松前町

福山城下町遺跡

―町道朝日豊岡線代行事業改良工事に関わる埋蔵文化財発掘調査報告書―

平成23年度

財団法人　北海道埋蔵文化財センター

図版V-1

1

2

3

4

5

6

木製品（1）

図版Ⅴ-2


7


8


9


10


11


12

木製品（2）

図版V-3


13


14


15


16


17


18

木製品（3）

19

20

21

22

23

24

木製品（4）

図版V-5


25


26


27


28


29


30


31


32


39

木製品（5）

33

34

38

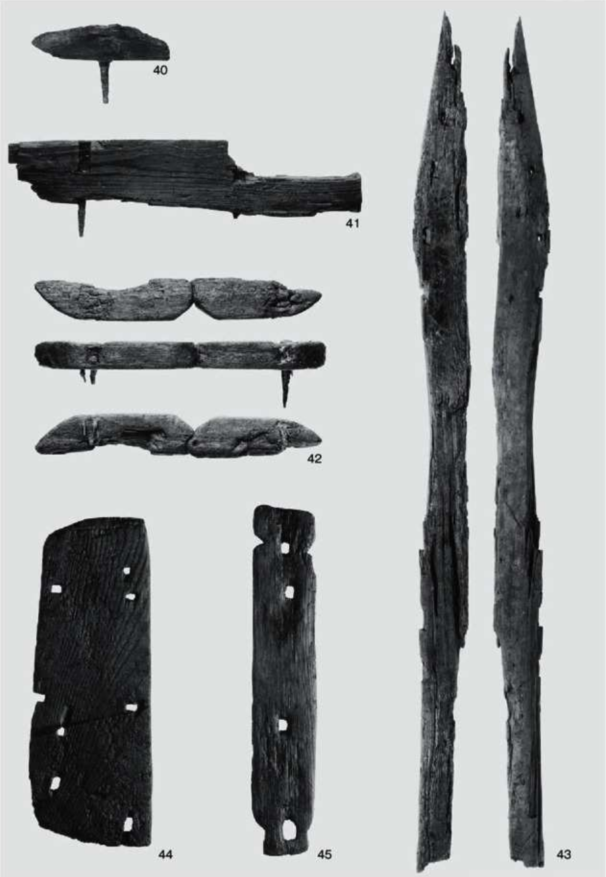
35

36

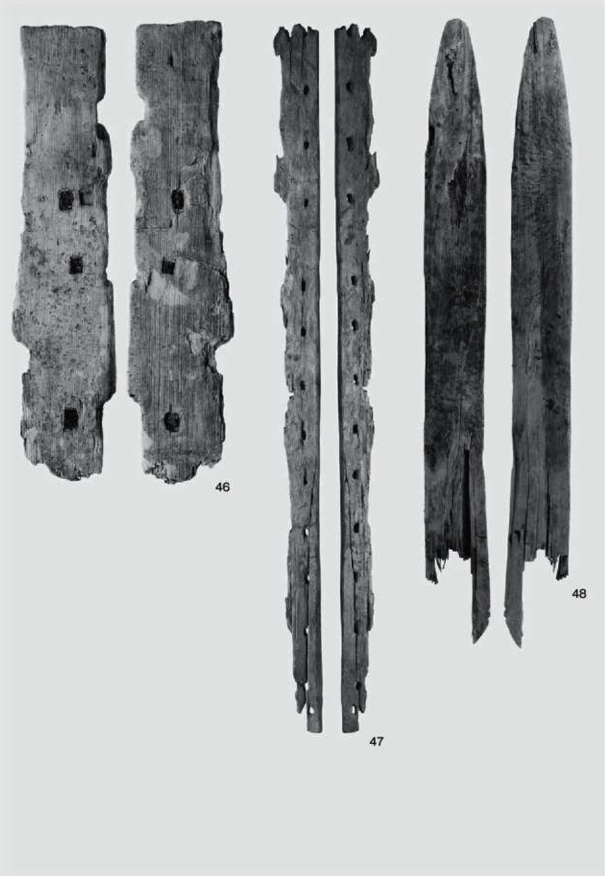
37

木製品（6）

図版V-7

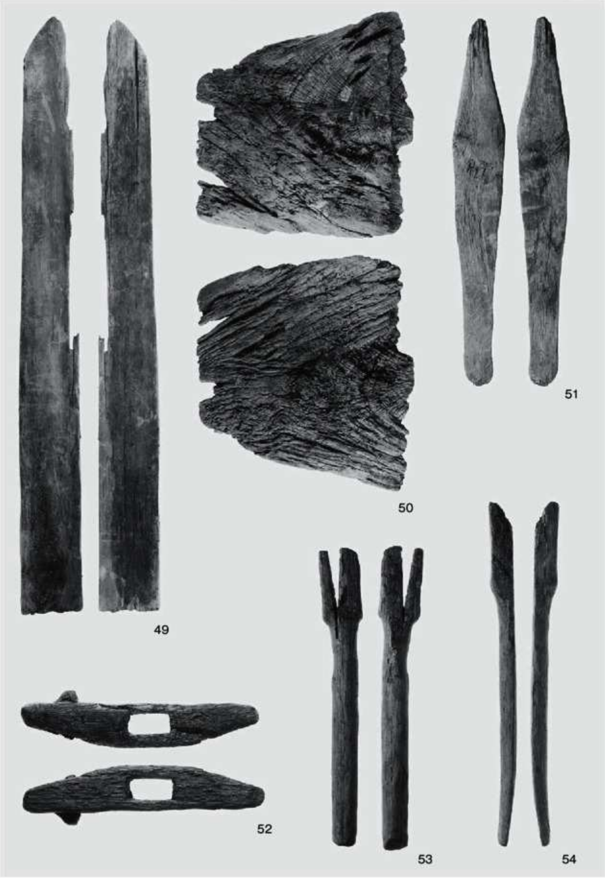


木製品（7）

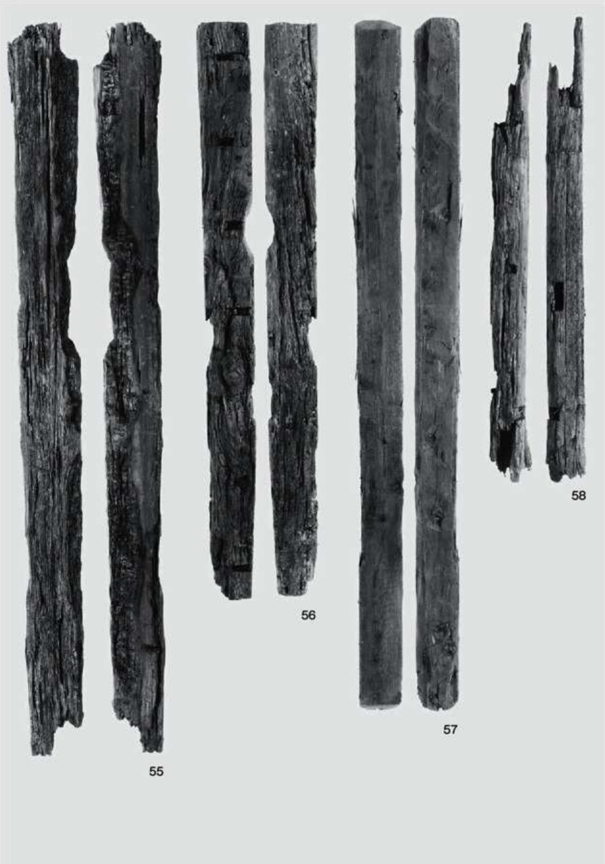


木製品（8）

図版Ⅴ-9

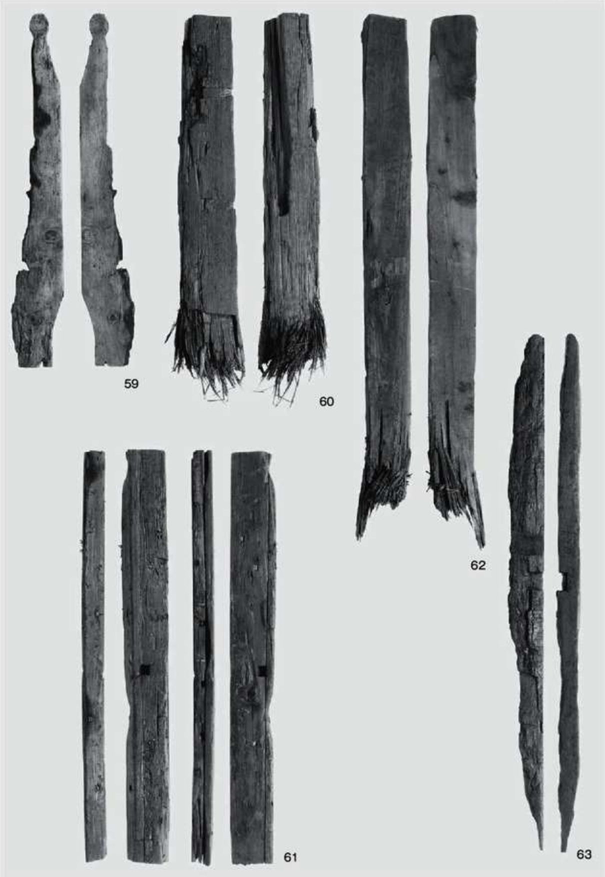


木製品（9）

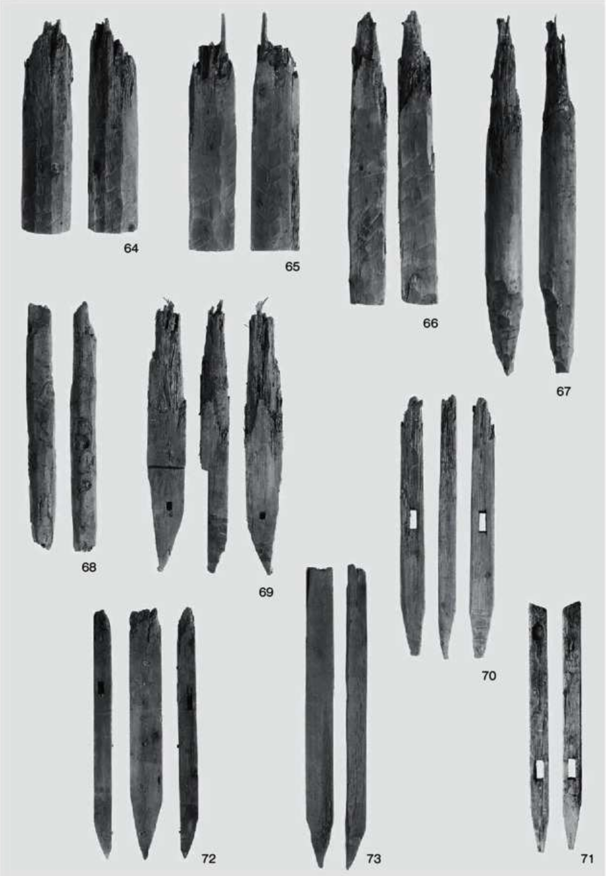


木製品（10）

図版V-11

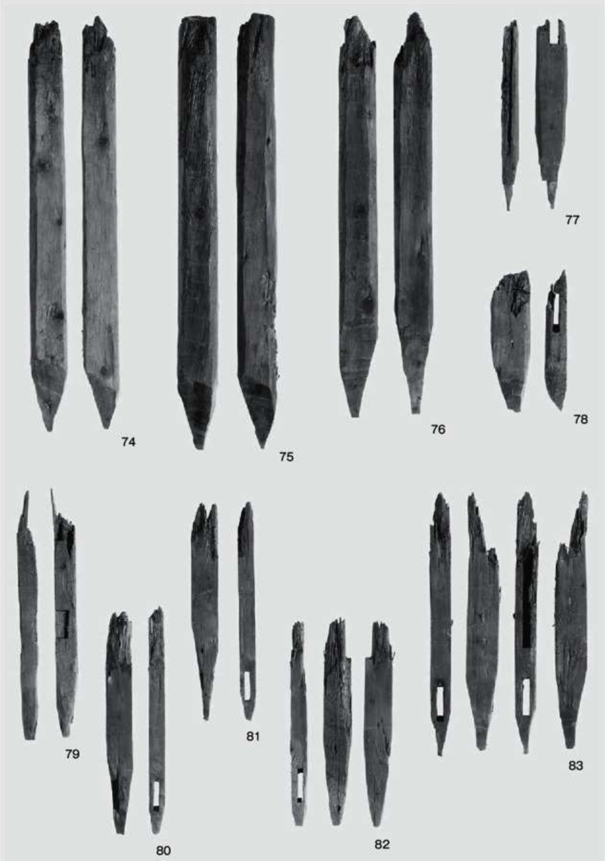


木製品（11）

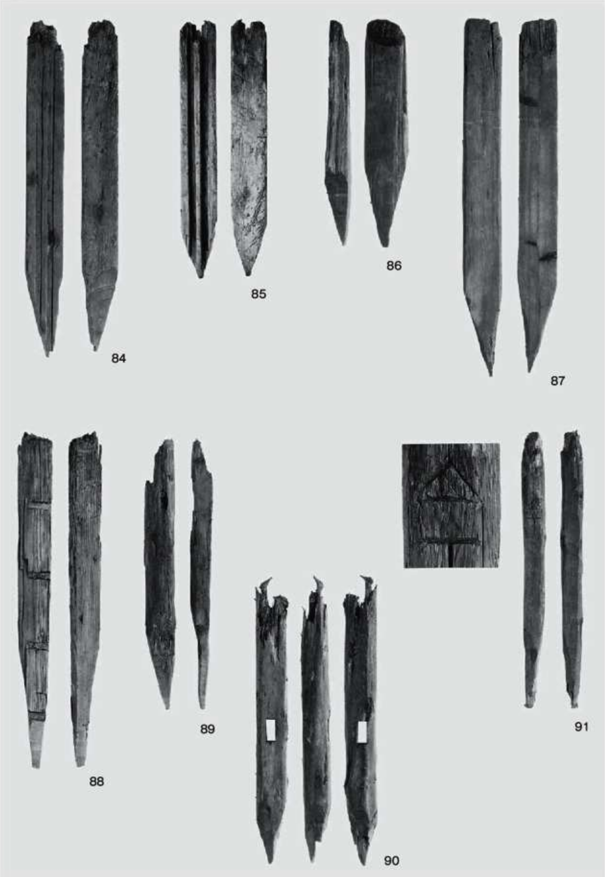


木製品（12）

図版Ⅴ-13

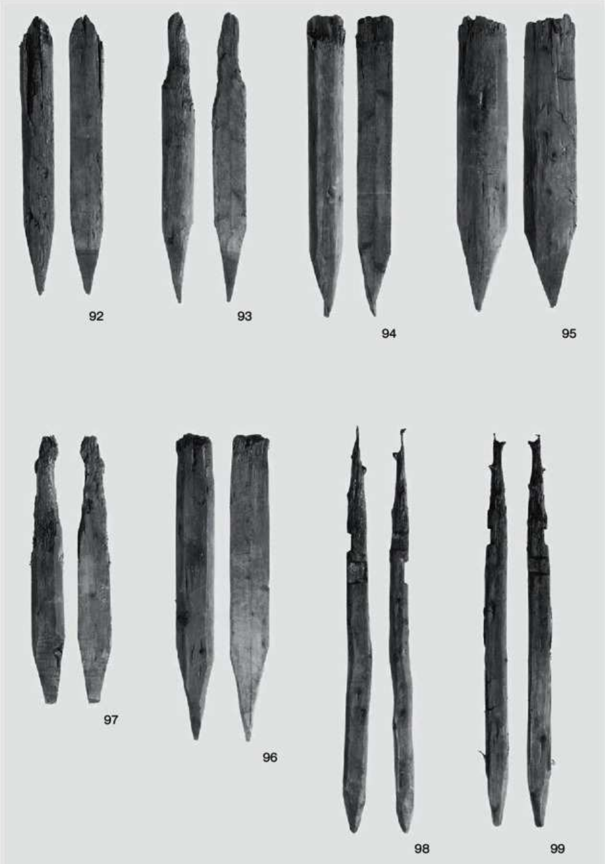


木製品（13）



木製品（14）

図版V-15

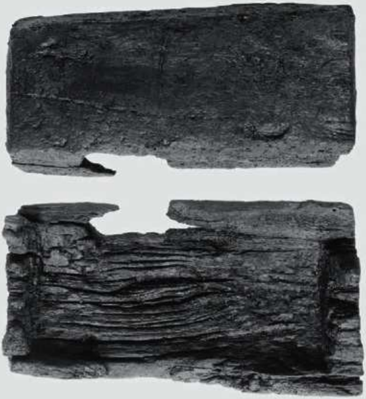


木製品（15）

100

103

101

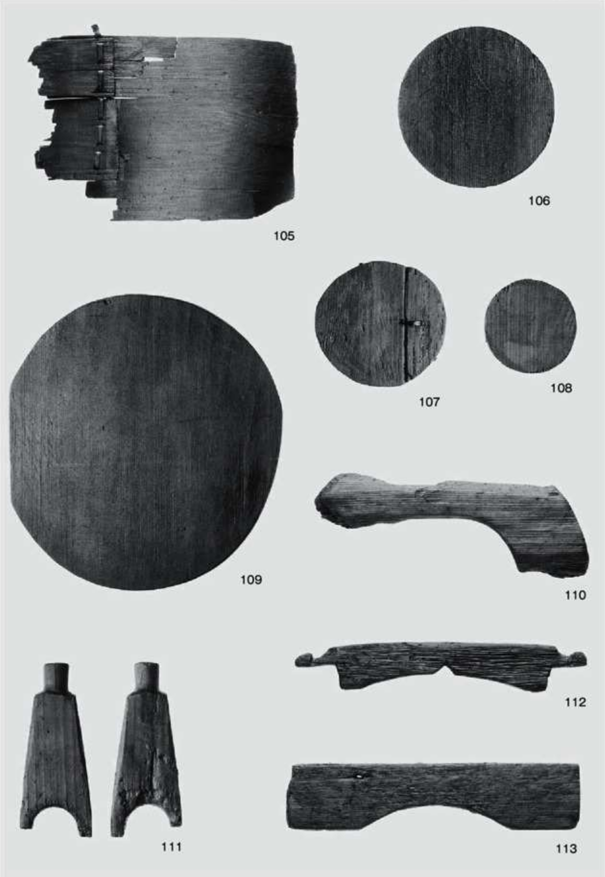


104

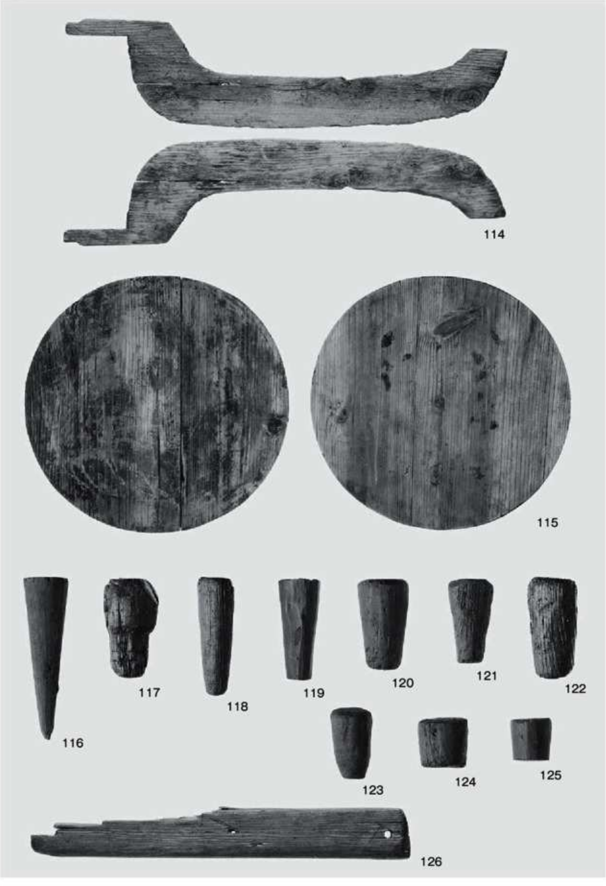
102

木製品（16）

図版Ⅴ-17

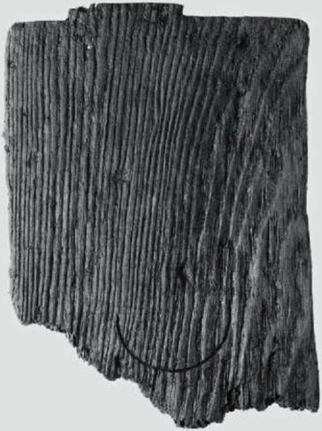


木製品（17）



木製品（18）

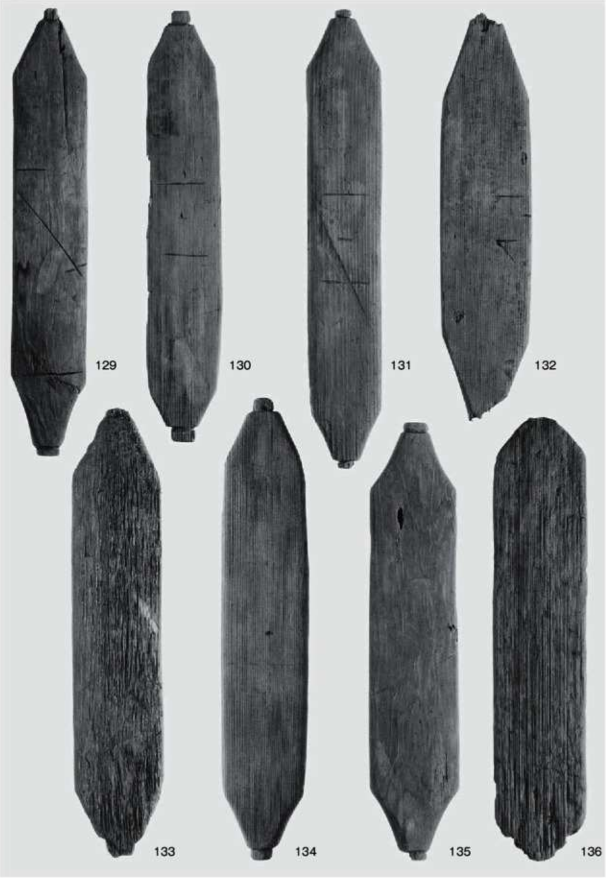
図版Ⅴ-19



127

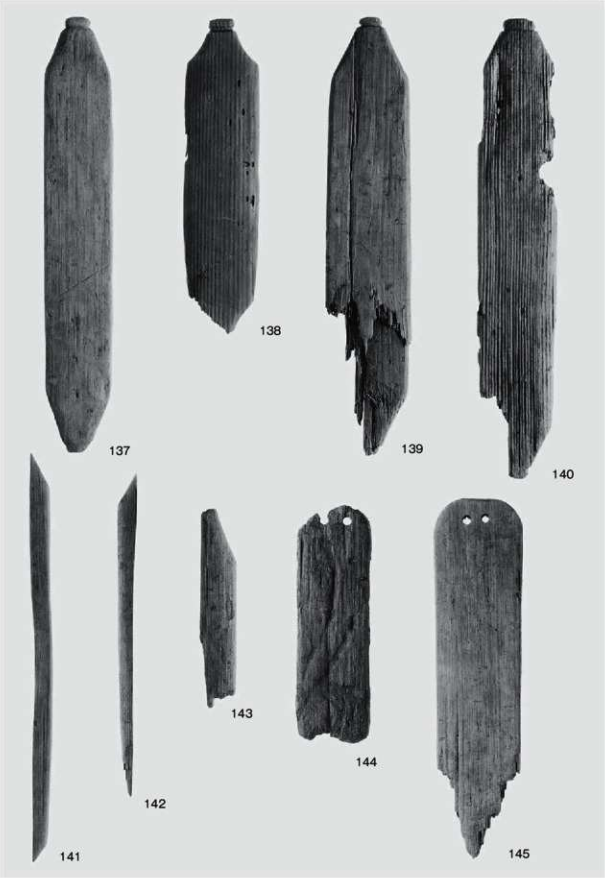
128

木製品（19）

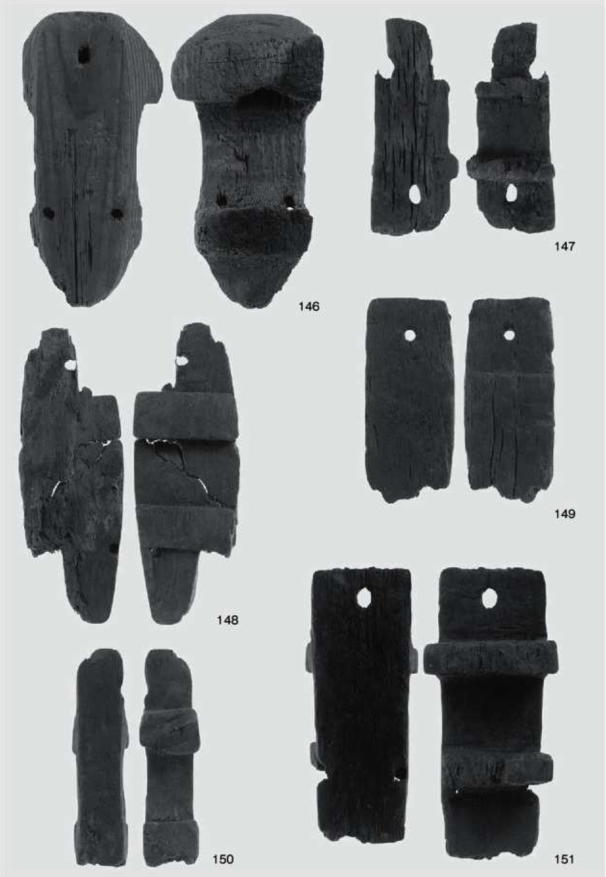


木製品（20）

図版V-21



木製品（21）

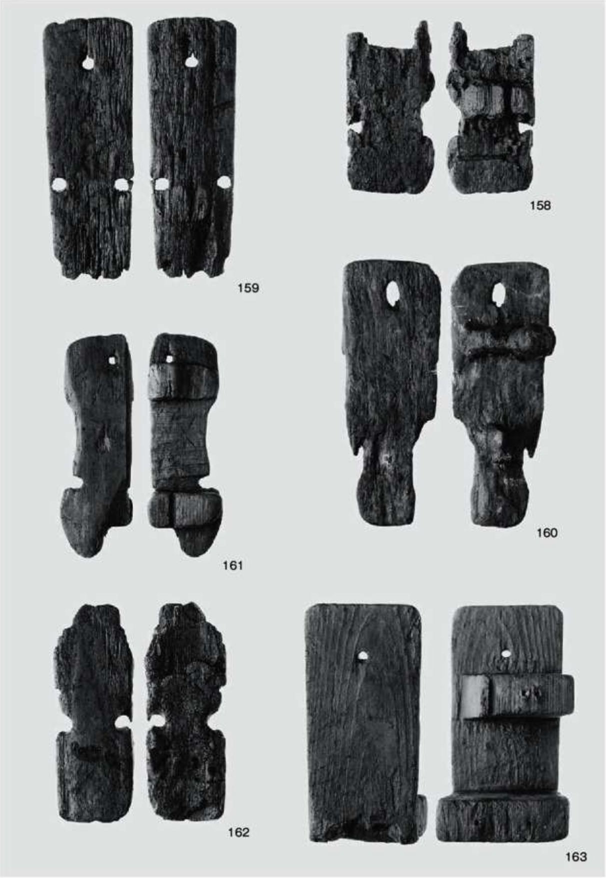


木製品（22）

図版V-23

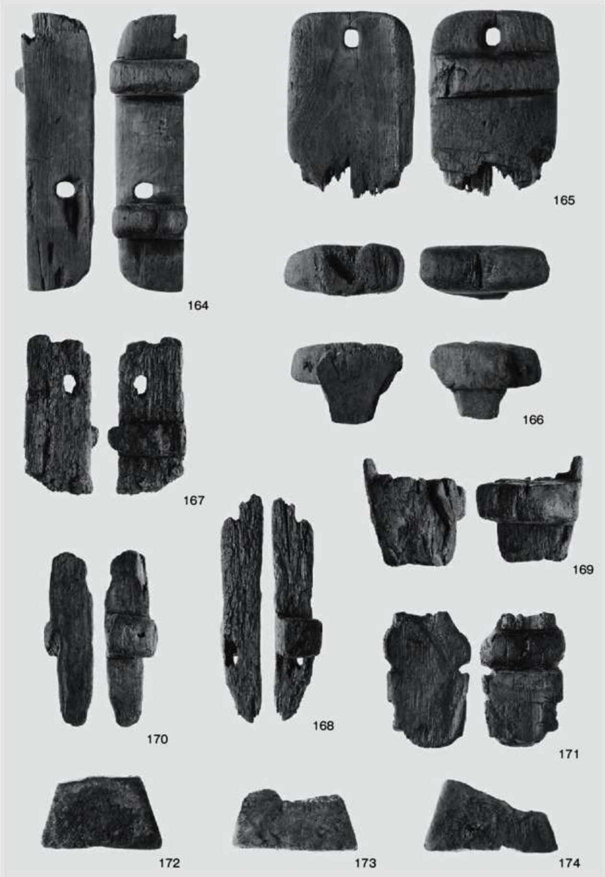
木製品（23）

図版Ⅴ-24

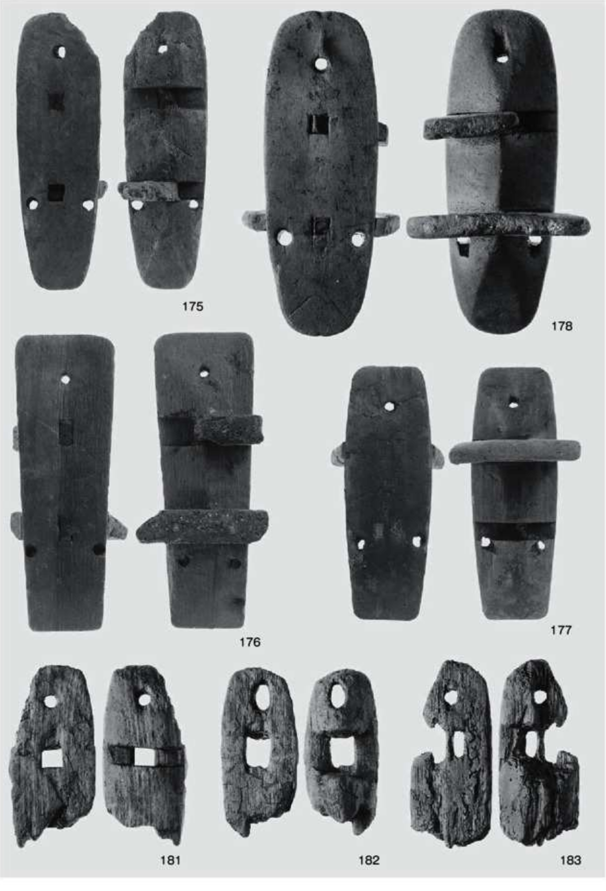


木製品（24）

図版V-25

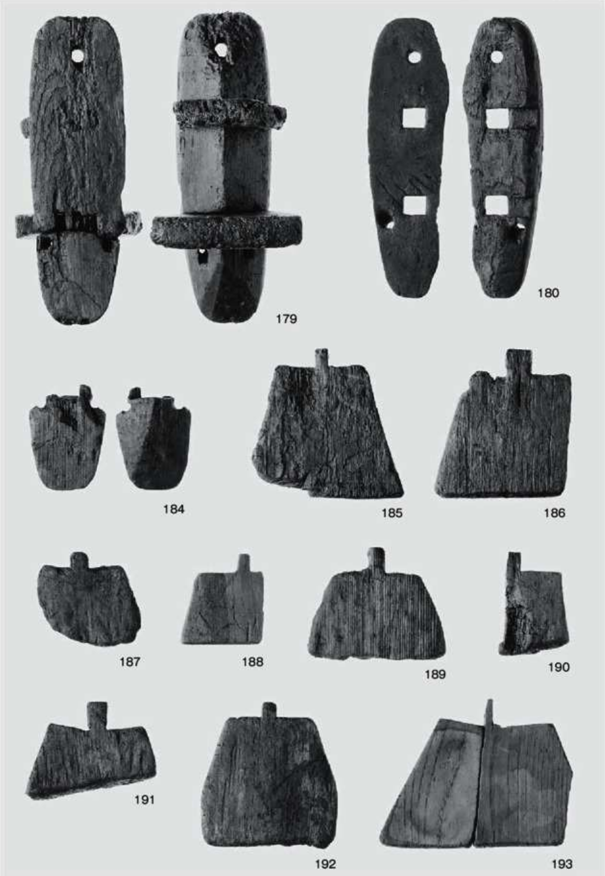


木製品（25）

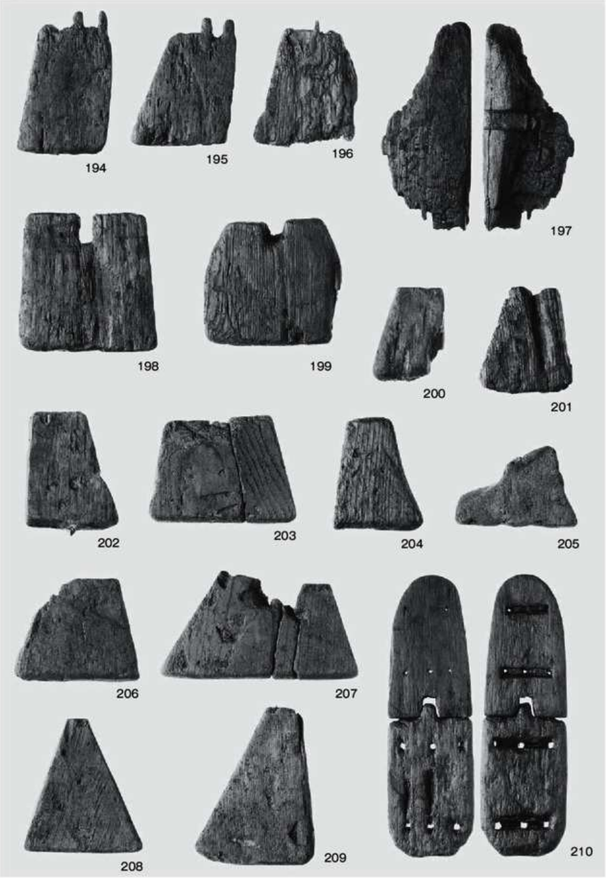


木製品（26）

図版V-27

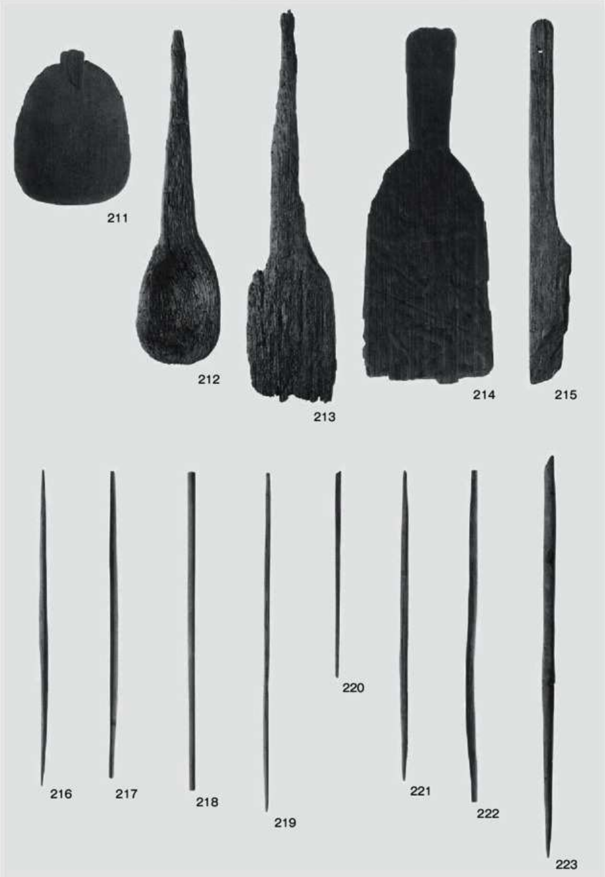


木製品 (27)

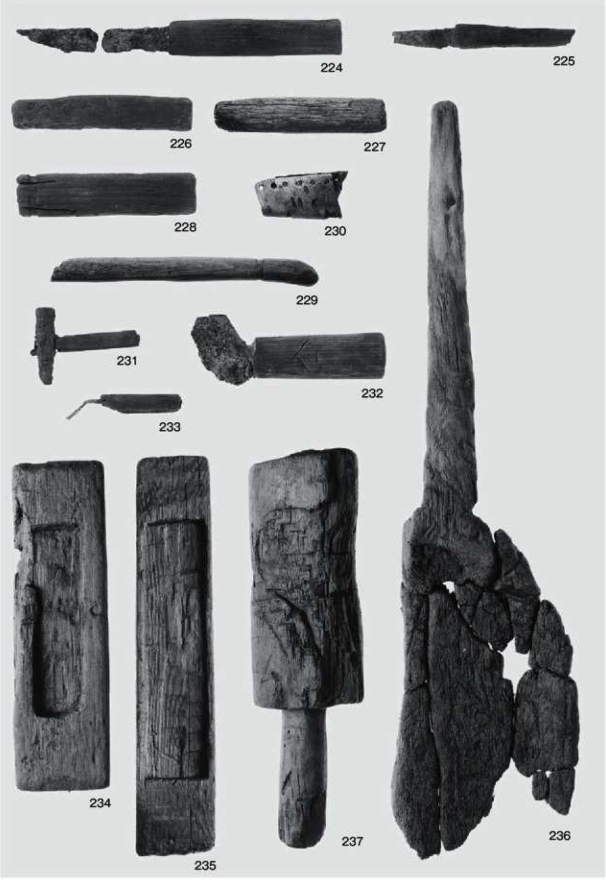

194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210

木製品（28）

図版Ⅴ-29



木製品（29）



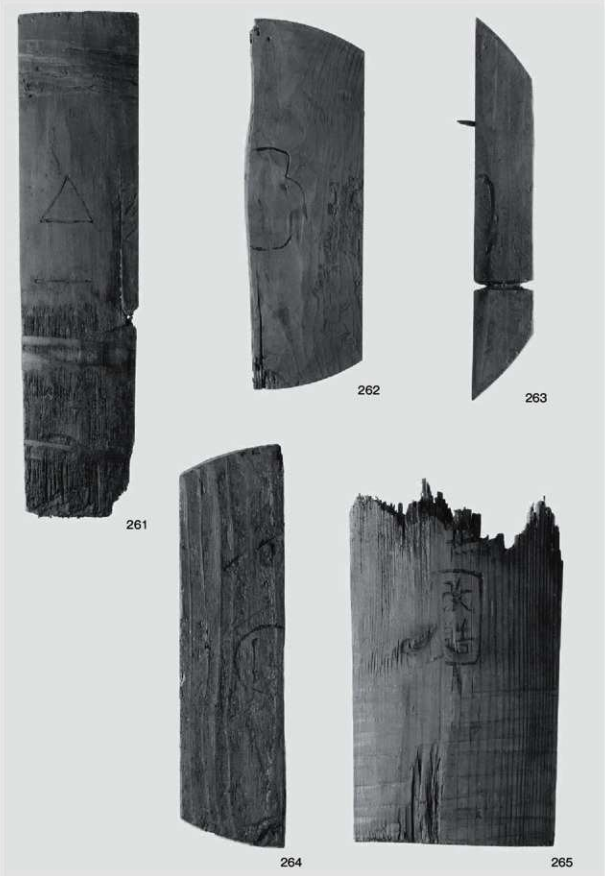
木製品（30）

図版V-31

木製品（31）

木製品（32）

図版V-33



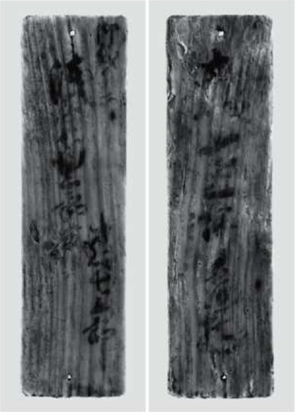
木製品（33）

266

268

267

269



270

271

272

木製品（34）

図版Ⅴ-35

274

273

275

276

木製品（35）

277

278

279

木製品（36）

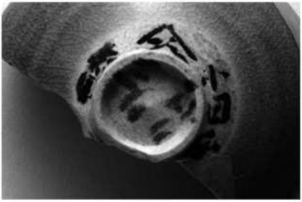
図版V-37

a203

b13

b69

a296



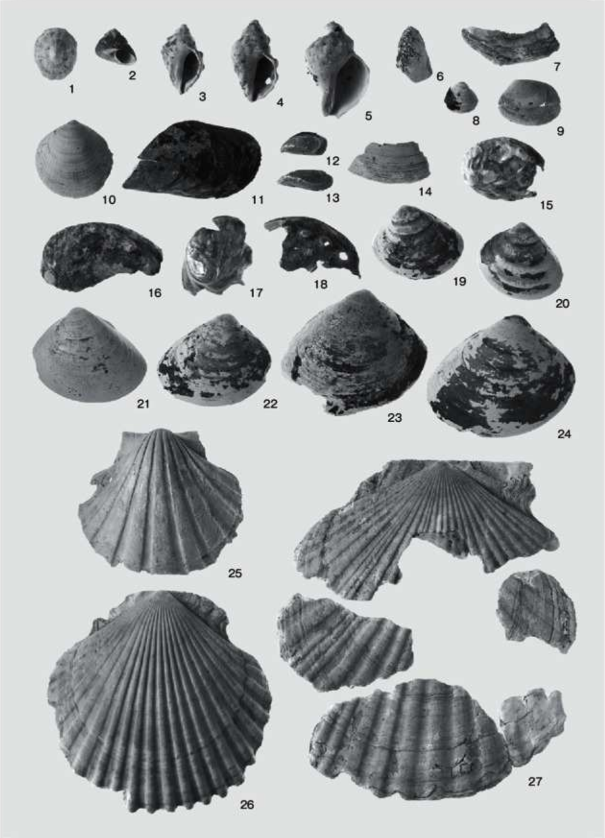
b2

b10

b15

陶磁器墨書

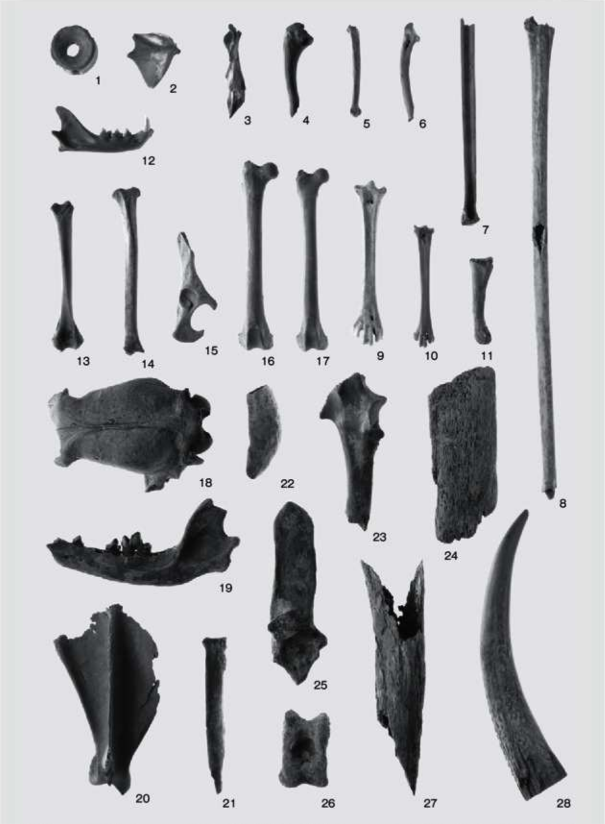
図版Ⅴ-38



貝　1：ユキノカサガイ　2：クボガイ　3：イボニシ　4：レイシガイ　5：ヒメエゾボラ　6・7：マガキ　8：ヤマトシジミ
9：アサリ　10：エゾタマキガイ　11：イガイ　12：エゾイガイ　13：ムラサキインコガイ　14：ビノスガイ
15～18：クロアワビ・エゾアワビ　19～24：ハマグリ　25：イタヤガイ　26・27：ホタテガイ

動物遺存体（1）

図版V-39



魚骨・獣骨 1：サメ類(椎骨) 2・3：フサカサゴ科(2 主鰓蓋骨、3 擬鎖骨) 4～6・10：キジ科(4 上腕骨、6 尺骨、10 中足骨) 5：ウミガラス類(尺骨) 7～9：アホウドリ類(7・8 尺骨、9 中足骨) 11：ツル類(基節骨) 12～17：ネコ(12 下顎骨、13 上腕骨、14 脛骨、15 寛骨、16・17 大腿骨) 18～21：イヌ(18 頭蓋骨、19 下顎骨、20 肩甲骨、21 橈骨) 22：ニホンアシカ(上顎犬歯) 23：オットセイ(尺骨) 24：クジラ類(部位不明) 25～28：エゾシカ(25 踵骨、26 距骨、27 脛骨、28 角)

動物遺存体 (2)

図版Ｖ-40

人骨　1：後頭骨　2：踵骨R　3：上腕骨R　4：大腿骨R　5：大腿骨L　6：脛骨R　7：脛骨L　8：脛骨R

動物遺存体（3）

報告書抄録

ふりがな	まつまえちょう　ふくやまじょうかまちいせき
書名	松前町　福山城下町遺跡
副書名	町道朝日豊岡線代行事業改良工事に関わる埋蔵文化財発掘調査報告書
シリーズ名	㈶北海道埋蔵文化財センター調査報告書（北埋調報）
シリーズ番号	第290集
編著者名	鈴木　信・菊池慈人・山中文雄・花岡正光・福井淳一
編集機関	財団法人　北海道埋蔵文化財センター（http://www.domaibun.or.jp）
所在地	〒069-0832　北海道江別市西野幌685-1　Tel.（011）386-3231
発行年月日	平成24（西暦2012）年3月29日

ふりがな 収録遺跡	ふりがな 所在地	コード 市町村	 遺跡番号	北緯	東経	調査期間	調査面積 (m^2)	調査原因
福山城下町遺跡（ふくやまじょうかまちいせき）	北海道松前郡（ほっかいどうまつまえぐん） 松前町（まつまえちょう） 字福山（あざふくやま）92-8	01331	B-02-29	41° 25′ 51″	140° 06′ 43″	20110816 ～20111217	277m^2	道路工事に伴う事前調査

所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項
福山城下町遺跡	集落跡	江戸時代	蔵2棟 溝5条 礎石列17列 掘立柱列1列 井戸5基 埋設樽（桶）8基 木枠1組 桝1基 石組2か所 配石2か所 礫集中8か所 土坑5基 炉7か所 灰集中1か所	陶磁器 金属製品 漆製品 木製品	低湿地における蔵の地業が良好に遺存していた

要約	町屋地区を発掘した。19世紀中葉～18世紀後半の最盛期には旧河道の軟弱地盤の上に埋め立て行い街を造成している。また、これらの中には幾枚かの火災層・炭化物層がみられる。 遺構の主な年代は19世紀中葉～18世紀後半が主である。遺物は19世紀中葉～18世紀後半を主に17世紀前葉～16後葉にさかのぼるものもある。

㈶北海道埋蔵文化財センター調査報告書　第290集

松前町　福山城下町遺跡

―町道朝日豊岡線代行事業改良工事に関わる埋蔵文化財発掘調査報告書―

発　行　平成24年3月26日

編　集　財団法人　北海道埋蔵文化財センター

〒069-0832　江別市西野幌685番地1

TEL(011)386-3231　　FAX(011)386-3238

E-mail　mail@domaibun.or.jp

ホームページ　http://www.domaibun.or.jp

印　刷　株式会社アイワード

〒060-0033　札幌市中央区北3条東5丁目5番地91

TEL(011)241-9341　　FAX(011)207-6178

1　福山城下町遺跡における放射性炭素年代（AMS 測定）

（株）加速器分析研究所

1　測定対象試料

福山城下町遺跡は、北海道松前郡松前町字福山（北緯 41°25′51″、東経 140°06′43″）に所在する。測定対象試料は、炉 1 焼土出土炭化物（1：IAAA-112203）、炉 2 側出土炭化物（2：IAAA-112204）、炉 3 出土炭化物（3：IAAA-112205）、炉 4 灰 1 出土炭化物（4：IAAA-112206）、炉 5 灰出土炭化物（5：IAAA-112207）、炉 6 出土炭化物（6：IAAA-112208）、炉 7 出土炭化物（7：IAAA-112209）、灰集中 1 出土炭化物（8：IAAA-112210）、発掘区 L2　Ⅱ層出土炭化物（9：IAAA-112211）、発掘区 M3　Ⅰ層出土炭化物（10：IAAA-112212）の合計 10 点である（表 1）。試料のうち 1～8 は調査現場で土壌ごと採取され、後に水洗篩別、フローテーション法で回収された。9、10 は現場で直接取り上げられた。1～3 は炭化ブドウ、4、5、7、8 は炭化コメ、6 は炭化ヒエ、9、10 は炭化植物とされる。

2　測定の意義

遺構、遺跡の年代を推定する。

3　化学処理工程

（1）メス・ピンセットを使い、根・土等の付着物を取り除く。

（2）酸-アルカリ-酸（AAA：Acid Alkali Acid）処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA 処理における酸処理では、通常 1mol/ℓ（1M）の塩酸（HCl）を用いる。アルカリ処理では水酸化ナトリウム（NaOH）水溶液を用い、0.001M から 1M まで徐々に濃度を上げながら処理を行う。アルカリ濃度が 1M に達した時には「AAA」、1M 未満の場合は「AaA」と表 1 に記載する。

（3）試料を燃焼させ、二酸化炭素（CO_2）を発生させる。

（4）真空ラインで二酸化炭素を精製する。

（5）精製した二酸化炭素を鉄を触媒として水素で還元し、グラファイト（C）を生成させる。

（6）グラファイトを内径 1mm のカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールにはめ込み、測定装置に装着する。

4　測定方法

加速器をベースとした ^{14}C-AMS 専用装置（NEC 社製）を使用し、^{14}C の計数、^{13}C 濃度（$^{13}C/^{12}C$）、^{14}C 濃度（$^{14}C/^{12}C$）の測定を行う。測定では、米国国立標準局（NIST）から提供されたシュウ酸（HOxⅡ）を標準試料とする。この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。

5　算出方法

（1）$\delta^{13}C$ は、試料炭素の ^{13}C 濃度（$^{13}C/^{12}C$）を測定し、基準試料からのずれを千分偏差（‰）で表した値である（表 1）。AMS 装置による測定値を用い、表中に「AMS」と注記する。

（2）^{14}C 年代（Libby Age：yrBP）は、過去の大気中 ^{14}C 濃度が一定であったと仮定して測定され、1950 年を基準年（0yrBP）として遡る年代である。年代値の算出には、Libby の半減期（5568 年）を使用す

る（Stuiver and Polach 1977）。^{14}C年代は$\delta^{13}C$によって同位体効果を補正する必要がある。補正した値を表1に、補正していない値を参考値として表2に示した。^{14}C年代と誤差は、下1桁を丸めて10年単位で表示される。また、^{14}C年代の誤差（±1σ）は、試料の^{14}C年代がその誤差範囲に入る確率が68.2%であることを意味する。

（3）pMC（percent Modern Carbon）は、標準現代炭素に対する試料炭素の^{14}C濃度の割合である。pMCが小さい（^{14}Cが少ない）ほど古い年代を示し、pMCが100以上（^{14}Cの量が標準現代炭素と同等以上）の場合Modernとする。この値も$\delta^{13}C$によって補正する必要があるため、補正した値を表1に、補正していない値を参考値として表2に示した。

（4）暦年較正年代とは、年代が既知の試料の^{14}C濃度を元に描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の^{14}C濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暦年較正年代は、^{14}C年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1標準偏差（1σ＝68.2%）あるいは2標準偏差（2σ＝95.4%）で表示される。グラフの縦軸が^{14}C年代、横軸が暦年較正年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、$\delta^{13}C$補正を行い、下一桁を丸めない^{14}C年代値である。なお、較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される。また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある。ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal09データベース（Reimer et al. 2009）を用い、OxCalv4.1較正プログラム（Bronk Ramsey 2009）を使用した。暦年較正年代については、特定のデータベース、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として表2に示した。暦年較正年代は、^{14}C年代に基づいて較正（calibrate）された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」（または「cal BP」）という単位で表される。

6　測定結果

炭化物の^{14}C年代は、炉1焼土出土の1が130±20yrBP、炉2側出土の2が200±20yrBP、炉3出土の3が70±20yrBP、炉4灰1出土の4が390±30yrBP、炉5灰出土の5が330±20yrBP、炉6出土の6が370±30yrBP、炉7出土の7が340±20yrBP、灰集中1出土の8が340±20yrBP、発掘区L2　Ⅱ層出土の9が140±20yrBP、発掘区M3　Ⅰ層出土の10が180±20yrBPである。暦年較正年代（1σ）は、1が1682～1936cal AD、2が1663～1953cal AD、3が1700～1915cal AD、4が1448～1615cal AD、5が1513～1634cal AD、6が1460～1618cal AD、7が1493～1631cal AD、8が1491～1632cal AD、9が1681～1938cal AD、10が1667～1951cal ADの間に各々複数の範囲で示される。Ⅰ層の10とⅡ層の9の年代差は明らかでない。

試料の炭素含有率はすべて50%を超え、化学処理、測定上の問題は認められない。

表 1

測定番号	試料名	採取場所	試料形態	処理方法	δ ^{13}C (‰) (AMS)	δ ^{13}C 補正あり	
						Libby Age (yrBP)	pMC (%)
IAAA-112203	1	炉 1　焼土	炭化物	AaA	**-19.41 ± 0.42**	**130 ± 20**	**98.38 ± 0.27**
IAAA-112204	2	炉 2　側	炭化物	AaA	**-25.32 ± 0.46**	**200 ± 20**	**97.58 ± 0.30**
IAAA-112205	3	炉 3	炭化物	AaA	**-22.45 ± 0.49**	**70 ± 20**	**99.11 ± 0.29**
IAAA-112206	4	炉 4　灰 1	炭化物	AaA	**-25.50 ± 0.47**	**390 ± 30**	**95.27 ± 0.30**
IAAA-112207	5	炉 5　灰	炭化物	AaA	**-19.50 ± 0.39**	**330 ± 20**	**95.99 ± 0.28**
IAAA-112208	6	炉 6	炭化物	AaA	**-11.13 ± 0.55**	**370 ± 30**	**95.54 ± 0.30**
IAAA-112209	7	炉 7	炭化物	AAA	**-26.87 ± 0.47**	**340 ± 20**	**95.86 ± 0.29**
IAAA-112210	8	灰集中 1	炭化物	AaA	**-23.39 ± 0.49**	**340 ± 20**	**95.85 ± 0.29**
IAAA-112211	9	発掘区 L2　Ⅱ層	炭化物	AAA	**-6.89 ± 0.45**	**140 ± 20**	**98.31 ± 0.28**
IAAA-112212	10	発掘区 M3　Ⅰ層	炭化物	AAA	**-20.26 ± 0.44**	**180 ± 20**	**97.78 ± 0.29**

[#4808]

表 2 (1)

測定番号	δ ^{13}C 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
IAAA-112203	40 ± 20	99.51 ± 0.26	131 ± 22	1682calAD - 1700calAD (10.6%) 1721calAD - 1737calAD (8.8%) 1758calAD - 1761calAD (1.2%) 1804calAD - 1818calAD (7.8%) 1833calAD - 1880calAD (27.8%) 1915calAD - 1936calAD (12.0%)	1678calAD - 1765calAD (34.5%) 1773calAD - 1777calAD (0.8%) 1800calAD - 1892calAD (44.9%) 1907calAD - 1940calAD (15.3%)
IAAA-112204	200 ± 20	97.52 ± 0.29	196 ± 24	1663calAD - 1680calAD (17.3%) 1764calAD - 1801calAD (35.2%) 1939calAD - 1953calAD (15.7%)	1654calAD - 1684calAD (22.7%) 1735calAD - 1806calAD (53.0%) 1930calAD - 1954calAD (19.7%)
IAAA-112205	30 ± 20	99.63 ± 0.28	71 ± 23	1700calAD - 1720calAD (15.6%)* 1819calAD - 1833calAD (12.0%)* 1880calAD - 1915calAD (40.6%)*	1694calAD - 1728calAD (24.1%)* 1812calAD - 1919calAD (71.3%)*
IAAA-112206	400 ± 20	95.17 ± 0.28	389 ± 25	1448calAD - 1494calAD (56.7%) 1602calAD - 1615calAD (11.5%)	1442calAD - 1522calAD (74.5%) 1574calAD - 1625calAD (20.9%)
IAAA-112207	240 ± 20	97.08 ± 0.27	328 ± 23	1513calAD - 1530calAD (11.3%) 1539calAD - 1601calAD (44.0%) 1617calAD - 1634calAD (12.9%)	1485calAD - 1643calAD (95.4%)
IAAA-112208	140 ± 20	98.27 ± 0.29	367 ± 25	1460calAD - 1518calAD (47.8%) 1594calAD - 1618calAD (20.4%)	1450calAD - 1525calAD (55.4%) 1557calAD - 1632calAD (40.0%)

表2 (2)

測定番号	δ^{13}C 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
IAAA-112209	370 ± 20	95.50 ± 0.28	339 ± 24	1493calAD - 1525calAD (22.6%) 1558calAD - 1602calAD (32.3%) 1613calAD - 1631calAD (13.3%)	1474calAD - 1636calAD (95.4%)
IAAA-112210	310 ± 20	96.17 ± 0.27	340 ± 24	1491calAD - 1525calAD (22.8%) 1558calAD - 1603calAD (31.1%) 1611calAD - 1632calAD (14.2%)	1472calAD - 1636calAD (95.4%)
IAAA-112211	Modern	101.99 ± 0.27	137 ± 22	1681calAD - 1698calAD (10.4%) 1725calAD - 1739calAD (8.5%) 1752calAD - 1763calAD (5.2%) 1802calAD - 1815calAD (7.6%) 1835calAD - 1878calAD (23.2%) 1917calAD - 1938calAD (13.2%)	1675calAD - 1709calAD (15.2%) 1717calAD - 1778calAD (24.5%) 1798calAD - 1890calAD (39.5%) 1910calAD - 1942calAD (16.2%)
IAAA-112212	100 ± 20	98.73 ± 0.28	180 ± 24	1667calAD - 1682calAD (13.7%) 1737calAD - 1783calAD (37.2%) 1798calAD - 1804calAD (4.7%) 1936calAD - 1951calAD (12.6%)	1660calAD - 1692calAD (19.0%) 1728calAD - 1812calAD (56.2%) 1920calAD - 1954calAD (20.2%)

[参考値]

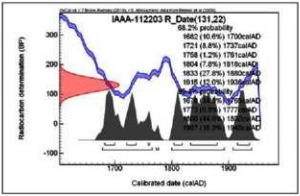
*この試料の ^{14}C 年代値は、IntCal09 のデータを用いた OxCalv4.1 暦年較正プログラムでの計算上、暦年較正可能な範囲を超える部分を含むため、ここで算出された暦年代範囲は十分正確でない可能性がある。

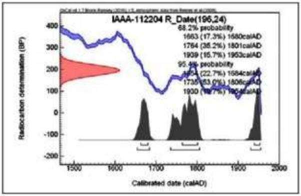
文献

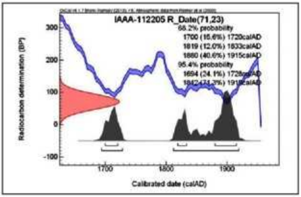
Stuiver M. and Polach H.A. 1977 Discussion: Reporting of ^{14}C data, *Radiocarbon* 19(3), 355-363

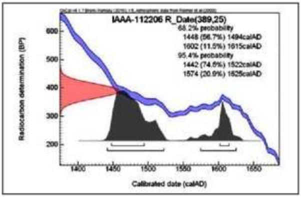
Bronk Ramsey C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon* 51(1), 337-360

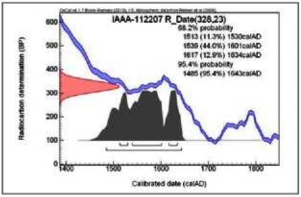
Reimer, P.J. et al. 2009 IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, *Radiocarbon* 51(4), 1111-1150

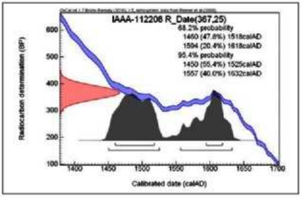

IAAA-112203 R_Date(131,22)
68.2% probability
1682 (10.6%) 1700calAD
1721 (8.8%) 1737calAD
1758 (1.2%) 1761calAD
1804 (7.8%) 1818calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)

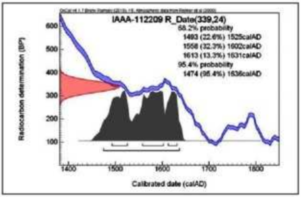

IAAA-112204 R_Date(196,24)
68.2% probability
1663 (17.3%) 1680calAD
1764 (35.2%) 1801calAD
1939 (15.7%) 1953calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)

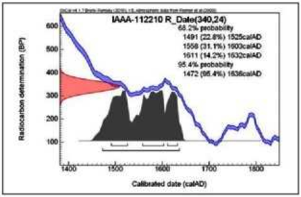

IAAA-112205 R_Date(71,23)
68.2% probability
1700 (15.6%) 1720calAD
1819 (12.0%) 1833calAD
1880 (40.6%) 1915calAD
95.4% probability
1694 (24.1%) 1728calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)

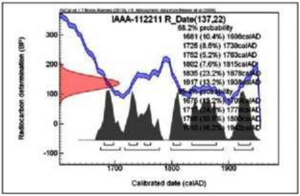

IAAA-112206 R_Date(389,25)
68.2% probability
1448 (56.7%) 1494calAD
1602 (11.5%) 1615calAD
95.4% probability
1442 (74.6%) 1522calAD
1574 (20.9%) 1625calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)

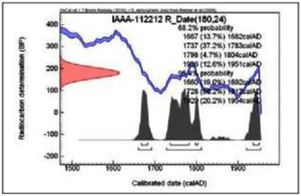

IAAA-112207 R_Date(328,23)
68.2% probability
1513 (11.3%) 1530calAD
1539 (44.0%) 1601calAD
1617 (12.9%) 1634calAD
95.4% probability
1485 (95.4%) 1643calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)


IAAA-112208 R_Date(367,25)
68.2% probability
1460 (47.8%) 1518calAD
1594 (20.4%) 1618calAD
95.4% probability
1450 (55.4%) 1525calAD
1557 (40.0%) 1632calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)


IAAA-112209 R_Date(339,24)
68.2% probability
1493 (22.6%) 1525calAD
1558 (32.3%) 1602calAD
1613 (13.3%) 1631calAD
95.4% probability
1474 (95.4%) 1636calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)


IAAA-112210 R_Date(340,24)
68.2% probability
1491 (22.8%) 1525calAD
1558 (31.1%) 1600calAD
1611 (14.2%) 1632calAD
95.4% probability
1472 (95.4%) 1636calAD
Radiocarbon determination (BP)
Calibrated date (calAD)





[参考]暦年較正年代グラフ

＊年代測定の目的と結果について

炉１～７と灰集中１の年代を推定するため、放射性炭素年代測定（ＡＭＳ法）を委託した。試料は炉１～３が炭化ブドウ、炉４・５・７、灰集中１が炭化コメ、炉６が炭化ヒエ（４粒）である。また、火災の年代を推定するため、Ｌ２とＭ３の炭化したスダレ状植物製品についても測定を委託してある。なお、炉１～３の測定試料は、鍛冶関連の微細遺物回収を目的とした水洗篩別により、副次的に得られたものである。一方、炉４～７、灰集中１の測定試料は、自然遺物回収を目的としたフローテーション法により得られたものである。試料を採取した遺構等の位置は下図に示す。

測定の結果、複数の暦年代範囲が示されているので、陶磁器から推定される各層位の年代幅に収まるものは、下表中に太字で表した（試料３は暦年較正可能な範囲を超える部分を含む）。試料４～８の年代については、火山灰の年代と矛盾するので、以下に説明を加える。

試料４～８は、Ⅲ層の遺構である炉４～７、灰集中１で採取された。これらの遺構は、検出状況からほぼ同時期と推測されている。陶磁器から推定されるⅢ層の年代は、17 世紀前葉～後葉で、下位のⅣ層には、1640（寛永 17）年降灰の駒ケ岳ｄ（Ｋｏ－ｄ）火山灰が認められた。問題は、試料４～８の暦年代範囲（５の 2δを除く）が、Ⅳ層のＫｏ－ｄの降灰年代よりやや古いことである。原因として、同火山灰は部分的に認められたため、面的な広がりがなく、一次堆積か二次堆積か判断できなかったことが挙げられる。試料４～８は比較的まとまった暦年代範囲を示すので、Ⅳ層で検出したＫｏ－ｄは、二次堆積の可能性が考えられる。

（山中）

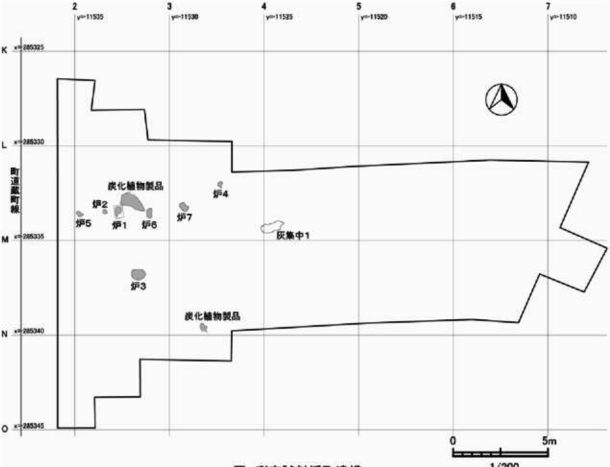


図　測定試料採取遺構

表 暦年代範囲

試料番号	測定番号	採取場所	1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
1	IAAA-112203	炉1 焼土	**1682calAD - 1700calAD (10.6%)**	**1678calAD - 1765calAD (34.5%)**
			1721calAD - 1737calAD (8.8%)	1773calAD - 1777calAD (0.8%)
			1758calAD - 1761calAD (1.2%)	1800calAD - 1892calAD (44.9%)
			1804calAD - 1818calAD (7.8%)	1907calAD - 1940calAD (15.3%)
			1833calAD - 1880calAD (27.8%)	
			1915calAD - 1936calAD (12.0%)	
2	IAAA-112204	炉2 側	**1663calAD - 1680calAD (17.3%)**	**1654calAD - 1684calAD (22.7%)**
			1764calAD - 1801calAD (35.2%)	**1735calAD - 1806calAD (53.0%)**
			1939calAD - 1953calAD (15.7%)	1930calAD - 1954calAD (19.7%)
3	IAAA-112205	炉3	**1700calAD - 1720calAD (15.6%)***	**1694calAD - 1728calAD (24.1%)***
			1819calAD - 1833calAD (12.0%)*	1812calAD - 1919calAD (71.3%)*
			1880calAD - 1915calAD (40.6%)*	
4	IAAA-112206	炉4 灰1	1448calAD - 1494calAD (56.7%)	1442calAD - 1522calAD (74.5%)
			1602calAD - 1615calAD (11.5%)	**1574calAD - 1625calAD (20.9%)**
5	IAAA-112207	炉5 灰	1513calAD - 1530calAD (11.3%)	**1485calAD - 1643calAD (95.4%)**
			1539calAD - 1601calAD (44.0%)	
			1617calAD - 1634calAD (12.9%)	
6	IAAA-112208	炉6	1460calAD - 1518calAD (47.8%)	1450calAD - 1525calAD (55.4%)
			1594calAD - 1618calAD (20.4%)	**1557calAD - 1632calAD (40.0%)**
7	IAAA-112209	炉7	1493calAD - 1525calAD (22.6%)	**1474calAD - 1636calAD (95.4%)**
			1558calAD - 1602calAD (32.3%)	
			1613calAD - 1631calAD (13.3%)	
8	IAAA-112210	灰集中1	1491calAD - 1525calAD (22.8%)	**1472calAD - 1636calAD (95.4%)**
			1558calAD - 1603calAD (31.1%)	
			1611calAD - 1632calAD (14.2%)	
9	IAAA-112211	発掘区L2 II層	**1681calAD - 1698calAD (10.4%)**	**1675calAD - 1709calAD (15.2%)**
			1725calAD - 1739calAD (8.5%)	**1717calAD - 1778calAD (24.5%)**
			1752calAD - 1763calAD (5.2%)	1798calAD - 1890calAD (39.5%)
			1802calAD - 1815calAD (7.6%)	1910calAD - 1942calAD (16.2%)
			1835calAD - 1878calAD (23.2%)	
			1917calAD - 1938calAD (13.2%)	
10	IAAA-112212	発掘区M3 II層	**1667calAD - 1682calAD (13.7%)**	**1660calAD - 1692calAD (19.0%)**
			1737calAD - 1783calAD (37.2%)	**1728calAD - 1812calAD (56.2%)**
			1798calAD - 1804calAD (4.7%)	1920calAD - 1954calAD (20.2%)
			1936calAD - 1951calAD (12.6%)	

*この試料の14C年代値は、IntCal09のデータを用いたOxCalv4.1暦年較正プログラムでの計算上、暦年較正可能な範囲を超える部分を含むため、ここで算出された暦年代範囲は十分正確でない可能性がある。

2　福山城下町遺跡における樽内堆積物の分析

森将志・佐々木由香・バンダリ スダルシャン・中村賢太郎（パレオ・ラボ）

1. はじめに

北海道松前町福山城下町遺跡において樽が検出された。発掘調査所見から樽はトイレ遺構の可能性が考えられている。この樽の用途を調べるために、樽内堆積物が採取された。以下では、試料について行った寄生虫卵分析と種実同定の結果を示し、樽遺構の用途および食用などに利用された植物について検討した。

2. 試料と分析方法

分析試料は樽1、樽2、樽3から採取された土壌試料3点である。時期は、いずれも江戸時代と考えられている。樽1は砂礫混じり黒色（10YR2/1）粘土、樽2は砂礫混じり暗褐色（10YR3/3）シルト、樽3は砂礫混じり暗オリーブ褐色（2.5Y3/3）粘土である。これらの試料について、寄生虫卵分析と種実同定を以下の手順で行った。

2-1. 寄生虫卵分析

一定量の体積（2ml）の試料を採取し、水を加えて撹拌した後、椀かけ処理を施す。次に10％の水酸化カリウム溶液を加え10分間湯煎する。水洗後、46％のフッ化水素酸溶液を加え1時間放置する。水洗後、酢酸処理を行い、続けてアセトリシス処理（無水酢酸9：1濃硫酸の割合の混酸を加え10分間湯煎）を行う。水洗後、この残渣に適容量のグリセリンを加えて体積を測定し、保存用とした。この残渣よりマイクロピペットを用いてプレパラートを作製し、プレパラート全面に渡り検鏡した。なお、試料1cc中の寄生虫卵含有数を次式による方法で求めた。

$X = BD/AC$

X：試料1cc中の寄生虫卵含有数、A：分析に用いた試料の体積、B：濃縮試料＋グリセリンの体積、C：濃縮試料＋グリセリンのうち、封入に用いた体積、D：プレパラート中の寄生虫卵数

2-2. 種実同定

堆積物の水洗方法は、樽1の試料については100cc、樽2, 3の試料については200ccを計量後、最小0.25mm目の篩を用いてパレオ・ラボで水洗した。

それぞれの試料について、肉眼および実体顕微鏡下で大型植物遺体の抽出・同定・計数を行った。計数が困難な試料や多数含まれている試料は記号（+）で示した。

3. 分析結果

3-1. 寄生虫卵分析

検鏡の結果、鞭虫卵と回虫卵の2種類の寄生虫卵が確認できた。計量した結果と寄生虫卵数を表1に、その分布図を図1に示した。樽1では鞭虫卵が試料1cc当たり5,880個、回虫卵が7,740個産出している。樽2では寄生虫卵が産出しなかった。樽3では鞭虫卵が試料1cc当たり40個産出している。

表1　寄生虫卵分析に用いた各試料の計量値と寄生虫卵

	樽1	樽2	樽3
分析に用いた試料(ml)	2	2	2
残渣＋グリセリン（ml）	2.4	4	1.6
封入に用いた量（cc）	0.02	0.02	0.02
鞭虫卵	98	0	1
（試料1cc当たりの個数）	(5880)	(0)	(40)
回虫卵	129	0	0
	(7740)	(0)	(0)
全寄生虫卵数	227	0	1
	(13620)	(0)	(40)

3-2. 種実同定

同定した結果、木本植物では針葉樹のマツ属複維管束亜属葉1分類群、広葉樹のクワ属核と、ウメ核、キイチゴ属核、サンショウ種子、ブドウ属種子、ハリギリ核、ニワトコ属核の7分類群、草本植物ではミズ属果実と、ウシハコベ種子、ミドリハコベ種子、アカザ属種子、キケマン属種子、キジムシロ属果実、カタバミ属種子、エノキグサ属種子、メロン仲間種子、ウド核、ナス種子、ナス属種子、イヌビエ属有ふ果、イネ籾殻の 14 分類群の計 22 分類群が見いだされた。種実以外には昆虫遺体がわずかにみられた（表2）。

以下に、産出した主な種実について遺構別に記載する。

表2　松前町福山城下町遺跡から出土した種実同定結果（括弧は破片を示す）

分類群	遺構 部位/水洗量（cc）	樽1 100	樽2 200	樽3 200
マツ属複維管束亜属	葉		(1)	
クワ属	核	7		1
ウメ	核	(1)		
キイチゴ属	核	164 (1)	2	
サンショウ	種子			(1)
ブドウ属	種子	1		
ハリギリ	核	1		
ニワトコ属	核	3	1	
ミズ属	果実	1		
ウシハコベ	種子	2		
ミドリハコベ	種子	1		
アカザ属	種子	(1)	2 (2)	2 (2)
キケマン属	種子	5		
キジムシロ属	果実		1	
カタバミ属	種子		1 (1)	
エノキグサ属	種子		1	
メロン仲間	種子	10 (9)		
ウド	核	1		
ナス	種子	7 (2)		
ナス属	種子	5		
イヌビエ属	有ふ果	1 (13)		
イネ	籾殻	(++)		
昆虫		(++)	(+)	

+:1-9, ++:10-19

［樽1］

キイチゴ属が非常に多く、メロン仲間とイヌビエ属、イネが少量得られた。クワ属とナス属が微量得られたが、そのほかの11分類群は産出数が5点以下であった。

［樽2］

ほとんど種実は得られず、キイチゴ属やアカザ属などがごくわずかに得られた。

［樽3］

ほとんど種実は得られず、アカザ属やクワ属、サンショウがごくわずかに得られた。

以下に、主要な種実の記載を行い、図版2に写真を示して同定の根拠とする。

(1)マツ属複維管束亜属　*Pinus* subgen. *Diploxylon*　葉　マツ科

側面観は針形、断面形は半円形で、先端および基部は残存していない。残存長 8.0mm、幅 1.2mm。完形ならば長さ 7～12cm になる。マツ属複維管束亜属にはアカマツとクロマツが含まれる。

(2)クワ属　*Morus* spp.　核　クワ科

赤茶褐色で、側面観はいびつな広倒卵形または三角状倒卵形、断面形は卵形または三角形。背面は稜をなす。表面にはゆるやかな凹凸があり、厚くやや硬い。基部に嘴状の突起を持つ。長さ 1.9mm、幅 1.6mm。

(3)ウメ　*Armeniaca mume* (Siebold et Zucc.) de Vriese　核　バラ科

淡褐色で、完形ならば卵形、上面観は両凸レンズ形。表面には、不規則で深く小さな孔がある。着点は凹む。縫合線に沿って深い溝が入る。残存長 11.2mm、残存幅 12.4mm。

(4)キイチゴ属　*Rubus* spp.　核　バラ科

淡黄褐色～褐色で、上面観は幅広の両凸レンズ形、側面観は先端が湾曲した腎形。表面には、不定形な多角形状の稜による網目模様がある。長さ2.4mm、幅1.6mm。

(5)ブドウ属　*Vitis* sp.　種子　ブドウ科

茶褐色で、上面観は楕円形、側面観は下端が尖る広卵形。背面の中央もしくは基部寄りに細長い着点があり、腹面には縦方向の2本の深い溝がある。長さ5.2mm、幅4.7mm、厚さ3.4mm。

(6)ハリギリ　*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz.　核　ウコギ科

黄褐色で、上面観および側面観は半円形。直線状で幅が広い着点がある。長さ3.3mm、幅1.9mm、厚さ1.9mm。

(7)ニワトコ属　*Sambucus* spp.　核　スイカズラ科

赤褐色で、上面観は扁平、側面観は倒卵形で基部が尖る。基部に小さな着点があり、縦方向にやや反る。波状の凹凸が横方向に走る。長さ3.0mm、幅1.8mm。

(8)メロン仲間　*Cucumis melo* L.　種子　ウリ科

黄白色で、上面観は扁平、側面観は倒卵形。表面は平滑で、基部は突出せず直線状の隆線となる。藤下（1984）は、種子の大きさからおおむね次の3群に分けられるとしている。長さ6.0mm以下は雑草メロン型、長さ6.1～8.0mmはマクワウリ・シロウリ型、長さ8.1mm以上はモモルディカメロン型である。今回産出したメロン仲間種子で計測可能な10点の大きさは、長さ4.6～6.9（平均5.8）mm、幅2.4～3.8（平均3.3）mmで、大きさで分類すると雑草メロン型とマクワウリ・シロウリ型がほぼ半数であった。

(9)ナス　*Solanum melongena* L.　種子　ナス科

褐色で、上面観は長楕円形、側面観は楕円形。着点は明瞭に窪む。表面には畝状突起が覆瓦状となる細かい網目状隆線がある。長さ3.0mm、幅3.3mm。

(10)イヌビエ属　*Echinochloa* spp.　有ふ果　イネ科

黄褐色で、紡錘形。縦方向に細かい顆粒状の模様がある。壁は薄く弾力がある。長さ3.2mm、幅1.9mm。栽培種のヒエよりやや細長い形状で、野生種のイヌビエに近い。

(11)イネ　*Oryza sativa* L.　籾殻　イネ科

籾殻は赤褐色～淡褐色で、側面観は長楕円形。縦方向に明瞭な稜線があり、基部は突出する。表面には規則的な縦方向の顆粒状突起がある。残存長2.5mm、残存幅1.8mm。

4. 考察

今回の分析では、樽1において試料1cc中に13,620個の寄生虫卵が確認された。金原（1997）によると、寄生虫卵が試料1cc中に1,000個以上あればその堆積物は糞便の可能性があると考えられている。よって、樽1には糞便が混じりこんでいた可能性があり、樽1は便が集積するトイレ遺構であったと思われる。なお、鞭虫や回虫は、これらの寄生虫卵が付着した野菜や野草の生食や、飲水によって感染する。

また、樽1の種実同定の結果をみると、栽培植物で食用となるウメとメロン仲間、ナス、イネ、野生植物で食用となるキイチゴ属とブドウ属、ニワトコ属が得られた。栽培植物と野生植物双方の可能性がある植物でかつ食用となるクワ属とイヌビエ属もみられた。ただし、イヌビエ属は形状が野生種に近かった。イネとイヌビエ属で得られたのは、食用にはならない籾殻や有ふ果である。食用可能な種実が多く、食用する部位が多く産出した点から、樽1はトイレ遺構であった可能性が高く、寄生虫卵分析の結果と整合的である。特にキイチゴ属が多いのは、集合果であるキイチゴ属を種（核）ごと

食した結果であろう。そのほかの分類群は、数点の産出量であり、ウシハコベやミドリハコベなどのハコベ類やアカザ属、キケマン属は道ばたなどに生育する雑草の種実であるため、樽内にこれらの種実が自然に流れ込んだ可能性が考えられる。メロン仲間は大きさから雑草メロン型とマクワウリ・シロウリ型が含まれていたが、割れている破片も多いため、未熟であったなど比較的小さい種実が完形で残りやすい状況であったかもしれない。イネの籾殻やイヌビエ属の有ふ果は、樽内の堆積物を肥料にするため、意図的に樽内に廃棄された可能性などが考えられる。

樽２と樽３については寄生虫卵の産出が少なく、種実の遺存状況も悪く、トイレ遺構かどうかの判断ができなかった。食用となる種実では、樽２からキイチゴ属とニワトコ属、樽３からクワ属とサンショウがごくわずかに産出した。そのほかのアカザ属やキジムシロ属、エノキグサ属は、道ばたなどに生育する雑草であり、樽１同様に自然に流れ込んだ可能性がある。

なお、樽１と樽２からは昆虫遺体が少量産出しており、昆虫の種類によってはトイレ遺構かどうかの検討が可能と考えられる。

引用文献

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. 古文化財に関する保存科学と人文・自然科学 - 総括報告書, 638 - 654, 同朋社.

金原正明（1997）自然科学的研究からみたトイレ文化. 大田区立郷土博物館編「トイレの考古学」：197-216, 東京美術.

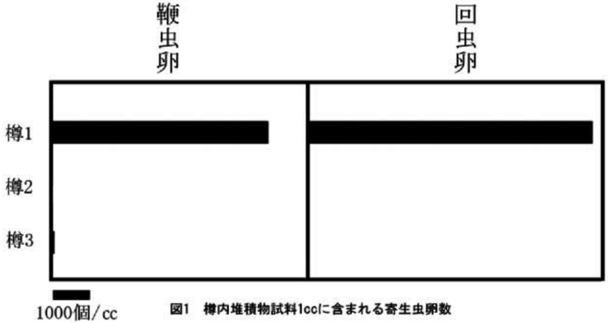
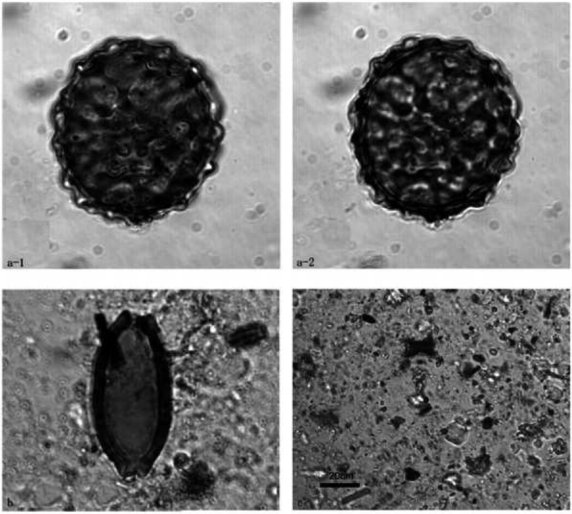
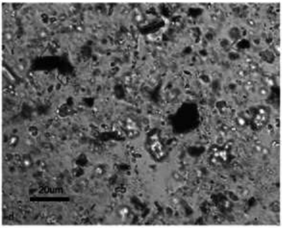


図1　樽内堆積物試料1ccに含まれる寄生虫卵数



a, b：0. 02mm



図版1　福山城下町遺跡（樽内堆積物）から
産出した寄生虫卵およびプレパラートの産出状況

a. 回虫卵（樽1 PLC. 492）

b. 鞭虫卵（樽1 PLC. 493）

c. 樽2におけるプレパラートの産出状況

d. 樽3におけるプレパラートの産出状況

スケール 1,2,4-11:1mm, 3:5mm

図版2　松前町福山城下町遺跡から出土した種実

1. マツ属複維管束亜属葉（樽2）、2. クワ属核（樽1）、3. ウメ核（樽1）、4. キイチゴ属核（樽1）、
5. ブドウ属種子（樽1）、6. ハリギリ核（樽1）、7. ニワトコ属核（樽1）、8. メロン仲間種子（樽1）、
9. ナス種子（樽1）、10. イヌビエ属有ふ果（樽1）、11. イネ籾殻（樽1）

＊分析の目的と結果について

樽１～３が便槽であるか判断する材料を得るため、底面付近で採取した堆積物の寄生虫卵分析、種実同定を委託した。試料採取位置は下図に示す。

分析の考察でも述べられているように、寄生虫卵が試料１cc中に1,000個以上あれば、その堆積物は糞便の可能性があると考えられている（金原1997）。樽１は、試料１ccあたりの寄生虫卵が13,620個と算出されており、この条件を十分満たす。また、種実同定で、食用となる種実が多く認められたことも、堆積物を糞便とみなす材料の一つとなり、分析と現地での観察結果から、樽１は便槽と判断してよいであろう。

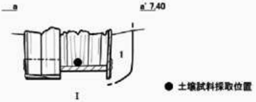
一方、樽２・３からは、寄生虫卵、種実ともほとんど検出されなかった。寄生虫卵が多数検出された樽１と異なり、樽２・３には底板がないので、単独で埋設された底のない桶は、便槽ではない可能性が高い。

（山中）

引用・参考文献

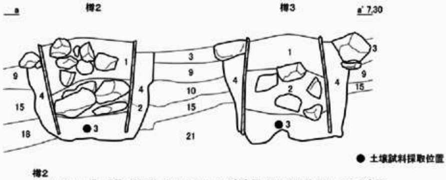
金原正明　1997　「自然科学的研究からみたトイレ文化」　『トイレの考古学』　東京美術

樽1（図Ⅳ-27）



樽1
樽内堆積物　10YR3/1　黒褐　粘中　ややしまる　炭化物少量　地山風化礫多量
1　10YR3/1　黒褐　粘中　しまる　炭化物少量　地山風化礫多量
I　10YR3/2　黒褐　粘中　ややしまる　炭化物多量　風化礫多量　10cmの角礫少量

樽2・3（図Ⅳ-27）



樽2
1　10YR4/4　褐　砂質　粘性弱　ややゆるい　小砂利多量　風化礫少量　20cm大の礫多量
2　10YR3/1　黒褐　シルト質　粘性強　ゆるい　40cm大の礫多量
3　10YR4/2　灰黄褐　シルト質　粘性強　ややゆるい　小砂利多量（2層＋ローム）
4　10YR3/2　黒褐　粘性中　ややしまる　風化礫少量

樽3
1　10YR4/4　褐　砂質　粘性弱　ややゆるい　小砂利多量　風化礫少量
2　10YR3/1　黒褐　シルト質　粘性強　ゆるい　20cm大の礫多量　薄柾目板多量
3　10YR4/2　灰黄褐　シルト質　粘性強　ややゆるい　小砂利多量（2層＋ローム）
4　10YR3/2　黒褐　粘性中　ややしまる　風化礫少量

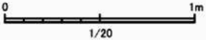


図　樽1～3土壌試料採取位置

3　福山城下町遺跡における出土金属器の金属考古学的調査結果

ー近世アイヌ文化期における金属器の再利用ー

岩手県立博物館　赤沼英男

(1)　はじめに

福山城下町遺跡は、北海道松前町福山城から東に約300m離れた旧町屋地区に所在する。町道朝日豊岡線代行事業改良工事に伴い、平成22年８月16日～12月17日に緊急発掘された。18世紀後半ー19世紀中葉の最盛期には、旧河道の軟弱地盤の上に多量の土砂･川原石･海揚げ石を投入するなどして、街が造成されていたという[1]。

発掘調査の結果、泥炭層･砂層、およびⅠ～Ⅳ層の6層が確認され、出土陶磁器によってⅠ層は18世紀中葉～19世紀中葉、Ⅱ層は17世紀後葉～18世紀前葉、Ⅲ層は17世紀前葉～17世紀後葉、Ⅳ層は17世紀前葉、泥炭層は16世紀中葉～17世紀前葉に比定された[1]。４層を通じ蔵２棟、桶枠井戸4基、木枠井戸１基、礎石列3列、掘立柱列1列、溝5条、礫集中8ヵ所、土坑5基、炉跡7基が出土し、銅塊、銅滓、剥片状鉄滓、微細な粒状滓などが検出されている。

出土資料の中には肥前系、瀬戸美濃系、および越前陶器と共に、4000点を超える金属器(鉄器、および銅または銅合金資料)が出土した。金属器の中には元の器形が不明な状態にまで小片にされた資料が多数混在する。銅塊･銅滓･剥片状鉄滓や粒状滓が見出されていることを加味すると、使用目的を果たした金属器を遺跡内に集め、それをアイヌ社会に必要な金属器に再加工し、供給していた可能性を考えることができる。

遺跡内における生産活動状況を明らかにし、出土した金属器の使用目的を解明する手段の一つに、出土資料の金属考古学的解析がある。調査の結果、鉄器については鉄鍋を処理して鋼にする操作が実施されていた可能性があること、製造された鋼と集められた鋼製鉄器を加熱・鍛打して目的とする鋼製鉄器が製作されていた可能性があることがわかった。一方、集められた銅または銅合金資料については、資料の一部を切り取り別の器形の銅または銅合金資料に加工されていた可能性があることが判明した。以下では、鉄関連資料および銅関連資料それぞれについての調査結果を報告する。

(2)　鉄関連資料の調査

a　調査した鉄関連資料

調査資料は鋳造鉄器破片、鋼製鉄器(カスガイ、釘)、鉄片、剥片状鉄滓、流状滓、粒状滓、および岩石片の合計55資料(詳細は表１)である。この他に３点の資料が調査されたが、それらは銅または銅合金を再加工する際に使用された道具類または設備の可能性が高いため、(3)の銅関連資料の調査において報告する。表１No. 1～12は後述する組織観察結果に基づき鋳造鉄器の一部と判定された資料である。その多くは鉄鍋破片と思われる。

b　調査試料の摘出

鉄器からの調査試料摘出は、岩手県立博物館で実施された保存処理の過程で行われて。保存処理に先立ち撮影されたＸ線透過写真の読映結果に基づき、残存状況が良好と判断された部位から、ダイヤモンドカッターを装着したハンドドリル(以下、ハンドドリルという)を使って、0.1～0.2gの試料を摘出した。摘出した試料をさらに２分し大きい方を組織観察に、小さい方を化学成分分析に供した。

剥片状資料、流状滓、および粒状滓については、炉１～３から採取された資料群の中から17資料を選別し調査用資料とした。それらはL4から採取された塊状滓(No. 53)と共に２分され、一方は組織観察に、もう一方を化学成分分析に使用された。各資料からの調査試料摘出位置は、図１～23に示すとおりである。

２点の岩石片(No. 44･45)については、岩手大学教育学部･土谷信高教授による岩石･鉱物学的解析に付された。

c　調査方法

組織観察用試料はエポキシ樹脂に埋め込み、エメリー紙、ダイヤモンドペーストを使って研磨した。研磨面を金属顕微鏡で観察し、地金の製造方法を推定するうえで重要と判断された領域、鋼製鉄器に見いだされた非金属介在物をエレクトロン･プローブ･マイクロアナライザー(EPMA：JXA-8230)で分析した。

摘出した試料の半分以上がメタルによって構成されるNo. 1～18、No. 20～27、No. 29、No. 30、No. 33、およびNo. 34については、EPMA分析終了後ナイタール(硝酸2.5ml とエチルアルコール97.5ml の混合溶液)で腐食し、組織観察した。

化学分析用試料は表面に付着する土砂、錆をハンドドリルで丹念に削り落とし、エチルアルコール、アセトンで超音波洗浄した。試料を約130℃で２時間以上乾かし、ほぼメタルからなる試料、またはメタルと錆が混在した試料については直接、錆についてはメノー乳鉢で粉砕した後テフロン分解容器に秤量し、塩酸、硝酸、およびフッ化水素酸を使って溶解した。溶液を蒸留水で定溶とし、T.Fe (全鉄)、Cu (銅)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co)、マンガン (Mn)、リン (P)、イオウ(S)、錫(Sn)、アンチモン(Sb)、ヒ素(As)、モリブデン(Mo)、チタン (Ti)、ケイ素 (Si)、カルシウム (Ca)、バリウム(Ba)、ジルコニウム(Zr)、クロム(Cr)、アルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg)、バナジウム (V)、ナトリウム(Na)、およびカリウム(K)の22元素を、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法 (ICP-AES法) で分析した。

d　鉄関連資料の調査結果

d-1　鋳造鉄器破片から摘出した試料の組織観察結果

No. 1(図 $1a_1$)から摘出した試料のマクロ組織はその大半がメタルで構成されていたので、ナイタール(硝酸2.5ml とエチルルコール97.5ml の混合液)で腐食した。マクロエッチング組織(図 $1b_1$)領域(Reg. 1)内部および領域(Reg. 2)内部は共にレーデブライト組織(L)からなる(図 $1c_1$・d_1)。マクロエッチング組織領域(Reg. 1)内部には微細なCu粒が析出している(図 $1e_{1-3}$)。

No. 2(図 $2a_1$)、No. 4(図 3)、No. 6・7(図 4)、No. 8(図 $5a_1$)、No. 9(図 6)、およびNo. 12(図 7)から摘出した試料もその全域がレーデブライト組織によって構成されている。No. 2にはCu粒、Cu-S系化合物、Fe-P系領域、およびFe-P-S系領域(図 $2e_{2-3}$)、No. 4にはCu粒(図 3)、No. 6にはFe-P-C系領域およびFe-S系領域(図 4)、No. 7にはCu-S系領域(図 4)、No. 8にはFe-S系領域およびFe-P系領域(図 $5e_2$)、No. 9にはFe-S系領域(図 6)、およびNo. 12にはFe-P-C系領域、Cu-S系領域、Fe-P系領域(図 7)が観察される。No. 3(図 3)、No. 5(図 4)、No. 10(図 6)、および No. 11(図 7)から摘出した試料はレーデブライト組織に片状黒鉛が析出した組織(G)によって構成される。No. 3にはCu-S系化合物(図 3)、No. 5にはFe-P系領域(図 4)、No. 10にはFe-S系領域(図 6)、およびNo. 11にはFe-Mn-S系領域(図 7)が析出している。上記調査結果は表２右欄上段に要約される。

d-2　鋳造鉄器破片から摘出した試料の化学組成

表２上段には鋳造鉄器破片から摘出した試料の化学組成を示してある。No. 2、No. 3、No. 5～9、およびNo. 12から摘出した試料のT.Feは90.90～95.69mass%で、メタルに少量の錆が混在した試料が分析されたことがわかる。上記８試料にはいずれも0.012mass%以上のCu、0.006mass%以上のNi、0.008mass%のCo、0.13mass%以上のPが含有されている。特にNo. 2、No. 3、No. 5、No. 8、No. 9、およびNo. 12からは0.078～0.438mass%のCuが検出されている。No. 2をはじめとする８試料から検出された微量元素が埋蔵環境から富化された可能性は乏しく、そのほとんどは鋳造時に使用された銑鉄そのものに含有されていた可能性が高い。

No. 1、No. 4、No. 10、およびNo. 11から摘出した試料のT.Feは82.70～87.00mass%である。左記４試料

からは0.030～0.346mass%のCu、0.011～0.025mass%のNi、0.012～0.027mass%のCo、0.17～0.40mass%のPが検出されている。No.10には0.10mass%のSが含有されている。No.1をはじめとする4試料はNo.2をはじめとする8試料に比べ錆化が進んだ試料である。このような場合、微量成分の埋蔵環境下からの富化、あるいは埋蔵環境下への溶出を考慮する必要がある(佐々木・村田　1984)。d-4で述べるとおり、表4下段には炉1および炉3から採取された砂状物質(No.37およびNo.51)の化学成分分析結果が示されている。砂上物質中のCu、Ni、Co、およびSはいずれも0.008mass%以下であり[2]、No. 1、No.4、No.10、およびNo.11の化学成分分析結果よりも低レベルである。Cuをはじめとする上記4成分の埋蔵環境下から富化の影響は乏しい、とみなすことができる。No.37からは0.26mass%のPが検出されている。錆化が進んだ試料については埋蔵環境下から富化される可能性がある。No.1、No.4、No.10、およびNo.11についてはPに関する議論を見合わせることとする。

d-3　鋼製鉄器から摘出した試料の組織観察結果

No.13～18、No.20～27、No.29、No.30、No.33、およびNo.34から摘出した18試料はそのほとんどがメタルで構成されていたので、ナイタールでエッチングした。No.13のマクロエッチング組織(図8)はその全域が一様に、わずかにエッチングされている。領域(Reg.1)内部はフェライトを主体とする。炭素量0.1mass%未満の鋼と推定される(東北大学金属材料研究所編　1953)(東北大学金属材料研究所編　1953)。ほぼ同様の組織は、No.14(図8)、No.15(図9)、No.16領域(Reg.1)　内部(図9)、No.17(図10)、No.20(図11)、No.21(図11)、No.22(図12)、No.23領域(Reg.2)内部(図12)、No.24領域(Reg.2)内部(図13)、No.25領域(Reg.2)内部(図13)、No.26(図13)、No.27(図14)、No.30(図14)、No.33(図16)、およびNo.34領域(Reg.2)内部(図16)にもみられ、炭素量は0.1mass%未満である(表2右欄下段)。

