

尾原ダム建設に伴う
埋蔵文化財調査報告書5

跡 跡 跡
鉦 前 ノ 家
遺 口 ヲ 谷
遺 サ コ 宮

(付 編)

2004年3月

国土交通省斐伊川・神戸川総合開発工事事務所
島根県木次町教育委員会

付 編 目 次

第1部 家ノ前鉦跡

	製鉄関連遺物観察表	1
	家ノ前鉦跡鉄関連遺物分析資料一覧表	2
	製鉄関連遺物観察表(資料番号1~13)	3~15
付論1	家ノ前鉦跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査	大澤正己・鈴木瑞穂…16
付論2	家ノ前鉦跡より出土した木炭の ¹⁴ C年代測定	川野瑛子・柴田せつ子…42
付論3	家ノ前鉦跡の地磁気年代	時枝克安・山室雅義…46
付論4	家ノ前鉦跡における環境考古学分析	金原正明・金原正子…52

第2部 谷口遺跡

	谷口遺跡鉄関連遺物分析資料一覧表	70
	製鉄関連遺物観察表(資料番号1~3・5~11)	71
付論5	谷口遺跡出土鍛冶・鋳造関連遺物の金属学的調査	大澤正己・鈴木瑞穂…81
付論6	谷口遺跡より出土した木炭の ¹⁴ C年代測定	川野瑛子・柴田せつ子…107

第3部 宮サコ遺跡

	宮サコ遺跡鉄関連遺物分析資料一覧表	112
	製鉄関連遺物観察表(資料番号1~5)	113
付論7	宮サコ遺跡出土製鉄関連遺物の分析調査	村川義行…118

第 1 部

家ノ前鈿跡

目 次

付論 1

- 家ノ前鈿跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査
九州テクノリサーチ・TACセンター
大澤正己・鈴木瑞穂 16

付論 2

- 家ノ前鈿跡より出土した木炭の¹⁴C年代測定
大阪府立大学先端科学研究所・アイソトープ総合研究センター
川野瑛子・柴田せつ子 42

付論 3

- 家ノ前鈿跡の地磁気年代
島根大学総理工学部
時枝克安・山室雅義 46

付論 4

- 家ノ前鈿跡における環境考古学分析
環境考古学研究会
金原正明・金原正子 52

製鉄関連遺物観察表

1. 調査の手順

製鉄関連遺物については、遺構の機能や工程を的確に把握するため、強力磁石（TAJIMA PUPM）と特殊金属探知器による鉄塊の抽出及び、肉眼観察による考古学的な遺物の分類を行った。この中から、各遺構の機能や工程を代表すると考えられる資料を、金属学的な分析調査が必要なものとして抽出し、詳細観察表と実測図の作成、写真撮影を行った後に、分析に供している。

資料の抽出、詳細観察表の作成は穴澤義功氏に依頼し、併せて分析資料の切断箇所の指示もいただいた。また、金属学的な調査については九州テクノリサーチ及び安来市体育文化振興財団・和鋼博物館に依頼した。分析結果については報告書作成以前に、穴澤氏、大澤正己氏と発掘担当者で協議している。

2. 遺物観察表の見方

詳細観察表は、島根県教育委員会が行った丸山遺跡・大槇鉦跡^①、板屋Ⅲ遺跡^②の発掘調査における製鉄関連遺物の検討で採用された様式を基本に作成した。主な項目の見方は以下の通りである。

- (1) 遺物種類 金属学的な分析を行う以前に、考古学的な観察によって判定した遺物の種類である。
- (2) 法 量 資料の現存する最大長、最大幅、最大厚、重量を計測したものである。
- (3) 磁 着 度 鉄滓分類用の「標準磁石」をマニュアルにより用いて、6 mmを単位として資料との反応の程度を1から数字で表現したもので、数字が大きいかほど磁性が強い^③。
- (4) 遺 存 度 資料が完形品か破片かを記す。
- (5) 破 面 数 資料が破片の場合、破面がいくつあるかを記す。
- (6) メタル度 埋蔵文化財専用に整準された小型特殊金属探知器によって判定された金属鉄の残留の程度を示すもので、基準感度は次のとおりである。
H (○)：Hは最高感度で、ごく小さな金属鉄が残留することを示す。
M (◎)：Mは標準感度で、Hの倍以上の大きさの金属鉄が残留することを示す。
L (●)：Lは低感度で、Mの倍以上の金属鉄が残留することを示す。
特L (☆)：特Lは最低感度で、Lの倍以上の大きさの金属鉄が残留することを示す。
- (7) 分 析 どの種類の分析をどの部位について行うかを○印で示す。
- (8) 所 見 外形や破面・断面の状況、木炭痕や気孔の有無、及び付着物やその他の状況について記す。
- (9) 分析部位 資料のどのような部位をどのような目的で、調査・分析するのかを記す。また、詳細観察表下の実測図の網掛け部分は分析に供した資料の採取位置を示す。
- (10) 備 考 資料がどのような場所でどのように生成されたと予想されるか等について記した。

(1) 島根県教育委員会丸山遺跡・大槇鉦跡「志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書10」2001

(2) 島根県教育委員会「板屋Ⅲ遺跡」「志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書5」1998

(3) 小林信・製鉄遺跡の発掘調査と整理について」『研究連絡誌』第32号（財）千葉県文化財センター1991

家ノ前炉跡 鉄関連遺物 分析資料一覧表

(注：メタル又は胎1)

No.	遺跡名	遺物番号	遺物種類	遺量(g)	硬度	メタル匹	分析コメント	マクロ	検査	CMA	X線回折	化学分析	耐火度	放射線分析	断面観察	分析位置指定	採取方法	観察	番号写真	カメラ	宝剣図	前念度	X線透過
1	家ノ前	F-5.82.33	灰壁 (中段下半)	1,500	1	なし	炉壁として	◎								短軸端部1/4	直線状の切所	○					
2	"	F-2.29.73	炉底塊	6,800	4	なし	洋部を	○								長軸端部1/10	直線状の切所	○	○				
3	"	I-0 砂鉄置場	砂鉄 (液熱?)	20	5	なし	砂鉄として	○								必要量	選択	○	○				
4	"	F-2.55.93	炉内流動滓	230	3	なし	洋部を	○								長軸端部1/4	直線状の切所	○	○				
5	"	G-1.17.103	派出孔滓	370	3	なし	洋部を	○								長軸端部1/6	直線状の切所	○	○				
6	"	H-1.41.116	派出部滓	1,800	3	なし	洋部を	○								短軸端部1/8	直線状の切所	○	○				
7	"	F-1.94.118	流動滓	580	3	なし	洋部を	○								長軸端部1/5	直線状の切所	○	○				
8	"	K-3.71.143	派出溝滓 (含鉄)	390	10	M (◎)	メタル部を 中心に	○	◎							長軸端部1/3	直線状の切所	○	○				
9	"	K-3.71.150	炉内滓 (含鉄)	780	6	L (●)	メタル部を 中心に	○	◎							長軸端部2/5	直線状の切所	○	○				
10	"	K-3.71.154	炉内滓 (含鉄)	680	9	特L (☆)	メタル部を 中心に	○	◎							長軸端部1/4	直線状の切所	○	○				
11	"	I-1 黒色土中	鉄製品	50	7	特L (☆)	メタル部を	-								長軸端部1/6	直線状の切所	○	○				
12	"	D-1 再結合滓 (含鉄)	再結合滓 (含鉄)	190	7	M (◎)	メタル部を 中心に	○	◎							長軸端部1/2	直線状の切所	○	○				
13	"	炉床上部 黒色土中	木炭 (5点)	45	1	なし	木炭として	-								必要量	選択	○	○				

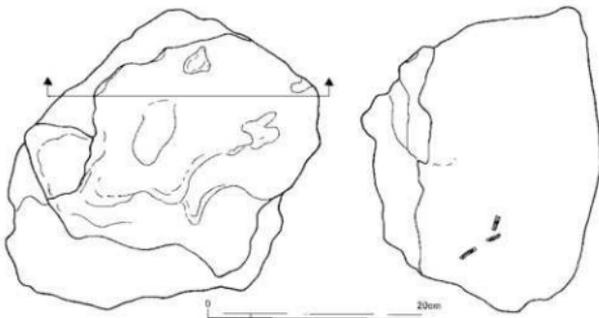
資料番号 1

出土状況	遺跡名	家ノ跡跡遺跡		遺物NO	33			項目	洋	胎土	
	出土位置	F-5, B2			時期: 根拠	中世: 遺構形態					
試料記号	検 査: IEN-1	法	直径	14.3 cm	表: 紫紅色～黒褐色	遺存度	破片	分	◎	マクロ 核 鉄 硬 度 CMA X線回折 化 学 耐火度 カブリ 放射化 X線透過	
	化 学: IEN-1		直径	14.6 cm	地: 褐色～赤褐色	破面数	5				
遺物種類	炉 壁 (中段下半)	量	厚さ	11.2 cm	磁着度	1	煎合度	—	析	○ ○	
			重量	1500.0 g	メタル度	なし	断面割面	—			

観察所見 平面、ごくわずかな弧状をした厚い炉壁片である。内外面の大半は生きており、前面5面が破面である。内面は黒色に洋化して下に向い垂れが目立つ。上面から次々と重れが重層し、部分的に凹凸がはげしくなっている。表面の一部はくすんだ紫紅色の酸化色を示す。外面は斜め方向のナデが面をなすように行われ、方向は斜め下方から斜め上方に向っている。被熱状態は内面からサンドイッチ状に熱変化している。内面から順に示すと、黒色ガラス質滓層、茶褐色被熱層、赤褐色被熱層、褐色から灰褐色被熱層、次いで外面の炭赤褐色の被熱層の順である。胎土は石英質の粗い粒子を多量に含むもので、2～3cmの長さで切りそろえられたスサをまばらに混和している。(スサは種ワラとみられる)また、1cm以下の薄片や再結合層の薄片もわずかながら確認される。外面のナデ痕は砂目の動きが目立ち、ぬらした泥ハケなどによる化粧の可能性があろう。色調は前記各部のとおり。

分析部分 縦軸線部1/4を直線状に切断し、炉壁として分析に用いる。残材添却。

備 考 下面にはスサが目立ち、炉壁を積み上げたおりの粘土単位の表面の可能性があろう。部位としては通風孔の上部に位置する、中段下半を想定できる。被熱・洋化の程度は下半部側がより強い。現状で炉壁内面から外面の遺存厚さは8cm強である。

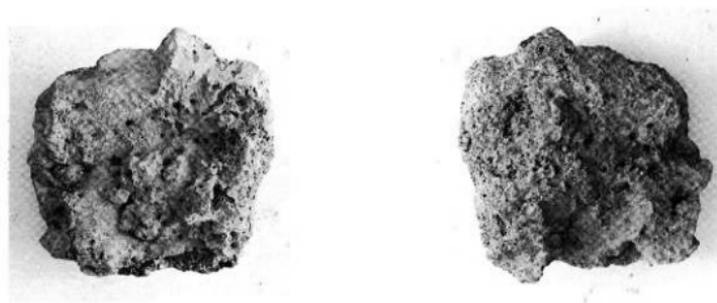
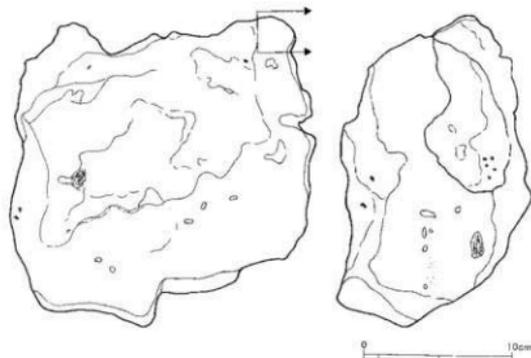


出土状況	遺跡名		家ノ前 伊 濃 郡		遺物NO			73			項目	澤	メタル
	出土位置		F-2, 29		時期: 根拠			中 世: 遺構形態					
試料記号	検 鏡: IEN- 2	法	長さ	20.4 cm	色 調	表	茶褐色～	遺存度	破片	16	分	マクロ	○
	化学: IEN- 2		幅	21.2 cm		地	黒褐色						
遺物種類	炉 底 塊	量	長さ	12.7 cm	磁着度	4	前含浸	—	析	化学	○	耐火度	—
			重量	6800.0 g	メタル度	なし	断面形状	—		放射化	—		

観察所見 平面、不整形をとした炉底塊の端部寄りの破片である。上下面と側面のごく一部が生きており、側面を中心に小破面が連続する。破面数は都合16面を数える。浮は一見すると一体に見えるが、前面の厚の異変やすき間の広がりなどから見て、上下に三枚が重層したような特色をもっている。また手前側部に斜め上から差し込まれた、長さ10cm以上の工具痕があることも特色の一つである。上面は右手前寄りに彫り込んでゴツゴツしており、それ以外は左右方向にのびる大きなトイ状の形状を示す。その表面はチリメン状の物細なしわにおおわれている。また、右寄りには1cm大前後の本底痕がやや目立っている。断面は基本的に層部が破面で、底面にかけてはやや凸凹のあるトイ状の外観を残している。側部の破面からみると、上中下の三層からなり、それぞれの境界部分には、すき間や木炭片が介在している。厚み約的には最上部の浮層が最も厚く、端部で6cm後の厚みをもち、中間層は密度のやや低い浮層で粉炭のかみ込みやわずかながら鉄化物が確認できる。最下層は浮の密度は高みながら、部位による厚みの変化が激しい。また、中間層と最下層の底面の状況はやや違い、手前側部に残る工具痕は太めの丸棒状の圧痕で、径は2、3cm～5、5cm前後である。現状で両側部の一部が欠けているが、本来の最大幅の情報をある程度、預しているものと考えられる。これにあれば炉底塊の幅は20cm以上で、比較的緻密のものであった可能性が高そうである。破片の気孔は部位により差があり、最も緻密な部分は上手側部の最上層である。色調は表面が茶褐色から黒褐色、地は黒褐色である。

分析部分 長軸端部角1/10を直線状に切断し、澤部を分析に用いる。残料返却。

備 考 炉底塊の長軸端部でもやや角寄りの大破片と推定される。浮層が三層、重層しているようにみえるのは、操業途上で少なくとも2回の、炉況の不安定期を待たずにこを積み重ねる。破面の右手前部に不規則な突出部をもつが、これはその左手に挿すように残されている工具痕と関連するもので流出痕がらみの変形かもしれない。本資料を見る限り、炉床塊は後世のものに比べて狭く、操業もやや不安定であったことが想定される。



資料番号 3

出土状況	遺跡名 出土位置	家ノ前 伊 遺 跡 I-0、砂鉄置場	遺物NO	85			項目	砂鉄	メタル	
				時期:根拠	中	世:遺構形態				
試料記号	核 鉄: IEN-3 化 学: IEN-3 放射化: —	法	色 調	表: 灰黒色	遺存度	—	分	マクロ 核 鉄 硬 度 CMA X線分析	○ ○	
				地: 灰黒色	破損数	—				
遺物種類	砂 鉄 (被熱?)	量	磁着度	5	前含浸	—	析	化学 耐火度 カロリー 放射化 X線透過	○	
			重量 20.0 g	メタル度	なし	断層相数				

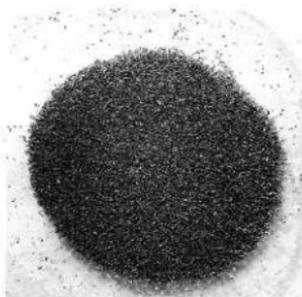
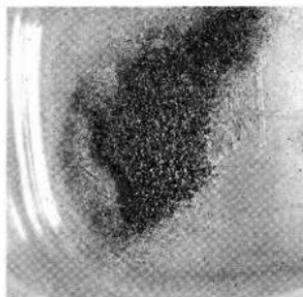
観察所見 灰黒色の中粒から細粒の砂鉄である。全20.0gを磁着の程度により、砂鉄粒子と砂に分けて記録しておく。砂鉄粒子は全20.0gのうち、19.25gをしめ、全体の96.25%にあたる。砂分は全20.0gのうち、0.75gと少量で、全体の3.75%に当たる。以下個別に3-1.2に分け、砂鉄、砂の順に記録する。

