# 友杉遺跡発掘調査報告

一 公害防除特別土地改良事業に伴う
 埋蔵文化財発掘調査報告IX —

第二分冊



2010年

財団法人 富山県文化振興財団 埋 蔵 文 化 財 調 査 事 務 所

## 目 次

第I	V章 自然科学分析
1	友杉遺跡における樹種同定
	株式会社古環境研究所
2	保存処理木製品の樹種
	パリノ・サーヴェイ株式会社
3	友杉遺跡出土布分析
	財団法人元興寺文化財研究所
4	友杉遺跡出土漆器の科学分析
	漆器文化財科学研究所 四柳嘉章
5	友杉遺跡出土木製品等の放射性炭素年代測定
	株式会社加速器分析研究所
6	友杉遺跡出土鉄製品等分析調査
	JFE テクノリサーチ株式会社 分析・評価事業部埋蔵文化財調査研究室
7	友杉遺跡出土須恵器の蛍光 X 線分析
	胎土分析研究会 三辻利一

## 写真図版

# 写真図版目次

図版1 · 2	航空写真	図版31	土器(弥生時代)
図版3	竪穴建物・土坑(弥生時代・古墳時代・古代)	図版32~36	土器 (古代)
図版4	竪穴建物(古代)	図版37	土器 (古代・中世)
図版5	掘立柱建物(古代)	図版38~44	陶磁器(中世)
図版6~12	竪穴建物(古代)	図版45~58	土器 (古代)
図版13~23	掘立柱建物(中世)	図版59~63	土器・陶磁器(中世)
図版24~27	井戸 (中世)	図版64	土製品
図版28	墓坑(中世)	図版65~73	木製品
図版29	土坑・溝(中世)	図版74~77	石製品
図版30	溝 (中世)	図版78~80	金属製品

## 第Ⅳ章 自然科学分析

## 1 友杉遺跡における樹種同定

株式会社古環境研究所

(1) はじめに

木材は、セルロースを骨格とする木部細胞の集合体であり、解剖学的形質から、概ね属レベルの同 定が可能である。木材は、花粉などの微化石と比較して移動性が少ないことから、比較的近隣の森林 植生の推定が可能であり、遺跡から出土したものについては、木材の利用状況や流通を探る手がかり となる。

(2) 試料

試料は、友杉遺跡より出土した井戸構築材、札、柱材、板材、曲物、下駄の歯、漆器椀、杭などの 木材77点である。時期は中世である。

(3) 方法

カミソリを用いて試料の新鮮な横断面(木口と同義)、放射断面(柾目と同義)、接線断面(板目と 同義)の基本三断面の切片を作製し、生物顕微鏡によって40~1000倍で観察した。同定は、解剖学的 形質および現生標本との対比によって行った。

(4) 結果

表1に結果を示し、主要な分類群の顕微鏡写真を図版に示す。以下に同定の根拠となった特徴を記す。 マツ属複維管束亜属 Pinus subgen. Diploxylon マツ科

仮道管、放射柔細胞、放射仮道管及び垂直、水平樹脂道を取り囲むエピセリウム細胞から構成され る針葉樹材である。

横断面:早材から晩材への移行はやや急で、垂直樹脂道が見られる。

放射断面:放射柔細胞の分野壁孔は窓状である。放射仮道管の内壁には鋸歯状肥厚が存在する。

接線断面:放射組織は単列の同性放射組織型であるが、水平樹脂道を含むものは紡錘形を呈する。

以上の形質よりマツ属複維管束亜属に同定される。マツ属複維管束亜属にはクロマツとアカマツが あり、どちらも常緑高木であり北海道南部、本州、四国、九州に分布する。材は水湿によく耐え、広 く用いられる。

#### スギ Cryptomeria japonica D.Don スギ科

仮道管、樹脂細胞および放射柔細胞から構成される針葉樹材である。

横断面:早材から晩材への移行は急で、晩材部の幅が比較的広い。樹脂細胞が見られる。

放射断面:放射柔細胞の分野壁孔は典型的なスギ型で、1分野に2個存在するものがほとんどである。

接線断面:放射組織は単列の同性放射組織型で、10細胞高以下のものが多い。樹脂細胞が存在する。

以上の形質よりスギに同定される。スギは本州、四国、九州、屋久島に分布する。日本特産の常緑 高木で、高さ40m、径2mに達する。材は軽軟であるが強靭で、広く用いられる。

#### ヒノキ Chamaecyparis obtusa Endl. ヒノキ科

仮道管、樹脂細胞および放射柔細胞から構成される針葉樹材である。

横断面:早材から晩材への移行は緩やかで、晩材部の幅は狭い。樹脂細胞が見られる。

放射断面:放射柔細胞の分野壁孔は、ヒノキ型で1分野に2個存在するものがほとんどである。

接線断面:放射組織は単列の同性放射組織型で、1~15細胞高である。

以上の形質よりヒノキに同定される。ヒノキは福島県以南の本州、四国、九州、屋久島に分布する。 日本特産の常緑高木で、通常高さ40m、径1.5mに達する。材は木理通直、肌目緻密で強靭であり、 耐朽性、耐湿性ともに高い。良材であり、建築など広く用いられる。

#### アスナロ Thujopsis dolabrata Sieb. et Zucc. ヒノキ科

仮道管、樹脂細胞および放射柔細胞から構成される針葉樹材である。

横断面:早材から晩材への移行は緩やかで、晩材部の幅は狭い。樹脂細胞が存在する。

放射断面:放射柔細胞の分野壁孔は、スギ型からややヒノキ型を示し、1分野に1~3個存在する。 また放射柔細胞内に内容物が多い。

接線断面:放射組織は単列で、1~15細胞高である。樹脂細胞が存在する。

以上の形質よりアスナロに同定される。アスナロは、常緑高木で、本州、四国、九州に分布し、関 東北部や木曽に比較的多い。日本特産の常緑高木で、通常高さ40m、径1mに達する。材は、耐朽性、 保存性ともに高く、建築など広く用いられる。特殊用途には漆器木地があり、輪島塗り(石川県)は それである。

#### スギ - ヒノキ科 Cryptomeria japonica D.Don- Cupressaceae

仮道管、樹脂細胞および放射柔細胞から構成される針葉樹材である。

横断面:仮道管と放射柔細胞が見られる。

放射断面:放射柔細胞の分野壁孔は、型及び1分野における個数が不明瞭である。樹脂細胞が存在 する。

接線断面:放射組織は単列の同性放射組織型である。

以上の形質よりスギ - ヒノキ科に同定される。スギとヒノキ科は常緑高木である。ヒノキ科には、 ヒノキ、アスナロ、ネズコなどがある。

#### ケヤキ Zelkova serrata Makino ニレ科

横断面:年輪のはじめに大型の道管が1~2列配列する環孔材である。孔圏部外の小道管は多数複 合して円形、接線状ないし斜線状に配列する。

放射断面:道管の穿孔は単穿孔で、小道管の内壁にはらせん肥厚が存在する。放射組織はほとんど が平伏細胞であるが、上下の縁辺部のものは方形細胞でしばしば大きく膨らんでいる。

接線断面:放射組織は異性放射組織型で、上下の縁辺部の細胞のなかには大きく膨らんでいるもの がある。幅は1~7細胞幅である。

以上の形質よりケヤキに同定される。ケヤキは本州、四国、九州に分布する。落葉の高木で、通常 高さ20~25m、径60~70cm ぐらいであるが、大きいものは高さ50m、径3mに達する。材は強靭で 従曲性に富み、建築、家具、器具、船、土木などに用いられる。

#### シロダモ属 Neolitsea クスノキ科

横断面:やや小型の道管が、単独あるいは2個放射方向に複合して散在する散孔材である。 放射断面:道管の穿孔は単穿孔、及び階段穿孔板からなる多孔穿孔で、階段の数は少なく10本以内

 $\mathcal{L}$ 

である。放射組織はほとんどが平伏細胞で、上下の縁辺部の1~2細胞が直立細胞からなる。上下の 縁辺部の直立細胞のなかには、油を含み大きく膨れ上がったものが見られる。

接線断面:放射組織は上下の縁辺部の1~2細胞が直立細胞からなる異性放射組織型で、1~2細 胞幅である。

以上の形質よりシロダモ属に同定される。シロダモ属にはシロダモ、イヌガシなどがあり、本州、 四国、九州、沖縄に分布する。常緑の高木で、高さ15m、径50cmに達する。材はやや軟らかく、建 築、器具、薪炭などに用いられる。

(5) 所見

同定の結果、友杉遺跡の木材は、マツ属複維管束亜属1点、スギ68点、ヒノキ1点、アスナロ1点、 スギーヒノキ科2点、ケヤキ3点、シロダモ属1点であった。試料77点中、スギが68点と極めて多く、 井戸構築材、札、柱、折敷、円形板、棒状木製品、板状木製品、曲物、下駄の歯など木製品の種類に 関わらず幅広く使用され、用材の中心をなす。ヒノキは折敷に使用され、スギーヒノキ科は箱蓋(破 片)と小片材に使用されている。アスナロは円形板に使用され、マツ属複維管束亜属は加工板に、ケ ヤキは漆器椀に使用され、シロダモ属は杓子に使用されている。

用材の中心をなすスギは、木理通直で大きな材が取れる良材であり、また加工工作も容易である。 ヒノキは木理通直で大きな材が取れる良材であり特に保存性が高く、アスナロないしヒノキ科の木材 も大きな材が取れ良材である。マツ属複維管束亜属は水湿に良く耐える材であり、ケヤキは強靱で従 曲性に富み、耐朽性、保存性は高く水湿にもよく耐え、縄文時代以降現在まで伝統的に木地に用いら れる材である。シロダモ属は、やや軟らかい材である。スギ、ヒノキ、アスナロ、ヒノキ科およびマ ツ属複維管束亜属の針葉樹は温帯に広く分布するが、特にスギは日本海側の積雪地帯等で純林を形成 する。ケヤキも温帯を中心に分布し、シロダモ属は暖温帯に分布する照葉樹である。

友杉遺跡の木材の樹種は、スギが極めて多い特徴を有し多様に用いられ、他の樹種も含め、地域内 の流通で得ることのできる樹種であったとみなされる。また、スギ林の分布は温帯の中間域の気候と 積雪の多かったことを示唆する。

#### 参考文献

佐伯浩・原田浩(1985)針葉樹材の細胞.木材の構造,文永堂出版,p.20-48. 佐伯浩・原田浩(1985)広葉樹材の細胞.木材の構造,文永堂出版,p.49-100. 島地謙・伊東隆夫(1988)日本の遺跡出土木製品総覧,雄山閣,p.296 山田昌久(1993)日本列島における木質遺物出土遺跡文献集成,植生史研究特別第1号,植生史研究会,p.242

## 表1 友杉遺跡における樹種同定結果

	遣物番号	遺構	出十地占	種類	結果(学名/和名)	
1	1865	SE3040	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	土口側構桟	Cryptomeria japonica D Don	スギ
2	1871	SE3949		北古側隅柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
2	10/1	SE35715		Al Contract	Cryptomeria japonica D.Don	フゼ
3	1050	SK494A11	NO	イL 	Cryptomeria japonica D.Don	<u> </u>
4	1852	SE03B9	No.2	开户 <b>即</b> 慎伐	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
5	1859	SE08B9	No.1	并尸侧縦放	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
6	1854	SE26B9	No.1	井戸側縦板	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
7	_	SE32B9	No.5	井戸側	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
8	1837	SE59B11	No.1	井戸側縦板	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
9	1848	SE108B11	No.3	井戸側縦板	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
10	1849	SE108B11	No11	井戸側	Cryptomeria japonica D Don	スギ
11	1842	SE115B11	10011	北戸側	Cryptomeria japonica D.Don	フギ
10	1042	CEOCDO		开户阅 开声创建地	Cryptomerta Japonica D.Don	フギ
12	1864	SE220B3		开户侧傾伐	Cryptomeria japonica D.Don	74
13	1855	SE26B9	No.4	并尸則植栈	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
14	_	SK111B12		小片多数	Cryptomeria japonica D.Don-Cupressaceae	スギーヒノキ科
15	1739	SE15C2		井戸側横桟(東面)	) Cryptomeria japonica D.Don	スギ
16	1738	SE15C2		井戸側隅柱(北東)	) Cryptomeria japonica D.Don	スギ
17		SE30C3		井戸側横桟 (東面)	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
18	1744	SE30C3		井戸側縦板(東面家	表) Cryptomeria japonica D.Don	スギ
19	1786	SE179C3		井戸側縦板 (南面)	Cryptomeria japonica D Don	スギ
20	1760	SE195C2		サラ側構板(北面)	Cryptomeria japonica D.Don	フゼ
20	1700	SEIGUES		开户 則 惧 (人) (山田)	Cryptomenta japonica D.Doli	<u> ハ</u> マ フ <i>ギ</i>
21	1/4/	SE30C3		开户 <b>凯</b> 桃侬(四面3	衣) Cryptomeria japonica D.Don	スキ
22	—	SE2C6	_	开户侧	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
23	1683	SE1C6	5層 No.3	棒材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
24		SE1C6	5層 No.3	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
25	1585	SE117C6		棒材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
26	1685	SE117C6		板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
27	1601	SE117C6		板材	Cryptomeria japonica D Don	スギ
28	1646	SP113C6		柱	Cryptomeria japonica D Don	スギ
20	1570	UL C6	V282V264	北部	Chamasamaria abtuaa Endl	レノモ
29	1070	ЛТ C0 Шода	A2651204	1/1 宏	Chamaecyparis obtusa Endi.	E/4
30	1689	ЛI2C6	X287Y260	円形板	Thujopsis dolabrata Sieb. et Zucc.	アステロ
31	1595	ЛI2C6	X288Y261	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
32	1658	ЛІ C6	X283Y263	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
33	1614	谷 C6	No.22	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
34	1569	谷 C6	No.24	折敷	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
35	1605	谷 C6	No41	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
36	1573	谷 C6	No.4	折動	Cryptomeria japonica D Don	スギ
37	1657	谷 (6	No50	板材	Cryptomeria japonica D.Don	フギ
20	1057	11 C0 ※ CC	N. 70	10.10	Cryptomerta Japonica D.Don	フギ
38	1052	谷 (6	IN0.7U	社	Cryptomeria japonica D.Don	74
39	1670	合 C6	No.104	饥	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
40	1654	谷 C6	No.122	角材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
41	—	谷 C6	No.148	加工材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
42	1684	谷 C6	No.183	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
43	1576	谷 C6	No.216	曲物	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
44	1649	谷 C6	No.139	柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
45	1648	谷 C6	No269	柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
46	1661	谷(6	No122の下	鱼材	Cryptomeria japonica D Don	スギ
17	1675	公 (6	10.122-77	石材	Cryptomeria japonica D.Don	フゼ
41	1075	音 00	VOODVOCO	10.17	Cryptomeria japonica D.Doli	77
48	1080	谷(6)	A283 Y260	(傘内)	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
49	1600	合 C6	X283Y270	权材	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
50	1659	谷 C6	X283Y271	板材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
51	1651	谷 C6	X283Y258	角材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
52	1580	谷 C6	X283Y267	下駄の歯	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
53	1577	谷 C6	X284Y263	円形板	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
54	1594	谷 C6	X284Y266	角材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
55	1555	谷 C6	X286Y270	漆器椀	Zelkova serrata Makino	ケヤキ
56	1620	C6	X284Y266 II a 2	板材	Pinus subsen Dinlorvlon	マツ属複維管束両属
57	1566	谷(6	排水滞 ¥281¥258	构子	Neolitsea	シロダチ属
59	1620	1 C0 公 CF	北水港 ひつつひつに	おお	Constanting in a second D D	・ ー / レ/内 フ ゼ
58	1032	谷 00	排小曲 A283 Y 203	11/11	Cryptomeria japonica D.Don	74
59	1660	合 C6	排水苒 X288Y2/1	<b>板</b> 材	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
60	1647	SP246C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
61	—	SP506C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
62	_	SK512C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
63	1638	SP528C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
64	1639	SP671C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
65	1640	SP672C6		柱	Cryptomeria iaponica D.Don	スギ
66	1633	SP723C6		板材	Cryptomeria japonica D Don	スギ
67	1688	SE82006		伯材	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
68	1644	SD02000		/コ 1/J 社	Cryptomeria japonica D.Doli	7 ギ
00	1044	SF 002U0		1± +>	Cryptomeria japonica D.Don	ハイ
69	1641	SP856C6		住	Cryptomeria japonica D.Don	ハキ
70		SK859C6	No.2	加上材	Cryptomeria japonica D.Don	スキ
71	1642	SP861C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
72	—	SE862C6		杭	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
73	1643	SP906C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
74	1637	SP968C6		柱	Cryptomeria japonica D.Don	スギ
75	_	SK916C6	No15	板 破片	Cryptomeria japonica D.Don-Cupressaceae	スギーヒノキ科
76	_	SK916C6	No16	漆器椀 (上)	Zelkova serrata Makino	ケヤキ
77	_	SK916C6	No17	漆器椀 (下)	Zelkova serrata Makino	ケヤキ

## 友杉遺跡の木材 Ι



横断面 <u>: 0.5mm</u> ヒノキ 29 折敷 (1570)  接線断面

**—** : 0.2mm

#### 友杉遺跡の木材 Ⅱ



橫断面



**.** 0.05mm 接線断面-**-**: 0.2mm



ケヤキ 77 漆器椀(下)



放射断面-

接線断面-





横断面 •: 0.5mm シロダモ属 57 杓子 (1566)



