富山県文化振興財団
埋蔵文化財発掘調査報告第26集

中名Ⅴ・Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡発掘調査報告

――公害防除特別土地改良事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告Ⅳ――

第三分冊

２００５年

財団法人 富山県文化振興財団
埋蔵文化財調査事務所

富 山 県 文 化 振 興 財 団
埋蔵文化財発掘調査報告第26集

中名Ⅴ・Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡発掘調査報告

――公害防除特別土地改良事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告Ⅳ――

第三分冊

２００５年

財団法人 富山県文化振興財団
埋 蔵 文 化 財 調 査 事 務 所

目　次

自然科学的分析

Ⅰ　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡出土鉄関連遺物の分析・調査……1
JFEテクノリサーチ株式会社埋蔵文化財調査研究室

Ⅱ　道場Ⅰ遺跡出土鉄滓等の分析・調査……50
JFEテクノリサーチ株式会社埋蔵文化財調査研究室

Ⅲ　中名Ⅴ遺跡・砂子田Ⅰ遺跡出土漆器の科学分析……78
四柳嘉章（漆器文化財科学研究所）

Ⅳ　中名Ⅴ遺跡D1～D3地区、E1・E2地区出土漆器の科学分析……94
四柳嘉章（漆器文化財科学研究所）

Ⅴ　道場Ⅰ遺跡・中名Ⅵ遺跡出土漆製品の科学分析……113
四柳嘉章（漆器文化財科学研究所）

Ⅵ　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡の自然科学分析……121
パリノ・サーヴェイ株式会社

Ⅶ　中名Ⅵ遺跡A地区の治水関連遺構の自然科学分析……151
パリノ・サーヴェイ株式会社

Ⅷ　砂子田Ⅰ遺跡の自然科学分析……154
パリノ・サーヴェイ株式会社

Ⅸ　道場Ⅰ遺跡の自然科学分析……164
パリノ・サーヴェイ株式会社

写　真

写　真　目　次

写真１　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡航空写真（1964年撮影）

写真２　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡航空写真（1987年撮影）

写真３　中名Ⅴ遺跡A1地区　1.全景　2.SI01　3.SK02遺物出土状況　4.SE01　5.SK45・47・48

写真４　中名Ⅴ遺跡B5地区　1.全景　2.全景

写真５　中名Ⅴ遺跡B5地区　1.SX01付近ブロック　2.SB01

写真６　中名Ⅴ遺跡B5地区　1.SE01　2.SE01断ち割り

写真７　中名Ⅴ遺跡B5地区　1.SX03　2.SX03南側楚板出土状況　3.SX03北側楚板出土状況
4.SX03漆椀出土状況　5.SD02・03

写真８　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.D1・D2地区全景　2.D4地区全景

写真９　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.D1・D2地区全景　2.D1・D2地区全景

写真10　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.D4地区全景　2.D4地区全景

写真11　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.SI01付近ブロック　2.SB01・02・03付近ブロック

写真12　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.SI01　2.SI01遺物出土状況　3.SI01カマド　4.SI01煙道
5.SI01遺物出土状況

写真13　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.SK143　2.SI02・03

写真14　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.SI02遺物出土状況　2.SI02南カマド　3.SI02
4.SI02北カマド　5.SB02・03

写真15　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（古代面）　1.SK25　2.SK01　3.SK01遺物出土状況
4.SP26遺物出土状況　5.SX01

写真16　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.全景　2.D4地区全景

写真17　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.D4地区全景　2.SD18付近ブロック

写真18　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.SE03付近ブロック　2.SD20付近ブロック

写真19　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.SD19・20付近ブロック　2.SD25

写真20　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.SB04　2.SB05・06付近ブロック

写真21　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.SE01　2.SE01断ち割り

写真22　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.SE03　2.SE03断ち割り

写真23　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（中世面）　1.SE02土層断面　2.SE02断ち割り　3.SD08
4.SK95付近 ブロック　5.SD02　6.SX02遺物出土状況
7.SX03遺物出土状況　8.SX03

写真24　中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区（近世面）　1.全景　2.石組暗渠ブロック

写真25　中名Ⅴ遺跡D3地区（古代面）　1.SD01付近ブロック　2.SD01付近ブロック　3.SK02付近ブロック
4.SK01　5.SK02

写真26　中名Ⅴ遺跡D3地区（中世面）　1.全景　2.全景

写真27　中名Ⅴ遺跡D3地区（中世面）　1.SB01・03付近ブロック　2.SB01付近ブロック

写真28　中名Ⅴ遺跡D3地区（中世面）　1.SD03・23付近ブロック　2.SD03・23付近ブロック

写真29　中名Ⅴ遺跡D3地区（中世面）　1.SK20付近ブロック　2.SD11付近ブロック

写真30　中名Ｖ遺跡D3地区（中世面）　1.SE01　2.SE02　3.SE01断ち割り　4.SE02断ち割り　5.SE03　6.SE04
7.SE03断ち割り　8.SE04断ち割り

写真31　中名Ｖ遺跡D3地区（中世面）　1.SP17　2.SD04　3.SD05　4.SD05遺物出土状況　5.SD15
6.SD17遺物出土状況　7.SD03遺物出土状況　8.SD03付近ブロック

写真32　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.全景　2.SD26・27付近ブロック

写真33　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SK31・34付近ブロック　2.SK49・50付近ブロック

写真34　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SK53・56付近ブロック　2.SB04付近ブロック

写真35　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SB04付近ブロック　2.SB04付近ブロック

写真36　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SE05　2.SE05断ち割り

写真37　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SK31鉄滓出土状況　2.SK31鉄滓出土状況

写真38　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SK34鉄滓出土状況　2.SK31　3.SK34　4.SK50　5.SK57

写真39　中名Ｖ遺跡D3地区（中・近世面）　1.SX01水周り関連遺構　2.SX01水周り関連遺構

写真40　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.全景　2.全景

写真41　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.E2地区全景　2.E1地区全景

写真42　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.E1地区全景　2.SB07付近ブロック

写真43　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SK74付近ブロック　2.SE04付近ブロック

写真44　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SB02付近ブロック　2.SB03

写真45　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SE01・02　2.SE03　3.SE04　4.SE03断ち割り
5.SE04断ち割り

写真46　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SE12　2.SE12断ち割り

写真47　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SE06　2.SE13　3.SE06断ち割り　4.SE13断ち割り
5.SE05　6.SE09　7.SE07　8.SE09断ち割り

写真48　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SE15　2.SE15断ち割り　3.SE08　4.SE11
5.SE08遺物出土状況

写真49　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.SK74　2.SD36遺物出土状況　3.SK72　4.SD15
5.SD25・26　6.SD10柄杓出土状況　7.SD24板碑出土状況
8.SD01遺物出土状況

写真50　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（中・近世面）　1.溝群ブロック　2.溝群ブロック

写真51　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（近世面）　1.SX03付近ブロック　2.SX02

写真52　中名Ｖ遺跡E1・E2地区（近世・近代面）　1.全景　2. SX04ブロック上層　3.SD40・41付近ブロック
4.SX08付近ブロック　5.SX09付近ブロック

写真53　中名Ｖ遺跡F1地区　1.全景　2.全景

写真54　中名Ｖ遺跡F1地区　1.SB01　2.SB01

写真55　中名Ｖ遺跡F1地区　1.SP01　2.SP02　3.SP03　4.SP04　5.SB02

写真56　中名Ｖ遺跡F3地区　1.全景　2.全景

写真57　中名Ｖ遺跡F3地区　1.全景　2.全景

写真58　中名Ｖ遺跡F3地区　1.全景　2.全景

写真59　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SK27・32・36付近ブロック　2.SB03～SB05付近ブロック

写真60　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SE02　2.SE02断ち割り

写真61　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SE01　2.SE01断ち割り

写真62　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SE03　2.SE04　3.SE03断ち割り　4.SE04断ち割り
5.SE05　6.SE06　7.SE05断ち割り　8.SE06断ち割り

写真63　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SK05　2.SK15

写真64　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SK32　2.SK21　3.SK27　4.SK26礫出土状況　5.SK36

写真65　中名Ｖ遺跡F3地区　1.SK49　2.SK49土層断面　3.SK50土層断面
4.SK50土師器皿出土状況　5.SK59検出状況　6.SK72
7.SK77土層断面　8.SP66土層断面

写真66　中名Ⅵ遺跡A地区（古代面）　1.全景　2.全景

写真67　中名Ⅵ遺跡A地区（古代面）　1.調査地北半分付近ブロック　2.調査地中央部ブロック

写真68　中名Ⅵ遺跡A地区（古代面）　1.SI01　2.SI02

写真69　中名Ⅵ遺跡A地区（古代面）　1.SI03・04　2.SI01カマド　3.SI01カマド
4.SI03カマド　5.SI03カマド完堀

写真70　中名Ⅵ遺跡A地区（古代面）　1.SI05　2.SI06

写真71　中名Ⅵ遺跡A地区（古代面・中世面）　1.SI05カマド　2.SI06カマド　3.SI06遺物出土状況　4.SK003
5.SK028遺物出土状況

写真72　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.　全景　2.全景

写真73　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.　全景　2.調査地北半分付近ブロック

写真74　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.調査地南半分付近ブロック　2.井戸群ブロック

写真75　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.　SE01・02・03　2.SE01　3.SE03　4.SE01断ち割り
5.SE03断ち割り

写真76　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SE02　2.SE02断ち割り

写真77　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SE04　2.SE05　3.SE04断ち割り　4.SE05断ち割り　5.SE06
6.SE07　7.SE06断ち割り　8.SE07断ち割り

写真78　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SE08　2.SE10　3.SE08断ち割り　4.SE10断ち割り　5.SE09
6.SE11　7.SE12　8.SE13

写真79　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SK010　2.SK012・013

写真80　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SK003　2.SK038　3.SK063遺物出土状況　4.SK073
5.SK094遺物出土状況

写真81　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SK102・SP130　2.SK108　3.SK121　4.SK121遺物出土状況
5.SK133　6.SK133遺物出土状況　7.SD12　8.SX01遺物出土状況

写真82　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SK134・SK135遺物出土状況　2.SX01治水関連遺構

写真83　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SX01治水関連遺構　2.SX01治水関連遺構

写真84　中名Ⅵ遺跡A地区（中世面）　1.SX01治水関連遺構　2.SX01治水関連遺構・遺物出土状況
3.SX01治水関連遺構　4.SX01治水関連遺構　5.SX01治水関連遺構
6.SX01治水関連遺構　7.SX01治水関連遺構　8.SX01治水関連遺構

写真85　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1.全景　2.調査地北側付近

写真86　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1.調査地北側付近　2.SI05付近ブロック
3.SK002～SK004付近ブロック

写真87　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1.調査地南側ブロック　2.SK143・SI02・03付近ブロック

写真88　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1. SI02　2. SI01

写真89　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1. SI01　2. SI02

写真90　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1. SI03　2. SI03カマド遺物出土状況

写真91　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1. SI04　2. SI04カマド検出状況　3. SI04カマド検出状況
4. SI04カマド検出状況　5. SI04カマド検出状況

写真92　中名Ⅵ遺跡B・C地区（古代面）　1. SI05　2. SK001・143　3. SK041遺物出土状況　4. SK015
5. SK016　6. SK021遺物出土状況　7. SK024遺物出土状況
8. SK031遺物出土状況

写真93　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. 全景　2. 全景

写真94　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. 調査地南端付近ブロック　2. 調査地南端付近ブロック

写真95　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SD26付近ブロック　2. SD32～SD35付近ブロック　3. C地区全景

写真96　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SB01・02付近ブロック　2. SE01

写真97　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SE01　2. SE01木枠組

写真98　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SE01遺物出土状況　2. SE01断ち割り　3. SE02検出状況　4. SE02
5. SE02断ち割り　6. SE03　7. SK047　8. SK049

写真99　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SK071　2. SK071

写真100　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SK102　2. SK102　3. SK048　4. SK050　5. SK103

写真101　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中世面）　1. SK120　2. SP06断ち割り　3. SP56　4. SD21付近ブロック
5. SD21呪符出土状況　6. SD21呪符出土状況　7. 噴砂B-a断ち割り
8. 噴砂B-b断ち割り

写真102　中名Ⅵ遺跡B・C地区（中・近世面）　1. 調査地南端ブロック　2. SK132・133　3. SK134　4. SK135
5. SK136　6. SK141　7. SK133～SK141完堀

写真103　砂子田Ⅰ遺跡A地区　1. 全景　2. 全景　3. 調査地北側ブロック

写真104　砂子田Ⅰ遺跡B地区　1. 全景　2. 全景

写真105　砂子田Ⅰ遺跡B地区　1. SD25・28・29付近ブロック　2. SI01付近ブロック

写真106　砂子田Ⅰ遺跡B地区　1. SI01　2. SI02全景

写真107　砂子田Ⅰ遺跡B地区　1. SI02カマド　2. SI02カマド　3. SI02カマド　4. SI02カマド
5. SI01遺物出土状況　6. SK47遺物出土状況　7. SK61遺物出土状況
8. SK68遺物出土状況

写真108　砂子田Ⅰ遺跡D・E地区　1. D地区全景　2. SK81付近ブロック　3. SK82・83付近ブロック
4. E地区全景　5. E地区北西ブロック

写真109　砂子田Ⅰ遺跡E地区　1. SI03　2. SI03　3. SK88遺物出土状況　4. SX06　5. SX06遺物出土状況

写真110　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：中名Ⅴ遺跡A1・B5地区

写真111　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区

写真112　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区

写真113　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区

写真114　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区

写真115　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区

写真116　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：中名Ⅴ遺跡D3地区

写真117　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：中名Ｖ遺跡D3地区
写真118　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：中名Ｖ遺跡D3・E1・E2地区
写真119　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：中名Ｖ遺跡E1・E2地区
写真120　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：中名Ｖ遺跡E1・E2地区
写真121　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：中名Ｖ遺跡E1・E2地区
写真122　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：中名Ｖ遺跡E1・E2地区
写真123　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：中名Ｖ遺跡E1・E2・F1・F2・F3地区
写真124　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：中名Ｖ遺跡F1・F2・F3地区
写真125　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：中名Ｖ遺跡F1・F2・F3地区　1.中名Ｖ遺跡A1地区
写真126　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真127　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真128　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真129　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真130　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真131　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真132　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真133　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡A1地区　2.中名Ｖ遺跡A1地区
写真134　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.中名Ｖ遺跡B5地区　2.中名Ｖ遺跡B5地区
写真135　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真136　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真137　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真138　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真139　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真140　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真141　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真142　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真143　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真144　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真145　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真146　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真147　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真148　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真149　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真150　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真151　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真152　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区　2.中名Ｖ遺跡D1・D2・D4地区
写真153　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ｖ遺跡D3地区　2.中名Ｖ遺跡D3地区
写真154　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.中名Ｖ遺跡D3地区　2.中名Ｖ遺跡D3地区
写真155　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ｖ遺跡D3地区　2.中名Ｖ遺跡D3地区

写真156　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡D3地区　2.中名Ⅴ遺跡D3地区
写真157　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡D3地区　2.中名Ⅴ遺跡D3地区
写真158　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡D3地区　2.中名Ⅴ遺跡D3地区
写真159　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真160　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真161　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真162　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真163　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真164　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真165　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真166　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真167　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真168　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真169　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真170　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真171　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真172　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真173　出土遺物　土器・陶磁器（近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真174　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真175　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真176　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区　2.中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真177　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.中名Ⅴ遺跡F1地区　2.中名Ⅴ遺跡F1地区
写真178　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡F1地区　2.中名Ⅴ遺跡F1地区
写真179　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区　2.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区
写真180　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区　2.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区
写真181　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区　2.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区
写真182　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区　2.中名Ⅴ遺跡F2・F3地区
写真183　出土遺物　土器・陶磁器（古墳・古代）：中名Ⅵ遺跡A地区
写真184　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：中名Ⅵ遺跡A地区
写真185　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：中名Ⅵ遺跡A地区
写真186　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：中名Ⅵ遺跡A・B地区
写真187　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：中名Ⅵ遺跡B地区
写真188　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅵ遺跡B・C地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真189　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真190　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真191　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真192　出土遺物　土器・陶磁器（古墳・古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真193　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真194　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区

写真195　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真196　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真197　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真198　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真199　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真200　出土遺物　土器・陶磁器（古墳・古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真201　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真202　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真203　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真204　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真205　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡A地区
写真206　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.中名Ⅵ遺跡A地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真207　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真208　出土遺物　土器・陶磁器（中世）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真209　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真210　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真211　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真212　出土遺物　土器・陶磁器（中近世）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真213　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真214　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡B地区
写真215　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.中名Ⅵ遺跡B地区　2.中名Ⅵ遺跡C地区
写真216　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：砂子田Ⅰ遺跡A・B・E地区
写真217　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：砂子田Ⅰ遺跡B・E地区
写真218　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡A地区　2.砂子田Ⅰ遺跡A地区
写真219　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡A地区　2.砂子田Ⅰ遺跡A地区
写真220　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真221　出土遺物　土器・陶磁器（古墳・古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真222　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真223　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真224　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中世）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真225　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真226　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡B地区　2.砂子田Ⅰ遺跡B地区
写真227　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡D・E地区　2.砂子田Ⅰ遺跡D地区
写真228　出土遺物　土器・陶磁器（古墳・古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡E地区　2.砂子田Ⅰ遺跡E地区
写真229　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡E地区　2.砂子田Ⅰ遺跡E地区
写真230　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡E地区　2.砂子田Ⅰ遺跡E地区
写真231　出土遺物　土器・陶磁器（古代・中近世）：1.砂子田Ⅰ遺跡E地区　2.砂子田Ⅰ遺跡D・E地区
写真232　出土遺物　土器・陶磁器（古代）：1.砂子田Ⅰ遺跡D・E地区　2.砂子田Ⅰ遺跡E地区
写真233　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡A1地区

写真234　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡A1地区
写真235　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡A1・B5地区
写真236　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡B5地区
写真237　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡B5・D1・D2・D4地区
写真238　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区
写真239　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D4地区
写真240　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D1・D2・D3・D4地区
写真241　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D3地区
写真242　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D3地区
写真243　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D3地区
写真244　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡D3・E1・E2地区
写真245　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真246　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真247　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真248　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真249　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区
写真250　出土遺物　木製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2・F2・F3地区
写真251　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真252　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真253　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真254　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真255　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真256　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真257　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真258　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真259　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真260　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真261　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真262　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真263　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真264　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真265　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真266　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真267　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡A地区
写真268　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区
写真269　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区
写真270　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区
写真271　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区
写真272　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区

写真273　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区

写真274　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡B地区

写真275　出土遺物　木製品：中名Ⅵ遺跡C地区

写真276　出土遺物　木製品：砂子田Ⅰ遺跡B地区

写真277　出土遺物　木製品：砂子田Ⅰ遺跡B地区

写真278　出土遺物　金属製品：中名Ⅴ・Ⅵ遺跡

写真279　出土遺物　金属製品：中名Ⅴ・Ⅵ遺跡

写真280　出土遺物　石製品：中名Ⅴ遺跡A1・B5・D1・D2・D4地区

写真281　出土遺物　石製品：中名Ⅴ遺跡D3地区

写真282　出土遺物　石製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区

写真283　出土遺物　石製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2地区

写真284　出土遺物　石製品：中名Ⅴ遺跡E1・E2・F1・F3地区

写真285　出土遺物　石製品：中名Ⅵ遺跡A・B・C地区

写真286　出土遺物　金属製品・石製品：砂子田Ⅰ遺跡B・D地区

Ⅰ　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡出土鉄関連遺物の分析・調査

JFEテクノリサーチ株式会社
分析・評価事業部
埋蔵文化財調査研究室

1．はじめに

（財）富山文化振興財団殿が、婦負郡婦中町中名地区に所在する中名Ⅴ・Ⅵ遺跡および砂子田Ⅰ遺跡から出土した鉄関連遺物について、学術的な記録と今後の調査のための一環として化学成分分析を含む自然科学的観点での調査を依頼された。これまでに、中名Ⅵ遺跡-１（H14.12)、中名Ⅵ遺跡-２(H14.12)、中名Ⅴ・Ⅵ遺跡D3地区（H15.6)、砂子田Ⅰ遺跡（H15.11)、中名Ⅴ遺跡D3・D4地区（H15.11)、中名Ⅴ遺跡Ｅ地区外（H15.12）において鉄関連遺物の分析・調査を担当した。本報告書は、これらの分析・調査結果を1つの報告書にまとたものである。

2．調査項目および試験・観察方法

（１）　調査項目

調査資料の記号、出土遺構・注記および調査項目を表１に示す。

（２）　調査方法

（ｉ）重量計測、外観観察および金属探知調査

資料重量の計量は0.1gまで測定可能な電子天秤を使用した。各種試験用試料を採取する前に、資料の外観を㎜単位まであるスケールを同時に写し込みで撮影した。資料の出土位置や資料の種別等は提供された資料に準拠した。

着磁力調査については、直径30㎜のリング状フェライト磁石を使用し、官能検査により「強・稍強・中・稍弱・弱」の５ランクで、個別調査結果を表示した。遺物内の残存金属の有無を金属探知機（ＭＣ：metal checker）を用いて調査した。

（ii）化学成分分析

化学成分分析は鉄鋼に関するＪＩＳ分析法に準じて行っている。

・全鉄（T.Fe)：三塩化チタン還元－二クロム酸カリウム滴定法。
・金属鉄（M.Fe)：臭素メタノール分解－EDTA滴定法。
・酸化第一鉄（ウスタイトFeO)：二クロム酸カリウム滴定法。
・酸化第二鉄（ヘマタイトFe_2O_3)：計算。　・化合水（C.W.)：カールフィッシャー法。
・炭素（C)：燃焼－赤外線吸収法。
・ライム（CaO)、酸化マグネシウム（MgO)、酸化マンガン（MnO)、酸化ナトリウム（Na_2O)、イオウ（S)、珪素（Si)、マンガン（Mn)、リン（P)、 銅（Cu)、 ニッケル（Ni)、クロム（Cr)、アルミニウム（Al)、バナジウム（V)、チタン（Ti)：ICP発光分光分析法。
・シリカ（SiO_2)、アルミナ（Al_2O_3)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化チタン(TiO_2)、酸化リン（P_2O_5)、酸化カリウム（K_2O)：ガラスビード蛍光X線分析法。
但しCaO, MgO, MnOは含有量に応じてICP分析法またはガラスビード蛍光X線分析法を選択。
・カルシウム（Ca)、マグネシウム（Mg)、酸化ナトリウム（Na_2O)：原子吸光法。
なお、鉄滓中成分は、18成分（全鉄T.Fe、金属鉄M.Fe、ウスタイトFeO、酸化第二鉄Fe_2O_3、シリカSiO_2、アルミナAl_2O_3、ライムCaO、マグネシアMgO、酸化ナトリウムNa_2O、酸化カリウムK_2O、二酸化チタンTiO_2、酸化マンガンMnO、酸化リンP_2O_5、化合水C.W.、炭素C、バナジウ

ムV、銅Cu、コバルトCo）を化学分析している。

羽口・胎土成分は、12成分（シリカSiO_2、アルミナAl_2O_3、ライムCaO、マグネシアMgO、酸化ナトリウムNa_2O、酸化カリウムK_2O、二酸化チタンTiO_2、酸化マンガンMnO、化合水C.W.、炭素C、灼熱減量Ig. Loss、全鉄T.Fe）を化学分析している。

鉄器中成分の化学分析は、13成分（炭素C、シリコンSi、マンガンMn、リンP、イオウS、銅Cu、ニッケルNi、コバルトCo、アルミニウムAl、バナジウムV、チタンTi、カルシウムCa、マグネシウムMg）を化学分析している。

（iii）顕微鏡組織写真

資料の一部を切り出し樹脂に埋め込み、細かい研磨剤などで研磨（鏡面仕上げ）する。金属鉄はナイタール（５％硝酸アルコール液）で腐食後、顕微鏡で観察しながら代表的な断面組織を拡大して写真撮影し、顕微鏡組織および介在物（不純物、非金属鉱物）の存在状態等から製鉄・鍛冶工程の加工状況や材質を判断する。原則として100倍および 400倍で撮影を行う。必要に応じて実体顕微鏡（５倍～20倍）による観察もする。

（iv）Ｘ線回折測定

試料を粉砕して板状に成形し、Ｘ線を照射すると、試料に含まれている化合物の結晶の種類に応じて、それぞれに固有な反射（回折）された特性Ｘ線が検出されることを利用して、 試料中の未知の化合物を観察・同定することができる。多くの種類の結晶についての標準データが整備されており、ほとんどの化合物が同定される。

測定装置　理学電気株式会社製　ロータフレックス（RU-300型）

測定条件

①	使用Ｘ線	Cu-Ｋα（波長＝1.54178Å）
②	Ｋβ線の除去	グラファイト単結晶モノクロメーター
③	管電圧・管電流	55kV・250mA
④	スキャニング・スピード	4.0°/min
⑤	サンプリング・インターバル	0.020°
⑥	D.S.スリット	1°
⑦	R.S.スリット	0.15mm
⑧	S.S.スリット	1°
⑨	検出器	シンチレーション・カウンター

（v）胎土・耐火材遺物の耐火度試験および耐火度推定

耐火物及び耐火物原料の耐火度試験は、JIS R 2204（耐火物及び耐火物原料の耐火度試験方法）及びJIS R 8101（耐火度試験用標準コーン）に準拠して測定する。

遺物資料を粉砕（180μmの篩通過）し、規定（量的に少量であるから寸法は第2種の小型：幅７㎜、高さ27㎜）のゼーゲルコーンを成型する。このゼーゲルコーンを傾斜80°で受台に装着し、毎分5℃で加熱する。コーンの先端が曲がり始め、受台に接触したときの温度を溶倒温度とする。

これまでの耐火度の測定結果と胎土の化学成分の分析結果を146資料について整理した。

耐火度ｙ（ゼーゲルコーン溶倒温度、℃）と胎土の化学組成因子ｆｘとの関係について、次を得ている。すなわち、$y=110.98\ fx+927.82$

ここで、$fx=(25.8Al_2O_3+5.2SiO_2)/(146MgO+448MnO+78.6CaO+12.5T.Fe+10.4TiO_2)$

3．調査結果および考察

分析調査結果を図表にまとめ、表１～３および図１～３に示す。表１に調査資料と調査項目をまとめた。表中の○印が調査実施項目を示す。表２は鉄滓の化学成分分析結果、表３は胎土の化学成分分析結果と耐火度の計算・測定結果ならびに表４は鉄滓資料のＸ線回折鉱物・顕微鏡組織をそれぞれ示す。

化学成分分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果等を考慮し、考察する。各資料について、タイトル：資料番号、資料種別（括弧内は推定された製造工程）、着磁力、ＭＣ（金属探知機判別）を一行で示す。そして、各資料の調査結果をまとめ、考察する。各資料の最も確からしい推定結果を最後にまとめる。以下、資料番号順に述べる。

資料No.１　鉄滓（鍛錬鍛冶滓）、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版１－１に示す。長さ40㎜程度から10㎜足らずのものまで70点ほど収集されており、土砂にまみれている。木炭片や礫・炉壁発泡のものまで雑多である。強弱の差はあるが着磁力はある。やや大型の空孔のある球型滓（８㎜）も混在する。比較的緻密で割欠き面が２面ある小型滓を試料とする（長さ27.8㎜×幅23.6㎜×厚さ22.6㎜、着磁力：稍弱）。表面側面には茶褐色の水酸化鉄が付着し、気泡痕もある。また小型椀型滓状の中凹の資料（長さ40.8㎜×幅37.1㎜×厚さ12.8㎜、着磁力：稍弱）を使う。

顕微鏡組織：鉄滓の顕微鏡組織を図版８－１に示す。写真の前面に繭玉状のウスタイト（wustite:FeO）が分散して樹枝状に連なっている。その背面に短冊状のファイヤライト（Fayalite: $2FeO{\cdot}SiO_2$）が観察される。鉄滓中の二酸化チタン濃度は低いと推察される。

Ｘ線回折：Ｘ線回折された鉱物を表４に示す。ウスタイトとファイヤライトが同定された。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。全鉄(T. Fe) 63.5%に対して、酸化第一鉄（ウスタイトWustite:FeO）は68.9%、酸化第二鉄（ヘマタイトHematite:Fe_2O_3）は14.1%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、17：83、シリカ（Silica:SiO_2）10%で、平衡状態図（参考：鉄滓の平衡状態図を参照）のウスタイトの領域に近いと見られる。

鉄滓中（溶融ガラス化）成分の指標となる造滓成分（$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O$）は15.1%とやや低い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン（Titanium dioxide:TiO_2）は0.2%と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅（Copper:Cu）は0.002%と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図１～３に示す。図１では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの領域にある。図２では、砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓に属している。図１～３から、本資料は鍛冶滓に属し、砂鉄を始発原料とした可能性がある。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓で、②鉄源にはチタン含有量が低いが、砂鉄を使用した可能性がある、と推定される。

資料No.２　鉄滓（炉壁付着滓）、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版１－２に示す。全部で24、5点の礫状鉄滓である。着磁力はややあるが、MC反応はない。この中で最大周辺に割欠面の多いものを試料とする（長さ30.5㎜×幅25.3㎜×厚さ24.7㎜、着磁力：無）。灰色がかった茶色で発泡痕が多い。

顕微鏡組織：写真には示していない。前面に繭玉状のウスタイトが分散し、その背面に多角形のマグネタイト様組織とガラス質滓が観察される。鉄滓と炉壁材が混合しているものと推察される。

Ｘ線回折：Ｘ線回折された鉱物を表４に示す。リューサイト（Leucite - $KAlSi_2O_6$）、アノーサイト

(Anorthite-(Ca,Na)(Si,Al)$_4$O$_8$))の胎土成分が同定された。炉壁材と鉄滓が混在していると推察される。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄14% に対して、ウスタイトは6.7%、ヘマタイトは12.4%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、65：35、シリカ43%で、平衡状態図のクリストバライト(Cristobalite:SiO_2) の領域に近いと見られる。滓中の造滓成分は77%と高い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.75%を含む。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.003%と少ない。酸化カリウム、酸化リンと化合水が高い。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図1、2に示す。図1、2では、炉壁付着滓グループの領域にある。

以上の結果を総合すると、本資料は、①炉壁付着滓、と推定される。

資料No.3　鉄滓（鍛錬鍛冶滓、含炉壁付着滓))、着磁力：稍強、MC：無

外観：図版1－3に示す。11点あり茶灰色で発泡しているものや軽石状に気泡の多いもの等雑多。一番大きなものを使用する（長さ37.4㎜×幅26.2㎜×厚さ19.0㎜)。黒色部分に着磁力稍強。試料にするものは表面に水酸化鉄と土の固着物が多いので除去して分析する。

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版8－3に示す。写真の前面に繭玉状のウスタイトが分散して樹枝状に連なっている。その背面に短冊状のファイヤライトが観察される。円形の空洞があり、金属鉄が銹化して溶出した痕跡で、組織が明瞭ではないので、胎土が混在していると推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイト、ファイヤライトとマグネタイトが同定され、さらにリューサイト、アノーサイトの胎土成分が同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄48%に対して、ウスタイトは42%、ヘマタイトは21%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、33：67、シリカ18%で、平衡状態図のマグネタイトの領域に近いと見られる。平衡状態図ではマグネタイトと予測されるが、化合水を2.5%含んでいるので、金属鉄が銹化していると推定され、鉄滓の酸化・還元状態を推測は難しい。

滓中の造滓成分は31%と高い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.3%と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.007%と少ない。全鉄が低く、造滓成分とカリウムがやや高いので、炉壁材が付着した滓と推察される。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図1～図3に示す。図1では、鉱石系製錬滓または砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの領域にある。図2では、砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図3では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓または鉱石系製錬滓グループに属している。化合水が2.5%と高く金属鉄は銹化してオキシ水酸化鉄を生成し、鉄滓と炉壁材が混在している結果として、全鉄が低い鉱石製錬滓グループ成分になっている。これまでに分析された多数の結果と比較して、鉱石系ではないと推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓（含炉壁付着滓）で、②鉄源にはチタン含有の砂鉄を使用した可能性が高い、と推定される。

資料No.4　鉄滓（鍛錬鍛冶滓、含炉壁付着滓)、着磁力：弱、MC：無

外観：図版1－4に示す。大小16点いずれも水酸化鉄と土に覆われているものと灰色の灰が凹部に詰まったものとある。最大を試料とする（長さ33.9㎜×幅31.5㎜×厚さ17.7㎜、着磁力：弱)。

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版8－4に示す。写真の前面に大きな繭玉状のウスタイトが分散している。その背面にはガラス質滓のみが観察される。したがって、典型的な鍛錬鍛冶滓組織を呈している。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイト、ファイヤライトとマグネタイトが同定され、さらにリューサイト、アノーサイトの胎土成分が同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄60%に対して、ウスタイトは62%、ヘマタイト17%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、21：79、シリカ12%で、平衡状態図のウスタイトの領域に近いと見られる。滓中の造滓成分は19%とやや低い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.5%とやや低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.001%と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図1～図3に示す。図1では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの領域にある。図2では、砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図3では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属している。鉄滓中の二酸化チタンが0.3%以下の含有量では、始発原料が砂鉄系か鉱石系かの分類は困難であるが、これまでに分析された多数の結果と比較して、鉱石系ではないと推察される。以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓（含炉壁付着滓）で、②鉄源にはチタン含有の砂鉄を使用した可能性が高い、と推定される。

資料No.5　鉄滓（鍛錬鍛冶滓）、着磁力：中、MC：無

外観：図版1－5に示す。大小9点、軽量でガラス質滓も混在している。うち1点は接合点あり。最大を使う（長さ44.1㎜×幅24.4㎜×厚さ23.4㎜）。砂礫や水酸化鉄の付着が多いため除去して試料採取。灰や木炭片が下に詰まっている。欠けている部分や水酸化鉄の少ないところは着磁力は中。

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版8－5に示す。写真の前面に大きな繭玉状のウスタイトが分散している。その背面にはガラス質滓のみが観察される。したがって、典型的な鍛錬鍛冶滓組織を呈している。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイト、マグネタイト、ゲーサイトとファイヤライトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄69%に対して、ウスタイトは66%、ヘマタイトは25%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、28：72、シリカ4%で、平衡状態図のウスタイトの領域に近いと見られる。滓中の造滓成分は7%とやや低い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.1%と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.002%と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図1～図3に示す。図1では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの領域にある。図2では、砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図3では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属している。鉄滓中の二酸化チタンが0.3%以下の含有量では、始発原料が砂鉄系か鉱石系かの分類は困難であるが、これまでに分析された多数の結果と比較して、鉱石系ではないと推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓で、②鉄源にはチタン含有の砂鉄を使用した可能性もある、と推定される。

資料No.6　鉄滓（鍛錬鍛冶滓、含炉壁付着滓）、着磁力：稍強、MC：無

外観：図版1－6に示す。大小11点あるが、うち2点は接合点があり、突出部が折れたものであろう。上部は平らで中凹。白色発泡滓が一部に認められる。いずれも水酸化鉄と土砂の付着物が多い。大（長さ39.5㎜×幅37.1㎜×厚さ17.4㎜、着磁力：稍強）、小（長さ26.4㎜×幅23.4㎜×厚さ16.7㎜、着磁力：中）

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版8－6に示す。写真の前面に繭玉状のウスタイトと多角形のマグネタイト様の組織とガラス質滓（胎土）が観察される。鉄滓と炉壁材が混合しているものと推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。マグネタイトとウスタイトが同定され、さらにカリウム-

アルミナ-シリカ系の胎土成分が同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄35％に対して、ウスタイトは18％、ヘマタイトは29％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、62：38、シリカ23％で、平衡状態図のマグネタイトの領域に近いと見られる。滓中の造滓成分は48％と高い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.4％と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.006％と少ない。全鉄が低く、造滓成分と酸化カリウム、酸化リンがやや高いので、炉壁材が付着した滓と推察される。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図１～図３に示す。図１では、鉱石系製錬滓グループの領域にある。図２では、鉱石系製錬滓または砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓または鉱石系製錬滓グループに属している。化合水が1.1％と高く金属鉄は銹化して水酸化鉄を生成し、鉄滓と炉壁材が混在している結果として、全鉄が低い鉱石製錬滓グループの成分になっている。これまでに分析された多数の結果と比較して、鉱石系ではないと推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓（含炉壁付着滓）で、②鉄源にはチタン含有の砂鉄を使用した可能性もある、と推定される。

資料No.７　鉄滓（(1) 砂鉄小塊、(2)鍛錬鍛冶滓)、着磁力：(1)強、(2)稍強、MC：(1)無、(2)無

外観：図版１-７に示す。大小あわせて10点。１点は黒色発泡して軟らかな資料。着磁力はあるが分析対象とする。他に1点と小片であるが組織観察のみ実施する。7-１は黒色で外観写真からもわかるように微細な砂鉄を引き寄せたように毛羽だって見える。非常にもろく、手で崩れる。砂鉄の被熱塊のようである。(No.７-１：長さ32.3㎜×幅21.8㎜×厚さ12.6㎜、着磁力：強)。７-２は小片のため組織のみ観察する。(No.７-２：長さ23.4㎜×幅14.5㎜×厚さ11.4㎜、着磁力：稍強)。

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版８-７に示す。写真の全面に島模様の組織が観察される。砂鉄に見られる組織を現している。したがって、資料No.７-１は、砂鉄の細粒（30～50μm）から樹枝状に凝集した小塊と推察されるが、軟らかな凝集過程は調査できなかった。

資料No.７-２は図版に示していないが、大きな繭玉状のウスタイトが分散し、その背面にはガラス質滓のみが観察される。典型的な鍛錬鍛冶滓組織を呈している。

X線回折：X線回折鉱物を表４に示す。マグネタイト、ウスタイトとヘマタイトが同定された。マグネタイトが主成分である。銹化鉄の経年変化で、マグネタイトが生成していると推察される。

化学成分：資料No.７-１の分析結果を表２に示す。全鉄65％に対して、ウスタイトは34％、酸化第二鉄は55％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、62：38、シリカ4％で、平衡状態図のマグネタイトの領域に近いと見られる。化合水が2.1％と高く金属鉄は銹化して水酸化鉄を生成していると推察される。

滓中成分の指標となる造滓成分は7％と低い。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.2％と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.003％と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、図１～図３に示す。図１では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの領域にある。図２では、砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属している。鉄滓中の二酸化チタンが0.2％と低く、始発原料が砂鉄系か鉱石系かの分類は困難である。これまでに蓄積されたデータと比較し、鍛冶滓よりも砂鉄と判断した。すなわち、全鉄量が高く、二酸化チタンとシリカ含有量が低いこと、マンガン・バナジウムも低いことから磁鉄鉱石または上質（真砂系）砂鉄と推察される。自己磁性と硬さが軟らかい粉粒状であることから、木炭粉と水和物がバインダーになって凝集している可能性もある。

以上の結果を総合すると、本資料は、No.７-(１)は被熱真砂系砂鉄、No.７-(２)が鍛錬鍛冶滓、

と推定される。

資料No. 8　鍛錬鍛冶滓（含鉄）、着磁力：稍強、ＭＣ：有

外観観察：図版１－８に示す。長さ53㎜×幅45㎜×厚さ30㎜。資料の重量は72.1gである。全体に黄土色の水酸化鉄と土に覆われた半球状（饅頭型）資料である。上面は盛り上がっているが比較的平坦で、側面から底部にかけて気孔が多く、付着土砂を削り取った跡が見られる。底部は黒色発泡した様相が観察され、椀形に膨らんでいるがＭＣ反応があり、一部に割れもある。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真を図版６－８に示す。外観写真と同形と見られる。メタルチェッカーの測定から一部に金属鉄が探知され、金属鉄が存在すると見られる。

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版８－８に示す。

マクロ組織：鉄と滓が混在している。滓部分と滓中金属部分のマクロ組織をそれぞれ示す。

ミクロ組織：滓部のミクロ組織写真を示す。写真全面に白色繭玉状のウスタイトが観察される。

Ｘ線回折：Ｘ線回折鉱物を表４に示す。ウスタイト、シデライト、マグネタイトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄 58.0％に対して、ウスタイトは41.7％、ヘマタイトは33.2％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、44：56で、平衡状態図からマグネタイトの存在領域に近い。化合水を3.3％含有し、水酸化鉄を生成していると推察される。

滓中の造滓成分は14.5％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンが0.2％で、バナジウムを0.01％含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.003％と少ない。二酸化チタン含有量が低いが、砂鉄を始発原料とした可能性があると推察される。

本資料の製造工程の位置づけとして、図１～図３に示す。本資料は、図１では、砂鉄系精錬鍛冶滓と砂鉄系鍛錬鍛冶滓の両グループに属している。図２では、鉱石系製錬滓グループ・砂鉄系製錬滓グループに属する。図３では、鉱石系製錬グループと砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの中間に属している。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓（含鉄）で、②鉄源には二酸化チタン含有の砂鉄が使用された可能性がある、と推定される。

資料No. 9　鍛錬鍛冶滓、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版１－９に示す。長さ70㎜×幅67㎜×厚さ37㎜。資料の重量は176.8gである。大きな蛤殻状の鉄滓で全体に水酸化鉄に覆われている。ＭＣ反応はない。上面には木炭の小片や黄土色の水酸化鉄、砂礫鉱物が固着し、一部表皮が欠落している部分は、黒色発泡した様相を呈す。下部は浅い椀形で水酸化鉄の皮膜に覆われている。木炭片も滓の中に見える。水酸化鉄や砂礫は除去して分析試料を採取した。

顕微鏡組織：顕微鏡組織を図版８－９に示す。写真全面に白色繭玉状のウスタイトが観察される。

Ｘ線回折：Ｘ線回折鉱物を表４に示す。ウスタイト、ファイヤライト、シデライトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄58.6％に対して、ウスタイトは60.9％、ヘマタイトは15.9％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、21：79で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。

滓中の造滓成分は20.4％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンが0.26％で、バナジウムを0.008％含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.003％と少ない。

本資料の製造工程の位置づけとして、前資料と同様に、図１～図３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系精錬鍛冶滓と砂鉄系鍛錬鍛冶滓の両グループに属している。図２では、鉱石系製錬滓グループ・砂鉄系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属している。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓、②鉄源には二酸化チタン含有の砂鉄が使用さ

れた可能性もある、と推定される。

資料No.10　鍛錬鍛冶滓、着磁力：弱、ＭＣ：無

外観：図版１-10に示す。長さ45㎜×幅30㎜×厚さ14㎜。資料の重量は29.5gである。5点の資料であるが、小さな資料は灰汁が発泡したようなものや木炭をかみ込んだものもあり、いずれも水酸化鉄の瘤状になり水との接触が長かったと思われる資料である。ＭＣ反応はない。大きめの三角形のものを分析対象とした。２面に割り欠き面を有し、上部は中凹偏平で水酸化鉄の付着はやや多い。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９－１０に示す。写真全面に白色繭玉状のウスタイトが観察される。

Ｘ線回折：Ｘ線回折鉱物を表４に示す。ウスタイトが同定された。顕微鏡組織観察と一致している。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄57.0%に対して、ウスタイトは60.2%、ヘマタイトは14.5%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、19：81で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。反応は還元鉄が共存した状態である。滓中の造滓成分は23.8%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンが0.16%で、バナジウム を0.008%含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.001%と少ない。製鉄の始発原料に砂鉄を使用したか判断は難しい。

本資料の製造工程の位置づけとして、図１～図３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系精錬鍛冶滓と砂鉄系鍛錬鍛冶滓の両グループに属している。図２では、鉱石系製錬滓グループ・砂鉄系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属していて、鉱石系製錬滓に近い。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓、②二酸化チタン含有量が低いが、砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.11　鍛錬鍛冶滓、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版２-11に示す。長さ70㎜×幅48㎜×厚さ18㎜。資料の重量は79.2gである。ＭＣ反応はない。全体に目の細かい灰色の水酸化鉄と土に覆われており、欠けている部分や気孔の部分に黄土色の水酸化鉄が見られる。上面は中央がやや凹、底部はやや凸である。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９-11に示す。写真全面に白色繭玉状のウスタイト、背面にファイヤライトが観察される。鍛冶滓に見られる組織である。

Ｘ線回折：Ｘ線回折鉱物を表４に示す。ウスタイト、ファイヤライト、リューサイト、シデライトが同定された。シデライトは鉄銹化物、リューサイトは胎土を構成する成分である。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄63.4%に対して、ウスタイトは63.5%、ヘマタイトは19.8%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、24：76で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。

滓中の造滓成分は23.8%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンが0.14%で、バナジウムを0.004%含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.001%と少ない。したがって、砂鉄を始発原料としたか判断が難しい。

本資料の製造工程の位置づけとして、図１～図３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系精錬鍛冶滓と砂鉄系鍛錬鍛冶滓の両グループに属している。図２では、鉱石系製錬滓グループ・砂鉄系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属している。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓で、②鉄源には二酸化チタン含有の砂鉄が使用された可能性はある、と推定される。

資料No.12　銹化鋳鉄小片、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版２-12に示す。長さ26㎜×幅20㎜×厚さ3㎜。資料の重量は2.0gである。ＭＣ反応はない。

鉄片が完全に銹化の様相を呈している。鋳鉄片か？元の厚みが均一である。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９-12に示す。写真全面に白色霞のようにゲーサイト（Goethite:α-FeOOH）が覆っている。完全に銹化しているとみられる。組織は、鋳鉄組織の樹枝状の共晶組織（Fe-C合金系、 C＝4.3%、レーデブライトLedeburite）を示している。

以上の結果を総合すると、本資料は、①共晶（炭素Ｃ＝4.3%）の銹化鋳鉄小片の可能性が高い、と推定される。

資料No.13　鉄滓、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版２-13に示す。長さ16㎜×幅16㎜×厚さ12㎜。資料の重量は2.4gである。ＭＣ反応はない。錆瘤が剥離したものであろう。ほとんど土と砂礫の瘤となっている。観察記録のみ実施。

資料No.14　砂鉄系製錬滓（砂鉄付着滓）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：図版２-14に示す。資料の重量は20.7gである。12点の資料があり、小さな資料の大きさは５㎜～19㎜と様々である。木炭片もある。いちばん大きな台形資料は長さ42㎜×幅25㎜×厚さ15㎜。ＭＣ反応はない。全体に黄土色の水酸化鉄に覆われ、破面からは黒色発泡粗鬆な滓が観察される。これを分析対象とし、表面の水酸化鉄は除去した。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９-14に示す。写真前面に樹枝状のマグネタイトが観察される。

Ｘ線回折：Ｘ線回折鉱物を表４に示す。マグネタイト、ファイヤライト、クリストバライト（シリカ）、ヘマタイトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄(T. Fe)34.7%に対して、ウスタイトは22.3%、ヘマタイトは24.7%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、53：47で、平衡状態図からマグネタイトの存在領域に近い。還元反応はあまり進んでいないと推察される。

滓中の造滓成分は38.4%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンが8.7%で、バナジウム0.22%を含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.002%と少ない。

造滓成分が高いので、砂鉄そのものではなく、製錬過程で還元反応が僅かに進行し、砂鉄が融着した状態と見られる。バナジウムと二酸化チタンの含有量比は真砂や赤目系の砂鉄よりも低い値である。

本資料の製造工程の位置づけとして、前資料と同様に、図１～図３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系製錬滓のグループに属している。図２では、砂鉄系製錬滓グループと砂鉄系鍛冶滓グループの中間に位置している。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果を考慮すると、本資料は、中程度含有の二酸化チタン系砂鉄製錬滓（砂鉄付着滓）と推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①砂鉄系製錬滓（砂鉄付着滓）と推定され、②砂鉄製鉄が実際に行われたかどうか１資料では判断できない。

資料No.15　鉄滓？（銹化鉄塊）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：図版２-15に示す。資料の重量は3.9gである。長さ25㎜×幅18㎜×厚さ11㎜。ＭＣ反応はない。銹化鉄塊と銹化瘤片であろうが、完全に銹化し土と水酸化鉄の固着物が厚く付いている。観察記録にとどめる。

資料No.16　鍛錬鍛冶滓、着磁力：弱、ＭＣ：弱

外観：図版２-16に示す。資料の重量は181.2gである。長さ90㎜×幅75㎜×厚さ32㎜。ＭＣ反応は弱である。銹化が著しく、黄土色や茶褐色の水酸化鉄に厚く覆われている。椀形滓の完形品である。上面は一部大きく凹。全体的に気孔が目立つ。木炭片が多数確認できる。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真を図版６-１６に示す。外観写真と同形と見られる。全体的に空洞がみられ

る。金属鉄は存在しないようである。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版9－16に示す。写真全面に白色繭玉状のウスタイトが観察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイト、ファイヤライト、リューサイトが同定された。胎土や滓成分を僅かに含んでいる。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄 60.4%に対して、ウスタイトは64.1%、ヘマタイトは15.0%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、19：81で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。

滓中の造滓成分は19.4%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンが0.22%で、バナジウムを0.007%含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.001%と少ない。

本資料の製造工程の位置づけとして、図1～図3に示した。本資料は、図1では、砂鉄系精錬鍛冶滓と砂鉄系鍛錬鍛冶滓の両グループに属している。図2では、鉱石系製錬滓グループ・砂鉄系製錬滓グループに属する。図3では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループに属している。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびX線回折の結果を考慮すると、本資料は、二酸化チタン含有の砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鍛錬鍛冶滓、②鉄源には二酸化チタン含有の砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.17　棒状鉄製品(軟鉄)、着磁力：強、MC：有

外観：図版2－17に示す。資料の重量は72.9gである。長さ94㎜×幅18㎜×厚さ12㎜。水酸化鉄に覆われ錆の剥落部は層状に銹化している。残存金属は全体にあり、MC反応も強く重量感がある。頭部は19㎜×13㎜で叩かれて潰れたように平らである。先端は平らで折れた様相もなく釘を打ち込むときに使う叩き締めの冶具のようにも見える。角は形状を残している。表面層に付着している乳白色の物質が気になるところである。この部分のEDX分析ではPが高い。木灰ではないか？

X線透過：X線透過写真を図版6－17に示す。外観写真と同形と見られ、僅かに表面（1～2㎜程度）が銹化している。先端部から15㎜には錆が進んで透過している部分がある。

顕微鏡組織：資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面をマクロ組織（10倍）とミクロ組織（100倍、400倍）を撮影した。

マクロ組織：マクロ組織写真を図版9－17に示す。C(断面)方向とL(軸)方向とも中間部が僅かに黒く、周辺部が僅かに白い組織で、流れ模様は観察されない。鍛造加工の組織がみられない。むしろ、焼き戻し処理によって鋼中の炭素が脱炭されたと推定される。

ミクロ組織：ミクロ組織写真を図版9－17に示す。写真全面にフェライト（α-Fe、軟鉄）組織と僅かにパーライト組織（Pearliteは、α-FeとセメンタイトCementite：Fe_3Cとが示す層状組織）が観察される。C（断面）方向とL（軸）方向とにあまり差異はみられない。すなわち、加工によるメタルフローが観察されないので、鍛造加工後に炉内で再加熱（焼き戻し）処理された可能性が高い。位置によってはパーライト組織が多い所もある。例えば、火災等によって熱を受け放置された鉄材かも知れないが、推定の域をでない。

以上の結果を総合すると、この資料は、炭素含有量が低いフェライト－パーライト系（軟鉄）の棒状鉄製品の可能性が高い、と推定される。

資料番号No.18　鞴の羽口、着磁力：稍弱、MC：無

外観：図版2－18に示す。資料の重量は116.2gである。MC反応はない。長さ70㎜×幅70㎜×厚さ32㎜。外径85㎜と推定され、内径は断面がなく推定できないが、概ね25㎜くらいであろう。肉厚の羽

口片である。外面は黒色、茶色、橙色の3層になっている。内面は全体が橙色である。破面は角が丸くなっている。付着滓に着磁力はやや有る。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（79.9%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（7.2%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝2.4%）はやや低い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い陶石系または長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。アルカリがやや低いので、耐火度は高くなっている。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,350℃（ｆｘ＝3.82)と得られた。これらを表３と図４に示す。熱影響の少ない部分を使用して胎土分析と耐火度試験を実施した。耐火度の測定値は、1,480℃と得られた。推定値との差は、130℃であった。図中に示した羽口の耐火度に近い温度グループであり、通常の粘土より高温側の耐火度が得られた。推算式では、アルカリ成分を評価していない。今後の課題である。

資料No.19　鞴の羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版２-19に示す。資料の重量は55.9gである。ばらばらになった9点の資料がある。ＭＣ反応はない。いちばん大きな資料は65㎜×48㎜×22㎜。全体に熱影響を受けて灰色になっている。外面はなめらかに作られており、上部は発泡し細かい気孔が見える。石英の白い粒を多く含む。胎土分析、耐火度試験は橙色の部分が残った資料から採取するが、少量のため、耐火度は化学成分から推定することとした。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（83.6%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（6.9%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝2.6%）はやや低い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い陶石系または長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,280℃（ｆｘ＝3.21)と得られた。これらを表３と図４に示す。図中に示した羽口の耐火度と比較してやや低い温度である。

資料No.20　鞴の羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版２-20に示す。資料の重量は122.1gである。長さ75㎜×幅48㎜×厚さ37㎜。外径80㎜位、内径25㎜、肉厚25㎜と推定される。ＭＣ反応はない。外面はなめらかで灰色である。円形部と平面部があり丸管状になっていない角柱状の様相を呈す。方形円孔羽口であると推定される。千葉県菅生遺跡から出土したものより内口径は小さい。内面にいくほど橙色になっている様子が確認できる。苆(すさ)痕も見られる。白色の砂粒も多く含まれている。熱影響の少ない部分を使用して胎土分析、耐火度試験を実施する。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（79.5%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（7.3%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝2.2%）はやや低い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い陶石系または長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。資料No.18に類似の成分である。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,300℃（ｆｘ＝13.36)と得られた。これらを表３と図４に示す。熱影響の少ない部分を使用して胎土分析と耐火度試験を実施した。耐火度の測定値は、1,440℃と得られた。推定値との差は、140℃であった。図中に示した羽口の耐火度に近い温度であり、通常の粘土と推定される。

資料No.21　鞴の羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版３-21に示す。。資料の重量は119.3gである。長さ80㎜×幅58㎜×厚さ30㎜。資料№20と同様。内径約20㎜、肉厚が18～30㎜で角が丸く平らでなめらかな部分を持った方形円孔羽口のようである。資料№20との接合面はない。ＭＣ反応はない。先端部は黒色と橙色がまだらに混在し、劫痕が少し見られる。熱影響の少ない部分で胎土分析、耐火度試験を行う。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（81.2%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.7%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝2.3%）はやや低い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い陶石系または長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,300℃（ｆｘ＝3.40)と得られた。これらを表３と図４に示す。図中に示した羽口の耐火度にやや近い温度であり、通常の粘土と推定される。

資料No.22　鞴の羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版３-22に示す。資料の重量は83.3gである。長さ85㎜×幅50㎜×厚さ26㎜。外径、内径は不明である。資料№20～21と同様方形円孔羽口と推定できる。ＭＣ反応はない。外側はなめらかに作られており、上部でも特に破面は黒色に銹化している。内側は劫痕と白色の砂粒が多く見られる。胎土分析、耐火度試験は中心の橙色の部分を使用する。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（80.5%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.7%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝2.9%）はやや低い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い陶石系または長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。資料No.21に類似の成分である。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９-22に示す。資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面のミクロ組織（100倍、400倍）を撮影した。全体にガラス質を示している。偏光の関係から赤色を呈する部分がある。また、鉄が原因の結晶組織は観察されなかった。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,310℃（ｆｘ＝3.51)と得られた。これらを表３と図４に示す。推定値との差は、110℃であった。図中に示した羽口の耐火度にやや近い温度であり、通常の粘土と推定される。

資料No.23　鞴の羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版３-23に示す。資料の重量は52.5gである。4点の資料がある。ＭＣ反応はない。接合面を持つ２つの資料は全体に被熱が著しく、黒色に発泡している。乳白色の資料は外面がなめらかで、内側に劫痕が多く観察される。いちばん大きい資料は57㎜×33㎜×32㎜、外径90㎜内径は不明だが30㎜位、肉厚30㎜程度と思われる。最も熱影響が少ない内側を使用して調査する。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（80.2%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.7%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝2.3%）はやや低い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い陶石系または長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。資料No.18に比較し、シリカ含有量は同レベルで、ほぼ同程度の粘土である。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,320℃（ｆｘ＝3.59)と得られた。これらを表３と図４に示す。耐火度の測定値は、1,480℃と得られた。推定値との差は、160℃であった。図中に示した羽口の耐火度に近い温度であり、通常の粘土と推定される。

資料No.24　鞴の羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版３-24に示す。資料の重量は106.4gである。長さ60㎜×幅50㎜×厚さ45㎜。外径110㎜、内径は不明である。ＭＣ反応はない。先端は灰色と胎土部は橙色の2層になっている。破面横側には劫痕も見られる。特に橙色の層に多い。全体に白色の小さな砂粒を含んでいる。胎土分析と耐火度試験は橙色の部分を使用する。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（81.0%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.5%Fe_2O_3）をやや多く含んで、アルカリ成分（K_2O+Na_2O＝5.1%）は多い。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系の胎土原料を配合焼成したものと推察される。資料No.18に比較し、シリカ含有量は同レベルで、アルミナがやや低く、アルカリがやや高くなって、耐火度は下がっていると推察される。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,120℃（ｆｘ＝1.77)と得られた。これらを表３と図４に示す。耐火度の測定値は、1,255℃と得られた。推定値との差は、135℃であった。図中に示した羽口の耐火度より低い温度であり、どうにか耐えた胎土、と推察される。

資料No.25　鉄滓（精錬鍛冶滓)、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版３-25に示す。総重量は10.4ｇ、長さ32㎜×幅20㎜×厚さ16㎜。全面が黒褐色の鉄滓で凹部には橙色の水酸化鉄が付着している試料。細かな気泡が多く、割欠面は3つ。試料数が少なく、付着土砂を除いて全量使用した。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９-25に示す。写真の前面に白色繭玉状のウスタイトと黒色のガラス質が観察される。

Ｘ線回折：X線回折鉱物を表４に示す。ウスタイト、マグネタイト、ゲーサイトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄58.4% に対して、ウスタイトは59.1%、ヘマタイトは17.5%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、23：77で、シリカ11%で、平衡状態図のウスタイトの領域に近く、金属鉄が生成する反応段階と推察される。しかし、化合水を1.9%含むことから金属鉄が銹化し、オキシ水酸化鉄（ゲーサイト）を生成していると推察される。したがって、鉄滓の酸化・還元状態の予測は困難である。

滓化（ガラス化）成分の指標となる造滓成分は20%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.2%と低く、バナジウム0.005%と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.003%と少ない。二酸化チタン0.3%（精錬鍛冶滓）以下では、製鉄の始発原料の推定は困難である。

本資料の製造工程の位置づけとして、図１～図３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系鍛冶滓グループの領域にある。図２では、砂鉄系鍛冶滓と鉱石系製錬滓グループ（砂鉄系か判断できない）に属している。すなわち、本資料は、砂鉄を始発原料とした鉄滓かどうか判断が困難であるが、鉄滓の顕微鏡組織から製鉄工程の精錬鍛冶滓に近いと推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①精錬鍛冶滓と推定され、②鉄源にはついて砂鉄を使用したか判断は困難である。

資料No.26　鉄滓（精錬鍛冶滓)、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版３-26に示す。総重量は4.2ｇ、長さ22㎜×幅14㎜×厚さ12㎜の小片試料。表面は黒く多孔で、滑らかな面を持つ。割欠面は3つ。脆い試料。凹部には橙色の水酸化鉄があり、手で触れると黒くなる。炭化物があるためか。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版９-26に示す。写真の前面に白色繭玉状のウスタイトとやや亀裂が多い短冊状のファイアヤライトが観察される。シリカ成分がやや高い精錬鍛冶滓に見られる組織

と推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ファイヤライト、ウスタイト、ハーシナイト、マグネタイト、シリカが同定された。なお、ハーシナイトは微量強度であるが、鉄・シリカ・アルミナ系溶融物（融点1200℃、Iron Cordierite: $2FeO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$）を生成し、凝固過程で、ウスタイトリッチのハーシナイトが析出し、X線回折されたものと推察される。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄52%に対して、ウスタイトは53%、ヘマタイトは16%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、23：77で、シリカ18%で、平衡状態図のウスタイトとマグネタイトの境界領域に近いと推察される。なお、化合水を1.2%含むことから金属鉄は銹化し、オキシ水酸化鉄を生成していると推察される。したがって、鉄滓の酸化・還元状態の予測は困難である。

滓化成分の指標となる造滓成分は27%で、砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン1.2%で、バナジウム0.057%、銅0.001%と少ない。本資料の製造工程の位置づけとして、図1～3に、砂鉄系製錬滓と鍛冶滓（精錬鍛冶滓と鍛錬鍛冶滓）の分類を示す。本資料は、図1では砂鉄系鍛冶滓グループに、図2では砂鉄系鍛冶滓に近いグループに、図3では砂鉄系鍛冶滓グループに属している。図上では、鍛錬鍛冶滓の領域に近いが、脈石成分量（シリカ・アルミナ成分）が高いので、製鉄工程の分類では精錬鍛冶滓に近いものと推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①精錬鍛冶滓で、②鉄源には中程度の二酸化チタン含有の砂鉄を使用した可能性がある、と推定される。

資料No.27　鉄滓（精錬鍛冶滓）、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版3-27に示す。総重量は11.4ｇ、長さ32㎜×幅20㎜×厚さ19㎜。試料№1，2と同様の性状を持つと思われる小片試料。割欠面は1つで気泡が多く凹凸がある。凹部には橙色の水酸化鉄が付着し、貫通孔がある。全面に触ると黒くつく。小片のため全量試料とする。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版10-27に示す。写真の前面に白色繭玉状のウスタイトおよび写真の背面にやや太目の短冊状のファイヤライトが観察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイト、ファイヤライトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄66%に対して、ウスタイトは73%、ヘマタイトは13%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、15：85で、シリカ8%で、平衡状態図のウスタイトの領域に近いと推察される。金属鉄が生成する反応段階と推察される。

滓化成分の指標となる造滓成分は11%で、砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン0.7%で、バナジウム0.05%、銅0.001%と少ない。本資料の製造工程の位置づけとして、図1～3に、砂鉄系製錬滓と鍛冶滓の分類を示す。本資料は、図1～3において、砂鉄系鍛冶滓に近いグループに属している。

以上の結果を総合すると、本資料は、①精錬鍛冶滓で、②鉄源には低二酸化チタン含有の砂鉄を使用した可能性が高い、と推定される。

資料No.28　鉄製品（鉄銹化物）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：図版3-28に示す。総重量は31.7ｇ、長さ73㎜×幅33㎜×厚さ23㎜。完全に銹化して3片に割れた破片状資料。幅広端部には水酸化鉄と土の大きな瘤が両面に生成されている。

X線透過：X線透過写真を図版6-28に示す。写真から割れや亀裂が観察され、ポジフィルムにおいても均質なさび相のみが観察された。金属遺物は残存していないようである。製品も特定できない。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版10-28に示す。写真の全体は不定形組織で、金属鉄または鉄滓

の組織は観察されなかった。すなわち、顕微鏡組織は鉄銹化物（オキシ水酸化鉄）と推察される。着磁力が稍強を示したことは、鉄銹化物は、ゲーサイト（非磁性）とマグネタイト（強磁性）が共存することを示す。土中の酸素分圧や水蒸気分圧により鉄酸化物が、酸化・還元を繰り返し、経年変化をしている。（参考：さびの経年過程を参照）

以上の結果を総合すると、本資料は、①鉄銹化物（オキシ水酸化鉄）と推定され、②製品は特定できない。

資料No.29　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版３-29に示す。総重量は23.0ｇ、長さ45㎜×幅35㎜×厚さ15㎜。全体が赤茶色になった羽口片で内径・外径とも不明。内面部にスサ痕があり、外面に酸化鉄片が見える。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,120℃（ｆｘ＝1.79）と得られた。これらを表３と図４に示す。耐火度の測定結果は1,270℃と得られた。既往の値と比較して、本資料の耐火度は羽口としてはやや低い温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（79.9%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.6%Fe_2O_3）とアルカリ成分（K_2O+Na_2O＝5.3%）をやや多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の粘土材よりもやや劣質胎土であり、どうにか使用には耐えた羽口胎土、と推定される。

資料No.30　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版３-30に示す。総重量は133.6ｇ、長さ45㎜×幅30㎜×厚さ14㎜。推定内径25㎜・外径110㎜の肉厚羽口片先端部で着磁力稍弱である。全体に灰色の細かな土が付着している。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,300℃（ｆｘ＝3.30）と得られた。これらを表３と図４に示す。既往の値と比較して、耐火度は通常の温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（86.7%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（3.5%）とアルカリ成分（4.2%）をやや多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.34, 37に類似のアルカリ組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の粘土材よりもやや劣質胎土であるが、使用には耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.31　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-31に示す。総重量は93.3ｇ、長さ70㎜×幅50㎜×厚さ45㎜。接合面を持つ二つに割れた羽口先端片。発泡付着滓の着磁力はやや弱。付着滓は灰茶色で、鍛冶の灰汁が溶融し固化した様相を呈する。試料採取はスサ痕のある肌色粘土部から試料採取した。内径・外径ともに不明。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,200℃（ｆｘ＝2.43）と得られた。これらを表３と図４に示す。既往の値と比較して、耐火度は低い温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（86.0%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（4.8%）とアルカリ成分（4.8%）をやや多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.32に類似の組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の粘土材よりもやや劣質胎土であるが、使用には耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.32　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-32に示す。総重量は47.4ｇ、長さ50㎜×幅35㎜×厚さ30㎜。やや角状の羽口先端小片で、灰色の土か灰が破面に詰まっている。付着滓部の着磁力はやや強。僅かな肌色部の胎土を使って分析する。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,190℃（ｆｘ＝2.37)と得られた。これらを表３と図４に示す。既往の値と比較して、耐火度は低い温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（81.6%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.3%）とアルカリ成分（3.5%）をやや多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.31に類似の組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の粘土材よりもやや劣質胎土であるが、使用には耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.33　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-33に示す。総重量は79.8ｇ、長さ58㎜×幅45㎜×厚さ38㎜。推定外径120㎜の羽口先端片。ほぼ全体が熱を受け発泡しており、試料採取が困難であった。非常に脆く内部にスサ痕も認められる。被熱部を避けて試料採取した。同伴遺物（消し炭状の木炭小片）が含まれる。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,030℃（ｆｘ＝1.02)と得られた。これらを表３と図４に示す。既往の値と比較して、耐火度は低く、本調査の資料中で最低の耐火度であり、アルカリ含有量の相関関係が高い結果を示している。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（71.2%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.4%）とアルカリ成分（7.2%）を多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の粘土材よりも劣質胎土で、羽口胎土として十分には耐えることができなかった、と推定される。

資料No.３４　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-34に示す。総重量は160.9ｇ、長さ65㎜×幅65㎜×厚さ45㎜。全体は灰色かかった肌色の羽口片で推定内径25㎜・外径120㎜で内面部にスサ痕がある。70㎜程度の外径部が残っている。肉厚45㎜程度。先端付着部は乳白色で着磁力はやや弱。試料採取は十分出来た。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,380℃（ｆｘ＝3.93)と得られた。これらを表３と図４に示す。羽口の耐火度の測定結果は1,430℃と得られた。既往の値と比較して、耐火度は高い温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（85.2%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（2.2%）とアルカリ成分（4.7%）をやや多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.30, 37に類似のアルカリ組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、製鉄用羽口の通常の粘土材で、アルカリ成分や酸化鉄をやや多く含むが、使用には十分耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.35　羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-35に示す。総重量は240.6ｇ、長さ85㎜×幅80㎜×厚さ52㎜。内径25㎜・外径85㎜の角柱形羽口先端部で３片が接合されており、内径・外径形状がきれいに残っている。黒色発泡付着滓の着磁力は強である。きめの細かい胎土で作られている。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,330℃（ｆｘ＝3.50)と得られた。これらを表３と図４に示す。羽口の耐火度の測定結果は1,525℃と得られた。既往の値と比較して、耐火度は高い温度である。測定値と計算値との差が195℃あり、その原因は不明である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（85.1%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.3%）とアルカリ成分（2.6%）を含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.36に類似の組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の通常の粘土材で、アルカリ成分や酸化鉄をやや含むが、使用には十分耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.36　羽口片、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-36に示す。総重量は113.0ｇ、長さ60㎜×幅60㎜×厚さ35㎜。斜めに溶融した黒色の羽口先端部の着磁力はやや強。推定内径は25㎜、外形は資料No.8と同様角柱状である。外面は灰色、内部は鮮やかな肌色で被熱しているが、肌色粘土部から試料採取する。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,350℃（ｆｘ＝3.74)と得られた。これらを表３と図４に示す。羽口の耐火度の測定結果は1,450℃と得られた。既往の値と比較して、耐火度は高い温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（81.8%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（5.9%）とアルカリ成分（2.5%）を含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.35に類似の組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の通常の粘土材で、アルカリ成分や酸化鉄をやや含むが、使用には十分耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.37　羽口、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-37に示す。総重量は55.7ｇ、長さ50㎜×幅40㎜×厚さ30㎜。やや角状羽口先端小片で、表面は灰色で内面は赤銅色に被熱している。滓部の着磁力は弱。赤銅部の部分を使って調査する。

耐火度：粘土遺物の耐火度ｙを化学成分因子ｆｘから推定した耐火度は1,270℃（ｆｘ＝3.03)と得られた。これらを表３と図４に示す。羽口の耐火度の測定結果は1,420℃と得られた。既往の値と比較して、耐火度は通常の温度である。

化学成分：胎土の成分を表３に示す。シリカ、アルミナを主成分（86.0%）とするムライト系耐火材で、酸化鉄（4.6%）とアルカリ成分（4.3%）をやや多く含んでいる。原料には、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。資料No.30, 34に類似のアルカリ組成である。

以上の結果を総合すると、本資料は、通常製鉄用羽口の通常の粘土材であるが、アルカリ成分や酸化鉄を多く含みやや劣質胎土であるが、使用には十分耐えた羽口胎土と推定される。

資料No.38　鍛造剥片・粒状滓、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-38に示す。磁選により収集された試料のなかに、鍛造剥片・粒状滓が認められ、鍛冶工程の証拠として鍛造剥片・粒状滓から各1点の組織写真を撮影する。同時収集された試料には鉄滓上皮や砂鉄、木炭片粒状滓片、粉化鍛造剥片が多い。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版10-38に示す。ミクロ組織写真も資料No.38-１は鍛造剥片で、写真には白色のウスタイトが観察される。一部の孔は、残存した金属鉄が溶解し流出したものと、推察される。すなわち、鍛造加工工程で鉄表面に生成した高温酸化鉄皮膜（スケール）と推察される。

ミクロ組織写真の資料No.38-２は粒状滓で、400倍の写真には繭玉状のウスタイトが観察される。その隙間および中心部分は、ガラス質滓がある。写真全体に白く霞がかかったように見える。これは金属鉄が銹化し、ゲーサイトとして共存していると、推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、鍛造剥片（酸化鉄スケール、ウスタイト）と粒状滓（鉄滓中ウスタイト）と、推定される。

資料No.39　鍛造剥片・粒状滓、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：図版４-39に示す。磁選により収集された試料のなかに、鍛造剥片・粒状滓が認められ、鍛冶工程の証拠として鍛造剥片・粒状滓各1点の組織写真を撮影する。樹脂埋込試料は同時に作成した。同時収集された試料には鉄滓上皮や砂鉄、木炭片粒状滓片、粉化鍛造剥片が多い。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版10-39に示す。ミクロ組織写真の資料No.39-１は鍛造剥片で、写真には白色のウスタイトが観察される。一部の孔は、残存した金属鉄が溶解し流出したものと、推察される。ミクロ組織写真の資料No.39-２は粒状滓で、写真には金属鉄が銹化したオキシ水酸化鉄（ゲーサイト）が観察される。その隙間はガラス質滓で、中心部は空洞である。

以上の結果を総合すると、本資料は、鍛造剥片（酸化鉄スケール、ウスタイト）と粒状滓（オキシ水酸化鉄）と、推定される。

資料No.40　ヤス・籍（亜共析鋼）、着磁力：強、ＭＣ：有

外観：図版４-40に示す。総重量は69.2ｇ、長さ170㎜×幅85㎜×厚さ8㎜。接合面をもち、折損し３つに分かれた資料。折れた先端片は中央の穂についていたものか。両脇の穂の短くなっている方についていた可能性もある。３本の穂先と柄部の部分（つなぎ方）に興味を覚える。全体は層状に銹化し、ヤスの先は元形をとどめていない。鍛造されていると思われる。割れが入り曲がってしまっている。X線透過写真から鉄は多く残っている。基部は中空で柄を差し込んで使用したものか。植物繊維が認められる。折れた先端の中央部から試料を採取した。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真を図版７-40に示す。手に握ったまま魚類を突き刺して捕獲する漁具とみられるが、本資料は、刺突部が３本からなる。三叉部分の鍛接部は、丸から楕円の扁平状に変形している。両端は1体に連結したもので、中の棒状を十字に両端と中央部で組み合わせ、柄分と穂先を鍛接しているように推察される。すなわち、柄部は三叉部から突起を出して、延長すべく管状を鍛接成形している。中の穂先は棒状である。柄部付け根の腐食物をEDX分析した結果、鉄とケイ素が主成分で、塩酸に完全に溶解し、残留物はなかったので、木質ではないと推察される。したがって、この柄部は管状鉄製で、腐食が進んで、平均的に肉厚１㎜の銹化鉄が覆っている状態である。

顕微鏡組織：マクロ組織写真を図版10-40に示す。黒色の銹化鉄と白色の金属鉄が観察される。マクロ組織写真（No.40-１）には、金属鉄は黒色のパーライトと白色のフェライトが観察される。ミクロ組織写真（No.40-２）は、マクロ組織写真（No.40-１）の黒い領域を示し、パーライト地（Pearliteは、α-FeとセメンタイトCementite：Fe_3Cの層状組織）に網目状の初析フェライト（Ferrite：

α-Fe）が析出している亜共析鋼（低炭素鋼<0.8％C）である。ミクロ組織写真No.40-3は、マクロ組織写真の白い領域を示し、白色部はフェライト組織の極低炭素鋼（軟鉄～0.1％C）である。2種鉄材を鍛造加工して、不均質組織である。この組織は、ビッカース硬度HV150（最大引張り強度σB＝50kg/mm²）程度、穂先直径を4mmとすれば、最大荷重は1800kgとなる。したがって、強度は十分確保されていたが、局部的に弱い箇所があったと推察される。ミクロ組織写真No.40-4は、マクロ組織写真の黒色縞模様の鉄銹化物（オキシ水酸化鉄）で、安定なゲーサイト（α-FeOOH）になっていると推察される。

ＳＥＭ 観察：ミクロ組織観察において微量の介在物が観察されたので、SEM観察を行った。SEM-EDXによる定性分析結果を図版13-1に示す。介在物はパーライト組織中に観察され、成分は、シリカ、アルミナと酸化鉄を主成分にしている。木炭灰または耐火材が、加熱・鍛造工程で溶融して、鉄の内部に取り込まれた、と推察される。製鉄始発原料については判断できない。

以上の結果を総合すると、本資料は、①漁具のヤス（箝）と推定され、②鉄材料は、極低炭素鋼（フェライト：軟鉄）と低炭素鋼（パーライト：亜共析鋼）からなる2種鉄材を鍛造加工し、漁具として強度を確保し、使用していたと推察される。

資料No.41　鉄滓（精錬鍛冶滓）、着磁力：弱、ＭＣ：無

外観：図版5-41に示す。大きいもので幅40mm程度の資料で38点ある。どれも全体が水酸化鉄と土で覆われている。その中でも比較的正常な長さ40mm×幅36mm×厚さ18mm，重量24.0g を分析対象試料とする。橙色の水酸化鉄と土に覆われた黒灰色発泡資料で、肉厚は薄く偏平である。橙色の水酸化鉄を除去して試料とする。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版11-41に示す。写真の前面に白色繭玉状のウスタイトが分散あるいは連結した組織と溶融・凝固したガラス質滓が観察される。鍛冶滓に見られる組織と推察される。

Ｘ線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイトとファイヤライトが同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄(T. Fe)61.2％に対して、ウスタイトは65.1％、ヘマタイトは14.9％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、19：81で、シリカ11％で、平衡状態図のウスタイトの領域に近く、金属鉄が生成する反応段階と推察される。しかし、化合水を0.9％含むことから金属鉄が銹化し、オキシ水酸化鉄（ゲーサイト）を生成していると推察される。

滓化（ガラス化）成分の指標となる造滓成分は18％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタンは0.1％と低く、バナジウム0.001％と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.002％と少ない。滓中の二酸化チタンが0.3％以下では、製鉄の始発原料が砂鉄か鉄鉱石か判断は困難である。

本資料は、図1～3で、砂鉄系鍛冶滓グループの領域にある。また、本資料は、鉄滓にファイヤライトを含むことから製鉄工程の精錬鍛冶滓に近いと推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①精錬鍛冶滓と推定され、②鉄源にはついて砂鉄を使用したか判断は困難である。

資料No.42　鉄滓（炉壁付着滓、精錬鍛冶滓、鉄銹化物）、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：図版5-42に示す。長さ32mm×幅20mm×厚さ19mm。大きいもので幅30mm程度の鉄滓小片が多数ある資料の中には、石や砂も含む。さらに磁選による砂鉄類やガラス質滓，鍛造剥片，中空の粒状滓も多数認められる混在採集された資料である。分析対象は3点で長さ29mm×幅28mm×厚さ18mm，重量11.0g、長さ25mm×幅18mm×厚さ17mm，重量5.9g、長さ21mm×幅19mm×厚さ19mm，重量4.1gを試料

とする。黒灰色発泡粗鬆な滓で、橙色の水酸化鉄と土が付着している。白色の胎土も付着している。

顕微鏡組織：組織写真を図版11-42に示す。マクロ組織写真のNo.42-1は、ガラス質滓を示す。ミクロ組織写真のNo.42-2は、白色繭玉状のウスタイトおよび写真の背面にはやや赤色を呈するガラス質滓が観察される。ミクロ組織写真は、銹化鉄が観察される。鉄滓と鉄が混在していたと推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。ウスタイト、マグネタイト、ヘマタイト、シリカ(Quartz:SiO_2)、アノーサイトが同定された。シリカ、アノーサイトは耐火材（炉壁）の胎土成分で、鉄滓と壁材が反応して生成した付着滓と推察される。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄21%に対して、ウスタイトは15%、ヘマタイトは12%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、44：56で、シリカ51%で、平衡状態図のクリストバライトの領域に近い胎土成分と推察される。

滓化成分の指標となる造滓成分は69%で、砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン0.6%で、バナジウム0.006%、銅0.001%と少ない。本資料の製造工程の位置づけとして、図1～2に、分類を示す。本資料は、図1～2において、炉壁付着滓のグループに属している。

以上の結果を総合すると、本資料は、①炉壁付着滓、と推定され、②鉄源にはついて砂鉄を使用したか判断は困難である。

資料No.43　板状鉄製品（鋳鉄銹化物）、着磁力：強、MC：有

外観：図版5-43に示す。総重量は40.2g、長さ83㎜×幅53㎜×厚さ9㎜。肉厚が厚く偏平な板状資料である。鋳鉄片であろう。厚さ2㎜程度の茶色の水酸化鉄と土が全体に付着しているため、実際の厚みは5～6㎜程度であろう。土の剥がれているところの方が着磁力は強い。上部が欠けており、このまわりには細かな割れや気泡が見られる。

