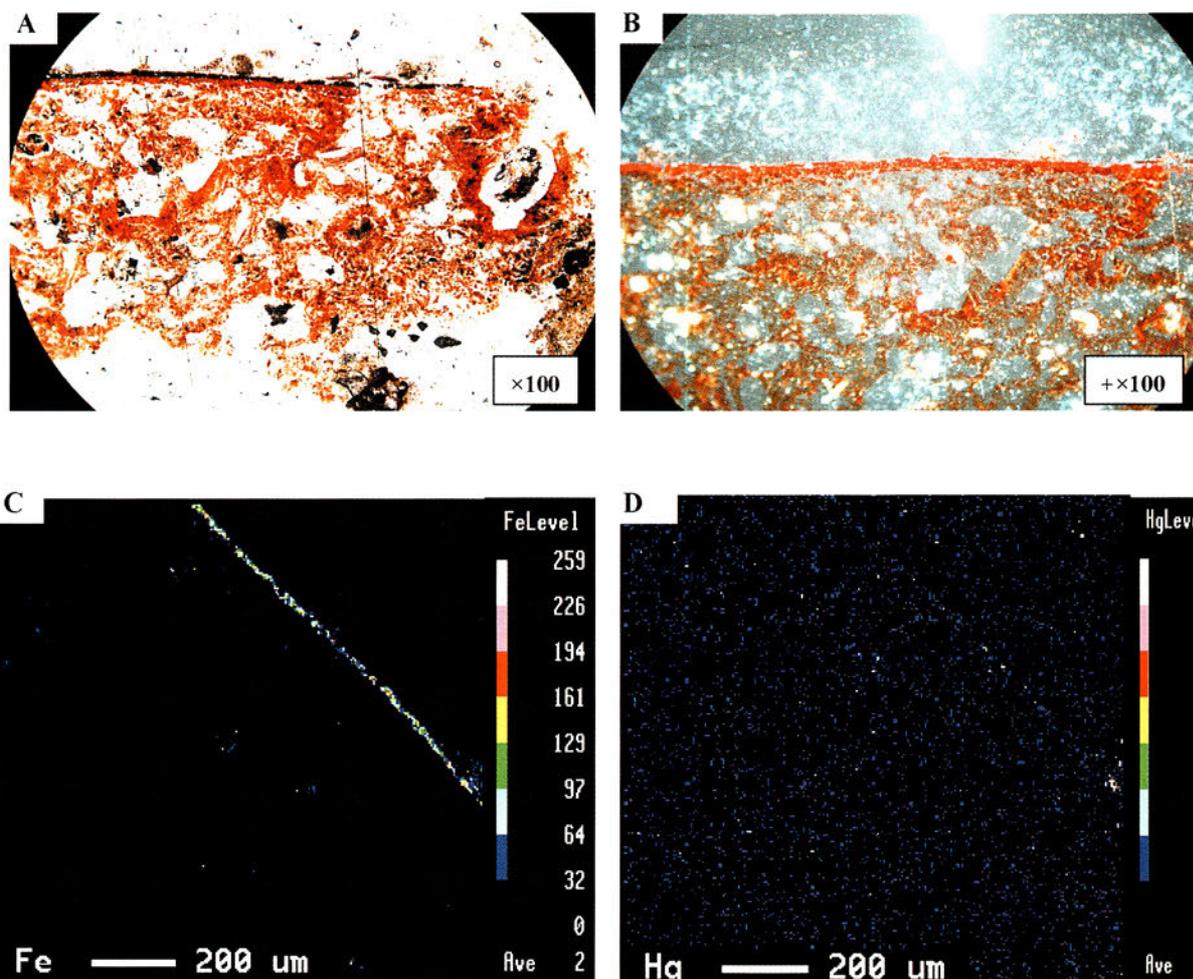


図2-2 恵庭市柏木B遺跡「No.2櫛」の顕微鏡観察、面分析

A：塗膜断面，B：塗膜断面（直交ニコル），C：EPMA 面分析の鉄マップ，D：EPMA 面分析の水銀マップ（上塗り層がほぼ剥落しているため水銀はほとんど検出されない）

Fig. 2-2 Cross-sectional observation and analysis of a piece of comb No.2 in late Jomon Period, excavated from Eniwa city Kashiwagi-B site

A: Cross-section of the piece of the comb, B: Cross-section of the same specimen (with crossed polars), C: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, D: Mercury map of the same specimen in area analysis by EPMA.