放射断面-**-**: 0.2mm



6

## 2 保存処理木製品の樹種

パリノ・サーヴェイ株式会社

#### はじめに

友杉遺跡は、神通川右岸の扇状地上に立地する。これまでの発掘調査により、古代の竪穴住居跡、 土坑、溝や、中世の掘立柱建物跡、井戸跡、土坑、溝等が検出されている。

本報告では、中世の井戸の構築部材、棺材、木製品等の木材利用を検討するため、樹種同定を実施する。

(1) 試料

試料は、出土した木製品74点である。このうち No. 69の棺蓋(1543)は、2点の部材で構成されていため、本体から試料を採取する。

#### (2) 分析方法

各木製品の木取等を観察した上で、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断面の徒手切片を直接採取する。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)で切片を封入し、プレパラートとする。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、各分類群の組織配列については、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。木製品等は、針葉樹1分類群、広葉樹2分類群に同定された。各分類 群の解剖学的特徴等を記す。

#### ・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。

・ブナ属 (Fagus) ブナ科

散孔材で、管孔は単独または放射方向に2~3個が複合して散在し、年輪界付近で径を減ずる。道 管の分布密度は高い。道管は単穿孔および階段穿孔を有し、壁孔は対列状〜階段状に配列する。放射 組織はほぼ同性、単列、数細胞高のものから複合放射組織まである。

#### ・ケヤキ(Zelkova serrata (Thunb.) Makino) ニレ科ケヤキ属

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 紋様状あるいは帯状に配列し、年輪界に向かって径を漸減させる。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互 状に配列、小道管内壁にはらせん肥厚が認められる。放射組織は異性、1~6細胞幅、1~50細胞高。 放射組織の上下縁辺部を中心に結晶細胞が認められる。

#### (4) 考察

樹種同定を実施した木製品等は、井戸側等の井戸部材、木棺部材、祭祀具(鳥形木製品・人形)、 服飾具(下駄)、容器(漆器椀)、食事具(箸)、日用品(扇)、用途不明品(板材、角材、円形板、棒 材)がある。いずれも出土状況や共伴する遺物から中世の試料と考えられている。なお、年代測定値 の暦年較正結果では、No.1(1833)がAD1010~1150、No.10(1794)がAD900~1020、No.53(1645) がAD1130~1160、No.54(1708)がAD1020~1150、No.64(1541)がAD900~1020、No.67(1554) がAD1010~1150となっており、中世でも古い段階の資料と考えられる。これらの構築部材や木製品 には、スギ、ブナ属、ケヤキの3分類群が認められた。スギは、木理が通直で、加工は容易である。 ブナ属は、重硬で強度が高いが、加工は容易である。ケヤキは、重硬で強度・耐朽性が高く、加工は やや困難である。

器種別にみると、下駄と漆器椀を除く構築部材や木製品は全てスギに同定された。スギが利用され ている器種をみると、井戸の構築部材、木棺、鳥形木製品、人形、扇、箸、板材など多岐に渡り、加 工法でも板目板、柾目板、分割材、削出角棒状など様々な加工が施されている。これらの結果から、 スギが様々な用途に幅広く利用されていた様子が伺える。なお、井戸側を構成する縦板、横桟、隅柱 のうち、横桟と隅柱は、いずれの井戸跡でも分割角材が利用されている。縦板は、SE161C3とSE19 C4で全て板目板が利用され、SE820C6でも板目板を中心に柾目板が1点混じる組成であることか ら、井戸の板材は主に板目板が用いられた可能性がある。一方、木棺では、側板や蓋板の多くが柾目 板であることから、井戸とは逆に柾目板を主体としており、用途によって木取が異なっていた可能性 が示唆される。なお、井戸については、全ての部材について木取観察と樹種同定を実施していないの で、今後残りの部材についても木取や樹種を確認することが望まれる。

下駄は4点あり、No. 20(1584)は小型であることから子供用の可能性がある。下駄は、いずれも 台と歯を一木で作る連歯下駄であり、台表が板目となる木取は共通しているが、樹種は4点中3点が スギ、1点がケヤキであり、複数の種類が利用されている。スギの利用は、加工が容易で比較的軽い ことが考えられる。一方、ケヤキは、加工はやや困難であるが、丈夫で水湿に強い点等が考慮された と考えられる。

富山市内から出土した中世の下駄では、道場 I ・ II 遺跡で連歯下駄にケヤキ、差歯下駄の歯にスギ が利用されている(財団法人富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所, 2004)。中名 I ・ V ・ VI 遺 跡では、連歯下駄にスギを中心に針葉樹のモミ属、ヒノキ、広葉樹のブナ属、ケヤキ、ヒサカキ、差 歯下駄の台にヒノキ、歯にスギが利用されている(財団法人元興寺文化財研究所, 2003;財団法人富 山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所, 2005)。水橋金広・中馬場遺跡では、連歯下駄および差歯 下駄の歯が全てスギに同定されている(株式会社吉田生物研究所, 2006a)。今回確認されたスギとケ ヤキは、いずれもこれまでの調査で連歯下駄に確認されている樹種であり、既存の調査例とも調和的 である。

漆器椀は、いずれも横木地(柾目取)であり、ミカン割状等に分割した木材から製作したことが推 定される。いずれも内面が朱塗で、外面は黒地に朱色の模様が描かれている。樹種は、全て落葉広葉 樹のブナ属であった。富山市内では、金屋南遺跡、打出遺跡、水橋金広・中馬場遺跡、道場 I・II 遺 跡、中名 I・V・VI遺跡で中世の漆器椀について樹種同定が実施されており、ブナ属、ケヤキ、トチ ノキが多い結果が得られている(パリノ・サーヴェイ株式会社, 1999;財団法人元興寺文化財研究 所, 2003;長谷川, 2004;財団法人富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所, 2004, 2005;株式会

8

社吉田生物研究所,2006a,2006b)。今回の結果も既存の調査例と調和的である。

#### 引用文献

- 長谷川 益夫,2004,富山市打出遺跡出土木製品等の樹種について.「富山市打出遺跡発掘調査報告書」,富山市埋蔵 文化財調査報告138,富山市教育委員会,119-124.
- 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.
- 株式会社吉田生物研究所,2006a,水橋金広・中馬場遺跡出土木製品・炭化物の樹種調査結果 平成14~16年度調査 区の試料から①-,「富山市水橋金広・中馬場遺跡発掘調査報告書Ⅱ」,富山市教育委員会,151-152.
- 株式会社吉田生物研究所,2006b,水橋金広・中馬場遺跡出土の塗膜構造調査 平成14年度(その1)調査区の試料から①-,「富山市水橋金広・中馬場遺跡発掘調査報告書II」,富山市教育委員会,141-146.
- パリノ・サーヴェイ株式会社, 1999, 木製品等の樹種.「富山県富山市 金屋南遺跡発掘調査報告 I 金屋企業団地造成に伴う埋蔵文化財発掘調査」, 富山市教育委員会, 127-129.
- 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].
- 財団法人元興寺文化財研究所,2003, 樹種鑑定報告書.「中名 I · V 遺跡発掘調査報告 公害防除特別土地改良事業 に伴う埋蔵文化財発掘報告 II - 」,富山県文化振興財団埋蔵文化財発掘調査報告第18集,富山県文化振興財団埋蔵文 化財調査事務所,431-454.
- 財団法人富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所,2004,道場Ⅰ・Ⅱ遺跡発掘調査報告 公害防除特別土地改良 事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告Ⅲ- 第1分冊.富山県文化振興財団埋蔵文化財発掘調査報告第22集,199p.
- 財団法人富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所,2005,中名V・Ⅵ遺跡・砂子田I遺跡発掘調査報告 -公害防 除特別土地改良事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告Ⅳ- 第1分冊.富山県文化振興財団埋蔵文化財発掘調査報告 第26集,294p.

## 表1 保存処理木製品の樹種同定結果

No.	遺物番号	遺構	出土地点	種類	木取	樹種	備考
1	1833	SE140B13	No. 1	井戸側横桟	柾目	スギ	
2	1835	SE140B13	No.2	井可側横桟	分割角材	スギ	
2	1506	SE161C2	<b>広</b>	自形	<u></u> 近日	フゼ	
3	1590	SEIGICS	底	局形 リークロのリート (キアナ)	作日	74	
4	1765	SEI6IC3		开户侧縦板(角面表)	11日	スキ	
5	1779	SE161C3		井戸側隅柱(南西)	分割角材	スギ	
6	1773	SE161C3		井戸側横桟(北面)	分割角材	スギ	
7	1771	SE161C3		井戸側横桟 (西面)	分割角材	スギ	
8	1768	SE161C3		井戸側縦板 (西面表)	板日	スギ	
0	1762	SE161C2		サラ創紛坂(北南主)	板日	フゼ	
9	1702	SEIDICS		开户侧桃似(北固衣)	1次日	74	
10	1794	SE19C4		开户侧桃板 (北面衣)	<b></b> 权日	人十	
11	1795	SE19C4		井戸側縦板(北面裏)	板目	スギ	
12	1808	SE19C4		井戸側縦板 (南面表)	板目	スギ	
13	1813	SE19C4		井戸側縦板 (南面裏)	板目	スギ	
14	1803	SE19C4		井戸側縦板 (東面表)	板日	スギ	
15	1805	SE19C4		井戸側縦板 (東面裏)	板日	スギ	
16	1000	SE10C4		サラ側紛垢(不面裂)	板日	フゼ	
10	1020	SE1904		开户圆桃饭(四田衣)	板日	77	
17	1822	SE19C4		开户侧靴板(四面表)	10日	74	
18	1824	SE19C4		井戸側横桟(北面)	分割角材	スギ	
19	1829	SE19C4		井戸側隅柱(北東)	分割角材	スギ	
20	1584	SK27C6	No. 1	下駄 (連歯)	台表が板目	スギ	子供用?
21	1630	SK115C6	No. 1	板材	板目	スギ	
2.2	1608	JII C6	X282Y265	板材	板日	スギ	
22	1561	JII C6	X282V270	漆果榆	構木抽 (杯日町)	ブナ届	
20	1501		X2021210 V202V264	1米10-7月	一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	ノノ肉	
24	1008	11 00	A2031204	(余 쥼)72	(個小地 (惟日収)   雄士県 (甘口玉)	ノデ偶   ゴリピ	-
25	1559	ЛГС6 () = ()	1 セロ	<b>漆</b> 奇 惋	傾不地(祉日収)	フナ橋	
26	1653	谷 C6	No. 36	角材	分割材	スギ	
27	1650	谷 C6	No. 39	角材	分割角材	スギ	
28	1609	谷 C6	No. 48	板材	板目	スギ	
29	1606	谷 C6	No. 49	板材	板目	スギ	
30	1607	<u>谷 C6</u>	No. 57	板材	板日	スギ	
21	1507	1 C6	No. 69	下野 (海島)	ム主が振日	ケヤキ	
31	1065	合し0	NO. 08	下版(建图)	「一衣が似日	クイモ	
32	1655	谷(6	NO. 82	1/2/1/		74	
33	1610	谷 C6	No. 229	板材	<b></b> 权 目	スキ	
34	1611	谷 C6	No. 232	板材	板目	スギ	
35	1616	谷 C6	No. 234	板材	板目	スギ	
36	1624	谷 C6	No. 240	板材	板目	スギ	
37	1574	谷 C6	No. 251	折敷	板目	スギ	
38	1599	谷(6	No. 263	板材	板日	スギ	
30	1578	公(6)	No. 268	田形板	板日	フギ	
40	1570	17 C0	No. 200	11)/2/(及	山主が振口	77	
40	1581	谷(6	NO. 270	「駄(連图)	日衣が似日	74	
41	1589	谷 C6	X282Y251	人形?	分割角棒	スキ	
42	1665	谷 C6	X282Y260	棒材	削出棒	スギ	
43	1604	谷 C6	X283Y263	板材	板目	スギ	
44	1587	谷 C6	X283Y269	扇	板目	スギ	
45	1563	谷 C6	X283Y269	箸	削出板棒状	スギ	
16	1562	公(6)	V282V260			フギ	
40	1625	11-00	X2031203	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	10日円作 15日	77	
47	1055	台 C0	A2031207	102.17	1次日	77	
48	1590	台しり	1000012022	八形(	伙日	<u></u>	
49	1582	谷 C6	X283Y266	ト駄 (運歯)	台表が板目	スギ	
50	1623	C6	X282Y262Ⅱa2層	板材	柾目	スギ	
51	1634	SD600C6	X290Y265	板材	板目	スギ	
52	1622	谷 C6	X282Y264	板材	柾目	スギ	
53	1645	SP794C6		柱	分割角材	スギ	
5/	1709	SF820C6	No.4	<u> </u> 井 可 側 縦 栃 ( 甫 両 ま )	析日	スギ	
54	1700	SE02000	11U. T	ハ戸欧派(水田公/ 井戸御楼佳 (東嘉)	八田	7.1	
55	1/28	SE82UC6	N 0	井戸関便伐(泉田)	プ刮用材		
56	1742	SE820C6	No. 2	<u> 开尸側積桟(南面)</u>	分割角材	スギ	
57	1727	SE820C6		井戸側隅柱 (東)	分割角材	スギ	
58	1719	SE820C6	No. 2	井戸側縦板 (南面表)	柾目	スギ	
59	1724	SE820C6	No. 4	井戸側縦板(北面裏)	板目	スギ	
60	1710	SE820C6	No. 1	井戸側縦板 (東面裏)	板目	スギ	
61	1712	SE82006	No. 5	井丁創縦板(東面重)	板日	スギ	-
60	1713	SE02000	No. 7	十百個紛垢(本田表)	坂口	フゼ	
02	1/14	SE02UU0	10. /	<u> 井戸</u> 即 桃 ( 取 田 表 ) 井 三 朗 四 社 ( 児 三 )	1以日 八朝女	<u>\</u>	-
63	1725	SE820C6	N. 00. 7	<u>开尸</u> 侧隅在(北西)	分割用材 「日日」	<u> 入 干 </u>	
64	1541	SK916C6	No. 28–3	棺底板	秕目	スギ	
65	1546	SK916C6	No. 25	植侧板 (西面)	柾目	スギ	
66	1547	SK916C6	No. 27	棺側板 (東面)	柾目	スギ	
67	1554	SK916C6	No. 13	板材	板目	スギ	
68	1552	SK916C6	No. 14	板材	板日	スギ	-
00	15/9	SKQ16C6	No. 7	柏基	杯日	スギ	-
70	1545	SIX310C0	INU. /	1日記		ハイ	
70	1548	SK916C6	INO. 24	相側板(北面)	11日	14	
71	1549	SK916C6	No. 26	宿側板 (南面)	1社目?	スギ	小片
72	1542	SK916C6	No. 30	棺横桟	分割材	スギ	
73	1544	SK916C6	No. 31	棺横桟	分割材?	スギ	小片
74	1545	SK916C6	No. 32	棺横桟	分割材?	スギ	小片

## 友杉遺跡の木材



スキ(No.10 遺物番号1794)
 ブナ属(No.25 遺物番号1559)
 ケヤキ(No.31 遺物番号1583)

 a:木口,b:柾目,c:板目

300 µ m:2-3a 200 µ m:1a,2-3b,c 100 µ m:1b,c

## 3 友杉遺跡出土布分析

(財)元興寺文化財研究所

(1) 分析内容 対象遺物:SK4A5出土の布片(遺物番号1693)

・布の繊維同定(繊維および繊維断面の観察・赤外分光分析)

・布の織り密度測定

## (2) 使用機器及び分析条件

- ・生物顕微鏡(株オリンパス製BX-50)
- ・走査型電子顕微鏡(以下、SEM)(㈱日立製作所 S-3500N)
- ・フーリエ変換型赤外分光光度計(以下、FT-IR)(日本電子(株製 JIR-6000) 試料に赤外線を照射し、そこから得られる分子の構造に応じた固有の周波数の吸収を解析し、化 合物の種類を同定する。

## (3) 方法および結果

① 布の形状

布には耳がないため経糸、緯糸を区別することができなかったが便宜的に写真1の大きな布片の 方向を経緯の基準とした。布は平織で経緯糸ともにS撚り(右撚り)であった。

② 布の繊維同定

布(写真1)の経糸・緯糸から微量の糸を採取し試料とした。試料中の水をエチルアルコール、 n-ブチルアルコール、キシレンで順次置換後、アクリル樹脂を滴下し永久プレパラートを作製し た。その後、生物顕微鏡で繊維の観察と写真撮影をおこなった。

また、保存処理をおこなった布のうち遊離していた微量の糸の断面をカミソリを用いて切り出し 電子顕微鏡で観察をおこなった。

上記の観察の結果、経糸・緯糸ともに広い帯状で縦に条痕があり、また所々に屈折のある細胞からできていること、繊維断面が楕円形でルーメンがみられることから苧麻であることが判った。(写 真2,3)

③ 織り密度

処理後の布(写真5)から織り密度を測定した結果、おおよそ1cm当たり経糸10本×緯糸10本 であった。

④ 赤外分光分析

微量の糸を採取し、顕微透過法で分析をおこなった結果、苧麻と類似の吸収がみられた(図1)。



写真1 友杉遺跡出土布



a 経糸



緯糸 b

 $100\,\mu\,{
m m}$ 





写真3 糸断面の電子顕微鏡写真



写真4 保存処理後の布





写真5 保存処理後の布 (反対面)

5mm



図1 繊維の FT-IR スペクトル

## 4 友杉遺跡出土漆器の科学分析

### 漆器文化財科学研究所 四柳嘉章

## (1) はじめに

富山市友杉遺跡は神通川支流の熊野川、西を荒川にはさまれた複合扇状地上(標高25~28m)に営まれた、古代~近世の複合遺跡である<sup>(1)</sup>。県営公害防除特別土地改良事業に係る調査によって出土した漆器・漆製品について、塗装工程や材料等の科学分析調査を実施した。