No.15(図9)、No.16領域(Reg.2)内部(図9)、No.18領域(Reg.1)(図10)、No.23領域(Reg.1)内部(図12)、No.24領域(Reg.1)内部(図13)、およびNo.29領域(Reg.2)内部(図14)はいずれも炭素量0.1～0.2mass%の鋼、No.18領域(Reg.2)内部(図10)は炭素量0.6～0.7mass%の鋼、No.25領域(Reg.1)内部(図13)は炭素量0.2～0.3mass%の鋼、No.29領域(Reg.1)内部(図14)は炭素量0.2～0.4mass%の鋼、No.34領域(Reg.1)内部(図16)は炭素量0.3～0.4mass%の鋼と判定される。No.18は低炭素鋼と高炭素鋼の、2種類の鋼を合わせ鍛えて製作された可能性が高い。No.25およびNo.34にはフェライトが針状に析出したウイッドマンステッテン組織が観察される。No.29領域(Reg.1)内部に析出したフェライトは細粒化している。これらはいずれもパーライト変態点以上の高温領域から、比較的速い速度で空冷された可能性がある(東北大学金属材料研究所編　1953)(東北大学金属材料研究所編　1953)。

No.32から摘出した試料はそのほぼ全域が錆化した組織によって構成されている。マクロ組織領域(Reg.1)内部には金属光沢を呈する微細結晶(Cm)が層状に重なり、島状領域を形成した組織が観察される(図15)。結晶Cmは炭素(C)およびFeを主成分とする(EPMA分析による)。これまでの出土鉄器の金属考古学的調査結果に基づけば(佐々木稔、村田朋美　1984)、結晶(Cm)はセメンタイト(Fe_3C)、島状領域はパーライトと判定される。錆化による組織の膨張を無視し、島状領域の分布状況を加味すると、錆化前の地金は炭素量0.2～0.3mass%の鋼と推定される。

No.13には酸化鉄{FeO、Fe_2O_3、Fe_3O_4各標準試料のFe-LαおよびFe-Lβスペクトルとの比較によりウスタイト(Wus)と判定}、チタノマグネタイト(Tmag)、Fe-Mg-Si-O系化合物(XF)、および微細粒子が混在するガラス化した領域(Ma)からなる微細な非金属介在物がところどころにみられる{図8、表3(1)}。ほぼ同様の鉱物組成をとる非金属介在物はNo.17{図10、表3(2)}、No.27{図14、表3(1)}、No.34{図16、表3(1)}{No.34にはマグネタイト(Mag)が析出している}にも観察される。No.15からはチタノマグネタイト(Tmag)とガラス質ケイ酸塩(Gl)、およびFe-Ti-Al-O系化合物(XT)とガラス質ケイ酸塩(Gl)からなる微細な非金属介在物

が見出されている{図9、表3(1)}。No.16にはウスタイト (Wus)、Fe-Ti-Al-O系化合物 (XT)、Fe-Mg-Si-O系化合物 (XF)、および微細粒子が混在するガラス化した領域 (Ma) からなる非金属介在物がいたるところに観察される{図9、表3(2)}。No.18には柱状または角状を呈する化合物(Ru)とガラス質ケイ酸塩 (Gl) によって構成される非金属介在物が検出されている{図10、表3(1)}。EPMAによる定量分析の結果、Ruはルチルに近い組成のチタン酸化物と判定される{表3(2)}。

No.19には酸化鉄(IO)とFe-Mg-Si-O系化合物(XF)、No.20～23、No.25～27、およびNo.30にはウスタイト (Wus)、Fe-Mg-Si-O系化合物(XF)(No.22、No.23、No.26は鉄かんらん石)、および微細粒子が混在するガラス化した領域 (Ma) によって構成される非金属介在物が見出されている(図11～14)。No.27にはFe-S系化合物が析出している(図14)。No.20には微細なガラス質ケイ酸塩 (Gl)、No.23には鉄かんらん石 (Fa) とガラス質ケイ酸塩 (Gl) からなる非金属介在物も観察される(図11・12)。

No.24およびNo.33からはウルボスピネル(Ul)に近い組成の化合物と微細粒子が混在するガラス化した領域 (Ma)、No.32およびNo.33にはそれにFe-Mg-Si-O系化合物(XF)が析出した非金属介在物が観察される(図13・15・16)。No.29にはガラス質ケイ酸塩(Gl)と細粒子が混在する領域からなるガラス質ケイ酸塩(Ma)、No.34にはマグネタイト(Mag)と微細粒子が混在する領域からなるガラス質ケイ酸塩(Ma)からなる非金属介在物がみられる(図14・16)。

d-4　鋼製鉄器から摘出した試料の化学組成

No.13～18、およびNo.20～30、およびNo.33のT.Feは94.20～99.95mass%で、メタルまたはメタルに少量の錆が混在した試料が分析されたことがわかる(表2下段)。上記18試料からはそれぞれ0.003～0.018mass%のCu、0.002～0.107mass%のNi、および0.009～0.098mass%のCoが検出されている。他に化学組成上の顕著な特徴はみられない。上記18試料から検出されたCu、Ni、およびCo三成分については埋蔵環境下からの微量成分の富化の可能性は乏しく、検出された上記三成分は、製造時の地金そのものに含有されていた、とみることができる。

No.19、No.31、No.32、No.34、およびNo.35から摘出した試料のT.Feは、それぞれ、60.22mass%、50.26mass%、50.63mass%、57.40mass%、および61.64mass%で、相当に錆化が進んだ試料が分析に供されている(表2)。上記5試料からは0.010~0.028mass%のCu、0.007~0.044mass%のNi、および0.005～0.047mass%のCoが分析されている。d-2で述べたとおり、炉1および炉3から採取された砂状物質(No.37およびNo.51)のCu、NiおよびCoはいずれも0.008mass%以下で、No.31、No.32、およびNo.35に含有されるCu、NiおよびCoが埋蔵環境下から富化された可能性は乏しい。No.34のNiおよびCoはそれぞれ0.007mass%、0.005mass%で、No.37の含有量よりも低レベルであり、埋蔵環境下から富化された可能性を否定することはできないものの、その影響はきわめて乏しい。No.31、No.32、No.34、およびNo.35に含有されるCu、Ni、およびCo三成分についてもその大半は、素材となった地金そのものに由来するとみなすことができる。No.31を始めとする4試料からは、0.11～0.58mass%のP、および0.05～0.58mass%のSが検出されている。No.51に含有されるPおよびSがいずれも0.1mass%未満であることをふまえると、それらの相当量も錆化前の地金に含有されていた可能性がある。

d-5　炉跡採取鉄片の組織観察結果

No.43は炉1、No.47は炉2から、No.52は炉3から採取された鉄片である。採取当初は微小鉄滓に分類されたが、採取した資料の実態顕微鏡観察によって、鉄片の混在が確認された。切断した試料のマクロ組織観察結果から明らかなように、3試料に混在する鉄片は相当に錆化が進んでいる。No.43にはガラス質ケイ酸塩によって構成される微細な非金属介在物が点在する(図17)。No.47にはヘマタイト(図17に示すEPMAによる状態分析によりヘマタイトと判定)が残存した非金属介在物が見出されている(図17)。No.52は錆化

が著しく、錆化前の地金の状態を推定できる組織が見出されなかった(図 17)。

d-6 炉跡採取鉄片の化学組成

表4は摘出した試料の化学成分分析結果である。No. 43 および No. 52 の T. Fe はそれぞれ 60. 19mass%、43. 69mass%で相当に錆化が進んだ鉄片である。No. 47 については T. Fe が 8. 31mass%含有されるに過ぎず、化学成分分析にはT. Fe含有量が極めて低い溶融または部分溶融した試料が分析されたことを示している。Si 含有量が 23. 82mass%と他の2試料に比べ高値であることもそれを支持している。No. 43 および No. 52 の Cu はそれぞれ 0. 003mass%、0. 002mass%、Ni は 0. 003mass%、0. 012mass%、Co はいずれも 0. 004mass%で、d−2 で述べた鋳造鉄器および d−4 で述べた鋼製鉄器に比べ低レベルである。錆化による微量成分の溶出、または Cu、Ni、および Co 含有量の低い鉄器の素材としての使用、あるいはそのような化学組成の鉄を素材とする鋼を使用しての鉄器の製作、あるいは錆化による微量成分の溶出が考えられる。

d-7 剥片状資料の組織観察結果

No36(図 $18a_1$)から摘出した試料のマクロ組織(図 $18b_1$)には大小多数の空隙がみられた。マクロ組織領域(Reg. 1)内部の EPMA による反射電子組成像(BEI)によると、灰色粒状領域が濃密に析出していて、その周りは微細粒子が析出したガラス化した領域によって構成されている(図 $18c_1$)。灰色粒状領域内部には微細な鉄粒(Me)が析出し(図 $18c_{2\text{-}4}$)、その内部はやや暗灰色を呈する領域と暗灰色領域の2領域によって構成される(図 $18c_{2\text{-}3}$)。灰色領域はウスタイト((図 $18c_3$、表 8)、暗灰色領域は図 $18c_5$ に示す状態分析によってマグネタイトと判定される。マクロ組織領域(Reg. 2)には鉄錆が混在している(図 $18d_1$)。

No.44 のマクロ組織にはいたるところに大小多数の空隙がみられる。マクロ組織領域(Reg.1)内部の EPMA による反射電子組成像(BEI)は、ウスタイト(図 19 の EPMA による状態分析により判定)とガラス質ケイ酸塩(表 8)によって構成される。No.49 のマクロ組織はその全域がマグネタイト(図 19 の状態分析により判定)とガラス化した領域からなる。

d-8 剥片状資料の化学組成

表5は剥片状試料の化学成分分析結果である。No. 36 の T. Fe は 62. 00mass%、No. 44 および No. 49 の T. Fe はそれぞれ 20. 96mass%、29. 84mass%と低レベルである。No. 36 の Si は他の2試料の 1/5 未満、Al は 1/3 未満と低く、酸化鉄を主体とする試料といえる。摘出した試料には 0. 013mass%の Ni、および 0. 014mass%の Co が含有されている。No. 44 および No. 49 にはそれぞれ 14mass%以上の Si、5mass%以上の Al が含有されている。粘土状物質を主体とする試料が分析されたことを示している。No. 44 の組織観察結果とは整合しない化学成分分析結果である。組織観察した試料とは鉱物組成が異なる試料が分析された可能性が高い。

d-9 流状滓の組織観察結果

No.38 から摘出した試料のマクロ組織には大小多数の空隙がみられる。マクロ組織領域(Reg.1)内部の EPMA による反射電子組成像(BEI)は石英(Qtz)とガラス質ケイ酸塩によって構成されている(図 20、表 8)。No.45 から摘出した試料にも No.38 同様、多数の空隙が観察される。マクロ組織領域(Reg.1)内部は、ウスタイトとマグネタイト(いずれも EPMA による状態分析により判定)、Fe-Mg-Si-O 系化合物、およびガラス質ケイ酸塩(Gl)からなる(図 20、表 8)。

d-10 流状滓の化学組成

表6は流状滓の化学成分分析結果である。No. 38 の T. Fe は 3. 89mass%と極めて低い反面、Si は 30. 6mass%、Al は 8. 81mass%と高レベルである。石英を含む砂状物質が溶融または部分溶融した試料と推定される。No. 45 の T. Fe は 56. 60mass%、Si、Al はそれぞれ 5. 88mass%、2. 44mass%である。酸化鉄に富んだ鉄滓と判定される。

d-11 粒状滓および塊状滓の組織観察結果

No. 39 から摘出した試料のマクロ組織はそのほぼ全域がガラス化していて、いたるところに多数の空隙が

みられる。マクロ組織領域(Reg. 1)内部の EPMA による反射電子組成像(BEI)には、$FeO-SiO_2-Al_2O_3-CaO-K_2O-Na_2O-MgO-TiO_2$ 系ガラス化した領域の中に微細な針状結晶が析出した組織が観察される。マクロ組織領域(Reg. 2)内部は、Fe-Ti-Al-O 系化合物(XT)と微細な灰色化合物が領域(Reg. 1)とほぼ同じ組成のガラス化した領域(Gl)の中に析出した組織によって構成される(図 21、表 8)。No. 40 は微細なヘマタイト(EPMA による状態分析で判定)が灰色または暗灰色を呈するガラス化した領域(それぞれ Gl_1、Gl_2)の中に析出した組織(図 21)、No. 41 はガラス質ケイ酸塩(Gl)中にウスタイト(Wus)が析出した組織(図 21、表 8)、およびマグネタイト(Mag)、Fe-Mg-Si-O 系化合物(XF)、および微細粒子が混在するガラス化した領域(Ma)からなる組織(図 21、表 8)からなる。No. 42 はガラス質ケイ酸塩(Gl)中に微細鉄粒(Me)が析出した組織(図 22、表 8)、No. 46 はマグネタイト(EPMA による状態分析で判定)を主体とし、その回りを微細粒子が混在するガラス化した領域(Ma)が取り囲んだ組織(図 22、表 8)、および No. 50 は化学組成の異なるガラス化した領域(Gl_1 および Gl_2)の中に、微細な鉄粒(Me)が析出した組織によって構成される(図 22、表 8)。

No.53 は塊状滓である(図 $23a_1$)。灰褐色から黒色を呈し、ところどころに赤錆および木炭が混在する。摘出した試料のマクロ組織は鉄滓と赤錆とからなり、いたるところに大きな空隙がみられる(図 $23b_1$)。図 $23b_1$ 領域(Reg.1)内部はウスタイト(Wus)、鉄かんらん石(Fa)、およびガラス質ケイ酸塩(Gl)によって構成される(図 $23c_{1.2}$)。b_1 領域(Reg.2)内部には微小 Cu 粒が析出している(図 $23d_{1.2}$)。No.53 は酸化鉄に富んだ鉄滓に錆が混在した資料である。

d-12　粒状滓の化学組成

表 7 は粒状滓の化学成分分析結果である。No. 41 の T. Fe は 56. 21mass%で、他の 5 試料に比べ高レベルである。ガラス質ケイ酸塩中にウスタイトが析出した、あるいはマグネタイトおよびFe-Mg-Si-O 系化合物を主体とする、d-11 で述べた組織観察結果とよく整合する。No. 46 の T. Fe も 14. 59mass%と、No. 39、No. 40、No. 42、および No. 50 に比べやや高い。しかし、マグネタイトを主体とするミクロ組織観察結果とは整合しない。組織観察に供した試料とは組成の異なる試料が化学成分分析されたものと推定される。No. 48 の T. Fe は 32. 51mass%。Si、Al はそれぞれ 14. 2mass%、4. 92mass%である。酸化鉄と粘土状物質とが反応し生成した試料と思われる。No. 39、No. 40、No. 42、および No. 50 の T. Fe は 4. 50〜7. 42mass%、Si は 12. 1〜28. 9mass%、Al は 5. 33〜10. 2mass%である。粘土状物質を主体とする試料が化学成分分析された可能性が高い。

e　調査した鉄関連資料についての考察

e-1　組織観察結果に基づく調査鉄器

鉄器製作の素材となる鉄は炭素量によって銑鉄と鋼に分類される。現代の金属工学の分類基準に従えば、炭素量 2mass%未満の鉄を鋼、炭素量 2mass%以上の鉄を銑鉄という(日本鉄鋼協会編　1981『鉄鋼便覧』)。生産方法、生産設備、生産道具、および生産に使用された素材などが異なる現代の分類基準を直ちに前近代に当てはめることはできない。本稿が対象とする近世においては、当時の設備および道具で溶融可能であった鉄を銑鉄、溶融不能で加熱・鍛打により加工・整形した鉄を鋼として扱ったと考えられる。福田豊彦氏は文献資料の調査結果を基に、近世には「生鉄(銑鉄)」、「熟鉄」、および「鉧」の三種の鉄(「熟鉄」、「鉧」は共に鋼で、後者は前者に比べ高炭素で、刃物などに使用された可能性が高く、前者は低炭素で α Fe に近い組成であったと推定されている)が流通していた可能性が高いことを指摘している(福田　1999)。

調査した福山城下町遺跡出土鉄器の組織観察結果に基づけば(表 2 右欄)、No. 1〜12 は鋳造鉄器、No. 13〜27 および No. 29〜35 は鋼製鉄器で、炭素量が 0. 4mass%以下の軟鉄がその大半を占める。特に炭素量 0. 1mas%程度またはそれ以下の鋼は、後述する近世たたら吹製鉄で製造された包丁鉄を用いて製作されていた、とみることができる。No. 18 の組織観察結果は、炭素量 0. 1mass%未満の軟鋼と炭素量 0. 6〜0. 7mass%の鋼を合わせて製作された資料の可能性が高いことを示している。文献資料にみられる硬鋼と軟鋼が福山

城下町遺跡から出土した実物資料においても確認された。なお、今回調査した資料の中に、焼き入れや焼き戻しといった人為的熱処理を施した資料はみられない。

e-2　微量元素組成比に基づく調査資料の分類

鋼製鉄器の素材として使用された鋼は、製錬をはじめとする複数の操作を経て製造される。出発物質として同一の製鉄原料が使用されたとしても、製造方法や製造条件に応じ、最終的に得られる鋼の組成にはばらつきが生じる。従って、金属考古学的調査結果、とりわけ摘出した試料の化学組成や非金属介在物組成を単純に比較するという解析方法では、実態を反映した資料の組成分類結果を得ることは難しい。製造法および製造条件の如何に係わらず、地金を高精度に分類する方法の確立が必要である。

錆化が進んだ試料を調査対象とする場合、埋蔵環境下からの富化についても吟味する必要がある。d-2およびd-4で述べたとおり、Ni、Co、およびCuの三成分については埋蔵環境下からの富化の影響が乏しい。上記三成分は鉄よりも錆にくい金属のため、一度メタルに取り込まれた後はそのほとんどが鉄中にとどまると推定される[3]。従って、合金添加処理が行われていなかったとすると、その組成比は鋼製造法の如何に係わらず製鉄原料の組成比に近似すると考えられる[3]。図24は表2に示すNo.1～12の鋳造鉄器から摘出した試料に含有されるCu、Ni、およびCo三成分比、すなわち{(msas%Co)/(mass%Ni)と(mass%Cu)/(mass%Ni)}および(mss%Ni)/(mass%Co)と(mass%Cu)/(mass%Co)}を求めプロットした図である。図$24a_{1\text{-}2}$において、No.5・11・12(領域A_1)、No.6・7(領域B_1)、およびNo.3・8(領域C_1)はそれぞれ近接した位置に分布する。上記3領域に分布する試料は、ほぼ同じ組成の地金を用いて鋳造された、とみることができる。図$24b_{1\text{-}2}$は領域A_1に分布する3試料に含有されるNiとCo、NiとCuの相関関係を示したものである。相関係数はいずれも0.9以上であり、領域A_1に分布する3資料の鋳造に用いた地金についての考察が妥当であることを示す結果といえる。他の5試料はいずれも離れた位置に単独で分布する。それぞれ異なった地域で生産された銑鉄を素材としていたものと推定される。

図$24a_{1\text{-}2}$の分布状況は、福山城下町遺跡に複数の地域から鋳造鉄器の破片が運び込まれていたことを示している。現状においてその供給地域の推定は難しい。No.1～12からはいずれも0.012mass%以上のCuが検出されている。通常の砂鉄には含有されることのない高レベルのCuである[4]。No.1～4、No.7、およびNo.12からはCu-S系領域、またはCu粒が確認されている。鋳造の素材となった銑鉄が、脈石中に銅鉱物を随伴する鉄鉱石を始発原料として生産された、あるいは鋳造の過程で金属銅または銅滓が添加された可能性が高い。No.1～12が使用された17前葉～19世紀中葉に、銅鉱物を随伴する鉄鉱石を原料鉱石として銑鉄を生産した地域、それが供給地域を特定するうえでの重要な鍵となる。銅鉱物を随伴する鉄鉱石を産出するわが国の代表的鉱山として、19世紀後半に稼働された岩手県釜石市橋野高炉跡を挙げることができる(釜石市教育委員会　2009)。表1に基づけば、No.3～6、およびNo.9～11については橋野高炉跡からの供給を考えることができるが、他については推定時期の関係から難しい。列島内に銅鉱物を随伴する鉄鉱床が乏しいことをふまえると、銑鉄生産時または鋳造時に金属銅、あるいは硫化銅といった物質の添加、または列島外からの搬入の2点について検討する必要がある。

図$25a_{1\text{-}2}$は、No.13～35の鋼製鉄器に含有されるNi、Co、およびCu三成分比を図化したものである。No.19・32・35(領域D_1)、No.16・26(領域E_1)、No.17・18(領域F_1)、No.22・30(領域G_1)、No.24・25(領域H_1)はそれぞれ近接した位置に分布する。図$25b_{1\text{-}2}$は領域D_1に分布するNiとCo、およびNiとCuの相関関係を示した図である。相関係数はいずれも0.9を上回っている。D_1～H_1内の鉄器は、ほぼ同じ組成の鋼素材として製作された可能性がある。他の12資料はいずれも単独で分布する。鋳造鉄器同様、鋼製鉄器も複数の地域から運びこまれていた可能性が高い。

e-3　近世における鋼製造法

近世たたら吹製鉄には銑押法と鉧押法がある。後者における生産の主目的物は鉧鉄（主として鋼からなる鉄塊）、前者は炉外に流し出される銑鉄で、副生成物として炉内に鉧鉄もできる(河瀬　1995)。鉧押法によって生産された鉧鉄は炉外に引き出され小割にされた後、加熱・鍛打を繰り返して目的とする鋼に変えられる。一方、銑押法において鉧鉄は操業の妨げになるので、鉄棒をたえず炉内に入れ炉外に取り出すようつとめたという(村上　1996)。

このようにして生産された銑鉄は鍛冶場に運ばれる。そこではまず火床炉の炉底に木炭を積み、その上に銑鉄を羽口前にアーチ形に積み重ね、さらに小炭で覆った後底部に点火する。積み重ねられた銑鉄は内部にあるものから溶融し、滴下する。この時、羽口付近の酸化性火焔にふれ酸化され、鋼(左下鉄)となる。ここまでの操作は「左下」と呼ばれる。左下鉄は製錬時の副生成物である鉧鉄とともに再度同じ火床炉にアーチ状に積まれ、上述と同様にして脱炭が図られる。脱炭が十分に進んだところで金敷の上にのせられ、加熱・鍛打を繰り返し鉄滓の除去と整形が施される。後者は「本場」と呼ばれる。上記の「左下」と「本場」、２つの操作を経て延鉄を造る方法が大鍛冶といわれている(河瀬　1995)。

近世の鉄生産における最も大きな技術革新の一つとして、17 世紀末の出雲地方における天秤鞴（ふいご）の発明を挙げることができる。それ以前は吹差し鞴や踏み鞴が使われていた。天秤鞴の導入により、炉内温度の上昇が可能となり、銑の量産が出来るようになった。大鍛冶も整備され、銑押法が確立する。18 世紀中葉に鉧の大きな塊を割る大どうが開発され、鋼の能率的な生産が出来るようになった(福田 1999)。天秤鞴の使用により炉内温度も上がるので、生成したケラの吸炭も容易となり、優れた鋼を直接製造する近代的方法(鉧押法)が確立された。現代に伝わる近世たたら製鉄の完成は 18 世紀末とみなすことができる。

e-4　遺跡内における生産活動

確認された３つの炉跡はいずれも開放形で、炉底面は黄褐色を呈している。３つの炉跡(炉１～３)から検出された鉄滓の鉱物組成は異なるものの、破砕されているか、細粒化している。炉 1 からは、ウスタイトとマグネタイトを主体とする組織の中に、錆化した低炭素鋼が混在した剥片状資料(No. 36)が見いだされている。固体鉄を加熱･鍛打した際に排出された鍛造剥片である。他に、板状に整形された鉄片や、多数の空隙を有しウスタイトとガラス質ケイ酸塩、およびマグネタイトと Fe-Mg-Si-O 系化合物からなる、やや粒状化した鉄滓(No. 41･46)が見いだされていることをふまえると、鉄滓が固着または混在した鋼を加熱･鍛打して純化し、目的とする器形に加工する操作、または利用目的を果たした鋼製鉄器を加熱･鍛打して再加工する操作が行われていた可能性が高い。

微小鉄片(No. 47)を出土した炉２、剥片状資料(No. 49)を出土した炉３の機能についても炉１と同様に解釈することができる[3]。遺跡内では利用目的を果たした鋼製鉄器または別途獲得した鋼を加熱・鍛打し、目的とする鋼製鉄器が製作されていた可能性が高い。なお、炉３からは岩石片が検出されている(表 1 No. 54・55)。岩手大学教育学部･土谷信高教授によると、No. 54 はデイサイト質溶結凝灰岩で、斑晶として斜長石と炭酸塩鉱物化した有色鉱物仮像を含み、透明ガラスが溶結凝灰岩特有のユータキシティック組織を示すという。No. 55 は安山岩～デイサイト質凝灰岩で、斜長石、角閃石あるいは輝石仮、繊維状軽石片、およびバブルウォールタイプの透明火山ガラス片などが含まれることが明らかにされている。築炉に当たりデイサイト質凝灰岩、もしくは安山岩～デイサイト質凝灰岩が使用された可能性が高い。

炉 1 からはほぼガラス化した後固化した流状滓(No. 38･45)、ケイ酸塩を主体とするガラス化した資料が球状に固化した粒状滓(No. 39、No. 40、および No. 42)も検出されている。炉３からもガラス質ケイ酸塩中に微小鉄粒が析出した粒状滓(No. 50)が確認されている。No. 38 を始めとする上記６資料が、鋼を加熱･鍛打した際に鋼表面が酸化され剥離することによって生成した資料とみることはできない。固体鉄を加熱･鍛打する操作とは別の操作の過程で生成した鉄滓の可能性が高い。

既述のとおり、遺跡内からは夥しい数の鋳造鉄器破片が検出されている。遺跡内から鋳型や溶解炉が未確認であること[1]をふまえると、鋳造鉄器破片を再溶融し、目的とする鋳造鉄器を製作するという鋳造操作を指摘することは難しい。想定される操作として、銑鉄を脱炭し鋼を製造する操作が挙げられる。

この操作を実施するためには、銑鉄を溶融または部分溶融し、銑鉄中の炭素を酸化･除去するための、安定的熱源が不可欠である。e-3 で述べた近世の大鍛冶では、木炭の燃焼熱により銑鉄を部分溶融させる。部分溶融した銑鉄に羽口先から送り込まれる空気中の酸素を反応させ、銑鉄の脱炭を図る。この操作において空気中の酸素は銑鉄中の鉄とも反応し、鉄を再酸化する。この反応は発熱反応で、これにより銑鉄の脱炭に不可欠な安定的熱源が保障される。炉１～３から検出された多数の空隙を有する粒状滓(No. 39、No. 41、No. 42、No. 46、No. 50)は、ほぼ溶融状態にあるスラグ浴中に空気が送り込まれ、融液の一部が飛散し、固化した資料と推定される。ガラス化した領域中に微小鉄粒が析出した No. 42 および No. 50 は反応の初期段階で、ガラス質ケイ酸塩中にウスタイトが析出した No. 41、マグネタイトを主体とする No. 46 は、ある程度脱炭が進行した後で生成した資料とみることができる。No. 38 流状滓は Si および Al を主成分とする。砂状物質を素材とする設備または道具類の一部が溶融または部分溶融し、固化した資料と推定される。No. 49 剥片状資料および No. 40 粒状滓から摘出した試料は、ガラス化した領域にマグネタイトまたは少量のヘマタイトが混在する。マクロ組織には目立った空隙はみられない。上記２点については、鋼を加熱･鍛打する際に鋼が木炭と接触し、浸炭されるのを防止するため、鋼表面を覆った粘土が鍛打時に破砕され、飛散した資料の可能性もある。この点については今後、類例の蓄積を図り、吟味する必要がある。

No. 44 剥片状資料、No. 45 流状滓、および No. 53 塊状滓はいずれも酸化鉄に富んだ鉄滓である。No. 42 および No. 44 同様、銑鉄の脱炭過程で生成した鉄滓とみることができる。特に、No. 53 からは銅粒が検出されている。出発物質となった銑鉄中に金属銅が混在していた可能性が高いことを示している。d-1 で述べたとおり、遺跡内から検出された鋳造鉄器破片の中には、金属銅が混在していたものが多数みられた。これらの調査結果も、他地域から運び込まれた鋳造鉄器の破片が、遺跡内で鋼を製造する際の素材として使用された可能性が高い、とする見方を支持している。

これまでの検討結果に基づけば遺跡内における鉄の生産活動として、以下の３点を考えることができる。

ア　鋳造鉄器破片を素材としての鋼の製造

イ　アで製造された鋼を素材としての、日常生活に必要な鋼製鉄器の製作

ウ　他地域から運び込まれた鋼製鉄器を素材としての、日常生活に必要な鋼製鉄器の製作

確認された炉１～３では、イおよびウが実施されていた可能性が高い。アについては別の場所で実施され、その生成物である鉄滓が固着した鋼が炉１～３に運び込まれ、そこで純化および目的とする器形への造形がなされたものと考えられる。なお、銑鉄の脱炭方法としては、e-3で述べた方法の他に、るつぼ製鋼が行われていた可能性があることが、出土資料の金属考古学的調査に基づき指摘されている(赤沼　2007;2008)。この点についても今後検討すべき課題である。

(3) 銅関連資料の調査

a　調査した銅関連資料

高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法(ICP-AES法)により化学成分分析した資料は釘10点(図27)、装身具５点(図29)、刀装具５点(図31)、キセル関係資料{キセル･雁首} ８点(図33)、銭貨29点{図35(1)・(2)}、不定形銅製品11(図37)点、および被熱銅資料10点(図39)の合計78点(No. 11、14、17、58、59、62、66、および68については蛍光Ｘ線分析も実施)、蛍光Ｘ線分析法(XRF)により否破壊分析した資料はNo. 134～146

{図26(1)～(11)、表9}の合計13点、および組織解析した炉壁片３点{図41、図42、表9}の合計２点である。

b　調査試料の摘出

化学成分分析用試料は鉄器同様、保存処理の過程で摘出した。資料表面に固着する土砂を除去した後、肉眼観察で錆化がそれほど進んでいないと判断される部位の表面を覆う錆を、エメリー紙を使って取り除き、新鮮なメタルを露出させ後、ダイヤモンドカッターを装着したハンドドリル（以下、ハンドドリルという）で、0.01～0.02g のメタル試料を摘出した。摘出した試料をエチルアルコール、アセトンに浸し超音波洗浄処理した。洗浄した試料を約 130℃で２時間乾かした後、d の化学成分分析に供した。No.84～112については、銭貨に鋳出されている文字・文様に損傷を与えないよう細心の注意を払い、銭貨裏面の外輪部から微小試料を摘出した(咲山まどか・赤沼英男・佐々木稔 1997)。

炉壁片(No.147～149)については、３資料の試料摘出部位にハンドドリルでＶ字状の切り込みを入れ、１～２g の試料を切り出した。摘出した試料を２分し、一方を組織観察に、もう一方を化学成分分析に供した。

c　蛍光Ｘ線分析法による否破壊分析

保存処理の過程で表面に固着する土砂および表面錆を除去した後、調査資料を減圧乾燥した。乾燥後、文化財用大型試料室付蛍光Ｘ線分析装置{株式会社リガク　system3511；下面照射波長分散型蛍光Ｘ線分析装置、サイドウィンドウ型Cr 管球(出力３kW) が装着}にセットし、分光結晶LiF200、真空下、管電圧－電流、50kv-50mAで、調査資料に含有される重元素を定性分析した。

d　化学成分分析

摘出した 0.01～0.02 g をテフロン分解容器に直接秤量し、以下に示す内田らの方法(内田・平尾　1990)に従って溶解した。試料 0.01 g 当たり硝酸(60wt%)0.167ml を加え１昼夜以上放置する。得られた溶液に塩酸(30wt%)を加え、試料濃度約 1000ppm、塩酸１モル溶液となるように蒸留水で希釈する。このようにして調整した試料溶液に含有される銅(Cu)、錫(Sn)、鉛(Pb)、亜鉛(Zn)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、イオウ(S)、銀(Ag)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、およびカルシウムの 14 成分を、ICP-AES 法で定量した。

e　調査結果および考察

e-1　蛍光Ｘ線分析

図 26(1)は No.66 および No.69 の蛍光Ｘ線Ｘ線分析法(XRF)による定性分析結果である。No66 は Cu-Pb 合金で、Sb、および微量の As、Fe、および Ag が含有されている。No.69 および No.72 は Cu を主成分とし、No.69 からは他に少量の Pb、Sn、および Zn が、No.72 からは微量の Pb、Zn、Ni、Fe、および Ag が検出されている。e-2 で述べる ICP-AES 法による化学成分分析結果(表 10)によると、No.66 の化学組成は上記蛍光Ｘ線分析結果とほぼ整合するが、No.69 および No.72 からそれぞれ Zn、Pb および Zn が検出されておらず、若干の差異がみられる。表面に固着する金属錆の影響の可能性がある。No.113、No.114、および No.121 も No.69 同様 Cu 地金で、No.113 からは Pb、Ni、Fe、Zn が、No.114 および No.121 からは Pb および Fe が検出されている{図 26(1)～(4)}。No.117 は真鍮(Cu-Zn 合金)で他に微量の Pb および Fe が{図 26(3)}、No.123 は青銅(Cu-Sn-Pb 合金)で、他に微量の Fe および Ag が含有されている{図 26(4)}。これらの結果は表 10 ともほぼ整合する[5]。

図 26 (5) ～(11)には No.134～146 の蛍光Ｘ線分析法による定性分析結果を示してある。No.134 および No.137 は青銅で前者は微量の Fe および Ag、後者は微量の Ni および Fe を含有する。No.135、No.136、No.142、No.144、No.145、および No.146 は Cu-Pb 合金で、No.135 からは微量の Fe、No.142 からは微量の Ni および Fe、No.136 からは As、Fe、Ag、No.144 および No.146 からは Fe および Ag、NNo.145 からは Ni、Fe、Ag が検出されている。No.134 および No.137 は青銅で、No.134 には Fe、As、Ag が、No.137 には As、Ni、Fe が

含有されている。No. 138、No. 139、No. 140、No141、およびNo. 143は真鍮で、No. 138およびNo. 143からはSn、Pb、Ni、Fe、Ag、No. 139からはPb、Fe、Ag、No. 140からはSn、Pb、Fe、Ag、No. 141からはSn、Pb、Ni、Fe、Ag、Asが検出されている。　蛍光X線分析結果に基づけば、調査試料の地金は銅、Cu-Pb合金、青銅、および真鍮に大別される。

e-2　調査試料の化学組成

表10に調査試料の化学成分分析結果を示す。No. 103およびNo. 107～109を除く74資料の14成分の合計は92.61mass%以上で、メタルと錆、またはほぼメタルによって構成される試料が分析されている。地金中の主成分元素および微量元素は、それぞれの資料を製作する際に使用された合金の化学組成をほぼ反映しているものとみることができる。

No. 56～65、No. 69、No. 71～75、No. 77、No. 99、No. 113、No. 114、No. 116、No. 120～122、No. 124、No. 126、No. 130、No. 131、およびNo. 133はCu地金を素材とする。No. 67、No. 68、No. 93、No. 101、No. 103、No. 105、No. 110、No. 112、No. 119、No. 125、No. 129、およびNo. 132はCu-Pb合金、No. 68、No. 70、No. 76、No. 78～83、No. 108、No. 115、No. 117、およびNo. 118は真鍮を用いて製作されている。Cu-Pb合金としたNo. 125には2.24maas%のZnも含有されている。No. 84～92、No. 94～98、No. 100、No. 102、No. 104、No. 106、No. 107、No. 109、No. 111、No. 123、No. 127、およびNo. 128は青銅を素材とする。

e-3　釘の化学組成

図27は釘の外観、図$28a_1$はNo. 56～65(表9)に含有されるCu、Sn、およびPb三成分比を三角ダイヤグラムにプロットした図である。調査試料全てが図の左下にプロットされており、Cu地金を素材としていることがわかる。図$28a_2$は10試料に含有されるCu、Sn、およびPbの合計、As、Sb、およびBiの合計、およびFeを100mass%に規格化しプロットした図である。No. 60およびNo. 61は図のやや右側にプロットされているが、他の8試料はほぼ左端下にまとまって分布する。No. 60およびNo. 61のAs含有量が他の8試料よりもわずかに多い関係で、図$28a_2$では他の8試料よりもやや離れた位置にプロットされているが、化学組成に顕著な差異はみられない。No. 56～65の製作にはほぼ同じ化学組成の地金が用いられた、とみなすことができる。

調査資料は17世紀後葉から19世紀中葉に比定されている。約2世紀にも渡り、一定の組成のCu地金を製造する地域が存在した、あるいは当該期間Cu地金の製造技術が一定の水準に達し、複数の地域においてほぼ同じ組成の銅地金が製造されていた可能性があることを示唆する結果である。

e-4　装身具の化学組成

図29は調査した装身具の外観、図$30a_1$はNo. 66～70(表9)に含有されるCu、(Sn+Zn)、およびPbを三角ダイヤグラムにプロットした図である。既述のとおり、No. 68およびNo. 70は真鍮製であることから、図$30a_1$ではSnにZnの値を加えたものを、図$30a_2$ではCu、Sn、Pbの値にZnを加えたものをプロットした。No. 66およびNo. 69は図$30a_1$の左下に、No. 67は左記2試料とはやや離れた位置に分布する。上記3試料はCu地金で、No. 67がやや離れた位置にあるのは、No. 66およびNo. 69よりも高レベル(約3倍強)のPbが含有されていることに起因する。図$30a_2$ではNo. 66およびNo. 67は他の3試料よりも右方下にプロットされている。上記2試料に7mass%を超えるSbが含有されていることによる。図30から調査した装身具は、真鍮を素材とするNo. 68およびNo. 70、Cuを素材とするNo. 66、No. 67、およびNo. 69の2つに分類され、さらに後者は高レベルのSbを含有するNo. 66およびNo. 67とNo. 69に細分される。No. 66およびNo. 67から検出された7mass%を超えるSbは地金の強度を高めるため、人為的に添加された可能性が高い。

e-5　刀装具の化学組成

図31は刀装具の外観、図$32a_1$はNo. 71～75(表9)に含有されるCu、Sn、およびPb三成分比を三角ダイヤ

グラムにプロットした図である。調査試料全てが図の左下にプロットされており、銅地金を素材としていることがわかる。図32a$_2$は5試料に含有されるCu、Sn、およびPbの合計、As、Sb、およびBiの合計、およびFeを100mass%に規格化しプロットした図である。No.72は右方下にプロットされているが、他の4試料は左下にまとまって分布する。No.72には他の4試料に比べ7倍強のAsが含有されている。図32a$_2$にはそれが反映されているが、No.72のAs含有量は0.75mass%に過ぎない。No.71〜75はほぼ同じ化学組成のCuを用いて製作されていた、とみることができる。刀装具の素材となったCu地金についてもe-3で述べた釘同様、17世紀後葉から19世紀中葉に、一定の組成のCu地金を製造する地域が存在した、あるいは当該期間Cu地金の製造技術が一定の水準に達し、複数の地域においてほぼ同じ組成の銅地金が製造されていた可能性があることを示唆している。

e-6　キセル関係資料の化学組成

図33は調査した装身具の外観、図34a$_1$はNo.76〜83(表9)に含有されるCu、(Sn+Zn)、およびPbを三角ダイヤグラムにプロットした図である。既述のとおり、No.77はCu、他の7試料は真鍮製であることから、図34a$_1$ではSnにZnの値を加えたものを、図34a$_2$ではCu、Sn、Pbの値にZnを加えたものをプロットした。No.77は図34a$_{1\cdot2}$のいずれにおいても左下に、他の6試料は図34a$_1$の上方にほぼまとまって、図34a$_2$では左上方やや離れた位置に分布する。図34a$_1$は、No.76、No.78〜83の製造に使用された真鍮の、CuおよびZnの合金配合比率がほぼ同じであることを示している。図34a$_2$にみられるバラツキは主としてNo.76、No.78〜83に含有されるFeおよびAsに起因するが、それぞれ0.029〜0.626mass%、0.01〜0.14mass%の範囲にあり、顕著な化学組成上の差異はみられない。No.76、No.78〜83はほぼ同じ化学組成の真鍮を用いて製作された、とみることができる。

e-7　銭貨の化学組成

出土銭貨の銭種および鋳造年代と合金組成の関係は未解明である。わが国では皇朝十二銭以降、いわゆる一般庶民が日常の日払いに使用する銅貨の発行は途絶え、寛永13年(1936年)、江戸幕府によって寛永通寳が初鋳されるまでの間、もっぱら大陸からもたらされた銭貨が使用される。日常使用される銭貨には政府が発行した公鋳銭に加え、当該国内で密造された私鋳銭、および第三国で製造された模鋳銭が混在し流通していること、公鋳銭であっても政治・経済情勢の変化に応じ改鋳が行われるため、同じ銭種であっても合金組成の異なるものが存在する。中世および近世における銭貨流通の実態解明には、型式分類された銭貨地金の化学成分分析値を蓄積し、型式と素材の両面から分類する必要があることはいうまでもない。

図35(1)・(2)は調査した銭貨の外観、図36a$_1$はNo.84〜112(表9)に含有されるCu、Sn、およびPb三成分比を三角ダイヤグラムにプロットした図である。既述のとおり、No.108は真鍮を素材とする。そこでNo.108についてはSnにZnを加えた値をプロットしている。図中の曲線は、Cu-Sn-Pb三元系の2液相分離領域を示すもので、曲線より右側の領域はPbの分布が不均一に、すなわち、鉛の著しい偏析が起こる組成とされる(高橋　2002)。No.92、No.84、No.86、No.90、No.91、およびNo.102は2液相分離領域を示す曲線の近傍、No.87、No.88、No.89、およびNo.107は曲線の右側に分布する。これら10試料はPbの編析が著しい青銅を用いて製作されている可能性が高い。

図の黄色で示した領域は、形態学的研究により公鋳銭と判定された洪武通寳の分布域を示している。当該領域に分布する銭貨は、No.85(古寛永通寳)、No.95(古寛永通寳)、No.98(中国銭)、およびNo.106(新寛永通寳)の4点である。No.97はCu-Sn合金、No.108は真鍮、No.99はCuを素材とする。No.94、No.96、No.104は洪武通寳よりもSn含有量が低くPb含有量が高い地金、No.100、No.109、No.111は洪武通寳よりもSnおよびPb含有量が低い地金を用いて製作されている。No.93、No.101、No.103、No.105、No.110、およびNo.112はCu-Pb合金を素材とする。

図36a_2はCu、Sn、Pbの合計、As、Sbの合計、およびFeを100%に規格化しプロットしたものである。No. 110は図の右上方に、No. 101、No. 102、No. 111は図の中央から左やや上方に、No. 92、No. 93、No. 97、No. 99、No. 103、No. 105、およびNo. 109は図のやや左下にほぼまとまって分布する。他の試料は図の左歯端下にまとまってプロットされている。No. 101が図の右方に大きく離れて分布する理由は高レベルのAsおよびFeに起因する。合金の素材となったCu地金を製造する際の脱鉄が不十分だったことを示している。No. 102、No. 111、およびNo. 92、No. 93、No. 97、No. 99、No. 103、No. 105、およびNo. 109が左端下から右方の離れた位置に分布する理由は、0.46〜2.05mass%とやや高いレベルのAsに起因する。AsはCu地金の強度を高める働きがある。上記9試料から検出されたAsが人為的に添加されたか否かについては、今後類例の蓄積を図り吟味する必要がある。

図36に基づけば、調査した銭貨は概ね以下の5グループに分類される。

① 青銅を素材とし、公鋳銭と判定された洪武通寶とほぼ同じ合金比率をとる銭貨(No. 85、No. 95、No. 98、No. 106)

② Cu-Sn合金を素材とする銭貨(No. 97)

③ 青銅を素材とし、Pbの偏析が著しい資料(No. 87、No. 88、No. 89、No. 92、No. 84、No. 86、No. 90、No. 91、No. 102、No. 107)

④ ①の4銭貨よりもSnの含有率を下げ、Pbの含有率を上げた地金を素材とする銭貨 (No. 94、No. 96、No. 104)

⑤ ①の4銭貨よりもCuの含有率を上げ、SnおよびPbの含有率を下げた銭貨(No. 100、No. 109、No. 111)

⑥ Cu-Pb合金を素材とする銭貨 (No. 93、No. 101、No. 103、No. 105、No. 110、およびNo. 112) (No. 110、No. 101、No. 112には高レベルのAsまたはFeが含有されている)

⑦ Cuを主成分とする銭貨 (No. 99)

⑧ 真鍮を素材とする銭貨(No. 108)

e-8　不定銅製品の化学組成

図37は調査した不定銅製品の外観、図38a_1はNo. 113〜123(表9)に含有されるCu、(Sn+Zn)、およびPbを三角ダイヤグラムにプロットした図である。既述のとおり、No. 115、No. 117、およびNo. 118は真鍮製であることから、図38a_1ではSnにZnの値を加えたものを、図38a_2ではCu、Sn、Pbの値にZnを加えたものをプロットした。No. 113、No. 114、No. 116、No. 120〜122は図38a_1の左端下に、No. 119およびNo. 123は左記6試料とは右方のやや離れた位置に分布する。No. 113、No. 114、No. 116、No. 120〜122はCu、No. 119はCu−Pb合金、およびNo. 123は青銅を素材とする。真鍮製のNo. 115、No. 117、およびNo. 118は図の左上方にまとまって分布する。図38a_2においてNo. 119およびNo. 123は右下に離れて分布する。これは他の9試料に比べ、As含有量が高いことに起因する。検出されたAsについては、人為的に添加された、あるいは素材となった地金、とりわけCuを製造する際に用いられた銅鉱石に相当量のAs鉱物が混在していて、その一部が最終的に製造されたCuに残り、No. 119およびNo. 123の合金地金に取り込まれた、とする見方をとれる。No. 120およびNo. 122も他に比べやや高レベルのAsを含有するが、No. 113、No. 114〜118、およびNo. 121に比べ両者の含有量それほど顕著な差異はみられない。図38に基づけば、不定銅製品は真鍮を素材とするNo. 115、No. 117、およびNo. 118、Cuを素材とするNo. 113、No. 114、No. 116、No. 120〜122、Cu-Pb合金を素材とするNo. 119、および青銅を素材とするNo. 123に分類される。

e-9　被熱銅製品関連資料の化学組成

図39は調査した不定銅製品の外観、図40a_1はNo. 124〜133(表9)に含有されるCu、Sn、およびPbを三角ダイヤグラムにプロットした図である。既述のとおり、No. 127およびNo. 128は青銅、No. 124、No. 126、No. 130、 No. 131、および No. 133 は Cu、No. 125、No. 129、および No. 132 は Cu-Pb 合金を素材とする。図 $40a_2$ は 10 試料に含有される Cu、Sn、および Pb の合計、As、Sb、および Bi の合計、および Fe を 100mass%に規格化し、プロットした図である。No. 132 は右方下に、No. 125、No. 128、No. 129、No. 131 はやや右方下に、No. 127 は右やや上方に、No. 130 は左やや上方にプロットされている。No. 124、No. 126、および No. 133 は左下にほぼまとまって分布する。No. 127 が右やや上方にプロットされる理由は、他の試料に比べやや高いレベルの As および Fe に、No. 132 が右方に離れて分布する理由は高レベルの As に、No. 125、No. 128、No. 13、および No. 129 がやや右方に離れる理由はやや高いレベルの As に起因する。No. 125 および No. 126 にはそれぞれ 2.24mass%、1.72mass%の Zn が含有されていている(表 10)。図 40 に基づけば、被熱銅製品関連資料は、青銅を素材とする No. 127 および No. 128、Cu-Pb 合金を素材とする No. 129 および No. 132、Cu-Pb 合金で少量の Zn を含有する No. 125、Cu を素材とし少量の Zn を含有する No. 126、Cu を素材とする No. 124、No. 130、および No. 133、Cu を素材とし As 含有量の高い No. 131 に分類される。

e-10　炉壁片

図 41 および図 42 は遺跡内から検出された２つの炉壁片(No. 147 および No. 148)と、るつぼ破片と推定される資料(No. 149)から摘出した試料の組織観察結果である。３試料とも著しく溶融または部分溶融し、発砲している。マクロ組織中にはところどころに Cu 粒の点在がみられる。EPMA による分析ではガラス化した領域に酸化鉄の固着はみられない。Cu 粒の点在から、３資料は銅または銅合金関連の生産活動に伴って使用された資料と考えられる。

これまでの調査結果に基づけば、福山城下町遺跡には、真鍮、青銅、Cu－Pb 合金、Cu を素材として製作された製品が運び込まれている。被熱銅製品関連資料の検出および Cu 粒が点在し、相当の高温下にさらされたことを示す炉壁片およびるつぼ容器の破片と推定される資料が出土していることを考え合わせると、遺跡内では複数の地域からもたらされた銅または銅合金製品を処理し、北海道内の日常生活に必要な製品を作り出していたものと推定される。ニンカリにみられるように、検出された資料の中にはアイヌ社会特有の資料も認められる。銅または銅合金を素材とする資料の主たる供給地は本州と考えられるが、上記資料の検出は、アイヌ社会において使用目的を果たした製品も遺跡内に運び込まれていた可能性があることを示している。福山城下町遺跡における金属器の搬入経路については類例を重ね検討すべき課題である。

(4)　まとめ

福山城下町遺跡の発掘調査によって検出された鉄関連資料および銅関連資料の金属考古学的調査結果について述べてきた。これまでの調査結果を整理すると以下のとおりとなる。

ア. 遺跡内では利用目的を果たした鋼製鉄器を加熱･鍛打して、北海道の日常生活に必要な鋼製鉄器を製作していた可能性が高い。

イ. 遺跡内では利用目的を果たした鋳造鉄器を脱炭して鋼を製造し、それを加熱･鍛打して北海道の日常生活に必要な鋼製鉄器を製作していた可能性が高い。

ウ. 遺跡内では利用目的を果たした銅または銅合金を素材とする製品を処理し、北海道の日常生活に銅または銅合金を素材とする製品を製作していた可能性が高い。

エ. 利用目的を果たした金属器は主として本州からもたらされたものと考えられるが、アイヌ社会からも運び込まれていた可能性を考える必要がある。

近世アイヌ社会における金属器の普及に、福山城下町遺跡が果たした役割は未解明である。今後、類似資料の蓄積を図り、北海道内および本州から出土する他の金属資料の組成と比較することにより、その実態がよりみえてくると思われる。

注

1) 財団法人北海道埋蔵文化財調査センター・鈴木信氏からのご教授による。
2) 表4No. 37からはNo. 51の4倍のNi、6倍のCuが検出されている。No. 37からNo. 51の10倍を超えるT. Feが検出されていることをふまえると、高レベルのNiおよびCuはNo. 37に混在する鉄錆に起因する可能性がある。
3) 早稲田大学理工学術院基礎理工学部・伊藤公久教授からのご教授による。
4) これまでの調査結果に基づけば、0.005mass%以上のCuを含有する砂鉄の検出は未確認である(赤沼2004；2009)。
5) 蛍光X線分析ではNo. 113から微量のZnが検出されているが、ICP-AES法では未検出である。資料表面を覆う錆に起因する可能性がある。

引用・参考文献

赤沼英男　2004『出土遺物の組成からみた物質文化交流』
赤沼英男　2009『東北地方北部および北海道出土刀剣類の形態と組成からみた日本刀成立過程』岩手県立博物館
赤沼英男　2007「厚真町上幌内モイ遺跡出土鉄器の金属考古学的調査結果」『上幌内モイ遺跡(2)』厚真町教育委員会、pp. 326-346
赤沼英男[キウス9遺跡出土鉄関連資料の金属考古学的調査結果]『千歳氏　キウス9遺跡』財団法人　北海道埋蔵文化財センター、2008、pp. 362-407
内田哲男・平尾良光(1990)「ICP分析法による銅製考古学的資料分析の基礎的研究」保存科学、29、pp. 43-49
河瀬正利　1995『たたら吹製鉄の技術と構造の考古学的研究』水車、pp. 152-162
釜石市教育委員会　2009『橋野高炉跡範囲内容確認調査概報』
佐々木稔、村田朋美　1984「古墳出土鉄器の材質と地金の製法」季刊考古学、8、pp. 27-33
咲山まどか・赤沼英男・佐々木稔 1997「出土銭貨の極少量試料摘出による化学成分分析とその修復法」出土銭貨、7、pp. 106-116
佐藤知雄編　1968『鋼の顕微鏡写真と解説』丸善株式会社
高橋恒夫編(2002)『新版　非鉄金属材料選択のポイント　第2版』(財) 日本規格協会
東北大学金属材料研究所編　1953『金属顕微鏡組織』丸善株式会社
日本鉄鋼協会編　1981『鉄鋼便覧』
福田豊彦　1999「近世前期、和鉄の生産と流通の基本形態」たたら研究、39、pp. 15-24
村上英之助　1996「中沢・村上の往復書簡」たたら研究、36・37号、pp.78-88

表１　福山城遺跡出土鉄器分析一覧

分析試料番号	資料番号（No.）	資料名	検出遺構	層位	推定年代
1	A-1-2	鋳造鉄器破片	溝4	覆土	17世紀前葉～18世紀前葉
2	A-1-3	鋳造鉄器破片	炉1・L2	炉1は火床、L2はⅠ層	17世紀末～18世紀初
3	A-1-4①	鋳造鉄器破片	蔵2	東側砂利層	18世紀後葉～19世紀中葉
4	A-1-4②	鋳造鉄器破片		東側砂利層	18世紀後葉～19世紀中葉
5	A-2-9	鋳造鉄器破片	L3・M3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
6	A-2-14	鋳造鉄器破片	M4	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
7	A-2-15	鋳造鉄器破片	M5	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
8	No.47	鋳造鉄器破片	L3	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
9	No.48あ	鋳造鉄器破片	L3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
10	No.48う	鋳造鉄器破片		Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
11	No.59	鋳造鉄器破片	L5	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
12	A-3-65	鋳造鉄器破片	M4	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
13	No.101	かすがい	M3	Ⅳ層	17世紀前葉
14	No.111	かすがい	樽2	掘方	19世紀前葉～19世紀中葉
15	No.112	かすがい	木枠1	覆土	18世紀後半～19世紀中葉
16	No.113	かすがい	井戸3	掘方	19世紀前葉以降
17	No.116	かすがい	M6	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
18	No.118	かすがい	N2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
19	No.119	かすがい	N3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
20	No.122あ	かすがい	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
21	No.122い	かすがい		Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
22	No.125	かすがい	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉
23	No.127	かすがい	L2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
24	No.134	かすがい	M2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
25	No.144あ	かすがい	M4	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
26	No.144い	かすがい		Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉
27	No.151あ	鉄釘	木枠1	覆土	18世紀後半～19世紀中葉
28	No.176	鉄釘	溝1	覆土2層	18世紀後葉～19世紀中葉
29	No.188	鉄釘	溝2	覆土1層	18世紀後葉～19世紀中葉
30	No.193	鉄釘	井戸1	覆土3層	18世紀後葉～19世紀中葉
31	No.195	鉄釘	井戸1	覆土4層	18世紀後葉～19世紀中葉
32	No.221	鉄釘	蔵2	試掘坑（Ⅰ層相当）	18世紀中葉～19世紀中葉
33	No.220う	鉄釘	蔵2	試掘坑（Ⅰ層相当）	18世紀中葉～19世紀中葉
34	No.236頭	鉄釘	蔵2	4層（Ⅱ層相当）	17世紀後葉～18世紀前葉
35	No.267	鉄釘	蔵2	南側砂利層	18世紀後葉～19世紀中葉
36	No.24	剥片状資料	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
37	No.26	砂状物質	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
38	No.27	流状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
39	No.30	粒状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
40	No.31	粒状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
41	No.32	粒状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
42	No.33	粒状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
43	No.35	鉄片	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
44	No.36	剥片状鉄滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
45	No.37	流状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
46	No.38	粒状滓	炉1	火床付近	17世紀末～18世紀初
47	No.42	鉄片	炉2	火床	17世紀末～18世紀初
48	No.43	粒状滓	炉2	火床	17世紀末～18世紀初
49	No.25	剥片状資料	炉3	火床	17世紀後葉～18世紀前葉
50	No.34	粒状滓	炉3	火床	17世紀後葉～18世紀前葉
51	No.44	砂状物質	炉3	火床	17世紀後葉～18世紀前葉
52	No.45	鉄片	炉3	火床	17世紀後葉～18世紀前葉
53	No.710	塊状滓	L4	Ⅰ層	18世紀中葉～19中葉
54	No.45	石片	炉3	火床	17世紀後葉～18世紀前葉
55	No.45	石片	炉3	火床	17世紀後葉～18世紀前葉

*分析番号を除く考古学的情報は、財団法人北海道埋蔵文化財センター・鈴木信氏による。No. 1～12の大半は鉄鍋破片である。

表2　鉄器の調査結果

分析試料番号	化学成分(mass%) T.Fe	Cu	Ni	Co	Mn	P	S	Sn	Sb	As	Mo	Ti	Si	Ca	Ba	Zr	Cr	Al	Mg	V	Na	K	ミクロ組織	非金属介在物	Cu・Ni・Co三成分比 Co＊(Co/Ni)	Cu＊(Cu/Ni)	Ni＊＊(Ni/Co)	Cu＊＊(Cu/Co)
1	84.44	0.162	0.011	0.027	0.005	0.40	0.03	0.01	<0.01	0.01	0.002	<0.001	0.19	<0.001	<0.01	0.001	0.009	<0.001	0.001	0.006	0.004	0.003	L、Cu粒	-	2.45	14.7	0.41	6.00
2	94.25	0.438	0.008	0.014	0.007	0.31	0.04	0.01	<0.01	0.01	0.001	<0.001	0.13	0.018	<0.01	0.001	0.003	<0.001	0.001	0.006	0.003	0.003	L、Cu-S系化合物、Fe-P系領域、Fe-P-S系領域	-	1.75	54.8	0.57	31.3
3	95.94	0.191	0.011	0.020	0.006	0.13	0.03	0.01	<0.01	0.02	0.001	<0.001	0.08	<0.001	<0.01	0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.003	0.003	L、G、Cu-S系化合物	-	1.82	17.4	0.55	9.55
4	87.00	0.346	0.017	0.020	0.005	0.17	0.03	0.02	0.01	0.03	0.002	<0.001	0.11	<0.001	<0.01	0.001	0.003	<0.001	0.001	0.005	0.003	0.003	L、G、Cu粒	-	1.18	20.4	0.85	17.3
5	93.40	0.180	0.031	0.017	0.011	0.24	0.03	0.01	<0.01	0.01	0.001	0.010	0.14	<0.001	<0.01	0.001	0.002	<0.001	0.001	0.007	0.003	0.003	L、G、Fe-P系領域	-	0.55	5.81	1.82	10.6
6	93.68	0.016	0.006	0.010	0.007	0.15	0.05	0.01	<0.01	0.01	0.001	<0.001	0.10	<0.001	<0.01	0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.003	0.003	L、Fe-P-C系領域、Fe-S系領域	-	1.67	2.67	0.60	1.60
7	94.04	0.012	0.006	0.008	0.008	0.18	0.03	0.01	<0.01	0.01	0.001	<0.001	0.11	<0.001	<0.01	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.009	0.003	0.003	L、Cu-S系領域、Fe-S系領域	-	1.33	2.00	0.75	1.50
8	95.69	0.164	0.008	0.013	0.011	0.16	0.03	0.01	<0.01	0.01	0.002	<0.001	0.11	<0.001	<0.01	0.001	0.002	<0.001	0.001	0.007	0.003	0.003	L、Fe-S系領域、Fe-P系領域	-	1.63	20.5	0.62	12.6
9	93.63	0.078	0.006	0.009	0.005	0.13	0.03	0.01	<0.01	0.01	0.001	<0.001	0.14	<0.001	<0.01	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.004	0.003	L、Fe-S系領域	-	1.50	13.0	0.67	8.67
10	82.70	0.030	0.025	0.012	0.008	0.20	0.10	0.01	<0.01	0.01	0.001	0.005	0.14	0.013	<0.01	0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.003	0.003	L、G、Fe-S系領域	-	0.48	1.20	2.08	2.50
11	84.99	0.075	0.023	0.012	0.008	0.21	0.04	0.01	<0.01	0.01	0.002	<0.001	0.04	<0.001	<0.01	0.001	0.002	<0.001	0.001	0.009	0.003	0.003	L、G、Fe-Mn-S系領域	-	0.52	3.26	1.92	6.25
12	90.90	0.093	0.021	0.011	0.005	0.15	0.04	0.01	0.00	0.01	0.001	0.001	0.14	0.002	<0.01	0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	L、Fe-P-C系領域、Cu-S系領域、Fe-P系領域	-	0.52	4.43	1.91	8.45
13	98.78	0.018	0.040	0.098	<0.001	0.03	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.002	<0.001	0.11	<0.001	<0.01	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.003	0.003	Pa(<0.1)	Wus、XF、Tmag、Ma	2.45	0.45	0.41	0.18
14	97.97	0.006	0.006	0.013	<0.001	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	0.21	<0.001	<0.01	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.004	Pa(<0.1)	(Wus、Ma)、(Wus)	2.17	1.00	0.46	0.46
15	96.05	0.008	0.013	0.016	<0.001	0.10	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.002	<0.001	0.16	<0.001	<0.01	0.001	<0.001	0.003	0.001	<0.001	0.003	0.005	Pa(<0.1)	(Tmag、Gl)、(XT、Gl)	1.23	0.62	0.81	0.50
16	97.62	0.004	0.023	0.011	0.003	0.03	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.001	0.014	0.19	0.014	<0.01	0.001	<0.001	0.023	0.005	<0.001	0.006	0.016	Pa(<0.1)、Pa(0.1-0.2)	Wus、XT、XF、Ma	0.48	0.17	2.09	0.36
17	98.08	0.008	0.034	0.042	0.002	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.001	0.029	0.13	0.026	<0.01	0.001	0.002	0.010	0.007	<0.001	0.003	0.007	Pa(<0.1)	(Wus、Tmag、Ma)、(IO、Tmag、XF、Ma)	1.24	0.24	0.81	0.19
18	94.20	0.007	0.030	0.033	0.010	0.08	0.03	0.01	<0.01	<0.01	0.001	0.256	0.20	0.030	<0.01	0.004	0.006	0.038	0.028	0.010	0.005	0.012	Pa(0.1-0.2))、Pa(0.6-0.7)	Ru、Gl	1.10	0.23	0.91	0.21
19	60.22	0.010	0.017	0.007	0.106	0.05	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	0.052	0.24	0.295	<0.01	0.007	0.008	0.050	0.040	0.043	0.006	0.004	no	IO、XF	0.41	0.59	2.43	1.43
20	98.68	0.003	0.002	0.009	<0.001	0.04	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	0.27	<0.001	<0.01	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.004	Pa(<0.1)	(Gl)、(Wus、XF、Ma)	4.50	1.50	0.22	0.33
21	99.95	0.005	0.038	0.039	0.001	0.06	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.002	<0.001	0.16	<0.001	<0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.003	0.003	Pa(<0.1	Wus、XF、Ma	1.03	0.13	0.97	0.13
22	98.68	0.007	0.045	0.015	0.003	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.001	0.010	0.34	0.043	<0.01	0.003	0.001	0.024	0.012	0.005	0.005	0.014	Pa(<0.1)	Wus、Fa、Ma	0.33	0.16	3.00	0.47
23	94.23	0.003	0.027	0.015	0.001	0.03	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.008	<0.001	0.21	0.006	<0.01	<0.001	<0.001	0.012	0.005	<0.001	0.004	0.007	Pa(0.1-0.2)、Pa(<0.1)	(Wus、Fa、Ma)、(Fa、Gl)	0.56	0.11	1.80	0.20
24	98.09	0.007	0.010	0.041	<0.001	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.029	0.22	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001	0.005	0.005	<0.001	0.003	0.005	Pa(0.1-0.2)、Pa(<0.1)	Ul、Ma	4.10	0.70	0.24	0.17
25	94.79	0.007	0.008	0.033	<0.001	0.08	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	0.14	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.004	Pa(0.2-0.3)、Pa(<0.1)	Wus、XF、Ma	4.13	0.88	0.24	0.21
26	98.36	0.003	0.024	0.011	0.005	0.10	0.02	0.01	<0.01	0.01	0.001	0.024	0.29	0.014	<0.01	<0.001	<0.001	0.027	0.007	<0.001	0.008	0.010	Pa(<0.1)	Wus、Fa、Ma	0.46	0.13	2.18	0.27
27	98.87	0.005	0.004	0.010	0.001	0.09	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.001	0.018	0.18	0.012	<0.01	0.001	0.002	0.014	0.003	<0.001	0.006	0.010	Pa(<0.1)	(Wus、XF、Fe-S、Ma)、(IO、Tmag、XF、Ma)	2.50	1.25	0.40	0.50
28	96.78	0.004	0.107	0.018	0.002	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.002	0.000	0.44	<0.001	<0.01	<0.001	0.047	<0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	no	no	0.17	0.04	5.94	0.22
29	96.42	0.008	0.051	0.012	0.004	0.05	0.02	0.01	<0.01	<0.01	0.002	0.007	0.26	0.033	<0.01	<0.001	0.006	0.011	0.005	<0.001	0.004	0.009	Pa(0.2-0.4)、Pa(0.1-0.2)	(Gl)、(Ma)	0.24	0.16	4.25	0.67
30	97.04	0.005	0.040	0.012	0.001	0.06	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.002	0.014	0.25	0.018	<0.01	0.001	<0.001	0.020	0.006	<0.001	0.005	0.013	Pa(<0.1)	Wus、XF、Ma	0.30	0.13	3.33	0.42
31	50.26	0.018	0.043	0.047	0.304	0.58	0.58	0.01	<0.01	<0.01	0.006	0.010	0.24	0.533	0.01	<0.001	<0.001	0.009	0.016	0.000	0.006	0.004	no	Wus	1.09	0.42	0.91	0.38
32	50.63	0.028	0.044	0.021	0.016	0.11	0.34	0.00	<0.01	<0.01	<0.001	0.025	0.23	0.040	<0.01	0.003	0.009	0.028	0.018	0.028	0.004	0.005	Cm(0.2-0.3)	Ul、XF、Ma	0.48	0.64	2.10	1.33
33	97.62	0.012	0.025	0.037	0.013	0.07	0.02	<0.01	<0.01	0.01	0.003	0.117	0.32	0.038	<0.01	0.001	0.001	0.062	0.023	0.014	0.013	0.028	Pa(<0.1)	(Ul、Gl)、(Ul、XF、Ma)	1.48	0.48	0.68	0.32
34	57.40	0.012	0.007	0.005	0.054	0.21	0.23	0.01	<0.01	0.01	0.008	0.056	0.44	0.172	<0.01	0.002	0.002	0.031	0.013	<0.001	0.006	0.011	Pa(0.3-0.4)、Pa(<0.1)	(Mag、Ma)、(Mag、Tmag、Ma)	0.71	1.71	1.40	2.40
35	61.64	0.013	0.019	0.012	0.412	0.15	0.05	<0.01	<0.01	0.01	0.003	0.017	1.08	1.19	0.01	0.001	<0.001	0.354	0.066	0.001	0.034	0.055	Cm(0.3-0.4)	no	0.63	0.68	1.58	1.08

＊ Noは表１に対応。化学成分分析はICP-AES法による。

＊＊ Pa＝パーライト、Cm＝セメンタイトまたはその欠落孔、括弧内の数値はミクロエッチングまたはミクロ組織から推定される炭素含有量。エッチングはナイタールによる。

＊＊＊L＝レーデブライト、G＝片状黒鉛、IO＝Fe-O系化合物(Wus＝ウスタイト)、XT＝Fe-Mg-Ti-Al-O系化合物(Tmag＝チタノマグネタイト、Ul＝ウルボスピネルに近い組成の鉄チタン酸化物)、Ru＝ルチルに近い組成のチタン酸化物、XF＝Fe-Mg-Si-O系化合物(Fa＝鉄かんらん石)、Gl＝ガラス質ケイ酸塩、Ma＝微細粒子が混在するガラス化した領域。

表３(1)　鋼製鉄器に見出された非金属介在物のEPMAによる定量分析結果

No.	鉱物組成 (M.C.)	測定領域	図	化学成分 (mass%)														合計
				Na_2O	Al_2O_3	P_2O_5	SiO_2	MnO	CaO	FeO	MgO	K_2O	TiO_2	V_2O_5	V_2O_3	ZrO_2	Cr_2O_3	
13	Tmag	(1)	8	0.03	7.07	<0.01	0.16	0.31	<0.01	60.4	2.11	<0.01	24.9	3.80	－	0.02	－	98.80
15	Tmag	(1)	9	0.05	6.11	0.01	1.11	0.70	0.18	59.9	1.24	0.16	28.2	2.24	－	<0.01	－	99.90
	Gl	(1)		0.79	11.2	1.41	40.4	0.58	6.91	32.9	1.49	2.79	1.54	0.10	－	0.10	－	100.21
18	Gl	(1)	10	0.43	15.6	<0.01	50.1	0.65	11.4	2.40	3.61	2.60	8.90	－	0.09	0.50	<0.01	96.28
20	Wus	(1)	11	0.01	0.6	<0.01	0.3	0.09	0.0	94.4	0.26	0.00	1.40	0.11	－	－	<0.01	97.17
21	Wus	(1)	11	0.01	0.57	<0.01	0.28	0.09	0.01	94.4	0.26	<0.01	1.40	0.11	－	－	<0.01	97.13
	Wus	(2)		0.01	0.87	<0.01	0.21	0.10	<0.01	94.3	0.35	<0.01	1.33	0.05	－	－	0.02	97.24
	Wus	(1)		0.00	0.75	<0.01	0.30	0.03	0.00	93.2	0.28	<0.01	1.63	0.20	－	－	0.01	96.40
22	Wus	(1)	12	0.04	0.75	<0.01	0.17	0.00	0.00	94.3	0.19	0.00	0.29	0.06	－	－	0.07	95.87
	Fa	(1)		0.45	4.68	6.03	26.3	0.19	1.82	57.2	0.98	2.01	0.10	<0.01	－	－	0.02	99.78
23	Wus	(1)	12	0.03	0.59	<0.01	0.21	0.04	<0.01	97.8	0.55	0.00	0.43	0.09	－	－	0.03	99.77
	Fa	(1)		0.04	0.65	0.39	30.4	0.09	0.50	62.2	5.46	0.00	0.02	0.10	－	－	<0.01	99.85
	Fa	(1)		0.03	0.67	0.23	31.1	0.22	0.43	53.6	9.96	0.25	0.17	<0.01	－	－	0.03	96.69
	Fa	(2)		0.13	2.11	0.12	31.3	0.19	0.58	52.4	9.48	0.46	0.23	0.07	－	－	<0.01	97.07
	Gl	(1)		2.21	17.0	0.41	40.7	0.06	6.40	21.0	0.21	5.46	1.08	<0.01	－	－	0.01	94.54
24	Ul	(1)	13	0.01	6.61	0.01	0.01	0.96	<0.01	53.1	5.46	0.01	29.3	－	4.55	－	0.86	100.88
	Ul	(2)		<0.01	7.00	<0.01	<0.01	0.91	0.02	52.7	5.33	<0.01	28.1	－	4.98	－	1.08	100.12
26	Wus	(1)	13	0.01	0.47	<0.01	0.09	0.13	<0.01	96.3	0.02	<0.01	0.80	0.10	－	－	0.01	97.93
	Fa	(1)		0.01	0.27	4.40	26.5	0.61	0.06	67.7	0.47	<0.01	0.07	<0.01	－	－	<0.01	100.09
27	Wus	(1)	14	0.03	0.59	0.08	0.48	0.09	<0.01	94.2	0.14	<0.01	1.17	0.02	－	－	<0.01	96.80
	Tmag	(1)		0.01	5.02	<0.01	0.20	0.48	0.02	63.9	0.71	0.01	23.0	2.45	－	－	0.18	95.98
29	Gl	(1)	14	1.10	10.8	<0.01	47.3	0.62	23.0	2.90	3.28	4.84	5.22	<0.01	－	－	0.01	99.07
30	Wus	(1)	14	<0.01	0.64	<0.01	0.47	0.10	<0.01	93.4	0.23	<0.01	1.25	0.22	－	－	0.05	96.36
31	Wus	(1)	15	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.26	<0.01	96.3	<0.01	<0.01	<0.01	0.10			0.05	96.72
33	Ul	(1)	16	0.16	4.01	0.02	7.58	1.33	0.54	55.3	1.64	0.62	26.9	1.80	－	－	0.18	100.08
	Ul	(2)		0.18	4.21	0.01	6.61	1.56	0.52	56.4	1.69	0.53	27.1	1.92	－	－	0.21	100.94
	Gl	(1)		1.28	10.5	0.96	45.3	1.29	5.51	25.6	1.62	3.83	2.09	0.10	－	－	0.02	98.1
	Ul	(1)		0.03	4.84	0.02	0.15	0.92	0.02	59.0	1.20	0.04	27.4	3.87	－	－	0.37	97.86
	Ul	(2)		0.02	5.22	0.00	0.13	0.69	0.03	57.7	1.28	0.03	26.3	7.30	－	－	0.68	99.38
34	Mag	(1)	16	<0.01	0.85	0.02	0.32	0.34	<0.01	90.1	0.42	0.03	5.35	0.24	－	－	0.06	97.73
	Tmag	(1)		<0.01	5.94	<0.01	0.21	0.59	0.06	66.4	0.58	<0.01	23.8	0.92	－	－	0.08	98.58
	Mag	(1)		0.03	0.54	<0.01	0.55	0.36	<0.01	93.5	0.27	0.04	2.76	0.16	－	－	0.05	98.26

*No.は表１に対応。Wus＝ウスタイト、Mag=マグネタイト、Tmag=チタノマグネタイト、Ul=ウルボスピネル、Fa=鉄かんらん石、Gl=ガラス質ケイ酸塩。

表３(2)　　銅製鉄器に見出された非金属介在物のEPMAによる定量分析結果

No.	鉱物組成 (M.C.)	測定領域	図	化学成分 (mass%)														合計
				Mg	P	Si	O	Ti	Mn	Ca	Na	Zr	Al	K	Fe	V	Cr	
14	Wus	(1)	8	<0.01	0.01	0.19	23.1	0.07	0.04	<0.01	<0.01	0.07	0.27	<0.01	76.0	0.01	0.02	99.78
	Wus	(2)		0.02	0.01	0.23	23.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.24	0.01	76.2	0.04	0.04	99.92
	Wus	(1)		<0.01	<0.01	<0.01	22.3	<0.01	0.05	<0.01	0.04	0.07	<0.01	<0.01	77.9	0.01	0.01	100.38
16	Wus	(1)	9	0.22	<0.01	0.30	22.1	0.89	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	0.27	0.02	74.2	0.12	0.04	98.41
	Wus	(1)		0.22	<0.01	0.42	21.8	0.52	0.16	<0.01	<0.01	<0.01	0.20	0.03	75.1	0.11	<0.01	98.56
17	Wus	(1)	−	0.48	<0.01	0.19	23.0	0.39	0.08	0.07	<0.01	0.11	0.16	0.01	75.9	0.07	<0.01	100.46
	Tmag	(1)		0.66	<0.01	0.11	27.5	13.5	0.44	0.08	<0.01	0.29	1.98	0.03	52.1	0.94	0.13	97.76
	Wus	(1)	10	0.47	<0.01	0.22	22.1	0.37	0.36	0.00	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	74.9	0.02	0.03	98.48
	Tmag	(1)		0.91	<0.01	0.11	26.0	13.4	0.41	0.04	<0.01	0.04	1.90	<0.01	50.8	0.92	0.17	94.70
	Tmag	(2)		0.73	<0.01	0.12	25.5	13.6	0.38	0.00	<0.01	0.14	2.02	<0.01	51.9	0.97	0.18	95.54
18	Ru	(1)	10	3.93	<0.01	0.10	34.0	49.0	0.28	0.15	<0.01	0.21	1.66	0.02	3.16	1.38	0.05	93.94
	Ru	(2)		4.07	<0.01	2.76	32.8	44.0	0.37	1.04	<0.01	0.31	2.57	0.33	3.04	0.99	0.03	92.31
	Ru	(3)		4.21	<0.01	2.10	37.8	46.2	0.25	0.58	0.01	0.30	2.24	0.21	3.01	1.18	0.03	98.12
25	Wus	(1)	13	0.17	<0.01	0.07	21.9	0.82	0.14	0.04	0.01	−	0.26	<0.01	74.0	0.23	0.04	97.68
	Wus	(2)		0.17	0.02	0.07	22.2	1.08	0.14	0.07	<0.01	−	0.36	<0.01	73.7	0.29	0.04	98.14

*No.は表１に対応。Wus＝ウスタイト、Tmag=チタノマグネタイト、Ru=ルチルに近い組成のチタン酸化物。

表４　炉跡採取鉄片の調査結果

No.	化学成分(mass%)																						ミクロ組織
	T.Fe	Cu	Ni	Co	Mn	P	S	Sn	Sb	As	Mo	Ti	Si	Ca	Ba	Zr	Cr	Al	Mg	V	Na	K	
43	60.19	0.003	0.003	0.004	0.036	0.45	0.03	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.135	6.43	0.742	0.03	0.006	0.002	2.00	0.366	0.004	0.169	1.79	Gl
47	8.31	0.007	0.011	0.002	0.124	0.81	0.02	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.632	23.8	1.672	0.09	0.009	0.006	8.97	1.30	<0.001	1.17	2.55	Hem
52	43.69	0.002	0.012	0.004	0.051	0.34	0.06	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.173	5.67	1.276	0.03	0.004	0.001	3.79	0.227	<0.001	0.730	1.95	no
37	13.53	0.006	0.008	0.001	0.060	0.26	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.297	22.3	3.78	0.03	0.010	0.004	16.3	2.56	<0.001	2.17	6.60	-
51	0.83	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.03	<0.01	0.01	0.01	0.01	<0.001	0.001	0.01	5.22	<0.01	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	0.002	<0.01	1.50	-

＊No.は表１に対応。分析はICP-AES法による。
＊＊Hem=ヘマタイト、Gl=ガラス質ケイ酸塩、no=見出されず。

表５　剥片状試料の調査結果

No.	化学成分(mass%)																						ミクロ組織
	T.Fe	Cu	Ni	Co	Mn	P	S	Sn	Sb	As	Mo	Ti	Si	Ca	Ba	Zr	Cr	Al	Mg	V	Na	K	
36	62.00	0.007	0.013	0.014	0.056	0.44	0.04	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.122	2.80	0.535	0.04	0.004	0.001	1.52	0.383	0.008	0.157	1.73	(Me、Wus、Mag、Ma)、(鉄錆)
44	20.96	0.012	0.008	0.002	0.431	4.54	0.02	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.284	14.65	1.668	0.14	0.005	0.007	5.52	1.14	<0.001	0.53	2.34	Wus、Gl
49	29.84	0.006	0.011	0.004	0.107	0.40	0.08	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.383	15.38	2.117	0.05	0.008	0.002	5.30	0.765	<0.001	1.36	2.24	Mag、Gl

＊No.は表１に対応。分析はICP-AES法による。
＊＊Me＝鉄粒、Wus=ウスタイト、Mag=マグネタイト、Gl=ガラス質ケイ酸塩、Ma＝微細粒子が混在するガラス化した領域。

表６　流状滓の調査結果

No.	化学成分(mass%)																						ミクロ組織
	T.Fe	Cu	Ni	Co	Mn	P	S	Sn	Sb	As	Mo	Ti	Si	Ca	Ba	Zr	Cr	Al	Mg	V	Na	K	
38	3.89	0.004	0.011	0.000	0.075	0.26	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.403	30.6	2.08	0.07	0.022	0.003	8.81	1.43	<0.001	1.22	3.18	Qtz、Gl
45	56.60	0.003	0.008	0.004	0.040	0.34	0.04	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.135	5.88	0.702	0.05	0.006	0.002	2.44	0.276	<0.001	0.13	2.46	Wus、Mag、XF、Gl

＊No.は表１に対応。分析はICP-AES法による。
＊＊Qtz=石英、Wus=ウスタイト、Mag=マグネタイト、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩。

表７　粒状滓の調査結果

No.	化学成分(mass%)																						ミクロ組織
	T.Fe	Cu	Ni	Co	Mn	P	S	Sn	Sb	As	Mo	Ti	Si	Ca	Ba	Zr	Cr	Al	Mg	V	Na	K	
39	7.42	0.007	0.009	0.002	0.114	0.30	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.001	1.04	24.9	3.69	0.11	0.027	0.001	10.2	3.15	<0.001	1.96	2.52	(Gl)、(XT、Gl)
40	6.69	0.001	0.009	0.000	0.099	0.18	0.08	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.337	12.1	2.06	0.09	0.005	0.001	8.33	1.28	<0.001	2.64	3.51	(Hem、Gl)
41	56.21	0.007	0.011	0.009	0.070	0.29	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.116	6.62	0.83	0.03	0.005	0.002	1.92	0.41	<0.001	0.29	1.87	(Wus、Gl)、(Mag、XF、Ma)
42	4.50	0.004	0.010	<0.001	0.166	0.59	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.460	28.9	6.29	0.21	0.013	0.007	5.33	2.24	<0.001	1.05	4.02	Me、Gl
46	14.59	0.022	0.007	0.004	0.238	0.81	0.07	0.01	0.01	0.01	<0.001	0.694	17.5	4.41	0.18	0.014	0.009	7.31	1.75	<0.001	0.45	3.57	Mag、Ma
48	32.51	0.01	0.01	0.01	0.10	1.08	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.30	14.2	2.77	0.14	0.01	0.00	4.92	1.05	0.00	1.19	2.83	-
50	4.62	0.001	0.008	0.000	0.098	0.51	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.001	0.380	27.0	4.02	0.22	0.012	0.001	8.77	1.41	<0.001	0.94	4.70	Me、Gl

＊No.は表１に対応。分析はICP-AES法による。
＊＊Me＝鉄粒、Wus=ウスタイト、Hem=ヘマタイト、Mag=マグネタイト、XT=Fe-Mｇ－Ti-Al-O系化合物、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩、Ma＝微細粒子が混在するガラス化した領域。

表8　鉄滓に見出された鉱物相のEPMAによる定量分析結果

No.	鉱物組成 (M.C.)	測定領域	図	化学成分 (mass%) Na_2O	Al_2O_3	P_2O_5	SiO_2	MnO	CaO	FeO	MgO	K_2O	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3	合計
36	Wus	(1)	$18c_3$	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.03	<0.01	99.4	0.48	<0.01	0.01	0.02	<0.01	99.96
38	Qtz	(1)	20	0.01	0.10	<0.01	95.4	0.02	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.04	<0.01	0.01	95.61
	Gl	(1)		2.24	17.6	<0.01	65.8	0.02	0.56	1.79	0.85	6.71	0.02	<0.01	<0.01	95.59
	Gl	(2)		4.29	11.5	1.10	44.9	0.39	15.7	7.37	5.53	4.59	0.60	0.08	<0.01	96.05
39	Gl	(1)	21	2.39	20.5	0.11	51.8	0.04	5.93	8.56	2.97	1.50	1.53	0.02	0.01	95.36
	Gl	(1)		2.86	22.4	0.22	55.7	0.05	9.12	2.31	2.42	0.68	0.61	0.13	<0.01	96.50
41	Wus	(1)	21	<0.01	0.29	<0.01	0.27	0.13	0.01	92.9	0.81	0.05	0.26	<0.01	0.08	94.80
	Gl	(1)		1.19	6.71	0.78	32.0	0.18	7.27	38.6	1.19	5.42	0.11	<0.01	<0.01	93.45
	Mag	(1)		0.02	1.03	0.02	0.42	0.06	<0.01	93.4	0.20	0.02	0.27	0.08	<0.01	95.52
43	Gl	(1)	17	0.17	12.0	<0.01	63.7	0.24	4.36	9.29	1.63	5.57	3.26	0.11	0.04	100.37
	Gl	(2)		0.08	11.0	<0.01	66.6	0.57	5.41	3.80	2.13	6.23	2.71	0.08	<0.01	98.61
44	Gl	(1)	19	0.81	7.55	1.06	31.0	<0.01	3.56	49.7	0.88	3.47	0.37	0.01	0.02	98.43
53	Wus	(1)	$23c_1$	0.01	0.53	0.02	0.27	<0.01	<0.01	95.3	0.34	0.02	0.49	<0.01	0.03	97.01
	Fa	(1)		0.02	0.16	0.21	29.6	0.22	1.19	63.8	3.77	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	99.00
	Gl	(1)		2.53	16.4	1.18	38.0	0.02	8.20	25.0	0.21	7.04	0.18	<0.01	0.02	98.78

*No.は表１に対応。Wus＝ウスタイト、Mag＝マグネタイト、Fa＝鉄かんらん石、Qtz=石英、Gl=ガラス質ケイ酸塩。

表９　福山城遺跡出土銅関連資料分析一覧

分析試料番号	遺物番号 (No.)	分類	資料名	検出遺構	層位	推定年代	化学成分分析	非破壊分析
56	No.2	工具	銅釘	L1	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
57	No.29		銅釘	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
58	No.3		銅釘	L4	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
59	No.12		銅釘	蔵2	3層（Ⅱ層相当）	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
60	No.14		銅釘	蔵2	2層（Ⅰ層相当）	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
61	No.19		銅釘	蔵2	タタキ	18世紀後葉～19世紀中葉	○	-
62	No.22		銅釘	蔵2	5層（Ⅱ層相当）	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
63	No.27		銅釘	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
64	No.13		銅釘	M3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
65	No.10		銅釘	M4	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
66	No.19	装身具	鏡	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	○
67	No.5		鏡	M3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
68	No.8		簪	M4	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
69	No.1		銅鈎	M5	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	○
70	No.33		毛抜	蔵2	6層（Ⅲ層相当）	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
71	No.6	刀装具	鎺（はばき）	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
72	No.16		こうがい	L2	泥炭層	16世紀中葉～17世紀前葉	○	○
73	No.7		小柄	L3	砂利層（Ⅰ層相当）	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
74	No.49		切羽	M2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
75	No.33		切羽	蔵2	5層（Ⅱ層相当）	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
76	No.6	キセル関係資料	キセル（雁首）	L3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
77	No.6		キセル（雁首）	M5	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
78	No.23		キセル（雁首）	蔵2	6層（Ⅲ層相当）	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
79	No.1a		煙管（雁首）	炉1	覆土層（火床+30cm）	17世紀末～18世紀初	○	-
80	No.1c		煙管（雁首）	炉1	覆土層（火床+30cm）	17世紀末～18世紀初	○	-
81	No.2		キセル（吸口）	溝4	覆土1層	17世紀前葉～17世紀中葉	○	-
82	No.1c		キセル（吸口）	蔵1	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
83	No.1c		キセル（吸口）	礫集中1	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
84	No.2K	銭貨	銭（古寛永）	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
85	No.3i		銭（古寛永）	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
86	No.8f		銭（古寛永）	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
87	No.18g		銭（古寛永）	L2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
88	No.18h		銭（古寛永）	L2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
89	No.31b		銭（古寛永）	L2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
90	No.2		銭（古寛永）	M1	Ⅳ層	17世紀前葉	○	-
91	No.12c		銭（古寛永）	M2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
92	No.3		銭（古寛永）	M4	Ⅲ層	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
93	No.5a		銭（古寛永）	M4	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
94	No.2a		銭（古寛永）	蔵2	試掘坑（Ⅰ～Ⅱ層相当）	17世紀後葉～19世紀中葉	○	-
95	No.11e		銭（古寛永）	蔵2	4層（Ⅱ層相当）	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
96	No.17c		銭（古寛永）	蔵2	2層（Ⅰ層相当）	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
97	No.49		銭（開元通宝 中国）	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
98	No.28b		銭（開元通宝 中国）	L2	Ⅲ層	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
99	No.5		銭（鐚銭）無紋銭	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
100	No.32a		銭（鐚銭）無紋銭	L2	Ⅲ層	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
101	No.2n		銭（新寛永文字あり）	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
102	No.1b		銭（新寛永）	K1	釜場	16世紀中葉～19世紀中葉	○	-
103	No.4b		銭（新寛永）	L1	Ⅱ	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
104	No.2a		銭（新寛永）	L2	Ⅰ	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
105	No.19e		銭（新寛永）	L2	Ⅱ	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
106	No.19f		銭（新寛永）	L2	Ⅱ	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
107	No.3k		銭（新寛永文字あり）	L2	Ⅰ	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
108	No.11a		雁首銭（キセル火皿）	L3	砂利層（Ⅰ層相当）	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
109	No.11		無紋銭（鐚銭）	M2	Ⅲ	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
110	No.3m		銭（新寛永文字あり）	L2	Ⅰ	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
111	No.7c		銭（新寛永）	L3	Ⅰ	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
112	No.12		新寛永No.17	M2	Ⅲ	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
113	No.2	不定銅製品	銅製品	K2	釜場	16世紀中葉～19世紀中葉	○	○
114	No.3		銅杓子（おたまじゃくし）	L1	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	○
115	No.22		銅有孔円盤	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
116	No.23		灰掻き	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
117	No.2		有孔銅円盤	L5	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	○
118	No.5		さじ	M2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
119	No.11		鶴亀置物	M3	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
120	No.1		銅小皿	溝4	覆土1層	17世紀前葉～17世紀中葉	○	-
121	No.12		銅円板	蔵2	北側砂利層	18世紀後葉～19世紀中葉	○	○
122	No.28		卸金	蔵2	下の黒色土（Ⅲ層相当）	17世紀前葉～17世紀後葉	○	-
123	No.1		天秤皿	礫集中7	覆土	17世紀後半	○	○
124	No.26	被熱銅製品関連資料	銅片	蔵2	試掘坑（Ⅰ～Ⅱ層相当）	17世紀後葉～19世紀中葉	○	-
125	No.36		銅片	蔵2	南側砂利層	18世紀後葉～19世紀中葉	○	-
126	No.37		棒状銅片	蔵2	5層（Ⅱ層相当）	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
127	No.1		銅片	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
128	No.1		銅片	L2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
129	No.11		銅片	M2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
130	No.9		銅片	M4	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
131	No.7		銅片	M5	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
132	No.8		銅片	M5	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	○	-
133	No.10		銅片	L3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	○	-
134	No.1	装身具	鏡	溝5	覆土	16世紀末～17世紀初め	-	○
135	No.29		ニンカリ？	蔵2	Ⅱ層	18世紀後葉～19世紀中葉	-	○
136	No.34		鏡（柄鏡）	蔵2	6層（Ⅲ層相当）	17世紀前葉～17世紀後葉	-	○
137	No.21	刀装具	小柄	蔵2	6層（Ⅲ層相当）	17世紀前葉～17世紀後葉	-	○
138	No.9	キセル関係資料	煙管（雁首）	M2	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	-	○
139	No.3a		キセル雁首	井戸3	裏込め	19世紀中葉～	-	○
140	No.1		キセル雁首	蔵2	試掘坑（Ⅰ～Ⅱ層相当）	17世紀後葉～19世紀中葉	-	○
141	No.19		延べキセル	蔵2	6層（Ⅲ層相当）	17世紀前葉～17世紀後葉	-	○
142	No.9	不定形銅製品	銅製品	M3	Ⅳ層	17世紀前葉	-	○
143	No.2		引手	礫集中1	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉	-	○
144	No.9a	銅板	銅板	M2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉	-	○
145	No.1		銅板	溝1	覆土	18世紀後葉～19世紀中葉	-	○
146	No.1		銅板	溝2	覆土	18世紀後葉～19世紀中葉	-	○
147	No.716	炉壁片	炉壁片	L2	Ⅱ層	17世紀後葉～18世紀前葉		-
148	No.729		炉壁片	M3	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉		-
149	No.731		るつぼ破片？	M5	Ⅰ層	18世紀中葉～19世紀中葉		-