X線透過：X線透過写真を図版6-43に示す。中が完全に銹化し、中間部がドーナツ状にやや黒色で僅かに金属鉄が残存している様子である。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版11-43に示す。写真全体は不定形組織で、白く霞が覆っているように観察されるので、鉄銹化物（オキシ水酸化鉄で、安定なゲーサイト）が生成していると推察される。また、黒色の縞状組織が観察される。鋳鉄中の炭素組織（レーデブライト）と推察される。着磁力が稍強・MC反応は有では、鉄が一部残存していると推察されるが、顕微鏡組織には観察されなかった。

化学成分：化学成分分析の結果を表3に示す。炭素（C）が7%と異常に高い。これは、顕微鏡組織から観察されたオキシ水酸化鉄（ゲーサイト）を生成しているため、本来の鋳鉄組成（4.3%C）よりも高くなっている。一方、リン（P）とイオウ（S）がそれぞれ0.3%と高い含有量で、燃料にリン・イオウの高い木炭が使用された可能性が高い。

したがって、本資料は、①鉄銹化物（オキシ水酸化鉄）で、②本来は鋳鉄、と推察される。

資料No.44　板状鉄製品（亜共析鋼）、着磁力：強、MC：強

外観：図版5-44に示す。総重量は51.7g、長さ178㎜×幅32㎜×厚さ5㎜。肉厚が極厚く先端は折損している。刃先は層状に欠けている。全体は薄くカサカサした灰色の土に覆われている。柄の部分に朱色が付着している。銹化が著しく、元の形状は不明。肉厚がほぼ一定で茎部は片細り、目釘穴はない。包丁か鋸の感じがある。

X線透過：X線透過写真を図版7-44に示す。庖丁の形状をしている。柄部分に金属鉄が残存しているが、刃先および中間部は銹化が著しい。したがって、試験片を峯部からVカット採取した。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版11-44に示す。No.44-1はマクロ組織のL方向とNo.44-2はC方向を示す。それぞれ写真には筋状の介在物が観察されたので、SEM観察を行った。白色が低炭素領域、黒色が高炭素領域を示す。ミクロ組織写真のNo.44-3（L）は、パーライトを基地に、網目状の初析フェライトが析出している。No.44-4（C）は、全面がパーライト組織で、共析鋼（C＝0.8%）である。No.44-5（C）は、フェライトの粒界にパーライト組織がある亜共析鋼（軟鉄）である。

ＳＥＭ 観察：資料No.44（L方向）のSEM-EDXによる定性分析結果を図版13-2に示す。介在物はフェライト組織中に観察され、チタン、バナジウムと鉄を主成分にしている。すなわち、チタン酸系鉱物（スピネル）組成である。したがって、製鉄原料に、砂鉄を使った可能性がある。同様に、資料No.44（C方向）のSEM-EDXによる定性分析結果をを図版14-1に示す。この介在物には、鉱物相（固相）と液体のままガラス化した相（ガラス相）が観察される。析出鉱物相の定性分析結果からNo.44（L）の結果と同様に、チタン酸系鉱物の組成を示している。一方、ガラス相の組成は、木炭灰または壁材料が製鉄工程で液体となって、鉄中に取り込まれたものと、推察される。

以上の結果を総合すると、本資料は、①包丁と推定され、②鉄材料は、やや低炭素鋼（フェライト組織とパーライト組織：軟鉄）から低炭素鋼（パーライト組織：亜共析鋼）の鉄材を組み合わせて、鍛造加工し、包丁を製作し、使用していたと推察される。

資料No.45　釘状（亜共析鋼）、着磁力：稍強、ＭＣ：有

外観：図版5-45に示す。総重量は4.3ｇ、長さ46㎜×幅10㎜×厚さ8㎜。完全に橙色の土に覆われた角釘状資料。先は銹化し欠けている。横に割れが入り、銹化進行中の様相を呈す。X線透過写真で土瘤の少ないほうに鉄が残っているのがわかる。

Ｘ線透過：X線透過写真を図版7-45に示す。長さ30㎜×厚さ3㎜で、金属鉄が残存している。約8㎜厚さの銹化鉄で覆われている。

顕微鏡組織：組織写真を図版12-45に示す。写真No.45～1のマクロ組織写真では中間部が黒色の高炭素領域で、外側が白色の低炭素領域である。僅かに介在物が観察されたので、SEM観察を行った。ミクロ組織写真No.45-2は、パーライトを基地に、網目状の初析フェライトが析出している亜共析鋼（低炭素鋼）で、写真No.45-3は、フェライトの粒界にパーライト組織がある亜共析鋼（軟鉄）である。鍛造工程で、脱炭された可能性がある。

ＳＥＭ 観察：ミクロ組織観察において微量の介在物がパーライト組織（亜共析鋼）とフェライト（軟鉄）の境界に観察されたので、SEM観察を行った。SEM-EDXによる定性分析結果を図版14-2に示す。介在物の成分は、シリカ、アルミナと酸化鉄を主成分にしている。木炭灰または鉄滓（付着滓）が、加熱・鍛造工程で溶融して、鉄の内部に取り込まれた、と推察される。二酸化チタンがやや高い付着滓の可能性があり、製鉄始発原料については判断できない。

以上の結果を総合すると、本資料は、①釘と推定され、②鉄材料は亜共析鋼（低炭素鋼）で、鍛造工程で一部脱炭された可能性があり、釘に使用されていたと推察される。

資料No.46　鉄滓（鋳鉄銹化物）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：図版5-46に示す。総重量は43.6ｇ、長さ56㎜×幅38㎜×厚さ26㎜。水酸化鉄と土の瘤が付着し、本来は径20㎜程度の円柱状のようである。銹化鉄塊系遺物か。やや幅広の端部は欠けて光沢のある黒色滓が見える。部分的に白色の砂がポツポツと付着している。表面の水酸化鉄は外してサンプリングした。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版12-46に示す。写真No.46-1、写真No.46-2とも、鋳鉄が銹化

したオキシ水酸化鉄（ゲーサイト）が観察され、本来は共晶鉄のレーデブライト組織（C＝4.3%）を示す。金属鉄は完全に銹化し、ゲーサイトとマグネタイトが共存している、と推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表４に示す。ゲーサイト、マグネタイト、ヘマタイト、シリカ、アノーサイトが同定された。シリカ、アノーサイトは炉壁の胎土成分で、鉄滓と壁材が反応して生成した付着滓が混在していると推察される。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄55%に対して、ウスタイトは5%、ヘマタイトは72%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、94：６で、シリカ7%で、平衡状態図のヘマタイトの領域に近いと推察される。しかも、化合水が７%含むことから金属鉄が完全に銹化していると推察され、オキシ水酸化鉄（ゲーサイト）を生成していると推察される。（参考：鉄さびの経年過程を参照）

したがって、鉄滓の酸化・還元状態の予測は困難である。鉄滓としてよりも鉄塊系に近い遺物資料と推察される。滓化成分の指標となる造滓成分は9%で、砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン0.07%で、バナジウム0.004%、銅0.017%と少ない。本資料の製造工程の位置づけとして、図１～３に、砂鉄系製錬滓と鍛冶滓の分類を示す。本資料は、図１～3において、砂鉄系鍛冶滓に近いグループに属しているが、鉄滓として扱えないので、壁材が銑鉄に付着したものであろう。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鉄塊系遺物で、②本来は鋳鉄（共晶鉄）が炉壁に付着・混在し、完全に銹化している、と推定される。

資料No.47　鉄滓（鉄塊系銹化物）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：図版５-47に示す。総重量は34.7ｇ、長さ42㎜×幅33㎜×厚さ8㎜。橙色の水酸化鉄に覆われた資料で、片面は平坦で他面はやや盛り上がっている。資料の1/3のところで割れが一周しており接合されている。欠けている部分からは黒灰色の発泡滓が見える。付着水酸化鉄は除いてから分析する。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版12-47に示す。写真は金属鉄が銹化したオキシ水酸化鉄（ゲーサイト）で、本来は生成鉄したフェライト（α-Fe）組織（軟鉄：C～0.1%）が銹化した組織と推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表４に示す。ウスタイト、ファイヤライト、マグネタイト、シデライト、ゲーサイトが同定された。顕微鏡組織とX線回折の結果から、金属鉄と鉄滓または土が混在して、時間の経過で銹化が進んでいると推察される。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄69%に対して、ウスタイトは68%、ヘマタイトは23%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、26：74で、シリカ5%で、平衡状態図のウスタイトの領域に近いと推察される。滓化成分の指標となる造滓成分は7%で、砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン0.09%で、バナジウム0.005%、銅0.002%と少ない。本資料の製造工程の位置づけとして、図１～３に、砂鉄系製錬滓と鍛冶滓の分類を示す。本資料は、図１～３において、砂鉄系鍛冶滓に近いグループに属している。分析された鉄滓は鍛錬鍛冶滓に近い。

以上の結果を総合すると、本資料は、①鉄塊系遺物で、②本来は生成鉄（軟鉄）が鉄滓と混在していた、と推察される。

資料No.48　鉄滓（砂鉄系精錬鍛冶滓）、着磁力：強、ＭＣ：無

外観：図版５-48に示す。総重量は13.6ｇ、長さ40㎜×幅34㎜×厚さ22㎜。空孔や気泡が多く凹凸があり貫通孔も見られる。カサカサとした手触りで軽く、木炭粉や砂鉄が凝固した状態で脆い資料である。凹部に茶色の土砂を含んでいる。他に幅10～20㎜，全量2.5gの小片が３つある。付着土砂を除去してサンプリングした。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版１2-48に示す。写真の前面に白色繭玉状のウスタイトと写真の背面にやや細い短冊状のファイヤライトが観察される。写真全体が霞状に見えることから、オキシ水酸化鉄（安定なゲーサイト）が共存している、と推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表４に示す。マグネタイト、ファイヤライトおよびゲーサイトが同定された。顕微鏡組織とほぼ一致している。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄48.3% に対して、ウスタイトは10.8%、ヘマタイトは56.9%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、84：16で、シリカ7.8%で、平衡状態図のマグネタイトの領域に近いと推察される。しかし、化合水を4.3%含むことから金属鉄が銹化し、オキシ水酸化鉄を生成していると推察される。したがって、鉄滓遺物の酸化・還元状態の予測は困難である。

滓化（ガラス化）成分の指標となる造滓成分は17.4% である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン3.6%を含み、バナジウム 0.09%と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.005%と少ない。

本資料の製造工程の位置づけとして、図１～3に示した。本資料は、砂鉄系鍛冶滓グループの領域にある。本資料は酸化チタン含有の砂鉄を始発原料とし、精錬鍛冶炉内から取り出された鉄滓と推察される。

以上の結果を総合すると、この資料は、①砂鉄系精錬鍛冶滓で、②鉄源には二酸化チタン含有の砂鉄を使用した可能性がある、と推定される。

資料No.49　鉄滓（炉壁付着滓）、着磁力：弱、ＭＣ：無

外観：図版５-49に示す。総重量は23.2ｇ、長さ35㎜×幅29㎜×厚さ27㎜。全体に黒色で一部茶色の水酸化鉄が付着している。ガラス質の部分は細かく発泡した様相を呈す。羽口付着滓か炉壁の溶けたものであろう。表面の黒色部分を分析対象とした。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版12-49に示す。写真の全面にガラス質の滑らかな状態が観察される。ガラス質は光線を通過する際に赤色を呈することがある。また、多角形が崩れた形状の結晶系は、耐火物（胎土成分）が冷却過程で結晶化・析出した鉱物と推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表４に示す。シリカ、ムライトおよび鉄が同定された。すなわち、耐火物鉱物が同定された。

化学成分：鉄滓の化学成分を表２に示す。全鉄7%に対して、ウスタイトは2.5%、ヘマタイトは7%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、73：27で、シリカ63%で、平衡状態図のクリストバライト領域に近いと推察される。滓化成分の指標となる造滓成分は89%で、砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン0.8%で、バナジウム0.013%、銅0.001%と少ない。本資料の製造工程の位置づけとして、図１と図２に、砂鉄系製錬滓と鍛冶滓の分類を示す。本資料は、図１では炉壁付着滓グループに、図２でも炉壁付着滓グループに属している。

以上の結果を総合すると、この資料は、①炉壁付着滓で、②製鉄工程で炉壁と反応し生成した可能性がある、と推定される。

資料No.50　鉄滓（砂鉄系精錬鍛冶滓）、着磁力：稍強、ＭＣ：有

外観：図版５-50に示す。総重量は14.3ｇ、長さ43㎜×幅32㎜×厚さ20㎜。表面は黒灰色で触るとぼそぼそと砕け手に黒くつく。軽く脆い資料である。片面は木炭片が多く付着し、凹部に黒色滓が見える。中央部分に弱いMC反応はあるが、金属かどうか不明。着磁力も周りに比べ強い。

顕微鏡組織：ミクロ組織写真を図版12-50に示す。写真の前面に白色繭玉状のウスタイトと写真の

背面にやや太い短冊状のファイヤライトが観察される。写真全体が霞状に見えることから、オキシ水酸化鉄が共存している、と推察される。

X線回折：X線回折鉱物を表4に示す。マグネタイト、ファイヤライトおよびゲーサイトが同定された。顕微鏡組織とほぼ一致している。

化学成分：鉄滓の化学成分を表2に示す。全鉄43.9%に対して、ウスタイトは25.2%、ヘマタイトは34.6%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、58：42で、シリカ18%で、平衡状態図のマグネタイトの領域に近いと推察される。しかし、化合水を4.2%含むことから金属鉄が銹化し、オキシ水酸化鉄を生成していると推察される。したがって、鉄滓遺物の酸化・還元状態の予測は困難である。

滓化成分の指標となる造滓成分は29%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられる二酸化チタン0.8%を含み、バナジウム0.01%と低い。鉱石に含有する成分の一つである銅は0.008%と少ない。

本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの化学成分分析の結果を整理し、図1～3に示す。本資料は、図1では、砂鉄系鍛冶滓グループの境界領域にある。図2では、砂鉄系鍛冶滓と鉱石系製錬滓グループに属している。すなわち、二酸化チタンを含有する砂鉄系と推察される。本資料は酸化チタン含有の砂鉄を始発原料とし、精錬鍛冶炉内から取り出された鉄滓と推察される。

以上の結果を総合すると、この資料は、①砂鉄系精錬鍛冶滓で、②鉄源には二酸化チタンを含有する砂鉄を使用した可能性がある、と推定される。

4．まとめ

4.1　資料No.1～No.7は、中名Ⅴ・Ⅵ遺跡D3地区出土遺物で、次のようにまとめられる。

（1）資料No.1，No.5，No.7は、鍛錬鍛冶滓と推定される。鉄滓中の二酸化チタン含有量が0.3%以下では始発原料の判断が困難であるが、成分関係図から、砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推定される。

（2）資料No.2，No.3，No.4，No.6は、炉壁材と鉄滓が融着した炉壁付着滓と推定される。

4.2　資料No.8～No.17は、中名Ⅵ遺跡出土遺物（鉄滓と鉄製品）で、次のようにまとめられる。

（1）資料No.8～No.16は、鉄滓遺物で、資料No.8～No.13とNo.15～No.16は、鍛錬鍛冶滓と推定され、始発原料は砂鉄の可能性がある。資料No.14は、化学成分と顕微鏡組織から砂鉄と鉄滓が融着した状態で、還元反応が僅かに進んでいる砂鉄系製錬滓（付着滓）と推察される。しかし、砂鉄製鉄が実際に行われたかどうか1資料では判断できない。

（2）資料No.10は棒状鉄製品で、炭素濃度が低いフェライト－パーライト系（軟鉄）の鉄製品と推定される。

4.3　資料No.18～No.24は、中名Ⅵ遺跡出土遺物（羽口片）で、次のようにまとめられる。

（1）胎土の耐火度試験法（JIS R 2204）による測定と胎土の化学成分による推算を行った。資料No.18～No.23のゼーゲルコーン溶倒温度（耐火度）は、1,480℃～1,420℃とほぼ同じ範囲にある。製鉄用羽口の通常の粘土材であって、アルカリ成分や酸化鉄をやや多く含むが、使用には十分耐えた羽口胎土と推定される。アルカリ成分の評価が不十分で、実測値より110℃～160℃低い値が算出された。

（2）資料No.24は、1,255℃と他資料に比較して、低い値であった。シリカ、アルミナを主成分（80%程度）とするムライト系耐火材で、アルカリ成分（K_2O+Na_2O）が5%以上では耐火度は顕著に低下するので、本資料は使用にはどうにか耐える耐火度の羽口胎土と推定される。

4.4　資料No.25～No.39は、中名Ⅴ遺跡D3・D4地区出土遺物で、次のようにまとめられる。

（1）資料No.25～No.27は鉄滓資料で、3資料とも精錬鍛冶滓と推定され、顕微鏡組織では、精錬鍛冶滓を代表するウスタイトとファイヤライトが観察されている。

（2）資料No.28は鉄製品銹化遺物である。残留磁気、X線透過および顕微鏡組織観察から、残存金属は発見できなかったので、鉄銹化物（ゲーサイトとマグネタイトが共存）と推定される。

（3）資料No.29～No.37は羽口資料で、胎土の化学成分分析と耐火度試験を実施した。全資料とも、シリカ（Silica:SiO_2）とアルミナ（Alumina:Al_2O_3）を主成分（約80%）とするムライト（Mullite:$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$）系耐火物で、酸化鉄（約５％ Fe_2O_3）とアルカリ（K_2O+Na_2O＝約４％）を含んでいる。原料は、通常の木節系粘土に、シリカとアルカリ成分が高い長石系または陶石系の胎土原料を配合し焼成したもの、と推察される。

（4）耐火度は、測定値と計算値では、50～195℃の差異が見られたが、化学成分因子ｆｘと耐火度とに相関関係があると見られる。本資料は、アルカリ成分量との相関関係が高く、アルカリ成分がやや低い資料（No.30～No.32、No.34～No.36）の耐火度はやや高く、アルカリが高い資料（No.29, No.33）の耐火度は低い温度であった。

（5）資料No.38, No.15は鍛造剥片・粒状滓で、鍛造剥片の顕微鏡組織ではウスタイトが観察された。鍛造加工工程で鉄表面に生成した酸化鉄皮膜（スケール）と推察される。
資料No.38の粒状滓は鉄滓中のウスタイトとガラス質滓から構成されている。資料No.39の粒状滓は金属鉄が銹化したオキシ水酸化鉄と推察される。

4.5　資料No.25～No.39は、中名Ｖ遺跡Ｅ地区外出土遺物で、次のようにまとめられる。

（1）資料No.40はヤス（箆）で、刺突部が3本からなる。鉄材料は、極低炭素鋼（フェライト組織：軟鉄）と低炭素鋼（パーライト組織：亜共析鋼）からなる2種の鉄材を鍛造加工し、漁具として強度を確保し、使用していたと推察される。

（2）資料No.41は精錬鍛冶滓で、資料No.42は混在遺物（炉壁付着滓、鍛冶滓、鉄銹化物）、と推定される。

（3）資料No.43は、鉄銹化物（オキシ水酸化鉄）と推定され、本来は鋳鉄と推察される。

（4）資料No.44は、包丁と推定され、鉄材料は低炭素鋼で、軟鉄から亜共析鋼を組み合わせて鍛造加工し、包丁等に使用していたと推察される。

（5）資料No.45は、釘と推定され、鉄材料は亜共析鋼（低炭素鋼）で、鍛造工程で一部脱炭された可能性がある。

（6）資料No.46は、鉄塊系遺物で、本来は鋳鉄（共晶鉄）が炉壁に付着・混在し、完全に銹化している、と推定される。

（7）資料No.47は、鉄塊系遺物で、本来は生成鉄（軟鉄）と鉄滓が混在していた、と推察される。

4.6　資料No.48～No.50は、砂子田Ｉ遺跡出土遺物で次のようにまとめられる。

（1）資料No.48は、砂鉄系精錬鍛冶滓、No.50は、砂鉄系精錬鍛冶滓（含銹化鉄）と推定される。

（2）資料No.49は、炉壁材と鉄滓が溶融滓化した炉壁付着滓と推定される。

5．参考文献

1）小川太一：分析側から見た鉄関連遺物発掘調査への期待「-鉄滓分析を例として-」
［日本鉄鋼協会　鉄の歴史フォーラム　鉄関連遺物分析評価研究会］（2002年2月）

2）窪田蔵郎著：『鉄の考古学』［雄山閣出版］（1986）

3）たたら研究会編：『日本製鉄史論集たたら研究会創立25周年記念論集』[たたら研究会]（1994）
4）佐藤知雄：炭素鋼の顕微鏡組織写真と解説［丸善］（1963）
5）西沢泰二、佐久間健人：金属組織写真集 鉄鋼材料編［日本金属学会］（1979）

6．参考

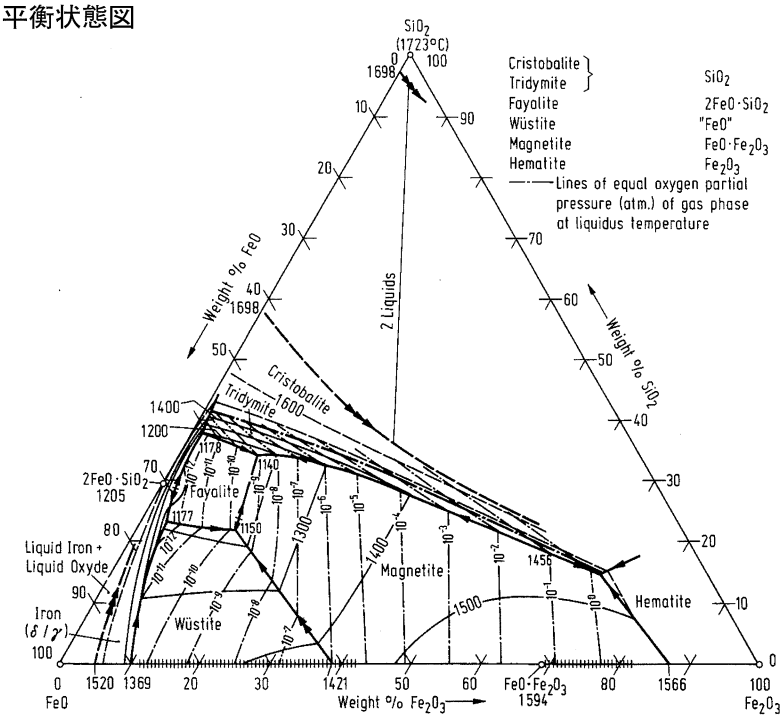
（1）鉄滓の顕微鏡組織について

鉄滓を構成する化合物結晶には、一般的に表のような鉱物組織がある。酸化鉄（Fe_2O_3、Fe_3O_4、FeO）、二酸化ケイ素（シリカ: SiO_2）、アルミナ（Al_2O_3）および酸化チタン（TiO_2）を組み合せた化合物（固溶体）が多く、これらは鉱物結晶は含有量にも依存するが、X線回折により検出され確認できる。鉄滓中の低融点化合物がガラス相（非晶質）を形成することがあり、X線回折では検出されない。

表A１　　鉄滓の顕微鏡鉱物組織とその観察状況

鉱物組織名（和）	鉱物名（英）	化学式	偏光顕微鏡観察状況
ヘマタイト	Hematite	α-Fe_2O_3	赤褐色～赤紫色
マーゲマイト	Maghemite	γ-Fe_2O_3	赤紫色～黒紫色
マグネタイト	Magnetite	Fe_3O_4	白青色、四角または多角盤状
ウスタイト	Wustite	FeO	灰白色、繭玉状または樹枝状
ファイヤライト	Fayalite	$2FeO \cdot SiO_2$	薄い青灰色、短冊状の長い結晶
ウルボスピネル	Ulvospinel	$2FeO \cdot TiO_2$	白色、四角～角形板状結晶
イルメナイト	Ilmenite	$FeO \cdot TiO_2$	白色、針状・棒状の長い結晶
シュードブルッカイト	Pseudobrookite	$FeO \cdot 2TiO_2$	白色、針状の結晶
ハーシナイト	Hercynite	$FeO \cdot Al_2O_3$	ウスタイト中に析出、ごま粒状
ゲーサイト	Goethite	α-FeOOH	白～黄色、リング状が多い
金属鉄	Metallic iron	α-Fe	白色で光沢がある

（2）鉄滓の平衡状態図



FeO-Fe_2O_3-SiO_2系状態図（by Osborn and Muan）:Slag Atlas
[ドイツ鉄鋼協会](1981)　[Verlag Stahleisen] Düsseldorf, Fig. 106, p,76

（3）鉄さびの経年過程

（鉄さび層内の電気化学的酸化還元サイクル）

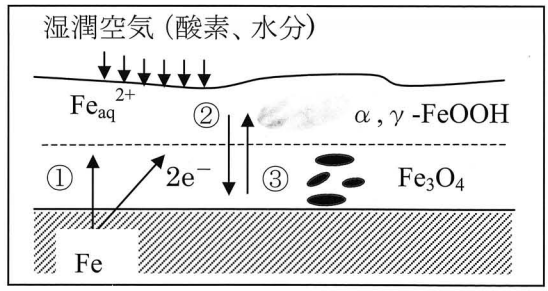
γ-FeOOH還元反応　（$2FeOOH = Fe_2O_3 \cdot H_2O$）

①$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

②$Fe^{2+} + 8\gamma\text{-}FeOOH + 2e^- \rightarrow 3Fe_3O_4 + 4H_2O$

Fe_3O_4再酸化反応

③$3Fe_3O_4 + 3/4O_2 + 9/2\ H_2O \rightarrow 9(\alpha, \gamma)FeOOH$



水と接触した金属鉄は水酸化鉄（$Fe(OH)_2$）またはよりアルカリ性水溶液ではオキシ水酸化鉄FeOOH（化学式$Fe_2O_3 \cdot H_2O$）（α-FeOOH、β-FeOOH、γ-FeOOH）として（③式）、沈殿する可能性がある。鉄水酸化物の水への溶解度、空気中酸素との反応によって、それらの安定性が異なる。安定なゲーサイト（Goethite: α-FeOOH）が遺物中に残存し、観察されることが多く、化合水を数%含む。オキシ水酸化鉄（γ-FeOOH：レピドクロサイト: lepidocrocite）が還元される（①②式）とマグネタイト（magnetite :Fe_3O_4）になる。X線回折では、ゲーサイトとマグネタイトが共存して検出（回折）される。また、ゲーサイト（α-FeOOH）は約200℃で脱水して、ヘマタイト（hematite:赤鉄鉱α-Fe_2O_3）になる。上の図・式に、鉄さびの経年過程を示す。

（4）Fe-C系状態図

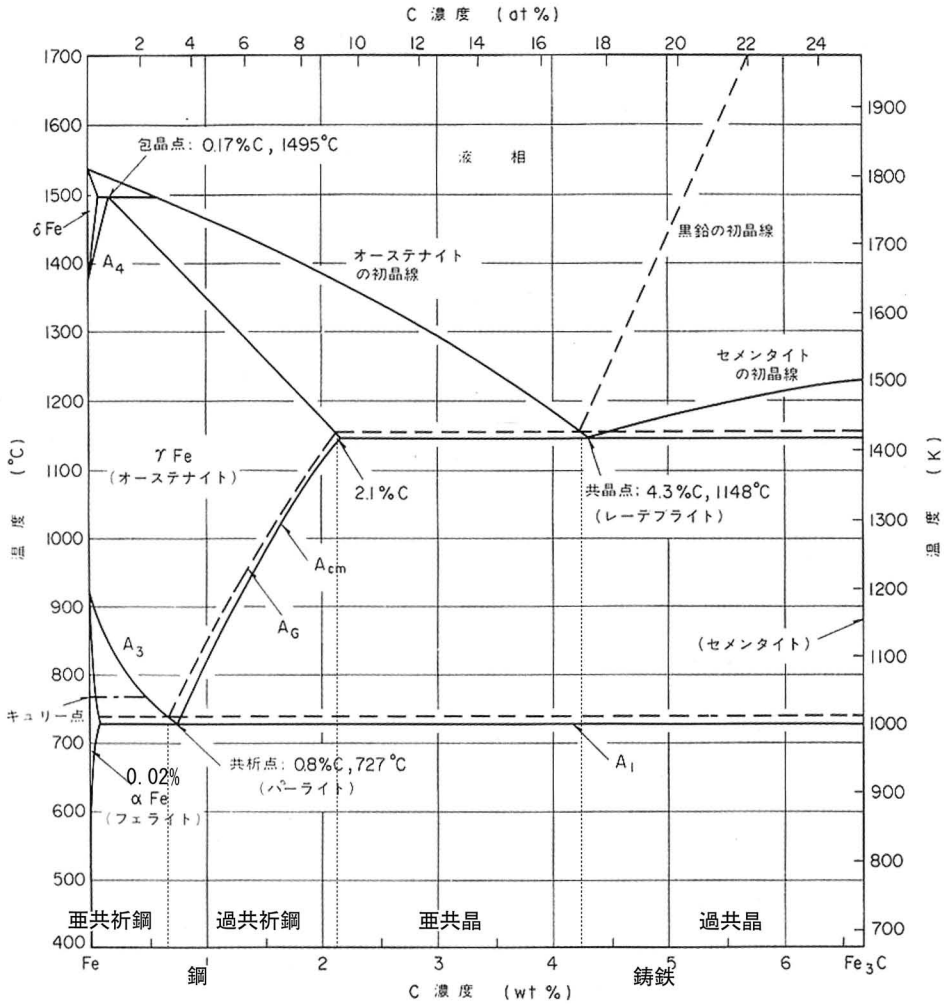


表1－1　調査資料と調査項目（中名Ⅴ・Ⅵ遺跡・砂子田Ⅰ遺跡関連）

資料No.	遺跡名	区域	出土層位記号	資料種別	重量g	着磁力	MC反応	外観写真	化学成分	組織写真	X線回折	X線透過	SEM	耐火度
1	中名Ⅴ	D3	SK31	鉄滓	27.5	稍弱	無	○	○	○	○			
2	中名Ⅴ	D3	SK31	鉄滓	14.7	無	無	○	○		○			
3	中名Ⅴ	D3	SK34	鉄滓	17.4	稍強	無	○	○	○	○			
4	中名Ⅴ	D3	SK34	鉄滓	15.9	弱	無	○	○	○	○			
5	中名Ⅴ	D3	SK34	鉄滓	24.4	中	無	○	○	○	○			
6	中名Ⅴ	D3	SK34	鉄滓	33.2	稍強	無	○	○	○	○			
7	中名Ⅴ	D3	SD04	鉄滓	27.5	稍弱	無	○	○	○	○			
8	中名Ⅵ	B	用水	鍛冶滓	72.1	稍強	有	○	○	○	○	○		
9	中名Ⅴ	D3	SD04	鍛冶滓	176.8	稍弱	無	○	○	○	○			
10	中名Ⅴ	D3	SD27	鉄滓	29.5	弱	無	○	○	○	○			
11	中名Ⅵ	B	X190Y145	鍛冶滓	79.2	稍弱	無	○	○	○	○			
12	中名Ⅵ	B		銹化鋳鉄片	2.0	稍弱	無	○		○				
13	中名Ⅵ	B		鉄滓	2.4	無	無	○						
14	中名Ⅵ	B		製錬滓	20.7	稍強	無	○	○	○	○			
15	中名Ⅵ	B	X227Y168	鉄滓	3.9	稍強	無	○						
16	中名Ⅴ	D3	SD28	鍛冶滓(088)	181.2	弱	弱	○	○	○	○	○		
17	中名Ⅵ	C	X211Y158	鉄製品	72.9	強	有	○		○		○		
18	中名Ⅵ	B	X195Y148	鞴の羽口	116.2	稍弱	無	○	○					○
19	中名Ⅴ	D3	SD28	鞴の羽口片	55.9	無	無	○	○					□
20	中名Ⅴ	D3	SD28	鞴の羽口	122.1	無	無	○	○					○
21	中名Ⅴ	D3		鞴の羽口	119.3	無	無	○	○					□
22	中名Ⅴ	D3	SD04	鞴の羽口(786)	83.3	無	無	○	○	○				○
23	中名Ⅴ	D3	SD04	鞴の羽口(787)	52.5	無	無	○	○					○
24	中名Ⅴ	D3	SD27	鞴の羽口	106.4	無	無	○	○					○
25	中名Ⅴ	D4	X130Y130	鉄滓	10.4	稍弱	無	○	○	○	○			
26	中名Ⅴ	D4	X129Y129	鉄滓	4.2	稍弱	無	○	○	○	○			

表1－2　調査資料と調査項目（中名Ⅴ・Ⅵ遺跡・砂子田Ⅰ遺跡関連）

資料No.	遺跡名	区域	出土層位記号	資料種別	重量g	着磁力	MC反応	外観写真	化学成分	組織写真	X線回折	X線透過	SEM	耐火度
27	中名Ⅴ	D4	X139Y130	鉄滓	11.4	稍無	無	○	○	○	○			
28	中名Ⅴ	D4	X136Y132	鉄製品	31.7	稍強	無	○		○		○		
29	中名Ⅴ	D3	SK34	羽口	23.0	無	無	○	○					○
30	中名Ⅴ	D3	SK34	羽口	133.6	無	無	○	○					□
31	中名Ⅴ	D3	SK34	羽口	93.3	無	無	○	○					□
32	中名Ⅴ	D3	SK32	羽口	47.4	無	無	○	○					□
33	中名Ⅴ	D3	SD26	羽口	79.8	無	無	○	○					□
34	中名Ⅴ	D3	SD04	羽口(787)	160.9	無	無	○	○					○
35	中名Ⅴ	D3	SE01	羽口(789)	240.6	無	無	○	○					○
36	中名Ⅴ	D3	SK31	羽口	113.0	無	無	○	○					○
37	中名Ⅴ	D3	SK34	羽口	55.7	無	無	○	○					○
38	中名Ⅴ	D3	SK31	鍛造剥片粒状滓	-	無	無	○		○				
39	中名Ⅴ	D3	SK31	鍛造剥片粒状滓	-	無	無	○		○				
40	中名Ⅴ	D2	SD17	ヤス(023)	69.2	強	有	○		○		○	○	
41	中名Ⅴ	D3	SK32	鉄滓	24.0	弱	無	○	○	○	○			
42	中名Ⅴ	D3	SK32	鉄滓	-	稍弱	無	○	○	○	○			
43	中名Ⅴ	E1	SK10	鉄製品(098)	40.2	強	有	○	○	○		○		
44	中名Ⅴ	E1	SD10	鉄製品(100)	51.7	強	強	○		○		○	○	
45	中名Ⅴ	F3	SK50	釘状(109)	4.3	稍強	有	○		○		○	○	
46	中名Ⅴ	F3	SK33	鉄滓(108)	43.6	稍強	無	○	○	○	○			
47	中名Ⅴ	F3	SK15	鉄滓(107)	34.7	稍強	無	○	○	○	○			
48	砂子田Ⅰ	A	X119Y163	鉄滓	13.6	強	無	○	○	○	○			
49	砂子田Ⅰ	B	SD29	鉄滓	23.2	弱	無	○	○	○	○			
50	砂子田Ⅰ	B	X188Y156	鉄滓	14.3	稍強	有	○	○	○	○			

註(1) 調査資料の関連情報等は、埋蔵文化財調査事務所の記事資料に準拠した。
(2) ○は調査実施項目を示す。□は化学成分からの耐火度の推定を示す。
(3) MC反応とはメタルチェッカーによる残存金属の有無を示す

・鉄滓の化学成分分析

表2　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡・砂子田Ⅰ遺跡出土鉄滓の化学成分分析結果（%）

資料No.	T.Fe	M.Fe	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	MnO	P_2O_5	C.W.	Co	C	V	Cu	造滓成分	TiO_2/T.Fe	MnO/TiO_2	比率(%)	
																						Fe_2O_3	FeO
1	63.5	0.11	68.9	14.1	10.1	3.05	0.73	0.34	0.15	0.71	0.20	0.04	0.35	0.49	0.005	0.06	0.004	0.002	15.1	0.003	0.200	17.0	83.0
2	14.0	0.11	6.72	12.4	43.1	15.4	6.89	2.59	1.96	7.08	0.75	0.14	1.12	1.26	0.011	0.11	0.009	0.003	77.0	0.054	0.187	65.0	35.0
3	48.0	0.27	42.3	21.2	18.2	6.68	1.49	1.25	0.36	2.87	0.32	0.19	1.05	2.56	0.003	0.38	0.005	0.007	30.9	0.007	0.594	33.4	66.6
4	59.8	0.14	61.6	16.8	12.2	3.50	1.21	0.57	0.29	1.13	0.52	0.13	0.35	1.03	0.006	0.13	0.018	0.001	18.9	0.009	0.250	21.4	78.6
5	68.8	0.25	65.7	25.0	4.08	1.54	0.27	0.35	0.02	0.44	0.10	0.09	0.28	0.96	0.006	0.17	0.003	0.002	6.7	0.001	0.900	27.6	72.4
6	35.3	0.60	18.1	29.5	23.1	8.31	6.51	2.49	0.66	6.76	0.38	0.23	1.87	1.09	0.017	0.11	0.006	0.006	47.8	0.011	0.605	61.9	38.1
7	64.7	0.22	33.7	54.7	3.86	3.18	0.01	0.02	0.05	0.11	0.20	0.04	0.77	2.08	0.001	0.46	0.005	0.003	7.2	0.003	0.200	61.9	38.1
8	58.0	0.86	41.7	33.2	7.91	3.04	1.81	0.64	0.11	0.95	0.21	0.19	0.38	3.30	0.017	2.48	0.010	0.003	14.5	0.004	0.905	44.3	55.7
9	58.6	0.16	60.9	15.9	12.7	3.09	1.93	0.73	0.36	1.58	0.26	0.10	0.27	1.00	0.013	0.34	0.008	0.003	20.4	0.004	0.385	20.7	79.3
10	57.0	0.06	60.2	14.5	12.5	2.94	3.77	1.32	0.38	2.91	0.16	0.15	0.52	0.48	0.017	0.06	0.008	0.001	23.8	0.003	0.938	19.4	80.6
11	63.4	0.16	63.5	19.8	10.1	2.51	0.70	0.42	0.14	0.80	0.14	0.06	0.14	1.24	0.006	0.09	0.004	0.001	14.7	0.002	0.429	23.8	76.2
14	34.7	0.06	22.3	24.7	23.6	8.43	2.78	2.24	0.23	1.13	8.74	0.48	1.04	2.31	0.021	0.92	0.220	0.002	38.4	0.252	0.055	52.6	47.4
16	60.4	0.08	64.1	15.0	11.80	3.59	1.76	0.57	0.23	1.44	0.22	0.08	0.29	0.71	0.009	0.10	0.007	0.001	19.4	0.004	0.364	19.0	81.0
25	58.4	0.22	59.1	17.5	10.9	3.23	2.87	0.98	0.28	1.39	0.21	0.08	0.54	1.89	0.011	0.20	0.005	0.003	19.7	0.004	0.381	22.8	77.2
26	52.2	0.11	52.7	15.9	18.4	7.30	0.71	0.65	0.15	0.43	1.15	0.05	0.34	1.24	0.004	0.23	0.057	0.001	27.6	0.022	0.043	23.2	76.8
27	66.2	0.17	73.3	12.9	8.28	2.12	0.34	0.20	0.14	0.32	0.67	0.03	0.33	0.59	0.008	0.07	0.046	0.001	11.4	0.010	0.045	15.0	85.0
41	61.2	0.16	65.1	14.9	11.3	2.70	1.38	0.67	0.21	1.49	0.12	0.06	0.78	0.89	0.009	0.09	0.001	0.002	17.8	0.002	0.500	18.6	81.4
42	20.6	0.20	15.4	12.1	51.0	12.1	0.55	0.67	1.75	2.92	0.60	0.06	0.38	1.01	0.001	0.15	0.006	0.001	69.0	0.029	0.100	43.9	56.1
46	54.6	0.40	4.74	72.2	6.84	1.37	0.12	0.09	0.26	0.28	0.07	0.01	0.56	7.42	0.002	4.69	0.004	0.017	9.0	0.001	0.143	93.8	6.2
47	68.8	0.18	67.5	23.1	4.77	1.39	0.23	0.12	0.05	0.27	0.09	0.03	0.33	0.79	0.004	0.18	0.005	0.002	6.8	0.001	0.333	25.5	74.5
48	48.3	0.14	10.8	56.9	7.81	8.88	0.30	0.29	0.03	0.07	3.61	0.06	1.39	4.28	0.004	1.67	0.093	0.005	17.4	0.075	0.017	84.0	16.0
49	6.94	0.25	2.51	6.78	62.9	14.4	4.42	1.28	1.24	4.31	0.82	0.12	0.19	0.50	0.001	0.13	0.013	0.001	88.6	0.118	0.146	73.0	27.0
50	43.9	0.14	25.2	34.6	17.9	8.97	1.01	0.48	0.16	0.38	0.53	0.05	0.54	4.23	0.007	1.42	0.018	0.008	28.9	0.012	0.094	57.8	42.2

C.W.＝化合水、造滓成分(%)＝SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O

・胎土の化学成分分析

表3　胎土の化学成分分析結果（%）と耐火度の測定・推定結果（℃）

No	T. Fe	FeO	Fe_2O_3	C.W.	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	MnO	Na_2O	K_2O	C	Igloss	耐火度 y（℃）		
															f（x）	y（計算）	y（測定）
18	5.20	0.25	7.16	4.73	60.8	19.1	0.19	0.71	1.00	0.04	0.67	1.72	0.30	6.84	3.82	1,350	1,480
19	5.01	0.25	6.89	2.41	64.0	19.6	0.14	1.06	1.04	0.05	0.45	2.19	0.48	2.72	3.21	1,280	-
20	5.27	0.25	7.26	5.37	61.0	18.5	0.27	0.83	0.99	0.04	0.40	1.77	0.29	6.73	3.36	1,300	1,440
21	4.16	0.25	5.68	5.33	62.6	18.6	0.25	0.94	1.00	0.04	0.46	1.83	0.29	6.47	3.40	1,300	-
22	4.18	0.29	5.66	4.43	61.8	18.7	0.14	0.91	0.99	0.05	0.40	2.49	0.93	6.49	3.51	1,310	1,420
23	4.17	0.25	5.69	5.29	60.8	19.4	0.26	0.87	0.97	0.04	0.56	1.73	0.53	7.19	3.59	1,320	1,480
24	4.15	0.36	5.53	2.73	64.8	16.2	1.57	1.43	0.70	0.08	2.36	2.74	0.24	3.27	1.77	1,120	1,255
29	4.50	0.72	5.63	2.79	63.8	16.1	1.51	1.46	0.70	0.05	2.38	2.89	0.27	3.17	1.79	1,120	1,270
30	3.02	0.72	3.52	1.66	70.4	16.3	0.72	0.81	0.79	0.04	1.38	2.85	0.23	1.68	3.30	1,300	-
31	3.77	0.54	4.79	1.36	66.5	19.5	0.72	1.47	0.90	0.05	1.11	2.44	0.22	1.38	2.43	1,200	-
32	4.23	0.72	5.25	2.02	62.1	21.6	0.83	1.55	0.88	0.04	1.37	2.17	0.41	2.32	2.37	1,190	-
33	5.00	1.54	5.44	4.11	53.6	17.6	4.46	1.77	0.60	0.09	3.58	3.64	0.88	6.03	1.02	1,030	-
34	2.14	0.82	2.15	2.97	67.4	17.8	0.51	0.80	0.86	0.03	0.94	3.72	0.30	4.00	3.93	1,380	1,430
35	4.14	0.54	5.32	2.63	65.2	19.9	0.12	1.08	1.09	0.03	0.41	2.20	0.33	3.35	3.50	1,330	1,525
36	4.55	0.54	5.91	3.96	62.4	19.4	0.12	0.89	1.07	0.03	0.47	2.05	0.41	5.88	3.74	1,350	1,450
37	3.64	0.54	4.60	1.38	67.2	18.8	0.71	1.02	0.71	0.04	1.53	2.81	0.23	1.43	3.03	1,270	1,420

C.W.：化合水、Igloss：Ignition loss (1000℃加熱減量)、耐火度（ゼーゲルコーン溶倒温度ｙ）試験法：JIS R 2204（耐火物及び耐火物原料の耐火度試験方法）およびJIS R 8101（耐火度試験用標準コーン）に準拠して測定。$y=118fx+912$（粘土遺物未帰属）(化学成分因子 $fx<7.0$)

$fx=(25.8Al_2O_3+5.2SiO_2)/(146MgO+448MnO+78.6CaO+12.5T.Fe+10.4TiO_2)$

表4　鉄滓資料のX線回折鉱物・顕微鏡組織と製造工程の分類

資料No.	資料の種別	X線回折鉱物	顕微鏡組織	製造工程の分類	出土層位・記号
1	鉄滓	W, F	W, F	鍛錬鍛冶滓	D3-SK31
2	鉄滓	Le, An, M	W, M	炉壁付着滓	D3-SK31
3	鉄滓	W, F, M, An, Le	W, F	鍛錬鍛冶滓 （含炉壁付着滓）	D3-SK34
4	鉄滓	W, F, Le, An	W	鍛錬鍛冶滓 （含炉壁付着滓）	D3-SK34
5	鉄滓	W, M, Go, F	W	鍛錬鍛冶滓	D3-SK34
6	鉄滓	W, M, Go, F	F, M	鍛錬鍛冶滓	D3-SK34
7	鉄滓	M, W, H	(iron sand)	被熱砂鉄小塊 鍛錬鍛冶滓（含付着滓）	D3-SD04
8	鍛冶滓	W, Sid, S, M	W	鍛錬鍛冶滓（含鉄）	用水
9	鍛冶滓	W, F, Sid	W	鍛錬鍛冶滓	D3-SD04
10	鉄滓	W	W	鍛錬鍛冶滓	D3-SD27
11	鍛冶滓	W, F, Le, Sid	W, F	鍛錬鍛冶滓	B-X190Y145
14	製錬滓	M, F, S, H	M, W, F	砂鉄系製錬滓 （砂鉄付着滓）	B
16	鍛冶滓	W, F, Le	W	鍛錬鍛冶滓	D3-SD28
25	鉄滓	W, M, Go	W	精錬鍛冶滓	D4-X130Y130
26	鉄滓	F, W, Hc, M, S	F, W	精錬鍛冶滓	D4-X129Y129
27	鉄滓	W, F	W, F	精錬鍛冶滓	D4-X139Y130
41	鉄滓	W, F	W, F	精錬鍛冶滓	D3-SK32
42	鉄滓	W, M, H, S, An	W (Go)	炉壁付着滓	D3-SK32
46	鉄滓	Go, M, H, S, An	(Go)	鋳鉄銹化物	F3-SK33
47	鉄滓	W, F, M, Sid, Go	(Go)	鉄塊系銹化物	F3-SK15
48	鉄滓	M, F, Go	M, F	精錬鍛冶滓	SKD-X119Y163
49	鉄滓	S, Mu, Fe	(Amorphous)	付着滓(胎土)	SKD-SD29
50	鉄滓	M, F, Go	F, W	精錬鍛冶滓（含銹化鉄）	SKD-X188Y156

鉱物記号：W（ウスタイト:Wustite-FeO)、M（マグネタイト:Magnetite-Fe_3O_4)、H（ヘマタイト:Hematite-Fe_2O_3)、F（ファイヤライト:Fayalite-Fe_2SiO_4)、U（ウルボスピネル:Ulvospinel-Fe_2TiO_4)、Go（ゲーサイト:Goethite-α-FeOOH)、Hc（ハーシナイト:Hercynite-$FeAl_2O_4$)、OH（水酸化鉄:Iron Hydroxide-$Fe(OH)_3$)、Sp（スピネル:Spinel-$(Al,Fe)_2O_4$)、S（シリカ:Quartz-SiO_2)、Mu（ムライト:Mullite-$Al_6Si_2O_{13}$)、Le（リューサイト:Leucite-$KAlSi_2O_6$)、An（アノーサイト:Anorthite-$(Ca,Na)(Si,Al)_4O_8$)、Sid（シデライト:Siderite-$FeCO_3$)

表5　図版8～12 組織写真の説明

1	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,W）（T.Fe=10%、slag=10%）	3	付着滓（250倍、1cm=40μm）（W,F）（T.Fe=31%、slag=48%）
4	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,W）（T.Fe=10%、slag=10%）	5	付着滓（250倍、1cm=40μm）（W,F）（T.Fe=31%、slag=48%）
6	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,M）（含付着滓）（T.Fe=35%、slag=48%）	7	被熱砂鉄（250倍、1cm=40μm）
8-1	含鉄鍛錬鍛冶滓（5倍、1cm=2mm）	8-2	含鉄物（5倍、1cm=2mm）ﾏｸﾛ写真
8-3	含鉄鍛錬鍛冶滓（250倍）（W,F）（T.Fe=58%、slag=14%）	9	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W,F）（T.Fe=59%、slag=20%）
10	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,W）（T.Fe=57%、slag=24%）	11	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,W）（T.Fe=63%、slag=15%）
12	鋳鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go,C）	14	製錬滓（砂鉄付着滓）（250倍）（M,F,slag）（T.Fe=35%、slag=38%、TiO2=9%）
16	鍛錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W）（T.Fe=60%、slag=19%）	17-1	棒状鉄製品（5倍、1cm=2mm）（軟鉄）（鍛造加工なし、焼き戻し組織）
17-2	棒状鉄製品（100倍、1cm=100μm）（軟鉄）（フェライト、微量パーライト）	22	軟化胎土（60倍、1cm=160μm）（ガラス質）
25	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W）（T.Fe=58%、slag=20%）	26	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,W）（T.Fe=52%、slag=28%）
27	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W,F）（T.Fe=66%、slag=11%）	28	鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go）
38-1	鍛造剥片（60倍、1cm=160μm）（W）	38-2	粒状滓（250倍、1cm=40μm）（W）
39-1	鍛造剥片（60倍、1cm=160μm）（W）	39-2	粒状鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go）
40-1	ヤス（8倍、1cm=1.2mm）マクロ写真	40-2	パーライト+初析フェライト（380倍）
40-3	フェライト（380倍、1cm=26μm）	40-4	錆化鉄（Go：ゲーサイト）
41	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W）（T.Fe=61%、slag=18%）	42-1	炉壁付着滓（20倍、1cm=0.5mm）（T.Fe=21%、slag=69%）
42-2	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W）	42-3	鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go）
43	鋳鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go,C）	44-1	庖丁・峯（L方向、10倍、1cm=1mm）
44-2	庖丁・峯（C方向、10倍、1cm=1mm）	44-3	パーライト+初析フェライト（380倍）
44-4	パーライト（380倍、1cm=26μm）	44-5	フェライト+微量パーライト（380倍）
45-1	釘（C方向、20倍、1cm=0.5mm）	45-2	パーライト+初析フェライト（380倍）
45-3	フェライト+微量パーライト（380倍）	46-1	鋳鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go）
46-2	鋳鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go,C）	47	鉄錆化物（250倍、1cm=40μm）（Go）
48	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（W,F）	49	胎土（ガラス質）（250倍、1cm=40μm）
50-1	精錬鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（F,W）	50-2	錆化鉄・鍛冶滓（250倍、1cm=40μm）（Go）

記号：F（ファイヤライト:Fayalite-Fe_2SiO_4）、W（ウスタイト:Wustite-FeO）、Go（ゲーサイト:Goethite-α-FeOOH）、C（炭素:Carbon）、T.Fe（全鉄量）、slag（造滓成分=SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O）

・製鉄工程上の鉄滓の分類

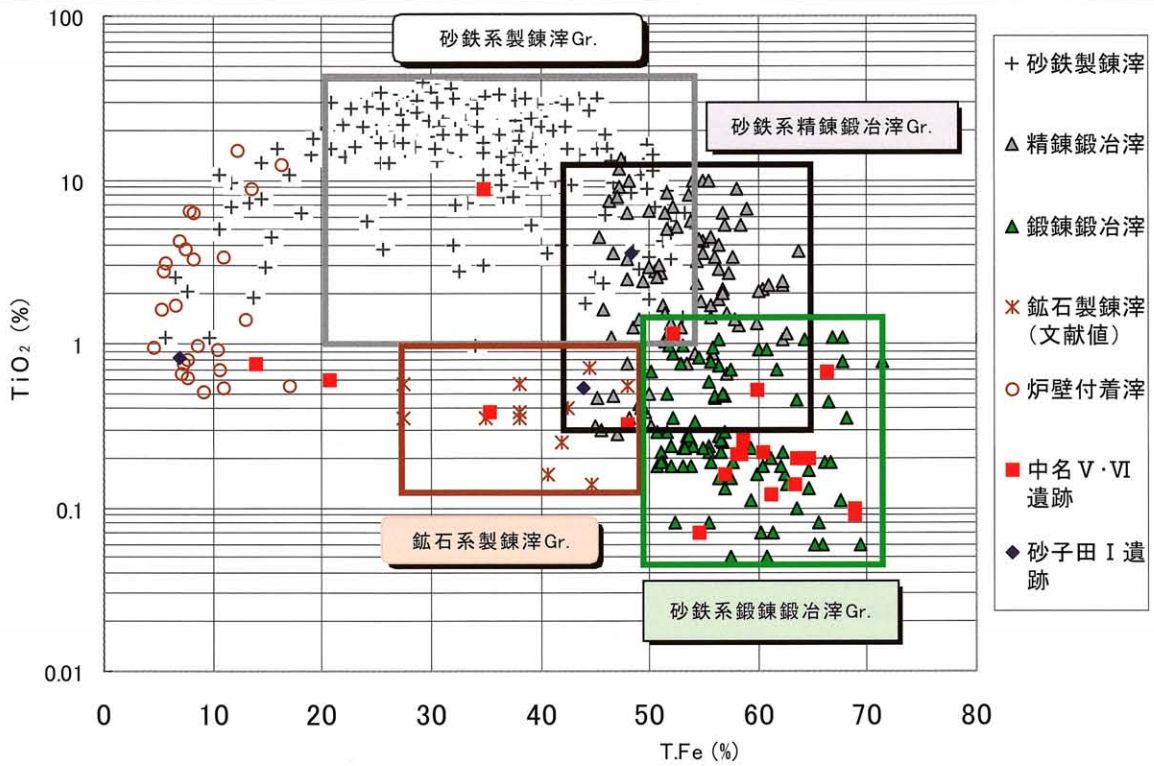


図1　出土鉄滓類の全鉄量と二酸化チタン量の分布図

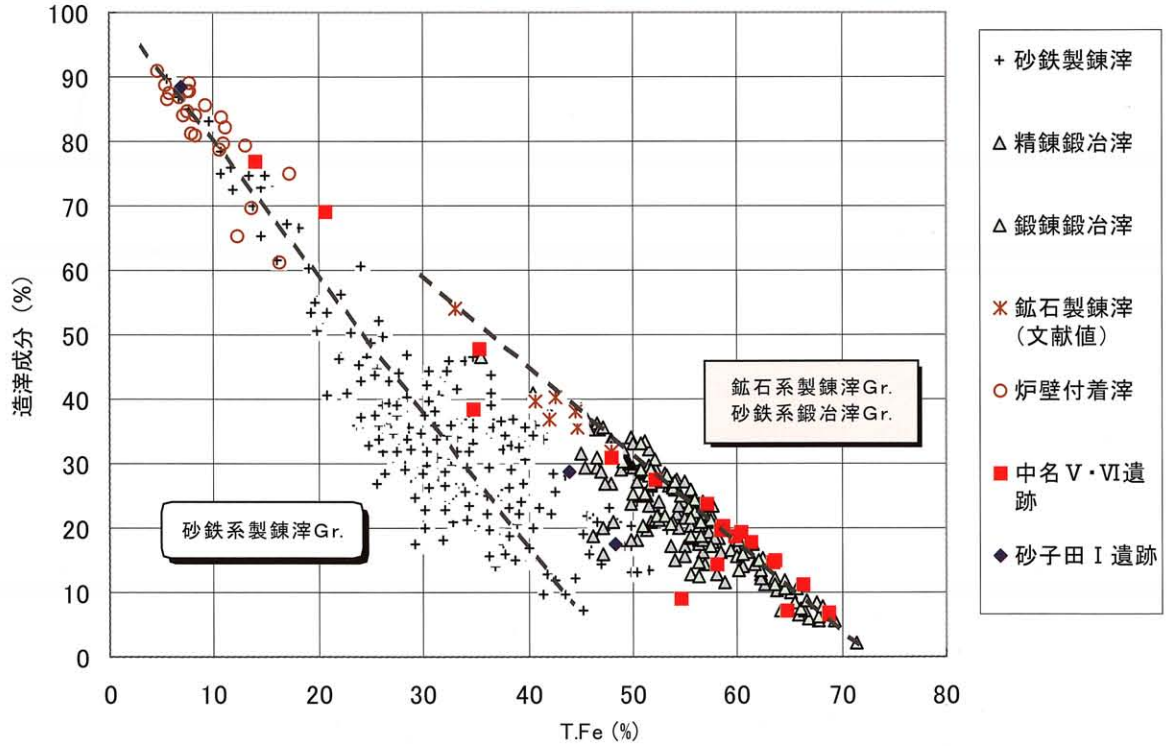


図2　製錬滓と鍛冶滓の分類

造滓成分＝$SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O$

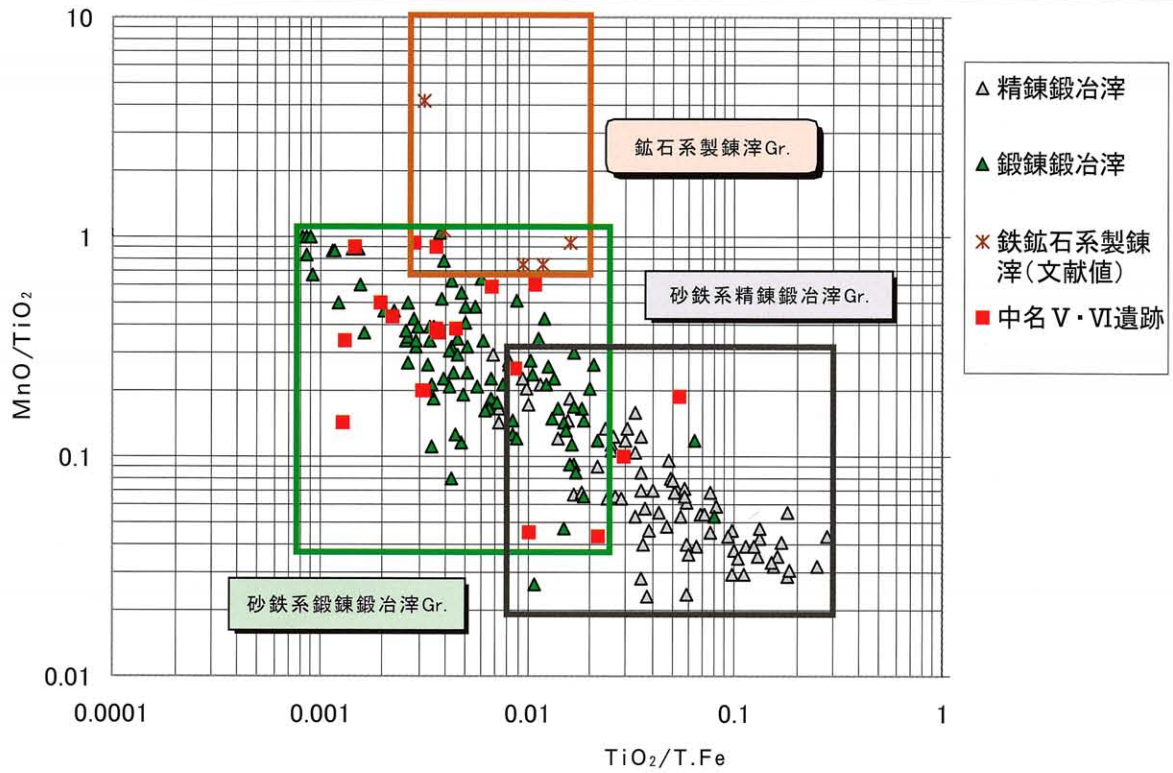


図3　砂鉄系鍛冶滓と鉱石系製錬滓の分類

・胎土耐火度の化学成分因子との関係

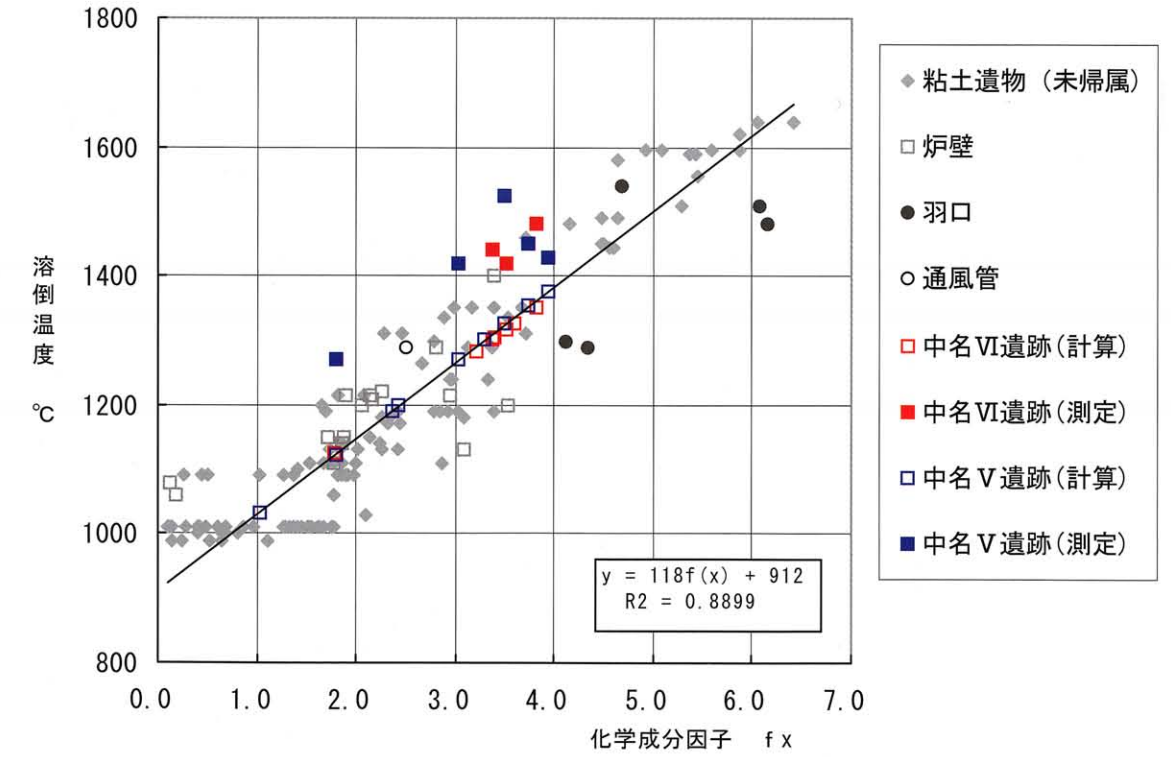
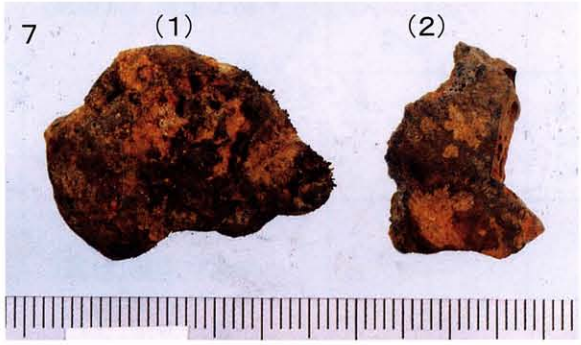
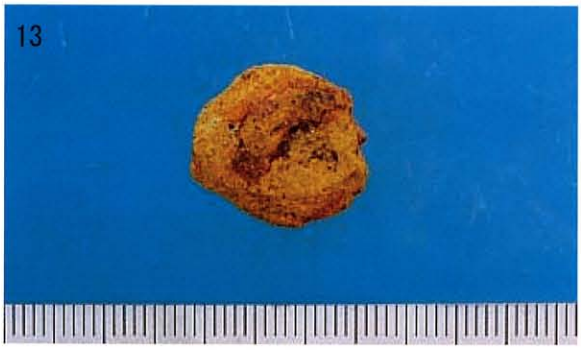


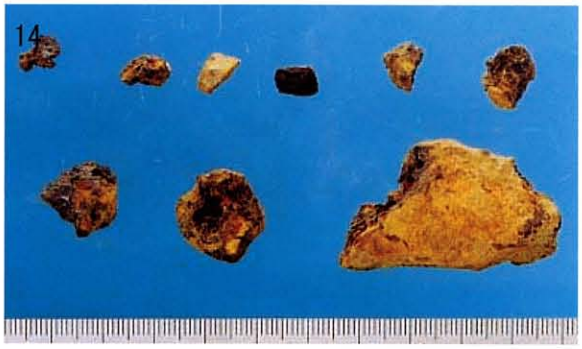
図4　羽口胎土のゼーゲルコーン溶倒温度（耐火度）

図版１　外観写真（No. １～No. 10）



図版２　外観写真（No. 11～No. 20）



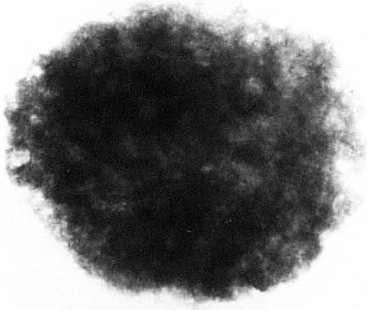


図版３　外観写真（No. 21～No. 30）

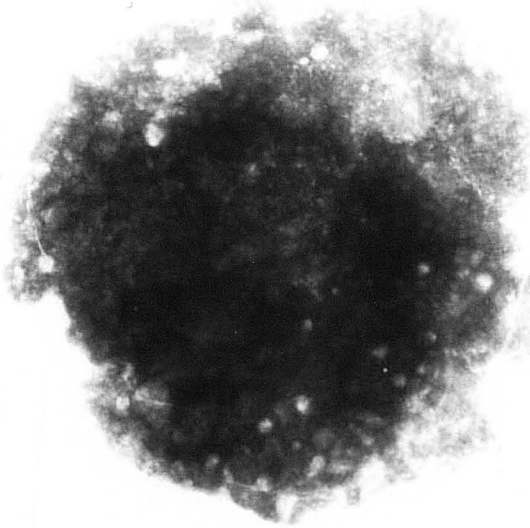
図版４　外観写真（No. 31～No. 40）

図版５　外観写真（No. 41～No. 50）

図版６　Ｘ線透過写真

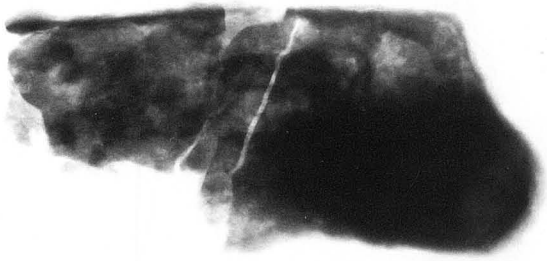


No. ８（含鉄鍛冶滓）

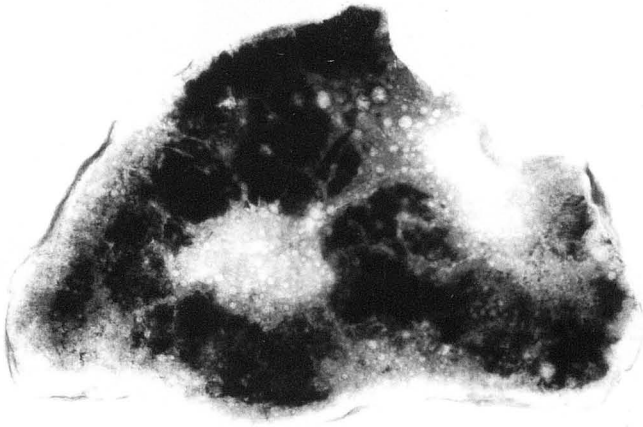


No. 16（鍛冶滓）

No. 17（棒状鉄製品）



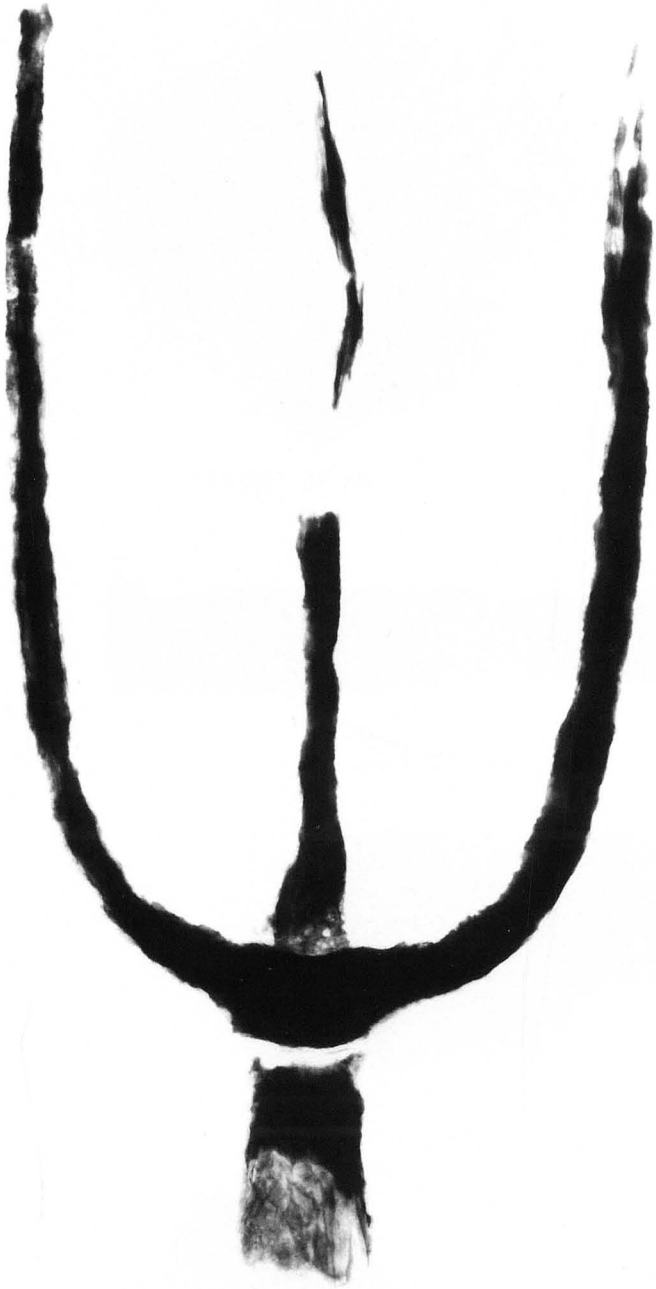
No. 28（鉄銹化物）



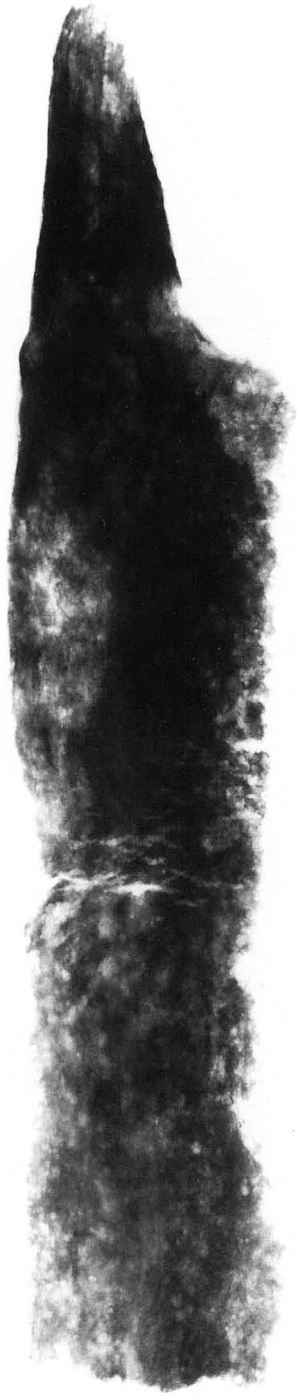
No. 43（鋳鉄銹化物）

0　1　2　3　4　5cm(1/1)