## (2) 分析の方法

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

塗膜分析は漆器の内外面数箇所から数mmの塗膜片を採取し実体顕微鏡で観察した後、ポリエステル 樹脂に包埋後その断面を研磨のうえプレパラートに接着し、さらに研磨を加えて(#100~3000)金 属・偏光顕微鏡で観察する方法である。サンプルである手板試料と比較検討しながら塗装工程や下地 材料の同定を行うが、これによって表面観察ではわからない時代的地域的な塗装工程の特色、製品の 品質が把握できるので、遺跡における所有階層の推定やデータが集積されれば製品の流通問題にも迫 ることができる<sup>11</sup>。また膠着液(剤)・下地の直接的な分析は、フーリエ変換赤外分光法(FT-IR)、 加飾顔料、下地の分析には蛍光 X 線分析法を用いた(後述)。

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

①赤色漆 赤色の主な顔料である朱(HgS) やベンガラ(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が未同定の場合には「赤色漆(未同定)」と最初に断って使用し、同定済みは「赤色(朱)漆」「朱漆」「ベンガラ漆」などと表記する。よく使われる「赤漆(あかうるし)」は「赤漆(せきしつ)」(木地を蘇芳で染め透漆を施したもの)との混同をさけるために用いない。内外面とも赤色漆の場合は、未同定は「総赤色(未同定)漆」、同定済みの場合は「総赤色(朱)漆」、あるいは慣例による「総(惣)朱」「皆朱」「朱漆器」などを用いる。

#### ②黒色漆と黒色系漆

- ・上塗漆が黒色の場合、黒色顔料の有無によって2種類に分けられる。炭素粒子(油煙、松煙)や鉄 系化合物粒子などの黒色顔料を含むものを「黒色漆」、黒色顔料を含まないものを「黒色系漆」と して区別する。黒色系漆においては、黒色顔料を含まずとも漆自体の表層が茶黒色に変質し、さら に下地色を反射して肉眼では黒色に見える。筆者の調査では古代以来こうした方法が一般的と考え られるので、品質の判別や、材料科学の上からも両者の識別が必要である。
- ・内外面とも黒色漆の場合は「総黒色漆」、同じく黒色系は「総黒色系漆」とする。いわゆる「総黒」 は肉眼での観察で、科学的分析をへたものではない。
- ・内面赤色外面黒色は「内赤(朱)外黒色漆」、同じく「内赤(ベンガラ)外黒色系漆」「内面赤色(ベンガラ)漆」(外面黒色系漆)などとする。

・未同定の場合は、はじめに「黒色漆(未分析)」、「赤色漆(未分析)」と断る。

③下地の分類 粗い鉱物粒子を用いたものは「地の粉漆下地」、珪藻土使用は「珪藻土漆下地」、より 細かい砥の粉類似は「サビ(錆)漆下地」、膠使用は「地の粉またはサビ(錆)膠下地」、炭粉は漆 を用いたものは「炭粉漆下地」、柿渋を用いたものは「炭粉渋下地」とする。

#### (3) 分析結果

塗膜分析を行った漆器は1資料につき、内外面各2点の試料を作成し平均値を算出した。したがっ て必ずしも写真のスケールとは一致しない。「表層変質」とあるものは、酸化劣化防止層の形成を意 味する。赤色漆の色調表現はマンセル値で、「4R 4/11」とあれば、4Rは色相、4/11は明度/彩 度である。光学顕微鏡写真はすべて透過。木胎(木地)から塗装工程順に番号(①~)を付して説明 する。下地の炭粉粒子は下記のように3分類する。

- 細粒 破砕工程が中粒炭粉より細かく炭粉粒子は均一で、針葉樹などの木口組織の形状を全く とどめないもの。
- 中粒 炭粉粒子は1~2μm×5~10μm 程度の針状粒子と長径5μm 前後の多角形粒子などか
   らなり、針葉樹などの木口組織の形状はごく一部にしか認められないもの。
- 粗粒 破砕工程が粗く、針葉樹などの木口組織の形状を各所にとどめるもの。炭粉粒子は不均
   一で各種形状のものを含み、長径30μm 前後の針状ないし棒状粒子を含むことが多い。
- 1) 塗膜分析

#### ◇No.1(試料番号 M0305、SE17A8、写真 1) 椀か(内面赤色)

器形・表面観察

内面赤色、外面黒色系漆の小片ばかりであるが、器形は椀と思われる。赤色のマンセル値は4R 4 /11(臙脂)。塗膜は厚い。

塗膜分析

内面①地の粉漆下地層(一辺地)。層厚200~220µm。②地の粉漆下地層(二辺地)。層厚110~172µm。 一辺地、二辺地の地の粉(鉱物粒子)は海成珪藻と多量の微化石を含む泥質の黄褐色粘土で、粒度の 差はない。珪藻の珪殻としては放射相称形の中心目類、羽状目類、海綿類が多く含まれている(四角 形のトリセラチウムも認められる)。③漆層。層厚24µm 前後。④赤色(朱)漆層。層厚24~44µm。 朱粒子は長径2~5µm 前後の多角形粒子が多い。

#### ◇No.2(遺物番号1567、SD1B10) 杓子(内面赤色)

器形・表面観察

やや湾曲した柄を有する飯杓子。杓の内面だけが赤色漆塗りで、他は露胎である。赤色マンセル値 は8R 4.5/4.5(小豆色)。板目材。

塗膜分析

内面①下地の黒色粒子は1µm以下の微細なもので、油煙類の可能性がある。膠着剤は柿渋と思われる。層厚は不明。②赤色(ベンガラ)漆層。層厚10~20µm。ベンガラは長径1µm以下の均質な 粒子。

#### ◇No.3(試料番号 M04052、SK35B11)

器形不明

#### 器形・表面観察

塗膜だけであるが、黒色系漆地に赤色漆で五つ星のような文様が二つ認められる。赤色マンセル値 は10R 5.5/12(丹色)。

塗膜分析 なし

#### ◇No.4(遺物番号1561、川C6、写真1) 椀(内面赤色)

器形・表面観察

立ち上がりの急な内面赤色、外面黒色系漆椀。やや厚手で、外面塗膜は大半が剥離しているが、赤 色漆絵痕が認められる。内面赤色のマンセル値は8R 4.5/4.5 (小豆色)。ヨコ木(柾目)取り。

#### ◇No.5(遺物番号1558、川C6、写真2) 椀(内面赤色)

#### 器形・表面観察

畳付けの細い高台と厚手の腰から急に立ち上がる内面赤色、外面黒色系漆椀。外面には対面に赤色 漆絵による抽象的な鶴丸文の加飾がある。内面赤色のマンセル値は8R 4.5/4.5(小豆色)。ヨコ木 (柾目)取り。

#### 塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚不明。炭粉粒子は細粒。表層 5 µm が分離。②赤色(ベンガラ)漆層。 層厚42µm 前後。ベンガラは長径0.5µm 以下の均一な微粒子。

外面①炭粉渋下地層。層厚29~49µm。炭粉粒子は細~中粒。表層10µm が分離。②漆層。層厚10 ~25µm。表層1~10µm が変質。

#### ◇No.6(遺物番号1559、川C6、写真2) 椀(内面赤色)

#### 器形・表面観察

やや突き出した丸腰から急に立ち上がる内面赤色、外面黒色系漆椀。外面には対面に赤色漆絵による「丸に立ち沢瀉文」が加飾されている(筆致は稚拙)。内面赤色のマンセル値は8R 4.5/4.5(小 豆色)。ヨコ木(柾目)取り。

#### 塗膜分析

内面①炭粉渋下地層。層厚36µm 前後。表層 5 ~ 7 µm が分離。炭粉は中粒。②赤色(ベンガラ)漆 層。層厚24µm 前後。ベンガラは長径0.5µm 以下の均一な微粒子(密度は疎)。

外面①炭粉渋下地層。層厚36µm 前後。表層10µm 前後が分離。炭粉は中粒。②漆層。層厚30µm 前後。表層 2 ~ 3µm が変質。

#### ◇No.7(遺物番号1556、谷C6、写真2) 椀(総黒色系)

#### 器形・表面観察

ベタ高台から斜上方にゆるやかに立ちあがる大ぶりの総黒色系漆椀。高台裏は露胎で、轆轤爪跡と ハツリ痕あり。体部は全体にカンナ目が顕著。ヨコ木(柾目)取り。

#### 塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚17~37µm。炭粉は中粒。②漆層。層厚7~12µm。③漆層。層厚2~

 $14 \mu m_{\circ}$ 

#### ◇No.8(試料番号 M06148、SK916C6 No.16、写真2) 椀(総黒色系)

#### 器形・表面観察

ベタ高台(露胎)のみが遺存するが、No.7と同じ器形の大ぶりの総黒色系漆椀。ヨコ木(柾目)取り。 塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚不明。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚37µm 前後。

#### ◇No.9(試料番号 M06149、SK916C6 No.17、写真2) 椀(総黒色系)

#### 器形・表面観察

ベタ高台(露胎)のみが遺存するが、No.7と同じ器形の大ぶりの総黒色系漆椀。ヨコ木(柾目)取 り。木胎は高台のみが遺存し、他は塗膜のみ。

#### 塗膜分析

内外面①炭粉渋下地層。層厚不明。炭粉粒子は中粒。②漆層。層厚50µm 前後。表層若干が変質。

#### 2) 赤外分光分析

漆液などの膠着液の同定については、赤外線(普通赤外、波数4000~400cm<sup>-1</sup>、波長2.5~25µm) を固有の振動をしている分子に連続的に変化させて照射してゆくと、分子の固有振動と同じ周波数の 赤外線が吸収され、分子構造に応じたスペクトルが得られる。このスペクトルから分子構造を解析す る赤外分光分析(赤外線吸収スペクトル法、FT-IR)を行った。分析用試料は1~2mgを採取しKBr (臭化カリウム)100mgとともにメノウ鉢で磨り潰して、これを錠剤成形器で加圧成形したものを用い た(錠剤法)。条件は分解能4cm<sup>-1</sup>、積算回数16、アポダイゼ-ション関数Cosine。こうして測定し た赤外線吸収スペクトルを図1~3に掲載した(すべてノーマライズ)。縦軸は吸光度(Abs)、横軸 は波数(カイザ-)。測定機器は日本分光製FT-IR420。

図1は上塗漆塗膜の赤外線吸収スペクトルで、漆の基準データは岩手県浄法寺産精製漆(挿図番号 ①、以下同)。②③は漆の同定要素である2925cm<sup>-1</sup>(炭化水素の非対称伸縮振動)、2850cm<sup>-1</sup>(炭化水 素の対称伸縮振動)、1720~1710cm<sup>-1</sup>(カルボニル基)、1630~1620cm<sup>-1</sup>(糖タンパク)、1465cm<sup>-1</sup>(活 性メチレン基)、1280cm<sup>-1</sup>(フェノール)、1070~1030cm<sup>-1</sup>(ゴム質)の吸収が確認される。④(No.1) はゴム質の増大が著しく劣化の進行が観察される。小片となっているが、塗膜劣化と関係がありそう な気がする。図2は炭粉渋下地同定のスペクトルで、比較データとして松煙(③)の吸収を重ねた。 ①②は松煙の吸収と一致し、渋そのものの吸収は確認されない。柿渋は炭粉と混ぜた場合、漆とちが ってそれ自体の吸収が弱く、指紋領域(1500~650cm<sup>-1</sup>)においては柿渋単体時のようなシャープな 吸収がみられることはあまりなく、炭粉に由来するセルロース、ヘミセルロースの多糖類(キシラン が主体)とタンパク質の吸収が顕著である。また炭粉漆下地とちがって2925cm<sup>-1</sup>(炭化水素の非対称 伸縮振動)、2850cm<sup>-1</sup>(炭化水素の対称伸縮振動)の吸収はきわめて小さい。したがって漆や膠の吸 収を示さず、茶色の強い光学顕微鏡観察所見と総合判断して渋下地と考えられる。

#### 3) 蛍光 X 線分析

蛍光 X線分析は試料に X線を当てると、元素特有の X線(特性 X線ないし固有 X線)が発生(放

出)する。この波長と強度を測定することによって元素の定性や定量分析を行う方法。
分析対象:上塗漆の赤色顔料(図3~6)
分析条件は下記。
使用機器: PANalytical/PW4025、エネルギー分散型蛍光X線分析装置。
使用管球: Rhターゲット9W。
検 出 器:高分解能電子冷却Si半導体検出器。
測定条件: 図4~9は30KV、20µA、フィルター kapton、100sec
測定室雰囲気:大気。試料サイズは径1mm、サンプルカップに入れて測定
分析結果: No.1の赤色顔料は朱(HgS、図3)、他はすべてベンガラ(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)。

(4)小 結

富山市友杉遺跡出土漆器の科学分析調査結果について報告してきたが、紙数の関係もあり時期別に 要点を整理してまとめにかえたい。

No.8は AMS 年代測定で1040~1180年、No.7は同測定で1155~1225年と算定されている。No.9も 含めて、型式編年では12世紀代と考えられるものである。塗装工程は簡素で、普及タイプの渋下地漆 器の初期事例として重要である。No. 3は15世紀代の青磁稜花文皿と重なって出土したもの。No. 4~ 6は川跡出土品で、器形からみて中世末から近世初頭頃だろうか。いずれも渋下地漆器で、ローカル 色の強い器形と稚拙な漆絵筆法からみて、周辺産地で製作されたものと推測する。No.2の杓子も近 世と考えられる。No.1の朱漆器(内面朱外面黒色系)は近世の井戸出土で、共伴の伊万里(コンニ ャク印半の染付碗)から18世紀前葉と押さえられている。留意したいのは、地の粉漆下地に多量の海 成珪藻類や海綿類が含まれていたことである。下地は二辺地が確認され、その上の塗りは地固めの漆 層+朱漆層 (内面、外面は漆2層)の簡素な工程である。下地の特徴は輪島塗を特徴づける地の粉(珪 藻土)であり、出土漆器で近世輪島塗が確認された初例である。正徳3年(1713)の輪島の塗師数は 25名ほどだが、天明7年(1787)には河井町50人、鳳至町12人。天保14年(1842)には鳳至町だけで 塗師商売29軒、塗師職人77人となり、生産組織も塗師、椀・曲物・指物木地、蒔絵、沈金の六職とな り分業による発展がうかがえる。中世以来の「親の湊」を介した商圏の拡大は、18~19世紀西は山口・ 赤間ヶ関、北は北海道・エトロフ島にまで販路を広げている<sup>22</sup>。友杉遺跡出土例は、そうした実態を 示すとともに、実測不可能な小片資料の科学分析から産地同定が可能であり、細片といえども分析調 査をおろそかにできないことを示す事例として意義がある。

#### 註

(1)町田尚美ほか「友杉遺跡」『埋蔵文化財調査概要』富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所、2004

(2)四柳嘉章「輪島塗産地の形成と発展」『漆Ⅱ』法政大学出版局、2006





No.1 内面(地の粉漆下地層+漆層+朱漆層)  $\times 260$ 



No.1 地の粉漆下地拡大(珪藻類)



No.1 地の粉漆下地拡大(珪藻類)



×520 No.1 地の粉漆下地拡大(珪藻類)  $\times 520$ 



No.4 内面

No.4 外面  $\times 520$ 

 $\times 260$ 

漆器塗膜層断面顕微鏡写真1





No.5 内面

×260 No.5 外面

 $\times 520$ 



No.6 外面



×520 No.7 内面

 $\times 260$ 



No.8 内面

×520 No.9 内面

 $\times 260$ 

漆器塗膜層断面顕微鏡写真2



図1 赤外線吸収スペクトル(上塗漆)



図2 赤外線吸収スペクトル(炭粉渋下地)





図6 蛍光 X 線スペクトル(No. 6)

## 5 友杉遺跡出土木製品等の放射性炭素年代測定

(株) 加速器分析研究所

## (1) 測定の意義

遺構の前後関係を明らかにし、集落全体での変遷を考えたい。

#### (2) 遺跡の位置

友杉遺跡は、富山県富山市友杉地内に所在する。遺跡は河川に挟まれた地点に立地する。

#### (3) 試料採取

木材は湿らせた状態、種は乾燥状態で保管されていた。木材では、判定可能なものは全て年輪の最 外部から測定試料を採取したが、樹皮が確認された試料は無かった。漆器椀(No. 42)は木質部分が ほとんど残存しておらず、漆部分を測定対象とした。

#### (4) 化学処理工程

- 1) メス・ピンセットを使い、根・土等の表面的な不純物を取り除く。
- 2) AAA (Acid Alkali Acid)処理。酸処理、アルカリ処理、酸処理により内面的な不純物を取り除く。最初の酸処理では1Nの塩酸(80℃)を用いて数時間処理する。その後、超純水で中性になるまで希釈する。アルカリ処理では0.001~1Nの水酸化ナトリウム水溶液(80℃)を用いて数時間処理する。その後、超純水で中性になるまで希釈する。最後の酸処理では1Nの塩酸(80℃)を用いて数時間処理した後、超純水で中性になるまで希釈し、90℃で乾燥する。希釈の際には、遠心分離機を使用する。
- 3) 試料を酸化銅1gと共に石英管に詰め、真空下で封じ切り、500℃で30分、850℃で2時間加熱する。
- 4)液体窒素とエタノール・ドライアイスの温度差を利用し、真空ラインで二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を精 製する。
- 5) 精製した二酸化炭素から鉄を触媒として炭素のみを抽出(水素で還元)し、グラファイトを作製 する。
- 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、加 速器に装着し測定する。

#### (5) 測定方法

測定機器は、3 MV タンデム加速器をベースとした<sup>14</sup>C-AMS 専用装置(NEC Pelletron 9SDH-2) を使用する。134個の試料が装填できる。測定では、米国国立標準局(NIST)から提供されたシュウ 酸(HOx II)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。 また、加速器により<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C の測定も同時に行う。