子は、元素マップから中塗り上位層の鉄成分含有粒子で、SEIによる粒形、粒度からも中塗り上位層の粒子と同種であることが確認でき、ベンガラであるとみられる。下地材や中塗り材が流動性の高い漆液であったことも、このような部分構造の形成要因であったと思われる。上塗り材が中塗り層の下位に位置しているのは、低粘性の中塗り材が塑形部に流失するのを防止する効果があった可能性がある。塗膜層の一部が欠けた黒色帯は、二層をなしていて中塗り層と上塗り層である（図2-1A, B）。中塗り層と上塗り層とを合わせた塗膜層全体の厚さは0.1~0.15mmであった。

【SEI】試料2枚の観察結果である。塗膜層全体に、径が数 $\mu\text{m}$ から10 $\mu\text{m}$ 程度の不定形欠陥部が多い。これ

らは漆ゴム質の水分が抜けた跡である。上塗り層は厚さが50~70 $\mu\text{m}$ で、径10 $\mu\text{m}$ 前後の粗粒子が散在し、径1 $\mu\text{m}$ 程度の細粒子が粗粒子と欠陥部の間に点在している（図2-1I）。中塗り層は上位、下位の2層から成り、層厚はいずれも30~40 $\mu\text{m}$ であった（図2-1I）。中塗り層のうち上位層は径1~10 $\mu\text{m}$ の粒子が充填され、下位層は上塗り層と同相であった。塑形部には隙間が多く、着色塗膜材の貫入、沈着が認められた（図2-1H）。

【面分析】中塗り層に鉄（Fe）の分布、上塗り層に水銀（Hg）と硫黄（S）の分布がそれぞれ重なった。銅（Cu）と砒素（As）は、水銀強度の1/4程度の強度で、上塗り層に分布し、水銀（Hg）と硫黄（S）の分布に