図版７　Ｘ線透過写真



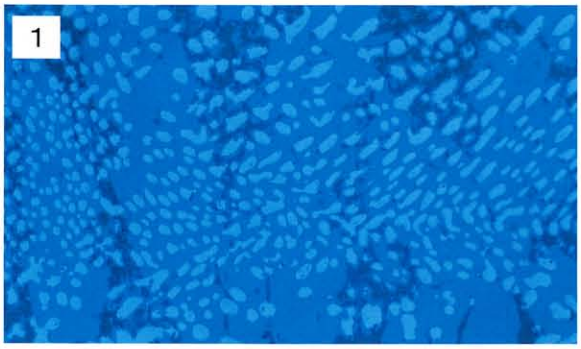
No. 40（ヤス）

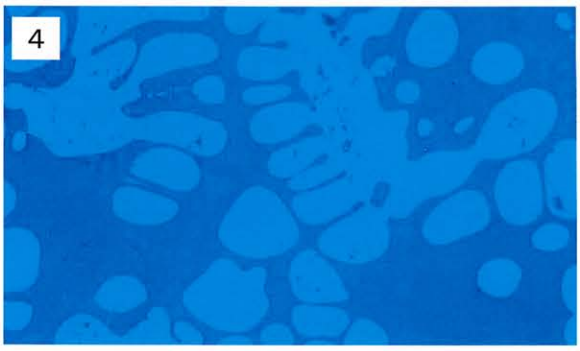


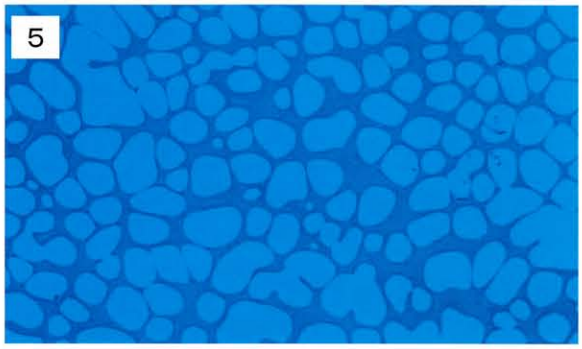
No. 44（包丁）

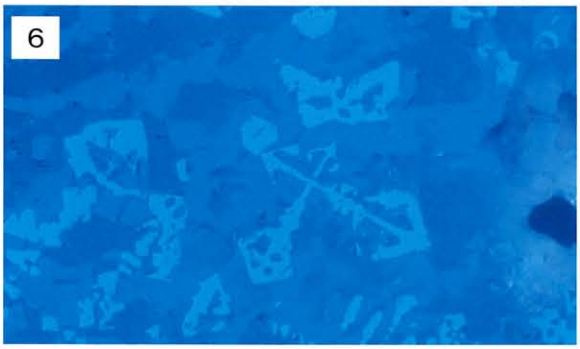
No. 45（釘）

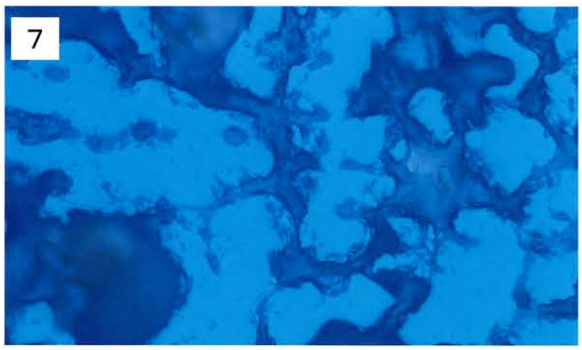
図版８　組織写真（No. １～No. ９）

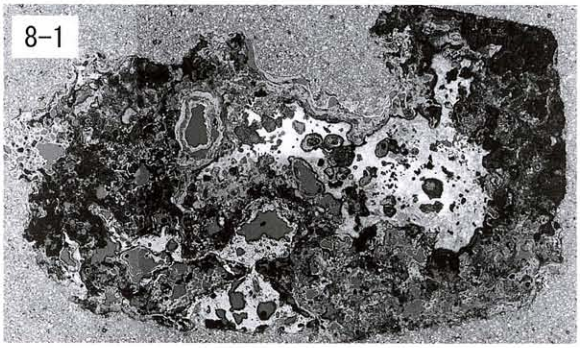


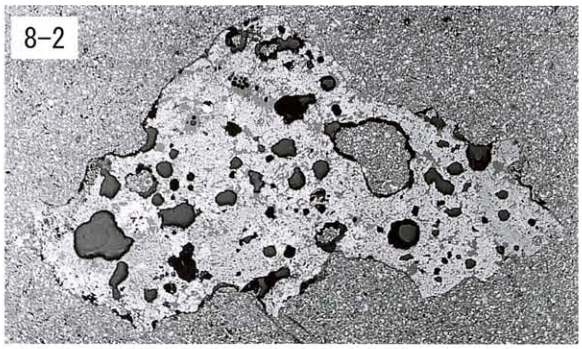


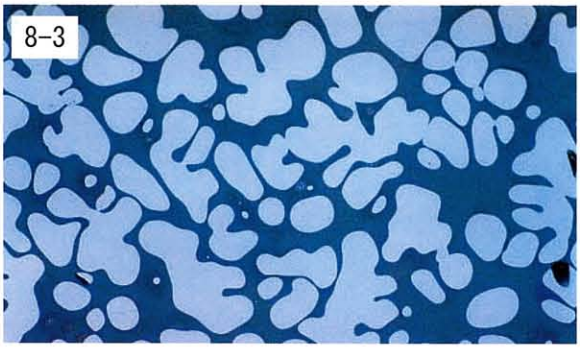


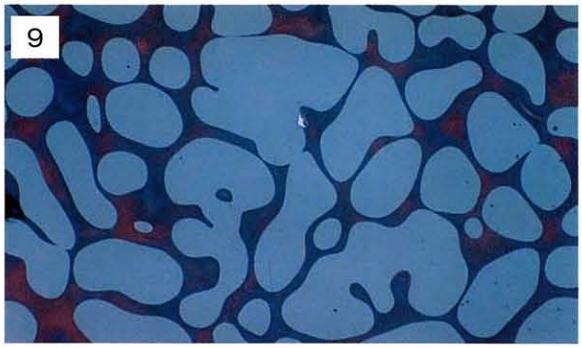




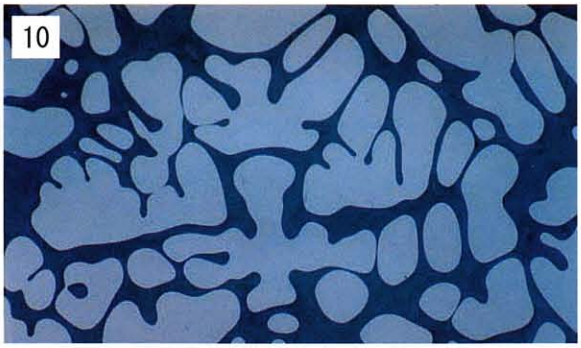


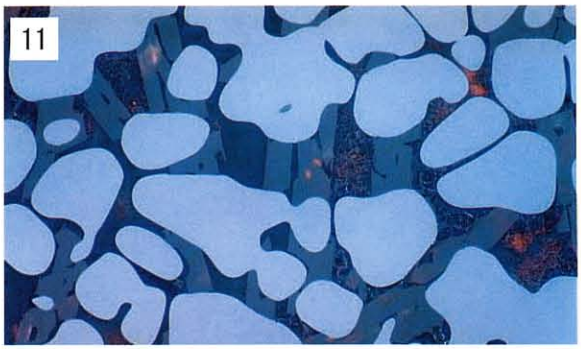


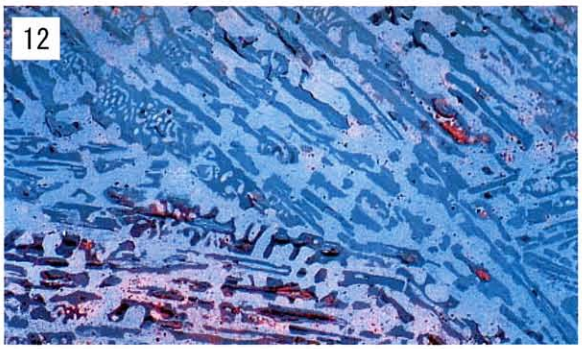


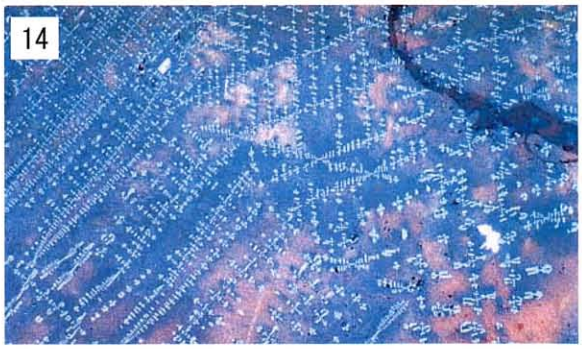


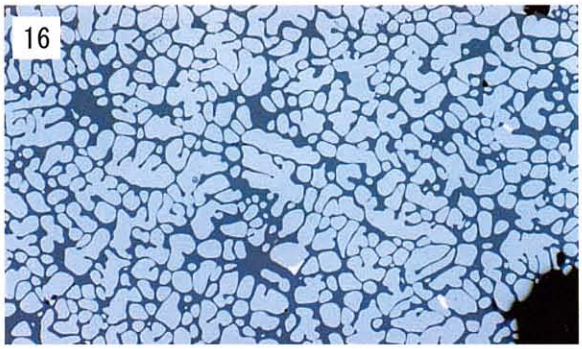
図版９　組織写真（No. 10～No. 26）

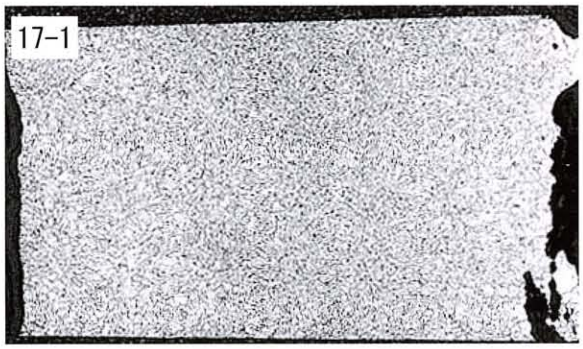


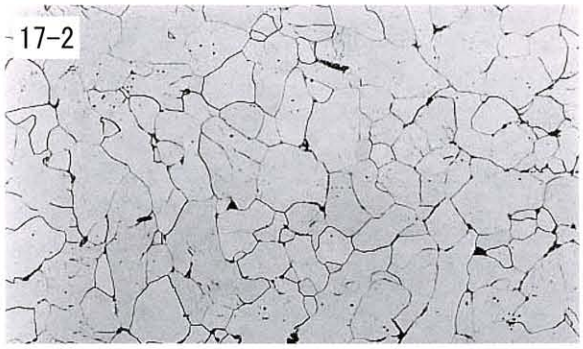


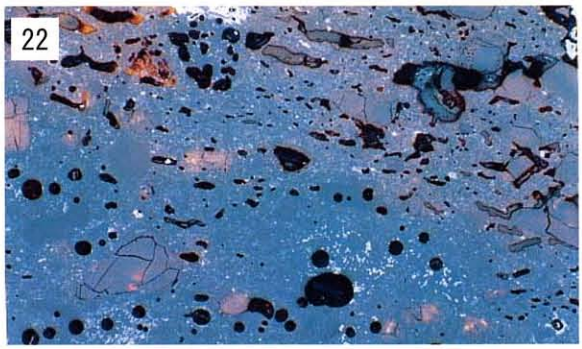


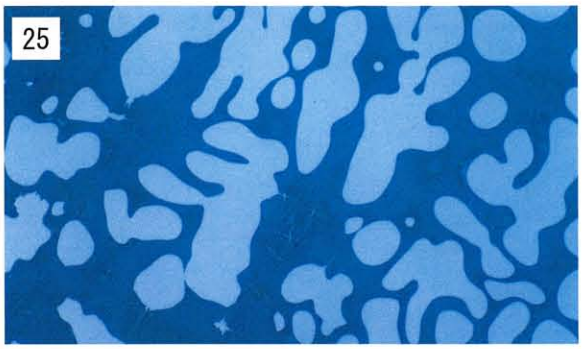


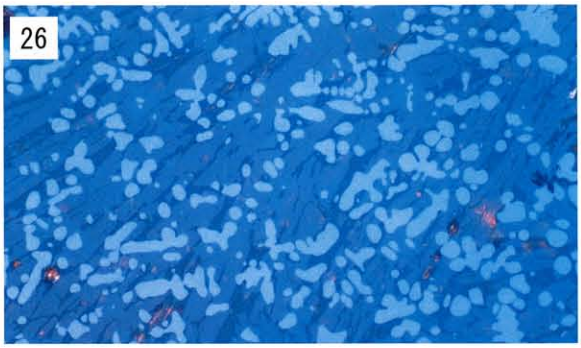




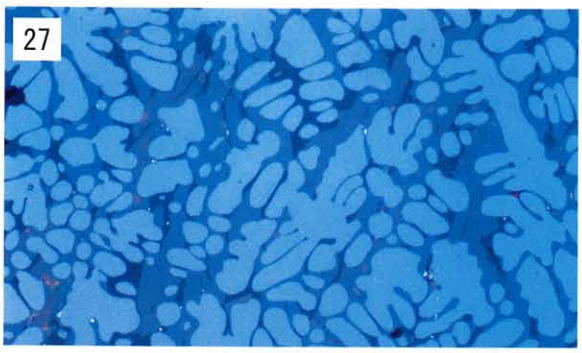


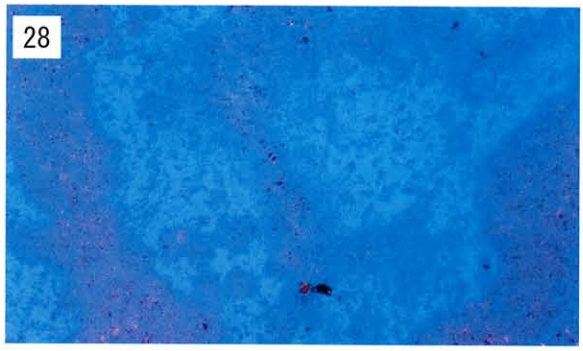


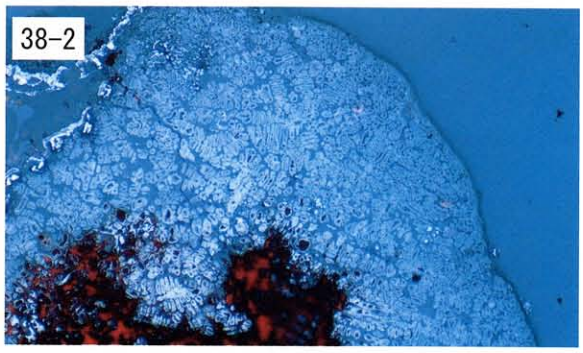


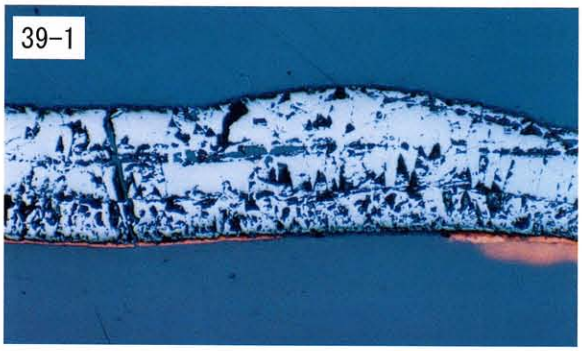


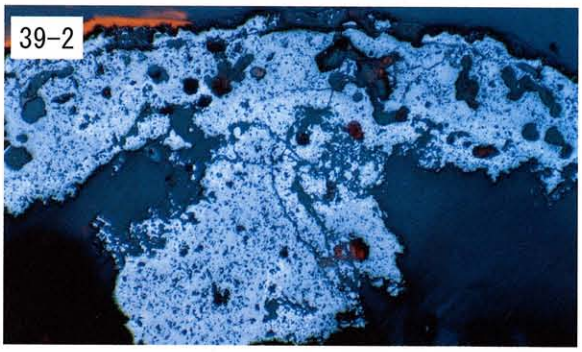
図版10　組織写真（No. 27～No. 40）

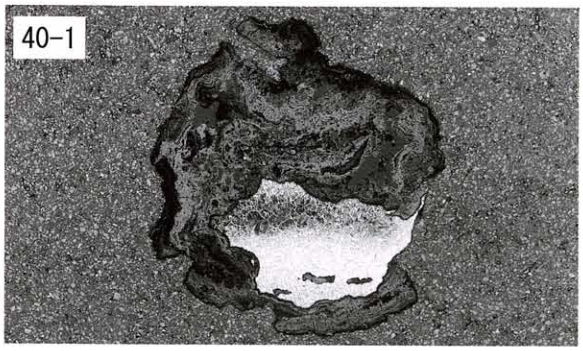


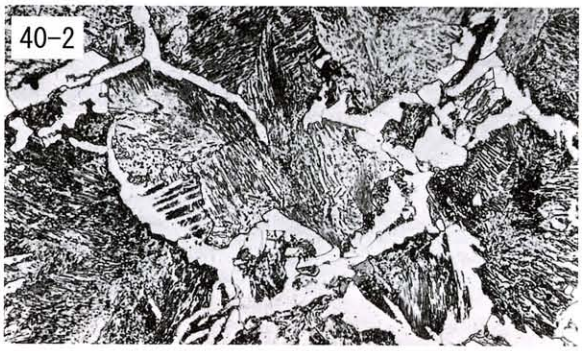


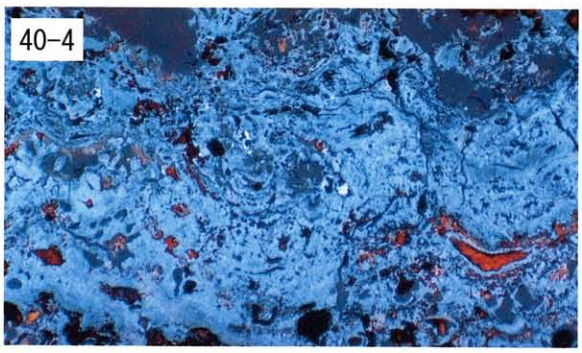




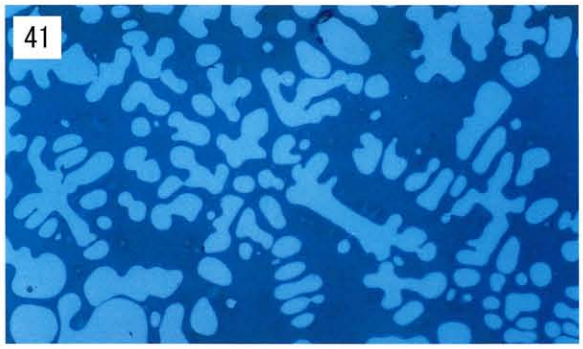


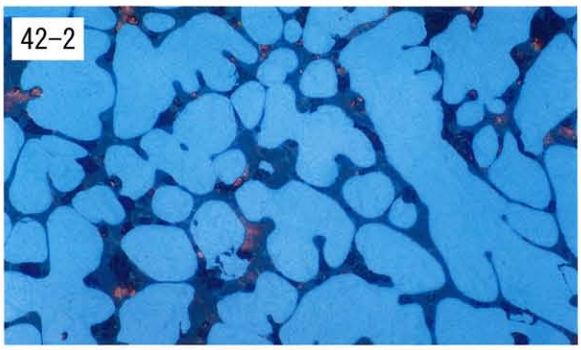


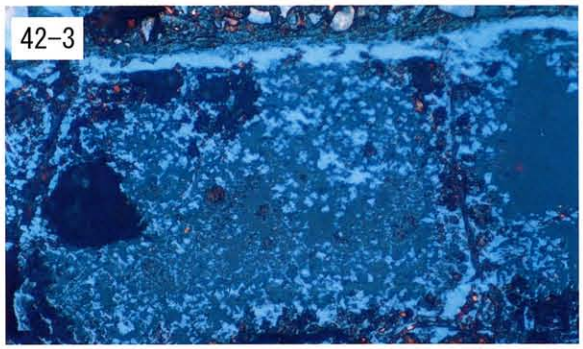


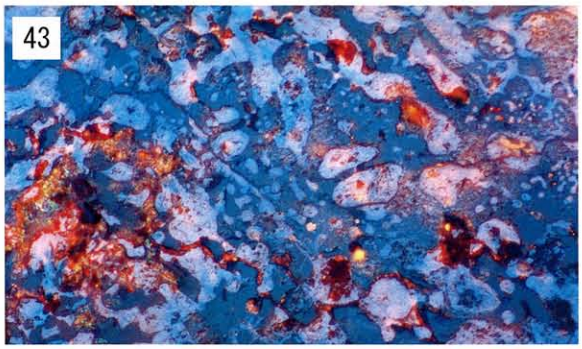


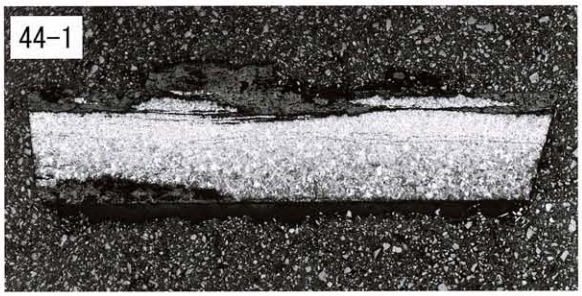
図版11　組織写真（No. 41～No. 44）

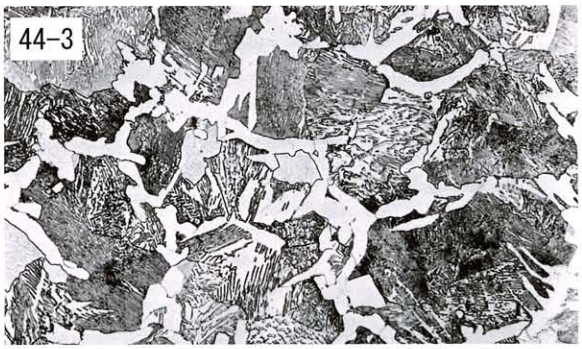


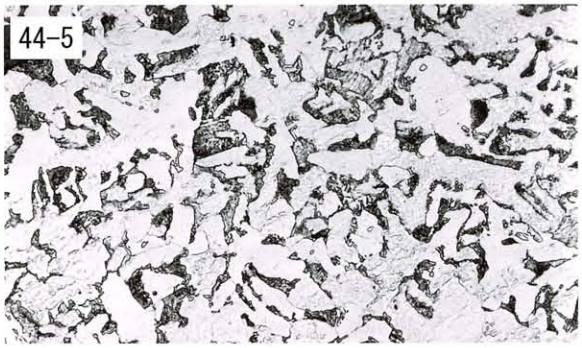




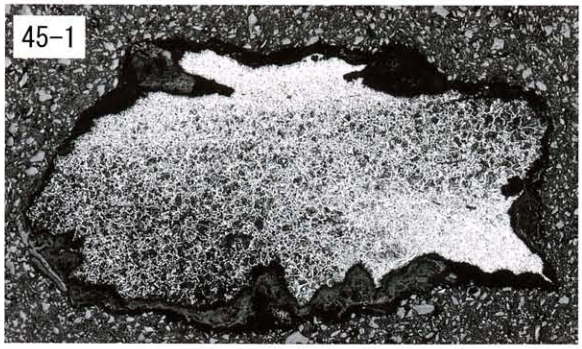


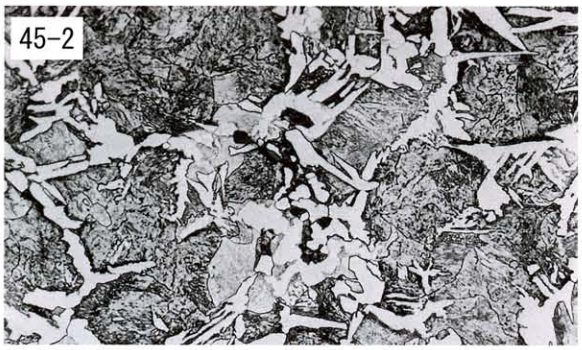


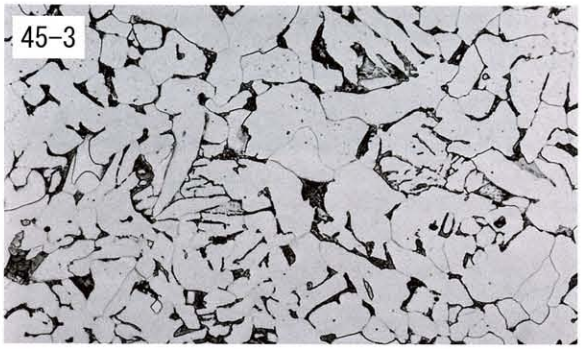


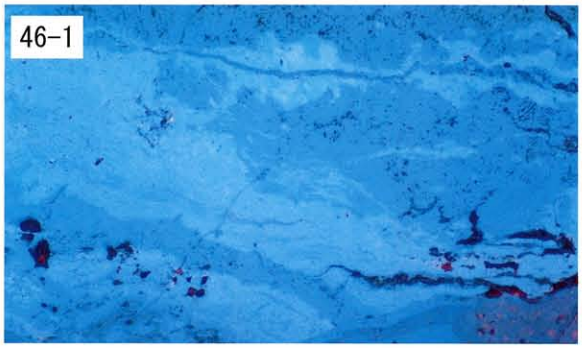


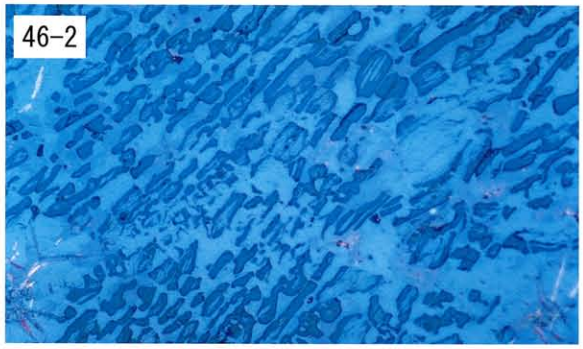
図版12　組織写真（No. 46～No. 50）

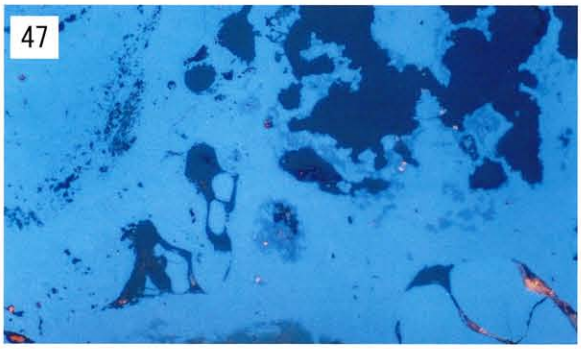


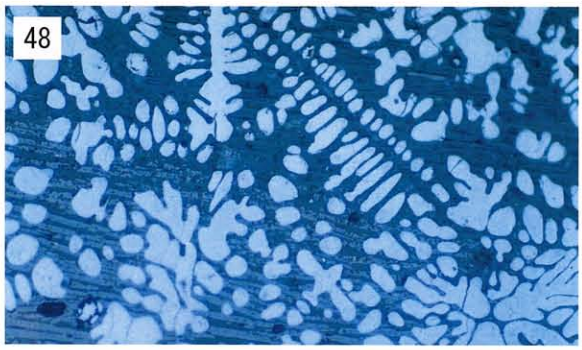


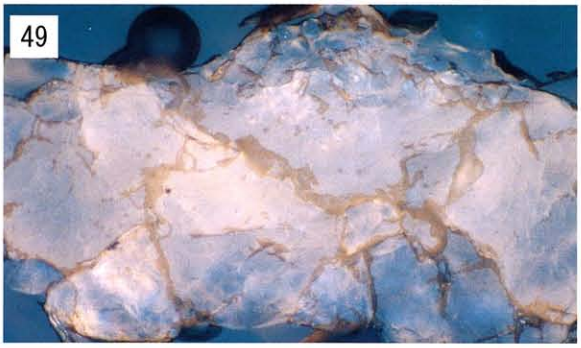


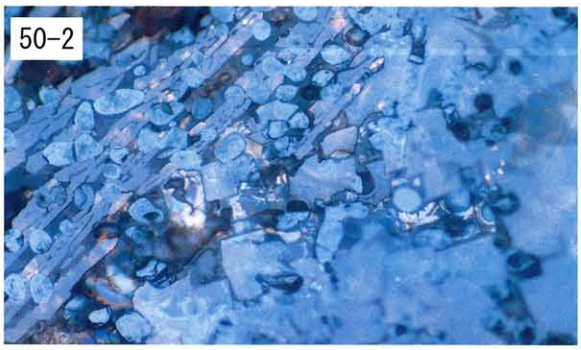




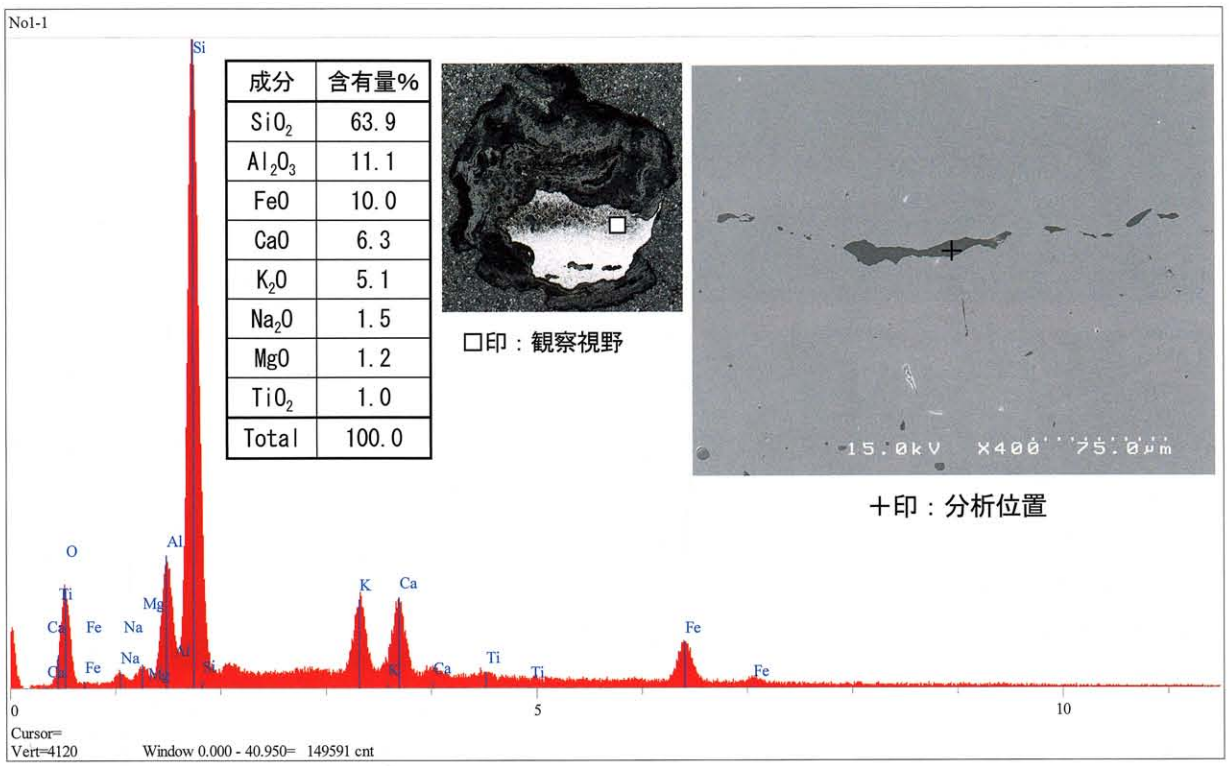






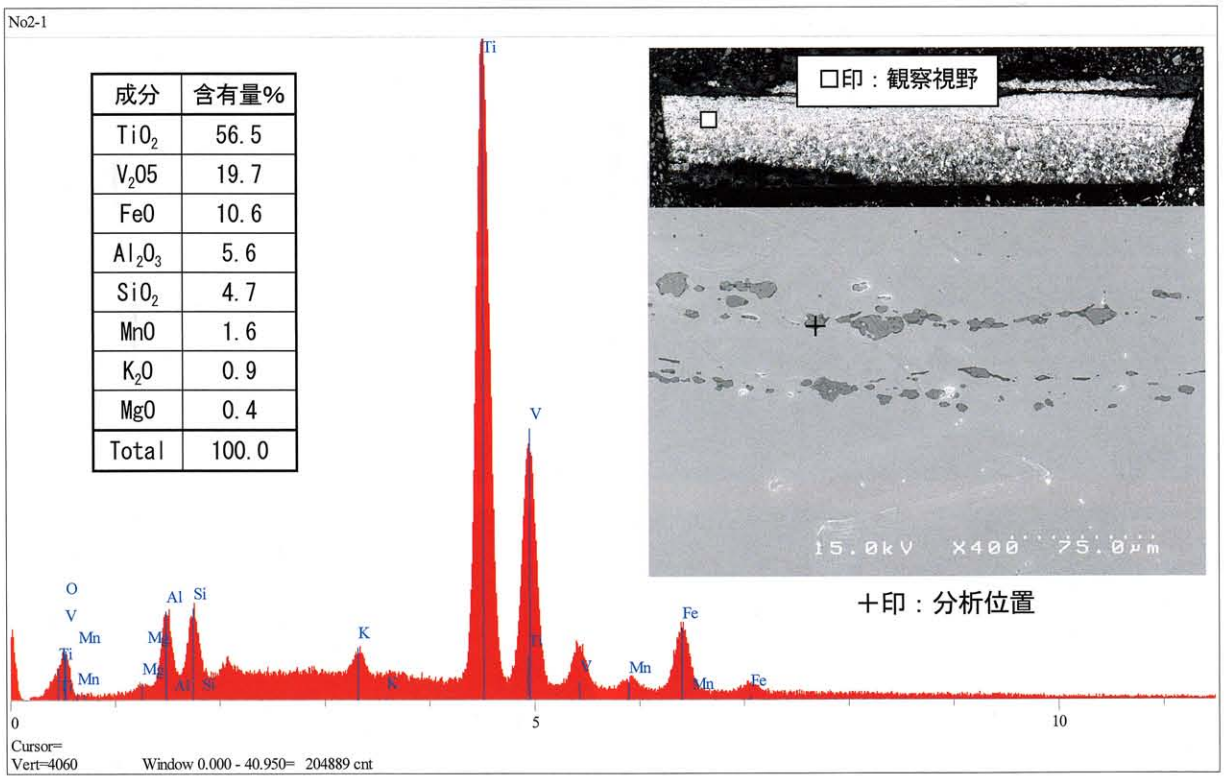


図版13　ＳＥＭ－ＥＤＸ定性分析（資料No. 40、No. 44）



成分	含有量%
SiO_2	63.9
Al_2O_3	11.1
FeO	10.0
CaO	6.3
K_2O	5.1
Na_2O	1.5
MgO	1.2
TiO_2	1.0
Total	100.0

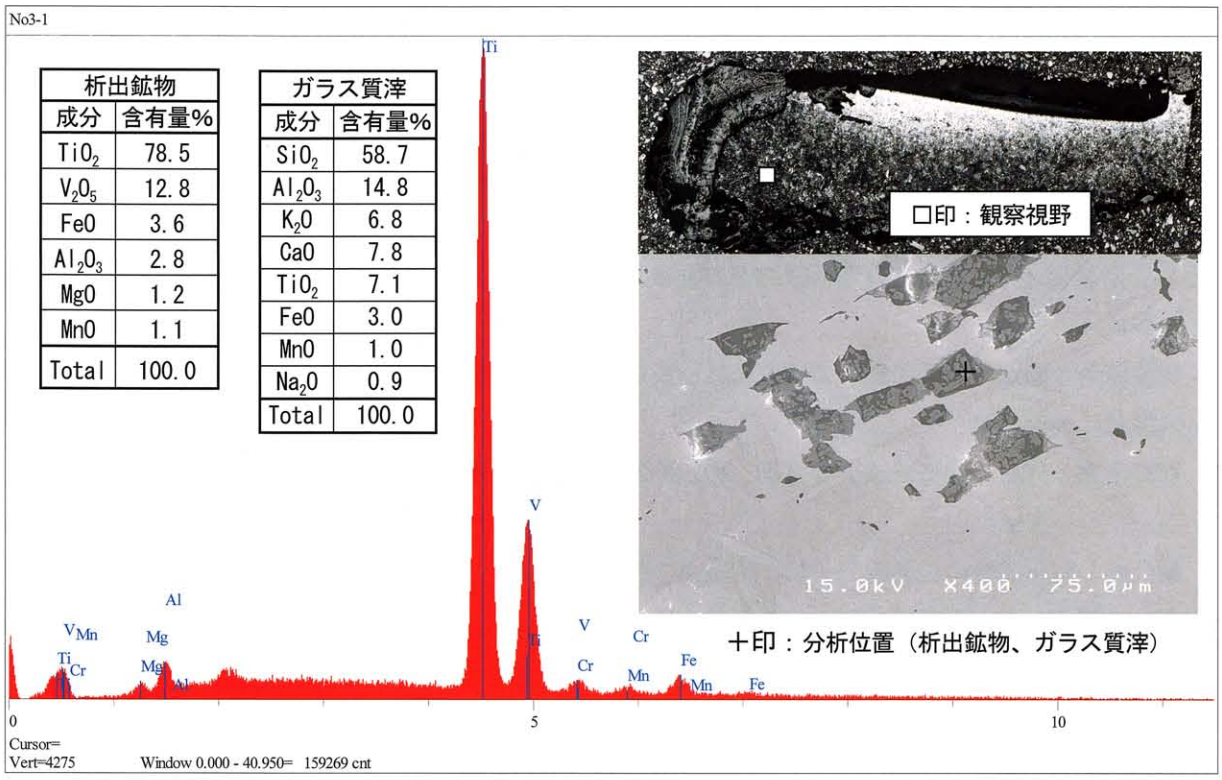
資料No. 40　ＥＤＸ定性分析結果



成分	含有量%
TiO_2	56.5
V_2O5	19.7
FeO	10.6
Al_2O_3	5.6
SiO_2	4.7
MnO	1.6
K_2O	0.9
MgO	0.4
Total	100.0

資料No. 44Ｌ　ＥＤＸ定性分析結果

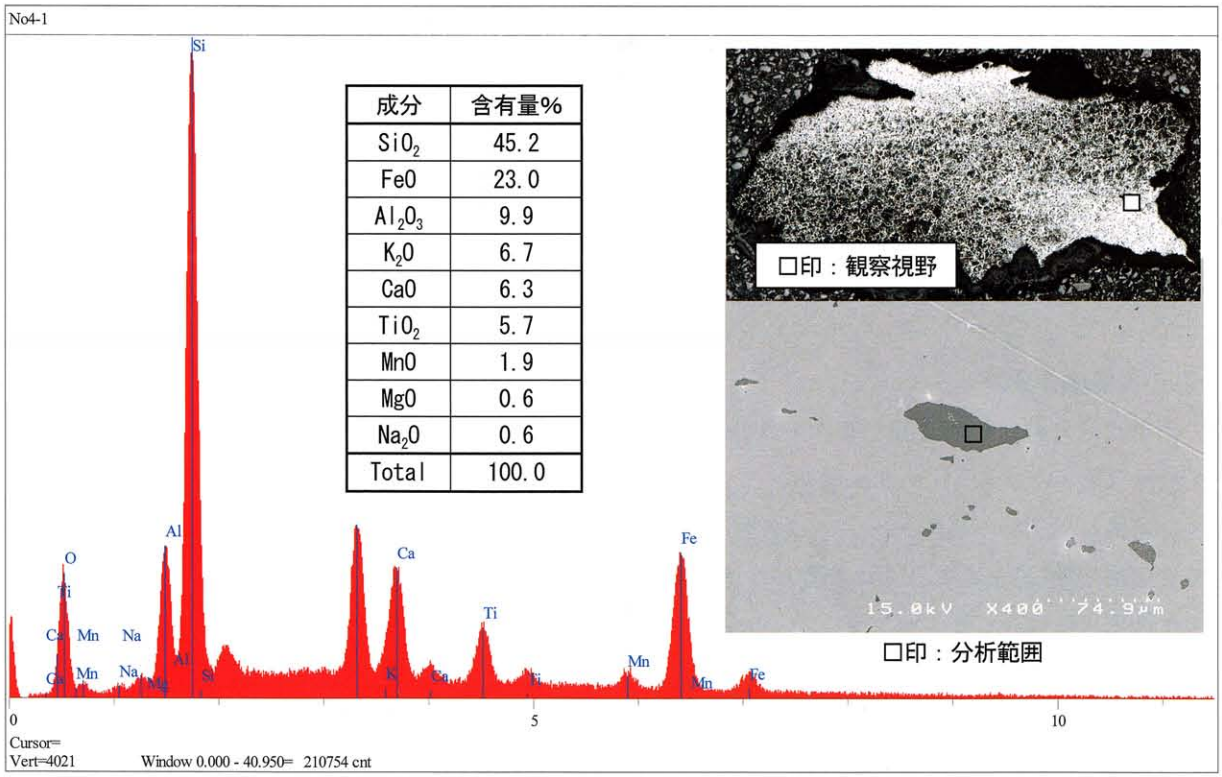
図版14　ＳＥＭ－ＥＤＸ定性分析（資料No. 44、No. 45）



析出鉱物	
成分	含有量%
TiO_2	78.5
V_2O_5	12.8
FeO	3.6
Al_2O_3	2.8
MgO	1.2
MnO	1.1
Total	100.0

ガラス質滓	
成分	含有量%
SiO_2	58.7
Al_2O_3	14.8
K_2O	6.8
CaO	7.8
TiO_2	7.1
FeO	3.0
MnO	1.0
Na_2O	0.9
Total	100.0

資料No. 44Ｃ-1　ＥＤＸ定性分析結果



成分	含有量%
SiO_2	45.2
FeO	23.0
Al_2O_3	9.9
K_2O	6.7
CaO	6.3
TiO_2	5.7
MnO	1.9
MgO	0.6
Na_2O	0.6
Total	100.0

資料No. 45　ＥＤＸ定性分析結果

Ⅱ　道場Ⅰ遺跡出土鉄滓等の分析・調査

JFEテクノリサーチ株式会社
分析・評価事業部
埋蔵文化財調査研究室

1．はじめに

(財)富山県文化振興財団・富山県埋蔵文化財調査事務所殿が発掘調査した婦負郡婦中町・道場Ⅰ遺跡A地区から出土した鉄滓、鉄製品および羽口等について、学術的な記録と今後の調査のための一環として化学成分分析を含む自然科学的観点での調査依頼があった。調査の観点として、

・鉄滓については、
　製鉄原料の推定、製鉄工程上の位置付け、観察上の特記事項など
・鉄製品については、
　残存金属の確認、金属鉄成分の分析、製鉄原料の推定、観察上の特記事項など
・羽口については、
　耐火度、粘土成分の化学成分分析、観察上の特記事項など

を中心に調査した。その結果について報告する。

2．調査項目および試験・検査方法

（1）調査項目

調査資料および調査項目を表1に示す。

（2）調査方法

（i）重量計測、外観観察および金属探知調査

資料重量の計量は0.1gまで測定可能な電子天秤を使用した。各種試験用試料を採取する前に、資料の外観を㎜単位まであるスケールを同時に写し込みで撮影した。資料の出土位置や資料の種別等は提供された資料に準拠した。

着磁力調査については、直径30㎜のリング状フェライト磁石を使用し、官能検査により「強・稍強・中・稍弱・弱」の5ランクで、個別調査結果を表示した。遺物内の残存金属の有無を金属探知機（MC：metal checker）を用いて調査した。

（ii）化学成分分析

化学成分分析は鉄鋼に関するＪＩＳ分析法に準じて行っている。

・全鉄（T.Fe）：三塩化チタン還元－二クロム酸カリウム滴定法
・金属鉄（M.Fe）：臭素メタノール分解－EDTA滴定法
・酸化第一鉄（FeO）：二クロム酸カリウム滴定法　・酸化第二鉄（Fe_2O_3）：計算。
・化合水（C.W.）：カールフィッシャー法
・炭素（C）：燃焼－赤外線吸収法
・ライム（CaO）、酸化マグネシウム（MgO）、酸化マンガン（MnO）、酸化ナトリウム（Na_2O）、イオウ（S）、珪素（Si）、マンガン（Mn）、リン（P）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、クロム（Cr）、アルミニウム（Al）、バナジウム（V）、チタン（Ti）：ICP発光分光分析法
・シリカ（SiO_2）、アルミナ（Al_2O_3）、酸化カルシウム（CaO）、酸化マグネシウム（MgO）、二酸

化チタン（TiO_2）、酸化リン（P_2O_5）、酸化カリウム（K_2O）：ガラスビード蛍光X線分析法

CaO、 MgO、 MnOは含有量に応じてICP分析法またはガラスビード蛍光X線分析法を選択する。

なお、鉄器中成分の化学分析は、13成分（炭素C、シリコンSi、マンガンMn、リンP、イオウS、銅Cu、ニッケルNi、クロームCr、アルミニウムAl、ヴァナジウムV、チタンTi、カルシウムCa、マグネシウムMg）を化学分析している。

鉄滓中成分は、18成分（全鉄T.Fe、金属鉄M.Fe、酸化第一鉄FeO、酸化第二鉄Fe_2O_3、シリカSiO_2、アルミナAl_2O_3、ライムCaO、マグネシアMgO、酸化ナトリウムNa_2O、酸化カリウムK_2O、二酸化チタンTiO_2、酸化マンガンMnO、酸化リンP_2O_5、化合水C.W.、炭素C、ヴァナジウムV、銅Cu、コバルトCo）を化学分析している。

羽口・胎土成分は、12成分（シリカSiO_2、アルミナAl_2O_3、ライムCaO、マグネシアMgO、酸化ナトリウムNa_2O、酸化カリウムK_2O、チタニアTiO_2、酸化マンガンMnO、化合水C.W.、炭素C、全鉄T.Fe、酸化第一鉄FeO）を化学分析している。

（iii）顕微鏡組織写真

資料の一部を切り出し樹脂に埋め込み、細かい研磨剤などで研磨（鏡面仕上げ）する。金属鉄はナイタール（５％硝酸アルコール液）で腐食後、顕微鏡で観察しながら代表的な断面組織を拡大して写真撮影し、溶融状況や金属組織および介在物（不純物、非金属鉱物）の存在状態等から製鉄の加工状況や材質を判断する[1~4]。原則として100倍および 400倍で撮影を行う。必要に応じて実体顕微鏡（５倍～20倍）による観察もする。

（iv）X線回折測定

試料を粉砕して板状に成形して、X線を照射すると、試料に含まれている化合物の結晶の種類に応じて、それぞれに固有な反射（回折）されたX線が検出されることを利用して試料中の未知の化合物を観察・同定する。多くの種類の結晶について標準データが整備されており、ほとんどの化合物が同定される。

測定装置　理学電気株式会社製　ロータフレックス（RU-300型）

測定条件

①	使用X線	Cu-Kα（波長＝1.54178Å）
②	Kβ線の除去	グラファイト単結晶モノクロメーター
③	管電圧・管電流	55kV・250mA
④	スキャニング・スピード	4.0°/min
⑤	サンプリング・インターバル	0.020°
⑥	D.S.スリット	1°
⑦	R.S.スリット	0.15mm
⑧	S.S.スリット	1°
⑨	検出器	シンチレーション・カウンター

（v）胎土の耐火度推定

耐火度（ゼーゲルコーン溶倒温度y(℃)）の試験結果（耐火れんがの耐火度試験方法：JIS R 2204）を解析し、耐火度ｙと化学成分因子f(x)との関係式は、未帰属146資料について、次式が得られている。胎土資料の化学成分の分析結果と次式により耐火度ｙ(℃)を推定する。

$y=118f(x)+912$　　ここで、

$f(x)=(25.8Al_2O_3+5.2SiO_2)/(146MgO+448MnO+12.5T.Fe+10.4TiO_2+78.6CaO)$

（vi）蛍光Ｘ線分析（ＥＤＸ）よる胎土の産地推定

蛍光Ｘ線法（ＥＤＸ）による胎土の産地推定は、三辻利一らの方法[5]を利用した。標準鉱物試料（国土地理院地質調査所・JG－1a）を基準に胎土中の特定微量元素、すなわちカリウム（K）とカルシウム（Ca）、ルビジウム（Rb）とストロンチウム（Sr）等の含有比を求める。ＥＤＸ（エネルギー分散型Ｘ線分析：Energy Dispersive X－ray spectroscopy）によって、試料に電子線を照射した際に放出される特性Ｘ線のエネルギーを検出し、試料表面層の元素分析を行うことができる。

蛍光Ｘ線分析装置（堀場製作所製、MESA－500）による本資料の分析結果と標準試料JG－1aの分析結果との元素存在比を、硅素（Si）の強度（cps/μA）を基準として、カリウム、カルシウム、ルビジウムとストロンチウムの強度比を算出し、国土地理院標準鉱物試料（JG－1a）と強度比較し、胎土中の元素存在比を求める。K/CaとRb/Srとの関係図で表す。

三辻らが分類したグループ（大阪陶群、陸前群、美濃須衛群、出雲－伯耆群、筑紫群、中部地方グループ等）のいずれに一致しているか判定する。地元近隣の胎土分析データがないので明確な断定はできないが、他地域から移入された胎土か地元近隣に位置する胎土かを推定する。

（vii）Ｘ線透過観察

Ｘ線発生装置を用いて最適のＸ線強度を選択し、写真撮影を行う。同一のＸ線強度と照射時間では、照射される物質の質量が重いほど、また寸法が厚いほどＸ線が吸収され写真上では黒くなり、その反対ではＸ線が容易に透過するので白く写る。したがって、凹凸や異種金属が共用されているとか、錆で金属部分が薄くなっている場合でも、写真の濃淡で状況が判断できる。

測定装置および測定条件；

測定装置　理学電気株式会社製　（RF-250EGS2型）

測定条件

①	管電圧・管電流	110-170kV・5mA
②	露出時間	0.3～0.7min
③	焦点・フィルム間距離	800mm

（viii）ＳＥＭ／ＥＤＸによる観察

真空中で試料面の直径2μm程度の範囲に電子線を照射すると試料面から二次電子、反射電子、特性X線などが発生する。ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡：Scanning Electron Microprobe Analysis）によって、二次電子または反射電子の発生程度を写真として撮影できる。さらにＥＤＸ（エネルギー分散型Ｘ線分析：Energy Dispersive X-ray spectroscopy）によって、試料に電子線を照射した際に放出される特性Ｘ線のエネルギーを検出し、試料表面層の元素分析を行うことができる。この両者

を組込んだ装置がSEM/EDXで、X線マイクロアナライザー付き走査型電子顕微鏡と称する。ＣＭＡと同じ装置である。

SEM/EDX装置の仕様；検出器：KEVEX社製Quantum、走査電子顕微鏡：日立製S-4100型、標準電子線加速電圧：15kV、標準蛍光X線積算時間：100秒間、元素マッピング分析（最大指定元素数：８、マッピング分析所要時間：約30分）

３．調査結果および考察

調査項目と分析結果をまとめ、図表および図版に示す。表１に、調査資料と調査項目をまとめた。表中の○印は、調査実施項目を示す。表２は出土鉄滓の化学成分分析結果、表３は出土羽口片の化学成分分析結果と耐火度推定結果、表４は出土鉄器の化学成分分析結果、表５は羽口胎土中の特定元素の存在比、表６は鉄滓資料のＸ線回折鉱物と製造工程の分類を、それぞれ示す。

鉄滓の化学成分と製造工程の関係をこれまでに得られた鉄滓分析結果（約600点）から解析・分類し、作図した。本資料の分析結果を同図に図示し、製造工程（砂鉄系製錬と鍛冶精錬、砂鉄製錬と鉱石製錬）の位置づけおよび製鉄の始発原料を検討した。すなわち、図１は出土鉄滓の全鉄量と二酸化チタン量の分布図から製錬滓と鍛冶滓の分類、図２は全鉄量と造滓成分の関係から砂鉄系製錬滓と鍛冶滓の分類、および図３はTiO_2/T.FeとMnO/TiO_2の関係から砂鉄系精錬鍛冶滓と鍛錬鍛冶滓の分類を、それぞれ示す。図４は三辻利一らの方法によるK/Ca-Rb/Sr分布図からの胎土の産地推定を示す。

各資料について、タイトル：資料番号、資料種別（括弧内は推定された資料種別）、着磁力、MC（金属探知機判別）を一行で示す。調査項目ごとにその結果を説明し、結果をまとめ、考察する。各資料の最も確からしい推定結果を最後にまとめる。以下、資料番号順にその結果を述べる。

資料No.１　板状入れ物（銅製鞘銹化物）、着磁力：稍強、ＭＣ：有

外観：長さ91㎜×幅15㎜×厚さ５㎜、総重量11.4g。外観写真とX線透過写真を図版１に示す。全体に緑白色の錆と黒褐色や橙色の鉄銹に覆われている短冊形で断面が▽形の資料。中には銹化した鉄器の入っている様子が開口端部から伺える。小柄か刀子の鞘であろう。

Ｘ線透過：Ｘ線透過法により写真を撮影したが、飾り金具や象嵌等は認められなかった。図版１に外観写真との比較を示す。内容物は銹化が著しく残存金属鉄は皆無である。着磁力は先端部10㎜を除いて感応する。ＭＣ（金属探知）反応があるが、金属銅が一部にあるためであろう。蛍光Ｘ線EDX分析による定性分析から、銅とヒ素を検出した。その他は、付着物成分のケイ素（Si)、アルミニウム（Al)、鉄（Fe)、硫黄（S）であった。

したがって、No.１資料は、銅製板状入れ物（銅製鞘銹化物）と推定される。

資料No.２　鍋の足？（鋳鉄銹化物）、着磁力：強、ＭＣ：無

外観：長さ64㎜×幅54㎜×高さ44㎜、総重量114.4g。外観写真とX線透過写真を図版１に示す。外観は、きのこを伏せたような、鍋つまみのような形状であるが、底は楕円形をした鋳物鍋脚の周囲から割れ落ちたような形状にも見える。完全に銹化し橙色の水酸化鉄と土の固着した瘤に覆われている。銹は厚さ５㎜ 以上に成長している。切断写真では、大きな砂こぶの下に薄い鉄片ふくれて２枚になっているような様相が見える。図版２に、切断後の外観写真を示す。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真ではひび割れが多く入っており、完全銹化資料であろう。

顕微鏡組織：樹脂埋め込み切断研磨した断面のSEM写真を図版２（2）に示す。ミクロ組織は白色の繊維模様がみえる。元来は鋳鉄組織であったレーデブライト相が錆化したゲーサイト（Goethite: α-FeOOH）を生成していたと見られる。すなわち、鉄組織は錆化してゲーサイトを生成し、炭素が残存している組織である。

したがって、No. 2 資料は、鋳鉄が水分により酸化し、水和物（ゲーサイト）を生成している鋳鉄錆化物と推定される。

資料No. 3　提子（ひさげ）（銅製提子の錆化表面層）、着磁力：無、ＭＣ：有

外観：長さ18㎜×幅15㎜×厚さ0.7㎜ 、総重量11.0g。発掘された提子の表面層の酸化膜の一部とみられている。外観写真を図版２(3) に示す。全体に緑白色に発錆している資料のうちＭＣ反応があった資料２点を蛍光Ｘ線分析法で非破壊分析した。付着土砂のまま分析したが、主成分は銅で他に、鉛、燐、砒素などが検出されている。

SEM観察：樹脂埋め込み切断研磨した断面のＳＥＭ写真を図版２(4) に示す。上下の外表面から50～100μmの範囲が黒く変色し、Cu-Oが検出された。中心部分は銅（Cu）のみが検出され、他成分は検出されなかった。中心部には介在物（３～10μm）が隊列状に点在し、その介在物には、Cu-Oが検出された。蛍光Ｘ線分析法で検出された鉛、燐、砒素の各成分は、SEM/EDX観察では検出されなかった。

したがって、No. 3 資料は、外表面が錆化した酸化銅、内部は純銅からなる銅片と推定される。

資料No. 4　棒状（角状鉄釘錆化物）、着磁力：稍弱、ＭＣ：有

外観：長さ90㎜×幅13㎜×厚さ14㎜、総重量21.4g。外観写真とX線透過写真を図版１に示す。全体に錆化して水酸化鉄と砂礫が固着し瘤を成形した資料。水との接触が長かったことが伺われる。完全に錆化し、ＭＣ反応はない。先端部分は、矩形の筒状にみえる。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真（図版１－４）では幅 6㎜×5㎜×90㎜ の角釘が原形のようである。Ｘ線透過写真ではひび割れが多く入っており、完全錆化資料で、元素材の釘がゲーサイトに錆化していると推定される。中心部が緻密なゲーサイト相で、周辺部はポーラス錆化相（複雑な水酸化鉄相）と推定される。

したがって、No. 4 資料は、角状鉄釘の錆化物と推定される。

資料No. 5　鉄滓（錆化鉄片、土師器片と鉄滓の混在物）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：土師器片が付着した小型鉄滓片（大小10個）で、総重量16.1g。全体に水酸化鉄に覆われ、木炭繊維痕と貫通した錆化鉄塊片を包含する。外観写真を図版２(5) に示す。錆化鉄塊は二つに折れ長さ22㎜×幅５㎜×2.5 ㎜で平行な幅・厚みを有している。

顕微鏡組織：顕微鏡組織写真を図版２(6)(7) 示す。顕微鏡組織写真には、青白色の不定形の鉄が錆化したゲーサイトが残存している。光線の関係でガラス相は赤色を呈して観察される。

Ｘ線回折：X線回折からクォーツ（Quartz：SiO_2）、ルチル（Rutile：TiO_2）、アルバイト（Albite：$(Na,Ca)(Si,Al)_4O_8$）およびゲーサイト（Goethite：α-FeOOH）のやや強いピーク、ならびにマグネタイト（Magnetite：Fe_3O_4）とウスタイト（Wustite：FeO）のピークが検出された。すなわち、耐火物（陶器）の原料成分と酸化鉄（砂鉄）または錆化鉄から構成されていると推定される。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。全鉄（T. Fe）36.9% に対して、酸化第一鉄（ウスタイト：FeO）は2.86%、酸化第二鉄（ヘマタイト：Fe_2O_3）は49.1%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、94.5：5.5で、平衡状態図からヘマタイトの存在領域に近い。酸化鉄の反応では、ヘマタイト（Fe_2O_3）とマグネタイト（Fe_3O_4）が生成していたであろう。また、金属鉄（M. Fe）は0.36%と少ないので、金属鉄は殆ど銹化したと推察される。

滓化成分の指標となる造滓成分（SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O）は39.0%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニア（Titanium dioxide:TiO_2）が0.25%で、バナジウム（Vanadium:V）を0.009%含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅（Copper:Cu）は0.004%と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの組成分析結果（データ）を整理し、図１に、全鉄（T. Fe）とチタニア（TiO_2）の関係を示した。図２には、T. Fe（%）と造滓成分（SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O）（%）の関係を示した。図３には、TiO_2/T.FeとMnO/TiO_2の関係を示した。本資料は、図１では、鉱石系製錬グループあるいは鍛冶工程の排出滓の範囲に属する。図２では、砂鉄系鍛冶滓あるいは鉱石系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓の境界領域に位置する。

したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果を考慮すると、本資料は、土師器片と鉄滓（砂鉄系鍛錬鍛冶滓）の混在物と推察される。

以上の結果を総合すると、

①この資料は、土師器片と鉄滓（鍛冶工程排出滓の一種）の混在物で、

②鉄源には砂鉄が使用された可能性が高い、と推定される。

資料No. 6　棒状（細釘状銹化物と鉄塊物）、着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：長さ62㎜×幅10㎜×厚さ８㎜、総重量6.3g。外観写真とＸ線透過写真を図版１に示す。全体に銹化著しく水酸化鉄と土の固着物に覆われている細釘状資料。完全に銹化しＭＣ反応はまったくない。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真（図版１－６）では釘頭の幅8㎜×長さ62㎜の角釘が原形のようである。Ｘ線透過写真ではひび割れが多く入っており、完全銹化資料で、元素材の釘が銹化してゲーサイトを生成していると推定される。長さ24㎜×径2.5㎜の銹化鉄塊も随伴している。中心部が緻密なゲーサイト相で、周辺部はややポーラスな銹化相（複雑な水酸化鉄相）と推定される。

したがって、No. 6 資料は、細釘状銹化物と鉄塊物と推定される。

資料No. 7　羽口（鍛錬工程用羽口）、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：長さ97㎜×外径61㎜×内径30㎜、総重量266.0g。外観写真を図版３に示す。黒色ガラス質滓が溶着している羽口先端部を含み、乳灰色の粘土で作られた羽口資料。破片を丁寧に接合しているが基部はない。被熱部を避けて試料採取する。肌に籾殻痕があり内外共に藁による摺痕や断面にスサ（苆）の痕跡も認められる。粘土も良く精成されている。

羽口の外表面断面写真に円弧で近似した。これから外径φ52×内径φ24と推定される。内径がφ24と小さく、空気の送風量に限界があるので、精錬工程あるいは鍛冶工程に使用したものと推察される。

胎土分析：羽口片の胎土成分分析結果を表３に示す。シリカ（SiO_2）が62.8%で、通常の粘土（約60%程度）よりもやや高めで、耐化度を向上させるアルミナ（Al_2O_3）も22.3%で、通常の粘土にお

ける約15～18%よりも高く、耐火度には有利である。一方、鉱物成分（SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O）中の軟化性をもつ塩基性成分（CaO+MgO）が0.65%と少ない。耐火度を低下させると想定されるNa_2OとK_2Oの総量は2.5%と少な目である。灼熱減量（Ig.loss）は7.3%で、やや高い。また、チタニア（TiO_2）が0.86%検出されたので、少々砂鉄を含む粘土であることが推定される。耐熱性に有利であるシリカ，アルミナ成分量は相当量含まれている。耐熱性を低下させる塩基性成分やアルカリ金属成分も相対的に少ない胎土成分系である。

耐火度：次に、本資料の化学成分構成が、炉壁としての機能を十分に考慮した成分構成であるか否かを知るために、化学成分から本資料の耐火度の推算を行った。すなわち、これまでの粘土遺物の耐火度（ゼーゲルコーン溶倒温度）とその化学成分組成との関係を整理し、その相関性を調査することにより、粘土遺物の化学成分よりその耐火度を算出するための実験式を誘導した。その結果から、本資料の耐火度は約1680℃以上と推算された。

一方、耐火れんがの耐火度試験方法（JIS R 2204）による耐火度試験の結果、1500℃まで昇温しても、ゼーゲルコーン（標準三角錐）とともに白熱化してもビクともせず溶倒温度にはいたらなかった。本資料の耐火度は、1500℃以上であり、計算温度に近いものと推察される。

これは、古代製鉄関連の粘土の中では、その耐火度が最高に位置づけられ、高温の銑鉄を還元または溶融するには耐火度は十分に使用に耐える粘土であると考えられる。

産地推定：この羽口に使用された粘土が選別使用されたものかどうかは、更に周辺粘土との比較が必要である。そこで、その産地推定に関する解析を行った。

産地推定の検討は標準鉱物試料（国土地理院地質調査所・JG-1a）を基準に胎土中の特定微量元素、すなわちカリウム（K）とカルシウム（Ca）、ルビジウム（Rb）とストロンチウム（Sr）等の含有比を考察する三辻利一[5]の方法（K/Ca-Rb/Sr分布図）を利用して行った。

蛍光X線（EDX）によるK/CaおよびRb/Sr元素存在比を算出する手順として、硅素(Si)の強度(cps/μA)を基準として、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、ルビジウム(Rb)そしてストロンチウム(Sr)元素の強度比を計算し、次にこの値と標準鉱物試料で測定された強度とを比較し胎土中の元素存在比とした。その結果を表5にまとめて示した。

次に、表5の本資料のK/Ca値とRb/Sr値を公知の須恵器、土器等のK/Ca値とRb/Sr値[5]と比較した結果を図4に示した。解析結果から、本資料は三辻らの分類したグループ（大阪陶群、陸前群、美濃須衛群、出雲－伯耆群、筑紫群、中部地方グループ等）の大阪陶群・名古屋市東山Grにやや近いが、必ずしも一致していない。地元近隣の胎土分析データがないので明確な断定はできないが、恐らく他の地域から移入された粘土ではなく、地元近隣に位置する粘土を使用した可能性が高い。

以上の結果を総合すると、

①本資料の化学成分構成から、その耐火度が約1680℃前後と推算され、羽口粘土の耐火度としては十分に使用でき、

②その胎土は地元近隣に位置する粘土を使用した可能性が高い、と推定される。

資料No. 8　椀形滓（椀形鍛錬鍛冶滓）、着磁力：稍強、ＭＣ：有

外観：長さ84㎜×幅64㎜×厚さ28㎜、総重量175.6g。外観写真を図版4（1）に示す。上部は中凹で橙色の水酸化鉄と砂礫が固着している。下部は椀形に膨れ小空孔には砂礫が詰まっている。椀形鍛冶滓の完形品である。着磁力も稍強、一部にＭＣ反応も微弱であるが感応する。滓が露出している部分

は黒色発泡粗鬆な滓の性状を示している。

顕微鏡組織：資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面の顕微鏡ミクロ組織写真を図版４(2)(3)に示す。写真の前面の灰白色で繭玉状ウスタイト（Wustite：FeO）結晶と中間面に灰青色で短冊状の形状をしたファイヤライト（Fayalite:$2FeO \cdot SiO_2$）結晶があり、その背面に黒色をしているガラス相（非晶質）から本資料は構成されている。したがって、本資料の主要組織は、ウスタイトとファイヤライトおよび一部非晶質から構成されている。

Ｘ線回折：Ｘ線回折では、ファイヤライト、ウスタイトおよびマグネタイトの強いピークが検出された。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。全鉄62.0％に対して、ウスタイトは64.9％、ヘマタイトは16.3％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、20：80で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。反応ではウスタイトと鉄が生成していたであろう。また、金属鉄は0.14％と少ないので、金属鉄は殆ど銹化したと推察される。

滓化成分の指標となる造滓成分は17.3％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニアが0.14％で、バナジウムを0.003％含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.003％と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの組成分析結果（データ）を整理し、図１～３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの範囲に属する。図２では、砂鉄系鍛冶滓あるいは鉱石系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓の領域に位置する。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果を考慮すると、本資料は、砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推察される。

以上の結果を総合すると、

①この資料は椀形鍛錬鍛冶滓で、②鉄源には砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.９　鉄滓（椀形鍛錬鍛冶滓）着磁力：稍強、ＭＣ：無

外観：長さ52㎜×幅41㎜×厚さ32㎜、総重量90.1g。外観写真を図版４(4) に示す。小片２点を含む計3点の資料である。最大の資料を調査対象とする。全体に凹凸が激しく、水酸化鉄や灰との固着物に覆われ、20㎜程の木炭繊維痕孔もある。滓外面は黒灰色で発泡している。

顕微鏡組織：資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面の顕微鏡ミクロ組織写真を図版４(5)(6)に示す。写真の前面の灰白色で繭玉状ウスタイト結晶と中間面に灰青色で短冊状の形状をしたファイヤライト結晶があり、その背面に黒色をしているガラス相（非晶質）から構成されている。したがって、本資料の主要組織は、ウスタイトとファイヤライトおよび一部非晶質から構成されている。

Ｘ線回折：Ｘ線回折からファイヤライト、ウスタイトとマグネタイトの強いピークおよびゲーサイトが検出された。顕微鏡組織と一致している。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。全鉄58.0 ％に対して、ウスタイトは58.9％、ヘマタイトは17.8％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、23：77で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。反応ではウスタイトと鉄が生成していたであろう。また、金属鉄は0.14％ と少ないので、金属鉄は殆ど銹化したと推察される。

滓化成分の指標となる造滓成は22％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニアが0.17％で、バナジウムを0.010％含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.002％と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの組成分析結果（データ）を整理し、図１～

3に示した。本資料は、図1では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの範囲に属する。図2では、砂鉄系鍛冶滓あるいは鉱石系製錬滓グループに属する。図3では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓の領域に位置する。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびX線回折の結果を考慮すると、本資料は、砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推察される。

以上の結果を総合すると、①この資料は椀形鍛錬鍛冶滓で、②鉄源には砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.10　釘状（鉄釘状の錆化物）、着磁力：稍強、MC：無

外観：長さ68㎜×太径15㎜×細径10㎜、総重量13.2g。外観写真とX線透過写真を図版1に示す。完全に錆化して水酸化鉄と土の固着物瘤に覆われた鉄釘状資料。折片を接合してある。X線透過写真でも残存金属はない。細径先端部は孔になっているが、錆化鉄が水酸化鉄となり流出してしまったものであろう。

X線透過：X線透過写真では釘頭の幅 15㎜×長さ65㎜の角釘が原形のようである。X線透過写真ではひび割れが多く入っており、完全錆化資料で、原素材の釘が錆化してゲーサイトを生成していると推定される。中心部が緻密なゲーサイト相で、周辺部はややポーラスな錆化相（複雑な水酸化鉄相）と推定される。

したがって、No.10資料は、角状鉄釘の錆化物と推定される。

資料No.11　椀形滓（椀形鍛錬鍛冶滓＋鉄の混在物）、着磁力：強、MC：有

外観：長軸113㎜×幅83㎜×厚さ37㎜、総重量298.1g。外観写真、切断後の外観写真および透過X線写真を図版5(1)(2)(3) に示す。資料の中央部に大きな割れが発生している椀形鍛冶滓の完形品。残存金属鉄が錆化進行中である様相を呈する。上部は中凹平滑で薄茶色。水酸化鉄の付着はあるが少ない。下部には割れを中心に焦げ茶色のシミ状部分があり、この中に残存金属鉄の存在が示唆される。重量感のある資料である。他例でも重量感のある椀形鍛冶滓が割られているのは、残存金属鉄を探すための方法であることと関係がありそうである。

顕微鏡組織：資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面の顕微鏡ミクロ組織写真を図版5(4)(5)に示す。中心部に金属鉄が観察され、鉄組織は、炭素濃度が極めて低いフェライト（α-Fe）である。

鉄滓写真の前面は、灰白色で繭玉状ウスタイト結晶と中間面に灰青色で短冊状の形状をしたファイヤライト結晶があり、その背面に黒色（写真では光源の関係で赤色を呈している）のガラス相（非晶質）から本資料は構成されている。したがって、本資料の主要組織は、ウスタイトとファイヤライトおよび一部非晶質から構成されている。

X線回折：X線回折からウスタイト、ファイヤライトとマグネタイトの強いピークおよびゲーサイト、レピドクロサイト（γ-FeOOH）が検出された。

化学成分：化学成分分析の結果を表2に示す。全鉄58.2%に対して、ウスタイトは45.0%、ヘマタイトは32.8%で、Fe_2O_3とFeOの比率は、42：58で、平衡状態図からマグネタイトの存在領域に近い。酸化鉄の反応では、マグネタイト、ウスタイトが生成していたであろう。

滓化成分の指標となる造滓成分は19.2%である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニアが0.18%で、バナジウムを0.005%含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.008%と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの組成分析結果（データ）を整理し、図1～

3に示した。本資料は、図１では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの範囲に属する。図２では、砂鉄系鍛冶滓あるいは鉱石系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓の領域に位置する。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果を考慮すると、本資料は、砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推察される。

以上の結果を総合すると、①この資料は椀形鍛錬鍛冶滓で、②鉄源には砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.12　鉄滓（椀形鍛錬鍛冶滓）、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：長さ60㎜×幅32㎜×厚さ22㎜、総重量43.7g。外観写真を図版５(6) に示す。両端に割欠面のある椀形鍛冶滓片。上面は平坦でやや中凹。裏面は凹が激しく木炭繊維痕や砂が細部に入り込んでおり、試料採取には十分注意が必要。残存金属はない。

顕微鏡組織：資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面の顕微鏡ミクロ組織写真を図版５(7)(8)に示す。写真の前面の灰白色で繭玉状ウスタイト結晶と中間面に灰青色で短冊状の形状をしたファイヤライト結晶があり、その背面に黒色をしているガラス相（非晶質）から本資料は構成されている。したがって、本資料の主要組織は、ウスタイトとファイヤライトおよび非晶質から構成されている。

Ｘ線回折：Ｘ線回折からファイヤライト、ウスタイトとマグネタイトの強いピークが検出された。顕微鏡組織とほぼ一致している。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。全鉄55.9％に対して、ウスタイトは60.1％、ヘマタイトは12.8％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、18：82で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。酸化鉄の反応では、ウスタイトと鉄が生成していたであろう。また、金属鉄は0.25％ と少ないので、金属鉄は殆ど銹化したと推察される。

滓化成分の指標となる造滓成分は24.9％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニアが0.20％で、バナジウムを0.014％含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.002％と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの組成分析結果（データ）を整理し、図１～３に示す。本資料は、図１では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの範囲に属する。図２では、砂鉄系鍛冶滓あるいは鉱石系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓の領域に位置する。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果を考慮すると、本資料は、砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推察される。

以上の結果を総合すると、①この資料は椀形鍛錬鍛冶滓で、②鉄源には砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.13　羽口（鍛錬工程用羽口）、着磁力：無、ＭＣ：無

外観：長さ74㎜×外径60㎜（肉厚15㎜）×内径30㎜と推定される黒色溶融滓の付着する大小11点からなる羽口片で、総重量245.6gである。接合を試みたが３点のみ合致する。籾殻痕、藁で擦ったあとの摺痕、スサ（苫）痕等、資料は良く似ている。外観写真を図版３に示す。

羽口の外表面断面写真に円弧近似した結果、外径φ54×内径φ24と推定される。内径がφ24と小さく空気の送風量に限界があるので、精錬工程あるいは鍛冶工程に使用したものと推察される。

胎土分析：50.8g の資料から試料採取する。羽口片の胎土成分分析結果を表３に示す。シリカが63.3％で、通常の粘土（約60％程度）よりもやや高めで、耐化度を向上させるアルミナも22.0％で、

通常の粘土における約15～18%よりも高く、耐火度には有利である。一方、鉱物成分中の軟化性をもつ塩基性成分が0.53%と少ない。耐火度を低下させると想定される総量は2.4%と少な目である。灼熱減量は6.1%で、やや高い。また、チタニアが0.84%検出されるので、少々砂鉄を含む粘土であることが推定される。耐熱性に有利であるシリカ，アルミナ成分量は相当量含まれている。耐熱性を低下させる塩基性成分やアルカリ金属成分も相対的に少ない胎土成分系である。

耐火度：本資料の化学成分構成が、羽口としての機能を十分に考慮した成分構成であるか否かを知るために、化学成分から本資料の耐火度の推算を行った。本資料の耐火度は約1730℃以上と推算された。

一方、耐火れんがの耐火度試験方法（JIS R 2204）による耐火度試験の結果、1500℃まで昇温しても、ゼーゲルコーン（標準三角錐）はビクともせず溶倒温度にはいたらなかった。本資料の耐火度は、1500℃以上であり、計算温度に近いものと推察される。

これは、古代製鉄関連の粘土の中では、その耐火度が最高に位置づけられ、高温の銑鉄を還元または溶融する羽口としても十分に使用に耐える粘土であると考えられる。

産地推定：この羽口に使用された粘土が選別使用されたものかどうかは、更に周辺粘土との比較が必要である。そこで、その産地推定に関する解析を行った。

表５の本資料のK/Ca値とRb/Sr値を公知の須恵器、土器等のK/Ca値とRb/Sr値と比較した結果を図４に示した。図４の解析結果から、本資料は三辻らの分類したグループ（大阪陶群、陸前群、美濃須衛群、出雲－伯耆群、筑紫群、中部地方グループ等）の大阪陶群・名古屋市東山Grにやや近いが、必ずしも一致していない。地元近隣の胎土分析データがないので明確な断定はできないが、恐らく他の地域から移入された粘土ではなく、地元近隣に位置する粘土を使用した可能性が高い。

以上の結果を総合すると、

①羽口資料の化学成分構成は先のNo.7資料と類似し、その耐火度が約1730℃前後と推算され、高温の銑鉄溶融、還元あるいは鍛冶用の羽口粘土の耐火度としては十分に使用でき、

②その胎土は地元近隣に位置する粘土を使用した可能性が高い、と推定される。

資料No.14　鋳造剥片（粒状滓、鍛造剥片および小鉄塊片の混合物）、着磁力：強、ＭＣ：無

外観：磁選により収集されたと思われる微小資料(砂鉄や砂が主) と共に木炭や鉄滓の微片に混合した鍛造剥片・粒状滓を少量抽出した。総重量158.6gである。水酸化鉄に覆われた小鉄塊 (14㎜× 9㎜× 7㎜、3.0g 着磁力強) が含まれており、これらはＭＣ反応がある。これも調査対象とした。鍛造剥片は薄く脆いため殆どが微粉になってしまっていると考えられる。外観写真を図版６(1) に示す。

顕微鏡組織：資料（粒状滓）を樹脂に埋めこみ切断研磨した断面のマクロ組織写真を図版６(2) に示す。球形の中に多数の球状空孔があり、スラグ相には樹枝状のマグネタイト組織があり、ミクロ組織写真を図版６(4) に示す。鍛造剥片の顕微鏡ミクロ組織写真を図版６(6) に示す。全面が青白色のゲーサイト組織を示している。ＳＥＭ/ＥＤＸによる成分分析の結果では主成分はFe-O（鉄酸化物）で、僅かにC（炭素）、S（硫黄）が検出された。

小鉄塊のＬ（長さ）断面方向の顕微鏡ミクロ組織写真を図版６(5) に示す。鉄 - 炭素系のオーステナイト相を温度900～800℃から急冷して析出した組織（針状マルテンサイト相と初析セメンタイト相）が観察される。

したがって、No.14資料は、粒状滓、鍛造剥片および小鉄塊片の混合物であって、それらは製造工程

で急速に冷却されたと推察される。

資料No.15　鉄滓（椀形鍛錬鍛冶滓）、着磁力：強、ＭＣ：無

外観：長さ83㎜×幅62㎜×厚さ43㎜、総重量256.6g、計11点の資料である。外観写真を図版７(1)に示す。重量感のある鉄滓３点と軽量なガラス質滓５点、水酸化鉄に覆われた鉄滓小片３点が含まれる。鉄滓上部には割れ目のある水酸化鉄瘤に木炭片や鍛造剥片が付着した凹凸の激しい資料であり、水酸化鉄や砂が孔や凹部に詰まっている。これより小型な資料も同様な傾向を示している。66㎜×42㎜×20㎜の２番目に大きな資料を調査対象とする。

顕微鏡組織：資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面のミクロ組織写真を図版７(2)(3) に示す。写真の前面の灰白色で繭玉状ウスタイト結晶と中間面に灰青色でやや大きな短冊状の形状をしたファイヤライト結晶があり、その背面に黒色（写真では赤色も呈している）のガラス相（非晶質）から本資料は構成されている。したがって、本資料の主要組織は、ウスタイトとファイヤライトおよび一部非晶質から構成されている。

Ｘ線回折：Ｘ線回折からウスタイト、ファイヤライトとマグネタイトの強いピークおよびゲーサイト、レピドクロサイトが検出された。顕微鏡組織と一致している。

化学成分：化学成分分析の結果を表２に示す。全鉄46.7％に対して、ウスタイトは46.9％、ヘマタイトは14.5％で、Fe_2O_3とFeOの比率は、24：76で、平衡状態図からウスタイトの存在領域に近い。酸化鉄の反応では、ウスタイトと鉄が生成していたであろう。また、金属鉄は0.17％ と少ないので、金属鉄は殆ど銹化したと推察される。

滓化成分の指標となる造滓成分は37.0％である。砂鉄原料に含まれていたと考えられるチタニアが0.27％で、バナジウムを0.006％含有する。鉱石に含有される成分の一つである銅は0.001％と少ない。

一方、本資料の製造工程の位置づけとして、これまでの組成分析結果（データ）を整理し、図１～３に示した。本資料は、図１では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓グループの範囲に属する。図２では、砂鉄系鍛冶滓あるいは鉱石系製錬滓グループに属する。図３では、砂鉄系鍛錬鍛冶滓の領域に位置する。したがって、化学組成分析、顕微鏡観察およびＸ線回折の結果を考慮すると、本資料は、砂鉄系鍛錬鍛冶滓と推察される。

以上の結果を総合すると、この資料は①椀形鍛錬鍛冶滓で、②鉄源には砂鉄が使用された可能性もある、と推定される。

資料No.16　鉄滓（銹化鋳鉄片）、着磁力：稍弱、ＭＣ：無

外観：長さ83.7㎜×幅54㎜×厚さ17㎜、総重量11.7gである。外観写真を図版７(4)(5) に示す。切断後の外観写真を図版８(1) に示す。表裏とも橙色の水酸化が肉厚に覆っている偏平な板状資料で、割れが入っており、銹化進行中のように見える。平成11年11月（弊社分析調査報告書）「中名Ⅱ遺跡出土鉄滓・砂鉄・炉壁の分析・調査」において、資料番号１・台帳番号K950144の外表面は平板で、中空の資料がある。この資料とNo.16は、同じ断面形状をしている。

Ｘ線透過：Ｘ線透過写真では内部のほうが薄くなって空洞化しているような部分も見え、完全に銹化した鋳鉄の破片ではないかと推定される。Ｘ線透過写真では、亀裂が観察される。これは、銹化に伴う膨張により発生したものと推察される。Ｘ線透過写真を図版７(6) に示す。

顕微鏡組織：マクロ組織写真を図版８(2) に示す。資料を切断し、樹脂に埋めこみ研磨した断面のマクロ組織写真の全面に樹脂状で、青白色のゲーサイト相が観察される。したがって、本資料の主要

組織は、元来は鋳造組織のレーデブライト相であって、その炭素成分が残存し、鉄成分は銹化してゲーサイト相を生成している。

SEM観察：SEM/EDXにより切断面を観察した写真（16-1、16-2、16-3、16-4）を図版8（3）に示す。写真16-1と16-4は、元来ははフェライト（α-Fe）組織で、銹化してゲーサイトを生成していると推定される。写真16-2は、耐火物・陶器原料（斜長石）の破片（黒色を呈している台形：約100μm）が混在している。写真16-3は、鋳物組織のレーデブライト相の痕跡で、銹化してゲーサイト相を生成しているものと推察される。

したがって、No.16資料は、鋳造された鉄板状か筒状物が高温下で耐火物成分と接触し、かつ一部表面は脱炭反応を経過し、現在までに銹化して水酸化鉄（ゲーサイト）を生成している銹化鋳鉄片、と推定される。

4．まとめ

資料毎の調査結果および考察結果を以上に述べた、それらの結果を以下にまとめる。

本資料は、1）銹化物、2）鉄滓、3）羽口、4）混在物　に分類できる。

各資料は、以下の通り推察した。

1）銹化物は、資料No.1銅製入れ物（鞘）、No.2鋳鉄製（鍋脚）、No.3銅製（提子表面）、No.4鉄製（釘）、No.6鉄製（釘）、No.10鉄製（釘）とNo.16鋳鉄（鉄片）である。

No.1資料は、銅製板状入れ物（銹化銅製鞘）。

No.2資料は、ゲーサイト（水酸化鉄）を生成している鋳鉄銹化物。

No.3資料は、外表面は酸化銅、内部は純銅からなる銅片（提子表面）。

No.4、No.6、No.10資料は、鉄製釘の銹化物。

No.16資料は、板状または筒状の銹化鋳鉄片。

2）鉄滓は、資料No.8、No.9、No.11、No.12とNo.15である。

全て砂鉄系椀形鍛錬鍛冶滓と推定される。

3）羽口は、資料No.7とNo.13である。

化学成分から、その耐火度が約1680℃前後と推算され、鍛冶用の羽口胎土の耐火度として十分に選別されたと推定され、また、その胎土は地元近隣に位置する粘土を使用した可能性が高い。

羽口内径がϕ24㎜と小さいので、精錬工程あるいは鍛冶工程に使用と推察される。

4）混在物は、資料No.5とNo.14である。

No.5資料は、土師器片と鉄滓（砂鉄系鍛錬鍛冶滓）の混在物。

No.14資料は、粒状滓、鍛造剥片および小鉄塊片の混合物。

5．参考文献

1）窪田蔵郎著：『鉄の考古学』[雄山閣出版]（1986）

2）たたら研究会編：『日本製鉄史論集たたら研究会創立25周年記念論集』[たたら研究会]（1994）

3）佐藤知雄：炭素鋼の顕微鏡組織写真と解説［丸善］（1963.7）

4）西沢泰二、佐久間健人：金属組織写真集 鉄鋼材料編［日本金属学会］（1979.3）

5）三辻利一：胎土分析による土器の産地推定：蛍光X線法
古文化財編集委員会編：考古学・美術史の自然科学的研究［日本学術振興会］（1989）

6．参考

（1）鉄滓の顕微鏡組織について

鉄滓を構成する化合物結晶には、一般的に表のような鉱物組織がある。酸化鉄（Fe_2O_3、Fe_3O_4、FeO）、二酸化ケイ素（シリカ: SiO_2）、アルミナ（Al_2O_3）および二酸化チタン（TiO_2）を組み合せた化合物（固溶体）が多く、これら鉱物結晶は含有量にも依存するが、X線回折により検出され確認できる。鉄滓中の低融点化合物がガラス相（非晶質）を形成することがあり、X線回折では検出されない。

表A１　　鉄滓の顕微鏡鉱物組織とその観察状況

鉱物組織名（和）	鉱物名（英）	化学式	偏光顕微鏡観察状況
ヘマタイト	Hematite	α-Fe_2O_3	赤褐色～赤紫色
マーゲマイト	Maghemite	γ-Fe_2O_3	赤紫色～黒紫色
マグネタイト	Magnetite	Fe_3O_4	白青色、四角または多角盤状
ウスタイト	Wustite	FeO	灰白色、繭玉状または樹枝状
ファイヤライト	Fayalite	$2FeO \cdot SiO_2$	薄い青灰色、短冊状の長い結晶
ウルボスピネル	Ulvospinel	$2FeO \cdot TiO_2$	白色、四角～角形板状結晶
イルメナイト	Ilmenite	$FeO \cdot TiO_2$	白色、針状・棒状の長い結晶
シュードブルッカイト	Pseudobrookite	$FeO \cdot 2TiO_2$	白色、針状の結晶
ハーシナイト	Hercynite	$FeO \cdot Al_2O_3$	ウスタイト中に析出、ごま粒状。
ゲーサイト	Goethite	α-FeOOH	白～黄色、木目年輪状が多い。