＊資料名、検出遺構、層位、および推定年代は、財団法人北海道埋蔵文化財センター・鈴木信氏による。

表10　分析結果

No.	化学組成 (mass%)														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
56	93.5	<0.01	0.43	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.026	0.014	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	94.04
57	93.7	<0.01	0.46	<0.01	0.03	0.05	<0.01	0.014	0.059	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	94.34
58	94.6	<0.01	0.31	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	0.009	0.010	<0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	94.98
59	94.5	<0.01	0.87	<0.01	0.03	0.01	<0.01	0.019	0.077	<0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	95.53
60	93.9	<0.01	0.20	<0.01	0.39	0.01	<0.01	0.070	0.017	<0.01	0.10	<0.001	<0.001	<0.001	94.69
61	95.8	<0.01	0.29	<0.01	0.20	<0.01	<0.01	0.020	0.010	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	0.001	96.36
62	94.1	<0.01	0.85	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.008	0.085	<0.01	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	95.11
63	94.6	<0.01	0.54	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.020	0.008	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	<0.001	95.23
64	93.7	<0.01	0.81	<0.01	0.04	0.01	<0.01	0.005	0.010	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	94.61
65	93.5	<0.01	0.80	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.010	0.070	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	<0.001	94.46
66	87.0	0.01	1.82	<0.01	0.21	7.46	<0.01	0.110	0.004	0.51	0.07	0.002	0.003	0.037	97.24
67	80.5	0.53	5.03	<0.01	1.11	7.38	0.04	0.060	0.034	0.23	0.10	0.030	0.002	0.018	95.06
68	85.1	0.20	0.54	11.6	0.05	0.01	<0.01	0.396	0.016	0.03	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	97.97
69	95.3	<0.01	0.66	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.007	0.115	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	96.09
70	77.9	0.08	1.31	20.1	0.05	0.01	<0.01	0.088	0.021	0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	99.59
71	95.1	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.010	0.040	<0.01	0.28	<0.001	0.001	0.021	95.49
72	97.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.71	<0.01	<0.01	0.005	0.020	<0.01	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	98.20
73	97.2	0.01	0.53	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	0.077	0.041	<0.01	0.01	<0.001	<0.001	0.003	97.90
74	95.6	<0.01	0.30	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	0.019	0.183	<0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	96.19
75	96.9	<0.01	0.64	<0.01	0.09	<0.01	<0.01	0.002	0.169	<0.01	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	97.81
76	81.9	0.18	0.17	15.4	0.10	0.01	<0.01	0.346	0.029	0.02	0.07	<0.001	<0.001	<0.001	98.23
77	94.9	<0.01	0.46	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.029	0.020	0.00	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	95.44
78	78.4	6.97	0.23	13.4	0.14	0.01	<0.01	0.119	0.018	0.02	0.07	<0.001	<0.001	<0.001	99.38
79	80.0	0.71	0.87	17.7	0.02	0.03	0.01	0.248	0.026	0.02	0.02	<0.001	0.002	<0.001	99.66
80	78.5	0.18	0.82	18.9	0.02	0.01	<0.01	0.142	0.019	0.02	0.02	0.001	<0.001	<0.001	98.63
81	79.8	0.30	1.52	17.4	0.13	0.02	<0.01	0.078	0.023	0.05	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	99.38
82	76.7	0.14	1.26	20.3	0.06	0.01	<0.01	0.179	0.023	0.02	0.07	0.003	<0.001	<0.001	98.77
83	76.9	0.32	0.65	20.4	0.07	0.01	<0.01	0.626	0.059	0.04	0.03	0.001	0.004	0.062	99.17
84	69.1	9.87	16.3	<0.01	0.06	0.06	0.04	0.298	0.007	0.37	0.04	<0.001	0.001	0.009	96.16
85	75.4	7.64	15.1	<0.01	0.13	0.06	0.01	0.047	0.022	0.39	0.02	0.008	<0.001	<0.001	98.83
86	67.1	8.95	16.9	<0.01	0.03	0.05	0.02	0.407	0.004	0.91	0.06	0.012	<0.001	0.004	94.45
87	66.4	8.07	24.2	<0.01	0.04	0.05	0.01	0.093	0.008	0.63	0.07	0.008	<0.001	<0.001	99.58
88	64.8	7.16	21.2	<0.01	0.03	0.04	0.02	0.190	0.004	0.92	0.07	0.012	<0.001	0.025	94.47
89	64.1	8.34	24.8	<0.01	0.20	0.10	0.09	0.025	0.021	0.39	0.20	0.004	<0.001	<0.001	98.27
90	70.9	6.63	21.6	<0.01	0.05	0.01	0.02	0.088	0.015	0.48	0.06	0.015	<0.001	<0.001	99.87
91	68.1	7.66	20.2	<0.01	0.43	0.10	0.09	0.129	0.034	0.39	0.07	<0.001	<0.001	<0.001	97.20
92	71.6	13.1	12.2	<0.01	1.14	0.04	0.02	0.074	0.008	0.30	0.06	<0.001	0.004	0.007	98.55
93	78.9	0.17	13.9	<0.01	1.22	0.05	0.01	1.22	0.011	0.60	0.06	0.014	<0.001	0.003	96.16
94	75.1	3.93	16.7	<0.01	0.44	0.03	0.01	0.433	0.011	0.39	0.08	0.005	<0.001	<0.001	97.13
95	75.8	10.1	12.4	<0.01	0.18	0.05	0.02	0.609	0.005	0.06	0.02	0.004	<0.001	<0.001	99.25
96	71.4	4.07	20.7	<0.01	0.14	0.03	0.03	0.023	0.045	0.08	0.02	0.004	<0.001	0.002	96.54
97	73.9	16.6	0.99	<0.01	0.52	0.40	0.25	0.477	0.014	0.34	0.13	0.038	0.014	0.047	93.72
98	76.9	7.68	10.1	<0.01	0.36	0.16	0.08	0.169	0.036	0.22	0.07	0.005	0.001	0.004	95.79
99	91.6	0.23	0.42	<0.01	0.90	0.26	0.02	0.057	0.056	0.06	0.21	0.003	<0.001	0.006	93.82
100	89.4	3.98	4.08	<0.01	0.37	0.07	0.03	0.338	0.056	0.12	0.21	0.004	<0.001	0.006	98.66
101	80.1	0.54	9.72	<0.01	0.98	4.07	0.03	0.319	0.012	0.72	0.10	0.017	<0.001	<0.001	96.61
102	64.5	1.15	26.1	<0.01	2.05	0.85	0.03	1.20	<0.001	0.46	0.07	0.001	<0.001	<0.001	96.41
103	79.9	0.05	6.24	<0.01	0.66	0.16	0.01	0.666	0.011	0.75	0.05	0.045	0.021	0.206	88.77
104	73.6	2.72	19.2	<0.01	0.19	0.01	0.02	0.043	<0.001	0.50	0.05	0.001	<0.001	<0.001	96.29
105	88.0	<0.01	3.80	<0.01	0.46	1.50	0.01	0.076	0.006	0.41	0.04	0.016	0.003	0.027	94.35
106	79.0	5.76	11.4	<0.01	0.09	0.01	<0.01	0.444	0.014	0.23	0.03	0.026	<0.001	0.003	97.01
107	57.3	7.14	22.9	<0.01	0.15	0.04	0.01	0.129	0.010	0.88	0.08	0.012	<0.001	<0.001	88.65
108	57.0	<0.01	<0.01	26.0	0.03	<0.01	<0.01	0.218	0.010	0.01	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	83.28
109	82.1	3.91	1.10	<0.01	0.84	0.13	0.04	0.250	0.029	0.14	0.26	0.002	0.027	0.259	89.09
110	77.0	<0.01	6.42	<0.01	7.75	0.09	0.01	3.83	0.040	0.56	0.07	0.137	0.001	0.027	95.94
111	84.8	1.03	2.91	<0.01	0.65	1.70	<0.01	0.739	0.005	0.71	0.04	0.037	0.002	0.007	92.63
112	86.5	0.78	3.47	<0.01	<0.01	1.63	<0.01	0.215	0.004	0.72	0.03	0.040	<0.001	<0.001	93.39
113	94.8	<0.01	0.91	<0.01	0.03	0.02	<0.01	0.003	0.031	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	0.001	95.83
114	92.8	<0.01	0.31	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.012	0.007	0.02	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	93.18
115	77.0	0.20	0.51	17.6	0.06	<0.01	<0.01	0.326	0.014	0.02	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	95.75
116	93.5	<0.01	0.39	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.004	0.013	0.00	0.02	<0.001	<0.001	0.007	93.96
117	72.7	<0.01	0.33	19.9	<0.01	<0.01	<0.01	0.191	0.000	0.00	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	93.14
118	75.7	0.02	1.12	17.9	0.05	0.01	<0.01	0.224	0.028	0.01	0.01	0.008	<0.001	0.015	95.10
119	73.7	0.08	16.7	0.02	1.69	0.13	0.03	0.020	0.047	0.10	0.07	0.001	0.001	0.019	92.61
120	94.1	<0.01	0.30	<0.01	0.26	0.03	0.05	0.008	0.014	0.00	0.24	<0.001	<0.001	<0.001	95.00
121	93.4	<0.01	0.56	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.008	0.003	0.00	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	93.99
122	94.4	<0.01	0.08	<0.01	0.36	<0.01	<0.01	0.024	0.042	0.00	0.09	<0.001	<0.001	<0.001	95.00
123	76.8	6.48	10.6	<0.01	1.18	0.11	0.04	0.299	0.030	0.14	0.19	0.005	<0.001	0.001	95.88
124	96.4	<0.01	0.14	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.024	0.045	0.01	0.04	<0.001	0.006	0.078	96.77
125	90.4	0.15	2.82	2.24	0.51	0.06	<0.01	0.076	0.021	0.04	0.03	0.024	<0.001	<0.001	96.37
126	95.4	<0.01	0.63	1.72	0.02	0.01	<0.01	0.020	0.033	<0.01	0.02	<0.001	0.002	0.014	97.87
127	89.0	1.83	2.99	0.81	0.48	0.12	<0.01	0.281	0.033	0.03	0.05	0.001	<0.001	<0.001	95.63
128	85.5	3.37	5.22	0.02	0.58	0.14	<0.01	0.106	0.035	0.03	0.05	0.001	<0.001	<0.001	95.05
129	93.3	0.07	3.24	<0.01	0.88	0.18	<0.01	0.011	0.033	0.05	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	97.81
130	94.2	<0.01	0.24	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.371	0.030	<0.01	0.03	<0.001	0.016	0.030	94.96
131	94.0	<0.01	0.42	<0.01	0.74	0.06	<0.01	0.116	0.048	0.01	0.18	<0.001	0.022	0.133	95.73
132	89.6	<0.01	2.34	<0.01	2.93	<0.01	0.06	0.022	0.027	0.02	0.28	<0.001	<0.001	<0.001	95.28
133	95.2	<0.01	0.04	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.070	0.015	0.01	0.02	<0.001	0.003	0.011	95.41

＊ Noは表９に対応。化学成分分析はICP-AES法による。

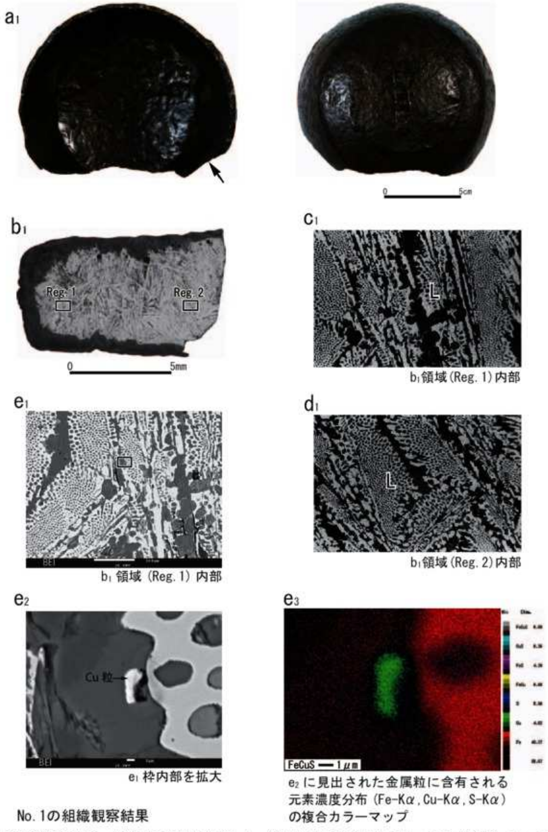


図１　No. 1の組織観察結果

a_1：調査資料の外観。矢印は試料摘出位置。b_1：摘出した試料のマクロエッチング組織。エッチングはナイタール(硝酸2.5mlとエチルルコール97.5mlの混合液)による。c_1・d_1：それぞれb_1領域(Reg. 1)内部および領域(Reg. 2)内部のミクロエッチング組織。L=レーデブライト組織。$e_{1\text{-}3}$： b_1領域(Reg. 1)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)と含有される元素濃度分布の複合カラーマップ。

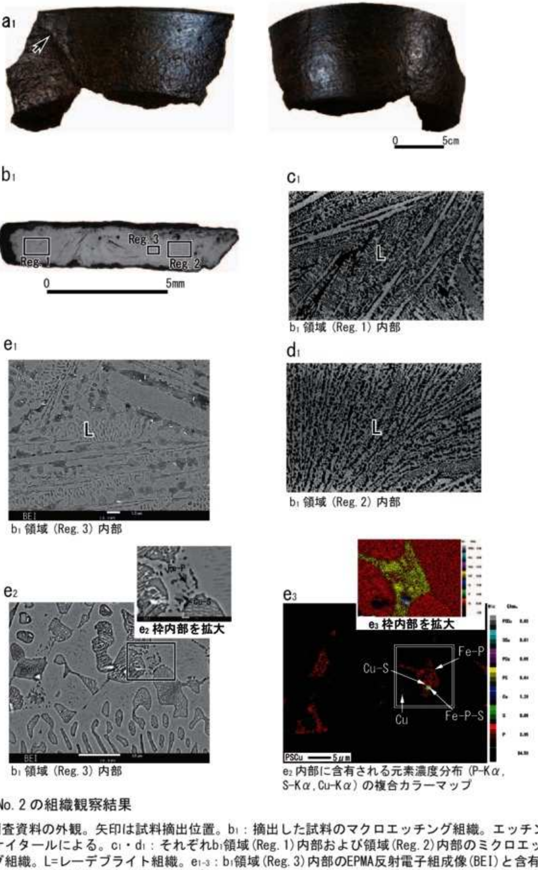


図２　No. 2の組織観察結果

a_1：調査資料の外観。矢印は試料摘出位置。b_1：摘出した試料のマクロエッチング組織。エッチングはナイタールによる。c_1・d_1：それぞれb_1領域(Reg. 1)内部および領域(Reg. 2)内部のミクロエッチング組織。L=レーデブライト組織。$e_{1\text{-}3}$：b_1領域(Reg. 3)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)と含有される元素濃度分布の複合カラーマップ。

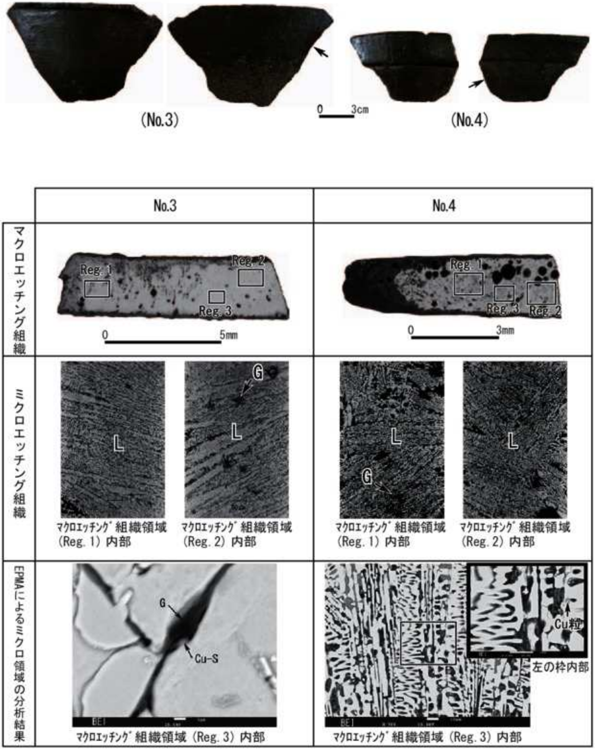


図３　No. 3・4の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、L=レーデブライト組織、G=片状黒鉛。

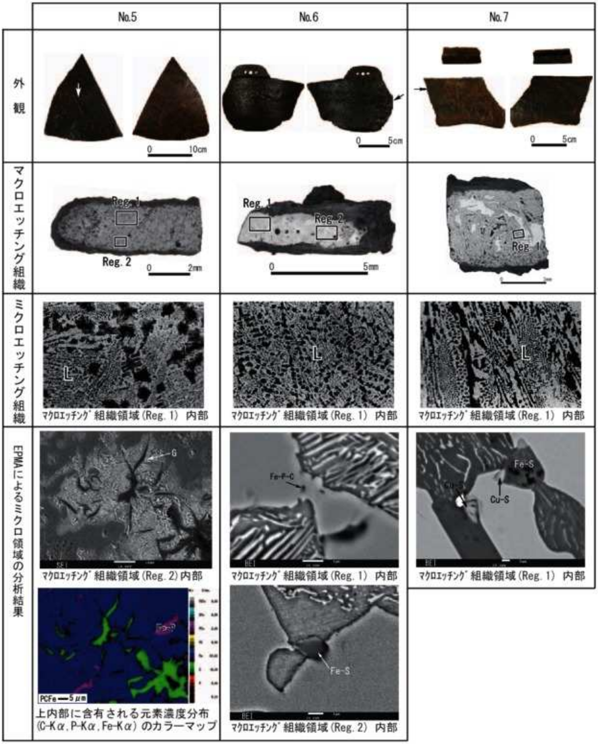


図4　No. 5～7の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、L=レーデブライト組織、G=片状黒鉛。

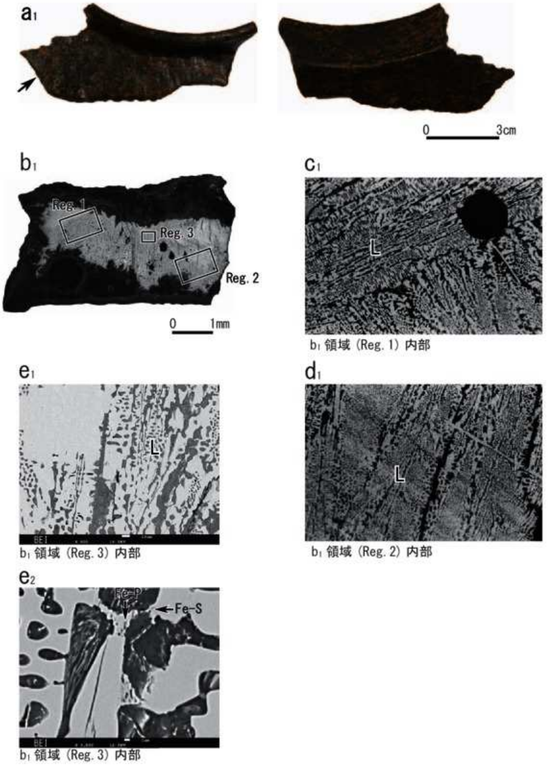


図５　No. 8の組織観察結果

a_1：調査資料の外観。矢印は試料摘出位置。b_1：摘出した試料のマクロエッチング組織。エッチングはナイタールによる。c_1・d_1：それぞれb_1領域(Reg. 1)内部および領域(Reg. 2)内部のミクロエッチング組織。L=レーデブライト組織。$e_{1 \cdot 2}$：b_1領域(Reg. 3)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)。

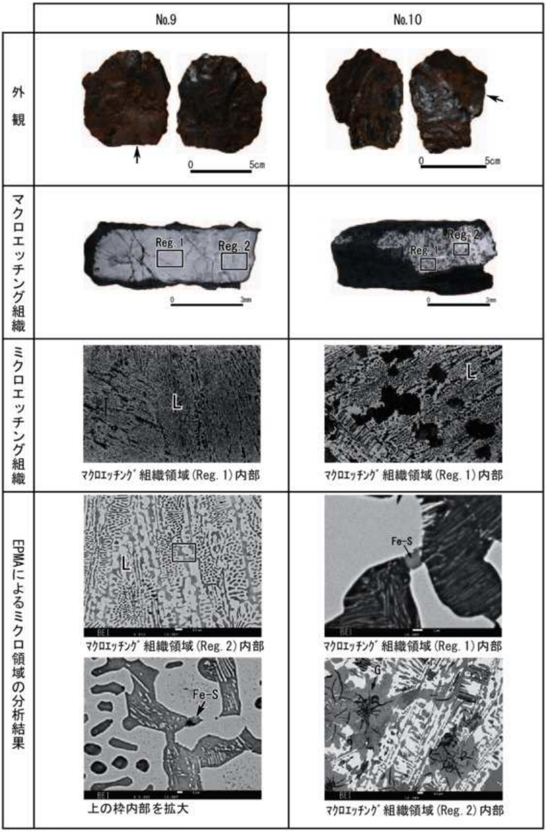


図６　No. 9・10の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、L=レーデブライト組織、G=片状黒鉛。

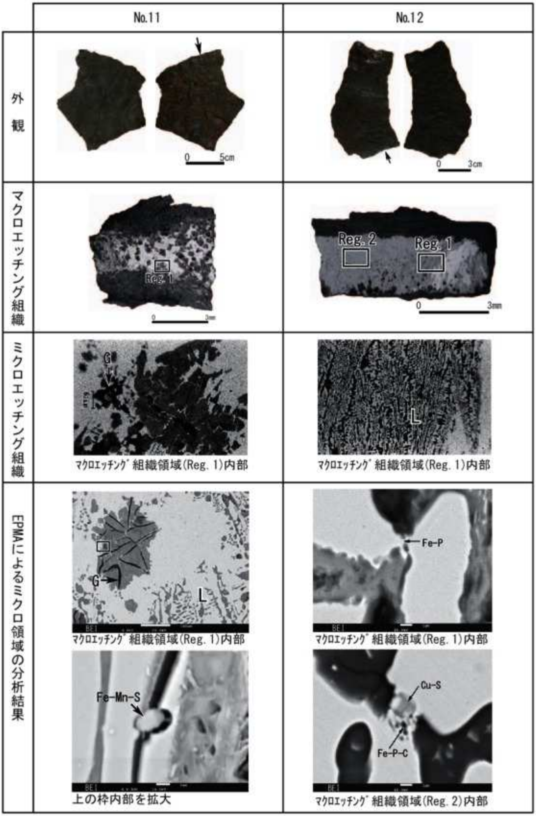
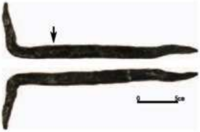
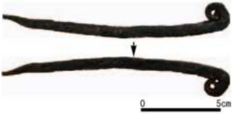
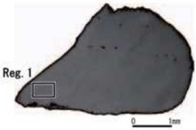
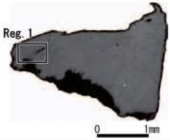
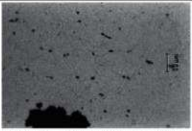
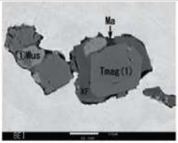
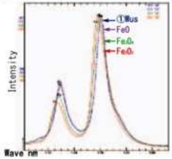
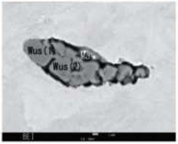


図７　No. 11・12の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、L=レーデブライト組織、G=片状黒鉛。

<table>
<tr><th></th><th>No.13</th><th>No.14</th></tr>
<tr><td>外観</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>マクロエッチング組織</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>ミクロエッチング組織</td><td>
マクロエッチング組織領域(Reg. 1) 内部</td><td>
マクロエッチング組織領域(Reg. 1) 内部</td></tr>
<tr><td>EPMAによる非金属介在物の分析結果</td><td>



Fe-Lα およびFe-Lβ スペクトル</td><td>


</td></tr>
</table>

図８　No. 13・14の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、Wus=ウスタイト、Tmag=チタノマグネタイト、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

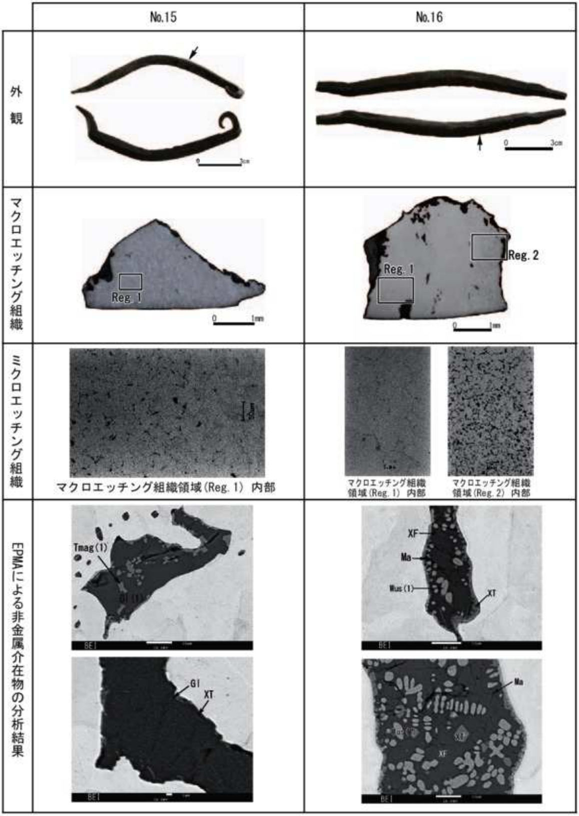


図９　No. 15・16の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、Wus＝ウスタイト、XT＝Fe-Ti-Al-Mg-O系化合物(Tmag=チタノマグネタイト)、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

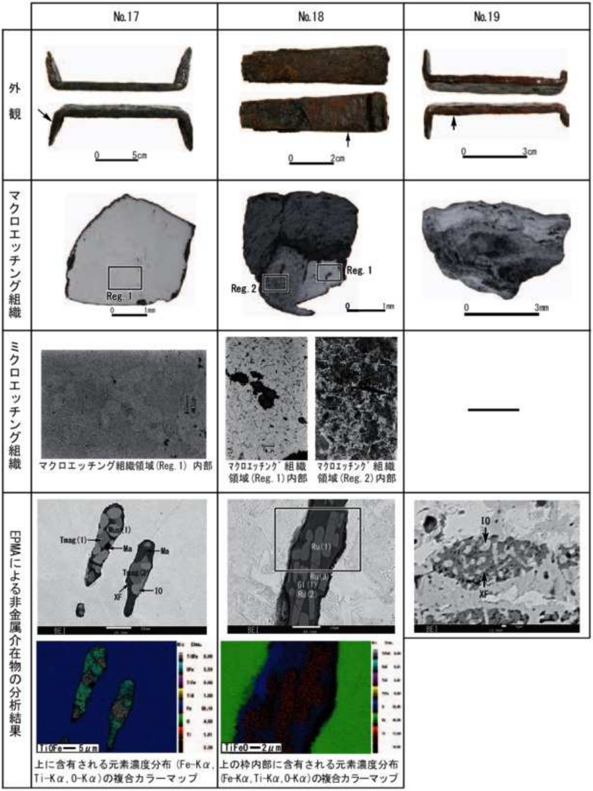


図10　No. 17～19の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。No. 17およびNo. 18から摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、IO=Fe-O系化合物(Wus=ウスタイト)、Tmag=チタノマグネタイト、Ru=ルチルに近い組成のチタン酸化物、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl＝ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

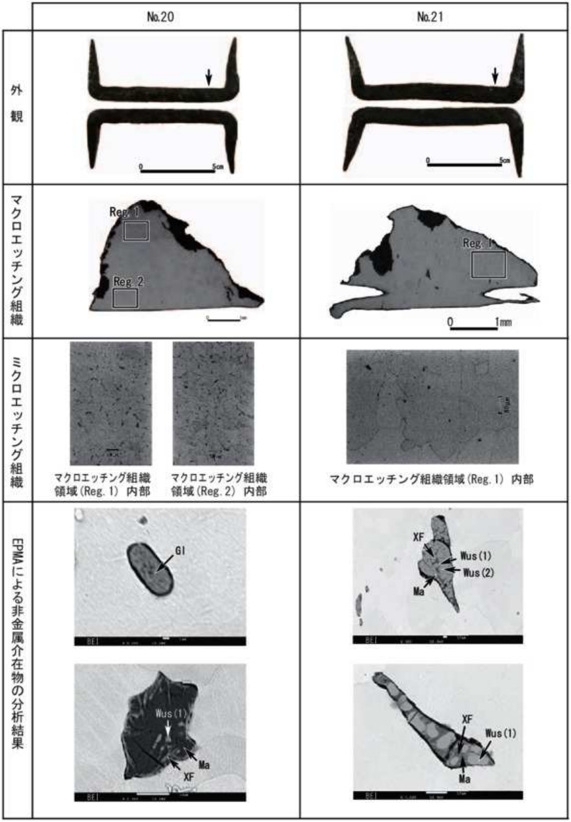


図11　No. 20・21の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、Wus=ウスタイト、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl＝ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

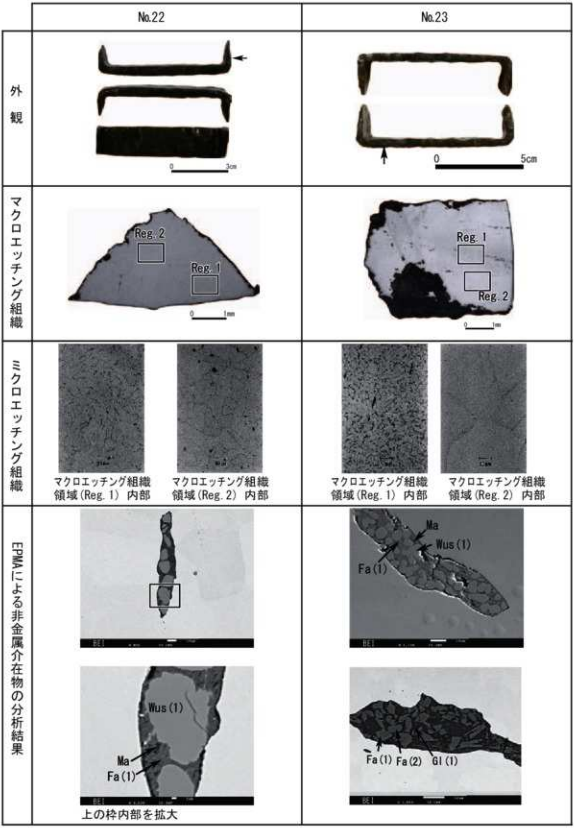


図12　No. 22・23の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、Wus=ウスタイト、Fa=鉄かんらん石、Gl＝ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

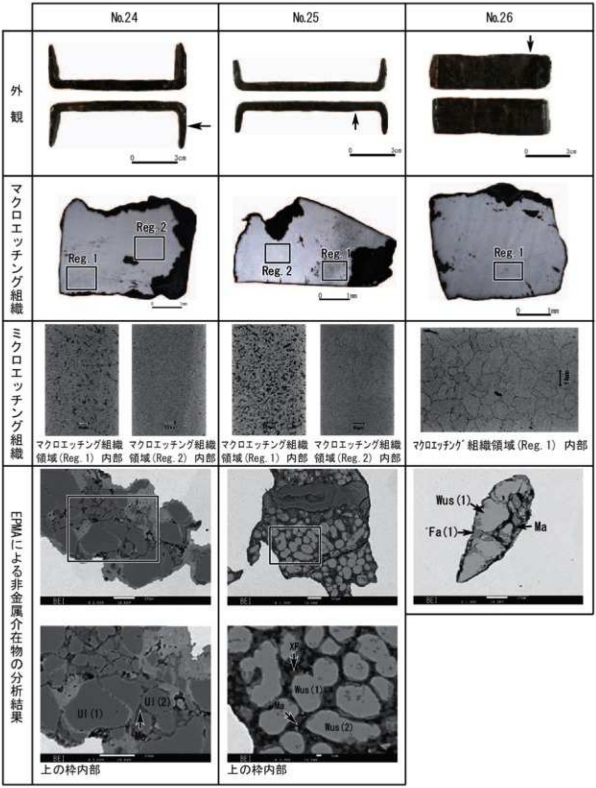


図13　No. 24～26の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、Wus=ウスタイト、Ul=ウルボスピネルに近い組成の鉄チタン酸化物、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物(Fa=鉄かんらん石)、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

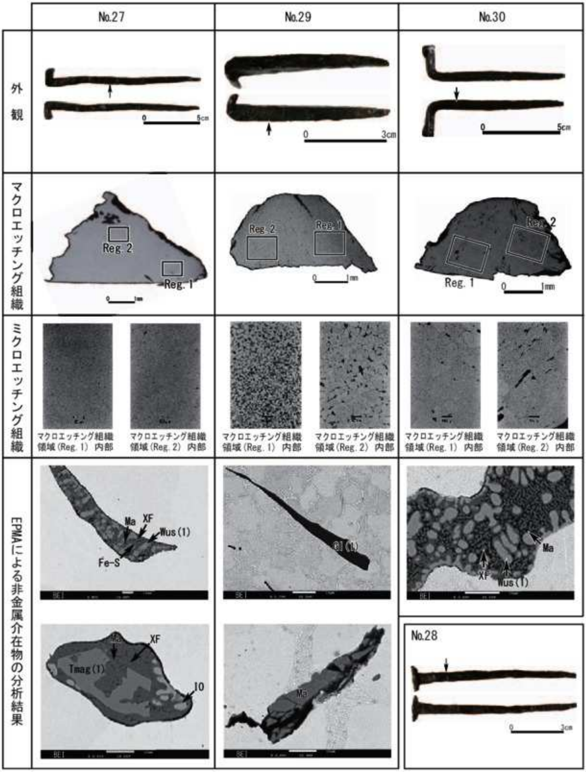


図14　No. 27・29・30の組織観察結果およびNo. 28の外観

外観の矢印は試料摘出位置。摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、IO=Fe-O系化合物(Wus=ウスタイト)、Tmag=チタノマグネタイト、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

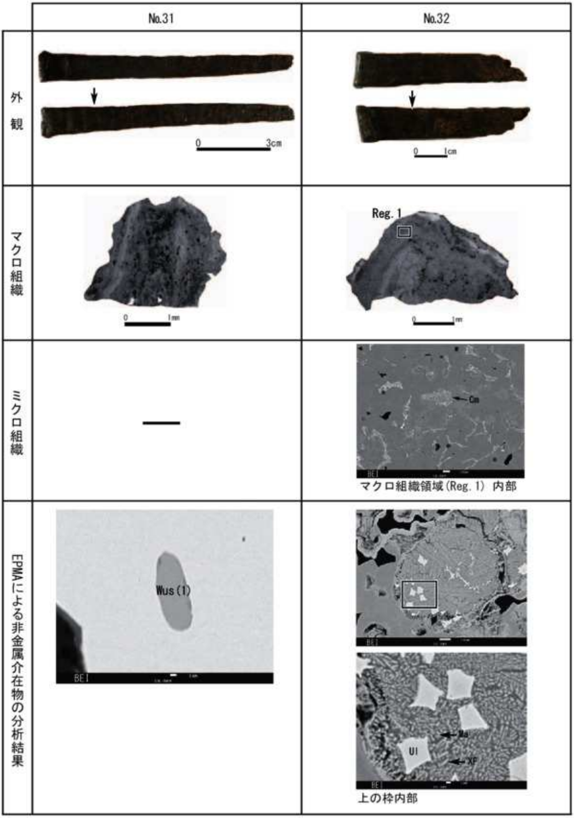


図15　No. 31およびNo. 32の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。BEI=EPMA反射電子組成像、Cm=セメンタイトまたはその欠落孔、Wus=ウスタイト、Ul=ウルボスピネル、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

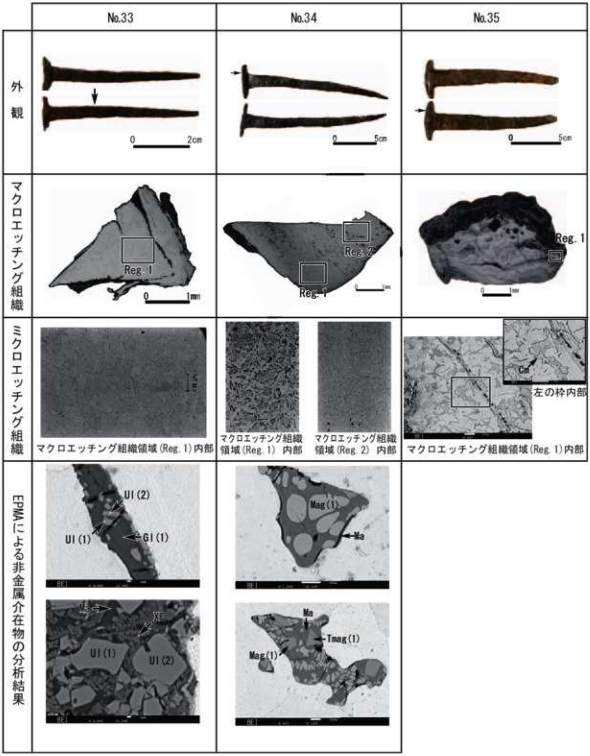


図16　No. 33～35の組織観察結果

外観の矢印は試料摘出位置。No. 33およびNo. 34から摘出した試料のエッチングはナイタールによる。BEI=EPMA反射電子組成像、Cm=セメンタイトまたはその欠落孔、Mag=マグネタイト、Tmag=チタノマグネタイト、Ul=ウルボスピネル、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

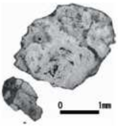
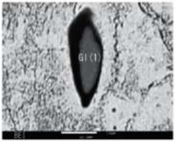
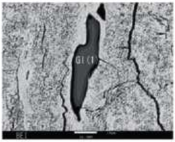
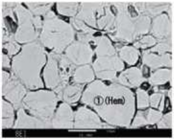
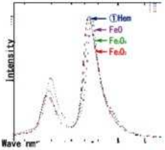
	No.43	No.47	No.52
外観			
マクロ組織			
EPMAによる非金属介在物の分析結果	 	  ①(Hem)のFe-LαおよびFe-Lβスペクトル	

図17　No. 43・47・52の組織観察結果

BEI=EPMA反射電子組成像、Hem=ヘマタイト、GI=ガラス質ケイ酸塩。

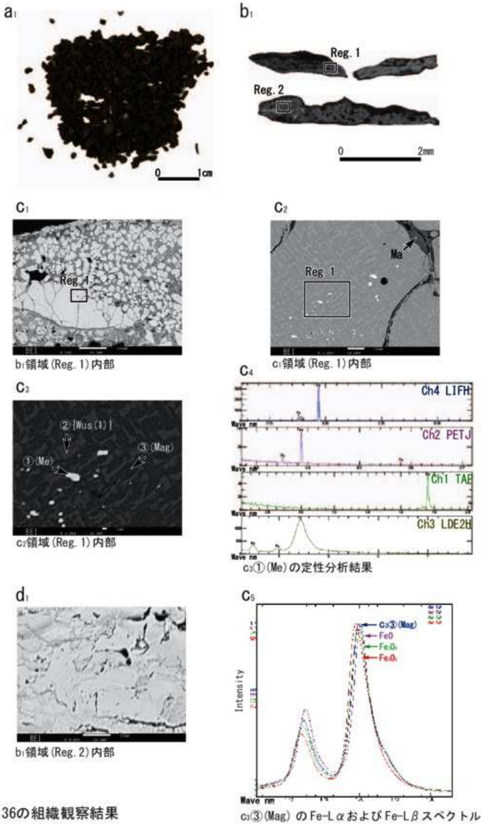


図18　No. 36の組織観察結果

a_1：調査資料の外観。b_1：摘出した試料のマクロ組織。$c_{1\text{-}3}$：b_1領域(Reg. 1)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)。Me=鉄粒、Wus＝ウスタイト、Mag＝マグネタイト。c_4：$c_3$①(Me)のEPMAによる定性分析結果。c_5：$c_3$③(Mag)のEPMAによる状態分析結果。②[Wus(1)]も同様にしてウスタイトと判定。d_1：b_1領域(Reg. 2)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)。

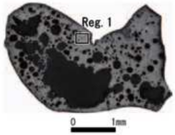
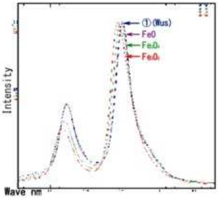
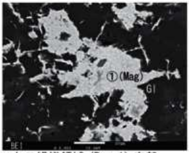
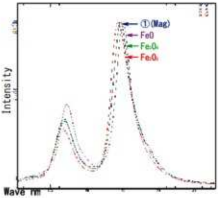
	No.44	No.49
外観		
マクロ組織		
EPMAによる構成鉱物相の分析結果	マクロ組織領域（Reg. 1）内部 ①(Wus)のFe-LαおよびFe-Lβスペクトル	マクロ組織領域（Reg. 1）内部 ①(Mag)のFe-LαおよびFe-Lβスペクトル

図19　No. 44およびNo. 49の組織観察結果

BEI=EPMA反射電子組成像、Wus=ウスタイト、Mag=マグネタイト、Gl=ガラス質ケイ酸塩。

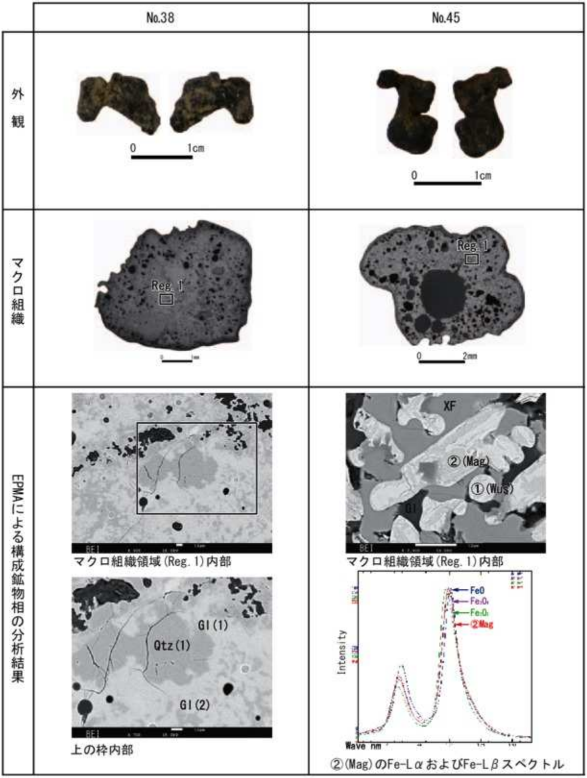


図20　No. 38・45の組織観察結果

BEI=EPMA反射電子組成像、Qtz＝石英、Wus=ウスタイト、Mag=マグネタイト、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩。№45①WusもEPMAによる状態分析によってウスタイトと判定。

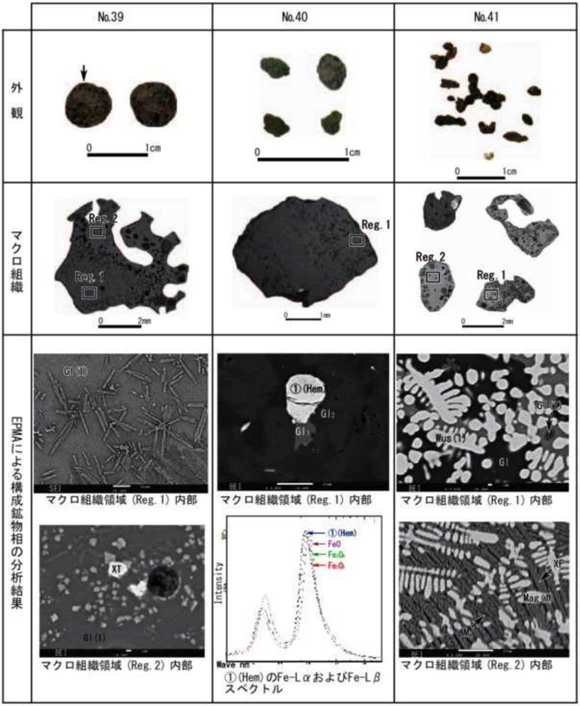


図21　No. 39～41の組織観察結果

BEI=EPMA反射電子組成像、Wus=ウスタイト、Hem=ヘマタイト、XT＝Fe-Mg-Ti-Al-O系化合物、Qtz＝石英、XF=Fe-Mg-Si-O系化合物、Gl=ガラス質ケイ酸塩、Ma=微細粒子が混在したガラス化した領域。

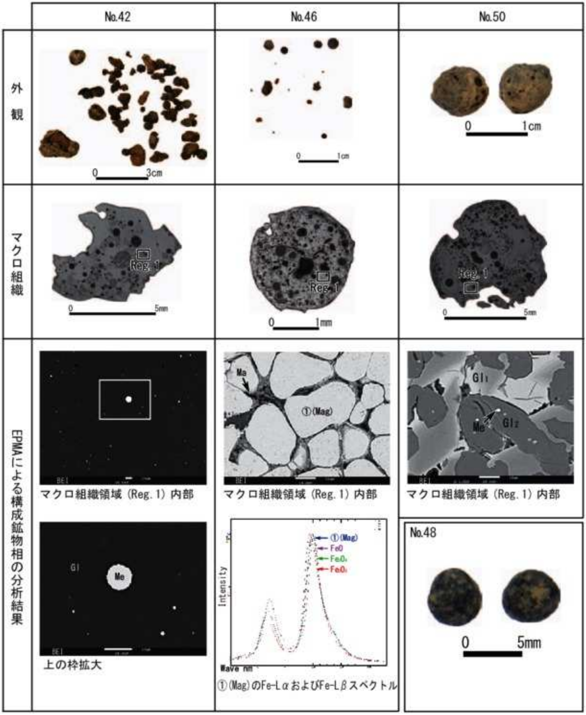
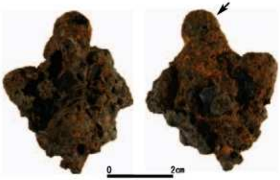


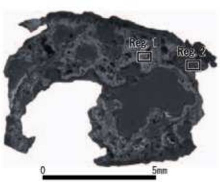
図22　No. 42・46・50の組織観察結果

BEI=EPMA反射電子組成像、Me=鉄粒、Mag=マグネタイト、Gl=ガラス質ケイ酸塩。

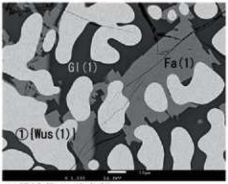
a1



b1

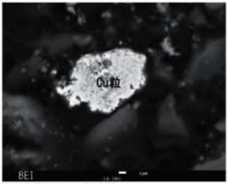


c1



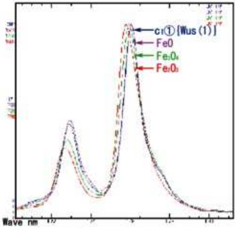
b1領域(Reg. 1)内部

d1



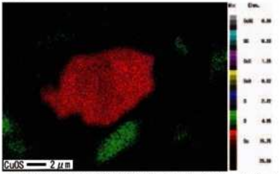
b1領域(Reg. 2)内部

c2



c1①{Wus(1)}のFe-Kα およびFe-Kβ スペクトル

d2



d1に含有される元素濃度分布（Cu-Kα, O-Kα, S-Kα）の複合カラーマップ

図23　No. 53の組織観察結果

a1：調査資料の外観。矢印は試料摘出位置。b1：摘出した試料のマクロ組織。c1・2：b1領域(Reg. 1)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)とWusの状態分析結果。Wus＝ウスタイト、Fa＝鉄かんらん石、Gl=ガラス質ケイ酸塩。d1・2：b1内部に見出されたCu粒のEPMA反射電子組成像(BEI)と含有される元素濃度分布のカラーマップ。

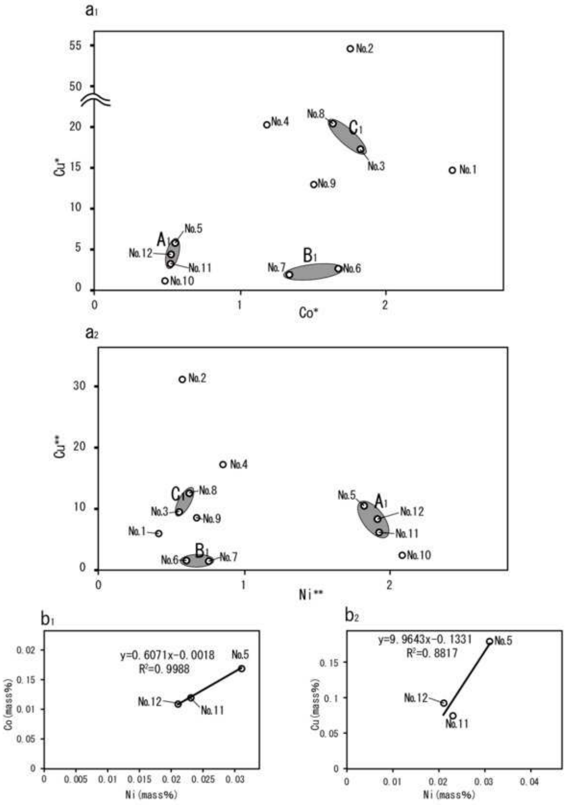


図24　鋳造鉄器(No.1～12)に含有されるNi・Co・Cuの三成分比と相関

No.は表1に対応。Co*=(mass%Co)/(mass%Ni)、Cu*=(mass%Cu)/(mass%Ni)、Ni**=(mass%Ni)/(mass%Co)、Cu**=(mass%Cu)/(mass%Co)。

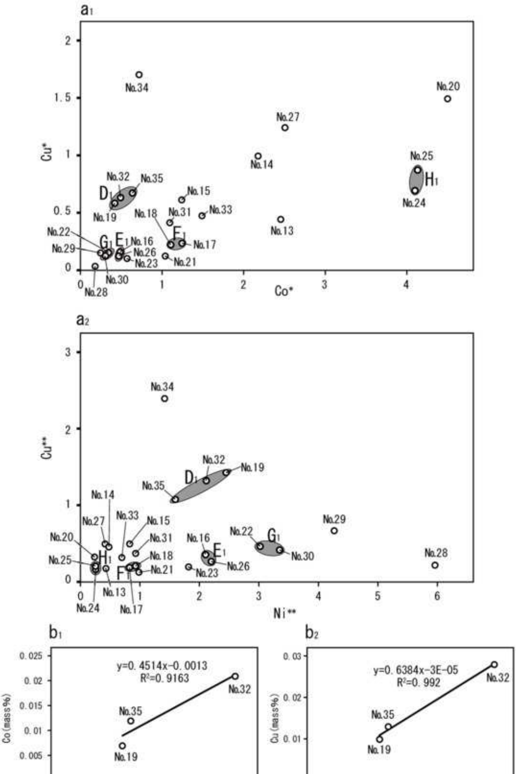
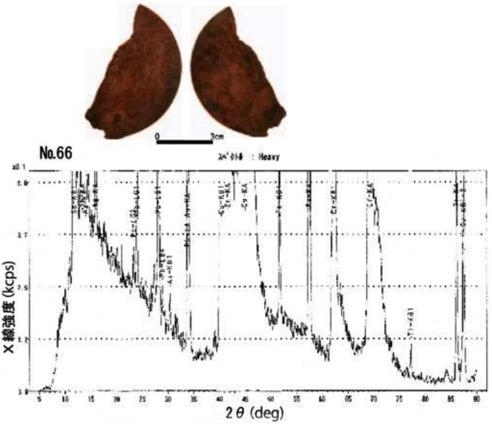


図 25　鋼製鉄器（No. 13 ～ 35）に含有されるNi・Co・Cuの三成分比と相関

No. は表 1 に対応。Co*=(mass%Co)/(mass%Ni)、Cu*=(mass%Cu)/(mass%Ni)、Ni**=(mass%Ni)/(mass%Co)、Cu**=(mass%Cu)/(mass%Co)。



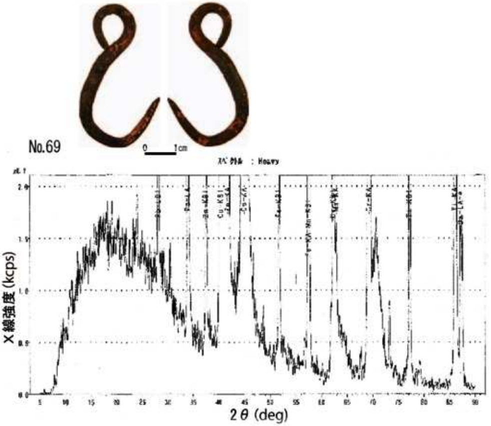
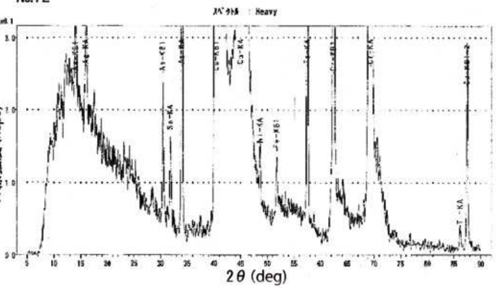


図 26(1)　No. 66 および No. 69 の蛍光Ｘ線定性チャート

No.72



No.113

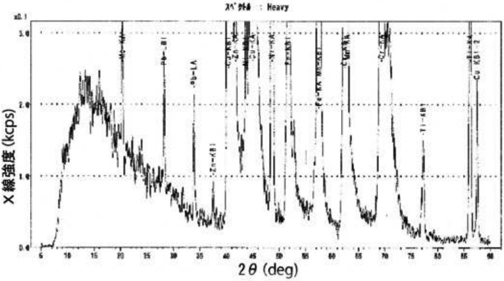
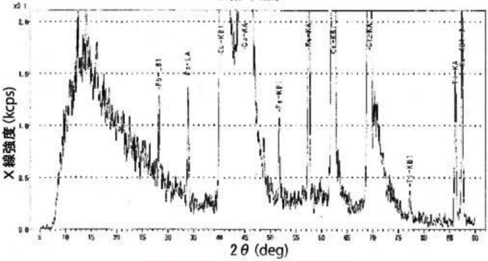


図 26(2)　No. 72 および No. 113 の蛍光X線定性チャート

No.114



No.117

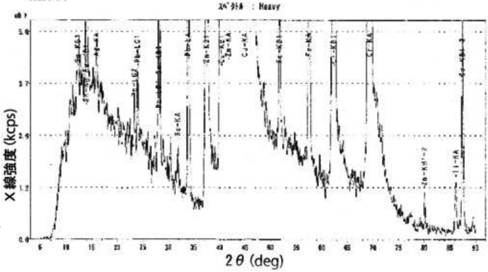
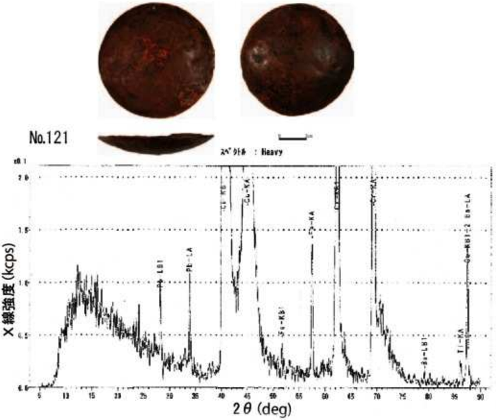


図 26(3)　No. 114 および No. 117 の蛍光Ｘ線定性チャート

No.121



No.123

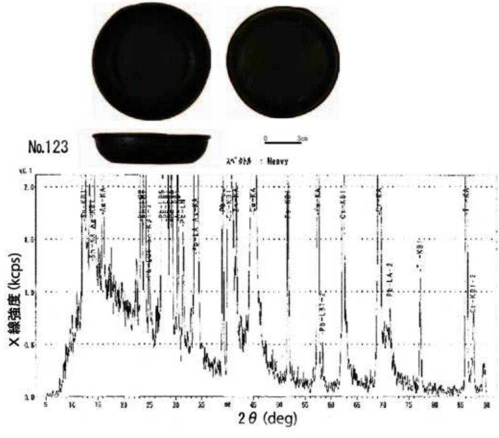
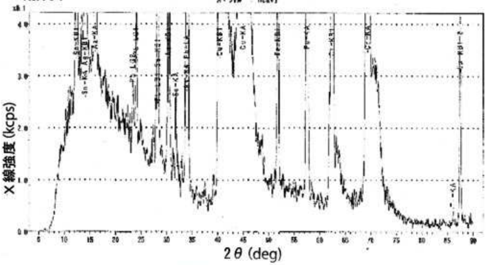
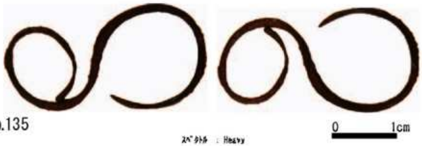


図 26(4)　No. 121 および No. 123 の蛍光X線定性チャート

No.134





No.135

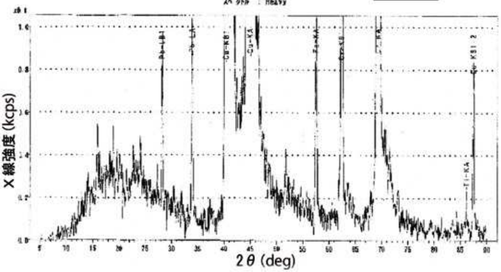
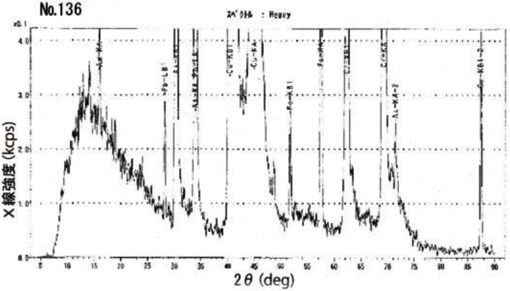


図 26(5)　No. 134 および No. 135 の蛍光Ｘ線定性チャート

No.136



No.137

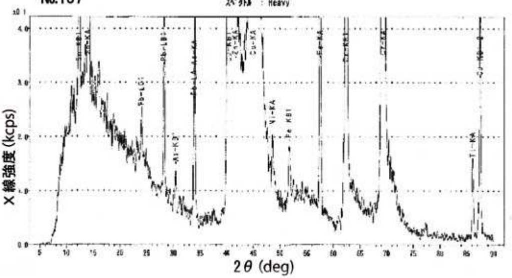
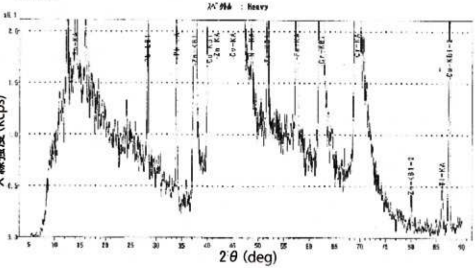


図 26(6)　No. 136 および No. 137 の蛍光Ｘ線定性チャート

No.138



No.139

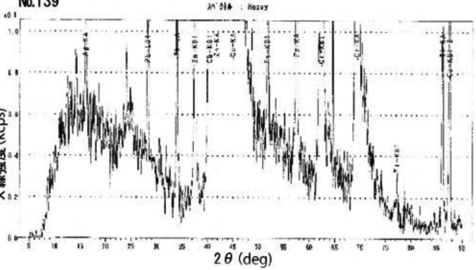
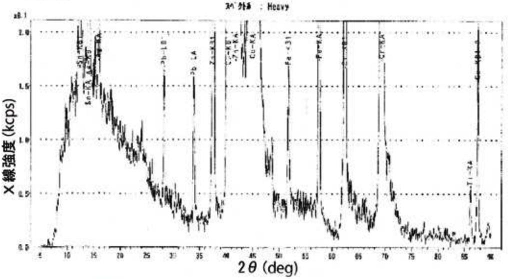
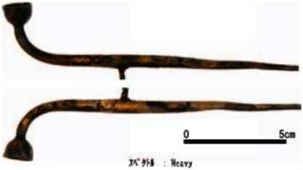


図 26(7)　No. 138 および No. 139 の蛍光Ｘ線定性チャート

No.140





No.141

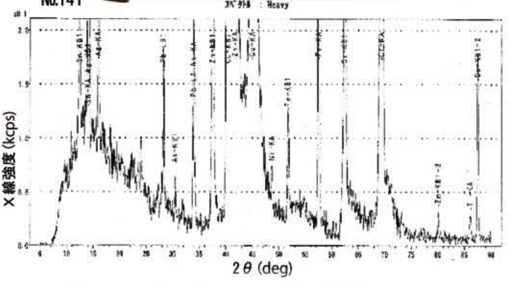
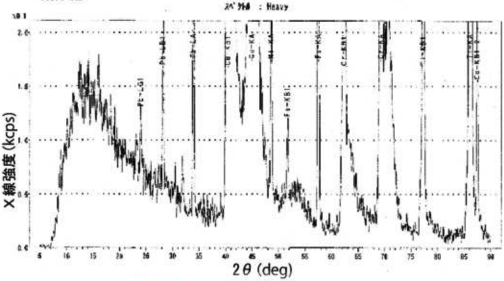


図 26(8)　No. 140 および No. 141 の蛍光X線定性チャート

No.142



No.143

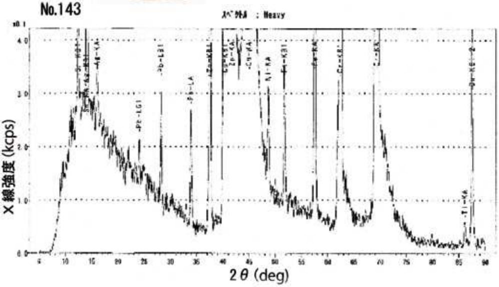
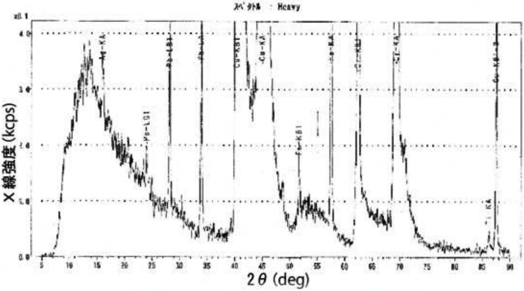


図 26(9)　No. 142 および No. 143 の蛍光X線定性チャート

No.144



No.145

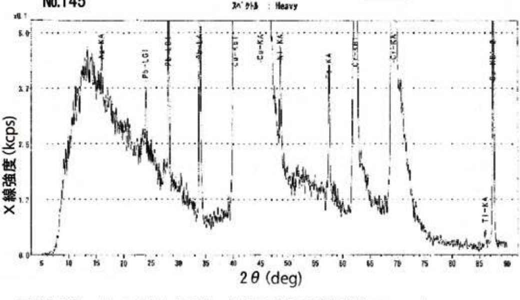


図 26(10)　No. 144 および No. 145 の蛍光Ｘ線定性チャート

No.146

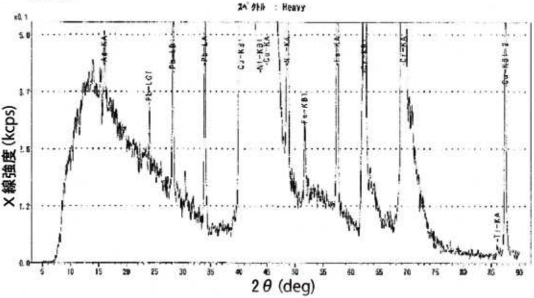


図 26(11)　No. 146 の蛍光X線定性チャート

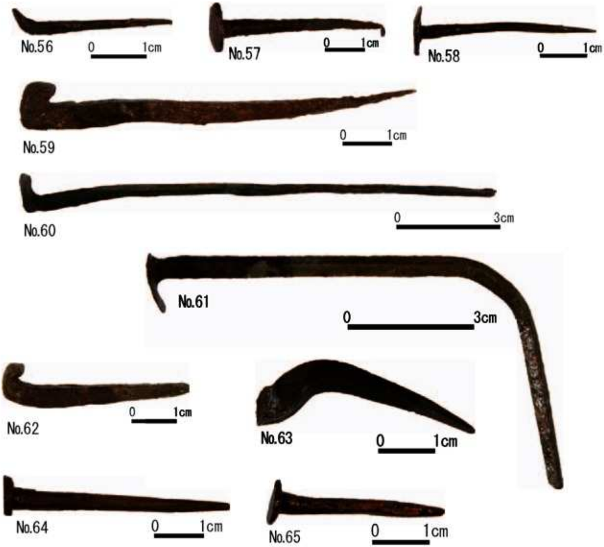


表10(1)　釘の分析結果

No.	化学組成 (mass%)														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
56	93.5	<0.01	0.43	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.026	0.014	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	94.04
57	93.7	<0.01	0.46	<0.01	0.03	0.05	<0.01	0.014	0.059	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	94.34
58	94.6	<0.01	0.31	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	0.009	0.010	<0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	94.98
59	94.5	<0.01	0.87	<0.01	0.03	0.01	<0.01	0.019	0.077	<0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	95.53
60	93.9	<0.01	0.20	<0.01	0.39	0.01	<0.01	0.070	0.017	<0.01	0.10	<0.001	<0.001	<0.001	94.69
61	95.8	<0.01	0.29	<0.01	0.20	<0.01	<0.01	0.020	0.010	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	0.001	96.36
62	94.1	<0.01	0.85	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.008	0.085	<0.01	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	95.11
63	94.6	<0.01	0.54	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.020	0.008	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	<0.001	95.23
64	93.7	<0.01	0.81	<0.01	0.04	0.01	<0.01	0.005	0.010	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	94.61
65	93.5	<0.01	0.80	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.010	0.070	<0.01	0.04	<0.001	<0.001	<0.001	94.46

図 27　調査した釘 (No. 56 ～ 65) の外観と化学組成

No. は表９に対応。

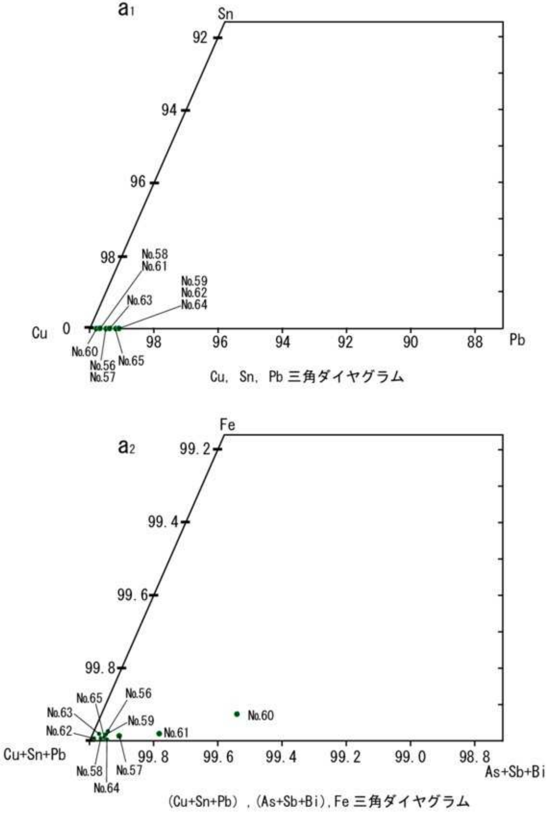


図 28　釘 (No. 56 ～ 65) に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム

No. は表 9 に対応。

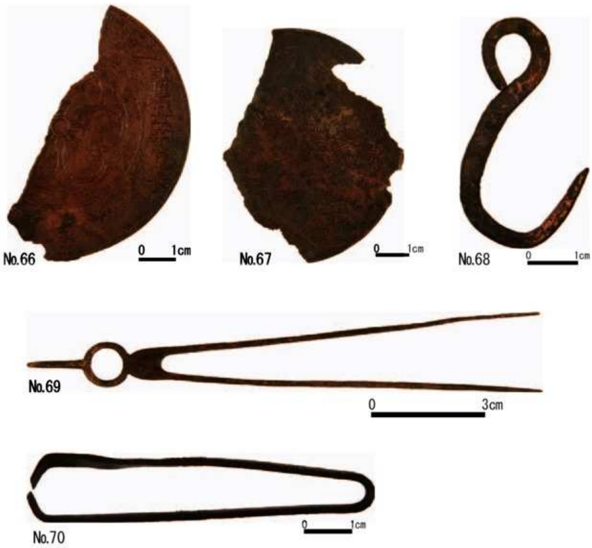
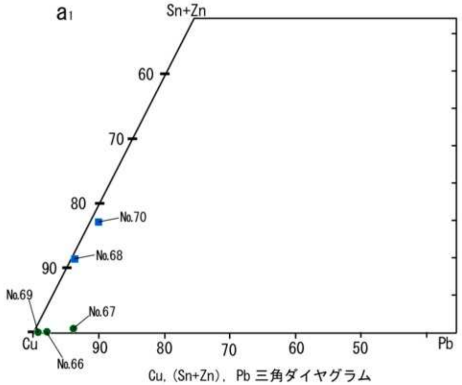


表10(2)　装身具の分析結果

No.	化学組成（mass%）														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
66	87.0	0.01	1.82	<0.01	0.21	7.46	<0.01	0.110	0.004	0.51	0.07	0.002	0.003	0.037	97.24
67	80.5	0.53	5.03	<0.01	1.11	7.38	0.04	0.060	0.034	0.23	0.10	0.030	0.002	0.018	95.06
68	85.1	0.20	0.54	11.6	0.05	0.01	<0.01	0.396	0.016	0.03	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	97.97
69	95.3	<0.01	0.66	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.007	0.115	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	96.09
70	77.9	0.08	1.31	20.1	0.05	0.01	<0.01	0.088	0.021	0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	95.69

図 29　調査した装身具（No. 66 ～ 70）の外観

No. は表９に対応。



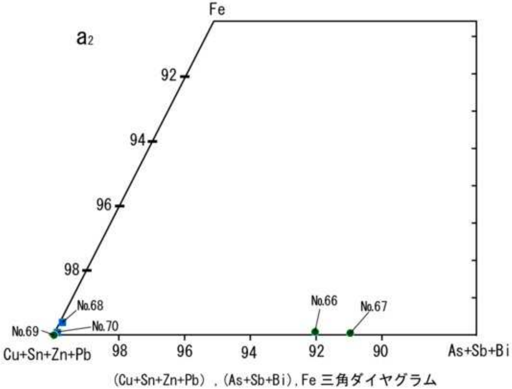


図 30　装身具 (No. 66 ～ 70) に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム
No. は表９に対応。■＝真鍮を素材とする試料、●＝Cu または Cu-Pb 合金を素材とする試料。

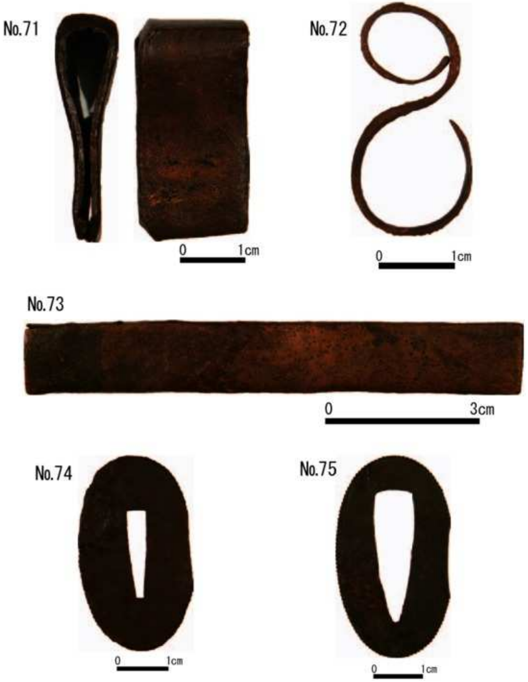
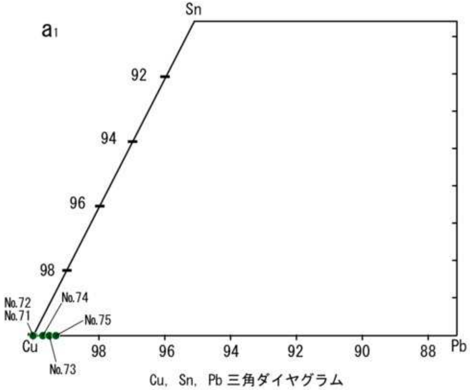


表10(3)　刀装具の分析結果

No.	化学組成 (mass%)														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
71	95.1	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.010	0.040	<0.01	0.28	<0.001	0.001	0.021	95.49
72	97.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.71	<0.01	<0.01	0.005	0.020	<0.01	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	98.20
73	97.2	0.01	0.53	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	0.077	0.041	<0.01	0.01	<0.001	<0.001	0.003	97.90
74	95.6	<0.01	0.30	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	0.019	0.183	<0.01	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	96.19
75	96.9	<0.01	0.64	<0.01	0.09	<0.01	<0.01	0.002	0.169	<0.01	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	97.81

図 31　調査した刀装具 (No. 71 ～ 75) の外観

No. は表 9 に対応。



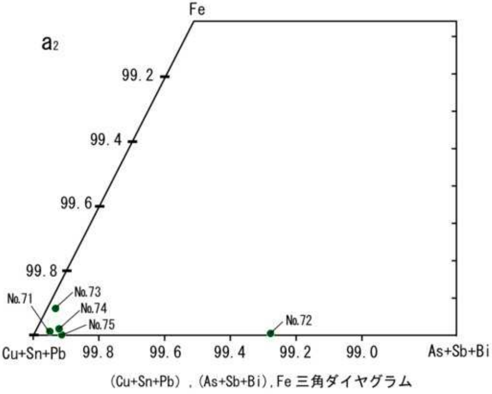


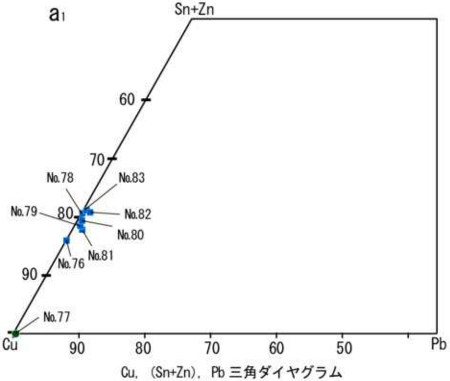
図 32　刀装具 (No. 71 ～ 75) に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム
No. は表 9 に対応。

表10(4)　キセルの分析結果

No.	化学組成 (mass%)														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
76	81.9	0.18	0.17	15.4	0.10	0.01	<0.01	0.346	0.029	0.02	0.07	<0.001	<0.001	<0.001	98.23
77	94.9	<0.01	0.46	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.029	0.020	0.00	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	95.44
78	78.4	6.97	0.23	13.4	0.14	0.01	<0.01	0.119	0.018	0.02	0.07	<0.001	<0.001	<0.001	99.38
79	80.0	0.71	0.87	17.7	0.02	0.03	0.01	0.248	0.026	0.02	0.02	<0.001	0.002	<0.001	99.66
80	78.5	0.18	0.82	18.9	0.02	0.01	<0.01	0.142	0.019	0.02	0.02	0.001	<0.001	<0.001	98.63
81	79.8	0.30	1.52	17.4	0.13	0.02	<0.01	0.078	0.023	0.05	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	99.38
82	76.7	0.14	1.26	20.3	0.06	0.01	<0.01	0.179	0.023	0.02	0.07	0.003	<0.001	<0.001	98.77
83	76.9	0.32	0.65	20.4	0.07	0.01	<0.01	0.626	0.059	0.04	0.03	0.001	0.004	0.062	99.17

図 33　調査したキセル関係資料 (No. 76 ～ 83) の外観

No. は表９に対応。



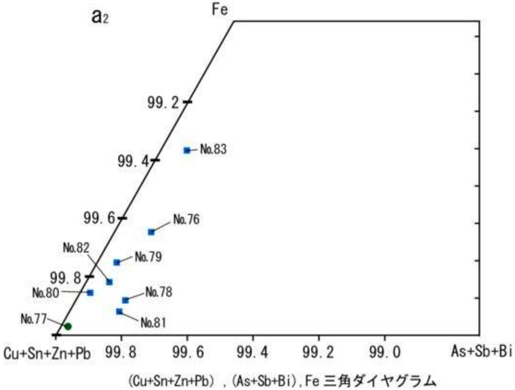
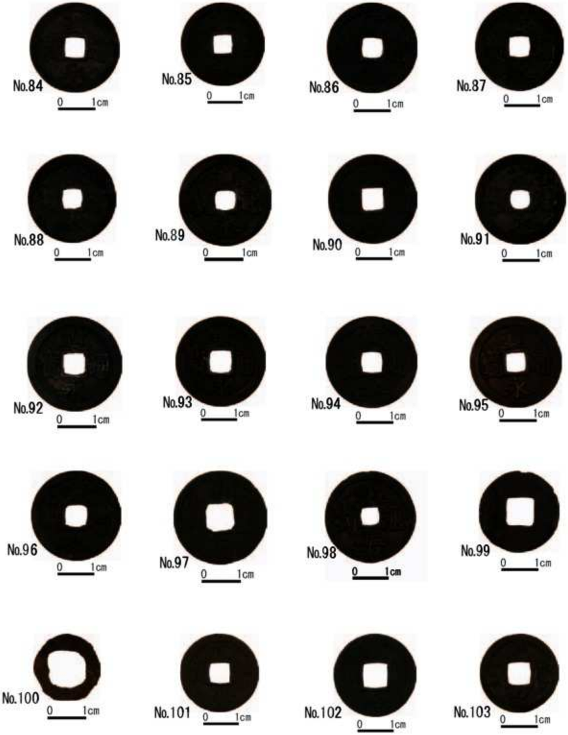


図 34　キセル関係資料（No. 76 ～ 83）に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム
No. は表９に対応。■＝真鍮を素材とする試料、●＝銅を素材とする試料。



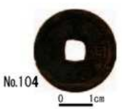


図 35(1)　調査した銭貨 (No. 84 ～ 104) の外観
No. は表９に対応。

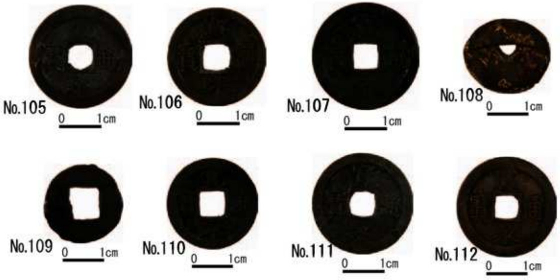
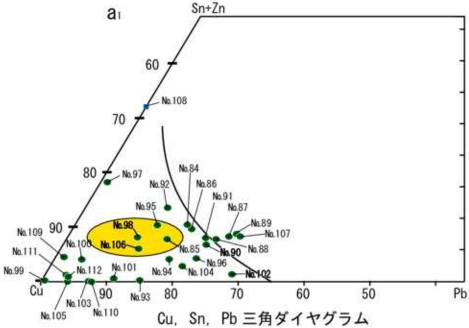


表10(5)　銭貨の分析結果

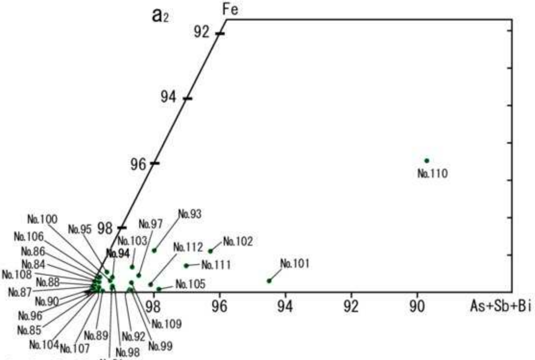
No.	化学組成 (mass%)														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
84	69.1	9.87	16.3	<0.01	0.06	0.06	0.04	0.298	0.007	0.37	0.04	<0.001	0.001	0.009	96.16
85	75.4	7.64	15.1	<0.01	0.13	0.06	0.01	0.047	0.022	0.39	0.02	0.008	<0.001	<0.001	98.83
86	67.1	8.95	16.9	<0.01	0.03	0.05	0.02	0.407	0.004	0.91	0.06	0.012	<0.001	0.004	94.45
87	66.4	8.07	24.2	<0.01	0.04	0.05	0.01	0.093	0.008	0.63	0.07	0.008	<0.001	<0.001	99.58
88	64.8	7.16	21.2	<0.01	0.03	0.04	0.02	0.190	0.004	0.92	0.07	0.012	<0.001	0.025	94.47
89	64.1	8.34	24.8	<0.01	0.20	0.10	0.09	0.025	0.021	0.39	0.20	0.004	<0.001	<0.001	98.27
90	70.9	6.63	21.6	<0.01	0.05	0.01	0.02	0.088	0.015	0.48	0.06	0.015	<0.001	<0.001	99.87
91	68.1	7.66	20.2	<0.01	0.43	0.10	0.09	0.129	0.034	0.39	0.07	<0.001	<0.001	<0.001	97.20
92	71.6	13.1	12.2	<0.01	1.14	0.04	0.02	0.074	0.008	0.30	0.06	<0.001	0.004	0.007	98.55
93	78.9	0.17	13.9	<0.01	1.22	0.05	0.01	1.220	0.011	0.60	0.06	0.014	<0.001	0.003	96.16
94	75.1	3.93	16.7	<0.01	0.44	0.03	0.01	0.433	0.011	0.39	0.08	0.005	<0.001	<0.001	97.13
95	75.8	10.1	12.4	<0.01	0.18	0.05	0.02	0.609	0.005	0.06	0.02	0.004	<0.001	<0.001	99.25
96	71.4	4.07	20.7	<0.01	0.14	0.03	0.03	0.023	0.045	0.08	0.02	0.004	<0.001	0.002	96.54
97	73.9	16.6	0.99	<0.01	0.52	0.40	0.25	0.477	0.014	0.34	0.13	0.038	0.014	0.047	93.72
98	76.9	7.68	10.1	<0.01	0.36	0.16	0.08	0.169	0.036	0.22	0.07	0.005	0.001	0.004	95.79
99	91.6	0.23	0.42	<0.01	0.90	0.26	0.02	0.057	0.056	0.06	0.21	0.003	<0.001	0.006	93.82
100	89.4	3.98	4.08	<0.01	0.37	0.07	0.03	0.338	0.056	0.12	0.21	0.004	<0.001	0.006	98.66
101	80.1	0.54	9.72	<0.01	0.98	4.07	0.03	0.319	0.012	0.72	0.10	0.017	<0.001	<0.001	96.61
102	64.5	1.15	26.1	<0.01	2.05	0.85	0.03	1.200	<0.001	0.46	0.07	0.001	<0.001	<0.001	96.41
103	79.9	0.05	6.24	<0.01	0.66	0.16	0.01	0.666	0.011	0.75	0.05	0.045	0.021	0.206	88.77
104	73.6	2.72	19.2	<0.01	0.19	0.01	0.02	0.043	<0.001	0.50	0.05	0.001	<0.001	<0.001	96.29
105	88.0	<0.01	3.80	<0.01	0.46	1.50	0.01	0.076	0.006	0.41	0.04	0.016	0.003	0.027	94.35
106	79.0	5.76	11.4	<0.01	0.09	0.01	<0.01	0.444	0.014	0.23	0.03	0.026	<0.001	0.003	97.01
107	57.3	7.14	22.9	<0.01	0.15	0.04	0.01	0.129	0.010	0.88	0.08	0.012	<0.001	<0.001	88.65
108	57.0	<0.01	<0.01	26.0	0.03	<0.01	<0.01	0.218	0.010	0.01	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	83.28
109	82.1	3.91	1.10	<0.01	0.84	0.13	0.04	0.250	0.029	0.14	0.26	0.002	0.027	0.259	89.09
110	77.0	<0.01	6.42	<0.01	7.75	0.09	0.01	3.830	0.040	0.56	0.07	0.137	0.001	0.027	95.94
111	84.8	1.03	2.91	<0.01	0.65	1.70	<0.01	0.739	0.005	0.71	0.04	0.037	0.002	0.007	92.63
112	86.5	0.78	3.47	<0.01	<0.01	1.63	<0.01	0.215	0.004	0.72	0.03	0.040	<0.001	<0.001	93.39

図 35(2)　調査した銭貨 (No. 105 ～ 112) の外観

No. は表９に対応。



Cu, Sn, Pb 三角ダイヤグラム



(Cu+Sn+Pb), (As+Sb+Bi), Fe 三角ダイヤグラム

図 36　銭貨 (No. 84 ～ 112) に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム

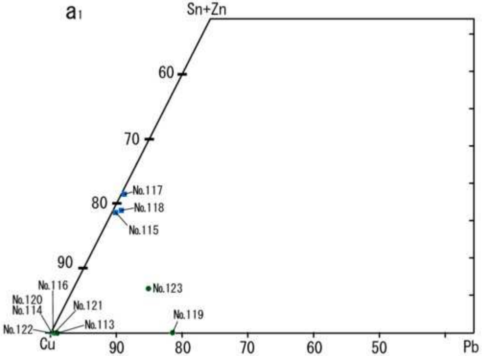
No. は表９に対応。■＝真鍮を素材とする試料、●＝Cu、Cu-Pb、または青銅を素材とする試料。

表10(6)　不定銅製品の分析結果

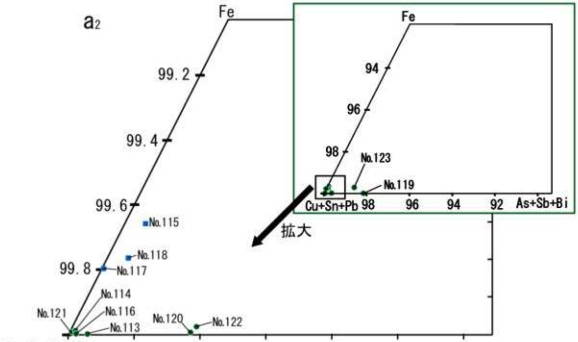
No.	化学組成 (mass%)														合計
	Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	
113	94.8	<0.01	0.91	<0.01	0.03	0.02	<0.01	0.003	0.031	<0.01	0.03	<0.001	<0.001	0.001	95.83
114	92.8	<0.01	0.31	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.012	0.007	0.02	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	93.18
115	77.0	0.20	0.51	17.6	0.06	<0.01	<0.01	0.326	0.014	0.02	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	95.75
116	93.5	<0.01	0.39	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.004	0.013	0.00	0.02	<0.001	<0.001	0.007	93.96
117	72.7	<0.01	0.33	19.9	<0.01	<0.01	<0.01	0.191	0.000	0.00	0.02	<0.001	<0.001	<0.001	93.14
118	75.7	0.02	1.12	17.9	0.05	0.01	<0.01	0.224	0.028	0.01	0.01	0.008	<0.001	0.015	95.10
119	73.7	0.08	16.7	0.02	1.69	0.13	0.03	0.020	0.047	0.10	0.07	0.001	0.001	0.019	92.61
120	94.1	<0.01	0.30	<0.01	0.26	0.03	0.05	0.008	0.014	0.00	0.24	<0.001	<0.001	<0.001	95.00
121	93.4	<0.01	0.56	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.008	0.003	0.00	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	93.99
122	94.4	<0.01	0.08	<0.01	0.36	<0.01	<0.01	0.024	0.042	0.00	0.09	<0.001	<0.001	<0.001	95.00
123	76.8	6.48	10.6	<0.01	1.18	0.11	0.04	0.299	0.030	0.14	0.19	0.005	<0.001	0.001	95.88

図 37　調査した不定銅製品 (No. 113 ～ 123) の外観

No. は表 9 に対応。



Cu, (Sn+Zn), Pb 三角ダイヤグラム



(Cu+Sn+Zn+Pb), (As+Sb+Bi), Fe 三角ダイヤグラム

図 38　不定銅製品 (No. 113 ～ 123) に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム

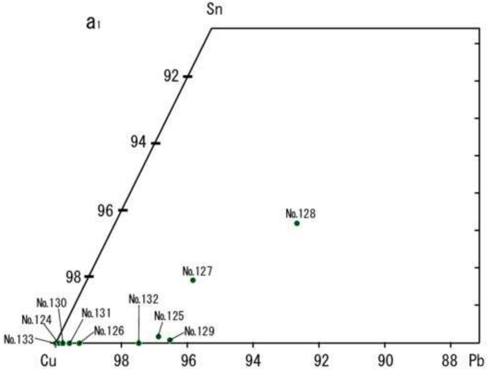
No. は表 9 に対応。■＝真鍮を素材とする試料、●＝Cu、Cu-Pb 合金、または青銅を素材とする試料。

表10(7)　被熱銅製品関連資料の分析結果

No.	化学組成（mass%） Cu	Sn	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Ni	S	Ag	Co	Mn	Ca	合計
124	96.4	<0.01	0.14	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.024	0.045	0.01	0.04	<0.001	0.006	0.078	96.77
125	90.4	0.15	2.82	2.24	0.51	0.06	<0.01	0.076	0.021	0.04	0.03	0.024	<0.001	<0.001	96.37
126	95.4	<0.01	0.63	1.72	0.02	0.01	<0.01	0.020	0.033	<0.01	0.02	<0.001	0.002	0.014	97.87
127	89.0	1.83	2.99	0.81	0.48	0.12	<0.01	0.281	0.033	0.03	0.05	0.001	<0.001	<0.001	95.63
128	85.5	3.37	5.22	0.02	0.58	0.14	<0.01	0.106	0.035	0.03	0.05	0.001	<0.001	<0.001	95.05
129	93.3	0.07	3.24	<0.01	0.88	0.18	<0.01	0.011	0.033	0.05	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	97.81
130	94.2	<0.01	0.24	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.371	0.030	<0.01	0.03	<0.001	0.016	0.030	94.96
131	94.0	<0.01	0.42	<0.01	0.74	0.06	<0.01	0.116	0.048	0.01	0.18	<0.001	0.022	0.133	95.73
132	89.6	<0.01	2.34	<0.01	2.93	<0.01	0.06	0.022	0.027	0.02	0.28	<0.001	<0.001	<0.001	95.28
133	95.2	<0.01	0.04	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.070	0.015	0.01	0.02	<0.001	0.003	0.011	95.41

図 39　調査した被熱銅生産関連資料（No. 124 ～ 133）の外観

No. は表９に対応。



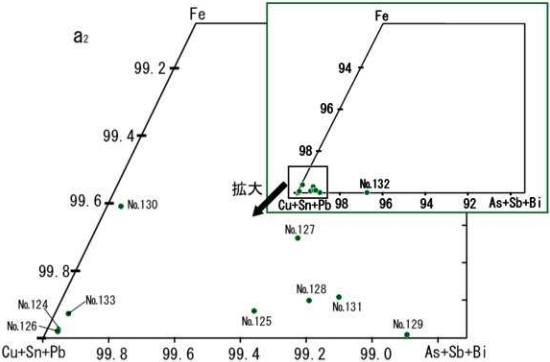
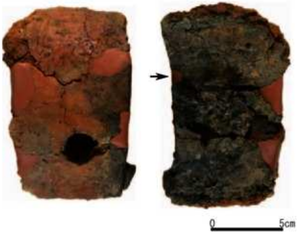


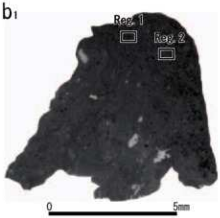
図 40　被熱銅製品関連資料（No. 124 ～ 133）に含有される主成分および微量成分の三角ダイヤグラム

No. は表９に対応。

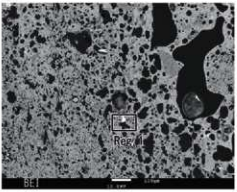
a_1



b_1

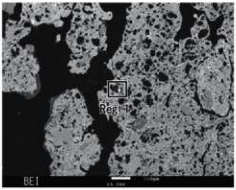


c_1



b_1領域(Reg. 1)内部

d_1

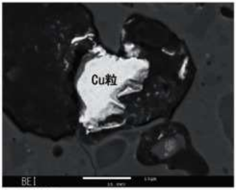


b_1領域(Reg. 2)内部

c_2

c_1枠内部

d_2



d_1枠内部

図41　No. 147の組織観察結果

a_1：調査資料の外観。b_1：摘出した試料のマクロ組織。$c_{1\cdot2}$・$d_{1\cdot2}$：それぞれb_1領域(Reg. 1)内部および領域(Reg. 2)内部のEPMA反射電子組成像(BEI)。

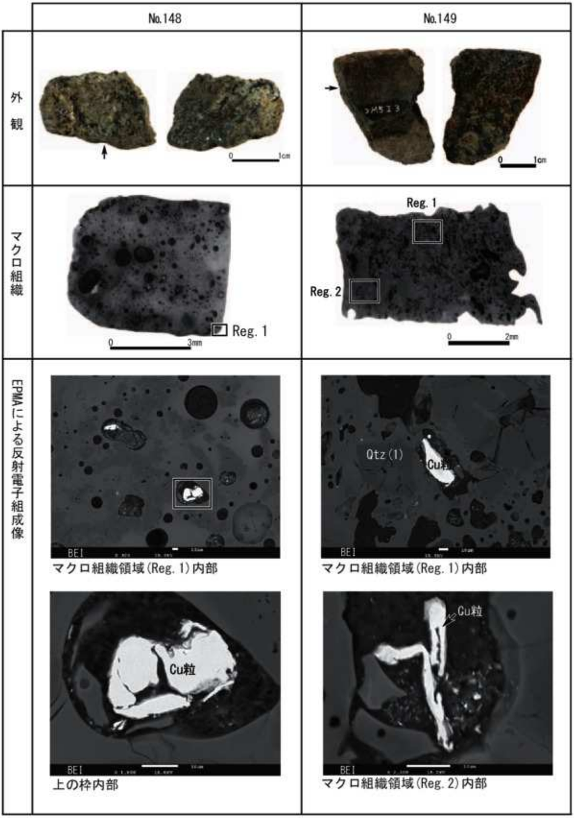


図42　No. 148・149の組織観察結果

4　福山城下町遺跡における岩石試料の産地同定等

パリノ・サーヴェイ株式会社

はじめに

福山城下町遺跡において検出された蔵および溝の構築石材や、砥石、硯、炉石、石廟の屋根などの石製品について、石質に関する資料を作成するために肉眼による鑑定を行った。構築石材については、その原産地の検討を目的として、肉眼観察、顕微鏡観察、X 線回折分析および蛍光 X 線分析による詳細分析を行った。原産地の岩石学的な検討には、松前町内の原産地石材も分析の対象としたほか、福井県の笏谷石に由来する可能性も指摘されているため、笏谷石の原石についても分析を行った。以下にその結果を報告する。

1. 試料

分析対象とした石材は、蔵、溝、炉の構築石材63点、原産地石材4点および石製品20点の計87点である。構築石材は、蔵2の石垣石36点、溝1張石の張石6点、溝2縁石の縁石18点および溝2北側積石の積石2点、石廟の屋根1点である。原産地石材は、福井県足羽山の笏谷石1点、松前町内の神明1点、豊岡1点および月島1点である。石製品は、硯6点、石錘1点、石錘?1点、石製品1点、砥石10点、扉軸受?1点から構成される。肉眼による石質鑑定は全点を対象とし、原産地を検討するための蛍光X線分析には構築石材63点および原産地石材4点を供した。薄片作製鑑定およびX線回折分析には、原産地石材4点のほかに、構築石材から７点を選出した。構築石材からの選出は、後述する肉眼鑑定により分けられたA～Dの4グループより、それぞれを代表する石質の石材をグループAより2点、グループBより1点、グループCより2点、グループDより1点を選出した。

2. 分析方法

(1)肉眼鑑定

肉眼およびルーペを用いて構成鉱物や組織の特徴を観察し、肉眼で鑑定できる範囲の岩石名を付ける。次に、砕屑片や基質の特徴を観察し、グループ分けを行う。

(2)薄片作製鑑定

薄片観察は、岩石を 0.03ｍｍの厚さに研磨して薄片を作製し、これを偏光顕微鏡下で観察し、岩石の構成鉱物・組織・岩片などを観察する。

薄片作製は、試料をダイヤモンドカッターにより 22×30×15mm の直方体に切断して薄片用のチップを作製し、そのチップをプレパラートに貼り付け、＃180～#800 の研磨剤を用いて研磨機上で厚さ 0.1mm 以下まで研磨する。さらに、メノウ板上で＃2500 の研磨剤を用いて正確に 0.03mm の厚さに調整し、カバーガラスを貼り付け観察用の薄片とする。薄片は偏光顕微鏡下において観察、記載を行う。

(3)X 線回折分析

1)不定方位法 X 線回折試験

試料を乾燥機により 60℃以下で 12 時間以上乾燥させた後、振動ミル（平工製作所製 TI100；10ml 容タングステンカーバイト容器）を用いて粉砕・混合し、粉末試料（200mesh, 95%pass）を作製する。粉末試料は、X 線回折用アルミニウムホルダーに充填し、不定方位試料を作成する。

作成した不定方位試料は、X 線回折測定装置を用いて以下の条件で測定する。不定方位法 X 線回折試験は、試料中に含まれる主要な鉱物の種類を明らかにすることを目的としている。

装　置：理学電気製 MultiFlex	Divergency Slit：1°
Target：Ｃｕ（Ｋα）	Scattering Slit：1°
Monochrometer：Graphite 湾曲	Recieving Slit：0.3mm
Voltage：40KV	Scanning Speed：2° /min
Current：40mA	Scanning Mode：連続法
Detector：SC	Sampling Range：0.02°
Calculation Mode：cps	Scanning Range：2～61°

2) 定方位および EG 処理定方位 X 線回折試験

上記の粉末試料を用いて純水による簡易水ひを行い、懸濁液をシリコン単結晶板上に無限厚さを保つように塗布し、乾燥させて定方位試料を作製する。Scanning Range を 2～30°（2θ）とする他は不定方位法 X 線回折試験と同一条件で回折試験を行う。さらに、定方位法に用いた試料を EG（エチレングリコール）処理した後、2～15° の Scanning Range について再度、定方位法と同一条件で X 線回折を行う。

定方位法は、試料中に含まれる細粒な粘土粒子の組成を把握することを目的としている。EG 処理は、膨潤性粘土鉱物に対し、珪酸塩層間の水をエチレングリコールと置換させることにより、強制的に膨潤を促す処理方法である。この処理を行なった試料の測定により、膨潤性粘土鉱物の検出が可能となる。代表的な膨潤性粘土鉱物であるスメクタイト（モンモリロナイトなど）では、EG 処理により層格子の厚さが増大し、(001)面反射の回折線は約 18Å（2θ：4.8°）に移動する。その他､ハロイサイト（10Å）や、スメクタイトの混合層鉱物などにおいても、回折線の移動が生じるとされている。

(4) 蛍光 X 線分析

リガク製走査型蛍光X線分析装置(ZSX PrimusⅢ+)を用い、ガラスビード法により分析する。測定用のプログラムは、定量アプリケーションプログラムのFP定量法を使用し、SiO_2、TiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、MnO、MgO、CaO、Na_2O、K_2O、P_2O_5の主要10元素およびRb、Sr、Y、Zr、Baの微量5元素について定量分析を行う。なお、標準試料には独立行政法人産業技術総合研究所の地球化学標準試料（JR-1、JR-3、JA-3、JF-1、JG-1a、JLK-1、Jsy-1、JSd-1、JSd-2、JSd-3、JB-2、JSL-1）を用いる。

1) 装置

リガク製走査型蛍光X線分析装置(ZSX PrimusⅢ+)（FP定量法アプリケーション）

2) 試料作製

機械乾燥（110℃）した試料を、振動ミル（平工製作所製TI100；10ml容タングステンカーバイト容器）で粉砕・混合し、ガラスビードを表1の条件で作製する。

3) 測定条件

上記作製したガラスビードを専用ホルダーにセットし、表2および表3に示される条件に従っ

て測定する。

3. 結果

(1) 肉眼鑑定

結果を表 4 に示す。石垣石、原産地石材等の 67 試料は肉眼観察により岩石名を判定したところ、多くは凝灰岩（57 試料）に分類されるものであり、他に火山礫凝灰岩に分類されるものが 10 試料含まれる。

次に、構築材（石垣石、張石、縁石、積石、石廟の屋根）の 63 試料について、岩石の基質の特徴や含まれる鉱物、砕屑片などの特徴から A～D の 4 つのグループに分類した。各グループの特徴は以下のとおりである。

グループ A：砂～中礫サイズの岩片、鉱物片を散含し、淡緑色の基質を示す。まれに黒雲母や角閃石を含む。分析試料中に最も多く見られる岩相である。

グループ B：グループ A と同様な構成物からなるが、黒色岩片にやや富む。

グループ C：基質はグループ A やグループ B と比較し、やや明るく、岩片の量が少ない。白色化した(炭酸塩鉱物化した)斜長石を散含する。

グループ D：砕屑片は中粒砂以下を主体とし、細粒な岩相を示す。中礫は含まれない。

出土位置別の各グループの個数を表 5 に示す。蔵 2 の石垣石ではグループ A の石材が大半を占め、蔵 2 石垣北側の石垣石ではグループ B の石材も僅かに使用されている。溝 1 の張石ではグループ D の石材が多用されている。溝 2 の縁石では、グループ C の割合が高く、溝 2 の積石はグループ B の石材が使用されている。

硯、砥石ほかの石製品の岩石鑑定結果を表 6 に示す。石製品の種類別に集計した石材組成は、表 7 に示す。硯には、火山岩の流紋岩、変成岩の粘板岩が主に使われており、変成岩のホルンフェルスも 1 試料認められる。砥石も硯と同様な石材使用の傾向が認められ、流紋岩と粘板岩が使用されている。また、荒砥～中砥とみられる砥石には砂岩が使用されている。石錘、石錘(?)、石製品の 3 試料は、火山砕屑岩の軽石凝灰岩または凝灰岩が使用されている。扉の軸受(?)は火山岩の角閃石デイサイトが使用されている。

(2) 薄片鑑定

偏光顕微鏡下の観察では岩石の構成鉱物および組織の記載岩石学的な特徴を明らかにした。構成物の量比は、観察面全体に対して多量（>50%）、中量（20～50%）、少量（5～20%）、微量（<5%）およびきわめて微量（<1%）という基準で目視により判定した。各試料における構成物の量比表は、表 8 に示す。顕微鏡観察の状況は、下方ポーラーおよび直交ポーラー下で撮影し、写真図版として添付した。以下に各試料の鏡下観察結果を述べる。

1) グループA　試料20　蔵2石垣北側　S271

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大0.75mmの他形で不定形粒状～破片状を呈して点在する。