## (6) 算出方法

1)年代値の算出には、Libbyの半減期5568年を使用した。

- 2) BP 年代値は、過去において大気中の<sup>14</sup>C 濃度が一定であったと仮定して測定された、1950年を 基準年として遡る<sup>14</sup>C 年代である。
- 付記した誤差は、次のように算出した。
   複数回の測定値について、χ<sup>2</sup>検定を行い測定値が1つの母集団とみなせる場合には測定値の統計 誤差から求めた値を用い、みなせない場合には標準誤差を用いる。
- 4) δ<sup>13</sup>C の値は、通常は質量分析計を用いて測定するが、AMS 測定の場合に同時に測定される δ<sup>13</sup>C の値を用いることもある。

δ<sup>13</sup>C 補正をしない場合の同位体比および年代値も参考に掲載する。

同位体比は、いずれも基準値からのずれを千分偏差(‰;パーミル)で表した。  $\delta^{14}C = [({}^{14}A_S - {}^{14}A_R) / {}^{14}A_R] \times 1000$  (1)  $\delta^{13}C = [({}^{13}A_S - {}^{13}A_{PDB}) / {}^{13}A_{PDB}] \times 1000$  (2)

ここで、<sup>14</sup>As:試料炭素の<sup>14</sup>C 濃度:(<sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C)s または(<sup>14</sup>C/<sup>13</sup>C)s <sup>14</sup>A<sub>R</sub>:標準現代炭素の<sup>14</sup>C 濃度:(<sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C)<sub>R</sub> または(<sup>14</sup>C/<sup>13</sup>C)<sub>R</sub>

 $δ^{13}C$ は、質量分析計を用いて試料炭素の<sup>13</sup>C 濃度( $^{13}As = {}^{13}C/{}^{12}C$ )を測定し、PDB(白亜紀のベ レムナイト(矢石)類の化石)の値を基準として、それからのずれを計算した。但し、加速器により 測定中に同時に ${}^{13}C/{}^{12}C$ を測定し、標準試料の測定値との比較から算出した $δ^{13}C$ を用いることもあ る。この場合には表中に〔加速器〕と注記する。

また、 $\Delta^{14}$ Cは、試料炭素が $\delta^{13}$ C = -25.0(‰) であるとしたときの<sup>14</sup>C 濃度(<sup>14</sup>A<sub>N</sub>) に換算した 上で計算した値である。(1)式の<sup>14</sup>C 濃度を、 $\delta^{13}$ Cの測定値をもとに次式のように換算する。

または

=  ${}^{14}A_S \times (0.975/(1+\delta^{13}C/1000))$  ( ${}^{14}A_S \ge U \subset {}^{14}C/{}^{13}C \otimes e \oplus H = 0$ )

 $\Delta^{14}C = [({}^{14}A_N - {}^{14}A_R) / {}^{14}A_R] \times 1000 (\%)$ 

貝殻などの海洋が炭素起源となっている試料については、海洋中の放射性炭素濃度が大気の炭酸ガ ス中の濃度と異なるため、同位体補正のみを行った年代値は実際の年代との差が大きくなる。多くの 場合、同位体補正をしないδ<sup>4</sup>C に相当する BP 年代値が比較的よくその貝と同一時代のものと考えら れる木片や木炭などの年代値と一致する。

<sup>14</sup>C 濃度の現代炭素に対する割合のもう一つの表記として、pMC (percent Modern Carbon) がよ く使われており、Δ<sup>14</sup>C との関係は次のようになる。

 $\Delta^{14}C = (pMC/100 - 1) \times 1000 \quad (\%)$ pMC = $\Delta^{14}C/10 + 100 \quad (\%)$ 

国際的な取り決めにより、このΔ<sup>14</sup>C あるいは pMC により、放射性炭素年代(Conventional Radiocar-

bon Age; yrBP) が次のように計算される。

 $T = -8033 \times \ln \left[ \left( \Delta^{14}C/1000 \right) + 1 \right]$ 

 $= -8033 \times \ln (pMC/100)$ 

- 5)<sup>14</sup>C年代値と誤差は、1桁目を四捨五入して10年単位で表示される。
- 6) 較正暦年代の計算では、IntCal04データベース(Reimer et al 2004)を用い、OxCalv3.10較正プ ログラム(Bronk Ramsey1995) Bronk Ramsey 2001 Bronk Ramsey, van der Plicht and Weninger2001)を使用した。

## (7) 測定結果

<sup>14</sup>C年代は、付表の通りである。化学処理および測定内容に問題は無く、妥当な年代と考えられる。 暦年較正年代(1 $\sigma$ =68.2%)から判断すると、最も古い年代はNo.6・24であり、780~940AD(平 安時代前期頃)に含まれる。次いで、No.35・10・12・7が880~990AD(平安時代前期後半頃)に 含まれる。No.19・23・39は900~1020AD(平安時代中頃)に含まれる。No.36・37・1・25・21・ 22・14は970~1040AD(平安時代後期前半頃)に含まれる。No.41は990~1120ADに相当する。最 も多いのが、平安時代後期後半頃に相当する年代である。No.5・9・11・13・31・33・40が1010~ 1150AD、No.16・17・27・34が1020~1150AD、No.15が1020~1160AD、No.20・26・32・38・45が 1030~1160AD、No.18・29が1040~1160AD、No.28・42が1040~1180ADに含まれる。No.30は1050 ~1220AD、No.8・46・44が1155~1225ADに含まれ、平安時代後期後半から鎌倉時代前半に相当す る。No.4・3・43は1205~1270AD(鎌倉時代前半)に含まれる。No.2は最も新しく、1670~1940AD (江戸~明治時代)に相当する。対象試料の多くが平安時代に相当する試料であり、それ以外に平安 時代後期後半から鎌倉時代前半が4点、鎌倉時代前半が3点、江戸以降が1点である。

同一遺構から出土した試料の<sup>4</sup>C年代に着目すると、SK916C6では No. 39(1070±30yrBP)が最も 古く、次いで No. 41(1000±30yrBP)、40(980±30yrBP)、42(900±30yrBP)と続く。平安時代中 頃~後半に相当する年代であるが、若干の時間差がある。測定対象が漆破片であった No. 42が最も若 い年代を示すことから、古い年代の年輪が測定される「古木効果」の可能性もあるが、No. 39・40は 樹皮が残らないものの最外年輪を採取しており、一定の時間差を検討する必要がある。SE59B11から 出土した井戸枠(No. 5)と曲物(No. 6)では、曲物の方が古い値である。また、SE161C3の井戸構 築材2点(No. 14・15)は誤差範囲で一致する年代である。

#### 参考文献

Stuiver M. and Polach H.A. 1977 Discussion: Reporting of <sup>14</sup>C data, Radiocarbon 19, 355-363

Bronk Ramsey C. 1995 Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal Program, *Radiocarbon* 37 (2), 425–430

Bronk Ramsey C. 2001 Development of the Radiocarbon Program OxCal, Radiocarbon 43 (2A), 355-363

Bronk Ramsey C., van der Plicht J. and Weninger B. 2001 'Wiggle Matching' radiocarbon dates, *Radiocarbon* 43 (2A), 381–389

Reimer, P.J. et al. 2004 IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26cal kyr BP, Radiocarbon 46, 1029-1058

BP 年代および	炭素	の同位体比	IAAA-71022	試料採取場所: 5	SE59B11	Libby Age (yrBP)		1,170 ±	30
Age (yrBP)		$1,040 \pm 30$				δ <sup>13</sup> C (‰)、(加速器)	Ш	$-27.35 \pm 0$	. 62
%。)、(加速器)	Ш	$-29.36 \pm 0.62$		試料形態:1	曲物	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	П	-135.1 ±	2.9
%o)	П	$-121.0 \pm 3.1$		試料名(番号):(	3( <b>M</b> 04061)	pMC(%)	Ш	$86.49 \pm 0$	. 29
(%)	П	$87.90 \pm 0.31$				$\delta^{14}C$ (%0)	Ш	-139.2 ±	2.7
%0)		$-128.8 \pm 2.8$		(参考)	₿¹3C の補正無し	pMC(%)	Ш	$86.08 \pm 0$	. 27
(%)	Ш	$87.12 \pm 0.28$	#1893-6			Age (yrBP)		$1,200 \pm$	30
yrBP)	•••	$1, 110 \pm 30$	IAAA-71023	試料採取場所: 5	SE108B11	Libby Age (yrBP)		$1,090 \pm$	30
Age (yrBP)		$140 \pm 30$				δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	$-29.14 \pm 0$	. 76
%。)、(加速器)	П	$-32.65 \pm 0.87$		試料形態:⇒	井戸側縦板	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	Ш	-127.3 ±	3.0
%0)	Ш	$-17.7 \pm 3.4$		試料名(番号): 7	7(1848)	pMC(%)	Ш	87.27 ± 0	. 30
(%)	Ш	$98.23 \pm 0.34$				$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-134.7 ±	2.7
%0)	Ш	$-33.0 \pm 2.9$		(参考)	₿¹℃の補正無し	pMC(%)	Ш	$86.53 \pm 0$	. 27
(%)	Ш	$96.70 \pm 0.29$	#1893-7			Age (yrBP)		1,160 ±	30
yrBP)	•••	$270 \pm 20$	IAAA-71024	試料採取場所: 5	SE111B11	Libby Age (yrBP)		850 ±	30
Age (yrBP)		$810 \pm 30$				δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	$-30.48 \pm 0$	. 91
%)、(加速器)	Ш	$-28.22 \pm 0.78$		試料形態:∋	井戸側	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	Ш	-100.2 ±	3. 7
%o)	Ш	$-95.7 \pm 3.2$		試料名(番号): 8	8(1842)	pMC(%)	Ш	89.98 ± 0	.37
(%)	Ш	$90.43 \pm 0.32$				$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-110.2 ±	3.3
%o)	Ш	$-101.6 \pm 2.8$		(参考)	813C の補正無し	pMC(%)	П	88.98 ± 0	. 33
%)	Ш	$89.84 \pm 0.28$	#1893-8			Age (yrBP)		940 ±	30
yrBP)		$860 \pm 30$	IAAA-71025	試料採取場所: 5	SE226B3	Libby Age (yrBP)		+ 086	30
Age (yrBP)		$820 \pm 30$				δ <sup>13</sup> C (‰)、(加速器)	П	$-27.26 \pm 0$	. 97
%)、(加速器)	Ш	$-29.88 \pm 0.74$		試料形態:	井戸側横桟	$\Delta^{14} C ~(\%0)$	П	-115.3 ±	3.5
%0)	Ш	$-97.1 \pm 3.0$		試料名(番号):9	9(1864)	pMC(%)	п	88.47 ± 0	35
(%)	Ш	$90.29 \pm 0.30$				$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-119.4 ±	3.0
%0)	П	$-106.1 \pm 2.7$		(参考)	8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	88.06 ± 0	. 30
(%)	Ш	$89.39 \pm 0.27$	#1893-9			Age (yrBP)		$1,020 \pm$	30
yrBP)		$900 \pm 20$	IAAA-71026	試料採取場所: 5	SK111B12	Libby Age (yrBP)		1, 120 ±	30
Age (yrBP)		$990 \pm 30$				δ <sup>13</sup> C (‰)、(加速器)	Ш	-29.58 ± 0	. 97
%)、(加速器)	Ш	$-26.82 \pm 0.63$		試料形態:1	馆	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	Ш	-129.9 ±	3.0
%0)	Ш	$-115.5 \pm 2.8$		試料名(番号): ]	10 ( <b>M</b> 05001)	pMC(%)	П	87.01 ± 0	. 30
(%)	Ш	$88.45 \pm 0.28$				$\delta^{14}C$ (%)	П	-138.1 ±	2.4
%0)	Ш	$-118.8 \pm 2.5$		(参考)	8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	П	$86.19 \pm 0$	. 24
(%)	Ш	$88.12 \pm 0.25$	#1893-10			Age (yrBP)		1,190 ±	20

IAACodeNo.	討	BP 年代および	炭素	の同位体.	بد	
IAAA-71017	試料採取場所: SE39A9	Libby Age (yrBP)		1,040	+	8
		8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-29.36	 +	62
	試 料 形 態 : 井戸側横枝	$\Delta^{14}$ C (‰)	Ш	-121.0	ന് +I	Γ.
	試料名(番号): 1(1865)	pMC(%)	Ш	87.90	 +	31
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-128.8	∼i +	∞.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	87.12	 +	28
#1893-1		Age (yrBP)		1, 110	+1	8
IAAA-71018	試料採取場所: SK494A11	Libby Age (yrBP)		140	+1	8
		8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-32.65	+	87
	試料形態:札	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	Ш	-17.7	ന് +I	4.
	試料名(番号): 2(M04015)	pMC(%)	Ш	98.23	 +	34
		<b>δ</b> <sup>14</sup> C (‰)	П	-33.0	∼i +	6.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	96.70	 +	29
#1893-2		Age (yrBP)		270	+1	8
IAAA-71019	試料採取場所: SE08B9	Libby Age (yrBP)		810	+	8
		8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-28.22	- +	78
	試 料 形 態 : 井戸側縦板	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	Ш	-95.7	ന് +I	2.
	試料名(番号): 3(1859)	pMC(%)	Ш	90.43	 +	32
		$\delta^{14}C$ (%0)	Ш	-101.6	~i +	°.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	89.84	 +	28
#1893-3		Age (yrBP)		860	+1	8
IAAA-71020	試料採取場所: SE32B9	Libby Age (yrBP)		820	+	8
		8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-29.88	+	74
	試 料 形 態 : 井戸側	$\Delta^{14}$ C (‰)	Ш	-97.1	ന് +I	0.
	試料名(番号): 4(M04038)	pMC(%)	Ш	90.29	 +	8
		<b>δ</b> <sup>14</sup> C (‰)	Ш	-106.1	~i	₽.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	89.39	 +	27
#1893-4		Age (yrBP)		900	+1	20
IAAA-71021	試料採取場所: SE59B11	Libby Age (yrBP)	•••	066	+1	8
		8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-26.82	 +	63
	試 料 形 態 : 井戸側縦板	$\Delta^{14}$ C (‰)	Ш	-115.5	~i +I	°.
	試料名(番号): 5(1837)	pMC(%)	П	88.45	0 +	8
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-118.8	~i +i	Ω.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	П	88.12		25
#1893-5		Age (yrBP)	•••	1,020	+1	23

30	IAAA-71032	試料採取場所: SE179C3	Libby Age (yrBP)	••	∓ 096	30
0.93			8 <sup>13</sup> C (‰)、(加速器)	Ш	-24.46 ±	0.70
3.5		試 料 形 態 : 井戸側縦板	$\Delta^{14} C ~(\%o)$	Ш	-112.7 ±	3.3
0.35		試料名(番号): 16(1787)	pMC(%)	П	88.73 ±	0.33
3.1			$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-111.8 ±	3.1
0.31		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	П	88.82 ±	0.31
30	#1893-16		Age (yrBP)		950 ±	30
30	IAAA-71033	試料採取場所: SE185C3	Libby Age (yrBP)		Ŧ 096	30
0.71			δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-24.81 ±	0.83
3.2		試 料 形 態 : 井戸側横板	$\Delta^{14}C~(\%o)$	Ш	-112.9 ±	3.2
0.32		試料名(番号): 17(1760)	pMC(%)	Ш	88.71 ±	0.32
2.9			$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-112.5 ±	2.8
0.29		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	88.75 ±	0.28
30	#1893-17		Age (yrBP)		∓ 096	30
30	IAAA-71034	試料採取場所: SE30C3	Libby Age (yrBP)	•••	930 ±	30
0.73			δ¹³C(‰)、(加速器)	П	-25.22 ±	0.92
3.1		試 料 形 態 : 井戸側横桟	$\Delta^{14}C~(\%o)$	П	-109.0 ±	3.3
0.31		試料名(番号): 18(1757)	pMC(%)	Ш	89.10 ±	0.33
2.8			$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-109.4 ±	2.9
0.28		(参考) \$13C の補正無し	pMC(%)	П	89.06 ±	0.29
30	#1893-18		Age (yrBP)		930 ±	30
30	IAAA-71035	試料採取場所: SE19C4	Libby Age (yrBP)		1,070 ±	30
0.85			δ¹³C(‰)、(加速器)	Ш	-28.73 ±	0.95
3.0		試 料 形 態 : 井戸側縦板	$\Delta^{14} C ~(\%o)$	П	-124.8 ±	3.3
0.30		試料名(番号): 19(1794)	pMC(%)	Ш	87.52 ±	0.33
2.5			$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-131.5 ±	2.7
0.25		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	86.85 ±	0.27
20	#1893-19		Age (yrBP)		1,130 ±	30
30	IAAA-71036	試料採取場所: SE159C4	Libby Age (yrBP)		940 ±	30
0.68			8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-24.48 ±	0.74
3.2		試料形態:曲物	$\Delta^{14}C~(\%_0)$	Ш	-110.5 ±	3.3
0.32		試料名(番号): 20(1789)	pMC(%)	Ш	88.95 ±	0.33
2.9			$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-109.6 ±	3.0
0.29		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	89.04 ±	0.30
30	#1893-20		Age (yrBP)	•••	930 ±	30