（2）鉄さびの経年過程

（鉄さび層内の電気化学的酸化還元サイクル）

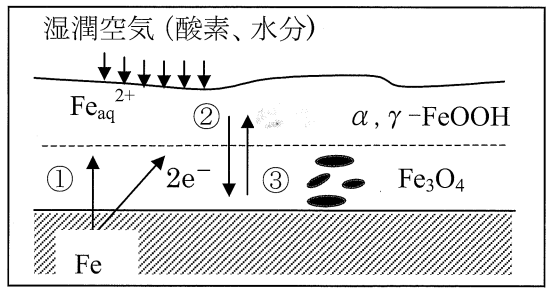
γ-FeOOH還元反応　（$2FeOOH = Fe_2O_3 \cdot H_2O$）

①$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

②$Fe^{2+} + 8\gamma\text{-}FeOOH + 2e^- \rightarrow 3Fe_3O_4 + 4H_2O$

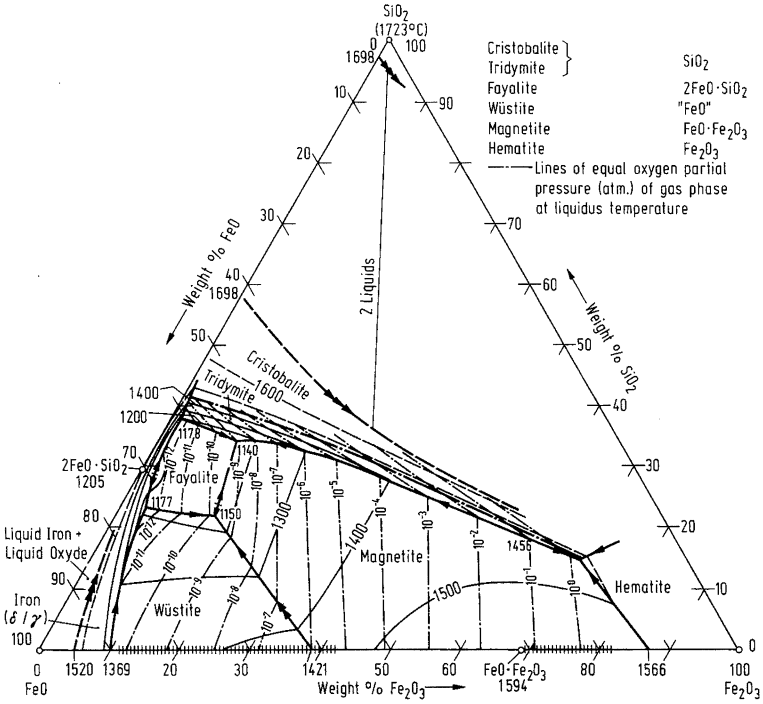
Fe_3O_4再酸化反応

③$3Fe_3O_4 + 3/4O_2 + 9/2\ H_2O \rightarrow 9(\alpha, \gamma)FeOOH$



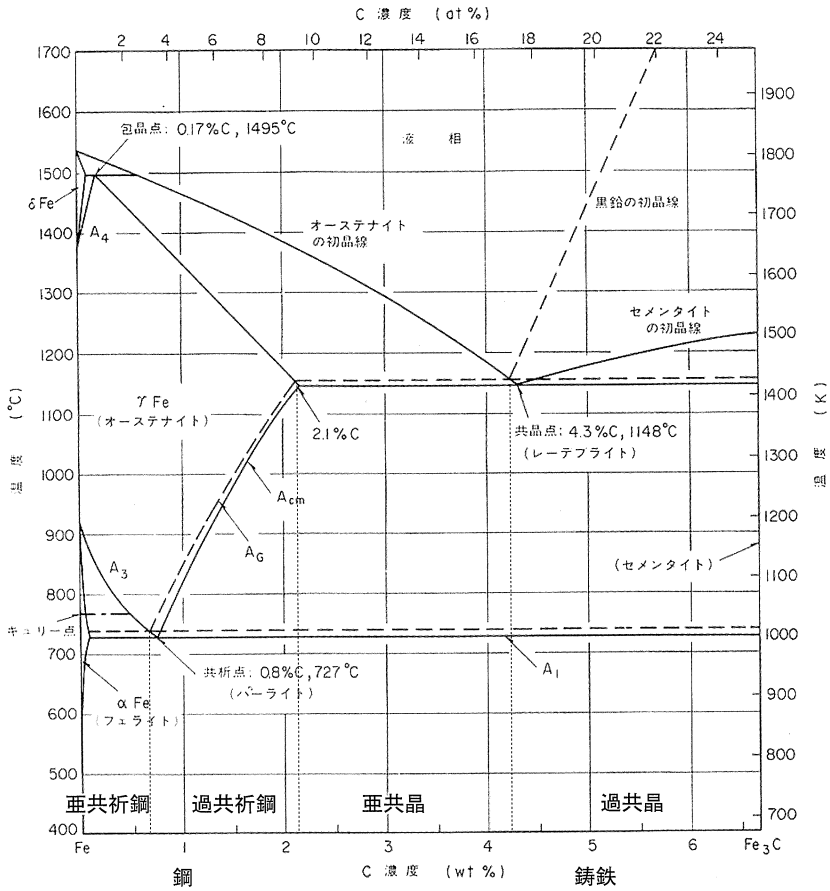
水と接触した金属鉄は水酸化鉄（$Fe(OH)_2$）またはよりアルカリ性水溶液ではオキシ水酸化鉄FeOOH（化学式$Fe_2O_3 \cdot H_2O$）（α-FeOOH、β-FeOOH、γ-FeOOH）として（③式）、沈殿する可能性がある。鉄水酸化物の水への溶解度、空気中酸素との反応によって、それらの安定性が異なる。安定なゲーサイト（Goethite: α-FeOOH）が遺物中に残存し、観察されることが多く、化合水を数%含む。オキシ水酸化鉄（γ-FeOOH：レピドクロサイト: lepidocrocite）が還元される（①②式）とマグネタイト（magnetite :Fe_3O_4）になる。X線回折では、ゲーサイトとマグネタイトが共存して検出（回折）される。また、ゲーサイト（α-FeOOH）は約200℃で脱水して、ヘマタイト（hematite:赤鉄鉱α-Fe_2O_3）になる。上の図・式に、鉄さびの経年過程を示す。

（3）鉄滓の平衡状態図



FeO-Fe_2O_3-SiO_2 系状態図（by Osborn and Muan）:Slag Atlas
［ドイツ鉄鋼協会］(1981) [Verlag Stahleisen] Düsseldorf, Fig. 106, p,76

（4）Fe－C系状態図



7．図表・図版

表１　調査資料と調査項目（道場Ｉ遺跡出土資料）

No.	資料記号 実測番号 台帳番号	資料・種別	原素材	重量g	着磁力	MC反応	成分分析	外観写真	組織写真	X線回折	X線透過	耐火度	SEM
1	X93Y191 図面番号180 K980266	板状入れ物⇒ 銹化した銅製鞘	銅	11.4	稍強	有	△	○			○		
2	X105Y191 図面番号182 K980293	鍋の足？⇒ 鋳鉄銹化物	鋳鉄	114.4	強	無		○	○		○		○
3	X99Y155 図面番号181 K980369	提子⇒ 銅製提子の銹化表面層	銅	11.0	無	有	△	○					○
4	SK045 図面番号049 K980115	棒状⇒ 角釘状銹化物	鉄	21.4	稍弱	無		○			○		
5	SX11 K980138	鉄滓⇒銹化鉄片、土師器片と鉄滓の混在物	鉄滓	16.1	稍強	無	○	○	○	○			
6	SX11 図面番号097 K980137	棒状⇒ 銹化釘と鉄塊物	鉄	6.3	稍強	無		○			○		
7	SD103 K980133	羽口⇒ 鍛錬工程用羽口	胎土	266.0	無	無	◎	○				○	
8	SR01 K980153	椀形滓⇒ 椀形鍛錬鍛冶滓	鉄滓	175.6	稍強	有	○	○	○	○			
9	SK239 K980059	鉄滓⇒ 椀形鍛錬鍛冶滓	鉄滓	90.1	稍強	無	○	○	○	○			
10	SK260 K980067	釘状⇒ 釘状銹化物	鉄	13.2	稍弱	無		○			○		
11	SD111 図面番号122 K980006	椀形滓⇒ 椀形滓+鉄の混在物	鉄滓	298.1	強	有	□	○	○	○	○		
12	SD118 K980058	鉄滓⇒ 椀形鍛錬鍛冶滓	鉄滓	43.7	稍弱	無	○	○	○	○			
13	SK355 図面番号100 K980140	羽口⇒ 鍛錬工程用羽口	胎土	245.6	無	無	◎	○				○	
14	SK355 K980371	鋳造剥片⇒ 粒状滓、鍛造剥片、 小鉄塊の混合	鉄	158.6	強	無		○	○				
15	SK355 K980014	鉄滓⇒ 椀形鍛錬鍛冶滓	鉄滓	256.6	強	無	○	○	○	○			
16	SK452 図面番号111 K980053	板状⇒ 銹化鋳鉄片	鋳鉄	11.7	稍弱	無		○	○		○		○

註(1) 資料の名称、番号、資料種別は貴センター記載資料による。
(2) ○は、観察・測定調査の実施項目を示す。
化学成分では、○：鉄滓の化学分析、◎：胎土の化学分析、□：金属鉄の化学分析、△：蛍光Ｘ線（EDX）分析を示す。
(3) ＭＣ反応とは、メタルチェッカー（金属探知機）による残存金属の有無を示す。

・化学成分分析

表２－１　道場Ｉ遺跡出土鉄滓の化学成分分析結果　（%）

資料No.	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	比率（%）	
											Fe_2O_3	FeO
5	36.9	0.36	2.86	49.1	29.0	6.48	0.76	0.48	1.07	1.22	94.5	5.5
8	62.0	0.14	64.9	16.3	11.2	2.98	1.25	0.55	0.39	0.92	20.1	79.9
9	58.0	0.14	58.9	17.8	15.0	3.25	1.58	0.73	0.32	1.04	23.2	76.8
11	58.2	0.22	45.0	32.8	12.7	3.30	1.10	0.56	0.39	1.11	42.2	57.8
12	55.9	0.25	60.1	12.8	15.6	3.73	2.79	1.13	0.50	1.10	17.6	82.4
15	46.7	0.17	46.9	14.5	26.9	5.70	1.45	0.83	1.00	1.16	23.6	76.4

表２－２　道場Ｉ遺跡出土鉄滓の化学成分分析結　（%）

資料No.	TiO_2	MnO	P_2O_5	Co	C.W.	C	V	Cu	造滓成分%	TiO_2/T.Fe	MnO/TiO_2
5	0.25	0.20	2.00	0.001	4.59	1.34	0.009	0.004	39.0	0.007	0.800
8	0.14	0.04	0.10	0.013	0.43	0.02	0.003	0.003	17.3	0.002	0.286
9	0.17	0.08	0.49	0.008	0.83	0.03	0.010	0.002	21.9	0.003	0.471
11	0.18	0.05	0.14	0.018	1.67	0.11	0.005	0.008	19.2	0.003	0.278
12	0.20	0.08	0.77	0.016	0.39	0.03	0.014	0.002	24.9	0.004	0.400
15	0.27	0.05	0.14	0.004	0.70	0.07	0.006	0.001	37.0	0.006	0.185

C.W.：化合水、造滓成分＝SiO_2+Al_2O_3+CaO+MgO+Na_2O+K_2O

表３　道場Ｉ遺跡出土羽口胎土の化学成分分析結果　（%）　および耐火度

成分／資料No.	T. Fe	FeO	Fe_2O_3	C.W.	SiO2	Al_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	MnO
7	2.02	0.29	2.57	5.28	62.8	22.3	0.29	0.36	0.86	0.05
13	2.73	0.36	3.50	4.30	63.3	22.0	0.23	0.30	0.84	0.04

成分／資料No.	Na_2O	K_2O	C	Igloss	f（x）	推定耐火度 y cal	測定耐火度 y obs
7	0.60	1.93	0.48	7.27	6.8	1,680 ℃	1,500 ℃以上
13	0.56	1.85	0.37	6.08	7.3	1,730 ℃	1,500 ℃以上

耐火度（ゼーゲルコーン溶倒温度y（℃））　y＝111 f(x)+927.8

f(x)＝(25.8Al_2O_3+5.2SiO_2)/(146MgO+448MnO+12.5T.Fe+10.4TiO_2+78.6CaO)

表４　道場Ｉ遺跡出土鉄器の化学成分分析結果　（%）

成分 / 資料No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni
11	0.05	0.018	0.001	0.015	0.003	0.013	0.034

成分 / 資料No.	Cr	Al	V	Ti	Ca	Mg
11	<0.001	0.005	<0.001	0.004	0.004	0.001

表５　羽口胎土中の特定元素の存在比

資料No.	標準資料JG-1aに対する元素比				元素存在比	
	Ca	K	Rb	Sr	K/Ca	Rb/Sr
7	0.262	0.6914	0.915	0.47	2.64	1.95
13	0.206	0.6558	0.953	0.51	3.18	1.87

・出土鉄滓資料の分類まとめ

表６　鉄滓資料のＸ線回折鉱物と製造工程の分類

No.	資料の種別	Ｘ線回折鉱物	製造工程の分類	出土遺構記号
5	鉄滓	H, M, W, G	銹化鉄片、土師器片と鉄滓の混在物	SX01、K980138
8	椀形滓	W, F, M	鍛錬鍛冶滓	SR01、K980153
9	鉄滓	W, F, M, G	鍛錬鍛冶滓	SK239、K980059
11	椀形滓	W, F, M, G	椀形滓＋鉄の混在物	SD111、図面番号121、K980006
12	鉄滓	W, F, M	鍛錬鍛冶滓	SK355、K980140
15	鉄滓	W, F, G	鍛錬鍛冶滓	SK355、K980014

組織記号：W（ウスタイト：Wustite-FeO），F（ファイヤライト：Fayalite-Fe_2SiO_4），M（マグネタイト：Magnetite-Fe_3O_4），H（ヘマタイト：Hematite-Fe_2O_3）、G（ゲーサイト：Goethite-FeOOH）

・鉄滓の製鉄工程上の分類

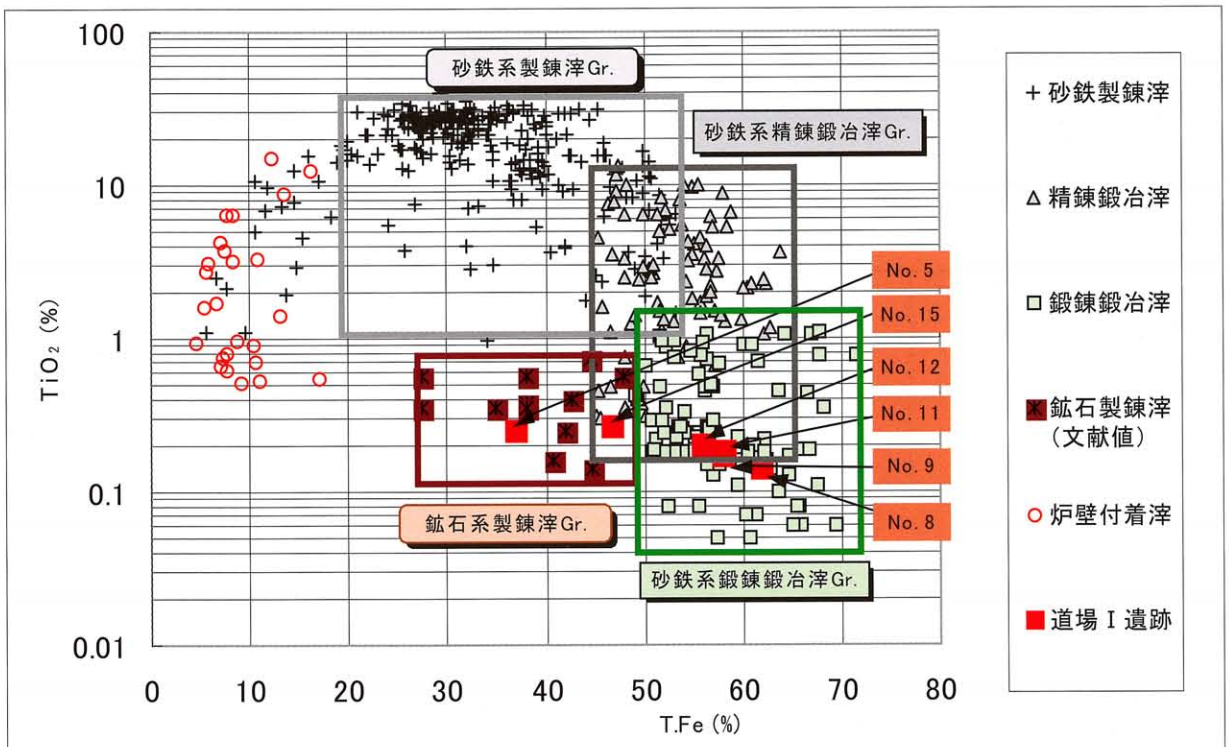


図1　出土鉄滓類の全鉄量と酸化チタン量の分布図

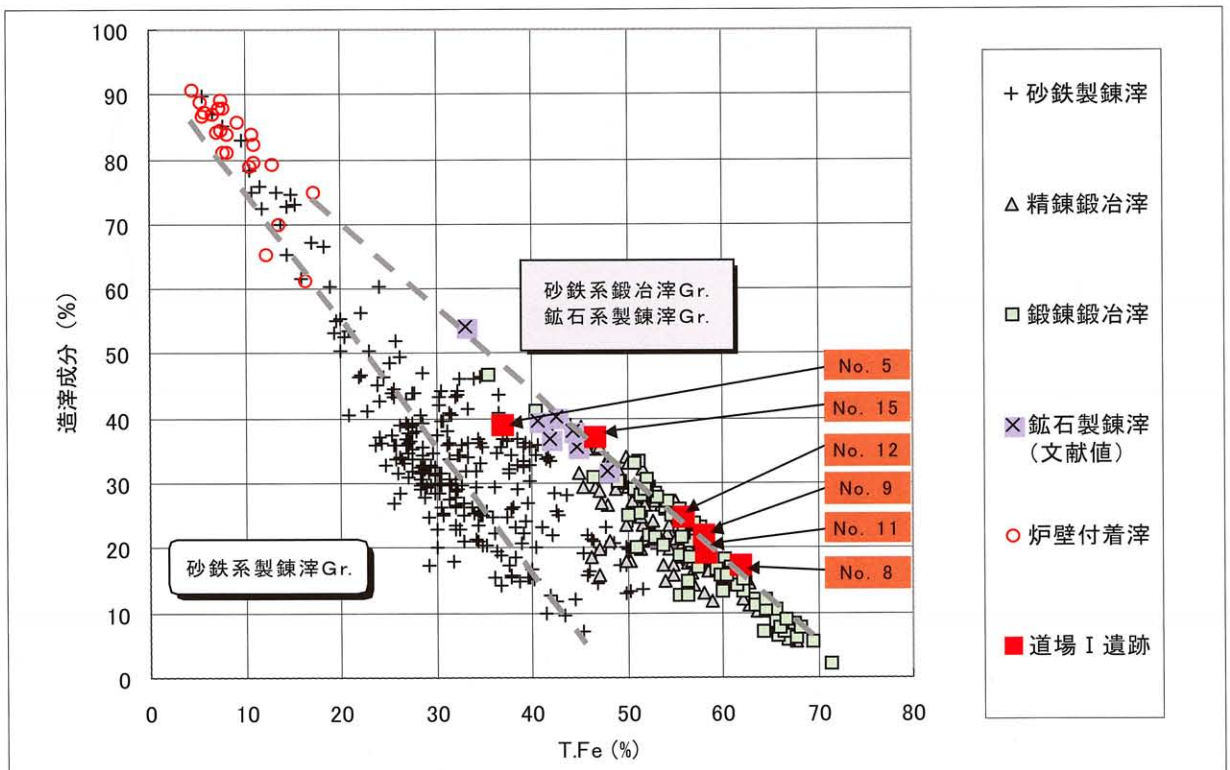


図2　製錬滓と鍛冶滓の分類

・鉄滓の製鉄工程上の分類

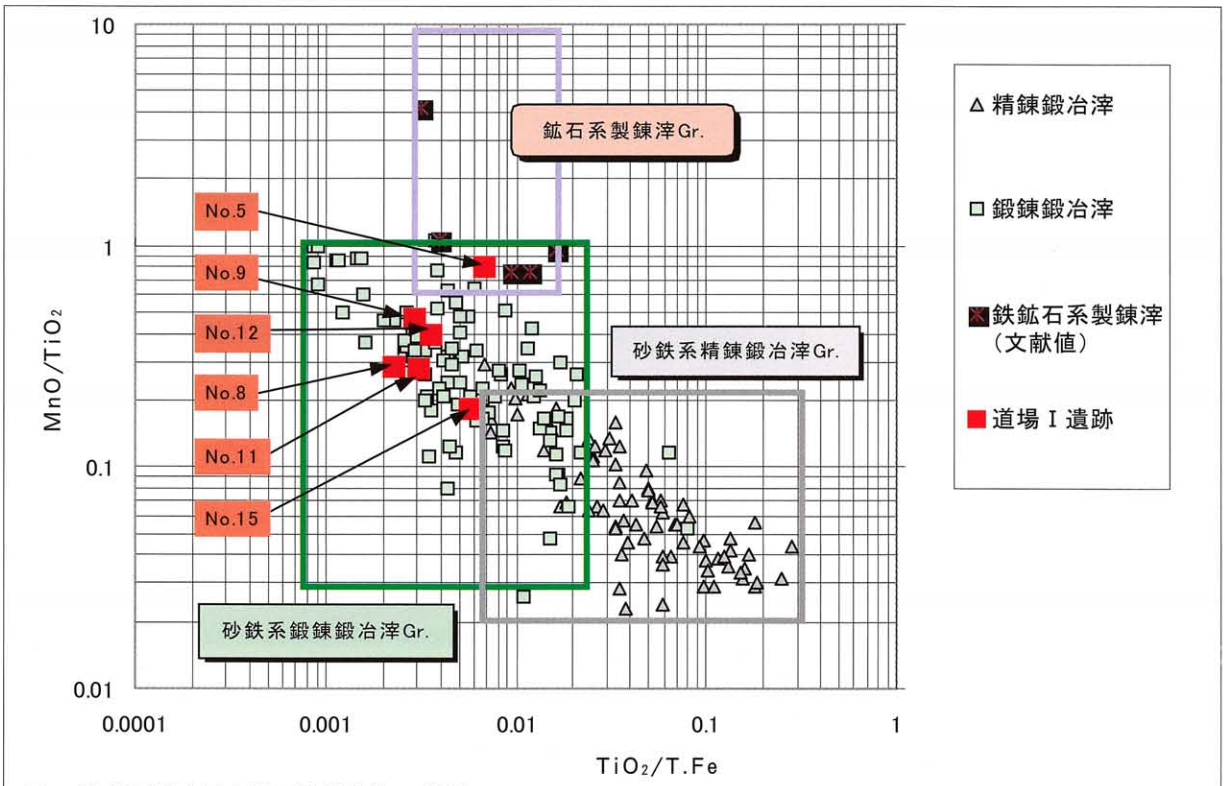


図3　砂鉄系鍛冶滓と鉱石系製錬滓の分類

・胎土の産地推定

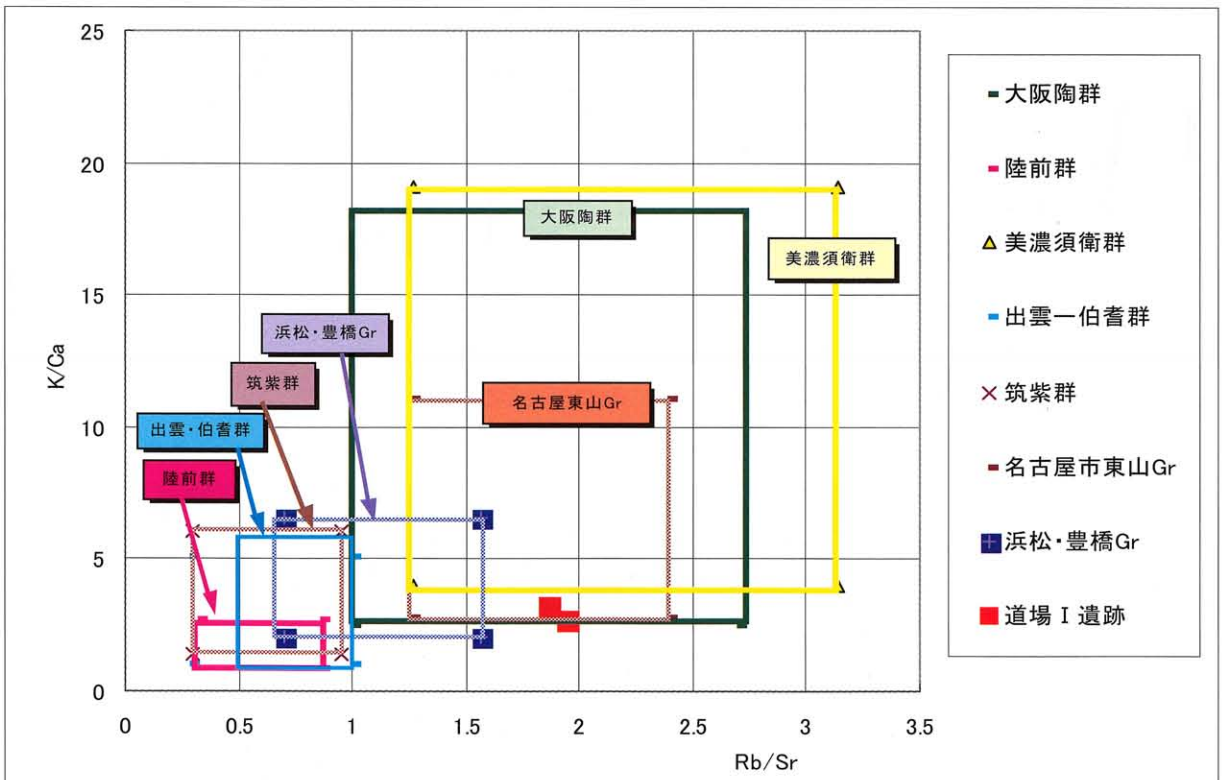
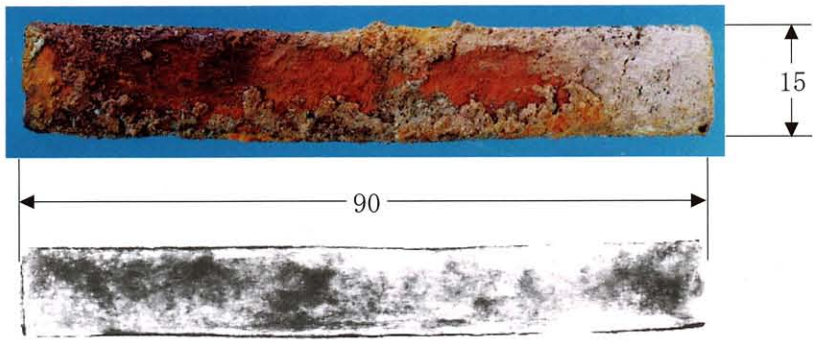


図4　K/Ca-Rb/Sr分布図による羽口粘土の産地推定分析結果

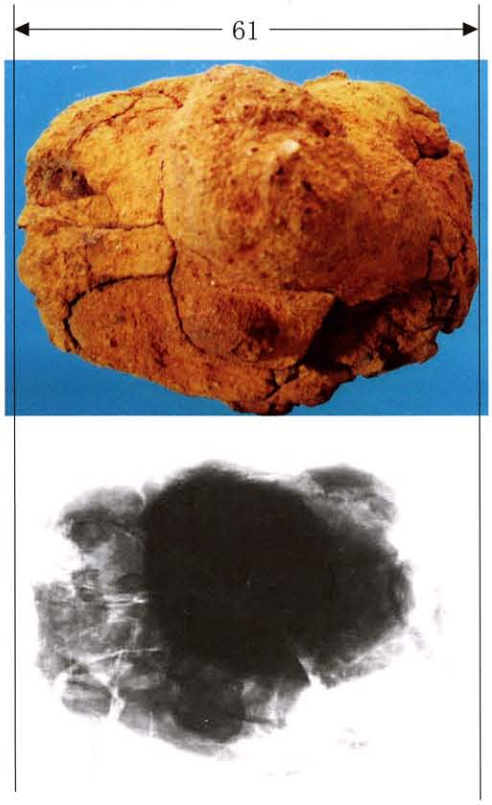
図版１

外観写真とＸ線透過写真（資料No. １、No. ２、No. ４、No. ６、No. 10）

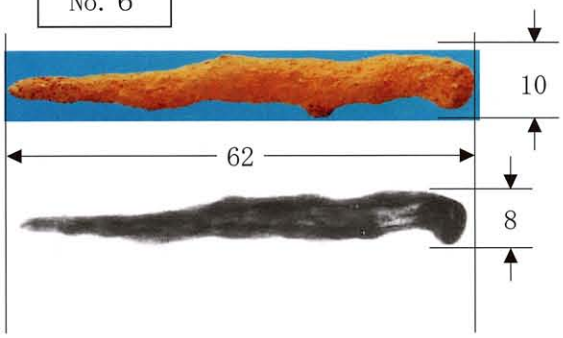
No. 1



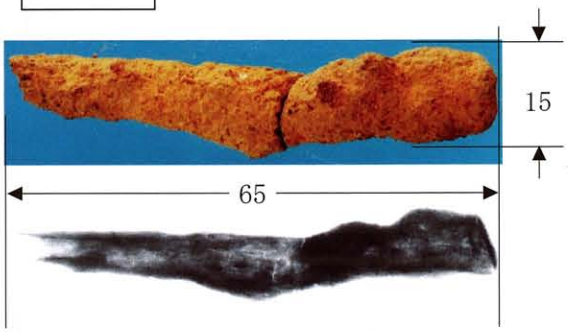
No. 2



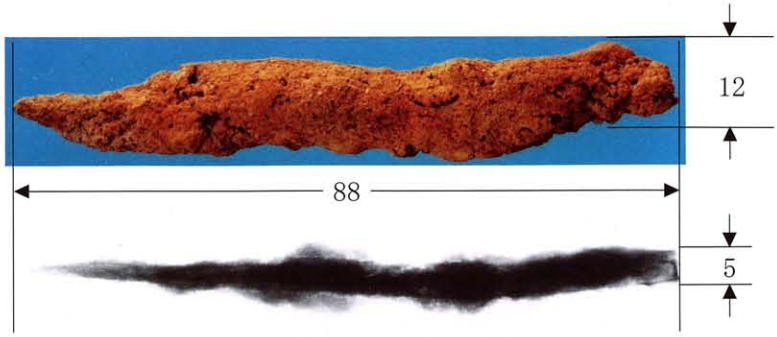
No. 6



No. 10

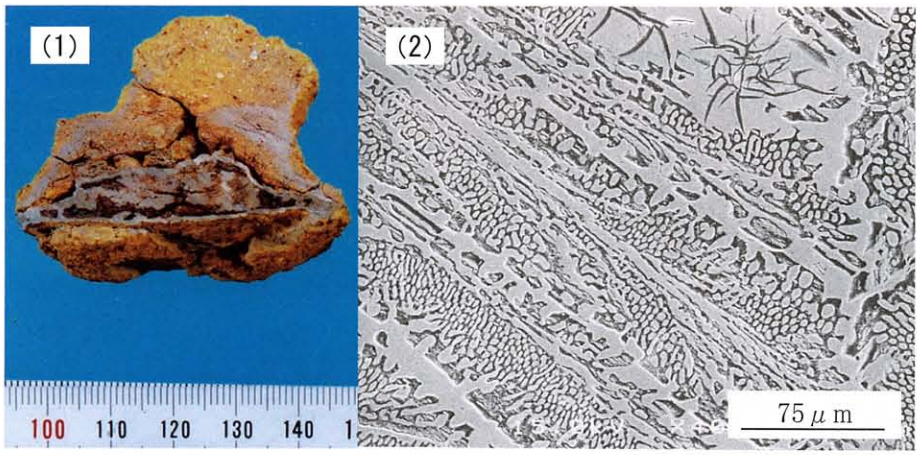


No. 4

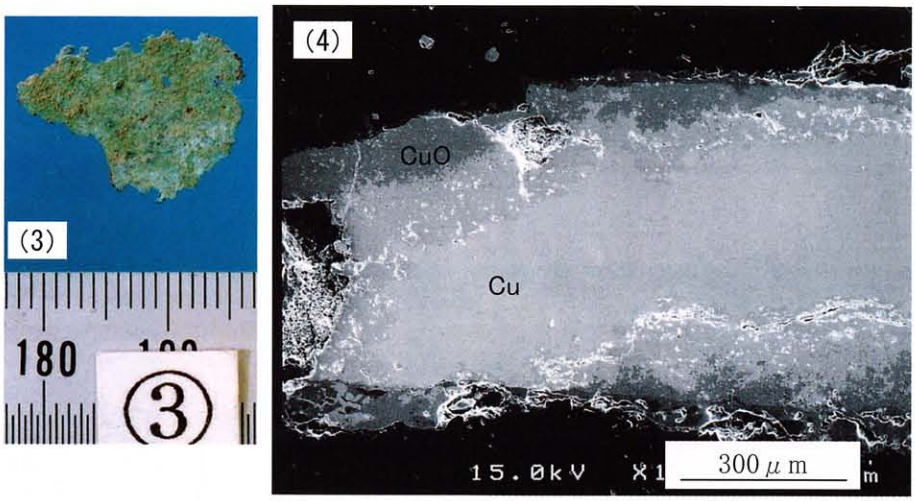


図版２　錆化金属片資料（資料No. ２、No. ３、No. ５）

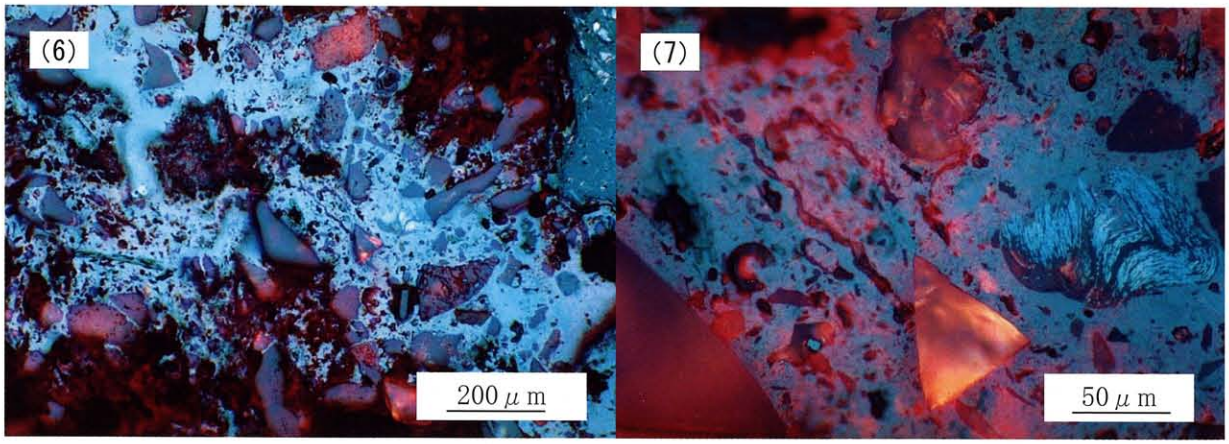
(1) 資料No. 2
切断後の外観写真
(鋳鉄錆化物)
(2) 資料No. 2
ミクロ組織写真
(レーデブライト)



(3) 資料No. 3
外観写真
(銅製提子の錆片)
(4) 資料No. 3
切断面のSEM-EDX観察
(酸化物層CuO、金属銅Cu)



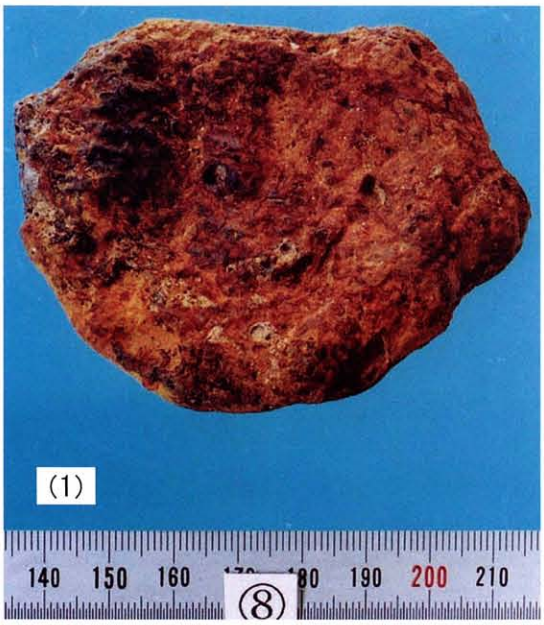
(5) 資料No. 5
外観写真(銹化鉄、胎土片、鉄滓の混在物)
(6) ミクロ組織写真（ガラス質）
(7) ミクロ組織写真（ガラス質）

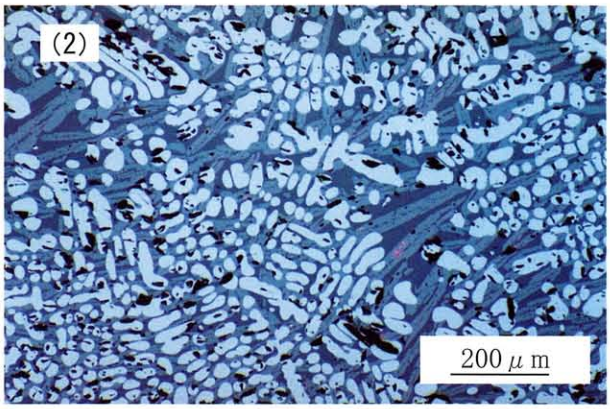


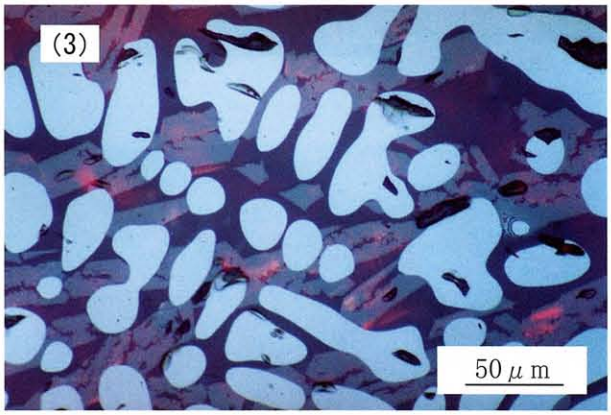
図版３　羽口片資料（資料No. ７、No. 13）

図版４　鉄滓資料（資料No. ８、No. ９）

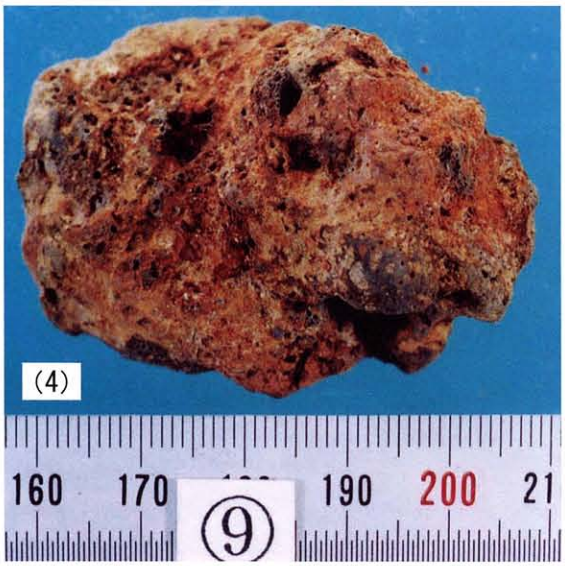
（1）資料No. 8 椀形鍛冶滓
（2）資料No. 8
ミクロ組織写真（ウスタイト、ファイヤライト）
（3）資料No. 8 ミクロ組織（拡大）

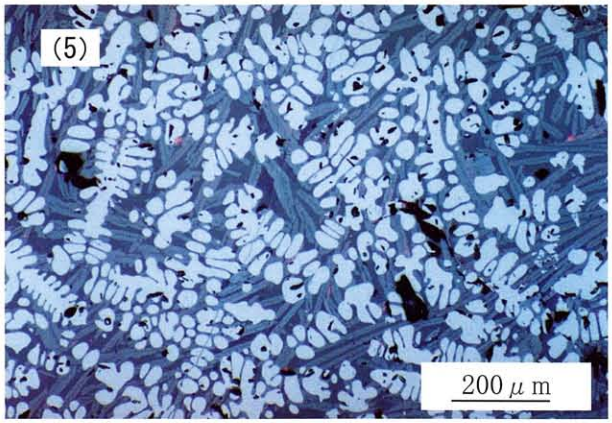


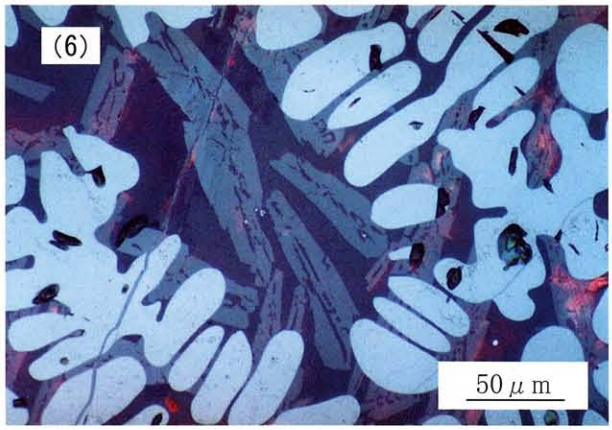




（4）資料No. 9
椀形鍛冶滓の外観写真
（5）資料No. 9
ミクロ組織写真（ウスタイト、ファイヤライト）
（6）資料No. 9 ミクロ組織（拡大）

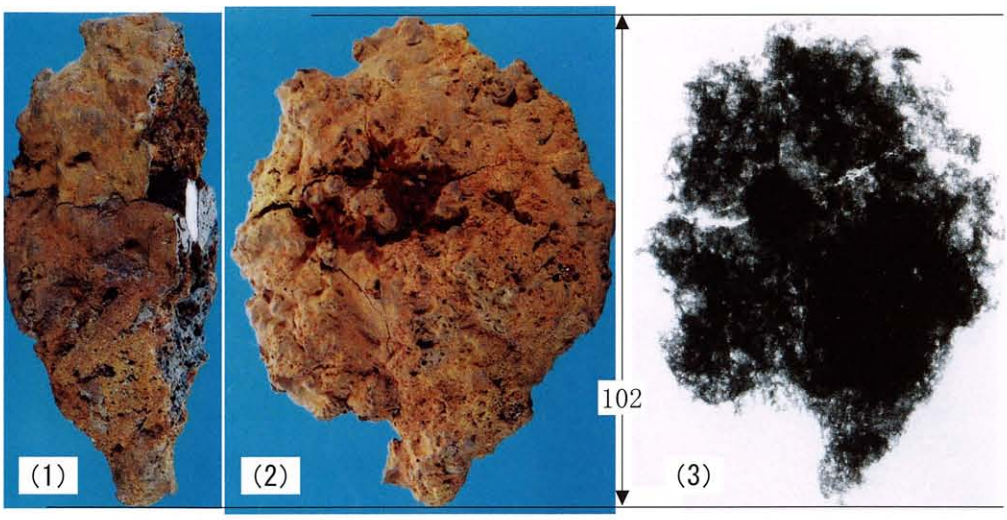


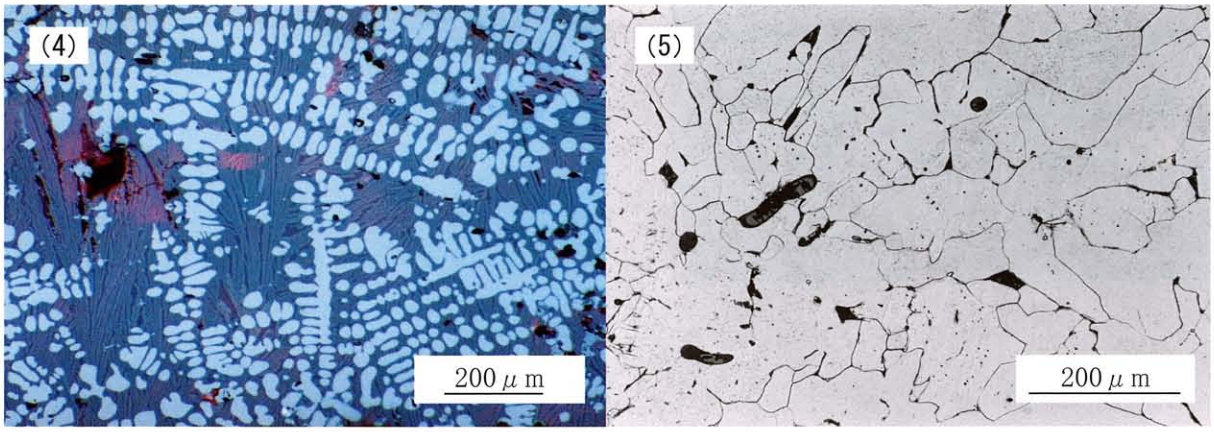




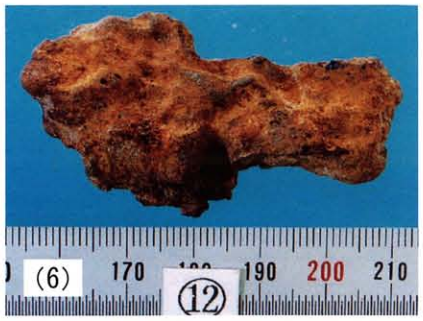
図版５　鉄滓資料（資料No. 11、No. 12）

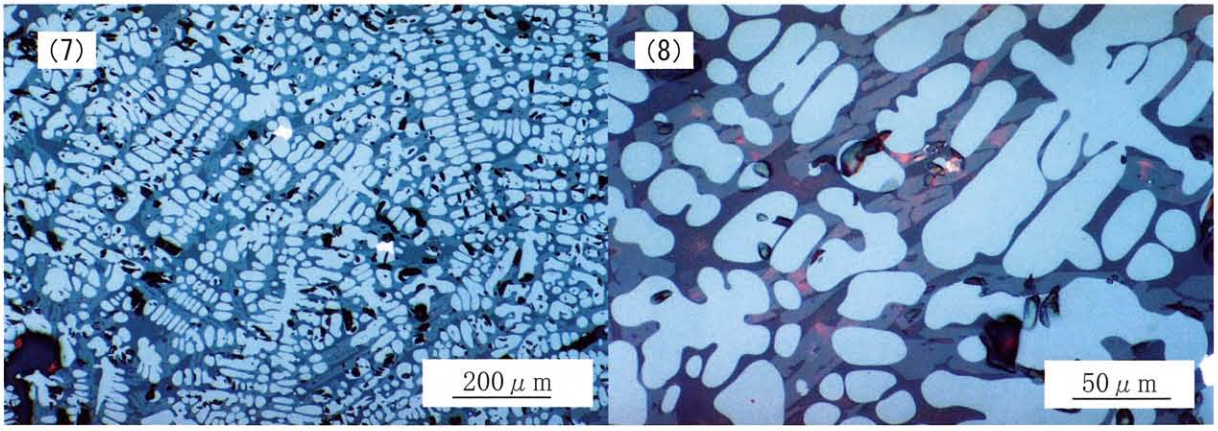
No.11
椀形鍛冶滓
(1)(2) 外観写真
(3) X透過写真
(4) 鉄滓のミクロ組織（ウスタイト、ファイヤライト）
(5) 残鉄のミクロ組織（フェライト）





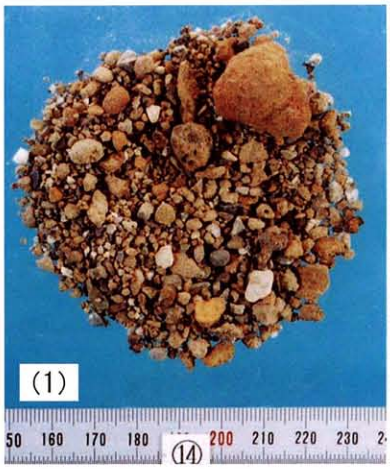
No.12　椀形鍛冶滓
(6) 外観写真
(7) 鉄滓の
　ミクロ組織（ウスタイト、ファイヤライト）
(8) 鉄滓の
　ミクロ組織（拡大）

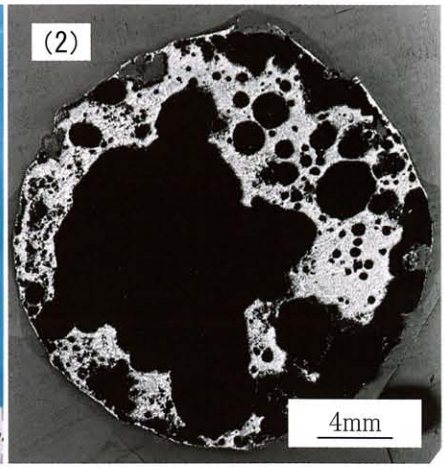


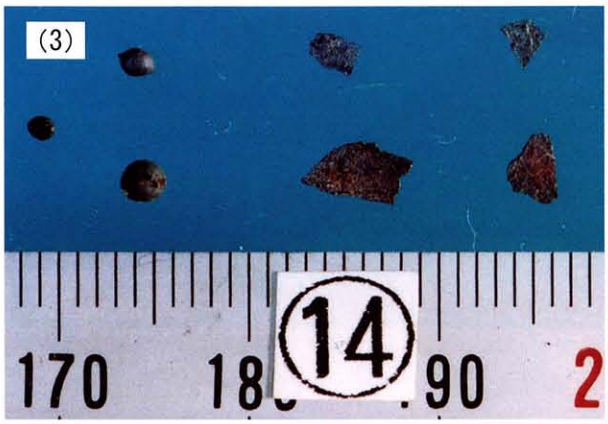


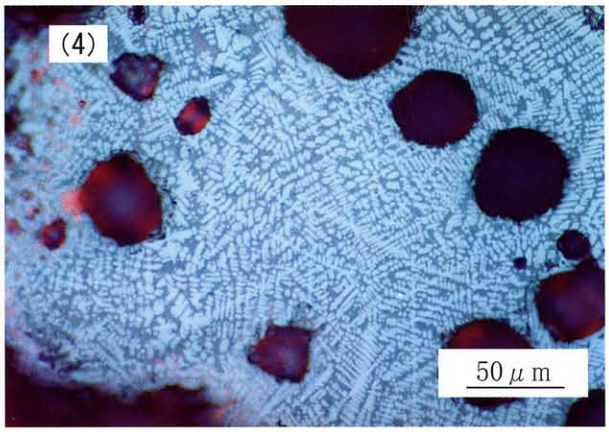
図版６　粒状滓・小鉄塊・鍛造剥片の混合物資料（資料No. 14）

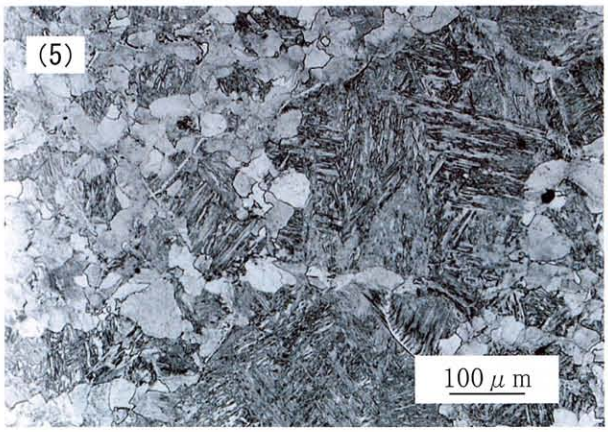
No.14　粒状滓、小鉄塊、
　　鍛造剥片の混合物
(1) 外観写真
(2) 粒状滓（大）の
　　マクロ組織
(3) 対象試料の 外観写真
(4) 粒状滓のミクロ組織
(5)(6) 小鉄塊のミクロ組織
　　針状マルテンサイト組織
　　(急冷組織)
(7)(8) 鍛造剥片の
　　ミクロ組織(ウスタイト)

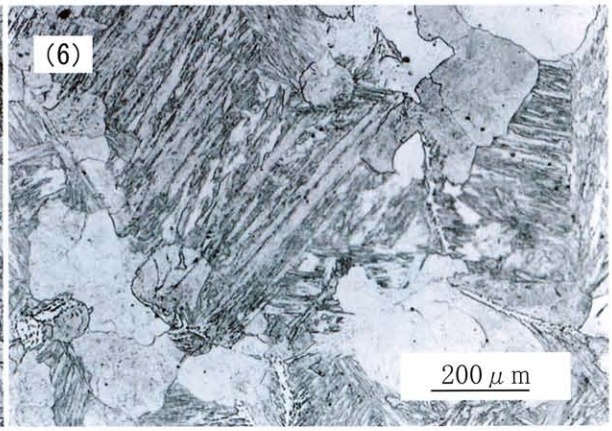


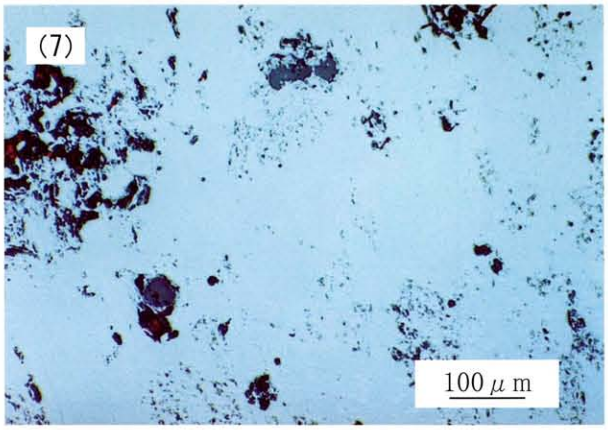


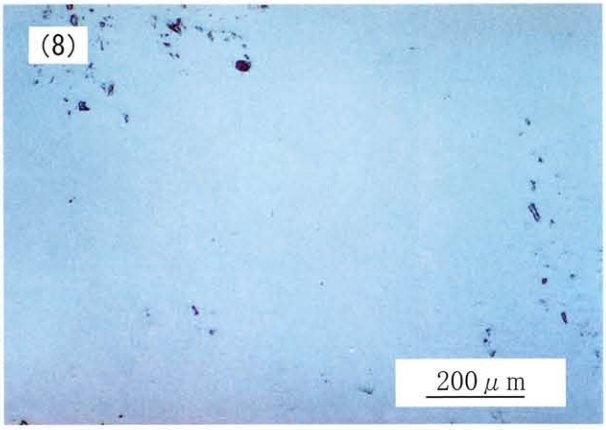






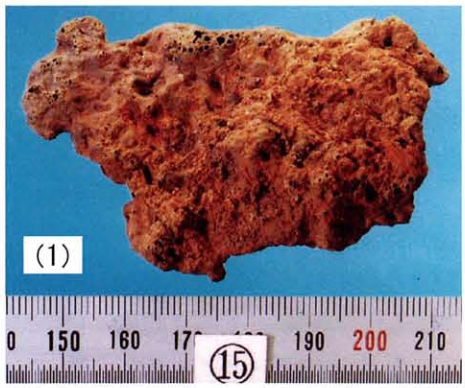


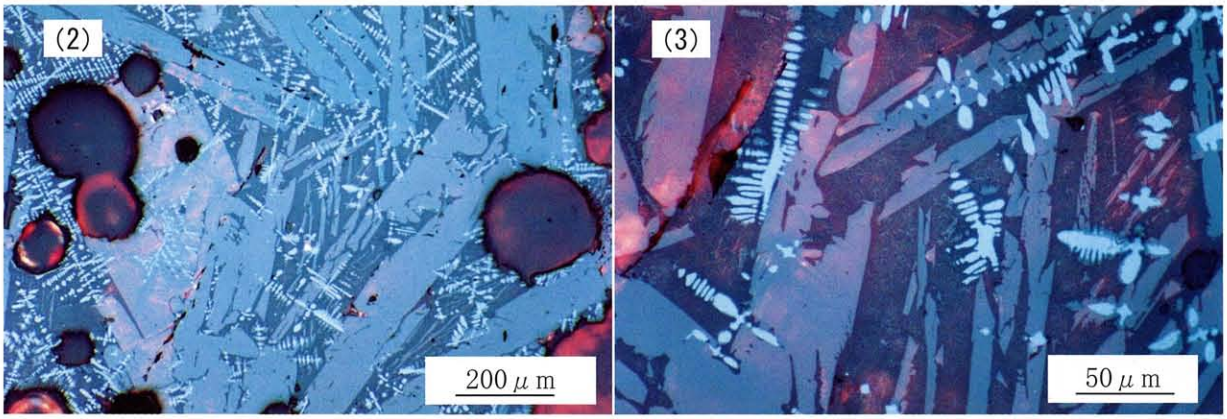




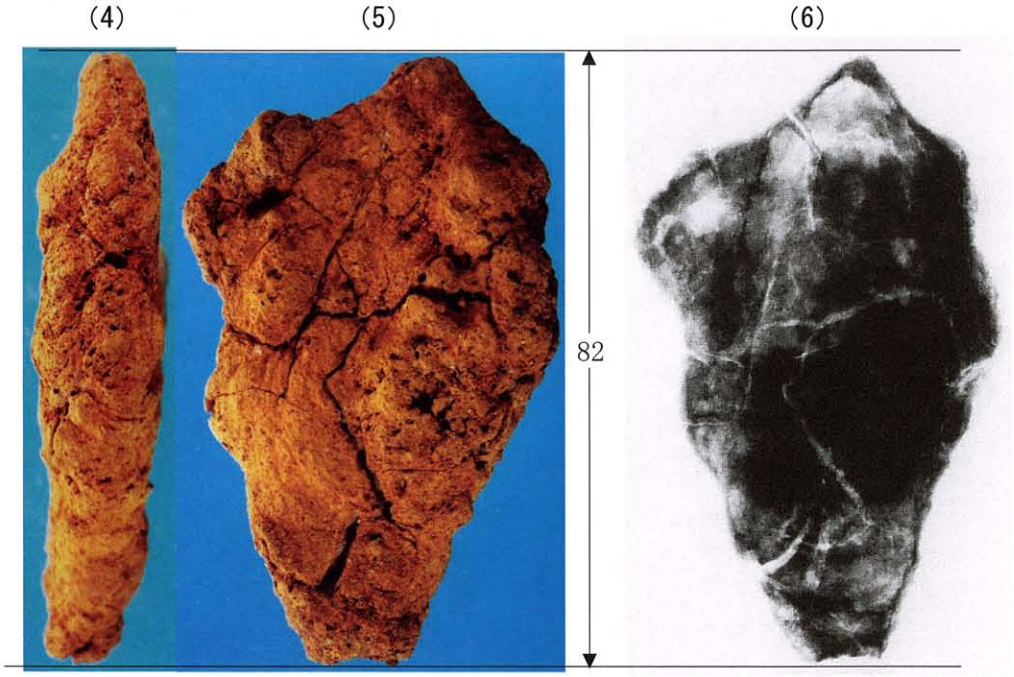
図版７　鉄滓資料（資料No. 15）**と銹化鉄片資料**（資料No. 16）

No.15　椀形鍛冶滓
(1) 外観写真
(2) 鉄滓の
　　ミクロ組織（ファイヤライト、ウスタイト）
(3) 鉄滓のミクロ組織（拡大）





No.16　銹化鋳鉄片
(4) 外観写真（側面）
(5) 外観写真（上面）
(6) Ｘ線透過写真

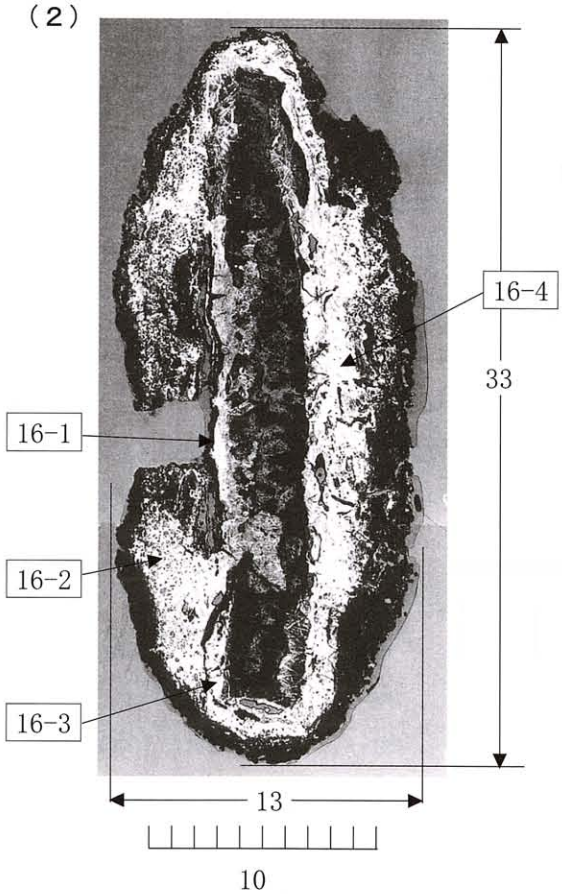


図版８　銹化鉄片資料（資料No. 16）

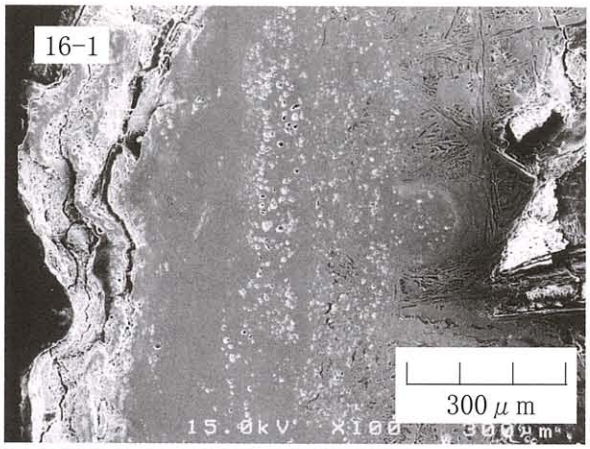
No.16　銹化鋳鉄片
(1) 外観写真（切断後）
(2) マクロ写真
(3) SEM観察
(16-1) 銹化鉄（ゲーサイト）
(16-2) 陶器片・原料
(16-3) 鋳鉄（レーデブライト）
(16-4) 銹化鉄（ゲーサイト）

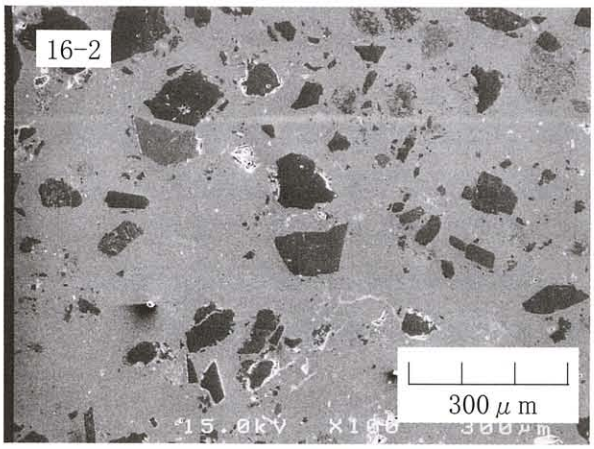
（1）

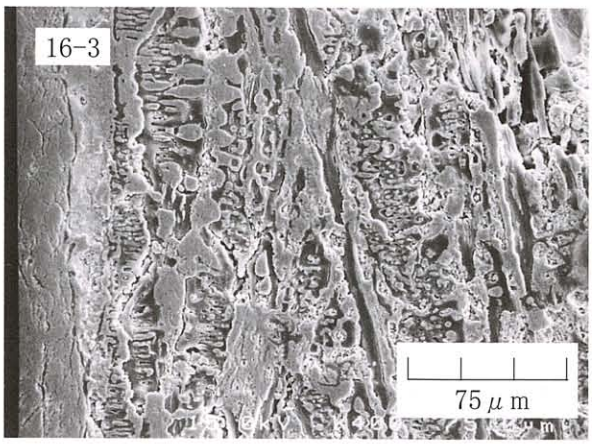
（2）

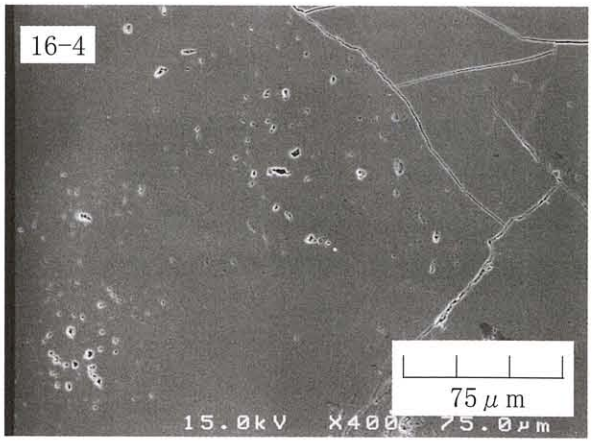


（3）









Ⅲ　中名Ⅴ遺跡・砂子田Ⅰ遺跡出土漆器の科学分析

漆器文化財科学研究所　四柳嘉章

Ⅰ．はじめに

神通川右岸に立地する遺跡（富山県婦中町所在）には、中名Ⅴ遺跡、中名Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡、道場Ⅰ遺跡、道場Ⅱ遺跡、持田Ⅰ遺跡、持田Ⅱ遺跡などがあり、いずれも中世村落の動向を探るうえで重要な遺跡である。今回は中名Ⅴ遺跡（平成８年度調査）および砂子田Ⅰ遺跡Ｂ地区（平成12年度調査）出土漆器の科学分析を行ったので、調査結果を報告する。

Ⅱ．分析の方法

漆器は階層や価格に応じた各種の製品が生産され、その品質が考古学的には所有階層復元の手がかりとなる。この品質差を材料や技術的側面から評価する場合、肉眼による表面観察では使用や廃棄後の劣化を含めた表面の塗りと加飾部分でしか判断できず、それも専門的な経験に左右される。しかし漆器本来の耐久・堅牢性は塗装工程にあり、この塗膜の下に隠された情報は、塗膜分析によって引き出される。

塗膜分析は漆器の内外面数箇所から数㎜の塗膜片を採取し実体顕微鏡で観察した後、ポリエステル系樹脂に包埋後その断面を研磨のうえプレパラートに接着し、さらに研磨を加えて（♯100～3000）金属・偏光顕微鏡で観察する方法である。サンプルである手板試料と比較検討しながら、漆や下地材料の同定を行うが、これによって表面観察ではわからない時代的地域的な、漆器の特色、製品の品質が把握できるので、遺跡における所有階層の推定やデータが集積されれば製品の流通問題にも迫ることができる。また塗料の直接的な分析は、赤外線を固有の振動をしている分子に波長を連続的に変化させて照射して、分子構造を解析するフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）を用いた[1]。

なお、本稿で用いる用語については基本的には漆工用語に従うこととし、意味が曖昧で誤解をまねくものについては、以下のように規定して使用する。

①赤色漆

赤色の主な顔料である朱（HgS）やベンガラ（Fe_2O_3）が未同定の場合には「赤色漆（未同定）」と最初に断って使用し、同定済みは「赤色（朱）漆」「朱漆」「ベンガラ漆」などと表記する。よく使われる「赤漆（あかうるし）」は「赤漆（せきしつ）」（木地を蘇芳で染め透漆を施したもの）との混同をさけるために用いない。内外面とも赤色漆の場合は、未同定は「総赤色（未同定）漆」、同定ずみの場合は「総赤色（朱）漆」、あるいは慣例による「総（惣）朱」「皆朱」「朱漆器」などを用いる。

②黒色漆と黒色系漆

黒色の顔料である炭素粒子や鉄系化合物粒子などを含むものを「黒色漆」、まぎらわしいが黒色顔料を含まないものを「黒色系漆」として区別する。なぜならば「黒色系漆」においては、黒色顔料を含まずとも漆自体の表層が茶黒色に変質し、さらに下地色を反射して肉眼では黒色に見えるからである。近年の筆者の調査では古代以来こうした方法が一般的と考えられるので、技術や材料科学の上からも両者の区別が必要となっている。未同定の場合は、はじめに「黒色漆（未同定）」とことわる。内外面とも黒色漆の場合は「総黒色漆」、同じく黒色系は「総黒色系漆」（いわゆる「総黒」は両者を含んだもの）、内面赤色外面黒色は「内赤外黒色漆」、同じく「内赤外黒色系漆」とする。赤色顔料が同定されている場合は「内朱外黒色漆」あるいは「内赤（ベンガラ）外黒色漆」などと呼称する。

③下地の分類－漆下地と渋下地

一般の粗い鉱物粒子を用いたものは「地の粉漆下地」、珪藻土使用は「珪藻土漆下地」、より細かい

砥の粉類似は「サビ漆下地」、膠使用は「地の粉またはサビ膠下地」、炭粉は漆を用いたものは「炭粉漆下地」、柿渋を用いたものは「炭粉渋下地」とする。

Ⅲ．分析結果

塗膜分析を行った漆製品は13点で、１点につき内外面各3点の試料を作成し平均値を算出した。したがって必ずしも図版のスケールとは一致しない。赤色漆の色調表現はマンセル値によるもので、「４Ｒ　４／11」とあるものは、４Ｒは色相で、４／11は明度／彩度である。下地の炭粉粒子は下記のように３分類する。

細粒…破砕工程が中粒炭粉より細かく炭粉粒子は均一で、針葉樹などの木口組織を全くとどめないもの。

中粒…炭粉粒子は１～２μm×５～10μm程度の針状粒子と長径５μm前後の多角形粒子などからなり、針葉樹などの木口組織はごく一部にしか認められないもの。

粗粒…破砕工程が粗く針葉樹などの木口組織を各所にとどめるもの。炭粉粒子はは不均一で各種形状のものを含み、長径30μm前後の針状ないし棒状粒子を含むことが多い。

以下、木胎（木地）から順に番号（①～）を付して説明する。

塗膜分析

中名Ｖ遺跡A1地区

◇№.１（資料番号001、SE01、図版１）　皿（総黒色系）

器形・表面観察

内湾ぎみに立ち上がる薄手の総黒色系小皿で、断面三角状の短高台（輪高台）が付く。高台裏には赤色漆による「二」の銘がある。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚37μm前後。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚24μm前後。粗く炭粉粒子が分散している。③漆層。層厚41μm。表層5μmが変質。

外面①炭粉漆下地層。層厚24μm前後。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚44～61μm前後。表層７μmが変質。内面と同様漆２層の可能性もあるが、分離が観察できない。

◇№.２（資料番号031、SD03）　杓子

器形・表面観察

卵形の杓子で表面の赤色は黄色みがかった猩々緋に近いもので、マンセル値は7.5Ｒ　５／14。裏面と柄は黒色系漆。

塗膜分析

表面①炭粉渋下地層。層厚34μm前後。炭粉粒子は中粒。層厚３μm前後が分離。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚30μm前後。ベンガラ粒子は長径１μm以下のものが多い。

◇№.３（資料番号021、SD02、図版１）　杓子

器形・表面観察

卵形の杓子で表面の赤色は赤錆色で、マンセル値は９Ｒ　3.5／8.5。柄と裏面は黒色系漆。柄の裏に赤色漆による在銘痕が認められるが判読できない。

塗膜分析

表面①炭粉渋下地層。層厚24～30μm。炭粉粒子は中粒。表層２～3μmが分離。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚29μm前後。

裏面①炭粉渋下地層。層厚24～74μm。炭粉粒子は中粒。表層２～12μmが分離。②漆層。層厚20μ

m前後。

◇No.4（資料番号055、図版1） 椀（総黒色系）

器形・表面観察

やや高めの高台から腰で屈曲して立ち上がる総黒色系椀。みこみに簡素な線状の漆絵痕が認められるが、意匠は不詳。外面はほとんどが剥離している。ヨコ木（柾目）取り 。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚100μm前後。炭粉粒子は中粒。表層2〜5μmが分離。②漆層。層厚12μm前後。表層2μmが変質。

◇No.5（資料番号030、SD03、図版1） 椀（内面赤色）

器形・表面観察

ゆるやかに立ち上がる内面赤色外面黒色系中椀。赤色は赤錆色でマンセル値は9R 3.5／8.5。ヨコ木取り（柾目）。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚50〜100μm。炭粉粒子は中粒。表層5μmが分離。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚24μm前後。ベンガラ粒子は長径1μm以下の微粒子。

外面①炭粉渋下地層。層厚61μm前後。炭粉粒子は中粒。表層12μmが分離。②漆層。層厚は実に薄く3〜5μmである。

◇No.6（資料番号020、SD02、図版1） 椀（内面赤色）

器形・表面観察

ゆるやかに立ち上がる内面赤色外面黒色系椀で底部が厚い。赤色は臙脂色でマンセル値は4R 4／11。外面にはベンガラ漆の下絵に錫粉蒔絵（梅花文様、引っ掻き技法）の加飾がある。錫粉は大小さまざまなサイズで、最大は長径39μm、最小は長径2μmほど。形状は楕円形、円形の薄いものである。ヨコ木（柾目）取り 。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚50〜100μm。炭粉粒子は中粒。表層7〜12μmが分離。この分離層には1〜2μmの細かい炭粉が含まれており、下地に更に塗られた渋層と思われる。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚24μm前後。ベンガラ粒子は長径2〜5μmのブロックが分散するが、大半は1μm以下の微粒子。

砂子田Ⅰ遺跡

◇No.1（資料番号02、SD28） 椀（総黒色系）

器形・表面観察

ゆるやかに立ち上がる総黒色系中椀。口縁部と畳付を欠く。外面に赤色漆絵痕があるが、意匠は不詳。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚50〜100μm。炭粉は中粒。表層3μmほどが分離。②漆層。層厚34〜50μm。

◇No.2（資料番号03、SD28） 椀（内面赤色）

器形・表面観察

体部上半を欠くが、ゆるやかに立ち上がる内面赤色外面黒色系椀。やや厚手で体部なかほどの器厚

は7～8mm。内面赤色のマンセル値は9R　3.5／8.5（赤錆色）。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚122μm前後。表層12μmが分離。炭粉は粗粒。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚45μm前後。ベンガラは長径0.5μm以下の微粒子からなる。

外面①炭粉渋下地層。層厚120μm前後。表層10μmが分離。②漆層。層厚17μm前後。

◇No.3（資料番号M000071、SD28）　椀（内面赤色）

器形・表面観察

内面赤色外面黒色系椀の小片。外面の塗膜はごく1部しか残っていない。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚56μm前後。表層10μm前後が分離。炭粉は中粒。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚は薄く7～10μm前後。ベンガラ粒子は長径0.5μm以下のものからなる。ヨコ木（柾目）取り。

◇No.4（資料番号01、SD28）　椀（内面赤色）

器形・表面観察

丸腰から強く立ち上がる内面赤色外面黒色系中椀。体部中ほどに後からの穿孔（径5mm）が見られる。内面赤色のマンセル値は9R　3.5／8.5（赤錆色）。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚74μm前後。炭粉粒子はやや粗粒。表層7μmが分離。②赤色（ベンガラ）漆絵層。層厚50μm前後。ベンガラの大半は長径0.5μm以下の微粒子だが、12×17μmの方形ブロックもいくつか分散している。

外面①炭粉渋下地層。層厚50μm前後。表層7μmが分離。炭粉粒子はやや粗粒。②漆層。層厚は薄く8μm前後である。

◇No.5（資料番号21、SD29）　鉢（総黒色系）

器形・表面観察

厚手の総黒色系鉢の小片。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚は9～100μmとかなりの差がある。炭粉粒子は中粒。表層2～3μmが分離。②漆層。層厚10μm前後。

◇No.6（資料番号20、SD29）　椀（総黒色系）

器形・表面観察

やや厚手の高台から、丸腰をへて深く立ち上がる総黒色系椀。内外面の塗膜は大半が剥離している。高台裏には轆轤爪跡が残る（四ッ爪）。高台外面にはカンナ筋が著しい。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

ほとんどの漆塗膜が剥離しているが、実体顕微鏡観察では炭粉粒子が確認できる。他の例から考えて炭粉渋下地に漆1層の塗りと思われる。

◇No.7（資料番号11、SD20）　曲物底板

器形・表面観察

小型曲物の底板（直径約5.6cm、厚さ約4.5cm）で、内面全体にスリ漆状の薄い塗りが見られ、周囲には盛り上がった漆の縮み皺が観察できる。針葉樹の柾目取り。

塗膜分析

内面①漆層。縮んでいるため凹凸が著しいが、分析部分の最大層厚は590μmほど。

◇No.8（資料番号10、SD20）　曲物底板

器形・表面観察

曲物底板の内面の一部に茶黒色の漆塗膜が確認できる。全体に塗られていたものと思われる。針葉樹の柾目取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚40～50μm。炭粉粒子は沈殿しているが、0.1μm以下の細かさであり、油煙と思われる。

◇No.9（資料番号08、SD20）　蓋（総黒色系）

器形・表面観察

ゆるやかに開く大型の総黒色系蓋。内面はすべて剥離し、外面もごく一部しか塗膜は見られない。ヨコ木（板目）取り。

塗膜分析

外面①炭粉渋下地層。層厚50μm前後。炭粉は中粒。②漆層。層厚は薄く10μm前後。

◇No.10（資料番号09、SD20）　椀（総赤色）

器形・表面観察

薄手の高台から腰がはらずに急に立ち上がる総赤色椀。器形的には近世後半の陶磁器に近似している。全体に塗りは薄くカンナ筋が顕著。内外面ともに帯状に剥離している。内面赤色のマンセル値は9R　3.5／8.5（赤錆色）。タテ木取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚24～53μm。炭粉粒子は中粒。②赤色（朱）漆層。層厚14～29μm。朱粒子は長径2～3μmの楕円形、多角形粒子が多い。

◇No.11（資料番号25）　指物？（総赤色）

器形・表面観察

内面両端に漆による接着痕がある、総赤色指物の一部かと思われるもの。赤色のマンセル値は8R 4.5／4.5（小豆色）。

塗膜分析

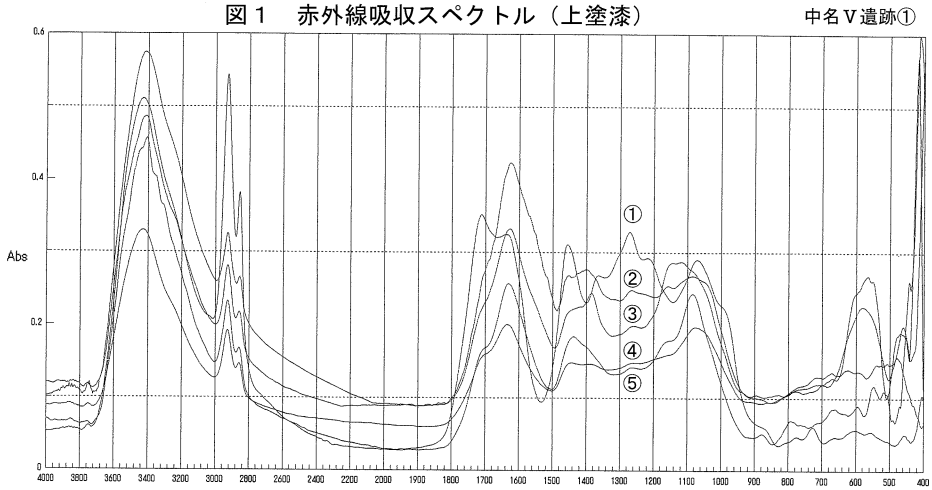
外面①地の粉漆下地層。層厚100μm前後。石英・長石・有色鉱物からなり、珪藻（長径50μm）や有孔虫などの微化石が含まれている。②漆層。層厚15μm前後。③赤色（朱）漆層。層厚20μm前後。朱粒子は長径2～3μmの均一な楕円形、多角形粒子からなる。