斜長石：少量存在し、粒径最大3.5mmの半自形～他形で厚板状～破片板状を呈し、集片双晶および累帯構造が発達する。未変質で清澄なものが大部分を占めている。燐灰石を包有するものが認められる。

黒雲母：きわめて微量存在し、粒径最大1.19mmの他形で不定形板状を呈し、暗緑褐色～褐色の多色性を示す。

角閃石：きわめて微量存在し、粒径最大0.64mmの他形で板状を呈し、緑色～緑褐色の多色性を示す。燐灰石を包有する。

単斜輝石：きわめて微量存在し、粒径最大0.32mmの他形で柱状～不定形柱状を呈し、淡緑色を示す。

ジルコン：きわめて微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で短柱状を呈し、淡褐色を示す。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.10mmの他形で破片柱状を呈する。

不透明鉱物：きわめて微量存在し、粒径最大0.37mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石を包有するものが認められる。

岩片

デイサイト：少量存在し、粒径0.43～1.78mmで亜角礫～亜円礫状を呈する。石基は珪長質鉱物、黒雲母、不透明鉱物などによって埋められ、一部、マーガライトやロンギュライトの晶子を含むものも存在する。石英や斜長石の斑晶を伴うものがごく僅かに認められる。

安山岩：微量存在し、粒径0.40～3.1mmで角礫～円礫状を呈する。斜長石の斑晶を含み、石基はインターサータル組織を示すものなどが認められる。緑簾石などの変質鉱物を含むものもある。

玄武岩：微量存在し、粒径0.21～0.62mmで角礫～亜角礫状を呈し、アミグダルを散含する。石基は主に斜長石、不透明鉱物、酸化鉄などによって埋められ、黒色を呈する。アミグダルは粘土鉱物によって充填されている。

凝灰岩：微量存在し、粒径0.33～4.5mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、石英、斜長石の鉱物片、デイサイト、安山岩の岩片などを含む。基質は石英、曹長石、粘土鉱物、不透明鉱物などで埋められている。

その他砕屑片

軽石片仮像：少量存在し、粒径1～8.0mmで角礫状を呈し、発泡は良好である。セラドナイトや沸石によって交代されており、仮像となっている。孔隙は粘土鉱物によって充填されている。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈する。沸石によって置換され、仮像となっている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

沸石：中量存在し、粒径最大0.10mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈する。軽石片や火山ガラス片を主に交代して仮像を形成している。

セリサイト：きわめて微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、岩片や基質を交代する。

雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、褐色を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代する。

セラドナイト：中量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片を交代している。結晶度は不良である。

2)グループA　試料29　蔵2石垣東側　S222

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大1.24mmの他形で不定形粒状～破片状を呈して点在する。

斜長石：少量存在し、粒径最大2.7mmの半自形～他形で厚板状～破片板状を呈し、集片双晶および累帯構造が発達する。未変質で清澄なものが大部分を占めている。ごく一部に、セリサイトを多含するものや、燐灰石を包有するものが認められる。

黒雲母：きわめて微量存在し、粒径最大2.9mmの半自形～他形で板状～不定形板状を呈し、暗褐色～褐色の多色性を示す。

単斜輝石：きわめて微量存在し、粒径最大0.52mmの他形で柱状～不定形柱状を呈し、淡緑色を示す。

緑簾石：きわめて微量存在し、粒径最大0.08mmの他形で短柱状～不定形粒状を呈し、淡黄色～淡褐色を示す。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で短柱状を呈する。

不透明鉱物：きわめて微量存在し、粒径最大0.41mmの半自形～他形で六角粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石を包有するものが認められる。

岩片

デイサイト：少量存在し、粒径0.27～5.3mmで亜角礫～亜円礫状を呈する。石基は珪長質鉱物、燐灰石、不透明鉱物などによって埋められ、一部、珪長岩質なものや、マーガライトやロンギュライトの晶子を含むものなどが認められる。斜長石の斑晶を伴うものがごく僅かに認められる。

安山岩：少量存在し、粒径0.21～5.5mmで角礫～円礫状を呈する。弱変質しているが、石基は初生的にはインターサータル組織～ガラス基流晶質組織を示していたとみられる。斜長石や単斜輝石の斑晶を含むものもある。

玄武岩：微量存在し、粒径0.31～1.05mmで角礫～亜角礫状を呈し、アミグダルを散含する。石基は主に斜長石、不透明鉱物などによって埋められ、黒色を呈する。アミグダルは粘土鉱物によって充填されている。

その他砕屑片

軽石片仮像：微量存在し、粒径1～4.9mmで角礫状を呈し、発泡は良好である。セラドナイトや沸石によって交代されており、仮像となっている。孔隙は粘土鉱物または沸石によって充填されている。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈する。沸石によって置換され、仮像となっている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

沸石：中量存在し、粒径最大0.09mmの他形で放射板状～不定形板状を呈する。軽石片や火山ガラス片を主に交代して仮像を形成している。

セリサイト：きわめて微量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、岩片や基質を交代する。

雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、褐色を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代する。

セラドナイト：中量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～微細不定形状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片を交代している。結晶度は不良である。

水酸化鉄：微量存在し、隠微晶質で微細不定形状を呈し、褐色を示して基質や岩片を汚染している。

3) グループB　試料53　溝2縁石　S110

岩石名：デイサイト質火山礫凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大0.46mmの他形で不定形粒状～破片状を呈して点在する。

斜長石：少量存在し、粒径最大2.48mmの半自形～他形で厚板状～破片板状を呈し、集片双晶および累帯構造が発達する。未変質で清澄なものが大部分を占めている。稀に、燐灰石を包有するものが認められる。

黒雲母：きわめて微量存在し、粒径最大0.83mmの他形で板状～不定形板状を呈し、暗褐色～褐色の多色性を示す。

角閃石：きわめて微量存在し、粒径最大0.26mmの他形で破片柱状を呈し、淡褐色～緑褐色の多色性を示す。

単斜輝石：きわめて微量存在し、粒径最大0.62mmの他形で柱状～不定形柱状を呈し、淡緑色を示す。

緑簾石：きわめて微量存在し、粒径最大0.15mmの他形で短柱状～不定形粒状を呈し、淡黄色～淡褐色を示す。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.12mmの他形で柱状を呈する。微細な包有物を含んでおり、やや汚濁している。

不透明鉱物：きわめて微量存在し、粒径最大0.52mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石を包有するものが認められる。

岩片

デイサイト：少量存在し、粒径0.3～4.2mmで亜角礫～亜円礫状を呈する。石基は珪長質鉱物、黒雲母、燐灰石、不透明鉱物などによって埋められ、一部、珪長岩質なものや、マーガライトやロンギュライトの晶子を含むものなどが存在する。無斑晶質なものが多いものの、斜長石斑晶を伴うものも認められる。

安山岩：少量存在し、粒径0.14～5.2mmで角礫～円礫状を呈する。弱変質しているが、石基は初生的にはインターサータル組織を示していたとみられる。斜長石や単斜輝石の斑晶を含むものもある。

玄武岩：微量存在し、粒径0.35～1.70mmで角礫～亜角礫状を呈し、アミグダルを散含する。石基は主に斜長石、不透明鉱物、酸化鉄などによって埋められ、暗褐色～黒色を呈する。アミグダルは粘土鉱物によって充填されている。

その他砕屑片

軽石片仮像：少量存在し、粒径1～7.9mmで角礫状を呈し、発泡は良好で、一部、斜長石斑晶を含むものもある。セラドナイトや沸石によって交代されており、仮像となっている。孔隙は粘土鉱物または沸石によって充填されている。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈する。沸石によって置換され、仮像となっている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

沸石：中量存在し、粒径最大0.25mmの他形で放射板状～不定形状を呈する。軽石片や火山ガラス片を主に交代して仮像を形成している。

セリサイト：きわめて微量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、岩片や基質を交代する。

雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、褐色を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代する。

セラドナイト：中量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状～微細不定形状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片を交代している。結晶度は不良である。

4)グループC　試料48　溝2縁石　S026

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

斜長石：少量存在し、粒径最大2.30mmの半自形～他形で厚板状～不定形板状を呈し、弱い配向性を示して散在する。炭酸塩鉱物、緑泥石、セリサイトなどによって交代され、特に炭酸塩鉱物による交代が著しい。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.21mmの半自形～他形で六角柱状～柱状を呈して点在する。

チタン石：きわめて微量存在し、粒径最大0.09mmの他形で短柱状～不定形粒状を呈し、褐色を示す。不透明鉱物と共生するものや、斜長石に包有されるものが認められる。

不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.35mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石が結晶表面に付着しているものや包有しているものが散見される。

岩片

デイサイト：少量存在し、粒径0.64～3.1mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、斜長石斑晶を含み、石基は細粒な珪長質鉱物、燐灰石、不透明鉱物などから構成される。

安山岩：微量存在し、粒径0.45～2.45mmで亜角礫～円礫状を呈する。粘土鉱物による変質が顕著であるが、石基には初生鉱物の斜長石および不透明鉱物が残存する。斜長石斑晶を伴うものもある。

凝灰岩：微量存在し、粒径0.56～1.65mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、斜長石の鉱物片を含み、

基質は微細な石英、曹長石、セリサイト、粘土鉱物、不透明鉱物、水酸化鉄などで埋められている。著しく珪化した珪化凝灰岩も認められる。

その他砕屑片

軽石片仮像：少量存在し、粒径1～7.5mmで曹長石、緑泥石、セリサイトなどによって著しく交代されているが、繊維束状の組織が残存している。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈するものが主体となっている。主に、石英、曹長石、緑泥石、セリサイトによって交代されており、初生的な形態が不明瞭となっているものも多く認められる。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な珪長質鉱物、粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

石英：微量存在し、粒径最大0.08mmの他形で微細不定形状を呈する。基質や火山ガラス片を交代して点在する。

曹長石：中量存在し、粒径最大0.11mmの他形で不定形板状を呈し、軽石片、火山ガラス片、基質などを交代して広範に分布する。

セリサイト：少量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、基質や砕屑片を交代する。

雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、淡褐色～緑褐色の多色性を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代している。

緑泥石：中量存在し、粒径最大0.06mmの他形で繊維束状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片、岩片を交代している。

炭酸塩鉱物：微量存在し、粒径最大0.68mmの他形で不定形状を呈し、斜長石を交代する。斜長石を完全に置換して仮像を形成しているものも認められる。

水酸化鉄：微量存在し、粒径最大0.005mmの他形で微細不定形状を呈し、褐色を示す。岩片や鉱物片を汚染している。

5) グループC　試料60　溝2縁石　S246

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

斜長石：少量存在し、粒径最大2.23mmの半自形～他形で厚板状～不定形板状を呈し、局所的に弱い配向性を示して散在する。炭酸塩鉱物、緑泥石、セリサイトなどによって交代され、特に炭酸塩鉱物による交代が著しい。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.46mmの半自形～他形で六角柱状～柱状を呈して点在する。

チタン石：きわめて微量存在し、粒径最大0.12mmの他形で短柱状～不定形粒状を呈し、褐色～暗褐色を示す。不透明鉱物と共生するものや、斜長石に包有されるものが認められる。

不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.45mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石が結晶表面に付着しているものや包有しているものが散見される。

岩片

デイサイト：きわめて微量存在し、粒径0.55～1.28mmで亜角礫～亜円礫状を呈する。無斑晶質で石基は細粒な珪長質鉱物、不透明鉱物などから構成され、粘土鉱物が生成している。

安山岩：微量存在し、粒径0.55～3.6mmで亜角礫～円礫状を呈する。粘土鉱物による変質が顕著であるが、石基には初生鉱物の斜長石および不透明鉱物が残存する。斜長石斑晶を伴うものもある。

凝灰岩：微量存在し、粒径0.51～2.7mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、斜長石の鉱物片を含み、基質は微細な石英、曹長石、セリサイト、粘土鉱物、不透明鉱物、水酸化鉄などで埋められている。一部、珪化凝灰岩も認められる。

その他砕屑片

軽石片仮像：微量存在し、粒径1～6.0mmで曹長石、緑泥石、セリサイトなどによって著しく交代されているが、繊維束状の組織が残存している。斜長石斑晶を含むものが稀に認められる。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈するものが主体となっている。主に、石英、曹長石、緑泥石、セリサイトによって交代されており、初生的な形態が不明瞭となっているものも多く認められる。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な珪長質鉱物、粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

石英：微量存在し、粒径最大0.07mmの他形で微細不定形状を呈する。基質や火山ガラス片を交代して点在する。

曹長石：中量存在し、粒径最大0.12mmの他形で不定形板状を呈し、軽石片、火山ガラス片、基質などを交代して広範に分布する。

セリサイト：微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、基質や砕屑片を交代する。

雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.07mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、淡褐色～緑褐色の多色性を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代し、柱状の仮像を形成しているものが認められる。

緑泥石：中量存在し、粒径最大mmの他形で繊維束状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片、岩片を交代している。

炭酸塩鉱物：微量存在し、粒径最大1.70mmの他形で不定形状を呈し、斜長石を交代する。斜長石を完全に置換して仮像を形成しているものも認められる。

水酸化鉄：きわめて微量存在し、隠微晶質で褐色を呈し、基質や雲母粘土鉱物を淡褐色に汚染している。

6)グループD　試料42　溝1張石　S253

岩石名：デイサイト質溶結結晶質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

斜長石：少量存在し、粒径最大1.81mmの半自形～他形で厚板状～破片板状を呈し、集片双晶および累帯構造が発達する。未変質で清澄なものが大部分を占めている。燐灰石やジルコ

ンを包有するものも認められる。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.20mmの半自形～他形で六角粒状～柱状を呈する。

不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.73mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石またはジルコンを包有するものが散見される。

岩片

デイサイト：微量存在し、粒径0.53～2.35mmで亜角礫～亜円礫状を呈する。石基は一部、脱ガラス化しているが、ガラス質でハイアロオフィティック組織を示し、マーガライトやロンギュライトの晶子を含むものも認められる。斜長石斑晶を伴うものがごく僅かに認められる。

安山岩：微量存在し、粒径0.70～2.45mmで角礫～円礫状を呈し、斜長石の斑晶を伴う。変質して脱ガラス化し、粘土鉱物も認められるが、石基は初生的にインターサータル組織～ガラス基流晶質組織を示していたとみられる。

玄武岩：微量存在し、粒径0.31～2.12mmで角礫～亜角礫状を呈し、アミグダルを散含する。アミグダルは粘土鉱物によって充填されている。石基は主に斜長石、不透明鉱物などによって埋められ、黒色を呈する。斜長石斑晶を有するものもある。

凝灰岩：微量存在し、粒径～2.5mmで角礫～亜角礫状を呈し、斜長石を鉱物片として含み、デイサイトや安山岩の岩片を伴うものも認められる。基質は石英、曹長石、粘土鉱物、不透明鉱物などで埋められており、一部、弱い珪化作用を被っているものも認められる。

その他砕屑片

軽石片仮像：微量存在し、粒径1～21mmで角礫状を呈し、斜長石を斑晶として散含する。沸石、セラドナイト、石英などによって完全に交代されている。溶結作用によって著しく扁平化しており、鉱物片や岩片に押し潰され変形しているものも散見される。

火山ガラス片仮像：少量存在し、粒径最大1mmで変質鉱物によって完全に置換され仮像となっている。バブルウォール型および軽石型を呈するものが認められるものの、溶結作用によって初生的な形態は不明瞭となっている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

石英：微量存在し、粒径最大0.12mmの他形で不定形状を呈し、基質を交代して広範に散在している。

曹長石：微量存在し、粒径最大0.65mmの他形で不定形板状を呈し、斜長石を交代する。

沸石：少量存在し、粒径最大0.10mmの他形で放射板状～不定形板状を呈する。火山ガラス片や軽石片を主に交代して仮像を形成しているほか、鉱物片、岩片、基質を交代して広範に分布する。

セリサイト：きわめて微量存在し、粒径最大0.06mmの他形で放射繊維束状～不定形板状を呈し、鉱物片の斜長石を交代する。

雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.06mmの他形で針状～不定形板状を呈し、褐色を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代する。

セラドナイト：中量存在し、粒径最大0.05mmの他形で放射繊維束状～微細不定形状を呈し、淡緑色を示す。火山ガラス片、軽石片、基質などを交代している。

緑簾石：きわめて微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で不定形状を呈し、淡黄色を示す。苦

鉄質鉱物を交代し、径0.1mm大で粒状に集合するものが認められる。

7) 63　石廟の屋根　炉1

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大0.21mmの他形で不定形粒状を呈して点在する。

斜長石：微量存在し、粒径最大1.29mmの半自形～他形で厚板状～不定形板状を呈し、方解石化しているものが多く認められる。緑泥石やセリサイトによる変質も認められる。変質を免れ、集片双晶が残存するものや燐灰石を包有するものなどが認められる。

ジルコン：きわめて微量存在し、粒径最大0.07mmの他形で短柱状を呈し、淡褐色を示す。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.33mmの半自形～他形で柱状を呈する。中空状を呈するものが認められる。

不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.35mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石を包有または結晶表面に付着しているものが散見される。

岩片

デイサイト：微量存在し、粒径0.67～1.77mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、石基には初生鉱物の石英、斜長石に加え、粘土鉱物なども分布する。一部、斜長石斑晶を伴うものも認められる。

安山岩：微量存在し、粒径0.39～4.6mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、斜長石斑晶を伴うものが認められる。石基は、変質鉱物によって置換されており、柱状の斜長石が僅かに残存する。初生的にはインターサータル～ガラス基流晶質組織を示していたとみられる。

凝灰岩：微量存在し、粒径1.65～2.7mmで亜角礫状を呈し、基質は微細な石英、曹長石、セリサイト、粘土鉱物、不透明鉱物などで埋められている。ほとんど変質鉱物からなり、初生的な斜長石斑晶を伴うものも認められるが、方解石化している場合が多い。

その他砕屑片

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大0.85mmでバブルウォール型を呈するものが卓越し、軽石型を呈するものを随伴する。主に、石英、曹長石、緑泥石によって交代されている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な珪長質鉱物、粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

石英：微量存在し、粒径最大0.07mmの他形で微細不定形状を呈する。基質や火山ガラス片を交代して広範に分布する。

曹長石：中量存在し、粒径最大0.15mmの他形で不定形板状を呈し、軽石片、火山ガラス片、基質などを交代して広範に分布する。

沸石：微量存在し、粒径最大0.06mmの半自形～他形で放射板状～不定形板状を呈し、軽石や火山ガラスを交代している。

セリサイト：微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～微細板状を呈し、基質や砕屑片を交代する。

緑泥石：中量存在し、粒径最大0.05mmの他形で繊維束状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑

片、岩片を交代している。

炭酸塩鉱物(方解石)：微量存在し、粒径最大1.05mmの他形で不定形状を呈し、斜長石を交代する。斜長石を完全に置換して仮像を形成しているものも認められる。

8) 64　原産地試料　笏谷石

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大0.32mmの他形で不定形粒状を呈して点在する。

斜長石：少量存在し、粒径最大2.15mmの半自形～他形で厚板状～不定形板状を呈し、定向配列を示して分布する。方解石、緑泥石、セリサイトなどによって交代され、特に炭酸塩鉱物による交代が著しい。

黒雲母：きわめて微量存在し、粒径最大1.08mmの他形で不定形板状を呈し、緑褐色～褐色の多色性を示す。

燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.40mmの半自形～他形で柱状を呈する。中空状を呈するものが認められる。

不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.32mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。燐灰石を包有または結晶表面に付着しているものが散見される。

岩片

デイサイト：少量存在し、粒径0.6～2.52mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、石基には初生鉱物の石英、斜長石に加え、粘土鉱物なども分布する。一部、斜長石斑晶を伴うものも認められる。

安山岩：微量存在し、粒径0.21～0.57mmで亜角礫～円礫状を呈する。石基斜長石が認められ、その粒間は微細な不透明鉱物などによって埋められている。

凝灰岩：微量存在し、粒径0.30～3.1mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、基質は微細な石英、曹長石、セリサイト、粘土鉱物、不透明鉱物などで埋められている。ほとんど変質鉱物からなり、初生的な斜長石斑晶を伴うものも認められるが、方解石化している場合が多い。

その他砕屑片

軽石片仮像：少量存在し、粒径1～8.1mmで曹長石、緑泥石、セリサイトなどによって交代されているが、発泡組織が僅かに残存している。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈するものが主体となっている。主に、石英、曹長石、緑泥石、セリサイトによって交代されている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な珪長質鉱物、粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。

石英：微量存在し、粒径最大0.15mmの他形で微細不定形状を呈する。基質や火山ガラス片を交代して広範に分布する。

曹長石：中量存在し、粒径最大0.12mmの他形で不定形板状を呈し、軽石片、火山ガラス片、基質などを交代して広範に分布する。

セリサイト：少量存在し、粒径最大0.15mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、基質や砕

屑片を交代する。

緑泥石：中量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片、岩片を交代している。

炭酸塩鉱物：微量存在し、粒径最大3.6mmの他形で不定形状を呈し、斜長石や岩片などを交代する。斜長石を完全に置換して仮像を形成しているものも認められる。

9) 65　原産地試料　神明

岩石名：デイサイト質ガラス質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大1.09mmの他形で不定形粒状～破片状を呈して点在する。

斜長石：少量存在し、粒径最大3.7mmの半自形～他形で厚板状～破片板状を呈し、集片双晶および累帯構造が発達する。未変質で清澄なものが大部分を占めている。燐灰石やジルコンを包有するものも認められる。

黒雲母：きわめて微量存在し、粒径最大0.74mmの他形で不定形板状を呈し、暗緑褐色～褐色の多色性を示す。

角閃石：きわめて微量存在し、粒径最大0.07mmの他形で板状を呈し、緑色～緑褐色の多色性を示す。

ジルコン：きわめて微量存在し、粒径最大0.12mmの他形で短柱状を呈し、淡褐色を示す。

不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.45mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。ジルコンおよび燐灰石を包有するものが認められる。

岩片

デイサイト：少量存在し、粒径0.45～6.5mmで亜角礫～亜円礫状を呈する。石基は石英、斜長石、黒雲母、不透明鉱物などによって埋められ、一部、マーガライトやロンギュライトの晶子を含むものもある。斜長石斑晶を伴うものがごく僅かに認められる。

安山岩：微量存在し、粒径0.43～1.55mmで角礫～円礫状を呈する。斜長石や角閃石の斑晶を含み、石基はインターサータル組織を示すものなどが認められる。

玄武岩：微量存在し、粒径0.21～1.88mmで角礫～亜角礫状を呈し、アミグダルを散含する。石基は主に斜長石、不透明鉱物、酸化鉄などによって埋められ、アミグダルは粘土鉱物によって充填されている。

凝灰岩：微量存在し、粒径0.80～4.9mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、石英や斜長石を鉱物片として含み、デイサイトや安山岩の岩片を伴うものも認められる。基質は石英、曹長石、粘土鉱物、不透明鉱物などで埋められており、一部、弱い珪化作用を被っているものも認められる。

その他砕屑片

軽石片仮像：微量存在し、粒径1～19.6mmで角礫状を呈し、良好な発泡組織を示す。沸石によって完全に置換されている。孔隙は粘土鉱物によって充填されている。

火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型および軽石型を呈するものが主体となっている。ガラスは比較的、残存しているが、沸石によって置換されている。

基質(変質鉱物)

粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な粘土鉱物、非晶質物質などから構成される。
石英：微量存在し、粒径最大0.06mmの他形で微細不定形状を呈する。基質や火山ガラス片を交代して広範に分布する。
沸石：少量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈する。火山ガラス片を主に交代して仮像を形成しているほか、鉱物片、岩片、基質を交代して広範に分布する。
セリサイト：微量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、基質や砕屑片を交代する。
雲母粘土鉱物：微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、褐色を示す。苦鉄質鉱物や岩片中の苦鉄質鉱物を交代する。
セラドナイト：中量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～微細不定形状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片を交代している。

10) 66　原産地試料　豊岡

岩石名：デイサイト質火山礫凝灰岩
岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)
鉱物片
石英：きわめて微量存在し、粒径最大0.79mmの他形で不定形粒状を呈して点在する。
斜長石：少量存在し、粒径最大1.41mmの半自形～他形で厚板状～不定形板状を呈する。集片双晶および累帯構造が発達し、未変質で清澄である。一部、燐灰石を包有するものも認められる。
ジルコン：きわめて微量存在し、粒径最大0.05mmの他形で短柱状を呈し、淡褐色を示す。
燐灰石：きわめて微量存在し、粒径最大0.18mmの半自形～他形で柱状を呈する。
不透明鉱物：微量存在し、粒径最大0.26mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。
岩片
花崗岩：きわめて微量存在し、粒径0.53mmで亜角礫状を呈し、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母などから構成される。
デイサイト：微量存在し、粒径2.05～4.6mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、斜長石の斑晶を含む。石基には、石英、斜長石、燐灰石、不透明鉱物などが初生鉱物として認められるが、石英、炭酸塩鉱物、粘土鉱物によって交代されている。
安山岩：少量存在し、粒径0.55～7.0mmで角礫～亜円礫状を呈する。斜長石斑晶を含み、石基はインターサータル～ガラス基流晶質組織を示すが、石英、炭酸塩鉱物、曹長石、水酸化鉄などの変質鉱物によって交代されているものが多く認められる。
その他砕屑片
軽石片仮像：少量存在し、粒径1～6.3mmで発泡組織が僅かに残存しているが、粘土鉱物や炭酸塩鉱物によって完全に交代され、仮像となっている。
火山ガラス片仮像：中量存在し、粒径最大1mmでバブルウォール型を呈するものが主体となっており、軽石型を伴う。石英や粘土鉱物によって交代されている。
基質(変質鉱物)
粘土：中量存在し、粒径最大0.004mmで微細な珪長質鉱物、粘土鉱物などから構成される。
石英：中量存在し、粒径最大0.12mmの他形で放射粒状～微細不定形状を呈する。基質や火山

ガラス片を交代して広範に分布する。放射粒状を呈するものは、カルセドニー質である。

カオリン鉱物：微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で放射板状～微細不定形状を呈し、基質や砕屑片を交代する。

セリサイト：きわめて微量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、基質や砕屑片を交代する。

緑泥石：微量存在し、粒径最大0.03mmの他形で繊維束状を呈し、淡緑色を示す。基質、砕屑片を交代している。

炭酸塩鉱物(ドロマイト)：少量存在し、粒径最大1.2mmの半自形～他形で菱形～不定形状を呈し、基質や岩片を交代している。

11) 67　原産地試料　月島

岩石名：安山岩質石質凝灰岩

岩石の組織：火山砕屑状組織(pyroclastic texture)

鉱物片

石英：きわめて微量存在し、粒径最大0.43mmの他形で不定形粒状を呈して点在する。

斜長石：微量存在し、粒径最大1.10mmの自形～他形で厚板状～不定形板状を呈する。集片双晶が発達し、微細なセリサイトが結晶内部に散在する。

角閃石：きわめて微量存在し、粒径最大0.13mmの他形で不定形板状を呈し、緑褐色～褐色の多色性を示す。

単斜輝石：微量存在し、粒径最大0.56mmの他形で不定形柱状を呈し、淡緑色を示す。

斜方輝石：きわめて微量存在し、粒径最大0.25mmの他形で柱状を呈し、淡褐色～淡緑色の弱い多色性を示す。

不透明鉱物：きわめて微量存在し、粒径最大0.52mmの他形で粒状～不定形粒状を呈して点在する。

岩片

花崗岩：きわめて微量存在し、粒径0.28mmで亜円礫状を呈し、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母から構成される。斜長石にはミルメカイト組織が発達する。

デイサイト：微量存在し、粒径0.82～1.42mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、斜長石の斑晶を含む。石基は緑泥石、セリサイト、緑簾石などの変質鉱物によって交代されているが、初生鉱物として石英、斜長石、不透明鉱物などが残存する。

安山岩：少量存在し、粒径0.10～1.04mmで角礫～亜円礫状を呈する。無斑晶質であり、石基はインターサータル～ハイアロオフィティック組織を示すが、粘土鉱物化が進んでおり、火山ガラスが残存するものは少ない。

玄武岩：微量存在し、粒径0.11～0.31mmで角礫～亜円礫状を呈し、発泡してスコリア質なものが多く認められる。石基は斜長石、不透明鉱物、酸化鉄などから構成され、黒色を帯びている。

砂岩：きわめて微量存在し、粒径0.72mmで亜角礫状を呈し、石英、長石類を鉱物片として含む。基質量は少なくアレナイト質である。

頁岩：きわめて微量存在し、粒径0.20～1.05mmで亜角礫～亜円礫状を呈し、セリサイト、珪長質鉱物などから構成される。

チャート：きわめて微量存在し、粒径0.35～0.42mmで亜円礫状を呈し、微小石英から構成され、粘土鉱物を伴う。

脈石英：きわめて微量存在し、粒径0.68mmで亜角礫状を呈し、石英、斜長石、不透明鉱物、粘土鉱物などから構成される。

海緑石片：きわめて微量存在し、粒径最大0.22mmで亜円礫状を呈し、海緑石の集合からなる。

その他砕屑片

軽石片仮像：少量存在し、粒径1～3.7mmで発泡組織が僅かに残存しているが、粘土鉱物によって完全に交代され、仮像となっている。

火山ガラス片仮像：微量存在し、粒径最大1mmで軽石型を呈する。粘土鉱物化が著しい。

基質(変質鉱物)

粘土：少量存在し、粒径最大0.004mmで微細な珪長質鉱物、粘土鉱物などから構成される。

沸石：きわめて微量存在し、粒径最大0.24mmの他形で不定形板状を呈し、斜長石を交代する。

セリサイト：きわめて微量存在し、粒径最大0.04mmの他形で繊維束状～不定形板状を呈し、基質や砕屑片を交代する。

緑泥石：中量存在し、粒径最大0.06mmの他形で放射繊維束状～繊維束状を呈し、緑色～緑褐色を示す。基質、砕屑片を交代している。

(3) X 線回折分析

試験結果の同定解析は、X 線粉末回折線解析プログラム JADE を用い、測定回折線の主要ピークと回折角度から原子面間隔および相対強度を計算し、それに該当する化合物または鉱物を PDF(Powder Diffraction File)データから検索し、同定した。結果は一覧表として表 9 にまとめ、X 線回折図は図 1～図 22 に示す。図中の最上段が試料の回折図であり、下段が同定された結晶性鉱物もしくは化合物の回折パターンである。量比は、最強回折線の回折強度(cps)から、多量(>5000cps)、中量(2,500～5,000cps)、少量(500～2,500cps)、微量(250～500cps)、および、きわめて微量(<250cps)という基準で判定した。なお、X 線粉末回折試験では黒雲母、白雲母およびイライトは類似した回折線を示し、回折強度が弱い場合、鉱物種の同定は困難であるため、雲母鉱物として一括表示している。

回折試験の結果、いずれの試料も石英および斜長石が主要鉱物となっており、それぞれ 500cps 以上(少量以上)の回折強度を示す。グループ A および B に分類される試料では、斜プチロル沸石が検出されるほか、セラドナイトを含む傾向が認められる。グループ C に分類される試料では、炭酸塩鉱物の方解石や緑泥石が検出される。グループ D では、雲母鉱物や緑泥石の回折線が検出されず、ソーダ沸石が検出されている。

(4) 蛍光 X 線分析

蛍光 X 線分析による化学組成分析値を表 10 に示す。このデータに基づき、主成分地は 100% に規格化し、各種の組成プロットを行った。なお、図中には、吉澤(2008)による福井市足羽山の笏谷石のデータも比較のためにプロットした。

TAS(アルカリ-シリカ)図へのプロット (図 23) では、多くの試料がデイサイトの領域にプロットされる。主成分元素についてのハーカー図(図 24)では、Al_2O_3、Fe_2O_3 および MgO が比較的まとまっているのに対し、TiO_2、CaO、Na_2O および K_2O は変動幅が大きく、分散してプロットされ

る。微量成分元素についてのハーカー図(図 25)では、Y、Zr といった HFS 元素が近似した値を示し、Rb、Sr、Ba などの LIL 元素にはバラつきがみられる。FeO*/MgO-SiO_2図(図 26) では、大部分がカルクアルカリ系列の領域にプロットされるのに対し、石垣石の一部や溝 1 張石はソレアイト系列にプロットされる。

4. 考察

(1) 石製品

石製品の硯は、流紋岩 2 点、粘板岩 3 点およびホルンフェルス 1 点から構成されている。このうち、粘板岩製の硯は、近世における流通性が高いため、硯原石として有名な宮城県の雄勝玄昌石、京都府の鳴滝石、山口県の赤間石といった製品の流入も疑われる。しかし、鑑定された粘板岩は、やや軟質なために深い傷が多く、色調も黒みが弱く、灰色を呈していることから、良質材とは判断できず、製品として持ち込まれたものではないと考えられる。

松前半島には、粘板岩を含む松前層群が分布しており、特に日本海側に広く分布している。松前層群は、及部川上流域にも分布しており、粘板岩などは比較的、身近な石材であったと考えられる。今回岩石肉眼鑑定を行った硯は、松前層群に由来する粘板岩を使用していた可能性が考えられる。

(2) 凝灰岩製の構築石材および石廟の屋根の由来

蔵および溝の構築石材は、すべて凝灰岩または火山礫凝灰岩から構成されている。これらは、いわゆるグリーンタフと呼ばれる凝灰岩類である。松前地域の地質については、秦(1990)に詳細が記されており、このようなグリーンタフの凝灰岩類は下部中新統福山層の上部において多産するとされている。そのことから、構築石材には福山層の凝灰岩類が使用されているものと推測されるが、松前町内の松前藩歴代藩主の石廟や石塔には笏谷石が数多く用いられており(三井, 2002)、笏谷石の利用も考慮する必要がある。笏谷石は、福井県福井市の足羽山に産する下部中新統糸生層のグリーンタフを利用した石材であり、岩相は福山層のものと類似している。肉眼での両者の識別は難かしく、鏡下観察や全岩化学組成などからの検討が重要となる。

蔵および溝の構築石材は、前述のように砕屑片の種類、量比や基質の性状などから 4 グループに分類した。以下では、各グループについて、構成物や全岩化学組成からその由来について検討する。

グループ A は、蔵の石垣石に多用されており、溝の張石や縁石にも僅かに使用され、提供された石材の中では最も構成割合が高い(表 5)。鏡下観察からは、デイサイト質ガラス質凝灰岩と鑑定され、表 8(試料 20 および試料 29)に示されるように、砕屑片は斜長石、デイサイトがやや卓越し、軽石片および火山ガラス片の仮像が多数認められる。斜長石片は清澄であり、苦鉄質鉱物として黒雲母や角閃石を含む特徴がある。黒雲母は比較的粗粒で、肉眼でも十分に観察できる試料も存在する。軽石片や火山ガラスは沸石やセラドナイトによって交代され、沸石は X 線回折試験により斜プチロル沸石および方沸石と同定されている(表 9)。岩石の主成分元素のハーカー図(図 24)では、グループ A の石材が多用される蔵 2 の試料は、青の破線で囲われる範囲に集中する。集中の程度から、かなり均質な化学組成を有していると判断でき、岩片はほぼ本質岩片から構成されていると推測できる。微量成分元素においても、同様に集中する傾向が認められる(図 25)。

原産地石材においては、神明(試料 65)がこのグループ A の石材と類似した性格を示す。神明の石材は、斜長石、デイサイトを少量程度含み、黒雲母、角閃石を伴い、変質鉱物としては斜プチロル沸石、セラドナイトなどが認められる(表 8,9)。全岩化学組成は、測定元素のすべてで蔵 2 の試料群と極めてよい一致を示す（図 24,25）。したがって、グループ A の石材が多用される蔵 2 の石垣石は、神明またはその近隣地域より採石された可能性が高いと考えることができる。

グループ B の石材は、蔵 2 石垣北側の石垣石、溝 2 の縁石および溝 2 北側の積石に使用されているもので、火山礫を多く含む火山礫凝灰岩に分類されるものもある。含有される砕屑片や基質の特徴は、グループ A のものと非常によく似ているが、肉眼的にやや大きめの黒色岩片を散含する特徴を有する(図版 1-3)。この黒色岩片は、顕微鏡下の観察から、無斑晶質なデイサイトと鑑定された。この無斑晶質デイサイトは、グループ A の石材にも極微量含まれ、石基にマーガライトやロンギュライトの晶子を散含する特徴を有し、石基を構成していた火山ガラスは脱ガラス化している。全岩化学組成については、溝 2 北側積石のプロット(図 24,25)に見られるように、主成分元素および微量成分元素の両方において、グループ A が使われる蔵 2 の石垣石と重複している。したがって、グループ B に分類される石材についても、神明やその近傍の採石地に由来を求めることができる。

グループ C の石材は、溝 2 の縁石に使用されており、また石廟の屋根も本グループに含まれる。鏡下観察では、デイサイト質ガラス質凝灰岩と鑑定され、炭酸塩鉱物によって交代された斜長石を散含する特徴があり(図版 3-4、4-5)、肉眼的にも散在する白色粒子を確認することができる(図版 1-4、1-5)。その他に、曹長石や石英によって交代された軽石片や火山ガラス片を含み、沸石やセラドナイトは含有していない。炭酸塩鉱物を含み、沸石を含まない、または微量しか伴わないという組成は、グループ A およびグループ B との大きな相違点となっている。全岩化学組成は、図 24 および図 25 の溝 2 縁石のプロットに見られるようにやや分散している。同図では、溝 2 縁石の主要なものを茶色の破線で囲っており、その範囲は笏谷石の原産地試料(試料 64)および吉澤(2008)に示される足羽山の笏谷石のデータと概ね重複している。吉澤(2008)には微量成分元素のデータが記されていないため、微量成分元素の比較はできないが、試料 64 の笏谷石原産地試料とは微量成分元素においてもよい一致を示す(図 25)。

試料 64 の笏谷石は、顕微鏡下の構成粒子の観察結果においてもグループ C の石材と類似し(表 8)、炭酸塩鉱物化した斜長石も確認され(図版 4-8)、X 線回折における回折パターンも酷似している。したがって、溝 2 の縁石や石廟の屋根に使われたグループ C の石材は、笏谷石と判断される。

グループ D の石材は、溝 1 張石にのみ使用されている。顕微鏡下では、デイサイト質溶結結晶質凝灰岩と鑑定され、弱く曹長石化した斜長石片を含み、引き伸ばされた軽石片の仮像を散含している(図版 4-6)。X 線回折分析では、軽石片や火山ガラス片を交代しているとみられるソーダ沸石、方沸石、セラドナイトなどが検出される。砕屑片の種類や、変質鉱物の種類は、笏谷石や神明以外の豊岡(試料 66)や月島(試料 67)といった原産地試料とも一致していない。全岩化学組成については、Fe_2O_3、Al_2O_3、P_2O_5、K_2O、Y などが、グループ A の石材を用いる蔵 2 の試料と重複するものの、TiO_2、MgO、CaO、Sr などでは異なる値を示す(図 24,25)。特に、FeO*/MgO-SiO_2図へのプロット（図 26）では、他の試料ときわめて乖離している。したがって、グループ D の由来は不明と判断されるが、基質にセラドナイトを有し、マーガライトやロンギ

ュライトの晶子を含有する無斑晶質なデイサイトを含む点を考慮すると、グループ A やグループ B に近縁の石材と考えることもできる。グループ A やグループ B と同様に、福山層に由来する在地性石材を利用している可能性が推測される。

以上の検討から、出土位置別にまとめると、次のようになる。蔵 2 の石垣石および溝 2 北側の積石に利用された石材の採石地としては、福山層の分布する神明などが想定される。溝 2 の縁石には、福井県下で採石された笏谷石が運び込まれ、利用されたと推測される。溝 1 の張石の採石地は不明であるが、蔵 2 の石垣石に一部類似する性格を有しており、松前町内において採石されたことが示唆される。

引用文献

秦　光男・箕浦名知男・大沼晃助・加藤　誠，1990，松前地域の地質，地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），地質調査所，98p.

小村良二，2001，近畿の石材（切石）－笏谷石－，地質ニュース，565，35-41.

Le Maitre, R.W. (ed.), 2002. Igneous Rocks A Classification and Glossary of Terms. Cambridge University Press, Cambridge, 236p.

三井紀生，2002，越前笏谷石　北前船による移出・各地の遺品．福井新聞社，310p

Miyashiro, A., 1974, Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science* 274, 321-355.

吉澤康暢，2008，福井市足羽山の笏谷石と旧採掘坑道の陥没，福井市自然史博物館研究報告，55，33-46.

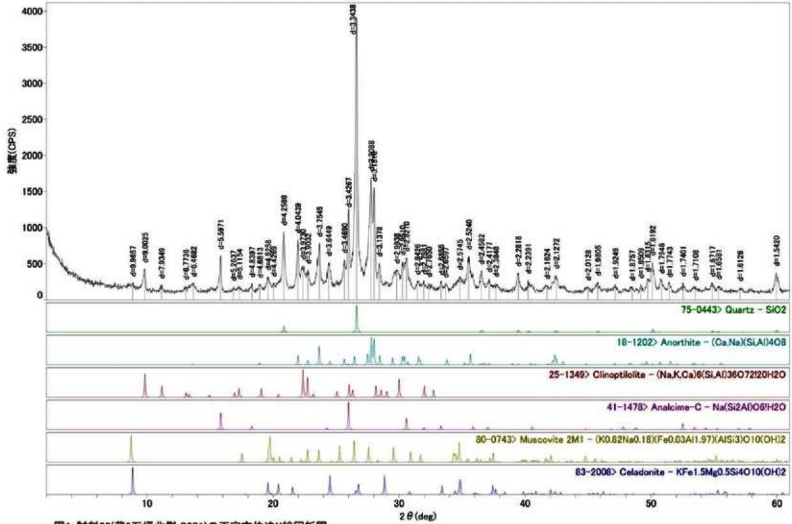


図1. 試料20(蔵2石垣北側 S271)の不定方位法X線回折図

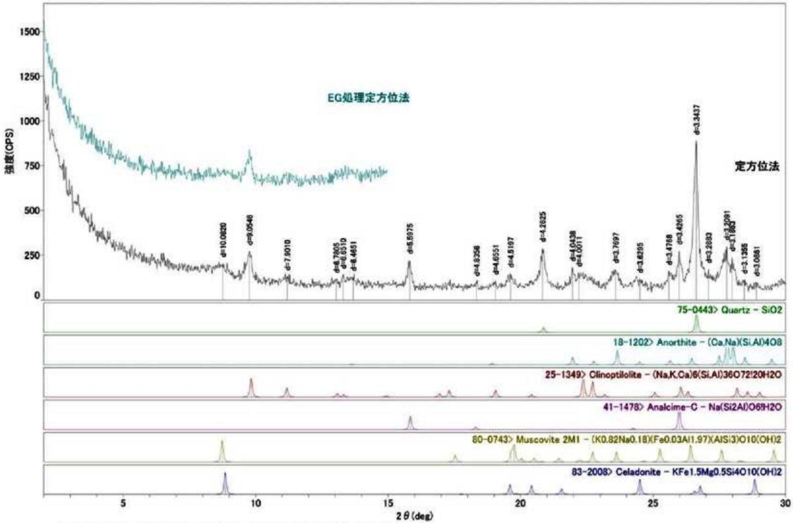


図2. 試料20(蔵2石垣北側 S271)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

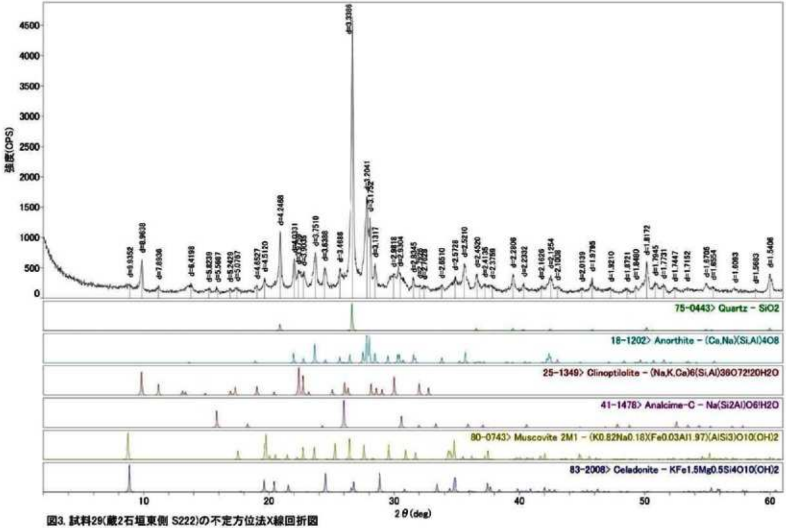


図3. 試料29(蔵2石垣東側 S222)の不定方位法X線回折図

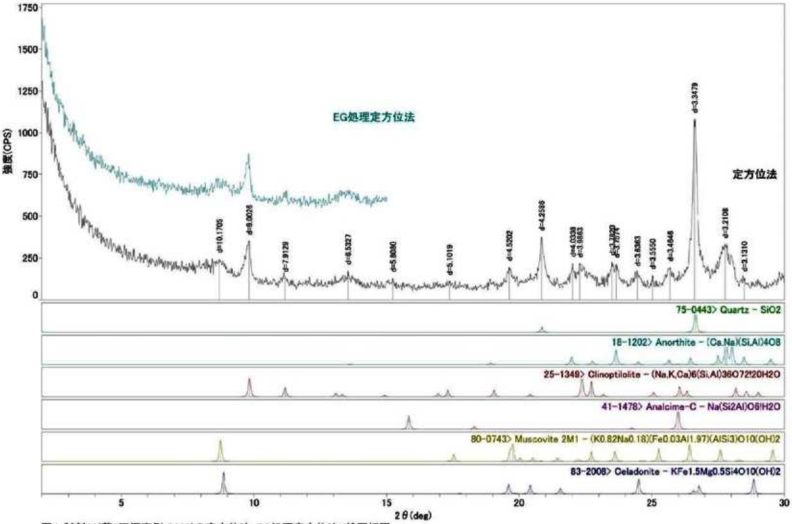


図4. 試料29(蔵2石垣東側 S222)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

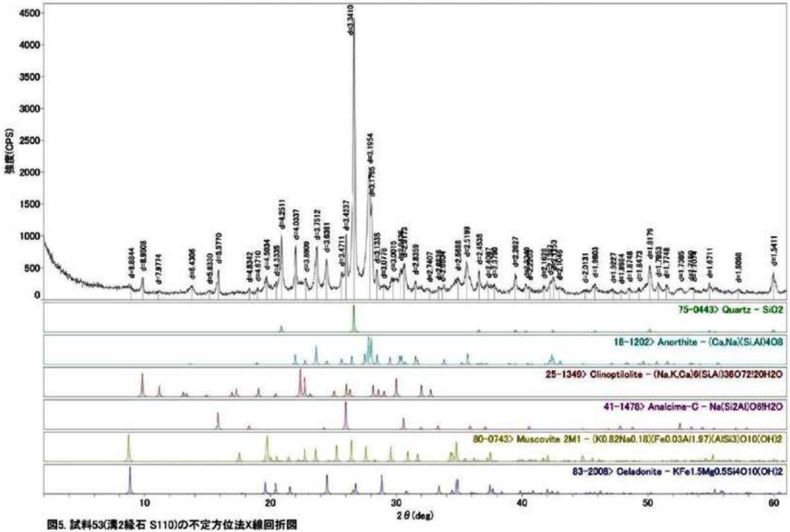


図5. 試料53(溝2緑石 S110)の不定方位法X線回折図

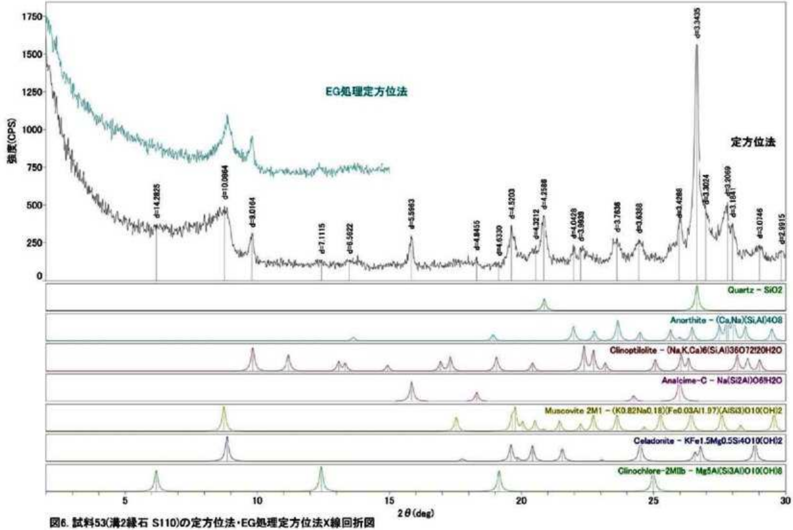


図6. 試料53(満2緑石 S110)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

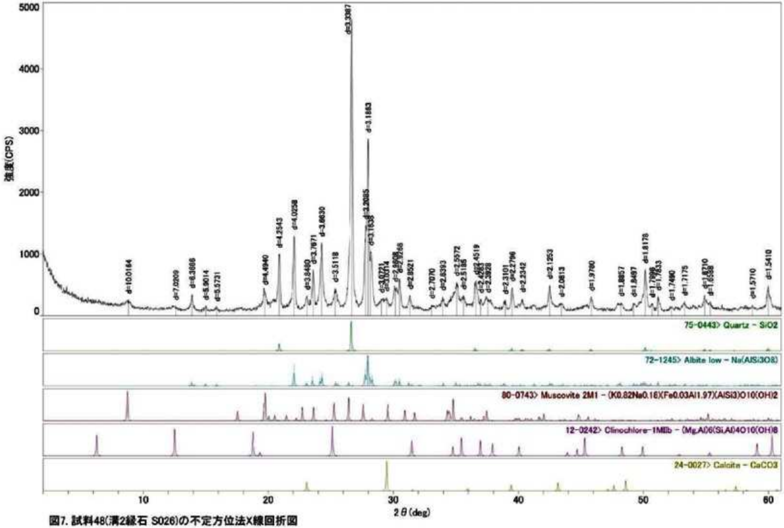


図7. 試料48(溝2緑石 S026)の不定方位法X線回折図

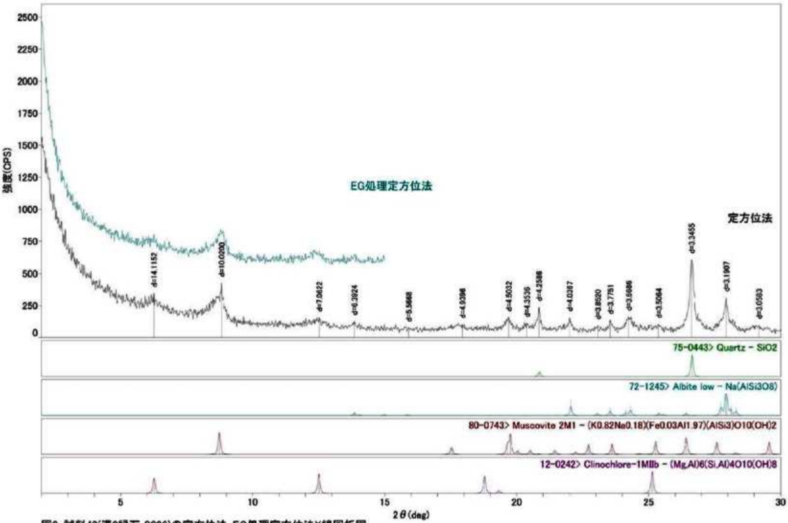


図8. 試料48(溝2緑石 S026)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

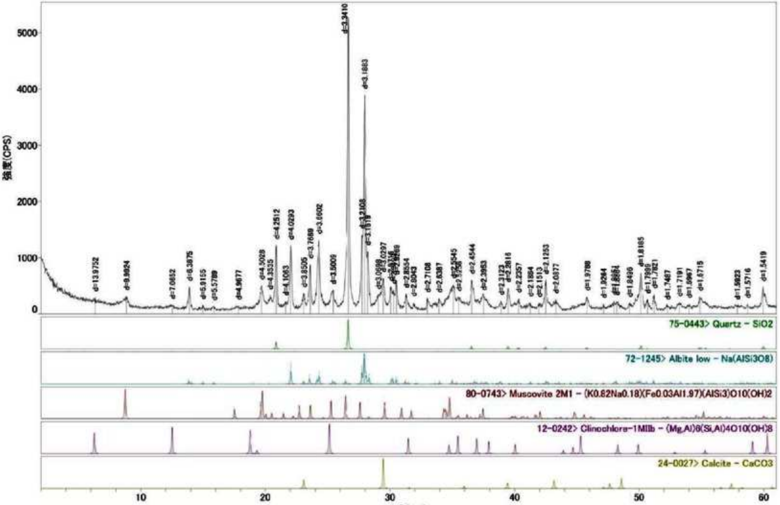


図9. 試料60(溝2緑石 S246)の不定方位法X線回折図

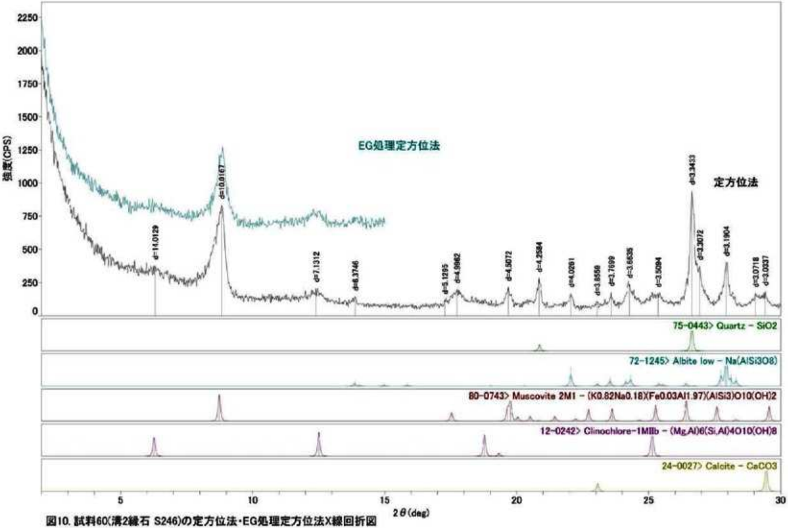


図10. 試料60(溝2緑石 S246)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

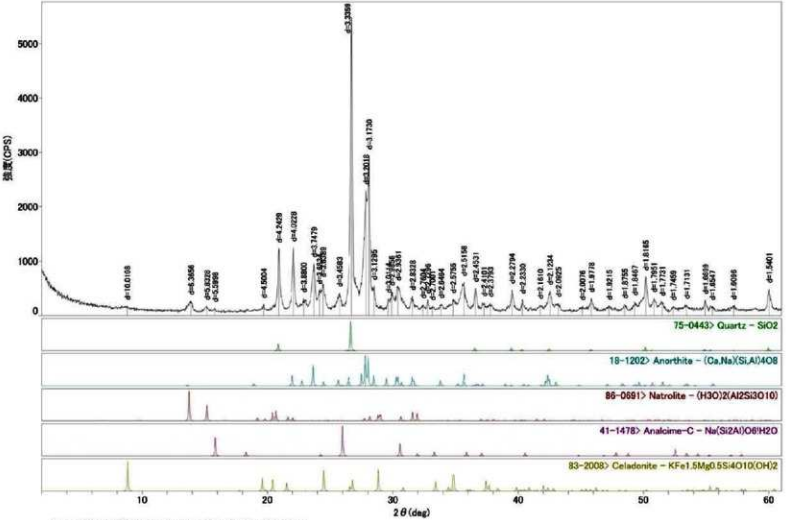


図11. 試料42(溝1張石 S253)の不定方位法X線回折図

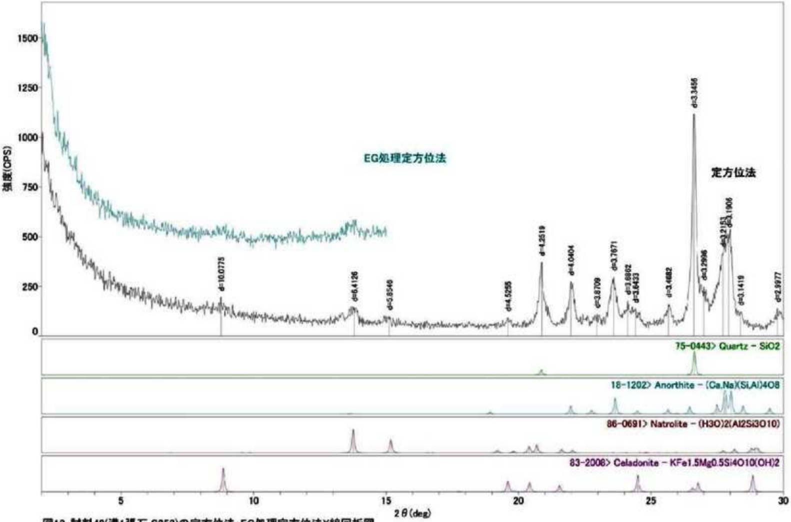


図12. 試料42(溝1張石 S253)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

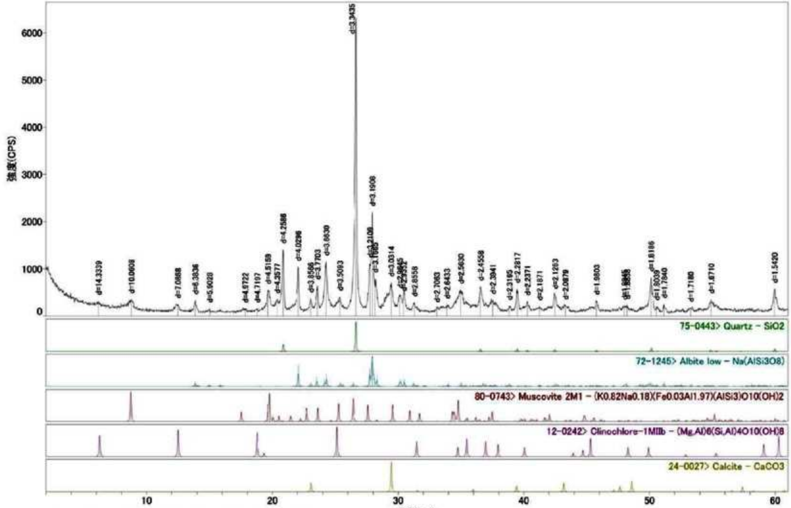


図13. 試料63(石廟の屋根 炉1)の不定方位法X線回折図

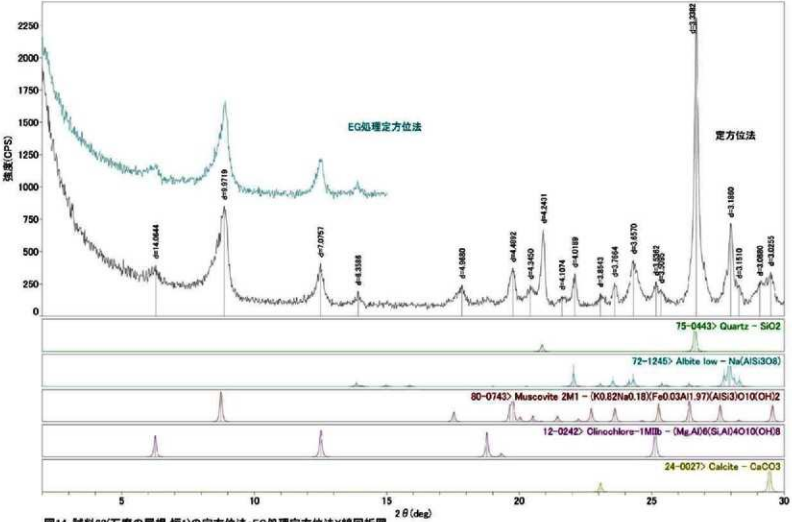


図14. 試料63(石廟の屋根 炉1)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

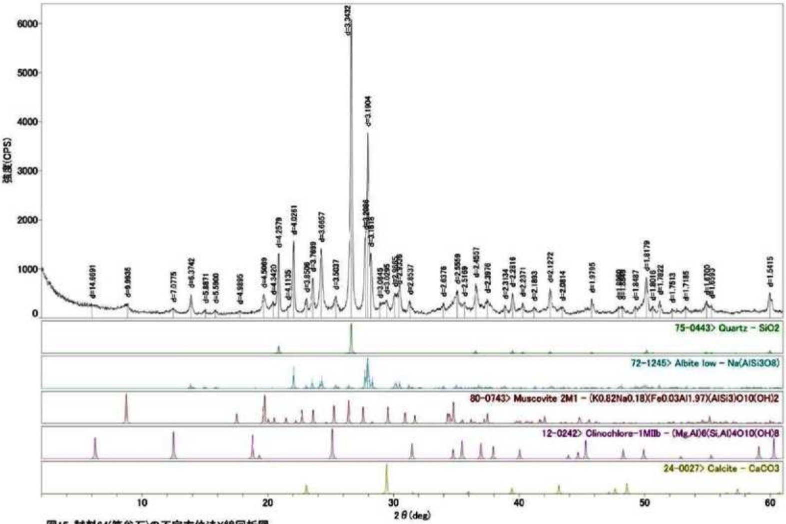


図15. 試料64(笏谷石)の不定方位法X線回折図

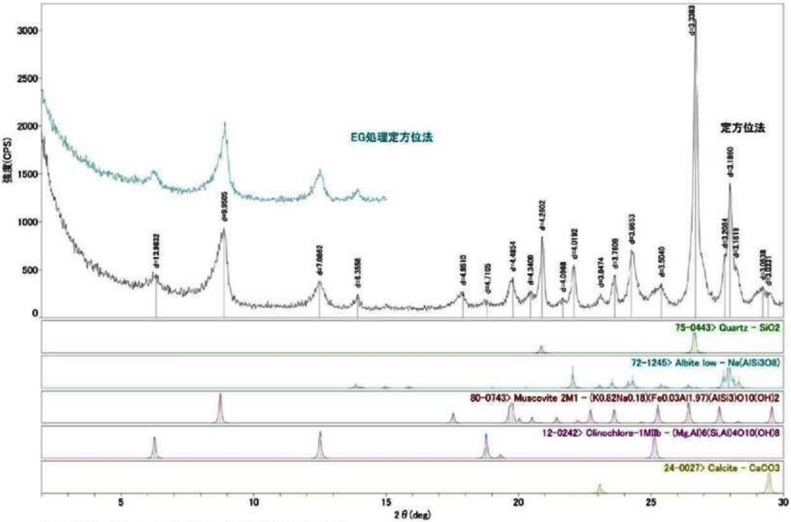


図16. 試料64(笏谷石)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

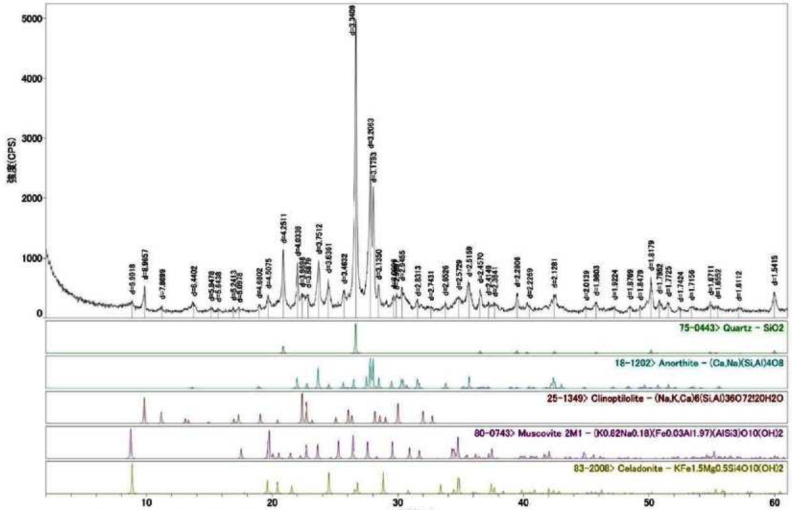


図17. 試料65(神明)の不定方位法X線回折図

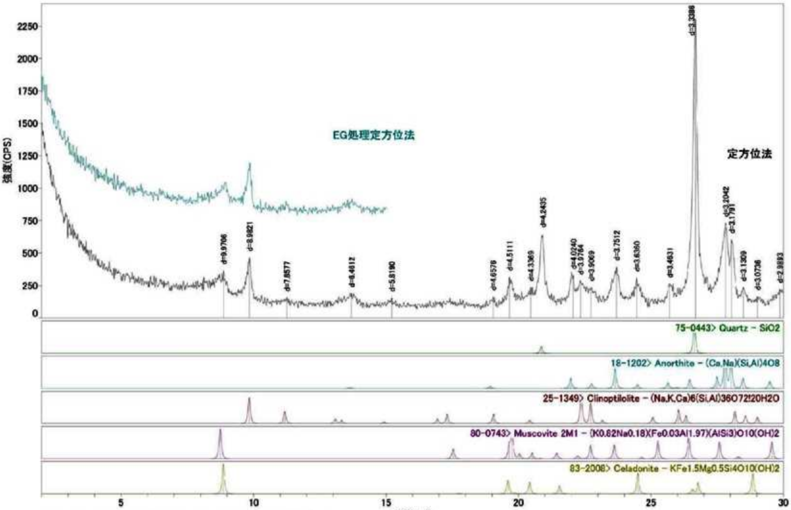


図18. 試料65(神明)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

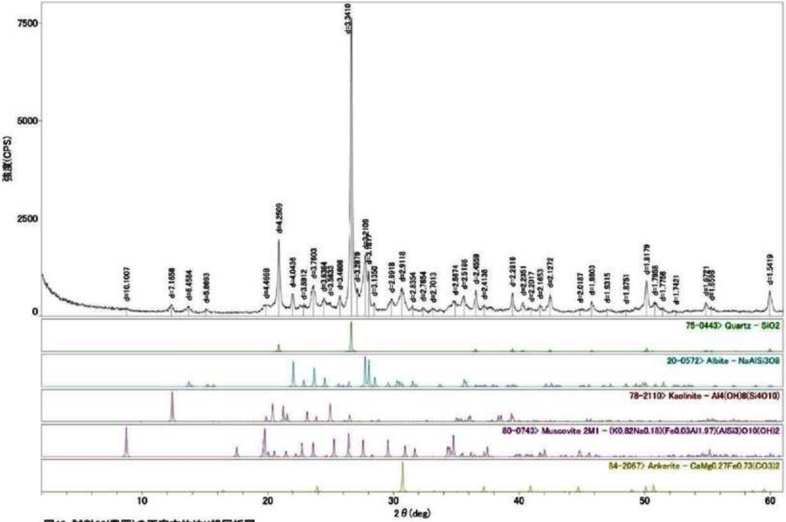


図19. 試料66(豊岡)の不定方位法X線回折図

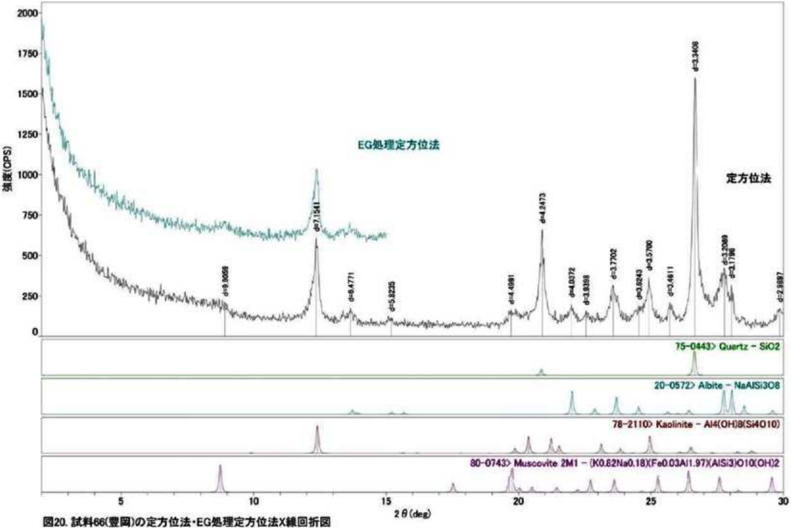


図20. 試料66(豊岡)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

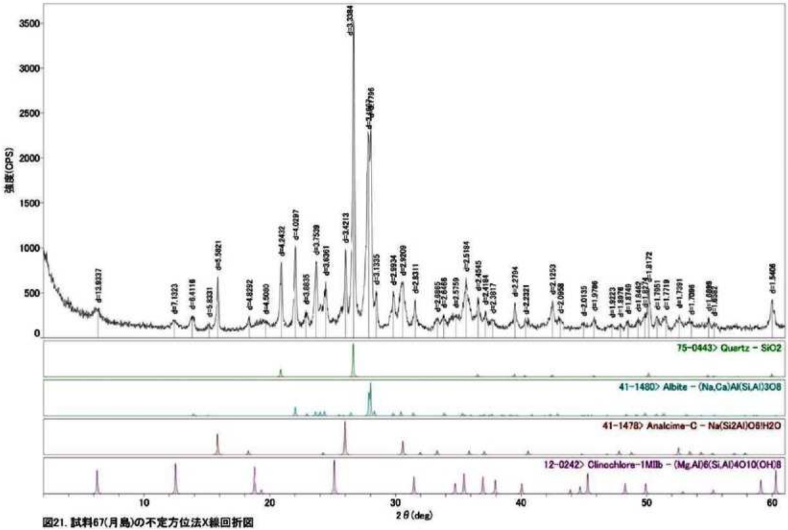


図21. 試料67(月島)の不定方位法X線回折図

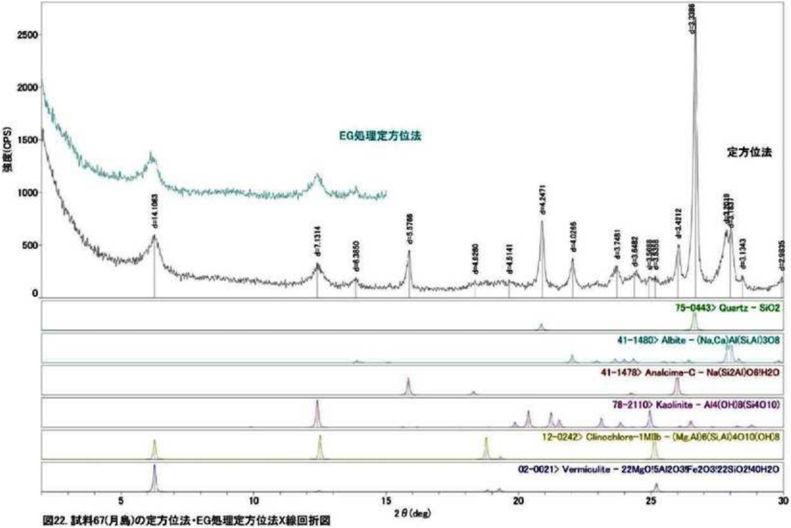


図22. 試料67(月島)の定方位法・EG処理定方位法X線回折図

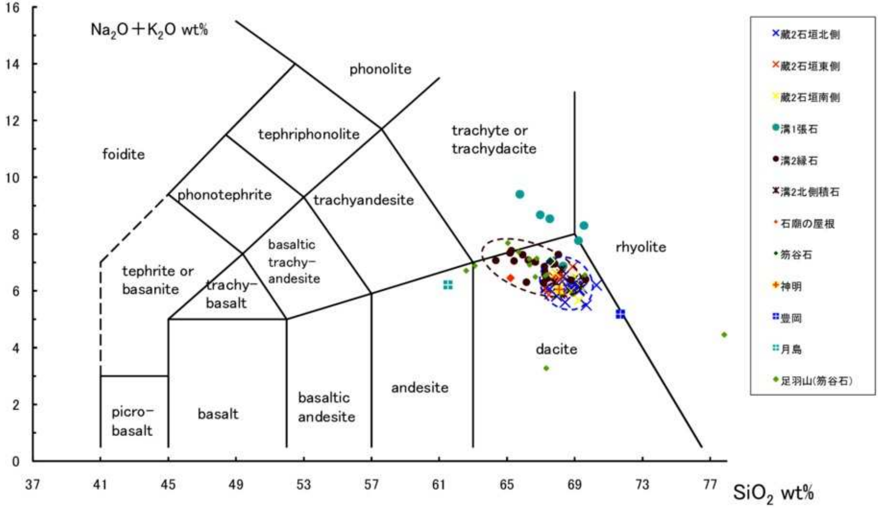


図23　TAS(total alkali-silica)図(Le Maitre, 2002)
青破線は蔵2石垣石材の分布範囲を、茶破線は溝2縁石の主な分布範囲を示す。

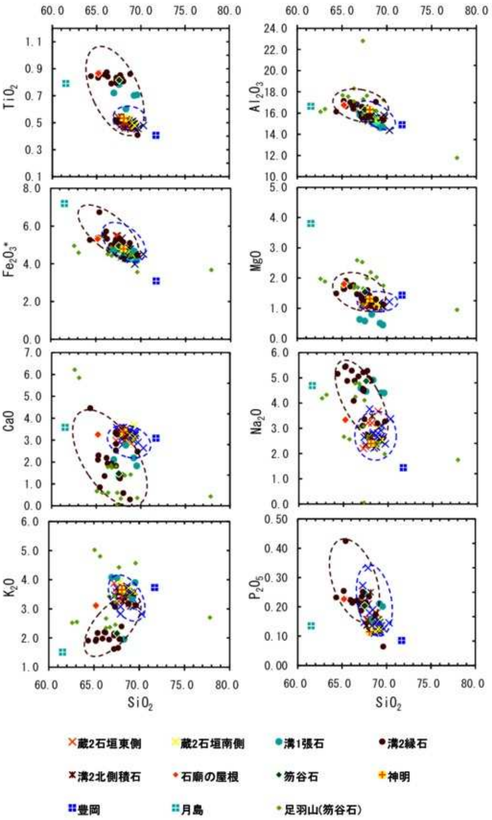


図24 主成分元素のハーカー図

青破線は蔵2石垣石材の分布範囲を、茶破線は溝2縁石の主な分布範囲を示す。

$Fe_2O_3^*$:Fe_2O_3で換算した全鉄

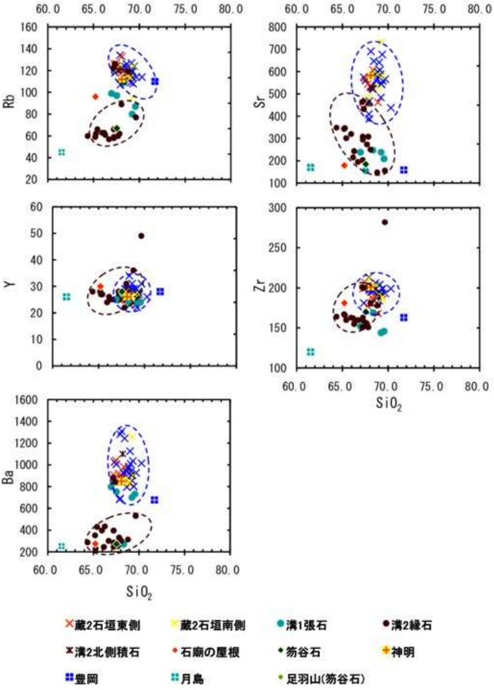


図25 微量成分元素のハーカー図
青破線は蔵2石垣石材の分布範囲を、茶破線は溝2縁石の主な分布範囲を示す。

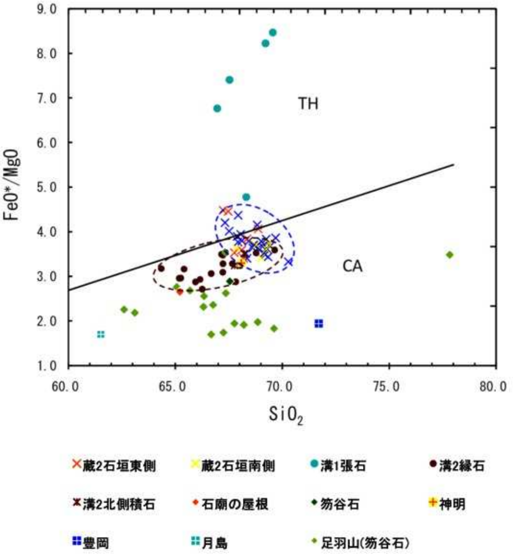


図26 FeO*/MgO-SiO_2関係図
CA:カルクアルカリ系列、TH:ソレアイト系列(Miyashiro, 1974)
青破線は蔵2石垣石材の分布範囲を、茶破線は溝2縁石の主な分布範囲を示す。
FeO*:FeOに換算した全鉄

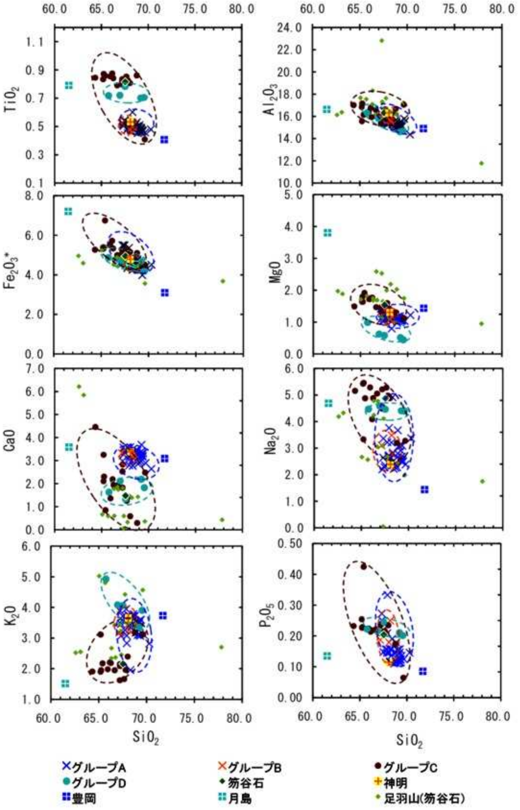


図27. 主成分元素のグループ別ハーカー図
Fe2O3*:Fe2O3に換算した全鉄
各グループの分布範囲は、各グループの色の破線で囲った。

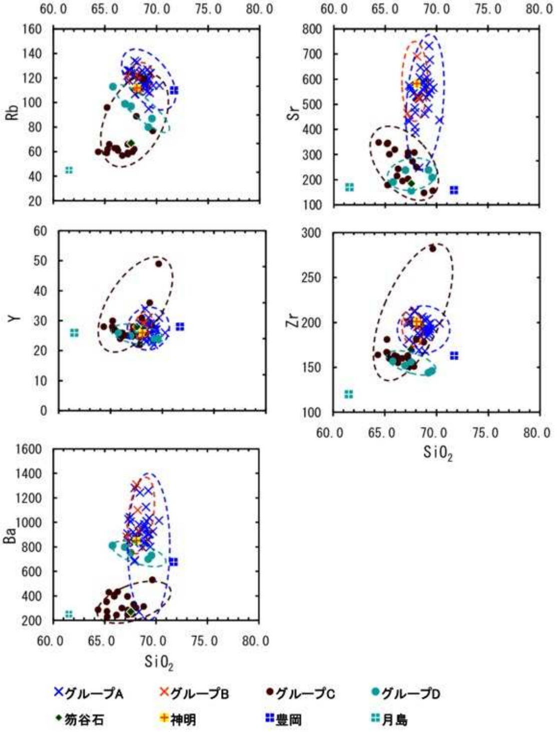


図28. 微量成分元素のグループ別ハーカー図
　　各グループの分布範囲は、各グループの色の破線で囲った。

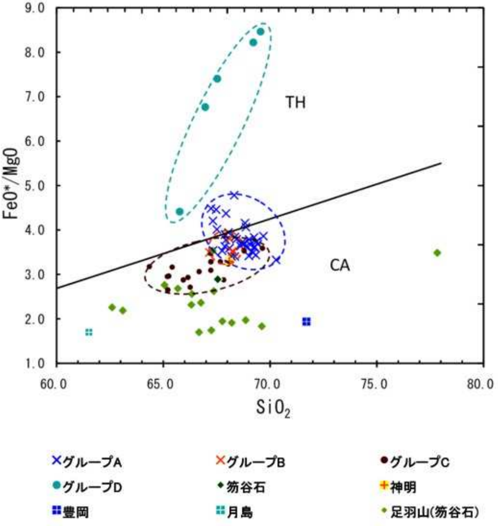


図29. FeO*/MgO-SiO_2関係図(グループ別)

CA:カルクアルカリ系列、TH:ソレアイト系列(Miyashiro, 1974)

FeO*:FeOに換算した全鉄

各グループの分布範囲は、各グループの色の破線で囲った。

表1. ガラスビード作成条件

溶融装置	自動剥離機構付理学電機工業社製高周波ビートサンプラー(3491A1)
溶剤及び希釈率	融剤(四ホウ酸リチウム)5.000g:試料0.500g
剥離剤	LiI(溶融中1回投入)
溶融温度	1200℃(約7分)

表2. 蛍光X線装置条件

ターゲット	Rh
管電圧(KV)	50
管電流(mA)	50
試料マスク	30mmφ
試料スピン	ON
ダイアフラム	30mmφ
測定雰囲気	真空

表3. 蛍光X線定量測定条件

測定元素	測定スペクトル	1次フィルタ	アッテネータ	スリット	分光結晶	検出器	PHA		角度(deg)			計測時間(s)	
							LL	UL	Peak	+BG	-BG	Peak	BG
SiO2	Si-Kα	OUT	OUT	S4	PET	PC	120	300	109.030	105.00	113.00	40	20
TiO2	Ti-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	80	340	86.140	84.50	88.50	60	60
Al2O3	Al-Kα	OUT	OUT	S4	PET	PC	110	300	144.770	138.00	-	40	20
Fe2O3	Fe-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	90	320	57.494	55.50	60.00	40	20
MnO	Mn-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	90	20	62.966	62.00	63.68	60	20
MgO	Mg-Kα	OUT	OUT	S4	RX25	PC	110	420	39.596	37.00-37.50 (0.10step)	41.50-42.50 (0.20step)	60	20
CaO	Ca-Kα	OUT	OUT	S4	LIF(200)	PC	120	290	113.124	110.20	115.90	40	20
Na2O	Na-Kα	OUT	OUT	S4	RX25	PC	120	300	48.134	45.90	50.30	60	20
K2O	K-Kα	OUT	OUT	S4	LIF(200)	PC	120	280	136.674	-	142.00	40	20
P2O5	P-Kα	OUT	OUT	S4	GE	PC	150	270	141.096	138.10	143.20	60	20
Rb	Rb-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	100	300	26.598	25.60-25.80 (0.10step)	27.06-27.14 (0.04step)	120	40
Sr	Sr-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	100	300	25.134	24.40-24.70 (0.10step)	25.60-25.80 (0.10step)	120	40
Y	Y-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	100	300	23.758	23.04-23.16 (0.06step)	24.30-24.50 (0.10step)	120	40
Zr	Zr-Kα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	100	310	22.536	22.16	23.04	120	60
Ba	Ba-Lα	OUT	OUT	S2	LIF(200)	SC	100	290	87.164	84.50	88.50	120	60

表4. 構築石材、石製品および原産地石材の岩石名とグループ分類

番号	種別	出土位置	遺物番号	試料重量(g)	元の重量(kg)	岩石名	グループ
1	石垣石	蔵2石垣北側	S001	96.7	140	凝灰岩	B
2	石垣石	蔵2石垣北側	S002	66.5	140	凝灰岩	A
3	石垣石	蔵2石垣北側	S003	100.7	150	凝灰岩	A
4	石垣石	蔵2石垣北側	S004	35.2	150	凝灰岩	A
5	石垣石	蔵2石垣北側	S005	36.3	112	凝灰岩	A
6	石垣石	蔵2石垣北側	S006	57.2	81	凝灰岩	A
7	石垣石	蔵2石垣北側	S007	37.5	41	凝灰岩	A
8	石垣石	蔵2石垣北側	S008	42.5	70	凝灰岩	A
9	石垣石	蔵2石垣北側	S009	32.9	111	凝灰岩	A
10	石垣石	蔵2石垣北側	S010	53.5	56	凝灰岩	A
11	石垣石	蔵2石垣北側	S011	85.1	83	凝灰岩	A
12	石垣石	蔵2石垣北側	S263	43.3	79	凝灰岩	A
13	石垣石	蔵2石垣北側	S264	141.0	50	凝灰岩	A
14	石垣石	蔵2石垣北側	S265	85.6	120	凝灰岩	A
15	石垣石	蔵2石垣北側	S266	38.7	62	火山礫凝灰岩	A
16	石垣石	蔵2石垣北側	S267	60.8	130	凝灰岩	A
17	石垣石	蔵2石垣北側	S268	40.2	130	凝灰岩	A
18	石垣石	蔵2石垣北側	S269	23.4	110	凝灰岩	A
19	石垣石	蔵2石垣北側	S270	51.5	47	凝灰岩	A
20	石垣石	蔵2石垣北側	S271	36.2	120	凝灰岩	A
21	石垣石	蔵2石垣北側	S272	64.5	59	凝灰岩	A
22	石垣石	蔵2石垣北側	S273	53.2	85	凝灰岩	A
23	石垣石	蔵2石垣北側	S274	50.8	113	凝灰岩	B
24	石垣石	蔵2石垣北側	S276	76.6	150	凝灰岩	A
25	石垣石	蔵2石垣東側	S012	34.5	84	凝灰岩	A
26	石垣石	蔵2石垣東側	S013	38.9	89	凝灰岩	A
27	石垣石	蔵2石垣東側	S220	81.4	109	凝灰岩	A
28	石垣石	蔵2石垣東側	S221	68.4	34	凝灰岩	A
29	石垣石	蔵2石垣東側	S222	48.1	80	凝灰岩	A
30	石垣石	蔵2石垣東側	S224	48.2	99	凝灰岩	A
31	石垣石	蔵2石垣東側	S225	69.2	94	凝灰岩	A
32	石垣石	蔵2石垣南側	S014	64.5	130	火山礫凝灰岩	A
33	石垣石	蔵2石垣南側	S216	55.0	72	凝灰岩	A
34	石垣石	蔵2石垣南側	S217	32.4	77	凝灰岩	A
35	石垣石	蔵2石垣南側	S218	49.5	96	凝灰岩	A
36	石垣石	蔵2石垣南側	S219	42.6	110	火山礫凝灰岩	A
37	張石	溝1張石	S240	36.9	22	凝灰岩	D
38	張石	溝1張石	S248	46.8	18	凝灰岩	A
39	張石	溝1張石	S250	26.6	30	凝灰岩	D
40	張石	溝1張石	S251	32.1	32	凝灰岩	D
41	張石	溝1張石	S252	91.2	19	凝灰岩	D
42	張石	溝1張石	S253	181.7	20	凝灰岩	D
43	縁石	溝2縁石	S021	40.9	15	凝灰岩	C
44	縁石	溝2縁石	S022	51.7	27	凝灰岩	C
45	縁石	溝2縁石	S023	38.4	22	凝灰岩	C
46	縁石	溝2縁石	S024	65.4	23	凝灰岩	C
47	縁石	溝2縁石	S025	72.4	11	火山礫凝灰岩	C
48	縁石	溝2縁石	S026	38.5	49	凝灰岩	C
49	縁石	溝2縁石	S027	46.3	42	凝灰岩	C
50	縁石	溝2縁石	S028	24.2	49	凝灰岩	C
51	縁石	溝2縁石	S029	68.2	49	凝灰岩	C
52	縁石	溝2縁石	S109	22.9	37	火山礫凝灰岩	A
53	縁石	溝2縁石	S110	132.9	36	火山礫凝灰岩	B
54	縁石	溝2縁石	S212	53.5	31	凝灰岩	C
55	縁石	溝2縁石	S213	30.3	39	凝灰岩	C
56	縁石	溝2縁石	S214	79.6	46	凝灰岩	C
57	縁石	溝2縁石	S215	39.6	33	火山礫凝灰岩	C
58	縁石	溝2縁石	S243	54.9	39	火山礫凝灰岩	C
59	縁石	溝2縁石	S244	66.6	39	凝灰岩	C
60	縁石	溝2縁石	S246	160.7	39	凝灰岩	C
61	積石	溝2北側積石	S018	79.1	40	凝灰岩	B
62	積石	溝2北側積石	S104	60.2	43	火山礫凝灰岩	B
63	石廟の屋根	炉1		42.1	40.5	凝灰岩	C
64	原産地試料	笏谷石		706.0		凝灰岩	(C)
65	原産地試料	神明		126.5		凝灰岩	(A)
66	原産地試料	豊岡		83.6		火山礫凝灰岩	(?)
67	原産地試料	月島		123.1		凝灰岩	(?)