3-1. 粒度は0.5~0.02mm程度の幅のある砂鉄である。主体は0.3mm~0.18mm大程度のものが多く、大きくなるにつれて角張った粒子となっている。0.2mm大以下の細粒のもの一部は、角がやや丸みをもつものも確認できる。光沢をもつ粒子は1%もなく、大多数はルーペの視野では暗褐色がみで、角張った砂鉄粒子である。数個な粒子の一部は、粒径のわりには角張ったものが比較的多く、光沢の目立ち、光沢のなさや色調と合わせて、焙煉による大型粒子のバラケタものである可能性も想定される。わずかに0.6mm大の鉄粒状の球状の物質も散見する。

3-2. 粒径0.7mm以下の石英質の砂粒主体の砂分である。半透明な有色鉱物が8割以上を占め、一見、軽石状の粒子も含まれている。金髪母もわずかながら確認される。色調は全体としては暗褐色ながら、個々の砂粒の色調はまちまちである。

分析部分 必要量を選択し、砂鉄として分析に用いる。残材選却。

備 考 3-1の砂鉄粒子と3-2の砂粒を分析時には完全に混合しうすえ、必要量を分析に用いること。伊背に設けられた浅い土坑状の砂鉄置場から、周囲の土砂の混入の最も少ない部分を選択し、丁寧にスプーンで採取された砂鉄資料である。砂鉄はほとんど光沢をもたず、被熱砂鉄であろうと粒子の形状や色調から想定される。観察のため便宜上3-1と3-2に分けているが、3-2とした砂分は粒径等からみて、遺物主体の砂鉄に本来含まれていた砂分かとみておきたい。また、別臭各地の製鉄遺跡に於ける生砂鉄の場合、チタン酸化物の多少により、磁着しやすい砂鉄と、きわめて磁着しにくい砂鉄に二分できる例が多いが、本例は磁着傾向は全てが同一で、その意味からしても焙煉砂鉄である可能性が濃厚である。さらに遺存砂鉄の大半が焙煉砂鉄として把握できた調査事例はほとんど例がない。



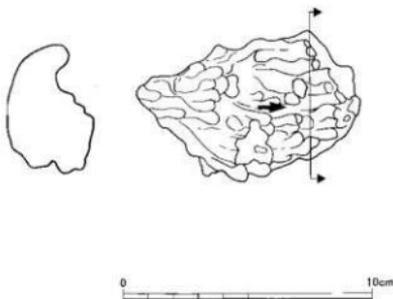
資料番号 4

出土状況	遺跡名		家ノ前伊達跡		遺物NO		93			項目	洋	メタル
	出土位置		F-2, 55		時期: 遺物	中世	遺構形態					
試料記号	検 査: IEN-4	法	長さ	90 cm	色 調	表: 黒色~黒褐色	遺存度	破片	分	マクロ	検 査	○
	化 学: IEN-4		幅	6.2 cm		地: 黒色~黒褐色						
遺物種類	炉内流動滓	量	厚さ	3.5 cm	結着度	3	所含浸	—	析	X線回折	化学	○
			重量	270.0 g	メタル度	なし	断面断面	—				

観察所見 平面、不整形円形をした炉内流動滓の破片である。径5mm前後の細い流動滓が数十条、重層したものである。上下面と側面の大半が生きており、長軸両端部に小破面が残る。破面数は4を数える。滓の表皮は黒色で、わずかに光沢をもち、細かいながらも流動性は高みである。ただし流動単位が細かいためか、すぐに流動は止まってしまい、各単位の丸みをもった先端部は比較よく残っている。特に上面にそうした特色が目立つ。横断面形は側面から底面がややV字状で、側部の一部には木炭塵様のスジが残る。側面から下面側は滓の表皮が風化のため消失し、内部の微細な気孔が目立って露出している。破面の気孔はまばらで、下面にみるほど目立った状態ではない。色調は表面、地とも黒色から黒褐色である。風化部分はやや緑がかった灰黒色である。

分析部分 長軸端部1/4を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。

備 考 斜上方から下方に向い、細かい流動単位が流のように流れ下っている特異な資料である。伊達端の種部付近や流出溝の入口付近などで形成されることが多く、表面の黒みが強いことが炉内滓の一種としての特色である。流出溝滓の一種とすれば、播磨の比較的初期段階にあたる。炉熱がつききっていない段階の、播磨初期の流動滓として理解されよう。横断面形自体は流出孔滓的である。



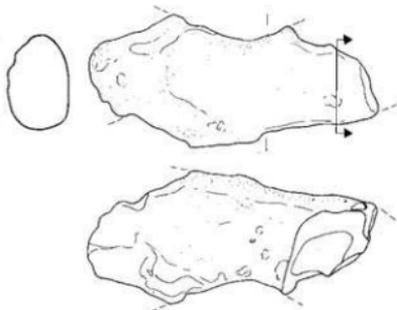
資料番号 5

出土状況	遺跡名		家ノ前 伊遺跡		遺物NO	103			項	目	洋	メタル
	出土位置		G-1, 17			時期: 根拠	中	世:				
試料記号	検 査: IEN-5 化 学: — 放射化: —	形状	長さ	13.6 cm	色 調	表: 茶褐色~ 黒褐色	濃存度	破片	分	○		
			幅	6.3 cm		地: 黒褐色						
遺物種類	流出孔滓	量	厚さ	2.9 cm	磁着度	3	煎合浸	—	析			
			重量	370.0 g	メタル度	なし	断面割面	—				

観察所見 ややくの字状に曲った扁平な流出孔滓の破片である。上下面と側部の半分以上が生きており、長軸の両端部と側面の一部が破面である。破面数は6を数える。上面はゆるやかな流動状で、表皮は部分的に酸化雰囲気を示す紫紅色が強い。左手前面は流動性が悪く、ややゴツゴツした滓部分である。こうした面は側面から下面全体にも広がっており、1cm大の木皮痕や微細な砂床土の圧痕に覆われているため、上下面で質感が大きく異なる。滓は緻密ながら内部に大きく広がった気孔を残し、そのため、内部に巻き込んだ木皮痕のためにやや不規則に割れている。色調は表面は茶褐色から黒褐色で、上面の一部が紫紅色となっている。地は全体に黒褐色である。

分析部分 長軸端部1/6を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。

備 考 左側四分の一ほどが結晶の発達した滓部で、右手に向い、ガサガサした滓の上半分をきれいな流動滓が蓋をするように流れている。上面の紫紅色からは、滓が炉外の空気に触れたことを読み取れるが、これは、むしろ流出孔滓の奥側と手前側との雰囲気差とみておきたい。断面側の縦断面形は、右手になるにつれて楕円形から付いたV字型になっており、あるいは右端部はすでに流出溝にかかっている可能性があるかもしれない。



0 10cm



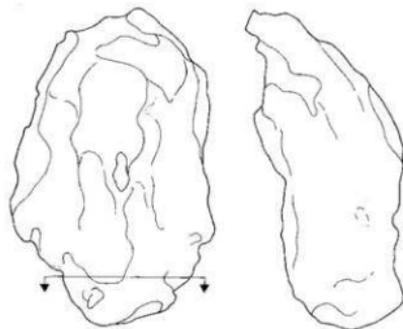
資料番号 6

出土状況	遺跡名		家ノ前伊達跡		遺物NO	116			項目	目	漆	メタル
	出土位置	H-1. 41		時期:根拠		中世:遺構状況						
試料記号	検 査: IEN-6 化 学: IEN-6 放射化:	法	8世	15.1 cm	色 調	表: 茶褐色 ~ 灰褐色	遺存度	破片	分	マクロ	○	
			9世	9.6 cm		地: 灰黒色						
遺物種類	流出溝滓 (たまり滓)	量	厚さ	5.8 cm	磁着度	3	前含深	—	析	○		
			重量	1800.0 g	メタル度	なし	断面観察	—				

観察所見 平面、不整形円形をした、流出溝滓(溜り滓)の中核部破片である。一見、焼形鍛冶滓様の外形をしているが、材質は密度の高い製鉄系の滓である。上下面と側面の1/3ほどが生きており、残る側面2/3ほどが直線状の破面である。破面数は3を数える。上面は、全体には中央付近に向い皿状に窪むものの、中央上手寄りには滓が盛り上がっている。またそれ以外の上面はかなり不規則な波状で、ゴツゴツした部分や内側に1cm次の木炭痕をもつ鑿状の部分などがある。肩部は木炭痕や、やや大型の気孔を残し、全体的には鑿形の一部をなすような形状である。下面は中小の気孔が一面に露出するややゴツゴツした面で、ほとんど付着物は見られない。破面は意外と密度の高い滓部で、上面縁の粗い滓部がごく一部であることを示しており、見かけより比重は高い。流動性は低めとみられる。色調は表面が茶褐色から灰褐色、地は灰黒色である。

分析部分 短軸端部1/8を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。

備 考 流動性に欠ける印象で、製鉄炉の炉熱がしっかりついた段階の、溜り滓とは考えにくい、むしろ半流動状で、揮発がやや不安定な段階ないし、無理に炉内滓をかき出した状態かもしれない。



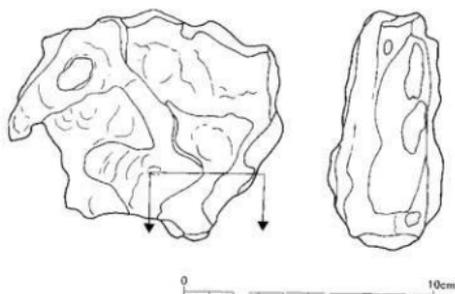
資料番号 7

出土状況	遺跡名	家ノ前 炉 遺 跡		遺物NO	118			項 目	洋	メタル
	出土位置	F-1, 94		時期: 根拠	中	世: 遺構形態				
試料記号	核 鏡 JE N-7 化 学 JE N-7 放射化: —	法	K径 11.4 cm	色 質	表: 紫紅色～ 黒褐色	遺存度	破片	分	マクロ 核 鏡 硬 度 CMA X線回折 化 学 耐火度 放射化 X線透過	○ ○ ○
			Si径 9.5 cm		地: 黒褐色	破面数	11			
遺物種類	流 動 洋	厚さ	4.7 cm	磁着度	3	前含浸	—	析		
			重		560.0 g		メタル度			

観察所見 平面、不整多角形をした、板状の流動洋の中核部破片である。上下面是生きており、側面は基本的に小破面が連続する。破面数は11を数える。上面はすでに固化した古い流動洋の窪みに向い、新たな流動性のよい洋が、やや不定方向に重層したもので、表皮は新旧の洋とも紫紅色が強く、短軸方向の浅いVイ状の底面観とあわせて、流出溝中で固化した洋と考えられる。側面は気孔のほとんどない緻密な洋部で横方向や斜め方向に不規則にのびる大型の気孔が残り、各流動洋の隙間の一部が中空になっている部分も認められる。下面は1.5cm大以下の木灰俵がやや多く、洋表面には炉壁粉に含まれていたと考えられる石炭質の石粒が点々と固着している。色調は表面が紫紅色から黒褐色、地は黒褐色である。

分析部分 長軸短軸角1/5を直線状に切断し、洋部を分析に用いる。残材返却。

備 考 傾斜のほとんどない、ごく浅いVイ状の流出溝中を、不定方向に重層した炉外流出洋である。分析資料NO.5の流出孔洋よりさらに一段と炉況が安定しきれず、流動洋が次々と流出溝中に重層している条件を想定できる。本来の正位は左右逆の可能性もあるがはっきりしない。



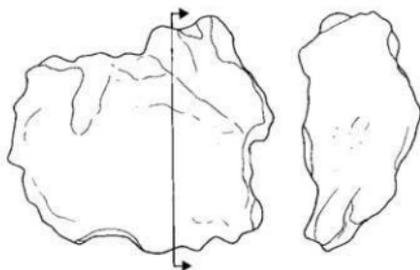
資料番号 8

出土状況	遺跡名		遺物NO		143			項目	澤	メタル
	家ノ前 炉 遺跡		時期: 根拠		中 世 : 遺構形態					
試料記号	出土位置		K-3, 71		色 調	表: 茶褐色~	遺存度	破片	分	マクロ 検 査 硬 度 CMA X線回折 化 学 耐火度 カロリー 放射化 X線透過
	検 査: IEN- 8 化 学: - 放射化: -		法	11.3 cm 9.6 cm		地: 黒褐色	破面数			
遺物種類	流出滓 (含 鉄)		厚さ	4.8 cm	結着度	10	前含浸	—	新	○
			重量	390.0 g	メタル度	M(◎)	断面形状	○		

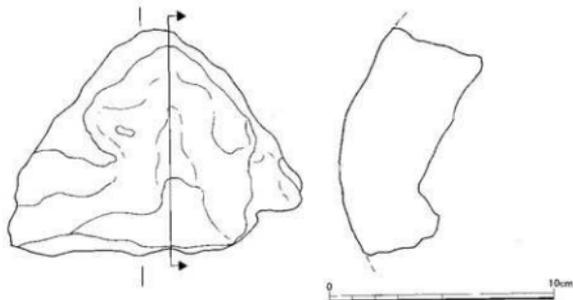
観察所見 平面、不整五角形をした含鉄の流出滓の破片である。上下面と側面の一部が生きており、左側面を中心に破面が見える。小破面は肩部にも散見され、都合7面を数える。全体に小さな凹みにおおわれており、上面は、最も凹みがはげしい。部分的に流動状で窪みには茶褐色の酸化土砂が目立つ。外形は左右方向に浅いトイ状で、右側面は途切れ気味である。下面は1cm寸の木炭痕がやや目立ち、別単位の滓の小片の巻き込みもみられる。表面には石英質の石粒も部分的に付着している。破面に露出する滓内部はややスカスカで、小さな木炭痕や気孔が不規則に残る。やや比重が低いのもそのためか、含鉄量は資料の中心付近である。色調は表面が茶褐色から黒褐色、地は黒褐色である。

分析部分 長軸端部1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備 考 一見、炉内滓様の、気孔の多い上面観を示すが、外形や下面の状況などから、流出滓の一種とみておきたい。ただし、炉底塊の最も外側の肩部などであれば、形状的には似ているかもしれない。本遺跡では回収された資料中には含鉄の資料が極めて少なく、メタル度はM(◎)と低めだが、やむを得ず分析資料に加えられたものである。



出土状況	遺跡名		家ノ前跡遺跡		遺物NO	150		環境	目	澤	メタル
	出土位置		K-3, 71		時期: 根拠	中世	遺構形態				
試料記号	検 査: IEN- 9	法	長さ	13.3 cm	色 調	表: 茶褐色～	遺存度	破片	分	マクロ	○
	化学:		短径	10.1 cm		地: 黒褐色					
遺物種類	伊内洋 (含鉄)	量	厚さ	4.4 cm	磁着度	6	前含浸	—	析	核 鉄	◎
			重量	780.0 g	メタル度	L(●)	断面形状	○		CMA	
<p>観察所見 平面、不整三角形をした、厚板状の含鉄の伊内洋の破片である。上下面は生きており、側面の大半は破面である。破面数は5を数える。上面は、わずかに凹状の面をなし、中央部付近を底に両側で傾斜面となっている。従って中央付近は左右で最も高く、短軸方向に向かい浅いV字状に立ち上がっていることになる。右手中央付近のこぶは薄部である。側面は右上方と左上方の両面が直線状の破面で、手前側部は一部が破面ながら、大半は伊壁土に接した崖状の傾斜面である。おそらくこの手前の直線状の部分が、箱形炉の長軸側の壁内面に直接、接していたものと考えられる。右手前角はやや不規則な形状である。下面は左右方向にのびるゆるやかなV状で、伊底部の肩部穿りの形状をそのまま写しているものと判断できる。表面には1cm大の木炭痕の点々と伊壁片の附着が観察される。破面の気孔は部位による変化が大きく、部分的に粉塵をかみ込んでいいる。含鉄部は中央やや右手と考えられる。その付近の面にはわずかに黒鏡がこじんしている。見かけより比重が高い資料である。左右方向に残る厚みの横断径は径2cm前後の丸棒状で、少なくとも長さ6cmは確実で、工具痕の可能性が大である。方向的には左手から右手に向かい突き刺されたもので、中央部付近で止まっている。色調は表面が茶褐色から黒褐色、地は黒褐色である。</p>											
<p>分析部分 長軸端部2/5を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。</p>											
<p>備 考 伊底塊の手前側部に相当する破片であろう。上面に残る工具痕様の深みが左方向から突き刺されており、伊底塊の部位としては、左手前角に近いものと考えられる。また、澤の流出孔位置も炉の両側の中央部ではなく、片側に寄っていることが推定される。溝口としては右方向が想定される鼠眼ともなる。</p>											