赤外分光分析

分光学（Spectroscopy）は「光と物質との相互作用によって生じる光の強度やエネルギー変化を調べる学問」[2]と定義され、固有の振動をしている分子に波長を連続的に変化させて赤外線を照射してゆくと、分子の固有振動と同じ周波数の赤外線が吸収され、分子構造に応じたスペクトルが得られる。このスペクトルから分子構造を解析する方法を赤外線吸収スペクトル法（Infrared Absorption Spectroscopy）という[3]。

漆塗膜の分析にはフーリエ変換赤外分光法（Fourier Transform Infrared Spectroscopy、FT-IR）を用いる。赤外光は近赤外（波数14000～4000cm^{-1}、波長700nm～2.5μm）、普通赤外（波数4000～

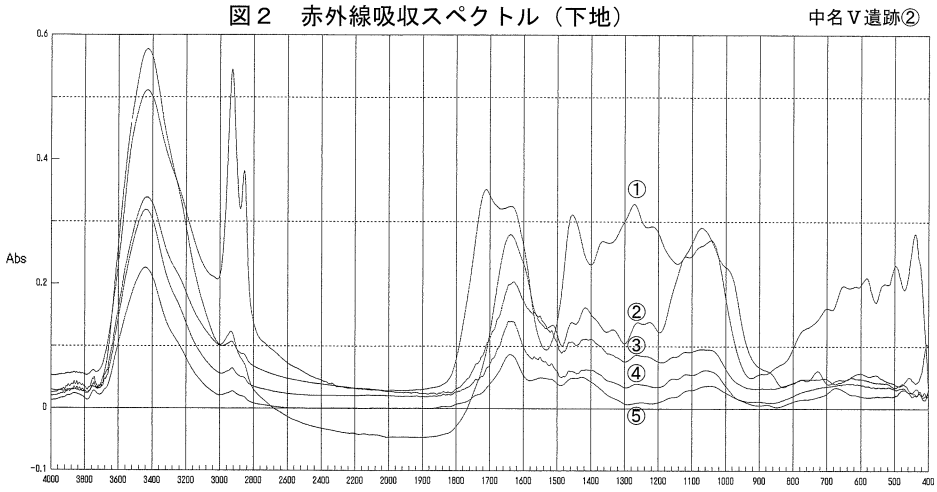
図１　赤外線吸収スペクトル（上塗漆）　　中名Ｖ遺跡①



分解　４cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①精製漆(1992年作製、岩手浄法寺産)
②中名Ｖ、No.5赤色漆
③中名Ｖ、No.2赤色漆
④中名Ｖ、No.1黒色系漆
⑤中名Ｖ、No.6赤色漆

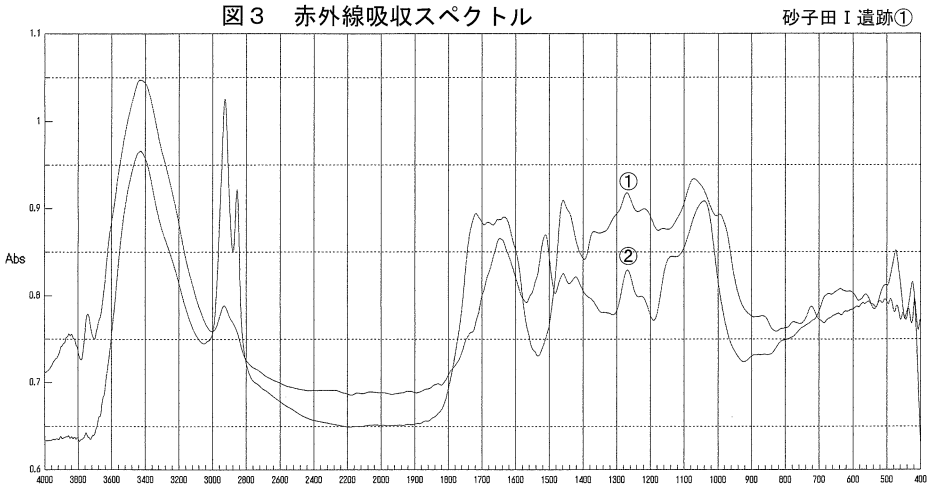
図２　赤外線吸収スペクトル（下地）　　中名Ｖ遺跡②



分解　４cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①精製漆(1992年作製.岩手浄法寺産)
②中名Ｖ、No.2下地
③中名Ｖ、No.6下地
④中名Ｖ、No.5下地
⑤炭粉渋下地(1993年作製)

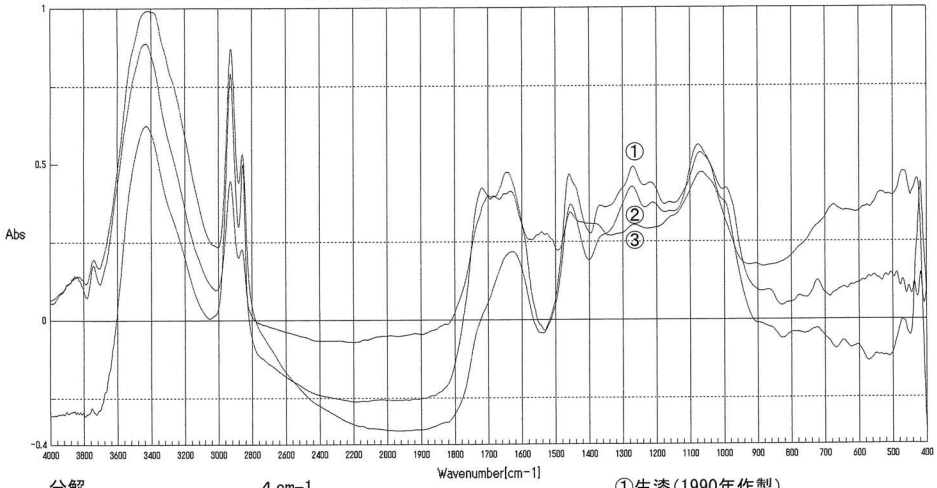
図３　赤外線吸収スペクトル　　砂子田Ｉ遺跡①



分解　４cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①生漆(1990年作製)
②No.11

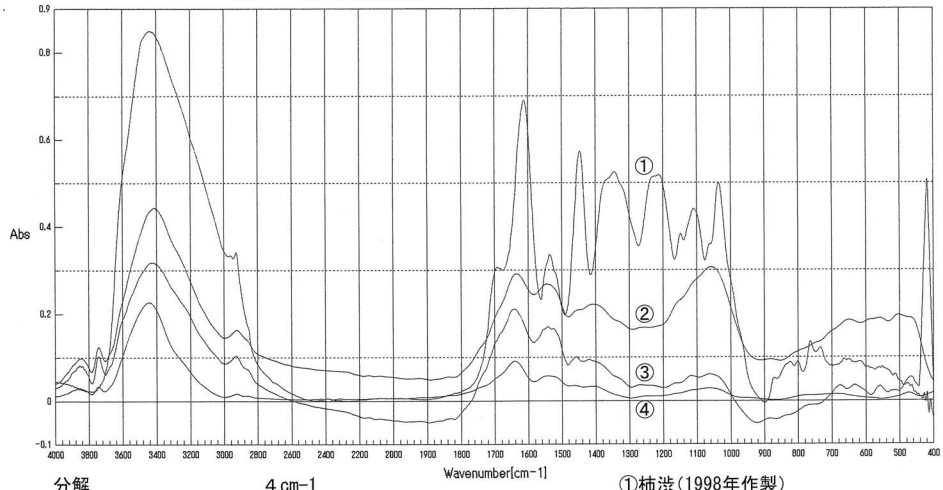
図４　赤外線吸収スペクトル（上塗漆）　　砂子田Ｉ遺跡②



分解　　４cm-1
積算回数　　16
アポダイゼーション　　Cosine

①生漆(1990年作製)
②No.8
③No.7

図５　赤外線吸収スペクトル（下地）　　砂子田Ｉ遺跡③



分解　　４cm-1
積算回数　　16
アポダイゼーション　　Cosine

①柿渋(1998年作製)
②No.4
③No.6
④炭粉渋下地(1993年作製)

図６　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.2）　　中名Ｖ遺跡①

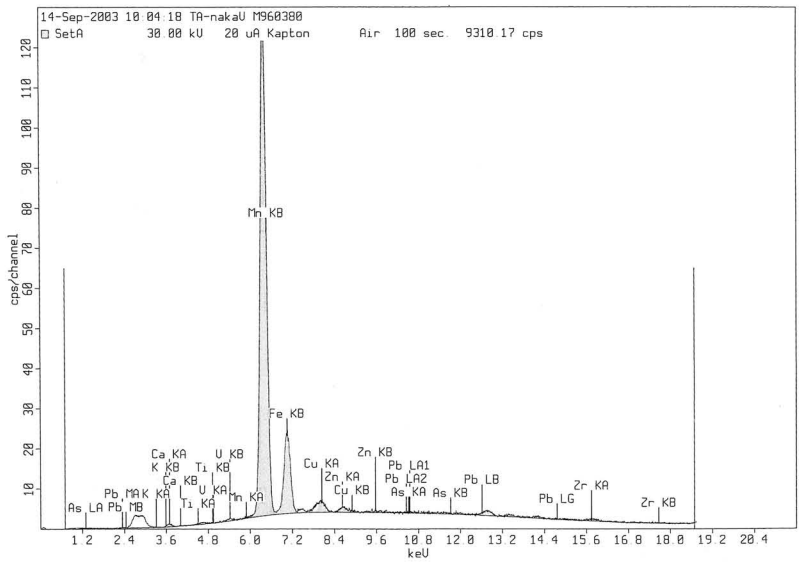


図７　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.6）　中名Ｖ遺跡②

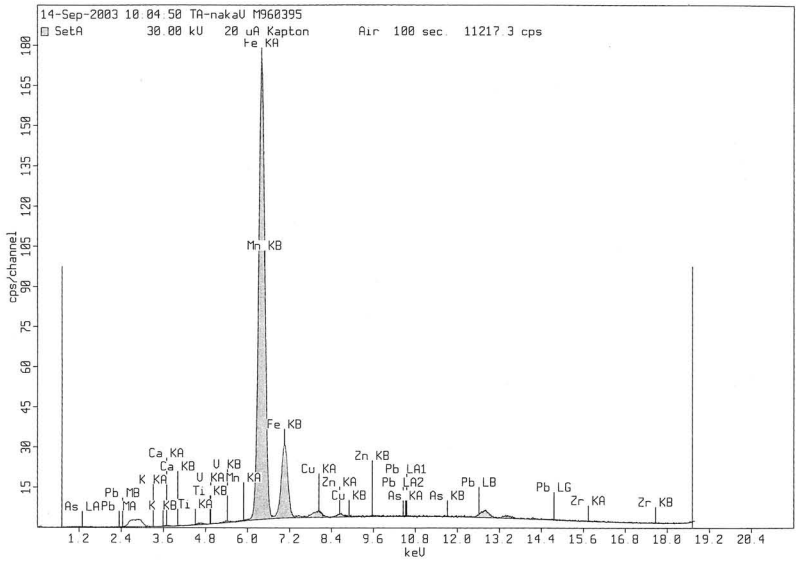


図８　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.2）　砂子田Ｉ遺跡①

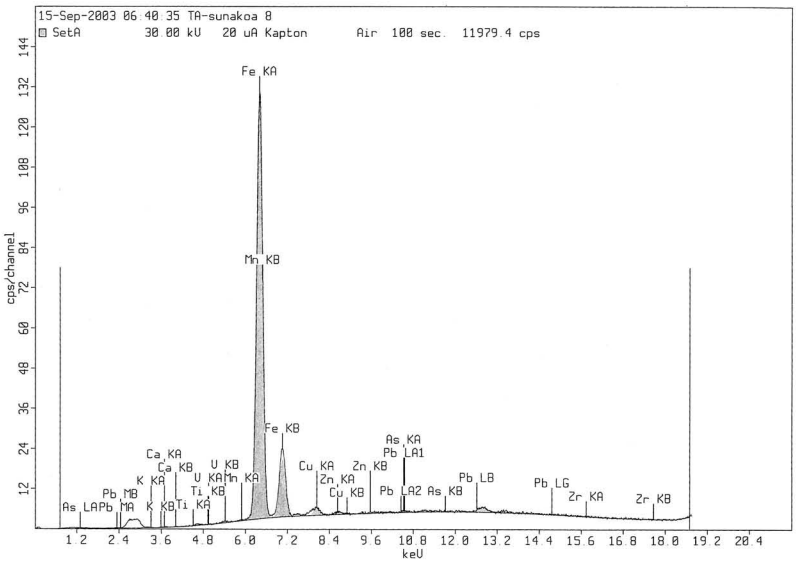


図９　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.3）　砂子田Ｉ遺跡②

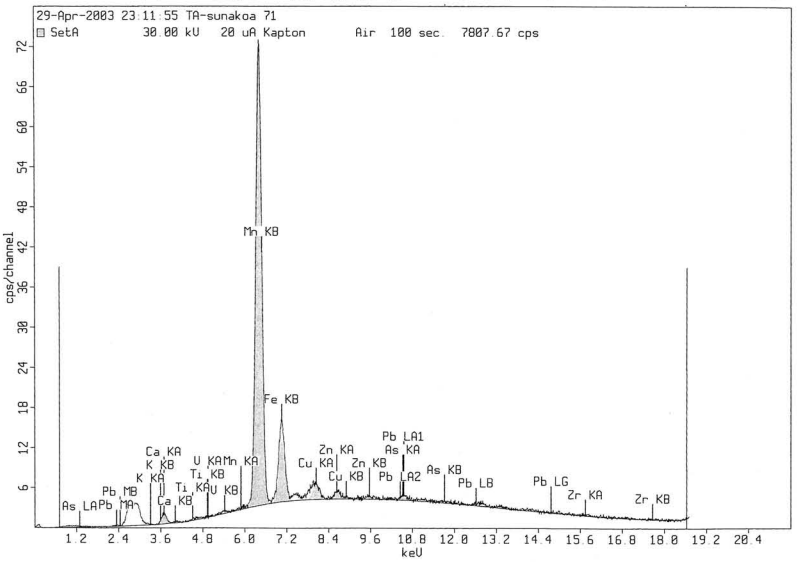


図10　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No. 4）　　砂子田Ｉ遺跡③

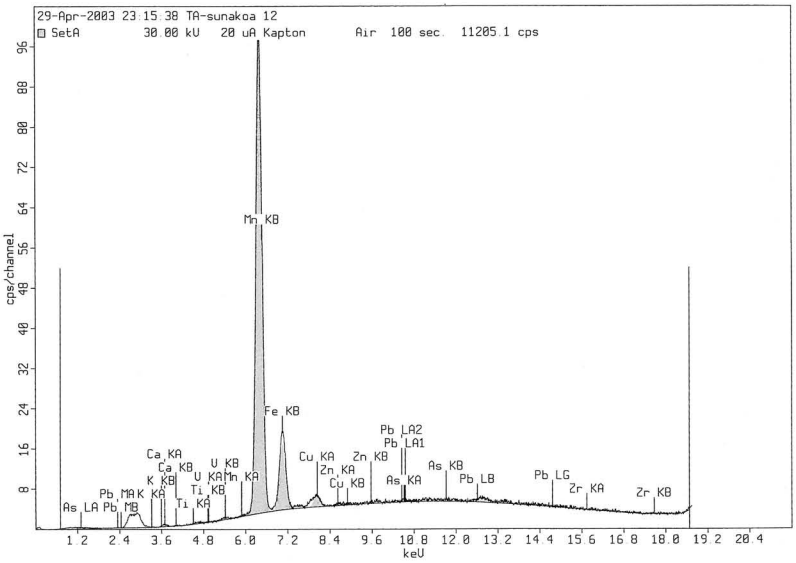


図11　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No. 10）　　砂子田Ｉ遺跡④

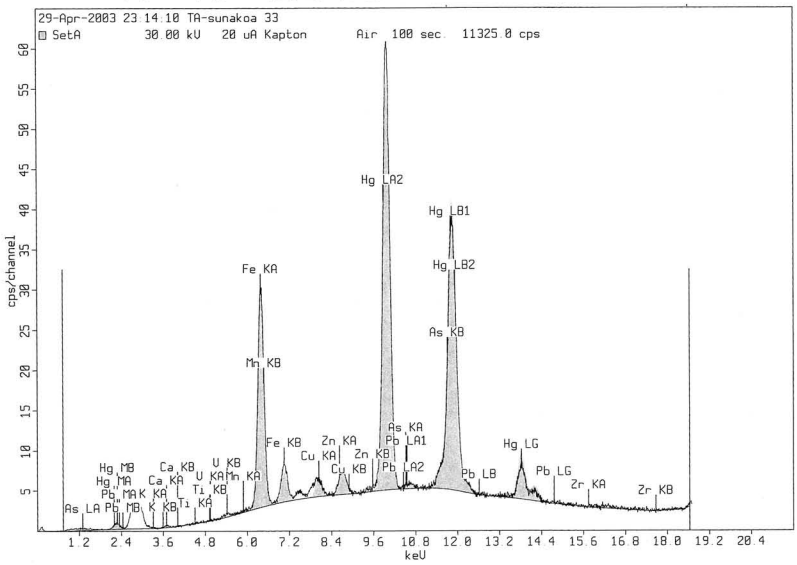


図12　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No. 11）　　砂子田Ｉ遺跡⑤

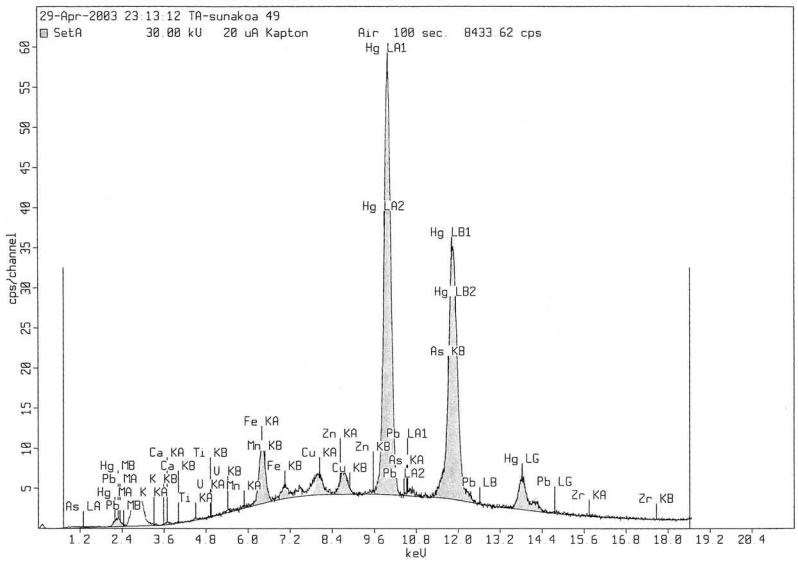
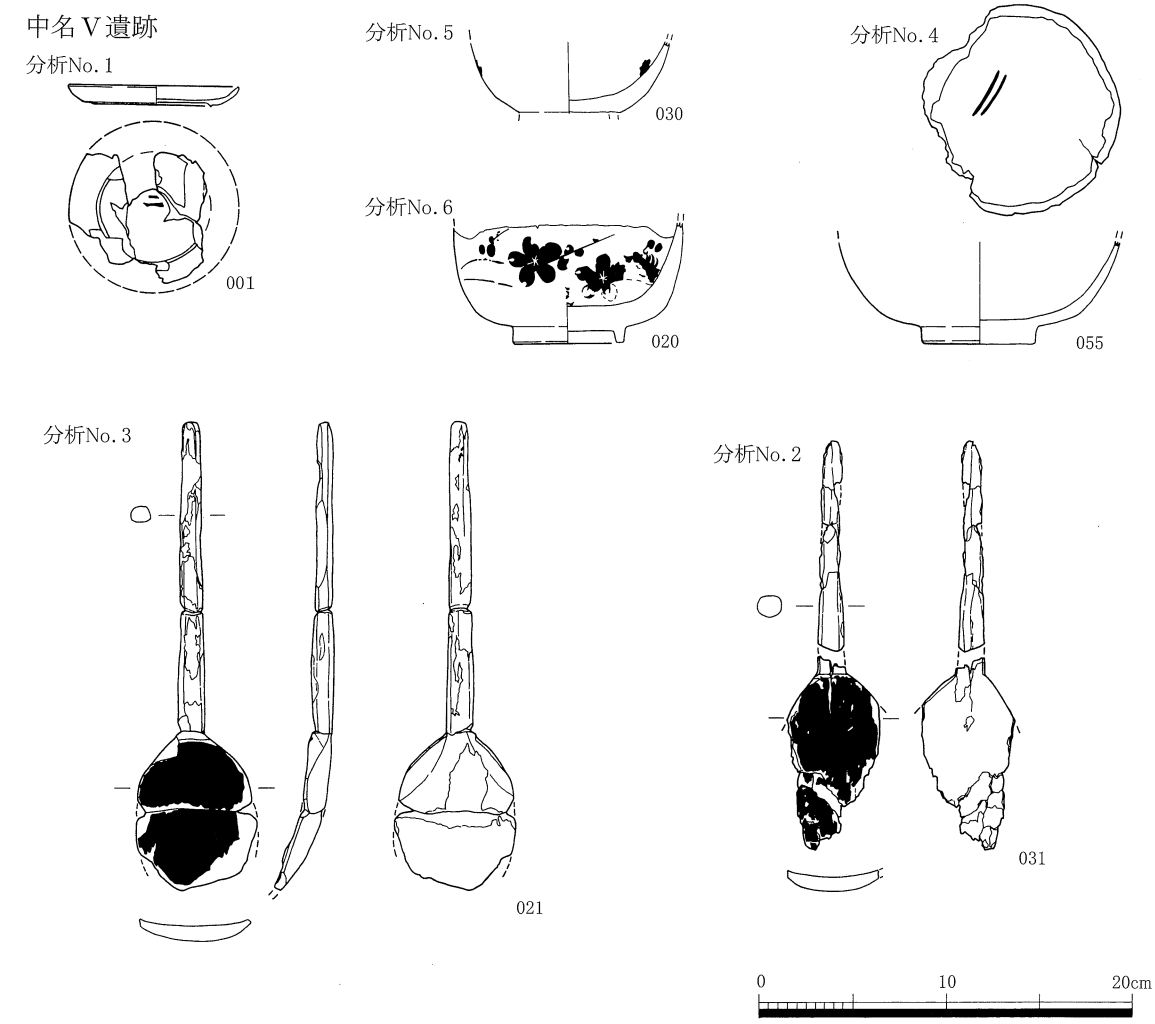
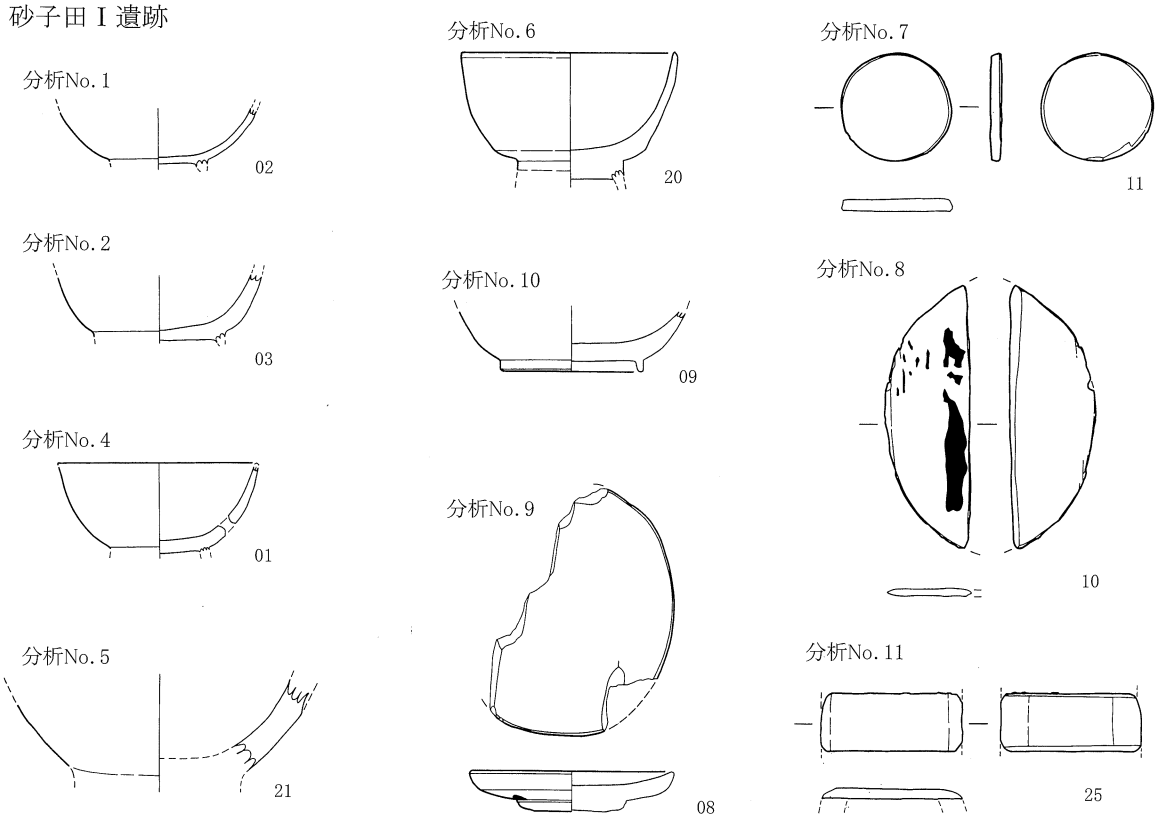


図13　分析漆器実測図

中名Ⅴ遺跡



砂子田Ⅰ遺跡



400cm^{-1}、波長2.5～25μm)、遠赤外（波数400～10cm^{-1}、波長25μm～1mm）に分けられるが、ここでは普通赤外光を用いる。波数は1cm当たりの波の数で、振動数を光速度で割ったものであり、波長の逆数である。

FT-IRは普通赤外の倍は波数4000～400cm^{-1}の光を2つの光束に分割し、１つは固定し（固定鏡)、他方の光路長は可動ミラー（可動鏡）を用いて変化させる。つまり干渉計から位相の異なる光が出るわけで、２つの光束間の距離が変化すると干渉の結果、加え合わさった部分と差し引かれた部分の系列が生ずることによって強度の変化が起こる。すなわち干渉図形が得られる。フーリエ変換という数学的操作を行うと、干渉図形は時間領域から振動数領域のスペクトル点の１つに変換される。ピストンの長さを連続的に変化させ、ミラーＢの位置を調節し、光束Ｂの光路を変化させる。この変化させた各点において、つぎつぎとフーリエ変換を行うと完全な赤外スペクトルが得られる[4]。このようにして得られたスペクトルをあらかじめ得られている基準のスペクトルと比較することによって、塗装液の同定ができる。試料は２mgを採取しＫＢｒ（臭化カリウム）100mgをメノウ鉢で磨り潰して、これを錠剤成形器で加圧成形したものを用いた（錠剤法)。測定条件は分解能４cm^{-1}、積算回数16、アポダイゼーション関数Cosine。図１・２はその赤外線吸収スペクトル（ノーマライズ）で、縦軸は吸光度（Abs)、横軸は波数（カイザー）である（測定機器は日本分光製ＦＴ／ＩＲ420)。

中名Ｖ遺跡

図１は上塗りの赤色漆・黒色塗膜の赤外線吸収スペクトル（図１のみノーマライズ）で、精製漆塗膜の基準データ（①、岩手県浄法寺産、1992年作製）を重ねたものである。1465cm^{-1}（活性メチレン基）の吸収は認められるが、1280～1270cm^{-1}（フェノール性OH）の吸収が弱くなり、左右のショルダー（1215cm^{-1}、1375cm^{-1}）が識別しがたくなり、ブロードなものとなっている。逆に1075～1030cm^{-1}（ゴム質）は増大しており、これは出土漆器によくみられる劣化した傾向である。 2925cm^{-1}、 2850cm^{-1}、1720～1710cm^{-1}（カルボニル基)、1650～1630cm^{-1}（糖タンパク）の吸収が認められるので劣化が進行した漆塗膜と判断される。

図２はNo.２・５・６下地の膠着液同定のために、基準データとして現在の炭粉渋下地（1993年作製）と精製漆塗膜の基準データ（①、岩手県浄法寺産、1992年作製）を重ねたものである。赤外分光分析において、柿渋は炭粉と混ぜた場合、漆とちがってそれ自体の吸収が弱く、指紋領域（1500～650cm^{-1}）においては炭粉の吸収が強く現れ、柿渋単体時のようなシャープな吸収がみられることはなく判別がしにくい。しかし炭粉漆下地の場合は1465cm^{-1}（活性メチレン基）や1280cm^{-1}（フェノール）の吸収がより強い。また2850cm^{-1}付近のCH_2の吸収が微量であること（側鎖があまりない)、膠など他の膠着材成分の吸収がみられない点や顕微鏡観察所見から総合して渋下地と判断した。

なお、柿渋の主成分（渋味成分）はカキタンニンで、それは基本骨格が加水分解されない縮合型タンニン（非加水分解型）とよばれるものである。化学構造については未だ確定されていないが、松尾友明・伊藤三郎の研究によって、エピカテキン、カテキン-３-ガレート、エピガロテキン、ガロテキン-３-ガレートの4成分から成ることが判明した。その比は1：１：２：2で、フラバノール分子間C_4位とC_6位、もしくはC_8位で順位結合し、繰り返し構造を持っている（分子量1万5千前後の高分子プロアントシアニジンのポリマー)[5]。

砂子田Ｉ遺跡

図３はNo.11（②曲物）の下地と漆の基準データである岩手県浄法寺産生漆（①1990年作製）の赤外線吸収スペクトル（ノーマライズ）である。No.11は1280cm^{-1}（フェノール）を中心とした左右のショル

ダーのうち1375cm^{-1}が識別しがたくなっているほかは、2925cm^{-1}、 2850cm^{-1}、1650～1630cm^{-1}（糖タンパク）、1465cm^{-1}（活性メチレン基）、1280cm^{-1}（フェノール）、1070～1030cm^{-1}（ゴム質）の吸収が確認されるので、漆塗膜と判断できる。

図４（ノーマライズ）はNo.７・８の曲物付着物と岩手県浄法寺産生漆（①1990年作製）の赤外線吸収スペクトル（ノーマライズ）である。No.7は左のショルダーの1375cm^{-1}が識別しがたくなっているほかは、基準データと同じ吸収を示している。No.８は左右のショルダーは確認しがたいが、ほかは前述の漆同定要素を満たしている。図５はNo.４・６の下地と現代の炭粉渋下地（⑤、1993年作製）、柿渋塗膜（①、1998年作製）の赤外線吸収スペクトル（ノーマライズ）である。柿渋同定については前述した通りである。

蛍光Ｘ線分析

蛍光Ｘ線分析は試料にＸ線を当てると、元素特有のＸ線（特性Ｘ線ないし固有Ｘ線）が発生（放出）する。この波長と強度を測定することによって元素の定性や定量分析を行う方法である。

使用機器：ＰＨＩＬＩＰＳ／ＰW4025、エネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置。

使用管球：Ｒｈターゲット９Ｗ。

検出器　：高分解能電子冷却Ｓｉ半導体検出器。

測定条件：30ｋＶ、20μＡ、フィルター　Kapton、100sec。

測定室雰囲気：大気。測定部径は１㎜。サンプルカップに入れて測定。

中名Ｖ遺跡（図６・７）

分析対象：No.2（杓子）、No.６（椀）の赤色顔料の分析

分析結果：ともに重元素であるFeのピークが強く出ており、赤色顔料はベンガラ（Fe_2O_3）である。鉄分（Fe）には漆からのものも含まれている。

砂子田遺跡（図８～12）

分析対象：漆器の内面と漆絵に用いられた赤色漆塗膜の顔料。

分析結果：赤色顔料の分析を実施した。No.10・11はHgS（朱・硫化水銀）、No.２～４はFe_2O_3（ベンガラ・酸化第二鉄）である。鉄分（Fe）には漆からのものも含まれている。

Ⅳ.小　結

中名Ｖ遺跡

漆器の帰属時期の詳細については本文報告を参照いただきたいが、漆器編年からみたおよその時期は、No.1のように14世紀代と考えられるもの、No.２・３の杓子とNo.４は16世紀第３四半期末～17世紀前半であろうか。後者の時期については今回は取り上げていないが、内刳りの浅い高い高台と身の深い椀M960408（財団整理番号）は好材料である。県内の杓子は梅原胡摩堂遺跡[15]から在銘（高野山）のものが、石川県鹿西町谷内ブンガヤチ遺跡[7]からは総黒色系（渋下地）のものが出土している。杓子は椀皿類とは別の流通ルートで供給されていることがあるので注意を要する。No.５・No.６（錫粉蒔絵椀）は18世紀前後であろうか。錫粉蒔絵の分析としては、

上塗色器形 ＼ 下地		渋下地	漆下地		計	%	
		炭粉	炭粉	その他			
総赤色	椀						
	皿						
	その他						
内赤	椀	4			4	17.4	18
	皿						
	その他						
総黒色	椀	16	1	1	18	78.3	82
	皿	1			1	4.3	
	その他						
計		21	1	1	23		
%		91.4	4.3	4.3	100		

表１　中名Ｖ遺跡出土椀皿類の下地・上塗色・器形分類（平成９・10年度分、16世紀後半～17世紀前半）

石川県鹿西町谷内ブンガヤチ遺跡、石川県金沢城石川門前土橋（白鳥堀調査区・沈床園調査区）[8]、石川県加賀市八間道遺跡[9]、会津若松市神指城（２号堀跡）[10] などを報告している。神指城出土漆器錫粉の平面形は丸粉で径5〜8μmであった。表１は平成9・10年度報告に掲載した、16世紀後半から17世紀前半の椀皿類の傾向である[11]。樹種はブナ材が最も多い[12]。ここでも同じ傾向にあるようだ。なお中名Ⅴ遺跡が営まれた神通川と井田川にはさまれた微高地には、中名Ⅱ遺跡・清水島Ⅱ遺跡・持田Ⅰ遺跡が分布し、それぞれ注目すべき漆器が出土している[13]。これらの報告も合わせ参照いただければ幸いである。

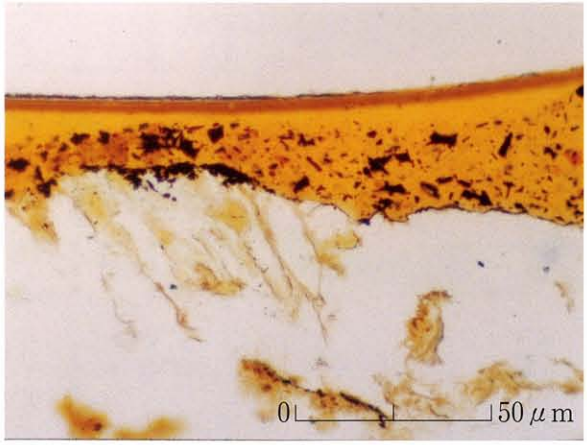
砂子田Ⅰ遺跡

漆器は溝中から出土しており（SD28畠状遺構）、越中瀬戸、肥前陶磁なども出土している[14]。時期的には富山県福光町梅原胡摩堂遺跡[15] の後半期から、石川県加賀市八間道遺跡[16] までの時期が参考となろうが、SD20出土の№.９の蓋、№.10の椀は富山県小矢部市桜町遺跡古苗代・鷲場地区出土「安永三午歳正月」（1774）木簡と共伴の漆器群と共通点があるようだ[17]。椀・蓋の塗装工程は簡素な渋下地漆器であるが、№.10は陶磁器写しの可能性があり、木取りも他と異なってタテ木取りである。指物と思われる№.11は地の粉漆下地に朱塗で、下地には珪藻や有孔虫など珪藻泥岩に含まれる微化石が含まれていた。これは産地特定の上で重要な知見となろう。

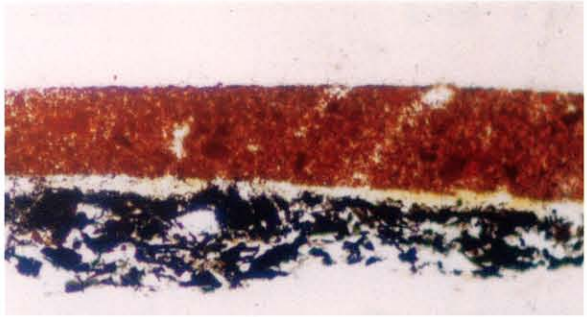
註

１）四柳嘉章「考古資料の修復と文化財科学―福井県家久遺跡・礫槨墓出土漆器の事例から」『國學院大學博物館学紀要』第27号　國學院大學博物館学研究室、2003
四柳嘉章「漆器考古学の方法と中世漆器」『考古学ジャーナル』第401号、1996
２）尾崎幸洋『分光学への招待』産業図書、1997
３）山田富貴子「赤外線吸収スペクトル法」『機器分析のてびき』化学同人、1988
４）SILVERSTEIN・WEBSTER、荒木峻・益子洋一郎ほか訳『有機化合物のスペクトルによる同定法-MS、IR、NMRの併用　第６版』東京化学同人、1999
５）伊藤三郎「脱渋の基礎」『果樹全書　カキ・キウイ』農産漁村文化協会、1985
７）四柳嘉章「鹿西町谷内ブンガヤチ遺跡出土漆器の塗膜分析」『谷内・杉谷遺跡群』石川県鹿西町教育委員会、1995
８）四柳嘉章「金沢城石川門前土橋（白鳥堀調査区・沈床園調査区）出土漆器の塗膜分析」『金沢城石川門土橋（通称石川橋）発掘調査報告書』石川県立埋蔵文化財センター、1998
９）四柳嘉章「八間道遺跡出土漆器の塗膜分析」『八間道遺跡』石川県加賀市教育委員会、1996
10）四柳嘉章「神指城（２号堀跡）出土漆器の科学分析」『国営会津農業水利事業関連遺跡調査報告Ⅷ』福島県教育委員会、1992
11）四柳嘉章「富山県中名Ⅰ・Ⅴ遺跡出土漆器の科学分析」『中名Ⅰ・Ⅴ遺跡発掘調査報告』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2003
12）元興寺文化財研究所「樹種鑑定研究所」『中名Ⅰ・Ⅴ遺跡発掘調査報告』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2003
13）四柳嘉章「富山県中名Ⅱ遺跡、清水島Ⅱ遺跡、持田Ⅰ遺跡出土漆器の科学的分析」『清水島Ⅱ・中名Ⅱ・持田Ⅰ遺跡発掘調査報告書』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2002
14）山本祐人「砂子田Ⅰ遺跡Ｂ地区」『埋蔵文化財調査概要―平成12年度』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2001
15）四柳嘉章「富山県梅原胡摩堂遺跡群出土漆器の科学的分析」『梅原胡摩堂遺跡発掘調査報告（遺物編）』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、1996
16）四柳嘉章「八間道遺跡出土漆器の塗膜分析」『八間道遺跡』石川県加賀市教育委員会、1996
17）小矢部市教育委員会『富山県小矢部市桜町遺跡（古苗代・鷲場地区）』1982

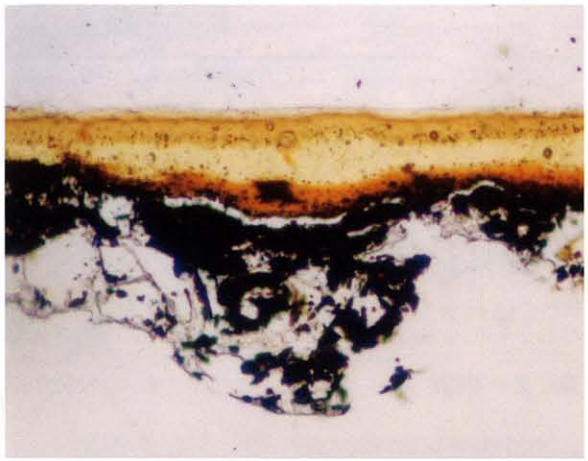
図版１　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真（中名Ｖ遺跡）



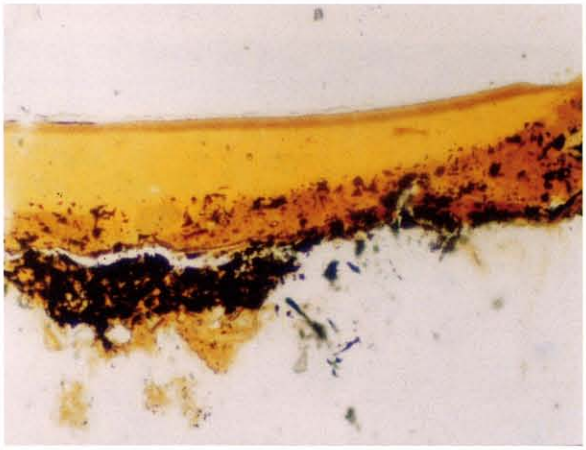
No. 1　内面　×520



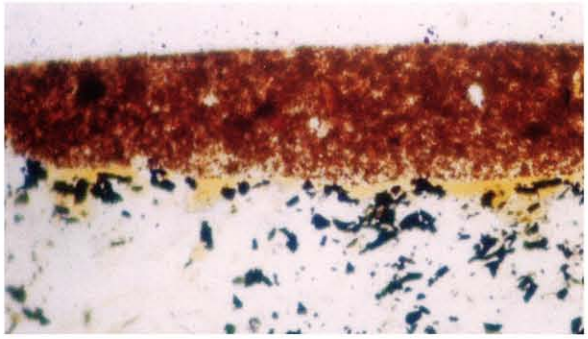
No. 2　表面　×520



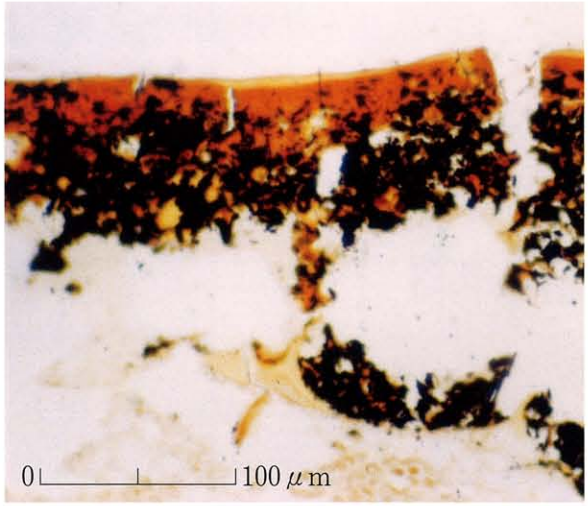
No. 3　裏面　×520



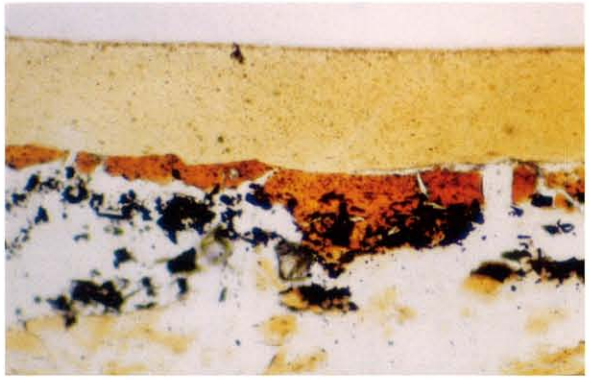
No. 4　内面　×520



No. 5　内面　×260

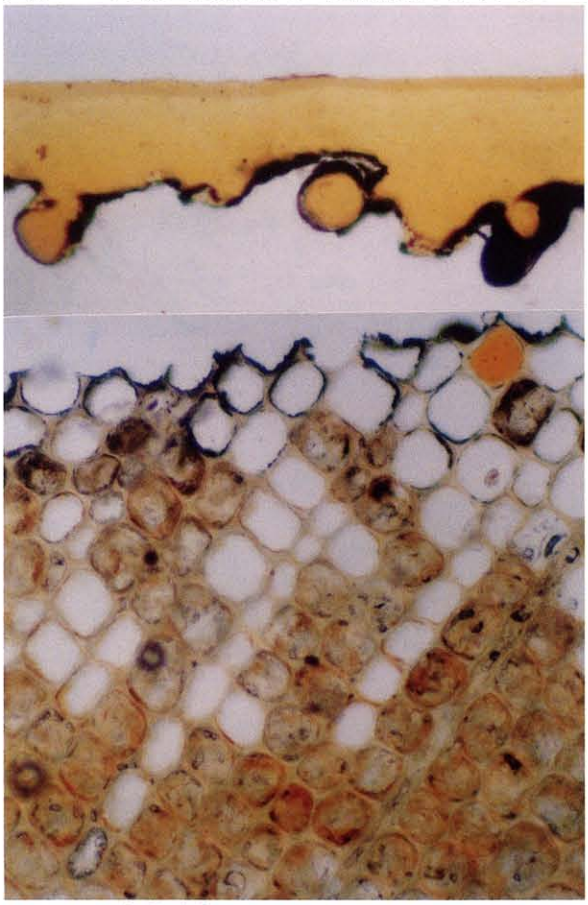


No. 5　外面　×260

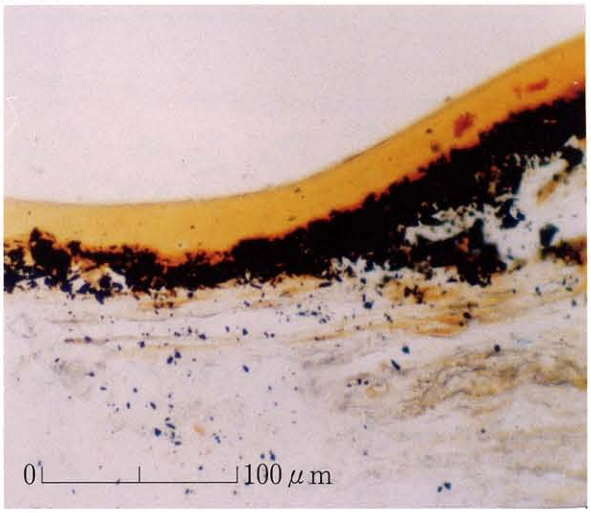


No. 6　外面　×260

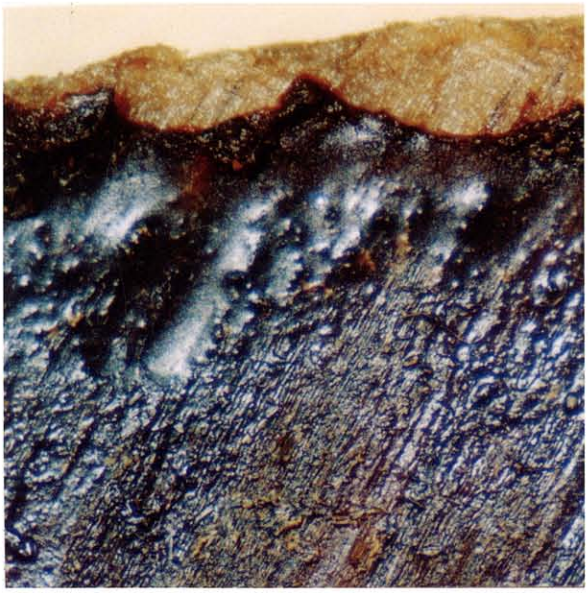
図版２　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真（砂子田Ⅰ遺跡①）



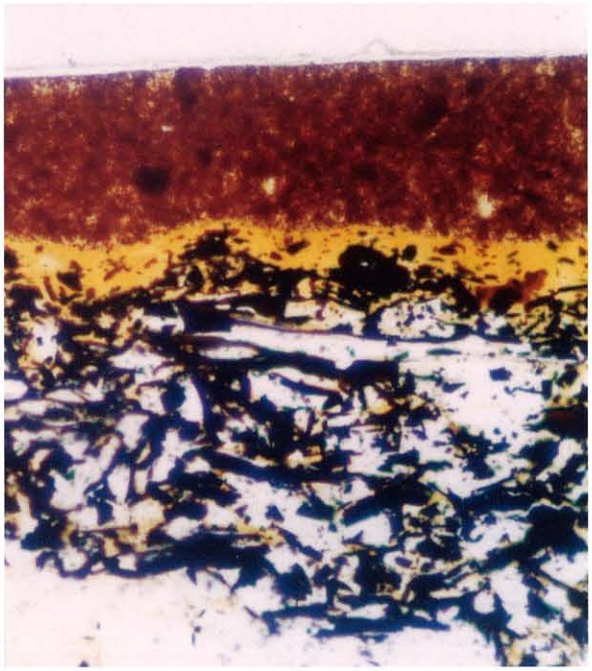
No. 8　曲物底板　×520



No. 4　椀外面　×260

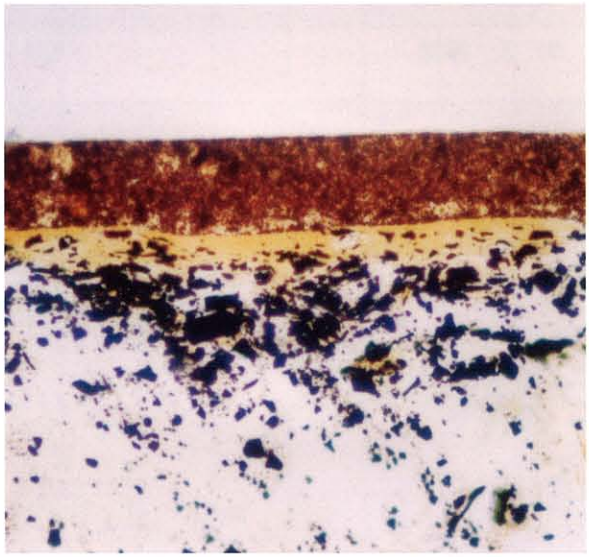


No. 7　曲物底板上面塗膜　×13



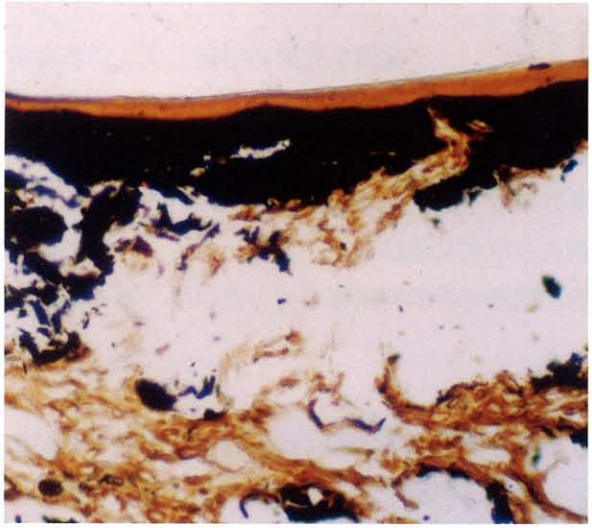
No. 2　内面　×520

No. 7　同上塗膜断面　×130

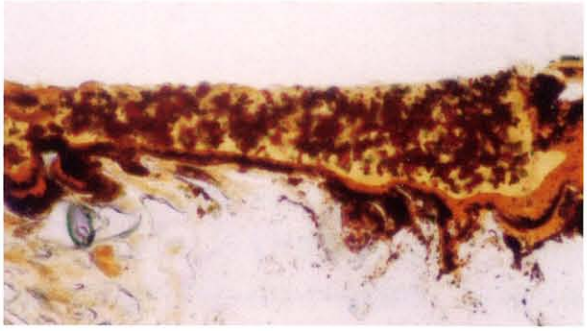


No. 4　内面　×520

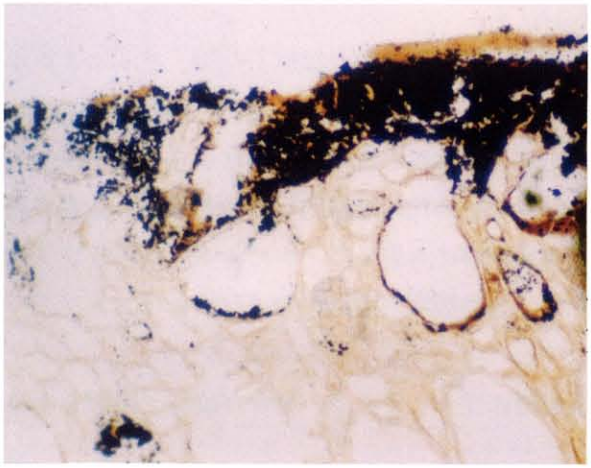
図版３　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真（砂子田Ⅰ遺跡②）



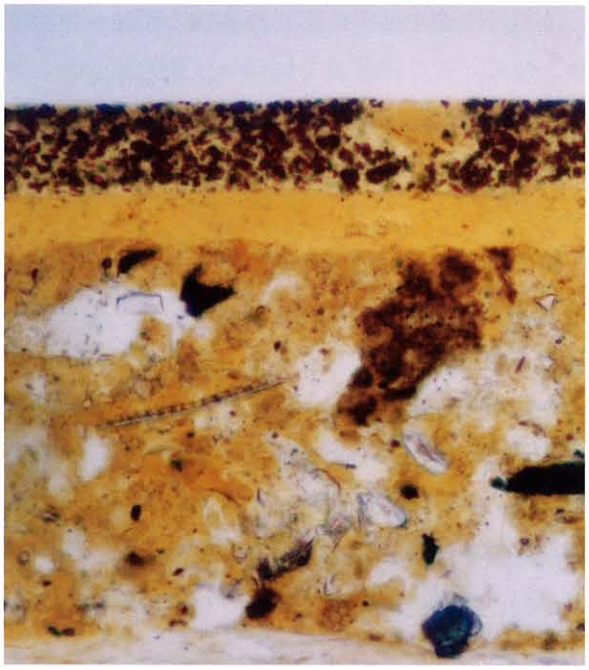
No. 5　外面　×260



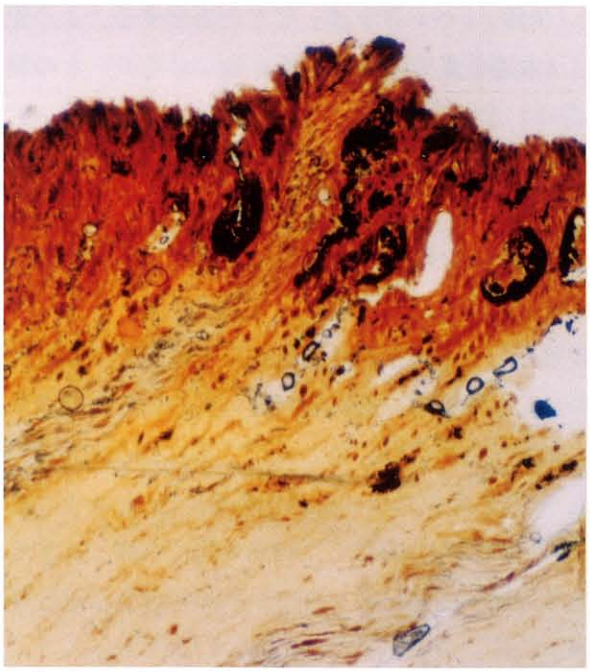
No. 10　外面　×520



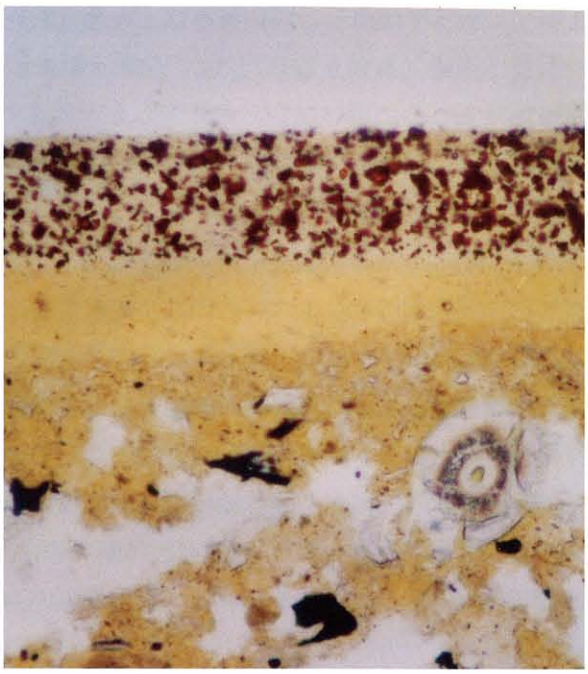
No. 9　外面　×260



No. 11　外面　×520



No. 6　外面　×130



No. 11　外面　×520

Ⅳ　中名Ⅴ遺跡Ｄ１～３地区、Ｅ１・２地区出土漆器の科学分析

漆器文化財科学研究所　四柳嘉章

Ⅰ．はじめに

神通川右岸（富山県婦中町所在）には、中名Ⅴ遺跡、中名Ⅵ遺跡、砂子田Ⅰ遺跡、道場Ⅰ遺跡、道場Ⅱ遺跡、持田Ⅰ遺跡、持田Ⅱ遺跡などをはじめ、多数の中・近世村落が点在し、近世的な村落形成を探るうえで極めて重要である。今回は平成11年度調査の中名Ⅴ遺跡Ｄ１～３区、Ｅ１・２区出土漆器について、塗膜分析、赤外分光分析、蛍光Ｘ線分析、漆器考古学的観察を行ったので、その結果を報告する。

Ⅱ．分析の方法

漆器は階層や価格に応じた各種の製品が生産され、その品質が考古学的には所有階層復元の手がかりとなる。この品質差を材料や技術的側面から評価する場合、肉眼による表面観察では使用や廃棄後の劣化を含めた表面の塗りと加飾部分でしか判断できず、それも専門的な経験に左右される。しかし漆器本来の耐久・堅牢性は塗装工程にあり、この塗膜の下に隠された情報は、塗膜分析によって引き出される。

塗膜分析は漆器の内外面数箇所から数㎜の塗膜片を採取し実体顕微鏡で観察した後、ポリエステル系樹脂に包埋後その断面を研磨のうえプレパラートに接着し、さらに研磨を加えて（♯100～3000）金属・偏光顕微鏡で観察する方法である。サンプルである手板試料と比較検討しながら塗装工程や下地材料の同定を行うが、これによって表面観察ではわからない時代的地域的な特色や製品の品質が把握できるので、遺跡における所有階層の推定や製品の流通問題にも迫ることができる。塗料及び下地膠着剤の分析は、フーリエ変換赤外分光法（FT-IR）を、赤色顔料や蒔絵材料の分析にはエネルギー分散型蛍光Ｘ線分析をおこなった[1)]。

なお、本稿で用いる用語については基本的には漆工用語に従うこととし、意味が曖昧で誤解をまねくものについては、以下のように規定して使用する。

①赤色漆

赤色の主な顔料である朱（HgS）やベンガラ（Fe_2O_3）が未同定の場合には「赤色漆（未同定）」と最初に断って使用し、同定済みは「赤色（朱）漆」「朱漆」「ベンガラ漆」などと表記する。よく使われる「赤漆（あかうるし）」は「赤漆（せきしつ）」（木地を蘇芳で染め透漆を施したもの）との混同をさけるために用いない。内外面とも赤色漆の場合は、未同定は「総赤色（未同定）漆」、同定ずみの場合は「総赤色（朱）漆」、あるいは慣例による「総（惣）朱」「皆朱」「朱漆器」などを用いる。

②黒色漆と黒色系漆

黒色の顔料である炭素粒子（油煙・松煙）や鉄系化合物粒子などを含むものを「黒色漆」、まぎらわしいが黒色顔料を含まないものを「黒色系漆」として区別する。なぜならば「黒色系漆」においては、黒色顔料を含まずとも漆自体の表層が茶黒色に変質し、さらに下地色を反射して肉眼では黒色に見えるからである。近年の筆者の調査では古代以来こうした方法が一般的と考えられるので、技術や材料科学の上からも両者の区別が必要となっている。未同定の場合は、はじめに「黒色漆（未同定）」とことわる。内外面とも黒色漆の場合は「総黒色漆」、同じく黒色系は「総黒色系漆」（いわゆる「総黒」は両者を含んだもの）、内面赤色外面黒色は「内赤外黒色漆」、同じく「内赤外黒色系漆」とする。赤色顔料が同定されている場合は「内朱外黒色漆」あるいは「内赤（ベンガラ）外黒色漆」などと呼称する。

③下地の分類－漆下地と渋下地

一般の粗い鉱物粒子を用いたものは「地の粉漆下地」、珪藻土使用は「珪藻土漆下地」、より細かい砥の粉類似は「サビ漆下地」、膠使用は「地の粉またはサビ膠下地」、炭粉は漆を用いたものは「炭粉漆下地」、柿渋を用いたものは「炭粉渋下地」とする。

な　お、椀皿の高台は高さで３分類し、短高台（三角状の短脚タイプ）、長高台（合鹿椀のような長脚タイプ）、両者の中間を中高台としておきたい。

Ⅲ．分析結果

塗膜分析を行った漆製品は13点で、１点につき内外面各３点の試料を作成し平均値を算出した。したがって必ずしも図版のスケールとは一致しない。赤色漆の色調表現はマンセル値によるもので、「４Ｒ　４／11」とあるものは、４Ｒは色相で、４／11は明度／彩度である。下地の炭粉粒子は下記のように３分類する。

細粒…破砕工程が中粒炭粉より細かく炭粉粒子は均一で、針葉樹などの木口組織を全くとどめないもの。

中粒…炭粉粒子は1～２μm×５～10μm程度の針状粒子と長径５μm前後の多角形粒子などからなり、針葉樹などの木口組織はごく一部にしか認められないもの。

粗粒…破砕工程が粗く針葉樹などの木口組織を各所にとどめるもの。炭粉粒子はは不均一で各種形状のものを含み、長径30μm前後の針状ないし棒状粒子を含むことが多い。

以下、木胎（木地）から順に番号（①～）を付して説明する。分析№は富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所の分析用番号、M以下の数字番号は台帳遺物番号である。

塗膜分析

◇№９（資料番号M990001、Ｄ１地区SD07、図版１）　杓子

器形・表面観察

卵形の杓子で先端部を欠く。内面は赤色（ベンガラ）で、裏面と柄は黒色系漆。外面の塗膜は大半が剥離している。広葉樹（以下省略）のヨコ木（柾目）取り　。

塗膜分析

外面①炭粉渋下地層。層厚10～25μm。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚は薄く７μm前後。

◇№10（資料番号M990002、Ｄ１地区SD07、図版３）　皿（赤色・黒色漆絵）

器形・表面観察

内湾ぎみに開く総赤色皿。みこみに赤色漆（器の塗りより黄色味が強い朱）で、亀甲と思われる意匠がみられ、黒色漆で描かれている。ヨコ木（柾目）取り　。

塗膜分析

内外面①炭粉漆下地層。層厚12μm前後。炭粉粒子は中粒で沈殿し、表層が幾分離している。②赤色（朱）漆層。層厚60μm前後。朱粒子は粗く大小さまざまな粒子が分散しているが、大きなものは長径32μmをはかる。

◇№12（資料番号M990004、図版１）　合子

器形・表面観察

須恵器坏のような形をした合子の身（口径13.4㎝、器高6.0㎝）。内面は黒色系漆で、塗膜はクラックが著しく、多くは剥離している。外面は赤色漆だが、劣化が著しく黄色がかっており、高台裏に赤色をとどめている。外面の成形は３段に削りこまれ、ヒサシと垂直の立ち上がりを有する。タテ木取り。

塗膜分析

外面①黒色漆下地層。層厚74μm前後。黒色粒子は0.1μmオーダーの微細なもので、油煙と思われる。②漆層。層厚12μm前後。③赤色(朱)漆層。層厚34μm。朱粒子は長径2～3μmのものが多い。

◇№13（資料番号M99005、図版1） 椀

器形・表面観察

やや厚底（1.4㎝）の中高台からゆるやかに立ち上がる総黒色系椀。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚100μm前後。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚59μm前後。表層10μmが変質。

◇№18（資料番号M990202、E地区SD26、図版2） 皿

器形・表面観察

中高台からゆるやかに開く薄手の総赤色皿で、加熱を受けて変質している。高台裏は黒色漆。木胎はほとんど残っていないが、圧痕からヨコ木（柾目）取りと判断できる。

塗膜分析

内外面①地の粉漆下地層。層厚171μm前後。地の粉（鉱物粒子）は全体に粗い石英・長石・有色鉱物からなり、石英で大きなものは長径110μmである。②黒色漆層。層厚34μm前後。黒色顔料は0.1μm前後の細かく均一なものであり、油煙と考えられる。地の粉の凹みに沈殿している。③赤色（朱）漆層。層厚32μm前後。朱粒子は長径0.1～0.5μmの細かな粒子である。

◇№19（資料番号M990203、図版2） 椀

器形・表面観察

短高台からゆるやかに立ち上がる総黒色系椀。みこみ全体に手馴れた鶴の赤色漆絵が加飾され、赤色は濃淡2色に使い分けされている。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚150μm前後。炭粉は中粒。②漆層。層厚31μm前後。③漆絵の赤色漆層。最大層厚12μm前後。赤色粒子は長径1～0.5μmの細かな粒子。

◇№20（資料番号M990204、図版1） 椀（水鳥漆絵）

器形・表面観察

斜上方に開く浅い総黒色系椀。内外面に赤色と黒色漆絵による同じ意匠がみられるが、とくにみこみにおいて顕著である。みこみでは中央に黒色漆絵による水鳥が描かれ、輪郭と羽は濃く、ほかはぼかして使い分けされている。水鳥の足元は赤色（ベンガラ）漆絵による流れ、背後には芦手を目立たぬように配している。外面の水鳥は3箇所で手馴れた筆致である。ヨコ木（板目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚100μm。炭粉粒子は中粒で、表層7μm前後が分離。②漆層。層厚は薄く2～7μm。③赤色（ベンガラ）漆絵層。最大層厚22μm。ベンガラ粒子は長径1μm以下の粒子が均一に分散。ヨコ木（柾目）取り 。

◇№23（資料番号M990209、図版1） 椀

器形・表面観察

ゆるやかに開く総黒色系椀。大方の塗膜は剥離している。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚100μm前後。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚不明。

◇№29（資料番号M990244、図版２・３）　皿（金蒔絵）

器形・表面観察

下膨れの総赤色皿で外反ぎみに開く。内面には黒色漆絵で葉が描かれ、葉脈および葉の外部に金蒔絵の加飾がある（全体の意匠構成は不詳）。蒔絵粉はごく薄く、長径４～５μm前後のものが集合した状態になっており、ねじれがあることから消粉と判断される。塗膜は内外面に広くクラックが認められる。ヨコ木（板目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚は薄く４～20μm。炭粉粒子は中粒。②赤色（ベンガラ）漆層。層厚64μm前後。ベンガラ粒子は長径0.5μm以下の微細なものが多いが、部分的に長径49μmほどのブロックが認められる。③赤色（朱）漆層。層厚24μm前後。朱粒子は長径２～５μmのものが主体。④黒色漆絵層。最大層厚24μm。

◇№30（資料番号M990275、図版１）　椀

器形・表面観察

水平に大きく開く大ぶりの総黒色系椀。内外面の塗膜剥離が著しい。短高台で露胎。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉漆下地層。層厚39μm前後。炭粉粒子は中粒。表層４～７μmが分離。②漆層は剥離している。

◇№31（資料番号M990276、図版３）　皿

器形・表面観察

三角状の短高台から内湾ぎみに立ち上がる総黒色系小皿。高台裏は露胎状態。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

口縁①炭粉渋下地層。炭粉粒子は細粒。層厚34～100μm。②漆層。層厚５～17μm。表層２μm変質。③漆層。層厚６～17μm。表層２μm変質。④漆層。層厚12μm。表層２μm変質。⑤漆層。層厚10μm前後。表層２μm変質。渋下地だが丁寧な工程。

◇№32（資料番号M990393、E地区SD26、図版４）　椀

器形・表面観察

ゆるやかに立ち上がる大ぶりの総黒色系椀。内外面にラフな赤色漆絵が描かれているが、意匠は不明。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚37μm前後。炭粉粒子は中粒。表層12μmが分離。②炭粉渋下地層。層厚74μm前後。炭粉粒子は中粒。これより上層は剥離のため不明。

◇№37（資料番号M990400、E地区SE09、図版３）　椀

器形・表面観察

短高台からゆるやかに立ち上がる大ぶりの総黒色系椀。みこみに丸の家紋風の赤色漆絵が見られるが、詳細は不明。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚50μm前後。炭粉粒子は中粒。表層２～５μmが分離。②漆層。層厚

24μm前後。③赤色（朱）漆絵層。最大層厚17μm。朱粒子は長径1～4μmのものが主に分散。

◇№39（資料番号M990405、E地区SD26、図版4） 椀

器形・表面観察

抉りの深い長高台からやや腰が張って急に立ち上がる合鹿椀タイプの総黒色系椀。高台外面にはカンナ筋が著しく、高台裏には赤色（ベンガラ）漆による「一」の銘がある。体部外面には赤色漆絵がみられるが、意匠は不明。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚30μm前後。炭粉粒子は中粒。表層2～8μmが分離。②漆層。層厚7～17μm。表層2～7μmが変質。

◇№40（資料番号、M990406、E地区SD26、図版3） 椀

器形・表面観察

腰が張らず斜上方に開く総黒色系椀。中高台の畳付は外方に面取りされ、高台裏にはノミによる調整痕をとどめている。体部外面には「俵・二本線・扇」が3単位加飾され、みこみは二本線だけである。かなり稚拙な筆致である。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚36～61μm。炭粉粒子は中粒。表層7μmが分離。②漆層。層厚7～13μm。表層2～3μmが変質。③赤色（ベンガラ）漆絵層。最大層厚15μm。ベンガラ粒子は粗いブロックも分散するが、大半は長径0.5μm以下の微粒子である。

◇№41（資料番号、M990407、E地区SE03、図版4） 皿

器形・表面観察

畳が幅広な短高台から斜上方に開き、立ち上がる口縁部を有する総黒色系小皿（口径約9㎝）。外面は3段に成形されている。みこみ全体に扇の赤色漆絵が手馴れた筆致で描かれている。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚24～110μm。炭粉粒子は中粒。表層10μmが分離。②漆層。層厚5～24μm。

◇№42（資料番号M990408、E地区SE04、図版4） 椀

器形・表面観察

ゆるやかに立ち上がる総黒色系小椀。みこみ全体に円を描く赤色（ベンガラ）漆絵がみられるが意匠は不明。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚50～100μm。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚20μm前後。表層6～10μmが変質。

◇№44（資料番号、M990434、E地区SD25、図版4） 鉢

器形・表面観察

内湾ぎみに立ち上がる厚手の総黒色系大鉢。口唇部はフラットで、外面に羊歯状の葉が赤色漆で描かれ、葉脈は引掻きである。塗膜はこの部分のみが残っている程度である。内外面にチョンナによる調整痕が認められる。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚24～74μm。炭粉粒子は中粒。表層10～24μmが分離。②漆層。層厚12～18μm。

◇№45（資料番号、M990493、E地区SK76、図版４）　柄杓

器形・表面観察

曲物と柄が完存する柄杓。曲物全体が茶黒色化しているので、塗膜分析と赤外分光分析を行った。

塗膜分析

内面①表層12μm前後が茶黒色化しているが、漆塗膜や炭粉粒子は確認できなかった。

◇№46（資料番号M990495、E地区SD15、図版４）　椀

器形・表面観察

内湾ぎみに立ち上がる総黒色系椀。外面上半部には赤色（朱）漆で三ッ縄の俵紋が描かれ、対面には扇紋らしき意匠がある。みこみの赤色漆絵は♯のような分析№50（共伴漆器）と類似した意匠がみられる。高台裏には赤色（朱）漆による「一」の銘がある。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚50～100μm。炭粉粒子は中粒。表層４～６μmが分離。②漆層。層厚24μm前後。

◇№47（資料番号M990496、図版４）　椀

器形・表面観察

短高台からゆるやかに立ち上がる大ぶりの総黒色系椀（口径約14.7㎝、器高4.8㎝）。身はやや浅く横に広い。内外面に縁起の良い「橘尽くし」の赤色（朱）漆絵がある。みこみの界線内には、２個の橘の果実と葉が描かれ、葉は薄い赤色として濃淡が使い分けされている。外面にもたくさんの橘の果実と葉が連なって描かれており、手馴れた筆致で躍動性のあるものとなっている（濃淡の使い分けなし）。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚100～150μm。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚は薄く10μm前後。

◇№49（資料番号M990498、E地区SD15、図版４）　椀

器形・表面観察

外開きの中高台から、立ち上がりが急な身の深い総黒色系椀。外面には赤色（朱）漆で家紋風の意匠が１つ配されている。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚70～122μm。炭粉粒子は中粒。表層10μm前後が分離。②漆層。層厚は薄く10μm前後。

◇№58（資料番号M990508、E地区SD28、図版４）　椀

器形・表面観察

中高台から丸腰をへてゆるやかに立ち上がる総黒色系椀。外面に赤色（朱）漆による大きな家紋が１個配されている。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

外面①炭粉渋下地層。層厚37μm前後。炭粉粒子は中粒。表層７μmが分離。②漆層。層厚10μm前後。③赤色（朱）漆絵層。最大層厚３μm前後。朱粒子は長径0.5μm以下の細かく均一な微粒子。

◇№50（資料番号M990547、E地区SD15、図版４）　椀

器形・表面観察

厚手の高台から内湾ぎみに立ち上がる総黒色系椀。外面の塗膜はすべて剥離している。みこみには#状の赤色漆絵が描かれている。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚10～44μm。炭粉粒子は中粒。表層3～7μmが分離。②漆層。層厚17μm前後。

内外面①炭粉渋下地層。層厚100μm前後。炭粉粒子は中粒。表層5～6μmが分離。②漆層。層厚は薄く7μm前後。

◇№52（資料番号M990585、図版なし）　椀

器形・表面観察

長高台（高さ3.2㎝）から身が深く立ち上がる合鹿椀タイプの総黒色系椀。体部外面には赤色漆で家紋風の意匠が対に配されているが、丸内は扇であろうか、判然としない。高台外面はカンナ筋が顕著で内面にはノミの調整痕が認められる。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚24μm前後。炭粉粒子は中粒。表層14μmが分離。②漆層。層厚12μm。

赤外分光分析

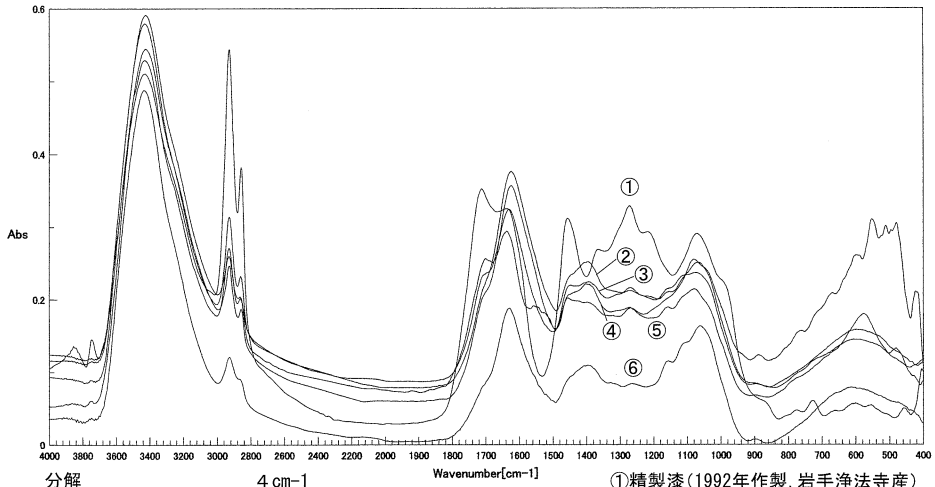
分光学（Spectroscopy）は「光と物質との相互作用によって生じる光の強度やエネルギー変化を調べる学問」[2)]と定義され、固有の振動をしている分子に波長を連続的に変化させて赤外線を照射してゆくと、分子の固有振動と同じ周波数の赤外線が吸収され、分子構造に応じたスペクトルが得られる。このスペクトルから分子構造を解析する方法を赤外線吸収スペクトル法（Infrared Absorption Spectroscopy）という[3)]。

漆塗膜の分析にはフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）を用いる。赤外光は近赤外（波数14000～4000cm^{-1}、波長700nm～2.5μm）、普通赤外（波数4000～400cm^{-1}、波長2.5～25μm）、遠赤外（波数400～10cm－1、波長25μm～1mm）に分けられるが、ここでは普通赤外光を用いる。波数は1cm当たりの波の数で、振動数を光速度で割ったものであり、波長の逆数である。

FT-IRは普通赤外では波数4000～400cm^{-1}の光を2つの光束に分割し、1つは固定し（固定鏡）、他方の光路長は可動ミラー（可動鏡）を用いて変化させる。つまり干渉計から位相の異なる光が出るわけで、2つの光束間の距離が変化すると干渉の結果、加え合わさった部分と差し引かれた部分の系列が生ずることによって強度の変化が起こる。すなわち干渉図形が得られる。フーリエ変換という数学的操作を行うと、干渉図形は時間領域から振動数領域のスペクトル点の1つに変換される。ピストンの長さを連続的に変化させ、ミラーBの位置を調節し、光束Bの光路を変化させる。この変化させた各点において、つぎつぎとフーリエ変換を行うと完全な赤外スペクトルが得られる[4)]。このようにして得られたスペクトルをあらかじめ得られている基準のスペクトルと比較することによって、塗装液の同定ができる。試料は2㎎を採取しＫＢｒ（臭化カリウム）100㎎をメノウ鉢で磨り潰して、これを錠剤成形器で加圧成形したものを用いた（錠剤法）。測定条件は分解能4cm-1、積算回数16、アポダイゼーション関数Cosine。図1・2はその赤外線吸収スペクトル（ノーマライズ）で、縦軸は吸光度（Abs）、横軸は波数（カイザー）である（測定機器は日本分光製FT-IR420）。

図1は上塗りの赤色漆・黒色塗膜の赤外線吸収スペクトル（ノーマライズ）で、精製漆塗膜の基準データ（①、岩手県浄法寺産、1992年作製）を重ねたものである。特徴は通常単独の吸収としてみら

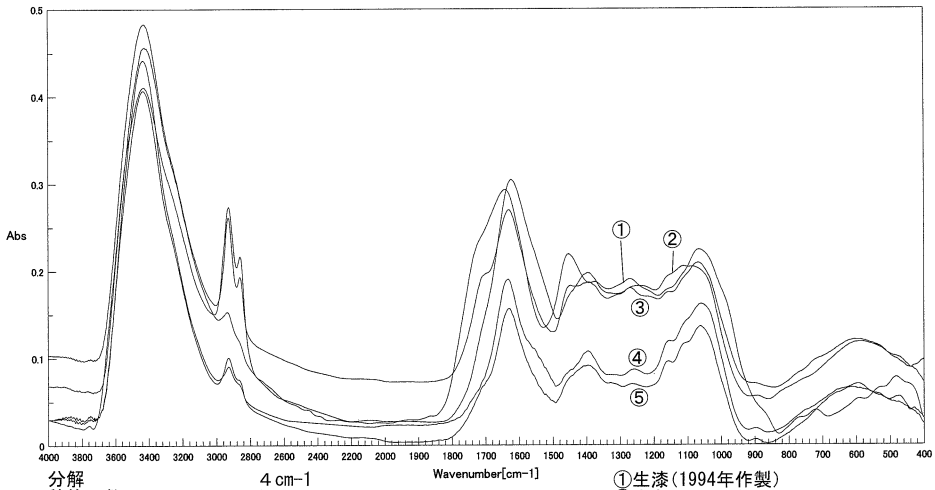
図１　赤外線吸収スペクトル（上塗漆）



分解　4cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①精製漆(1992年作製.岩手浄法寺産)
②中名Ⅴ、No.46
③中名Ⅴ、No.20
④中名Ⅴ、No.58
⑤中名Ⅴ、No.29
⑥中名Ⅴ、No.47