表5. 出土位置別グループ構成

出土位置	種別	グループ				合計
		A	B	C	D	
蔵2石垣北側	石垣石	22	2			24
蔵2石垣東側	石垣石	7				7
蔵2石垣南側	石垣石	5				5
溝1張石	張石	1			5	6
溝2縁石	縁石	1	1	16		18
溝2北側積石	積石		2			2
炉1	石塀の屋根			1		1
合計		36	5	17	5	63

表6. 石製品の石質

番号	種別	出土位置	遺物番号	層位	試料の重量(g)	岩石名
74	硯	蔵1	2	1	403.7	流紋岩
75	硯	溝2(M3a)	5	覆土上	285.1	粘板岩
76	硯	井戸4	1	覆土	177.2	流紋岩
77	硯	L2	6	Ⅱ	80.3	粘板岩
		L2	7	Ⅱ		
78	硯	M2	8	Ⅲ	219.9	粘板岩
		M4	10	Ⅲ		
79	硯	M4	8	Ⅰ	43.7	ホルンフェルス
80	砥石	蔵1	1	1	61	粘板岩
81	砥石	樽6	1	覆土	212	粘板岩
82	砥石	炉2付近(L2)	1	–	586	流紋岩
83	砥石	礫集中2	1	–	154.4	砂岩
84	砥石	礫集中7	1	–	557	流紋岩
85	砥石	L2	8	Ⅱ	341.1	粘板岩
		M4	1	Ⅱ		
86	砥石	L3(試掘坑)	2	–	443	流紋岩
		M2	5	Ⅱ		
87	砥石	M2	1	Ⅱ	240.8	流紋岩
88	砥石	M2	3	Ⅱ	148.6	砂岩
89	砥石	M2	4	Ⅰ	275.3	粘板岩
90	扉軸受?	蔵2	13	トレンチ(漆喰混じり)	1101	角閃石デイサイト
91	石錘	溝1	4	覆土1	641	軽石凝灰岩
92	石錘?	L2	14	Ⅳ	1334	軽石凝灰岩
93	石製品	M3	10	Ⅱ	23.4	凝灰岩

表7. 石製品の種類別石材組成

種別 / 石質	硯	砥石	石錘	石錘?	石製品	扉軸受?	合計
火山岩類							
流紋岩	2	4					6
角閃石デイサイト						1	1
火山砕屑岩類							
軽石凝灰岩			1	1			2
凝灰岩					1		1
堆積岩類							
砂岩		2					2
変成岩類							
粘板岩	3	4					7
ホルンフェルス	1						1
合計	6	10	1	1	1	1	20

表8. 顕微鏡観察による構成物量比

番号	出土位置	遺物番号	グループ	岩石名	鉱物片											岩片										その他砂屑片		基質(変質鉱物)										
					石英	斜長石	黒雲母	角閃石	斜方輝石	単斜輝石	緑簾石	ジルコン	燐灰石	チタン石	不透明鉱物	花崗岩	デイサイト	安山岩	玄武岩	凝灰岩	砂岩	頁岩	チャート	脈石英	海緑石	軽石片仮像	火山ガラス片仮像	粘土	石英	曹長石	沸石	セリサイト	雲母粘土鉱物	セラドナイト	緑泥石	緑簾石	炭酸塩鉱物	水酸化鉄
20	蔵2石垣北側	S271	A	デイサイト質ガラス質凝灰岩	±	△	±	±		±		±	±		±		△	+	+	+						△	○	○			○	±	+	○				
29	蔵2石垣東側	S222	A	デイサイト質ガラス質凝灰岩	±	△	±			±	±		±		±		△	△	+							+	○	○			○	±	+	○				+
53	溝2縁石	S110	B	デイサイト質火山礫凝灰岩	±	△	±	±		±	±		±		±		△	△	+							△	○	○			○	±	+	○				
48	溝2縁石	S026	C	デイサイト質ガラス質凝灰岩		△							±	±	+		△	+	+							△	○	○	+	○		△	+		○		+	+
60	溝2縁石	S246	C	デイサイト質ガラス質凝灰岩		△							±	±	+		±	+		+						+	○	○	+	○		+	+		○		+	±
42	溝1張石	S253	D	デイサイト質溶結結晶質凝灰岩		△							±		+		+	+	+	+						+	△	○	+	+	△		+	○		±		
63	石廟の屋根	炉1	C	デイサイト質ガラス質凝灰岩	±	+						+	±		+		+	+		+							○	○	+	○	+	+			○		+	
64	原産地試料	笏谷石	(C)	デイサイト質ガラス質凝灰岩	±	△	±						±		+		△	+		+						△	○	○	+	○		△			○		+	
65	原産地試料	神明	(A)	デイサイト質ガラス質凝灰岩	±	△	±	±				±	±		+		△	+	+	+						△	○	○	+		△	+	+	○				
66	原産地試料	豊岡	(?)	デイサイト質火山礫凝灰岩	±	△						±	±		+	±	+	△								△	○	○	○	+		±			+		△	
67	原産地試料	月島	(?)	安山岩質石質凝灰岩	±	+		±	±	+					±	±	+	△	+		±	±	±	±	±	△	+	△			±	±			○			

量比 ◎:多量 ○:中量 △:少量 +:微量 ±:きわめて微量

表9. X線回折試験による検出鉱物

番号	出土位置	遺物番号	グループ	検出鉱物										
				石英	斜長石	斜プチロル沸石	方沸石	ソーダ沸石	カオリン鉱物	雲母鉱物	緑泥石	セラドナイト	方解石	アンケライト
20	蔵2石垣北側	S271	A	○	△	＋	△			±		±		
29	蔵2石垣東側	S222	A	○	△	△	±			±		±		
53	溝2縁石	S110	B	○	△	±	＋			±	±	±		
48	溝2縁石	S026	C	○	△					±	±		＋	
60	溝2縁石	S246	C	◎	○					±	±		＋	
42	溝1張石	S253	D	◎	○		±	±				±		
63	石廟の屋根	炉1	C	◎	△					±	±		△	
64	原産地試料	笏谷石	(C)	◎	○					±	±		＋	
65	原産地試料	神明	(A)	○	○	＋				±		±		
66	原産地試料	豊岡	(?)	◎	△				±	＋				＋
67	原産地試料	月島	(?)	○	△		△				±			

量比　◎:多量(＞5000cps)、○:中量(2,500～5,000cps)、△:少量(500～2,500cps)、
＋:微量(250～500cps)、±:きわめて微量(＜250cps)

表10(1). 全岩化学組成

番号	出土位置・原産地	グループ	主成分元素(wt%)										微量成分元素(ppm)					合計
			SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$Fe_2O_3^*$	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	
1	蔵2石垣北側	B	64.55	0.45	15.28	4.35	0.11	1.03	3.23	2.33	3.27	0.17	123	691	29	195	1308	95.00
2	蔵2石垣北側	A	64.68	0.45	15.16	4.51	0.10	1.07	3.08	2.10	3.19	0.18	124	647	23	185	1243	94.74
3	蔵2石垣北側	A	65.81	0.48	14.38	4.57	0.12	0.99	3.29	2.54	3.29	0.14	119	599	29	192	963	95.80
4	蔵2石垣北側	A	67.34	0.46	14.75	4.46	0.15	1.06	3.08	2.99	3.12	0.15	116	641	23	184	1125	97.77
5	蔵2石垣北側	A	66.94	0.44	15.16	4.25	0.10	0.99	2.78	2.29	2.99	0.12	114	566	31	193	926	96.24
6	蔵2石垣北側	A	66.83	0.45	14.56	4.31	0.12	1.07	3.19	2.59	3.24	0.12	113	542	25	190	903	96.66
7	蔵2石垣北側	A	66.02	0.50	14.49	4.61	0.11	1.14	3.31	2.32	3.57	0.14	126	560	29	206	936	96.40
8	蔵2石垣北側	A	66.53	0.44	14.94	3.82	0.10	1.00	3.09	2.97	2.95	0.11	108	677	28	193	1036	96.15
9	蔵2石垣北側	A	66.14	0.44	14.33	4.38	0.11	1.13	2.83	2.78	3.32	0.12	120	484	22	191	908	95.75
10	蔵2石垣北側	A	64.86	0.49	14.74	4.60	0.10	1.05	3.41	2.47	3.45	0.14	122	534	25	199	865	95.48
11	蔵2石垣北側	A	64.86	0.49	15.26	4.82	0.13	1.15	3.02	2.61	2.94	0.20	113	468	28	197	1282	95.69
12	蔵2石垣北側	A	66.28	0.47	14.47	4.26	0.09	1.00	3.26	2.38	3.36	0.14	119	545	27	198	855	95.88
13	蔵2石垣北側	A	65.24	0.47	14.68	5.15	0.10	1.06	2.68	3.61	2.72	0.32	107	388	28	199	691	96.17
14	蔵2石垣北側	A	67.44	0.46	13.79	4.33	0.14	1.17	2.53	3.24	2.71	0.14	114	437	26	199	1015	96.13
15	蔵2石垣北側	A	64.08	0.51	15.64	4.46	0.10	1.00	3.22	2.23	3.53	0.14	124	560	25	200	1006	95.10
16	蔵2石垣北側	A	66.41	0.49	14.74	4.20	0.09	1.03	3.10	2.95	2.98	0.15	109	607	29	204	1009	96.34
17	蔵2石垣北側	A	65.28	0.50	15.31	4.76	0.09	1.10	2.93	2.60	3.43	0.15	134	409	29	213	682	96.30
18	蔵2石垣北側	A	65.39	0.50	14.80	4.20	0.09	1.11	3.21	2.71	3.53	0.13	121	522	34	196	923	95.85
19	蔵2石垣北側	A	64.19	0.49	14.73	5.23	0.10	1.12	3.40	2.52	3.30	0.26	118	575	27	181	1026	95.53
20	蔵2石垣北側	A	66.14	0.47	14.90	4.07	0.08	1.01	3.15	2.69	3.42	0.11	120	564	28	189	983	96.23
21	蔵2石垣北側	A	66.18	0.47	14.52	4.19	0.09	1.07	3.22	2.46	3.40	0.11	127	588	29	193	944	95.90
22	蔵2石垣北側	A	66.79	0.45	14.49	4.17	0.09	1.02	3.20	2.40	3.46	0.13	124	558	27	199	801	96.37
23	蔵2石垣北側	B	65.35	0.48	14.83	4.41	0.09	1.13	3.08	2.65	3.56	0.11	120	522	29	198	932	95.87
24	蔵2石垣北側	A	68.19	0.51	15.44	4.49	0.09	1.09	3.41	2.24	3.75	0.11	118	585	31	199	796	99.49
25	蔵2石垣東側	A	65.13	0.48	14.74	4.55	0.12	1.14	3.21	2.53	3.59	0.14	133	529	28	202	880	95.81
26	蔵2石垣東側	A	64.96	0.46	15.29	4.16	0.13	1.06	3.44	3.09	3.13	0.15	121	543	26	177	921	96.05
27	蔵2石垣東側	A	65.22	0.45	14.75	4.58	0.09	1.21	2.87	3.07	3.24	0.15	119	532	27	188	871	95.80
28	蔵2石垣東側	A	64.06	0.50	15.51	5.23	0.09	1.05	2.84	2.10	3.70	0.20	126	437	25	199	909	95.45
29	蔵2石垣東側	A	64.58	0.52	15.15	5.25	0.13	1.06	3.20	2.18	3.43	0.21	126	570	25	207	1042	95.91
30	蔵2石垣東側	A	65.48	0.43	14.55	4.20	0.08	0.93	2.72	3.49	3.02	0.17	113	462	24	168	835	95.23
31	蔵2石垣東側	A	65.54	0.48	15.35	4.27	0.09	1.00	3.37	2.26	3.37	0.15	112	607	25	186	981	96.07
32	蔵2石垣南側	A	65.48	0.51	14.88	4.60	0.21	1.14	3.12	2.58	3.81	0.14	125	487	28	212	832	96.64
33	蔵2石垣南側	A	66.65	0.48	14.57	4.33	0.20	1.14	2.82	2.99	3.28	0.12	114	528	27	191	846	96.75
34	蔵2石垣南側	A	66.18	0.51	14.79	4.53	0.09	1.10	3.12	2.20	3.58	0.11	115	588	26	203	834	96.39
35	蔵2石垣南側	A	67.35	0.46	14.78	4.24	0.09	1.02	3.07	2.47	3.49	0.12	124	581	27	189	907	97.27

表10(2). 全岩化学組成

番号	出土位置・原産地	グループ	主成分元素(wt%)										微量成分元素(ppm)					合計
			SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	$Fe_2O_3^*$	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	
36	蔵2石垣南側	A	66.07	0.46	14.64	4.05	0.09	1.01	3.52	2.44	2.97	0.15	95	733	24	186	1259	95.63
37	溝1張石	D	66.35	0.77	15.90	4.69	0.03	0.57	1.31	4.39	4.00	0.24	97	156	27	156	752	98.37
38	溝1張石	A	65.83	0.58	15.55	4.09	0.09	0.77	2.67	4.74	1.89	0.15	109	248	24	169	270	96.44
39	溝1張石	D	68.94	0.70	14.55	4.14	0.11	0.44	1.81	4.36	3.87	0.20	87	209	24	146	730	99.24
40	溝1張石	D	65.00	0.71	16.13	4.81	0.09	0.98	1.61	4.42	4.87	0.22	113	191	26	157	811	98.97
41	溝1張石	D	65.98	0.71	15.59	4.66	0.13	0.62	2.09	4.52	4.03	0.21	99	238	25	152	798	98.67
42	溝1張石	D	69.02	0.70	14.58	4.66	0.10	0.51	2.18	4.40	3.35	0.21	80	239	24	144	701	99.83
43	溝2縁石	C	66.58	0.79	16.04	5.04	0.08	1.40	0.57	4.78	2.35	0.23	89	251	31	181	303	97.95
44	溝2縁石	C	65.58	0.80	15.41	4.96	0.09	1.55	1.38	4.82	1.90	0.20	62	308	22	151	331	96.78
45	溝2縁石	C	63.80	0.81	15.80	5.13	0.15	1.70	1.87	4.71	2.11	0.21	61	243	25	155	435	96.38
46	溝2縁石	C	64.76	0.84	16.71	5.40	0.12	1.69	1.34	5.19	1.95	0.22	63	320	24	163	397	98.32
47	溝2縁石	C	60.86	0.80	15.27	4.98	0.14	1.41	4.22	4.88	1.81	0.22	60	349	28	164	287	94.68
48	溝2縁石	C	63.18	0.83	16.08	6.51	0.10	1.85	0.82	4.71	2.10	0.41	66	302	27	160	429	96.69
49	溝2縁石	C	65.86	0.83	15.76	5.19	0.08	1.42	1.22	5.14	1.62	0.21	60	274	27	155	252	97.41
50	溝2縁石	C	64.38	0.80	15.88	5.00	0.08	1.37	1.75	4.30	2.00	0.20	59	203	25	160	284	95.83
51	溝2縁石	C	63.23	0.75	15.97	4.73	0.08	1.39	1.82	4.80	1.85	0.21	57	195	25	160	302	94.90
52	溝2縁石	A	64.26	0.48	15.19	4.72	0.09	1.20	3.11	3.21	2.93	0.24	126	432	27	200	845	95.59
53	溝2縁石	B	64.46	0.50	15.32	4.93	0.10	1.27	3.19	2.98	3.05	0.18	122	464	28	201	882	96.15
54	溝2縁石	C	64.11	0.82	16.87	5.29	0.12	1.61	2.07	5.34	1.87	0.25	59	343	28	167	353	98.45
55	溝2縁石	C	62.93	0.84	16.17	5.20	0.13	1.58	2.22	5.27	1.88	0.22	62	347	27	166	230	96.52
56	溝2縁石	C	64.96	0.86	16.39	5.61	0.11	1.72	2.15	4.02	2.17	0.21	63	215	26	162	244	98.27
57	溝2縁石	C	67.11	0.84	16.64	4.98	0.05	1.27	0.29	3.12	3.10	0.17	119	148	36	178	315	97.65
58	溝2縁石	C	64.62	0.38	14.25	4.15	0.05	1.04	2.30	3.04	2.90	0.06	77	156	49	282	531	92.90
59	溝2縁石	C	65.65	0.80	15.30	5.10	0.11	1.32	2.47	5.10	1.59	0.23	58	295	28	163	247	97.75
60	溝2縁石	C	64.07	0.76	14.83	4.85	0.10	1.41	2.70	4.34	2.05	0.20	66	309	27	151	395	95.40
61	溝2北側積石	B	64.64	0.52	14.87	4.61	0.09	1.28	3.23	2.61	3.41	0.13	120	456	28	203	843	95.56
62	溝2北側積石	B	65.54	0.44	15.09	4.10	0.08	1.05	3.04	3.35	3.14	0.24	110	527	26	180	1101	96.26
63	石廟の屋根	C	63.27	0.84	16.26	5.16	0.10	1.75	3.16	3.24	3.02	0.22	96	179	30	181	274	97.10
64	笏谷石	(C)	66.23	0.80	16.00	4.85	0.11	1.51	1.45	4.78	2.12	0.20	67	185	28	170	272	98.12
65	神明	(A)	65.16	0.51	14.96	4.58	0.10	1.25	3.24	2.29	3.50	0.11	112	583	26	201	851	95.88
66	豊岡	(?)	67.01	0.38	13.93	2.89	0.09	1.34	2.89	1.35	3.49	0.08	110	159	28	163	677	93.56
67	月島	(?)	59.16	0.76	16.00	6.92	0.12	3.66	3.45	4.51	1.46	0.13	45	170	26	120	252	96.23

$Fe_2O_3^*$:Fe_2O_3で換算した全鉄

図版1 試料(1)

1.グループA 試料20 デイサイト質ガラス質凝灰岩
蔵2石垣北側 S271

2.グループA 試料29 デイサイト質ガラス質凝灰岩
蔵2石垣東側 S222

3.グループB 試料53 デイサイト質火山礫凝灰岩
溝2縁石 S110

4. グループC 試料48 デイサイト質ガラス質凝灰岩
溝2縁石 S026

5. グループC 試料60 デイサイト質ガラス質凝灰岩
溝2縁石 S246

6. グループD 試料42 デイサイト質溶結結晶質凝灰岩
溝1張石 S253

図版2　試料(2)

7. 石廟の屋根 炉1　試料63
デイサイト質ガラス質凝灰岩

8. 原産地試料 笏谷石 試料64
デイサイト質ガラス質凝灰岩

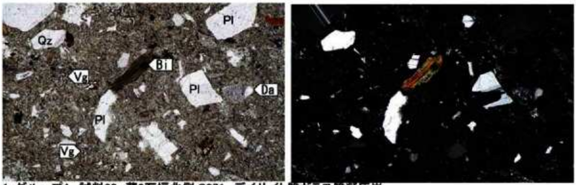
9. 原産地試料 神明　試料65
デイサイト質ガラス質凝灰岩

10. 原産地試料 豊岡　試料66
デイサイト質火山礫凝灰岩

11. 原産地試料 月島　試料67
安山岩質石質凝灰岩

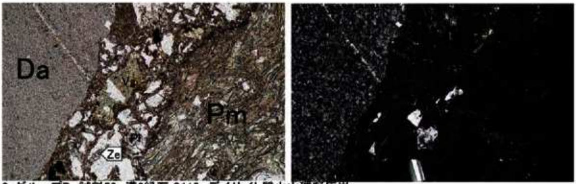
12. 分析試料の薄片チップ

図版3　薄片(1)

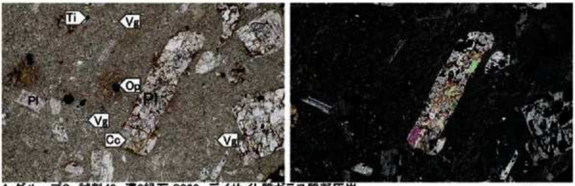


1. グループA　試料20　蔵2石垣北側 S271　デイサイト質ガラス質凝灰岩

2. グループA　試料29　凝灰岩　蔵2石垣東側 S222　デイサイト質ガラス質凝灰岩



3. グループB　試料53　溝2縁石 S110　デイサイト質火山礫凝灰岩

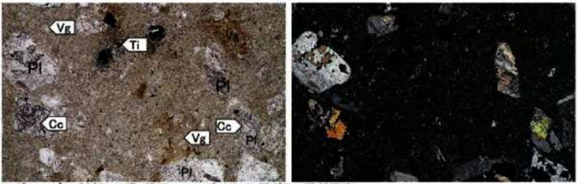


4. グループC　試料48　溝2縁石 S026　デイサイト質ガラス質凝灰岩

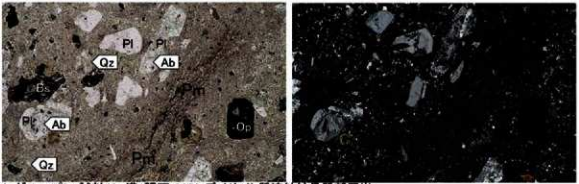
0.5mm

Qz:石英　Pl:斜長石　Bi:黒雲母　Cpx:単斜輝石　Ze:沸石　Ti:チタン石　Op:不透明鉱物
Da:デイサイト　Pm:軽石片仮像　Vg:火山ガラス片仮像
写真左列は下方ポーラー、写真右列は直交ポーラー下。

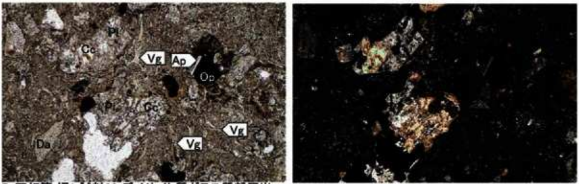
図版4　薄片(2)



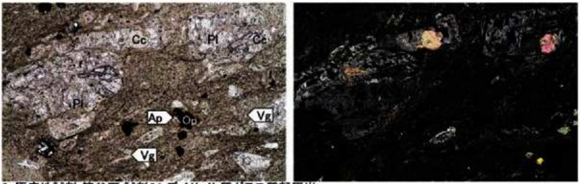
5. グループC　試料60　溝2縁石 S246 デイサイト質ガラス質凝灰岩



6. グループD　試料42　溝1張石 S253 デイサイト質溶結結晶質凝灰岩



7. 石灯籠 炉1 試料63 デイサイト質ガラス質凝灰岩



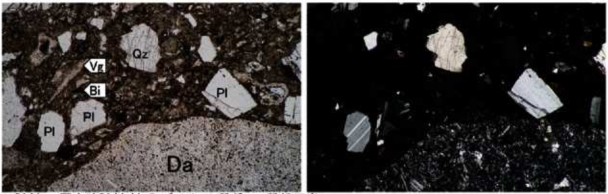
8. 原産地試料 笏谷石 試料64 デイサイト質ガラス質凝灰岩

0.5mm

Qz:石英　Pl:斜長石　Ab:曹長石　Ap:燐灰石　Ti:チタン石　Op:不透明鉱物　Cc:炭酸塩鉱物
Da:デイサイト　Bs:玄武岩　Pm:軽石片仮像　Vg:火山ガラス片仮像

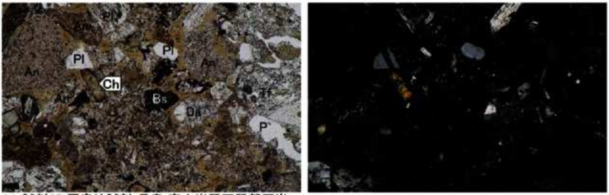
写真左列は下方ポーラー、写真右列は直交ポーラー下。

図版5 薄片(3)



9. 試料65 原産地試料 神明 デイサイト質ガラス質凝灰岩

10. 試料66 原産地試料 豊岡 デイサイト質火山礫凝灰岩



11. 試料67 原産地試料 月島 安山岩質石質凝灰岩

0.5mm

Qz:石英 Pl:斜長石 Bi:黒雲母 Ch:緑泥石 Cc:炭酸塩鉱物
Da:デイサイト An:安山岩 Bs:玄武岩 Tf:凝灰岩 Pm:軽石片仮像 Vg:火山ガラス片仮像 P:孔隙
写真左列は下方ポーラー、写真右列は直交ポーラー下。

＊分析の目的と結果について

蔵2の石垣石等に使われた緑色凝灰岩の産地を同定するため、肉眼鑑定、偏光顕微鏡観察、X線回折分析、蛍光X線分析により、福井県福井市の笏谷石や松前町神明石切り場跡等の岩石との対比を委託した。松前の原産地試料採取地点と遺跡出土の緑色凝灰岩試料の位置は、次頁に示してある。

緑色凝灰岩の出土試料63点は、A～Dの四グループに分けられた。原産地試料が少ないという制約はあるが、A・Bグループは神明またはその近隣地域から採石された可能性が高く、Cグループは笏谷石と判断されている。Dグループは福山層に由来する在地石材の可能性があるようで、豊岡と月島の原産地試料に対比されるものはなかった。

蔵2の石垣石は36点あり、34点がAグループ、2点がBグループに属する。A・Bグループは神明の原産地試料に構成物が類似しており、全岩化学組成もよい一致を示す。福山城の石垣石が、神明で切り出されていることから(松前町史編集室1997)、蔵2の石垣石も神明またはその近隣地域で切り出されたとみてよいであろう。

溝2の直方体の縁石は、16点全てがCグループに属する。Cグループは、炭酸塩鉱物化した斜長石を散含する特徴や、全岩化学組成が笏谷石の原産地試料とよい一致を示すことなどから、笏谷石と判断されている。縁石は、いずれも同じ程度の大きさに切り揃えられており(21～25の半割された縁石を除く)、遺物番号26の縁石は、長さ約90cm、幅、厚さとも約20cm、重さ49kgを量る。おそらくは、北前船のバラストも兼ねて、越前から積み込まれてきたものと推測される。

石廟の屋根もCグループに属する。笏谷石製の石廟は、松前藩主松前家墓所や松前の寺院において、18世紀後半まで越前から移入・造営されているので(三井2002、弘前大学人文学部2010)、本遺跡のものも笏谷石と判断してよいであろう。

溝2の直方体でない縁石は、1点がAグループ、もう1点がBグループ、北側積石の2点は、どちらもBグループに属する。いずれも神明またはその近隣地域から切り出された可能性が高い。

溝1の張石は、1点がAグループ、5点がDグループに属する。Dグループには、A・Bグループだけに含まれる構成物もあるので、福山層に由来する在地石材を利用した可能性が指摘されている。

笏谷石も神明等の緑色凝灰岩も、新第三紀のグリーンタフ地域で産出するので共通点は多いが、今回の分析で、両者の構成物や化学組成に違いがあることも判明した。

(山中)

引用・参考文献

秦 光男ほか 1990『松前地域の地質』地域地質研究報告(5万分の1地質図幅) 地質調査所

松前町史編集室 1997『松前町史 年表』

小村良二 2001「近畿の石材(切石)-笏谷石-」『地質ニュース』565号

三井紀生 2002『越前笏谷石-北前船による移出・各地の遺品-』(株)福井新聞社

吉澤康暢 2008「福井市足羽山の笏谷石と旧採掘坑道の陥没」『福井市自然史博物館研究報告』第55号

松前町教育委員会 2009『神明石切り場跡Ⅱ』

松前町教育委員会 2010『神明石切り場跡Ⅲ 大館遺跡 バッコ沢牢屋跡遺跡』

弘前大学人文学部 2010『近世墓と人口史料による社会構造と人口変動に関する基礎的研究』平成19年度～21年度科学研究費補助金 基盤研究(B) 研究成果報告書

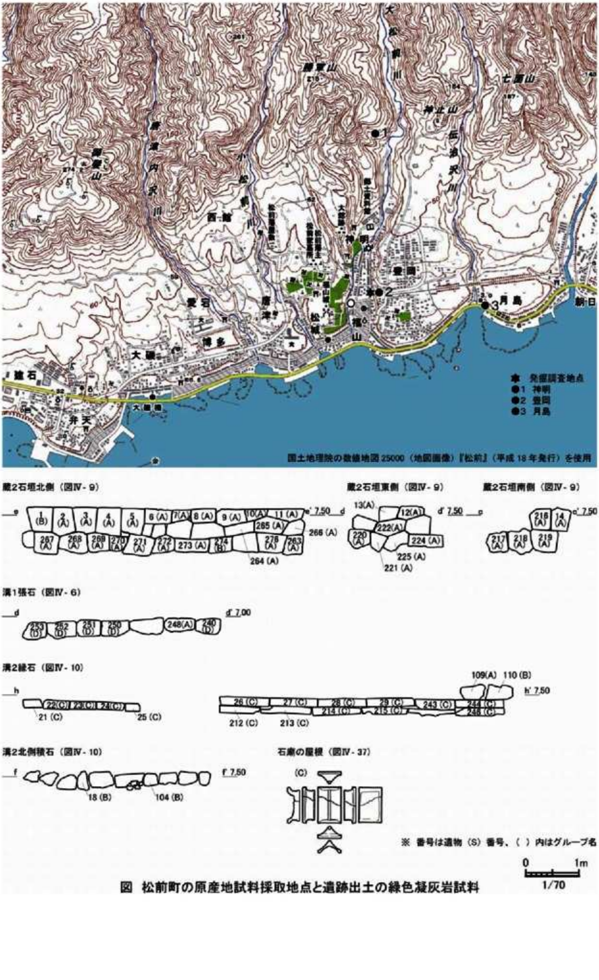


図 松前町の原産地試料採取地点と遺跡出土の緑色凝灰岩試料

5　福山城下町遺跡における木製品の樹種同定（1）・塗膜分析

（財）元興寺文化財研究所

1. 樹種同定

1-1. はじめに

(財)北海道埋蔵文化財センターより依頼された松前町福山城下町遺跡出土漆製品等の樹種同定について以下の通り報告する。

1-2. 試料

福山城下町遺跡から出土した、漆塗木製品 37 点(椀 19 点、箔椀 1 点、椀杓子 1 点、盃？1 点、櫛 2 点、部材 2 点、箸 3 点、蓋 3 点、下駄 1 点、箱 2 点、ちょこ 1 点、杓子 1 点)、工具類 7 点、船部材 1 点、墨書 5 点、下駄 14 点、鳥形木製品 1 点、曲物底板 1 点、金箔付箸 1 点、燭台木製品 1 点、杓子 1 点、灰掻き 1 点、篦状木製品 1 点の計 71 点である。カッコ内の番号は報告書掲載番号である。

No.1(1)	漆塗椀	No.25(16)	漆塗椀（箔椀）	No.49(271)	墨書板
No.2(2)	漆塗椀	No.26(36)	漆塗部材	No.50(274)	箱物蓋
No.3(3)	漆塗椀	No.27(17)	漆塗椀	No.51(269)	墨書板
No.4(4)	漆塗椀	No.28(18)	漆塗椀	No.52(273)	墨書杭
No.5(5)	漆塗椀	No.29(19)	漆塗椀（椀杓子）	No.53(249)	鳥形木製品
No.6(6)	漆塗椀	No.30(20)	漆塗椀（盃？）	No.54(245)	燭台木製品
No.7(7)	漆塗椀	No.31(21)	漆塗椀（蓋）	No.55(211)	杓子
No.8(26)	漆塗六角蓋	No.32(22)	漆塗椀	No.56(238)	灰掻き
No.9(27)	漆塗隅切箱物蓋	No.33(23)	漆塗椀	No.57(214)	篦状木製品
No.10(29)	漆塗箸	No.34(24)	漆塗椀（口縁）	No.58(146)	下駄
No.11(32)	漆塗箸	No.35(25)	漆塗椀（鉢）	No.59(148)	下駄
No.12(37)	漆塗部材	No.36(35)	漆塗櫛	No.60(147)	下駄
No.13(38)	漆塗下駄	No.37(33)	漆塗杓子	No.61(1499	下駄
No.14(28)	漆塗箱物	No.38(31)	金箔付箸	No.62(175)	下駄
No.15(34)	漆塗櫛(車と瓜文)	No.39(39)	曲物底板	No.63(150)	下駄
No.16(8)	漆塗椀（ちょこ）	No.40(226)	小刀（マキリ）	No.64(151)	下駄
No.17(30)	漆塗箸	No.41(228)	刀物柄	No.65(176)	下駄
No.18(9)	漆塗椀	No.42(232)	曲がり鉈	No.66(152)	下駄（飾あり）
No.19(10)	漆塗椀	No.43(224)	小刀（マキリ）	No.67(153)	下駄
No.20(11)	漆塗椀	No.44(40)	船部材	No.68(154)	下駄
No.21(12)	漆塗椀（蓋）	No.45(225)	小刀（マキリ）	No.69(177)	下駄
No.22(13)	漆塗椀	No.46(231)	金槌（彫金）	No.70(155)	下駄
No.23(14)	漆塗椀	No.47(233)	錐	No.71(156)	下駄
No.24(15)	漆塗椀	No.48(270)	荷札？		

1-3. 樹種同定の方法

樹種同定に必要な木口面（横断面）、板目面（接線断面）、柾目面（放射断面）の3断面の切片を安全カミソリを用いて作製し、サフラニンで染色後、水分をエチルアルコール、n−ブチルアルコール、キシレンに順次置換した。その後、非水溶性封入剤（オイキット）を用いて永久プレパラートを作製し、光学顕微鏡で観察した。樹木分類および植生分布は『原色日本植物図鑑木本編』（Ⅰ）（Ⅱ）に従った。

1-4. 同定結果

以下に樹種同定結果とその根拠となる木材組織の特徴について記す。同定は木沢直子（(財) 元興寺文化財研究所）が行なった。また、一部については伊東隆夫先生（京都大学名誉教授）にご教示いただいた。

※ 樹木の性質、材の用途、出土事例等については後記の文献を参考とした。

モミ属 *Abies* Miller （6点） （マツ科 Pinaceae）

No.12	漆塗部材	No.40	小刀（マキリ）	No.43	小刀（マキリ）
No.48	荷札？	No.49	墨書板	No.51	墨書板

いずれも仮道管と放射柔細胞からなる針葉樹材。水平樹脂道、垂直樹脂道、樹脂細胞はない。各試料の細胞学的知見は下記の通りである。

No.12 早材から晩材への移行は緩やかで、晩材の幅は狭い。放射柔細胞の壁は厚く、数珠状末端壁を有する。分野壁孔はスギ型で1分野に1〜2、ときに4個見られる。放射組織は単列で3〜22細胞高である。木口面では早材部分に傷害樹脂道が見られる。

No.40 早材から晩材への移行はやや急で、晩材の幅は狭い。放射柔細胞の壁は厚く、数珠状末端壁を有する。分野壁孔はスギ型で、1分野に2〜4個見られる。放射組織は単列で2〜13細胞高である。

No.43 早材から晩材への移行がやや急で晩材の幅は比較的狭い。放射柔細胞の壁は厚く、数珠状末端壁を有する。分野壁孔はスギ型で、1分野に1〜4個見られる。放射組織は単列で2〜17細胞高である。木口面では早材および晩材部分に傷害樹脂道が見られる。

No.48 早材から晩材への移行が比較的緩やかで晩材の幅は比較的狭い。放射柔細胞の壁は厚く、数珠状末端壁を有する。分野壁孔は不明瞭だが、かろうじてスギ型が1分野に2個見られる。放射組織は単列で2〜15細胞高である。

No.51 早材から晩材への移行が緩やかで晩材の幅は比較的狭い。放射柔細胞の壁は厚く、数珠状末端壁を有する。分野壁孔はスギ型で1分野に2〜4個見られる。放射組織は単列で2〜22細胞高である。

植生分布：北半球の温帯、暖帯。

樹　　形：常緑針葉高木。通常樹高30〜45m、胸高直径1.5〜2mに達する。

用　　途：建築材、器具、船、下駄、楽器　等。

出土事例：建築材、土木材、船、桶、下駄、箸　等。

単維管束亜属（五葉松類）　Subgen. Haploxylon Koehne　（マツ科　Pinaceae）

No.41	刃物柄	No.44	船部材

いずれも仮道管、放射柔細胞、放射仮道管と垂直、水平樹脂道からなる針葉樹材。放射仮道管の内壁に鋸歯状突起が見られず平滑である。分野壁孔は窓状で1～2個確認できる。早材から晩材への移行は比較的緩やかで、晩材幅は比較的広い。放射柔細胞はNo.41が2～6細胞高、No.44は3～8細胞高である。放射仮道管内壁の特徴からマツ属のうち単維管束亜属（五葉松類）であると判断した。

植生分布：北半球の温帯を中心に分布。

樹　　形：山地に生える常緑針葉樹。幹は大きなものは高さ30m、直径1mに達する。

用　　途：建築、器具、楽器、土木、船　等。

出土事例：建築材、土木材　等。

スギ　*Cryptomeria japonica* D. Don　（4点）　（ヒノキ科　Cupressaceae）

No.50	箱物蓋	No.52	墨書杭	No.58	下駄
No.70	下駄				

いずれも仮道管と放射柔細胞、樹脂細胞からなる針葉樹材。水平樹脂道と垂直樹脂道はない。各試料の細胞学的知見は下記の通りである。

No.50　早材から晩材への移行が急で、晩材の幅は広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行付近に点在する。分野壁孔はスギ型で1分野に2個見られる。放射組織は単列で2～12細胞高である。

No.52　早材から晩材への移行が急で、晩材の幅は広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行付近に散在する。分野壁孔はスギ型で1分野に2個見られる。放射組織は単列で3～12細胞高である。

No.58　早材から晩材への移行が急で、晩材の幅は広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行付近に散在または接線状に配列する。分野壁孔はスギ型で1分野に2個見られる。放射組織は単列で2～7細胞高である。

No.70　早材から晩材への移行は急で、晩材の幅は広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行付近または晩材部に接線状に配列する。分野壁孔はスギ型で1分野に2個見られる。放射組織は単列で2～18細胞高である。

植生分布：暖帯、温帯下部：本州、四国、九州　主として太平洋側。

樹　　形：常緑高木で直幹性。樹高30～40m、胸高直径2mに達する。

用　　途：建築、家具、桶、樽、船、土木、下駄、彫刻、楽器　等。

出土事例：建築材、桶、底板、舟、船、下駄、箸　等。

ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae　（8点）　（ヒノキ科　Cupressaceae）

No.8	漆塗六角蓋	No.42	曲がり鉈	No.54-1	燭台木製品(台)
No.54-2	燭台木製品(棒)	No.55	杓子	No.57	篦状木製品
No.65-1	下駄(台)	No.65-2	下駄(歯)		

いずれも仮道管と放射柔細胞、樹脂細胞からなる針葉樹材。水平樹脂道、垂直樹脂道はない。分野壁孔の数および形態からヒノキと断定することが困難、または木材組織の劣化によって分野壁孔が不明瞭である試料についてヒノキ亜科とした。ヒノキ亜科に含まれる樹種にはヒノキ属（ヒノキ、サワ

ラ)、アスナロ属（アスナロ、ヒノキアスナロ）などがある。各試料の細胞学的知見は下記の通りである。

No.8 早材から晩材への移行が緩やかで、晩材の幅は狭い。樹脂細胞は晩材部に点在する。分野壁孔はヒノキ型で1分野に2個、ときに4個見られる部分がある。放射組織は単列で2〜6細胞高である。ヒノキ属(ヒノキ)、アスナロ属の可能性が高い。

No.42 早材から晩材への移行が緩やかで、晩材の幅は狭い。樹脂細胞は早材から晩材への移行付近または晩材部に点在する。分野壁孔はヒノキ型で1分野に2〜4個見られる。放射組織は単列で2〜7細胞高である。分野壁孔の特徴からアスナロ属の可能性が高い。

No.54-1 早材から晩材への移行がやや急で晩材の幅は比較的広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行部に点在する。分野壁孔はヒノキ型とスギ型が混在し、1分野に2〜3個、ときに4個見られる。放射組織は単列で2〜9細胞高である。分野壁孔の特徴からヒノキ属（サワラ)、アスナロ属の可能性が高い。

No.54-2 早材から晩材への移行が緩やかで、晩材の幅は狭い。樹脂細胞は晩材部に点在する。分野壁孔はヒノキ型とスギ型が混在し、1分野に2〜4個見られる。放射組織は単列で2〜9細胞高である。分野壁孔の特徴からヒノキ属（サワラ)、アスナロ属の可能性が高い。

No.55 早材から晩材への移行が緩やかで、晩材の幅は狭い。樹脂細胞は晩材部に点在する。分野壁孔はヒノキ型で1分野に1〜2個見られる。放射組織は単列で2〜13細胞高である。分野壁孔の特徴からヒノキ属（ヒノキ、サワラ)、アスナロ属の可能性が高い。

No.57 早材から晩材への移行が緩やかで、晩材の幅は狭い。樹脂細胞が晩材部に点在する。分野壁孔はヒノキ型でときにスギ型の傾向があり、1分野に2〜4個見られる。放射組織は単列で2〜12細胞高である。

No.65-1 早材から晩材への移行が比較的緩やかで晩材の幅は狭い。樹脂細胞は早材から晩材への移行部、または晩材部に接線状に配列する。分野壁孔はかろうじてヒノキ型が確認でき、1分野に2個見られる。放射組織は単列で2〜8細胞高である。早材から晩材への移行の特徴と樹脂細胞の分布からヒノキ亜科（ヒノキを含む）とした。

No.65-2 早材から晩材への移行が比較的緩やかで、晩材の幅は比較的狭い。樹脂細胞は早材から晩材への移行部に点在または接線状に配列する。分野壁孔はヒノキ型で1分野に2〜4個、ときに5個見られる。放射組織は単列で2〜9細胞高である。分野壁孔の特徴からヒノキ属(ヒノキ、サワラ)、アスナロ属の可能性が高い。

ヒノキ科 Cupressaceae (6点)

No.9	漆塗隅切箱物蓋	No.14	漆塗箱物	No.39	曲物底板（麦漆？）
No.45	小刀(マキリ)	No.47	錐	No.56	灰掻き

仮道管と放射柔細胞、樹脂細胞からなる針葉樹材。水平樹脂道、垂直樹脂道はない。分野壁孔の特徴が不明瞭であるためヒノキ科とした。各試料の細胞学的知見は下記の通りである。

No.9 早材から晩材への移行が比較的緩やかである。樹脂細胞は晩材部にわずかに確認できる。分野壁孔はかろうじてヒノキ型が1〜2個、時に4個見られる部分もある。ややあて材※の傾向が見られる。

No.14　早材から晩材への移行が比較的緩やかで晩材の幅は狭い。樹脂細胞が晩材部にわずかに確認できる。木材組織の劣化により分野壁孔は不明瞭で、一部にかろうじてヒノキ型が見られる。放射組織は単列で3〜12細胞高である。

No.39　早材から晩材への移行がやや急で晩材の幅は比較的狭い。晩材部に比較的近い部分に樹脂細胞を確認することができる。木材組織の収縮が顕著で分野壁孔は不明瞭である。放射組織は単列で3〜14細胞高である。

No.45　早材から晩材への移行がやや急で晩材の幅は比較的広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行付近に点在する。分野壁孔は不明瞭である。放射組織は単列で2〜7細胞高である。

No.47　早材から晩材への移行がやや急で晩材の幅は比較的広い。樹脂細胞は早材から晩材への移行部に点在する。分野壁孔の特徴は不明瞭で、顕微鏡写真には反映されにくいが1分野に2個見られる。放射組織は単列で2〜8細胞高である。

No.56　早材から晩材への移行が比較的緩やかで晩材の幅は狭い。樹脂細胞は晩材部付近に接線状に点在する。分野壁孔は不明瞭だが一部にヒノキ型とスギ型らしい特徴も見られる。1分野内の数は不明である。放射組織は単列で2〜11細胞高である。

※　あて材

「樹幹がなんらかの原因で鉛直方向から傾いた状態で、また枝が鉛直方向からの本来の傾きからはずれた状態で肥大生長する時に、幹や枝を本来の方向に戻そうとして、それらの内部に形成される、多少とも特異な構造・性質を示す木部を、あて材という。中略。材構成要素としては、圧縮あて材、引張あて材ともに、仮道管、木繊維などの繊維状細胞の量、形態・構造、化学成分などに、傾斜生長の影響が集中的に表われる。」

島地謙・佐伯浩ほか『木材の構造』木材の科学・1　文永堂出版　1985年　より引用

サワグルミ　*Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc.　（1点）　　（クルミ科　Juglandaceae）

No.13-1	漆塗下駄（差歯露卯）（台）

広葉樹、散孔材。直径約170μmの道管が単独または2、3個放射方向に複合して散在する。道管の直径は晩材部にかけて径を減じる傾向がある。道管は単穿孔を有する。軸方向柔細胞は1列で接線方向に網状に繋がるほか、ターミナル状となる。放射組織は同性では1〜2列細胞幅である。

植生分布：温帯：北海道、本州、四国、九州。

樹　　形：落葉高木。樹高30m、胸高直径1mに達する。

用　　途：器具、家具、下駄、マッチ軸木　等。

出土事例：土木材（杭）、下駄　等。

ハンノキ属　*Alnus* Mill.　（1点）　　（カバノキ科　Betulaceae）

No.37	漆塗杓子

広葉樹、散孔材。直径約80μmの道管が単独、または2〜7個が放射方向、塊状に複合して年輪内に分布する。道管は階段穿孔を有し、道管放射組織間壁孔は小型で篩状である。放射組織は単列で平伏細胞からなる同性である。試料内には集合放射組織を確認できないが、そのほかの特徴によりハンノキ属である。

植生分布：北半球の温帯を中心に分布。

樹　　形：落葉性の高木または低木。

ブナ属　*Fagus* L.　(19 点)　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　(ブナ科　Fagaceae)

No.1	漆塗椀	No.2	漆塗椀	No.3	漆塗椀
No.5	漆塗椀	No.6	漆塗椀	No.7	漆塗椀
No.16	漆塗椀（ちょこ）	No.18	漆塗椀	No.19	漆塗椀
No.21	漆塗椀(蓋)	No.22	漆塗椀	No.23	漆塗椀
No.25	漆塗椀（箔椀）	No.29	漆塗椀(椀杓子)	No.31	漆塗椀(蓋)
No.32	漆塗椀	No.33	漆塗椀	No.34	漆塗椀(口縁)
No.35	漆塗椀(鉢)				

広葉樹、散孔材。いずれも直径 50～80μm の道管が多数、年輪内に分布する。道管は年輪のはじめで大きく、年輪外境で径を減じる。道管は単穿孔あるいは単穿孔と階段穿孔を有するものがある。道管放射組織間壁孔は階段状ないし篩状となる。放射組織には単列～数列、および広放射組織が見られる。ほとんどが平伏細胞からなる同性で、ときに方形細胞も見られ異性も確認できる。

植生分布：ブナ：温帯：北海道（黒松内、長万部以南)、本州、四国、九州。
イヌブナ：温帯：本州（岩手県から主として太平洋側、近畿地方、中国地方)、四国、九州、山中の森内に生える。

樹　　形：ブナ・イヌブナ；落葉高木で樹高 20～25m、胸高直径 60～70cm に達する。

用　　途：建築、器具、楽器、土木、船、轆轤細工、下駄、経木　等。

出土事例：土木材、刳物、挽物、杓子　等。

クリ　*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.（1 点）　　　　　　　　　　　　　　　(ブナ科　Fagaceae)

No.71	下駄

広葉樹、環孔材。直径約 300μm の道管が孔圏部に単独、あるいは数列で配列し、漸次径を減じる。孔圏外では薄壁で角張った小道管が火炎状に配列する。道管は単穿孔を有し、内腔にはチロースが存在する。放射組織は平伏細胞よりなる同性で単列、ときに 2 列も見られる。

植生分布：温帯下部、暖帯：北海道（西南部)、本州、四国、九州。

樹　　形：落葉高木。幹は直立し樹高 17m、胸高直径 80cm に達する。

用　　途：建築、土木、家具、器具、轆轤細工、彫刻、薪炭　等。

出土事例：建築材、土木材、容器（挽物・刳物)、炭化材　等。

ケヤキ　*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino　(4 点)　　　　　　　　　　　　　　(ニレ科　Ulmaceae)

No.4	漆塗椀	No.13-2	漆塗下駄（差歯露卯）(歯)	No.20	漆塗椀
No.30	漆塗椀(盃?)				

広葉樹、環孔材。No.4 は直径約 300μm、No.13-2 と No.20 は直径約 280μm、No.30 は直径 320μm の道管が年輪界に沿って並び、明瞭な孔圏部をつくる。道管は孔圏外において急激に径が減少し、孔圏外の小道管は多角形で多数集合して接線状に集団を形成する。道管は単穿孔を有する。いずれも小道管にラセン肥厚が見られる。放射組織は平伏細胞と方形細胞からなる異性で 1～7 列細胞幅である。

放射組織の縁辺部に大型の結晶を含む。

植生分布：温帯、暖帯下部：本州、四国、九州。

樹　　形：落葉高木。樹高 35m、胸高直径 2m に達する。

用　　途：家具、建築、器具、漆器木地、船舶　等。

出土事例：挽物（漆器・皿）、刳物（槽・盤）、建築材　等。

モクレン属　*Magnolia* L.　(9 点)　　　　　　　　　　　　　(モクレン科　Magnoliaceae)

No.53	鳥形木製品	No.60	下駄	No.61	下駄
No.62-1	下駄(台)	No.62-2	下駄(後歯)	No.63	下駄
No.64	下駄	No.67	下駄	No.69-1	下駄(台)

広葉樹、散孔材。No.67 は直径 50μm、その他の試料は直径 70〜80μm の道管が単独または 2〜6 個が放射方向あるいは塊状に複合して 1 年輪内に均等に分布する。道管は単穿孔が多く、No.62-2 では単穿孔が多く、ときに階段穿孔も確認できる。道管の側壁に対列状ないし階段状の壁孔が見られる。道管放射組織間壁孔は対列状、階段状。放射組織は平伏細胞と方形細胞よりなる異性で 1〜2 列細胞幅である。

植生分布：北アメリカおよび東アジアからヒマラヤに分布する。

樹　　形：常緑または落葉性の高木または低木。

用　　途：下駄の歯、版木、刀の鞘　等。

出土事例：建築部材、工具柄、容器（刳物、挽物）下駄　等。

ツバキ属　*Camellia* L.　(1 点)　　　　　　　　　　　　　(ツバキ科　Theaceae)

No.15	漆塗櫛(車と瓜文)

広葉樹、散孔材。直径 30〜40μm の道管が 1 年輪内に均等に分布する。道管の直径は年輪のはじめでやや大きく、年輪外境では漸次径を減じる。道管は階段穿孔を有し、道管放射組織間壁孔は階段状である。木繊維の壁は厚い。放射組織は異性で 1〜3 列細胞幅。板目面と柾目面において結晶細胞を確認できる。

植生分布：アジアの暖帯から熱帯に分布。

樹　　形：常緑の低木または高木。

用　　途：建築、土木　等。

出土事例：建築部材、土木材（杭）、農耕土木具（杵）、櫛　等。

イスノキ　*Distylium racemosum* Sieb. et Zucc.　(1 点)　　　　　(マンサク科　Hamamelidaceae)

No.36	漆塗櫛

広葉樹、散孔材。直径約 40μm の道管が、概ね単独で年輪内に平等に分布する。軸方向柔細胞が 2、3 列で接線状にほぼ一定間隔で配列する。道管は階段穿孔を有し、階段の数は少なくかつ幅が広い。道管放射組織間壁孔は階段状である。放射組織は平伏細胞と直立細胞よりなる異性で、1〜2 列細胞幅である。

植生分布：暖帯、亜熱帯：本州（関東以西）、四国、九州、沖縄。

樹　　形：常緑高木。樹高 20m。胸高直径 40～50cm で大きいものは 1m に達する。
用　　途：建築、器具、楽器、ろくろ細工、櫛、薪炭　等。
出土事例：櫛、土木材（杭）等。

トチノキ　*Aesculus turbinata* Blume　(3 点)　　（トチノキ科　Hippocastanaceae）

No.24	漆塗椀	No.27	漆塗椀	No.28	漆塗椀

広葉樹、散孔材。いずれも直径 50～60 μ m の道管が単独もしくは 2～3 個、ときに 4～5 個が放射方向に複合して年輪内に均等に散在する。道管は単穿孔を有し、内腔にはラセン肥厚が見られる。放射組織は単列で平伏細胞のみからなる同性である。板目面において放射組織が層階状に配列していることが分かる。
植生分布：温帯：北海道、本州、四国、九州。
樹　　形：落葉高木で樹高 25 m、胸高直径 2 m に達する。
用　　途：建築、家具、器具、指物、漆器木地　等。
出土事例：挽物（漆器、皿）、刳物（槽、盤）、農具（臼）等。

ハリギリ　*Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai　(4 点)　　（ウコギ科　Araliaceae）

No.59	下駄	No.66	下駄	No.68	下駄
No.69-2	下駄(前歯)				

広葉樹、環孔材。No.59、No.66、No.68 は直径 310 μ m～350 μ m、No.69-2 は直径約 270 μ m の道管が年輪の始めにほぼ 1 列で配列する。孔圏外の小道管は複数が帯状に集合して接線方向、あるいは花綱状に連なる。いずれの試料も道管は単穿孔を有し、内腔にチロースが存在する。孔圏外の小道管にはラセン肥厚が確認できない。道管放射組織間壁孔は疎らな篩状である。放射組織は平伏細胞と方形細胞からなる異性で 1～5 列細胞幅である。
植生分布：温帯、暖帯上部：北海道、本州、四国、九州。
樹　　形：落葉高木。樹高 20m、直径 10～30m。
用　　途：器具、下駄　等。
出土事例：建築部材、舟・船、容器（刳物、挽物）、下駄　等。

タケ亜科　Subfam. Bambusoideae　(6 点)　　（イネ科　Gramineae）

No.10	漆塗箸	No.11	漆塗箸	No.17	漆塗箸
No.26	漆塗部材	No.38	金箔付箸	No.46	金槌(彫金)

被子植物、単子葉類。針葉樹、広葉樹とは異なり維管束を含む一次組織のみからなる。いずれも横断面において柔細胞のなかに並立維管束が散在していることを確認できる。
植生分布：主として熱帯から暖帯、一部温帯に分布。
特　　徴：稈は多年生木質でときに高木状になる。

参考文献

北村四郎・村田源　『原色日本植物図鑑・木本編』I　1971 年

北村四郎・村田源　『原色日本植物図鑑・木本編』II　1979 年

島地謙・伊東隆夫　『図説木材組織』　1982 年

島地謙・佐伯浩　ほか　『木材の構造』木材の科学 1　1985 年

島地謙・伊東隆夫　『日本の遺跡出土木製品総覧』　1988 年

奈良国立文化財研究所　『木器集成図録』近畿原始篇　1993 年

伊東隆夫　「日本産広葉樹材の解剖学的記載」I　『木材研究・資料』第 31 号別刷　1995 年

伊東隆夫　「日本産広葉樹材の解剖学的記載」II　『木材研究・資料』第 32 号別刷　1996 年

伊東隆夫　「日本産広葉樹材の解剖学的記載」IV　『木材研究・資料』第 34 号別刷　1998 年

表１

No.	試 料 名	樹 種 名	学　　名
1	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
2	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
3	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
4	漆塗椀	ケヤキ	*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino
5	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
6	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
7	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
8	漆塗六角蓋	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
9	漆塗隅切箱物蓋	ヒノキ科	Cupressaceae
10	漆塗箸	タケ亜科	Subfam. Bambusoideae
11	漆塗箸	タケ亜科	Subfam. Bambusoideae
12	漆塗部材	モミ属	*Abies* Miller
13-1	漆塗下駄(差歯露卯)(台)	サワグルミ	*Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc..
13-2	漆塗下駄(差歯露卯)(歯)	ケヤキ	*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino
14	漆塗箱物	ヒノキ科	Cupressaceae
15	漆塗櫛(車と瓜文)	ツバキ属	*Camellia* L.
16	漆塗椀(ちょこ)	ブナ属	*Fagus* L.
17	漆塗箸	タケ亜科	Subfam. Bambusoideae
18	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
19	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
20	漆塗椀	ケヤキ	*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino
21	漆塗椀(蓋)	ブナ属	*Fagus* L.
22	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
23	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
24	漆塗椀	トチノキ	*Aesculus turbinata* Blume
25	漆塗椀(箔椀)	ブナ属	*Fagus* L.
26	漆塗部材	タケ亜科	Subfam. Bambusoideae
27	漆塗椀	トチノキ	*Aesculus turbinata* Blume
28	漆塗椀	トチノキ	*Aesculus turbinata* Blume
29	漆塗椀(椀杓子)	ブナ属	*Fagus* L.
30	漆塗椀(盃？)	ケヤキ	*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino
31	漆塗椀(蓋)	ブナ属	*Fagus* L.
32	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
33	漆塗椀	ブナ属	*Fagus* L.
34	漆塗椀(口縁)	ブナ属	*Fagus* L.
35	漆塗椀(鉢)	ブナ属	*Fagus* L.
36	漆塗櫛	イスノキ	*Distylium racemosum* Sieb. et Zucc.
37	漆塗杓子	ハンノキ属	*Alnus* Mill.

表1

No.	試 料 名	樹 種 名	学　　名
38	金箔付箸	タケ亜科	Subfam. Bambusoideae
39	曲物底板	ヒノキ科	Cupressaceae
40	小刀(マキリ)	モミ属	*Abies* Miller
41	刀物柄	単維管束亜属(五葉松類)	Subgen. Haploxylon Koehne
42	曲がり鉇	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
43	小刀(マキリ)	モミ属	*Abies* Miller
44	釘付材(舟?)	単維管束亜属(五葉松類)	Subgen. Haploxylon Koehne
45	小刀(マキリ)	ヒノキ科	Cupressaceae
46	金槌(彫金)	タケ亜科	Subfam. Bambusoideae
47	錐	ヒノキ科	Cupressaceae
48	荷札?	モミ属	*Abies* Miller
49	墨書板	モミ属	*Abies* Miller
50	箱物蓋	スギ	*Cryptomeria japonica* D. Don
51	墨書板	モミ属	*Abies* Miller
52	墨書杭	スギ	*Cryptomeria japonica* D. Don
53	鳥形木製品	モクレン属	*Magnolia* L.
54-1	燭台木製品(台)	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
54-2	燭台木製品(棒)	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
55	杓子	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
56	灰掻き	ヒノキ科	Cupressaceae
57	箆状木製品	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
58	下駄	スギ	*Cryptomeria japonica* D. Don
59	下駄	ハリギリ	*Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai
60	下駄	モクレン属	*Magnolia* L.
61	下駄	モクレン属	*Magnolia* L.
62-1	下駄(台)	モクレン属	*Magnolia* L.
62-2	下駄(後歯)	モクレン属	*Magnolia* L.
63	下駄	モクレン属	*Magnolia* L.
64	下駄	モクレン属	*Magnolia* L.
65-1	下駄(台)	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
65-2	下駄(歯)	ヒノキ亜科	Subfam. Cupressioideae
66	下駄(飾あり)	ハリギリ	*Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai
67	下駄	モクレン属	*Magnolia* L.
68	下駄	ハリギリ	*Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai
69-1	下駄(台)	モクレン属	*Magnolia* L.
69-2	下駄(前歯)	ハリギリ	*Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai
70	下駄	スギ	*Cryptomeria japonica* D. Don
71	下駄	クリ	*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.

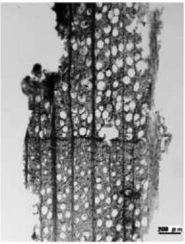
No.1　漆塗椀　　　　ブナ属　*Fagus* L.

木口面

柾目面

板目面

No.2　漆塗椀　　　　ブナ属　*Fagus* L.

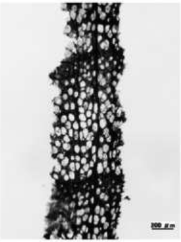


木口面

柾目面

板目面

No.3　漆塗椀　　　　ブナ属　*Fagus* L.



木口面

柾目面

板目面

木材組織顕微鏡写真

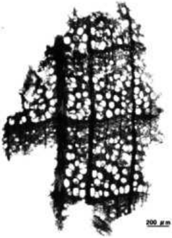
No.4　漆塗椀　　ケヤキ　*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino

木口面

柾目面

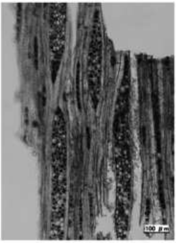
板目面

No.5　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.



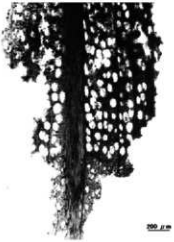
木口面

柾目面



板目面

No.6　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.



木口面

柾目面

板目面

木材組織顕微鏡写真

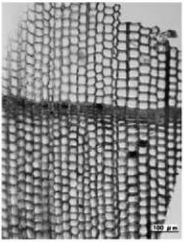
No.7　漆塗椀　　　　　　　　　　　　ブナ属　*Fagus* L.

木口面

柾目面

板目面

No.8　漆塗六角蓋　　　　　　　　　　　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae

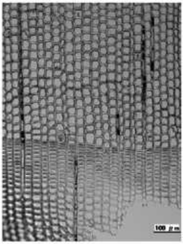


木口面

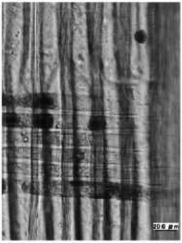
柾目面

板目面

No.9　漆塗隅切箱物蓋　　　　　　　　　　　　ヒノキ科　Cupressaceae



木口面

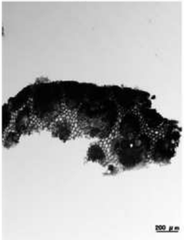


柾目面

板目面

木材組織顕微鏡写真

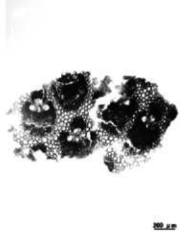
No.10　漆塗箸　　　　タケ亜科　Subfam. Bambusoideae



横断面

横断面(拡大)

No.11　漆塗箸　　　　タケ亜科　Subfam. Bambusoideae

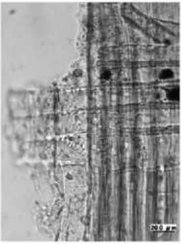


横断面

横断面(拡大)

No.12　漆塗部材　　　　モミ属　*Abies* Miller

木口面

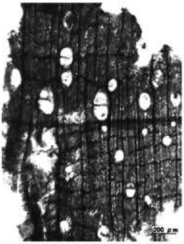


柾目面

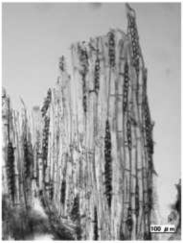
板目面

木材組織顕微鏡写真

No.13-1　漆塗下駄（差歯露卯）（台）　サワグルミ　*Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc.


木口面


柾目面


板目面

No.13-2 漆塗下駄（差歯露卯）（歯）　ケヤキ　*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino

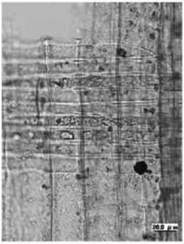

木口面

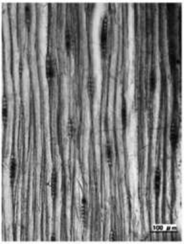

柾目面


板目面

No.14　漆塗箱物　ヒノキ科　Cupressaceae

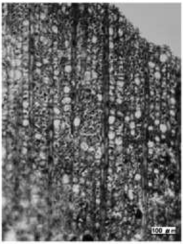

木口面


柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

No.15　漆塗櫛(車と瓜文)　　ツバキ属　*Camellia* L.

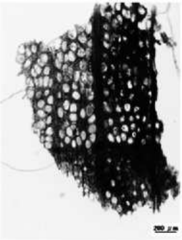


木口面

柾目面

板目面

No.16　漆塗椀（ちょこ）　　ブナ属　*Fagus* L.



木口面

柾目面

板目面

No.17　漆塗箸　　タケ亜科　Subfam. Bambusoideae

横断面

横断面(拡大)

木材組織顕微鏡写真

No.18　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.


木口面


柾目面


板目面

No.19　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.


木口面


柾目面


板目面

No.20　漆塗椀　　ケヤキ　*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino

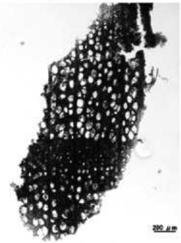

木口面


柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

No.21　漆塗椀（蓋）　　ブナ属　*Fagus* L.

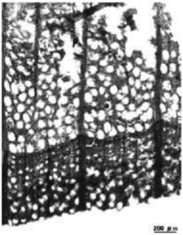


木口面

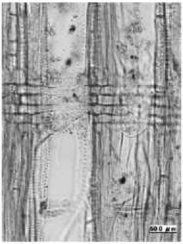
柾目面

板目面

No.22　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.



木口面



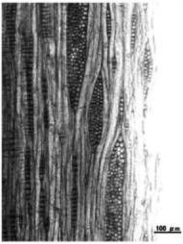
柾目面

板目面

No.23　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.

木口面

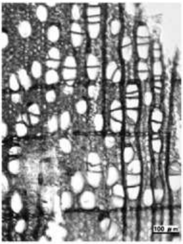
柾目面



板目面

木材組織顕微鏡写真

No.24　漆塗椀　　トチノキ　*Aesculus turbinata* Blume

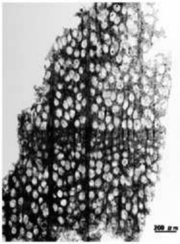


木口面

柾目面

板目面

No.25　漆塗椀（箔椀）　　ブナ属　*Fagus* L.



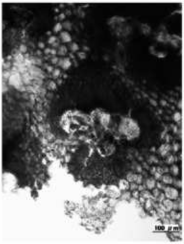
木口面

柾目面

板目面

No.26　漆塗部材　　タケ亜科　Subfam. Bambusoideae

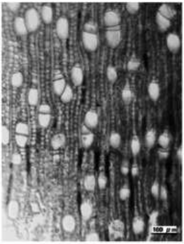
横断面



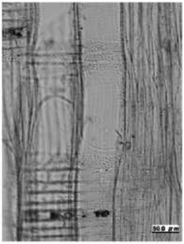
横断面(拡大)

木材組織顕微鏡写真

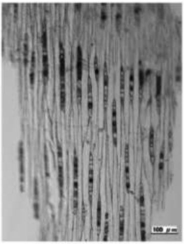
No.27　漆塗椀　　　トチノキ　*Aesculus turbinata* Blume



木口面

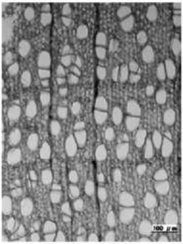


柾目面

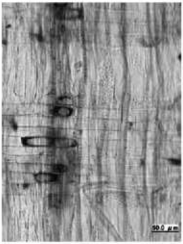


板目面

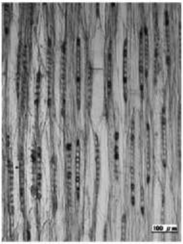
No.28　漆塗椀　　　トチノキ　*Aesculus turbinata* Blume



木口面

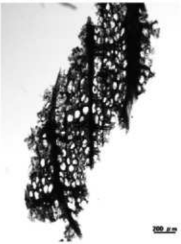


柾目面



板目面

No.29　漆塗椀(椀杓子)　　　ブナ属　*Fagus* L.



木口面

柾目面

板目面

木材組織顕微鏡写真

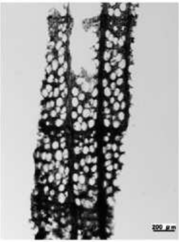
No.30　漆塗椀(盃？)　　ケヤキ　*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino


木口面


柾目面


板目面

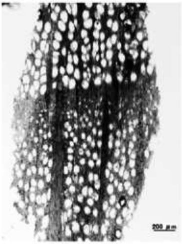
No.31　漆塗椀(蓋)　　ブナ属　*Fagus* L.

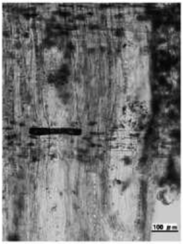

木口面

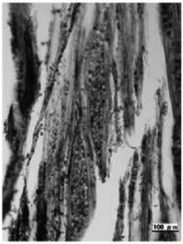

柾目面


板目面

No.32　漆塗椀　　ブナ属　*Fagus* L.

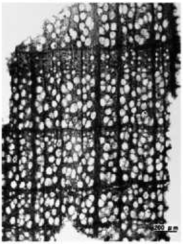

木口面


柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

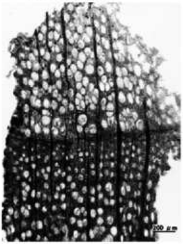
No.33　漆塗椀　　　　ブナ属　*Fagus* L.


木口面


柾目面


板目面

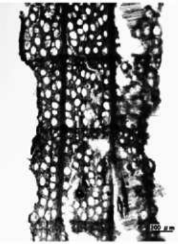
No.34　漆塗椀(口縁)　　　　ブナ属　*Fagus* L.


木口面


柾目面


板目面

No.35　漆塗椀(鉢)　　　　ブナ属　*Fagus* L.


木口面


柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

No.36　漆塗櫛　　　　　　　　　　　　イスノキ　*Distylium racemosum* Sieb. et Zucc.


木口面


柾目面


板目面

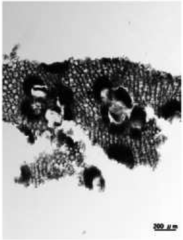
No.37　漆塗杓子　　　　　　　　　　　　ハンノキ属 *Alnus* Mill.

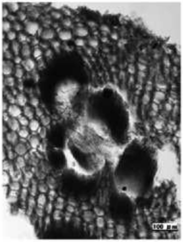

木口面


柾目面


板目面

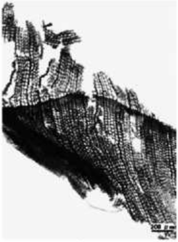
No.38　金箔付箸　　　　　　　　　　　　タケ亜科　Subfam. Bambusoideae

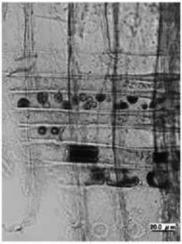

横断面


横断面(拡大)

木材組織顕微鏡写真

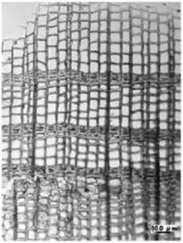
No.39　曲物底板　　　　ヒノキ科　Cupressaceae

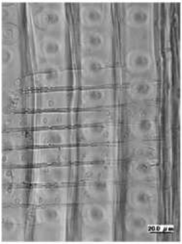

木口面

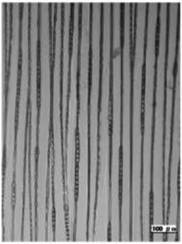

柾目面


板目面

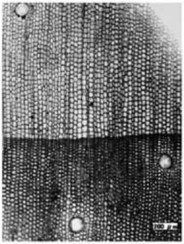
No.40　小刀（マキリ）　　　　単維管束亜属（五葉松類）　Subgen. Haploxylon Koehne


木口面


柾目面


板目面

No.41　刃物柄　　　　マツ属　*Pinus* L.

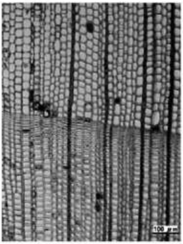

木口面


柾目面


板目面

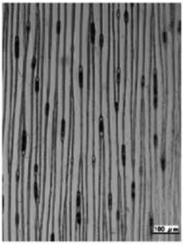
木材組織顕微鏡写真

No.42　引き鋸　　　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae



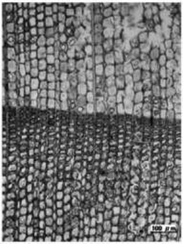
木口面

柾目面

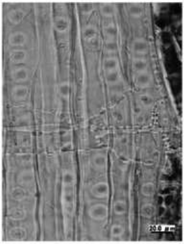


板目面

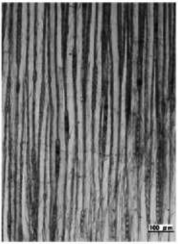
No.43　小刀（マキリ）　　　　モミ属　*Abies* Miller



木口面

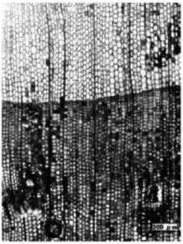


柾目面



板目面

No.44　船部材　　　　単維管束亜属（五葉松類）　Subgen. Haploxylon Koehne



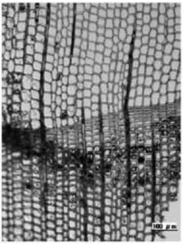
木口面

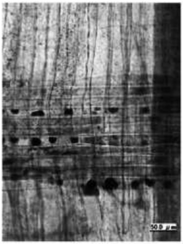
柾目面

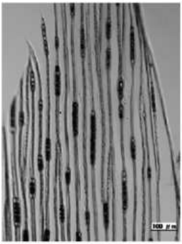
板目面

木材組織顕微鏡写真

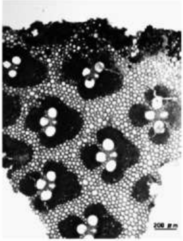
No.45　小刀（マキリ）　　　　　　　　　ヒノキ科　Cupressaceae

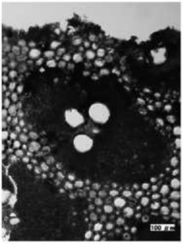

木口面


柾目面

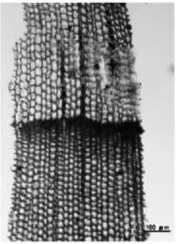

板目面

No.46　金槌（彫金）　　　　　　　　　タケ亜科　Subfam. Bambusoideae


横断面


横断面（拡大）

No.47　錐　　　　　　　　　ヒノキ科　Cupressaceae

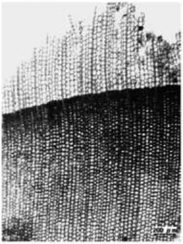

木口面

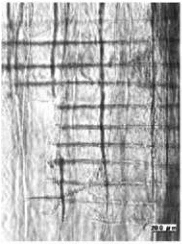

柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

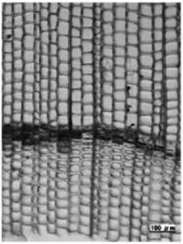
No.48　荷札？　　モミ属　*Abies* Miller

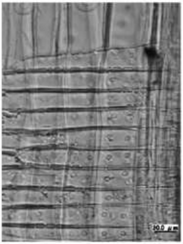

木口面


柾目面


板目面

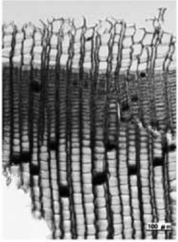
No.49　墨書板　　モミ属　*Abies* Miller

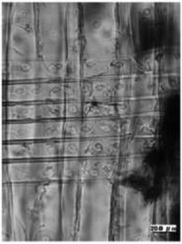

木口面

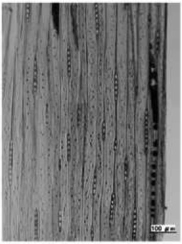

柾目面


板目面

No.50　箱物蓋　　スギ　*Cryptomeria japonica* D. Don

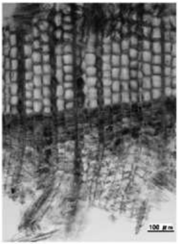

木口面


柾目面


板目面

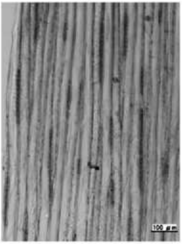
木材組織顕微鏡写真

No.51　墨書板　　モミ属　*Abies* Miller



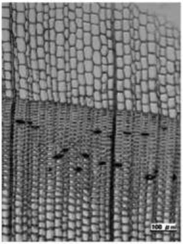
木口面

柾目面

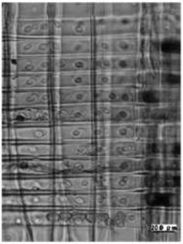


板目面

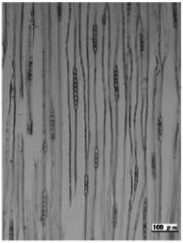
No.52　墨書杭　　スギ　*Cryptomeria japonica* D. Don



木口面

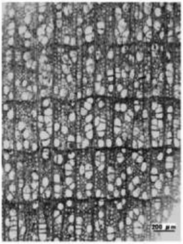


柾目面



板目面

No.53　鳥形木製品　　モクレン属　*Magnolia* L.



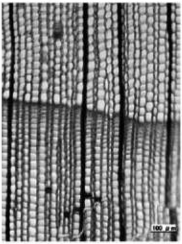
木口面

柾目面

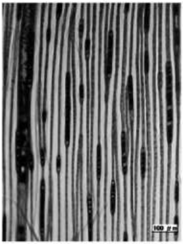
板目面

木材組織顕微鏡写真

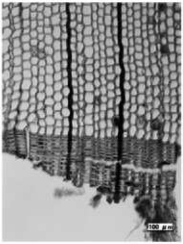
No.54-1　燭台木製品(台)　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae

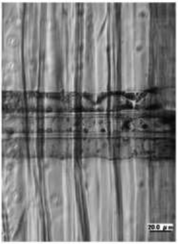

木口面

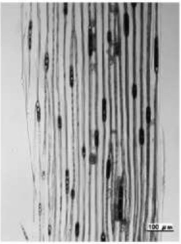

柾目面


板目面

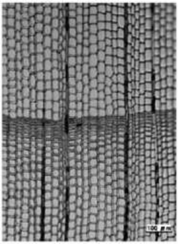
No.54-2　燭台木製品(棒)　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae

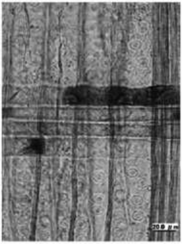

木口面

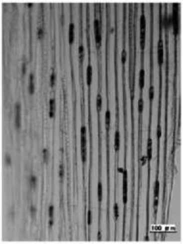

柾目面


板目面

No.55　杓子　　ヒノキ科　Cupressaceae

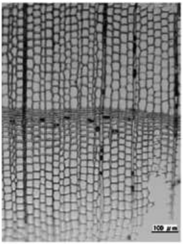

木口面

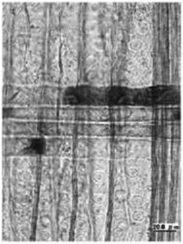

柾目面

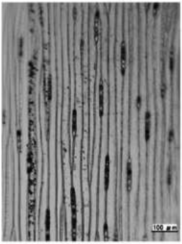

板目面

木材組織顕微鏡写真

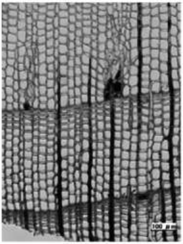
No.56　灰掻き　　ヒノキ科　Cupressaceae


木口面

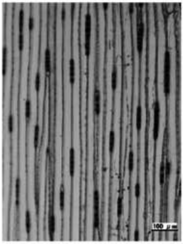

柾目面


板目面

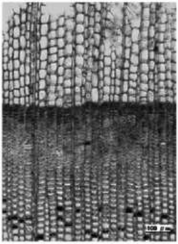
No.57　篦状木製品　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae

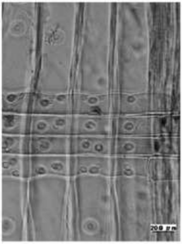

木口面

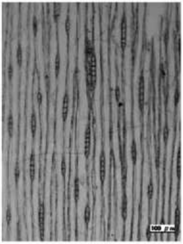

柾目面


板目面

No.58　下駄　　スギ　*Cryptomeria japonica* D. Don

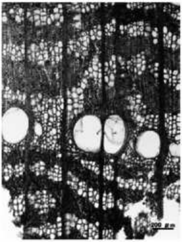

木口面

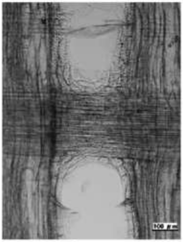

柾目面

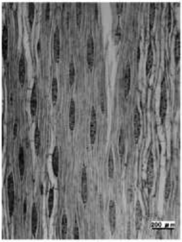

板目面

木材組織顕微鏡写真

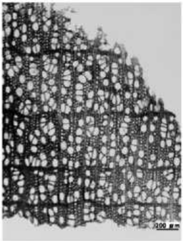
No.59　下駄　　　　　　　　　　　　　　　　　ハリギリ　*Kalopanax pictus* (Thunb.)Nakai


木口面


柾目面


板目面

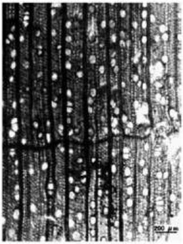
No.60　下駄　　　　　　　　　　　　　　　　　モクレン属　*Magnolia* L.


木口面


柾目面


板目面

No.61　下駄　　　　　　　　　　　　　　　　　モクレン属　*Magnolia* L.

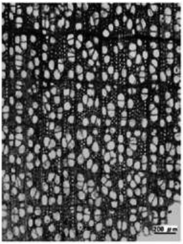

木口面

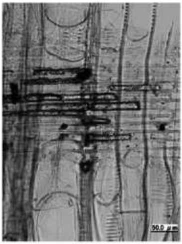

柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

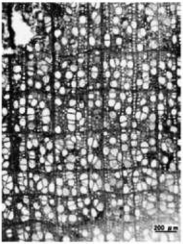
No.62-1　下駄（台）　　モクレン属　*Magnolia* L.


木口面


柾目面


板目面

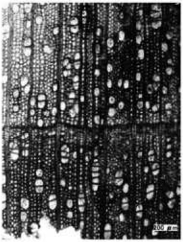
No.62-2　下駄（後歯）　　モクレン属　*Magnolia* L.


木口面


柾目面


板目面

No.63　下駄　　モクレン属 *Magnolia* L.

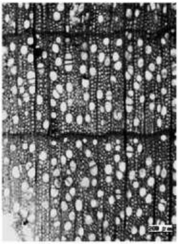

木口面

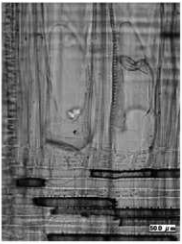

柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

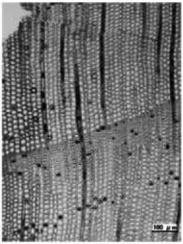
No.64　下駄　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　モクレン属　*Magnolia* L.

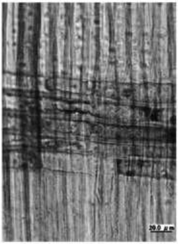

木口面

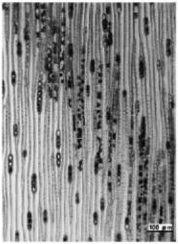

柾目面


板目面

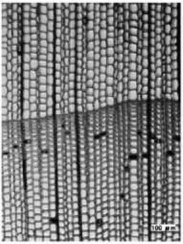
No.65-1　下駄（台）　　　　　　　　　　　　　　　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae

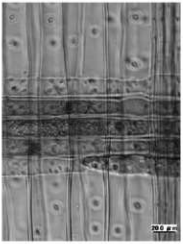

木口面

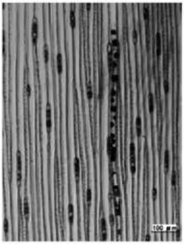

柾目面


板目面

No.65-2　下駄（歯）　　　　　　　　　　　　　　　　ヒノキ亜科　Subfam. Cupressioideae

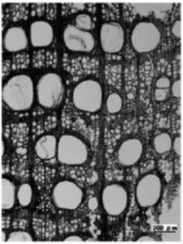

木口面


柾目面

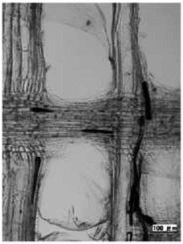

板目面

木材組織顕微鏡写真

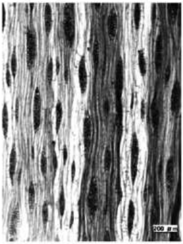
No.66　下駄　　ハリギリ　*Kalopanax pictus*(Thunb.) Nakai



木口面

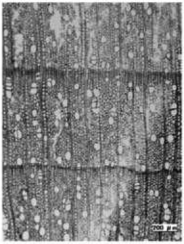


柾目面

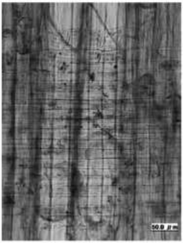


板目面

No.67　下駄　　モクレン属　*Magnolia* L.



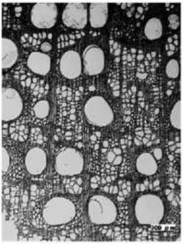
木口面



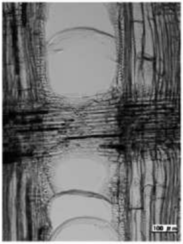
柾目面

板目面

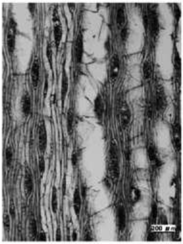
No.68　下駄　　ハリギリ　*Kalopanax pictus*(Thunb.) Nakai



木口面



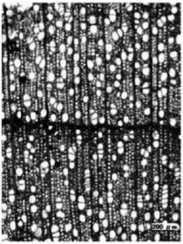
柾目面



板目面

木材組織顕微鏡写真

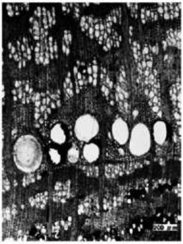
No.65-1　下駄（台）　　　　モクレン属　*Magnolia* L.


木口面

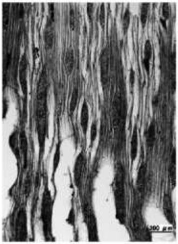

柾目面


板目面

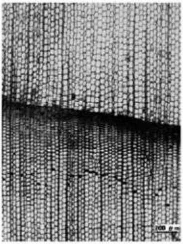
No.65-2　下駄（前歯）　　　　ハリギリ　*Kalopanax pictus*(Thunb.) Nakai


木口面


柾目面


板目面

No.70　下駄　　　　スギ　*Cryptomeria japonica* D. Don


木口面


柾目面


板目面

木材組織顕微鏡写真

No.71　下駄　　　　　　　　　　　　　　　　クリ　*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.

木口面

柾目面

板目面

2. 成分及び塗膜分析報告書

2-1. はじめに

松前町福山城下町遺跡出土漆製品等の成分及び塗膜分析について以下の通り報告する。塗膜分析の対象遺物は、漆塗椀（No.1～No.7、No.16、No.18～No.25、No.27～No.35）、漆塗六角蓋（No.8）、漆塗隅切箱物蓋（No.9）、漆塗箸（No.10、No.17、No.38）、漆塗串（No.11）、漆塗部材（No.12、No.26）、漆塗下駄（No.13）、漆塗箱物（No.14）、漆塗櫛（No.15、No.36）、漆塗杓子（No.37）の計 37 点である。また、成分分析の対象遺物は、上記 37 点に加えて、曲物底板（No.39）に付着した白色物質と燭台木製品（No.59）に付着した褐色物質の計 39 点である。

2-2. 成分及び塗膜分析

成分及び塗膜分析の対象遺物から塗膜または付着物を微量採取した。採取した塗膜と付着物の成分は、全反射型フーリエ変換赤外分光法（以下、ATR-FTIR）により分析した。また、赤色や茶色の塗膜に使用された顔料は、エネルギー分散型蛍光 X 線分析法（以下、XRF）により分析した。

別途採取した塗膜はエポキシ樹脂で包埋し、ミクロトームを用いて光が透過する薄い膜断面の切片を作製し、樹脂（オイキット）により観察用プレパラートを作製した。作製後のプレパラートは生物顕微鏡による透過観察と金属顕微鏡による落射・暗視野観察を行い、塗膜断面の層構造を記録した。一部の塗膜断面に複層構造等が確認されたため、電子線マイクロアナライザー分析（以下、EDX）によるマッピング分析を行い、朱の確認された塗膜は粒子を電子顕微鏡（以下、SEM）で観察した。

塗膜の採取箇所は、各資料写真を参考のこと。

なお、以下の分析結果において、「膠着層」は漆や膠、柿渋等を用いた木地や下地と漆層との接着層と定義し、塗膜層に分類した。

2-3. 使用機器及び測定条件

・全反射型フーリエ変換赤外分光光度計（SensIR Technologies TravelIR）
　試料に赤外線を照射し、分子の構造に応じて吸収される固有の周波数を解析し、化合物を同定する。
　全反射方式により、透過法で測定しにくい固体試料に適する。
　検出器 DLATGS を用い、分解能 $4cm^{-1}$ で測定した。
・エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（SII Nano Technology SEA5230）
　試料の微小領域に X 線を照射し、その際に試料から放出される各元素に固有の蛍光 X 線を検出することにより元素を同定する。
　モリブデン（Mo）管球、コリメータ径 0.1 mm、管電圧 50 kV、120 秒間大気下で X 線を照射した。
・走査型電子顕微鏡（Hitachi S-3500N）・電子線マイクロアナライザー分析（Horiba EX200）
　収束させた細い電子線で試料表面を走査し、電子線を照射された部位から発生する 2 次電子（凹凸の情報を含む）を検出し、増幅拡大させて観察する。
　SEM 像内（試料表面）に電子線を照射し、その際に試料から放出される各元素に固有の蛍光 X 線を検出することにより元素を同定する。: 30 kV、300 秒間以上低真空（20 Pa）で電子線を照射した。
・生物顕微鏡（Olympus BX-50）
・金属顕微鏡（Olympus BH2-UMA）

2-4. 分析結果

2-4-1. 漆塗椀 No.1

胴内側の赤色部分と高台の黒色部分から塗膜片を採取した（図 1）。それぞれ、01-内赤と 01-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 2, 3, 4, 5）。

図 1. 漆塗椀 No.1 の塗膜採取箇所（左図：01-内赤、右図：01-外黒）

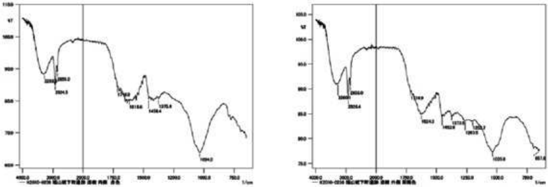


図 2. 漆塗椀 No.1 の ATR-FTIR 測定結果（左図：01-内赤、右図：01-外黒）

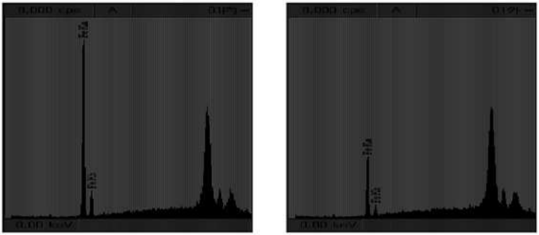


図 3. 漆塗椀 No.1 の XRF 測定結果（左図：01-内赤、右図：01-外黒）

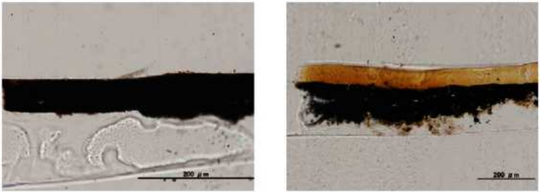


図 4. 漆塗椀 No.1 の塗膜断面透過観察画像（左図：01-内赤、右図：01-外黒）

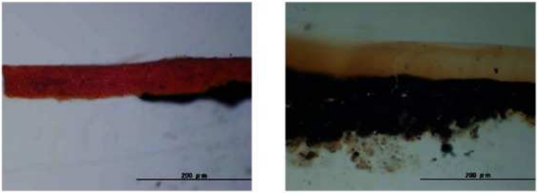


図 5. 漆塗椀 No.1 の塗膜断面落射観察画像（左図：01-内赤、右図：01-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、01-内赤と 01-外黒は漆と考えられた（図 2）。XRF 測定結果より、01-内赤は 01-外黒と比較し鉄（Fe）をより強く検出し、01-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 3）。塗膜断面の観察画像（図 4, 5）より、01-内赤は木地が観測されず、炭粉下地と約 58 μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、01-外黒は木地がわずかに観測され、75 μm 以上の炭粉下地、約 14 μm の黒色膠着層と約 66 μm の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-2. 漆塗椀 No.2

胴内側の赤色部分と高台の赤色部分から塗膜片を採取した（図 6）。それぞれ、02-内赤と 02-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 7, 8, 9, 10）。

図 6. 漆塗椀 No.2 の塗膜採取箇所（左図：02-内赤、右図：02-外赤）

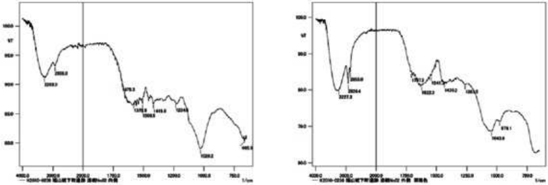


図 7. 漆塗椀 No.2 の ATR-FTIR 測定結果（左図：02-内赤、右図：02-外赤）

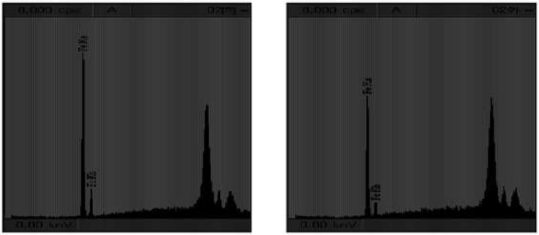


図 8. 漆塗椀 No.2 の XRF 測定結果（左図：02-内赤、右図：02-外赤）

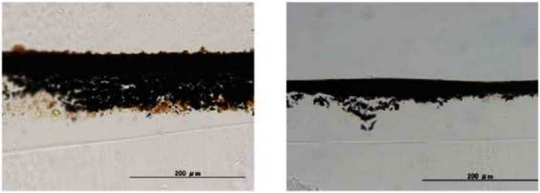


図 9. 漆塗椀 No.2 の塗膜断面透過観察画像（左図：02-内赤、右図：02-外赤）

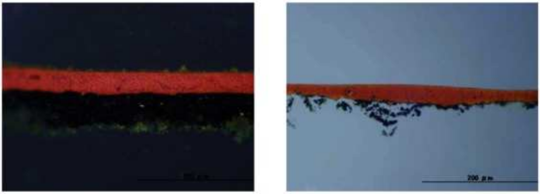


図 10. 漆塗椀 No.2 の塗膜断面落射観察画像（左図：02-内赤、右図：02-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、02-内赤と 02-外赤は漆と考えられた（図 7）。ただし、02-内赤は膠着剤等の他成分も検出された。XRF 測定結果より、02-内赤と 02-外赤で鉄を検出し、02-内赤と 02-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 8）。塗膜断面の観察画像（図 9, 10）より、02-内赤は木地がわずかに観測され、50 μ m 以上の炭粉下地、約 7 μ m の膠着層と約 40 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、02-外赤は木地が観測されず、炭粉下地と約 18 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-3. 漆塗椀 No.3

胴内側の赤色部分と胴外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 11）。それぞれ、03-内赤と 03-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 12, 13, 14, 15）。

図 11. 漆塗椀 No.3 の塗膜採取箇所（左図：03-内赤、右図：03-外赤）

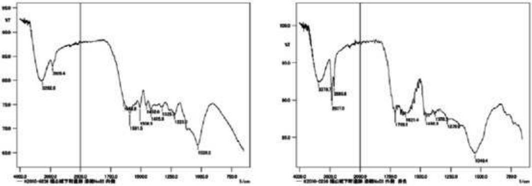


図 12. 漆塗椀 No.3 の ATR-FTIR 測定結果（左図：03-内赤、右図：03-外赤）

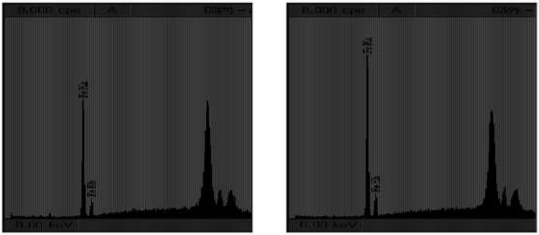


図 13. 漆塗椀 No.3 の XRF 測定結果（左図：03-内赤、右図：03-外赤）

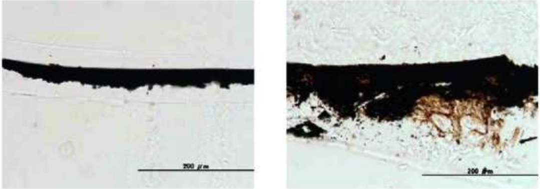


図 14. 漆塗椀 No.3 の塗膜断面透過観察画像（左図：03-内赤、右図：03-外赤）

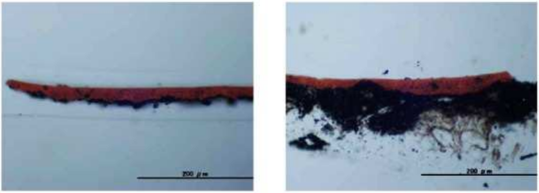


図 15. 漆塗椀 No.3 の塗膜断面落射観察画像（左図：03-内赤、右図：03-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、03-内赤と 03-外赤は漆と考えられた（図 12）。ただし、03-内赤は膠着剤等の他成分も検出された。XRF 測定結果より、03-内赤と 03-外赤で鉄を検出し、03-内赤と 03-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 13）。塗膜断面の観察画像（図 14, 15）より、03-内赤は木地が観測されず、炭粉下地（または黒色膠着層）と約 24 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、03-外赤は木材組織が観測され、35 μ m 以上の炭粉下地で 21～30 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-4. 漆塗椀 No.4

胴内側の赤色部分と胴外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 16）。それぞれ、04-内赤と 04-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 17, 18, 19, 20）。

図 16. 漆塗椀 No.4 の塗膜採取箇所（左図：04-内赤、右図：04-外赤）

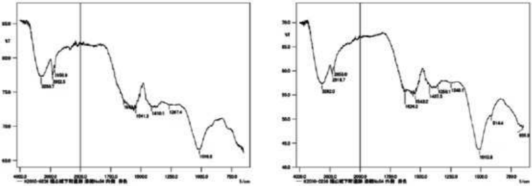


図 17. 漆塗椀 No.4 の ATR-FTIR 測定結果（左図：04-内赤、右図：04-外赤）

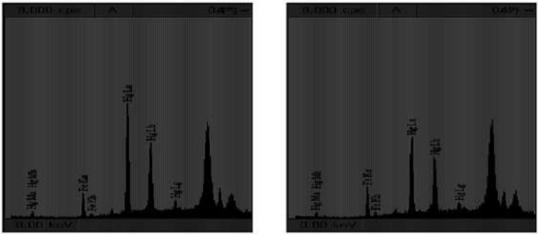


図 18. 漆塗椀 No.4 の XRF 測定結果（左図：04-内赤、右図：04-外赤）

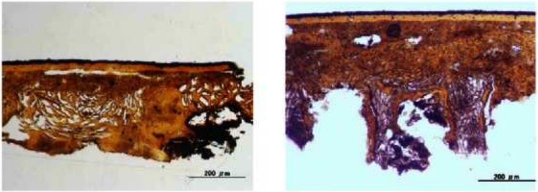


図 19. 漆塗椀 No.4 の塗膜断面透過観察画像（左図：04-内赤、右図：04-外赤）

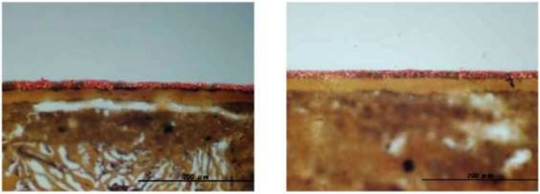


図 20. 漆塗椀 No.4 の塗膜断面落射観察画像（左図：04-内赤、右図：04-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、04-内赤と 04-外赤は漆と考えられた（図 17）。XRF 測定結果より、04-内赤と 04-外赤で水銀を検出し、04-内赤と 04-外赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 18）。塗膜断面の観察画像（図 19, 20）より、04-内赤は木地が観測されず、漆が浸透した厚さ約 185 μm の布断面に約 60 μm の漆と土を混和した漆地粉層、約 21 μm の黄褐色透明漆層、5 μm 以下の黒色膠着層と約 12 μm の朱を混和した赤色漆層を観察した。一方、04-外赤は漆が浸透した木材組織が観測され、漆が浸透した厚さ約 165 μm の布断面に約 80 μm の漆と土を混和した漆地粉層、約 26 μm の黄褐色透明漆層上に約 15 μm の朱を混和した赤色漆層を観察した。なお、04-内赤の塗膜断面画像より（図 19 左）、布の繊維断面は長径が 20〜150 μm の細長い楕円形状であり、布に用いられた繊維は苧麻と考えられた。

2-4-5. 漆塗椀 No.5

胴内側の赤色部分と高台の赤色部分から塗膜片を採取した（図 21）。それぞれ、05-内赤と 05-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 22, 23, 24, 25）。

図 21. 漆塗椀 No.5 の塗膜採取箇所（左図：05-内赤、右図：05-外赤）

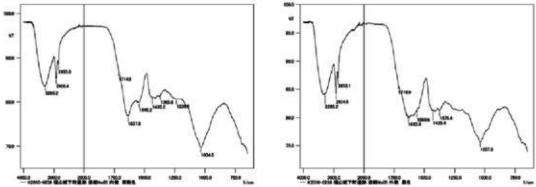


図 22. 漆塗椀 No.5 の ATR-FTIR 測定結果（左図：05-内赤、右図：05-外赤）

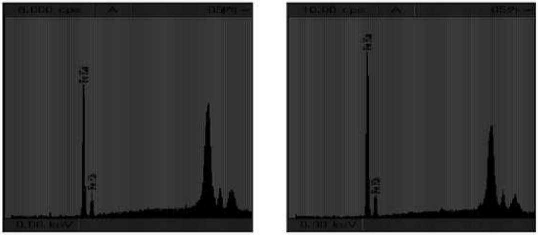


図 23. 漆塗椀 No.5 の XRF 測定結果（左図：05-内赤、右図：05-外赤）

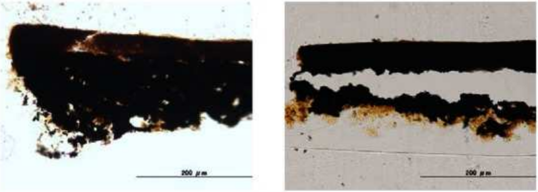


図 24. 漆塗椀 No.5 の塗膜断面透過観察画像（左図：05-内赤、右図：05-外赤）

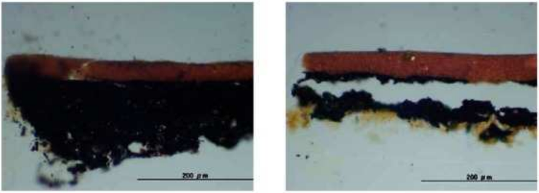


図 25. 漆塗椀 No.5 の塗膜断面落射観察画像（左図：05-内赤、右図：05-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、05-内赤と 05-外赤は漆と考えられた（図 22）。ただし、05-内赤は膠着剤等の他成分も検出された。XRF 測定結果より、05-内赤と 05-外赤で鉄を検出し、05-内赤と 05-外赤の赤色顔料は、ベンガラと考えられた（図 23）。塗膜断面の観察画像（図 24、25）より、05-内赤は木地が確認されず、110 μ m 以上の炭粉下地、約 8 μ m の黒色膠着層と約 34 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、05-外赤は木地がわずかに観測され、約 40 μ m の炭粉下地、5 μ m 以下の黒色膠着層と約 43 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。特に、05-外赤では、赤色塗膜裏面（下地部分）の ATR-FTIR 結果より、膠由来のタンパク質と考えられる成分を検出した（図 26）。

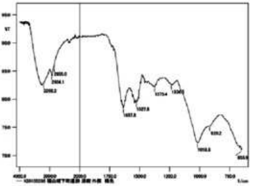


図 26. 漆塗椀 No.5 の ATR-FTIR 測定結果 2（図 22 右図：05-外赤の裏面）

2-4-6. 漆塗椀 No.6

破片内側の赤色部分との破片外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 27）。それぞれ、06-内赤と06-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 28, 29, 30, 31）。

図 27. 漆塗椀 No.6 の塗膜採取箇所（左図：06-内赤、右図：06-外赤）

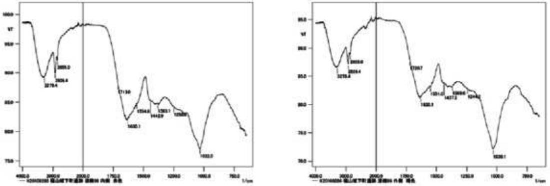


図 28. 漆塗椀 No.6 の ATR-FTIR 測定結果（左図：06-内赤、右図：06-外赤）

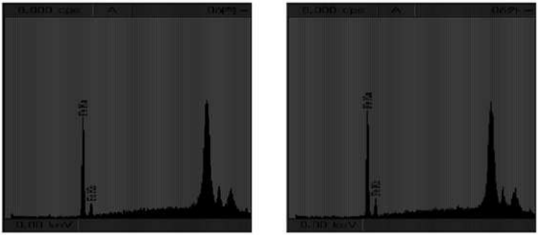


図 29. 漆塗椀 No.6 の XRF 測定結果（左図：06-内赤、右図：06-外赤）

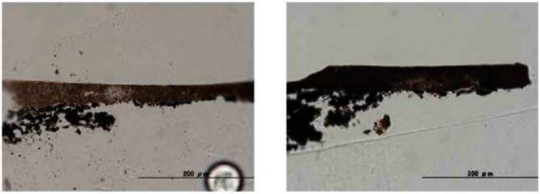


図 30. 漆塗椀 No.6 の塗膜断面透過観察画像（左図：06-内赤、右図：06-外赤）

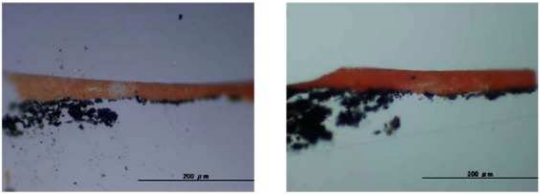


図 31. 漆塗椀 No.6 の塗膜断面落射観察画像（左図：06-内赤、右図：06-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、06-内赤と 06-外赤は漆と考えられた（図 28）。XRF 測定結果より、06-内赤と 06-外赤で鉄を検出し、06-内赤と 06-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 29）。塗膜断面の観察画像（図 30, 31）より、06-内赤は木地が観測されず、炭粉下地と約 25〜44 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察し、06-外赤は木地が観測されず、炭粉下地と約 39 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-7. 漆塗椀 No.7