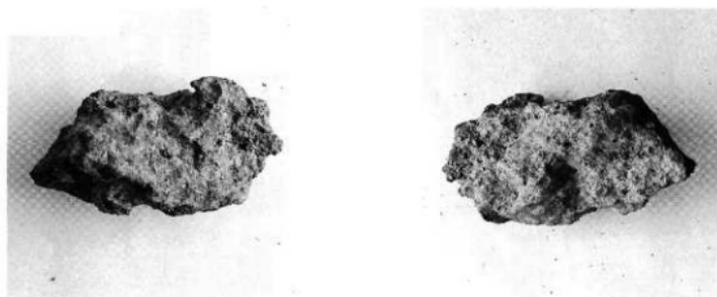
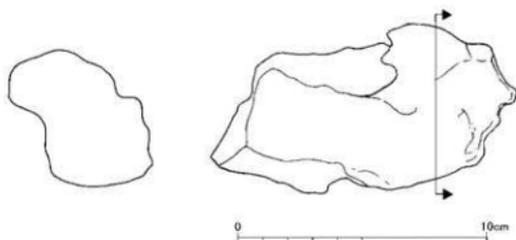
資料番号 10

出土状況	遺跡名		遺物NO	154			項目	厚	メタル
	家ノ前 伊 遺 跡			時期:概観	中 世 : 遺構形態				
試料記号	出土位置		色 調	表: 紫紅色~	遺存度	破片	分		
	K-3、 71			黒褐色	地: 黒褐色	破面数			
遺物種類	炉内洋 (含鉄)	長さ 12.4 cm 幅 6.8 cm 厚さ 4.2 cm 重量 680.0 g	磁着度	9	前含浸	—	析		
				メタル度	特L(☆)	断面観察			
									マクロ ○ 検 線 ◎ 硬 度 ○ CMA ○ X線回折 ○ 化 学 ○ 耐火度 ○ カラー ○ 放射化 ○ X線透過 ○

観察所見 平面、不整六角形をした、左右に長い含鉄の炉内洋の破片である。上下面と側面の一部が生きており、破面は側面と下面の一部である。破面数は3を数える。全体に各面ともゆがんだ形状を示している。上面は左手から右手に向い、ゆるやかな山形に傾斜しており、表面は半流動状である。右上手はやや突出し、左上手は欠落している。流動状の表面の中央付近は強い紫紅色である。側面は部位による変化が激しく、左手柄はほぼ直立する自然面。(炉壁土の固着が顕見し、炉壁に接していた可能性大)左側面は直線状の破面で、洋内部の粗い気孔が露出している。上手側面は小さな木炭痕をもつ流動状の洋表面と破面が混在し、全体的に凹凸がはげしい。右側面は全体にトイ状に突出し、上面はやはりイ状に窪んでいる。洋の比重は高めで、含鉄部は中核部にやや広めと予想される。表面の窪みには酸化土砂が残る。部分的に水洗不良のためか暗褐色の土砂もみられる。色調は表面が紫紅色から黒褐色、地は黒褐色である。

分析部分 長軸端部1/4を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布、残材返却。要再水洗。

備 考 炉底境の長軸端部から流出孔にかけての含鉄資料と推定される。上面、中央付近の紫紅色が強いのも、流出孔部からの表面酸化によるものと考えられる。左手前側部の直立した面は破面の可能性も残る。本遺跡で採取された数少ない含鉄資料の内の一つである。流出孔の入り口に向かい、炉内の鉄部が巻き込まれたものが。



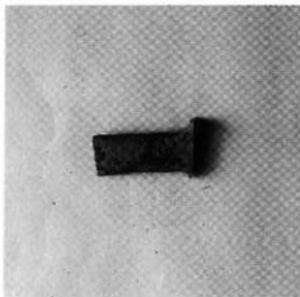
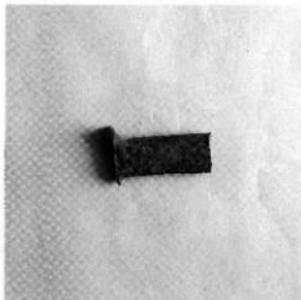
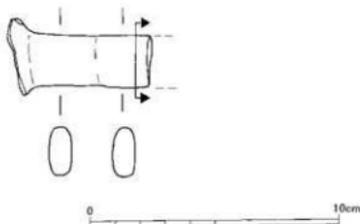
資料番号 11

出土状況	遺跡名		家ノ前跡遺跡		遺物NO	156				項目	厚	メタル
	出土位置	I-7、黒色土中		時期:根拠		中世:遺構形態						
試料記号	検 査: E N- 11	法	長さ	5.8 cm	色 調	表: 茶褐色～黒褐色	遺存度	破片	4	分	マクロ 検 査 硬度 CMA X線回折 4 学 耐火度 カオリ 放射化 X線透過	○
	化 学: E N- 11		幅	3.1 cm		地: 不明						
遺物種類	鉄 製 品	量	長さ	0.9 cm	磁着度	7	前含浸	—	—	析	○	○
			重量	50.0 g		メタル度						

観察所見 左手の板状部分から扁平な棒状に体部がのびる鉄製品の破片である。左手の板状部の表面がわずかと、右手ののびる棒状部が生きており左右の両端部に主破面が残る。破面数は4を数える。各破面とも急に欠落しており、鉄地の硬度の高さを窺わせる。全体に薄く赤錆に覆われているが、部分的に元の表面状態が、黒色のやや光沢のある滑面として残っている。防錆塗料の塗布又は焼付け塗装の可能性を窺わせる。左側部の破面の一部はやや粗面で、内部に割れもつ。また右側の棒状部の表面のうち、上手側側部は長軸方向に向かい直線状の筋目や線のような高まりが残る。こうした表面状態は製鉄炉で生成された自然状態の鉄塊部としては不自然で、鋳型で製作された機械部品の小破片を窺わせる。色調は表面が茶褐色から黒褐色、あるいは黒色である。地ははっきりしないが、おそらく銀白色であろう。

分析部分 長軸端部1/6を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹形塗布。残材返却。

備 考 炉床上部に残る炭塵じりの黒色土中から検出されたもので、メタル部が特(L☆)と本遺跡では最大で、炉床で生成された鉄塊ではないかと一旦は判断されて、分析資料に加えられたものであるが、詳細観察の結果では農業用途を主とする、昭和40年代以前の古いタイプのエンジン部品(発動機の一部ではないかと想定されるが、念のため分析対象に含めておく。改めて、出土状況を詳細に検討すると、本資料の出土位置は、ちょうど新しいゴミ穴の底面付近とも考えられる。



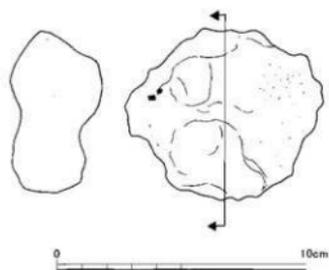
資料番号 12

出土状況	遺跡名	家ノ前 戸 遺跡	遺物NO	157			項目	目	澤	メタル
	出土位置	D-1	時期:根拠	中 世:遺構形態						
試料記号	検 査: IEN-12 化 学: 放射化:	法	長径 8.0 cm	色 調	表: 暗褐色	破片	分	マクロ	○	◎
			短径 7.0 cm		遺存度					
遺物種類	再結合片 (含 鉄)	量	厚さ 3.7 cm	磁着痕	7	前含浸	—	硬 度		
			重量 190.0 g	メタル度	M(◎)	断面樹脂	○	X線回折		
								化学		
								耐火度		
								放射比		
								X線透過		○

観察所見 平面、不整形内形をした塊状の再結合片の破片である。上面のわずかな平坦面を除き、表面は全面破面で、破面数は11を数える。大きな鉄滓類は含まれておらず、粉炭や薄片に加えて、砂鉄類が再結合したものと推定される。鍛冶関連の微細遺物は外見的には含まれていない。トレンチ6出土品であり挿押層の一部が、圧縮と地下水の影響のもとで再結合したものと推定される。全体にザラザラした質感で、肉眼的には粉炭が目立つ。色調は表面、地とも暗褐色。

分析部分 長軸端部1/2を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備 考 小割り場遺構出土の再結合片は、中小の薄片が核となって再結合したもので、本資料のような粉末状の遺物が再結合したものと、外観的にも内容的にもかなり異なったものである。



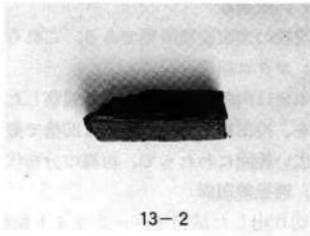
資料番号 13

出土状況	遺跡名		家ノ新 伊 遺 跡		遺物NO		170		項	目	厚	木炭
	出土位置	伊床上部、褐色土中	時期	概観	中	世	遺存状態	遺存状態				
試料記号	検 録 : IEN-13 化 学 : IEN-13 放射化 : —	法	長径 — cm 短径 — cm	色 調	表: 黒 色 地: 黒 色	中	世	遺存状態	分	マクロ 核 績 硬 成 CMA X線回折 化 学 耐火度 力ビー 放射化 X線透過		○
遺物種類	木 炭 (5 点)	層	厚さ 1 — cm 重量 44.9 g	縦着度	1	前含浸	—	析				

観察所見 広葉樹の黒炭である。材の違いにより5種類に分類できるために個別の記録は枚番号で示す。
 13-1 長さ10.1×幅4.2×厚さ3.8cm、重さ33.0g、広葉樹の環孔材である。厚さ3.8cmの間に年輪数81本を数える。材の太さのわりには年数を離れた材の樹幹材である。長軸片側には斜めの刃物痕が残る。木取りは縦1/6ミカン割り。炭化は普通、割割れやや発達。黒炭。同一材の小破片が一片あり。
 13-2 長さ4.3×幅1.4×厚さ1.3cm、重さ2.0g、広葉樹の環孔材。年輪数10を数える。10年生の枝材か。木取りは3ミカン割り1/7。割割れなし。炭化は良好、黒炭。
 13-3 長さ6.1×幅1.4×厚さ2.1cm、重さ7.0g、広葉樹の環孔材。厚さ2.1cmの間に年輪数11本を数える。木取りは3ミカン割り1/7。割割れなし。炭化は良好、黒炭。年輪間隙が外側に向い急激にせばまる材である。長軸破片側は切れの悪い刃物痕。
 13-4 長さ2.2×幅0.9×厚み2.2cm、重さ1.4g、広葉樹の散孔材。厚さ2.2cmの間に年輪数17を数える。木取りは3ミカン割り1/12程度とせまい。割割れなし、黒炭。
 13-5 長さ3.2×幅1.1×厚さ2.0cm、重さ1.5g、広葉樹の散孔材。31年生木取りは3ミカン割り1/12。割割れなし。黒炭。炭化はやや不良、長軸端部に斜めの工具痕がわずかに残る。
 分析部分 必要品を選択し、木炭として分析に用いる。検材選択、材が大きく3種類に分かれる。13-1、13-2は同一種、13-3は別種、13-4、13-5はさらに別種である。そのため分析には注意を要する。
 備 考 3種の材からなる黒炭である。年輪数に幅があり、材も樹幹材と枝材が存在する。13-1は明らかに樹幹材で、年輪数81本以上を数える。他方、13-2はほぼ同一種類の材とみられるが枝材で、年輪数は10である。13-3と13-4、5は別種の樹木である。炭化はやや不良からやや良までと幅があるが、しっかりした構造で炭化されたものとみられる。木取りはいずれも3ミカン割りながら、材の大きさにより割り方を違えている。5点のうち3点には端部に斜めの工具痕が残るが、刃物は同一とは考えにくい。なお、割割れの箇所問わずに土砂が噛んでいる。



13-1



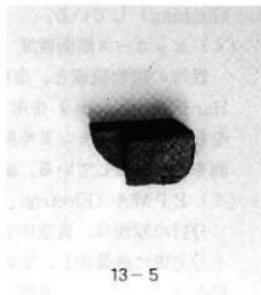
13-2



13-3



13-4



13-5

家ノ前鉾跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査

九州テクノリサーチ・TACセンター

大澤正己・鈴木瑞穂

1. いきさつ

家ノ前鉾跡は島根県大原郡木次町大字北原地内に所在する。平成12・13年の発掘調査で、簡易な地下構造を持つ炉床、砂鉄置場、小割場、排滓場などの製鉄関連遺構が検出された。操業時期は炉形態から中世に比定される。更に地磁気年代測定の結果AD1120±50の値が得られている。また遺跡からは鉄滓、炉壁、木炭等の製鉄関連遺物が多量に出土した。これらの出土遺物を基に生産の実態を検討するため金属学的調査を実施した。

2. 調査方法

2-1. 供試材

Table. 1に示す。製鉄関連遺物計13点の調査を行った。

2-2. 調査項目

(1) 肉眼観察

遺物の肉眼観察所見である。これらの所見をもとに分析試料採取位置を決定する。

(2) マクロ組織

本来は肉眼またはルーペで観察した組織であるが、本稿では顕微鏡埋込み試料の断面全体像を、投影機の10倍もしくは20倍で撮影したものを指す。当調査は、顕微鏡検査によるよりも広い範囲にわたって、組織の分布状態、形状、大きさなどの観察ができる利点がある。

(3) 顕微鏡組織

切り出した試料をベークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000と順を追って研磨し、最後は被研磨面をダイヤモンド粒子の3 μ と1 μ で仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお、金属鉄は5%ナイトル(硝酸アルコール液)で腐食(Etching)している。

(4) ビッカース断面硬度

鉄滓の鉱物組成と、金属鉄の組織同定を目的として、ビッカース断面硬度計(Vickers Hardness Tester)を用いて硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に136°の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除いた商を硬度値としている。試料は顕微鏡を用いた。

(5) EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) 調査

分析の原理は、真空中で試料面(顕微鏡試料併用)に電子線を照射し、発生する特性X線を分光後に画像化し、定性的な結果を得る。更に標準試料とX線強度との対比から元素定量値をコンピューター処理してデータ解析を行う方法である。化学分析を行えない微量試料や

鉱物組織の微小域の組織同定が可能である。

(6) 化学組成分析

供試材の分析は次の方法で実施した。

全鉄分 (Total Fe)、金属鉄 (Metallic Fe)、酸化第一鉄 (FeO) : 容量法。

炭素 (C)、硫黄 (S) : 燃焼容量法、燃焼赤外吸収法

二酸化硅素 (SiO₂)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、酸化カルシウム (CaO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化カリウム (K₂O)、酸化ナトリウム (Na₂O)、酸化マンガン (MnO)、二酸化チタン (TiO₂)、酸化クロム (Cr₂O₃)、五酸化磷 (P₂O₅)、バナジウム (V)、銅 (Cu) : ICP (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) 法 : 誘導結合プラズマ発光分光分析。

(7) 耐火度

耐火度の加熱に耐える温度とは、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態の温度で表示することを定め、これを耐火度と呼んでいる。胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片に作り、1分間当たり10℃の速度で1000℃まで温度上昇させ、以降は4℃に昇温速度をおとし、試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度を示している。