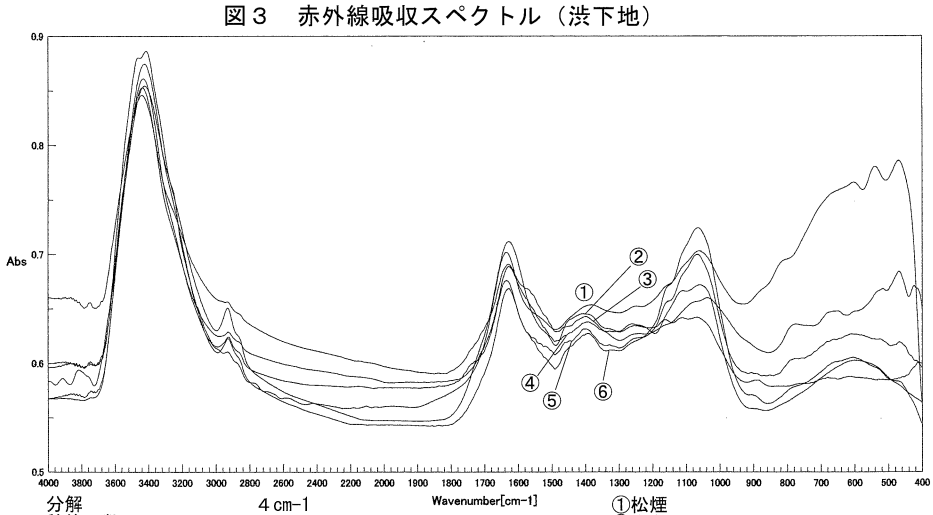
図２　赤外線吸収スペクトル（漆下地）



分解　4cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①生漆(1994年作製)
②中名Ⅴ、No.10
③中名Ⅴ、No.20
④中名Ⅴ、No.23
⑤中名Ⅴ、No.47

図３　赤外線吸収スペクトル（渋下地）



分解　4cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①松煙
②中名Ⅴ、No.37
③新潟中条町下町・坊城B遺跡(585-10)
④中名Ⅴ、No.31
⑤中名Ⅴ、No.20
⑥中名Ⅴ、No.30

図４　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No. 4朱漆）

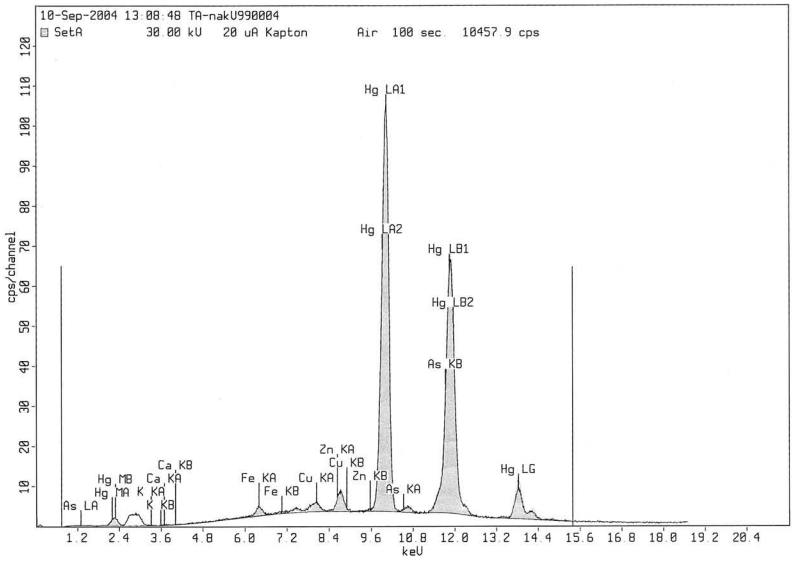


図５　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No. 10朱漆）

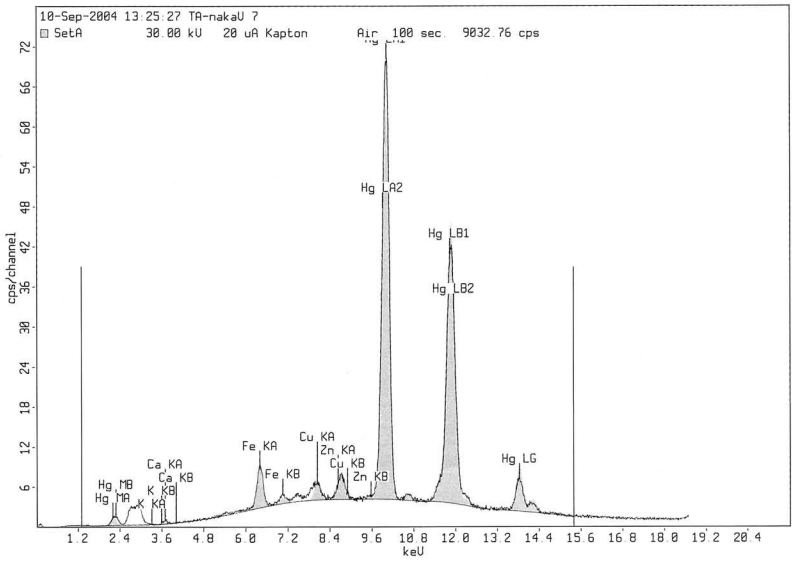


図６　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No. 18朱漆）

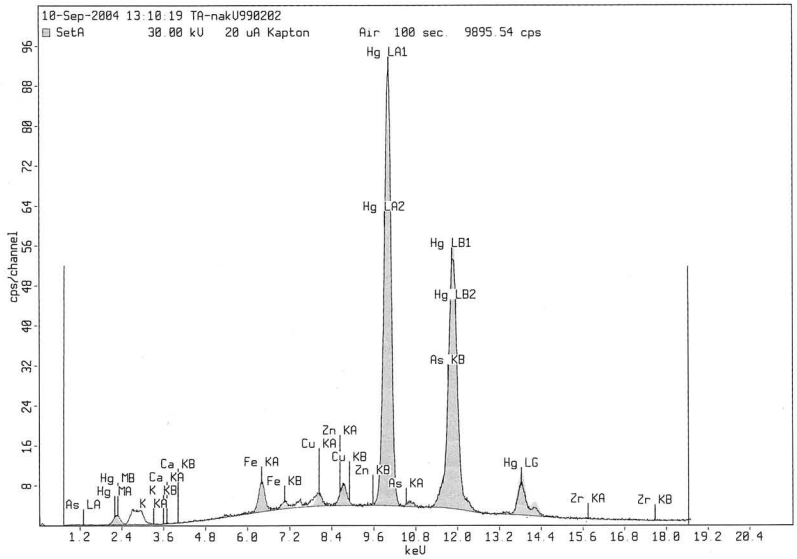


図７　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.20ベンガラ漬）

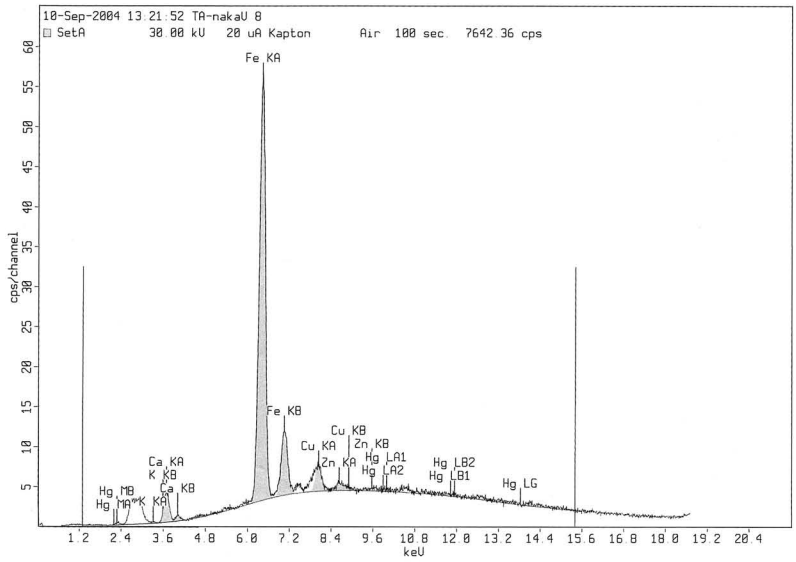


図８　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.29朱漆･金蒔絵）

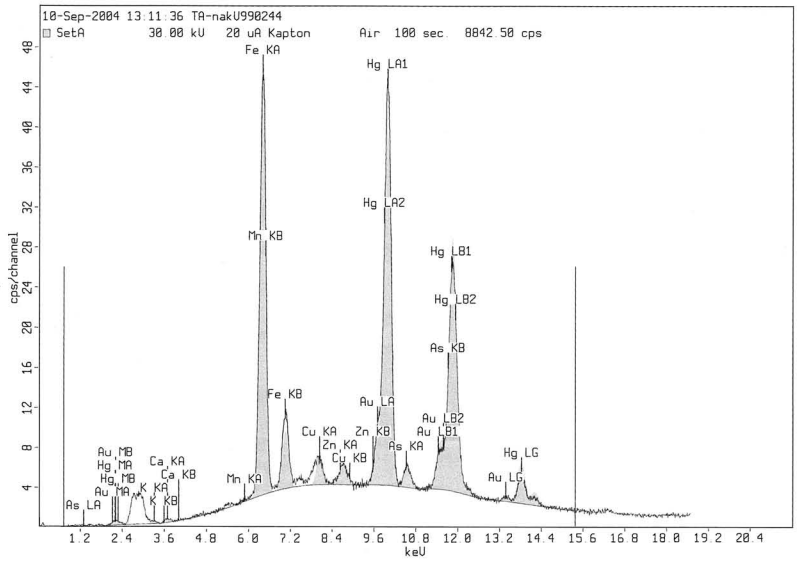


図９　蛍光Ｘ線定性分析スペクトル（No.58朱漆）

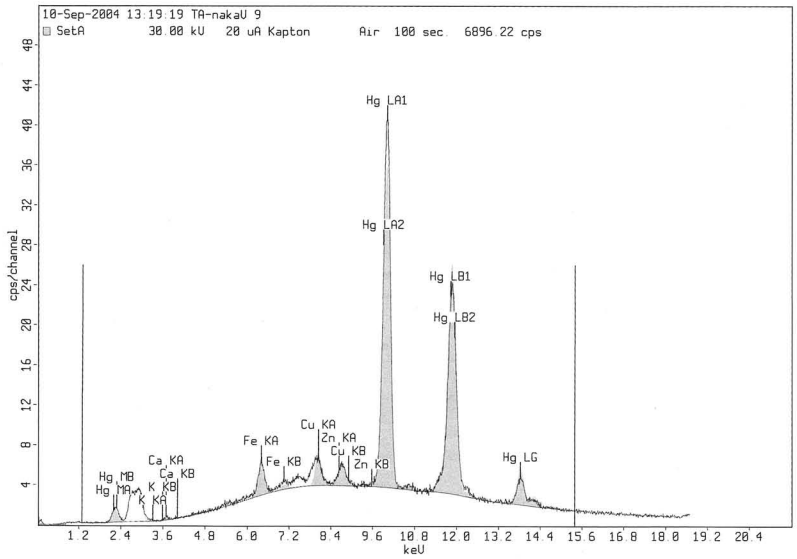
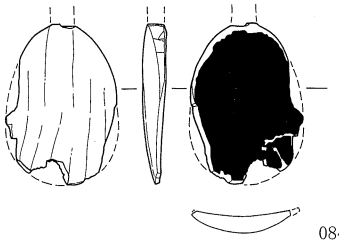


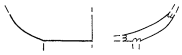
図10　分析漆器実測図（1）

分析No. 9



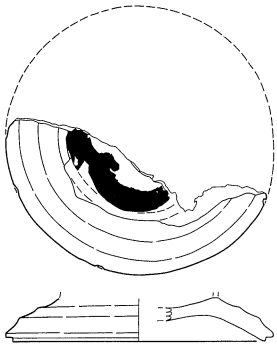
084

分析No. 10



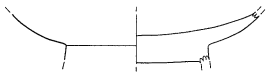
082

分析No. 12



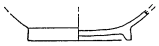
083

分析No. 13



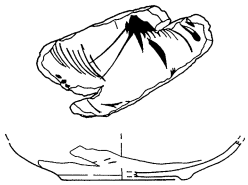
087

分析No. 18



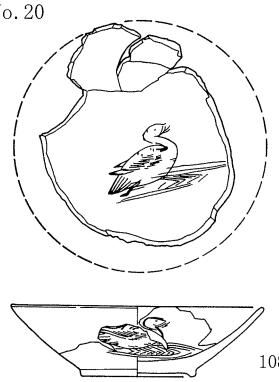
106

分析No. 19



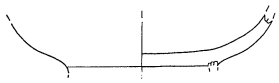
102

分析No. 20



108

分析No. 23

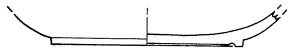


103

分析No. 29

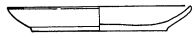
229

分析No. 30



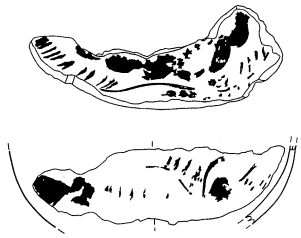
183

分析No. 31



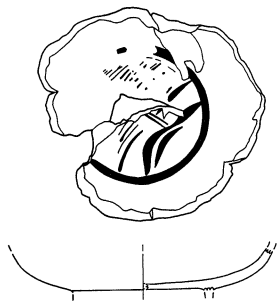
182

分析No. 32



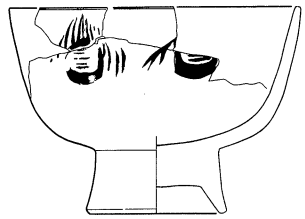
285

分析No. 37



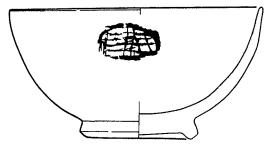
233

分析No. 39



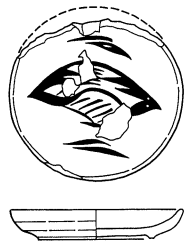
284

分析No. 40



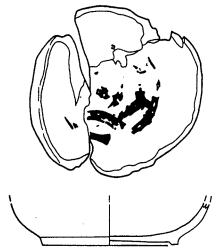
286

分析No. 41



231

分析No. 42



232

0　10　20cm

図11　分析漆器実測図（2）

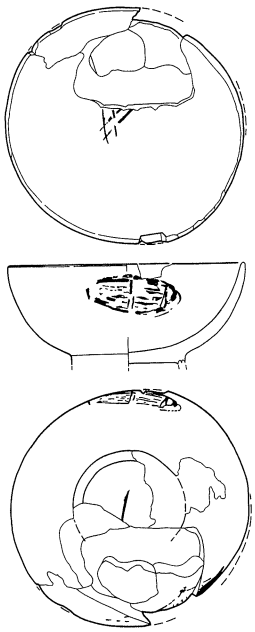
分析No. 44

281

分析No. 47

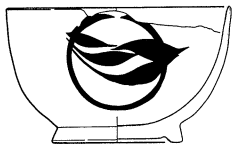
290

分析No. 46



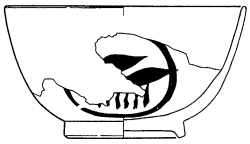
315

分析No. 49



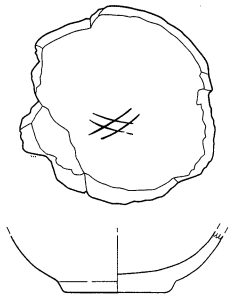
313

分析No. 58



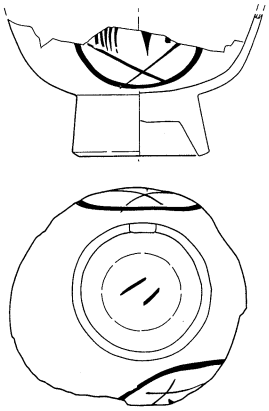
331

分析No. 50



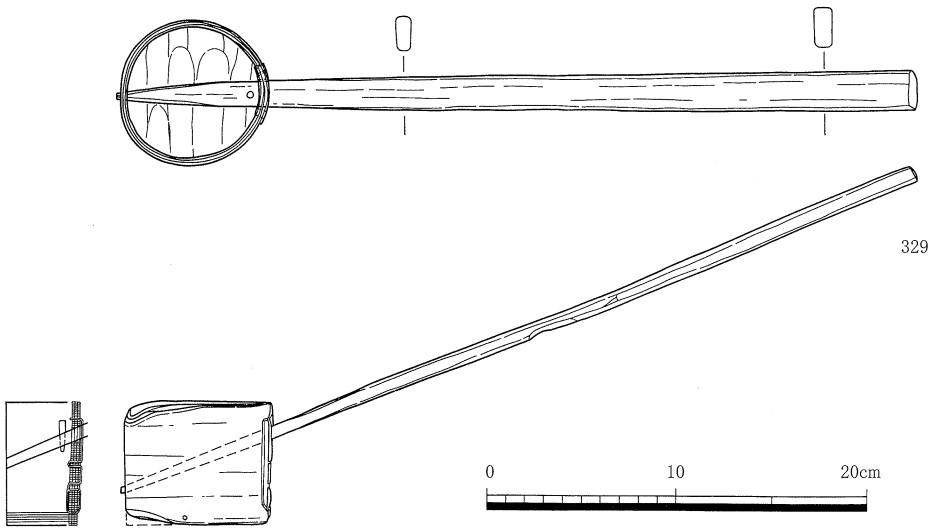
316

分析No. 52



317

分析No. 45



329

れる1465cm^{-1}（活性メチレン基）、1375cm^{-1}がつながってブロードなものとなっていることと、1280～1270cm^{-1}（フェノール性OH）の吸収が弱くなっていることである。この点は劣化した古い漆器にはしばしばみられる。しかし弱いながら2925cm^{-1}、 2850cm^{-1}、1720～1710cm^{-1}（カルボニル基）、1650～1630cm^{-1}（糖タンパク）の吸収が認められ、顕微鏡観察所見と合わせて漆塗膜と判断される。図２（ノーマライズ）は分析№10（②）・23（④）の漆下地同定で、図１に基準データとして引用した上塗漆＜204（④）・496（⑤）＞と生漆塗膜の基準データ（①、岩手県浄法寺産、1994年作製）の吸収を重ねた。ブロードな部分もあるが、図１の特徴と顕微鏡観察所見から漆塗膜と判断した。

図３（ノーマライズ）は渋下地同定のために、基準データとして新潟県中条町下町・坊城遺跡B地点出土漆器の炭粉渋下地（⑤）と松煙（①）の吸収を重ねた。すべてのデータが松煙粒子の吸収とほぼ一致していることがわかる。出土漆器では柿渋は炭粉と混ぜた場合、漆とちがってそれ自体の吸収が劣化のため大変弱く、指紋領域（1500～650cm^{-1}）においては松煙の吸収が顕著に現れ、柿渋単体時のようなシャープな吸収がみられることはあまりない。側鎖がほとんどないために2925cm^{-1}、 2850cm^{-1}の吸収は弱い。したがって漆や膠の吸収を示さないものは、顕微鏡観察と総合判断して柿渋とみて大過ないと考えている。なお、柿渋の主成分（渋味成分）はカキタンニンで、それは基本骨格が加水分解されない縮合型タンニン（非加水分解型）とよばれるものである。化学構造については未だ確定されていないが、松尾友明・伊藤三郎の研究によって、エピカテキン、カテキン-３-ガレート、エピガロテキン、ガロテキン-３-ガレートの４成分から成ることが判明した。その比は１：１：２：２で、フラバノール分子間Ｃ４位とＣ６位、もしくはＣ８位で順位結合し、繰り返し構造を持っている（分子量１万５千前後の高分子プロアントシアニジンのポリマー）[5]。

蛍光Ｘ線分析

蛍光Ｘ線分析は試料にＸ線を当てると、元素特有のＸ線（特性Ｘ線ないし固有Ｘ線）が発生（放出）する。この波長と強度を測定することによって元素の定性や定量分析を行う方法である。

分析対象：漆絵や蒔絵顔料の分析

使用機器：ＰＨＩＬＩＰＳ／ＰＷ4025、エネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置。

使用管球：Ｒｈターゲット９Ｗ。

検出器　：高分解能電子冷却Ｓｉ半導体検出器。

測定条件：30ｋＶ、20μＡ、フィルター　Kapton、100sec。

測定室雰囲気：大気。測定部径は１㎜。サンプルカップに入れて測定。

測定結果：漆器の個別報告で赤色顔料の元素記号を付したものは、すべて分析をおこなっており、代表的なものを図４～９に掲載した。図８は№29の蒔絵漆器で、赤色顔料の朱（HgS）と金(Au)、それに重元素であるFeのピークが強く出ている（Feには漆からのものも含まれる）。図７は№20の赤色顔料がベンガラ（Fe_2O_3）であることを示し、そのほかの赤色顔料は朱（HgS）である。

Ⅲ.おわりに

以上、平成11年度調査の中名Ｖ遺跡Ｄ１～３区、Ｅ１・２区出土漆器について、各種分析結果を報告してきたが、それらを総合して漆器考古学的観点から若干補足してまとめにかえたい。

中名Ｖ遺跡は複合遺跡であり、古代～近世の遺物が出土している[6]。個々の漆器の詳細は本文報告を参照していただき、ここでは器形と塗膜分析などから考えられる素描をしておく。まず時期的には２大別される。古いグループは分析№30・31である。№30は大ぶりの椀（総黒色系）で高台裏がフラットで露胎、Ｕ字状に削ることによって畳付けが作り出されている。こうしたタイプは12世紀代に一般的なものである。

No.31は小皿（総黒色系）で、高台裏は露胎、小さな三角高台が付いている。こうしたタイプは13世紀代に多い。いずれも炭粉漆下地である。

次に最も多いのは16世紀代である。うち第３～４四半期に含まれるものが大半を占める。該期の器形としてはSD189のNo.39（合鹿椀タイプ）は一の椀、小型のNo.40は二の椀にあたる。いずれも総黒色系炭粉渋下地の普及品であり、No.15の小皿（総黒色系、扇紋漆絵）もこれに組み合う。No.44の鉢（総黒色系）は赤色漆絵が加飾され、引掻き技法などからみて同時代と思われる。赤色漆絵で特筆されるのは、No.20の水鳥漆絵椀（漆下地）だ。内外面に赤色と黒色漆絵による同じ意匠がみられるが、みこみでは中央に黒色漆絵による水鳥が描かれ、輪郭と羽は濃く、ほかはぼかして使い分けされている。水鳥の足元は赤色（ベンガラ）漆絵による流水、背後には芦手を目立たぬように配している。手馴れた筆致の優品である。今一つは縁起の良い橘尽くしのNo.47の椀（総黒色系、渋下地）で、これは16世紀前半代の可能性がある。内外面に所狭しと橘を配し、濃淡二色を使い分けている。生き生きとした躍動性が感じられる優品だ。No.46の俵紋漆絵椀（渋下地）は16世紀代の定番といえるものであり、16世紀前半代からみられNo.49も同様である。No.40の椀（渋下地）の赤色漆絵は豊穣を招く扇と俵の組み合わせと考えた。未分析だがNo.33（M990394）はみこみに扇紋があり、今回の出土品は扇紋の頻度が高い。

これに対して上質品はNo.18の皆朱皿である。地の粉（鉱物粒子）漆下地で、油煙と判断される黒色顔料を含む黒色漆が塗られるなど上質品の特色を備えている。器形として珍しいのはNo.12の合子である。須恵器の坏身のような形をしており、内面は黒色系漆で外面は赤色漆だが、劣化が著しく黄色がかっており、高台裏が本来の赤色を呈している。炭粉漆下地で外面の赤色顔料は朱である。タテ木取りである点も注目される（他の漆器はすべてヨコ木取り）。

No.29の皆朱皿（炭粉漆下地にベンガラ・朱）は金蒔絵と黒色漆絵による珍しいものだが、17世紀代と考えられる。内面には花弁状の黒色漆絵の一部に金蒔絵が施されている。蒔絵粉は薄く、長径４～５μm前後で密着している部分が多い。ねじれの皺が観察されることから消粉と判断した。消粉は膠と金箔を練り合わせた微粉であり、金沢市木ノ新保遺跡[7]の金粉粒子も直径５μm以下、会津若松市神指城（２号堀跡）[8]でも４μm前後の微細なものであった。一方寛永９年（1632）前後の金沢城白鳥堀調査区盛土４出土漆器の椀蓋（No.22、外面に金蒔絵）と指物（No.28、縁に金蒔絵が加飾された箱）の金粉は、多角形を呈し厚みがあり、長径20μm前後のサイズであった[9]。地金から鑢で擦りおろされたもので、偏平な金粉の表層には同一方向の擦痕が観察されることから、研ぎ出されたことがわかる（研出蒔絵）。これらの漆器は布着せの上に地の粉漆下地、二辺地ないし三辺地、

上塗色＼下地＼器形		渋下地	漆下地		計	%	
		炭粉	炭粉	地の粉			
総赤色	椀		1		1	5.88	17.6
	皿			1	1	5.88	
	その他						
内黒外赤	椀						5.88
	皿						
	合子		1		1	5.88	
総黒色	椀	10	2		12	70.6	82.36
	皿	1			1	5.88	
	鉢	1			1	5.88	
計		1.2	4	1	17		
%		76.6	23.52	5.88	100		

表１　中名Ｖ遺跡出土椀皿類の下地・上塗色・器形分類
（平成11年度分、16世紀後半）

黒色顔料を含む黒色漆、研ぎ工程が施された上質品であり、加飾材料は塗装工程（品質）に比例している。消粉とは大きな違いがあり、所有階層の差が歴然としている。

表１は16世紀後半～17世紀前半の分析済みの椀皿類について、下地・上塗色・器形別に分類したものである（器形と内外面の上塗色が判別できないものは除外）。下地では普及品の渋下地76.47%、上質品の漆下地のうち地の粉（鉱物粒子）が8.88%、炭粉粒子が17.65%であり、渋下地漆器主体である。上塗色では総黒色系82.36%、総赤色17.6%、内黒外面赤色5.88%で、赤色漆器の普及率は低い。器形では総黒色系漆器のうち椀は70.6%、皿は5.88%で、大半が椀である。後者の比率は陶磁器皿との競合関係がうかがわれる。全体として赤色漆器の占有率が低く、黒色系椀と渋下地が主体の一般集落の傾向が現れている。木取りは合子を除けばヨコ木取りで、樹種はブナ・トチノキが多く、過去の調査事例[10]と同じ傾向にある。

なお今回も杓子（表面赤色、裏面が黒色）が２点出土しており、№９は表面がベンガラで裏面は炭粉渋下地の一般的なもの、№11（M990003）の表面は蛍光Ｘ線分析で朱のピークがでている。塗膜分析は未実施だが炭粉地が観察されるので、過去の分析（朱塗杓子は炭粉漆下地）からみて、その可能性が高い。ただ、富山県福光町梅原胡摩堂遺跡[11]の「高野山」銘杓子は、地の粉漆下地（炭粉粒子を含む）にベンガラ塗りであり、椀皿類とは別の流通ルートで供給されることがある杓子は、さまざまなケースが予測される。

註

1）四柳嘉章「考古資料の修復と文化財科学－福井県家久遺跡・礫槨墓出土漆器の事例から」『國學院大學博物館学紀要』第27号　國學院大學博物館学研究室、2003

2）尾崎幸洋『分光学への招待』産業図書、1997

3）山田富貴子「赤外線吸収スペクトル法」『機器分析のてびき』化学同人、1988

4）SILVERSTEIN・WEBSTER、荒木峻・益子洋一郎ほか訳『有機化合物のスペクトルによる同定法―MS、IR、NMRの併用　第６版』東京化学同人、1999

5）伊藤三郎「脱渋の基礎」『果樹全書　カキ・キウイ』農産漁村文化協会、1985

6）武田健次郎・青山　晃・中野由紀子ほか『埋蔵文化財調査概要―平成11年度』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2000

7）四柳嘉章・四柳嘉之「金沢市木ノ新保遺跡出土漆器の科学分析」『木ノ新保遺跡』石川県教育委員会・石川県埋蔵文化財センター、2002

8）四柳嘉章「神指城（２号堀跡）出土漆器の科学分析」『国営会津農業水利事業関連遺跡調査報告Ⅷ』福島県教育委員会、1992

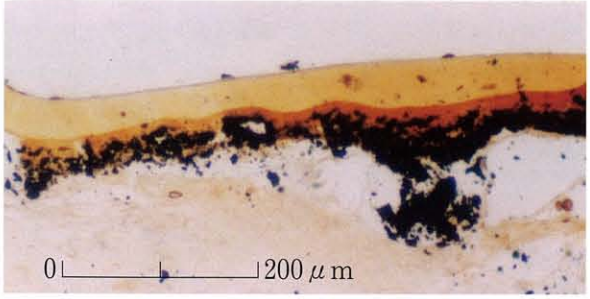
9）四柳嘉章「金沢城石川門前土橋（白鳥堀調査区・沈床園調査区）出土漆器の塗膜分析」『金沢城石川門土橋（通称石川橋）発掘調査報告書』石川県立埋蔵文化財センター、1998

10）元興寺文化財研究所「樹種鑑定研究所」『中名Ⅰ・Ⅴ遺跡発掘調査報告』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2003

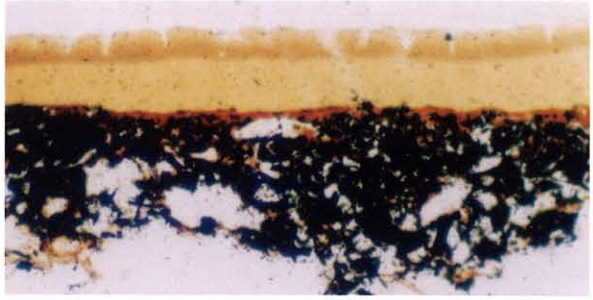
四柳嘉章「富山県中名Ⅰ・Ⅴ遺跡出土漆器の科学分析」『中名Ⅰ・Ⅴ遺跡発掘調査報告』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2003

11）四柳嘉章「富山県梅原胡摩堂遺跡群出土漆器の科学的分析」『梅原胡摩堂遺跡発掘調査報告書（遺物編）』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、1996

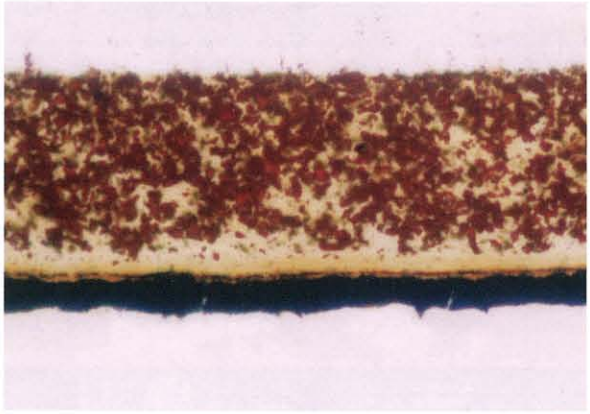
図版１　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真



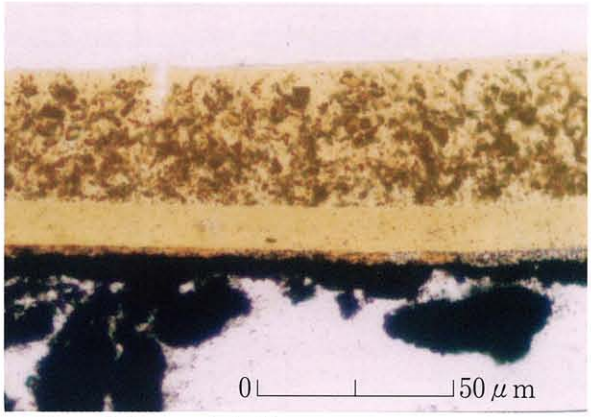
No. 13　椀　内面　×130



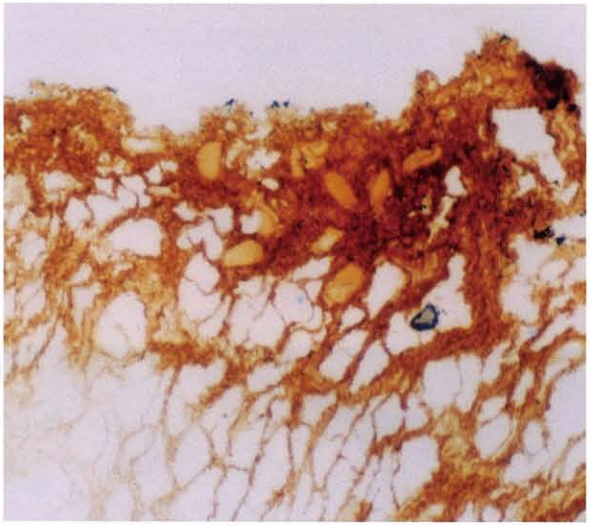
同左　外面　×260



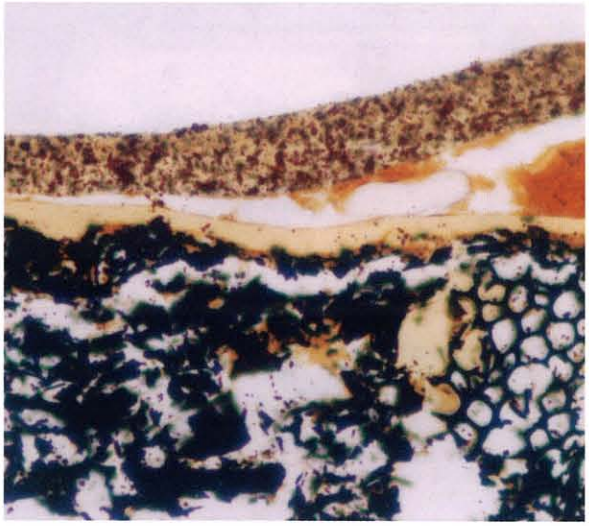
No. 12　合子　外面　×520



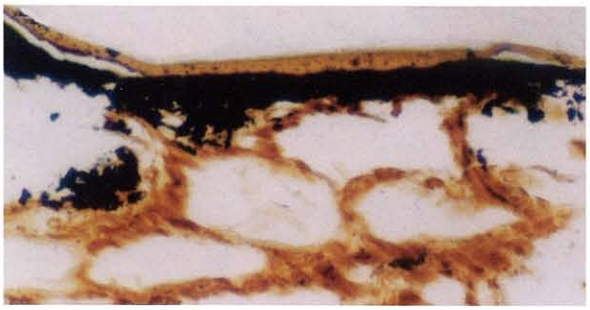
同左　劣化した赤色漆　×520



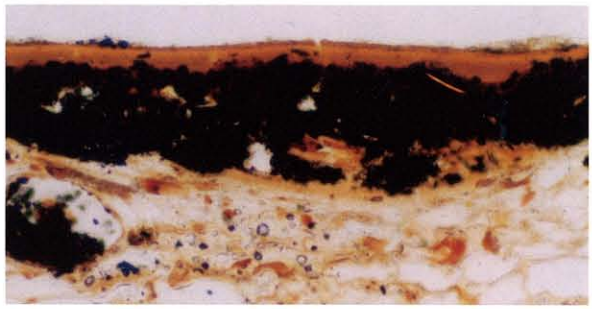
No. 23　椀　外面　×130



No. 20　椀　内面漆絵　×520



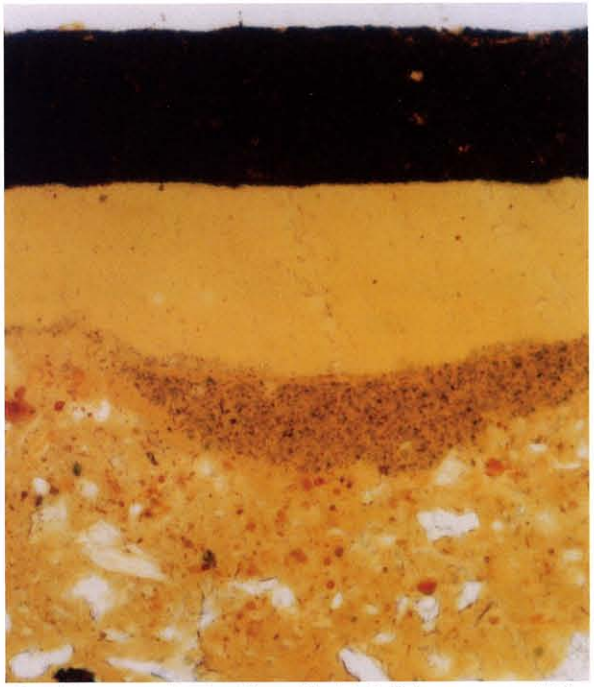
No. 12　杓子　外面　×260



No. 30　椀　内面　×260

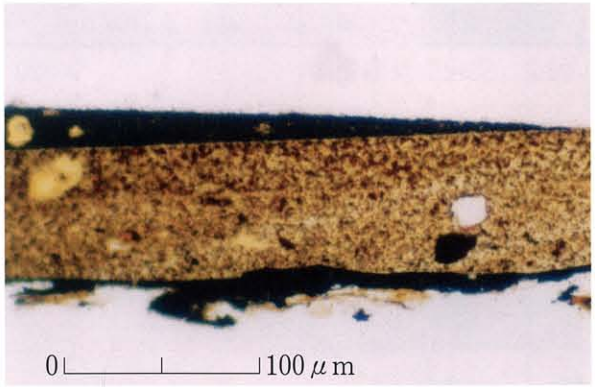
図版２　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真

No. 18　皿　内面（反射光）　×130

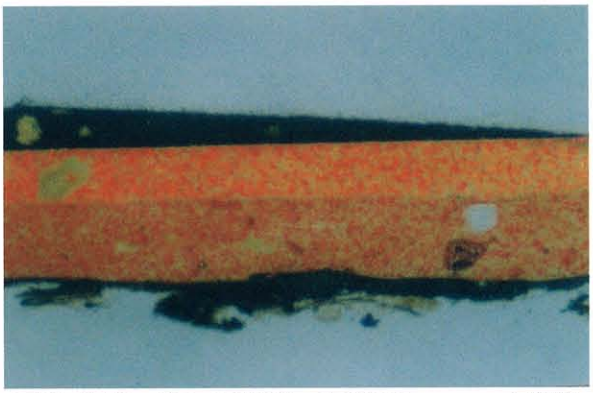


No. 18　皿　内面（地の粉･黒色漆）　×520

No. 19　椀　内面　×520

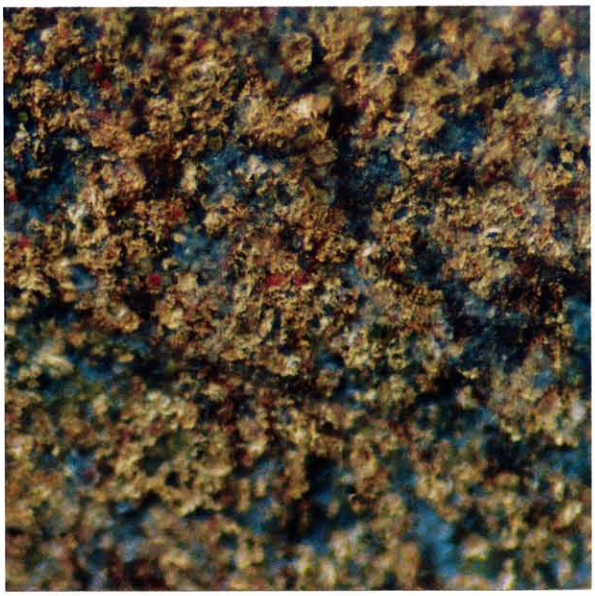


No. 29　皿　内面　×260



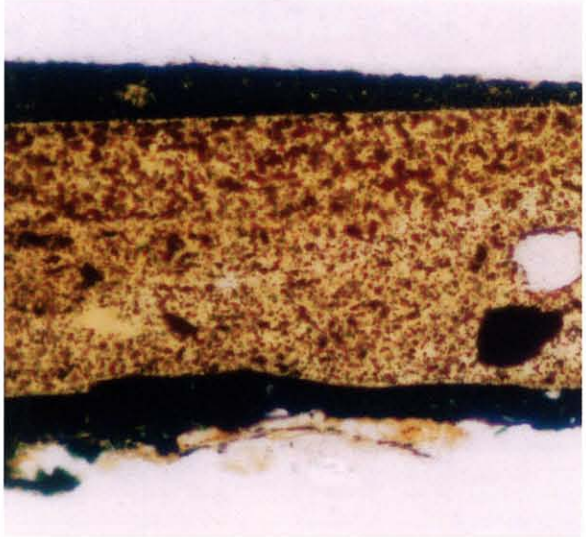
同左（ベンガラ･黒色漆、反射光）　×260

No. 29　蒔絵粉表面　×52



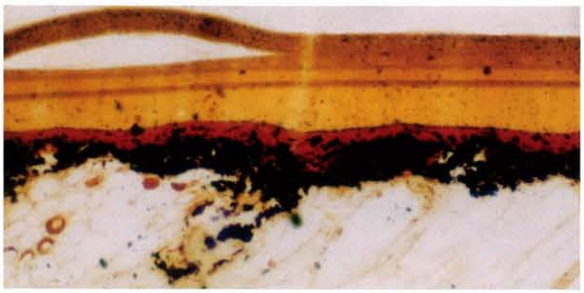
同左拡大　×130

図版３　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真



No. 29　皿　内面　×520

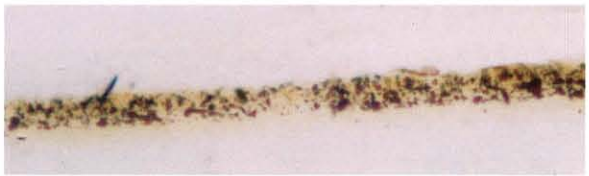
No. 10　皿　内面　×520



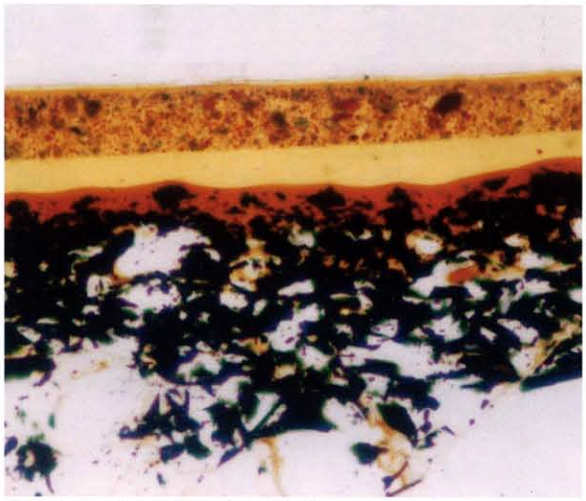
No. 31　皿　内面　×260

No. 31　皿　外面　×520

No. 37　椀　内面　×520



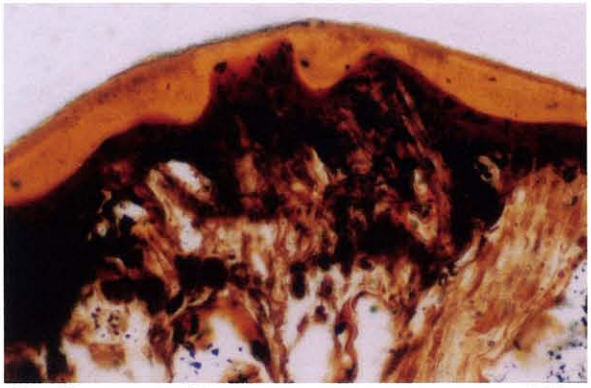
No. 37　椀　内面赤色漆絵　×520



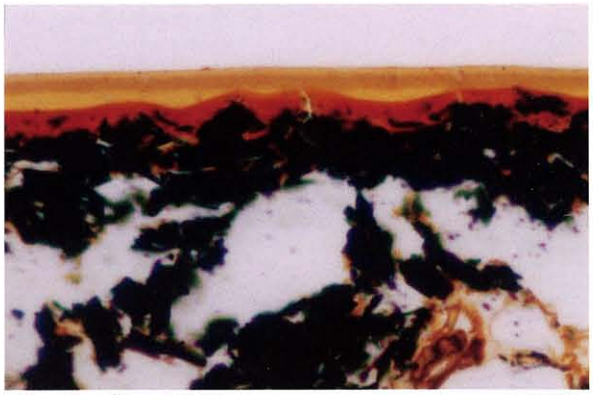
No. 40　椀　外面赤色漆絵　×520

No. 40　椀　内面　×520

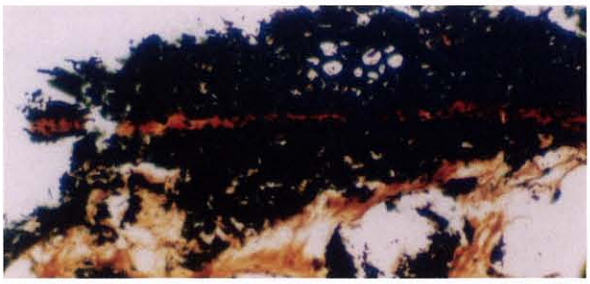
図版４　漆器塗膜層断面の顕微鏡写真



No. 41　皿　口縁　×260

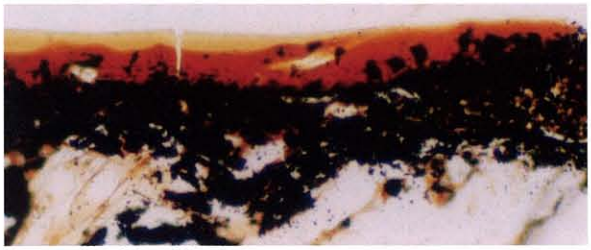


No. 39　椀　内面　×520



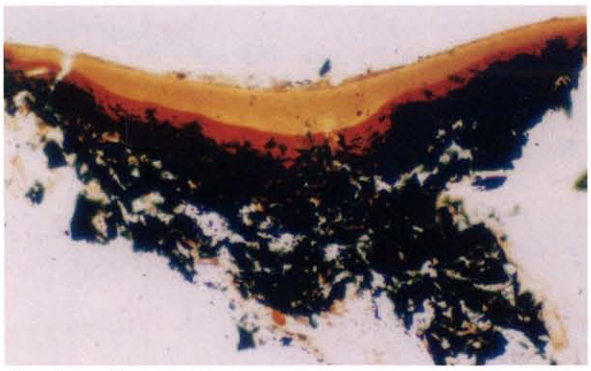
No. 32　椀　内面　×260

No. 42　椀　内面　×520

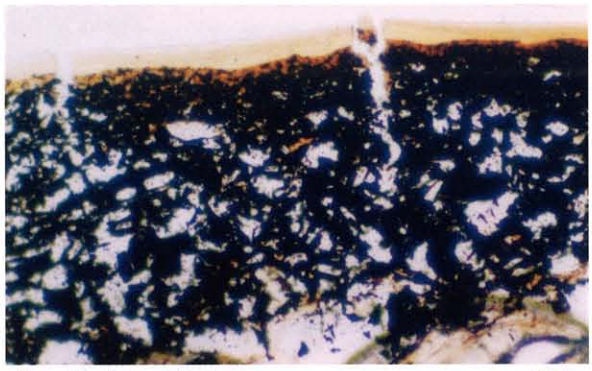


No. 44　鉢　外面　×260

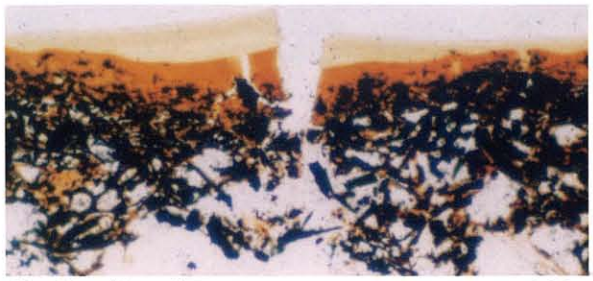
No. 45　椀杓　内面　×520



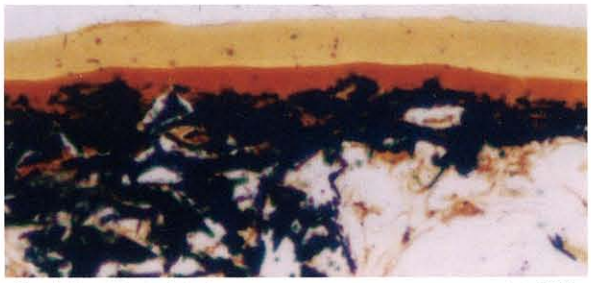
No. 46　椀　外面　×260



No. 47　椀　外面　×260



No. 49　椀　外面　×260



No. 50　椀　内面　×520

V　道場Ⅰ遺跡・中名Ⅵ遺跡出土漆製品の科学分析

漆器文化財科学研究所　四柳嘉章

Ⅰ．はじめに

神通川右岸に立地する道場Ⅰ遺跡・中名Ⅵ遺跡（富山県婦中町所在）は、中名Ⅴ遺跡、道場Ⅱ遺跡、持田Ⅰ遺跡、持田Ⅱ遺跡と近接し、砂子田Ⅰ遺跡、清水島Ⅱ遺跡とも隣接している。いずれも中世村落の動向を探るうえで重要な遺跡である。道場Ⅰ遺跡の平成10・11年度調査区から出土した烏帽子・漆椀の分析結果を報告する。

Ⅱ．分析の方法

漆器は階層や価格に応じた各種の製品が生産され、その品質が考古学的には所有階層復元の手がかりとなる。この品質差を材料や技術的側面から評価する場合、肉眼による表面観察では使用や廃棄後の劣化を含めた表面の塗りと加飾部分でしか判断できず、それも専門的な経験に左右される。しかし漆器本来の耐久・堅牢性は塗装工程にあり、この塗膜の下に隠された情報は塗膜分析によって引き出される[1)]。

塗膜分析は漆器の内外面数箇所から数㎜の塗膜片を採取し実体顕微鏡顕で観察した後、ポリエステル樹脂に包埋後その断面を研磨のうえプレパラートに接着し、さらに研磨を加えて（♯100～3000）金属・偏光顕微鏡で観察する方法である。サンプルである手板試料と比較検討しながら塗装工程や下地材料の同定を行うが、これによって表面観察ではわからない時代的地域的な塗装工程の特色、製品の品質が把握できるので、遺跡における所有階層の推定やデータが集積されれば製品の流通問題にも迫ることができる[1)]。また塗料・下地の直接的な分析は、赤外線を固有の振動をしている分子に波長を連続的に変化させて照射し、分子構造を解析するフーリエ変換赤外分光法（ＦＴ-ＩＲ）を用いた。

なお、本稿で用いる用語のうち、意味が曖昧で誤解をまねくものについては、以下のように規定して使用する。

①赤色漆

赤色の主な顔料である朱（HgS）やベンガラ（Fe_2O_3）が未同定の場合には「赤色漆（未同定）」と最初に断って使用し、同定済みは「赤色（朱）漆」「朱漆」「ベンガラ漆」などと表記する。よく使われる「赤漆（あかうるし）」は「赤漆（せきしつ）」（木地を蘇芳で染め透漆を施したもの）との混同をさけるために用いない。内外面とも赤色漆の場合は、未同定は「総赤色（未同定）漆」、同定ずみの場合は「総赤色（朱）漆」、あるいは慣例による「総（惣）朱」「皆朱」「朱漆器」などを用いる。

②黒色漆と黒色系漆

上塗漆が黒色の場合、黒色顔料の有無によって２種類に分けられる。炭素粒子（油煙・松煙）や鉄系化合物粒子などの黒色顔料を含むものを「黒色漆」、黒色顔料を含まないものを「黒色系漆」として区別する。黒色系漆においては、黒色顔料を含まずとも漆自体の表層が茶黒色に変質し、さらに下地色を反射して肉眼では黒色に見える。筆者の調査では古代以来こうした方法が一般的と考えられるので、品質の判別や、材料科学の上からも両者の区別が必要である。未同定の場合は、はじめに「黒色漆（未同定）」とことわる。内外面とも黒色漆の場合は「総黒色漆」、同じく黒色系は「総黒色系漆」（いわゆる「総黒」は両者を含む）、内面赤色外面黒色は「内赤外黒色漆」、同じく「内赤外黒色系漆」とする。赤色顔料が同定されている場合は「内朱外黒色漆」あるいは「内赤（ベ

ンガラ）外黒色漆」などと呼称する。

③下地の分類

一般の粗い鉱物粒子を用いたものは「地の粉漆下地」、珪藻土使用は「珪藻土漆下地」、より細かい砥の粉類似は「サビ（錆）漆下地」、膠使用は「地の粉またはサビ（錆）膠下地」、炭粉は漆を用いたものは「炭粉漆下地」、柿渋を用いたものは「炭粉渋下地」とする。

Ⅲ．分析結果

試料は１資料につき、３点の試料を作成し平均値を算出した。したがって必ずしも図版のスケールとは一致しない。漆層の「表層変質」とあるものは、酸化劣化防止層の形成を意味する。以下、木胎（木地）から順に番号（①～）を付して説明する。

塗膜分析

◇№.１（遺物番号：道場Ⅰ遺跡A地区M980303）SE034出土烏帽子（平成10年度）

器形・表面観察

多量の烏帽子細片が出土。表面は黒色が強く、内面は茶褐色を呈している。実体顕微鏡観察では、胎の繊維や縁（へり）塗り部分が確認できる。繊維は経糸と緯糸が１本ずつ交差した平織（１本越え１本潜り）で、密度としては１㎝内に経糸（たていと）45本前後・緯糸（よこいと）40本前後である。

塗膜分析

Ａ試料

①繊維層。②黒色漆層。層厚19～40μm。黒色顔料は長径0.1μm以下の微細なものであり、油煙と考えられる。③漆層。層厚14～54μm。表層５μmが変質。

Ｂ試料

①繊維層。②黒色漆層。層厚100～150μm。黒色顔料は長径0.1μm以下の微細なものであり、油煙と考えられる。③地の粉漆層。層厚17μm。鉱物粒子は石英・長石・有色鉱物からなる。④漆層。層厚56～86μm。Ａ試料と異なり、地の粉が用いられていることから、「縁」の可能性がある。

Ｃ試料

①繊維層。②漆層。層厚19μm前後。③漆層。層厚30μm前後。表層30μmが変質。④漆層。層厚32μm前後。表層15μmが変質。

３種類を掲載したが、基本的には胎の繊維の上に黒色顔料が含まれた漆層、その上に２～４層の漆が施されている。Ｂ試料では他の試料と異なって、地の粉漆層が確認できる。

◇№.３（遺物番号：中名Ⅵ遺跡A地区479）、№.４（遺物番号：道場Ⅰ遺跡A1地区345）、№.５（遺物番号：中名Ⅵ遺跡A地区M990802）、№.８（遺物番号：道場Ⅰ遺跡A1地区M991104）、№.10（遺物番号：中名Ⅵ遺跡A地区M990802）、道場Ⅰ遺跡Ａ１地区SX04出土烏帽子（平成11年度）

器形・表面観察

SX04からは上記の烏帽子片が出土しており、塗膜のほか胎の繊維が確認できる。表面は黒色が強く、内面は茶褐色を呈している。繊維は１本越え１本潜りで、１本の繊維幅は120～156μm、密度は１cmにつき35～40本である（経糸は40本前後、緯糸は35本前後）。

塗膜分析

①繊維（同上）。②黒色漆層。層厚10～20μm。黒色粒子は微細であり、油煙と考えられる。③漆層。層厚12～24μm。④漆層。層厚12～15μm。⑤漆層。層厚17～22μm。⑥漆層。層厚15～22μm。④～⑥層は全体に変質。漆層は部分によっては２～３層が観察されるが、上記が平均的な塗装工程

である。

◇№11（遺物番号：道場Ⅰ遺跡A1地区317）　椀（総黒色系）

器形・表面観察

ゆるやかに立ち上がる総黒色系椀。みこみや外面に赤色漆絵痕があるが大半の塗膜が剥離しているので意匠などは不明。体部下半に穿孔がある。ヨコ木（柾目）取り。

塗膜分析

外面①炭粉渋下地層。層厚120μm。②漆層。層厚15μm前後。

赤外分光分析

分光学（Spectroscopy）は「光と物質との相互作用によって生じる光の強度やエネルギー変化を調べる学問」[2]と定義され、固有の振動をしている分子に波長を連続的に変化させて赤外線を照射してゆくと、分子の固有振動と同じ周波数の赤外線が吸収され、分子構造に応じたスペクトルが得られる。このスペクトルから分子構造を解析する方法を赤外線吸収スペクトル法（Infrared Absorption Spectroscopy）という[3]。

漆塗膜の分析にはフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）を用いた。赤外光は近赤外（波数14000～4000cm^{-1}、波長700nm～2.5μm）、普通赤外（波数4000～400cm^{-1}、波長2.5～25μm）、遠赤外（波数400～10cm^{-1}、波長25μm～1㎜）に分けられるが、ここでは普通赤外光を用いる。波数は1cm当たりの波の数で、振動数を光速度で割ったものであり、波長の逆数である。

ＦＴ-ＩＲは普通赤外の場合は波数4000～400cm^{-1}の光を2つの光束に分割し、1つは固定し（固定鏡、ミラーＡ）、他方の光路長は可動ミラー（可動鏡、ミラーＢ）を用いて変化させる。つまり干渉計から位相の異なる光が出るわけで、2つの光束間の距離が変化すると干渉の結果、加え合わさった部分と差し引かれた部分の系列が生ずることによって、強度の変化が起こる。すなわち干渉図形が得られる。フーリエ変換という数学的操作を行うと、干渉図形は時間領域から振動数領域のスペクトル点の1つに変換される。ピストンの長さを連続的に変化させ、ミラーＢの位置を調節し、光束Ｂの光路を変化させる。この変化させた各点において、次々とフーリエ変換を行うと完全な赤外スペクトルが得られる[4]。このようにして得られたスペクトルをあらかじめ得られている基準のスペクトルと比較検討することによって、塗装液及び顔料の同定ができる[4]。

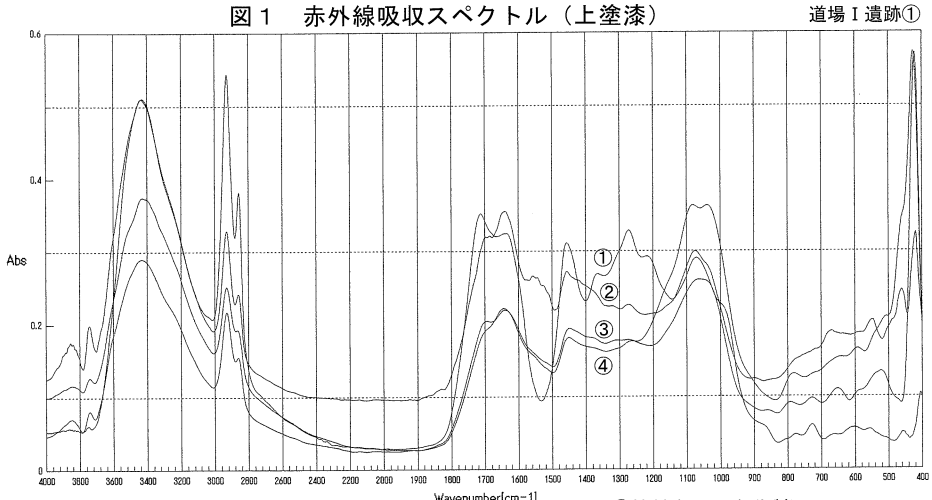
分析用試料は1～2㎎を採取しKBr（臭化カリウム）100㎎とともにメノウ鉢で磨り潰して、これを錠剤成形器で加圧成形したものを用いた（錠剤法）。条件は分解能4cm^{-1}、積算回数16、アポダイゼーション関数Cosine。こうして測定した赤外線吸収スペクトルを図1・2に掲載した（ノーマライズ）。縦軸は吸光度（Abs）、横軸は波数（カイザー）である（測定機器は日本分光製FT-IR420）。

図1は№3～5の上塗漆塗膜と現在の精製漆塗膜（①岩手県浄法寺産、1992年作製）の赤外線吸収スペクトルである。全体に1280cm^{-1}（フェノール）が減少し、1070～1030cm^{-1}（ゴム質）の吸収が増大傾向にある。全体にブロードな吸収となっているが、総じて2925cm^{-1}、2850cm^{-1}、1720～1718cm^{-1}（カルボン酸）、1650～1630cm^{-1}（糖タンパク）、1465cm^{-1}（活性メチレン基）、1280cm^{-1}（フェノール）、1070～1030cm^{-1}（ゴム質）などの吸収がみられるので漆と同定される。

図2は越後・越中出土の中世烏帽子例である富山県小矢部市五社遺跡（②）[5]、富山県婦中町道場Ⅰ遺跡（③④）[6]、新潟県神林村大木戸遺跡（⑤SK119）[7]、精製漆塗膜（①岩手県浄法寺産、1992年作製）の赤外線吸収スペクトルである。

五社遺跡例は基準データとよく一致しているが、1070～1030cm^{-1}（ゴム質）の吸収が著しく増大し

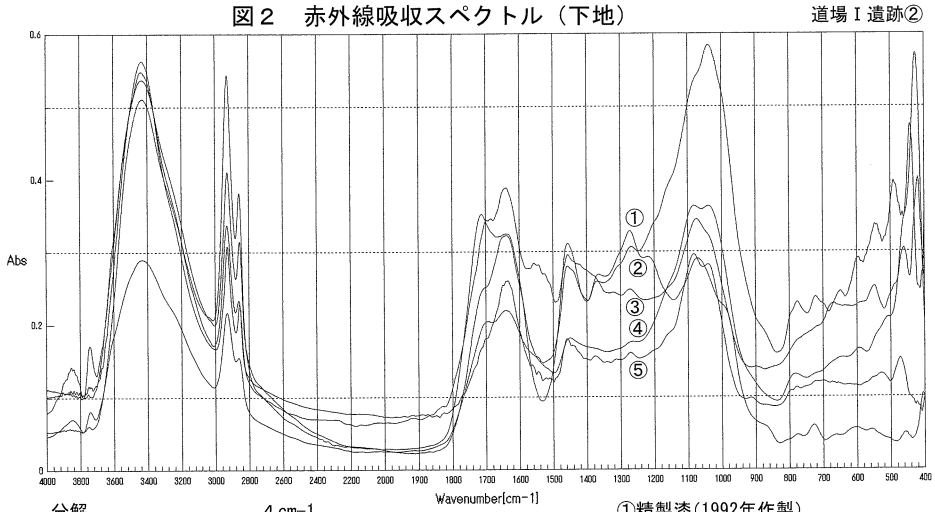
図１　赤外線吸収スペクトル（上塗漆）　道場Ｉ遺跡①



分解　4cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①精製漆（1992年作製）
②No. 5
③No. 4
④No. 3

図２　赤外線吸収スペクトル（下地）　道場Ｉ遺跡②



分解　4cm-1
積算回数　16
アポダイゼーション　Cosine

①精製漆（1992年作製）
②富山県小矢部市五社遺跡
③No. 3
④No. 4
⑤新潟県神林村大木戸遺跡

ている（劣化・変質が顕著）。道場Ｉ遺跡例もブロードな吸収となり、ゴム質がやや増大傾向にある。大木戸遺跡例は前二者から比べれば劣化が少ない。

Ⅳ.小　結

道場Ｉ遺跡からは井戸SE034と土蔵的な性格のSX04から烏帽子が出土し、時期的には14～15世紀代と考えられている[8]。ここでは出土例から中世烏帽子の構造と塗装工程について、簡単にまとめておくことにしたい。

烏帽子の形態には立烏帽子、折烏帽子、細烏帽子、引立烏帽子、風折烏帽子などがあるが、階級によって着用や作り方も異なっており[9]、年齢によって色も使い分けされた。鎌倉時代までは庶民男子も露頂を忌み烏帽子を被ったが、室町時代になると露頂が普及しはじめ、月代も行われるようになった。烏帽子の素地は絹紗や麻類であったが、やがて紙で型を作り漆塗りされるようになって行く。その製作の担い手は、近世に専業の冠屋ができるまでは、塗師の領域であった。

道場Ｉ遺跡分析No.１（井戸SE034出土）は、検出時の状態から左折烏帽子と報告されている。経糸と緯糸が一本ずつ交差した平織（１本越え１本潜り）で、１cmあたりの密度は40～45本ほどであ

る。塗装工程は繊維（布）の上に黒色顔料が含まれた黒色漆層が施され、その上に4層前後の漆が施されている。ただしB試料では、黒色漆層の上に地の粉漆層が施されていた（可能性としては「縁」の部分か）。石組を備えた方形土坑SX04（土蔵か）から出土した分析№3・4・5・8・10は、いずれも表面は黒色が強く、内面は茶褐色を呈している。布は平織で1㎝あたりの密度は35～40本である。塗装工程は布の上に黒色漆層、さらに4層の漆層が施されている。以上から井戸SE034と配石土坑SX04出土の烏帽子は、同一の製作工程であることが判明した。

北陸における中世烏帽子の分析事例としては、前述の富山県小矢部市五社遺跡（12～13世紀、D1地区Ⅱb層下・溝上面出土）、富山県婦中町道場Ⅰ遺跡（15世紀、SE034出土）、新潟県神林村大木戸遺跡（15世紀、SK119）などがある。五社遺跡例はとくに漆成分の劣化が著しく常用の烏帽子と考えられる。大木戸遺跡例は2枚の繊維を重ねた縁をもつ上質品で、赤外分光分析の結果は紫外線劣化もなく漆成分の残りはわりと良好であり、常時屋外で使用したものではないように思われた。次にいま少し構造的な点について、道場Ⅰ遺跡との比較をしてみたい。

五社遺跡例も平織布で、密度としては1㎝につき経糸・緯糸50本前後の細かい部分から、20本弱までの粗いものまでがみられた。塗装工程としては、布の上に泥質状の細かい石英・長石・雲母・有色鉱物からなる地の粉漆下地が施され、さらに黒色漆層と漆層が2～3層施されていた。これは縁の部分の可能性が考えられる。道場Ⅰ遺跡分析№1－B試料では、布→黒色漆層→地の粉漆層→漆層であり、黒色漆層と地の粉漆層が逆転している。通有は五社遺跡例のようになる。大木戸遺跡例ではとくに縁（へり）塗り部分の遺存状態がよく、2枚の布を重ねていることや外側の布だけに漆塗りされていることが観察できる。平織で1㎝内の密度としては経糸50本前後・緯糸40本前後である。塗装工程は（表）布→黒色漆層→漆層（1～2層）と（裏）布→漆層（3層）で、黒色顔料の油煙が用いられているのは表の塗りだけである。50本前後の密度のものは絹の可能性が考えられる。

烏帽子の塗様は伊勢貞丈によると「黒塗・椋実（むくのみ）・さわし」[10]の三品といわれるが、黒塗とは黒色顔料（油煙）を混ぜて黒く光沢のあるものに仕上げたものと考えられる。しかし内面は黒色顔料が省略されていたことも分析から明らかとなった。

烏帽子は中世遺跡からの出土例がわりと少なく、西日本の代表的集落・広島県草戸千軒町遺跡からの出土例も皆無であったことから、中世における庶民男子の烏帽子普及は疑問視する意見もあった。しかし2003年7月に行った草戸千軒町遺跡漆製品調査で、多数の烏帽子片を確認した。多くは塗膜片しか残っていないので見逃しやすいが、仔細に調査すれば出土例は増加するはずである。

註

1）四柳嘉章「漆器考古学の方法と中世漆器」『考古学ジャーナル』第401号、1996
四柳嘉章「概説・北陸の漆器考古学」『北陸の漆器考古学－中世とその前後』北陸中世土器研究会、1997

2）尾崎幸洋『分光学への招待』産業図書、1997

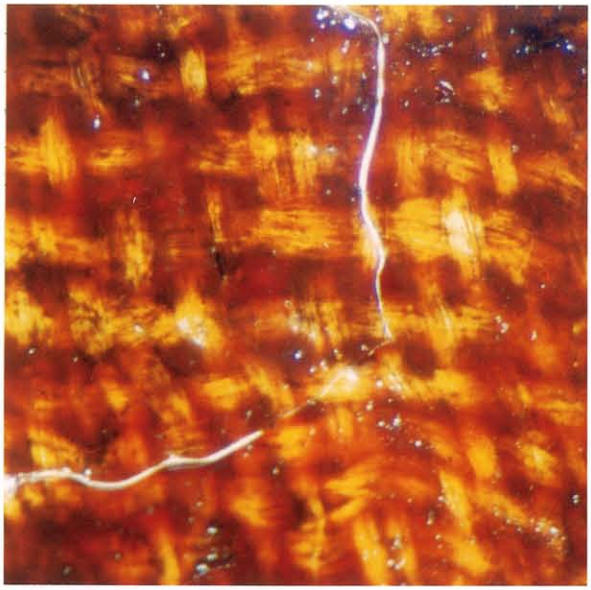
3）山田富貴子「赤外線吸収スペクトル法」『機器分析のてびき』化学同人、1988

4）SILVERSTEIN・WEBSTER、荒木峻・益子洋一郎ほか訳『有機化合物のスペクトルによる同定法―MS、IR、NMRの併用　第6版』東京化学同人、1999

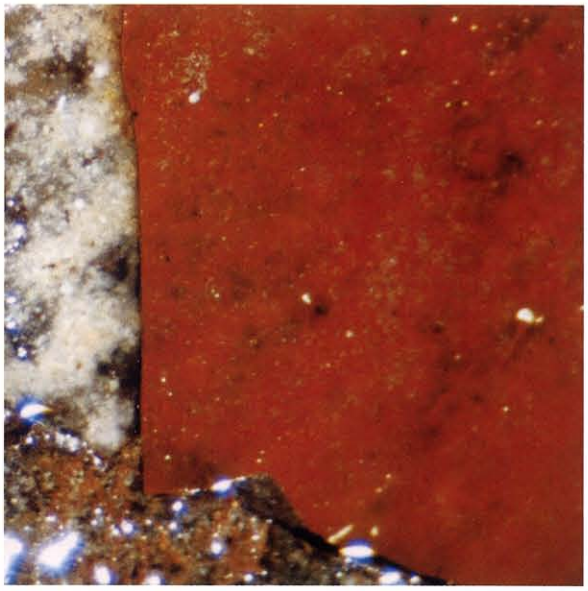
5）四柳嘉章「富山県小矢部市五社遺跡出土漆器の塗膜分析」『五社遺跡発掘調査報告―能越自動車道建設に伴う埋蔵文化財発掘報告Ⅰ』（第二分冊）富山県埋蔵文化財調査事務所、1998

6）（財）富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所「道場Ⅰ遺跡」『埋蔵文化財調査概要-10年度』、1999
7）四柳嘉章「新潟県神林村里本庄遺跡群出土漆器の科学分析」『里本庄遺跡群』新潟県神林村教育委員会、2001
8）金三津英則「道場Ⅰ遺跡」『埋蔵文化財調査概要―平成11年度』（財）富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2000
9）寺島良安著・島田勇雄ほか校注『和漢三才図絵』5　平凡社、1986
10）伊勢貞丈著・島田勇雄校注『貞丈雑記』1平凡社、1985

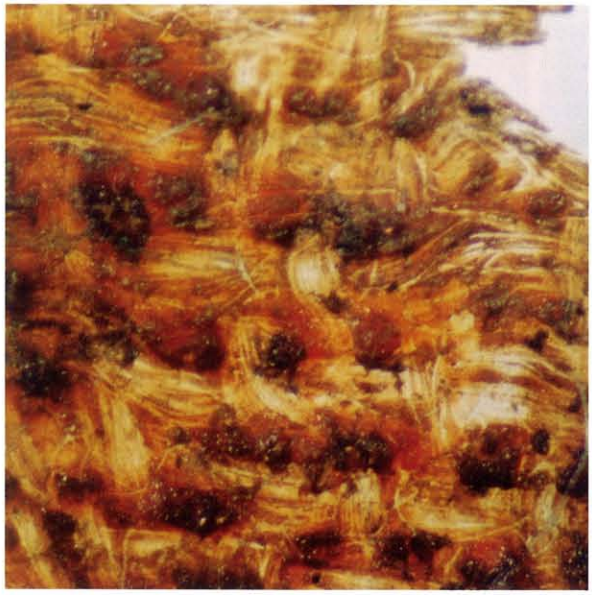
図版１　烏帽子の実体顕微鏡写真（道場Ⅰ遺跡①）



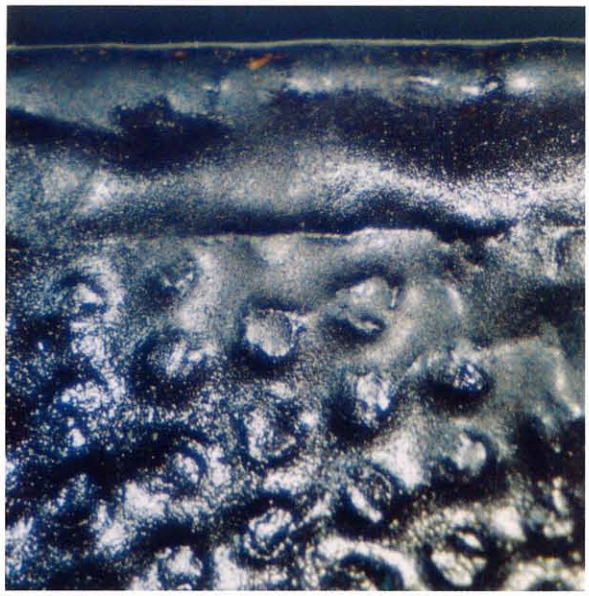
No. 3　×52



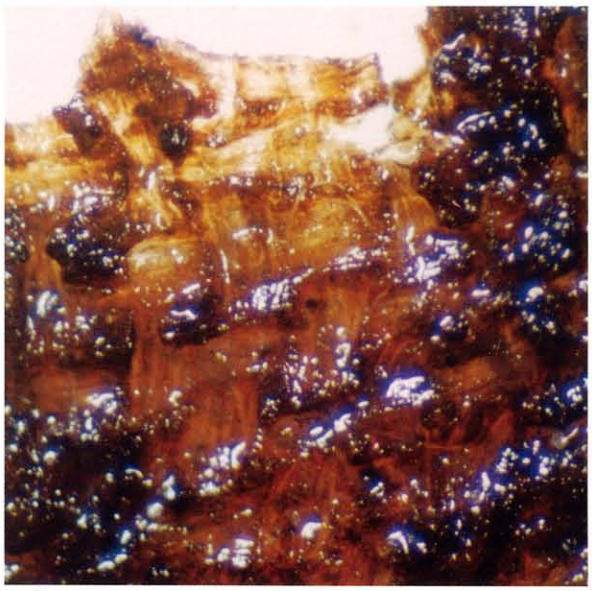
No. 8　×13



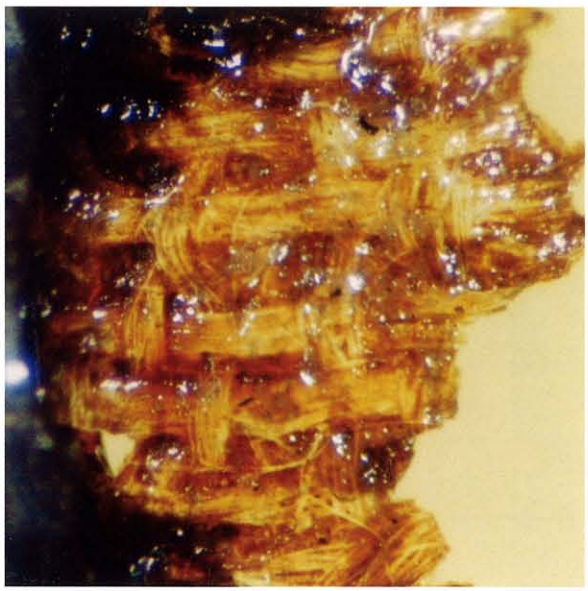
No. 4　×52



No. 10　×13



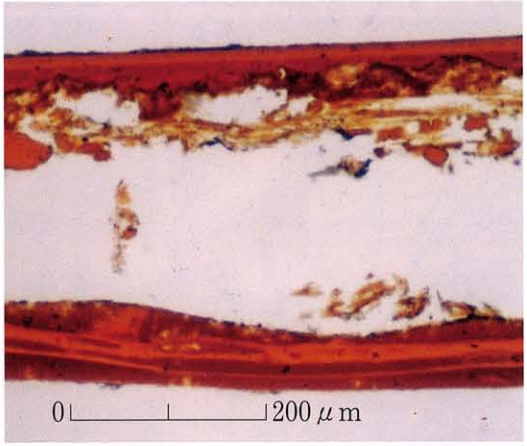
No. 5　×52



No. 10　×52

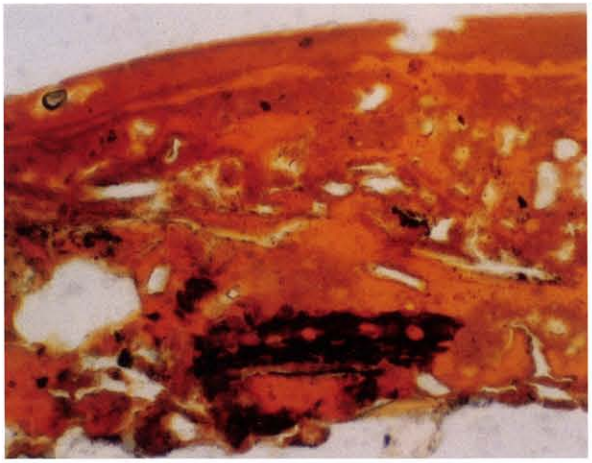
図版２　烏帽子･漆器塗膜層断面の顕微鏡写真（道場Ⅰ遺跡②）

No. 10　×130



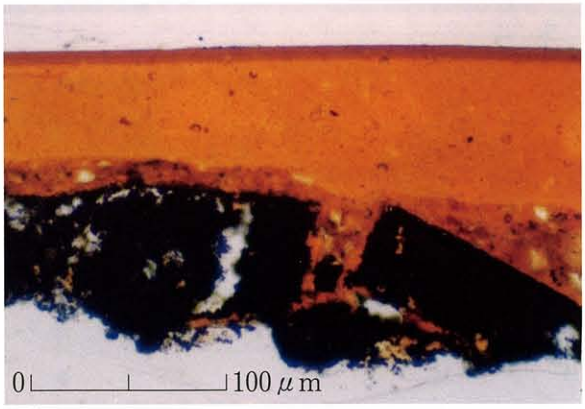
No. 4　×130

No. 4　×260

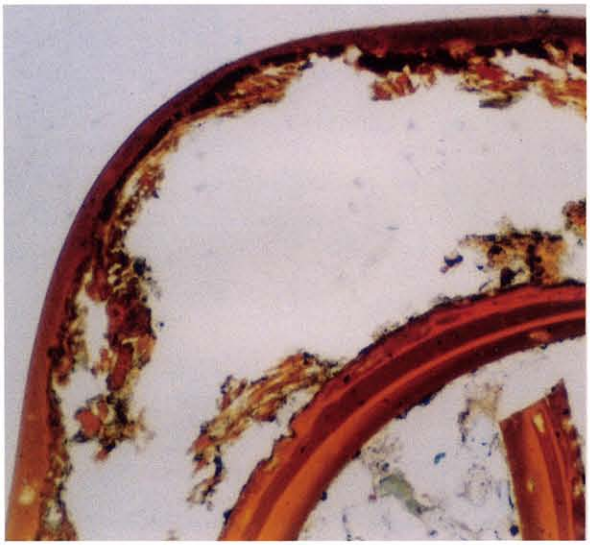


No. 4　×260

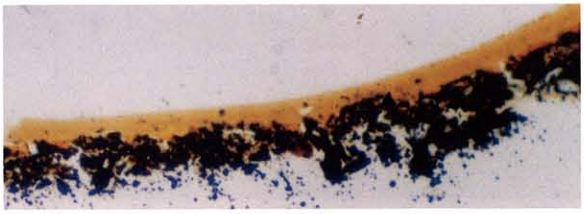
No. 4　×260



No. 1　×260



No. 1　×260



No. 11　椀外面　×260

Ⅵ　中名Ⅴ・Ⅵ遺跡の自然科学分析

パリノ・サーヴェイ株式会社

はじめに

中名Ⅴ遺跡、中名Ⅵ遺跡（富山県婦負郡婦中町所在）は、神通川左岸の緩やかな傾斜をもつ扇状地上に立地する。中名遺跡および周辺の遺跡ではこれまでの調査により、古代～近世にかけての遺構・遺物が多数検出されている。当社では、当時の生業や古環境に関する情報を得る目的で、遺跡から検出された種実や骨類などの同定を実施してきた。これまでの結果により、種実同定からは豊富な樹種構成からなる森林が想定され、山野からの採取による植物利用が行われていたことが明らかとなった。また、渡来種を含む栽培植物も多く検出され、当時の栽培・利用に関する情報も得ることができた。骨類は主に人骨で、全体的に保存が悪いものの、埋葬された遺体の情報を得ることができた。今回は、中名Ⅴ遺跡、中名Ⅵ遺跡から出土した種実、骨類、昆虫、炭化材の同定を行い、当時の生業に関する情報を得る。また、基本土層の珪藻分析、花粉分析、植物珪酸体分析を行い、当時の古環境に関する検討を行う。