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 32）。それぞれ、07-内赤と 07-外黒とする。ATR-FTIR と XRF、SEM-EDX 結果の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 33, 34, 35, 36,37）。

図 32. 漆塗椀 No.7 の塗膜採取箇所（左図：07-内赤、右図：07-外黒）

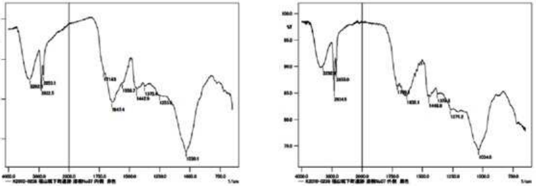


図 33. 漆塗椀 No.7 の ATR-FTIR 測定結果（左図：07-内赤、右図：07-外黒）

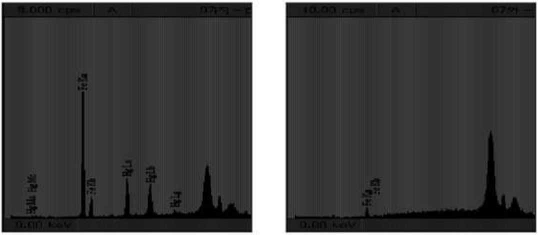


図 34. 漆塗椀 No.7 の XRF 測定結果（左図：07-内赤、右図：07-外黒）

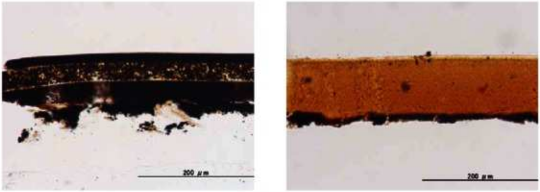


図 35. 漆塗椀 No.7 の塗膜断面透過観察画像（左図：07-内赤、右図：07-外黒）

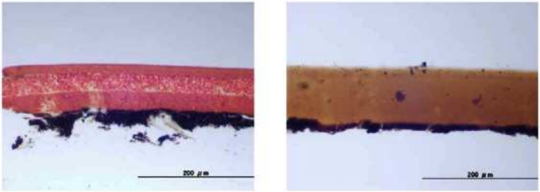


図 36. 漆塗椀 No.7 の塗膜断面落射観察画像（左図：07-内赤、右図：07-外黒）

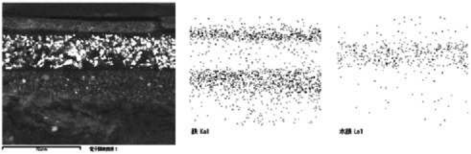


図 37. 漆塗椀 No.7 塗膜断面の SEM-EDX マッピング結果（07-内赤）
（左図：SEM 画像、中図：EDX 鉄のマッピング、右図；EDX 水銀のマッピング）

ATR-FTIR 測定結果より、07-内赤と 07-外黒は漆と考えられた（図 33）。XRF 測定結果より、07-内赤は水銀を検出し、さらに 07-外黒と比較し鉄をより強く検出したことから、07-内赤の赤色顔料は朱とベンガラと考えられた（図 34）。塗膜断面の観察画像と SEM-EDX 結果より（図 35, 36, 37）、07-内赤は木地が観測されず、30 μ m 以上の炭粉下地、5 μ m 以下の膠着層、約 33 μ m のベンガラを混和した赤色漆層、約 30 μ m の朱を混和した赤色漆層と約 15 μ m のベンガラを混和した赤色漆層の 3 層を観察した。一方、07-外黒は木地と下地が観測されず、12 μ m の膠着層と約 94 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-8. 漆塗六角蓋 No.8

破片表側の赤色部分と破片裏側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 38)。それぞれ、08-表赤と 08-裏黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 39, 40 ,41, 42)。

図 38. 漆塗六角蓋 No.8 の塗膜採取箇所（○印：08-表赤、□印：08-裏黒）

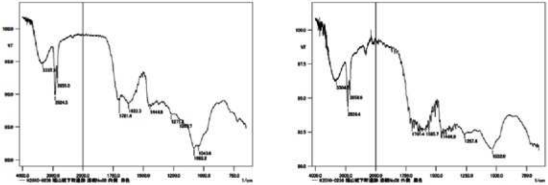


図 39. 漆塗六角蓋 No.8 の ATR-FTIR 測定結果（左図：08-表赤、右図：08-裏黒）

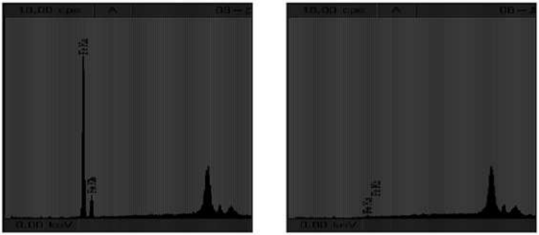


図 40. 漆塗六角蓋 No.8 の XRF 測定結果（左図：08-表赤、右図：08-裏黒）

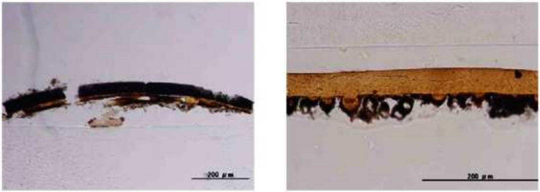


図 41. 漆塗六角蓋 No.8 の塗膜断面透過観察画像（左図：08-表赤、右図：08-裏黒）

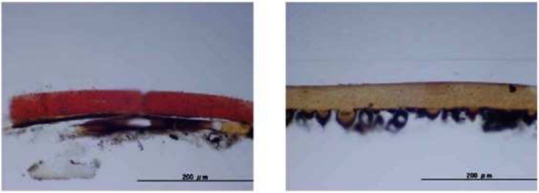


図 42. 漆塗六角蓋 No.8 の塗膜断面落射観察画像（左図：08-表赤、右図：08-裏黒）

ATR-FTIR 測定結果より、08-表赤と 08-裏黒は漆と考えられた（図 39）。XRF 測定結果より、08-表赤は 08-裏黒と比較し鉄をより強く検出し、08-表赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 40）。塗膜断面の観察画像（図 41, 42）より、08-表赤は木地と炭粉下地が観測されず、部分的に黒色化した約 24 μ m の黄褐色透明漆層（または膠着層）と約 39 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、08-裏黒は木地が観測されず、炭粉下地（または黒色物質を混和した膠着層の可能性）と一部が下層に浸透した約 45 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-9. 漆塗隅切箱物蓋 No.9

蓋内側と外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 43)。それぞれ、09-内黒と 09-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 44, 45, 46, 47)。

図 43. 漆塗隅切箱物蓋 No.9 の塗膜採取箇所（左図：09-内黒、右図：09-外黒）

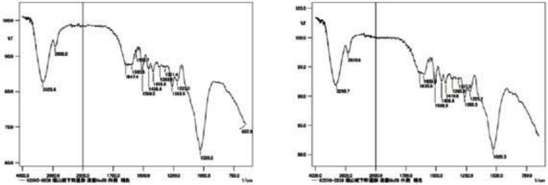


図 44. 漆塗隅切箱物蓋 No.9 の ATR-FTIR 測定結果（左図：09-内黒、右図：09-外黒）

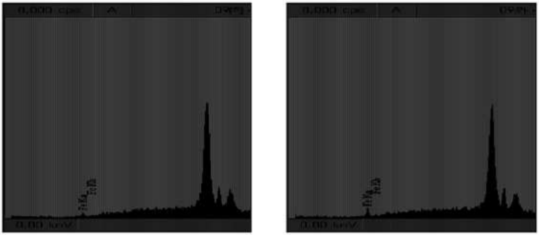


図 45. 漆塗隅切箱物蓋 No.9 の XRF 測定結果（左図：09-内黒、右図：09-外黒）

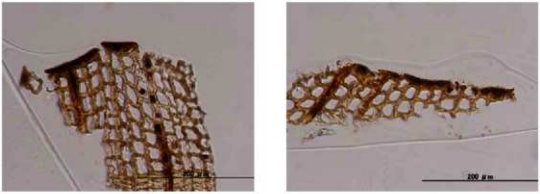


図 46. 漆塗隅切箱物蓋 No.9 の塗膜断面透過観察画像（左図：09-内黒、右図：09-外黒）

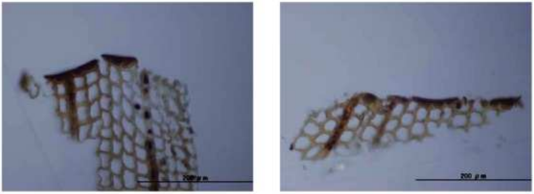


図 47. 漆塗隅切箱物蓋 No.9 の塗膜断面落射観察画像（左図：09-内黒、右図：09-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、他の漆塗製品と異なる 1510 cm^{-1} 付近に吸収をもち、09-内黒と 09-外黒は柿渋などが塗布されていると考えられた（図 44）。また、XRF 測定結果より、09-内黒と 09-外黒から特徴的な元素は検出されなかった（図 45）。なお、塗膜断面の観察画像（図 46, 47）より、09-内黒と 09-外黒は柿渋などの塗布された膠着剤が木口に浸透する状況と表面に 10〜12 μm の薄い塗膜の形成を観察した。

2-4-10. 漆塗箸 No.10

箸の黒色部分から塗膜片を採取した（図 48）。10-黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 49, 50, 51, 52）。

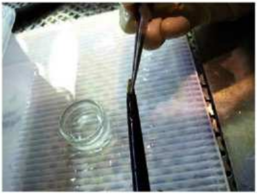


図 48. 漆塗箸 No.10 の塗膜採取箇所（10-黒）

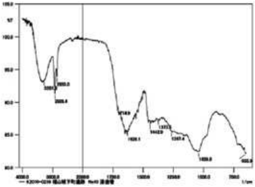


図 49. 漆塗箸 No.10 の ATR-FTIR 測定結果

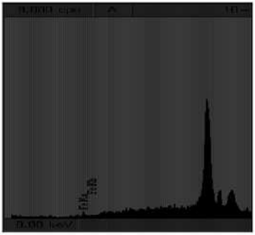


図 50. 漆塗箸 No.10 の XRF 測定結果

図 51. 漆塗箸 No.10 の塗膜断面透過観察画像（10-黒）

図 52. 漆塗箸 No.10 の塗膜断面落射観察画像（10-黒）

ATR-FTIR 測定結果より、10-黒は漆と考えられた（図 49）。XRF 測定結果より、10-黒から特徴的な元素は検出されなかった（図 50）。塗膜断面の観察画像（図 51、52）より、10-黒は漆の浸透した竹材組織が観察され、約 10 μ m の黒色膠着層と約 25 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-11. 漆塗箸 No.11

串の赤色部分から塗膜片を採取した（図 53）。11-赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 54, 55, 56, 57）。

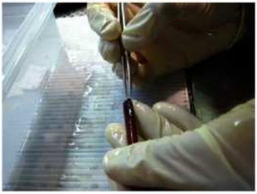


図 53. 漆塗箸 No.11 の塗膜採取箇所（11-赤）

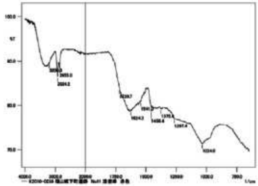


図 54. 漆塗箸 No.11 の ATR-FTIR 測定結果

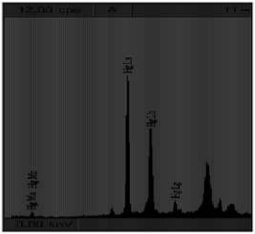


図 55. 漆塗串 No.11 の XRF 測定結果

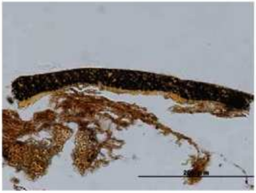


図 56. 漆塗箸 No.11 の塗膜断面透過観察画像（11-赤）

図 57. 漆塗箸 No.11 の塗膜断面落射観察画像（11-赤）

ATR-FTIR 測定結果より、11-赤は漆と考えられた（図 54）。XRF 測定結果より、11-赤で水銀を検出し、11-赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 55）。塗膜断面の観察画像（図 56, 57）より、11-赤は漆の浸透した竹材組織が観察され、約 12 μ m の膠着層と約 31 μ m の朱を混和した赤色漆層を観察した。

2-4-12. 漆塗部材 No.12

部材の剥落片から採取した（図 58）。12-黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 59, 60, 61, 62）。

図 58. 漆塗部材 No.12 の塗膜採取箇所（12-黒）

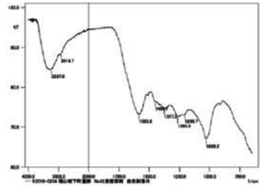


図 59. 漆塗部材 No.12 の ATR-FTIR 測定結果

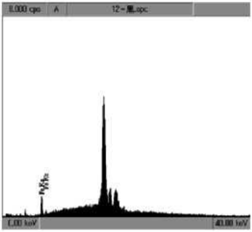


図 60. 漆塗部材 No.12 の XRF 測定結果

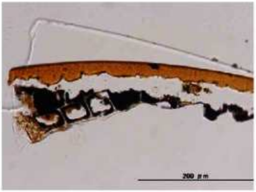


図 61. 漆塗部材 No.12 の塗膜断面透過観察画像（12-黒）

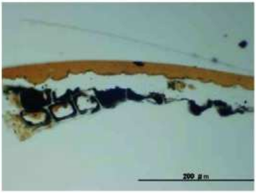


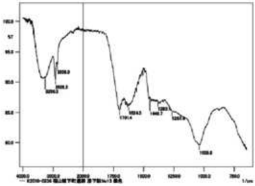
図 62. 漆塗部材 No.12 の塗膜断面落射観察画像（12-黒）

ATR-FTIR 測定結果より、12-黒は漆と考えられた（図 59）。XRF 測定結果より、12-黒から特徴的な元素は検出されなかった（図 60）。塗膜断面の観察画像（図 61、62）より、12-黒は漆の浸透した木材組織が確認され、炭粉下地と約 25 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-13. 漆塗下駄 No.13

下駄から塗膜片を採取した（図 63）。13-黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 64, 65, 66, 67）。

図 63. 漆塗下駄 No.13 の塗膜採取箇所（13-黒）



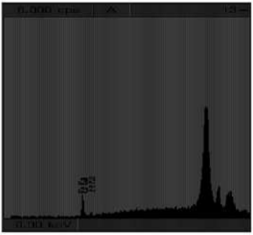


図 64. 漆塗下駄 No.13 の ATR-FTIR 測定結果 図 65. 漆塗下駄 No.13 の XRF 測定結果

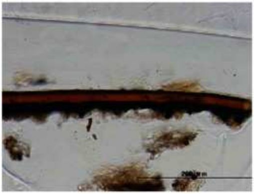


図 66. 漆塗下駄 No.13 の塗膜断面透過観察画像（13-黒）

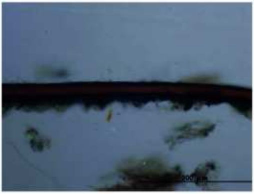


図 67. 漆塗下駄 No.13 の塗膜断面落射観察画像（13-黒）

ATR-FTIR 測定結果より、13-黒は漆と考えられた（図 64）。XRF 測定結果より、13-黒から特徴的な元素は検出されなかった（図 65）。塗膜断面の観察画像（図 66、67）より、木地が確認されず、部分的に漆が浸透した約 20μm の漆地粉層、約 10μm の黒色膠着層と 13μm の黄褐色透明漆層と約 7μm の黒色顔料を混和した黒色漆層を観察した。

2-4-14. 漆塗箱物 No.14

箱表側と箱裏側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 68）。それぞれ、14-表赤と 14-裏赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 69, 70, 71, 72）。

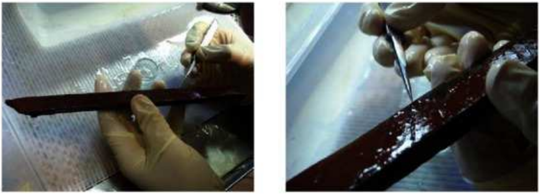


図 68. 漆塗箱物 No.14 の塗膜採取箇所（左図：14-表赤、右図：14-裏赤）

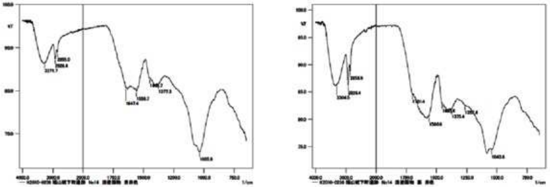


図 69. 漆塗箱物 No.14 の ATR-FTIR 測定結果（左図：14-表赤、右図：14-裏赤）

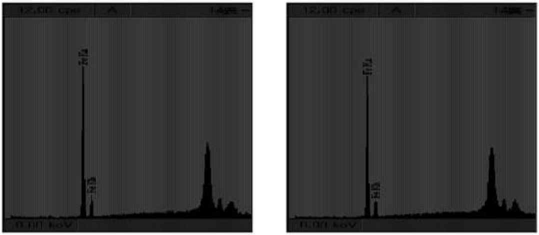


図 70. 漆塗箱物 No.14 の XRF 測定結果（左図：14-表赤、右図：14-裏赤）

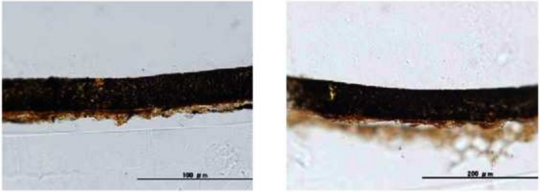


図 71. 漆塗箱物 No.14 の塗膜断面透過観察画像（左図：14-表赤、右図：14-裏赤）

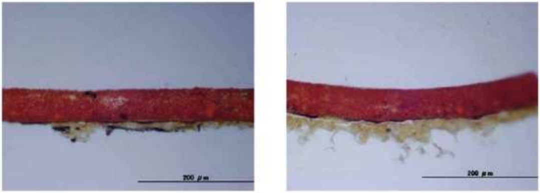


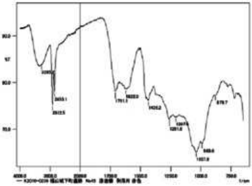
図 72. 漆塗箱物 No.14 の塗膜断面落射観察画像（左図：14-表赤、右図：14-裏赤）

ATR-FTIR 測定結果より、14-表赤と 14-裏赤は漆と考えられた（図 69）。XRF 測定結果より、14-表赤と 14-裏赤で鉄を検出し、14-表赤と 14-裏赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 70）。塗膜断面の観察画像（図 71, 72）より、14-表赤は木地が観測され、5 μ m 以下の膠着層と約 56 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、14-裏赤も同様に約 3〜8 μ m の膠着層と約 53 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-15. 漆塗櫛 No.15

櫛の赤色部分から塗膜片を採取した（図 73）。15-赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 74, 75, 76, 77）。

図 73. 漆塗櫛 No.15 の塗膜採取箇所（15-赤）



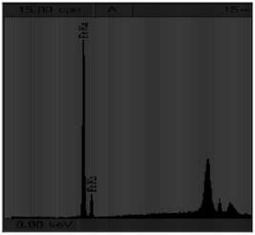


図 74. 漆塗櫛 No.15 の ATR-FTIR 測定結果　**図 75. 漆塗櫛 No.15 の XRF 測定結果**

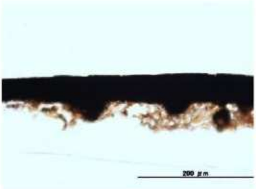


図 76. 漆塗櫛 No.15 の塗膜断面透過観察画像（15-赤）

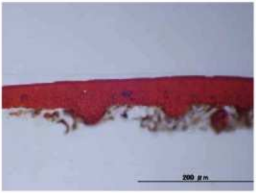


図 77. 漆塗櫛 No.15 の塗膜断面落射観察画像（15-内赤）

ATR-FTIR 測定結果より、15-赤は漆と考えられた（図 74）。XRF 測定結果より、15-赤は鉄を強く検出し、15-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 75）。塗膜断面の観察画像（図 76, 77）より、15-赤は木地が観察され、一部が木地に浸透した約 49μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-16. 漆塗椀 No.16

破片内側の赤色部分と破片外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 78）。それぞれ、16-内赤と 16-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 79, 80, 81, 82）。

図 78. 漆塗椀 No.16 の塗膜採取箇所（左図：16-内赤、右図：16-外赤）

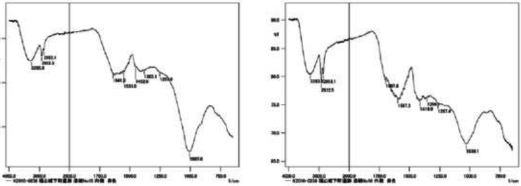


図 79. 漆塗椀 No.16 の ATR-FTIR 測定結果（左図：16-内赤、右図：16-外赤）

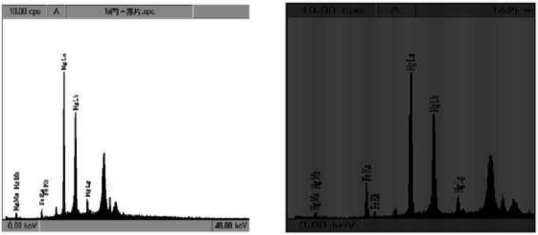


図 80. 漆塗椀 No.16 の XRF 測定結果（左図：16-内赤、右図：16-外赤）

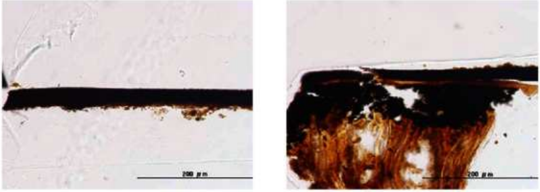


図 81. 漆塗椀 No.16 の塗膜断面透過観察画像（左図：16-内赤、右図：16-外赤）

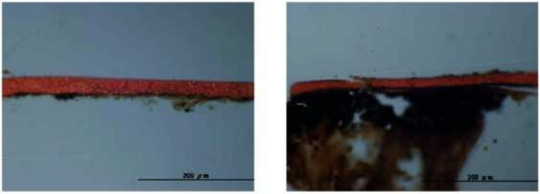


図 82. 漆塗椀 No.16 の塗膜断面落射観察画像（左図：16-内赤、右図：16-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、16-内赤と 16-外赤は漆と考えられた（図 79）。XRF 測定結果より、16-内赤と 16-外赤で水銀を検出し、16-内赤と 16-外赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 80）。塗膜断面の観察画像（図 81, 82）より、16-内赤は木地がわずかに観察され、5 μ m 以下の黒色膠着層と約 29 μ m の朱を混和した赤色漆層を観察した。一方、16-外赤は木地が観測され、約 67 μ m の炭粉下地、約 8 μ m の黄褐色透明漆層、5 μ m 以下の黒色膠着層と約 18 μ m の朱を混和した赤色漆層を観察した。

2-4-17. 漆塗箸 No.17

箸の赤色と黒色部分から塗膜片を採取した（図 83)。17-赤と 17-黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 84, 85, 86, 87)。

図 83. 漆塗箸 No.17 の塗膜採取箇所（左図：17-赤、右図：17-黒）

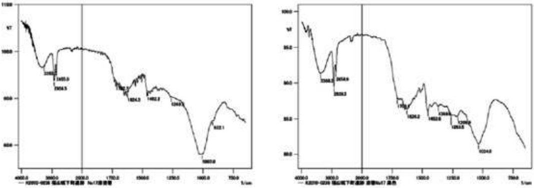


図 84. 漆塗箸 No.17 の ATR-FTIR 測定結果（左図：17-赤、右図：17-黒）

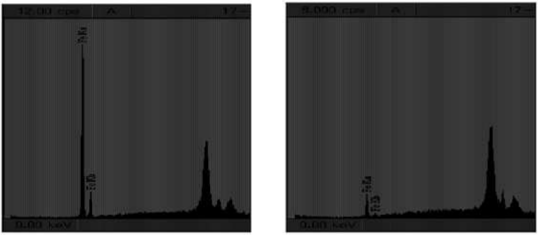


図 85. 漆塗箸 No.17 の XRF 測定結果（左図：17-赤、右図：17-黒）

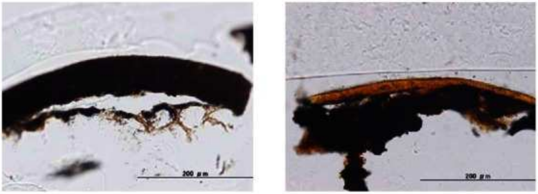


図 86. 漆塗箸 No.17 の塗膜断面透過観察画像（左図：17-赤、右図：17-黒）

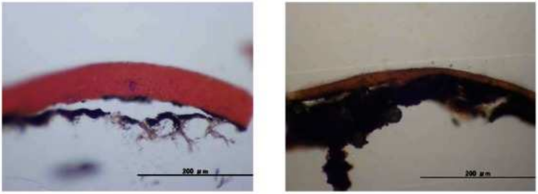


図 87. 漆塗箸 No.17 の塗膜断面落射観察画像（左図：17-赤、右図：17-黒）

ATR-FTIR 測定結果より、17-赤と 17-黒は漆と考えられた（図 84）。XRF 測定結果より、17-赤は 17-黒と比較し鉄をより強く検出し、17-赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 85）。塗膜断面の観察画像（図 86、87）より、17-赤は竹材組織が観測され、7 μ m の炭粉下地、5 μ m 以下の膠着層と約 57 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、17-黒は竹材がわずかに観測され、38 μ m 以上の炭粉下地、5 μ m 以下の黒色膠着層と約 16 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-18. 漆塗椀 No.18

胴内側の赤色部分と胴外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 88）。それぞれ、18-内赤と 18-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 89, 90, 91, 92）。

図 88. 漆塗椀 No.18 の塗膜採取箇所（左図：18-内赤、右図：18-外赤）

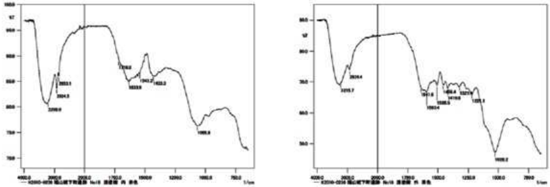


図 89. 漆塗椀 No.18 の ATR-FTIR 測定結果（左図：18-内赤、右図：18-外赤）

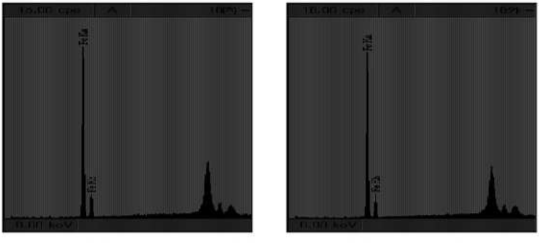


図 90. 漆塗椀 No.18 の XRF 測定結果（左図：18-内赤、右図：18-外赤）

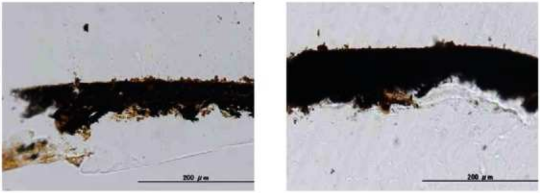


図 91. 漆塗椀 No.18 の塗膜断面透過観察画像（左図：18-内赤、右図：18-外赤）

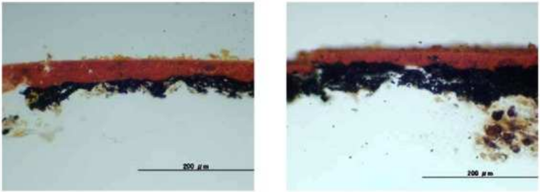


図 92. 漆塗椀 No.18 の塗膜断面落射観察画像（左図：18-内赤、右図：18-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、18-内赤と 18-外赤は漆と考えられた（図 89）。ただし、18-外赤は膠着剤等の他成分も検出された。XRF 測定結果より、18-内赤と 18-外赤で鉄を検出し、18-内赤と 18-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 90）。塗膜断面の観察画像（図 91、92）より、18-内赤は木地がわずかに観測され、29μm 以上の炭粉下地、5μm 以下の膠着層と約 39μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、18-外赤は木地が一部で観測され、49μm 以上の炭粉下地、5μm 以下の黒色膠着層と約 32μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-19. 漆塗椀 No.19

破片内側の赤色部分と破片外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 93）。それぞれ、19-内赤と 19-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 94、95、96、97）。

図 93. 漆塗椀 No.19 の塗膜採取箇所（左図：19-内赤、右図：19-外赤）

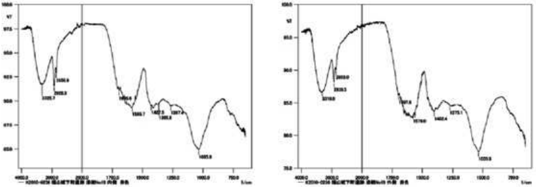


図 94. 漆塗椀 No.19 の ATR-FTIR 測定結果（左図：19-内赤、右図：19-外赤）

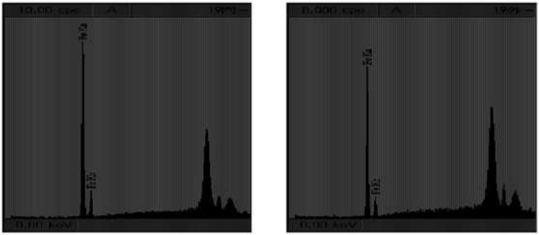


図 95. 漆塗椀 No.19 の XRF 測定結果（左図：19-内赤、右図：19-外赤）

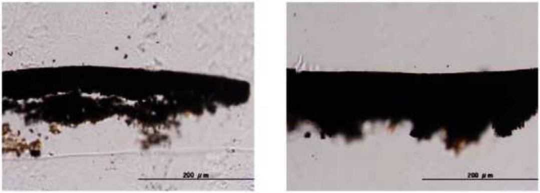


図 96. 漆塗椀 No.19 の塗膜断面透過観察画像（左図：19-内赤、右図：19-外赤）

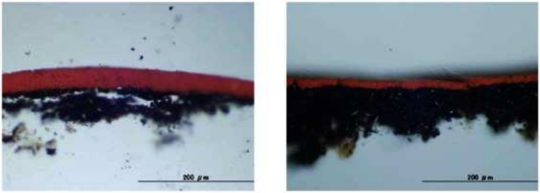


図 97. 漆塗椀 No.19 の塗膜断面落射観察画像（左図：19-内赤、右図：19-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、19-内赤と 19-外赤は漆と考えられた（図 94）。XRF 測定結果より、19-内赤と 19-外赤で鉄を検出し、19-内赤と 19-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 95）。塗膜断面の観察画像（図 96, 97）より、19-内赤は木地が観測されず、約 46 μ m の炭粉下地で約 37 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、19-外赤は 90 μ m 以上の炭粉下地で約 14 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-20. 漆塗椀 No.20

同梱された袋から赤色と黒色の塗膜片を採取した（図 98)。それぞれ、20-内赤と 20-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 99, 100, 101, 102)。

図 98. 漆塗椀 No.20 の塗膜採取袋

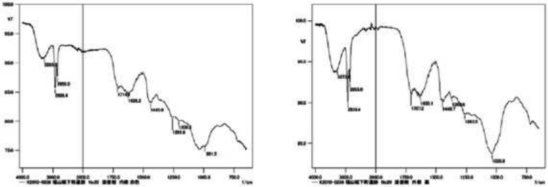


図 99. 漆塗椀 No.20 の ATR-FTIR 測定結果（左図：20-内赤、右図：20-外黒）

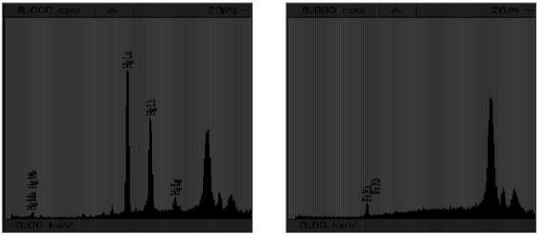


図 100. 漆塗椀 No.20 の XRF 測定結果（左図：20-内赤、右図：20-外黒）

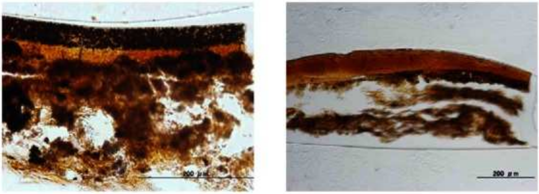


図 101. 漆塗椀 No.20 の塗膜断面透過観察画像（左図：20-内赤、右図：20-外黒）

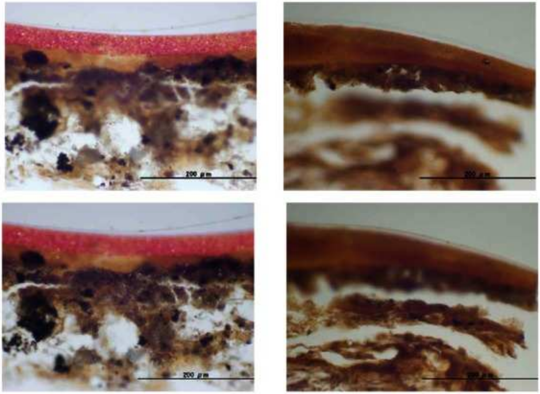


図 102. 漆塗椀 No.20 の塗膜断面落射観察画像（左図：20-内赤、右図：20-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、20-内赤と 20-外黒は漆と考えられた（図 99）。XRF 測定結果より、20-内赤は水銀を検出し、20-内赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 100）。塗膜断面の観察画像（図 101, 102）より、20-内赤は木地が観察されず、約 115 μ m の土を混和した漆地粉層（2 層か）、19〜33 μ m の黄褐色透明漆層と約 39 μ m の朱を混和した赤色漆層を観察した。一方、20-外黒は漆の浸透した木地が観察され、約 25 μ m の土を混和した漆地粉層、約 22〜80 μ m の茶褐色透明漆層と約 21 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-21. 漆塗椀 No.21

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 103）。それぞれ、21-内赤と 21-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 104, 105, 106, 107）。

図 103. 漆塗椀 No.21 の塗膜採取箇所（左図：21-内赤、右図：21-外黒）

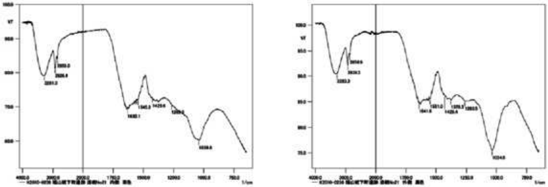


図 104. 漆塗椀 No.21 の ATR-FTIR 測定結果（左図：21-内赤、右図：21-外黒）

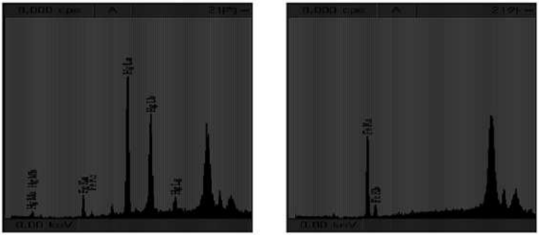


図 105. 漆塗椀 No.21 の XRF 測定結果（左図：21-内赤、右図：21-外黒）

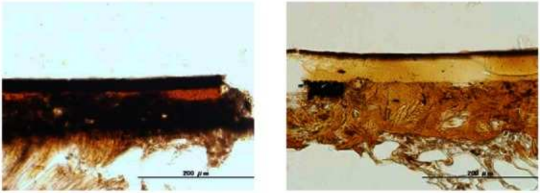


図 106. 漆塗椀 No.21 の塗膜断面透過観察画像（左図：21-内赤、右図：21-外黒）

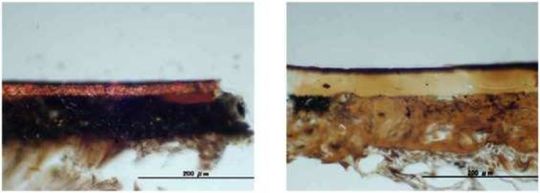


図 107. 漆塗椀 No.21 の塗膜断面落射観察画像（左図：21-内赤、右図：21-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、21-内赤と 21-外黒は漆と考えられた（図 104）。XRF 測定結果より、21-内赤は水銀を検出し、21-内赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 105）。21-外黒では鉄を強く検出したが、土壌成分の影響と考えられる。塗膜断面の観察画像（図 106, 107）より、21-内赤は木地が観測され、60μm 以上の炭粉下地で約 21μm の茶褐色透明漆層、約 21μm の朱を混和した赤色漆層と 5μm 以下の黒色顔料を混和した黒色漆層を観察した。一方、21-外黒は漆の浸透した木材組織が観測され、厚さ約 90μm の布断面、約 28μm の炭粉下地、約 44μm の黄褐色透明漆層と約 7μm の黒色顔料を混和した黒色漆層を観察した。

2-4-22. 漆塗椀 No.22

胴内側の赤色部分と高台の黒色部分から塗膜片を採取した（図 108）。それぞれ、22-内赤と 22-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 109, 110, 111, 112）。

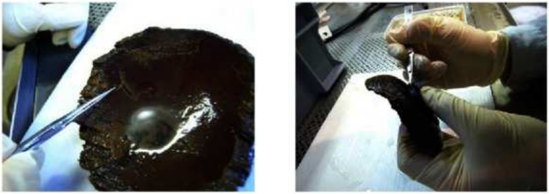


図 108. 漆塗椀 No.22 の塗膜採取箇所（左図：22-内赤、右図：22-外黒）

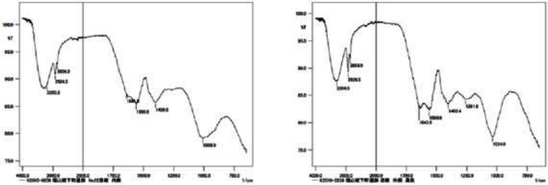


図 109. 漆塗椀 No.22 の ATR-FTIR 測定結果（左図：22-内赤、右図：22-外黒）

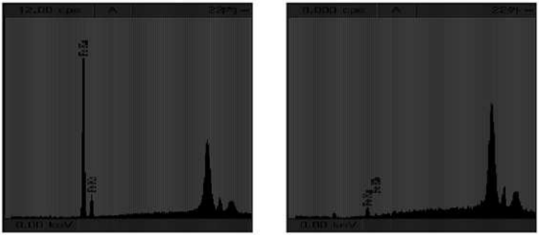


図 110. 漆塗椀 No.22 の XRF 測定結果（左図：22-内赤、右図：22-外黒）

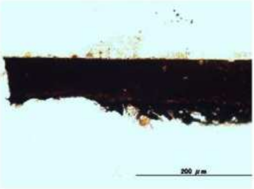
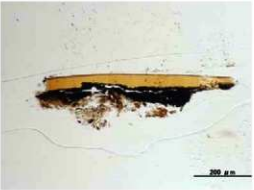



図 111. 漆塗椀 No.22 の塗膜断面透過観察画像（左図：22-内赤、右図：22-外黒）

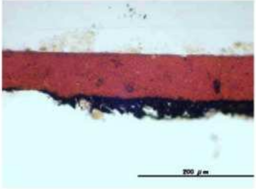



図 112. 漆塗椀 No.22 の塗膜断面落射観察画像（左図：22-内赤、右図：22-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、22-内赤と 22-外黒は漆と考えられた（図 109）。XRF 測定結果より、22-内赤は 22-外黒と比較し鉄をより強く検出し、22-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 110）。塗膜断面の観察画像（図 111, 112）より、22-内赤は木地が観測されず、34μm 以上の炭粉下地、5μm 以下の膠着層、約 73μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、22-外黒は木地が観測されず、漆の浸透した厚さ約 118μm の布断面に約 60μm の炭粉下地と約 43μm の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-23. 漆塗椀 No.23

同梱された袋から赤色と黒色の塗膜片を採取した（図 113）。それぞれ、23-内赤と 23-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 114, 115, 116, 117）。

図 113. 漆塗椀 No.23 の塗膜採取袋

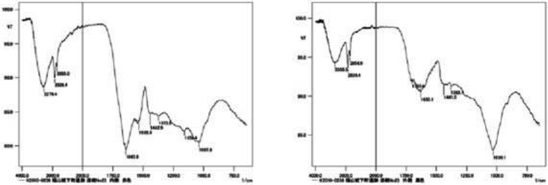


図 114. 漆塗椀 No.23 の ATR-FTIR 測定結果（左図：23-内赤、右図：23-外黒）

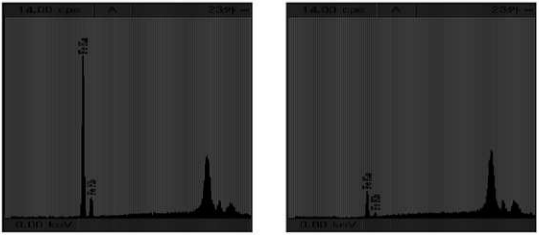


図 115. 漆塗椀 No.23 の XRF 測定結果（左図：23-内赤、右図：23-外黒）

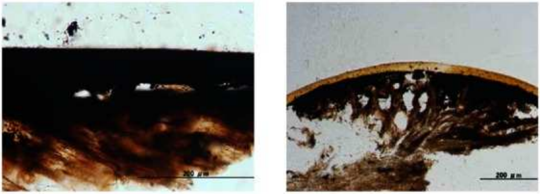


図 116. 漆塗椀 No.23 の塗膜断面透過観察画像（左図：23-内赤、右図：23-外黒）

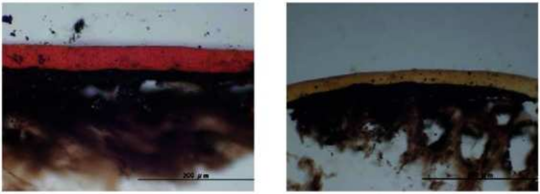


図 117. 漆塗椀 No.23 の塗膜断面落射観察画像（左図：23-内赤、右図：23-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、23-内赤と 23-外黒は漆と考えられた（図 114)。XRF 測定結果より、23-内赤は 23-外黒と比較し鉄をより強く検出し、23-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 115)。塗膜断面の観察画像（図 116, 117）より、23-内赤は木地が観測され、約 76 μm の炭粉下地、5 μm 以下の黒色膠着層と約 41 μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、23-外黒は漆が浸透した木材組織が観測され、約 75 μm の炭粉下地、7 μm の黒色膠着層と約 26 μm の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-24. 漆塗椀 No.24

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 118）。それぞれ、24-内赤と 24-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 119, 120, 121, 122）。

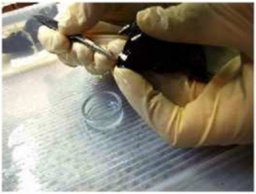
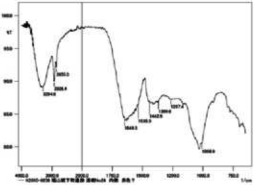


図 118. 漆塗椀 No.24 の塗膜採取箇所（左図：24-内赤、右図：24-外黒）



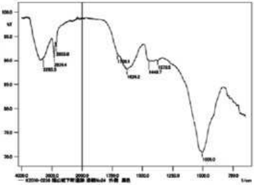
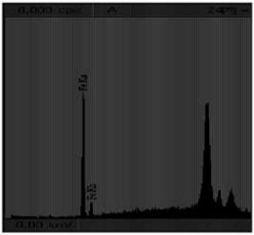


図 119. 漆塗椀 No.24 の ATR-FTIR 測定結果（左図：24-内赤、右図：24-外黒）



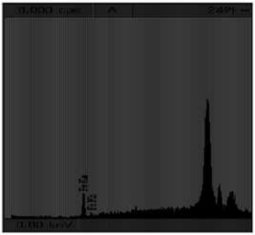


図 120. 漆塗椀 No.24 の XRF 測定結果（左図：24-内赤、右図：24-外黒）

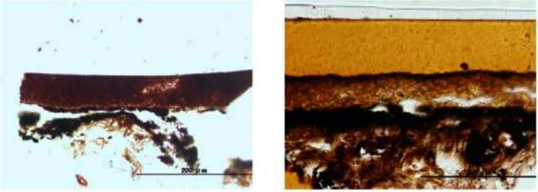


図 121. 漆塗椀 No.24 の塗膜断面透過観察画像（左図：24-内赤、右図：24-外黒）

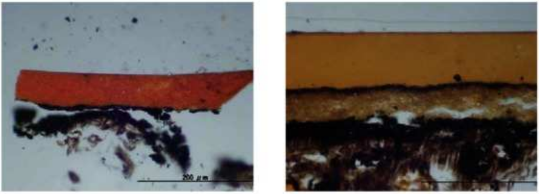


図 122. 漆塗椀 No.24 の塗膜断面落射観察画像（左図：24-内赤、右図：24-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、24-内赤と 24-外黒は漆と考えられた（図 119）。XRF 測定結果より、24-内赤は 24-外黒と比較し鉄をより強く検出し、24-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 120）。塗膜断面の観察画像（図 121, 122）より、24-内赤は木地が観測され、約 31 μm の炭粉下地、約 6 μm の膠着層と約 57 μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、24-外黒は木地が観測され、約 28 μm の炭粉下地、約 56 μm の砥の粉層、約 6 μm の黒色膠着層と約 94 μm の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-25. 漆塗椀 No.25

胴内側の赤色部分と底外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 123）。それぞれ、25-内赤と 25-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 124, 125, 126, 127）。

図 123. 漆塗椀 No.25 の塗膜採取箇所（左図：25-内赤、右図：25-外黒）

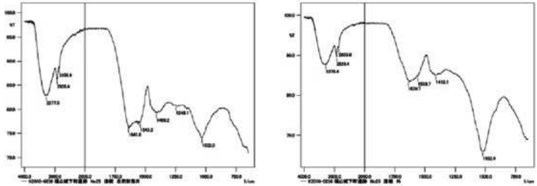


図 124. 漆塗椀 No.25 の ATR-FTIR 測定結果（左図：25-内赤、右図：25-外黒）

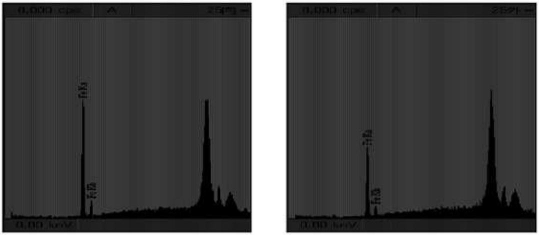


図 125. 漆塗椀 No.25 の XRF 測定結果（左図：25-内赤、右図：25-外黒）

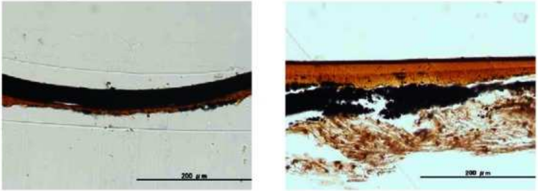


図 126. 漆塗椀 No.25 の塗膜断面透過観察画像（左図：25-内赤、右図：25-外黒）

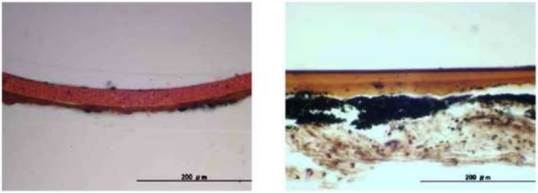


図 127. 漆塗椀 No.25 の塗膜断面落射観察画像（左図：25-内赤、右図：25-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、25-内赤と 25-外黒は漆と考えられた（図 124）。XRF 測定結果より、25-内赤は 25-外黒と比較し鉄をより強く検出し、25-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 125）。塗膜断面の観察画像（図 126, 127）より、25-内赤は木地が観察されず、炭粉下地、約 8 μ m の黄褐色透明漆層と約 20 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、25-外黒は木地が観測されず、漆の浸透した厚さ約 75 μ m の布、約 44 μ m の炭粉下地、約 22 μ m と約 18 μ m の黄褐色透明漆層の 2 層と約 6 μ m の黒色顔料を混和したと考えられる黒褐色漆層を観察した。

2-4-26. 漆塗部材 No.26

部材の赤色部分から塗膜片を採取した（図 128）。26-赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 129, 130, 131, 132）。

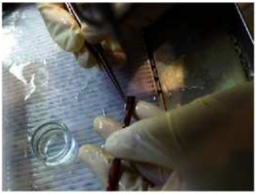


図 128. 漆塗部材 No.26 の塗膜採取箇所（26-赤）

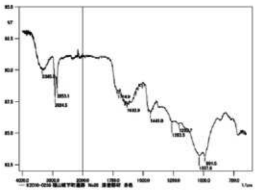


図 129. 漆塗部材 No.26 の ATR-FTIR 測定結果

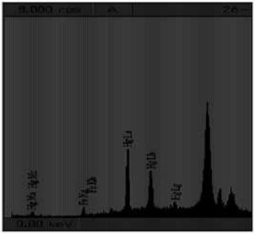


図 130. 漆塗部材 No.26 の XRF 測定結果

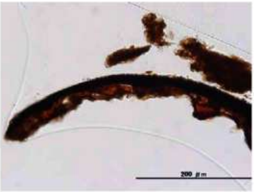


図 131. 漆塗部材 No.26 の塗膜断面透過観察画像（26-赤）

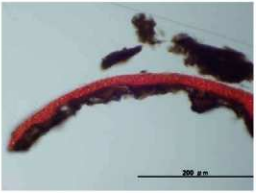


図 132. 漆塗部材 No.26 の塗膜断面落射観察画像（26-赤）

ATR-FTIR 測定結果より、26-赤は漆と考えられた（図 129)。XRF 測定結果より、26-赤から水銀を検出し、26-赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 130)。塗膜断面の観察画像（図 131, 132）より、26-赤は漆の浸透した竹材が観測され、約 8μm の膠着層と約 16μm の朱を混和した赤色漆層を観察した。

2-4-27. 漆塗椀 No.27

赤色の剥落片と高台の黒色部分から塗膜片を採取した（図 133）。それぞれ、27-内赤と 27-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 134, 135, 136, 137）。

図 133. 漆塗椀 No.27 の高台塗膜採取箇所（27-外黒）

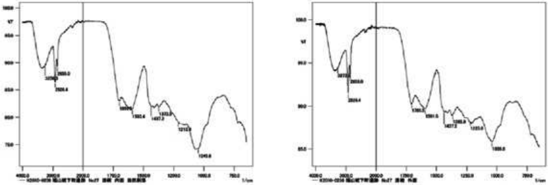


図 134. 漆塗椀 No.27 の ATR-FTIR 測定結果（左図：27-内赤、右図：27-外黒）

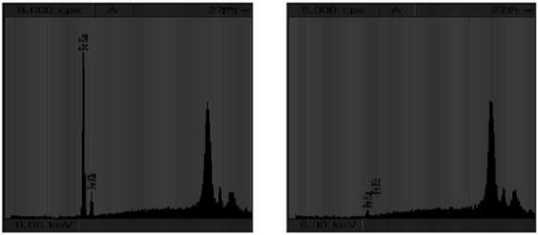


図 135. 漆塗椀 No.27 の XRF 測定結果（左図：27-内赤、右図：27-外黒）

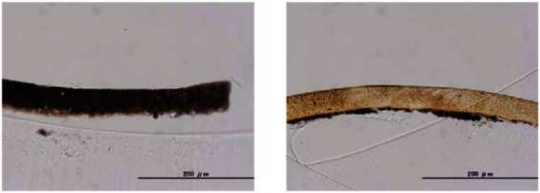


図 136. 漆塗椀 No.27 の塗膜断面透過観察画像（左図：27-内赤、右図：27-外黒）

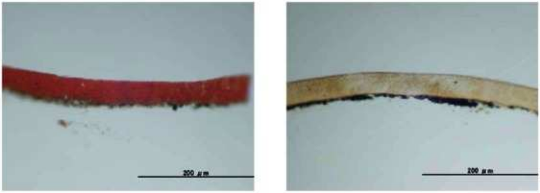


図 137. 漆塗椀 No.27 の塗膜断面落射観察画像（左図：27-内赤、右図：27-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、27-内赤と 27-外黒は漆と考えられた（図 134）。XRF 測定結果より、27-内赤は 27-外黒と比較し鉄をより強く検出し、27-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 135）。塗膜断面の観察画像（図 136, 137）より、27-内赤は木地が観測されず、5μm 以下の膠着層と約 40μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、27-外黒は木地が観測されず、炭粉下地、5μm 以下の膠着層と約 40μm の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-28. 漆塗椀 No.28

胴内側の茶色部分と胴外側の茶色部分から塗膜片を採取した（図 138）。それぞれ、28-内茶と 28-外茶とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 139, 140, 141, 142）。

図 138. 漆塗椀 No.28 の塗膜採取箇所（左図：28-内茶、右図：28-外茶）

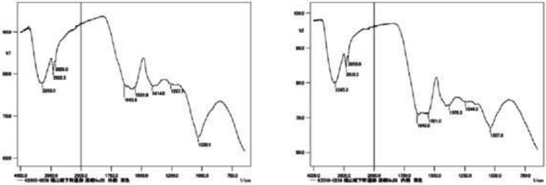


図 139. 漆塗椀 No.28 の ATR-FTIR 測定結果（左図：28-内茶、右図：28-外茶）

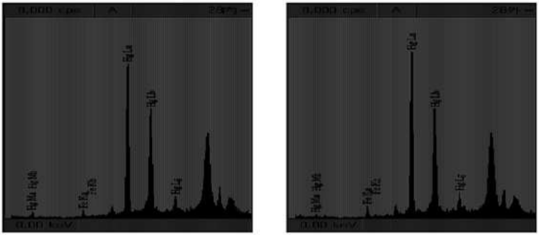


図 140. 漆塗椀 No.28 の XRF 測定結果（左図：28-内茶、右図：28-外茶）

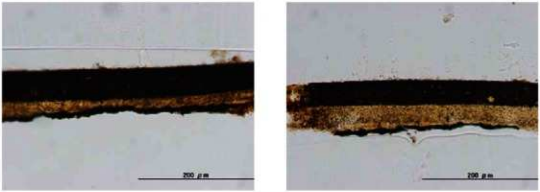


図 141. 漆塗椀 No.28 の塗膜断面透過観察画像（左図：28-内茶、右図：28-外茶）

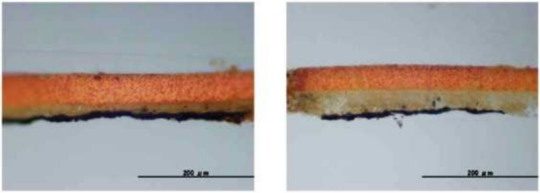


図 142. 漆塗椀 No.28 の塗膜断面落射観察画像（左図：28-内茶、右図：28-外茶）

ATR-FTIR 測定結果より、28-内茶と 28-外茶は漆と考えられた（図 139）。XRF 測定結果より、28-内茶と 28-外茶で水銀を検出し、28-内茶と 28-外茶の茶色顔料は朱と考えられた（図 140）。塗膜断面の観察画像（図 141, 142）より、28-内茶は木地が観測されず、炭粉下地で約 22 μ m の黄褐色透明漆層と約 52 μ m の朱を混和した茶色漆層を観察した。一方、28-外茶は木地が観測されず、炭粉下地で 7〜14 μ m の黄褐色透明漆層、約 30 μ m の黄褐色透明漆層と約 42 μ m の朱を混和した茶色漆層を観察した。

2-4-29. 漆塗椀 No.29

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 143）。それぞれ、29-内赤と 29-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 144, 145,146, 147）。

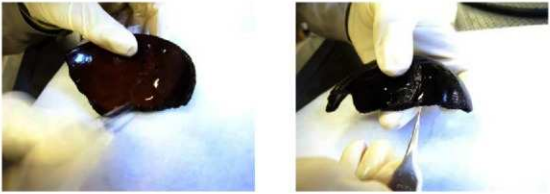


図 143. 漆塗椀 No.29 の塗膜採取箇所（左図：29-内赤、右図：29-外黒）

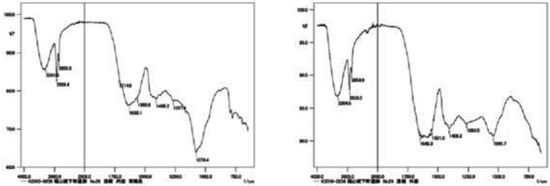


図 144. 漆塗椀 No.29 の ATR-FTIR 測定結果（左図：29-内赤、右図：29-外黒）

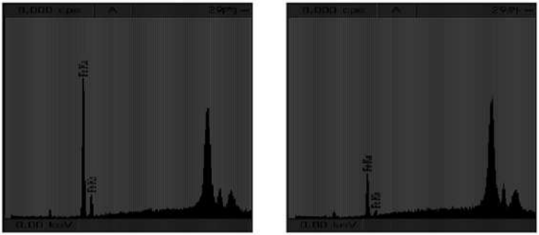


図 145. 漆塗椀 No.29 の XRF 測定結果（左図：29-内赤、右図：29-外黒）

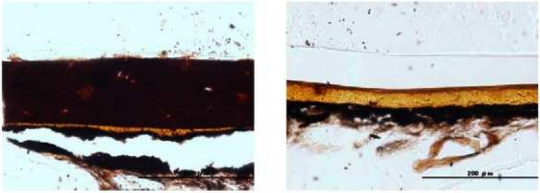


図 146. 漆塗椀 No.29 の塗膜断面透過観察画像（左図：29-内赤、右図：29-外黒）

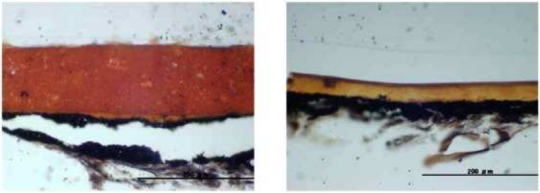


図 147. 漆塗椀 No.29 の塗膜断面落射観察画像（左図：29-内赤、右図：29-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、29-内赤と 29-外黒は漆と考えられた（図 144）。XRF 測定結果より、29-内赤は 29-外黒と比較し鉄をより強く検出し、29-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 145）。塗膜断面の観察画像（図 146, 147）より、29-内赤は木地が観測され、約 32 μ m の炭粉下地で 5～15 μ m の黄褐色透明漆層と約 115 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、29-外黒は約 33 μ m の炭粉下地と約 34 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-30. 漆塗椀 No.30

剥落片の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 148）。それぞれ、30-内赤と 30-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 149, 150, 151, 152）。

図 148. 漆塗椀 No.30 の塗膜採取箇所（左図：30-内赤、右図：30-外黒）

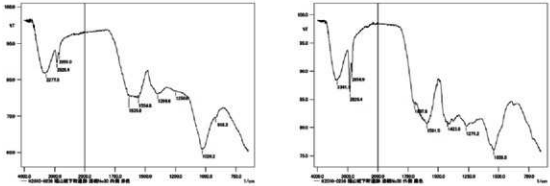


図 149. 漆塗椀 No.30 の ATR-FTIR 測定結果（左図：30-内赤、右図：30-外黒）

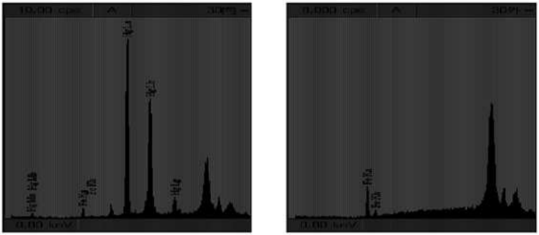


図 150. 漆塗椀 No.30 の XRF 測定結果（左図：30-内赤、右図：30-外黒）

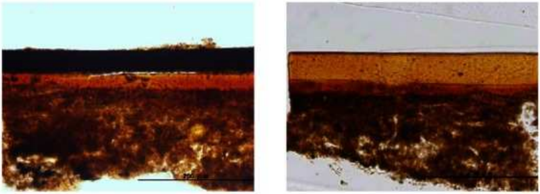


図 151. 漆塗椀 No.30 の塗膜断面透過観察画像（左図：30-内赤、右図：30-外黒）

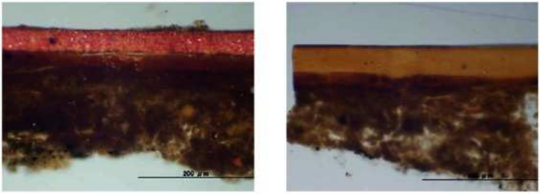


図 152. 漆塗椀 No.30 の塗膜断面落射観察画像（左図：30-内赤、右図：30-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、30-内赤と 30-外黒は漆と考えられた（図 149）。XRF 測定結果より、30-内赤は水銀を検出し、30-内赤の赤色顔料は朱と考えられた（図 150）。塗膜断面の観察画像（図 151, 152）より、30-内赤は木地が観察されず、150μm 以上の土を混和した漆地粉層（3 層）、約 24μm の茶褐色透明漆層、5μm 以下の膠着層と約 41μm の朱を混和した赤色漆層を観察した。一方、30-外黒は木地が観測されず、98μm 以上の土を混和した漆地粉層（2 層）と 16〜29μm の茶褐色透明漆層と約 51μm の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-31. 漆塗椀 No.31

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 153）。それぞれ、31-内赤と 31-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 154, 155, 156, 157）。

図 153. 漆塗椀 No.31 の塗膜採取箇所（左図：31-内赤、右図：31-外黒）

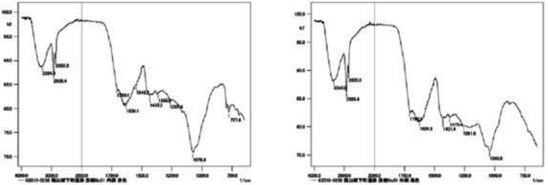


図 154. 漆塗椀 No.31 の ATR-FTIR 測定結果（左図：31-内赤、右図：31-外黒）

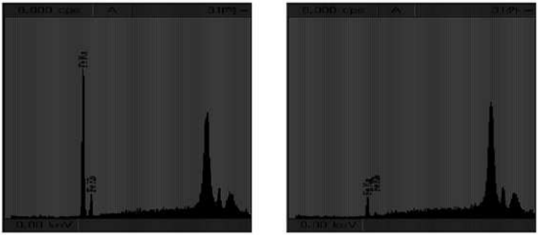


図 155. 漆塗椀 No.31 の XRF 測定結果（左図：31-内赤、右図：31-外黒）

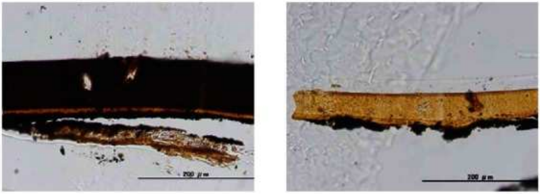


図 156. 漆塗椀 No.31 の塗膜断面透過観察画像（左図：31-内赤、右図：31-外黒）

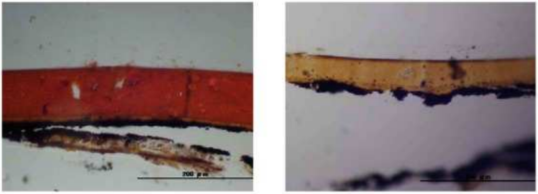


図 157. 漆塗椀 No.31 の塗膜断面落射観察画像（左図：31-内赤、右図：31-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、31-内赤と 31-外黒は漆と考えられた（図 154）。XRF 測定結果より、31-内赤は 31-外黒と比較し鉄をより強く検出し、31-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 155）。塗膜断面の観察画像（図 156, 157）より、31-内赤は木地が観測され、約 14 μ m の炭粉下地、約 7 μ m の黄褐色透明漆層と約 86 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、31-外黒は木地が観測されず、約 18 μ m の炭粉下地と約 10 μ m と約 42 μ m の黄褐色透明漆層の 2 層観察した。

2-4-32. 漆塗椀 No.32

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 158）。それぞれ、32-内赤と 32-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 159, 160, 161, 162）。

図 158. 漆塗椀 No.32 の塗膜採取箇所（左図：32-内赤、右図：32-外黒）

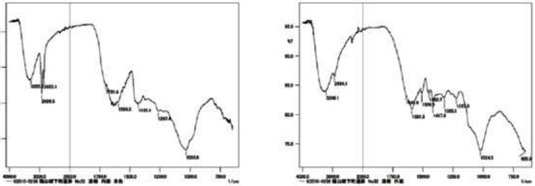


図 159. 漆塗椀 No.32 の ATR-FTIR 測定結果（左図：32-内赤、右図：32-外黒）

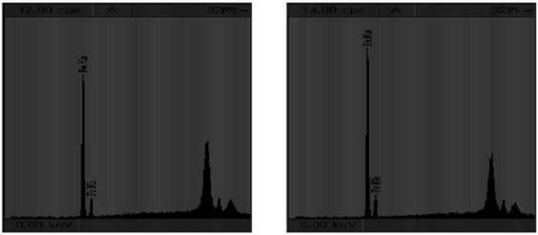


図 160. 漆塗椀 No.32 の XRF 測定結果（左図：32-内赤、右図：32-外黒）

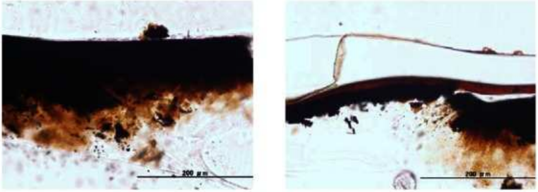


図 161. 漆塗椀 No.32 の塗膜断面透過観察画像（左図：32-内赤、右図：32-外黒）

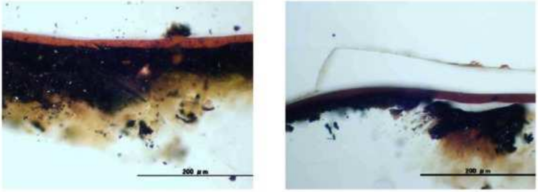


図 162. 漆塗椀 No.32 の塗膜断面落射観察画像（左図：32-内赤、右図：32-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、32-内赤と 32-外黒は漆と考えられた（図 159）。ただし、32-外黒は膠着剤等の他成分も検出された。XRF 測定結果より、32-内赤は鉄を検出し、32-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 160）。32-外黒も鉄を強く検出したが、土壌成分の影響と考えられる。塗膜断面の観察画像（図 161, 162）より、32-内赤は木地が観測され、48μm 以上の炭粉下地、5μm 以下の黒色顔料を含む膠着層と約 18μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、32-外黒は木地がわずかに観測され、33μm 以上の炭粉下地、5μm 以下の黒色膠着層と約 18μm の茶褐色透明漆層を観察した。

2-4-33. 漆塗椀 No.33

胴内側の赤色部分と胴外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 163)。それぞれ、33-内赤と 33-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 164, 165, 166, 167)。

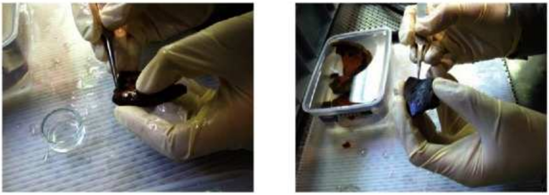


図 163. 漆塗椀 No.33 の塗膜採取箇所（左図：33-内赤、右図：33-外黒）

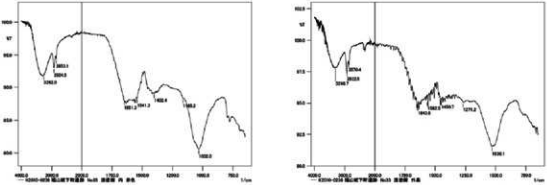


図 164. 漆塗椀 No.33 の ATR-FTIR 測定結果（左図：33-内赤、右図：33-外黒）

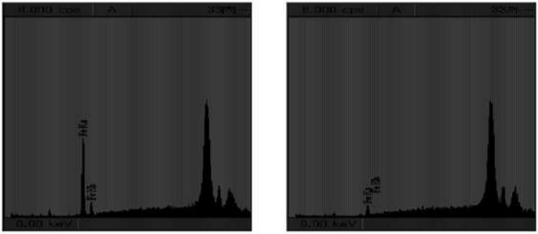


図 165. 漆塗椀 No.33 の XRF 測定結果（左図：33-内赤、右図：33-外黒）

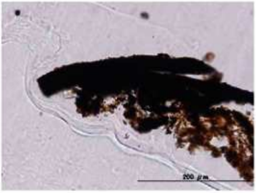
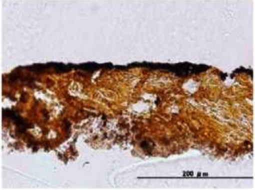
 

図 166. 漆塗椀 No.33 の塗膜断面透過観察画像（左図：33-内赤、右図：33-外黒）

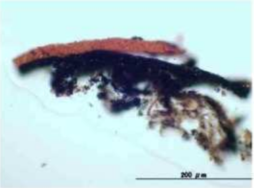
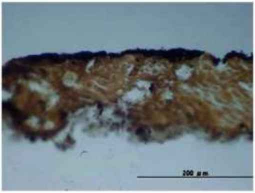
 

図 167. 漆塗椀 No.33 の塗膜断面落射観察画像（左図：33-内赤、右図：33-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、33-内赤と 33-外黒は漆と考えられた（図 164）。XRF 測定結果より、33-内赤は 33-外黒と比較し鉄をより強く検出し、33-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 165）。塗膜断面の観察画像（図 166, 167）より、33-内赤は木地が観測されず、漆の浸透した厚さ約 120 μ m の布断面、32 μ m 以上の炭粉下地、約 22 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、33-外黒は木地が観測れず、漆の浸透した厚さ約 140 μ m の布と約 16 μ m の炭粉下地を観察した。なお、塗膜断面画像（図 167）より、33-内赤と 33-外黒の繊維断面は約 10 μ m の丸みを帯びた三角形状であり、布に用いられた繊維は絹と考えられた。

2-4-34. 漆塗椀 No.34

胴内側の赤色部分と胴外側の赤色部分から塗膜片を採取した（図 168）。それぞれ、34-内赤と 34-外赤とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 169, 170, 171, 172）。

図 168. 漆塗椀 No.34 の塗膜採取箇所（左図：34-内赤、右図：34-外赤）

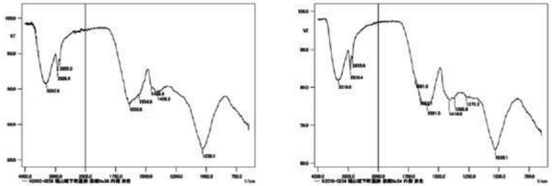


図 169. 漆塗椀 No.34 の ATR-FTIR 測定結果（左図：34-内赤、右図：34-外赤）

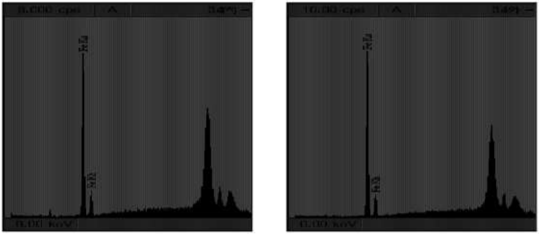


図 170. 漆塗椀 No.34 の XRF 測定結果（左図：34-内赤、右図：34-外赤）

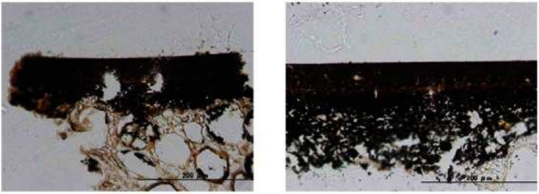


図 171. 漆塗椀 No.34 の塗膜断面透過観察画像（左図：34-内赤、右図：34-外赤）

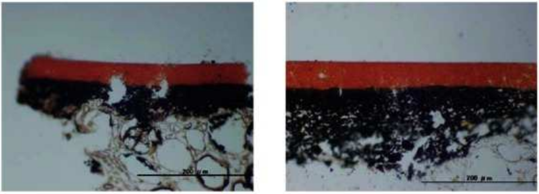


図 172. 漆塗椀 No.34 の塗膜断面落射観察画像（左図：34-内赤、右図：34-外赤）

ATR-FTIR 測定結果より、34-内赤と 34-外赤は漆と考えられた（図 169）。XRF 測定結果より、34-内赤と 34-外赤で鉄を検出し、34-内赤と 34-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 170）。塗膜断面の観察画像（図 171, 172）より、34-内赤は部分的に漆の浸透した木材組織が観測され、44μm 以上の炭粉下地、約 6μm の膠着層と約 37μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、34-外赤はわずかに木地が観測され、82μm 以上の炭粉下地、亀裂が入った約 6μm の膠着層と約 45μm のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。

2-4-35. 漆塗椀 No.35

胴内側の赤色部分と胴外側の赤色部分、高台底部の黒色部分から塗膜片を採取した（図 173）。それぞれ、35-内赤と 35-外赤、35-底黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 174, 175, 176, 177）。

図 173. 漆塗椀 No.35 の塗膜採取箇所（左図：35-内赤、中図：35-外赤、右図：35-底黒）

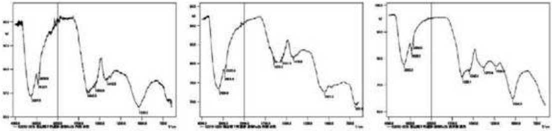


図 174. 漆塗椀 No.35 の ATR-FTIR 測定結果（左図：35-内赤、中図：35-外赤、右図：35-底黒）

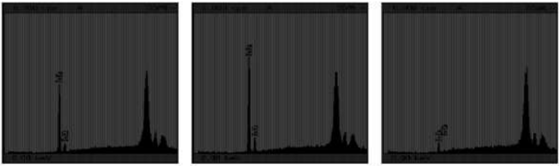


図 175. 漆塗椀 No.35 の XRF 測定結果（左図：35-内赤、中図：35-外赤、右図：35-底黒）

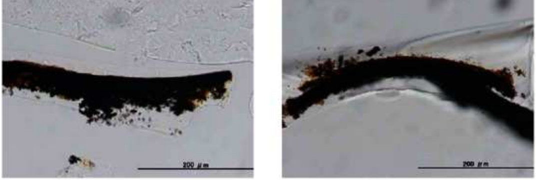


図 176-1. 漆塗椀 No.35 の塗膜断面透過観察画像（左図：35-内赤、右図：35-外赤）

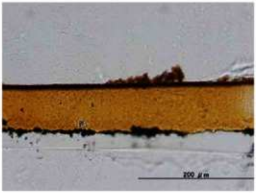


図 176-2. 漆塗椀 No.35 の塗膜断面透過観察画像（35-底黒）

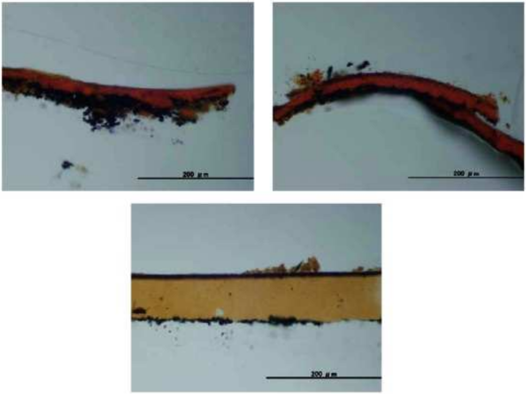


図 177. 漆塗椀 No.35 の塗膜断面落射観察画像（左図：35-内赤、右図：35-外赤、下図：35-底黒）

ATR-FTIR 測定結果より、35-内赤と 35-外赤、35-底黒は漆と考えられた（図 174）。XRF 測定結果より、35-内赤と 35-外赤で 35-底黒と比較し鉄をより強く検出し、35-内赤と 35-外赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 175）。塗膜断面の観察画像（図 176, 177）より、35-内赤は木地が観測されず、23 μm 以上の炭粉下地、約 17 μm のベンガラを混和した赤色漆層と一部に約 5 μm の茶褐色漆層を観察した。同様に、35-外赤は木地が観測されず、13 μm 以上の炭粉下地、約 19 μm のベンガラを混和した赤色漆層と約 6 μm の茶褐色漆層を観察した。一方、35-底黒は木地が観測されず、炭粉下地、約 75 μm の黄褐色透明漆層と 7 μm の茶褐色漆層を観察した。

2-4-36. 漆塗櫛 No.36

櫛の赤黒色部分から塗膜片を採取した（図 178）。36-赤黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 179, 180, 181, 182）。

図 178. 漆塗櫛 No.36 の塗膜採取箇所（36-赤黒）

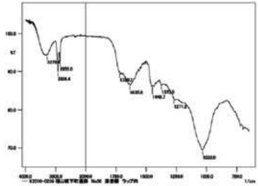


図 179. 漆塗櫛 No.36 の ATR-FTIR 測定結果

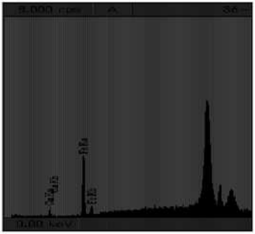


図 180. 漆塗櫛 No.36 の XRF 測定結果

図 181. 漆塗櫛 No.36 の塗膜断面透過観察画像（36-赤黒）

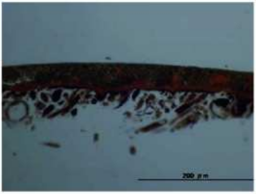


図 182. 漆塗櫛 No.36 の塗膜断面落射観察画像（36-赤黒）

ATR-FTIR 測定結果より、36-赤黒は漆と考えられた（図 179）。XRF 測定結果より、36-赤黒から鉄を検出し、36-赤黒の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 180）。塗膜断面の観察画像（図 181, 182）より、36-赤黒は漆の浸透した木地が観察され、5μm 以下の膠着層、約 10μm のベンガラを混和した赤色漆層と約 34μm の黒色粒子（炭か）を混和した黄褐色透明漆層を観察した。ベンガラ粒子の一部は上層の黄褐色透明漆層にも観察された。

2-4-37. 漆塗杓子 No.37

杓子内側の赤色部分と杓子外側の黒色部分から塗膜片を採取した（図 183）。それぞれ、37-内赤と37-外黒とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 184, 185, 186, 187）。

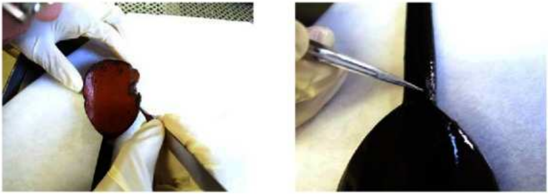


図 183. 漆塗杓子 No.37 の塗膜採取箇所（左図：37-内赤、右図：37-外黒）

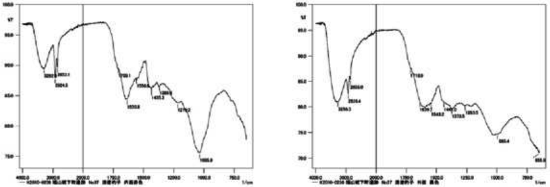


図 184. 漆塗杓子 No.37 の ATR-FTIR 測定結果（左図：37-内赤、右図：37-外黒）

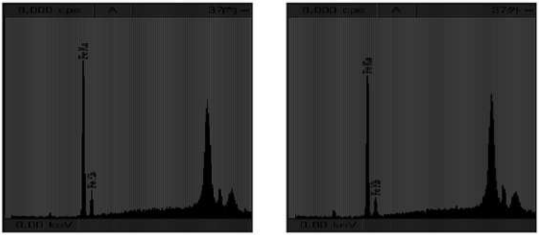


図 185. 漆塗杓子 No.37 の XRF 測定結果（左図：37-内赤、右図：37-外黒）

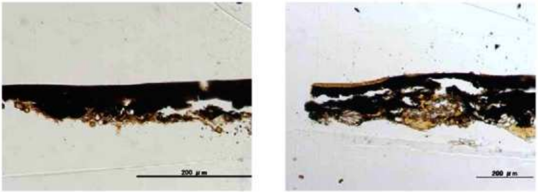


図 186. 漆塗杓子 No.37 の塗膜断面透過観察画像（左図：37-内赤、右図：37-外黒）

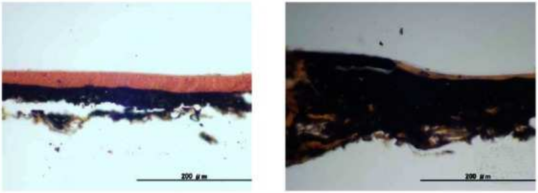


図 187. 漆塗杓子 No.37 の塗膜断面落射観察画像（左図：37-内赤、右図：37-外黒）

ATR-FTIR 測定結果より、37-内赤と 37-外黒は漆と考えられた（図 184）。XRF 測定結果より、37-内赤は鉄を検出し、37-内赤の赤色顔料はベンガラと考えられた（図 185）。37-外黒も鉄を強く検出したが、土壌成分の影響と考えられる。塗膜断面の観察画像（図 186, 187）より、37-内赤は漆の浸透した木地が観測され、20 μ m の炭粉下地、10 μ m の黒色膠着層と約 26 μ m のベンガラを混和した赤色漆層を観察した。一方、37-外黒は漆の浸透した木地が観測され、65 μ m 以上の炭粉下地、12 μ m の黒色膠着層と約 10 μ m の黄褐色透明漆層を観察した。

2-4-38. 漆塗箸 No.38

箸の金黒色部分から塗膜片を採取した（図 188）。38-金黒とする。ATR-FTIR と XRF、SEM-EDX の測定結果、断面観察は次のとおりである（図 189, 190, 191, 192, 193）。

図 188. 漆塗箸 No.38 の塗膜採取箇所（38-金黒）

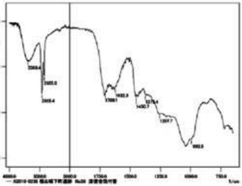


図 189. 漆塗箸 No.38 の ATR-FTIR 測定結果（38-金黒）

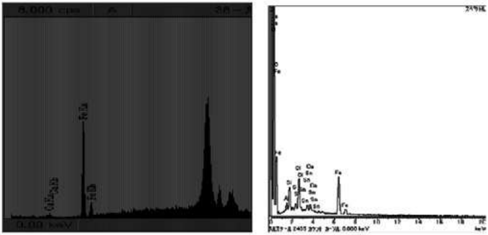


図 190. 漆塗箸 No.38 の XRF と EDX 測定結果（38-金黒）

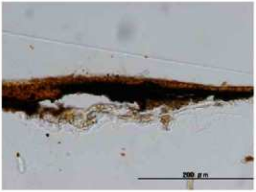


図 191. 漆塗箸 No.38 の塗膜断面透過観察画像（38-金黒）

図 192. 漆塗箸 No.38 の塗膜断面落射観察画像（38-金黒）

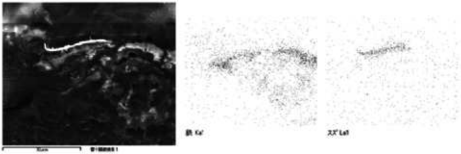


図 193. 漆塗箸 No.38 塗膜断面の SEM-EDX マッピング結果（38-金黒）

ATR-FTIR 測定結果より、38-金黒は漆と考えられた（図 189）。XRF 測定結果より 38-金黒から鉄を検出し、EDX 測定結果よりスズを検出した（図 190）。塗膜断面の観察画像（図 191, 192）より、38-金黒は竹材が観測され、5μm 以下の黒色膠着層、約 3μm のスズ箔と 12～29μm の黄褐色透明漆層を観察した。マッピングの結果（図 193）より、膠着層で鉄を検出した。

2-4-39. 漆塗底板 No.39

底板の黒色部分から塗膜片と白色付着物を採取した（図 194）。39-黒、39-白色付着物とする。ATR-FTIR と XRF の測定結果、塗膜片の断面観察は次のとおりである（図 195, 196, 197, 198）。

図 194. 漆塗底板 No.39 の塗膜採取箇所（39-黒）

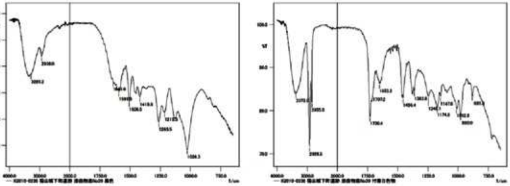


図 195. 漆塗底板 No.39 の ATR-FTIR 測定結果（左：39-黒、右：39-白色付着物）

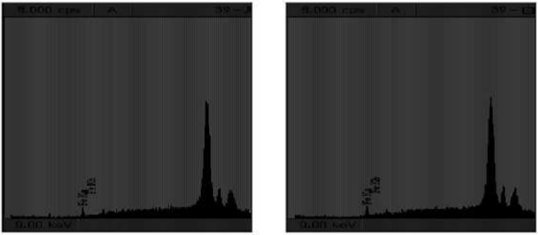


図 196. 漆塗底板 No.39 の XRF 測定結果（左：39-黒、右：39-白色付着物）

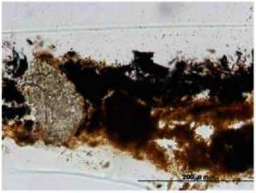


図 197. 漆塗底板 No.39 の塗膜断面透過観察画像（39-黒）

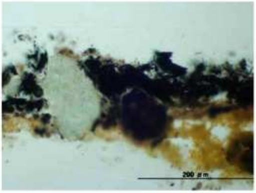


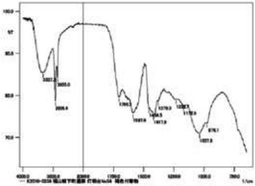
図 198. 漆塗底板 No.39 の塗膜断面落射観察画像（39-黒）

ATR-FTIR 測定結果より、39-黒は漆と考えられ、39-白色付着物はアミノ酸を含むものと考えられた（図 195）。ただし、39-黒は膠着剤等の他成分も検出された。XRF 測定結果より、39-黒と 39-白色付着物から特徴的な元素は検出されなかった（図 196）。塗膜断面の観察画像（図 197, 198）より、39-黒は漆の浸透した木地が観測され、約 70 μ m の炭粉下地と約 100 μ m の黒褐色粒子と 170 μ m の白色粒子を観察した。また、白色付着物はエタノールに溶解し、39-黒の採取片はエタノールにて粉状化した。アミノ酸（タンパク質）を含む漆が推定される。

2-4-40. 燭台木製品 No.54

燭台木製品の褐色部分から付着物を採取した。54-付着物とする（図 199)。ATR-FTIR と XRF の測定結果、断面観察は次のとおりである。(図 200, 201)

図 199. 燭台 No.54 の塗膜採取箇所（54-付着物）



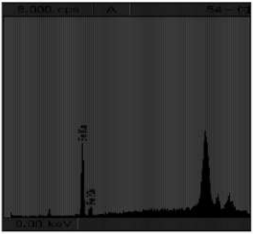


図 200. 燭台 No.54 の ATR-FTIR 測定結果　図 201. 燭台 No.54 の XRF 測定結果

ATR-FTIR 測定結果より、54-付着物は漆と考えられた（図 200)。XRF 測定結果より、鉄を強く検出したが、土壌成分の影響と考えられる（図 201)。また、54-付着物は圧着により黒色を呈した。よって、燭台木製品と想定されているが、漆を濾す台などの漆塗用品であった可能性が考えられる。

2-4-41. 朱の粒子径

朱を混和した赤色漆層においてSEMによる観察結果は、次のとおりである（図202～210)。

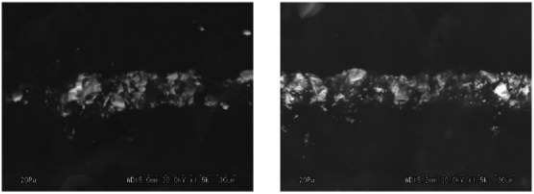


図 202. 漆塗椀 No.4 の塗膜断面 SEM 画像（左図：04-内赤、右図：04-外赤)

漆塗椀 No.4 における朱の粒径は 1.6～7.1μm で、大きさは不揃いであった（図202)。

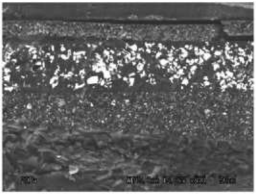


図 203. 漆塗椀 No.7 の塗膜断面 SEM 画像

漆塗椀 No.7 における朱の粒径は 2.4～7.5μm で、大きさは比較的均質であった（図203)。

図 204. 漆塗串 No.11 の塗膜断面 SEM 画像

漆塗串 No.11 における朱の粒径は 2.6～8.2μm で、大きさは比較的均質であった（図204)。

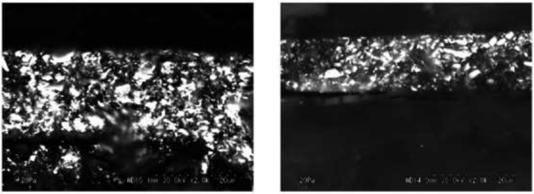


図 205. 漆塗椀 No.16 の塗膜断面 SEM 画像（左図：16-内赤、右図：16-外赤）

漆塗椀 No.16 における朱の粒径は 1.0～4.2 μm で、大きさは不揃いで、密度は大きい（図 205）。

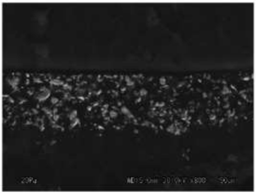


図 206. 漆塗椀 No.20 の塗膜断面 SEM 画像

漆塗椀 No.20 における朱の粒径は 1.7～7.0 μm で、大きさは比較的均質であった（図 206）。

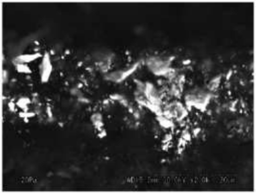


図 207. 漆塗椀 No.21 の塗膜断面 SEM 画像

漆塗椀 No.21 における朱の粒径は 1.2～6.3 μm で、大きさは不揃いであった（図 207）。

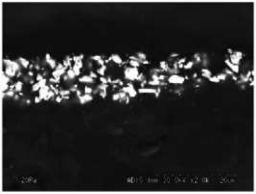
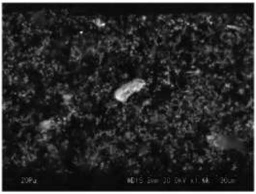


図 208. 漆塗部材 No.26 の塗膜断面 SEM 画像

漆塗部材 No.26 における朱の粒径は 1.2〜4.9 μ m で、大きさは比較的均質であった（図 208）。



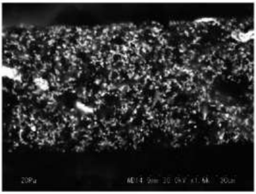


図 209. 漆塗椀 No.28 の塗膜断面 SEM 画像（左図：28-内茶、右図：28-外茶）

漆塗椀 No.28 における朱の粒径は 1.0〜1.5 μ m で、大きさは比較的均質で、密度が大きい。7〜9 μ m の粒子も観察される（図 209）。

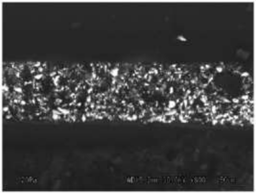


図 210. 漆塗椀 No.30 の塗膜断面 SEM 画像

漆塗椀 No.30 における朱の粒径は、2.2〜6.4 μ m で大きさは比較的均質であった（図 210）。

2-5. 考察

塗膜分析の結果より、漆塗椀25点の内、No.4、No.7、No.16、No.20、No.21、No.28、No.30の7点で朱漆が用いられ、他の赤色漆塗椀はベンガラ漆であった。また、No.4、No.20、No.30は漆地粉層、No.24は砥の粉層の下地（錆漆）を観察した。布着せは、漆塗椀No.4、No.21、No.22、No.25、No.33で観察された（表1）。

樹種同定の結果と比較するとNo.4、No.20、No.30はケヤキで、下地や顔料も他のブナ属の漆塗椀と異なっていることから、ケヤキの椀に応じた下地や塗り工程がとられたものと考えられる。No.30はやや異なるものの、用いられた朱の粒径もNo.4とNo.20は同じ傾向を示した。一方、トチノキの漆塗椀No.24、No.27、No.28を見てみると、No.24で砥の粉層が観察され、No.28で非常に細かく均一な朱の粒子が観察されるなど、一部でブナ属の漆塗椀と異なる工程がとられたものと考えられる。

これらの漆塗椀の塗膜分析結果は、樹種と漆塗り構造や漆工材料との間に明らかな相関関係が認められた北野氏の研究成果[1]と類似するものであり、汎用品としてのブナ材漆塗椀、中級品としてのトチノキ材漆塗椀、高級品としてのケヤキ漆塗椀を支持するものである。

漆塗櫛No.15とNo.36では赤色顔料としてベンガラは使用されているが、その漆塗り構造は大きく異なった。No.36はベンガラを含む漆層の上に黒色物質を含む漆を塗っているが、ベンガラ粒子は上層の黒色漆層に入り込んでおり、塗り工程が特異な例として興味が持たれる。

漆塗箸No.38は、スズ粉が検出され、蒔絵の技法を用いた箸であった。断面観察から研ぎ出しは観察されず、梨地の技法と考えられた。

曲物底板No.39の成分分析結果よりたんぱく質は検出されたが、麦漆と断定するには更なる分析が必要である。

燭台木製品No.54の成分分析結果より褐色付着物は漆と考えられ、No.54は漆を濾す台などであった可能性が考えられる。

参考文献

1. 北野信彦「近世出土漆器の研究」 吉川弘文館（2005）、北野信彦「近世漆器の産業技術と構造」 雄山閣（2005）

表 2. 成分及び塗膜分析結果一覧

			色	樹種名	推定の下地		推定の塗膜構造（下層から上層へ）							
					およその厚み/ µm		①およその厚み/ µm		②およその厚み/ µm		③およその厚み/ µm		④およその厚み/ µm	
No.1	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属		炭粉	58	ベンガラを混和した赤色漆層						
		外側（高台）	黒		>75	炭粉	14	黒色膠着層	66	黄褐色透明漆層				
No.2	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>50	炭粉	7	膠着層	40	ベンガラを混和した赤色漆層				
		外側（高台）	赤			炭粉	18	ベンガラを混和した赤色漆層						
No.3	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属		炭粉か（膠着層の可能性）	24	ベンガラを混和した赤色漆層						
		胴外側	赤		>35	炭粉	21〜30	ベンガラを混和した赤色漆層						
No.4	漆塗椀	胴内側	赤	ケヤキ	185, 60	布（苧麻）と漆地粉層	21	黄褐色透明漆層	<5	黒色膠着層	12	朱を混和した赤色漆層		
		胴外側	赤		165, 80	布と漆地粉層	26	黄褐色透明漆層	15	朱を混和した赤色漆層				
No.5	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>110	炭粉	8	黒色膠着層	34	ベンガラを混和した赤色漆層				
		外側（高台）	赤		40	炭粉	<5	黒色膠着層	43	ベンガラを混和した赤色漆層				
No.6	漆塗椀	破片内側	赤	ブナ属		炭粉	23〜44	ベンガラを混和した赤色漆層						
		破片外側	赤			炭粉	39	ベンガラを混和した赤色漆層						
No.7	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>30	炭粉	<5	膠着層	33	ベンガラを混和した赤色漆層	30	朱を混和した赤色漆層	15	ベンガラを混和した赤色漆層
		胴外側	黒			不明	12	膠着層	94	黄褐色透明漆層				
No.8	漆塗六角蓋	破片表側	赤	ヒノキ亜科		不明	24	黄褐色透明漆層（膠着層の可能性）	39	ベンガラを混和した赤色漆層				
		破片裏側	黒			炭粉か（膠着層の可能性）	45	黄褐色透明漆層						
No.9	漆塗隅切箱物蓋	内側	黒	ヒノキ科		−	12	柿渋等の塗膜層						
		外側	黒			−	10	柿渋等の塗膜層						
No.10	漆塗箸	外側	黒	タケ亜科		−	10	黒色膠着層	25	黄褐色透明漆層				
No.11	漆塗箸	端部	赤	タケ亜科		−	12	膠着層	31	朱を混和した赤色漆層				
No.12	漆塗部材	剥落片	黒	モミ属		炭粉	25	黄褐色透明漆層						
No.13	漆塗下駄	台	黒	サワグルミ		漆地粉層	10	黒色膠着層	13	黄褐色透明漆層	7	黒色顔料を混和した黒色漆層		
No.14	漆塗箱物	表側	赤	ヒノキ科		−	<5	膠着層	56	ベンガラを混和した赤色漆層				
		裏側	赤			−	3〜8	膠着層	53	ベンガラを混和した赤色漆層				
No.15	漆塗櫛		赤	ツバキ属		−	49	ベンガラを混和した赤色漆層						
No.16	漆塗椀	破片内側	赤	ブナ属		−	<5	黒色膠着層	29	朱を混和した赤色漆層				
		破片外側	赤		67	炭粉	8	黄褐色透明漆層	<5	黒色膠着層	18	朱を混和した赤色漆層		
No.17	漆塗箸		赤	タケ亜科	7	炭粉	<5	膠着層	57	ベンガラを混和した赤色漆層				
		端部	黒		>38	炭粉	<5	黒色膠着層	16	黄褐色透明漆層				
No.18	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>29	炭粉	<5	膠着層	39	ベンガラを混和した赤色漆層				
		胴外側	赤		>49	炭粉	<5	黒色膠着層	32	ベンガラを混和した赤色漆層				
No.19	漆塗椀	破片内側	赤	ブナ属	46	炭粉	37	ベンガラを混和した赤色漆層						
		破片外側	赤		>90	炭粉	14	ベンガラを混和した赤色漆層						
No.20	漆塗椀	剥落片（袋）	赤	ケヤキ	115	漆地粉層（2層か）	19〜33	黄褐色透明漆層	39	朱を混和した赤色漆層				
		剥落片（袋）	黒		25	漆地粉層	22〜80	茶褐色透明漆層	21	黄褐色透明漆層				
No.21	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>60	炭粉	21	茶褐色透明漆層	21	朱を混和した赤色漆層	<5	黒色顔料を混和した黒色漆層		
		胴外側	黒		90, 28	布と炭粉	44	黄褐色透明漆層	7	黒色顔料を混和した黒色漆層				
No.22	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>34	炭粉	<5	膠着層	73	ベンガラを混和した赤色漆層				
		外側（高台）	黒		118, 60	布と炭粉	43	黄褐色透明漆層						
No.23	漆塗椀	剥落片（袋）	赤	ブナ属	76	炭粉	<5	黒色膠着層	41	ベンガラを混和した赤色漆層				
		剥落片（袋）	黒		75	炭粉	7	黒色膠着層	26	黄褐色透明漆層				
No.24	漆塗椀	胴内側	赤	トチノキ	31	炭粉	6	膠着層	57	ベンガラを混和した赤色漆層				
		胴外側	黒		28, 56	炭粉と砥の粉	6	黒色膠着層	94	黄褐色透明漆層				
No.25	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属		炭粉	8	黄褐色透明漆層	20	ベンガラを混和した赤色漆層				
		底外側	黒		75, 44	布と炭粉	22	黄褐色透明漆層	18	黄褐色透明漆層	6	黒色顔料を混和した黒色漆層		
No.26	漆塗部材		赤	タケ亜科		−	8	膠着層	16	朱を混和した赤色漆層				
No.27	漆塗椀	剥落片	赤	トチノキ		−	<5	膠着層	40	ベンガラを混和した赤色漆層				
		外側（高台）	黒			炭粉	<5	膠着層	40	黄褐色透明漆層				
No.28	漆塗椀	胴内側	茶	トチノキ		炭粉	22	黄褐色透明漆層	52	朱を混和した茶色漆層				
		胴外側	茶			炭粉	7〜14	黄褐色透明漆層	30	黄褐色透明漆層	42	朱を混和した茶色漆層		
No.29	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	32	炭粉	5〜15	黄褐色透明漆層	115	ベンガラを混和した赤色漆層				
		胴外側	黒		33	炭粉	34	黄褐色透明漆層						
No.30	漆塗椀	剥落片（袋）	赤	ケヤキ	>150	漆地粉層（3層以上）	24	茶褐色透明漆層	<5	膠着層	41	朱を混和した赤色漆層		
		胴外側	黒		>98	漆地粉層（2層以上）	16〜29	茶褐色透明漆層	51	黄褐色透明漆層				
No.31	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	14	炭粉	7	黄褐色透明漆層	86	ベンガラを混和した赤色漆層				
		胴外側	黒		18	炭粉	10	黄褐色透明漆層	42	黄褐色透明漆層				
No.32	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>48	炭粉	<5	黒色膠着層	18	ベンガラを混和した赤色漆層				
		胴外側	黒		>33	炭粉	<5	黒色膠着層	18	茶褐色透明漆層				
No.33	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	120, >32	布（絹）と炭粉	22	ベンガラを混和した赤色漆層						
		胴外側	黒		140, 16	布（絹）と炭粉								
No.34	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>44	炭粉	6	膠着層	37	ベンガラを混和した赤色漆層				
		胴外側	赤		>82	炭粉	6	膠着層	45	ベンガラを混和した赤色漆層				
No.35	漆塗椀	胴内側	赤	ブナ属	>23	炭粉	17	ベンガラを混和した赤色漆層	5	茶褐色漆層				
		胴外側	赤		>13	炭粉	19	ベンガラを混和した赤色漆層	6	茶褐色漆層				
		外側（高台）	黒			炭粉	75	黄褐色透明漆層	7	茶褐色漆層				
No.36	漆塗櫛		赤黒	イスノキ		−	<5	膠着層	10	ベンガラを混和した赤色漆層	34	黒色粒子を混和した黄褐色透明漆層		
No.37	漆塗杓子	内側	赤	ハンノキ属	20	炭粉	10	黒色膠着層	26	ベンガラを混和した赤色漆層				
		外側	黒		>65	炭粉	12	黒色膠着層	10	黄褐色透明漆層				
No.38	漆塗箸		金黒	タケ亜科		−	<5	黒色膠着層（鉄系の顔料か）	3	スズ箔	12〜29	黄褐色透明漆層		
No.39	曲物底板		黒色	ヒノキ科	漆（炭粉）									
		付着物	白色		アミノ酸（たんぱく質か）									
No.54	燭台木製品	付着物	褐色	ヒノキ亜科	漆									

6　福山城下町遺跡における木製品の樹種同定（２）

パリノ・サーヴェイ株式会社

1. 試料

試料は、船部材などの木製品 60 点である。

2. 分析方法

剃刀を用いて木口（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成し、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、プレパラートとする。プレパラートは、生物顕微鏡で木材組織の種類や配列を観察し、その特徴を現生標本および独立行政法人森林総合研究所の日本産木材識別データベースと比較して種類を同定する

なお、木材組織の名称や特徴は、島地・伊東(1982)、Wheeler 他(1998)、Richter 他(2006)を参考にする。また、日本産木材の組織配列は、林(1991)や伊東(1995,1996,1997,1998,1999)を参考にする。

3. 結果

樹種同定結果を表 1 に示す。木製品は、針葉樹 6 分類群(マツ属複維管束亜属・マツ属単維管束亜属・モミ属・スギ・アスナロ・ヒノキ科・イチイ)と広葉樹 5 分類群(コナラ属コナラ亜属コナラ節・クリ・カツラ・イヌエンジュ・ハリギリ)に同定された。各分類群の解剖学的特徴等を記す。

表1. 福山城下町遺跡 樹種同定結果

掲載番号	遺物名	樹種	掲載番号	遺物名	樹種
43	建材	モミ属	78	割杭	アスナロ
46	舷側板	ハリギリ	79	角杭	アスナロ
47	舷側板	クリ	80	平杭	アスナロ
48	船部材	アスナロ	81	平杭	アスナロ
49	船部材	アスナロ	82	平杭	アスナロ
50	舳(艫)	クリ	83	平杭	アスナロ
51	櫂	コナラ属コナラ亜属コナラ節	84	平杭	アスナロ
55	建材	モミ属	85	平杭	マツ属単維管束亜属
56	建材	マツ属複維管束亜属	86	平杭	モミ属
57	建材	アスナロ	87	割杭	アスナロ
58	建材	アスナロ	88	割杭	モミ属
59	建材	ヒノキ科	89	割杭	モミ属
60	建材	スギ	90	割杭	アスナロ
61	建材	マツ属単維管束亜属	91	割杭	アスナロ
62	建材	アスナロ	92	平杭	アスナロ
63	建材	クリ	93	割杭	アスナロ
64	丸柱	アスナロ	94	割杭	アスナロ
65	角柱	アスナロ	95	割杭	アスナロ
66	角柱	アスナロ	96	割杭	アスナロ
67	丸杭	アスナロ	97	割杭	アスナロ
68	丸杭	イヌエンジュ	98	井戸枠隅杭	アスナロ
69	角杭	アスナロ	99	井戸枠隅杭	アスナロ
70	角杭	アスナロ	100	井戸枠板	アスナロ
71	角杭	アスナロ	101	井戸枠板	アスナロ
72	角杭	アスナロ	102	井戸枠板	アスナロ
73	角杭	イチイ	103	井戸枠板	アスナロ
74	角杭	アスナロ	104	槽	カツラ
75	角杭	アスナロ	114	桶把手	アスナロ
76	角杭	アスナロ	115	桶樽底蓋	スギ
77	平杭	アスナロ	128	箱物板	アスナロ

・マツ属複維管束亜属（*Pinus* subgen. *Diploxylon*） マツ科

軸方向組織は仮道管と垂直樹脂道で構成される。仮道管の早材部から晩材部への移行は急～やや緩やかで、晩材部の幅は広い。垂直樹脂道は晩材部に認められる。放射組織は、仮道管、柔細胞、水平樹脂道、エピ

セリウム細胞で構成される。分野壁孔は窓状となる。放射仮道管内壁には鋸歯状の突起が認められる。放射組織は単列、1-15 細胞高。

・マツ属単維管束亜属（*Pinus* subgen. *Haploxylon*） マツ科

軸方向組織は、仮道管と垂直樹脂道で構成される。仮道管の早材部から晩材部への移行は緩やかで、晩材部の幅は広い。垂直樹脂道は晩材部付近に認められる。放射組織は、仮道管、柔細胞、水平樹脂道、エピセリウム細胞で構成される。分野壁孔は窓状となる。放射仮道管内壁は滑らか。放射組織は単列、1-15 細胞高。

・モミ属（*Abies*） マツ科

軸方向組織は仮道管のみで構成される。仮道管の早材部から晩材部への移行は比較的緩やかで、晩材部の幅は狭い。放射組織は柔細胞のみで構成される。柔細胞壁は粗く、垂直壁にはじゅず状の肥厚が認められる。分野壁孔はスギ型で 1 分野に 1-4 個。放射組織は単列、1-20 細胞高。

・スギ（*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don） スギ科スギ属

軸方向組織は仮道管と樹脂細胞で構成される。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。樹脂細胞はほぼ晩材部に認められる。放射組織は柔細胞のみで構成される。分野壁孔はスギ型で、1 分野に 2-4 個。放射組織は単列、1-10 細胞高。

・アスナロ（*Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc.） ヒノキ科アスナロ属

軸方向組織は仮道管と樹脂細胞で構成される。仮道管の早材部から晩材部への移行は緩やかで、晩材部の幅は狭い。樹脂細胞は晩材部付近に認められる。放射組織は柔細胞のみで構成され、内壁には茶褐色の樹脂が顕著に認められる。分野壁孔はヒノキ型で、1 分野に 1-4 個。放射組織は単列、1-10 細胞高。

・ヒノキ科（Cupressaceae）

軸方向組織は仮道管と樹脂細胞で構成される。仮道管の早材部から晩材部への移行は緩やか～やや急で、晩材部の幅は狭い。樹脂細胞は晩材部付近に認められる。放射組織は柔細胞のみで構成される。分野壁孔は保存が悪く観察できない。放射組織は単列、1-10 細胞高。

上記、アスナロを含むヒノキ科のいずれかであるが、保存が悪く、同定に重要な分野壁孔の観察ができないために同定できず、ヒノキ科とした。

・イチイ（*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.） イチイ科イチイ属

軸方向組織は仮道管のみで構成される。樹脂道および樹脂細胞は認められない。仮道管の早材部から晩材部への移行はやや急で、晩材部の幅は狭い。仮道管内壁にはらせん肥厚が認められる。放射組織は柔細胞のみで構成される。分野壁孔はヒノキ型で、1 分野に 1-2 個。放射組織は単列、1-5 細胞高。

・コナラ属コナラ亜属コナラ節（*Quercus* subgen. *Quercus* sect. *Prinus*） ブナ科

環孔材で、孔圏部は 1-2 列、孔圏外で急激に管径を減じたのち、漸減しながら火炎状に配列する。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、1-20 細胞高のものと複合放射組織とがある。

・クリ（*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.） ブナ科クリ属

環孔材で、孔圏部は 3-4 列、孔圏外で急激に管径を減じたのち、漸減しながら火炎状に配列する。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。

・カツラ（*Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc.）　カツラ科カツラ属

散孔材で、道管はほぼ単独で散在し、年輪界に向かって管径を漸減させる。道管の分布密度は高い。道管は階段穿孔を有する。放射組織は異性、1-2 細胞幅、1-30 細胞高。

・イヌエンジュ（Maackia amurensis Rupr. et Maxim. subsp. buergeri (maxim) Kitamura)　マメ科

環孔材で、孔圏部は 2-4 列、孔圏外でやや管径を減じた後、多数の道管が集まって接線方向、斜方向に複合して帯状に配列し、年輪界に向かって径を漸減させる。道管は単穿孔を有している。小道管は階層状に配列し、内壁にはらせん肥厚が認められる。放射組織は異性〜同性、1-8 細胞幅、1-60 細胞高。

・ハリギリ（*kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai)　ウコギ科ハリギリ属

環孔材で孔圏部は 1-2 列、孔圏外で急激に管径を減じたのち、塊状に複合して接線・斜方向に帯状あるいは紋様状に配列し、年輪界に向かって径を漸減させる。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状または対列状に配列する。放射組織は異性、1-5 細胞幅、1-30 細胞高。

引用文献

林　昭三,1991,日本産木材　顕微鏡写真集.京都大学木質科学研究所.