(8) 木炭組織

調査破面 (木口、柁目、板目) を #1,000 のサンド水ペーパーで研磨して平滑な面を出し、十分に乾燥する。次に調査面にカーボン蒸着を施し導電性を確保した後、走査型電子顕微鏡で組織を撮影する。

走査型電子顕微鏡は、真空中で試料面に電子線を照射し、発生する2次電子線の情報を画像処理するものである。

(9) 木炭の性状

水分、灰分、揮発分、固定炭素 : マイクロプロセッサ法。

硫黄 (S) : 燃焼赤外吸収法、灰分の磷 (P)、蛍光X線分析法、発熱量、カロリー計。

3. 調査結果

IEN-1 : 炉壁 (中段下半)

(1) 肉眼観察 : 内面が熱影響を受けてガラス質溶化した、厚手の炉壁片である。内面のガラス質層は垂下、流動痕が著しい。また外面には斜め方向のナデによる調整痕が残る。胎土は直径2~3mm程度の石英・長石粒を多量に混和する。さらに2~3cmの長さに切りそろえたスサも少量確認された。

(2) 顕微鏡組織 : Photo. 1 ①~③に示す。①は胎土部分である。粘土鉱物 (セリサイト) は熱影響を受けて非晶質化が進んでいる。しかし石英・長石粒などの混入鉱物は加熱変化はみられない。②③は内面表層のガラス質溶融部分である。樹枝状結晶の白色部はマグネタイト (Magnetite : FeO・Fe₂O₃)、暗色部はAl、Tiなどが固溶しているため色調が異なると推測される。ヘーシナイト (Hercynite : FeO・Al₂O₃) とウルボスピネル (Ulvospinel : 2FeO・TiO₂) の固溶体鉱物^(註1)の可能性が高い。

(3) 化学組成分析 : Table. 2 に示す。強熱減量 (Ig loss) は6.92%である。熱影響を若干受

けて結晶構造水の一部が飛散した状態での分析である。鉄分 (Fe_2O_3) 2.68%と低く軟化性に優れる。しかし酸化アルミニウム (Al_2O_3) は15.03%と低く耐火性には不利だが、滓と鉄の分離を促す自媒剤となる塩基性成分 ($\text{CaO}+\text{MgO}$) も0.61%と少なく、耐火性には有利に働き、低Alの不利は相殺されよう。

- (4) 耐火度：1310℃であった。中世の製鉄炉炉壁としてはやや低めの性状である。例えば板屋Ⅲ遺跡の炉壁は1410℃を呈している。⁽¹⁷²⁾

IEN-2：炉底塊

- (1) 肉眼観察：平面不整形をした炉底塊片である。上下面と側面の一部は生きている。側面には長さ10cm以上の丸棒状の工具痕が残る。また側面の破面を観察すると、滓が3層重なった状態で生じており、各層間では隙間や木炭片が確認される。上層が最も厚く緻密である。中間層はやや密度が低く、粉炭や錆化物が確認される。下層は密度が高めて部位により厚みの変動が著しい。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 1 ④～⑧に示す。白色粒状結晶グスタイト、微細な淡褐色多角形結晶ヘーシナイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。グスタイト粒内にはごく微細なヘーシナイト結晶が多数点在する。また⑤⑥は半還元砂鉄痕跡が点在する個所を示している。チタン含有量の低い砂鉄（酸性砂鉄）を原料とした製錬滓の晶癖である。なお鉱物組成に関してはEPMA調査の項で詳述する。
- (3) ピッカース断面硬度：Photo. 1 ④の白色結晶の硬度を測定した。中央はその圧痕で、硬度値は501Hvである。グスタイトの文献硬度値450～500Hv⁽¹⁷³⁾を僅かに上回るが、粒内に晶出する微細な褐色結晶の影響で硬質化した値となった可能性が高い。グスタイトと推測される。
- (4) EPMA調査：Photo.10に滓部鉱物相の反射電子像 (COMP) を示す。1・2の番号をつけた白色粒状結晶の定量分析値は1が97.0%FeO、2が95.5%FeO-1.0%TiO₂であった。ともにグスタイト (Wustite: FeO) に同定される。なお2の粒子ではTiが微量固溶する。また3の番号をつけた半還元砂鉄痕跡の定量分析値は83.9%FeO-9.6%Al₂O₃-3.8%TiO₂-1.7%V₂O₅であった。Al, Ti, Vが微量固溶する。4の番号をつけた淡褐色多角形結晶の定量分析値は53.3%FeO-39.8%Al₂O₃-5.1%TiO₂であった。ヘーシナイト (Hercynite: FeO·Al₂O₃) とウルボスピネル (Ulvospinel: 2FeO·TiO₂) の固溶体鉱物に同定される。5の番号をつけた淡灰色木ずれ状結晶の定量分析値は67.3%FeO-30.5%SiO₂-1.4%MgO-1.2%MnOであった。ファイヤライト (Fayalite: 2FeO·SiO₂) に同定される。更に微量Mg, Mnが微量固溶する。また6の番号を素地のガラス質は40.4%SiO₂-14.9%Al₂O₃-10.8%CaO-3.6%MgO-11.5%K₂O-22.8%FeO-1.0%ZrO₂であった。珪酸塩に微量のZrを固溶する。
- (5) 化学組成分析：Table. 2に示す。全鉄分 (Total Fe) 49.09%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) <0.01%、酸化第1鉄 (FeO) 53.56%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 10.65%の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) は29.95%で、このうち塩基性成分 (CaO+MgO) は1.94%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂)

は1.46%と低値で、バナジウム (V) 0.19%、酸化ジルコニウム (Zr_2O_3) 0.62%であった。また酸化マンガン (MnO) は0.72%と高値で、銅 (Cu) は<0.01%であった。低チタン砂鉄 (酸化砂鉄) を原料とした製錬滓の成分である。

IEN-3: 砂鉄 (砂鉄置場出土)

- (1) 肉眼観察: 光沢のない灰黒色の砂鉄粒子である。砂鉄の粒径にはややばらつきがあり、角張った形状のものが多く、また磁着の強い砂鉄粒子が揃っており、焙焼砂鉄の可能性が指摘されている試料である。更に石英質の砂粒が少量混在している。
- (2) マクロ組織: Photo. 7 に示す。砂鉄粒子の粒径は0.05~0.5mm程のばらつきがある。ほぼ白色の磁鉄鉱 (Magnetite: $FeO \cdot Fe_2O_3$) 粒子からなり、チタン鉄鉱 (Ilmenite: $FeO \cdot TiO_2$) の格子組織は確認されない。酸性砂鉄の特徴を呈している。
- (3) 顕微鏡組織: Photo. 2 ①~⑤ に示す。白色粒は磁鉄鉱粒子である。粒内に鍼状もしくは多片状の走り線が確認される。これは埋藏時の風化痕跡の可能性が高い。砂鉄粒子には明らかな被熱の痕跡は確認されなかった。
- (4) 化学組成分析: Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 65.35%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) <0.01%、酸化第1鉄 (FeO) 16.40%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 75.20%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) は6.39%で、このうち塩基性成分 ($CaO + MgO$) は0.35%である。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) は0.90%と低値で、バナジウム (V) は0.17%、酸化ジルコニウム (Zr_2O_3) 0.48%であった。また酸化マンガン (MnO) は0.47%、銅 (Cu) は0.01%である。鉄分高く、チタン含有量の低い酸性砂鉄の成分系である。

IEN-4: 炉内流動滓

- (1) 肉眼観察: 径5mm程の細い流動滓が複数堆積して生じた、平面不整形円形の滓である。色調は黒色から黒褐色を呈する。上下面と側面の大半が生きている。側面から下面はV字状の横断面を呈し、微細な気孔が目立つ。
- (2) 顕微鏡組織: Photo. 2 ⑥~⑧ に示す。微細な白色樹枝状結晶ヴスタイト、淡褐色多角形結晶ヘーシナイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。低チタン酸性砂鉄を原料とした製錬滓の晶癖である。なお⑦⑧の中央白色部は流動滓の接合部分である。また冷却速度の速さを反映して、鉱物結晶全体が成長しきれずに微細である。
- (3) 化学組成分析: Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 45.72%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) <0.01%、酸化第1鉄 (FeO) 58.15%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 0.73%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) は38.79%と高値で、このうち塩基性成分 ($CaO + MgO$) も4.63%と多い。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) は0.99%と低値で、バナジウム (V) 0.19%、酸化ジルコニウム (Zr_2O_3) 0.51%であった。また酸化マンガン (MnO) 0.45%、銅 (Cu) は0.01%であった。チタン含有量の低い砂鉄を原料とした製錬滓の成分系である。

IEN-5：流出孔滓

- (1) 肉眼観察：横断面が楕円状を呈する偏平な流出孔滓片である。長軸の両端は破面である。地の色調は黒褐色である。また上面表面層は部分的に紫紅色を呈し、酸化雰囲気が見える。上側はきれいな流動状の滓部である。これに対して、下面側の滓はやや流動性が悪く、1 cm大の木炭痕や微細な炉床上に覆われる。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 3 ①に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ヴスタイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトで構成される。なおヴスタイト粒内には微細なヘーシナイト結晶が素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。低チタン酸性砂鉄を原料とした製錬滓の晶癖である。
- (3) ピッカース断面硬度：Photo. 3 ①の白色粒状結晶の硬度を測定した。中央はその圧痕で硬度値は567Hvである。ヴスタイトの文献硬度値より硬質の値となったが、粒内に晶出する微細な褐色結晶の影響の可能性が高い。ヴスタイトもしくはマグネタイトが推定される。

IEN-6：流出溝滓

- (1) 肉眼観察：平面不整楕円形をした流山溝滓の中核部破片で、楕形の外観を呈する。色調は灰黒色である。上面は不規則な波状で1 cm大の木炭痕が散在する。下面は中小の気孔が全面にみられ、付着物はほとんどない。破面は比較的緻密である。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 3 ②～④に示す。白色粒状結晶ヴスタイト、及び微細な淡褐色多角形結晶ヘーシナイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。なおヴスタイト粒内にも微細なヘーシナイト結晶が点在する。低チタン酸性砂鉄を原料とした製錬滓の晶癖である。
- (3) ピッカース断面硬度：Photo. 3 ②の白色樹枝状結晶の硬度を測定した。中央はその圧痕で硬度値は557Hvである。やはりヴスタイトの文献硬度値より硬質の値となったが、粒内に晶出する微細な褐色結晶の影響かマグネタイトの可能性が高い。
- (4) 化学組成分析：Table. 2に示す。前述したIEN-4の成分系に近い。全鉄分 (Total Fe) 45.76%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) <0.01%、酸化第1鉄 (FeO) 50.11%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 9.72%の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) は34.93%で、このうち塩基性成分 (CaO+MgO) は3.63%と多い。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) は1.49%と低めで、バナジウム (V) は0.16%、酸化ジルコニウム (Zr₂O₃) 0.72%であった。また酸化マンガン (MnO) は0.64%と高めで、銅 (Cu) は<0.01%であった。チタン含有量の低い砂鉄を原料とした製錬滓の成分系である。

IEN-7：流動滓

- (1) 肉眼観察：平面不整多角形をした板状の流動滓片である。上下面は生きているが側面は基本的に破面である。傾斜のほとんどない浅い樋状に掘り込まれた溝中で体積した炉外流出滓と推定される。滓の地の色調は黒褐色で、上面表面層は紫紅色の酸化色が強い。破面は緻密で、横方向や斜めに伸びる大型の気孔が残存する。下面は1.5cm以下の木炭痕が多い。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 3 ⑤～⑦に示す。白色粒状結晶ヴスタイト、淡灰色木ずれ状結晶

ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。またヴスタイト粒内にはごく微細なヘーシナイト結晶が多数点在する。低チタン酸性砂鉄を原料とした製錬滓の晶癖である。

- (3) ピッカース断面硬度：Photo. 3 ②の白色樹枝状結晶の硬度を測定した。中央はその圧痕で硬度値は569Hvである。やはりヴスタイトの文献硬度値より硬質の値となったが、粒内に晶出する微細な褐色結晶の影響の可能性が高い。更に測定した結晶粒が小さいため周囲の影響を受けた値となった可能性も考えられる。ヴスタイトかマグネタイトであろう。
- (4) 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 49.62% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.03%、酸化第1鉄 (FeO) 58.41%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 5.99% の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) は30.27%で、このうち塩基性成分 (CaO+MgO) は3.14%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) は0.91%と低値で、バナジウム (V) は0.22%、酸化ジルコニウム (Zr₂O₃) 0.51%とやや高めであった。また酸化マンガン (MnO) は0.51%、銅 (Cu) <0.01%であった。チタン含有量の低い砂鉄を原料とした製錬滓の成分系である。

IEN-8：流出溝滓 (含鉄)

- (1) 肉眼観察：平面不整五角形をした含鉄流出溝滓の破片である。全体は浅い楯状で、上下面と側面の一部は破面を有する。滓の地の色調は黒褐色である。上面は凹凸が激しいが、部分的に流動状を呈する。下面には1cm大の木炭痕が目立つ。また破面は小さな木炭痕や気孔が不規則に残る。
- (2) マクロ組織：Photo. 7 に示す。滓中に微細な金属鉄粒が未凝集の状態でも多数散在する。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 4 ①～③ に示す。白色部は金属鉄である。5%ナイタルで腐食したところ、フェライト単相の組織が確認された。また周囲の滓部では淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖である。
- (4) ピッカース断面硬度：Photo. ②③に硬度測定の際の圧痕を示す。②中央の淡茶褐色多角形結晶の硬度値は613Hvである。ウルボスピネルに同定される。また、③中央の金属鉄 (フェライト) の硬度値は102Hvであった。若干高め傾向にある。

当試料は化学分析を実施していないが、ウルボスピネル及びファイヤライトの鉱物組成から、当遺跡の調査を実施した製錬滓の中では最もチタン含有量が高いと推測される。ただしマグネタイトの可能性も皆無ではない。また金属鉄は未凝集で鍛冶原料になり得る品位ではない。

IEN-9：炉内滓 (含鉄)

- (1) 肉眼観察：平面不整三角形をした厚板状の含鉄炉内滓で上下面は生きており、側面の大半は破面である。滓の色調は黒褐色。上面には丸棒状の工具痕が残る。また中央付近に黒錆の滲みがあり、鉄部を内包する。下面は緩やかな楯状で、炉底の肩部の形状を写したものと推測される。

- (2) マクロ組織：Photo. 8 に示す。金属鉄は酸化腐食を受け、半分近くが消滅し、気孔の多い不定形の鉄部を残す。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 4 ④～⑧に示す。④は滓部である。白色粒状結晶グスタイト、及び微細な淡褐色多角形結晶ヘーシナイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。なおグスタイト粒内にも微細なヘーシナイト結晶が確認された。低チタン酸性砂鉄を原料とした製錬滓の晶癖である。⑤～⑧は金属鉄を5%ナイトルで腐食した組織である。全面に発達した針状フェライトが析出する、亜共析組織が確認された。この組織から当試料は比較的冷却速度が速かったと判断される。製鉄炉の操業後、炉が充分冷える前に生成物を取り出し放冷された可能性が高い。
- (4) ピッカース断面硬度：Photo. 4 ⑧の金属組織（亜共析組織）の硬度を測定した。硬度値は121Hvである。妥当な値だろう。