1．試料

中名Ⅴ遺跡（Ａ１、Ｄ２、Ｄ３、Ｄ４、Ｅ１、Ｆ３地区）、中名Ⅵ遺跡（Ａ、Ｂ、Ｃ 地区）の分析は、これまで複数回にわたって報告してきたため試料数が多く、分析項目も多岐に及ぶ。ここでは試料の概略を示すにとどめ、試料の詳細は結果表にあわせて記す。

珪藻分析、花粉分析、植物珪酸体分析は、中名Ⅴ遺跡Ｄ４地区基本土層から採取した土壌試料（27点）のうち、遺物包含層を中心に４点を選択して分析する。樹種同定用試料は、D4地区から出土した炭化材など20点である。種実同定用試料は、中名Ⅴ遺跡、中名Ⅵ遺跡の各地区から検出された179点である。これらは、水洗のみ終了しているものや、同定可能な種実や昆虫などが拾い出されて１瓶にまとめられているもの、ある程度分類されているものなど様々である。そこで、それぞれ試料の状態に応じた分析を行った。火葬人骨は、人骨の検出地点とは別の場所で火葬に付され、その後、検出地点に埋納されたものである。それぞれの遺骨は、発掘時に既に取り上げられた骨と、原位置で骨ブロックとして取り上げることのできた骨がある。昆虫同定は、種実同定用試料から分離された56点である。なお、昆虫試料には便宜上１～145の通し番号を付している。

2．分析方法

（１）珪藻分析

試料を湿重で７g前後秤量し、過酸化水素水、塩酸処理、自然沈降法の順に物理・化学処理を施して、珪藻化石を濃集する。検鏡に適する濃度まで希釈した後、カバーガラス上に滴下し乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入して、永久プレパラートを作製する。検鏡は、光学顕微鏡で油浸600倍あるいは1000倍で行い、メカニカルステージで任意の測線に沿って走査し、珪藻殻が半分以上残存するものを対象に200個体以上同定・計数する（化石の少ない試料はこの限りではない）。種の同定は、原口ほか（1998）、Krammer（1992）、Krammer and Lange-Bertalot（1986,1988,1991a, 1991b）などを参照する。

同定結果は、各種ごとの生態性も含め表に示す。産出個体数100個体以上の試料は、産出率2.0%以上の主要な種類について、主要珪藻化石群集の層位分布図を作成する。また、産出化石が現地性か異

地性かを判断する目安として、完形殻の出現率を求める。堆積環境の解析は、海水～汽水生種については小杉（1988)、淡水生種については安藤（1990)、陸生珪藻については伊藤・堀内（1991)、汚濁耐性については、Asai and Watanabe（1995）の環境指標種を参考とする。

（2）花粉分析

試料約10ｇについて、水酸化カリウムによる泥化、篩別、重液（臭化亜鉛：比重2.3）よる有機物の分離、フッ化水素酸による鉱物質の除去、アセトリシス（無水酢酸９：濃硫酸１の混合液）処理による植物遺体中のセルロースの分解を行い、物理・化学的処理を施して花粉を濃集する。残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作成し、光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する全ての種類について同定・計数する。

結果は同定・計数結果の一覧表、および主要花粉化石群集の層位分布図として表示する。図中の木本花粉は木本花粉総数を、草本花粉・シダ類胞子は総数から不明花粉を除いた数をそれぞれ基数として、百分率で算出し図示する。

（3）植物珪酸体分析

湿重５ｇ前後の試料について過酸化水素水・塩酸処理、超音波処理（70W，250KHz,１分間)、沈定法、重液分離法（ポリタングステン酸ナトリウム，比重2.5）の順に物理・化学処理を行い、植物珪酸体を分離・濃集する。検鏡しやすい濃度に希釈し、カバーガラス上に滴下・乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入してプレパラートを作製する。

400倍の光学顕微鏡下で全面を走査し、その間に出現するイネ科葉部（葉身と葉鞘）の葉部短細胞に由来した植物珪酸体（以下、短細胞珪酸体と呼ぶ）および葉身機動細胞に由来した植物珪酸体（以下、機動細胞珪酸体と呼ぶ）を、近藤・佐瀬（1986）の分類に基づいて同定・計数する。

結果は、検出された種類とその個数の一覧表で示す。また、検出された植物珪酸体の出現傾向から古植生について検討するために、植物珪酸体群集と珪化組織片の分布図を作成した。各種類の出現率は、短細胞珪酸体と機動細胞珪酸体の珪酸体毎に、それぞれの総数を基数とする百分率で求める。

（4）樹種同定

炭化していない個体は剃刀の刃を用いて木口（横断面)・柾目（放射断面)・板目（接線断面）の３断面の徒手切片を作製し、ガム・クロラール（抱水クロラール，アラビアゴム粉末，グリセリン，蒸留水の混合液）で封入し、プレパラートを作製する。作製したプレパラートは、生物顕微鏡で観察・同定する。一方炭化材は、３断面の割断面を作製し、実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて木材組織の特徴を観察し、種類を同定する。

（5）種実同定

１試料中には、複数の種類・部位が混在し、種実以外のものも含まれている。そこで、双眼実体顕微鏡下でこれらを観察して種実を抽出し、その形態的特徴と当社所有の現生標本との比較から種類を同定・計数を行う。モミ属の葉は、針葉の先端部の個数を、ヒノキの葉は、十字対生の４枚の葉を１対として対の数を数える。同定・計数後の種実遺体等は、種類毎にビン詰めをおこない、乾燥個体は乾燥剤を入れ、水湿を帯びた個体は50％程度のエタノール溶液にて液浸保存処理を施す。

（6）骨類同定

肉眼あるいはルーペにて、形態的特徴から種類を同定する。なお同定・解析は、早稲田大学金子浩昌先生の協力を得た。土壌が付着し、同定に支障のある試料に関しては、クリーニングを実施した。また、土壌ごと取り上げられた試料（D000042　D000043）は、クリーニングおよび一部取り上げを

行った。ただし、細片や脆弱な骨に関しては土壌から取り上げず、そのままにした。

（7）昆虫同定

種実同定の際に分離・抽出した試料中には、複数の種類・部位が混在していた。そこで、双眼実体顕微鏡下でこれらを観察し、その形態的特徴から種類を同定・計数を行う。同定・計数後の昆虫化石は、種類毎にビン詰めをおこない、液浸標本とする。なお、同定・解析は、元国立科学博物館藤山家徳先生の協力を得た。

3．結果

（1）珪藻分析

結果を表1、図1に示す。試料番号5・25から珪藻化石が産出するが、試料番号15・19は54個体以下と少ない。化石が産出した試料の完形殻の出現率は、50%前後である。産出分類群数は、32属95種類である。以下に珪藻化石群集の特徴を述べる。

試料番号25は、淡水域に生育する水生珪藻が優占する。淡水生種の生態性（塩分濃度、水素イオン濃度、流水に対する適応能）は、貧塩不定性種（小量の塩分には耐えられる種）、真＋好アルカリ性種（pH7.0以上のアルカリ性水域に最もよく生育する種）とｐＨ不定性種（pH7.0付近の中性水域に最もよく生育する種）、真＋好流水性種（流水域に最も良く生育する種）と流水不定性種（流水域にも止水域にも普通に生育する種）が多産する。主な産出種は、流水性で中～下流性河川指標種群の*Cymbella sinuata*、*Fragilaria vaucheriae*、上流性河川指標種群の*Gomphonema sumatorense*、流水不定性の*Achnanthes minutissima*、*Cocconeis placentula*、*Cymbella silesiaca*、*Sellaphora pupula* 等がみられるが、際だって多い種類は認められない。中～下流性河川指標種群とは、河川中～下流部や河川沿いの河岸段丘、扇状地、自然堤防、後背湿地などに集中して出現することから、その環境を指標することができる種群、上流性河川指標種群とは、河川上流部の峡谷部に集中して出現することから上流部の環境を指標する可能性の大きい種群のことである（安藤，1990）。

試料番号5も水生珪藻が優占し、淡水生種の生態性の特徴も近似する。産出種の特徴は、好流水性の*Navicula elginensis var. neglecta* が21%産出し、中～下流性河川指標種群の*Cymbella turgidula*、流水不定性の*Achnanthes exigua*、*Amphora affinis*、*Cymbella silesiaca*、それに、陸上のコケや土壌表面など多少の湿り気を保持した好気的環境に生育する陸生珪藻Ａ群（伊藤・堀内，*1991*）の*Hantzschia amphioxys*、*Navicula mutica*等を伴う。

また、2試料とも低率であったが海水浮遊性の*Thalassionema nitzschioides*、*Coscinodiscus spp.*、それに第三紀絶滅種の*Actinocyclus ingens*等が産出する。なお、化石の少なかった試料番号15・19は前試料と同様に、生育環境を異にする様々な珪藻化石が混在する。

（2）花粉分析

結果を表2・図2に示す。図表中で複数の種類をハイフォンで結んだものは、種類間の区別が困難なものを示す。なお、木本花粉総数が100個体未満のものは、統計的に扱うと結果が歪曲する恐れがあるので、出現した種類を＋で表示するにとどめておく。

試料番号5を除いては、花粉化石はほとんど検出されなかった。試料番号5では花粉化石が産出するものの、全体的に保存状態が悪い。木本花粉ではマツ属が優占し、木本花粉全体の9割近くを占める。そのほかにはトウヒ属・スギ属・ハンノキ属などが検出される。草本花粉ではイネ科が多産し、カヤツリグサ科・アブラナ科などが認められる。

表１　D4地区珪藻分析結果（１）

種　　類	生態性			環境	Ⅱb	Ⅲc	Ⅲe	Ⅲf
	塩分	pH	流水	指標種	5	15	19	25
Actinocyclus ingens Rattray	Euh				3	-	-	1
Coscinodiscus marginatus Ehrenberg	Euh				2	-	-	-
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg	Euh			A	-	-	-	1
Coscinodiscus spp.	Euh				1	-	1	1
Denticulopsis spp.	Euh				1	-	-	-
Stephanopyxis turris Grev. and Arn.	Euh				-	-	1	-
Thalassionema nitzschioides (Grun.)Grunow	Euh			A,B	7	3	3	1
Thalassiosira spp.	Euh				1	-	-	-
Xanthiopyxis spp.	Euh				2	-	-	-
Diploneis interrupta (Kuetz.)Cleve	Euh-Meh				-	-	-	1
Achnanthes brevipes Agardh	Meh			D1	1	-	-	-
Amphora fontinalis Hustedt	Ogh-Meh	al-il	ind		-	1	-	3
Fragilaria brevistriata Grunow	Ogh-Meh	al-il	l-ph	U	1	-	-	-
Nitzschia frustulum (Kuetz.)Grunow	Ogh-Meh	al-bi	ind		-	-	-	1
Nitzschia palea (Kuetz.)W.Smith	Ogh-Meh	ind	ind	S	4	-	1	-
Rhopalodia gibberula (Ehr.)O.Muller	Ogh-Meh	al-il	ind		-	16	1	5
Achnanthes clevei Grunow	Ogh-ind	al-il	l-ph	T	-	1	1	1
Achnanthes crenulata Grunow	Ogh-ind	al-bi	l-ph	T	-	-	1	1
Achnanthes exigua Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	S	5	-	-	-
Achnanthes lanceolata (Breb.)Grunow	Ogh-ind	ind	r-ph	K,T	2	-	-	2
Achnanthes minutissima Kuetzing	Ogh-ind	al-il	ind	U	-	-	-	9
Achnanthes rostrata Oestrup	Ogh-ind	al-il	r-ph	U	-	-	-	1
Achnanthes subhudsonis Hustedt	Ogh-ind	ind	r-ph	T	-	-	-	4
Amphora affinis Kuetzing	Ogh-ind	al-il	ind	U	6	-	1	-
Amphora pediculus (Kuetz.)Grunow	Ogh-ind	al-bi	ind	T	-	-	-	2
Anomoeoneis brachysira (Breb.)Grunow	Ogh-ind	ac-il	l-ph	O,T	-	-	-	1
Caloneis bacillum (Grun.)Cleve	Ogh-ind	al-il	r-ph	U	4	-	-	1
Caloneis largerstedtii (Lagerst.)Cholnoky	Ogh-ind	al-il	ind	S	-	-	-	1
Caloneis leptosoma Krammer & Lange-Bertalot	Ogh-ind	ind	l-ph	RB	1	1	-	-
Caloneis molaris (Grun.)Krammer	Ogh-ind	ind	ind		-	-	-	5
Caloneis silicula (Ehr.)Cleve	Ogh-ind	alil	ind		1	-	-	-
Caloneis spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	-	-	1
Ceratoneis arcus var. hattoriana Meister	Ogh-ind	ind	r-bi	J	-	-	-	1
Cocconeis placentula (Ehr.)Cleve	Ogh-ind	al-il	ind	U	1	1	5	8
Cocconeis placentula var. euglypta (Ehr.)Cleve	Ogh-ind	al-il	r-ph	T	-	-	-	7
Craticula spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	1	-	-
Cymbella amphioxys (Kuetz.)Grunow	Ogh-ind	ac-il	l-ph		-	-	-	1
Cymbella japonica Reichelt	Ogh-unk	unk	unk	T	-	1	-	-
Cymbella minuta Hilse ex Rabh.	Ogh-ind	ind	r-ph	K,T	-	-	-	2
Cymbella silesiaca Bleisch	Ogh-ind	ind	ind	T	12	3	1	12
Cymbella sinuata Gregory	Ogh-ind	ind	r-ph	K,T	2	1	2	21
Cymbella tumida (Breb. ex Kuetz.)V.Heurck	Ogh-ind	al-il	ind	T	2	1	1	2
Cymbella turgidula Grunow	Ogh-ind	al-il	r-ph	K,T	9	1	2	3
Cymbella turgidula var. nipponica Skvortzow	Ogh-ind	al-il	r-ph	T	1	-	-	6
Diatoma hyemals var. mesodon (Ehr.)Kirchener	Ogh-ind	al-il	r-bi	K,T	-	-	-	2
Epithemia adnata (Kuetz.)Brebisson	Ogh-ind	al-bi	ind		1	-	-	2
Epithemia turgida (Ehr.)Kuetzing	Ogh-ind	al-il	l-ph	T	-	-	1	-
Eunotia biseriatoides H.Kobayasi	Ogh-ind	ind	ind	RA	-	-	1	2
Eunotia pectinalis var. minor (Kuetz.)Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	-	1
Fragilaria pinnata var. lancettula (Schum.)Hustedt	Ogh-ind	al-il	ind	S	-	-	1	-
Fragilaria ulna (Nitzsch)Lange-Bertalot	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	-	3
Fragilaria vaucheriae (Kuetz.)Petersen	Ogh-ind	al-il	r-ph	K,T	-	-	-	5
Frustulia rhomboides var. saxonica fo. capitata (A.Mayer)Hust.	Ogh-unk	unk	unk	RB	3	-	-	1
Gomphonema christensenii Lowe et Kociolek	Ogh-unk	unk	r-ph	T	-	-	1	5
Gomphonema gracile Ehrenberg	Ogh-ind	al-il	l-ph	O,U	2	1	-	-
Gomphonema olivaceum var. minutissimum Hustedt	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	-	1
Gomphonema parvulum Kuetzing	Ogh-ind	ind	ind	U	4	3	1	4
Gomphonema pumilum (Grun.)Reichardt & Lange-Bertalot	Ogh-ind	al-il	ind		3	-	1	6
Gomphonema sumatorense Fricke	Ogh-ind	ind	r-bi	J	3	2	7	10
Gomphonema spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	-	-	7
Hantzschia amphioxys (Ehr.)Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	RA,U	4	3	2	2
Navicula arvensis Hustedt	Ogh-unk	unk	unk	U	2	-	-	-
Navicula clementis Grunow	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	-	2
Navicula confervacea (Kuetz.)Grunow	Ogh-ind	al-bi	ind	RB,S	2	-	-	-
Navicula cryptocephala Kuetzing	Ogh-ind	al-il	ind	U	-	-	-	1
Navicula decussis Oestrup	Ogh-ind	al-il	r-ph	K,U	-	-	-	1
Navicula elginensis (Greg.)Ralfs	Ogh-ind	al-il	ind	O,U	2	-	-	-
Navicula elginensis var. neglecta (Krass.)Patrick	Ogh-ind	al-il	r-ph	U	36	1	1	1
Navicula explanata Hustedt	Ogh-ind	ind	ind	U	1	-	-	3
Navicula mutica Kuetzing	Ogh-ind	al-il	ind	RA,S	4	2	3	1
Navicula paramutica Bock	Ogh-ind	ind	ind	RB	-	1	-	-
Navicula plausibilis Hustedt	Ogh-ind	ind	ind		-	1	1	-
Navicula viridula (Kuetz.)Kuetzing	Ogh-ind	al-il	r-ph	K,U	-	-	-	2
Navicula viridula var. rostellata (Kuetz.)Cleve	Ogh-ind	al-il	r-ph	K,U	-	-	-	1
Navicula spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	-	-	1
Neidium ampliatum (Ehr.)Krammer	Ogh-ind	ind	l-ph		2	-	-	2
Neidium productum (W.Smith)Cleve	Ogh-ind	ind	ind		1	-	-	-
Nitzschia amphibia Grunow	Ogh-ind	al-bi	ind	S	1	-	-	-

表１　Ｄ４地区珪藻分析結果（２）

種　　類	生態性			環境	Ⅱb	Ⅲc	Ⅲe	Ⅲf
	塩分	pH	流水	指標種	5	15	19	25
Nitzschia brevissima Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	RB,U	-	-	1	-
Nitzschia tubicola Grunow	Ogh-unk	unk	unk		2	-	-	-
Nitzschia spp.	Ogh-unk	unk	unk		1	-	1	-
Pinnularia acrosphaeria W.Smith	Ogh-ind	al-il	l-ph	O	1	1	1	-
Pinnularia borealis Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	RA	2	4	-	1
Pinnularia braunii (Grun.)Cleve	Ogh-hob	ac-bi	l-ph		1	1	-	-
Pinnularia brebissonii (Kuetz.)Rabenhorst	Ogh-ind	ind	ind	U	1	-	-	-
Pinnularia divergens W.Smith	Ogh-hob	ac-il	l-ph		1	-	-	-
Pinnularia divergentissima (Grun.)Cleve	Ogh-ind	ac-il	ind		-	-	1	-
Pinnularia gibba Ehrenberg	Ogh-ind	ac-il	ind	O	1	-	-	1
Pinnularia mesolepta (Ehr.)W.Smith	Ogh-ind	ind	ind	S	3	-	-	1
Pinnularia microstauron (Ehr.)Cleve	Ogh-ind	ac-il	ind	S	2	-	-	-
Pinnularia nodosa Ehrenberg	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	-	1	-	-
Pinnularia rupestris Hantzsch	Ogh-hob	ac-il	ind		1	-	-	-
Pinnularia schoenfelderi Krammer	Ogh-ind	ind	ind	RI	6	1	-	-
Pinnularia subcapitata Gregory	Ogh-ind	ac-il	ind	RB,S	1	-	-	-
Pinnularia spp.	Ogh-unk	unk	unk		1	-	1	-
Rhoicosphenia abbreviata (Ag.)Lange-B.	Ogh-hil	al-il	r-ph	K,T	1	-	-	5
Rhopalodia gibba (Ehr.)O.Muller	Ogh-ind	al-il	ind		1	-	-	3
Rhopalodia novae-zealandiae Hustedt	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	-	1
Rhopalodia quisumbirgiana Skvortzow	Ogh-hil	al-il	ind		-	1	-	6
Sellaphora bacillum (Ehr.)Mann	Ogh-ind	al-il	ind	U	-	-	-	5
Sellaphora pupula (Kuetz.)Mereschkowsky	Ogh-ind	ind	ind	S	4	-	-	8
Stauroneis lauenburgiana Hustedt	Ogh-ind	al-il	ind		1	-	-	-
Stauroneis prominula Hustedt	Ogh-ind	ind	unk		-	-	-	3
Synedra inaequalis H.Kobayasi	Ogh-ind	al-il	r-bi	J,K,T	-	-	-	1
Tabellaria flocculosa (Roth)Kuetzing	Ogh-hob	ac-il	l-bi	T	-	-	1	-
海水生種合計					17	3	5	4
海水～汽水生種合計					0	0	0	1
汽水生種合計					1	0	0	0
淡水～汽水生種合計					5	17	2	9
淡水生種合計					153	49	59	218
珪藻化石総数					176	69	66	232

凡例

H.R.：塩分濃度に対する適応性
Euh　：海水生種
Euh-Meh　：海水生種ー汽水生種
Meh　：汽水生種
Ogh-Meh　：淡水ー汽水生種
Ogh-hil　：貧塩好塩性種
Ogh-ind　：貧塩不定性種
Ogh-hob　：貧塩嫌塩性種
Ogh-unk　：貧塩不明種

pH：水素イオン濃度に対する適応性
al-bi　：真アルカリ性種
al-il　：好アルカリ性種
ind　：pH不定性種
ac-il　：好酸性種
ac-bi　：真酸性種
unk　：pH不明種

C.R.：流水に対する適応性
l-bi　：真止水性種
l-ph　：好止水性種
ind　：流水不定性種
r-ph　：好流水性種
r-bi　：真流水性種
unk　：流水不明種

環境指標種群
A:外洋指標種，B:内湾指標種，D1:海水砂質干潟指標種（以上は小杉，1988）
J:上流性河川指標種，K:中～下流性河川指標種，O:沼沢湿地付着生種（以上は安藤，1990）
S:好汚濁性種，U:広域適応性種，T:好清水性種（以上はAsai，K. & Watanabe，T.，1986）
R:陸生珪藻（RA:A群，RB:B群，RI群、伊藤・堀内，1991）

（３）植物珪酸体分析

結果を表３、図３に示す。各試料からは植物珪酸体が検出されるものの、保存状態が悪く、表面に多数の小孔（溶食痕）が認められる。試料番号25、19では、タケ亜科などがわずかに認められるに過ぎない。なお、試料番号19では栽培植物であるイネ属の機動細胞珪酸体がわずかに検出される。試料番号15、５ではイネ属の産出が目立ち、試料番号15では機動細胞珪酸体、試料番号５では短細胞珪酸体の割合が高い。また、稲籾殻に形成される穎珪酸体や葉部の短細胞列も認められる。この他、タケ亜科、ススキ属を含むウシクサ族、イチゴツナギ亜科なども検出される。

（４）樹種同定

同定結果を表４に示す。検出された種類は、ヒノキ科（Cupressaceae）、ヤナギ属（*Salix*）、クマシデ属イヌシデ節（*Carpinus* subgen. *Euarpinus*）カエデ属（*Acer*）である。形態学的記載は、個々の報告書中には載せたが、最終的にまとめるにあたり、紙面の都合で割愛した。

（５）種実同定

種実遺体単体試料同定結果を表５～９に示す。種実、葉のほか、不明種実、木の芽、植物のトゲ、材、炭化材、不明植物（部位・種類ともに不明である植物片）、不明炭化物（木材組織を持たない炭化物で、

部位・種類ともに不明であるもの)、菌核、昆虫遺体の細片（昆虫同定対象試料）などが検出された。

検出された種実・葉の種類をみると、木本は、針葉樹4種類（モミ属、スギ、ヒノキ、ヒノキ科)、広葉樹33種類（オニグルミ、サワグルミ、クマシデ、アカシデ、カバノキ属－ハンノキ属、カバノキ属－ヤシャブシ亜属、ハンノキ属、ブナ、クリ、ケヤキ、ヤマグワ、カジノキ属、コブシ、マタタビ属、モモ、サクラ属、キイチゴ属、サンショウ属、カラスザンショウ属、アカメガシワ、ドクウツギ、クマヤナギ属、ブドウ属、タラノキ、ウコギ属、ミズキ、クサギ、クマノミズキ、カキノキ、ムラサキシキブ属、ニワトコ、エゴノキ属、ガマズミ属）である。草本類は、単子葉植物11種類（ミクリ属、ヒルムシロ属、ヘラオモダカ、オモダカ科、イネ、アワ－ヒエ、エノコログサ属、オオムギ、コムギ、ムギ類、ホタルイ属、カヤツリグサ科、イボクサ、ツユクサ)、双子葉植物33種類（カナムグラ、アサ、クワ科、タデ属、ギシギシ属、サナエタデ近似種、タデ属、ソバ、アカザ科－ヒユ科、ナデシコ科、アオツズラフジ、キケマン属、マメ類、エノキグサ、ツリフネソウ属、ノブドウ、ブドウ科、スミレ属、セリ科、ヤブジラミ、メハジキ属、キランソウ属、エゴマ、シソ属、イヌコウジュ属、ナス科、オミナエシ属、メロン類、スズメウリ、ゴキヅル、メロン類、メナモミ属、キク科）である。以下に同定された種実遺体の形態的特徴などを記すが、紙面の都合主要な種類のみにとどめる。

＜木本＞

・モミ属（*Abies*）　マツ科

葉が検出された。茶褐色、線形で偏平。長さ10～16㎜、幅2㎜程度。基脚は楔形に細く、先端は凹頭。葉上面には中肋に沿って凹む溝がある。吸盤状であろう葉痕（茎に接着する部分）を欠損する。

・スギ（*Cryptomeria japonica*（L. f.）D.Don）
スギ科スギ属

表2　D4地区花粉分析結果

種　類	Ⅱb	Ⅲc	Ⅲe	Ⅲf
試料番号	5	15	19	25
木本花粉				
モミ属	2	-	-	-
トウヒ属	3	-	-	1
マツ属単維管束亜属	1	2	-	-
マツ属複維管束亜属	56	1	-	1
マツ属（不明）	113	-	-	3
スギ属	3	-	-	-
イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科	1	-	-	-
クマシデ属－アサダ属	1	-	-	-
ハンノキ属	4	-	-	1
コナラ属コナラ亜属	2	-	-	1
クリ属	1	-	-	-
ニレ属－ケヤキ属	1	-	1	-
スイカズラ属	1	-	-	-
草本花粉				
イネ科	142	1	1	-
カヤツリグサ科	11	3	-	-
サナエタデ節－ウナギツカミ節	3	-	-	1
ソバ属	2	-	-	-
ナデシコ科	3	-	-	-
アブラナ科	4	-	-	-
キカシグサ属	1	-	-	-
アリノトウグサ属	3	-	-	-
ヨモギ属	3	-	-	-
タンポポ亜科	-	-	1	-
不明花粉	3	-	1	1
シダ類胞子				
ヒカゲノカズラ属	-	1	-	-
他のシダ類胞子	80	28	5	4
合　計				
木本花粉	189	3	1	7
草本花粉	172	4	2	1
不明花粉	3	0	1	1
シダ類胞子	80	29	5	4
総計（不明を除く）	441	36	8	12

表3　D4地区植物珪酸体分析結果

種　類	Ⅱb	Ⅲc	Ⅲe	Ⅲf
試料番号	5	15	19	25
イネ科葉部短細胞珪酸体				
イネ族イネ属	123	41	-	-
タケ亜科	25	34	-	-
ヨシ属	12	2	-	-
ウシクサ族コブナグサ属	-	3	-	-
ウシクサ族ススキ属	21	34	-	-
イチゴツナギ亜科	24	46	-	-
不明キビ型	69	73	-	1
不明ヒゲシバ型	12	15	1	-
不明ダンチク型	10	7	1	-
イネ科葉身機動細胞珪酸体				
イネ族イネ属	42	94	1	-
タケ亜科	23	41	2	1
ヨシ属	5	-	-	-
ウシクサ族	16	14	-	-
シバ属	2	-	-	-
不明	28	8	2	1
合　計				
イネ科葉部短細胞珪酸体	296	255	2	1
イネ科葉身機動細胞珪酸体	116	157	5	2
総　計	412	412	7	3
組　織　片				
イネ属穎珪酸体	12	4	-	-
イネ属短細胞列	10	5	-	-

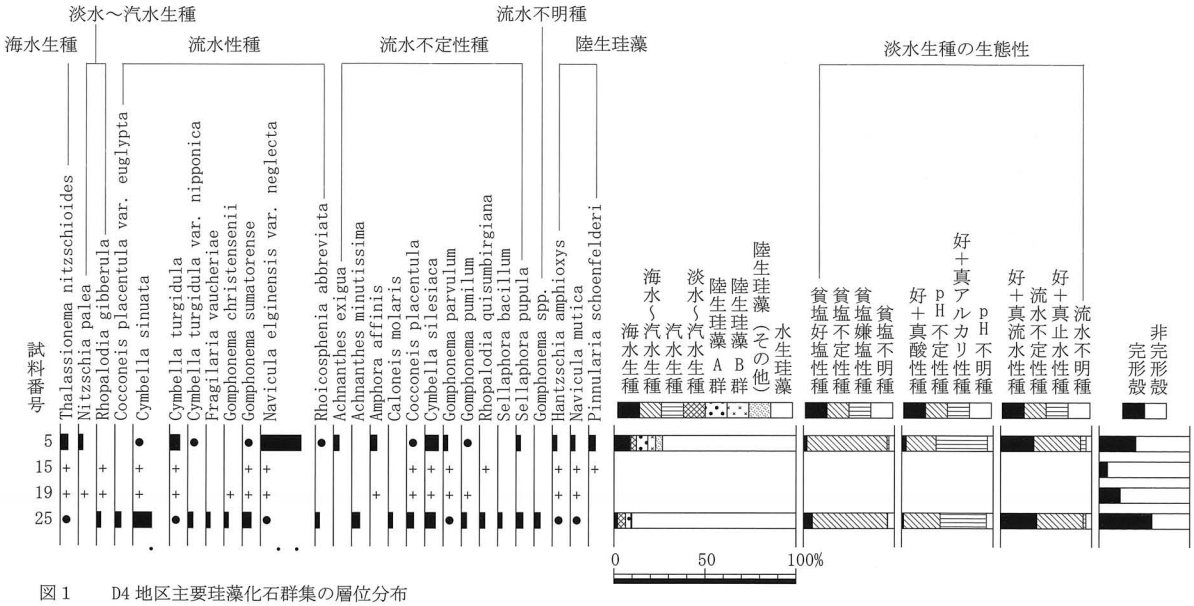


図１　D4 地区主要珪藻化石群集の層位分布

海水－汽水－淡水生種産出率・各種産出率・完形殻産出率は全体基数、淡水生種の生態性の比率は淡水生種の合計を基数として百分率で算出した。いずれも 100 個体以上検出された試料について示す。なお、●は２％未満、＋は 100 個体未満の試料について検出した種類を示す。

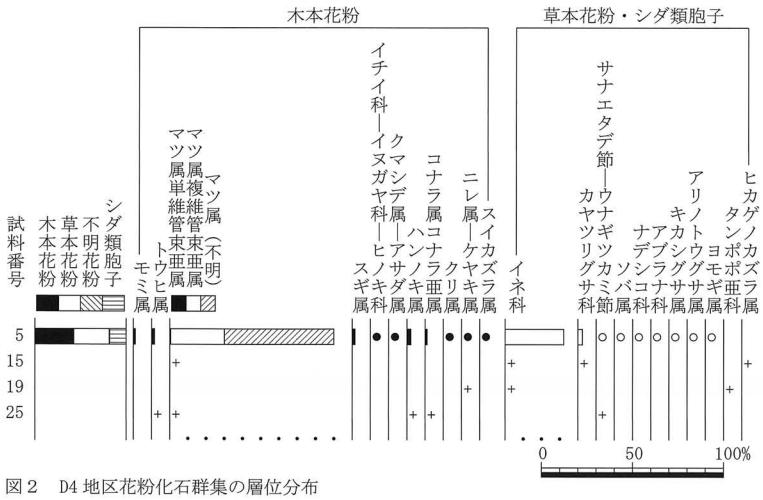


図２　D4 地区花粉化石群集の層位分布

出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉・シダ類胞子は総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。なお、●○は１％未満、＋は木本花粉 100 個体未満の試料について検出した種類を示す。

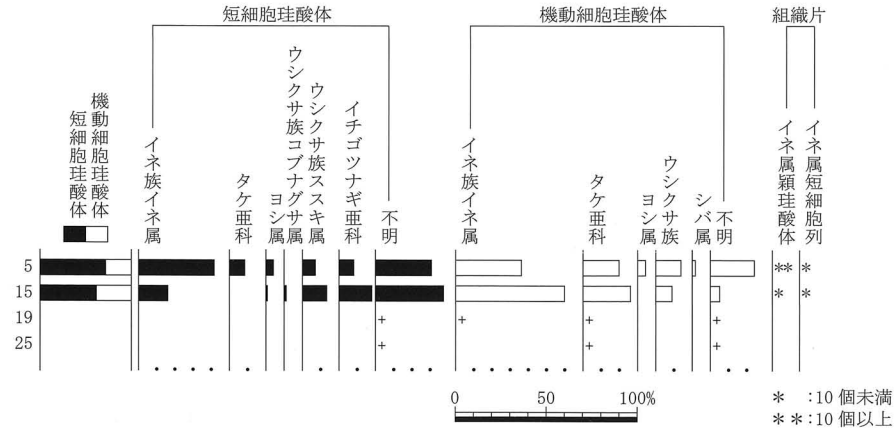


図３　D4 地区植物珪酸体群集と珪化組織片の産状

出現率は、イネ科葉部短細胞珪酸体、イネ科葉身機動細胞珪酸体の総数を基数として百分率で算出した。なお、珪化組織片の産状を検出個数により＊の記号で示す。

種子が検出された。黒褐色、線状長楕円形でやや偏平。長さ4㎜、幅2㎜、厚さ1㎜程度。両縁に翼があり、正中線上に鈍稜がある。

・ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*（Sieb. et Zucc.）Endlicher） ヒノキ科ヒノキ属

枝条が検出された。灰褐色、鱗片状の葉が十字対生して茎を包む。葉側部は楕円形で、先は内曲する。面部は菱形で、鈍頭から鋭尖頭。径2㎜程度。下面には葉の合わせ目に白い気孔溝があり、Y字状を呈する。

・オニグルミ（*Juglans mandshurica* Maxim. subsp. *Sieboldiana*（Maxim.）Kitamura） クルミ科クルミ属

未炭化の核の破片が1個体検出された。淡灰褐色、広卵形で、先端部分がやや尖る。長さ25㎜以上。1本の明瞭な縦の縫合線があり、縫合線に沿って半分に割れている。表面には縦方向に溝状の浅い彫紋が走り、ごつごつしている。内部には隔壁と子葉が入る2つの大きな窪みがある。

表4　樹種同定結果

遺跡	台帳番号	地区	遺構	試料名	樹種
中名Ⅴ	D000004	D4	SK-39	炭-1	クマシデ属イヌシデ節
				炭-2	クマシデ属イヌシデ節
				炭-3	クマシデ属イヌシデ節
				炭-4	クマシデ属イヌシデ節
				炭-5	クマシデ属イヌシデ節
				炭-6	クマシデ属イヌシデ節
				炭-7	クマシデ属イヌシデ節
				炭-8	クマシデ属イヌシデ節
				炭-9	クマシデ属イヌシデ節
				炭-10	カエデ属
				炭-11	クマシデ属イヌシデ節
				炭-12	クマシデ属イヌシデ節
				炭-13	クマシデ属イヌシデ節
				炭-14	カエデ属
				炭-15	カエデ属
	D000005	D4	SK-39	No.なし（4袋）	クマシデ属イヌシデ節
					クマシデ属イヌシデ節
					クマシデ属イヌシデ節
					クマシデ属イヌシデ節
				調査区南側にめり込んだ炭化材	クマシデ属イヌシデ節
	D990234-4	E1	SE01		広葉樹
中名Ⅵ	D990177-2	A	SD02	③層	ヤナギ属
	D990183-2			X261Y100	ヒノキ科

表5　A1地区の種実同定結果

番号	台帳番号	出土地	出土遺構など	オニグルミ	モモ	カキ	イネ	炭化物	不明
1	D960004	19NM5-Al	SD15					4	
1	M960289	19NM5-Al	I-X186Y226		1				
10	M960298	19NM5-Al	SD03-X177Y236		1				2
12	M960300	19NM5-Al	SD12-X183Y226	1					
16	M960304	19NM5-Al	SD12-X184Y229		1				
22	M960310	19NM5-Al	SD19-X186Y231		1				
119	M960581	19NM5-Al	SE01			1			
120	M960582	19NM5-Al	SE01				3		

・ブナ（*Fagus crenata* Blume） ブナ科ブナ属

果実を包む殻斗が、4裂した状態と破片の状態で検出された。熟した殻斗は4裂するため、成熟個体と考えられる。1裂片は楕円形で、背部には刺状突起が密布する。突起は柔らかいため、先端部分を欠損する。茶褐色、長さ15㎜、幅8㎜程度。

・クリ（*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.） ブナ科クリ属

未炭化の果実が検出された。灰褐色、三角状広卵形。長さ17.2㎜、幅18㎜程度。一側面は偏平で、反対面は丸みがある。着点は基部の全面を占めざらつく。果皮外面は平滑で、ごく浅く微細な縦筋がある。内面は、内果皮いわゆる渋皮の保存が良好である。

・ヤマグワ（*Morus australis* Poiret） クワ科クワ属

未炭化の種子が検出された。黄褐色、三角状広倒卵形、長さ2㎜、幅1.5㎜程度。一辺が鋭利で、基部に爪状の突起を持つ。表面には微細な網目模様がありざらつく。

・コブシ（*Magnolia Kobus* DC.） モクレン科モクレン属

種子が検出された。灰褐色、心臓形でやや偏平。背腹両面が2裂している。長さ9㎜、幅6㎜、厚さ3㎜程度。背面は凸状に膨らみ、腹面は中央部が溝状に窪み下端に臍がある。種皮は薄く硬い。

・マタタビ属（*Actinidia*） マタタビ科

種子が検出された。黒褐色、楕円形で両凸レンズ形。長さ2㎜、幅1.5㎜程度。種皮は硬く、表面には円形・楕円形などの凹点が密布し網目模様をなす。

表6　D2・D3地区の種実同定結果

| | | | | 木本 | | | | | | | | | | | | | | | | | 草本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | その他 | | | | | | | | |
|---|---|---

表7　D4地区の種実遺体同定結果（1）

					木本																											草本								
					モミ属	スギ	ヒノキ	ヒノキ科	サワグルミ	オニグルミ	クマシデ	アカシデ	カバノキ属―ヤシャブシ亜属	クリ	ケヤキ	ヤマグワ	カジノキ属	マタタビ属	モモ	キイチゴ属	カラスザンショウ属	アカメガシワ	ブドウ属	タラノキ	ウコギ科	ミズキ	クサギ	ムラサキシキブ属	ニワトコ	広葉樹	ヘラオモダカ	オモダカ科	イネ	イネ	アワ―ヒエ	エノコログサ属	オオムギ	コムギ	ムギ類
					葉	種子	葉	種子	果実	核	果実	果実	果実	果実	果実	種子	核	種子	核	核	核	種子	種子	核	核	核	核	核	核	葉	果実	種子	胚乳	穎	胚乳	穎	胚乳	胚乳	胚乳
																																	炭化		炭化		炭化	炭化	炭化
2	D000003	D4	基本層序・谷内 北壁10層サンプル	3-1	5	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-
			基本層序・谷内 西壁1-10層サンプル	3-2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	3	-	6	-	-	-
			基本層序・谷内 西壁1-16層サンプル	3-3	2	-	+	-	-	-	1	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-
			基本層序・谷内 西壁2-39層サンプル	3-4	1	-	+	-	-	-	-	1	7	-	-	3	1	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-
			基本層序・谷内 西壁2-39下の砂レキ	3-5	-	-	+	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
			基本層序・谷内 西壁3～17層サンプル	3-6	5+	-	+	-	-	-	-	-	7	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-	5	1	-	-	-	1	-	-	-
			基本層序・谷内 南壁15層サンプル	3-7	-	-	+	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	1	1	1	-	-
			基本層序・谷内 南壁17層サンプル	3-8	-	1	+	2	-	1+	-	-	3	-	1	1	-	1	-	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6	-	-	1	-	-
			基本層序・谷内 南壁21層サンプル	3-9	1	-	+	4	-	-	-	1	7	1+	2	3	-	-	-	2	-	-	2	2	-	-	-	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-
5	D000006	D4-SI03	炭化物層サンプル		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3+	-	1	-	-	-	1
6	D000007	D4-SI03	炭化物層サンプル		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
33	D000034	D4-SK83	北東サブトレンチ	34-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			北東サブトレンチ	34-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-
			北西サブトレ	34-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
			南西サブトレ	34-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
			南東サブトレンチ	34-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
			南西	34-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			南東	34-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
			北東	34-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	2
			北西	34-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			北半	34-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			南半	34-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
			アゼ南	34-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
			アゼ西	34-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
			アゼ北	34-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	2
			アゼ東	34-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2

＋：破片が含まれており正確な個数が把握できないもの

表７　Ｄ４地区の種実遺体同定結果（２）

					草本																																その他						
					ホタルイ属A	ホタルイ属B	カヤツリグサ科	イボクサ	ツユクサ	カナムグラ	アサ	クワ科	タデ属	サナエタデ近似種	アカザ科―ヒユ科	ナデシコ科	キケマン属	マメ類	エノキグサ	ツリフネソウ属	ノブドウ	ブドウ科	スミレ属	ヤブジラミ	セリ科	キランソウ属	メハジキ属	エゴマ	イヌコウジュ属	ナス科	メロン類	メナモミ属	キク科	木の芽	植物のトゲ	不明炭化物	不明植物	昆虫	菌核
					果実	果実	果実	種子	種子	種子	種子	種子	果実	果実	種子	種子	種子	種子	種子	種子	種子	種子	種子	果実	果実	果実	果実	果実	果実	種子	種子	果実	果実							
																		炭化																								
2	D000003	D4	基本層序・谷内 北壁10層サンプル	3-1	2	18	-	2	-	-	1	-	16	4	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	2	-	13	-	6	-	2	-	+	+	+	-
			基本層序・谷内 西壁1-10層サンプル	3-2	11	-	-	5	-	-	-	-	42	1	2	1	-	-	2	-	7	1	-	-	2	-	1	-	2	-	-	-	1	-	6	1	+	+	4
			基本層序・谷内 西壁1-16層サンプル	3-3	1	1	-	1	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	+	+	1
			基本層序・谷内 西壁2-39層サンプル	3-4	5	5	-	-	2	3	-	2	11	-	-	-	-	-	1	-	-	4	2	-	-	-	-	-	6	2	-	-	-	1	-	-	+	+	3
			基本層序・谷内 西壁2-39下の砂レキ	3-5	2	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	+	+	-
			基本層序・谷内 西壁3～17層サンプル	3-6	1	2	1	-	-	-	1	-	多	3	3	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	-	-	6	-	2	-	-	-	-	+	+	2
			基本層序・谷内 南壁15層サンプル	3-7	1	-	-	-	-	2	1	-	38	-	1	-	-	-	2	-	8	9	-	-	-	-	-	-	11	5	2	2	1	-	-	-	+	+	-
			基本層序・谷内 南壁17層サンプル	3-8	11	27	-	-	-	1	2	2	8	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	7	1	-	2	-	-	-	-	+	+	1
			基本層序・谷内 南壁21層サンプル	3-9	6	3	-	2	1	3	1	-	14	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	17	5	3	4	-	-	-	-	+	+	-
5	D000006	D4-SI03	炭化物層サンプル		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2
6	D000007	D4-SI03	炭化物層サンプル		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
33	D000034	D4-SK83	北東サブトレンチ	34-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
			北東サブトレンチ	34-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	+	-
			北西サブトレ	34-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			南西サブトレ	34-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
			南東サブトレンチ	34-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
			南西	34-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
			南東	34-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1+	-	-	-
			北東	34-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	+	-
			北西	34-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
			北半	34-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
			南半	34-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	+	-
			アゼ南	34-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
			アゼ西	34-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
			アゼ北	34-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			アゼ東	34-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	+	-

＋：破片が含まれており正確な個数が把握できないもの

表8　E1・F3地区の種実同定結果

No.	台帳番号	遺構コード	出土地点	種類名	木本					草本																		その他				
					クリ	モモ	サンショウ属	カキノキ	エゴノキ属	イネ		アワ―ヒエ	エノコログサ属	オオムギ	コムギ	ムギ類	ホタルイ属	カヤツリグサ科	カナムグラ	アサ	タデ属	ソバ	アカザ科―ヒユ科	マメ類	エノキグサ	イヌコウジュ属	メロン類	木の芽	炭化材	不明植物	不明炭化物	昆虫遺体
					果実	核	核	種子	種子	穎	胚乳	胚乳	穎	胚乳	胚乳	胚乳	果実	果実	種子	種子	果実	果実	種子	種子	種子	果実	種子					
81	D990229	E1-SD25	①		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
82	D990230-1	E1-SD25	②		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	D990230-2	E1-SD25	②		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	+
84	D990230-3	E1-SD25	②		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	D990231	E1-SD25	③		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	D990232-1	E1-SD26	⑨		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
87	D990232-2	E1-SD26	⑨		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
54	D990211-1	E1-SE03	②		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	D990211-2	E1-SE03	②		-	-	-	-	-	-	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	D990212-1	E1-SE03	最下層		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	D990213	E1-SE12	①		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2+	-	-	-	-	-	-	-	-
58	D990214	E1-SE12			-	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	D990215-1	E1-SE12			-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	D990215-2	E1-SE12			-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	D990216-1	E1-SE04	②		-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	D990216-2	E1-SE04	②		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
63	D990217-1	E1-SE04	③		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
64	D990217-2	E1-SE04	③		-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	D990218-1	E1-SE04	④		-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	-	-	+	-	+
66	D990218-2	E1-SE04	④		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	D990219	E1-SE04			-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
68	D990220	E1-SE07			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	27	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	+
69	D990221	E1-SE06			-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	D990222	E1-SE08	②		-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
71	D990223	E1-SE08	③		-	-	-	-	-	-	1+	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
72	D990224-1	E1-SE08	④		-	-	-	-	-	-	7	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	D990224-2	E1-SE08	④		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
74	D990224-3	E1-SE08	④		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
88	D990233	E1-SE11	①層		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
75	D990225	E1-SE10	①		-	-	-	1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	D990226	E1-SE10	②		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
77	D990227-1	E1-SE10	③		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	+	+
78	D990227-2	E1-SE10	③		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
79	D990228-1	E1-SE10	⑤		-	-	-	-	-	-	多	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	5+	-	-	-	-	-	-	+	1	+	+
80	D990228-2	E1-SE10	⑤		-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
89	D990234-1	E1-SE01			1+	-	1	-	-	1	1	1	2	8	-	-	-	1	-	1	13	1	-	1	1	-	1	7	+	+	-	-
90	D990234-2	E1-SE01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
91	D990234-3	E1-SE01			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
92	D990234-4	E1-SE01			-	-	-	-	-	3	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
9	D990143	F3-SK05			-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+:破片などを含み正確な個数が不明なもの　　多:100個体以上あるもの

表9　中名Ⅵ遺跡A・B・C地区の種実同定結果

| No. | 台帳番号 | 遺構 | 出土地点 | 木本 | | | | | | | | | | | | | | 草本 | | | | | | | | | | | | | |

・モモ（*Prunus parsica* Batsch）　バラ科サクラ属

炭化、未炭化の核（内果皮）が、完形、半分、破片の状態で検出された。灰褐色（炭化個体であるものは黒色）、広楕円形でやや偏平。基部は丸く大きな臍点があり、先端部は鋭く尖る個体とやや尖る個体が見られる。長さ22～35.6㎜、幅17.5～21.8㎜、厚さ12.7～15.3㎜程度で、形態にばらつきが見られる。核の一方の側面にのみ縫合線が顕著に見られ、半分の状態で検出された個体は、縫合線に沿って半分に割れている。内果皮は厚く硬く、表面は縦に流れる不規則な線状のくぼみがあり、全体として粗いしわ状に見える。

・キイチゴ属（*Rubus*）　バラ科

未炭化の核（内果皮）が検出された。淡黄褐色、半円形～三日月形。長さ1.5㎜、幅１㎜程度。腹面方向にやや湾曲する。表面には大きな凹みが分布し網目模様をなす。

・サンショウ属（*Zanthoxylum*）　ミカン科

核（内果皮）が検出された。黒褐色、倒卵形体で、長さ4.2㎜、幅2.8㎜程度。基部に斜切形の臍がみられる。内果皮は厚く硬く、表面には浅く細かな網目模様がみられる。

・ブドウ属（*Vitis*）　ブドウ科

種子が検出された。灰褐色、広倒卵形、側面観は半広倒卵形。基部の臍の方に向かって細くなり、嘴状に尖る。長さ4㎜、幅3㎜程度。背面にさじ状の凹みがある。腹面には中央に縦筋が走り、その両脇には楕円形の深く窪んだ孔が存在する。種皮は柵状で薄く硬い。

・カキノキ（*Diospyros kaki* Thunb.）　カキノキ科カキノキ属

炭化した種子が検出された。黒色、非対称な皮針形で偏平。長さ15㎜、幅９㎜、厚さ３㎜程度。一端がやや尖る。種皮は薄く硬く、表面はざらつく。

・ガマズミ属（*Viburnum*）　スイカズラ科

核が検出された。黒褐色、広卵形で偏平。長さ5.5㎜、幅４㎜、厚さ1.5㎜程度。先端がやや尖り、背面に２個と腹面に３個の浅い縦溝をもつ。核表面は凹凸があり、ざらつく。

＜草本＞

・ミクリ属（*Sparganium*）　ミクリ科

果実が検出された。淡灰褐色、倒卵状紡錘形。長さ4.5㎜、径３㎜程度。果皮はスポンジ状で、数本の縦隆条が目立つ。

・ヒルムシロ属（*Potamogeton*）　ヒルムシロ科

果実が検出された。淡褐色、倒卵形でやや偏平。径3.5㎜、厚さ2㎜程度。先端に嘴状の太い花柱基部が残る。側面の正中線上に稜があり、その基部に１個の刺状突起がある。果皮はスポンジ状。

・ヘラオモダカ（*Alisma canaliculatum* A. Br. et Bouche）　オモダカ科サジオモダカ属

果実が検出された。淡褐色、倒Ｕ字状。長さ２㎜、幅1.5㎜程度。背部に深い縦溝が１本走る。果皮はスポンジ状で柔らかく、中の種子が透けてみえる。種子は茶褐色、倒Ｕ字状に曲がった円柱状で偏平。大きさ１㎜程度。種皮は膜状で薄くやや透き通り柔らかい。表面には微細な網目があり縦筋が目立つ。

・イネ（*Oryza sativa* L.）　イネ科イネ属

炭化胚乳、未炭化の穎が検出された。胚乳は黒色、長楕円形でやや偏平。長さ４～５㎜、幅2.5㎜程度。一端に胚が脱落した凹部があり、両面には２～３本の縦溝がある。焼けぶくれ、発泡したものや、表面に穎が残存する個体が多い。未炭化の穎は、淡褐色で厚く柔らかく、長さ6.5㎜程度。特徴

的な基部の果実序柄があり、穎表面は規則的に縦列する特徴的な顆粒状突起をもつ。保存状態が良好であるため、遺構が廃絶後、埋積する際に混入した後代のものである可能性がある。

・アワ－ヒエ（*Setaria itarica* Beauv.－*Echinochloa crus－galli* Beauv.）　イネ科

炭化した胚乳が検出された。黒色、広楕円体でやや偏平。長さ1.5㎜、幅１㎜程度。背面は丸みがあり、腹面は平らで、基部に胚の凹みがある。胚乳表面に穎が付着する個体がみられた。

・オオムギ（*Hordeum valgale* L.）　イネ科オオムギ属

炭化した胚乳が検出された。黒色、紡錘状長楕円形で先端部は尖り、基部は丸い。長さ6.8㎜、幅3.5㎜、厚さ2.7㎜程度。腹面は１本のやや太く深い縦溝があり、背面基部には胚の痕跡があり丸く窪む。表面はやや平滑。

・コムギ（*Triticum aestivum* L.）　イネ科コムギ属

炭化した胚乳が検出された。黒色、楕円形で全体的に丸みを帯びている。長さ4.2㎜、幅3.2㎜程度。腹面には１本のやや太く深い縦溝がある。背面基部には胚の痕跡があり、丸く窪む。表面はやや平滑。なお、保存状態が悪く、オオムギとの判別が難しいものはムギ類とした。

・ホタルイ属（*Scirpus*）　カヤツリグサ科

果実が検出された。黒褐色、片凸レンズ状の広倒卵形。長さ２㎜、幅1.5㎜程度。背面はやや高く稜がある。先端部は尖り、基部から伸びる逆刺を持つ髭状の腕が残る。表面は光沢があり、不規則な波状の横皺状模様が発達する。

・イボクサ（*Aneilema Keisak* Hassk.）　ツユクサ科イボクサ属

種子が検出された。赤みがかった灰褐色で半横長楕円形。大きさは３㎜程度。背面は丸みがあり、腹面は平らである。臍は線形で腹面の正中線上にあり、胚は一側面の浅い円形の凹みに存在する。種皮は柔らかく、表面は円形の小孔が多数存在する。

・カナムグラ（*Humulus japonicus* Sieb. et Zucc.）　クワ科カラハナソウ属

種子が検出された。灰～黒褐色で側面観は円形、上面観は両凸レンズ形。径４㎜、厚さ１㎜程度。果皮が残存する個体が多くみられた。基部には淡黄褐色でハート形の臍点をもつ。縦方向に一周する稜があるため、稜に沿って２つに割れやすい。種皮は薄く、表面はざらつく。

・アサ（*Cannabis sativa* L.）　クワ科

種子が検出された。灰褐色、広楕円形。長さ４㎜、幅２㎜程度。基部には大きな楕円形の臍点がある。縦方向に一周する稜があるため、稜に沿って２つに割れやすい。種皮にはうっすらと葉脈状網目模様がある。なお、基部が欠損した破損個体で、カナムグラとの区別が難しいものを、クワ科に同定するにとどめた。

・ソバ（*Fagopyrum esculentum* Moench）　タデ科ソバ属

未炭化の果実が検出された。灰褐色、三稜状卵形。長さ５㎜、径３㎜程度。三稜と先端は鋭く、面の部分は凹む。果皮表面はやや平滑。

・キケマン属（*Corydalis*）　ケシ科

種子が検出された。黒色、凸レンズ状の円形。径1.5㎜程度。一端が凹み、臍がある。種皮は平滑で光沢が強い。

・マメ類（*Leguminosae*）　マメ科

炭化した種子が検出された。黒色、腎臓形。長さ６㎜、径3.5㎜程度。腹面中央の子葉の合わせ目上にある長楕円形状の臍を欠損する。種皮表面はやや平滑で光沢があり、焼け膨れて割けている。

・ツリフネソウ属（*Impatiens*）　ツリフネソウ科

種子が検出された。黒色、楕円体で、長さ４㎜、径２㎜程度。基部は三稜形の短い嘴状突起をなし、突起の先端に縦長の臍点がある。種皮は硬く、表面には不規則に絡み合った浅く光沢の強い隆起がある。

・セリ科（Umbelliferae）

果実が検出された。黄褐色、線状長楕円形で偏平。長さ５㎜、幅１㎜程度。果皮はスポンジ状で、表面は数本の稜があり、その間には茶褐色の油管が配列する。

・エゴマ（*Perilla frutescens*（L.）Britt. var. *japonica* Hara）　シソ科シソ属

未炭化の果実が検出された。茶褐色、卵円形で径2.5㎜程度。基部には大きな臍点があり、舌状にわずかに突出する。果皮はやや厚く硬く、表面には浅く大きく不規則な網目模様がある。

・シソ属（*Perilla*）　シソ科

未炭化の果実が検出された。茶褐色で卵円形。径1.7㎜程度でエゴマより小さいものを一括した。下端は舌状にわずかに突出する。果皮はやや厚く硬く、表面には浅く大きく不規則な網目模様がある。

・メロン類（*Cucumis melo* L.）　ウリ科キュウリ属

種子が検出された。淡褐色、狭倒皮針形で偏平。長さ７～7.5㎜、幅3.5㎜程度。基部に「ハ」の字形の凹みがある。表面は比較的平滑で、縦長の細胞が密に配列する。藤下（1984）の基準によると、本遺跡出土のメロン類はそのほとんどがマクワ・シロウリ型の中粒種子（長さ6.1～8.0㎜）である。

（６）骨類同定

結果を表10に示す。火葬骨は、ほぼ同じ状態にあり、灰白色を呈して固化していた。既に粉状に細片化した骨片もあり、固く引き締まり、この骨を遊離させることは困難な状況もあった。被熱した骨格は、収縮して亀裂を生じ、その部分から割れ、さらによじれ、変形する。本遺跡の場合はそれでも保存は良好であったといえよう。埋納に当たって、比較的多くの骨が集められ、その後の撹乱もなかったためと思われる。また、土壌が砂質であったことも骨の保存に有利であったろうと思われる。なお、集中部での機械掘りの際の出土骨、その他のグリッドでの出土骨、SX85の出土骨については断片が多く表示に止める。

（７）昆虫同定

結果を表11・12に示す。試料は全体的に保存状態は良く、頭部、胸部、肢など比較的残りにくい部位まで残存しているが、細片化しているものが多く詳細な種類が判明した試料は少ない。試料の中には、同一個体であったが水洗選別中に分解した可能性があるものも見られる。種類が詳細にわかった種類は、オオゴミムシ（*Lesticus magnus*(Motschulsky)）、ナガゴミムシ類（*Pferostichus* sp.）、スジアオゴミムシ（*Haplochlaenius costiger*(Chaudoir)）、マグソガムシ（*Pachystoernum haemorrhoum* Moseky）、ガムシ（*Hydrophilis acuminatus* Motschulsky）コガムシ（*Hydrochara affinis* Sharp）、ヒメガムシ（*Sterrolophus inconspicuus*(Fabricius)）、エンマムシ（*Merohister jeckeli*(Marseul)）、ヒラタシデムシ類（*Siipha* sp.）、オオモモブトシデ（*Necrodes asiaticum* Portevin）、マグソコガネ類（*Aphodius* sp.）、エンマコガネ類（*Onthophagus* sp.）、ヒメコガネ（*Anadala rufocupraea* Motschulsky）、サクラコガネ類（*Anadala* sp.）、ヒラタクワガタ（*Serrognathus platymeles* E. Saunders.）、ホソサビキコリ（*Agrypnus fuliginosus*(Candeze)）、クシコメツキ類（*Melanotus* sp.）、ノコギリカメムシ（*Megymenum gracilicora* Dallas）である。

表10　骨同定結果（1）

No.	台帳番号	遺構コード	出土地点	No.	分類群	部位	左右	重量	備考
2	D960005	19NM5-A1	SE110		サカナ	小型　腹と棘片椎体		0.1	焼骨
7	D000008	D4	X136～138 Y129～131		ヒト	後頭骨片		69.0	機械掘削中出土・水洗済
					ヒト	頭骨片		58.6	
					ヒト	頬骨片	右	1.6	
					ヒト	下顎骨片		1.4	
					ヒト	腰椎体片		2.1	
					ヒト	肩甲棘		4.6	
					ヒト	上腕骨片	右	12.5	
					ヒト	橈骨/尺骨片		3.4	
					ヒト	大腿骨片		8.2	
					ヒト	四肢骨片		14.6	
					ヒト	頭骨片（椎骨片含む）		17.4	
					ヒト	顎骨片		0.6	
					ヒト	四肢骨片主とした破片		15.2	
					ヒト	不明破片		82.2	
8	D000009	D4-SK95	X130Y129		ヒト	不明破片		0.1	水洗済
9	D000010	D4-SK95	X139Y129		ヒト	不明破片		1.1	水洗済
10	D000011	D4-SD20	X141Y127		ヒト	不明破片		2.5	水洗済
11	D000012	D4	Ⅱ層		ヒト	前頭骨片		2.2	水洗済
					ヒト	肋骨片		0.8	
					ヒト	大腿骨片		4.2	
12	D000013	D4	X126Y122Ⅱ層		ヒト	頭頂骨片		2.5	水洗済
13	D000014	D4	X128Y134Ⅲd層		ヒト	不明破片		0.1	水洗済　細片
14	D000015	D4	X131Y131Ⅱ層		ヒト	不明破片		0.2	水洗済
15	D000016	D4	X132Y132Ⅱ層		ヒト	腓骨片		3.5	水洗済
16	D000017	D4	X136Y125Ⅱ層		ヒト	頭頂骨片		4.7	水洗済
17	D000018	D4	X136Y127Ⅱ層		ヒト	鎖骨片		4.3	水洗済
18	D000019	D4	X136Y130Ⅱ層		ヒト	不明破片		0.9	水洗済
19	D000020	D4	X136Y130Ⅱ層		ヒト	不明破片		11.2	水洗済
					ヒト	不明破片		10.7	
					ヒト	不明破片		9.3	
					ヒト	砂混骨		1.5	
20	D000021	D4	X137Y130Ⅱ層		ヒト	腰椎体片		8.6	水洗済
21	D000022	D4	X137Y130Ⅱ層		ヒト	頭頂骨片		5.0	水洗済
					ヒト	前頭骨片		2.3	
					ヒト	右側頭骨片	右	10.4	
					ヒト	右頬骨片	右	0.4	
					ヒト	左大腿骨片	左	4.4	
					ヒト	四肢骨片　他		6.5	
					ヒト	不明破片		3.4	
22	D000023	D4	X138Y132Ⅱ層		ヒト	頭頂骨片　他		1.4	水洗済
					ヒト	肋骨片		0.5	
					ヒト	橈骨片		2.2	
					ヒト	四肢骨片		1.9	
					ヒト	不明破片		4.1	
23	D000024	D4	X138～ 139Y130Ⅱ層		ヒト	不明破片		4.0	水洗済
					ヒト	骨混砂		—	
24	D000025	D4	X140Y130Ⅱ層		ヒト	不明破片		1.0	水洗済
25	D000026	D4-SK83			ヒト	不明破片		9.3	アゼ北　水洗済
26	D000027				ヒト	不明破片		4.7	アゼ北・東　水洗済
27	D000028				ヒト	不明破片		5.7	アゼ東　水洗済
28	D000029				ヒト	不明破片		1.6	アゼ西　水洗済
29	D000030		北東		ヒト	不明破片		5.7	北東(北東及び北東サブトレ)SK83北東部分の覆土を洗浄し、採取。水洗済
			北東サブトレ		ヒト	肋骨片		1.3	
			北東サブトレ		ヒト	大腿骨/脛骨片		11.7	
			北東サブトレ		ヒト	四肢骨片		5.0	
			北東サブトレ		ヒト	不明破片		12.1	
30	D000031		南東		ヒト	不明破片		0.8	
			南東サブトレ		ヒト	不明破片		0.1	
31	D000032		南西		ヒト	不明破片		0.1	
			南西サブトレ		ヒト	不明破片		0.1	
32	D000033		北西		ヒト	不明破片		0.2	
			北西サブトレ		ヒト	不明破片		6.1	
34	D000035	D4-SX03			ヒト	橈骨/尺骨片他		6.1	水洗済
					ヒト	不明破片		3.8	
35	D000036	D4-SX03	南半2袋		ヒト	頭骨片		0.8	南半D000041と同一ヶ所及びその周辺から出土。水洗済
					ヒト	肋骨片		2.3	
					ヒト	指骨片		0.2	
					ヒト	四肢骨片		5.4	
			南半		ヒト	四肢骨片（骨頭部）		6.9	
					ヒト	大腿骨片		3.9	
			南側		ヒト	前頭骨片		2.2	
					ヒト	岩様骨片		1.7	
					ヒト	肋骨片		2.9	
					ヒト	前肢骨片		1.1	
			南半		ヒト	不明破片		13.3	
			南半		ヒト	不明破片		7.0	
			南側		ヒト	不明破片		27.2	
36	D000037	D4-SX03	南側の骨集中		ヒト	不明破片		61.2	南側の骨集中　D000041と同一ヶ所から出土　水洗済
			南側の骨集中		ヒト	頭骨片		1.8	
					ヒト	肋骨片		1.2	
					ヒト	橈骨/尺骨片		1.8	
					ヒト	四肢骨片		5.9	
37	D000038	D4-SX03	北半4袋		ヒト	頭骨片		4.3	北半　D000040と同一ヶ所及びその周辺から出土　水洗済
					ヒト	上腕骨片		5.7	
					ヒト	右橈骨片	右	3.4	
					ヒト	尺骨片		2.9	

表10　骨同定結果（2）

No.	台帳番号	遺構コード	出土地点	No.	分類群	部位	左右	重量	備考
37	D000038	D4-SX03	北半4袋		ヒト	四肢骨片（上腕骨など）		20.4	北半　D000040と同一ヶ所及びその周辺から出土　水洗済
			北側		ヒト	不明破片		2.1	
			北側		ヒト	不明破片		2.5	
			北半		ヒト	不明破片		68.6	
38	D000039	D4-SX03	北側の骨集中		ヒト	骨頭片（近位端）		0.7	北側の骨集中　D000040と同一ヶ所から出土　水洗済
					ヒト	指骨片		0.8	
					ヒト	四肢骨片（上腕）		4.2	
					ヒト	不明破片		14.5	
			北側骨集中		ヒト	頭骨片		2.3	
			北側		ヒト	不明破片		6.9	
39	D000040	D4-SX03	北側	1	ヒト	右脛骨	右	8.5	北側No1～23　水洗・未水洗混在
					ヒト	右腓骨	右	7.5	
				2	ヒト	左脛骨	左	15.2	
				3	ヒト	右上腕骨	右	4.9	
				4	ヒト	右上腕骨	右	9.7	
				5	ヒト	不明破片		0.4	
				6	ヒト	不明破片		0.7	
				7	ヒト	不明破片		1.5	
				8	ヒト	不明破片		1.7	
				9	ヒト	不明破片		9.5	
				10	ヒト	不明破片		1.0	
				11	ヒト	大腿骨片		8.0	
				12	ヒト	不明破片		1.4	
				13	ヒト	不明破片		0.9	
				14	ヒト	不明破片		1.0	
				15	ヒト	不明破片		2.6	
				16	ヒト	大腿骨片		12.7	
				17	ヒト	不明破片		1.5	
				18	ヒト	脛骨		9.5	
				19	ヒト	脛骨		9.1	
				20	ヒト	左脛骨（近位端）	左	－	
				21	ヒト	右腓骨	右	4.6	
				22	ヒト	脛骨片		1.2	
				23	ヒト	脛骨片		3.7	
					ヒト	不明破片		6.4	
40	D000041	D4-SX03	南側	S-1	ヒト	肋骨片		0.8	南側No.S-1～S-18　水洗・未水洗混在
				S-2	ヒト	不明破片		6.8	
				S-3	ヒト	頭骨片		3.5	
				S-4	ヒト	不明破片		3.9	
				S-5	ヒト	不明破片		5.7	
				S-6	ヒト	頭骨片		2.9	
				S-7	ヒト	不明破片		1.8	
				S-8	ヒト	頭頂部矢状縫合		5.7	
					ヒト	側頭骨岩様部		2.8	
				S-8	ヒト	不明破片		2.4	
				S-8	ヒト	岩様部		4.0	
				S-9	ヒト	頭骨片		7.9	
				S-10	ヒト	中手/中足骨片		2.0	
				S-11	ヒト	不明破片		2.0	
				S-12	ヒト	不明破片		0.5	
				S-13	ヒト	不明破片		2.7	
				S-14	ヒト	右鎖骨片	右	3.0	
				S-15	ヒト	尺骨片		2.6	
				S-16	ヒト	不明破片		3.0	
				S-17	ヒト	頭骨片		2.9	
				S-18	ヒト	下顎骨連合部		1.7	
41	D000042	D4-SX03	北側	1	ヒト	大腿骨		－	北側No.24 当社にて便宜上番号を付す
				2	ヒト	指骨片		－	
				3	ヒト	右踵骨	右	－	
				4	ヒト	距骨		－	
42	D000043	D4-SX03	南側の骨集中	1	ヒト	中手骨片		1.0	南側No.S-19　当社にて便宜上番号を付す
				2	ヒト	頭頂骨片		1.8	
				3	ヒト	下顎連合部		0.9	
				4	ヒト	肋骨片		0.8	
				5	ヒト	肋骨片		8.5	
				6	ヒト	肋骨片			
				7	ヒト	四肢骨片		0.7	
				8	ヒト	中手骨片（遠位端）		1.4	
				9	ヒト	大腿/脛骨片		2.3	
				10	ヒト	下顎枝骨片		17.5	
				11	ヒト	尺骨片		3.4	
				12	ヒト	指骨（中節）		1.2	
				13	ヒト	大腿骨片		7.4	
				14	ヒト	腓骨片		5.8	
				15	ヒト	左肩甲骨・肩甲棘	左	8.8	
				16	ヒト	右肩甲骨	右	4.4	
				17	ヒト	右上腕骨片	右	12.2	
				18	ヒト	大腿骨片		17.3	
				19	ヒト	指骨（手）（中節）		0.9	
42	D000043	D4-SX03	南側の骨集中	20	ヒト	尺骨片？		6.0	南側No.S-19　当社にて便宜上番号を付す
				21	ヒト	腓骨片		5.8	
				22	ヒト	脛骨片		3.0	
				21	ヒト	腓骨片		5.8	
				22	ヒト	脛骨片		3.0	
				23	ヒト	腓骨片		5.1	
				24	ヒト	左寛骨片（骨体～坐骨部）	左	－	
				25	ヒト	左上腕骨片（遠位端）	左	－	
					ヒト	不明破片		64.4	

表11　Ｄ２・Ｄ３・Ｅ１地区の昆虫同定結果

番号	台帳番号	出土場所など	種類名
11	D990191	D2-SD07	ヒメコガネ　前胸背板？の一部、　上翅の一部
14	D990192-3	D2-SD07	ヒョウタンゾウムシかコフキゾウムシの１種左上翅
			ヒラタクワガタ類？ 腿節
			ヒラタゴミムシ類の１種
			ノミハムシ類？　後肢腿節
			小型ゴミムシ　前胸背板
			ヒラタクワガタ類？　上翅の一部
			甲虫数種の胸部　肢など
			小型甲虫の大腿
35	D990200-2	D3-SD17　有機物層	ヒメコガネ　各部位
			エンマコガネ類　左上翅
			マグソコガネ類　前胸背板
			クワガタムシ類？の左上翅破片
			小型ゴミムシ　上翅
			コガムシ？　左右上翅　腹節ほか
			甲虫の部分多数
30	D990198-2	D3-SD42　X165Y57	ゴミムシ類　右上翅
			ヒラタシデムシ類　前胸背板
			マグソガムシ？　左上翅
			カミキリムシ類？の左上翅
			ヒメコガネ？　各部分
			甲虫の部分各種
32	D990199-2	D3-SD11	ゴミムシ類の頭部
40	D990203-1	D3-SD07	ヒメガムシ　上翅の破片、胸部腹板の一部
			オオゴミムシ　前胸背板
			ガムシの頭楯
			ヒメコガネ　上翅小破片
50	D990209-1	D3-SE04	ハエの囲蛹？　囲蛹は普通白い
51	D990209-2	D3-SE04	ゴミムシ　上翅、中胸背板、中小型上翅
			マグソガムシ？　上翅４個
			ヒラタシデムシ類
			コガネムシその他の甲虫破片１０
44	D990206-1	D3-SE02　①	小型ハムシ　上翅断片
45	D990206-2	D3-SE02　①	甲虫上翅小破片多数
46	D990207-1	D3-SE02　②	甲虫の肢の一部
47	D990207-2	D3-SE02　②	小型コガネムシ　右上翅
			ヒメコガネ　右上翅
49	D990208-2	D3-SE02　③	ヒメコガネ　頭部　前胸背板　上翅　胸板　腹板　肢
			マグソガムシ　前翅２個
			エンマコガネの類　右上翅２個
			ゴミムシ類　上翅３－４個
			ハムシの１種　上翅１
			不明甲虫　数種
4	D990064	D3-SK34	植物質
38	D990202-1	D3-SD15　最下位（有機物層）	オオゴミムシ　前胸背板
39	D990202-2	D3-SD15　最下位（有機物層）	ヒメコガネ　各部位
			サビキコリの類（ホソサビキコリ？）　胸部
			クシコメツキの類？
			ゴミムシ類　頭部、上翅破片
			ハムシ類の左上翅
			甲虫　各部破片
24	D990196-2	D3-SD01	甲虫の上翅の一部 カメムシの上翅の一部

番号	台帳番号	出土場所など	種類名
27	D990197-2	D3-SD01	ハエの囲蛹？１１個 所属不明（昆虫に関係した物？、蛹？）
21	D990195-3	D3-SD01　X159Y155	小型ゴミムシ類　左上翅
			サクラコガネ類　左右上翅破片
			マグソコガネ類？　前胸背板、左右後肢
			オオゴミムシ　前胸背板
			甲虫破片
23	D990196-1	D3-SD01	ヒメコガネ　上翅
			サクラコガネ類？　左右上翅　頭部　肢
			ヒラタシデムシの類　上翅破片３個
			甲虫破片多数
			ノコギリカメムシ　腹部
23	D990197-3	D3-SD01	ヒラタシデムシ類？の前胸背板
			ゴミムシ類の上翅破片
			コガネムシ類　上翅　頭部、肢、胸板、腹板
			エンマコガネ類　前胸背板
			小型ハムシ類　左上翅
			甲虫数種
83	D990230-2	E1-SD25	ヒメコガネ　上翅等の破片多数
			エンマコガネ類の考後肢
			小型カムシ？の一種　右上翅
87	D990232-2	E1-SD26　⑨	ヒメコガネ　上翅等の破片多数
			大型昆虫（ガムシ？）肢の一部
			小型ゴミムシ類の左上翅
71	D990223	E1-SE08　③	小型ゴミムシ類　左上翅
73	D990224-2	E1-SE08　④	昆虫の繭？
74	D990224-3	E1-SE08　④	ヒメコガネ？　中胸腹板
			ゴミムシ類数種　上翅、前胸背板
			ゲンゴロウの１種　上翅などの破片
			ガムシの１種　上翅の破片
			不明甲虫の破片
			小型のガムシ類？の幼虫か蛹
77	D990227-1	E1-SE10　③	不明植物片
78	D990227-2	E1-SE10　③	ヒメコガネ？　上翅、肢、胸部腹板等の破片
			小型ゴミムシ　上翅
			マグソガムシ？　左上翅
79	D990228-1	E1-SE10　⑤	エンマコガネ類の１種　前胸背板、肢
			不明甲虫　頭部、前胸背板、胸部腹板ほか
80	D990228-2	E1-SE10　⑤	コガムシ　３頭分　左上翅３、右２、胸部、肢
			ヒメコガネ　右上翅、腹部、肢
			ナガゴミムシ　左上翅先端部
			大型ゴミムシ類　頭部４　大きな大あごをもつ
			不明甲虫　胸部部分
			マグソコガネの類　前胸背板
			小型のゲンゴロウ　右上翅
90	D990234-2	E1-SE01	ハエの囲蛹１８個　小型種
91	D990234-3	E1-SE01	アオゴミムシの類　右上翅
65	D990218-1	E1-SE04　④	甲虫の破片２個
67	D990219	E1-SE04	マグソガムシ　右上翅 所属不明甲虫
68	D990220	E1-SE07	ゴミムシ類
			エンマコガネの類　右上翅

表12　中名Ⅵ遺跡A・B・C地区の昆虫同定結果

番号	台帳番号	出土場所など	種類名
95	D990157	A-SE05	不明甲虫　上翅？、胸板、腹板の一部
			小型ゴミムシ　左右上翅、前胸ほか
96	D990158	A-SE06	オオゴミムシ　前胸背板　胸板　腹板
			エンマコガネの類　数種の前胸背、左右上翅
			スジアオゴミムシ　左上翅の破片
97	D990159	A-SE03	エンマムシ　左上翅、中胸腹板
101	D990164	A-SD22	ゴミムシ類（中型アオゴミ類、小型アオゴミ類 小型ゴミムシ、上翅）
			ヒメコガネ　肢脛節
102	D990165	A-SD02	小型甲虫の腹板？の一部
106	D990168-1	A-SD02	不明小型甲虫の肢の一部、ヒメコガネ？の 上翅の一部ほか
107	D990168-2	A-SD02	不明小甲虫　胸部の一部
111	D990171-2	A-SD02	不明小甲虫　破片数点
113	D990173	A-SD02	不明小甲虫の上翅破片？
114	D990174	A-SD02　sec	ヒメコガネ？　上翅の一部？
120	D990179	A-SD02　⑤層	不明植物片
122	D990180-2	A-SD02　⑧層	ハムシの１種　右上翅
			ゾウムシ？の上翅
			コガムシ？　破片６個
129	D990183-3	A-SD02　X261Y100	エンマコガネの類　２種　左上翅
130	D990184-1	B-SD21　b sec　①	エンマコガネの類　左上翅
			不明甲虫
131	D990184-2	B-SD21　b sec　①	ヒラタゴミムシ類　左上翅
			ゴミムシ類　金緑色の前胸背板
			ヒメコガネ　上翅、肢、胸部、頭部ほか
			エンマコガネ類　頭部、前胸背板、左上翅
			ハムシ？類　前胸背板
			マグソガムシ？　右上翅
132	D990185-1	B-SD21　b sec　②	小甲虫の頭部　所属不明
133	D990185-2	B-SD21　b sec　②	小型甲虫の頭部
134	D990186-1	B-SD21　c sec　①	甲虫の頭部
135	D990186-2	B-SD21　c sec　①	オオゴミムシ　前胸背
			オオモモブトシデムシ　前胸背板
			ヒメコガネ　上翅、胸の破片
			エンマコガネの１種　上翅
			アオゴミムシの１種　左上翅ほか
			甲虫類ほか
137	D990187	B-SD21　仮 sec　①	不明植物片
144	D990189-2	C-SE03　⑥層	ヒメガムシ？　右上翅