		~		
IAAA-71027	試料採収場所: SE140B13	Libby Age (yrBP)		980 ± 3
		8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	$-24.90 \pm 0.9$
	試 料 形 態 : 井戸側横枝	$\Delta^{\rm l4} C~(\%o)$	Ш	$-115.4 \pm 3.$
	試料名(番号): 11(1833)	pMC(%)	П	$88.46 \pm 0.3$
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	$-115.2 \pm 3.$
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	П	$88.48 \pm 0.3$
# 1893-11		Age (yrBP)		$980 \pm 3$
IAAA-71028	試料採取場所: SE15C2	Libby Age (yrBP)		1,120 ± 3
		δ¹³C(‰)、(加速器)	Ш	-23.55 ± 0.7
	試 料 形 態 : 井戸側横桟	$\Delta^{\rm H} C ~(\%_0)$	Ш	$-130.0 \pm 3.$
	試料名(番号): 12(1739)	pMC(%)	Ш	$87.00 \pm 0.3$
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	$-127.4 \pm 2.$
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	$87.26 \pm 0.2$
# 1893-12		Age (yrBP)		$1,090 \pm 3$
IAAA-71029	試料採取場所: SE30C3	Libby Age (yrBP)		980 ± 3
		δ¹³C(‰)、(加速器)	П	$-26.06 \pm 0.7$
	試料形態:井戸側	$\Delta^{\rm M}C~(\%o)$	Ш	$-115.0 \pm 3.$
	試料名(番号): 13(M05025)	pMC(%)	П	$88.50 \pm 0.3$
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	$-117.0 \pm 2.$
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	$88.30 \pm 0.2$
# 1893-13		Age (yrBP)		$1,000 \pm 3$
IAAA-71030	試料採取場所: SE161C3	Libby Age (yrBP)		$1,000 \pm 3$
		δ¹³C(‰)、(加速器)	Ш	$-30.64 \pm 0.8$
	試 料 形 態 : 井戸側隅柱	$\Delta^{14}C~(\%o)$	Ш	$-116.9 \pm 3.$
	試料名(番号): 14(1781)	pMC(%)	Ш	$88.31 \pm 0.3$
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-127.1 ± 2.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	$87.29 \pm 0.2$
# 1893-14		Age (yrBP)		$1,090 \pm 2$
IAAA-71031	試料採取場所: SE161C3	Libby Age (yrBP)		960 ± 3
		8 <sup>13</sup> ℃(‰)、(加速器)	Ш	$-25.36 \pm 0.6$
	試 料 形 態 :井戸側隅柱	$\Delta^{\rm l4}C~(\%_{\rm o})$	Ш	$-112.2 \pm 3.$
	試料名(番号): 15(1776)	pMC(%)	Ш	$88.78 \pm 0.3$
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-112.8 ± 2.
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	88.72 ± 0.2
# 1893-15		Age (yrBP)		960 ± 3

IAAA-71037	試料採取場所: SE2C6	Libby Age (yrBP)	$: 1,030 \pm 30$	IAAA-71042	試料採取場所: SK506C6	Libby Age (yrBP)
		δ¹³C(‰)、(加速器)	$= -24.16 \pm 0.52$			8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)
	試料形態:井戸側	$\Delta^{\rm Id} C ~(\%_0)$	$= -120.3 \pm 3.2$		試料形態:柱	$\Delta^{14}C~(\%o)$
	試料名(番号): 21(M06002)	pMC(%)	$=$ 87.97 $\pm$ 0.32		試料名(番号): 26(M06308)	pMC(%)
		δ <sup>14</sup> C (%0)	$= -118.8 \pm 3.1$			δ <sup>14</sup> C (‰)
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	$=$ 88.12 $\pm$ 0.31		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)
# 1893-21		Age (yrBP)	$:$ 1,020 $\pm$ 30	#1893-26		Age (yrBP)
IAAA-71038	試料採取場所: SE1C6	Libby Age (yrBP)	$: 1,020 \pm 30$	IAAA-71043	試料採取場所: SK512C6	Libby Age (yrBP)
		δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	$= -22.89 \pm 0.68$			8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)
	試料形態:板	$\Delta^{\rm 14} C ~(\%_0)$	$=$ -119.3 $\pm$ 3.1		試料形態:柱	$\Delta^{14}C~(\%o)$
	試料名(番号): 22(M06042)	pMC(%)	$=$ 88.07 $\pm$ 0.31		試料名(番号): 27 (M06309)	pMC(%)
		$\delta^{14}C$ (%o)	$=$ -115.5 $\pm$ 2.8			$\delta^{14}C$ (%)
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	$=$ 88.45 $\pm$ 0.28		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)
# 1893-22		Age (yrBP)	$: 990 \pm 30$	#1893-27		Age (yrBP)
IAAA-71039	試料採取場所: SE61C6	Libby Age (yrBP)	$: 1,060 \pm 30$	IAAA-71044	試料採取場所: SP528C6	Libby Age (yrBP)
		δ¹3C(‰)、(加速器)	$=$ -24. 18 $\pm$ 0. 76			δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)
	試 料 形 態 : 井戸側横桟	$\Delta^{\rm M} C$ (%)	$= -123.9 \pm 3.2$		試料形態:柱	$\Delta^{14} C \ (\%o)$
	試料名(番号): 23(1702)	pMC(%)	$=$ 87.61 $\pm$ 0.32		試料名(番号): 28(1638)	pMC(%)
		$\delta^{14}C$ (‰)	$= -122.4 \pm 2.9$			$\delta^{14}C$ (%)
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	$=$ 87.76 $\pm$ 0.29		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)
# 1893–23		Age (yrBP)	$:$ 1,050 $\pm$ 30	#1893-28		Age (yrBP)
IAAA-71040	試料採取場所: SP113C6	Libby Age (yrBP)	$: 1, 170 \pm 30$	IAAA-71045	試料採取場所: SP671C6	Libby Age (yrBP)
		δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	$=$ -29.33 $\pm$ 0.59			8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)
	試料形態:柱	$\Delta^{\rm M} C ~(\%_0)$	$=$ -135.3 $\pm$ 3.2		試料形態:柱	$\Delta^{14}C~(\%o)$
	試料名(番号): 24(1646)	pMC(%)	$=$ 86.47 $\pm$ 0.32		試料名(番号): 29(1639)	pMC(%)
		$\delta^{14}C$ (%)	$= -143.0 \pm 3.0$			$\delta^{14}C$ (%o)
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	$=$ 85.70 $\pm$ 0.30		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)
# 1893-24		Age (yrBP)	$:$ 1, 240 $\pm$ 30	#1893-29		Age (yrBP)
IAAA-71041	試料採取場所: SP246C6	Libby Age (yrBP)	$: 1,040 \pm 30$	IAAA-71046	試料採取場所: SP672C6	Libby Age (yrBP)
		δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	$=$ -20.95 $\pm$ 0.65			8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)
	試 料 形 態 : 柱	$\Delta^{14}$ C (%)	$=$ -121.7 $\pm$ 3.0		試料形態:柱	$\Delta^{14}C~(\%^{0})$
	試料名(番号): 25(1647)	pMC(%)	$=$ 87.83 $\pm$ 0.30		試料名(番号): 30(1640)	pMC(%)
		$\delta^{14}C$ (%)	$= -114.4 \pm 2.7$			$\delta^{14}C$ (%0)
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	$=$ 88.56 $\pm$ 0.27		(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)
# 1893-25		Age (yrBP)	$: 980 \pm 30$	#1893-30		Age (yrBP)

 $970 \pm 30$ -23.30  $\pm 0.67$ -113.7  $\pm 3.2$ 

П

 $88.63 \pm 0.32$ 

Ш

Ш

 $-110. 6 \pm 3. 0$ 88. 94 \pm 0. 30 940 \pm 30

 $910 \pm 30$ -28.42 ± 0.69

= -107.5  $\pm$  3.1  $89.25 \pm 0.31$ 

 $\begin{array}{rrrr} -113.7 \pm 2.8\\ 88.63 \pm 0.28\\ 970 \pm 30\end{array}$ 

 $= -109.0 \pm 3.4$  $89.10 \pm 0.34$ 

Ш

 $880 \pm 30$ -27.35 ± 0.68

·· ||

 $-104.2 \pm 3.3$ 

II

 $89.58 \pm 0.33$ 

Ш

Ш

 $\begin{array}{rrrr} -115.\ 0 \ \pm \ 3.\ 1\\ 88.\ 50 \ \pm \ 0.\ 31 \end{array}$ 

П

П

30

980 ±

 $-108.5 \pm 3.0$ 89.15  $\pm 0.30$ 

Ш

30

+I 920

 $-111.8 \pm 3.1 \\88.82 \pm 0.31 \\950 \pm 30$ 

 $\begin{array}{rrrr} 940 \pm & 30 \\ -25.96 \pm & 0.70 \\ -110.1 \pm & 3.4 \end{array}$ 

 $88.99 \pm 0.34$ 

	1						
30		IAAA-71052	試料採取場所: SP861C6	Libby Age (yrBP)		$1,060 \pm$	30
0.63				δ <sup>13</sup> C (‰)、(加速器)	Ш	-21.50 ±	0.49
3.1			試料形態:柱	$\Delta^{14}$ C (‰)	Ш	-123.6 ±	2.8
0.31			試料名(番号): 36(1642)	pMC(%)	Ш	87.64 ±	0.28
2.9				$\delta^{14}C$ (% <sub>0</sub> )	Ш	-117.3 ±	2.7
0.29			(参考) \$13C の補正無し	pMC(%)	П	88.27 ±	0.27
30		#1893-36		Age (yrBP)		$1,000 \pm$	30
30		IAAA-71053	試料採取場所: SP906C6	Libby Age (yrBP)		1,060 ±	30
0.54				δ¹³C (‰)、(加速器)	Ш	-26.44 ±	0.55
3.2			試料形態:柱	$\Delta^{14} C ~(\%o)$	Ш	-123.1 ±	3.0
0.32			試料名(番号): 37(1643)	pMC(%)	Ш	87.69 ±	0.30
3.0				<b>δ<sup>14</sup>C</b> (‰)	П	-125.7 ±	2.8
0.30			(参考) \$13C の補正無し	pMC(%)	Ш	87.43 ±	0.28
30		#1893-37		Age (yrBP)	•••	$1,080 \pm$	30
30		IAAA-71054	試料採取場所: SE862C6	Libby Age (yrBP)		940 ±	30
0.84				δ¹³C (‰)、(加速器)	П	-25.45 ±	0.76
3. 3			試料形態:抗	$\Delta^{14} C ~(\%_0)$	Ш	-111.0 ±	3.2
0.33			試料名(番号): 38(M06395)	pMC(%)	П	88.90 ±	0.32
2.9				$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-111.8 ±	2.9
0.29			(参考) \$13C の補正無し	pMC(%)	П	88.82 ±	0.29
30		#1893-38		Age (yrBP)		950 ±	30
30		IAAA-71055	試料採取場所: SK916C6	Libby Age (yrBP)		1,070 ±	30
0.81				δ¹³C(‰)、(加速器)	Ш	-23.08 ±	0.65
3.2			試 料 形 態 : 棺底板	$\Delta^{14} C ~(\%o)$	Ш	-125.1 ±	3.0
0.32			試料名(番号): 39(1541)	pMC(%)	Ш	87.49 ±	0.30
2.9				$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-121.7 ±	2.8
0.29			(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	87.83 ±	0.28
30		#1893-39		Age (yrBP)		$1,040 \pm$	30
30		IAAA-71056	試料採取場所: SK916C6	Libby Age (yrBP)		± 086	30
0.67				8¹³C(‰)、(加速器)	Ш	-22.56 ±	0.93
3.1			試料形態:板材	$\Delta^{14}C~(\%o)$	П	-115.2 ±	3.2
0.31			試料名(番号): 40(1554)	pMC(%)	Ш	88.48 ±	0.32
2.8				$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-110.7 ±	2.7
0.28			(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	88.93 ±	0.27
30		#1893-40		Age (yrBP)	••	940 ±	20

<b>IAAA</b> -71047	試料採取場所: SP968C6	Libby Age (yrBP)	•••	980 ±	õ
		δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	$-28.46 \pm 0$	.0
	試料形態:柱	$\Delta^{14}C~(\%_0)$	Ш	-115.3 ±	ς.
	試料名(番号): 31(1637)	pMC(%)	Ш	88.47 ± 0	
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-121.6 ±	N
	(参考) 8 <sup>33</sup> Cの補正無し	pMC(%)	П	$87.84 \pm 0$	<u>ري</u>
# 1893-31		Age (yrBP)		$1, 040 \pm$	ñ
IAAA-71048	試料採取場所: SP794C6	Libby Age (yrBP)		940 ±	[ ~
		δ¹³C(‰)、(加速器)	Ш	$-24.23 \pm 0$	<u>ن</u>
	試料 形態: 柱	$\Delta^{14}C~(\%_0)$	П	-109.9 ±	ŝ
	試料名(番号): 32(1645)	pMC(%)	Ш	$89.01 \pm 0$	.0
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-108.5 ±	с. С
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	$89.15 \pm 0$	Э
# 1893-32		Age (yrBP)	•••	$920 \pm$	õ
IAAA-71049	試料採取場所: SP852C6	Libby Age (yrBP)		± 080	n n
		δ¹³C(‰)、(加速器)	Ш	-27.22 ± 0	×.
	試料 形態: 柱	$\Delta^{14}C~(\%_0)$	Ш	-114.9 ±	ŝ
	試料名(番号): 33(1644)	pMC(%)	П	$88.51 \pm 0$	с. С
		$\delta^{14}C$ (%0)	Ш	-118.9 ±	N
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	88.11 ± 0	<u>ري</u>
# 1893-33		Age (yrBP)		$1,020 \pm$	3
IAAA-71050	試料採取場所: SE820C6	Libby Age (yrBP)		± 096	[ m
		δ¹3C(‰)、(加速器)	Ш	-22.33 ± 0	. 8
	試 料 形 態 : 井戸側縦板	$\Delta^{\rm l4} C ~(\%_0)$	Ш	-112.9 ±	ŝ
	試料名(番号): 34(1708)	pMC(%)	Ш	88.71 ± 0	.0
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-108.1 ±	c'i
	(参考) 8 <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	$89.19 \pm 0$	Č1
# 1893-34		Age (yrBP)		920 ±	õ
IAAA-71051	試料採取場所: SP856C6	Libby Age (yrBP)		1,140 ±	n n
		δ <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-27.67 ± 0	.6
	試料形態:柱	$\Delta^{\rm l4} C~(\%_0)$	Ш	-132.1 ±	ς.
	試料名(番号): 35(1641)	pMC(%)	Ш	$86.79 \pm 0$	
		$\delta^{14}C$ (‰)	Ш	-136.9 ±	∼i
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	П	$86.31 \pm 0$	Č)
# 1893-35		Age (yrBP)		1,180 ±	õ

TA A _71057	フレフトロンコン・ 5世 百十4世 23年 13年 45日	T :1:1: A == (DD)		+ 000 +	6	
	DODTATA MALA	Liboy Age (yrbr)	•	T, UUU =	R I	
		δ"C(‰)、(加速益)	II	-'21.12 ±	0. 71	
	試料形態:折敷	$\Delta^{14}$ C (‰)	Ш	-116.7 ±	з. 0	
	試料名(番号): 41(M06417)	pMC(%)	Ш	88.33 ±	0.30	
		$\delta^{14}C~(\%_0)$	П	-109.7 ±	2.7	
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	89.03 ±	0.27	
# 1893-41		Age (yrBP)	•••	930 ±	20	
IAAA-71058	試料採取場所: SK916C6	Libby Age (yrBP)		Ŧ 006	30	-
		δ¹³C(‰)、(加速器)	II	-31.45 ±	0.64	
	試 料 形 態 : 漆器椀	$\Delta^{14}$ C (%)	II	-106.3 ±	2.9	
	試料名(番号): 42(M06418)	pMC(%)	Ш	89.37 ±	0.29	
		$\delta^{14}C~(\%o)$	Ш	-118.1 ±	2.6	-
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	88.19 ±	0.26	
# 1893-42		Age (yrBP)		$1,010 \pm$	20	
IAAA-71059	試料採取場所: SK115C6	Libby Age (yrBP)		780 ±	30	
		δ¹3C(‰)、(加速器)	Ш	-24.19 ±	0.59	
	試料 形態:種	$\Delta^{\rm ld} C ~(\%_0)$	Ш	-92.2 ±	2.9	
	試料名(番号): 43(種06001)	pMC(%)	Ш	90.78 ±	0.29	
		$\delta^{14}C$ (%)	П	-90.7 ±	2.6	
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	90.93 ±	0.26	
# 1893-43		Age (yrBP)	•••	760 ±	20	
IAAA-71060	試料採取場所:SE117C6	Libby Age (yrBP)		850 ±	8	-
		δ¹3C(‰)、(加速器)	Ш	-29.88 ±	0.55	
	試料形態:種	$\Delta^{\rm id} C ~(\%_0)$	Ш	-99.9 ±	2. 8	
	試料名(番号): 44(種06002)	pMC(%)	Ш	90.01 ±	0.28	
		$\delta^{14}C~(\%_0)$	11	-108.9 ±	2.6	_
	(参考) 8 <sup>13</sup> Cの補正無し	pMC(%)	Ш	89.11 ±	0.26	
# 1893-44		Age (yrBP)		930 ±	20	
IAAA-71061	試料採取場所: SE820C6	Libby Age (yrBP)		930 ±	8	
		δ <sup>13</sup> C (‰)、(加速器)	Ш	-25.63 ±	0.59	
	試料形態:種	$\Delta^{\rm i4} C~(\%_0)$	Ш	-109.8 ±	28 8	
	試料名(番号): 45(種06010)	pMC(%)	Ш	89.02 ±	0.28	
		$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-110.9 ±	2.6	
	(参考) 🛛 🖓 S <sup>13</sup> C の補正無し	pMC(%)	Ш	88.91 ±	0.26	
# 1893-45		Age (yrBP)	•••	$940 \pm$	20	