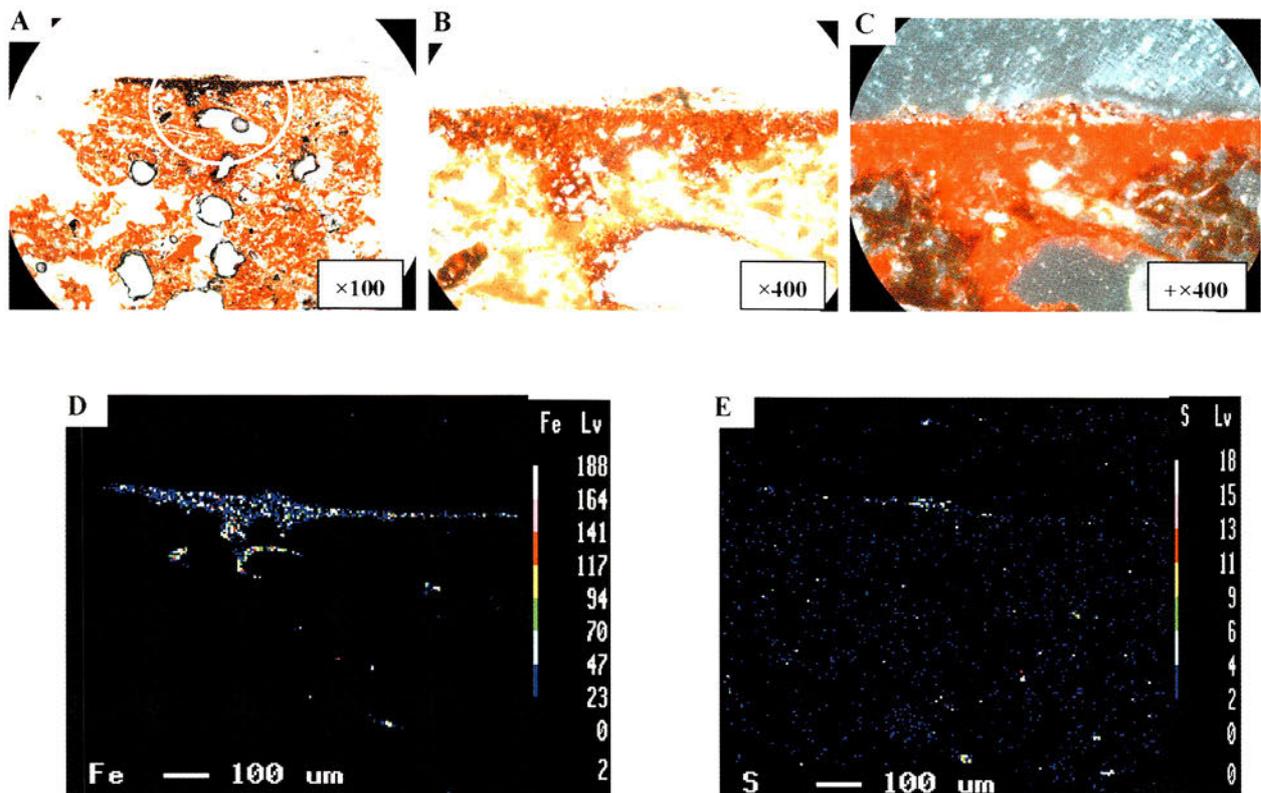


図 2-3 恵庭市柏木 B 遺跡「No.6 櫛」の顕微鏡観察、面分析

A: 塗膜断面 (白○内は塗膜材が下位方向に貫入して空孔内壁に沈着した部分), B: 塗膜断面 (A の白○内部の拡大, 塗膜材が下位方向に貫入して空孔内壁に沈着している), C: 塗膜断面 (直交ニコルで見た B の像, 赤色に変化した塗膜材が障害を避けながら下位方向に貫入して空孔内に沈着している), D: EPMA 面分析の鉄マップ (鉄成分の多い中塗り材が空孔内壁まで分布している), E: EPMA 面分析の硫黄マップ (上方中央部の塗膜上位層に相当する位置に低レベルで硫黄が分布している)

Fig. 2-3 Cross-sectional observation and analysis of a piece of comb No.6 in late Jomon Period, excavated from Eniwa city Kashiwagi-B site

A: Cross-section of the piece of the comb, B: Cross-section of the same specimen (cross nicols), C: Cross-section of the same specimen (cross nicols), D: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, E: Sulfur map of the same specimen in area analysis by EPMA.

重なった (図 2-1 C, D, E, F, G)。

#### 4-3 恵庭市柏木 B 遺跡「No.2 櫛」(縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.))

試料 1 枚の観察, 分析結果を図 2-2 に示す。

【光学顕微鏡観察】分析面は, 木屎漆系の混和材とみられる塑形材が大半で, 塗膜は一層確認できるが, 下地層は確認できなかった (図 2-2 A, B)。塑形材の部分には多数の空孔が存在する。雲粒状の小塊が塗膜の外側に付着残存している。塗膜層の厚さは 0.02mm 程度であった。