IEN-10：炉内滓（含鉄）

- (1) 肉眼観察：平面不整六角形をした含鉄炉内滓片である。上下面と側面の一部は生きているが、側面の多くは破面である。地の色調は黒褐色で、上面表層は一部強い紫紅色を帯びる。また上面は流動状を呈する。生きている側面には炉壁土が固着しており、当試料は炉壁に接する位置で生じた可能性をもつ。破面には気孔が散在するが、重量のある滓である。
- (2) マクロ組織：Photo. 8 に示す。滓中に微細な金属鉄粒が未凝集のまま多数散在する。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 5 ①～⑤に示す。①～③は滓中の微細な金属鉄を5%ナイトルで腐食している。フェライト単相の組織であった。金属鉄は未凝集で鍛冶原料になり得る品位ではない。また④⑤は滓部である。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色粒状結晶グスタイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖である。
- (4) ピッカース断面硬度：Photo. 5 ④⑤に鉱物結晶の硬度測定の影響を示す。④中央の淡茶褐色多角形結晶の硬度値は670Hvであった。ウルボスピネルに同定される。また⑤の白色粒状結晶の硬度値は520Hvであった。グスタイトの文献硬度値を上回る値となったが、Ti, Alなどの固溶により硬質化している可能性が高い。グスタイトと推測される。
- (5) 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）52.69%に対して、微細な金属鉄粒を反映し、金属鉄（Metallic Fe）は8.83%であった。また酸化第1鉄（FeO）39.31%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）19.02%である。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）20.69%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は2.23%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）6.45%と比較的高く、バナジウム（V）は0.21%、酸化ジルコニウム（Zr₂O₃）0.26%であった。また酸化マンガン（MnO）は0.65%と高めである。銅（Cu）は<0.01%であった。当遺跡出土製錬滓の中では、比較的チタン含有量が高い成分系であった。

IEN-11：鉄製品

- (1) 肉眼観察：鋳型で製作された機械部品の小破片と推測される。近代以降の鉄製品が混入

した可能性が高い。

- (2) 顕微鏡組織：Photo. 5 ⑥⑦に示す。⑥は腐食なしの状態である。バラ状黒鉛の析出と、微細な多角形状の硫化物が多数散在する。これは硫化マンガン (MnS) と推測される。Mnを添加して脱硫する、近代以降の製法で作られた鉄製品の可能性が高い。

⑦は5%ナイトルで腐食した組織である。表層側には共晶黒鉛、内部にはバラ状黒鉛が析出するねずみ鋳鉄であった。

IEN-12：再結合滓

- (1) 肉眼観察：平面不整形凹状をした塊状の滓結合滓片である。上面の僅かな平坦面を除き全面破面である。内部には粉炭、滓片などが観察される。

- (2) マクロ組織：Photo. 9に示す。被熱砂鉄粒子及び粉炭、微細な製錬滓片や錆化鉄粒などが混在する。

- (3) 顕微鏡組織：Photo. 6 ①～⑨に示す。①～③は再結合滓中の砂鉄粒子である。①中央は半還元砂鉄粒子である。左側の粒子には淡い格子模様のみみられるが、これはチタンなどの固溶量^(注4)の差が色調の違いとして現れたものである。②中央も半還元砂鉄である。より還元が進行した砂鉄粒子痕跡を示す。③はIEN-3砂鉄と同様に鱗状もしくは多片状の走り線をもつ粒子である。ただしこの砂鉄粒子以外には同様の痕跡は確認されなかった。

④⑤の中央は微細な錆化鉄粒である。層状のパーライト系地に片状黒鉛が析出するねずみ鋳鉄組織が遺存する。他にもねずみ鋳鉄痕跡が残る錆化鉄粒は数多く確認された。

⑥～⑨は製錬滓片である。⑥⑦は白色樹枝状結晶ヴスタイト、微細な淡褐色多角形結晶ヘーシナイト、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。IEN-2・6に類似する鉱物組成である。また⑧は白色結晶が凝集して晶出する。マグネタイトの可能性が高い。⑨は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル及び微細な淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが晶出する。IEN-8に類似する鉱物組成である。

微細な製鉄関連遺物で構成される再結合滓であった。

IEN-13：木炭

- (1) 肉眼観察：13-1を供試材として選択した。幹を用いた広葉樹の環孔材で、菊割れがやや発達した黒炭である。

- (2) 顕微鏡組織：Photo.11に示す。上から木口、柃目、板目である。

- (3) 性状調査：Table. 3に示す。遺跡出土木炭は通常酸化土砂に汚染され、固定炭素 (F.C) が低く灰分の多い傾向を呈する例が多い。固定炭素 (F.C) は汚染されていない木炭であれば通常85%台であるものが56.09%に留まった。また灰分は2%以下が正常であるところが8.14%と多く、(注5) 発熱量も5720cal/gと低値となった。本来は7000 cal/g程度確保できるはずである。なお揮発分は35.77%とこれも多い。鉄製錬で有害元素となる硫黄 (T.S) は0.20%と高く、灰中燐 (P) も0.162%と高値で生成鉄への影響が懸念される。

4. まとめ

中世に比定される家ノ前鉦跡から出土した製鉄関連遺物の調査の結果、次の点が明らかになった。

- 〈1〉が床に近接する砂鉄置場から出土したIEN-3砂鉄は、鉄分高くチタン含有量の低い(TiO_2 : 0.90%)酸性砂鉄であった。また焙焼砂鉄との指摘がされていたが、砂鉄粒子に熱影響の痕跡は確認されなかった。ただし事前に意図的な加熱が行われていた場合でも、水分を飛ばす程度の場合、顕微鏡観察で熱影響を確認することは困難と考えられる。焙焼砂鉄の可能性が指摘された砂鉄の調査は今回が初例である。今後焙焼の可能性のある試料の分析事例を蓄積して、焙焼が行われていたのであればその役割や具体的な加熱時間、温度について検討を進める必要がある。
- 〈2〉出土製錬滓・含鉄鉄滓は何れもチタン含有量が低く(TiO_2 : 0.91~6.45%)、砂鉄置場から出土した砂鉄を原料と想定して基本的に矛盾のない組成であった。ただしウルボスピネル結晶が確認されたIEN-8・10は、よりチタン含有量の高い砂鉄を原料とした製錬滓で、複数以上の砂鉄の使用の可能性が考えられる。

近世たたら操業では伝承・文献等から真砂砂鉄(酸性砂鉄)は鋳押しに適し、赤目(塩基性砂鉄)系砂鉄は鋳押しには向くが鋳押しには不向きとされてきた。昭和初期の靖国たたらでは鋳押し操業期により原料砂鉄を使い分けており、炉温の低い操業初期には種付け小鉄と呼ばれるより還元性のし易い砂鉄(籠り小鉄)を用い、炉温の上昇した操業後期に錡の生成、鉄滓の流動性を付与する目的から最も還元し難い真砂砂鉄(上り小鉄・下り小鉄)を装入したことが知られている。^(注) 該期にも類似した原料砂鉄の使い分けの徴候があるかも知れない。興味ある今後の検討課題ともいえる。

- 〈3〉当遺跡出土鉄滓中には含鉄試料が非常に少ない。分析を実施した試料のうち、IEN-9ではごく小さな垂共析組織の鉄部が確認された。しかしIEN-8・10は滓中に微細なフェライト粒が散在して、鍛冶原料には成り得ず廃棄されたと推定される。

ただし再結合滓IEN-12中の金属鉄粒にはねずみ鋳鉄痕跡をもつものが多数確認されて、当遺跡でつくられた鉄塊は生成部位により炭素含有量に大きなばらつきがあった可能性が高い。こうした様々な炭素含有量の生成鉄塊は、後工程で製作する鉄器の性質に応じた使い分けが想定される。なお炉内生成物を小割りして丹念に金属鉄を回収したため、遺跡内には含鉄試料をほとんど残らなかった様相が窺われた。

- 〈4〉製鉄燃料には広葉樹の黒炭が用いられていた。分析試料には鉄中で悪影響を及ぼすP、Sが多く含まれていたため、生成鉄への影響が懸念される。

なお砂鉄中の P_2O_5 が0.08%であるのに対して、滓中の P_2O_5 は0.22~0.37%と高値傾向にあるのは、木炭中のPが影響した可能性も無視できない。

(注)

- (1) 黒田吉益・諏訪兼位『偏光顕微鏡と造岩鉱物 [第2版]』共立出版株式会社 1983 第5章 鉱物各論 D. 尖晶石類・スピネル類 (Spinel Group) の記載に加筆
尖晶石類の化学組成の一般式は XY_2O_4 と表記できる。Xは2価の金属イオン、Yは3価の

金属イオンである。その組み合わせでいろいろの種類のものがある。(略)

スピネル (Spinel : $MgAl_2O_4$)、ヘーシナイト [鉄スピネル] (Hercynite : $Fe^{2+}Al_2O_4$)、マグネタイト [磁鉄鉱] (Magnetite : $Fe^{2+}FeO_3$)、クロム磁鉄鉱 (Chromite : $FeCr_2O_4$)、マグネシオクロマイト (Magnesiochromite : $MgCr_2O_4$)、ウルボスピネル (Ulvospinel : $TiFe_2^{3+}O_4$)

またこれらを端成分とした固溶体をつくる。

- (2) 大澤正己「板屋Ⅲ遺跡出土製鉄関連遺物の金属学的調査」『板屋Ⅲ遺跡』(志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書5) 建設省中国地方建設局・島根県教育委員会1998.3
- (3) 日刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』1968

ヴスタイトは450~500Hv、マグネタイトは500~600Hv、ファイヤライトは600~700Hvの範囲が提示されている。またウルボスピネルの硬度値範囲の明記はないが、マグネタイトにチタン (Ti) を固溶するので、600Hv以上であればウルボスピネルと同定している。それにアルミナ (Al_2O_3) が加わり、ウルボスピネルとヘーシナイトを端成分とする固溶体となると更に硬度値は上昇する。このため700Hvを超える値では、ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体の可能性が考えられる。

- (4) 前掲注(1)

第5章 鉱物各論 E. 磁鉄鉱 (magnetite)

磁鉄鉱は広義のスピネル類に属し、 $FeO \cdot Fe_2O_3$ の理想組成を持っているが、多くの場合Tiをかなり多く含んでいる。(中略) ウルボスピネル (Ulvospinel : $2FeO \cdot TiO_2$) と連続固溶体をつくり、この固溶体の中間組成のものをチタン磁鉄鉱 (Titanomagnetite) とよぶ。

- (5) 大澤正己「大山遺跡を中心とした埼玉県下出土の製鉄関連遺物分析調査」『大山』(埼玉県遺跡発掘調査報告書大23集) 埼玉県教育委員会1979
- (6) 鈴木卓夫・永田和宏「たたら生産物“玉綱”の性質に及ぼす“籠り砂鉄”使用の影響」『鉄と鋼』Vol.85 No.12 1999 「籠り」「籠り次ぎ」「上り」「どり」の4期に用いる砂鉄の効用の検討がなされている。

Table 1 供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	出上位置	遺物名称	推定年代	計測値		磁着度	調査項目						備考				
					大きさ (mm)	重量 (g)		組マク	組頭	断面	X線	F	P		M	A	化学分析	耐火度
IEN-1	家ノ前竈	F-5, 82	炉壁 (中段下半)	中世	143×146×112	1500.0	1	なし	○									
IEN-2	家ノ前竈	F-2, 29	炉底塊	中世	204×212×127	6800.0	4	なし	○									
IEN-3	家ノ前竈	I-0, 砂鉄置場	砂鉄 (被熱?)	中世	-	20.0	5	なし	○									
IEN-4	家ノ前竈	F-2, 55	炉内流動滓	中世	90×62×35	220.0	3	なし	○									
IEN-5	家ノ前竈	G-1, 17	流出孔滓	中世	136×63×29	370.0	3	なし	○									
IEN-6	家ノ前竈	H-1, 41	流出溝滓	中世	151×96×58	1800.0	3	なし	○									
IEN-7	家ノ前竈	F-1, 94	流動滓	中世	114×95×47	580.0	3	なし	○									
IEN-8	家ノ前竈	K-3, 71	流出溝滓 (含鉄)	中世	113×96×48	390.0	10	M (◎)	○									
IEN-9	家ノ前竈	K-3, 71	炉内滓 (含鉄)	中世	133×101×44	780.0	6	L (●)	○									
IEN-10	家ノ前竈	K-3, 71	炉内滓 (含鉄)	中世	124×68×42	680.0	9	特I. (☆)	○									
IEN-11	家ノ前竈	I-0, 黒色土中	鉄製品	中世	58×31×9	50.0	7	特I. (☆)	○									
IEN-12	家ノ前竈	D-1	再結合滓	中世	80×70×37	190.0	7	M (◎)	○									
IEN-13	家ノ前竈	伊保上黒色土中	木炭 (5点)	中世	-	45.0	1	なし	○									

Table. 2 供試材の組成 (1)

符号	通称名	出十位置	通称名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metallic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe ₂ O ₃)	一酸化珪素 (SiO ₂)	酸化アルミニウム (Al ₂ O ₃)	酸化カルシウム (CaO)	酸化マグネシウム (MgO)	酸化カリウム (K ₂ O)	酸化ナトリウム (Na ₂ O)
IEN-1	家ノ前炉	F-5, 82	炉壁 (中段下半)	中世	3.20	<0.01	1.69	2.68	67.59	15.03	0.25	0.96	3.22	0.39
IEN-2	家ノ前炉	F-2, 29	炉底塊	中世	49.09	<0.01	53.56	10.65	20.53	6.26	1.38	0.56	0.93	0.29
IEN-3	家ノ前炉	I-0, 砂鉄選場	砂鉄 (熟熱?)	中世	65.35	<0.01	16.40	75.20	4.16	1.95	0.20	0.15	0.14	0.09
IEN-4	家ノ前炉	F-2, 55	炉内流動滓	中世	45.72	<0.01	58.15	0.73	24.51	7.66	3.78	0.85	1.50	0.49
IEN-6	家ノ前炉	H-1, 41	流出滓	中世	45.76	<0.01	50.11	9.72	22.65	6.40	3.01	0.62	1.88	0.37
IEN-7	家ノ前炉	F-1, 94	流動滓	中世	49.62	0.03	58.41	5.99	19.92	5.61	2.44	0.70	1.17	0.43
IEN-10	家ノ前炉	K-3, 71	炉内滓 (含鉄)	中世	52.69	8.83	39.31	19.02	13.43	3.83	1.48	0.75	1.01	0.19

#: g/totals

Σ*

符号	通称名	出十位置	通称名称	推定年代	酸化マンガン (MnO)	酸化チタン (TiO ₂)	酸化クロム (Cr ₂ O ₃)	硫黄 (S)	五酸化磷 (P ₂ O ₅)	炭素 (C)	炭素 (V)	銅 (Cu)	酸化ジルコニウム (ZrO ₂)	耐火度 ℃	造浄成分 Total Fe	造浄成分 TiO ₂ Total Fe	
IEN-1	家ノ前炉				0.02	0.55	<0.01	0.06	0.29	46.92	0.01	<0.01	0.05	1,310	86.84	27.138	0.172
IEN-2	家ノ前炉				0.72	1.46	0.03	0.06	0.22	0.14	0.19	0.01	0.62	-	29.95	0.610	0.030
IEN-3	家ノ前炉				0.47	0.90	0.18	0.05	0.08	0.07	0.17	0.01	0.48	-	6.39	0.098	0.014
IEN-4	家ノ前炉				0.45	0.99	0.03	0.07	0.37	0.08	0.19	<0.01	0.51	-	38.79	0.848	0.022
IEN-6	家ノ前炉				0.64	1.49	<0.01	0.08	0.34	0.05	0.16	<0.01	0.72	-	34.93	0.763	0.033
IEN-7	家ノ前炉				0.51	0.91	<0.01	0.06	0.27	0.03	0.22	<0.01	0.51	-	30.27	0.610	0.018
IEN-10	家ノ前炉				0.65	6.45	<0.01	0.06	0.34	0.02	0.21	<0.01	0.26	-	20.69	0.393	0.122

Table. 2 供試材の組成 (2)

符号	通称名	出十位置	通称名称	推定年代	灰分	揮発分	水分	FC	T.S	発熱量	灰中P
IEN-13	家ノ前炉	K-3, 71	炉内滓 (含鉄)	中世	8.14	35.77	13.49	56.09	0.20	5720	0.162