IAAA-71062	試料採取場所:谷	C6	Libby Age (yrBP)	••	850 ±	30
			8 <sup>13</sup> C(‰)、(加速器)	Ш	-30.13 ±	: 0.75
	試料形態:種		$\Delta^{14}$ C (‰)	Ш	-100.7 ±	. 3.1
	試料名(番号):46	(種06011)	pMC(%)	Ш	89.93 ±	: 0.31
			$\delta^{14}C$ (%)	Ш	-110.1 ±	2.8
	(参考)	\$™C の補正無し	pMC(%)	Ш	88.99 ±	: 0.28
#1893-46			Age (yrBP)		940 ±	30

## 参考資料:暦年較正年代

IAA Code No.	試料番号	暦年較正用年代	暦年較正年代(1σ=68.2%)	暦年較正年代(2σ=95.4%)
IAAA-71017	1(1865)	$1035 \pm 28$	985~1020AD(68.2%)	$890 \sim 920 \text{AD}(4.6\%)$ $960 \sim 1040 \text{AD}(90.8\%)$
IAAA-71018	2(M04015)	$143 \pm 27$	1670~1700AD(10.0%) 1720~1780AD(22.1%) 1790~1820AD(7.7%) 1830~1880AD(15.7%) 1910~1940AD(12.8%)	1660~1890AD(79.2%) 1900~1950AD(16.2%)
IAAA-71019	3(1859)	807 ± 28	1215~1260AD(68.2%)	1180~1275AD(95.4%)
IAAA-71020	4 (M04038)	$820 \pm 27$	1205~1260AD(68.2%)	1165~1265AD(95.4%)
IAAA-71021	5(1837)	985±25	1010~1050AD(43.2%) 1090~1120AD(20.2%) 1140~1150AD(4.8%)	990~1060AD(55.5%) 1080~1160AD(39.9%)
IAAA-71022	6(M04061)	$1165 \pm 27$	$780 \sim 790 \text{AD} (4.7\%) \\800 \sim 900 \text{AD} (55.8\%) \\920 \sim 940 \text{AD} (7.7\%)$	770~ 900AD(76.3%) 910~ 970AD(19.1%)
IAAA-71023	7(1848)	$1093 \pm 27$	$895 \sim 920 \text{AD}(24.2\%)$ $945 \sim 990 \text{AD}(44.0\%)$	890~1020AD(95.4%)
IAAA-71024	8(1842)	$847 \pm 33$	1155~1225AD(68.2%)	$1050 \sim 1090 \text{AD}(6.1\%)$ $1120 \sim 1140 \text{AD}(1.3\%)$ $1150 \sim 1270 \text{AD}(88.0\%)$
IAAA-71025	9(1864)	$983 \pm 32$	1010~1050AD(35.6%) 1090~1150AD(32.6%)	990~1160AD(95.4%)
IAAA-71026	10(M05001)	$1117 \pm 27$	$90\sim 905AD(10.4\%)$ $910\sim 975AD(57.8\%)$	870~1000AD(95.4%)
IAAA-71027	11 (1833)	$984 \pm 31$	1010~1050AD(37.3%) 1090~1150AD(30.9%)	990~1160AD(95.4%)
IAAA-71028	12(1739)	$1118\pm29$	$890 \sim 905 \text{AD}(10.0\%)$ $910 \sim 975 \text{AD}(58.2\%)$	860~1010AD(95.4%)
IAAA-71029	13(M05025)	981 ± 28	1010~1050AD(38.2%) 1090~1120AD(24.2%) 1140~1150AD(5.8%)	990~1060AD(47.8%) 1070~1160AD(47.6%)
IAAA-71030	14(1781)	$998 \pm 27$	$990 \sim 1040 \text{AD}(64.2\%)$ $1100 \sim 1120 \text{AD}(-4.0\%)$	$980 \sim 1050 \text{AD}(71.5\%)$ $1080 \sim 1160 \text{AD}(23.9\%)$
IAAA-71031	15(1776)	$955 \pm 28$	$1020 \sim 1050 \text{AD}(20.9\%)$ $1020 \sim 1160 \text{AD}(27.2\%)$	1020~1160AD(95.4%)
IAAA-71032	16(1787)	$960 \pm 30$	1020~1050AD(23.3%)	$1020 \sim 1160 \text{AD}(95, 4\%)$
IAAA_71022	17(1760)	061 + 20	$1080 \sim 1150 \text{AD}(44.9\%)$ $1020 \sim 1050 \text{AD}(23.9\%)$	1020~1160 A D (95, 4%)
IAAA-71035	17 (1760)	$901 \pm 29$ $927 \pm 30$	$1080 \sim 1150 \text{AD}(44.3\%)$ $1040 \sim 1160 \text{AD}(68.2\%)$	$1020 \sim 1180 \text{AD}(95.4\%)$
IAAA-71035	19(1794)	327 = 30 1070 ± 29	$900 \sim 920 \text{AD}(11.3\%)$	890~1030AD(95,4%)
IAAA-71036	20(1789)	$940 \pm 29$	960~1020AD(56.9%) 1030~1060AD(13.9%)	$1020 \sim 1160 \text{ AD}(95.4\%)$
ΙΔΔΔ=71037	21 (M06002)	1029 + 29	$1080 \sim 1160 \text{AD}(54.3\%)$ 985~1025 AD(68.2%)	890~ 920AD( 3.5%)
LAAA 71037	22 (1000002)	1029 = 23	000 - 1025 AD (68, 29())	960~1040AD(91.9%) 970~1050AD(93.5%)
IAAA-71038	22(1000042)	1020 ± 27	$990 \sim 1023 \text{AD}(68.2\%)$ $900 \sim 920 \text{AD}(5.7\%)$	1100~1120AD( 1.9%)
IAAA-71039	23(1702)	1062 ± 29	970~1020AD(62.5%) 780~ 790AD(5.6%)	$\frac{890 \sim 1030 \text{AD}(95.4\%)}{770 \sim 900 \text{AD}(78.2\%)}$
IAAA-71040	24(1646)	1168 ± 29	800~ 900AD(59.3%) 920~ 940AD( 3.3%)	$910 \sim 970 \text{AD}(17.2\%)$
IAAA-71041	25(1647)	$1042 \pm 27$	985~1020AD(68.2%)	920AD( 6.2%) 960~1030AD(89.2%)
IAAA-71042	26(M06308)	$936 \pm 30$	1030~1060AD(11.9%) 1070~1160AD(56.3%)	1020~1170AD(95.4%)
IAAA-71043	27 (M06309)	$969 \pm 28$	1020~1050AD(29.1%) 1090~1150AD(39.1%)	1010~1160AD(95.4%)
IAAA-71044	28(1638)	$913 \pm 27$	1040~1100AD(41.0%) 1110~1170AD(27.2%)	1030~1190AD(95.4%)
IAAA-71045	29(1639)	$926 \pm 30$	$1040 \sim 1160 \text{AD}(68.2\%)$	1020~1180AD(95.4%)
IAAA-71046	30(1640)	$884 \pm 29$	1050~1080AD(17.0%) 1150~1220AD(51.2%)	1040~1220AD(95.4%)
IAAA-71047	31 (1637)	$984 \pm 28$	1010~1050AD(40.3%) 1090~1120AD(22.5%) 1140~1150AD(5.4%)	990~1060AD(51.1%) 1070~1160AD(44.3%)
IAAA-71048	32(1645)	$935 \pm 28$	1030~1060AD(10.3%) 1070~1160AD(57.9%)	1020~1170AD(95.4%)
IAAA-71049	33(1644)	$980 \pm 29$	1010~1050AD(36.9%) 1090~1120AD(25.0%) 1140~1150AD(6.3%)	990~1060AD(46.4%) 1070~1160AD(49.0%)
IAAA-71050	34(1708)	$962 \pm 28$	1020~1050AD(24.7%) 1080~1150AD(43.5%)	1010~1160AD(95.4%)
IAAA-71051	35(1641)	$1138 \pm 28$	$\frac{1000 - 110011D}{880} (10.000)$ $\frac{880}{910} - 905AD(18.3\%)$ $\frac{910}{910} - 970AD(49.9\%)$	$780 \sim 790 \text{AD}(1.6\%)$ $800 \sim 990 \text{AD}(93.8\%)$
IAAA-71052	36(1642)	$1059 \pm 26$	970~1020AD(68.2%)	$\frac{800 - 920 \text{AD}(33.3\%)}{890 - 920 \text{AD}(13.3\%)}$
IAAA-71053	37(1643)	$1055 \pm 27$	970~1020AD(68.2%)	$\frac{940 - 1030 \text{AD}(82.3\%)}{890 \sim 920 \text{AD}(11.5\%)}$ $940 \sim 1030 \text{AD}(93.9\%)$
IAAA-71054	38(M06395)	944 ± 28	$1030 \sim 1060 \text{AD}(15.9\%)$ $1080 \sim 1160 \text{AD}(52.2\%)$	1020~1160AD(95.4%)
IAAA-71055	39(1541)	$1073 \pm 27$	$900 \sim 920 \text{AD}(14, 2\%)$ $960 \sim 1020 \text{AD}(54, 0\%)$	890~1020AD(95.4%)
IAAA-71056	40(1554)	$982 \pm 28$	$1010 \sim 1050 AD (38.8\%)$ $1090 \sim 1120 AD (23.8\%)$ $1140 \sim 1150 AD (5.7\%)$	990~1060AD(48.9%) 1070~1160AD(46.5%)
IAAA-71057	41 (M06417)	$997 \pm 27$	990~1040AD(63.5%) 1100~1120AD(4.7%)	980~1050AD(70.2%) 1080~1160AD(25.2%)
IAAA-71058	42(M06418)	$902 \pm 25$	$1040 \sim 1090 \text{AD} (35.8\%)$ $1120 \sim 1180 \text{AD} (32.4\%)$	1030~1210AD(95.4%)
IAAA-71059	43(種06001)	$777 \pm 25$	1220~1270AD(68.2%)	1215~1280AD(95.4%)
IAAA-71060	44(種06002)	$845 \pm 25$	1165~1220AD(68.2%) 1030~1060AD(10.8%)	$\frac{1150 \sim 1260 \text{AD}(95.4\%)}{1020 \sim 1100 \text{AD}(95.4\%)}$
IAAA=/1001	43(1里06010)	933 = 20	1070~1160AD(57.4%)	$\frac{1020^{-1100}\text{AD}(95.4\%)}{1050 \sim 1080 \text{AD}(-5.0\%)}$
IAAA-71062	46(種06011)	$852 \pm 28$	1160~1220AD(68.2%)	1150~1260AD(90.4%)



【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



使用プログラム・OsCal v3.10





Radic





使用プログラム・OxCal v&10





使用プログラム・OnCal v3.10







使用プログラム・OzCal v3.10

【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】

11 (1833) : 984±31BP

68.2% probability 1010AD (37.3%) 1050AD 1090AD (30.9%) 1150AD 95.4% probability 990AD (95.4%) 1160AD

1200CalAD

1200BF

1100BI

1000BI

900BF

800BI

700BI

600BI

Radio





使用プログラム・OxCal v3.10

使用プログラム・OxCal v&10



800CalAD



1000CaIAD

Calibrated date





他用プログラム・OsCal v3.10

【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】





【参考值:曆年補正 Radiocarbon determination】



並用プログラム・OxCal v3.10

【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值: 曆年補正 Radiocarbon determination】



使用プログラム・OxCal +8.10





【参考值:曆年補正 Radiocarbon determination】



他用プログラム・OxCal v3.10

【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】





【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】

1200BE

1100BI

1000BF

900BI

800BI

700BI

600BI

Zadic





【参考值: 唐年補正 Radiocarbon determination】

800CalAD



【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



使用プログラム・OnCal v3.10

【参考值:曆年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:曆年補正 Radiocarbon determination】





【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:曆年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】



【参考值:暦年補正 Radiocarbon determination】



使用プログラム・OsCal v3.10





【参考值: 暦年補正 Radiocarbon determination】











使用プログラム・OxCal v3.10

## 6 友杉遺跡出土鉄製品等分析調查

JFE テクノリサーチ株式会社 分析・評価事業部 埋蔵文化財調査研究室

(1) はじめに

富山市友杉に所在する友杉遺跡から出土した鉄関連遺物について、化学成分分析、外観観察、ミクロ組織観察、X線回折等の自然科学的調査に基づき、試料の製造工程上の位置づけ、始発原料などを中心に調査した。なお、紙面の都合上、X線回折チャート、EPMAの分析スペクトル図、マッピングデータなどの一部は割愛し、表、文章にて記した。また、本文も簡略な記述とした。

(2)調査項目および試験・観察方法

調査項目を表1に示す。調査方法は従来の調査と同一である。

#### (3) 調査結果および考察

試料番号 No.1 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:1未満、メタル反応:なし

**外観観察**:泥土や酸化土砂に覆われた不整四角形でやや肉厚な椀型鍛冶滓の周縁片である。破面は 2で、素地は黒色を呈する。下面は緩やかに湾曲し、上面は滓の滴下堆積の痕跡がある。鍛冶滓特有 の重量感があり、小気泡が上面側に認められる。

顕微鏡組織:(マクロ組織1、組織写真1)空隙や気孔が多い。繭玉状や樹枝状のウスタイトが圧 倒的で全面にウスタイト(Wustite:FeO)相が観察され白く輝く金属鉄粒子も散見される。ファイ ヤライト(Fayalite:2FeO・SiO<sub>2</sub>)がウスタイトの背後に沈むように観察される。結晶性の鉱物相は この2種のみである。他は黒色のガラス質である。金属鉄粒子はエッチングからフェライト(α鉄) と思われる。ウスタイト部分とファイヤライト部分の硬度は396Hv、590Hv である。精錬末期から鍛 錬初期の結晶相である。

EPMA:ウスタイトとファイヤライトを成分的に確認し、ウスタイト相の点状組織はハーシナイトと確認した。

X線回折:ウスタイトとファイヤライトが同定され、結晶性鉱物相はこの2種のみである。

**化学成分**:(表2、図1~図3)全鉄62.0%と高く、金属鉄は0.33%と少ない。FeOは67.0%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は13.7%、SiO<sub>2</sub>は11.4%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は2.8%である。化合水は0.5%で少なく銹化鉄は少ないとみられる。 ガラス質成分量(SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO+MgO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)は16.39%と比較的少なく、塩基性成分(CaO +MgO)も1.48%で比較的少ない。TiO<sub>2</sub>は0.59%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。 また、酸化マンガン(MnO)と銅(Cu)は0.05%と0.001%と低い。図1、2、3は鉄滓の成分的特 徴から製造工程上の分類を検討する図でTiO<sub>2</sub>と T.Feの関係、造滓成分と T.Feの関係、MnO/TiO<sub>2</sub> と TiO<sub>2</sub>/T.Feの関係を示す。図1、2、3ではいずれも鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No.2 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:1、メタル反応:なし

**外観観察**:溶岩状のゴツゴツとした厚みのある不整四角形を呈する鍛冶滓で酸化土砂が深く侵入している。滓が滴下し、粒状に堆積した様相を示す。露出した滓は黒色・発泡している。鍛冶滓の特徴を示す。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織2、組織写真2)空隙・気孔・亀裂が多く、全面に凝集状に近い状態の ウスタイトが観察される。背後に棒状のファイヤライトが観察される。ウスタイト部分とファイヤラ イト部分の硬度は439Hv、552Hv。顕微鏡組織は試料1と同質で精錬末期から鍛錬初期の鉱物相組織 である。

EPMA:ポイント分析によりウスタイト結晶相とファイヤライト相を成分的に確認した。 X線回折:ウスタイト、ファイヤライトが同定され、わずかに石英(Quartz:SiO<sub>2</sub>)、マグネタイ トも確認される。

化学成分:(表2、図1~図3)試料1、3と同質成分である。全鉄63.6%と高く、金属鉄は0.28% とわずかである。FeO は67.4%、Fe2O3は15.6%、SiO2は10.3%、Al2O3は2.63である。化合水が0.8% と少なく銹化鉄は少ないとみられる。ガラス質成分量は14.88%で、塩基性成分(CaO+MgO)も1.27% で少ない。TiO2は0.51%と少なく始発原料が砂鉄かは判断できない。また、MnO と Cu は0.04%と 0.002%。製造工程上の分類を検討する図1、2、3では鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No.3 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:1、メタル反応:2mm 大

外観観察:丸みを帯びずんぐりとした不正四角形で全面が酸化土砂に覆われた鍛冶滓である。下面 は比較的滑らかに湾曲し、上面は顆粒状に荒れている。素地は黒色で微細な気泡を多く含む。下面に は5~8mm大の木炭痕が数カ所認められる。着磁度は1で右上部に1カ所2mm大のメタル反応が ある。

顕微鏡組織:(マクロ組織3、組織写真3)空隙・気孔・亀裂が多い。試料全面にウスタイト相が 発達し、ガラス質に樹枝状マグネタイトと見られる組織の晶出部が数カ所に観察される。鍛造剥片も 観察される。ウスタイト部分の硬度は409Hv で通常に比べ低い。鍛錬鍛冶滓の可能性を示している。

EPMA:ポイント分析によりウスタイトとガラス質を成分的に確認した。ガラス質にはSiO2はじめ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO など種々の成分が濃化している。

X 線回折:ウスタイトとマグネタイトが同定され、ファイヤライトがわずかに確認される。

**化学成分**:(表2、図1~図3)成分面では試料1、2と同質である。全鉄63.3%と高く、金属鉄 は0.28%とわずかである。FeO は64.2%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は18.8%、SiO<sub>2</sub>は7.56%と少なく、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は2.47で ある。化合水が1.32%含まれゲーサイトなどの銹化鉄も存在するとみられる。ガラス質成分量は 12.03%と比較的少なく、塩基性成分(CaO+MgO)も1.31%で少ない。TiO<sub>2</sub>は1.92%含まれ始発原 料は砂鉄と考えられる。また、MnO と Cu は0.08%と0.004%と低い。図1、2、3の検討では図1、 3では鍛錬鍛冶滓の境界に近い精錬鍛冶滓の領域に、図2では鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにあ る。試料1、2との成分の類似性、鍛造剥片の付着なども考慮すると鍛錬鍛冶工程の初期生成物と見 られよう。