【面分析】一層の塗膜に鉄 (Fe) の分布が重なった (図 2-2 C, D)。

#### 4-4 恵庭市柏木 B 遺跡「No.6 櫛」(縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.))

試料 1 枚の観察, 分析結果を図 2-3 に示す。

【光学顕微鏡観察】分析面は, 木屎漆系からなるとみられる塑形部が大半で, 下地層は確認できなかった (図 2-3 A)。塑形部分には短径 50 μm 程度, 長径 0.3mm 程度の空孔が点在している。塗膜層に近い空孔では塗膜材が浸透し, 空孔内壁に付着している (図 2-3 B, C)。中塗り層と上塗り層とを合わせた塗膜層全体の厚さは 10~50 μm であった。

【面分析】中塗り層から塑形部の空孔内壁にかけて鉄 (Fe) が分布している (図 2-3 D)。中塗り材が貫入して, 空孔内壁に沈着したものである。

塗膜に重なる鉄分布の上位 (外側) に, 低レベルで硫黄 (S) が分布している (図 2-3 E)。

#### 4-5 恵庭市柏木 B 遺跡「No.8 櫛」(縄文後期末葉 御殿山式期 (3000y.B.P.))

試料 1 枚の観察, 分析結果を図 2-4 に示す。

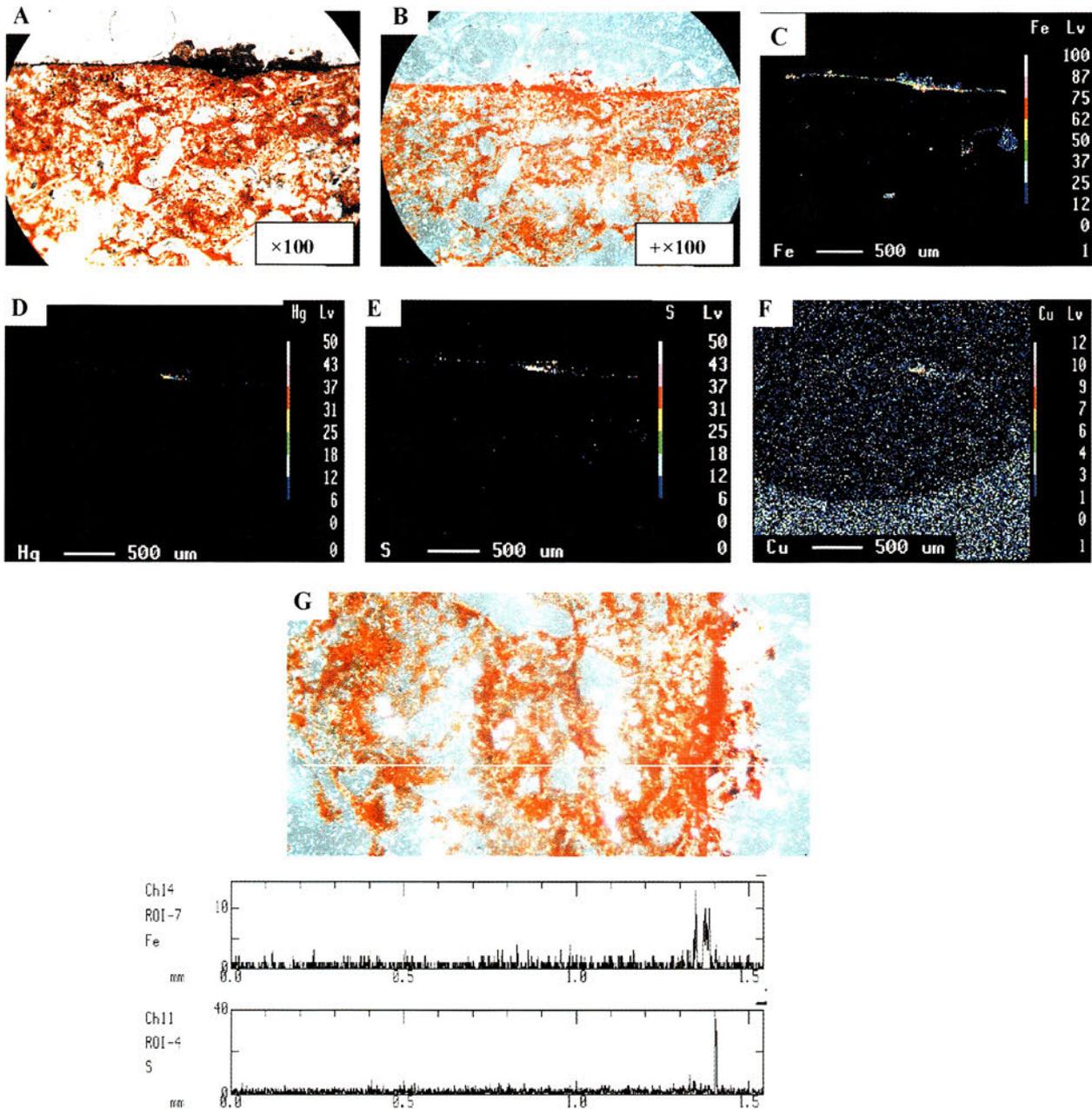


図2-4 恵庭市柏木B遺跡「No.8櫛」の顕微鏡観察、面分析および線分析

A: 塗膜断面（塗膜層外側に上塗り層の残滓が付着している）、B: 塗膜断面（直交ニコル、塗膜層外側に付着している赤色の小塊が上塗り層の残滓である）、C: EPMA 面分析の鉄マップ（塑形部内部に鉄含有塗膜材が沈着している）、D: EPMA 面分析の水銀マップ（塗膜層の外側に付着する小塊部分の信号である）、E: EPMA 面分析の硫黄マップ（塗膜層の外側に付着する小塊部分の信号である）、F: EPMA 面分析の銅マップ（塗膜層の外側に付着する小塊部分の信号である）、G: EPMA 線分析（白線分析ライン上を、塗膜外側から内側に進んで二個めの黒点に硫黄の強いピークが現れた）

Fig. 2-4 Cross-sectional observation and analysis of a piece of comb No.8 in late Jomon Period, excavated from Eniwa city Kashiwagi-B site