伊東　隆夫,1995,日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅰ.木材研究・資料,31,京都大学木質科学研究所,81-181.

伊東　隆夫,1996,日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅱ.木材研究・資料,32,京都大学木質科学研究所.66-176.

伊東　隆夫,1997,日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅲ.木材研究・資料,33,京都大学木質科学研究所,83-201.

伊東　隆夫,1998,日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅳ.木材研究・資料,34,京都大学木質科学研究所,30-166.

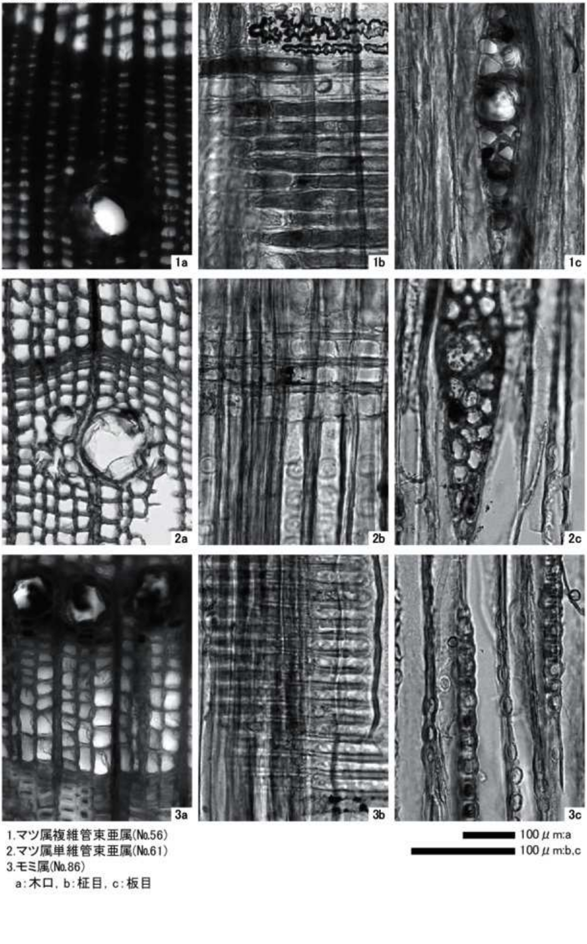
伊東　隆夫,1999,日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅴ.木材研究・資料,35,京都大学木質科学研究所,47-216.

Richter H.G.,Grosser D.,Heinz I. and Gasson P.E.（編）,2006,針葉樹材の識別　IAWA による光学顕微鏡的特徴リスト.伊東　隆夫・藤井　智之・佐野　雄三・安部　久・内海　泰弘（日本語版監修）,海青社,70p.［Richter H.G.,Grosser D.,Heinz I. and Gasson P.E.(2004) *IAWA List of Microscopic Features for Softwood Identification*］.

島地　謙・伊東　隆夫,1982,図説木材組織.地球社,176p.

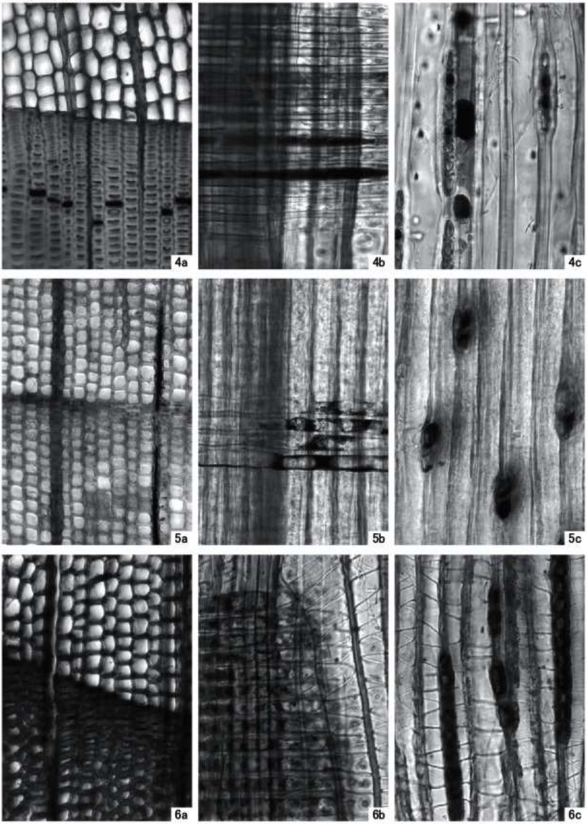
Wheeler E.A.,Bass P. and Gasson P.E.（編）,1998,広葉樹材の識別　IAWA による光学顕微鏡的特徴リスト.伊東　隆夫・藤井　智之・佐伯　浩（日本語版監修）,海青社,122p.［Wheeler E.A.,Bass P. and Gasson P.E.(1989) *IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification*］.

図版1　福山城下町遺跡の木材(1)



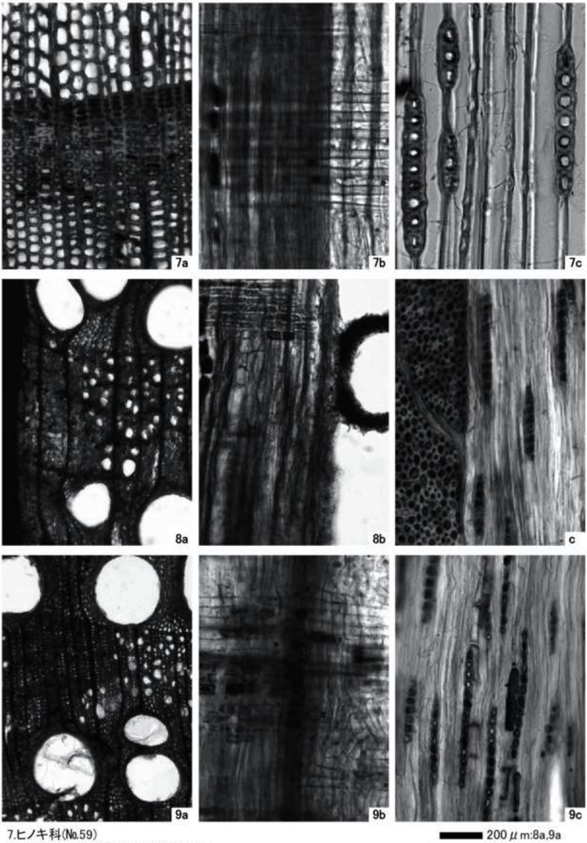
1.マツ属複維管束亜属(No.56)
2.マツ属単維管束亜属(No.61)
3.モミ属(No.86)
a:木口, b:柾目, c:板目

図版2　福山城下町遺跡の木材(2)



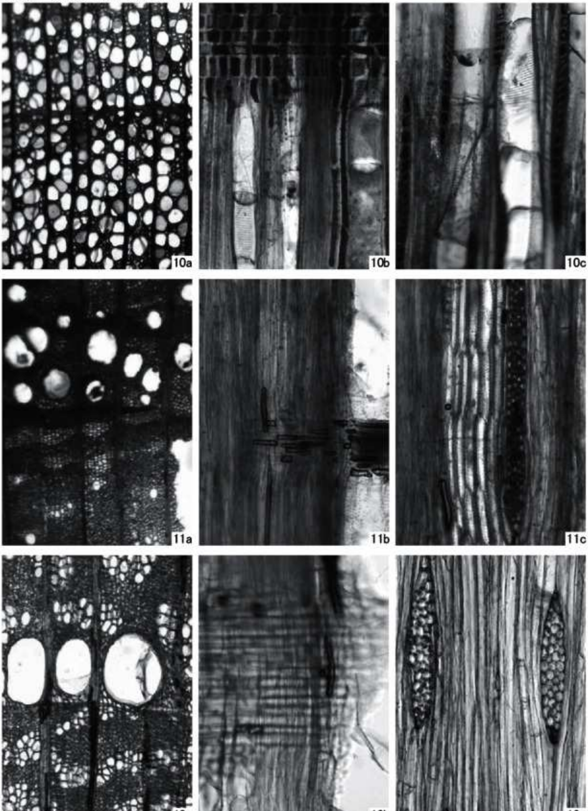
4.スギ(No.60)
5.アスナロ(No.79)
6.イチイ(No.73)
a：木口，b：柾目，c：板目

図版３ 福山城下町遺跡の木材(3)



7.ヒノキ科(No.59)
8.コナラ属コナラ亜属コナラ節(No.51)
9.クリ(No.63)
a:木口, b:柾目, c:板目

図版4　福山城下町遺跡の木材(4)



10.カツラ(No.104)
11.イヌエンジュ(No.68)
12.ハリギリ(No.46)
a:木口, b:柾目, c:板目

200 μ m:a
100 μ m:b,c

7　福山城下町遺跡における木製品の樹種同定（３）

(財)北海道埋蔵文化財センター　菊池　慈人

（１）試料および識別の方法

試料を水漬の状態で保管しているときに、なるべく加工面は避けて破断面などの目立たない部分を選び、また正常な組織構造の観察ができるように、腐植による劣化の進んだ部分、節など組織の乱れのある部分はできるだけ避けることに留意して木口面、板目面、柾目面の３断面を採取した。

出土材から直接両刃カミソリを用いて各断面の一年輪以上が含まれる５mm×５mm、厚さ10～20ミクロン程の切片を採取した。３断面を１セットとしてプレパラートを作製し、生物顕微鏡により観察を行い、基本的に属までの同定とした。

（２）識別結果

１７５点について樹種の識別をおこない、針葉樹４科５属、広葉樹10科11属を同定した。それらの根拠となった組織構造的な特徴を針葉樹、広葉樹の順で以下に記す。掲載番号195・223・239・237・254については（財）元興寺文化財研究所　木沢直子氏にご教示を頂いた。

イチイ　*Taxus cuspidate* Sieb. etZucc　（いちい科　TAXACEAE）

仮道管と放射柔細胞からなり、分野壁孔はヒノキ型である。仮道管の内壁にはらせん肥厚が存在する。

【掲載番号】 222

【特徴】 高さ15m、直径50ｃｍより大きくなり、枝分かれしやすく潅木状にもなる耐陰性の非常に強い陰樹である。心材は紅褐色、辺材は狭く白色で区別は明瞭である。材質は緻密でやや重硬で狂いにくく弾力性も強い。耐久性は高く加工も乾燥も容易である。

【用途】 細工物、彫刻、床柱、器具、建築など。

モミ属　*Abies*　（まつ科　PINACEAE）

仮道管と放射柔細胞からなり、分野壁孔はスギ型である。放射柔細胞の壁は厚く数珠状末端壁を有する。北海道に自生するトドマツと推定される。

【掲載番号】 113・213・234・235・244・266・267

【特徴】 高さ25m、直径60ｃｍ以上になる。心材と辺材はいずれも白色で区別は不明瞭である。材質は軽軟で木理は通直、加工も容易である。

【用途】 建築材、器具材など。

マツ属　*Pinus*　（まつ科　PINACEAE）

（二葉松類）

仮道管、放射柔細胞、放射仮道管、水平・垂直樹脂道を取り囲むエピセリウム細胞からなる。分野壁孔は窓状である。放射仮道管の内壁に鋸歯状の突起が見られることから、二葉松類と考えられる。

（五葉松類）

仮道管、放射柔細胞、放射仮道管、水平・垂直樹脂道を取り囲むエピセリウム細胞からなる。分野壁孔は窓状である。放射仮道管の内壁はなめらかであることから、**五葉松類と考えられる。**

【掲載番号】 248 **（二葉松類）、41・259・268** （五葉松類）

【特徴】 大きなものは高さ30m、直径100ｃｍに達する。

【用途】 建築、器具、楽器、土木、船など。

スギ *Cryptomeria japonica* D.Don　（スギ属）（すぎ科　TAXODIACEAE）

仮道管、樹脂細胞、放射柔細胞からなり、樹脂道、放射仮道管は存在しない。仮道管にらせん肥厚は存在しない。樹脂細胞は早・晩材部の移行部から晩材部にかけて散在する。年輪界は明瞭で、早材部から晩材部への移行は急又はやや急である。晩材部の幅は比較的広い。放射組織は単列のみで一般に10細胞高以下である。分野壁孔はスギ型である。

【掲載番号】 105～110　・112・116～125・138・140・189・215・217・219・220・227・229・241・242・243・246・256・261～265・272・275～279、非掲載の樽側板14点

【特徴】 北海道には自生しない。高さ40m、直径2mになる。心材は淡い紅色や暗赤褐色、暗褐色など色々で、辺材はほとんど白色であり、材質は軽軟で強靭、木理は通直で加工も容易である。

【用途】 建築、船、家具、器具（樽、桶、下駄、箸）など。

アスナロ　*Thujopsis dolabrata* Sieb. etZucc.（**ヒノキアスナロ**　var. *Hondai* Makino）
（アスナロ属　*Thujopsis*）（ひのき科　CUPRESSACEAE）

仮道管、樹脂細胞、放射柔細胞からなり、樹脂道、放射仮道管は存在しない。仮道管にらせん肥厚は存在しない。樹脂細胞は晩材部の接線状に散在する。早材から晩材への移行は緩やかで、晩材部の幅は狭い。分野壁孔は孔口直径4～5μmでヒノキ型が殆どであるが、スギ型とトウヒ型も認められ、1分野に2～5個存在する。アスナロとその北方型の変種のヒノキアスナロを組織構造的に区別することはできない。

【掲載番号】：111・126・129～137・139・141～145・188・199・210・212・216・218・221・250・252・257・258

【特徴】 アスナロは北海道に自生しないがヒノキアスナロは本州北中部から北海道南部まで自生している。共に高さ20～30m、直径50～70ｃｍになる耐陰性の樹木である。材としての区別もなく、心材は暗黄色、辺材は淡い黄白色で区別は不明瞭であり、材質は柔らかいが強靭である。殺菌性のある樹脂成分を多く含んでいて耐朽性はよく水湿の場所に使うとヒノキよりも優れていると言われている。

【用途】 建築、家具、船、彫刻、漆器木地など。

カバノキ属　*Betula*　（かばのき科　BETULACEAE）

散孔材であり、一般に道管は2～4個が放射方向に複合する。放射組織は1～4細胞幅で40細胞高以上になり同性である。道管要素は階段せん孔をもつ。らせん肥厚は存在しない。シラカンバやウダイカンバ等が推定される。

【掲載番号】 166・230・237

【特徴】 概ねカバノキ属は湿気を好み、谷間、河畔などに生育する、生長の速い陽樹である。材質はやや重硬で強靭、加工と乾燥も中庸であるが、シラカンバの耐朽性は低い。

【用途】 建築、器具（曲木細工、漆器木地、木釘）など。

ブナ属　*Fagus*　（ぶな科　FAGACEAE）

散孔材である。道管はほぼ平均に分布し、年輪前半部の道管の方が大きく、外側にいくにつれて大きさと数が減少する。軸方向柔細胞は単独で散在するものと短接線状に配列するものがある。放射組織は単列のもの、複数列のもの、広放射組織の3種類があり、ほとんど同性である。道管要素は一般に年輪の前半部で単せん孔、外側では階段せん孔と網状せん孔をもつ。内腔には時々チロースが認められる。らせん肥厚は存在しない。ブナ（北海道南部が北限）、イヌブナ（北海道には自生しない）が推定される。

【掲載番号】 236

【特徴】 ブナは高さ25〜30m、120〜150ｃｍにもなる陰樹である。心材、辺材とも淡黄白色で区別は不明瞭である。材質はやや重硬で緻密である。イヌブナの心材は赤褐色、辺材は灰白色で区別は明瞭である。ブナほど大きくはならず、材質もほとんど変わらない。

【用途】 建築、器具（漆器木地、杓子、柄など）、家具、薪炭など。

カツラ *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. etZucc.

（カツラ属 *Cercidiphyllum*）（かつら科 CERCIDIPHYLLACEAE）

散孔材である。道管の多くは単独で存在し数が極めて多く、年輪内全体を通じて均等に分布する。放射組織は１〜２細胞幅、直立細胞の間に方形細胞と平伏細胞が入り込む典型的な異性である。道管要素は階段せん孔をもち、バーの数も20本以上と非常に多い。らせん肥厚は存在しない。

【掲載番号】 201・253

【特徴】 高さ20〜30m、直径100〜200ｃｍほどになる。水湿に富む肥沃な深層土を好む中庸樹である。沢沿いや水湿地に生育する。心材は暗赤褐色、辺材は黄褐色で区別は明瞭である。材質はやや軽軟で狂いが少なく加工しやすいが耐朽性、保存性は低い。

【用途】 建築（床）、器具（杵、臼、小刀の柄、漆器木地など）、船、彫刻、下駄、挽物、櫛など。

モクレン属 *Magnolia* （もくれん科 MAGNOLIACEAE）

散孔材である。単独または２〜数個の放射方向に接続した道管が均等に分布する。放射組織は１〜２細胞幅、５〜35細胞高と高い。上下縁辺の１〜２列のみが直立細胞ないし方形細胞、そのほかは平伏細胞の異性である。道管要素は単せん孔と階段せん孔をもつ。道管には階段壁孔と対列壁孔が認められ、らせん肥厚が存在する。ホオノキ、キタコブシ、コブシが推定される。

【掲載番号】 157〜159・161〜165・167〜169・171〜174・178・179（差歯）〜184・187・190〜192・194・196・198・200・202・204・208

【特徴】 ホオノキは高さ20〜30m、直径60〜100ｃｍほどになる。適潤で肥沃な深層土を好む陽樹である。心材は暗灰緑色、辺材は灰白色で区別は明瞭である。材質は軽軟で緻密であり加工は容易であるが、耐朽性は低い。キタコブシ・コブシは高さ15〜20m、直径30〜60ｃｍほどになり、日当たりの良い山腹、渓畔などの適度に湿ったところに生育する。心材、辺材ともにやや緑がかった黄白色で区別は不明瞭である。材質及は軽軟で緻密であり加工は容易であるが、耐朽性は低い。

【用途】 建築、器具（漆器木地、槌の柄、曲物、指物など）、船(船具など)、彫刻、下駄など。

アジサイ属 *Hydrangea* （ゆきのした科 SAXIFRAGACEAE）

散孔材。直径40〜50μｍの道管が単独あるいは2〜3個複合して年輪内に均等に分布する。道管要素は階段せん孔をもち、バーの数は時々50を超える。道管には平板上のチロースが存在し、階段壁孔が認められる。らせん肥厚は認められない。放射組織は平伏細胞、方形細胞、直立細胞からなる異性で１〜３細胞幅である。放射組織の特徴からノリウツギの可能性が高いが木材組織に不明瞭な部分もあることからアジサイ属とした。

【掲載番号】 223

【特徴】 落葉低木である。高さ２〜３m、直径５〜10ｃｍほどになり、森林内、丘陵地、湿原など日当たりのよいところに生育する。材質はやや重硬で緻密である。髄は白くて太く、皮と木質部の間の内皮から糊をとる。

【用途】 楊枝、木釘その他小細工物。

カエデ属 *Acer* （かえで科 ACERACEAE）

散孔材である。道管は単独又は数個が複合して均等に分布するが数は少ない。放射組織は１〜６細

胞幅、５～30 細胞高で同性である。道管要素は単せん孔をもち、らせん肥厚が存在する。イタヤカエデ、ヤマモミジ、ハウチワカエデ等が推定される。

【掲載番号】 239・247・260

【特徴】 カエデ属には多くの樹種があり、やや湿った肥沃な深層土を好む陽樹～中庸樹である。いずれも心材、辺材の区別は不明瞭で、ほとんど同様の材質であり、緻密でやや硬い。

【用途】 建築（柱など）、器具（刀柄、刀鞘、杓子、漆器木地など）、薪炭など。

エゴノキ属 *Styrax* （えごのき科 STYRACACEAE）

散孔材である。道管は単独又は数個で複合管孔を形成する。軸方向柔細胞は短接線状に配列する。放射組織は１～３細胞幅、３～30 細胞高で単列の翼部の高い異性である。道管要素は階段せん孔をもつ。らせん肥厚は認められない。ハクウンボク又はエゴノキ（北海道南部以南）が推定される。

【掲載番号】 254・255

【特徴】 ハクウンボクは高さ６～15m、直径 20ｃｍほどになり湿気を好む。心材、辺材共に淡黄白色か黄褐色で区別はない。材質は緻密で硬いが加工は容易にできる。エゴノキは高さ７～８ｍ、直径 20～25ｃｍになり湿気を好む。心材、辺材共に淡黄白色か黄褐色で区別はない。材質は緻密で硬いが曲げやすい。

【用途】 ハクウンボクは器具（将棋の駒、杓子、箆など）、彫刻など。エゴノキは建築、器具(柄、将棋の駒、櫛)など。

コナラ属 *Quercus* （ぶな科 FAGACEAE）

環孔材である。孔圏部の大道管にはチロースが認められ、周囲には周囲仮道管が存在する。孔圏外の導管は、やや放射状に配列することがある。放射組織は単列と広放射組織からなり同性である。道管要素は単せん孔をもつ。北海道に自生するミズナラ、コナラ、カシワが推定される。

【掲載番号】 52・53・185・186・

【特徴】 ミズナラ:高さ 25～30m、直径 70～120ｃｍになり、谷間、渓流沿い、湖畔など湿気のあるところにおいて最も旺盛に生育する生長の速い陽樹である。心材は黄褐色、辺材は淡紅白色で区別は明瞭である。材質は重硬で緻密なため加工が難しく、乾燥は困難で割れが出やすい。コナラは高さ 17～22m、直径 40～60ｃｍになり、日当たりのよい丘陵地に多く生育する。心材は淡灰褐色、辺材は淡黄褐色で区別は不明瞭。強度は高く硬いが従曲性がある。カシワは高さ 20～25m、直径 30～90ｃｍになり、日当たりのよい適潤な肥沃地から火山灰地、海岸、砂丘にしばしば群生することもある。心材は暗褐色、辺材は黄褐色で区別は明瞭である。材質は硬く加工は困難であるが水湿に耐える。

【用途】 ミズナラ・コナラは建築、器具（椅子、臼類、曲木細工、柄類など）、船（櫂、船用曲木）、薪炭など。カシワは樽、器具、薪炭など。

クリ *Castanea crenata* Sieb.etZucc. （クリ属 *Castanea*）（ぶな科 FAGACEAE）

環孔材である。孔圏部の大道管にはチロースが認められ、周囲には周囲仮道管が存在する。孔圏外の導管は火炎状に配列する。放射組織は、殆どが単列であるが稀に複列になり、１～15 細胞高で同性である。道管要素は単せん孔をもち、小道管には稀に階段せん孔がみられる。らせん肥厚は存在しない。

【掲載番号】 44・45・54

【特徴】 高さ 15～25m、直径 50～80ｃｍになる陽樹である。心材は褐色、辺材は暗灰白色で区別は明瞭である。水湿に強く、耐朽性は非常によい。材質は重硬で割裂容易だが加工はやや困難である。

【用途】：建築(床柱、柱、床板など)、器具（椅子、漆器木地、桶樽類など）、土木用杭、下駄、櫂な

ど。

キハダ *Phellodendron amurense* Ruprecht (みかん科 RUTACEAE)

環孔材。孔圏部の道管は直径約 200μm で単独または 2 個複合し、2〜3 列で配列する。孔圏外の小道管は多数集合し、接線状または斜線状、紋様状に配列する。道管要素は単せん孔で小道管の内壁にらせん肥厚が見られる。道管内腔には着色物質がある。放射組織は 1 〜 4 細胞幅で、平伏細胞よりなる同性である。

【掲載番号】 195

【特徴】 高さ 20〜25m、直径 60〜100 c mになり、湿気を好む陽樹である。心材は黄褐色、辺材は黄白色で区別は明瞭である。材質はやや軽軟で加工も容易である。建築 (床柱、床柱など)、器具 (家具、指物、机、箸、杓子、盆、椀、箱類など)、下駄、薪炭など。

ハリギリ *Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai (ハリギリ属 *kalopanax*)

(うこぎ科 ARALIACEAE)

環孔材である。孔圏部の導管は 1 列で径は大きく、孔圏外では小道管が多数接合して集団管孔形成し、接線方向にかなり規則的に配列する。放射組織は 1 〜 6 細胞幅で、上下縁辺の 1 列のみが方形細胞の異性である。導管要素は単せん孔をもつ。らせん肥厚は存在しない。

【掲載番号】 42・160・170・179 (下駄台)・193・197・203・205〜207・209

【特徴】 高さ 25〜30m、直径 60〜120 c mになるやや湿気た肥沃な深層土を好む陽樹である。心材は淡灰褐色か黄褐色で辺材は淡黄白色を呈し区別は不明瞭である。材質は重さと硬さは中庸で加工も乾燥も容易な方であるが耐朽性は高くない。

【用途】 建築、器具 (椅子、盆、漆器木地、指物、杓子、臼、把柄類、櫛など)、楽器、橋梁、川船の櫂、下駄など。

タケ亜科 Subfam.Bambusoideae (**いね科** GRAMINEAE)

被子植物、単子葉類。用途から類推してタケ属のマダケなどが考えられる。

【掲載番号】 240・251

【用途】箸、楽器材、漆器木地など。

参考文献

岡本省吾・北村四郎 (1981)『原色日本樹木図鑑』保育社

鮫島惇一郎 (1986)『北海道の樹木』北海道新聞社

島地 謙・伊藤隆夫 (1982)『図説木材組織』地球社

島地 謙・伊藤隆夫 (1988)『日本の遺跡出土木製品総覧』雄山閣

島地 謙・須藤彰司・原田 浩 (1976)『木材の組織』森北出版

島地 謙・佐伯 浩ほか (1985)『木材の構造』文永堂出版

(財)北海道埋蔵文化財センター『ユカンボシC15遺跡 (1)・(3)・(5)・(6)』北埋調報 128・146・176・192

8　福山城下町遺跡における漆塗製品から採取した漆膜の放射性炭素年代

中村俊夫（名古屋大学年代測定総合研究センター）・山田哲也（財団法人元興寺文化財研究所）

1．はじめに

北海道松前町福山城下町遺跡は，福山城から東に約 300m 離れた町屋地区にある．この遺跡から，土器・土製品，金属器や鉄滓・銅滓，石製品，骨角製品に混ざって櫛・下駄・桶樽・漆椀・建材・船材などの木製品が出土した．特に，黒色，赤色の漆を塗布した製品が目立ち，主たる漆塗椀の他，漆塗箱，漆塗容器，漆塗杓子，漆塗櫛，漆塗下駄，漆塗部材などが存在する．

この松前町福山城は，1600 年から 1606 年にかけて福山の地に陣屋が築かれたことに発する．後にロシア艦隊などが来航すると，1849 年に北方警備を目的として福山城が築かれた．この間，福山城下町は 18 世紀後半から 19 世紀中葉にかけて最盛期を迎えている．福山城下町遺跡の堆積層には幾枚かの火災層がみられ，最上層は 1868 年の福山城攻防戦による堆積層とされている．このように，遺跡から発掘された漆塗製品は，江戸時代に製作され使用されたものがほとんどであるが，中にはそれより以前に製作されたものが伝世品として伝えられたことが考えられる．そこで，漆塗製品から保存処理前に剥がれ落ちた極微量の漆膜，あるいは一部では漆膜を製品から微少量採取して，これらの試料について加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素（^{14}C）年代測定を行った．

2．AMS 法による ^{14}C 年代測定

天然の炭素は，放射性の炭素原子（^{14}C）と安定な炭素原子（^{12}C 及び ^{13}C）からなる．記号 C は炭素を表し，左肩の数字は質量数を表す．試料炭素に含まれる ^{12}C，^{13}C および ^{14}C の個数の比率と試料の年代にはどのような関係があるのか．^{12}C および ^{13}C は安定な炭素であり，それらの個数は不変である．一方，^{14}C は放射性の炭素原子であり，時間が経つと崩壊して，別の元素（窒素）に変わってしまう．この放射性崩壊は，物理学の原理に基づき，規則正しく起こる．^{14}C の放射性崩壊の速さは，1 年あたり ^{14}C の個数が 0.0121％だけ減少することに相当する．従って，放射性崩壊は正確な時計として利用でき，この崩壊による ^{14}C の減少量を測ることで，試料が形成されてからの経過時間がわかる．これが，^{14}C 年代測定の原理である（Arnold and Libby1949; 中村 2003a）．炭素は，生物に含まれる主要元素の一つであることから，生物に由来するさまざまな物質に含まれている．従って，さまざまな炭素を含む物質が ^{14}C 年代測定の対象となる．

^{14}C は，宇宙から降ってくる宇宙線の作用により地球の大気中で生成される．^{14}C は酸化されて二酸化炭素（$^{14}CO_2$）となり，大気中に存在する他の二酸化炭素（$^{12}CO_2$, $^{13}CO_2$）とよく混合して，^{14}C 濃度（^{12}C に対する ^{14}C の割合）が一定になったあと，光合成，食物連鎖により生物体内に移行する．宇宙線による ^{14}C の生成が時間的に変動しなければ，崩壊により減少する ^{14}C の個数と生成される個数とが釣り合って，地球上の ^{14}C の個数は時間的に変動しない．このため，炭素試料の ^{14}C 初期濃度はほぼ一定であり，試料の年代と試料中に残存している ^{14}C 濃度との関係はほぼ指数関数で表される．^{14}C の半減期は 5730±40 年であることから，様々な炭素含有物質のうち，炭素固定を行った時期が数万年前より新しいものではまだ ^{14}C が残っており，その ^{14}C 濃度を測定することで炭素固定の年代が測定できる．

^{14}C の濃度（全炭素に対する ^{14}C の割合，あるいは，^{14}C/^{12}C, ^{14}C/^{13}C 比）を測定する方法には２つの

方法がある．1950 年頃，Libby らにより開発された ^{14}C 年代測定では，^{14}C の検出は，^{14}C が崩壊する際に放出する放射線（β線）を検出することにより行われた．この方法では，通常は 1g 以上の炭素試料が必要とされる．一方，AMS を用いる方法が 1977 年に開発された．AMS とは，粒子イオンを加速する装置（accelerator）とその重さ（質量）を区別する磁場装置（mass spectrometer）を結合して，加速した粒子イオンを質量数について分離し，それらの存在量を高感度で測定する方法である．すなわち，炭素の同位体 ^{12}C, ^{13}C, ^{14}C の割合を直接測定する．AMS による ^{14}C 年代測定は，炭素 1mg 程度で実施できる．このことから，さまざまな考古学的試料の直接測定が可能となった．従来は，小型の貴重な考古遺物は年代測定をあきらめて入念に保存し，代わりに同じ地層から出土した大型の木材片や木炭片などについて年代測定を行い，それを遺物の年代として代用した．代用試料で済ませたことから，考古資料の ^{14}C 年代による編年に曖昧さが残った． AMS では，ほとんどの試料について，保存状態さえよければ直接そのものの年代測定が可能である．今回は，江戸時代の考古遺跡から出土した漆塗製品から，単年産でありかつ風化に対して耐性が高い微量の漆膜試料を採取して，AMS による ^{14}C 年代測定を行った．

３．漆塗製品から採取された漆膜の ^{14}C 年代測定

３．１　漆膜試料の採取

北海道松前町福山城下町遺跡から出土した，土器・土製品，木製品，金属器や鉄滓・銅滓，石製品等のうち，保存処理が必要とされる製品の一部について，(財) 元興寺文化財研究所において処理が実施された．その際に，漆塗製品の ^{14}C 年代測定を行うために，漆塗製品から漆薄膜試料の採取を (財) 元興寺文化財研究所保存科学センターにて実施した（写真 1)．採取した試料総数は 29 点である．採取した漆膜試料のリストを表 1 に示す．リストには，漆塗製品の遺物名，採取部位，漆の色，漆塗製品の樹種が示されている．さらに，顕微鏡観察により推定される漆下地の素材やその構造を内膜から外膜に向かって順に示してある．

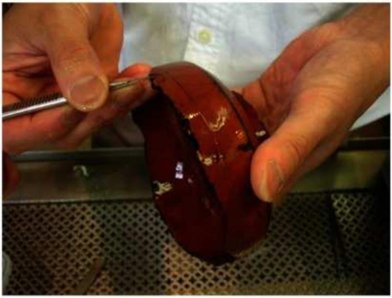


写真 1　漆塗製品から漆試料の採取

漆膜試料の採取においては，漆のみを選別して採取することは困難であった．下地や木胎の一部が付着したまま除去されずに年代測定に供された試料もある．実際，採取した29点の試料のうち（表2）試料No.22は，3mm厚の木胎のうえに小さな漆膜が付着していた．漆の量が少ないうえに，木胎から漆のみを剥がすことは難しいと判断して，この試料の年代測定は断念した．

３．２　^{14}C年代測定のための試料調製

漆試料の年代測定のための試料調製は中村（1999）による．この度の試料調製では，発掘の途中で，出土品の保存剤による処理は一切行われなかったことから，アセトンなどの有機溶媒による洗浄処理は行っていない．漆自身は酸やアルカリに対して耐性が強いため，試料の化学的洗浄として実施する塩酸や水酸化ナトリウム水溶液による処理は，付着している可能性のある下地の物質を除去するために充分に時間をかけて実施した．

試料の化学的洗浄処理は，容量10mLのネジふた付きの遠心沈澱管を用いた（写真2）．漆膜試料を沈澱管に移し，蒸留水を加えてブロックヒーターを用いて70℃で加熱した．蒸留水を数回取り替えて試料を洗浄した後，1.2規定塩酸を用いて，70℃で数日間連続して加熱処理した．つぎに，蒸留水で洗浄して塩酸分を除去し，1.2規定の水酸化ナトリウム水溶液を用いて，70℃で数日間の加熱処理した．この水酸化ナトリウム水溶液による処理では，溶液が茶褐色に着色する試料が多かった．水酸化ナトリウム水溶液を取り替えて着色しなくなるまで数回繰り返した．次に，1.2規定塩酸に取り替えて70℃で昼夜の加熱処理を数日間繰り返した．そのあと，蒸留水で洗浄して塩酸成分を完全に除去し，90℃で乾燥した．

この最後の塩酸成分除去の過程で，塩酸溶液中に透明なゲル状物質が漆試料から分離してきた．70℃で加熱中には明瞭には見えないが，ブロックヒーターから取り出して室温になると透明な半固形の浮遊物であることが判る（写真３）．この物質は，試料No. 1, 4, 10, 14, 16, 19, 21, 24, 26, 33, 35などで顕著に出現した．これらの物質は，木胎に漆を塗布する際の下地造りにおいて炭粉や布切れを木胎に固着するために用いられた膠などの接着剤に由来するものと考えられる．試料No. 16（写真４）では，

写真２　遠心沈澱管による漆試料の化学洗浄処理

透明な半固形浮遊物が多量にあったため，起源物質の確認を目的とする有機物分析のための試料として採取し保管した．洗浄処理では，漆膜の破片以外は可能な限り除去しながら，蒸留水を加えて70℃の加熱処理洗浄を10回以上繰り返した．

写真３　試料No.1に見られた透明なゲル状浮遊物

写真４　試料No.16に見られた透明なゲル状浮遊物
（遠沈沈澱管に書かれた番号は仮の試料番号）

乾燥した漆試料から7mg程度をめやすに分取した．粉々になっており明らかに量が少ない場合には，遠沈管内の漆試料に500mg程度の酸化銅粉末を加えて良く混合して回収した．これらの漆試料を約500 mgの線状酸化銅と共に，外径9mmの石英管に入れ，真空ラインに接続して排気したあと封管した．これらの試料を電気炉内で900℃にて約4時間加熱して，試料中の炭素を燃焼して二酸化炭素に変えた．真空ライン中で，液体窒素（沸点：-196℃），液体窒素により冷却したn-ペンタン（融点：-128℃），およびエタノールと液体窒素の混合物（約-100℃）を寒剤として用いて水分やイオウ酸化物を除去して二酸化炭素を精製した．洗浄処理において7mg程度の漆試料が回収できた場合は，回収された二酸化炭素の量は炭素にして約2～4.5 mgで，炭素の収率は28～65%であった（表2）．このように収率が幅広くばらついた原因は，漆試料に混在した漆の下地からの固形不純物の混入によるものと思われる．二酸化炭素の収量が炭素にして0.35mg以下の試料では，炭素量が不十分で次に述べるグラファイトの合成がきちんとできないために，年代測定を断念した．このような理由により年代測定を断念した試料数は，試料調製を実施した28点の試料のうちの10点である（表2）．また，採取した試料のうちの1点（試料No. 22）は，もともと明らかに試料量が少なかったため，試料洗浄処理を始める段階で年代測定を断念した．

３．３　グラファイトの合成

漆試料18点について回収された二酸化炭素の一部あるいは全部（炭素にして0.46～2.0 mg）について，石英管内で，約3mgの鉄粉末を触媒として，水素と共に620℃で約6時間加熱して二酸化炭素を還元してグラファイトを合成した．次に，鉄粉混じりのグラファイトを90℃で数時間乾燥したのちアルミニウム製の試料ホルダーに加圧封入し，炭素同位体比測定に用いる試料として名古屋大学に設置されているタンデトロン加速器質量分析計のイオン源に装填した．

^{14}C年代測定に不可欠な，^{14}C濃度が既知の標準体としては，米国国立標準技術研究所（NIST）から提供されている国際的な標準体であるシュウ酸（NIST-SRM-4990C (HOxII)）を用いた．さらに，試料調製過程および加速器質量分析計による^{14}C測定において，試料以外からの外来炭素混入の効果を補正するために，^{14}Cを全く含まないはずの炭素含有物質としてキシダ化学（株）製の特級シュウ酸（２水和物）試薬（57952）を用いた．両シュウ酸の約14 mgを約500 mgの線状酸化銅と共にパイレックス管に入れて排気したあと封管し，500℃にて4時間加熱することによって完全に燃焼して二酸化炭素を得た．次に，年代測定試料の場合と同様にして，真空ラインを用いて二酸化炭素を精製したあと，約1.5mgの炭素に相当する二酸化炭素からグラファイトを合成し，これをアルミニウム製の試料ホルダーに加圧封入して^{14}C年代測定のための^{14}C濃度標準体，および^{14}Cブランク補正用標準体として用いた．

３．４　加速器質量分析計による^{14}C年代測定と暦年への較正

上述のようにして漆試料およびシュウ酸標準体から調製した固形の炭素試料について，タンデトロン加速器質量分析計を用いて^{14}C年代測定を行った（中村2001）．タンデトロン分析計では^{14}Cと^{12}Cの存在比（$^{14}C/^{12}C$比(=R)）が，未知試料（R_{sample}）と^{14}C濃度が既知の標準体（R_{AD1950}）とについて測定され，R_{sample}/R_{AD1950}比が得られる．また，タンデトロン分析計では$^{13}C/^{12}C$比も測定できる（表２）．測定されたR_{sample}/R_{AD1950}比について，^{14}Cブランクの補正を行い，さらにタンデトロン分析計で測定された$\delta^{13}C$を用いて炭素同位体分別の補正を行ったのち，試料の^{14}C年代値（conventional ^{14}C age（同位体分別補正^{14}C年代））を算出した（表2，中村2001；2003b）．^{14}Cの半減期としては，国際的な慣

例に従って，Libby の半減期 5568 年を用いた．^{14}C 年代値は，西暦 1950 年から遡った年数として BP (before present)を付けて与えられ，誤差は 1 標準偏差を示す．

得られた同位体分別補正 ^{14}C 年代を，^{14}C 年代–暦年代較正曲線（IntCal 09, Reimer et al. 2009）および較正プログラム OxCal 4.1 (Bronk Ramsey 2009)を用いて暦年代に較正した（表 2）．較正年代は，暦年代に相当する年代として cal AD で示してある．cal (calibrated)は較正された年代を示す略記である．較正年代は，2 標準偏差で，可能性の範囲とその相対的確率で示される（表 2）．また，^{14}C 測定を行った 18 点の試料の較正年代の確率分布をまとめて図 1 に示す．較正年代の可能性の範囲は，IntCal 09 較正曲線の凸凹な変動（図 2）に応じて飛び飛びに複数の暦年代区間に存在することがわかる．

4．結果と考察

^{14}C 年代測定した 18 点の漆試料の較正年代は，現代（cal AD 1954）から古い年代で cal AD 1310 の鎌倉時代の終末にかかる年代を示した．

松前町福山城は江戸初期に陣屋が築かれたことに発することから，発掘された漆塗製品は江戸時代に製作されたものがほとんどであると考えられた．しかしながら，^{14}C 年代測定により江戸時代の資料に対して正確な暦年代を決定することが困難であることは周知の事実である．^{14}C 年代と暦年代の関係を示す IntCal09 較正データは，図 2 に示されるように AD 1650～AD 1950 にかけては，^{14}C 年代がジグザグしており，この暦年代区間では，一つの ^{14}C 年代に対して，複数区間の暦年代範囲の可能性が現れるため，特定の暦年代区間に限定することができない．実際，今回得られた，若い方から 8 点の ^{14}C 年代では，図 2 に示されるように可能性のある暦年代区間が 1600 年代から 1900 年代まで広がっている．また，同図において，^{14}C 年代が 9 番目から 17 番目に古い試料でも，IntCal09 較正データに見られる ^{14}C 年代の凸凹の形状により，確率分布が示すように江戸初期の暦年代を持つ可能性が示される．

考古学的な解析により，漆塗製品に共伴する陶磁器の形式編年から推定された年代を表 2 に示す．18 個の試料のうち，試料 No. 10, 14, 16, 18, 33 の 5 点の試料では，明らかに ^{14}C 年代測定の結果が形式編年よりも古すぎるが，他の 13 点の試料では，互いに重なる年代区間を持つ．推定年代が両者で互いにずれている漆塗製品では，^{14}C 年代の方が常に古い方にずれていることは注目に値する．すなわち，漆試料として年代測定したものの中に，漆器の木胎，漆塗布のための下地として使われた炭粉，布切れ，膠物質などが除去できずに混入している可能性がある．これらの混入物は，漆塗製品と同じ時代のものである可能性が高いが，多少ともより古い材料が使われる可能性もある．また，漆塗製品が伝世品として使われていた可能性もあろう．

試料 No.16 の漆試料は今回測定した試料の中で最も古い鎌倉時代末期から室町時代中期の年代を示した．陶磁器の編年からは 16 世紀中葉～17 世紀前葉とされ，^{14}C 年代測定結果は 200 年程度古い．おそらく伝世品と考えられるが，この試料は，^{14}C 年代測定した中で二酸化炭素の回収量が最も少なかった試料であることから，外来の古い炭素による汚染の影響も考えられる．

なお，試料 No. 16 から採取された透明な半固形浮遊物は，全反射型フーリエ変換赤外分光法（ATR-FT-IR）による分析の結果，膠物質からのものである可能性が高いことが示された．

5．まとめ

^{14}C 年代測定を行った 18 点の漆塗製品のうち，17 点の試料について，得られた ^{14}C 年代を較正した暦年代は，当該漆器が江戸時代（AD 1603-AD1868）に成立した可能性があることを示した（表 2，図

1，図2）．^{14}C 年代測定から得られた漆塗製品の暦年代をその漆塗製品に共伴した陶磁器の形式編年から推定される年代と比較すると，18 点のうち 13 点で年代が多少とも重なっており，漆の ^{14}C 年代測定の信頼性が裏付けられたといえる．

残りの 5 点では，^{14}C 年代測定の結果の方が陶磁器の形式編年による推定年代よりも古い暦年代を示す．これは，伝世品が使われたことに因るのかもしれない．あるいは，漆試料として年代測定したものの中に，漆器の木胎，漆塗布のための下地として使われた炭粉，布切れ，膠物質などの漆よりも相対的に年代の古い物質が混入し除去できていない可能性が考えられる．年代測定に提供できる漆試料の量が限られているため，今回の試料の追試実験は困難であるが，漆試料の ^{14}C 年代測定の事例が増えることにより，漆塗布の下地物質からの炭素汚染の問題や伝世品の寄与などが明らかにされるものと期待される．

参考文献

Arnold, J.R. and W.F. Libby (1949) Age determination by radiocarbon content: checks with samples of known age. Science, 110, 678-680.

Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51 (1) 337-360.

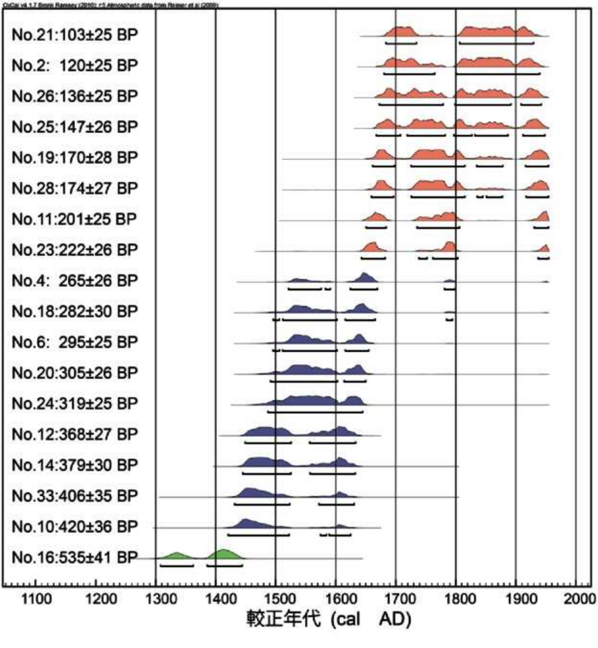
中村俊夫（1999）放射線炭素法．考古学のための年代測定学入門，長友恒人（編），古今書院，1-36.

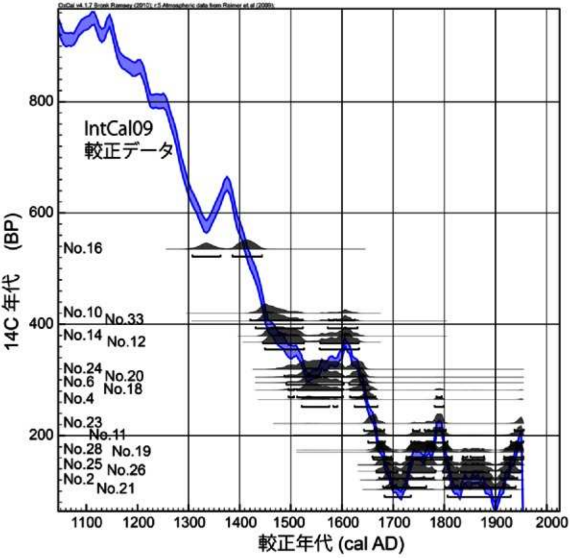
中村俊夫（2001）放射性炭素年代測定とその高精度化．第四紀研究，40 (6)　445-459.

中村俊夫（2003a）放射性炭素年代測定法と暦年代較正．環境考古学マニュアル，松井　章編著，同成社，301-322.

中村俊夫（2003b）加速器質量分析（AMS）による環境中およびトレーサ放射性同位体の高感度測定．Radioisotopes, 52 (3), 144-171.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P/G., Bronk, R.C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. (2009) IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon, 51(4), 1111–1150.


No.21:103±25 BP
No.2: 120±25 BP
No.26:136±25 BP
No.25:147±26 BP
No.19:170±28 BP
No.28:174±27 BP
No.11:201±25 BP
No.23:222±26 BP
No.4: 265±26 BP
No.18:282±30 BP
No.6: 295±25 BP
No.20:305±26 BP
No.24:319±25 BP
No.12:368±27 BP
No.14:379±30 BP
No.33:406±35 BP
No.10:420±36 BP
No.16:535±41 BP
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
較正年代 (cal AD)



OxCal v4.1.7 Bronk Ramsey (2010); r:5 Atmospheric data from Reimer et al (2009);
IntCal09
較正データ
14C 年代 (BP)
800
600
400
200
No.16
No.10
No.33
No.14
No.12
No.24
No.20
No.6
No.18
No.4
No.23
No.11
No.28
No.19
No.25
No.26
No.2
No.21
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
較正年代 (cal AD)

表１　年代測定のための漆膜の採取箇所と漆塗製品の塗膜構造

試料No.	遺物名	遺構	１４Cサンプリング箇所	塗膜分析箇所	色	樹種名	推定の下地		推定の塗膜構造（下層から上層へ）							
							およその厚み/μm		①およその厚み/μm		②およその厚み/μm		③およその厚み/μm		④およその厚み/μm	
1	漆塗椀	蔵2・6層	椀内側	椀内側	赤	ブナ属		炭粉	59	ベンガラを混和した赤色漆層						
2	漆塗椀	土坑2・覆土	剥落片	椀内側	赤	ブナ属	>50	炭粉	7	膠着層	40	ベンガラを混和した赤色漆層				
3	漆塗椀	溝4・覆土	破片内側	椀内側	赤	ブナ属		炭粉か（膠着層の可能性）	24	ベンガラを混和した赤色漆層						
4	漆塗椀	井戸5・三段目	椀外側	椀外側	赤	ケヤキ	165、60	布と漆地粉層	26	黄褐色透明漆層	15	朱を混和した赤色漆層				
5	漆塗椀	溝集中7・覆土	椀外側	外側（高台）	赤	ブナ属	40	炭粉	<5	黒色膠着層	43	ベンガラを混和した赤色漆層				
6	漆塗椀	溝8・覆土	剥落片	破片内側	赤	ブナ属		炭粉	25～44	ベンガラを混和した赤色漆層						
7	漆塗椀	N3・Ⅰ層	椀内側	椀内側	赤	ブナ属	>50	炭粉	<5	膠着層	33	ベンガラを混和した赤色漆層	30	朱を混和した赤色漆層	15	ベンガラを混和した赤色漆層
8	漆塗椀（ちょこ）	L2・Ⅲ層	破片内側	破片内側	赤	ブナ属		－	<5	黒色膠着層	29	朱を混和した赤色漆層				
10	漆塗椀	L3・Ⅲ層	椀外側	破片外側	赤	ブナ属	>90	炭粉	14	ベンガラを混和した赤色漆層						
11	漆塗椀	蔵2・南砂利層	高台底部	剥落片（裏）	黒	ケヤキ	25	漆地粉層	22～60	茶褐色透明漆層	21	黄褐色透明漆層				
12	漆塗椀（蓋）	N3・Ⅲ層	小破片	椀外側	黒	ブナ属	90、28	布と炭粉	44	黄褐色透明漆層	7	黒色顔料を混和した黒色漆層				
14	漆塗椀	溝1・覆土2層	剥落片（裏）	剥落片（裏）	赤	ブナ属	76	炭粉	<5	黒色膠着層	41	ベンガラを混和した赤色漆層				
15	漆塗椀	溝1・覆土2層	椀内側	椀内側	赤	トチノキ	31	炭粉	4	膠着層	57	ベンガラを混和した赤色漆層				
16	漆塗椀（茶椀）	N3・Ⅳ層	椀内側	椀内側	赤	ブナ属		炭粉	8	黄褐色透明漆層	29	ベンガラを混和した赤色漆層				
17	漆塗椀	N4・Ⅰ層	椀内側	剥落片	赤	トチノキ		－	<5	膠着層	40	ベンガラを混和した赤色漆層				
18	漆塗椀	井戸3・覆土	剥落片（裏）	椀内側	茶	トチノキ		炭粉	22	黄褐色透明漆層	32	朱を混和した茶色漆層				
19	漆塗椀（椀杓子）	蔵2・6層	椀内側	椀内側	赤	ブナ属	32	炭粉	5～15	黄褐色透明漆層	115	ベンガラを混和した赤色漆層				
20	漆塗椀（皿）	L1・Ⅲ層	剥落片（裏）＋椀内側	剥落片（裏）	赤	ケヤキ	>150	漆地粉層（3層以上）	24	茶褐色透明漆層	<5	膠着層	41	朱を混和した赤色漆層		
21	漆塗椀（蓋）	蔵2・6層	椀内側	椀内側	赤	ブナ属	14	炭粉	7	黄褐色透明漆層	86	ベンガラを混和した赤色漆層				
22	漆塗椀	L3・砂利層	小破片	椀内側	赤	ブナ属	>48	炭粉	<5	黒色膠着層	18	ベンガラを混和した赤色漆層				
23	漆塗椀	井戸2	椀内側	椀内側	赤	ブナ属	20、>32	布（紙）と炭粉	22	ベンガラを混和した赤色漆層						
24	漆塗椀（口縁）	S3・Ⅲ層	破片内側	椀内側	赤	ブナ属	>44	炭粉	6	膠着層	37	ベンガラを混和した赤色漆層				
25	漆塗椀（蓋）	溝5・覆土3	剥落片（裏）	椀内側	赤	ブナ属	>23	炭粉	17	ベンガラを混和した赤色漆層	5	茶褐色漆層				
26	漆塗六角盆	L2・Ⅱ層	破片表側	破片表側	赤	ヒノキ亜科		不明	24	黄褐色透明漆層（膠着層の可能性）	30	ベンガラを混和した赤色漆層				
28	漆塗箱物	土坑2・覆土	小破片	表側	赤	ヒノキ科		－	<5	膠着層	56	ベンガラを混和した赤色漆層				
33	漆塗杓子	溝1・覆土	内側	内側	赤	ハンノキ属	20	炭粉	10	黒色膠着層	26	ベンガラを混和した赤色漆層				
35	漆塗櫛	L2・Ⅱ層	剥落片		赤黒	イスノキ		－	<5	膠着層	19	ベンガラを混和した赤色漆層	34	黒色粒子を混和した黄褐色透明漆層		
37	漆塗部材	L2・Ⅰ層	部材側面	剥落片	黒	モミ属		炭粉	23	黄褐色透明漆層						
38	漆塗陽刻下駄	溝3・覆土	下駄表面	台	黒	サワグルミ		漆地粉層	10	黒色膠着層	13	黄褐色透明漆層	7	黒色顔料を混和した黒色漆層		

表２　北海道福山城下町遺跡から出土した漆塗製品の ^{14}C 年代測定結果と較正暦年代

試料番号	試料品目	化学洗浄処理後の試料重量 (mg)	回収された CO_2 の収量, 収率 (mgC), (%)	$\delta^{13}C_{PDB}$* (‰)	^{14}C age (BP±1σ)	^{14}C 年代を暦年代に較正した年代 (Reimer et al. 2009) ** 較正年代範囲(±2σの範囲), (可能性の確率)	陶磁器からの推定年代	測定番号 (NUTA2-)
1	漆塗椀	?	0.25 (?%)		測定不可			
2	漆塗椀	7.01	4.01 (57.2%)	-29.2±1.0	120±25	cal AD 1680-1764 (31.3%) cal AD 1800-1939 (64.1%)	17 世紀後葉	17684
3	漆塗椀	?	0.35 (?%)		測定不可			
4	漆塗椀	?	1.77 (?%)	-28.0±1.0	265±26	cal AD 1521-1575 (28.7%) cal AD 1582-1590 (1.1%) cal AD 1624-1669 (57.3%) cal AD 1781-1798 (8.3%)	17 世紀中葉～19 世紀後葉	17974
5	漆塗椀	?	1.45 (?%)		測定不可			
6	漆塗椀	7.14	3.84 (53.8%)	-28.4±1.0	295±25	cal AD 1495-1506 (1.8%) cal AD 1511-1602 (65.3%) cal AD 1616-1654(28.3%)	17 世紀中葉～17 世紀後葉	17695
7	漆塗椀	?	0.13 (?%)		測定不可			
8	漆塗椀(ちょこ)	?	0.13 (?%)		測定不可			
10	漆塗椀	?	0.65 (?%)	-26.4±1.0	420±36	cal AD 1420-1522 (82.4%) cal AD 1574-1584 (1.2%) cal AD 1589-1624 (11.8%)	17 世紀後葉～18 世紀前葉	17975
11	漆塗椀	?	1.83 (?%)	-27.5±1.0	201±25	cal AD 1650-1684 (25.2%) cal AD 1735-1806 (51.4%) cal AD 1930-1954 (18.8%)	18 世紀後葉～19 世紀中葉	17976
12	漆塗椀(蓋)	?	1.12 (?%)	-28.2±1.0	368±27	cal AD 1449-1526 (55.1%) cal AD 1556-1632 (40.3%)	17 世紀前葉～17 世紀後葉	17977
14	漆塗椀	?	0.83 (?%)	-26.6±1.0	379±30	cal AD 1445-1525 (61.0%) cal AD 1557-1632 (34.4%)	18 世紀後葉～19 世紀中葉	17978
15	漆塗椀	?	0.26 (?%)		測定不可			
16	漆塗椀(箔椀)	?	0.46 (?%)	-30.0±1.0	535±41	cal AD 1308-1362 (33.9%) cal AD 1386-1444 (61.5%)	16 世紀中葉～17 世紀前葉	17979
17	漆塗椀	?	0.07 (?%)		測定不可			
18	漆塗椀	?	0.66 (?%)	-29.9±1.0	282±30	cal AD 1496-1506 (1.5%) cal AD 1512-1602 (55.8%) cal AD 1616-1665 (36.5%) cal AD 1784-1794 (1.6%)	19 世紀中葉～現代	17688

19	漆塗椀(椀杓子)	6.02	3.24 (53.8%)	-30.4±1.0	170±28	cal AD 1661-1698 (17.5%) cal AD 1725-1814 (51.8%) cal AD 1834-1878 (6.9%) cal AD 1916-1954 (19.2%)	17 世紀前葉～17 世紀後葉	17980
20	漆塗椀(盃?)	7.08	3.08 (43.5%)	-27.9±1.0	305±26	cal AD 1491-1602 (71.8%) cal AD 1614-1650 (23.6%)	17 世紀前葉～17 世紀後葉	17981
21	漆塗椀(蓋)	3.57	1.80 (50.4%)	-27.8±1.0	103±25	cal AD 1683-1734 (27.3%) cal AD 1806-1929 (68.1%)	17 世紀前葉～17 世紀後葉	17983
22	漆塗椀	未処理			測定不可			
23	漆塗椀	7.26	4.21 (58.0%)	-28.1±1.0	222±26	cal AD 1642-1682 (40.4%) cal AD 1738-1752 (2.5%) cal AD 1762-1802 (39.4%) cal AD 1936-1954 (13.2%)	17 世紀後葉～18 世紀前葉?	17984
24	漆塗椀(口縁)	7.01	3.98 (56.8%)	-28.0±1.0	319±25	cal AD 1487-1644 (95.4%)	17 世紀前葉～17 世紀後葉	17985
25	漆塗椀(鉢)	7.02	4.55 (64.8%)	-28.3±1.0	147±26	cal AD 1667-1708 (16.2%) cal AD 1718-1782 (31.4%) cal AD 1796-1826 (11.6%) cal AD 1832-1886 (19.1%) cal AD 1912-1948 (17.0%)	17 世紀後葉～18 世紀前葉?	17986
26	漆塗六角蓋	7.07	1.97 (27.9%)	-28.3±1.0	136±25	cal AD 1672-1778 (39.8%) cal AD 1798-1891 (40.1%) cal AD 19081942 (15.5%)	17 世紀後葉～18 世紀前葉	17685
28	漆塗箱物	5.35	2.75 (51.4%)	-29.7±1.0	174±27	cal AD 1659-1696(18.1%) cal AD 1726-1814 (53.5%) cal AD 1836-1844(1.1%) cal AD 1850-1877 (3.2%) cal AD 1916-1954 (19.6%)	17 世紀後葉	17687
33	漆塗杓子	?	0.54 (?%)	-26.6±1.0	406±35	cal AD 1431-1523 (75.1%) cal AD 1572-1630 (20.3%)	18 世紀後葉～19 世紀中葉	17987
35	漆塗櫛	?	0.24 (?%)		測定不可			
37	漆塗部材	?	0.15 (?%)		測定不可			
38	漆塗陰卯下駄	?	0.16 (?%)		測定不可			

*) $\delta^{13}C=[(^{13}C/^{12}C)_{sample}/(^{13}C/^{12}C)_{PDB}-1.0]\times 1000$ (‰).

ここで, PDB は Pee Dee Belemnite の略記で炭酸カルシウムからなる矢石類の化石であり, $^{13}C/^{12}C$ 比の標準体として用いられる.

注意事項

○^{14}C 年代値は BP (before present)の単位で、西暦 1950 年から過去へ遡った年代値で示される.

^{14}C の半減期として、国際的に用いられている Libby の半減期 5,568 年を用いて ^{14}C 年代値を算出した.

○年代値の誤差は one sigma （±１σ；１標準偏差）を示した．これは、同じ条件で測定を 100 回繰り返したとすると、測定結果が誤差範囲内に入る割合が 68 回である事を意味する．誤差を表示の２倍（±２σ；２標準偏差）にとると、誤差範囲に入る

割合は95回になる.

○^{14}C年代は, 加速器質量分析計を用いて測定した$\delta^{13}C_{PDB}$を用いて炭素同位体分別の補正が施してある. すなわち, Conventional ^{14}C age（同位体分別補正^{14}C年代）である.

○**)^{14}C年代値から暦年代への較正は、樹木年輪についての^{14}C測定を集大成して得られた較正データベースを用いる. ここでは、IntCal09 較正データ(Reimer et al. 2009)および較正プログラムOxcal 4.1 (Bronk Ramsey 2009) を用いて較正を行った.

○**)較正された暦年代は, 2標準偏差の誤差範囲で示される. すなわち, 暦年代は, ^{14}C年代値が, ^{14}C年代値-暦年代較正曲線と交わる点を含めて, 真の年代が入る可能性が高い暦年代範囲で示される. また, 真の年代が, 表示されたすべての範囲のどれかに入る確率の総和が95.4%（2σ）である. 複数の年代範囲が示される場合には, その後に示された確率は, 95.4%のうち, さらに特定の年代範囲に入る確率を示す.

9　福山城下町遺跡における炭化種実同定

佐々木由香・バンダリ スダルシャン（パレオ・ラボ）

1. はじめに

福山城下町遺跡は北海道松前郡松前町に位置し、大松前川左岸の低位河岸段丘縁で、海岸から上流へ約400m、福山城から東に約300mの場所に立地する。遺跡では、18世紀後半～19世紀中葉を主体とする遺構が検出された。ここでは、炉や灰集中などから得られた炭化種実の同定を行い、利用された種実について検討した。

2. 試料と方法

試料は、1試料あたり複数の炭化物を含む水洗選別済みの18試料である。試料の内訳は、礎石建物内の灰集中1（1試料）と、炉1（8試料）、炉2（1試料）、炉4（2試料）、炉5（3試料）、炉6（1試料）、炉7（1試料）、蔵2の外側に位置する炉3（1試料）である。遺構の時期は、18世紀後半～19世紀中葉である。

土壌の採取から水洗、種実の抽出までの作業は、（財）北海道埋蔵文化財センターによって行われた。水洗は1.0mmもしくは0.425mm目の篩を用いて、浮遊物と下に溜まった沈殿物を回収した。水洗前の土壌重量は表1および表2を参照されたい。種実の同定・計数は、ある程度分類群ごとに分類されていたものを対象に肉眼および実体顕微鏡下で行った。なお、ブドウ属炭化種子とイネ炭化種子については、（財）北海道埋蔵文化財センターで同定および計数が行われた。計数の方法は、完形または一部が破損しても1個体とみなせるものは完形として数え、1個体に満たないものは破片とした。

3. 結果

木本植物では、針葉樹のカヤ-イヌガヤ炭化葉1分類群、広葉樹のオニグルミ炭化核と、ウメ炭化核、ハマナス炭化核、キイチゴ属炭化核、キハダ炭化種子、サンショウ炭化未熟果・炭化種子、ブドウ属炭化種子、ミズキ炭化核、タラノキ炭化核、ニワトコ属炭化核の10分類群、草本植物では、ミズヒキ炭化果実と、ヤナギタデ炭化果実、イヌタデ炭化果実、ハイミチヤナギ炭化果実、タデ属炭化果実、アカザ属炭化種子、ハギ属炭化種子、ダイズ属炭化種子、カタバミ属炭化種子、カラマツソウ属炭化果実、エノキグサ属炭化種子、スミレ属炭化種子、エゴマ炭化果実、ヒシ属炭化果実、ナス属炭化種子、ヒエ炭化有ふ果・炭化種子、イヌビエ属炭化種子、イネ炭化籾・炭化種子、アワ炭化有ふ果・炭化種子、エノコログサ属炭化有ふ果・炭化種子、イネ科炭化果実・炭化種子、スゲ属炭化果実の22分類群の、計33分類群であった。このほかに、科以下の同定ができなかったものを不明炭化種実としてAからEにタイプ分けした。残存が悪く、微細な破片であるため識別点を欠く同定不能な種実を同定不能炭化種実とした。未炭化の種実にはイヌガヤ種子と、オニグルミ核、カバノキ属種子、マタタビ属種子、クワ属核、コブシ種子、スモモ核、サクラ属サクラ節核、キイチゴ属核、ハマナス核、バラ属核、キハダ種子、サンショウ種子、ブドウ属種子、トチノキ種子、ミズキ核、タラノキ核、ムラサキシキブ属核、ニワトコ属核、ガマズミ属核、カナムグラ核、ミズ属果実、ヤナギタデ果実、イヌタデ果実、イシミカワ果実、サナエタデ-オオイヌタデ果実、ハイミチヤナギ属果実、タデ属果実、ギシギシ属果実、ウシハコベ種子、スベリヒユ属種子、ミドリハコベ種子、アカザ属種子、ヤマゴボウ属種子、キケマン属種子、カラマツソウ属果実、キジムシロ属果実、オランダイチゴ属-ヘビイチゴ属果実、カタバミ属種子、エノキグサ属種子、スミレ属種子、メロン仲間種子、オカトラノオ属種子、クサノオウ種子、セリ果実、ウド核、キランソウ属果実、トウバナ属果実、メハジキ属果実、シソ属果実、タンポポ属果実、ナス種子、ナス属種子、イネ籾・籾殻、エノコログサ属有ふ果、イ

表1　福山城下町遺跡から出土した炭化種実（1）（括弧は破片を示す）

	グリッド	L3	L2								
	遺構	灰集中1	炉1								
	層位	灰層	南側上層	南側下層	西側上層	西側下層	東側上層	東側下層	焼土	側	炉1合計
	水洗方法	0.425mm以上	1mm以上								
	水洗量(ℓ)	12.5	未計量								
分類群	試料No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
オニグルミ	炭化核	(10)									
ハマナス	炭化核	9 (10)									
キハダ	炭化種子		(1)	1 (4)				(3)			1 (8)
サンショウ	炭化種子	17 (81)	(10)	(59)		(4)		2 (19)		1 (3)	3 (95)
ブドウ属	炭化種子	(2)	(1)	(5)					1		(6)
ミズヒキ	炭化果実			(2)		(3)			(1)		(6)
ヤナギタデ	炭化果実	(1)									
イヌタデ	炭化果実	(1)									
タデ属	炭化子葉					1			1		2
アカザ属	炭化種子	1				1					1
ハギ属	炭化種子								2		2
カラマツソウ属	炭化果実							1			1
エノキグサ属	炭化種子					(2)					(2)
ヒシ属	炭化果実	(1)									
ナス属	炭化種子	5				1					1
ヒエ	炭化有ふ果	1									
	炭化種子	8									
イネ	炭化種子	30 (57)		(1)							(1)
イネ科	炭化果実			2		1					3
	炭化種子			1		1					2
不明A	炭化種実	1									
同定不能	炭化種実	(72)	(1)	(9)	(1)	(6)	(2)	(5)			(24)

ネ科果実、スゲ属果実、ホタルイ属果実がみられた。表1，2に採取位置別の同定結果を示す。

以下に、遺構別の産出傾向を記載する（不明と同定不能炭化種実は除く）。

［灰集中1］

サンショウとイネが多く、ハマナスとヒエが少量得られた。オニグルミとブドウ属、ヤナギタデ、イヌタデ、アカザ属、ヒシ属、ナス属がわずかに得られた。

［炉1］

炉1全体ではサンショウが多く、キハダとブドウ属、ミズヒキ、タデ属、アカザ属、ハギ属、カラマツソウ属、エノキグサ属、ナス属、イネ、イネ科がわずかに得られた。サンショウは南側上層と下層、東側下層で集中して産出する傾向があった。イネは南側下層から破片が1点得られた。

［炉2］

イネの破片が1点得られた。

［炉3］

ブドウ属が多く、サンショウがそれに次いだ。ウメとキハダ、ニワトコ属がわずかに得られた。

［炉4］

サンショウとアワが少量、ハマナスと、キイチゴ属、ニワトコ属、タデ属、ダイズ属、エゴマ、ナス属、ヒエ、イネ、スゲ属がわずかに得られた。

［炉5］

イネがやや多く、カヤ-イヌガヤと、ブドウ属、カタバミ属、スミレ属、イヌビエ属、アワがわずかに得られた。

［炉6］

サンショウと、アカザ属、ナス属、ヒエ、アワ、イネ科がわずかに得られた。

［炉7］

イネが非常に多く、サンショウが多く、キイチゴ属とイヌタデが少量得られた。キハダとミズキ、タラノキ、ニワトコ属、ヤナギタデ、ハイミチヤナギ、タデ属、アカザ属、カタバミ属、スミレ属、ナス属、

表2　福山城下町遺跡から出土した炭化種実(2)（括弧は破片を示す）

	グリッド	L2	M2	L3		炉4合計	L2			炉5合計	L2	
	遺構	炉2	炉3	炉4			炉5				炉6	炉7
	層位	褐	-	灰1	灰2		炭層	灰層	炭層		-	-
	水洗方法	1mm以上		0.425mm以上			0.425mm以上				0.425mm以上	
	水洗量(ℓ)	未計量		4	1		未計量	2	4		7	5.5
分類群	部位/試料No.	10	11	12	13		14	15	16		17	18
カヤ-イヌガヤ	炭化葉							(1)		(1)		
ウメ	炭化核		(3)									
ハマナス	炭化核			1	1	2						
キイチゴ属	炭化核			1		1						19 (4)
キハダ	炭化種子		(1)									1 (2)
サンショウ	炭化未熟果											3
	炭化種子		2 (15)	(10)		(10)					1	39 (18)
ブドウ属	炭化種子	1	5 (29)					(1)		(1)		
ミズキ	炭化核											1
タラノキ	炭化核											1
ニワトコ属	炭化核		1	(1)		(1)						5
ヤナギタデ	炭化果実											5 (1)
イヌタデ	炭化果実											13 (3)
ハイミチヤナギ	炭化果実											2
タデ属	炭化果実			1		1						2 (1)
アカザ属	炭化種子										4	4 (1)
ダイズ属	炭化種子			3		3						
カタバミ属	炭化種子								1	1		6 (1)
エノキグサ属	炭化種子											
スミレ属	炭化種子								1	1		1
エゴマ	炭化果実			3		3						
ナス属	炭化種子			1	1	2					1	1
ヒエ	炭化有ふ果			6		6					1	
	炭化種子			3 (1)		3 (1)					5	
イヌビエ属	炭化種子						1			1		
イネ	炭化籾							1 (1)		1 (1)		65 (803)
	炭化種子	(1)		4 (10)		3 (10)	2 (3)	5 (8)	6 (10)	13 (21)		20 (12)
アワ	炭化有ふ果			8		8					1	
	炭化種子			11 (1)		11 (1)			1	1	1	
エノコログサ属	炭化有ふ果											3
	炭化種子											1
イネ科	炭化果実										2	
	炭化種子											
スゲ属	炭化果実			1		1						
不明B	炭化種実			1		1						
不明C	炭化種実			1		1						
不明D	炭化種実				1	1						
不明E	炭化種実											(1)
同定不能	炭化種実	(1)	(2)	(70)	(3)	(73)	(2)	(6)	(5)	(13)	(7)	(98)

エノコログサ属がわずかに得られた。

次に、得られた主要な分類群の記載を行い、図版に写真を示して同定の根拠とする。

(1)イヌガヤ-カヤ　*Cephalotaxus harringtonia* (Knight ex Forbes) K.Koch － *Torreya nucifera* (L.) Siebold et Zucc.　炭化葉　イヌガヤ科

葉の先端は針状に尖る。葉の基部は残存していない。表面には光沢がある。葉の裏面の気孔条の幅が広く、イヌガヤに近似するが、先端部のみの残存のため、イヌガヤ-カヤとした。残存長 3.7mm、幅 2.8mm。

(2)ハマナス　*Rosa rugosa* Thunb.　炭化核　バラ科

側面観は狭卵形、断面観は扇形。腹面の正中線は稜状で、先端はやや尖る。表面は平滑で光沢はない。長さ 4.2mm、幅 2.8mm、厚さ 2.5mm。

(3)ニワトコ属　*Sambucus* spp.　炭化核　スイカズラ科

上面観は扁平、側面観は楕円形で基部が尖る。基部に小さな着点があり、縦方向にやや反る。波状の凹凸が横方向に走る。長さ 2.4mm、幅 1.6mm。

(4)ミズヒキ　*Antenoron filiforme* (Thunb.) Roberty et Vautier　炭化果実　タデ科

上面観は両凸レンズ形、側面観は両端が尖る卵形。上部が割れる傾向がある。壁は薄い。長さ 2.3mm、幅 1.9mm。

(5)ヤナギタデ　*Persicaria hydropiper* (L.) Spach　炭化果実　タデ科

上面観は両凸レンズ形、側面観は両端が尖る広卵形。表面に細かい網目模様があり、基部に果柄の小突

起がある。長さ 2.5mm、幅 1.8mm。

(6)イヌタデ *Persicaria longiseta* (De Bruyn) Kitagawa 炭化果実 タデ科

上面観は三稜形、側面観は広卵形。先端部が突出する。表面は平滑で、他のタデ属より光沢がある。稜が幅広い。長さ 2.1mm、幅 1.8mm。

(7)ハイミチヤナギ *Polygonum arenastrum* Boreau 炭化果実 タデ科

上面観は三稜形、側面観は狭卵形。先端部が突出する。表面は平滑で、基部に果柄の小突起がある。長さ 2.5mm、幅 1.6mm。

(8)タデ属 *Polygonum* spp. 炭化果実 タデ科

上面観は円形、側面観は楕円形。基部に果柄の小突起がある。表面は平滑で光沢がある。長さ 2.2mm、幅 1.4mm。

(9)ダイズ属 *Glycine* spp. 炭化種子 マメ科

上面観は楕円形、側面観は長楕円形。臍は全体の 1/3 程度で、長楕円形。小畑ほか (2007) でダイズ属の特徴とされた中央の縦溝 (hilar groove) があり、周囲に隆線 (rim-aril) が認められる。断面観はやや扁平。完形 3 点の大きさは、長さ 5.9～9.4 (平均 7.4) mm、幅 4.5～5.6 (平均 4.9) mm、厚さ 3.6～5.5 (平均 4.4) mm。小畑 (2008) に示された現生種の大きさと比較すると、栽培種に近い。

(10)ハギ属 *Lespedeza* sp. 炭化種子 マメ科

上面観・側面観ともに楕円形。下端寄りに円形の小さいへそがある。表面は平滑で光沢がある。長さ 1.2mm、幅 1.0mm。

(11)カラマツソウ属 *Thalictrum* spp. 炭化果実 キンポウゲ科

側面観は狭い楕円形。柱頭につながる突起は中央より少しずれた位置にある。発芽弁を持たない。縦に数本の稜線がはしる。長さ 2.5mm、幅 1.3mm。

(12)ヒシ属 *Trapa* spp. 果実 ヒシ科

萼片が肥厚してできた腕のみが産出した。先端は尖る。残存長 2.9mm、残存幅 1.5mm。

(13)エゴマ *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *frutescens* 炭化果実 シソ科

いびつな球形。端部に着点がある。表面には不規則で多角形の浅い網目模様がある。網目部分はわずかに凹む。長さ 2.6mm、幅 2.4mm。

(14)ナス属 *Solanum* spp. 炭化種子 ナス科

上面観は扁平、側面観は楕円形。表面には畝状突起が細かい網目模様がある。長さ 1.6mm、幅 2.0mm。

(15)ヒエ *Echinochloa esculenta* (A.Braun) H.Scholz 炭化有ふ果・炭化種子 イネ科

有ふ果は楕円形で、先端と基部はやや尖り、内穎は膨らまない。縦方向に微細な筋がある。長さ 2.3mm、幅 1.8mm。種子は側面観が卵形、断面が片凸レンズ形で、厚みは薄くやや扁平である。胚は幅が広く、長さは全長の 2/3 程度と長い。臍は幅が広いうちわ型。長さ 2.0mm、幅 1.9mm。

(16)イヌビエ属 *Echinochloa* spp. 炭化種子 イネ科

側面観が卵形ないし楕円形、断面は片凸レンズ形であるが、厚みは薄くやや扁平である。胚は幅が広くうちわ型で、長さは全長の 2/3 程度と長い。栽培種のヒエよりやや細長い形状で、野生種のイヌビエに近い。残存長 1.7mm、幅 1.4mm。

(17)アワ *Setaria italica* P.Beauv. 炭化有ふ果・炭化種子 イネ科

有ふ果は紡錘形。内頴と外頴に独立した微細な乳頭突起がある。長さ 1.6mm、幅 1.5mm。種子の上面観は楕円形、側面観は円形に近い。腹面下端中央の窪んだ位置に細長い楕円形の胚があり、長さは全長の 2/3 程度。長さ 1.2mm、幅 1.2mm。

(18)エノコログサ属　*Setaria* spp.　炭化有ふ果・炭化種子　イネ科

有ふ果は、上面観が楕円形、側面観が長楕円形で先端がやや突出する。アワよりも細長く、乳頭突起が畝状を呈する。長さ 1.9mm、幅 1.2mm。種子は、上面観が楕円形、側面観が楕円形。腹面下端中央の窪んだ位置に細長い楕円形の胚があり、長さは全長の 2/3 程度。長さ 1.4mm、幅 1.2mm。

(19)イネ科　Gramineae sp.　炭化果実・炭化種子

果実の上面観は楕円形、側面観は先端がやや尖る長楕円形。表面は平滑。腹面に幅狭く細長い臍がある。長さ 2.2mm、幅 0.8mm。種子の上面観は楕円形、側面観はいびつな楕円形。腹面に細長い楕円形の胚があり、長さは全長の 1/3 程度。長さ 1.6mm、幅 1.0mm。

(20)スゲ属　*Carex* spp.　炭化果実　カヤツリグサ科

上面観は両凸レンズ形、側面観は卵形。基部がわずかに突出する。表面には微細な網目がある。長さ 1.4mm、幅 0.8mm。

(21)不明 A　Unknown A　炭化種実

上面観は長楕円形、側面観は倒卵形。表面は平滑。着点はない。長さ 5.8mm、幅 2.7mm。種実ではない可能性もある。

(22)不明 B　Unknown B　炭化種実

上面観は楕円形。側面観は広三角形。表面は平滑。本来の形状からやや変形しているか。表面がほとんど残存しておらず、着点は確認できない。マメ科か。長さ 5.9mm、幅 4.2mm、厚さ 2.8mm。

(23)不明 C　Unknown C　炭化種実

上面観は円形、側面観は卵形。表面は平滑で、先端部が突出する。やや発泡しているか。タデ科か。長さ 3.0mm、幅 2.4mm。

(24)不明 D　Unknown D　炭化種実

上面観は楕円形、側面観は狭卵形。表面は平滑。周囲を縁取る肥厚がある。長さ 3.6mm、幅 1.7mm。

(25)不明 E　Unknown E　炭化種実

堅果の破片か。表面は平滑。残存長 7.2mm、幅 4.2mm。

4. 考察

18 世紀後半～19 世紀中葉の遺構に伴う灰集中 1 と炉 7 基から産出した炭化種実を検討した結果、栽培植物で食用可能なイネが 6 ヵ所と、ヒエとアワがそれぞれ 3 ヵ所、ウメとエゴマがそれぞれ 1 ヵ所から得られた。ダイズ属には栽培種と野生種双方が含まれるが、栽培種に近い大きさであった。

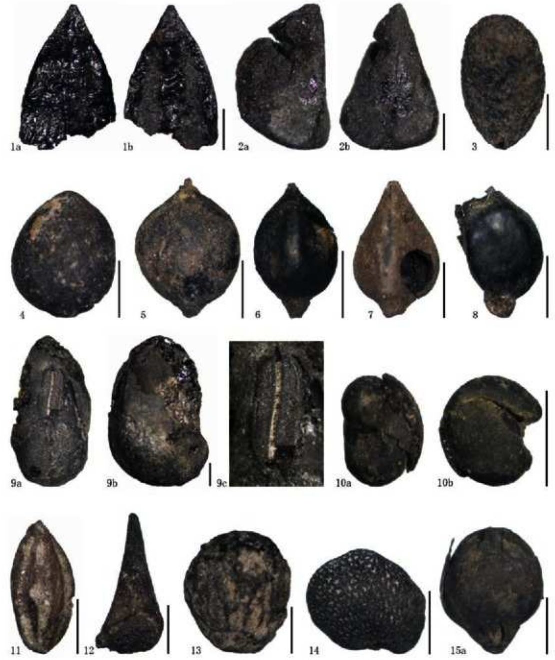
野生植物では、食用や薬用などに利用可能なサンショウが 6 ヵ所と、ブドウ属が 4 ヵ所、キハダが 3 ヵ所、ニワトコ属が 3 ヵ所、ハマナスが 2 ヵ所、オニグルミとミズキ、ヒシ属がそれぞれ 1 ヵ所から得られた。ブドウ属やキハダ、ニワトコ属などの果実類は一定量産出しており、何らかの熱を加えた加工を経て利用されたと推察される。アカザ属やタデ属は種によっては利用可能である。タラノキは産出した核自体は食用にしないが、若芽を利用可能である。遺構内の炭化種実は利用可能な分類群が主体であり、利用されたとは考えにくいイヌタデやアカザ属、カタバミ属など道端に生育する雑草類は、遺構周辺に生育していたものが偶発的に炭化したと考えられる。

イネは籾、ヒエとアワは有ふ果（果実）を伴っているため、脱穀前の状態で保管状態にあったものの一部が偶然炭化した可能性や、耕地から流れ込んだものが偶発的に炭化した可能性などが考えられる。

引用文献

小畑弘己・佐々木由香・仙波靖子（2007）土器圧痕からみた縄文時代後・晩期における九州のダイズ栽培．植生史研究，15-2，97-114．

小畑弘己（2008）マメ科種子同定法．小畑弘巳編「極東先史古代の穀物３」：225-252，熊本大学．



スケール 1-9b,10-15a：1mm,9cは任意

図版1　福山城下町遺跡から出土した炭化種実（1）

1. イヌガヤ－カヤ炭化葉（炉5、No.15）、2. ハマナス炭化核（灰集中1、No.1）、3. ニワトコ属炭化核（炉7、No.18）、4. ミズヒキ炭化果実（炉1、No.3）、5. ヤナギタデ炭化果実（炉7、No.18）、6. イヌタデ炭化果実（炉7、No.18）、7. ハイミチヤナギ炭化果実（炉7、No.18）、8. タデ属炭化果実（炉4、No.12）、9. ダイズ属炭化種子（炉4、No.12）、10. ハギ属炭化種子（炉1、No.8）、11. カラマツソウ属炭化果実（炉1、No.7）、12. ヒシ属炭化果実（灰集中1、No.1）、13. エゴマ炭化果実（炉4、No.12）、14. ナス属炭化種子（灰集中1、No.1）、15a. ヒエ炭化有ふ果（灰集中1、No.1）

スケール 15b-29:1mm

図版 2　福山城下町遺跡から出土した炭化種実 (2)

15b. ヒエ炭化有ふ果（灰集中 1、No. 1）、16. ヒエ炭化種子（炉 4、No. 12）、17. イヌビエ属炭化種子（炉 5、No. 14）、18. アワ炭化有ふ果（炉 4、No. 12）、19. アワ炭化種子（炉 4、No. 12）、20. エノコログサ属炭化有ふ果（炉 7、No. 18）、21. エノコログサ属炭化種子（炉 7、No. 18）、22. イネ科炭化果実（炉 1、No. 3）、23. イネ科炭化種子（炉 1、No. 3）、24. スゲ属炭化果実（炉 4、No. 12）、25. 不明 A 炭化種実（灰集中 1、No. 1）、26. 不明 B 炭化種実（炉 4、No. 12）、27. 不明 C 炭化種実（炉 4、No. 12）、28. 不明 D 炭化種実（炉 4、No. 13）、29. 不明 E 炭化種実（炉 7、No. 18）