Table 3 出土遺物の調査結果のまとめ

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	顕微鏡組織	調査項目						所見	
						Total Fe	Fe ₂ O ₃ 重量成分	TiO ₂	V	MnO	ガラス成分		Cu
IN-1	家ノ前跡	F-5, 82	炉壁 (中層下層)	中世	胎上粘土動物非晶質 化、ガラス化溶融部M +Horし抽出	3.20	2.68	3.58	0.01	0.02	86.95	<0.01	耐火度1310°C、やや耐火性の低い柱状
IN-2	家ノ前跡	F-2, 29	炉底塊	中世	半溶石炭酸組織、 W(粒内H晶出)+H、P	49.09	10.55	1.49	0.19	0.72	29.95	0.01	砂鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)
IN-3	家ノ前跡	I-0, 砂鉄出場	砂鉄 (被熱?)	中世	磁鉄粒子、粒内磁鉄 もしくは多片状走り鉄	65.35	75.20	0.29	0.17	0.47	6.39	0.01	低Ti、酸性砂鉄、粒内偏り、 磁鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)か
IN-4	家ノ前跡	F-2, 55	炉内流動滓	中世	W(粒内H晶出)+H、P	45.72	0.73	2.35	0.19	0.45	38.79	<0.01	砂鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)
IN-5	家ノ前跡	G-1, 17	流出孔滓	中世	W(粒内H晶出)-P	-	-	-	-	-	-	-	砂鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)
IN-6	家ノ前跡	H-1, 41	流出滓滓	中世	W(粒内H晶出)+H、P	45.76	9.72	2.50	0.16	0.64	34.93	<0.01	砂鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)
IN-7	家ノ前跡	F-1, 94	流動滓	中世	W(粒内H晶出)+P	49.62	5.99	1.87	0.22	0.51	30.27	<0.01	砂鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)
IN-8	家ノ前跡	K-3, 71	流出滓滓 (含鉄)	中世	滓部:U or M+P、 金属鉄:フェライト散在	-	-	-	-	-	-	-	砂鉄製煉淨(比較的高Ti含有砂鉄表入の可能性)
IN-9	家ノ前跡	K-3, 71	炉内滓 (含鉄)	中世	滓部:W(粒内H晶出) H、P、金属鉄:重共析組織	-	-	-	-	-	-	-	砂鉄製煉淨(原料:低Ti砂鉄:酸性砂鉄)
IN-10	家ノ前跡	K-3, 71	炉内滓 (含鉄)	中世	滓部:U、W、P、金属鉄: フェライト散在	52.69	19.02	1.76	0.21	0.65	20.69	<0.01	砂鉄製煉淨(比較的高Ti含有砂鉄が高い、酸性砂鉄) 脱磁目的のMn添加、 耐火性の高い混入品の可能性が高い
IN-11	家ノ前跡	I-0, 黒色+中	鉄製品	中世	ねずみ鋼鉄、介在物: MnS	-	-	-	-	-	-	-	微細な製鉄関連遺物で構成される中世合滓
IN-12	家ノ前跡	D-1	再結合滓	中世	砂鉄粒子、木炭片、 銹化鉄粒、製煉滓片	-	-	-	-	-	-	-	発熱量5720cal/g、高P-Sで生成鉄への影響が懸念される
IN-13	家ノ前跡	炉底上部 黒色+中	木炭 (3点)	中世	遺物の発達した広葉 樹の炭孔材	-	-	-	-	-	-	-	

M: Magnetite (Fe₃O₄)

W: Wustite (FeO)

II: Hercynite (FeO・Al₂O₃)F: Fayalite (2FeO・SiO₂)U: Ulvöspinel (2FeO・TiO₂)

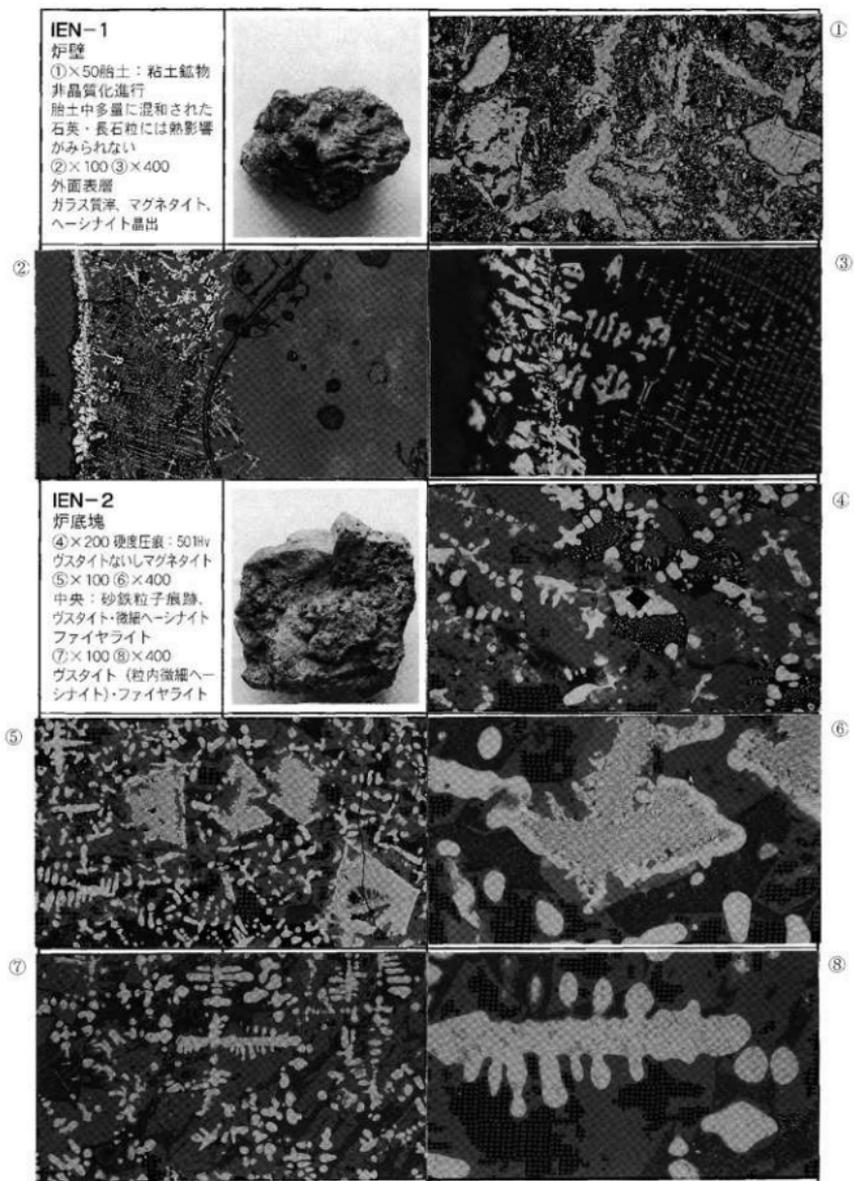


Photo.1 炉壁・炉底塊の顕微鏡組織

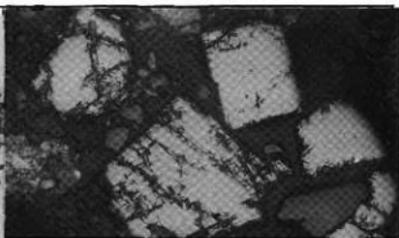
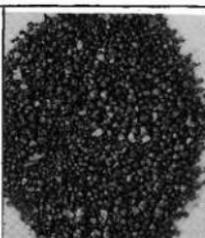
IEN-3

砂鉄

①×100 白色粒：磁鉄鉱
(Magnetite: Fe₃O₄)
粒内黒色部：風化が進行

②×100 ③×400 同上
(粒内麻石鉱物散在)

④×100 ⑤×400 同上



①

②



③

④



⑤

IEN-4

炉内流動滓

⑥×400 ウスタイト(粒内
微細ヘーシナイト)・
ファイヤライト

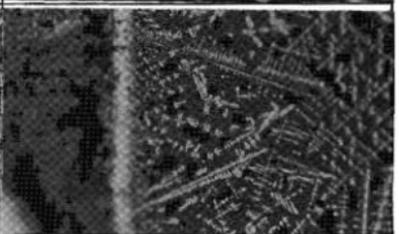
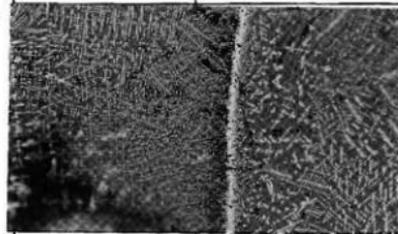
⑦×200 ⑧×400

中央：滓の接合部
微細ウスタイト・ヘーシ
ナイト・ファイヤライト



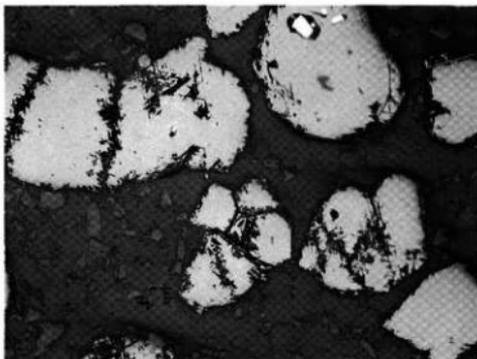
⑥

⑦

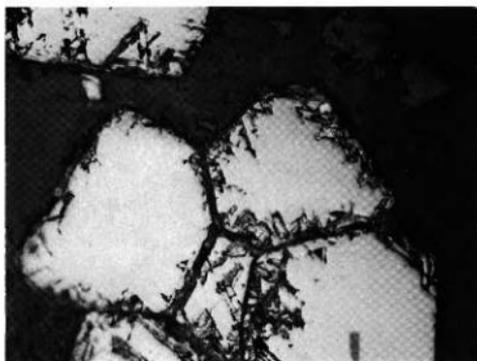


⑧

Photo. 2 砂鉄・炉内流動滓の顕微鏡組織

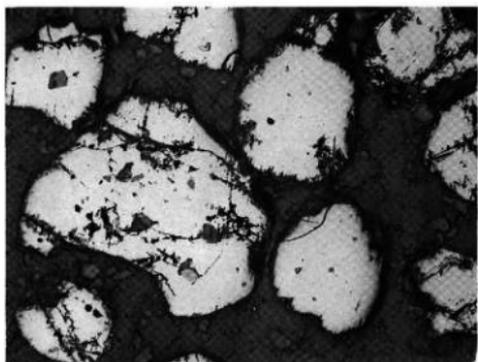


×100

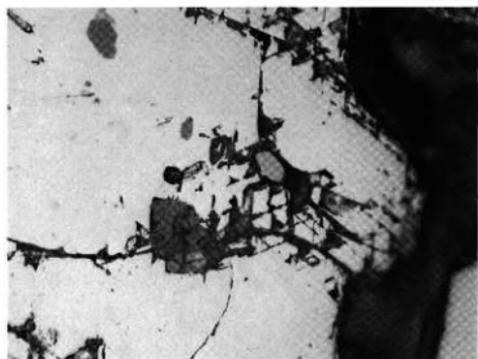


×400

A：焙焼？砂鉄



×100



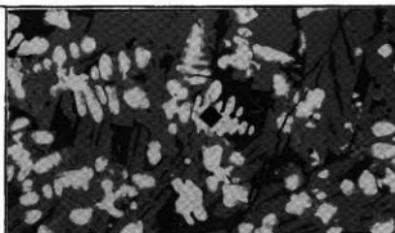
×400

C : 生砂鉄

IEN-5

流出孔滓

①×200 硬度圧重：567HV
 ヴスタイト（粒内微細
 ヘーシナイト）か
 +ファイヤライト

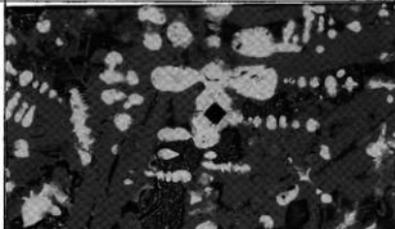


①

IEN-6

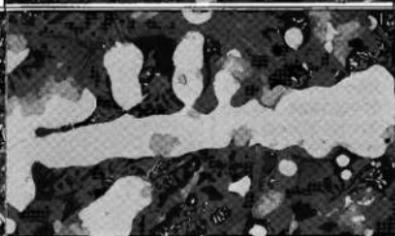
流出溝滓

②×200 硬度圧重：557HV
 ヴスタイト（粒内微細
 ヘーシナイト）か
 ③×100 ④×400
 ヴスタイト・微細ヘーシ
 ナイト・ファイヤライト



②

③



④

IEN-7

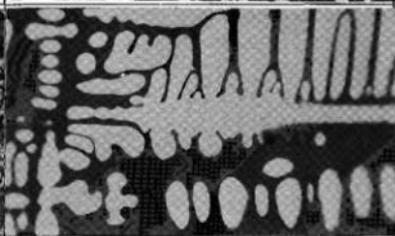
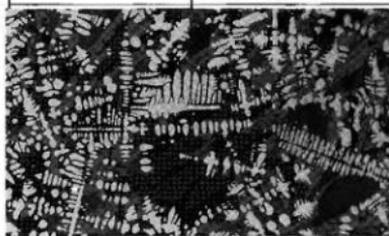
流動滓

⑤×200 硬度圧重：569HV
 ヴスタイト（粒内微細
 ヘーシナイト）



⑤

⑥



⑦

Photo.3 流出孔滓・流出溝滓・流動滓の顕微鏡組織

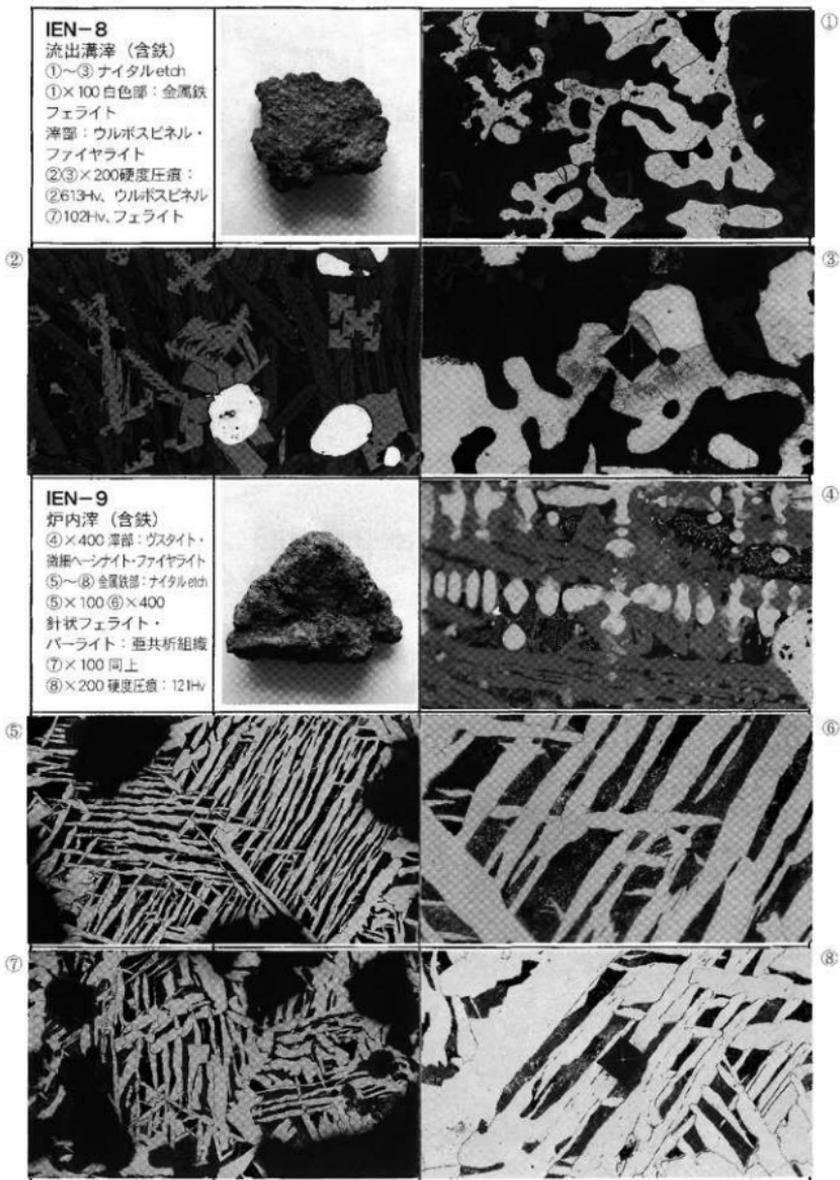


Photo.4 流出溝滓 (含鉄)・炉内滓 (含鉄) の顕微鏡組織

IEN-10

炉内滓 (含鉄)