A: Cross-section of the piece of the comb, B: Cross-section of the same specimen (with crossed polars), C: Iron map of the same specimen in area analysis by EPMA, D: Mercury map of the same specimen in area analysis by EPMA, E: Sulfur map of the same specimen in area analysis by EPMA, F: Copper map of the same specimen in area analysis by EPMA, G: Distribution of Iron and Sulfur along the white line on the surface of the same specimen in line analysis by EPMA.

【光学顕微鏡観察】分析面は、木屎漆系の混和材とみられる塑形材が大半で、一層の塗膜と、その外側に付着する残滓状の小塊が確認できた（図2-4 A, B）。下地層は確認できなかった。塑形部は空隙が多い。塗膜層厚は

50 μm~0.15mm 程度であった。

【線分析】塗膜の外側に付着している残滓状小塊に硫黄（S）の鋭いピークが現れ、続く内側の塗膜上で鉄（Fe）のピークが数本現れた（図2-4 G）。

【面分析】塗膜層には鉄 (Fe) が分布し、その外側に付着する残滓状の小塊には水銀 (Hg)、硫黄 (S)、銅 (Cu) が重なって分布した (図 2-4 C, D, E, F)。銅の強度は水銀強度の 4 分の 1 程度であった。

## 5. 考察

長沼資料の素地は、径 0.1~0.2mm の繊維状である。繊維の大部分が分解して失われているが、下地材が浸透した部分では植物細胞またはその痕跡が残っている。これらは、素地が籃胎であることを示していると同時に、資料が漆器であることの傍証でもある。長沼資料は籃胎漆器の一部である可能性が高い。