４．考察

（１）遺跡の立地と古環境

Ｄ４地区で分析を行ったのは、中世の遺物包含層であるⅡb層、古代の遺物を含むⅢc層とⅢe層、遺物を含まないⅢf層である。微化石が多く検出されたのは、珪藻化石ではⅡb層とⅢf層、花粉化石ではⅡb層、植物珪酸体ではⅡb層とⅢc層である。中世の包含層では微化石の保存状態が良いが、古代の包含層では保存が比較的悪い結果となっている。中世からは、骨や炭化材大型植物遺体なども多数見つかっていることから、大型の動植物遺体に関しても保存が良いといえる。Ⅲf層の珪藻化石群集をみると、中～下流性河川指標種群や上流性河川指標種群を含む流水性種が多産する。このことから、河川によって運搬された土砂によって急速に埋積した氾濫堆積物と考えられるが、これは周辺地形とも調和的な結果である。

一方、Ⅲc層やⅢe層は微化石の保存が全体的に悪い。花粉化石は好気的環境下における風化に弱く（中村，1967）、１地点のように地表面が安定し乾燥した状況下では大部分が分解された可能性がある。一方植物珪酸体に関しては、土壌中での植物珪酸体量が生産量に比べて大幅に少ないことから、植物

に再び吸収されたり粘土の形成に関与したりして、比較的早い段階で消失する可能性があると指摘されている（近藤，1988）。その他、土壌中の珪酸分の溶脱と沈殿や再結晶化（千木良，1995）、火山ガラスの風化（喜多ほか，1999）など、珪酸分の風化に関する研究はいくつか知られている。植物珪酸体や珪藻化石（植物珪酸体と同様に珪酸を主体とした構造を持っている）における風化のメカニズムは、まだ不明な点が多いが、珪藻や植物珪酸体なども風化により消失した可能性が高いといえる。微化石の産状や地形的立地を考慮すると、Ⅲc層やⅢe層は、氾濫の影響が少なくなり地表面が乾燥・安定した時期に、氾濫堆積物を母材として形成したと考えられる。おそらく、Ⅲc層やⅢe層は、表土の土壌化による植物の被覆や土壌生物の活動、人の生業などによって、氾濫堆積物が変化したものと考えられる。

中世の包含層Ⅱb層からは微化石が多く検出される。前報で中世の流路（中名Ⅴ遺跡B４地区SD2172）の調査を行っていることから、この結果も参考にしながら古環境に関する検討を行う。珪藻分析の結果、Ⅱb層はⅢf層とほぼ同様な組成を示しており、同様に氾濫堆積物であると考えられる。花粉化石群集をみると、今回の組成はマツ属が高率で検出されるのに対し、SD2172の成果ではスギ属がやや多いものの、多産する種類がみられないという特徴をもつ。当社では、神通川や常願寺川扇状地上の自然科学分析調査を実施しているが（パリノ・サーヴェイ株式会社，1997；1998など）、これらの成果では、マツ属の多産は近世以降で顕著にみられる。今回の花粉分析の結果では、これらの成果よりも増加時期が早いことになる。ただし、上位からの攪乱の影響や、中世の中での時期差によって組成が変化する可能性もあることから、詳細は情報の蓄積を待って検討していく必要がある。草本類ではイネ科が多産し、カヤツリグサ科・ナデシコ科・アブラナ科・ヨモギ属などが認められる。これらの種類は日の当たる開けた場所を好む種類であることから、遺跡内、およびその周辺低地の植生を反映していると思われる。イネ科については、植物珪酸体分析においてもイネ属が多産することや、種実同定の結果からもイネが検出されることなどを考慮すると、稲作に由来する可能性が高い。また、栽培種であるソバ属の花粉も検出されることから、栽培が行われていたと推測される。

中名Ⅴ・Ⅵ遺跡から検出された種実は、大部分が中世の遺構からである。抽水性～湿性のヘラオモダカ、オモダカ科、ホタルイ属、イボクサや、中性ないし湿性のカヤツリグサ科の一部、タデ属の一部、セリ科の一部などの草本が検出されたことから、堆積場周辺には、浅いため池や水路、水田などの水湿地が存在し、これらの水生植物が生育していた可能性が考えられる。また、エノコログサ属、カヤツリグサ科の一部、ツユクサ、カナムグラ、サナエタデ近似種、タデ属の一部、アカザ科－ヒユ科、ナデシコ科、エノキグサ、ヤブジラミ、オミナエシ属、キランソウ属、メハジキ属、イヌコウジュ属、メナモミ属、キク科などの草本は、開けた草地に生育する、いわゆる「人里植物」であることから、林縁部や集落周辺の明るく開けた場所に生育していたものに由来すると思われる。

遺跡周辺の丘陵や山地、あるいは扇端部にみられる湧水地などには、スギ、ヤナギ属、サワグルミ、オニグルミ、クマシデ、ハンノキ属、ケヤキなどの湿った場所を好む高木が生育していたと思われる。また、丘陵地などに森林を構成していたと考えられる中高木類としては、モミ属、ヒノキ、アカシデ、カバノキ属－ヤシャブシ属、ブナ、クリ、ヤマグワ、カジノキ属、サクラ属、ミズキ、クマノミズキ、などがあげられる。アカメガシワ、ドクウツギ、エゴノキ属、ガマズミ属、キイチゴ属、タラノキ、ウコギ科、クサギ、カラスザンショウ属、ムラサキシキブ属、ニワトコの中低木類や、マタタビ属、ブドウ属、カナムグラ、ノブドウなどのつる植物などは、林縁部を中心に生育していたものと考えられる。さらに、林床の湿った場所などには、キケマン属、ツリフネソウ属、スミレ属などの草本類が

が生育していたと推測される。このように、遺跡周辺には、豊富な種類からなる植物群落が構成されていたと考えられる。なお、クリ、アカメガシワなどをはじめとする二次林要素がみられることから、丘陵地などには人為的に管理された森林（里山林）が広がっていた可能性もある。

昆虫遺体の特徴としては、ガムシ科の昆虫が多いことがあげられる。ガムシ類は止水域に住む水棲昆虫であるから、周囲には沼沢地が存在していたと考えられる。遺跡の立地が低地である点や、これまで行った中名遺跡で、水生植物の種実が多産していることからみても調和的である。今回は、ガムシなど大型種は少なく、コガムシ、ヒメガムシといった小型種が多いという特徴があり、水域の規模が比較的狭かったことに起因している可能性がある。

また、シデムシ科とエンマムシ科が検出されるが、これらは動物遺体などの腐敗物に集まる。また種類は特定できないものの、中型のハエの囲蛹も多く検出される。さらに、動物の糞を食餌とする（動物の死骸に集まることもまれにある）エンマコガネ類やマグソコガネ類、マグソガムシも検出される。このように、食糞性、腐食性の昆虫がみられることから、人間の生業に伴ってこれらの昆虫が遺跡内に集まったと考えられ、ゴミ穴や家畜の存在が推定される。このような生業に伴う昆虫は、SD01で多い傾向にある。この遺構からはアサやイネなどの有用植物も検出されており、ゴミ穴としての用途ももっていたのかもしれない。

ゴミムシ類が多く検出されるが、種類が多く種の同定は難しい。これらは餌を求めて地表を歩き回る昆虫であることから、周囲に生育していたものに由来するのであろう。樹上性、草上性のものは、ヒメコガネが圧倒的に多く、他のコガネムシ類が見られない。全般的にみると、その組成は単調で、日本の平野から低山地にかけての人里や林地に一般的にみられる種類である。ただし、試料番号30のカミキリムシ類は特異的な形をしていることから、一般的な種類ではない可能性が高い。

（2）植物利用

D4地区では、Ⅲc層やⅡb層でイネ属が検出されたが、特にⅡb層で多く検出された。植物珪酸体列や穎に形成される珪酸体も産出することから、稲藁や稲籾が遺跡内に持ち込まれていたことになる。この理由として、本来水田であった場所に古代や中世の遺構が構築されたため攪乱によって水田関連の遺構が消失した、水田耕土が洪水によって流入しその堆積層が母材となって遺構が構築された、遺跡内に生活資材として稲籾や稲藁が持ち込まれたなどの理由が考えられる。いずれにあたるかは地形発達や土地利用の変遷を総合的にとらえながら今後検討していきたい。

種実遺体からは、有用植物が多く検出された。モモ、カキノキ、イネ、アワ－ヒエ、オオムギ、コムギ、アサ、マメ類、エゴマ、ナス科の一部、メロン類は、大陸から渡来した栽培種とされており、これらの栽培植物が、遺構から検出された状態（穀類は、何らかの理由により火熱を受けたなど）を考慮すると、当時の生活残渣が破棄されたり、あるいは祭祀などによって埋められたなど、人為的行為により遺構にもたらされた可能性が高いと考えられる。なお、前報においても、本遺跡ならびにその周辺遺跡から出土した種実遺体の分析を行っており、今回の結果と同様な傾向がある。

利用面をみると、木本類では、モモが食用のほか、観賞用、薬用等に広く利用されている。自生する植物では、堅果類のオニグルミ、ブナ、クリは食用・長期保存が可能で収量も多いため、古くから里山で保護、採取されてきた種類である。その他に、ヤマグワ、マタタビ属、サクラ属、キイチゴ属、ブドウ属、ニワトコは、果実が多汁で生食が可能である。また、カジノキ属は果実が食用に、樹皮が紙や布に利用可能である。草本類では、穀類のイネ、アワ－ヒエ、オオムギ、コムギ、マメ類は全て完全に炭化した状態で検出された。この中でもアワ－ヒエは胚乳表面に穎の一部が残っているものが

あることから、穎に入った状態で火を受けたものと思われる。また、繊維が衣料や縄用に果実が食用に利用可能なアサや、食用として利用されるエゴマ、ナス科の一部、メロン類などの有用植物が検出される。一方、自生する種類では、アカザ科、セリ科の中には古くから野菜・山菜として食べられている種類があり（青葉，1991)、当時利用されていた可能性もある。

これらの有用植物は、本遺跡近辺で栽培されていたか、遺跡内に持ちこまれて利用されたと推測される。周辺遺跡における種実遺体分析結果をみても、これまで当社が関わってきた清水島Ⅱ遺跡、持田Ⅰ遺跡、中名Ⅱ遺跡、中名Ⅴ遺跡なども同様な種類が検出されているほか、砺波平野に立地する梅原胡摩堂遺跡（パリノ・サーヴェイ株式会社，1996）でも同様の傾向が認められる。このように、中世以降の遺跡では、古代以前と比べ、井戸や土坑などの遺構から多くの栽培植物が検出される傾向があり、各地の遺跡から多くの報告例がある（奈良県の箸尾遺跡；金原ほか，1992，金原，1994、東京都の葛西城；橋本，1993、広島県中世の草戸千軒町遺跡；パリノ・サーヴェイ株式会社，1995a,bなど)。

SK-40から出土した炭化材は、燃料材の可能性が考えられている。樹種は、3点がカエデ属で、他の16点は全てイヌシデ節であった。この結果から、イヌシデ節を主とし、カエデ属も混じる種類構成であったことが推定される。いずれの木材もやや重硬で強度の高い材質を有することから、強度などの材質を考慮した木材利用の可能性がある。イヌシデ節やカエデ属には、人里周辺の二次林（雑木林）等で普通に見られる種類を含むことから、遺跡周辺の植生の中から木材を選択・利用したことが推定される。ところで、富山市内では、焼壁土坑等から出土した炭化材の樹種同定も行われているが、その結果はクリが多く見られ、今回の結果とは種類構成が異なる。そのため、使用目的等によって種類構成が異なっていた可能性がある。

（3）火葬人骨

・SX03南側集中部

最も多くの火葬骨が集中して検出された地点である。

頭骨：頭蓋部位を決める程の保存状況の良好な骨はなかった。頭頂骨片が大部分であったが、矢状縫合の認められる破片があり、岩様部2点があった。下顎骨は枝部が一部残り、連合部小片があり、切歯歯槽をみとめたが、歯は残されていなかった。肋骨片は破片となって多く認められた。

肋骨と四肢骨：肋骨は断片として採取されているのみである。鎖骨、肩甲骨が部分的ではあるが残され、上腕骨は骨体部と遠位骨端が残されていた。橈骨、尺骨は骨体部分のみで、細身の橈骨の方が保存される。中手骨は2点程があったのみである。

最下層部には左寛骨の寛骨臼部から座骨が残されていた。腸骨部は破損し残されてはいなかったと思われる。臼部から座骨部の骨格は、緻密質部分が薄く、被熱には弱い部分ではないかと考えられたが、他の四肢骨よりも原形を保っていた。ただ大坐骨切痕の部分は破損していた。

大腿骨、脛骨、腓骨を確認しているが、一部であるらしい。また変形が著しいので、詳細は不明である。

＜年齢と性別＞

この南側集中域にあった人骨の年齢は、頭頂骨の矢状縫合の癒合状況から40代が推定される。恥骨には恥骨結合部がみとめられたが、原形を破損し充分観察できなかった。しかし、表面の形状は同年齢を推測させる。なお、下顎骨切歯の歯槽が完存しているので、老人ではなかったはずである。性別については確かな証拠はないが、もし既に取り上げられている後頭骨が同一個体骨とすれば、男性骨

とみることができよう。

・SX03北側集中部

頭骨は少なかった。上腕骨、橈骨、尺骨の破片が数点ずつあった。大腿骨と脛骨片が多く、意図的に太く、大形の四肢骨が集められたことを推定させる程である。そして距骨と踵骨の各１点があった。

＜年齢と性別＞

性別は不明であるが、南側集中部の骨とほぼ似た骨状であるところから、男性の可能性はあると思われ、骨の形状から成人である。

・SK83

本遺構から検出された火葬骨は破片が多く、部位の同定にいたらないものがほとんどであった。遺構周囲のグリッド出土の骨片にも本遺構に属するものが含まれると考えられる。

・グリッド出土の火葬骨片

グリッド出土の人骨は、主に上記のSX03およびSK83の両遺構にまたがる地点にあって、いずれかに属すると考えられる。しかし、火葬骨という事情から検出された骨をいずれかに認定することはできなかった。例えば頬骨片では右側が２点あったことなど、２体分のあったことを示している。

引用文献

青葉　高（1991）野菜の日本史．317p.,八坂書房.

安藤一男（1990）淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用．東北地理，42，p.73－88.

Asai, K. and Watanabe, T.（1995）Statistic Classification of Epilithic Diatom Species into Three Ecological Groups relating to Organic Water Pollution（２）Saprophilous and saproxenous taxa. Diatom，10，p.35－47.

千木良雅弘（1995）風化と崩壊．204p.，近未来社.

藤下典之（1984）出土遺体よりみたウリ科植物の種類と変遷とその利用法.「古文化財の自然科学的研究」，古文化財編集委員会編，p.638－654，同朋舎.

橋本真紀夫（1993）植物化石からみた植生変遷.「特別展　下町・中世再発見」，p.126－129，葛飾区郷土と天文の博物館.

原口和夫・三友　清・小林　弘（1998）埼玉の藻類　珪藻類．埼玉県植物誌，埼玉県教育委員会，p.527－600.

伊藤良永・堀内誠示（1991）陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用．珪藻学会誌，６，p.23－45.

石川茂雄（1994）原色日本植物種子写真図鑑.328p.,石川茂雄図鑑刊行委員会.

金原正明・粉川昭平・寺沢　薫（1992）植物遺体による畑作の解析．日本文化財科学会第９回大会研究発表要旨集，日本文化財科学会，p.10－11.

金原正明（1994）植物遺体分析による農耕の復元について．日本文化財科学会第11回大会研究発表要旨集，日本文化財科学会，p.51－52.

喜多佐由里・山本博文・古澤　明（1999）姶良Ｔｎ火山灰の風化．地質学雑誌，105，p.410－420.

小杉正人（1988）珪藻の環境指標種群の設定と古環境復原への応用．第四紀研究，27，p.1－20.

近藤錬三・佐瀬　隆（1986）植物珪酸体分析，その特性と応用．第四紀研究，25，p.31－64.

近藤練三（1988）植物珪酸体（Opal Phytolith）からみた土壌と年代．ペトロジスト，32,

Krammer, K.（1992）PINNULARIA, eine Monographie der europaischen Taxa. BIBLIOTHECA
DIATOMOLOGICA, BAND 26, p.1－353., BERLIN・STUTTGART.

Krammer, K. and Lange－Bertalot, H.（1986）Bacillariophyceae,Teil 1, Naviculaceae. Band 2/1
von：Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. and Lange－Bertalot, H.（1988）Bacillariophyceae, Teil 2, Epithemiaceae, Bacillariaceae,Surirellaceae.Band 2/2 von：Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 536p., Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. and Lange－Bertalot, H.（1991a）Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 von：Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 230p., Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. and Lange－Bertalot, H.（1991b）Bacillariophyceae, Teil 4, Achnanthaceae, Kritsche Ergaenzungen zu Navicula（Lineolatae）und Gomphonema. Band 2/4 von：Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 248p., Gustav Fischer Verlag.

中村　純（1967）花粉分析．232p.，古今書院.

中山至大・井之口希秀・南谷忠志（2000）日本植物種子図鑑.642p.,東北大学出版会.

パリノ・サーヴェイ株式会社（1995a）草戸千軒町遺跡第36次調査出土の植物種実同定報告.「草戸千軒町遺跡発掘調査報告書Ⅲ」，広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編，p.253－278，広島県教育委員会.

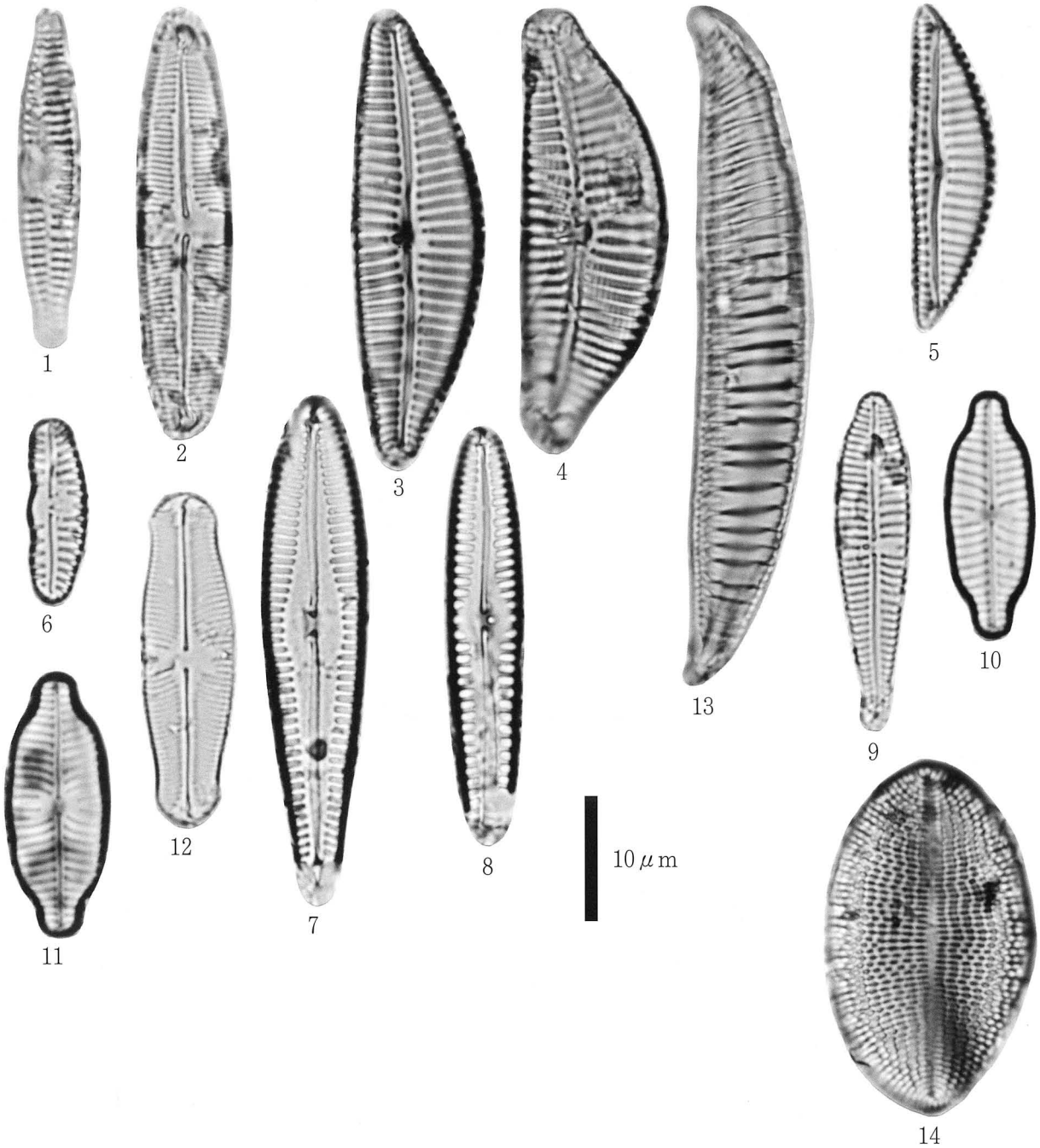
パリノ・サーヴェイ株式会社（1995b）草戸千軒町遺跡第37次～第45次・第48次調査出土の植物種実同定報告.「草戸千軒町遺跡発掘調査報告書Ⅳ」，広島県草戸千軒町遺跡調査研究所編，p.201－228，広島県教育委員会.

パリノ・サーヴェイ株式会社（1996）中・近世の古植生および植物利用.「梅原胡摩堂遺跡発掘調査報告（遺物編）　－東海北陸自動車道建設に伴う埋蔵文化財発掘報告II－　第２分冊」，p.10－23，財団法人富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所.

パリノ・サーヴェイ株式会社（1997）付載　任海宮田遺跡I地区における古環境復元および遺構に関する検討．富山県富山市任海宮田遺跡発掘調査報告Ⅱ，富山県埋蔵文化財センター，p.95－107.

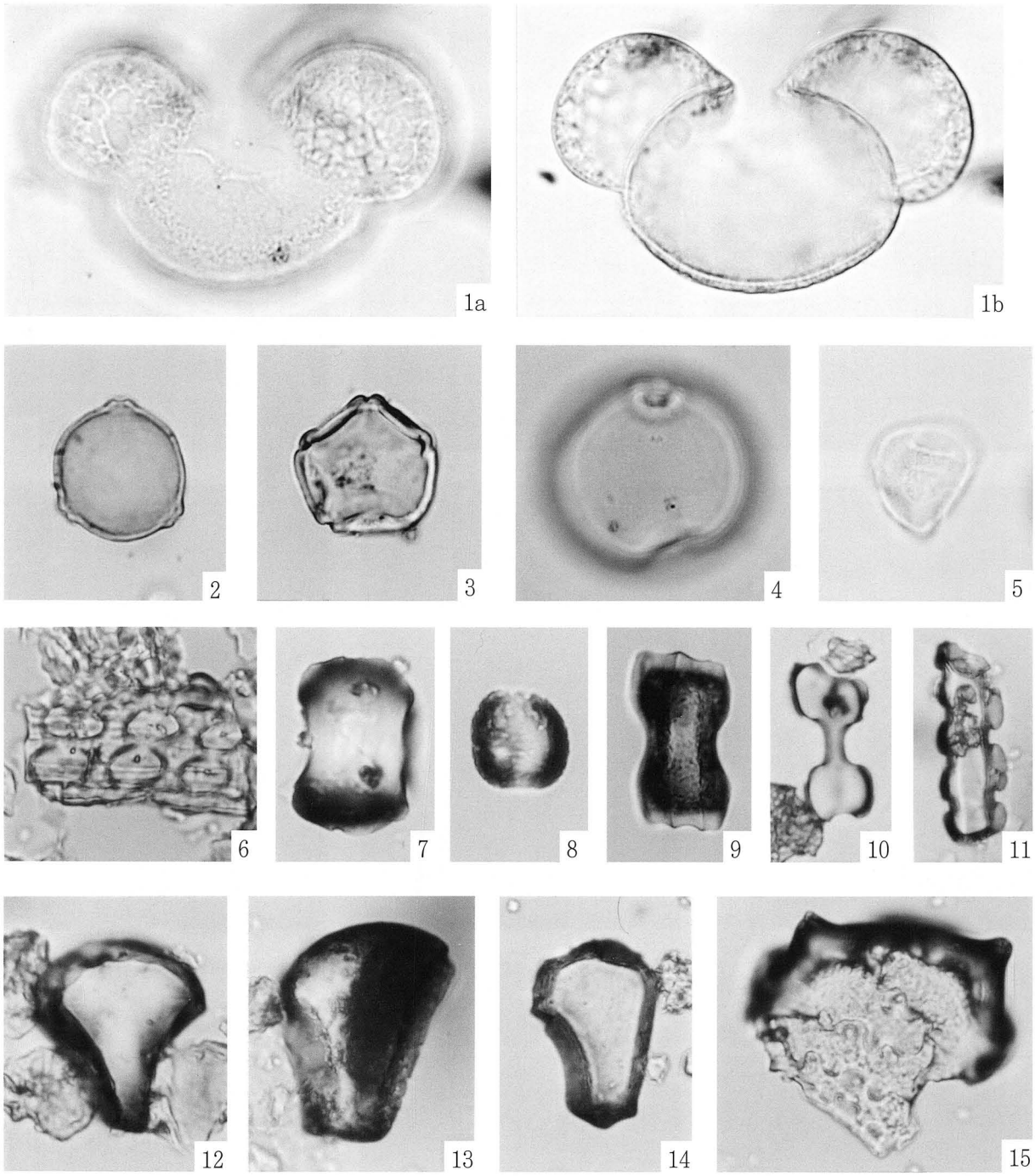
パリノ・サーヴェイ株式会社（1998）Ⅴ　任海宮田遺跡の古環境復元．富山市内遺跡発掘調査概要Ⅱ，任海宮田遺跡，個人住宅建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告，富山市教育委員会，p.16－20.

図版１　珪藻化石



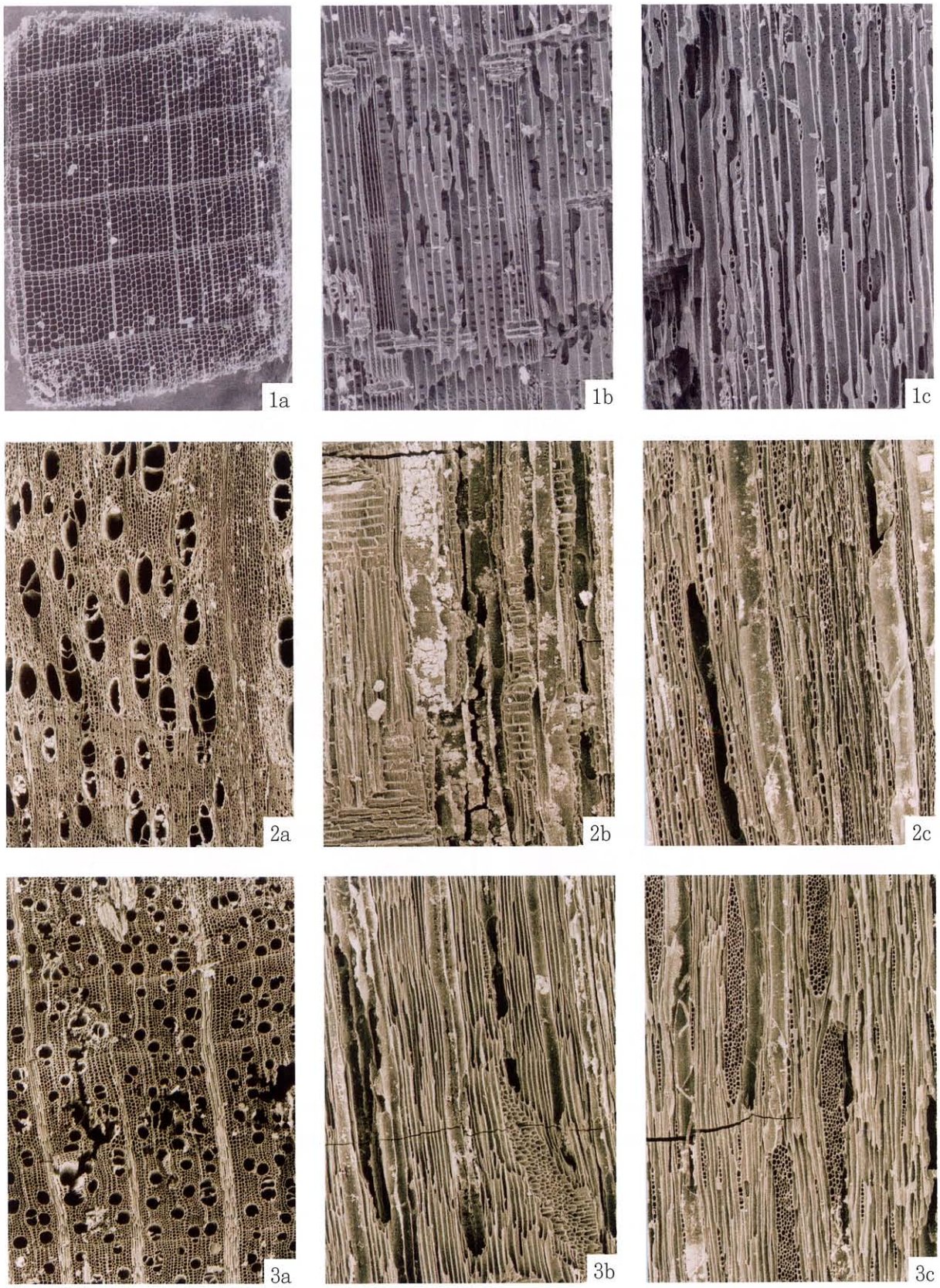
1. *Fragilaria vaucheriae* (Kuetz.) Petersen（基本層序;25）
2. *Caloneis molaris* (Grun.) Krammer（基本層序;25）
3. *Cymbella turgidula* Grunow（基本層序;5）
4. *Cymbella turgidula* var. *nipponica* Skvortzow（基本層序;25）
5. *Cymbella silesiaca* Bleisch（基本層序;5）
6. *Cymbella sinuata* Gregory（基本層序;25）
7. *Gomphonema christensenii* Lowe et Kociolek（基本層序;25）
8. *Gomphonema sumatorense* Fricke（基本層序;19）
9. *Gomphnema parvulum* Kuetzing（基本層序;25）
10. *Navicula elginensis* var. *neglecta* (Krass.) Patrick（基本層序;5）
11. *Navicula explanata* Hustedt（基本層序;5）
12. *Sellaphora pupula* (Kuetz.) Mereschkowsky（基本層序;25）
13. *Phopalodia quisumbirgiana* Skvortzow（基本層序;25）
14. *Cocconeis placentula* (Ehr.) Cleve（基本層序;19）

図版 2　花粉化石・植物珪酸体



1. マツ属（基本層序;5）
2. クマシデ属－アサダ属（基本層序;5）
3. ハンノキ属（基本層序;5）
4. イネ科（基本層序;5）
5. カヤツリグサ科（基本層序;5）
6. イネ属短細胞列（基本層序;5）
7. タケ亜科短細胞珪酸体（基本層序;15）
8. ヨシ属短細胞珪酸体（基本層序;5）
9. コブナグサ属短細胞珪酸体（基本層序;15）
10. ススキ属短細胞珪酸体（基本層序;15）
11. イチゴツナギ亜科短細胞珪酸体（基本層序;15）
12. イネ属機動細胞珪酸体（基本層序;5）
13. タケ亜科機動細胞珪酸体（基本層序;15）
14. ウシクサ族機動細胞珪酸体（基本層序;15）
15. イネ属穎珪酸体（基本層序;5）

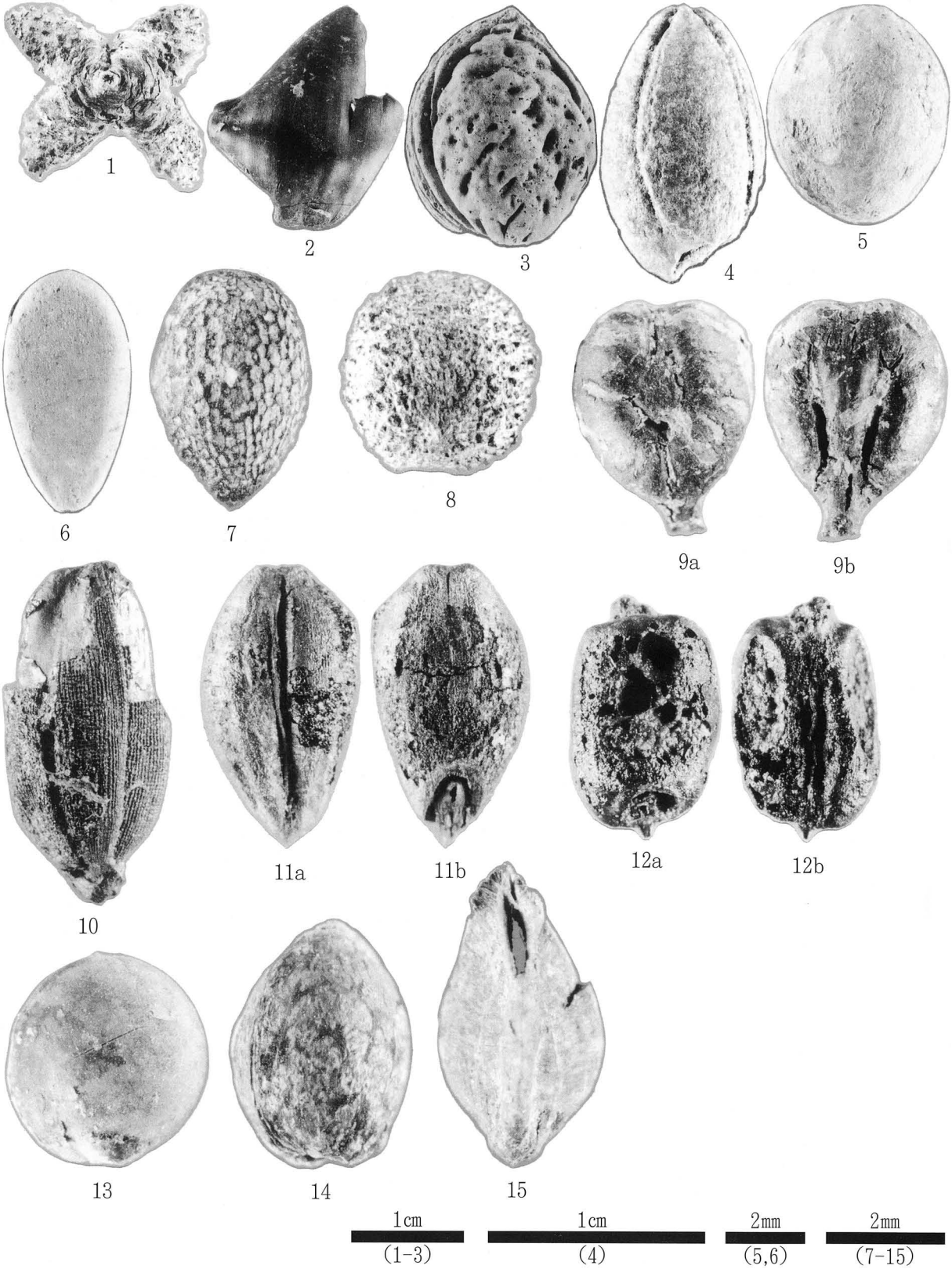
図版 3　炭化材



1. ヒノキ科（D990183-2）
2. クマシデ属イヌシデ節（D000004 No.1）
3. カエデ属（D000004 No.10）
　a：木口、b：柾目、c：板目

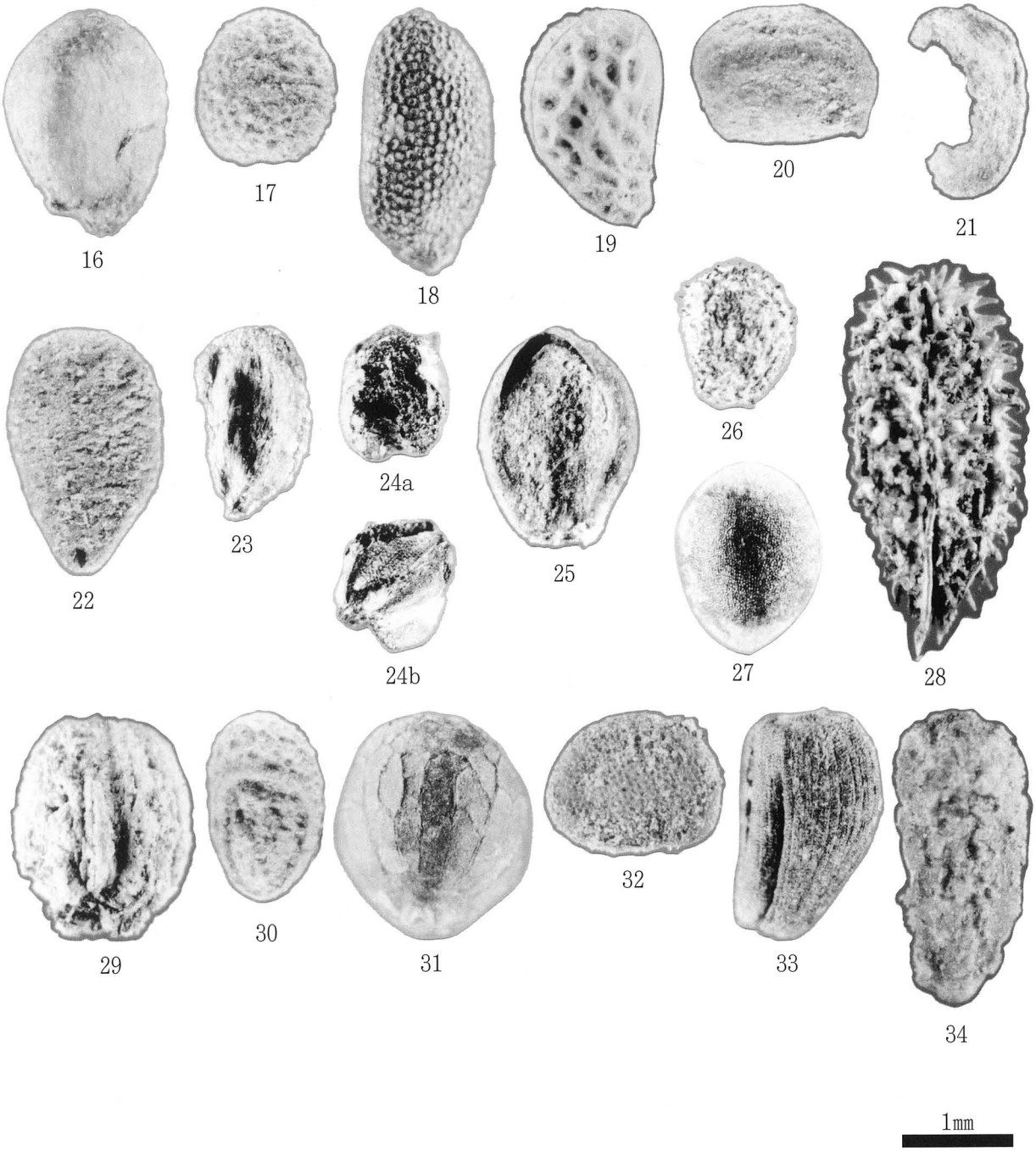
200 μm：a
200 μm：b, c

図版４　種実遺体（１）



1. ブナ 殻斗（D990197-2）
2. クリ 果実（D990234-1）
3. モモ 核（D990113）
4. エゴノキ属 種子（D990114）
5. サクラ属 核（D990186-1）
6. メロン類 種子（D990183-1）
7. サンショウ属 核（D990158）
8. アカメガシワ 種子（D990188-1）
9. ブドウ属 種子（D990202-1）
10. イネ 胚乳・穎（D990228-1）
11. オオムギ 胚乳（D990161）
12. コムギ 胚乳（D990161）
13. カナムグラ種子（D990197-2）
14. アサ 種子（D990197-2）
15. ソバ 果実（D990192-1）

図版５　種実遺体（２）



16. ヤマグワ 種子（D4;南壁15層）
17. カジノキ属 核（D4;西壁2～39層）
18. マタタビ属 種子（D4;南壁17層）
19. キイチゴ属 核（D4;南壁17層）
20. タラノキ 核（D4;西壁3～17層）
21. ムラサキシキブ属 核（D4;南壁21層）
22. ニワトコ 核（D4;西壁1～10層）
23. ヘラオモダカ 果実（D4;西壁3～17層）
24. アワーヒエ 胚乳（D4;西壁2～39層）
25. エノコログサ属 穎（D4;西壁1～10層）
26. ナデシコ科 種子（D4;西壁1～10層）
27. エノキグサ 種子（D4;南壁15層）
28. ヤブジラミ 果実（D4;西壁3～17層）
29. セリ科 果実（D4;西壁1～10層）
30. キランソウ属 果実（D4;北壁10層）
31. エゴマ 果実（D4;北壁10層）
32. ナス科 種子（D4;北壁10層）
33. メナモミ属 果実（D4;北壁10層）
34. キク科 果実（D4;南壁15層）

Ⅶ　中名Ⅵ遺跡A地区の治水関連遺構の自然科学分析

パリノ・サーヴェイ株式会社

1．はじめに

富山県婦負郡婦中町に所在する中名遺跡（富山県婦負郡婦中町所在）は、神通川左岸の緩やかな傾斜をもつ扇状地上に立地する。これまでの発掘調査では、古代-近世の遺構・遺物が多数確認されている。

本報告では、今回の発掘調査で検出された中世と考えられている中名Ⅵ遺跡A地区治水、利水関連施設の盛り土護岸部分におけるイネ科草本の有無とその種類について検討するため植物珪酸体分析を実施する。

2．試料

試料は、SX01の盛土法面護岸施設から採取された植物遺体混じりの砂質土1点である。

3．分析方法

今回の調査は、イネ科草本の有無を目的としたことから、特に、珪化組織片の有無に注目した。植物体の葉や茎に存在する植物珪酸体は、珪化細胞列などの組織構造を呈している。これらの組織構造は、植物体が土壌中に取込まれた後は、大部分は土壌化や撹乱などの影響によって分離し単体となる。一方、洪水等の要因で埋没した植物遺体の場合は、組織構造が珪化組織片などの形で残されている場合もある。したがって、珪化組織片の産状から、当時の構築材や燃料材などの種類が明らかになると考えられる。

本試料は、肉眼観察では樹皮や材片が認められたものの、ススキ等のイネ科草本類に由来する植物遺体は認められなかった。そこで、以下の方法で植物遺体の珪化組織片を濃集し、分離することとした。

湿重5ｇ前後の試料について過酸化水素水、塩酸処理、沈定法、重液分離法(ポリタングステン酸ナトリウム，比重2.5)の順に物理・化学処理を行い、植物珪酸体を分離、濃集する。検鏡しやすい濃度に希釈し、カバーガラス上に滴下、乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入してプレパラートを作製する。

4．結果

珪化組織片として栽培植物であるイネ属の葉部に由来する短細胞列や機動細胞列、籾殻に形成される穎珪酸体が検出される。この他に、珪化組織片から分離したと思われるイネ属の短細胞珪酸体や機動細胞珪酸体や、ヨシ属やススキ属、ウシクサ族などの短細胞珪酸体や機動細胞珪酸体の単体の植物珪酸体も検出される。

表１　植物珪酸体分析結果

種類 ＼ 試料番号	19NMⅥ-A しがらみ状遺構 埋積物
イネ科葉部短細胞珪酸体	
イネ族イネ属	23
タケ亜科	12
ヨシ属	24
ウシクサ族ススキ属	10
イチゴツナギ亜科	9
不明キビ型	20
不明ヒゲシバ型	13
不明ダンチク型	1
イネ科葉身機動細胞珪酸体	
イネ族イネ属	36
タケ亜科	30
ヨシ属	9
ウシクサ族	103
不明	25
珪化組織片	
イネ属穎珪酸体	20
イネ属短細胞列	15
イネ属機動細胞列	1
合　計	
イネ科葉部短細胞珪酸体	112
イネ科葉身機動細胞珪酸体	203
珪化組織片	36
総　計	351

5．考察

イネ属に由来する珪化組織片の産状から、護岸部分の粗朶や樹皮の土壌中には稲藁や稲籾が存在していたことが伺われる。なお、これらの植物体の由来については、遺構が機能している間に周囲から流れてきた稲藁や稲籾が堆積した、或は、

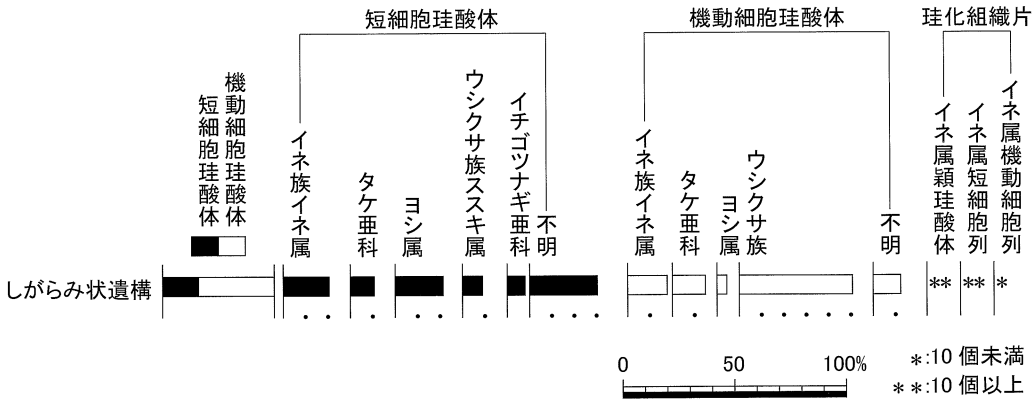


図 3. 植物珪酸体群集と珪化組織片の産状
出現率は、イネ科葉部短細胞珪酸体、イネ科葉身機動細胞珪酸体の総数を基数として百分率で算出した。なお、珪化組織片の産状を＊で示す。

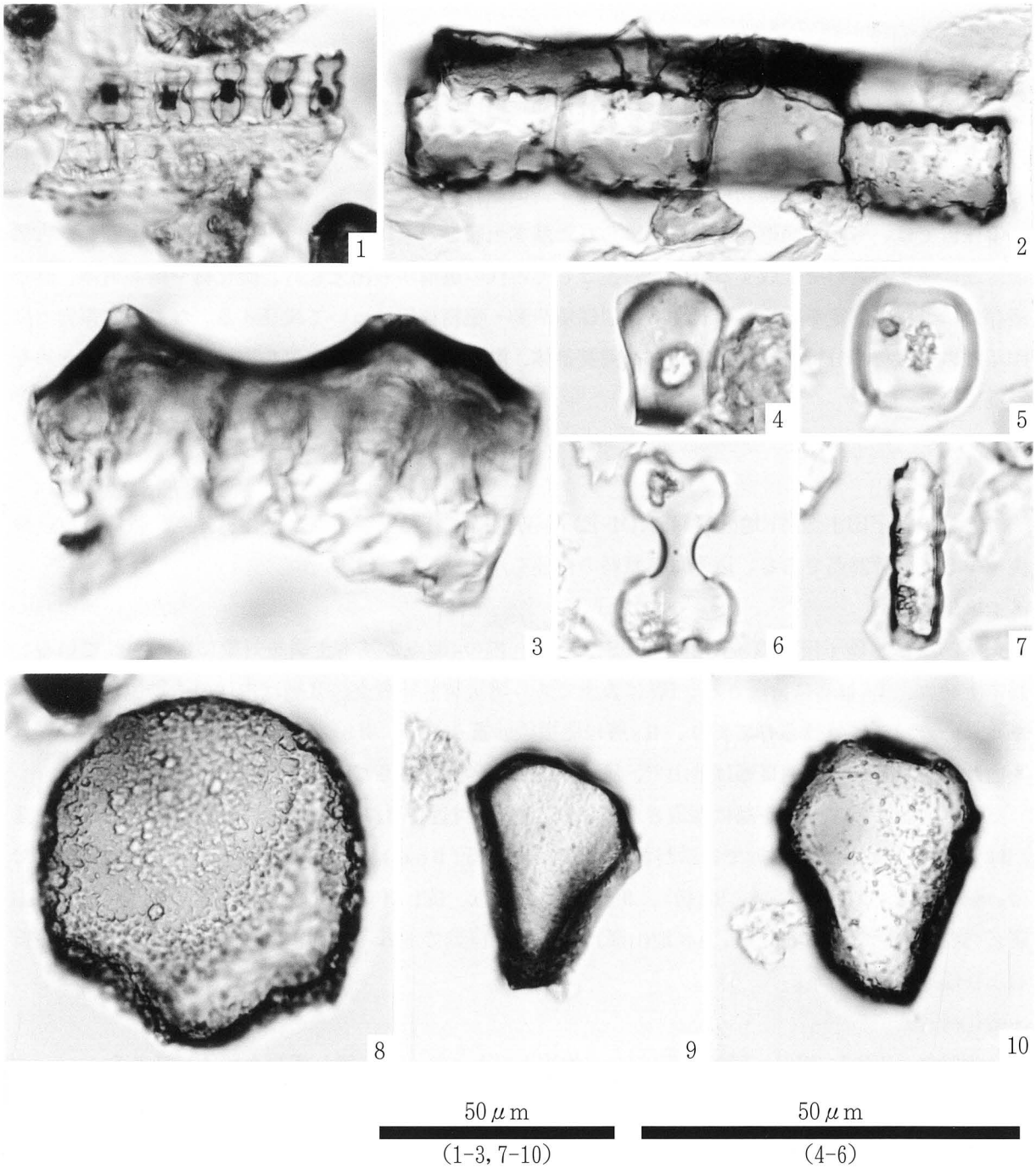
遺構構築時に粗朶とともに稲藁や稲籾を用いたといった事が推測されるが、現段階では不明である。この点については、発掘調査時の所見や試料の採取位置等を含め、改めて検討することが望まれる。

なお、本遺跡では13-14世紀の排水施設と考えられるSK104から、イネやムギなどの穀類が検出されており、当該期には本調査区周辺で稲作などの穀物栽培が行われていた可能性が示唆されている。今回、本遺構から栽培植物のイネ属の植物体に由来する植物珪酸体が検出されたことは、周辺で穀物栽培が行われていたこととともよく整合する。また、単体の植物珪酸体としてヨシ属やススキ属、ウシクサ族などの短細胞珪酸体や機動細胞珪酸体も認められたことから、本遺跡周辺や後背の流域にこれらが生育していたことが推測される。

引用文献

近藤　鍊三・佐瀬　隆,1986,植物珪酸体分析,その特性と応用.第四紀研究,25,31-64.

図版1　植物珪酸体



1. イネ属短細胞列（19NM Ⅵ-A;柵）
2. イネ属機動細胞列（19NM Ⅵ-A;柵）
3. イネ属穎珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
4. タケ亜科短細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
5. ヨシ属短細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
6. ススキ属短細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
7. イチゴツナギ亜科短細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
8. ヨシ属機動細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
9. タケ亜科機動細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）
10. ウシクサ族機動細胞珪酸体（19NM Ⅵ-A;柵）

Ⅷ　砂子田Ⅰ遺跡の自然科学分析

パリノ・サーヴェイ株式会社

1．はじめに

砂子田Ⅰ遺跡は、神通川と井田川に挟まれた沖積地に立地する。これまでに、中名遺跡、道場遺跡、持田遺跡等の周辺遺跡では、微化石や大型植物化石や動物遺存体を対象とした自然科学分析が行われており、古環境や動・植物利用に関する情報が蓄積されつつある。

本報告では、今回の発掘調査時に認められた基本土層を対象に花粉分析・珪藻分析を実施し、古環境変遷に関する資料を作成する。また、主として古代の遺構から出土した、炭化材や種実遺体、動物遺存体について同定を行い、当該期の周辺環境や動・植物利用について検証する。なお、本報告では、昨年度に自然科学分析を行った炭化材や種実遺体、動物遺存体の調査成果を再録し、改めてまとめを行っている。

2．試料

試料は、砂子田Ⅰ遺跡E地区（19SKD1-E）から採取された土壌14点、炭化材４点、骨片２点、種実遺体６点の計26点である。以下に各試料の概要を示す。

・土壌試料

土壌試料は、砂子田Ⅰ遺跡E地区（19SKD1-E）内の4地点の基本土層を対象に採取されている。基本土層は、Ⅰ-Ⅲ層に分層され、I層は表土であり暗灰黄色砂質土、Ⅱ層は古代の遺物包含層とされ、さらにa-cの3層に分けられており、Ⅱa層は黒褐色砂質シルト、Ⅱb層は黄灰色砂質シルト、Ⅱc層は灰色砂質シルトである。Ⅲ層は地山で、灰オリーブ色砂質土からなる。

試料は上記の基本土層を基に採取されており、杭1-1付近では試料番号１（Ⅱb'層）、２（Ⅱb層）、３（Ⅱb層）の３点、杭1-13付近では試料番号４（Ⅱa層）、５（Ⅱb層）、６（Ⅱc層）の３点、図⑥18m付近では、試料番号７（Ⅱb層）、８（Ⅱa層）、９（Ⅱc層）の３点、杭1-7付近では試料番号10（Ⅱb層）、11（Ⅱa層）、12（Ⅰa'層）、13（Ⅰb'層）、14（地山層）の5点の計14点である。これらの試料について、花粉分析および珪藻分析を行う。

・炭化材

炭化材は、SD07、SI01、SI03、SK65から検出された試料４点（通し番号１～４）である。

・骨片

骨片はSK65から検出された試料２点（通し番号４・５）である。

・種実遺体

種実遺体はB地区のII層から検出された６点（通し番号６～11）である。

3．分析方法

（１）珪藻分析

試料を湿重で７g前後秤量し、過酸化水素水、塩酸処理、自然沈降法の順に物理・化学処理を施して、珪藻化石を濃集する。検鏡に適する濃度まで希釈した後、カバーガラス上に滴下し乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入して、永久プレパラートを作製する。検鏡は、光学顕微鏡で油浸600倍あるいは1000倍で行い、メカニカルステージでカバーガラスの任意の測線に沿って走査し、珪藻殻が半分以上残存するものを対象に200個体以上同定・計数する（化石の少ない試料はこの限りで

はない)。種の同定は、原口ほか(1998)、Krammer(1992)、Krammer & Lange-Bertalot(1986,1988,1991a,1991b)などを参照する。

同定結果は、淡水～汽水生種、淡水生種の順に並べ、その中の各種類をアルファベット順に並べた一覧表で示す。なお、淡水生種はさらに細かく生態区分し、塩分・水素イオン濃度(pH)・流水に対する適応能についても示す。また、環境指標種はその内容を示す。そして、産出個体数100個体以上の試料は、産出率3.0%以上の主要な種類について、主要珪藻化石群集の層位分布図を作成する。また、産出化石が現地性か異地性かを判断する目安として、完形殻の出現率を求める。なお、堆積環境の解析は、海水～汽水生種は小杉(1988)、淡水生種は安藤(1990)、陸生珪藻は伊藤・堀内(1991)、汚濁耐性は、Asai & Watanabe(1995)の環境指標種を参考とする。

(2) 花粉分析

試料約10gについて、水酸化カリウムによる泥化、篩別、重液(臭化亜鉛:比重2.3)よる有機物の分離、フッ化水素酸による鉱物質の除去、アセトリシス(無水酢酸9:濃硫酸1の混合液)処理の順に物理・化学的処理を施して花粉を濃集する。残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作成し、光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する全ての種類(Taxa)について同定・計数する。結果は、木本花粉は木本花粉総数を、草本花粉・シダ類胞子は総数から不明花粉を除いたものをそれぞれ基数として、百分率で出現率を算出し図示する。図表中で複数の種類をハイフォンで結んだものは、種類間の区別が困難なものである。

(3) 樹種同定

木口(横断面)・柾目(放射断面)・板目(接線断面)の3断面の割断面を作製し、実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて木材組織の特徴を観察し、種類を同定する。

(4) 種実遺体同定

種実の形態的特徴を双眼実体顕微鏡下で観察し、現生標本および原色日本植物種子写真図鑑(石川,1994)、日本植物種子図鑑(中山ほか, 2000)等と比較し、種類の同定・計数をおこなう。分析後の植物遺体等は、種類毎にビンに詰め、約50%エタノールによる液浸保存処理を施す。

(5) 骨同定

試料を肉眼およびルーペで観察し、その形態的特徴から、種と部位の同定を行う。

4. 結果

(1) 珪藻分析

結果を表1、図1に示す。表は地点・試料番号毎に、図は層位毎に示す。試料番号8、10、11、13、14は珪藻化石の産出が少ない。完形殻の出現率は全般的に50%前後であり、産出分類群数は、30属59種類である。以下に、珪藻化石が多く検出された試料について産出状況を示す。

・Ⅲ層

地山とされるⅢ層から採取された試料番号14からは、珪藻化石がほとんど検出されない。

・Ⅱ層

Ⅱc層にあたる試料番号6、9は、陸生珪藻が全体の約65－80%と多産する。優占種は、陸生珪藻A群の*Hantzschia amphioxys*、*Navicula mutica*等である。

Ⅱb層ならびにⅡb'層では、試料番号1、2、5、7から珪藻化石が検出されている。試料番号1、2は、淡水域に生育する水生珪藻(以下、水生珪藻と言う)が優占する。淡水性種の生態性(塩分濃

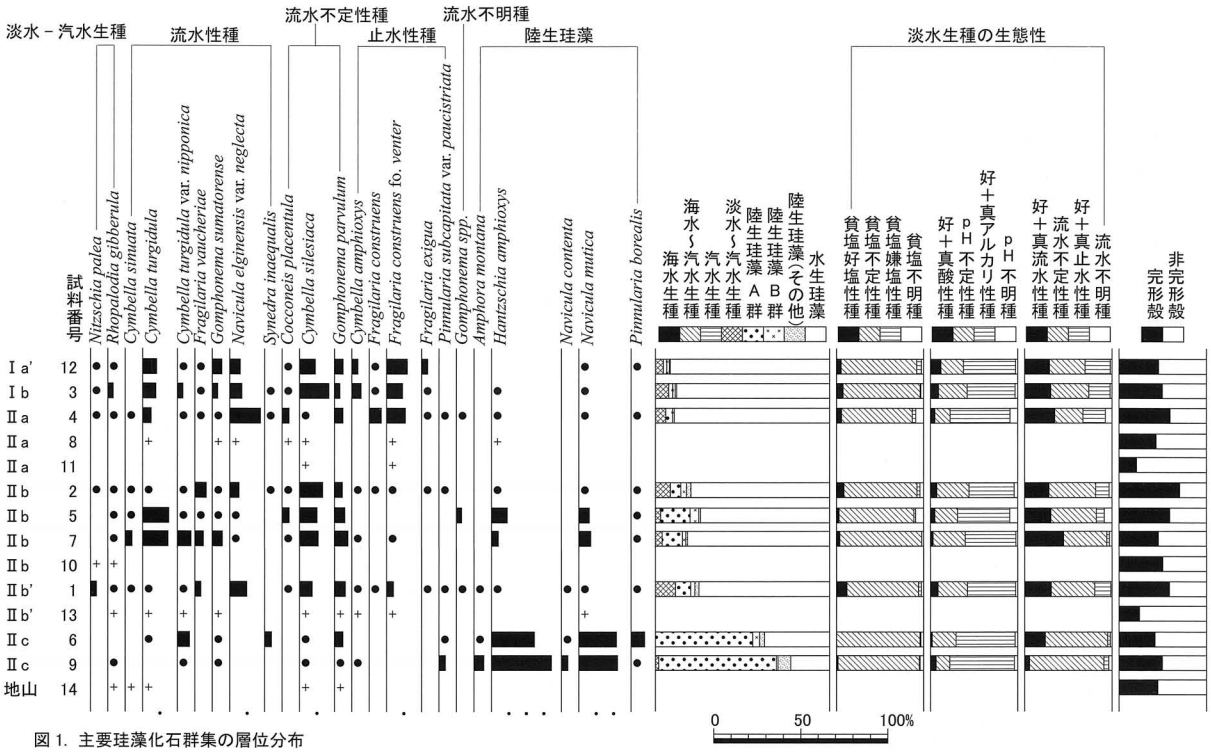


図1. 主要珪藻化石群集の層位分布

海水－汽水－淡水生種産出率・各種産出率・完形殻産出率は全体基数、淡水生種の生態性の比率は淡水生種の合計を基数として百分率で算出した。
いずれも100個体以上検出された試料について示す。なお、●は3%未満、＋は100個体未満の試料について検出した種類を示す。

度、水素イオン濃度、流水に対する適応能）の特徴は、貧塩不定性種（少量の塩分には耐えられる種）、真＋好アルカリ性種（pH7.0以上のアルカリ性水域に最もよく生育する種）、流水不定性種（流水域にも止水域にも普通に生育する種）と真＋好流水性種（流水域に最もよく生育する種）が多産する。主な種類は、中～下流性河川指標種群の*Fragilaria vaucheriae*、流水性の*Navicula elginensis* var. *neglecta*、流水不定性の*Cymbella silesiaca*、*Gomphonema parvulum*等が産出する。中～下流性河川指標種群は、河川中～下流部や河川沿いの河岸段丘、扇状地、自然堤防、後背湿地などに集中して出現する種群である(安藤,1990)。一方、試料番号５、７は、生態性の点ではこれまでと変わらないが、陸上のコケや土壌表面など多少の湿り気を保持した好気的環境に耐性のある陸生珪藻も産出が目立つようになる。その他、中～下流性河川指標種群の*Cymbella turgidula*、が約15%産出し、流水不定性の*Cymbella silesiaca*、*Gomphonema parvulum*、陸生珪藻の中でも耐乾性の高い陸生珪藻Ａ群（伊藤・堀内,1991）の*Hantzschia amphioxys*、*Navicula mutica*等が産出する。

Ⅱa層は、試料番号4から珪藻化石が産出している。生態的にはⅡb層に類似する。流水性の*Navicula elginensis* var. *neglecta*、が、約20%検出され、中～下流性河川指標種群の*Cymbella turgidula*、止水性の*Fragilaria construens*、*Fragilaria construens* fo. *venter*、流水不定性の*Gomphonema parvulum*、*Cocconeis placentula*等を伴う。

・Ⅰ層

Ⅰa'層、Ⅰb層では、試料番号３、12から珪藻化石が検出される。生態的にはⅡb層に類似するが、流水に対しては真＋好流水性種、流水不定性種、真＋好止水性種がほぼ同じ比率で産出した。とくに多産するものはなく、中～下流性河川指標種群の*Cymbella turgidula*、上流性河川指標種群の*Gomphonema sumatorense*、流水性の*Navicula elginensis* var. *neglecta*、流水不定性の*Cymbella silesiaca*、*Gomphonema parvulum*、止水性の*Fragilaria construens* fo. *venter*、*Cymbella amphioxys*等が産出する。この中で、上流性河川指標種群は、河川上流部の峡谷部に集中して出現する種群で

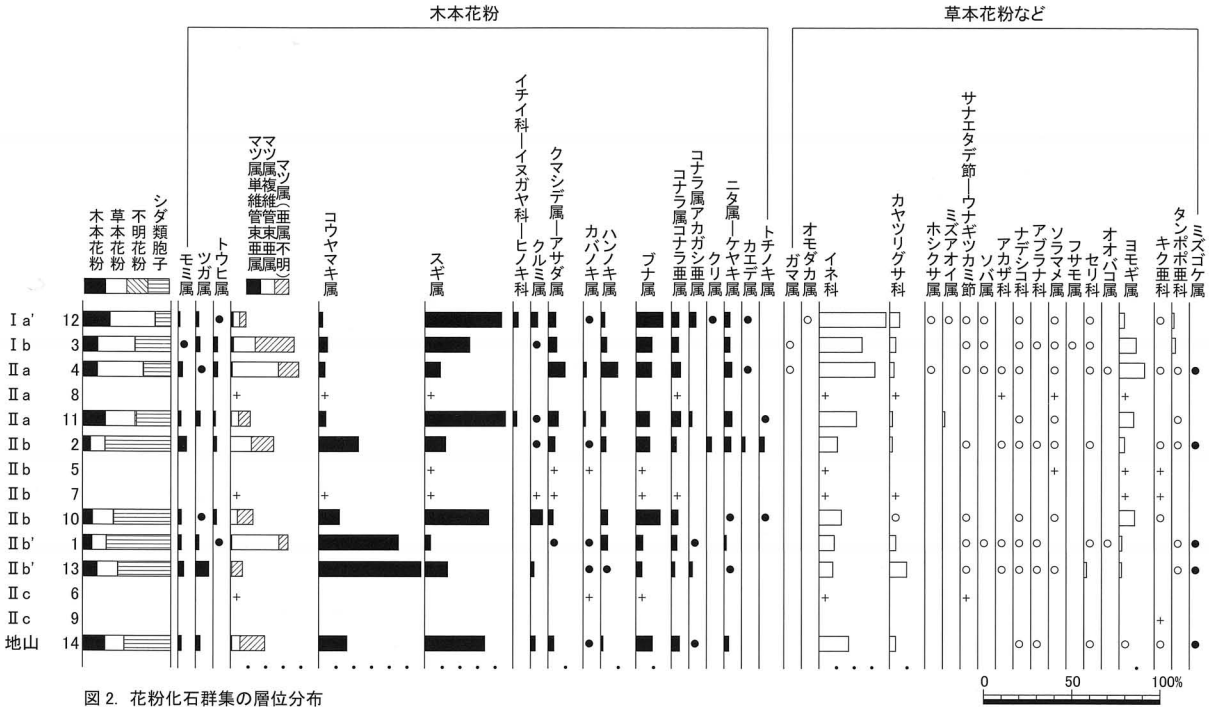


図 2. 花粉化石群集の層位分布

出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉・シダ類胞子は総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。なお、●○は1%未満、＋は木本花粉 100 個体未満の試料について検出した種類を示す。

ある(安藤,1990)。

（2）花粉分析

結果を表2、図2に示す。表は地点・試料番号毎に、図は層位毎に示す。分析の結果、同一層位とされる試料間で組成のばらつきが認められる。一方、分析地点に着目すると、杭1－1付近ではマツ属が多く、杭1-7付近ではスギ属が多い傾向があり、地点間でも組成の違いが認められる。

木本花粉は、全体的にマツ属、コウヤマキ属、スギ属が多い傾向にあるが、これらは試料間のばらつきが大きく、また各層毎の傾向は把握されない。コウヤマキ属は上位ほど減少している傾向が認められる。この他には、クマシデ属－アサダ属、ハンノキ属、ブナ属などが検出される。

草本花粉は、イネ科が多く認められ、ヨモギ属がこれについで多産し、これらは上位ほど増加する傾向が認められる。この他に、ガマ属、オモダカ属、フサモ属などの水生植物や、渡来種であるソバ属が検出される。

（3）樹種同定

結果を表3に示す。針葉樹1種類（スギ）と広葉樹4種類（クマシデ属イヌシデ節、コナラ属アカガシ亜属、ヌルデ、トネリコ属）に同定された。なお、試料番号4ではスギ・ヌルデの2種類が認められた。以下に、各種類の主な解剖学的特徴を記す。

表3　樹種同定結果

番号	台帳番号	種類	遺構	出土地点	樹種
1	D000052	炭化材	A-SD07	Ⅱc層	クマシデ属イヌシデ節
2	D000066	炭化物	B-SI03		コナラ属アカガシ亜属
3	D000067	炭化物	B-SI01	覆土	トネリコ属
4	D000069	炭化物	B-SK65		スギ
					ヌルデ

・スギ（*Cryptomeria japonica*（L. f.）D. Don）　スギ科スギ属

仮道管の早材部から晩材部への移行はやや急で、晩材部の幅は比較的広い。樹脂細胞がほぼ晩材部に限って認められる。放射組織は柔細胞のみで構成され、柔細胞の壁は滑らか。分野壁孔はスギ型で、1分野に2－4個。放射組織は単列、1－15細胞高。

・クマシデ属イヌシデ節（*Carpinus* subgen. *Euarpinus*）　カバノキ科

散孔材で、管孔は放射方向に2－4個が主として放射方向に複合して散在する。道管は単穿孔を有し、

壁孔は対列状～交互状に配列する。放射組織は異性Ⅲ－Ⅱ型、1－3細胞幅、1－40細胞高のものと集合放射組織とがある。

・コナラ属アカガシ亜属（*Quercus subgen. Cyclobalanopsis*）　ブナ科

放射孔材で、管壁厚は中庸～厚く、横断面では楕円形、単独で放射方向に配列する。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性、単列、1－15細胞高のものと複合放射組織とがある。

・ヌルデ（*Rhus javanica* L.）　ウルシ科ウルシ属

環孔材で孔圏部は2－4列、孔圏外で急激に管径を減じたのち漸減し、2－3個が複合して接線・斜方向に配列する。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状に配列、小道管内壁にはらせん肥厚が認められる。放射組織は異性Ⅲ～Ⅱ型、1－5細胞幅、1－40細胞高。

・トネリコ属（*Fraxinus*）　モクセイ科

環孔材で、孔圏部は2－3列、孔圏外で急激に管径を減じたのち漸減する。道管壁は厚く、横断面では円形～楕円形、単独または2個が複合、複合部はさらに厚くなる。道管は単穿孔を有し、壁孔は小型で密に交互状に配列する。放射組織は同性、1－3細胞幅、1－40細胞高。

（4）種実遺体同定

結果を表4に示す。落葉広葉樹のモモとオニグルミが検出された。以下に、検出された種類の形態的特徴を示す。

・オニグルミ（*Juglans mandshurica* Maxim. subsp. *Sieboldiana* (Maxim.) Kitamura）　クルミ科クルミ属

核が同定された。灰褐色、広卵体で先端部分がやや尖る。径3㎝程度。1本の明瞭な縦の縫合線があり、縫合線に沿って2つに割れている。核皮は硬く、表面は縦方向に溝状の浅い彫紋が走りごつごつしている。内部には子葉が入る2つの大きな窪みと隔壁がある。

・モモ（*Prunus parsica* Batsch）　バラ科サクラ属

核（内果皮）が検出された。茶褐色、広楕円形、やや偏平で、基部は丸く大きな臍点があり、先端部はやや尖る。長さ3㎝、幅2㎜、厚さ1.5㎝程度。一方の側面にのみ縫合線が顕著に見られる。内果皮は厚く硬く、外側表面は縦に流れる不規則な線状のくぼみがあり、全体として粗いしわ状に見える。

表4.　種実同定結果

通し番号	台帳番号	遺構コード	出土地点		種類名	部位	状態	個体数
6	D000071	B	X158Y155 Ⅱ層	19	モモ	核	完形	1
7	D000072-1	B	X175Y172 Ⅱ層	20	モモ	核	完形	2
8	D000072-2	B						
9	D000073	B	X183Y149 Ⅱ層	21	オニグルミ	核	半分	1
10	D000074	B	X180Y155 Ⅱ層	22	オニグルミ	核	破片	1
11	D000075	B	X210Y100 Ⅱ層	23	モモ	核	完形	1

（5）骨同定

SK144から出土した2試料は、いずれも水洗選別された状態であり、複数の破片からなる。D00069　No.17は、ほとんどが黒色を呈する炭化物片である。一方、D00070　No.18は、白色を呈し、表面に細かなひび割れが生じた骨片であった。

D00070　No.18は焼骨であり、脊椎動物門（Phylum　Vertebrata）哺乳綱（Class　Mammalia）ネコ目（食肉目：Order　Carnivora）イヌ科（Family　Canidae）イヌ（*Canis familiaris*）の左鼓室部岩骨の外耳孔部片が検出され、サイズも中型のイヌに一致する。ただし、周辺の骨をかなり欠

損しており、原状を知り得ることは不可能であった。この他の焼骨の細片は厚さ1－2mm前後を測る。骨片の形状から中型獣類に由来すると考えられるが種名・部位等を明らかにすることはできない。

4．考察

（1）堆積環境変遷

Ⅲ層の地山は、珪藻化石の産出が少なかったため、今回の分析結果から堆積環境について検討することは困難である。なお、珪藻化石を構成するシリカは、温度や流速、水素イオン濃度等の影響によって、溶解度が変化することが推定されている（千木良,1995)。また、珪藻殻と同様の化学組成を持つ植物珪酸体は、土壌の風化によって溶解する可能性が指摘されており（近藤,1988)、pH値が高い場所や乾湿を繰り返すような場所では、風化が進みやすいと考えられている（江口，1994；1996)。Ⅲ層については微化石の産出が少なかった要因については明らかにならないが、恐らく上記した影響によると考えられる。

古代の包含層である2層は、地山と同様に珪藻化石の産出が少ない試料が多い。同一層での試料間で珪藻化石群集にばらつきがあることから、ここでは各層毎の堆積環境を解析するにあたり、大勢を占める群集を参考にした。Ⅱc層は、陸生珪藻A群が多産する。本遺跡の立地を考慮すると、当層の堆積物は河川等の氾濫堆積物と考えられるが、堆積後に好気的状況にさらされる時期があり、このような組成を示すと考えられる。また、Ⅱ層は全体的に花粉化石の保存状態も悪く、花粉化石は好気的環境下における分解に弱いことから(中村、1967など)、珪藻化石が示す好気的な堆積環境と調和する。

Ⅱb、Ⅱb'層は、珪藻化石の産出の少ない試料もあるが、試料番号2・1では、中～下流性河川指標種群を含む流水性種が多産する。さらに、止水性種が少ないことから、これらは流水域で堆積した可能性がある。このことから、Ⅱb層の母材は流水域よりもたらされたと考えられる。

Ⅱa層は、試料番号8・11のように珪藻化石の産出の少ない試料も認められるが、珪藻化石が検出された試料では、中～下流性河川指標種群を含む流水性種や流水不定性種、止水性種など複数の生態性を示す種類が混在する混合群集の特徴が見られた。したがって、集水域に存在する様々な水域に生育する珪藻が二次堆積したと考えられ、Ⅱa層の母材となる氾濫堆積物は広範囲の集水域からもたらされたことが示唆される。同様な傾向は、Ⅰa'層(試料番号12)・Ⅰb層(試料番号3)でも認められる。

以上の結果によれば、古代には河川の影響が一時的に少なくなる（Ⅱc層）が、その後、しばしば河川や氾濫等の影響を受ける環境（Ⅱb－Ⅰa'層）にあったことが推定される。

（2）古植生変遷

花粉化石群集は、同一層内でもばらつきが大きく、各層毎の特徴は明瞭ではなく、地点毎に組成が類似する傾向にある。杭1-1付近から採取した、試料番号1（Ⅱb'層)、2（Ⅱb層)、3（Ⅰb層)はいずれもマツ属の割合が高い。立地等が類似する任海宮田遺跡では、近世以降とみられる堆積物において、マツ属が多産する傾向が認められている(パリノ・サーヴェイ株式会社,1997;1998)。この調査成果を参考にすると、Ⅰb層、或は、それより上位層の土壌が、擾乱等の影響で下位に混入し、花粉化石群集に影響を及ぼしている可能性がある。一方、杭1-7付近から採取した試料は、ほとんどの試料でスギ属が多産する。富山県内における現在のスギの分布は山地が中心であり、低地ではスギをみることはほとんどないが、富山県入善町の沢杉や、発掘調査で検出される木材のスギ材の出土例等から、かつては低地にスギが多く分布していたことが指摘されている（鈴木,2002)。各地点のマツ属やスギ属花粉の多産は、Ⅰ層堆積時の本遺跡や周辺地域の植生を反映している可能性がある。この他に、地点間で花粉化石群集が異なる要因としては、局地的な植生の違いや化石 の保存状態による花粉化石群

集への影響が考えられる。とくに、今回の花粉化石群集では、シダ類胞子の割合が高い試料ではコウヤマキ属が多い傾向が認められる。これは花粉化石の保存状態が悪い試料では、風化に強い針葉樹の木本花粉や胞子が相対的に増加しているためと考えられる。このことから、遺物包含層(Ⅱ層)は、杭1-13付近や、図⑥18m付近の試料で認められる花粉化石群集が本来の組成であり、花粉化石の保存状態が悪く、花粉化石がほとんど含まれていない可能性がある。同様な傾向は、近世以降の堆積物からのみ花粉化石が検出される任海宮田遺跡(パリノ・サーヴェイ株式会社1997,1998)でも認められている。

ここでは、古代の遺物包含層に関する古植生を推定することは困難と判断されることから、古代以降の成果を概観し、古代の植生についてはその可能性を推定するにとどめる。

古代以降と考えられるI層の層位で検出された花粉化石群集のうち、ツガ属・カバノキ属・ブナ属・コナラ亜属等は、飛騨山地など後背山地の冷温帯林に由来すると考えられる。本遺跡周辺の河川沿いや低地にはスギ、ハンノキ属、クマシデ属-アサダ属、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属などが河畔林を構成していたと考えられ、丘陵部には植生破壊に伴うマツの二次林や植林、スギの植林などが存在していたと考えられる。また、マツやスギは防風林などとして人家近くにも植えられることから、遺跡付近に植栽されていた可能性がある。花粉化石群集をみると、マツ属花粉やスギ属花粉が多い地点が存在したが、これは植栽など局地的な植生変化に起因している可能性がある。一方、草本類はイネ科が中心で、ヨモギ属も多く検出される。また、水田雑草となりうるガマ属・オモダカ属・ミズアオイ属などの水生植物も認められる。また、渡来種であるソバ属が検出されていることから、周辺でソバ栽培も行われていたと推定される。

I層では人為的な影響を強く受けた植生が推定される。富山市の中名遺跡で検出された中世の河道跡や、吉岡遺跡で検出された古代-近世の河道跡で実施された花粉分析を参考にすると(いずれも未公表試料)、マツ属やスギ属も多産するが、ハンノキ属やニレ属-ケヤキ属といった湿地林を構成する種類も多産することや、草本花粉は近世に比べて少ないことが特徴として挙げられる。したがって、古代-中世はハンノキ属、ニレ属-ケヤキ属、スギなどが河畔などの湿地に広く生育していたと考えられ、マツ属の割合が少ないことから、二次林や植林の規模も小さかったと思われる。なお、スギに関しては、自生もするが有用材として植林もされるため、人為的なものかどうかを判別するのは難しく、花粉化石等の微化石が比較的良好に残存していると考えられる井戸跡覆土や河道埋積物を対象に分析を行い、資料を蓄積していくことが望まれる。

(3)動・植物利用

炭化材は、土坑と住居跡から出土している。B区SI01、SI03は柱穴を持つ竪穴住居跡、SK65は性格不明の土坑で炭化材は骨片と共に検出されている。これらの遺構から出土した炭化材には合計5種類が認められ、遺構毎に種類が異なっている。いずれも、周辺の扇状地・沖積平野・自然堤防などの微高地に生育している種類であり、遺跡周辺から木材を入手していたことが推定される。これらは、燃料材の可能性があることから、特定の木材が選択されたのではなく、その時に入手できる木材を種類に関係なく利用したとも考えられる。

種実で検出されたモモやオニグルミは、中名遺跡をはじめ、周辺遺跡からの出土例が多い種類である。モモは、大陸から渡来した栽培種とされており、当時の栽培・利用が示唆される。また、オニグルミは、生食可能で保存もきくことから古くから利用されてきた種類である。オニグルミは河川沿いの沖積地によく見られることから、遺跡の立地から考えて入手しやすい有用種実の一つであったと思