①~⑤ ナイタルetch

①×200 硬度圧痕：79Hv

フェライト

②×100 ③×400

白色部：金属鉄フェライト

④⑤×200 洋部：硬度圧痕

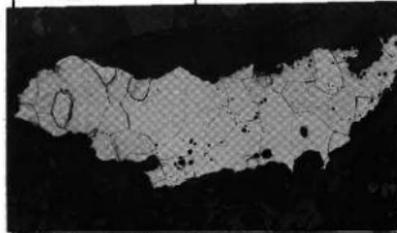
④670Hv、ウルボスピネル

⑤520Hv、ヴスタイトか

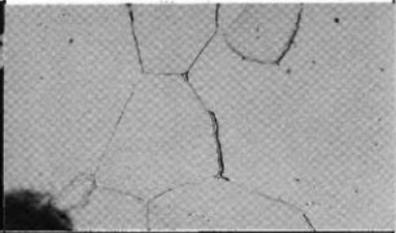


①

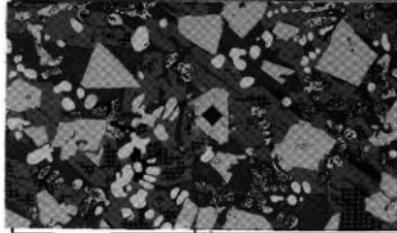
②



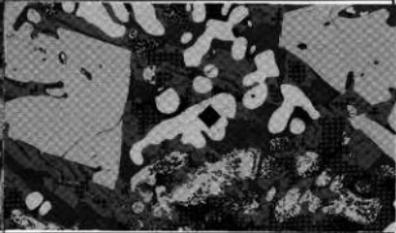
③



④



⑤

**IEN-11**

鉄製品

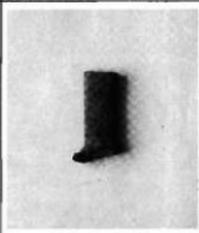
⑥×400 hoetch

バラ状黒鉛硫化物

⑦×50 ナイタルetch

ねずみ錆鉄

共晶黒鉛・バラ状黒鉛析出



⑥

⑦

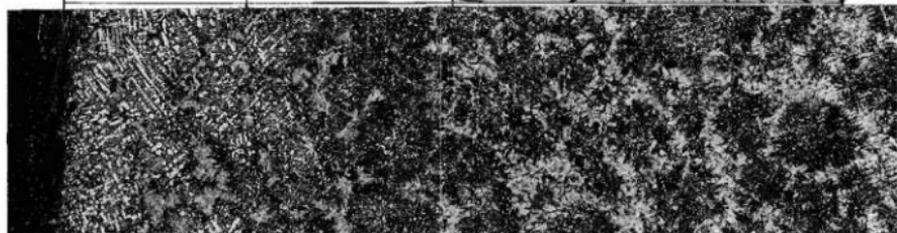
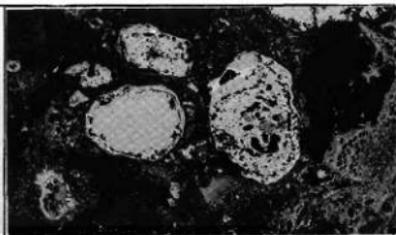


Photo.5 炉内滓 (含鉄)・鉄製品の顕微鏡組織

1EN-12

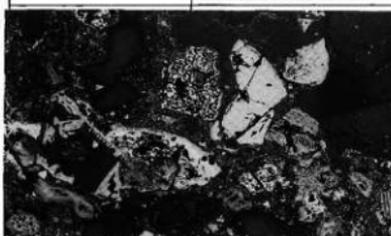
再結合滓

- ①×100 被熱砂鉄
- ②×100 中央・半還元砂鉄
- ③×100 砂鉄粒子
- ④×100⑤×400 鉄化鉄粒
- ⑥×100 ⑦×400 グスタイト・ヘーシナイト・ファイヤライト
- ⑧×100 マグネタイト凝集か
- ⑨×100 ウルボスピネル・ファイヤライト



①

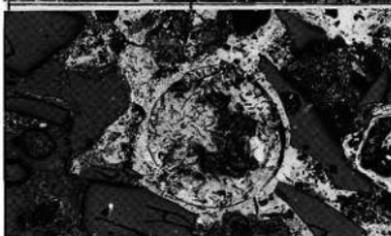
②



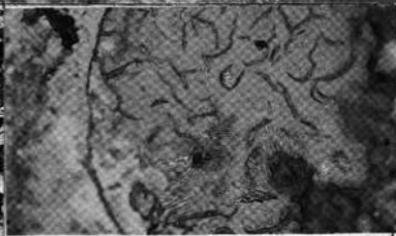
③



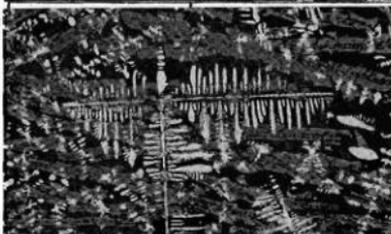
④



⑤



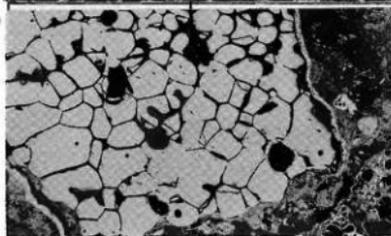
⑥



⑦



⑧



⑨

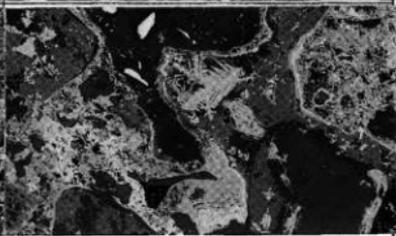
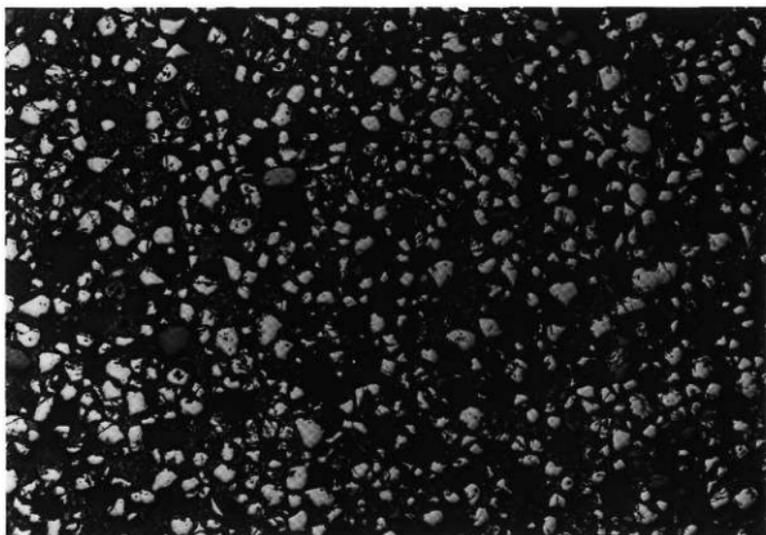
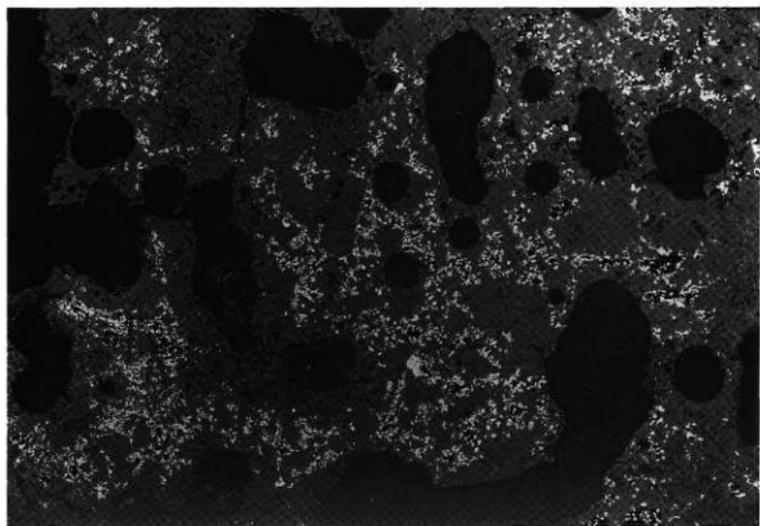


Photo. 6 再結合滓の顕微鏡組織

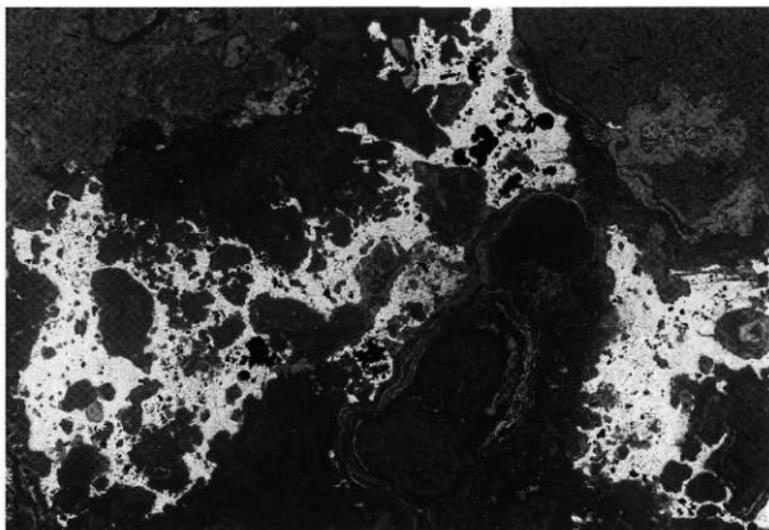


IEN-3 × 20

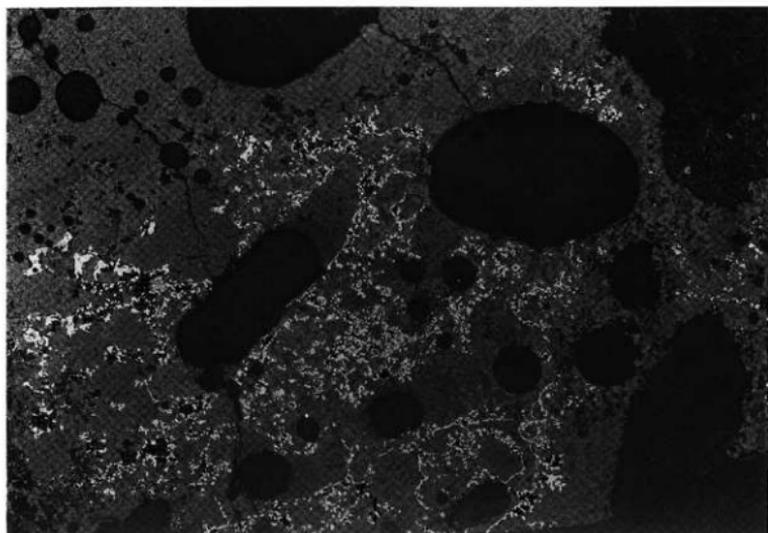


IEN-8 × 10

Photo. 7 上段：砂鉄（IEN-3）のマクロ組織（×20）
下段：流出溝滓（IEN-8）（含鉄）のマクロ組織（×10）

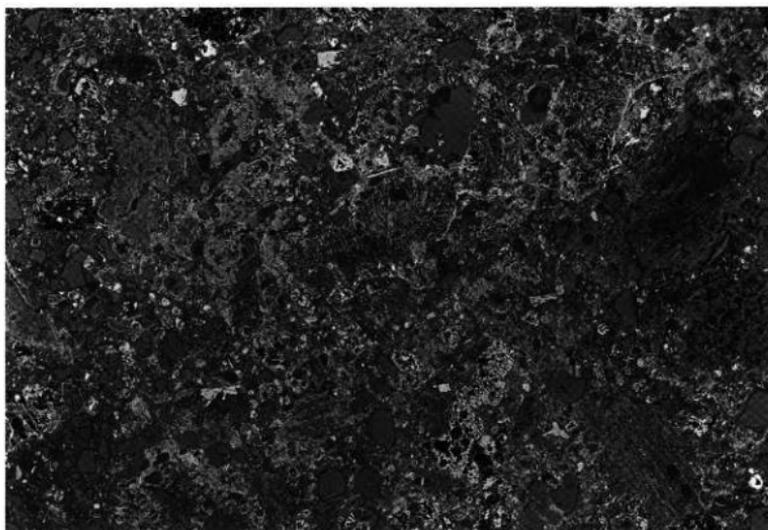


IEN-9 × 10

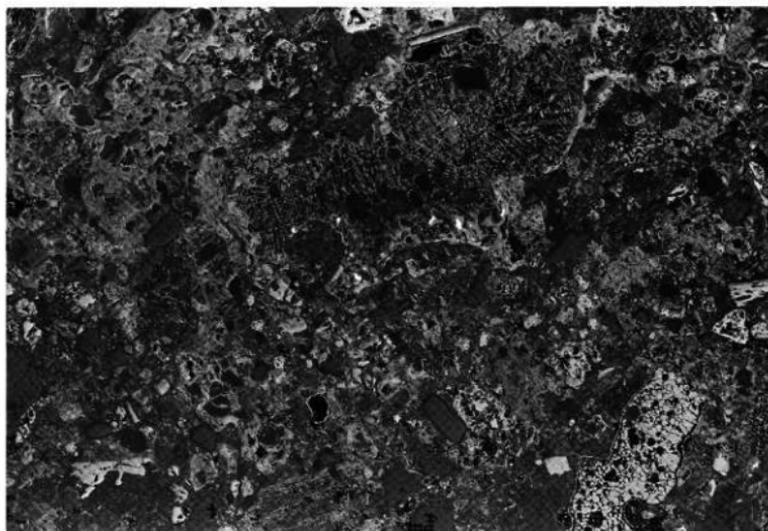


IEN-10 × 10

Photo. 8 上段：炉内滓 (IEN-9) (含鉄) のマクロ組織 (×10)
下段：炉内滓 (IEN-10) (含鉄) のマクロ組織 (×10)



IEN-12×10



IEN-12×20

Photo. 9 再結合淨 (IFN-12) のマクロ組織 上段：(×10) 下段：(×20)