4 点の恵庭資料は、櫛歯基部に形成された同一塑形層の塗膜層破片であると思われる。塑形部を形成する木屎漆は、その成分である生漆の欠陥や、木粉の分解、抜け落ちによる空隙が存在し、その内壁には塗膜の形成時に貫入したと思われる着色塗膜材の沈着があること、および植物細胞またはその痕跡が残存していること、さらに塗膜上位層の剥落散逸が著しいことを共通の性状としている。

両資料の下地材または塑形材に使用された漆は、流動性が高く、形成された下地層や塑形層に欠陥部が多い。そのため上位層となる中塗り材の浸透を招いた。長沼資料の中塗り層で観察された二層状態の部分は、この層の下位部分の塗材がベンガラ粒の大部分を残留したまま籃胎部分に浸透したために生じた構造である。恵庭資料の塑形層にできた空隙では、中間塗材の浸透や貫入の形跡が著しい。そのような部分では、塗膜下位層に辰砂粒を伴う上塗り材、塗膜中位層にベンガラを伴う中塗り材、塗膜上位に再び上塗り材が重なっている (図 2-1 I)。これは、上塗り材が高粘性であり、低質、低粘性の中間塗材が、素地や塑形部へ流失するのを防止する効果があったことを意味している。このような塗膜の成層構造は特殊で稀であるが、柔軟な塗膜技法が存在した可能性を示唆している。

これらのことは、漆の材料特性に応じた技法が存在した可能性にとどまらず、整備された製漆工程の存在をも示唆している。

長沼資料の下地層と下地材浸透部に検出された炭素の

分布帯は、炭化した籃胎の炭素濃度を反映している可能性を否定できないが、その分布形状からは下地材に混用された炭粉のような炭素系物質に由来する可能性も残る。中塗り層の上位付近に分布するカルシウムは、分布域が限られていることから塗膜材の混用材に由来する可能性がある。これらのことは、塗膜材に対する様々な工夫がなされた可能性を示し、漆塗膜の形成には、積み重ねられた技法が集約されていることを示唆している。

塗膜の着色構造は、両資料ともに中塗り層はベンガラによる赤色であり、上塗り層は辰砂による赤色である。ベンガラの粒度は径 1  $\mu\text{m}$  程度が最大で密度が大きく、辰砂は径 1  $\mu\text{m}$  強程度の粒子で混入量は少ない。両色材ともに整粒工程を経たと思われ、色材に対する加工技術が存在したことをうかがわせる。水銀とともに検出された銅の鉱物形は硫砒銅鉱 (enargite  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ) であると思われる。この鉱物は鉱脈型鉱床とその風化型鉱床の産出鉱物であり、辰砂の産出鉱床を示している。辰砂母岩の随伴鉱物として辰砂とともに混採された可能性が高い。辰砂の賦存地域が限定されるため、両資料に使用された辰砂は、同一地域の同類鉱床 (鉱脈鉱床またはその風化鉱床) で産出したものと思われる。一方、硫砒銅鉱には深紅色を呈する原鉱石もあることから、赤色鉱物として別途調達されて辰砂と混用された場合もあり得る。

籃胎漆器、漆櫛の塗膜分析結果は、両製品の背景に相当程度に発達した総合的な漆工技術が存在したことを示している。

## 謝 辞

本分析を進めるにあたり、次に掲げる方々に数々の御指導、御教示を賜りました。ここに記して、心より感謝し、御礼申し上げます。

資料の提供を頂きました札幌大学の木村英明教授ならびに北海道開拓記念館元学芸部長の野村崇氏、薄片試料の作製で御指導頂きました北海道大学理学研究科元技術長の桑島俊昭氏ならびに同薄片技術室の野村秀彦氏、偏光顕微鏡および同写真のお世話を頂きました北海道大学理学研究科全学教育の田島貴裕氏、EPMA に関し御指導を頂きました北海道大学工学研究科全自動微小部分分析装置室の宮崎宣幸氏