＊同定について

炉１～７、灰集中１で回収した自然遺物について、炭化種実同定、動物遺存体同定を委託した。目的は、前者が植物食料及び周辺植生等に関する情報を得ること、後者が動物食料及び周辺の動物相等に関する情報を得ることである。同定試料は、炉１～３が水洗篩別（篩メッシュ１㎜）、炉４～７と灰集中１がフローテーション法（篩メッシュ 0.425 ㎜）で回収された。炉１～３の試料は、鍛冶関連の微細遺物回収を目的とした水洗篩別により、副次的に得られたものである。なお、現地で直接採取された動植物遺存体については、Ｖ章７節で触れられている。

炭化種実、動物遺存体同定の結果・考察については、報告の通りである。一つ付け加えると、今回の調査区は、掘り下げが進むに連れて低湿地遺跡の様相を帯びていき、木製品等の有機物の遺存状態も良好であった。炉１～７、灰集中１では未炭化種実も多数回収されているが、炭化種実の分類群と共通するものが多く、上述した現地調査の状況を考え合わせると、未炭化種実のほとんどは遺構に伴うものとみてよいであろう。これらの種実は当センターで同定・計数し、次頁に一覧表の形で示した。

（山中）

炉1～7、灰集中1位置図

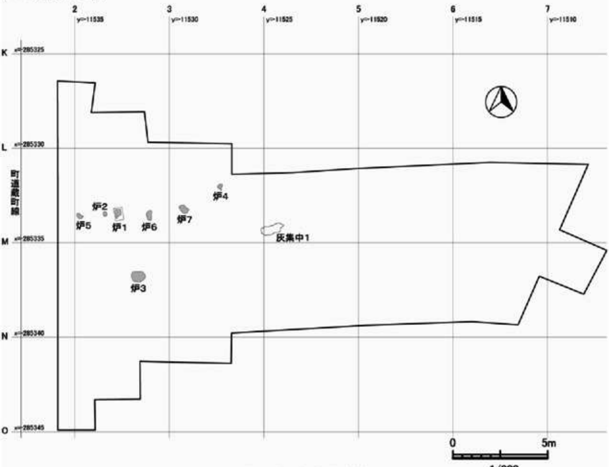


図　同定試料採取遺構

表　福山城下町遺跡から出土した未炭化種実(1)(括弧は破片を示す)

分類群		1	2	3	4	5	6	7	8	9	炉1合計
	グリッド	L3	L2								
	遺構	灰集中1	炉1								
	層位	灰層	南側上層	南側下層	西側上層	西側下層	東側上層	東側下層	焼土	側	
	水洗方法	0.425mm以上	1mm以上								
	水洗量(ℓ)	12.5	未計量								
	試料No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
カバノキ属	種子	23 (2)									
マタタビ属	種子	3 (2)				1 (1)		(1)			1 (2)
クワ属	核	1								(1)	(1)
コブシ	種子			(1)							(1)
ハマナス	核	154 (119)									
バラ属	核	1									
コブシ	種子			(1)							(1)
キイチゴ属	核	9 (2)	7 (10)	2 (10)	(1)	(3)				1	10 (24)
サンショウ	種子				1 (4)		1 (42)				2 (46)
ブドウ属	種子	2 (7)	(7)	3 (22)	1 (4)	(6)	(8)	(6)			4 (53)
タラノキ	核	4									
ムラサキシキブ属	核			(1)							(1)
ニワトコ属	核	(2)	(1)	2 (4)	(1)	5 (12)	(1)	1 (4)		(1)	8 (24)
カナムグラ	核			(4)							(4)
ヤナギタデ	果実	1									
イヌタデ	果実		2 (1)								2 (1)
サナエタデ-オオイヌタデ	果実		1								1
タデ科	果実	5	1			9 (8)			8 (3)	(1)	18 (12)
ウシハコベ	種子	8		4							4
ミドリハコベ	種子	2		5							5
アカザ属	種子	24 (4)	40 (11)	107 (51)	4	25 (12)	19 (15)	305 (98)		74 (45)	574 (232)
ヤマゴボウ属	種子	1	1 (2)	1 (9)	1 (1)	(3)	1	1			5 (15)
キケマン属	種子		83 (5)								83 (5)
キジムシロ属	果実								1		1
カタバミ属	種子	2	1								1
エノキグサ属	種子		1 (4)	2 (19)							3 (23)
メロン仲間	種子	3									
スミレ属	種子	5 (1)	(2)	(1)	(2)	2 (5)					2 (10)
クサノオウ	種子	1									
セリ	果実	1	1								1
ウド	核	1									
キランソウ属	果実			1		4 (8)			4		9 (8)
メハジキ属	果実									1	1
タンポポ属	果実	8	2								2
ナス	種子			6 (10)		(1)					6 (11)
ナス属	種子	17		6 (10)	(6)	5 (9)	(2)	1 (3)		(1)	12 (31)
エノコログサ属	籾	(1)									
ホタルイ属	果実	1									
不明種子		9 (29)		2 (2)		4 (11)		2		1 (4)	9 (17)
冬芽		10			2		1				3
昆虫		10			1				5		6

表 福山城下町遺跡から出土した未炭化種実(2)(括弧は破片を示す)

	グリッド	L2	M2	L3			L2				L2	
	遺構	炉2	炉3	炉4			炉5				炉6	炉7
	層位	側	-	灰1	灰2		炭層	灰層	炭層		-	-
	水洗方法	1mm以上		0.425mm以上		炉4合計	1mm以上	0.425mm以上		炉5合計	0.425mm以上	
	水洗量(ℓ)	未計量		4	1		未計量	2	4		7	5.5
分類群	部位/試料No.	10	11	12	13		14	15	16		17	18
イヌガヤ	種子		(1)									
カバノキ属	種子				5	5		1	4	5	17	14
マタタビ属	種子	2	(2)								1	7 (4)
クワ属	核											1
コブシ	種子	(1)										
スモモ	核		1 (19)									(5)
サクラ属サクラ節	核		1									
ハマナス	核				4 (5)	4 (5)						
キイチゴ属	核		1 (10)					(1)	(1)	(2)	2 (1)	38 (16)
キハダ	種子	1										
サンショウ	種子	2 (11)										(2)
ブドウ属	種子	2 (9)	(37)					(8)		(8)	(2)	5 (18)
トチノキ	種子		(1)									
ミズキ	核										(1)	
タラノキ	核											12
ニワトコ属	核	(3)	3 (20)					(1)	2 (1)	2 (2)		4
カナムグラ	核		(3)								(1)	
ミズ属	果実		1									
ヤナギタデ	果実		2 (1)								3	25
イヌタデ	果実		6									16
サナエタデ-オオイヌタデ	果実		1								1	2 (2)
ハイミチヤナギ	果実											10
タデ属	果実							1		1	5 (1)	4
ギシギシ属	果実										1	9 (7)
ウシハコベ	種子		5						2	2	154 (62)	5
スベリヒユ属	種子		1					(1)		(1)		
ミドリハコベ	種子		9 (7)						(1)	(1)	2 (2)	8
ハコベ	種子											1
アカザ属	種子		25 (1)		1	1	1	21 (1)	15	37 (1)	42 (1)	93 (9)
ヤマゴボウ属	種子		6 (2)									
キケマン属	種子		300		1	1					17 (3)	
カラマツ属	果実		1									
カタバミ属	種子		6 (16)									1
エノキグサ属	種子		2 (17)									
スミレ属	種子	(1)	(2)					1		1		9 (5)
メロン仲間	種子		2 (18)									
スミレ属	種子		(3)									
メロン仲間	種子		2 (18)									
クサノオウ	種子							1	1	2		
セリ	果実		1									
ウド	核		1 (1)					1		1		
キランソウ属	果実	(1)										3
トウバナ属	果実											2 (6)
メハジキ属	果実	1	7								5	
シソ属	果実		2									
タンポポ属	果実	1						1	1	2	1	1
ナス	種子		14 (20)									
ナス属	種子	5	74 (24)		3	3					1	8
イネ	籾			1		1					1	14 (84)
エノコログサ属	籾殻											73 (42)
	有ふ果											3
メハジキ属	果実		7									
シソ属	果実		2									
イネ科	種子										1	104 (2)
スゲ属	果実		1									1
ホタルイ属	果実	1	1					5 (1)		5 (1)		
メナモミ属	果実		1									
カヤツリグサ科	果実											1
クスノキ科	種子											(3)
キビ	現生種子											5
不明種子		1 (3)	(10)				1	2 (1)	(4)	3 (5)	4 (5)	12 (41)
冬芽				21		21		3		3	1	12 (14)
昆虫		1					1			1		1

10　福山城下町遺跡における「蔵2」漆喰の分析

竹原弘展・森将志・パレオ・ラボAMS年代測定グループ・中村賢太郎（パレオ・ラボ）

1. はじめに

北海道松前町に所在する福山城下町遺跡において検出された蔵2では、壁の漆喰とされる試料が採取された。この漆喰試料は18世紀前葉と推定される火災を受けたと考えられている。漆喰試料について、スサなど混和材の有無を確かめるために実体顕微鏡観察とプラント・オパール分析、材質が漆喰であることを確かめるために蛍光X線分析およびX線回折分析、時期を調べるためにAMS法による放射性炭素年代測定を行った。

2. 試料と方法

分析試料は、漆喰試料1点である。漆喰試料について、実体顕微鏡観察、プラント・オパール分析、蛍光X線分析、X線回折分析、放射性炭素年代測定を以下の手順で行った。

2-1. 実体顕微鏡観察とプラント・オパール分析

漆喰試料を実体顕微鏡で観察し、混和材の有無を確認した。

実体顕微鏡観察において植物片等の混和材は確認できなかったため、下記に示した手順に従って漆喰試料自体に処理を施し、プラント・オパール分析を行った。秤量した試料を乾燥後再び秤量する（絶対乾燥重量測定）。別に試料約1g（秤量）をトールビーカーにとり、約0.02gのガラスビーズ（直径約0.04mm）を加える。これに30%の過酸化水素水を約20～30cc加え、脱有機物処理を行う。処理後、水を加え、超音波ホモジナイザーによる試料の分散後、沈降法により0.01mm以下の粒子を除去する。この残渣よりグリセリンを用いて適宜プレパラートを作製し、検鏡した。同定および計数は機動細胞珪酸体に由来するプラント・オパールについてガラスビーズが300個に達するまで行った。

2-2. 蛍光X線分析

蛍光X線分析では、分析装置はエスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社製のエネルギー分散型蛍光X線分析計SEA1200VXを使用した。装置の仕様は、X線管が最大50kV、1000μAのロジウム（Rh）ターゲットで複数の一次フィルタが内蔵され、X線照射径が8mmまたは1mm、X線検出器はSDD検出器、検出可能元素はナトリウム（Na）～ウラン（U）である。測定条件は、管電圧・一次フィルタの組み合わせが15kV（一次フィルタ無し）・50kV（一次フィルタPb測定用）の計2条件で、測定時間は各条件1000s、管電流自動設定、照射径8mm、試料室内雰囲気真空に設定した。定量分析は、酸化物の形で算出し、ノンスタンダードFP法による半定量分析を行った。

2-3. X線回折分析

X線回折分析では、試料をメノウ乳鉢で微粉砕した後、ガラス凹板に充填し、測定試料とした。分析装置は（株）リガク製X線回折装置MultiFlexを使用した。装置の仕様は、X線管が銅ターゲット、検出器がシンチレーションカウンターで、モノクロメーターに湾曲グラファイト結晶を使用している。測定条件は、40kV、40mA、走査速度2°/min、ステップ幅0.02°、走査範囲3～65°に設定した。

2-4. 放射性炭素年代測定

測定試料の情報、調製データは表1のとおりである。試料は調製後、加速器質量分析計（パレオ・ラボ、コンパクトAMS：NEC製1.5SDH）を用いて測定した。得られた^{14}C濃度について同位体分別効果の補正を行った後、^{14}C年代、暦年代を算出した。

表1　測定試料および処理

測定番号	遺跡データ	試料データ	前処理
PLD-19861	遺構：蔵2 その他：2010年10月22日	試料の種類：漆喰 状態：wet	超音波洗浄 酸エッチング(塩酸):0.1N

3.結果

2-1. 実体顕微鏡観察とプラント・オパール分析

実体顕微鏡観察では、岩石片が観察されたのみで、植物片等の混和材は確認できなかった(図版1)。

プラント・オパール分析での検鏡の結果、植物珪酸体の産出が確認できなかった。

2-2. 蛍光X線分析

図1に蛍光X線分析により得られたスペクトルを示す。分析の結果、蛍光X線分析ではカルシウムが極めて高く検出された。

2-3. X線回折分析

図2にX線回折分析により得られた回折パターンを示す。分析の結果、X線回折分析では方解石(Calcite、$CaCO_3$)とよく一致するピークが検出された。

2-4. 放射性炭素年代測定

表2に、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比($\delta^{13}C$)、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた年代値と較正によって得られた年代範囲、慣用に従って年代値と誤差を丸めて表示した^{14}C年代を、図3に暦年較正結果をそれぞれ示す。暦年較正に用いた年代値は下1桁を丸めていない値であり、今後暦年較正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年較正を行うために記載した。

表2　放射性炭素年代測定および暦年較正の結果

測定番号	$\delta^{13}C$ (‰)	暦年較正用年代 (yrBP±1σ)	^{14}C 年代 (yrBP±1σ)	^{14}C年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1σ暦年代範囲	2σ暦年代範囲
PLD-19861	-21.11±0.11	281±19	280±20	1528AD(32.1%)1551AD 1633AD(36.1%)1650AD	1521AD(48.0%)1575AD 1583AD(1.3%)1591AD 1625AD(46.1%)1662AD

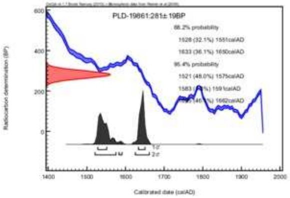


図3　暦年較正結果

^{14}C 年代は AD1950 年を基点にして何年前かを示した年代である。^{14}C 年代（yrBP）の算出には、^{14}C の半減期として Libby の半減期 5568 年を使用した。また、付記した ^{14}C 年代誤差（±1σ）は、測定の統計誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の ^{14}C 年代がその ^{14}C 年代誤差内に入る確率が 68.2% であることを示す。

なお、暦年較正の詳細は以下のとおりである。

暦年較正とは、大気中の ^{14}C 濃度が一定で半減期が 5568 年として算出された ^{14}C 年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の ^{14}C 濃度の変動、および半減期の違い（^{14}C の半減期 5730±40 年）を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

^{14}C 年代の暦年較正には OxCal4.1（較正曲線データ：IntCal09）を使用した。なお、1σ暦年代範囲は、OxCal の確率法を使用して算出された ^{14}C 年代誤差に相当する 68.2%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に 2σ暦年代範囲は 95.4%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は ^{14}C 年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

4. 考察

実体顕微鏡観察やプラント・オパール分析で何も検出できず、スサなどの混和材は確認できなかった。

蛍光 X 線分析と X 線回折分析の結果に基づくと、試料は方解石と同定される。方解石は炭酸カルシウムの鉱物のひとつであり、漆喰に由来すると考えられる。つまり、漆喰試料は「漆喰」であることが確認された。

漆喰は、まず原料となる貝殻や石灰岩を焼成すると、貝殻などの中の炭酸カルシウム（$CaCO_3$）が分解し、二酸化炭素（CO_2）を放出し、生石灰（CaO）となる。生石灰に水（H_2O）を加えると、消石灰（$Ca(OH)_2$）となる。消石灰は二酸化炭素を吸収して炭酸カルシウムとなり硬化する。漆喰の放射性炭素年代測定結果は、消石灰が硬化する際に吸収した大気中の二酸化炭素の値を示すと考えられる。

漆喰（PLD-19861）の 2σ暦年代範囲（確率 95.4%）は 1521-1575 cal AD(48.0%)、1583-1591 cal AD(1.3%)、1625-1662 cal AD(46.1%)で、16 世紀前半～17 世紀中頃の時期を示している。漆喰は 18 世紀前葉と推定される火災を受け、火災の前後で蔵 2 は数回建て替えが行われたと考えられており、こうした発掘調査所見に基づく推定時期に比べると放射性炭素年代測定の結果はやや古い。

漆喰試料（PLD-19861）については、酸エッチングで約 70%を除去しており、エッチングは十分と思われる。また、リン酸との反応により CO_2 ガス化を行っているため、炭酸カルシウムに由来する炭素のみを回収している。やや古い年代が得られた原因として、焼成により生石灰とする際に二酸化炭素が残留していた可能性などが考えらえる。原料が海産貝であれば海洋リザーバー効果によって、石灰岩であれば形成年代の古さによって、漆喰の年代を古くする原因となりうる。

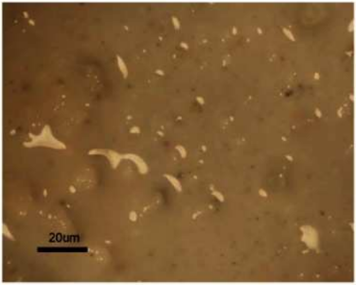
参考文献

Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

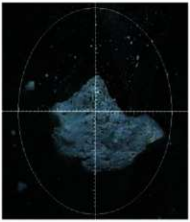
中村俊夫（2000）放射性炭素年代測定法の基礎．日本先史時代の ^{14}C 年代編集委員会編「日本先史時代の ^{14}C 年代」：3-20，日本第四紀学会．

西浦忠輝（2003）石灰・漆喰．馬淵久夫・杉下龍一郎・三輪嘉六・沢田正昭・三浦定俊編「文化財科学の事典」：180-181，朝倉書店．

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer C.E. (2009) IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 51, 1111-1150.



図版1　漆喰試料の実体顕微鏡写真



Al_2O_3	0.49(±3σ	0.12)(wt%)	4.590(±	1.081)(cps)
SiO_2	0.50(±3σ	0.06)(wt%)	14.447(±	1.720)(cps)
P_2O_5	0.30(±3σ	0.05)(wt%)	15.200(±	2.820)(cps)
SO_3	0.20(±3σ	0.02)(wt%)	20.171(±	2.353)(cps)
K_2O	0.28(±3σ	0.01)(wt%)	42.468(±	2.418)(cps)
CaO	97.58(±3σ	0.15)(wt%)	10490.452(±	16.226)(cps)
TiO_2	0.08(±3σ	0.02)(wt%)	3.707(±	1.047)(cps)
MnO	0.14(±3σ	0.01)(wt%)	13.713(±	0.706)(cps)
Fe_2O_3	0.37(±3σ	0.01)(wt%)	51.512(±	1.328)(cps)
SrO	0.05(±3σ	0.00)(wt%)	195.845(±	1.849)(cps)

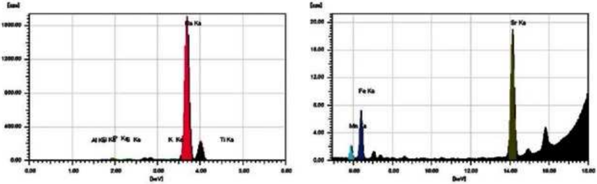


図１　蛍光Ｘ線分析結果

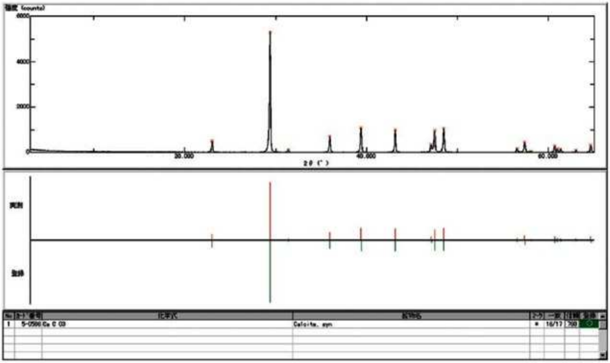


図２　Ｘ線回折分析結果

＊分析の目的と結果について

漆喰の成分と塗籠められた年代を明らかにするため、漆喰を試料として、蛍光Ｘ線分析、Ｘ線回折分析、顕微鏡観察、プラント・オパール分析、放射性炭素年代測定（ＡＭＳ法）を委託した。漆喰が含まれていた土層断面を下図に示す。

肉眼観察で漆喰とされた試料は、蛍光Ｘ線分析、Ｘ線回折分析により、「漆喰」であることが確認された。しかし、漆喰に普通に混ぜ込まれるはずのスサが認められず、植物珪酸体さえも検出されなかった。試料の漆喰は、火災に遭った蔵に塗籠められていたものと推定されており、補強材としてのスサが混ぜ込まれていなかったのか、新たな疑問が生じる結果となった。

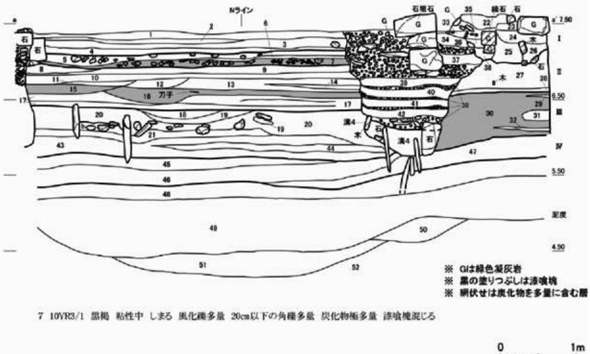
漆喰を試料として得られた暦年代は、最も新しいもので2δの 1625-1662 cal AD（46.1%）である。漆喰の原料である消石灰は、硬化する際に大気中の二酸化炭素を取り込むので、測定で得られた年代は、漆喰が「塗籠められた年代」と同じはずである。一方、漆喰壁の蔵が「火災に遭った年代」は、陶磁器からみると 18 世紀前葉であり、Ⅱ層上面でその火災の痕跡が認められる。上述の暦年代範囲に相当する層位はⅢ層であるが、蔵に関連する遺構は検出されておらず、年代測定の結果は古いと判断される。分析の考察でも述べられているように、生石灰の生成段階での残留二酸化炭素、あるいは生石灰の原料が貝であるならば、海洋リザーバー効果の影響を受けた可能性がある。

（山中）

引用・参考文献

西浦忠輝　2003　「石灰・漆喰」　『文化財科学の事典』　朝倉書店

蔵2・溝2（図Ⅳ-11）



7　10YR3/1　黒褐　粘性中　しまる　風化礫多量　20cm以下の角礫多量　炭化物極多量　漆喰塊混じる

0　1m
1/50

図　漆喰試料採取土層

11　福山城下町遺跡における泥炭層の年代および泥炭層から産出した珪藻化石と花粉化石

パレオ・ラボAMS年代測定グループ・藤根久・森将志・中村賢太郎（パレオ・ラボ）

1. はじめに

北海道松前町に位置する福山城下町遺跡の基本層序は、礫混じり粘土からなるⅠ～Ⅳ層と、泥炭層に分けられている。泥炭層は調査区西側の旧河道に堆積している。泥炭層について、年代を明らかにし、泥炭層堆積当時の堆積環境と植生を検討するために、放射性炭素年代測定、珪藻分析、花粉分析を行った。

2. 試料と方法

試料は、L2区で検出された泥炭の1と2、さらに下位の溝5で採取された泥炭中の材、計3点である。3点について、AMS法による放射性炭素年代測定を行った。また、L2区の泥炭1から採取された1点について花粉分析と珪藻分析を行った。これらの試料について、以下の手順に従って分析を行った。

2-1. 放射性炭素年代測定

測定試料の情報、調製データは表1のとおりである。試料は調製後、加速器質量分析計（パレオ・ラボ、コンパクトAMS：NEC製 1.5SDH）を用いて測定した。得られた^{14}C濃度について同位体分別効果の補正を行った後、^{14}C年代、暦年代を算出した。

表1　測定試料および処理

測定番号	遺跡データ	試料データ	前処理
PLD-19858	調査区：L2区 層位：泥炭1 その他：2010年12月2日	試料の種類：泥炭 状態：wet	超音波洗浄 酸・アルカリ・酸洗浄(塩酸:1.2N,水酸化ナトリウム:1N,塩酸:1.2N) サルフィックス
PLD-19859	調査区：L2区 層位：泥炭2 その他：2010年12月2日	試料の種類：泥炭 状態：wet	超音波洗浄 酸・アルカリ・酸洗浄(塩酸:1.2N,水酸化ナトリウム:1N,塩酸:1.2N)
PLD-19860	遺構：溝5 層位：泥炭 遺物No.1254 その他：2010年12月2日	試料の種類：生材 試料の性状：最外年輪 状態：wet	超音波洗浄 酸・アルカリ・酸洗浄(塩酸:1.2N,水酸化ナトリウム:1N,塩酸:1.2N) サルフィックス

2-2. 珪藻分析

L2区泥炭1の試料については、以下の処理を行い、珪藻分析用プレパラートを作製した。

(1)各試料は、堆積物に応じて適量（湿潤重量）を取り出し、秤量した後ビーカーに移して30%過酸化水素水を加え、加熱・反応させ、有機物の分解と粒子の分散を行った。(2)反応終了後、水を加え1時間程してから上澄み液を除去し、細粒のコロイドを捨てる。この作業を7回ほど繰り返した。(3)懸濁残渣を遠心管に回収し、マイクロピペットで適量取り、カバーガラスに滴下し乾燥させた。乾燥後は、マウントメディアで封入しプレパラートを作製した。

作製したプレパラートは顕微鏡下600～1000倍で観察し、200個体以上について同定・計数した。珪藻殻は、完形と非完形（半分以上残っている殻）に分けて計数し、完形殻の出現率として示した。また、試料の処理重量とプレパラート上の計数面積から堆積物1g当たりの殻数を計算した。

珪藻化石の環境指標種群は、主に安藤（1990）が設定した環境指標種群に基づいた。なお、環境指標種群以外の珪藻種については、淡水種は広布種（W）として扱った。また、破片のため属レベルで同定した分類群は、その種群を不明として扱った。以下に、安藤（1990）が設定した淡水域における環境指標種群の概要を示す。

［上流性河川指標種群（J）］：河川上流部の渓谷部に集中して出現する種群である。これらは、殻面全体で岩にぴったりと張り付いて生育しているため、流れによってはぎ取られてしまうことがない。

［中～下流性河川指標種群（K）］：河川の中～下流部、すなわち河川沿いで河成段丘、扇状地および自然堤防、後背湿地といった地形が見られる部分に集中して出現する種群である。これらの種は、柄またはさやで基物に付着し、体を水中に伸ばして生活する種が多い。

［最下流性河川指標種群（L）］：最下流部の三角州の部分に集中して出現する種群である。これらの種には、水中を浮遊しながら生育している種が多い。これは、河川が三角州地帯に入ると流速が遅くなり、浮遊生の種でも生育できるようになるためである。

［湖沼浮遊生指標種群（M）］：水深が約 1.5m 以上で、岸では水生植物が見られるが、水底には植物が生育していない湖沼に出現する種群である。

［湖沼沼沢湿地指標種群（N）］：湖沼における浮遊生種としても、沼沢湿地における付着生種としても優勢な出現が見られ、湖沼・沼沢湿地の環境を指標する可能性が大きい種群である。

［沼沢湿地付着生指標種群（O）］：水深 1m 内外で、一面に植物が繁殖している所および湿地において、付着の状態で優勢な出現が見られる種群である。

［高層湿原指標種群（P）］：尾瀬ケ原湿原や霧ケ峰湿原などのように、ミズゴケを主とした植物群落および泥炭層の発達が見られる場所に出現する種群である。

［陸域指標種群（Q）］：上述の水域に対して、陸域を生息地として生活している種群である（陸生珪藻と呼ばれている）。

2-3. 花粉分析

L2 区泥炭 1 の試料について、試料（湿重約 3～4g）を遠沈管にとり、10％の水酸化カリウム溶液を加え 10 分間湯煎する。水洗後、46％のフッ化水素酸溶液を加え 1 時間放置する。水洗後、比重分離（比重 2.1 に調整した臭化亜鉛溶液を加え遠心分離）を行い、浮遊物を回収し、水洗する。水洗後、酢酸処理を行い、続けてアセトリシス処理（無水酢酸 9：1 濃硫酸の割合の混酸を加え 20 分間湯煎）を行う。水洗後、残渣にグリセリンを加え保存用とする。検鏡は、この残渣よりプレパラートを作製して行った。プレパラートは全面を検鏡し、その間に現れる花粉・胞子を全て数えた。また、保存状態の良好な花粉を選んで単体標本を作製し、図版に載せた。

3. 結果

3-1. 放射性炭素年代測定

表 2 に、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比（δ^{13}C）、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた年代値と較正によって得られた年代範囲、慣用に従って年代値と誤差を丸めて表示した ^{14}C 年代を、図 1 に暦年較正結果をそれぞれ示す。暦年較正に用いた年代値は下 1 桁を丸めていない値であり、今後暦年較正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年較正を行うために記載した。

^{14}C 年代は AD1950 年を基点にして何年前かを示した年代である。^{14}C 年代（yrBP）の算出には、^{14}C の半減期として Libby の半減期 5568 年を使用した。また、付記した ^{14}C 年代誤差（±1σ）は、測定の統計誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の ^{14}C 年代がその ^{14}C 年代誤差内に入る確率が 68.2％

であることを示す。

なお、暦年較正の詳細は以下のとおりである。

暦年較正とは、大気中の ^{14}C 濃度が一定で半減期が5568年として算出された ^{14}C 年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の ^{14}C 濃度の変動、および半減期の違い(^{14}C の半減期5730±40年)を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

^{14}C 年代の暦年較正にはOxCal4.1(較正曲線データ:IntCal09)を使用した。なお、1σ暦年代範囲は、OxCalの確率法を使用して算出された ^{14}C 年代誤差に相当する68.2%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に2σ暦年代範囲は95.4%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は ^{14}C 年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

表2 放射性炭素年代測定および暦年較正の結果

測定番号	$\delta^{13}C$ (‰)	暦年較正用年代 (yrBP±1σ)	^{14}C 年代 (yrBP±1σ)	^{14}C 年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1σ暦年代範囲	2σ暦年代範囲
PLD-19858 (L2区泥炭1)	-16.96±0.12	345±19	345±20	1490AD(27.7%)1522AD 1573AD(24.9%)1603AD 1609AD(15.6%)1629AD	1468AD(37.9%)1530AD 1542AD(57.5%)1635AD
PLD-19859 (L2区泥炭2)	-26.58±0.10	315±19	315±20	1522AD(50.9%)1575AD 1584AD(4.3%)1590AD 1625AD(13.0%)1640AD	1494AD(74.9%)1602AD 1616AD(20.5%)1645AD
PLD-19860 (溝5泥炭)	-26.45±0.12	405±19	405±20	1446AD(68.2%)1477AD	1439AD(90.1%)1497AD 1601AD(5.3%)1614AD

3-2. 珪藻分析

泥炭1の堆積物中からは、中～下流性河川指標種群(K)の *Meridion circulae* var. *constricta* や *Achnanthes lanceolata* が特徴的に出現した。また、沼沢湿地付着生指標種群(O)の *Pinnularia gibba* や陸域指標種群(Q)も出現した(表3、図2)。

3-3. 花粉分析

検出された花粉・胞子の分類群数は樹木花粉30、草本花粉24、形態分類を含むシダ植物胞子3の総計57である。これらの花粉・胞子の一覧表を表4に、分布図を図3に示した。なお、分布図の樹木花粉は樹木花粉総数を、草本花粉・シダ植物胞子は全花粉胞子総数を基数とした百分率で示してある。また図や表においてハイフン(-)で結んだ分類群はそれら分類群間の区別が困難なものを示している。クワ科やバラ科、マメ科の花粉には樹木起源と草本起源のものとがあるが、各々に分けることが困難なため、便宜的に草本花粉に一括して入れてある。

検鏡の結果、樹木花粉ではカバノキ属やハンノキ属、ブナ属、コナラ属コナラ亜属、ウコギ科などの産出が目立ち、それぞれ10%、10%、14%、11%、8%の産出率を示す。草本花粉ではイネ科が最も多く、38%の産出率を示す。次いでミズバショウ属が19%、ヨモギ属が9%、セリ科が6%となる。その他の好湿性の草本花粉としてはサジオモダカ属やツリフネソウ属、ミツガシワ属、ガガブタなどがあげられ、それぞれわずかに産出している。

4. 考察

4-1. 放射性炭素年代測定結果に基づく泥炭層の堆積年代

2σ暦年代範囲（確率95.4%）に着目して結果を整理する。

L2区泥炭層の泥炭1（PLD-19858）は1468-1530 cal AD(37.9%)および1542-1635 cal AD(57.5%)、同じくL2区泥炭層の泥炭2（PLD-19859）は1494-1602 cal AD(74.9%)および1616-1645 cal AD(20.5%)の範囲を示した。泥炭2と1の年代から、泥炭層は15世紀末～17世紀前半のある時期に堆積したと考えられる。発掘調査所見に基づく泥炭層の推定時期は16世紀中葉～17世紀前葉であり、整合的である。

溝5の泥炭層から採取された材は1439-1497 cal AD(90.1%)および1601-1614 cal AD(5.3%)の範囲を示した。範囲が15世紀と17世紀前半に大きく分かれたが、発掘調査所見に基づく溝5の推定時期は16世紀末～17世紀初めであり、1601-1614 cal AD(5.3%)が溝5の泥炭層の堆積年代を示している可能性が高い。

4-2. 珪藻分析結果に基づく堆積環境の推定

中～下流性河川指標種群（K）の *Meridion circulae* var. *constricta* や *Achnanthes lanceolata* が特徴的に出現し、沼沢湿地付着生指標種群（O）の *Pinnularia gibba* や陸域指標種群（Q）も出現したことから、沼沢湿地を伴う河川環境が推定される。

4-3. 花粉分析結果に基づく古植生の推定

今回の花粉分析に用いたL2区泥炭1の試料は、放射性炭素年代測定によれば15～17世紀を示しており、遺構や遺物から推定される時期と重複する。しかし、以下に述べるように、今回の分析試料の時期は人の活動が活発になる以前の時期を示している可能性が考えられる。

まず樹木花粉について見ると、樹木花粉全体の産出数は少ないものの、産出が目立つ分類群にはカバノキ属やブナ属、コナラ属コナラ亜属、トチノキ属、ウコギ科などがある。おそらく、遺跡背後の丘陵地にはカバノキ属やブナ属、コナラ属コナラ亜属などからなる落葉広葉樹林が広がり、林縁部にはウコギ科が、大松前川周辺にはトチノキ属が分布を広げていたと思われる。この結果は、松前氏城跡福山城跡の堀廻り地区において行われた花粉分析結果（パリノ・サーヴェイ株式会社 2008, 2010）から推定されている福山城の後背地の植生とほぼ同様である。また、パリノ・サーヴェイ株式会社（2008, 2010）の花粉分析結果では、松前氏城跡福山城跡の堀廻り地区でマツ属とスギ属が多産しており、これらの植物が城内や周辺に植林されたとしている。本試料においてもマツ属とスギ属は産出しているものの、産出率は低い。この違いは、城と城下町の場所の違いを反映している可能性もあるが、近くの城に多く植林されている樹木の花粉の堆積が少ないという状況は考え難いので、本試料の花粉化石群集は、築城に伴ってマツ属やスギ属が植林される以前の植生を反映している可能性が高いように思われる。

次に草本花粉であるが、産出花粉胞子総数に占める草本花粉の割合が圧倒的に高く、イネ科や好湿性の草本花粉の産出が目立つ。よって、当時の松前町福山城下町遺跡周辺では樹木が疎らで、イネ科を中心とした湿潤な草本植生が広がっていたと思われる。湿地的環境を示す分類群としては、抽水植物のサジオモダカ属や浮葉植物のガガブタ、好湿性のミズバショウ属やツリフネソウ属、ミツガシワ属などがあげられる。また、ヤマモモ属には照葉樹のヤマモモと落葉小低木のヤチヤナギが含まれるが、北海道の遺跡であり、他の花粉組成が湿地的環境を示しているので、松前町福山城下町遺跡から産出したヤマモモ属はヤチヤナギであると思われる。さらに今回の分析試料で、ある程度の産出があり、湿地的環境に生育する樹木として、ハンノキ属やトネリコ属、ヤナギ属などがあげられる。こ

れらの分類群の樹木が湿地周辺などに疎らに生育していたと思われる。

引用・参考文献

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，42，73-88.

Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

小杉正人（1988）珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用．第四紀研究，27，1-20.

中村俊夫（2000）放射性炭素年代測定法の基礎．日本先史時代の ^{14}C 年代編集委員会編「日本先史時代の ^{14}C 年代」：3-20，日本第四紀学会.

パリノ・サーヴェイ株式会社（2008）堀廻り地区古環境調査．松前町教育委員会編「史跡松前氏城跡福山城跡Ｖ」：37-57，北海道松前町教育委員会.

パリノ・サーヴェイ株式会社（2010）平成 21 年度史跡松前氏城跡福山城跡の自然科学分析調査．松前町教育委員会編「史跡松前氏城跡福山城跡VI」：23-41，北海道松前町教育委員会.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer C.E. (2009) IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 51, 1111-1150.

渡辺仁治（2005）淡水珪藻生態図鑑．777p，内田老鶴圃.

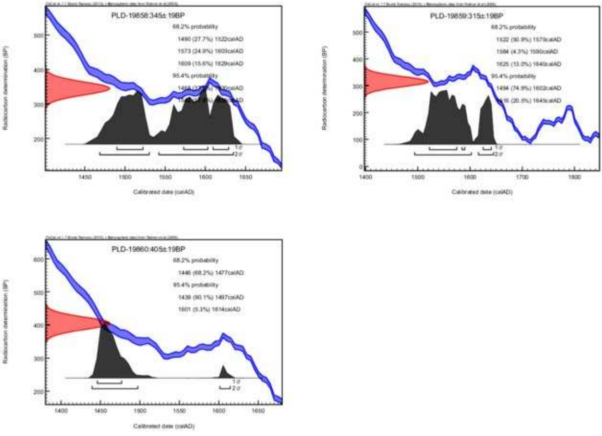


図１　暦年較正結果

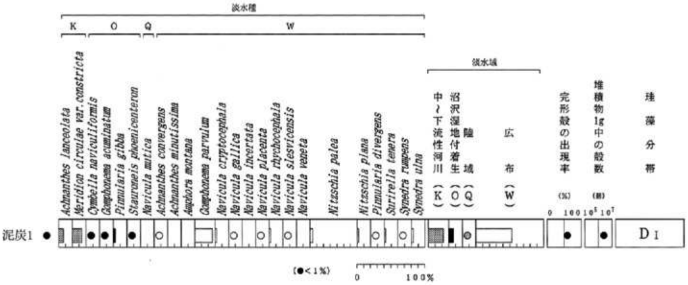


図2　堆積物中の珪藻化石分布図（1.0%以上の分類群を表示）

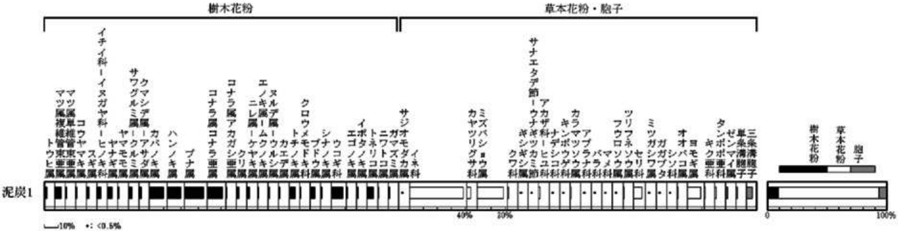


図3 松前町福山城下町遺跡（泥炭1）における花粉ダイアグラム

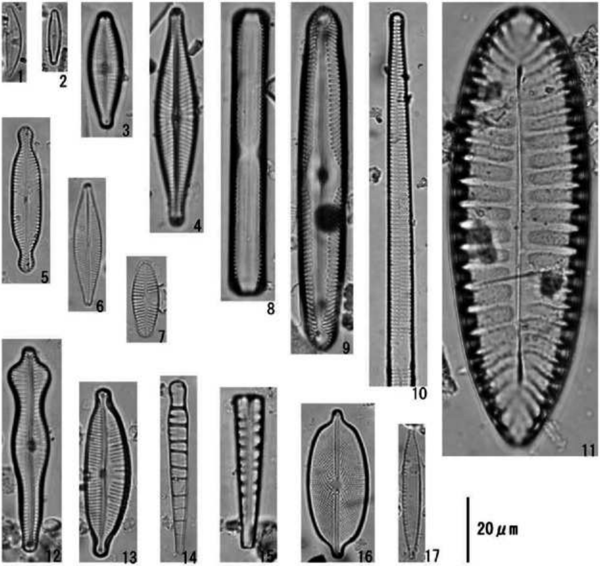
樹木花粉は樹木花粉総数、草本花粉・胞子は産出花粉胞子総数を基数として百分率で算出した。

表3　堆積物中の珪藻化石一覧表
（種群は安藤（1990）による）

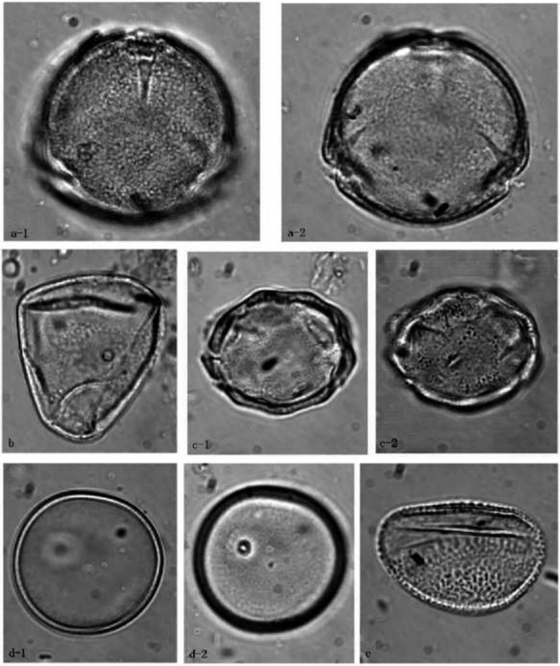
分　類　群	種群	泥炭1
Achnanthes convergens	W	2
A. hungarica	W	1
A. inflata	W	-
A. lanceolata	K	15
A. minutissima	W	-
A. spp.	?	-
Amphora montana	W	-
Caloneis lauta	W	-
Cocconeis placentula	W	-
Cymbella minuta	W	1
C. naviculiformis	O	2
C. sinuata	K	1
Eunotia pectinalis var.minor	O	1
E. spp.	?	5
Frustulia vulgaris	W	-
Gomphonema acuminatum	O	2
G. parvulum	W	57
G. spp.	?	5
Hantzschia amphioxys	Q	-
Meridion circulae var.constricta	K	31
Navicula contenta	Q	1
N. cryptocephala	W	5
N. gallica	W	3
N. incertata	W	-
N. mutica	Q	-
N. placenta	W	3
N. pupula	W	1
N. rhychocephala	W	5
N. slesvicensis	W	3
N. veneta	W	-
N. spp.	?	9
Nitzschia palea	W	9
N. plana	W	4
N. spp.	?	1
Pinnularia borealis	Q	1
P. braunii	W	1
P. divergens	W	2
P. gibba	O	7
P. hemiptera	W	1
P. microstauron	W	1
P. spp.	?	8
Stauroneis phoenicenteron	O	3
Surirella angusta	W	1
S. ovata	W	1
S. tenera	W	5
Synedra rumpens	W	3
S. ulna	W	6
Unknown	?	9
中～下流性河川　（K）		47
沼沢湿地付着生　（O）		15
陸　　域　（Q）		2
広　布　種　（W）		115
不　　明　（?）		37
珪　藻　殻　数		216

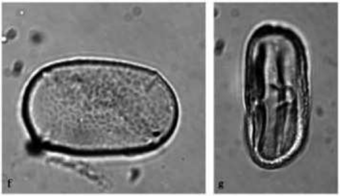
表4　産出花粉化石一覧表

学名	和名	泥炭1
樹木		
Picea	トウヒ属	2
Pinus subgen. *Diploxylon*	マツ属複維管束亜属	5
Pinus subgen. *Haploxylon*	マツ属単維管束亜属	1
Sciadopitys	コウヤマキ属	1
Cryptomeria	スギ属	2
Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae	イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科	3
Salix	ヤナギ属	4
Myrica	ヤマモモ属	1
Pterocarya-Juglans	サワグルミ属－クルミ属	3
Carpinus-Ostrya	クマシデ属－アサダ属	2
Betula	カバノキ属	11
Alnus	ハンノキ属	11
Fagus	ブナ属	15
Quercus subgen. *Lepidobalanus*	コナラ属コナラ亜属	12
Quercus subgen. *Cyclobalanopsis*	コナラ属アカガシ亜属	1
Castanea	クリ属	2
Ulmus-Zelkova	ニレ属－ケヤキ属	2
Celtis-Aphananthe	エノキ属－ムクノキ属	1
Rhus-Toxicodendron	ヌルデ属－ウルシ属	1
Acer	カエデ属	1
Aesculus	トチノキ属	5
Rhamnaceae	クロウメモドキ科	1
Vitis	ブドウ属	4
Tilia	シナノキ属	1
Araliaceae	ウコギ科	9
Styrax	エゴノキ属	1
Ligustrum	イボタノキ属	1
Fraxinus	トネリコ属	5
Sambucus	ニワトコ属	1
Viburnum	ガマズミ属	1
草本		
Alisma	サジオモダカ属	2
Gramineae	イネ科	463
Cyperaceae	カヤツリグサ科	37
Lysichiton	ミズバショウ属	227
Moraceae	クワ科	10
Rumex	ギシギシ属	5
Polygonum sect. *Persicaria-Echinocaulon*	サナエタデ節－ウナギツカミ節	4
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	アカザ科－ヒユ科	13
Caryophyllaceae	ナデシコ科	4
Ranunculaceae	キンポウゲ科	1
Thalictrum	カラマツソウ属	7
Brassicaceae	アブラナ科	4
Rosaceae	バラ科	3
Leguminosae	マメ科	3
Geranium	フウロソウ属	1
Impatiens	ツリフネソウ属	10
Apiaceae	セリ科	74
Menyantes	ミツガシワ属	1
Nymphoides indica	ガガブタ	1
Lamiaceae	シソ科	1
Plantago	オオバコ属	9
Artemisia	ヨモギ属	113
Tubuliflorae	キク亜科	10
Liguliflorae	タンポポ亜科	10
シダ植物		
Osmunda	ゼンマイ属	18
Monolete type spore	単条溝胞子	11
Trilete type spore	三条溝胞子	52
Arboreal pollen	樹木花粉	110
Nonarboreal pollen	草本花粉	1013
Spores	シダ植物胞子	81
Total Pollen&Spores	花粉・胞子総数	1204
Unknown pollen	不明花粉	14



図版1　堆積物中の珪藻化石の顕微鏡写真 1. Amphora montana（蔵2石垣粘土）
2. Achnanthes minutissima（蔵2石垣粘土） 3. Gomphonema parvulum（泥炭1）
4. Navicula rhychocephala（泥炭1） 5. Pinnularia braunii（泥炭1）
6. Navicula cryptocephala（泥炭1） 7. Achnanthes lanceolata（泥炭1）
8. Pinnularia borealis（泥炭1） 9. Pinnularia gibba（泥炭1）
10. Synedra ulna（泥炭1） 11. Surirella tenera（泥炭1）
12. Gomphonema acuminatum（泥炭1） 13. Cymbella naviculiformis（泥炭1）
14・15. Meridion circulae var. constricta（泥炭1） 16. Navicula placenta（泥炭1）
17. Nitzschia palea（蔵2石垣粘土）





0. 02mm

図版2　松前町福山城下町遺跡から
産出した花粉化石

a. ブナ属(PLC. 484)

b. カヤツリグサ科(PLC. 485)

c. サジオモダカ属(PLC. 486)

d. イネ科(PLC. 487)

e. ミズバショウ属(PLC. 488)

f. ツリフネソウ属(PLC. 489)

g. セリ科(PLC. 490)

＊分析の目的と結果について

旧河道に堆積する泥炭層の年代、堆積時の環境、植生を推定するため、放射性炭素年代測定（ＡＭＳ法）、花粉分析、珪藻分析を委託した。試料は泥炭層の土壌と、泥炭層で検出された溝５の樹皮付き丸木杭である。試料採取位置は次頁に示す。

泥炭から得られた暦年代は、15 世紀末～17 世紀前半の範囲を示す。陶磁器から推定されるⅣ～泥炭層の年代は、16 世紀中葉～17 世紀前葉であることから、泥炭１（PLD-19858）は２δの 1542-1635 cal AD(57.5%)、泥炭２（PLD-19859）は２δの 1616-1645 cal AD(20.5%)が、堆積年代を示している可能性が高い。なお、試料１と２は、泥炭層下位の標高 4.8m前後で採取した。

溝５の杭から得られた暦年代は、陶磁器の年代から、２δの 1601-1614calAD（5.3%）の範囲に収まる可能性が高い。

珪藻・花粉分析は、前述した泥炭１と同じ試料を用いたので、分析結果は 16 世紀前半～17 世紀前半の一時期における調査区周辺の環境・植生を表す。珪藻分析では、出現した珪藻化石から、沼沢湿地を伴う河川環境が推定されており、泥炭層下の蛇行する旧河道が、次第に泥炭で埋没していったことを窺わせる。

花粉分析では、当時の調査区周辺は樹木が疎らで、イネ科を中心とした湿潤な草本植生が広がっていたとされ、代表的な樹木として、ハンノキ属やトネリコ属、ヤナギ属などが挙げられている。樹木花粉では、カバノキ属やブナ属、コナラ属コナラ亜属、トチノキ属、ウコギ科等も比較的多く産出しており、福山城の後背地の植生（松前町教育委員会 2008、2010）とほぼ同様の結果が得られた。但し、福山城の堀廻り地区で多産するマツ属やスギ属が少量しか検出されなかったことについては、両者が城（館）内に植林される以前の植生を反映しているためではないかと考えられている。陶磁器から推定されるⅣ～泥炭層の年代は、この考えと矛盾しない。

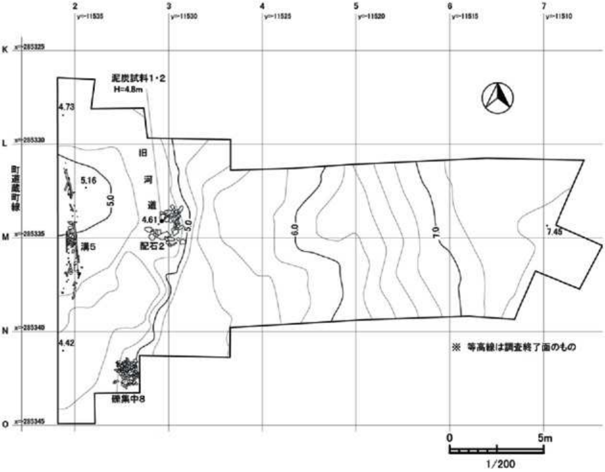
（山中）

引用・参考文献

松前町教育委員会　2008　『史跡　松前氏城跡　福山城跡Ⅴ』

松前町教育委員会　2010　『史跡　松前氏城跡　福山城跡Ⅵ』

泥炭層遺構位置図 （図Ⅳ-2）



溝5 （図Ⅳ-15）

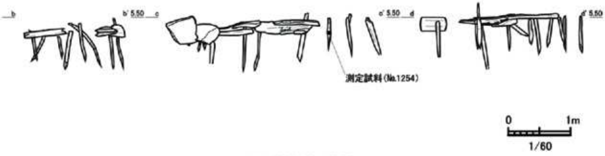


図 試料採取位置

12　福山城下町遺跡における「蔵 2」石垣接合部粘土の分析

藤根久・森将志・中村賢太郎（パレオ・ラボ）

1. はじめに

北海道松前町に所在する福山城下町遺跡において検出された蔵 2 では、石垣の接合に用いられたと見られる粘土が分析試料として採取された。蔵 2 は複数回の改修が行われており、石垣は比較的新しい改修時に造られたとされる。粘土試料について、混和材の有無を確かめるために実体顕微鏡観察とプラント・オパール分析、粘土の特徴を調べるために珪藻分析と粒度分析を行った。

2. 試料と方法

分析試料は、蔵 2 の石垣接合部の灰白色粘土である。この粘土試料について実体顕微鏡観察、プラント・オパール分析、珪藻分析、粒度分析を以下の手順で行った。

2-1. 実体顕微鏡観察とプラント・オパール分析

実体顕微鏡で観察し、粘土の特徴と混和材の有無を確認した。

実体顕微鏡観察において植物片等の混和材は確認できなかったため、下記に示した手順に従って粘土試料自体に処理を施し、プラント・オパール分析を行った。秤量した試料を乾燥後再び秤量する（絶対乾燥重量測定）。別に試料約 1g（秤量）をトールビーカーにとり、約 0.02g のガラスビーズ（直径約 0.04mm）を加える。これに 30%の過酸化水素水を約 20～30cc 加え、脱有機物処理を行う。処理後、水を加え、超音波ホモジナイザーによる試料の分散後、沈降法により 0.01mm 以下の粒子を除去する。この残渣よりグリセリンを用いて適宜プレパラートを作製し、検鏡した。同定および計数は機動細胞珪酸体に由来するプラント・オパールについてガラスビーズが 300 個に達するまで行った。

2-2. 珪藻分析

粘土試料については、以下の処理を行い、珪藻分析用プレパラートを作製した。

(1) 各試料は、堆積物に応じて適量（湿潤重量）を取り出し、秤量した後ビーカーに移して 30%過酸化水素水を加え、加熱・反応させ、有機物の分解と粒子の分散を行った。(2) 反応終了後、水を加え 1 時間程してから上澄み液を除去し、細粒のコロイドを捨てる。この作業を 7 回ほど繰り返した。(3) 懸濁残渣を遠心管に回収し、マイクロピペットで適量取り、カバーガラスに滴下し乾燥させた。乾燥後は、マウントメディアで封入しプレパラートを作製した。

作製したプレパラートは顕微鏡下 600～1000 倍で観察し、200 個体以上について同定・計数した。珪藻殻は、完形と非完形（半分以上残っている殻）に分けて計数し、完形殻の出現率として示した。また、試料の処理重量とプレパラート上の計数面積から堆積物 1g 当たりの殻数を計算した。

珪藻化石の環境指標種群は、主に安藤（1990）が設定した環境指標種群に基づいた。なお、環境指標種群以外の珪藻種については、淡水種は広布種（W）として扱った。また、破片のため属レベルで同定した分類群は、その種群を不明として扱った。以下に、安藤（1990）が設定した淡水域における環境指標種群の概要を示す。

[上流性河川指標種群（J）]：河川上流部の渓谷部に集中して出現する種群である。これらは、殻面全体で岩にぴったりと張り付いて生育しているため、流れによってはぎ取られてしまうことがない。

[中～下流性河川指標種群（K）]：河川の中～下流部、すなわち河川沿いで河成段丘、扇状地および自然堤防、後背湿地といった地形が見られる部分に集中して出現する種群である。これらの種は、柄またはさやで基物に付着し、体を水中に伸ばして生活する種が多い。

［最下流性河川指標種群（L）］：最下流部の三角州の部分に集中して出現する種群である。これらの種には、水中を浮遊しながら生育している種が多い。これは、河川が三角州地帯に入ると流速が遅くなり、浮遊生の種でも生育できるようになるためである。

［湖沼浮遊生指標種群（M）］：水深が約 1.5m 以上で、岸では水生植物が見られるが、水底には植物が生育していない湖沼に出現する種群である。

［湖沼沼沢湿地指標種群（N）］：湖沼における浮遊生種としても、沼沢湿地における付着生種としても優勢な出現が見られ、湖沼・沼沢湿地の環境を指標する可能性が大きい種群である。

［沼沢湿地付着生指標種群（O）］：水深 1m 内外で、一面に植物が繁殖している所および湿地において、付着の状態で優勢な出現が見られる種群である。

［高層湿原指標種群（P）］：尾瀬ケ原湿原や霧ケ峰湿原などのように、ミズゴケを主とした植物群落および泥炭層の発達が見られる場所に出現する種群である。

［陸域指標種群（Q）］：上述の水域に対して、陸域を生息地として生活している種群である（陸生珪藻と呼ばれている）。

2-3. 粒度分析

分析方法は、5g 程度を精製水に溶かして超音波洗浄機で分散した。試料は、レーザー回折式粒度分布測定装置（島津製作所製 SALD-3000S）を用いて計測した。測定結果から、モーメント法（積率統計計算法；公文・立石, 1998）に従って各試料の平均粒径、分級度、歪度、尖度を計算した。

3. 結果

2-1. 実体顕微鏡観察とプラント・オパール分析

顕微鏡観察では、白色と淡褐色がラミナ状に互層した構造が観察された。植物片等の混和材は確認できなかった。プラント・オパールや火山ガラスあるいは石英などの結晶鉱物が少量含まれ、大半の粒子は非晶質の微細粒子からなる（図版 1）。

プラント・オパール分析の結果は下記のとおりである。同定・計数された各植物のプラント・オパール個数とガラスビーズ個数の比率から試料 1g 当りの各プラント・オパール個数を求め（表 1）、それらの分布を図 1 に示した。以下に示す各分類群のプラント・オパール個数は、試料 1g 当りの検出個数である。

表1　試料1g当りのプラント・オパール個数

	イネ（個/g）	ネザサ節型（個/g）	ササ属型（個/g）	シバ属（個/g）	ウシクサ族（個/g）	不明（個/g）
粘土試料	1,600	1,600	19,300	3,200	9,700	9,700

検鏡の結果、粘土試料についてはイネやネザサ節型、ササ属型、シバ属、ウシクサ族の機動細胞珪酸体が確認できた。イネとネザサ節型の機動細胞珪酸体は 1,600 個、ササ属型機動細胞珪酸体は 19,300 個、シバ属機動細胞珪酸体は 3,200 個、ウシクサ族機動細胞珪酸体は 9,700 個である。

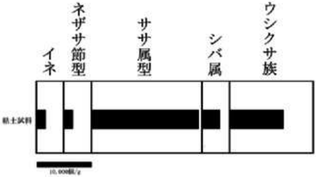


図 1　粘土試料の植物珪酸体分布図

2-2. 珪藻分析

粘土試料中からは、環境指標種群に分類される珪藻化石が少なく、中～下流性河川指標種群（K）や陸域指標種群（Q）が出現した。なお、広布種の *Nitzschia palea* が多く出現した。この *Nitzschia palea* は、好汚濁性種であることから（渡辺，2005）、試料は汚れた環境で堆積した堆積物と推定される（表2、図2）。

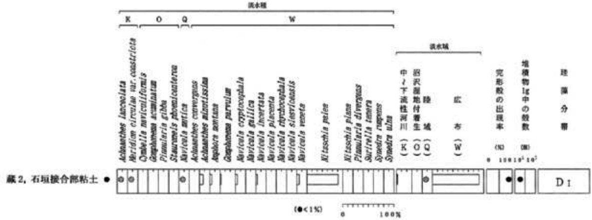


図2　堆積物中の珪藻化石分布図（1.0%以上の分類群を表示）

表2　堆積物中の珪藻化石一覧表（種群は安藤（1990）による）

分　類　群	種群	粘土試料
Achnanthes convergens	W	-
A. hungarica	W	-
A. inflata	W	1
A. lanceolata	K	2
A. minutissima	W	15
A. spp.	?	1
Amphora montana	W	9
Caloneis lauta	W	1
Cocconeis placentula	W	1
Cymbella minuta	W	1
C. naviculiformis	O	-
C. sinuata	K	1
Eunotia pectinalis var.minor	O	-
E. spp.	?	-
Frustulia vulgaris	W	1
Gomphonema acuminatum	O	-
G. parvulum	W	5
G. spp.	?	1
Hantzschia amphioxys	Q	1
Meridion circulae var.constricta	K	2
Navicula contenta	Q	-
N. cryptocephala	W	9
N. gallica	W	-
N. incertata	W	6
N. mutica	Q	2
N. placenta	W	-
N. pupula	W	-
N. rhynchocephala	W	-
N. slesvicensis	W	-
N. veneta	W	11
N. spp.	?	-
Nitzschia palea	W	127
N. plana	W	-
N. spp.	?	6
Pinnularia borealis	Q	-
P. braunii	W	-
P. divergens	W	-
P. gibba	O	-
P. hemiptera	W	-
P. microstauron	W	-
P. spp.	?	-
Stauroneis phoenicenteron	O	-
Surirella angusta	W	-
S. ovata	W	-
S. tenera	W	-
Synedra rumpens	W	-
S. ulna	W	1
Unknown	?	3
中～下流性河川　（K）		5
沼沢湿地付着生　（O）		-
陸　域　（Q）		3
広　布　種　（W）		188
不　明　（?）		11
珪　藻　殻　数		207

2-3. 粒度分析

表３に粒度分析した結果と粒度階区分を示す。また、表４に平均粒径、分級度、歪度、尖度を示した。図３に頻度分布と累積頻度分布図を示す。粒度分析した結果、分析した試料は、砂が 0.45%、シルトが 61.68%、粘土が 37.88%であり、粘土質シルトである。頻度分布と累積頻度分布図において単峰性を示し、8.0φにピークがあり、平均粒径は 7.41φである。図５に示した Folk and Ward (1957) の基準に従うと、分級度は 1.67 と悪く、歪度は 0.04 と対称を示し、尖度は 2.21 と非常に突出する。

表3 粒度分析結果

粒度階(φ)	No.1(%)	粒度階区分	
4.0	0.45	0.45	微粒砂
4.5	2.64	7.97	粗粒シルト
5.0	5.33		
5.5	6.55	14.55	中粒シルト
6.0	8.01		
6.5	8.82	18.29	細粒シルト
7.0	9.47		
7.5	10.19	20.86	微粒シルト
8.0	10.67		
8.5	10.61	37.88	粘土
9.0	8.85		
9.5	6.06		
10.0	4.93		
10.5	4.53		
11.0	2.89		
合計	100.00	100.00	

表4 粒度分析の統計指標（φスケール）

統計値	粘土試料
平均粒径（Dφ）	7.14
分級度（標準偏差σ）	1.67
歪度（Sk）	0.04
尖度（K）	2.21

表5 分級度、歪み度、尖度の評価（Folk and Ward, 1957）

〈σ_1分級度〉		〈Sk_1歪み度〉		〈K_G尖度〉	
0.35以下	非常に良い	0	対称	1	正規分布曲線
0.35～0.50	良い	-1.00～-0.30	著しく負	0.67以下	非常に扁平
0.50～0.71	やや良い	-0.30～-0.10	負の歪み	0.67～0.90	扁平
0.71～1.00	普通	-0.10～+0.10	ほぼ対称	0.90～1.11	中間的
1.00～2.00	悪い	+0.10～+0.30	正の歪み	1.11～1.50	突出
2.00～4.00	非常に悪い	+0.30～+1.00	著しく正の歪み	1.50～3.00	非常に突出
4.00以上	極めて悪い	正:	粗い方へ偏する	3.00以上	極めて突出
		負:	細い方へ偏する		

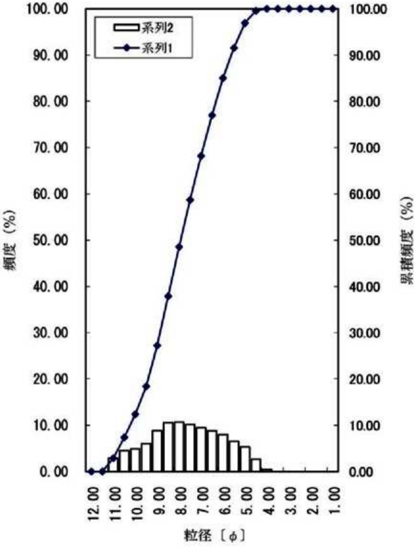


図3　蔵2石垣接合部灰白色粘土の粒度分布

4. 考察

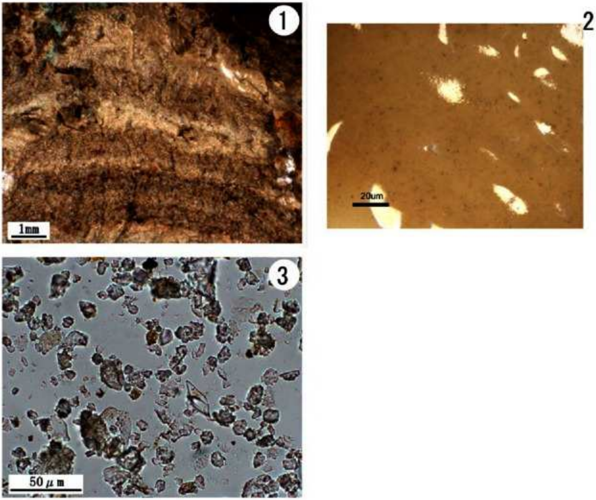
混和材については、顕微鏡観察で何も検出できなかったが、試料自体のプラント・オパール分析ではイネなど数種類の機動細胞珪酸体が確認できた。しかし、量がそれほど多くなく、連なった状態の植物珪酸体も観察されなかった。これらの機動細胞珪酸体は粘土が自然堆積した際に入り込んだのか、スサとして混ぜられた植物の痕跡なのか、それ以外に偶発的に入り込んだのか区別できない。

粘土試料中の珪藻化石について調べた結果、好汚濁性種の *Nitzschia palea* が多産したことから、汚れた環境で堆積した堆積物と推定された。粒度分析では、砂粒分を僅かに含む粘土質シルトであり、流れの弱い静かな堆積環境で堆積したことを示す結果であった。こうした環境で堆積した層から粘土質シルトが採取され石垣の接合部に利用したと考えられる。

参考文献

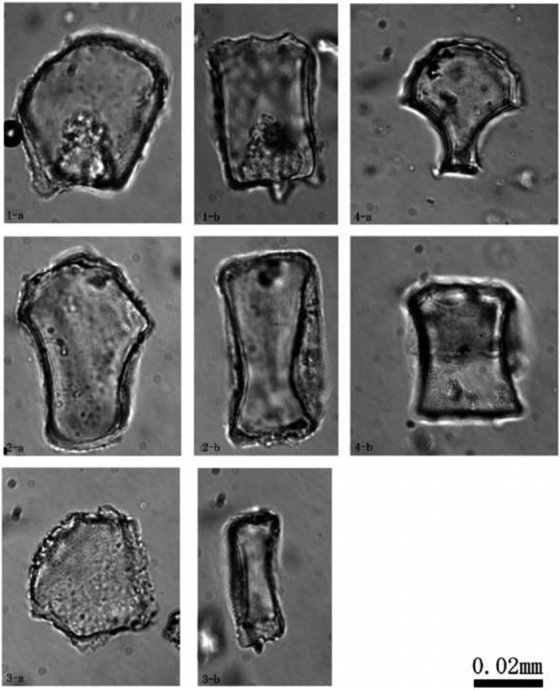
安藤一男（1990）淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用．東北地理，42，73-88．

Folk,R.L. and Ward,W.(1957)Braros river bar ; a study in the significance of grain size parameters.J.Sed.Petrol.,27,3-26.
小杉正人（1988）珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用．第四紀研究，27，1-20.
公文富士夫・立石雅昭（1998）新版砕屑物の研究法．地学団体研究会,399p.



図版１　粘土試料の顕微鏡写真

1. 粘土断面　2. 実体顕微鏡写真　3. 珪藻分析用プレパラートの顕微鏡写真



図版2　松前町福山城下町遺跡（粘土試料）から産出した植物珪酸体および産出状況

1. ネザサ節型機動細胞珪酸体
2. ウシクサ族機動細胞珪酸体
3. ササ属機動細胞珪酸体
4. イネ機動細胞珪酸体

a. 断面　b. 側面

＊分析の目的と結果について

蔵２の石垣の隙間で採取した粘土の由来を明らかにするため、粒度分析、珪藻分析、顕微鏡観察、プラント・オパール分析を委託した。試料採取位置を下図に示す。

分析の考察でも述べられているが、採取された粘土は、粒度分析の結果、「粘土質シルト」と判定された。同じ試料を用いて珪藻分析を行ったところ、好汚濁性種の珪藻化石 *Nitzschia palea* が多産したことから、「粘土質シルト」は、流れの弱い汚れた環境で堆積したと推定されている。

一方、顕微鏡観察では、「粘土質シルト」に植物片等の混和材が認められなかった。プラント・オパール分析では、イネ等数種類の機動細胞珪酸体が確認されているが、いずれも量がそれほど多くなく、連なった状態での植物珪酸体も観察されなかったため、由来について検討するまでには至っていない。

（山中）

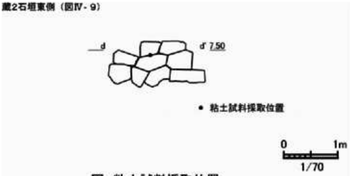


図　粘土試料採取位置

13　福山城下町遺跡における動物遺存体同定

中村賢太郎（パレオ・ラボ）

1. はじめに

北海道松前町福山城下町遺跡の発掘調査では、福山城下町の町屋地区が調査され、近世（主に18世紀後半～19世紀中葉）の遺構が検出された。遺構のうち、炉や灰集中から魚骨など微小な動物遺存体が検出された。ここでは、炉と灰集中の水洗選別で検出された動物遺存体について、同定結果を報告する。なお、現生標本の利用にあたって国立歴史民俗博物館の西本豊弘先生に、硬骨魚類の一部の同定にあたって早稲田大学の樋泉岳二先生にご指導とご協力をいただいた。

2. 試料と方法

試料は、試料袋30点である。

試料が採取されたのは、Ⅱ層から検出された銅・鉄鍛冶関連遺構である炉1～3、Ⅲ層から検出された灰集中1と炉4～7の各遺構である。遺構の時期はいずれも近世である。炉1～3は同じ標高で同時期、灰集中1と炉4～7もほぼ同じ標高で同時期の遺構と考えられている。灰集中1と炉4～7の方が古く、炉1～3の方が新しい。

試料は、水洗選別により1㎜以上のものが採取された。灰集中1と炉4～7の試料は、フローテーション法（最小フルイ目0.425㎜）により採取された。（財）北海道埋蔵文化財センターにおいて、水洗選別とフローテーション後に動物遺存体のみが抽出され、脊椎動物と棘皮動物に分類された。

パレオ・ラボにおいて魚類、哺乳類、棘皮動物について、同定可能な部位の抽出、同定、計数を行った。同定は、実体顕微鏡下で現生標本との比較により行った。同定と計数の対象とした部位については、魚類では耳石、歯、前上顎骨、主上顎骨、歯骨、角骨、方骨、前鰓蓋骨、主鰓蓋骨、椎骨である。この他にも特徴的な部位は同定と計数の対象とした。なお、魚類の椎骨は椎体が1／2以上残存するものを計数したが、例外として1／2未満がほとんどのサケ科椎骨と、1／2未満の破片しか認められなかったサメ類椎骨については、2㎜以上の椎骨破片全てを計数した。哺乳類は全ての部位を同定と計数の対象とした。棘皮動物は全ての部位を同定の対象としたが、棘は原則として基部が残る破片の数を、基部の無い棘破片しか見られない試料は重量を、殻破片は重量を、咀嚼器は破片数を計数した。

3. 結果

表1に同定された分類群一覧、表2に魚類および哺乳類の遺構別出土数量、表3にウニ類の遺構別出土数量、表4に個別の記載を示す。

認められた分類群は、棘皮動物のウニ類、軟骨魚類のサメ類、硬骨魚類のカタクチイワシ、ニシン、マイワシ、ニシン科、コイ科、サケ科、サケ属、フサカサゴ科、アイナメ属、タイ科、サバ属、哺乳類のネズミ科である。動物遺存体のほとんどは魚類であった。

表1　福山城下町遺跡炉1～7と灰集中1出土の動物遺存体種名

棘皮動物門 Phylum ECHINODERMATA			
	ウニ綱 Class Echinoidea		
		ウニ類	Echinoidea ord., fam., gen. et sp. indet.
脊椎動物門 Phylum VERTEBRATA			
	軟骨魚綱 Class Elasmobranchii		
		サメ類	Elasmobranchii ord., fam., gen. et sp. indet.
	硬骨魚綱 Class Osteihthyes		
		カタクチイワシ	*Engraulis japonicus*
		ニシン	*Clupea pallasii*
		マイワシ	*Sardinops sagax*
		ニシン科	Clupeidae gen. et sp. indet.
		コイ科	Cyprinidae gen. et sp. indet.
		サケ科	Salmonidae gen. et sp. indet.
		サケ属	*Oncorhynchus* sp.
		フサカサゴ科	Scorpaenidae gen. et sp. indet.
		アイナメ属	*Hexagrammos* sp.
		タイ科	Sparidae gen. et sp. indet.
		サバ属	*Scomber* sp.
	哺乳綱 Class Mammalia		
		ネズミ科	Muridae gen. et sp. indet.

なお、多産したニシン科の腹椎と尾椎は、椎体の大きさが2㎜以上を大型、2㎜未満を小型に分類した。

表2　魚類・哺乳類の遺構別出土数量

		番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		基本層序	Ⅲ	Ⅱ												Ⅲ						
		遺構	灰集中1	炉1									炉2		炉3	炉4		炉5			炉6	炉7
		層位	灰	南側上層	南側下層	西側上層	西側下層	西側	東側上層	東側下層	焼土	側	側	—	—	灰1	灰2	炭層	灰層	炭層	—	—
分類群・部位・左右		土壌体積(1)	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	—	2	4	7	5.5
サメ類	椎骨fr	—	1																			
ニシン	耳石	L	1																			2
ニシン	耳石	R	1																			
ニシン	主上顎骨	L	1																			
ニシン	角関節骨	R			1					1												
ニシン	方骨	L	1																			
ニシン	基後頭骨	—																			1	
ニシン	第1椎骨	—	15	1	2				2							1	2			1	1	4
ニシン	第2椎骨	—	15										1			1						5
ニシン	尾部棒状骨	—					1															
ニシン?	尾部棒状骨	—	1																			
マイワシ	第2椎骨	—	1													1						
ニシン科	第1or第2椎骨	—			1																	
ニシン科	腹椎(大型)	—	273	18	40	4	18	1	8	34		12	1		2	25	6		1	3	19	53
ニシン科	尾椎(大型)	—	236	22	48	16	22	6	7	23	2	11	7		3	11	2			1	11	18
ニシン科	腹椎(小型)	—	34	3	1	1			2	1		1			2	16	1				6	2
ニシン科	尾椎(小型)	—	44	2		3	1			2			7			9	2				6	2
カタクチイワシ	腹椎	—	7		1											1						
カタクチイワシ	尾椎	—	5		6		1									2					1	
コイ科	咽頭歯	?	1																			
コイ科	腹椎	—	3																			
コイ科?	腹椎	—	1																			
サケ属	前上顎骨	L														1						
サケ科	顎骨	?	1																1			
サケ科	歯	?	22				2		2	10		1	1			2				4	1	
サケ科	椎骨(>1/2)	—	10		2					1												
サケ科	椎骨fr	—	114	1	5		1			2						2				3	3	
フサカサゴ科	前上顎骨	L	1																			
フサカサゴ科	前上顎骨	R	1																			
フサカサゴ科	歯骨	L	1																			
フサカサゴ科	角関節骨	R	1																			
フサカサゴ科	前鰓蓋骨	R	1																			
フサカサゴ科	第1椎骨	—																				1
フサカサゴ科	腹椎	—	1																			
フサカサゴ科	尾椎	—	2																			
アイナメ属	第1椎骨	—	1				1															
タイ科	歯	?	2																			
タイ科?	前鰓蓋骨	R?	1																			
タイ科?	鱗	?	1	3	8		1															
サバ属	腹椎	—	3																			
魚類	歯	?		1																		
魚類	前上顎骨or歯骨	?	4	1						1											3	
魚類	口蓋骨	L									1											
魚類	基後頭骨	—	1																			
魚類	椎骨	—			2					1			2									
魚類	腹椎	—	1								2											
魚類	尾椎	—	8							1					1	2						
魚類	鱗	?	+																			
魚類?	歯	?	1																			
鳥類or哺乳類	不明	?													1							
ネズミ科	臼歯	?	1	1																		
小型哺乳類	椎骨	—								1												
小型哺乳類	四肢骨	?		3									1		2							
小型哺乳類	指骨	?								2												
小型哺乳類	末節骨	?							1	2												
小型哺乳類?	歯	?			1																	
小型哺乳類?	不明	L	1																			
小型哺乳類?	不明	R	1																			
中型哺乳類	長骨骨幹fr	?	1																			
哺乳類?	歯	?			1																	
哺乳類?	不明fr	?		1																		
哺乳類?	歯	?	1																			

表3　ウニ類の遺構別出土数量

番号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
基本層序	Ⅲ	Ⅱ						Ⅲ		
遺構	灰集中1	炉1						炉5	炉6	炉7
層位	灰	南側上層	南側下層	西側上層	西側下層	東側上層	東側下層	—	—	—
土壌体積(1)	12.5	—	—	—	—	—	—	2	7	6.5
棘	71	5	<0.1g	1	6	2	<0.1g	1	—	<0.1g
殻	1.2g	<0.1g	0.2g	<0.1g	<0.1g	<0.1g	<0.1g	—	0.1g	—
咀嚼器破片	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—

4. 考察

水洗時に用いた最小のフルイ目は、炉1～3が1㎜、それ以外が0.425㎜と違いがあった。しかし、両方からカタクチイワシ椎骨が見られており、また0.425㎜目で洗った試料だけに見られたマイワシ椎骨は1㎜を超える大きさであった。フルイ目の細かさによって分類群の偏りが起きた可能性は低い。

Ⅲ層の灰集中1および炉4～7では、魚類が多く、その多くが焼けていた。ウニ類も見られた。種実同定

では、ある程度まとまった数のイネ、アワ、ヒエが見られており、灰集中1および炉4～7の魚類やウニ類は生活の中で出た食料の残滓が燃やされた残りと考えられる。

表2の集計から、灰集中1および炉4～7における魚類の最小個体数を算出すると、サメ類1、ニシン24、マイワシ2、カタクチイワシ1、コイ科1、サケ属1、フサカサゴ科1、アイナメ属1、タイ科1、サバ属1と、ニシンが圧倒的に多かった。福山城下町の町屋地区では、上に挙げた魚類やウニ類が食べられており、特にニシンの消費量が多かったと考えられる。近世においてニシン漁が松前藩の主要産業だったことはよく知られており、ニシンの多産はそうした背景を反映していると考えられる。また、ニシン以外の魚類についても、松前やその周辺の海や河川で獲ることができる種類である。

ニシンは第1椎骨と第2椎骨の数に比べて頭部の骨が少なかった。またニシン科の腹椎（大型）に比べ尾椎（大型）もやや少なかった。第1椎骨や第2椎骨の大きさはニシンが大きくマイワシが小さかったため、おおむねニシン科の椎骨（大型）はニシンと思われる。ニシンの現生標本を確認したところ、第1椎骨、第2椎骨、尾部棒状骨を除いた椎骨数は、腹椎が22、尾椎が29と尾椎の方が多かった。頭部と尾部が少ないという部位の偏りは、ニシンの加工法、調理法、食べ方の特徴を反映している可能性がある。たとえば、身欠ニシンの存在が推測される。

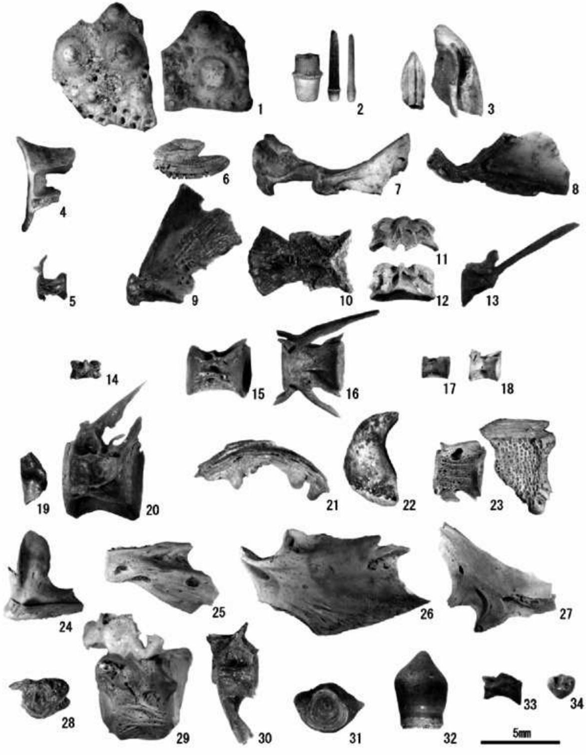
一方、Ⅱ層の炉1～3も、やはり魚類が多く、ウニ類も見られた。表2の集計から、炉1～3における魚類の最小個体数を算出すると、ニシン5、カタクチイワシ1、サケ科1、アイナメ属1である。Ⅲ層の遺構に比べ、ニシンが優占するという点は共通するが、種類が少ない。焼けた骨が少ないという特徴も見られた。ニシンやニシン科の部位の偏りも明瞭には認められなかった。炉1～3の魚類も食料とされていたと考えられるが、炉1～3は銅・鉄鍛冶関連遺構とされており、Ⅲ層の遺構とは動物遺存体が炉内に入るまでの過程が異なっていた可能性がある。

表4　福山城下町遺跡炉1～7と灰集中1出土の動物遺存体一覧

番号	種別	遺構	層位	分類群	部位	左右	数	備考
1	骨片	灰集中1	灰	サメ類	椎骨fr	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン	耳石	R	1	生
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン	主上顎骨	L	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン	方骨	L	1	生
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン	第1椎骨	—	15	焼
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン	第2椎骨	—	15	焼
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン?	尾部棒状骨	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	マイワシ	第2椎骨	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン科	腹椎(大型)	—	273	焼241, 生32
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン科	尾椎(大型)	—	236	焼221, 生15
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン科	腹椎(小型)	—	34	焼17, 生17
1	骨片	灰集中1	灰	ニシン科	尾椎(小型)	—	44	焼40, 生4
1	骨片	灰集中1	灰	カタクチイワシ	腹椎	—	7	焼4, 生3
1	骨片	灰集中1	灰	カタクチイワシ	尾椎	—	5	焼
1	骨片	灰集中1	灰	コイ科	咽頭歯	?	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	コイ科	腹椎	—	3	生
1	骨片	灰集中1	灰	コイ科?	腹椎	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	サケ科	顎骨	?	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	サケ科	歯	?	22	焼20, 生2
1	骨片	灰集中1	灰	サケ科	椎骨(>1/2)	—	10	焼
1	骨片	灰集中1	灰	サケ科	椎骨fr	—	114	焼96, 生18
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	前上顎骨	L	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	前上顎骨	R	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	歯骨	L	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	角関節骨	R	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	前鰓蓋骨	R	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	腹椎	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	フサカサゴ科	尾椎	—	2	焼1, 生1
1	骨片	灰集中1	灰	アイナメ属	第1椎骨	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	タイ科	歯	?	2	生, マダイ亜科orクロダイ
1	骨片	灰集中1	灰	タイ科?	間鰓蓋骨	R?	1	生
1	骨片	灰集中1	灰	タイ科?	鱗	?	1	生
1	骨片	灰集中1	灰	サバ属	腹椎	—	3	生, 幼魚
1	骨片	灰集中1	灰	魚類	前上顎骨or歯骨	?	4	焼
1	骨片	灰集中1	灰	魚類	基後頭骨	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	魚類	腹椎	—	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	魚類	尾椎	—	8	焼7, 生1
1	骨片	灰集中1	灰	魚類	鱗	?	+	生
1	骨片	灰集中1	灰	魚類?	歯	?	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	ネズミ科	臼歯	?	1	生
1	骨片	灰集中1	灰	中型哺乳類	長骨骨幹fr	?	1	焼, 陸獣
1	骨片	灰集中1	灰	小型哺乳類?	不明	L	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	小型哺乳類?	不明	R	1	焼
1	骨片	灰集中1	灰	哺乳類?	歯	?	1	焼
2	骨片	炉1	南側上層	ニシン	第1椎骨	—	1	生
2	骨片	炉1	南側上層	ニシン科	腹椎(大型)	—	18	生
2	骨片	炉1	南側上層	ニシン科	尾椎(大型)	—	22	生
2	骨片	炉1	南側上層	ニシン科	腹椎(小型)	—	3	焼2, 生1
2	骨片	炉1	南側上層	ニシン科	尾椎(小型)	—	2	生
2	骨片	炉1	南側上層	サケ科	椎骨fr	—	1	生
2	骨片	炉1	南側上層	タイ科?	鱗	?	3	生
2	骨片	炉1	南側上層	魚類	歯	?	1	生
2	骨片	炉1	南側上層	魚類	前上顎骨or歯骨	?	1	生
2	骨片	炉1	南側上層	ネズミ科	臼歯	?	1	生
2	骨片	炉1	南側上層	小型哺乳類	四肢骨	?	3	生
2	骨片	炉1	南側上層	哺乳類	不明fr	?	1	生
3	骨片	炉1	南側下層	ニシン	角関節骨	R	1	生
3	骨片	炉1	南側下層	ニシン	第1椎骨	—	2	生
3	骨片	炉1	南側下層	ニシン科	第1or第2椎骨	—	1	生, 大型
3	骨片	炉1	南側下層	ニシン科	腹椎(大型)	—	40	生
3	骨片	炉1	南側下層	ニシン科	尾椎(大型)	—	48	焼1, 生47
3	骨片	炉1	南側下層	ニシン科	腹椎(小型)	—	1	生
3	骨片	炉1	南側下層	カタクチイワシ	腹椎	—	1	生
3	骨片	炉1	南側下層	カタクチイワシ	尾椎	—	6	生
3	骨片	炉1	南側下層	サケ科	椎骨(>1/2)	—	2	生
3	骨片	炉1	南側下層	サケ科	椎骨fr	—	5	生
3	骨片	炉1	南側下層	タイ科?	鱗	?	8	生
3	骨片	炉1	南側下層	魚類	椎骨	—	2	生
3	骨片	炉1	南側下層	小型哺乳類?	歯	?	1	生
3	骨片	炉1	南側下層	哺乳類	歯	?	1	生
4	骨片	炉1	西側上層	ニシン科	腹椎(大型)	—	4	生
4	骨片	炉1	西側上層	ニシン科	尾椎(大型)	—	16	生
4	骨片	炉1	西側上層	ニシン科	腹椎(小型)	—	1	焼
4	骨片	炉1	西側上層	ニシン科	尾椎(小型)	—	3	焼
5	骨片	炉1	西側下層	ニシン	尾部棒状骨	—	1	生
5	骨片	炉1	西側下層	ニシン科	腹椎(大型)	—	18	生
5	骨片	炉1	西側下層	ニシン科	尾椎(大型)	—	22	生
5	骨片	炉1	西側下層	ニシン科	尾椎(小型)	—	1	焼
5	骨片	炉1	西側下層	カタクチイワシ	尾椎	—	1	生
5	骨片	炉1	西側下層	サケ科	歯	?	2	生
5	骨片	炉1	西側下層	サケ科	椎骨fr	—	1	生
5	骨片	炉1	西側下層	タイ科?	鱗	?	1	生
5	骨片	炉1	西側下層	アイナメ属	第1椎骨	—	1	生
6	骨片	炉1	西側	ニシン科	腹椎(大型)	—	1	生
6	骨片	炉1	西側	ニシン科	尾椎(大型)	—	6	生
7	骨片	炉1	東側上層	ニシン	第1椎骨	—	2	生
7	骨片	炉1	東側上層	ニシン科	腹椎(大型)	—	8	生
7	骨片	炉1	東側上層	ニシン科	尾椎(大型)	—	7	生
7	骨片	炉1	東側上層	ニシン科	腹椎(小型)	—	2	生
7	骨片	炉1	東側上層	サケ科	歯	?	2	焼1, 生1
7	骨片	炉1	東側上層	小型哺乳類	末節骨	?	1	生

8	骨片	炉1	東側下層	ニシン	角関節骨	R	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	ニシン科	腹椎(大型)	—	34	焼1, 生33
8	骨片	炉1	東側下層	ニシン科	尾椎(大型)	—	23	焼1, 生22
8	骨片	炉1	東側下層	ニシン科	腹椎(小型)	—	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	ニシン科	尾椎(小型)	—	2	焼
8	骨片	炉1	東側下層	サケ科	歯	?	10	生
8	骨片	炉1	東側下層	サケ科	椎骨(>1/2)	—	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	サケ科	椎骨fr	—	2	生
8	骨片	炉1	東側下層	魚類	前上顎骨or歯骨	?	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	魚類	尾椎	—	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	魚類	椎骨	—	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	小型哺乳類	椎骨	—	1	生
8	骨片	炉1	東側下層	小型哺乳類	末節骨	?	2	焼1, 生1
8	骨片	炉1	東側下層	小型哺乳類	指骨	?	2	生
9	骨片	炉1	焼土	ニシン科	尾椎(大型)	—	2	生
9	骨片	炉1	焼土	魚類	口蓋骨	L	1	生
9	骨片	炉1	焼土	魚類	腹椎	—	2	生
10	骨片	炉1	側	ニシン科	腹椎(大型)	—	12	生
10	骨片	炉1	側	ニシン科	尾椎(大型)	—	11	生
10	骨片	炉1	側	ニシン科	腹椎(小型)	—	1	生
10	骨片	炉1	側	サケ科	歯	?	1	焼
11	骨片	炉2	側	ニシン	第2椎骨	—	1	生
11	骨片	炉2	側	ニシン科	腹椎(大型)	—	7	生
11	骨片	炉2	側	ニシン科	尾椎(大型)	—	7	生
11	骨片	炉2	側	ニシン科	尾椎(小型)	—	1	生
11	骨片	炉2	側	サケ科	歯	?	1	生
11	骨片	炉2	側	魚類	椎骨	—	2	焼1, 生1
11	骨片	炉2	側	小型哺乳類	四肢骨	?	1	生, 骨端未癒合
13	骨片	炉3	—	ニシン科	腹椎(大型)	—	2	焼1, 生1
13	骨片	炉3	—	ニシン科	尾椎(大型)	—	3	焼
13	骨片	炉3	—	ニシン科	腹椎(小型)	—	2	生
13	骨片	炉3	—	魚類	尾椎	—	1	生
13	骨片	炉3	—	鳥類or哺乳類	不明	?	1	生, 骨製品, 穿孔
13	骨片	炉3	—	小型哺乳類	四肢骨	?	2	焼1, 生1
14	骨片	炉4	灰1	ニシン	第1椎骨	—	1	焼
14	骨片	炉4	灰1	ニシン	第2椎骨	—	1	焼
14	骨片	炉4	灰1	マイワシ	第2椎骨	—	1	焼
14	骨片	炉4	灰1	ニシン科	腹椎(大型)	—	25	焼24, 生1
14	骨片	炉4	灰1	ニシン科	尾椎(大型)	—	11	焼
14	骨片	炉4	灰1	ニシン科	腹椎(小型)	—	16	焼15, 生1
14	骨片	炉4	灰1	ニシン科	尾椎(小型)	—	9	焼
14	骨片	炉4	灰1	カタクチイワシ	腹椎	—	1	生
14	骨片	炉4	灰1	カタクチイワシ	尾椎	—	2	焼1, 生1
14	骨片	炉4	灰1	サケ属	前上顎骨	L	1	焼
14	骨片	炉4	灰1	サケ科	歯	?	2	焼1, 生1
14	骨片	炉4	灰1	サケ科	椎骨fr	—	2	焼
14	骨片	炉4	灰1	魚類	尾椎	—	2	焼1, 生1
15	骨片	炉4	灰2	ニシン	第1椎骨	—	2	焼
15	骨片	炉4	灰2	ニシン科	腹椎(大型)	—	6	焼
15	骨片	炉4	灰2	ニシン科	尾椎(大型)	—	2	焼
15	骨片	炉4	灰2	ニシン科	腹椎(小型)	—	1	焼
15	骨片	炉4	灰2	ニシン科	尾椎(小型)	—	2	焼
17	骨片	炉5	灰層	ニシン科	腹椎(大型)	—	1	焼
17	骨片	炉5	灰層	サケ科	顎骨	?	1	焼
18	骨片	炉5	炭層	ニシン	第1椎骨	—	1	焼
18	骨片	炉5	炭層	ニシン科	腹椎(大型)	—	3	焼
18	骨片	炉5	炭層	ニシン科	尾椎(大型)	—	1	焼
18	骨片	炉5	炭層	サケ科	歯	?	4	焼
18	骨片	炉5	炭層	サケ科	椎骨fr	—	3	焼
19	骨片	炉6	—	ニシン	基後頭骨	—	1	生
19	骨片	炉6	—	ニシン	第1椎骨	—	1	焼
19	骨片	炉6	—	ニシン科	腹椎(大型)	—	19	焼
19	骨片	炉6	—	ニシン科	尾椎(大型)	—	11	焼
19	骨片	炉6	—	ニシン科	腹椎(小型)	—	6	焼1, 生5
19	骨片	炉6	—	ニシン科	尾椎(小型)	—	6	焼
19	骨片	炉6	—	カタクチイワシ	尾椎	—	1	焼
19	骨片	炉6	—	サケ科	歯	?	1	焼
19	骨片	炉6	—	サケ科	椎骨fr	—	3	焼
19	骨片	炉6	—	魚類	前上顎骨or歯骨	?	3	焼, 小破片
20	骨片	炉7	—	ニシン	耳石	L	2	焼
20	骨片	炉7	—	ニシン	第1椎骨	—	4	焼
20	骨片	炉7	—	ニシン	第2椎骨	—	5	焼
20	骨片	炉7	—	ニシン科	腹椎(大型)	—	53	焼
20	骨片	炉7	—	ニシン科	尾椎(大型)	—	18	焼
20	骨片	炉7	—	ニシン科	腹椎(小型)	—	2	焼
20	骨片	炉7	—	ニシン科	尾椎(小型)	—	2	焼
20	骨片	炉7	—	フサカサゴ科	第1椎骨	—	1	焼
21	棘皮動物	灰集中1	灰	ウニ類	棘	—	71	
21	棘皮動物	灰集中1	灰	ウニ類	殻fr	—	1.2g	
21	棘皮動物	灰集中1	灰	ウニ類	咀嚼器fr	—	7	
22	棘皮動物	炉1	南側上層	ウニ類	棘	—	5	
22	棘皮動物	炉1	南側上層	ウニ類	殻fr	—	<0.1g	
23	棘皮動物	炉1	南側下層	ウニ類	棘fr	—	<0.1g	
23	棘皮動物	炉1	南側下層	ウニ類	殻fr	—	0.2g	
24	棘皮動物	炉1	西側上層	ウニ類	棘	—	1	
24	棘皮動物	炉1	西側上層	ウニ類	殻fr	—	<0.1g	
25	棘皮動物	炉1	西側下層	ウニ類	棘	—	6	
25	棘皮動物	炉1	西側下層	ウニ類	殻fr	—	<0.1g	
26	棘皮動物	炉1	東側上層	ウニ類	棘	—	2	
26	棘皮動物	炉1	東側上層	ウニ類	殻fr	—	<0.1g	
27	棘皮動物	炉1	東側下層	ウニ類	棘fr	—	<0.1g	
27	棘皮動物	炉1	東側下層	ウニ類	殻fr	—	<0.1g	
28	棘皮動物	炉5	—	ウニ類	棘	—	1	
29	棘皮動物	炉6	—	ウニ類	殻fr	—	0.1g	
30	棘皮動物	炉7	—	ウニ類	棘fr	—	<0.1g	

fr：破片, +：有り



図版1　福山城下町遺跡炉1～7と灰集中1出土の動物遺存体
1. ウニ類殻(21)　2. ウニ類棘(21)　3. ウニ類咀嚼器(21)　4. サメ類椎骨(1)
5. カタクチイワシ腹椎(1)　6. ニシン耳石R(1)　7. ニシン主上顎骨L　8. ニシン角関節骨R(3)
9. ニシン方骨L(1)　10. ニシン基後頭骨(19)　11. ニシン第1椎骨(1)　12. ニシン第2椎骨(1)
13. ニシン尾部棒状骨(5)　14. マイワシ第2椎骨(1)　15. ニシン科腹椎[大型](1)
16. ニシン科尾椎[大型](1)　17. ニシン科腹椎[小型](1)　18. ニシン科尾椎[小型](1)
19. コイ科咽頭歯(1)　20. コイ科腹椎(1)　21. サケ属前上顎骨L(14)　22. サケ科歯(1)
23. サケ科椎骨(1)　24. フサカサゴ科前上顎骨L(1)　25. フサカサゴ科歯骨L(1)
26. フサカサゴ科角関節骨R(1)　27. フサカサゴ科前鰓蓋骨R(1)　28. フサカサゴ科第1椎骨(20)
29. フサカサゴ科腹椎(1)　30. フサカサゴ科尾椎(1)　31. アイナメ属第1椎骨(5)　32. タイ科歯(1)
33. サバ属腹椎(1)　34. ネズミ科臼歯(1)