以上の結果を総合すると本試料は砂鉄を始発原料とする鍛錬鍛冶の比較的初期の工程で生成した鉄 滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No.4 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:1以下、メタル反応:なし

**外観観察**:ヒトデを想起させる扁平な鍛冶滓である。全面に茶褐色のオキシ水酸化鉄が滲み、破面 はない。露出面で見ると素地は黒色・発泡している。下面は炉内の充填隙間に滓が深く垂れ込んで突 起を形成している。上面は比較的平坦である。重量感のある鍛冶系の滓である。

顕微鏡組織:(マクロ組織4、組織写真4) 試料の外面側に気孔は多く存在する。試料全面に樹枝 状のウスタイト相が発達し、中央左にはガラス質滓が多い部分も観察される。繭玉状・樹枝状のウス タイトが圧倒的に多いが凝集にまでは至っていない。ファイヤライトも沈むように観察され、周縁部 には銹化鉄も見られる。金属鉄粒も散見される。ウスタイトの硬度は411Hv で通常に比べ低い。鍛 冶系の滓である。

EPMA:ポイント分析によりウスタイト、ガラス質、ファイヤライトを成分的に確認した。

X線回折:ウスタイトとファイヤライトが同定される。ハーシナイトとゲーサイトもわずかに確認 できる。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄59.0%に対して金属鉄は0.17%とわずかである。FeOは59.2%、 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は18.3%、SiO<sub>2</sub>は13.9%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は5.23%である。本調査試料中SiO<sub>2</sub>はもっとも多く、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>も 他試料に比べ非常に多い。化合水が0.97%含まれ、ゲーサイトなどの銹化鉄も存在するとみられる。 ガラス質成分量は20.77%含まれる。塩基性成分(CaO+MgO)は1.01%と少ない。原料由来のTiO<sub>2</sub> は0.42%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。また、MnOとCuは0.04%と0.002%と低い。図1、2、3の検討ではいずれも鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No.5 火打金、着磁度:1~2、メタル反応:なし

**外観・X 線透過観察**:酸化土砂に覆われた火打金で右端と左端近くには大きな銹瘤が見られる。下 側には3ヶ所に1.5mm 幅の鋭い掻き傷がある。着磁度は1~2で、メタル反応はなく金属鉄は遺存 していない。試料の厚い両端はX線の透過が悪いが中央部は非常によく透過し空洞化が進んでいる。 銹化が激しい。金属鉄の遺存は期待できず、加工や細工の痕跡はない。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織5、組織写真5)銹化が著しく進み、中央は空洞である。全面乳白色の 銹化鉄で、元の金属鉄組織などの痕跡は消失している。

本試料は内部が空洞化するほど銹化が進行した火打金と推察される。

#### |試料番号 No.6||鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:2、メタル反応:2mm 大相当

**外観観察**:不整五角形の扁平な鍛冶滓で、全面が水酸化鉄の褐色を呈する。破面は1、下面は充填 状態を反映し、深い凹凸が目立つ。中央には小さく発泡したアワオコシ状の半溶融胎土が付着している。

顕微鏡組織:(マクロ組織6、組織写真6)空隙の多い試料で、凝集に近いウスタイトの組織が大部分を占め、試料の周縁や空隙の周りに銹化鉄が観察される。写真の上側には銹化鉄が見られる。試料周縁部はファイヤライト主体でこれに乳白色のゲーサイト、ウスタイトなどが観察される。ウスタイト部の硬度は410Hvで硬度は低い。金属粒は118Hvでα鉄と思われる。鍛錬鍛冶滓の可能性を示している。

EPMA:ポイント分析によりウスタイトとファイヤライトを成分的に確認した。

X線回折:ウスタイト、ファイヤライト、マグネタイト、石英が同定される。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄59.6%に対して金属鉄は0.20%とわずかである。FeO は48.5%、 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は31.0%でこれらは本調査の中でそれぞれ2番目の低さと高さである。SiO<sub>2</sub>は11.8%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は 2.92%である。化合水が2.43%含まれ、ゲーサイトなどの銹化鉄が相当存在するとみられる。ガラス 質成分量は16.48%含まれる。塩基性成分(CaO+MgO)は1.04%と少ない。原料由来のTiO<sub>2</sub>は0.28% と少なく、始発原料が砂鉄か否か判断できない。また、MnO と Cu は0.03%と0.006%と低い。図1、 2、3での位置づけは鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No.7 板状鉄製品、着磁度:1、メタル反応:なし

**外観・X 線透過観察**: 鋭く折り曲げられた厚さ0.8mm 位の板状鉄製品で黒銹化している。全体に酸化土砂が厚く付着している。加工途中の板状鉄のようにも見える。X 線透過では付着土砂の厚い部分のみ黒く見えるが、金属鉄が遺存しないため X 線はよく透過している。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織7、組織写真7)板状の痕跡と鋭く曲がっている状況を示すものの完全 に銹化している。組織は層状の銹化物、酸化土砂を巻き込んだポーラスな部分などのみ観察される。

本試料は完全に銹化しており用途等は特定できないが鋭く折り曲がっている薄板状の鉄製品もしくは半製品と思われる。

#### |試料番号 No. 8 棒状鉄製品→小型刃物?、着磁度:1、メタル反応:微弱

外観・X線透過観察:棒状と言うよりは刀子の一部の様な板状に近い長手方向1/4位置付近で折損 している鉄製品試料である。ほぼ完全に銹化しており、折損部近くで1mm大相当の微弱なメタル反 応がある。酸化土砂の付着は厚く、大きな銹瘤が2カ所存在する。折損部で見ると棟部の幅が3.4mm、 身幅が9.8mmの楔形断面をしている。X線はよく透過し、空洞化し著しい銹化状態である。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織8、組織写真8) 楔形断面を持ち刃物であったと思われる。周囲には厚 く酸化土砂が付着している。組織は銹化と酸化土砂のみである。

本試料は刀子などの小型刃物の銹化物と思われる。

#### 試料番号 No.9 鋤先、着磁度:4、メタル反応:10mm 大以上

**外観観察**:厚さ45.2mm。左右と刃先部の3片に折損した鋤先である。酸化土砂が厚く付着している。金属鉄は外観写真下部側の折損片にのみ遺存しており10mm 大相当以上のメタル反応が認められる。先端部と写真上側の折損部にはメタルは遺存していない。

X線透過観察:折損部以外にも非常に薄肉化している部分がある。先端部や上部にX線透過の悪い部分もあるが肉厚によるもので金属鉄は遺存していない。

**顕微鏡組織**:マクロ組織9に見られるように柄を差し込むため右側は二股に分かれている。試料中 央に炭素を多く含む黒色の部分が観察され、黒色部が鋭く折り曲がっており、素材が折り曲げ加工さ れたことを示唆している。この部分は試料中央に限られることから加工の際に脱炭が起こったと見ら れる。組織写真9-1の脱炭したフェライト組織から黒色部の9-2のパーライト組織まで観察され る。写真9-3に示す長手方向に伸びた介在物が観察され、介在物は平板状の組織とガラス質とから なる。

EPMA:介在物の2000倍での分析結果で、やや白い角張った鉱物はルチル(TiO<sub>2</sub>)と見られ、その周囲はガラス質と判断できる。始発原料が砂鉄であり、高濃度のTiO<sub>2</sub>が含まれていたことを示す。

硬度測定:フェライト鉄で103Hv、フェライト主体で少しのパーライトが混じる部分で115Hv、パー ライト組織の部分で252Hv、パーライトとフェライトが半々の部分で172Hv でいずれも妥当な硬度で ある。

以上から本試料はTiO<sub>2</sub>を高濃度に含む砂鉄を始発原料として折り返し鍛錬などの過程を通して作られた鋤先と推察される。

#### 試料番号 No. 10 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:4、メタル反応:3mm 大

**外観観察**:不整五角形のやや扁平な鍛冶滓で、破面はない。上面中央に黒色の小さく発泡した滓が 観察され、滓が滴下堆積した様相を示す。下面も突起状の凹凸が激しく大部分が鉄銹に覆われている。 鍛冶滓特有の重量感がある。上面中央と右側1/4部分に3mm前後と見られるメタル反応がある。

顕微鏡組織:(マクロ組織10、組織写真10)発泡し、亀裂も多い試料で全面に凝集ウスタイトが観察される。ファイヤライトのやや多い部分もあるがその量は少ない。空隙のまわりにゲーサイトが見られる。ウスタイト部分でビッカース硬度は381Hvで通常の硬度に比べ相当低い。

X線回折:ウスタイトとマグネタイトが同定されファイヤライトとレピドクロサイトも微弱に確認 される。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄61.7%で金属鉄は0.11%とわずかである。FeO は59.4%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は22%、SiO<sub>2</sub>は11.4%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は2.76%である。化合水が0.36%で、ゲーサイトなどの銹化鉄は少ない とみられる。ガラス質成分量は17.71%含まれる。塩基性成分(CaO+MgO)は2.01%である。TiO<sub>2</sub> は0.21%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。また、MnO と Cu は0.05%と0.004%と 低い。成分的特徴から製造工程上の分類を検討する図1、2、3では、鍛錬鍛冶滓の位置づけにある。 以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No. 11 刀子、着磁度: 1 ~ 2 、メタル反応:なし

**外観・X 線透過観察**:刀子の先端部と言うよりも小刀の先端部片である。ふくらは一般的な形で先端は銹化により丸くなっている。酸化土砂が厚く付着し、埋蔵時の下面側には木炭痕などが見られる。 銹化が進み、X 線はよく透過し中央部は空洞化している。金属鉄の遺存は期待できない。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織11、組織写真11)ゲーサイトなどの銹化鉄のみが観察される。

本試料は銹化により空洞化した刀子あるいは小刀の先端部と思われる。

#### 試料番号 No. 12 (板状鉄製品)→鉄滓、着磁度:1、メタル反応:なし

**外観・X 線透過観察**: 塊状の銹化鉄のように見える。茶褐色の粘土系泥土で厚く覆われ、露出部は 鉄銹のように見える。X 線透過は悪く、点状に X 線透過部が多くあり、鉄塊とは異なる様相を呈し ている。 顕微鏡組織:(マクロ組織12、組織写真12)外面が鉄銹で覆われた滓で大きな空洞が多く、全体に 凝集に近い状態のウスタイトが発達している。間隙に沈むように大きく成長したファイヤライトが観 察される。その他の鉱物相は観察されない。周囲のウスタイトは風化したものが多い。ウスタイト部 分でビッカース硬度は386Hv で通常の硬度に比べ低い。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄65.6%に対して金属鉄は0.28%とわずかである。FeOは58.3%、 Fe2O3は28.6%、SiO2は7.83%、Al2O3は1.83%である。化合水が1.74%含まれ、ゲーサイトなどの銹 化鉄が存在するとみられる。ガラス質成分量は10.45%と少ない。塩基性成分(CaO+MgO)は少な く0.52%である。TiO2は0.18%と少なく始発原料が砂鉄か判断できない。MnOとCuは0.05%と 0.004%と低い。図1、2、3による検討では、いずれも鍛錬鍛冶滓の位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

試料番号 No. 13 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度:3、メタル反応:3mm 大

**外観観察**:暗褐色の不整多角形のやや扁平な鍛冶滓で、上面はほぼ全面が数 mm 大から10mm 大の木炭痕に覆われている。下面側は炉内の堆積状態を写して凹凸が激しい。窪みには泥土が侵入している。

顕微鏡組織:(マクロ組織13,組織写真13)著しく発泡し、全面に凝集ウスタイトが観察される。 その背後にファイヤライトが観察される。金属鉄はなく、空隙のまわりにわずかにゲーサイトが見ら れる。ウスタイト部分でビッカース硬度は394Hvである。

X線回折:ウスタイト、ファイヤライト、マグネタイト、ゲーサイトが同定される。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄67.7%に対して金属鉄は0.28%とわずかである。FeOは69.3%、 Fe2O3は19.4%、SiO2は7.91%、Al2O3は0.70%である。本調査試料中でもSiO2、Al2O3とも低い。化 合水が1.05%含まれ、銹化鉄も存在するとみられる。ガラス質成分量は非常に少なく9.77%である。 塩基性成分であるCaO+MgOは0.78%と少ない。TiO2は0.08%と少なく始発原料が砂鉄であるかは 判断できない。また、MnOとCuは0.09%と0.003%と低い。図1、2、3による検討ではいずれも 鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

|試料番号 No. 14 (板状鉄製品)→滓、着磁度:1、メタル反応:なし

**外観観察**:全面が酸化土砂に覆われ、大きくふくらんだ火打金に近い形状の鉄製品と思われる。折 損面で見ると厚さ1mm位の鉄で作られた袋状の製品のように見える。内部は大きくふくれている。

X線透過観察:厚肉で透過はよくないが点状に透過のよい部分が多く見られ、鉄塊とは異質である。

顕微鏡組織:(マクロ組織14、組織写真14)外周は銹化鉄に覆われ、試料全体はウスタイト組織で ある。ウスタイトの間隙に沈むように大きく成長したファイヤライトが観察される。その他の鉱物相 は観察されない。写真で示していないが外縁部や空隙の周囲のウスタイトは風化したものが多い。ウ スタイトとファイヤライトの硬度は401Hv、558Hv で硬度に比べ低い。精錬鍛冶滓や鍛錬鍛冶滓の組 織である。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄64.0%に対して金属鉄は0.22%とわずかである。FeOは50.8%、 Fe2O3は34.7%、SiO2は9.63%、Al2O3は1.04%である。化合水が2.24%含まれ、銹化鉄は多いとみら れる。ガラス質成分量は少なく11.2%である。塩基性成分(CaO+MgO)は0.37%と少ない。TiO2は 0.10%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。また、MnOとCuは0.08%と0.004%と低 い。図1、2、3による検討ではいずれも鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No. 15 鉄滓(鍛錬鍛冶滓?)、着磁度: 1 、メタル反応:なし

**外観観察**:流出滓の先端のような流動した鍛冶滓で、下側の滓の上に発泡したガラス質様の滓が重 畳している。水酸化鉄の茶褐色に覆われ、下面は炉内充填層の窪みに滓が侵入した凹凸が見られる。 顕微鏡組織:(マクロ組織15、組織写真15)気孔が多くほぼ全体は凝集ウスタイトである。外縁の 一部には厚くゲーサイトが付着している。鍛錬鍛冶滓に見られる組織である。

**X 線回折**:ウスタイト、ファイヤライトが同定され、マグネタイトとレピドクロサイトもわずかに 確認される。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄62.8%に対して金属鉄は0.11%とわずかである。FeOは68.2%、 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は13.8%、SiO<sub>2</sub>は11.7%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は1.82%である。化合水が1.00%含まれ、ゲーサイトなどの銹 化鉄も存在するとみられる。ガラス質成分量は15.46%である。塩基性成分(CaO+MgO)は0.99% と少ない。TiO<sub>2</sub>は0.19%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。また、MnOとCuは0.05% と0.002%と低い。図1、2、3による検討ではいずれも鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

#### 試料番号 No. 16 鉄製品、着磁度:2、メタル反応:1〜2mm 大相当

**外観・X線透過観察**:鉄銹に覆われた板状鉄製品である。破面で見るとやや楔形断面で中央は空洞 化している。試料右1/4位置に1~2mm大のメタル反応がある。X線はよく透過し、多数の亀裂 が認められる。金属鉄の遺存は期待できない。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織16、組織写真16)板状鉄製品が重なっていた部分を切断したと思われる。 内部が空洞化した板状銹化鉄が重なっている。銹化鉄のみが観察される。

本試料は銹化が進行し、空洞化した鉄製品あるいは素材と推察されるが用途等は不明である。

#### 試料番号 No. 17 棒状鉄製品(刀子)、着磁度:3、メタル反応:なし

**外観・X線透過観察**:中央部が大きく銹膨れした刀子で5片に折損している。破面で見ると内部は 空洞化し、銹化が著しい。各所に1~2mm大のメタル反応がある。酸化土砂が厚く付着している。 X線はよく透過し、多数の亀裂や銹瘤が認められる。空洞化が顕著である。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織17、組織写真17)断面は銹化膨張により空洞化した楔形を呈する。乳白 色からやや灰色を帯びたゲーサイトなどの銹化鉄のみが観察され、完全に銹化している。

本試料は銹化が進行し、空洞化した刀子と見られる。加工方法等の推察は難しい。

試料番号 No. 18 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度: 2 、メタル反応:なし

**外観観察**:凹凸の激しい不整三角形状の鍛冶滓で精錬末期か鍛錬初期の生成物と思われる。全面が 褐色のオキシ水酸化鉄に覆われ、鍛冶滓特有の重量感がある。素地は黒色で小さく発泡し、上下面と もに数カ所木炭痕が認められる。下面は土砂の侵入が著しい。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織18、組織写真18)気孔が多く、全面が凝集状に近いウスタイト相である。 その背後にファイヤライトが観察され、金属鉄粒子もわずかに観察される。結晶性の鉱物相はこの2 種のみである。ウスタイト部分でビッカース硬度は405Hvで通常の硬度に比べ低い。

X線回折:ウスタイト、ファイヤライトが同定され、マグネタイトとゲーサイトがわずかに確認される。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄64.9%に対して金属鉄は0.20%とわずかである。FeOは67.8%、 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は17.2%、SiO<sub>2</sub>は8.85%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は2.15%である。化合水が1.08%含まれ、ゲーサイトなどの銹 化鉄も存在する。ガラス質成分量は12.62%と少ない。塩基性成分(CaO+MgO)は1.05%と少ない。 TiO<sub>2</sub>は0.14%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。また、MnOとCuは0.05%と0.002% と低い。図1、2、3による検討ではいずれも鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