## 文 献

- 熊野谿徒 1983「漆—文化財とのかかわり」化学と工業 36-3 pp.151-154
- 小林幸雄 1989「忍路土場遺跡出土漆櫛の製作技法」北海道埋蔵文化財センター調査報告書 53-4 pp.45-55
- 小林幸雄 1998「飾り弓の材質と技法、—北海道内出土遺物の検討から—」北海道開拓記念館研究紀要 26 pp.39-58
- 小林幸雄 1998「千歳市キウス4遺跡出土の飾り弓と彩色土器および赤色顔料塊」北海道埋蔵文化財センター調査報告書 124 pp.301-308
- 地学団体研究会 1999「辰砂」「硫砒銅鉍」『新版 地学事典』pp.615 pp.1396 株式会社平凡社
- 永嶋正春 2004「垣ノ島 A 遺跡出土注口土器の赤彩について」南茅部町埋蔵文化財調査団報告書 11 pp.238
- 奈良文化財研究所・北海道教育委員会・南茅部町教育委員会 2004「2. 漆製品について」垣ノ島 B 遺跡出土漆製品の分析、漆製品の分析・保存処理に係る共同研究報告書 pp.2
- 財団法人 北海道埋蔵文化財センター 2004「(11) 縄文後期のタイムカプセル」遺跡が語る北海道の歴史—(財)北海道埋蔵文化財センター 25周年記念誌— pp.116-119

(2006年1月31日受付, 2006年2月23日受理)

# Microprobe Analysis of Urushi Coating Film Excavated from Jomon Sites in Hokkaido

---

Kohichi KATO<sup>1)</sup>, Yukio KOBAYASHI<sup>2)</sup> and Masaaki OGASAWARA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Hokkaido University, Graduate School of Engineering

Nishi-8 Kita-17 Kita-ku Sapporo City, Hokkaido, 060-0817, Japan

<sup>2)</sup> Historical Museum of Hokkaido, Conservation Science Laboratory

53-2 Konopporo Atsubetsu-cho Atsubetsu-ku Sapporo City, Hokkaido, 004-0006, Japan

<sup>3)</sup> Hokkaido University, Center for Research and Development in Higher Education

Nishi-8 Kita-17 Kita-ku Sapporo City, Hokkaido, 060-0817, Japan

---

Recently, urushi objects excavated from Jomon sites in the central part of Hokkaido draw much attention because of its quantity and quality. In this study, fragments of cane artifact coated with urushi excavated from the site of late Jomon period (3200y.B.P.) in Naganuma Town and fragmentary coating films of comb from the site of late Jomon period (3000y.B.P.) in Eniwa City were investigated by polarizing microscope and EPMA.

The cross section of the Naganuma sample was composed of cane fiber materials and three laminar urushi layers adhering to them : a ground coat, a red-colored middle coat with hematite, and red-colored facing coat with cinnabar. The ground coat and middle coat are made of raw urushi, flowable lacquer, which had a tendency to soak into the cane fiber basis. Because of the flowability of the raw urushi, some of the vacancies in the base were filled with it. The red-colored raw urushi used for middle coat intruded, through the vacancies or cracks in the ground coat, into the vacancies in the cane fiber materials.

The cross section of the Eniwa sample was basically composed of a base made of raw urushi mixed with wood flour and two laminar urushi layers adhering to them. The ground coat could not be found in the cross section of the Eniwa sample. We think that the base was used for fixing the teeth of comb to crossbar. There are vacancies of many sizes in the base probably caused by the dissolution or removal of the wood flour embedded in raw urushi. On the inner wall of the vacancies, iron was precipitated. This would be a result of the intrusion of flowable red urushi into the base. On the other hand, in the cross section of the Eniwa sample, we found spots coated by the urushi for finishing so that to fill defective parts of base.

In the surface layer in both of Naganuma and Eniwa samples, mercury and copper were detected. Copper was possibly derived from enargite, which was formed by mineral vein type deposit.