試料番号 No. 19 鉄滓(鍛錬鍛冶滓)、着磁度: 1 ~2、メタル反応:2mm 大相当

**外観観察**: ずんぐりとしたラグビーボール状の滓で、全体に凹凸が少なく顆粒が付着したような粗 な肌である。銹化鉄にも見える試料で、小さな気泡が多く観察される。泥土や酸化土砂が厚く付着し ている。

**顕微鏡組織**:(マクロ組織19、組織写真19)全面が凝集状に近いウスタイトで、ファイヤライトが わずかに観察される。気孔の周辺には銹化鉄が多い。結晶性の鉱物相はこの2種のみで他は黒色のガ ラス質である。ウスタイト部分でビッカース硬度は378Hv で通常の硬度に比べ相当低い。

X線回折:マグネタイト、ウスタイト、ファイヤライトが同定され、石英とアノーサイトもわずか に確認される。

化学成分:(表2、図1~図3)全鉄59.4%に対して金属鉄は0.17%とわずかである。FeOは40.6%、 Fe2O3は39.6%、SiO2は11.0%、Al2O3は3.02%である。化合水が3.42%含まれ、ゲーサイトなどの銹 化鉄が多く存在するとみられる。ガラス質成分量は15.22%である。塩基性成分(CaO+MgO)は0.68% と少ない。TiO2は0.21%と少なく始発原料が砂鉄であるかは判断できない。また、MnOとCuは0.08% と0.005%と低い。図1、2、3による検討ではいずれも鍛錬鍛冶滓に分類される位置づけにある。

以上の結果を総合すると本試料は鍛冶工程で生成した鉄滓で、鍛錬鍛冶滓と推察される。

(4) まとめ

本分析調査を以下にまとめた。

1) 滓と遺跡の性格

本調査では製錬滓や精錬鍛冶滓と判断された試料はなく、12の滓試料はすべて鍛錬鍛冶滓と判断された。この結果からは本遺跡は鍛冶工程の鍛錬にかかわりをもつ遺跡と思われる。

2) 始発原料

試料3の滓にはTiO2が1.92%含まれ始発原料は砂鉄と判断でき、試料1、試料2は0.5%、0.59% のTiO2が含まれ始発原料は砂鉄の可能性が高い。その他の滓試料はTiO2が低く始発原料を砂鉄と判 断できない。試料9の鋤先にはルチルと思われる介在物が検出され、TiO2の高い砂鉄が始発原料で あったと判断される。以上の結果からは始発原料は砂鉄であった可能性が高い。

#### 3)鉄製品

試料9の鋤先は高TiO2砂鉄を原料として脱炭や折り曲げ鍛錬などの加工工程を通して製作されたと推察された。その他試料の鉄製品は銹化が著しく、製法、原料などは判断できない。



図1 出土鉄滓類の全鉄量と二酸化チタン量の分布図



図2 製錬滓と鍛冶滓の分類



図3 砂鉄系鍛冶滓と鉱石系製錬滓の分類

## 表1 調査試料と調査項目

試料 No.	遺物 番号	出土遺構	試料種別	重量 g	長さ mm	幅 mm	厚さ mm	着磁度	MC反応	外観 写真	化学 成分	組織 写真	EPMA	X線 回折
1	2025	SD700A1	鉄滓	17.1	52.2	41.8	21.4	<1	なし	0	0	0	0	0
2	2032	SI745A1	鉄滓	30.7	34.4	26.2	19.6	1	なし	0	0	0	0	0
3	2031	SI781A1	鉄滓	205.0	41.3	32.0	23.3	1	2	0	0	0	0	0
4	2112	SK303A2	鉄滓	8.6	57.2	44.0	16.1	1	なし	0	0	0	0	0
5	2042	SD330A2	火打金	6.4	74.8	26.0	7.0	1~2	なし	0		0		
6	2033	SI209A2	鉄滓	1.4	56.4	43.6	21.0	2	2	0	0	0	0	0
7	2014	SI211A3	板状鉄製品	6.8	31.1	23.8	10.9	1	なし	0		0		
8	2005	SI1083A4	刀子	39. 5	96.4	20.7	6.8	1	微弱	0		0		
9	2053	SE59B11	鋤先	6.9	315.4	25.0	45.2	4	>10	0		0	0	
10	2119	SK390B13	鉄滓	97.8	80.8	58.4	30.5	4	3	0	0	0		0
11	2064	SK390B13	板状鉄製品	16.5	72.7	28.4	8.2	1~2	なし	0		0		
12	2105	SK417B13	鉄滓	2010.0	58.5	39.8	18.3	1	なし	0	0	0		
13	2118	SK418B13	鉄滓	18.3	69.7	66.8	28.0	3	3	0	0	$\bigcirc$		0
14	2110	SK419B13	鉄滓	11.3	80.4	53.9	30.8	$1 \sim 2$	なし	0	0	$\bigcirc$		
15	2109	SK422B13	鉄滓	9.6	54.4	38.8	20.0	1	なし	$\bigcirc$	0	0		0
16	2008	SI201C2	鉄製品	11.2	68.0	15.8	5.8	2~3	1~2	$\bigcirc$		0		
17	2004	SI204C2	刀子	16.4	21.5	25.0	21.1	1~2	1~2	$\bigcirc$		0		
18	2093	SD156C4	鉄滓	39.1	50.0	38.3	23.0	2	なし	0	0	0		0
19	2098	SX212C4	鉄滓	64.2	56.9	40.3	26.4	1~2	2	0	0	0		0

## 表2 鉄滓の化学成分分析結果(%)

試料	ΤE	MEa	FaO	FacOs	SiOn	A laOa	CaO	Mao	NeoO	Na2O KaO		(%)
No.	1. ге	IVI. ге	гео	F e2O3	5102	AI2O3	CaO	MgO	Na2O	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	62.0	0.33	67.0	13.7	11.4	2.81	0.97	0.5	61 0.	44 0.20	6 83.0	17.0
2	63.6	0.28	67.4	15.6	10.3	2.63	0.82	0.4	5 0.	41 0.2	7 81.2	18.8
3	63. 3	0.28	64.2	18.8	7.56	2.47	0.78	0.5	63 0.	49 0.20	77.4	22.6
4	59.0	0.17	59.2	18.3	13.9	5.23	0.60	0.4	1 0.	51 0.12	2 76.4	23.6
6	59.6	0.20	48.5	31.0	11.8	2.92	0.63	0.4	1 0.	42 0.30	61.0	39.0
10	61.7	0.11	59.4	22.0	11.4	2.76	1.53	0.4	8 1.	14 0.40	0 72.9	27.1
12	65.6	0.28	58.3	28.6	7.83	1.83	0.20	0.3	32 0.	19 0.08	8 67.1	32.9
13	67.7	0.28	69.3	19.4	7.91	0.70	0.52	0.2	26 0.	32 0.0	6 78.1	21.9
14	64.0	0.22	50.8	34.7	9.63	1.04	0.17	0.2	20 0.	11 0.0	5 59.4	40.6
15	62.8	0.11	68.2	13.8	11.7	1.82	0.64	0.3	35 0.	79 0.10	6 83.1	16.9
18	64.9	0.20	67.8	17.2	8.85	2.15	0.70	0.3	35 0.	38 0.19	9 79.8	20.2
19	59.4	0.17	40.6	39.6	11.0	3.02	0.36	0.3	32 0.	33 0.19	9 50.6	49.4
封料										TiO₂/	MnO/	浩浤
試料 No.	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Со	C.W.	C		V	Cu	TiO <sub>2</sub> / T.Fe	MnO/ TiO2	造滓 成分%
試料 No. 1	TiO <sub>2</sub> 0. 59	MnO 0.05	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Co 0.001	C.W.	50 (	). 06 (	V ). 023	Cu 0. 001	TiO <sub>2</sub> / T.Fe 0.010	MnO/ TiO <sub>2</sub> 0.085	造滓 成分% 16.39
試料 No. 1 2	TiO <sub>2</sub> 0. 59 0. 51	MnO 0.05 0.04	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200	Co 0.001 0.002	C.W. 0.5	C 50 (0 80 (0	). 06 ( ). 15 (	V ). 023 ). 030	Cu 0.001 0.002	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008	MnO/ TiO <sub>2</sub> 0.085 0.078	造滓 成分% 16.39 14.88
試料 No. 1 2 3	TiO <sub>2</sub> 0.59 0.51 1.92	MnO 0.05 0.04 0.08	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341	Co 0.001 0.002 0.006	C.W. 0.5 0.8	50 (0 30 (0 32 (0	). 06 (0 ). 15 (0 ). 17 (0	V 0. 023 0. 030 0. 098	Cu 0. 001 0. 002 0. 004	TiO <sub>2</sub> / T.Fe 0.010 0.008 0.030	MnO/ TiO <sub>2</sub> 0.085 0.078 0.042	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03
試料 No. 1 2 3 4	TiO <sub>2</sub> 0.59 0.51 1.92 0.42	MnO 0.05 0.04 0.08 0.04	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144	Co 0.001 0.002 0.006 0.001	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9	C           50         0           30         0           32         0           97         0	). 06 (0). 15 (0). 17 (0). 12 (0)	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022	Cu 0. 001 0. 002 0. 004 0. 002	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007	MnO/ TiO <sub>2</sub> 0.085 0.078 0.042 0.095	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77
試料 No. 1 2 3 4 6	TiO <sub>2</sub> 0.59 0.51 1.92 0.42 0.28	MnO 0.05 0.04 0.08 0.04 0.04 0.03	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4	C 50 (0 30 (0 32 (0 97 (0 13 (0)	). 06     ()       ). 15     ()       ). 17     ()       ). 12     ()       ). 26     ()	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006	Cu 0.001 0.002 0.004 0.002 0.006	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007 0.005	MnO/ TiO <sub>2</sub> 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48
試料 No. 1 2 3 4 6 10	TiO <sub>2</sub> 0.59 0.51 1.92 0.42 0.28 0.21	MnO 0. 05 0. 04 0. 08 0. 04 0. 03 0. 05	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192 0. 248	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010 0.000	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4 0.3	C 50 (0 30 (0 32 (0 97 (0 13 (0 36 (0)	D. 06         0           D. 15         0           D. 17         0           D. 12         0           D. 26         0           D. 04         0	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006 0. 009	Cu 0.001 0.002 0.004 0.002 0.006 0.004	TiO2/ T.Fe           0.010           0.008           0.030           0.007           0.005	MnO/ TiO2 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107 0.238	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48 17.71
試料 No. 1 2 3 4 6 10 12	TiO2 0.59 0.51 1.92 0.42 0.28 0.21 0.18	MnO 0.05 0.04 0.08 0.04 0.03 0.05 0.05	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192 0. 248 0. 153	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010 0.010 0.006 0.008	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4 0.3 1.7	C           50         0           30         0           32         0           332         0           343         0           366         0           74         0	D. 06         (0)           0. 15         (0)           0. 17         (0)           0. 12         (0)           0. 26         (0)           0. 04         (0)           0. 12         (0)	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006 0. 009 0. 004	Cu 0. 001 0. 002 0. 004 0. 002 0. 006 0. 004 0. 004	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007 0.005 0.003 0.003	MnO/ TiO2 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107 0.238 0.278	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48 17.71 10.45
試料 No. 1 2 3 4 6 10 12 13	TiO2 0.59 0.51 1.92 0.42 0.28 0.21 0.18 0.08	MnO 0. 05 0. 04 0. 08 0. 04 0. 03 0. 05 0. 05 0. 09	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192 0. 248 0. 153 0. 155	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010 0.000 0.008 0.008	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4 0.3 1.7 1.0	C 50 (0 30 (0 32 (0 77 (0 43 (0 36 (0 74 (0 5) (0)	D. 06         (0)           0. 15         (0)           0. 17         (0)           0. 12         (0)           0. 26         (0)           0. 04         (0)           0. 12         (0)           0. 11         (0)	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006 0. 009 0. 004 0. 001	Cu 0.001 0.002 0.004 0.002 0.006 0.004 0.004 0.003	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007 0.005 0.003 0.003 0.003	MnO/ TiO2 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107 0.238 0.278 1.125	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48 17.71 10.45 9.77
試料 No. 1 2 3 4 6 10 12 13 14	TiO2 0.59 0.51 1.92 0.42 0.28 0.21 0.18 0.08 0.10	MnO 0. 05 0. 04 0. 08 0. 04 0. 03 0. 05 0. 05 0. 09 0. 08	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192 0. 248 0. 153 0. 155 0. 251	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010 0.006 0.008 0.008 0.003 0.004	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4 0.3 1.7 1.0 2.2	CC           50         ()           60         ()           32         ()           13         ()           36         ()           74         ()           55         ()           24         ()	). 06         (()           ). 15         (()           ). 17         (()           ). 12         (()           ). 26         (()           ). 04         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 04         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 11         (()           ). 38         (()	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006 0. 009 0. 004 0. 001 0. 003	Cu 0.001 0.002 0.004 0.002 0.006 0.004 0.004 0.003 0.004	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007 0.005 0.003 0.003 0.003 0.001 0.002	MnO/ TiO2 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107 0.238 0.278 1.125 0.800	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48 17.71 10.45 9.77 11.20
試料 No. 1 2 3 4 6 10 12 13 14 15	TiO2 0.59 0.51 1.92 0.42 0.28 0.21 0.18 0.08 0.10 0.19	MnO 0. 05 0. 04 0. 08 0. 04 0. 03 0. 05 0. 05 0. 09 0. 08 0. 05	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192 0. 248 0. 153 0. 155 0. 251 0. 280	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010 0.006 0.008 0.003 0.004 0.001	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4 0.3 1.7 1.0 2.2 1.0	CC           60         (0           32         (0           133         (0           366         (0           74         (0           55         (0           00         (0	). 06         (()           ). 15         (()           ). 17         (()           ). 12         (()           ). 26         (()           ). 04         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 12         (()           ). 11         (()           ). 38         (()           ). 10         (()	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006 0. 009 0. 004 0. 001 0. 003 0. 003	Cu 0.001 0.002 0.004 0.002 0.006 0.004 0.004 0.003 0.004 0.002	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007 0.005 0.003 0.003 0.003 0.001 0.002 0.003	MnO/ TiO2 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107 0.238 0.278 1.125 0.800 0.263	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48 17.71 10.45 9.77 11.20 15.46
試料 No. 1 2 3 4 6 10 12 13 14 15 18	TiO2 0. 59 0. 51 1. 92 0. 42 0. 28 0. 21 0. 18 0. 08 0. 10 0. 19 0. 14	MnO 0. 05 0. 04 0. 08 0. 04 0. 03 0. 05 0. 05 0. 09 0. 08 0. 05 0. 05	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0. 694 0. 200 0. 341 0. 144 0. 192 0. 248 0. 153 0. 155 0. 251 0. 280 0. 647	Co 0.001 0.002 0.006 0.001 0.010 0.006 0.008 0.003 0.004 0.001 0.001	C.W. 0.5 0.8 1.3 0.9 2.4 0.3 1.7 1.0 2.2 1.0 1.0	CC           30         ()           32         ()           33         ()           366         ()           365         ()           366         ()           374         ()           355         ()           388         ()	D. 06         ()           0.15         ()           0.15         ()           0.17         ()           0.12         ()           0.26         ()           0.04         ()           0.12         ()           0.11         ()           0.38         ()           0.10         ()	V 0. 023 0. 030 0. 098 0. 022 0. 006 0. 009 0. 004 0. 001 0. 003 0. 006 0. 001	Cu 0.001 0.002 0.004 0.002 0.006 0.004 0.004 0.003 0.004 0.002 0.002	TiO2/ T.Fe 0.010 0.008 0.030 0.007 0.005 0.003 0.003 0.003 0.001 0.002 0.003 0.002	MnO/ TiO2 0.085 0.078 0.042 0.095 0.107 0.238 0.278 1.125 0.800 0.263 0.357	造滓 成分% 16.39 14.88 12.03 20.77 16.48 17.71 10.45 9.77 11.20 15.46 12.62

C.W.=化合水、造滓成分=SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO+MgO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O

## 表3 X線回折結果

試料 No.	試料の種別	鉱物種の X 線回折強度
1	鉄滓	W:最強、F:中
2	鉄滓	W:最強、F:弱、Q:弱、M:微
3	椀形滓	W:最強、M:弱、F:微
4	流動滓	W:最強、F:中、Hc:弱、Go:微
6	鉄滓	W:最強、F:中、M:中、Q:弱、Go:微
10	流動滓	W:最強、M:弱、F:微、Le:微
13	流動滓	W:最強、F:中、M:中、Go:微
15	流動滓	W:最強、F 強、M:微、Lep:微
18	流動滓	W:最強、F:中、M:弱、Go:微
19	鉄滓	M:中、W:中、F:弱、Go:微、Q:微、An:微
鉱物記号:W	(ウスタイト)、M(マグネ	タイト)、F(ファイヤライト)、Go(ゲーサイト)、Q(石英)、Le(リューサイト)、
An(アノー+	ナイト)、Hc(ハーシナイト	·)、Lep(レピドクロサイト)

外観写真















## X 線透過写真



No. 5

No. 7



No. 16



No. 8



No. 11



No. 12



No. 14



No. 17



No. 9

## マクロ組織写真





マクロ組織16(試料 No. 16) ×2.5 マクロ組織17(試料 No. 17) ×2.5



マクロ組織14(試料 No. 14) ×2.0



## 顕微鏡組織写真



組織写真1 (試料 No. 1)

組織写真2 (試料 No. 2)