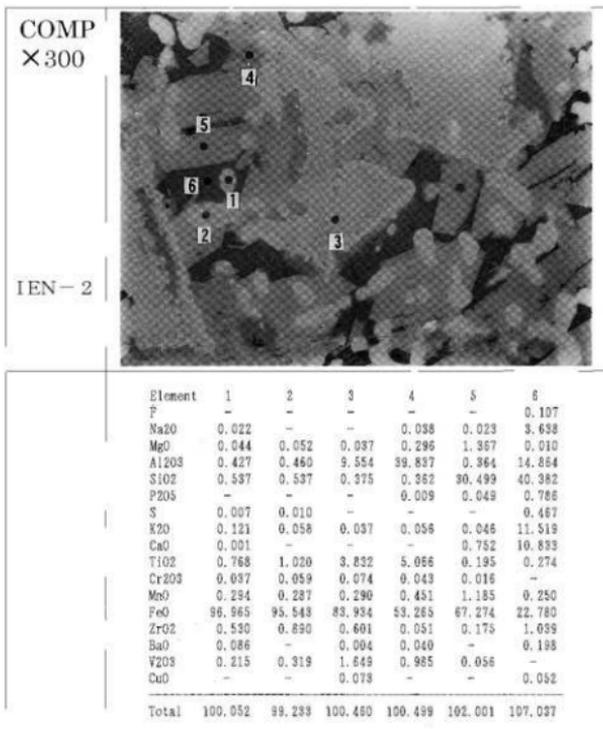


Photo.10 炉底塊 (IEN-2) 鉱物相の反射電子像と定量分析値

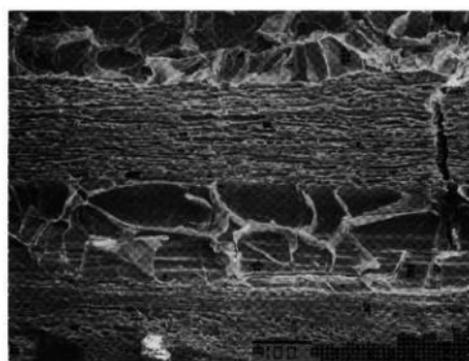
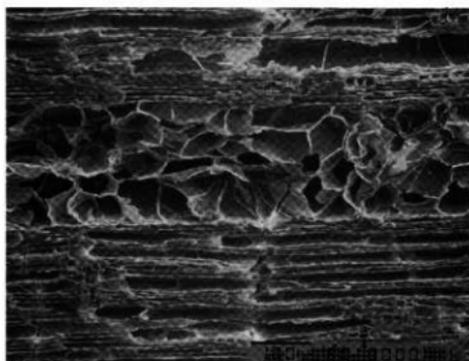
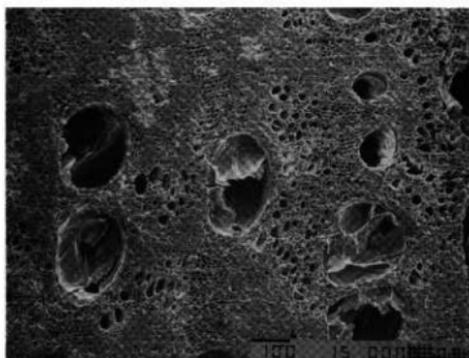


Photo.11 木炭組織 (IEN-13-1)
上から木口 ($\times 100$) 柱目 ($\times 150$) 板目 ($\times 150$)

家ノ前鈿跡より出土した木炭の¹⁴C年代測定

大阪府立大学先端科学研究所

アイソトープ総合研究センター

川野 瑛子・柴出せつ子

1. はじめに

島根県木次町教育委員会より測定依頼を受けた家ノ前鈿跡・谷口遺跡より出土木炭のメタノール液体シンチレーション法 [1, 2] による¹⁴C年代測定結果について報告する。

2. 原理と約束ごと

Libby [3] によって確立されたこの測定法は、生きている生物体の¹⁴C濃度は大気中の¹⁴C濃度とほぼ等しく、その死後新たな¹⁴Cの取り込みは行われないので¹⁴Cはその半減期で減少する。したがって生物遺体中の¹⁴C濃度 (A) と、その生物が生きていたときの¹⁴C濃度 (A0) を測定すれば現代までに経過した年数 (t) が次式から計算できる。

$$t = \frac{T_{1/2}}{0.693} \cdot \ln \frac{A_0}{A}$$

大気中¹⁴C濃度が経年、地域に関係なく一定であると言う仮定のもとに成立しているので、A0は、現在の自然界の¹⁴C濃度を測定すればよいことになる。現在、国際的な標準物質としてアメリカ標準局 (NIST) からシュウ酸 [SRM4990C] が準備されて、1982年の国際会議でその値の74.59%値をA.D.1950年の (A0) の値に置き換えることが約束された。

3. 測定方法

試料は炭化物とし、燃焼させて生じる炭酸ガスをメタノールへ導く。このメタノールの¹⁴C放射能を液体シンチレーション法により測定し、前項の式より試料の年代を計算する。

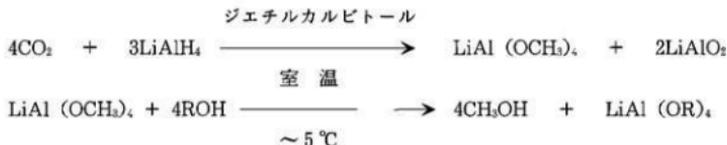
1) 試料の前処理

- ① 試料に付着している土などの夾雑物は除去する。試料は、小片に砕く
- ② IN-塩酸で、数時間加熱処理
- ③ マッフル電気炉を用いて、600°C、5時間処理し炭化物とした

2) メタノールの合成

炭化物試料を燃焼管中で燃焼させ炭酸ガス (CO₂) とし、LiAlH₄と反応させメタノールを合成する。方法としては直接法と分離法がある。通常用いる直接法とはCO₂とLiAlH₄を直接反応させる方法である。分離法は試料量が少ない場合に適用する。今回は直接法を採用した。

CO₂からメタノール合成の化学反応式は次のとおりである。合成後、2度蒸留を繰り返し分離精製を行った。



ROH ; n-ブチルカルビトール

標準シュウ酸からメタノールの合成は、標準シュウ酸に硫酸酸性過マンガン酸カリ水溶液を滴下することによりCO₂を発生させ、LiAlH₄と反応させて合成した。

精製法は試料メタノールと同様の方法で行った。

3) 液シンチレーションカウンターによるメタノールの¹⁴C放射能測定

バックード社製のトライカーブ2260XL型を使用、測定領域は18.4~84.0 KeVに設定。シンチレーターとしてはButyl-PBDの30g, bis-MSBの0.45gをキシレン1Lに溶かしたものを用了。測定は試料カクテルとバックグランドカクテルを100分ずつ交互に行い、必要な時間繰り返し測定した。標準シュウ酸から合成したメタノール試料についても同じ方法により液シン測定を行った。

4. ¹⁴C年代値の算出と結果

前項の液シン測定で得られた標準シュウ酸、試料及びバックグランドの測定値 (dpm/gC) を用いて前述の式により試料の年代値を計算することができる。ここでNISTシュウ酸値A0は、13,576±0.20dpm/gCを用いた。計算に際して¹⁴Cの半減期としてはLibbyの提唱している5568年を使用した。また、¹⁴C年代値の表示法としては、1950年を起点としてこの年より幾年前であるかで示しており、年代値の後にB.P.を添えるのが慣例である。

¹⁴C年代値には必ず測定誤差が伴い、その相対誤差1%は80年となる。誤差は、通常1標準誤差で表示、これは繰り返し測定を行った場合、測定値が誤差の範囲に入るものが全測定の68%であることを意味する。2標準誤差をとる場合は誤差の範囲は2倍になるが95%がその範囲に入る。

最後に¹⁴C年代値の結果を示す。また校正曲線(OxCal v3.5, 1998) [4]を用いて¹⁴C年代から暦年代(範囲と確率)を算出した。(表1、図1、図2、図3、図4、図5)

表1

試料名	当方コード	¹⁴ C年代値 y. BP	校正年代(暦年代)	
			範囲	確率
家の前釘跡 No1	OR-156	856 ± 33 BP	1130AD ~ 1140AD	(1.5%)
			1150AD ~ 1250AD	(66.7%)
家の前釘跡 No2	OR-157	870 ± 34 BP	1060AD ~ 1090AD	(8.1%)
			1120AD ~ 1140AD	(7.3%)
			1150AD ~ 1220AD	(52.9%)

図1

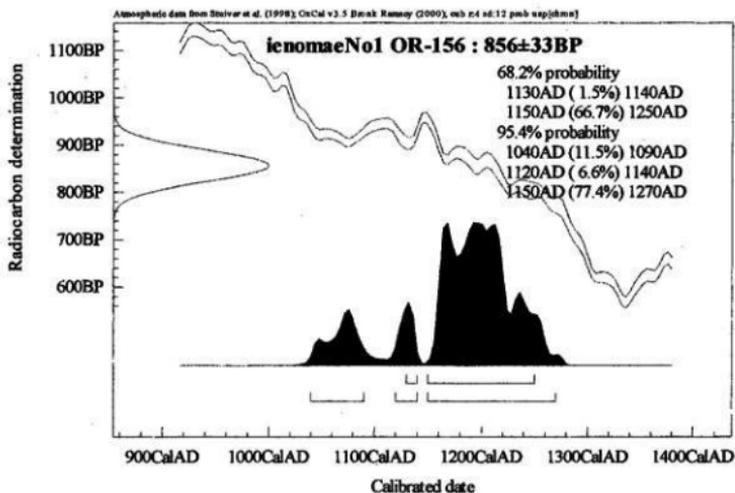


図 2

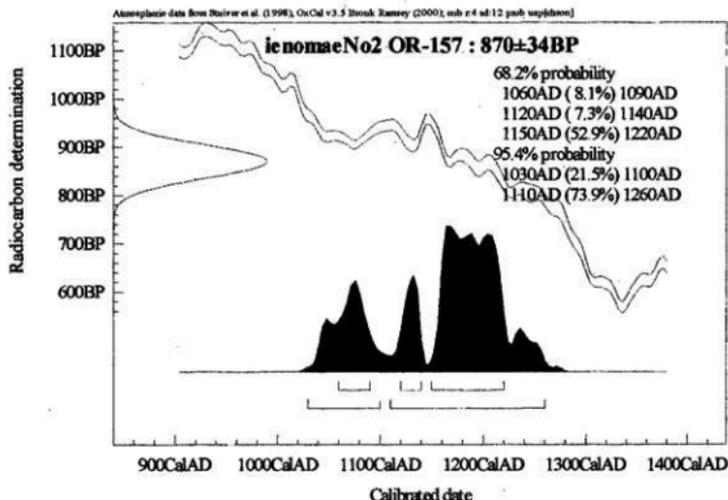
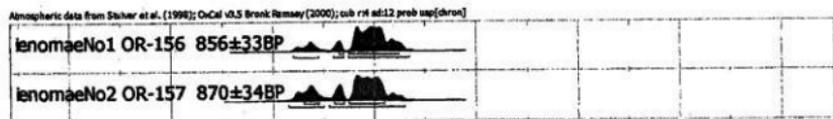


図 5



家の前新跡・谷口遺跡 (木次町教育委員会)

	(但し、NBS7-9酸 S-18-19DATA 使用)										*δ-15(Nist)		*δ-22.9(Sample)					
	BG	dev	Scpm	dev	Sdpm	dev	Eff	C (g)	dpm/gC	dev	t. TIME	BP	dev	NIST	dev	BP	dev	
							15TE	Mo (g)			(min)						*	(Delta補正)
2002/1/10 OR-156 家の前新跡 (No 1) 木次町教育委員会	2.197	0.021	17.135	0.064	32.014	0.122	0.535	2.625	12.196 ± 0.046		5000	861 ± 33		13.576 ± 0.020		856 ± 33		
2002/1/22 OR-157 家の前新跡 (No 2) 木次町教育委員会	2.170	0.023	17.092	0.066	31.958	0.128	0.535	2.625	12.175 ± 0.049		5000	875 ± 34		13.576 ± 0.020		870 ± 34		

参考文献

- [1] S.Shibata, E.Kawano, T.Nakabayashi, S.Kawamura and O.Yamada, Ann.Rep.Rad.Ctr. Osaka 27,99(1986/1987)
- [2] S.Shibata, E.Kawano and T.Nakabayashi, Radiocarbon 39(1) 79-87 (1997)
- [3] W.F.Libby, Radiocarbon Dating, 2nd Ed., the Univ. of Chicago Press, Chicago(1955)
- [4] OxCal v3.5 ; Stuiver et al., Radiocarbon 40(3) 1041-1083 (1998)

家ノ前鈎跡の地磁気年代

島根大学総合理工学部

時枝克安・山室雅哉

1 地磁気年代測定法の仕組み

地磁気の要素には強度、および、伏角と偏角で表される方向があるが、それらはすべて変動している。これらの変動には、変化速度の速いものから遅いものまで様々な成分が含まれているが、10年以上経過して初めて変化したことが分かるような緩慢な変動を地磁気永年変化と呼んでいる。ここで用いる地磁気年代法で時計の働きをするのは、地磁気の方角の永年変化であり、過去の地磁気の方角と年代の関係を表す変動曲線を利用して、地磁気の方角から年代を読みとろうとする。しかし、ある焼土が焼けた年代を知るためには、焼けたときの地磁気の方角が何かに記録されており、それを測定できなくては目的を果たせない。焼けたときの地磁気の方角は焼土の熱残留磁気として記録され、保存されている。地磁気年代を求める手順を述べると、まず、焼土の熱残留磁気の測定によって、焼土の被熱時の地磁気の方角を求め、次に、焼土のある地域の地磁気永年変化曲線上で、求めた方向に近い点を決定し、その点の年代目盛りを読みとることになる。

土壌、粘土、砂、岩石等が地磁気のなかで焼けると、これらは熱残留磁気を帯びる。熱残留磁気の担い手は、これらに含有される磁鉄鉱等の磁性粒子であり、熱残留磁気の方角は、焼けたときの地磁気の方角に一致し、しかも、磁性粒子のキュリー温度（磁鉄鉱では575℃）以上に再加熱されないかぎり、物理・化学的攪乱に対して非常に安定であり、数万年以上時間が経過しても変化しない。焼土がキュリー温度以上に再加熱されたときには、それまで保持されていた残留磁気は完全に消滅し、その代わり、再加熱時の地磁気の方角を向いた新しい残留磁気を獲得される。つまり、焼土は最終焼成時の地磁気の方角を熱残留磁気の方角として正しく記憶していることになる。それゆえ、年代既知の焼土の熱残留磁気を利用して、過去の地磁気の方角が時間とともにどのように変化したかをあらかじめ測定してグラフを作成しておけば、このグラフを時計の目盛りとして、焼土の最終焼成年代を推定できることになる。この時計では地磁気の方角が“針”に相当し、焼土の熱残留磁気は焼成時の“針の位置”を記憶していることになる。日本では、西南日本の過去2000年間の地磁気永年変化曲線が広岡によってかなり詳しく測定されているので、ここで説明した方法が焼土の簡便な年代測定法として実用化されている。地磁気年代法の詳細については広岡、および、中島等による解説¹⁾が参考になる。

2 地磁気年代測定法の問題点

第一に地磁気の地域差が問題となる。地磁気の方角は時間だけでなく場所によっても変化するので、地域によっては、その場所の標準曲線の形が西南日本のものからかなり相違する場合がある。厳密に言えば、ある焼土の地磁気年代を求めるには、焼土のある地域の標準曲線を使用しなければならない。相違が小さいときには西南日本の標準曲線を代用できるが、相違が大きいたときにはその地域特有の標準曲線を決定し、この曲線と焼土の残留磁気の方角を比較する必要がある。今までの中国地域の調査では、西南日本の標準曲線が

ら求めた地磁気年代は、ほとんどの場合、遺物の考古学年代と整合する。したがって、中国地域では、西南日本の標準曲線を使用して地磁気年代を決定しても問題はない。

第二に土器編年の影響の問題がある。地磁気年代測定法は地磁気変動という物理現象を利用しているので、地磁気年代は土器編年に左右されないと考えがちであるが、実際には、地磁気年代と土器編年の間には密接な関係がある。すなわち、少数の年代定点を除くと、標準曲線上のほとんどの年代目盛りは土器編年体系を参照して決められている。それゆえ、年代定点に近い地磁気年代には問題がないが、年代定点から遠く離れた地磁気年代は土器編年の影響を強く受けており、もし、土器編年に改訂があれば、地磁気年代も訂正しなければならない。年代定点の数が増加すると、地磁気年代はこのような相互依存から独立できるが、現状では年代定点が少数なのでやむをえない。しかし、地磁気年代測定法は、地磁気を媒介とする対比のおかげで、焼土跡に遺物がない場合でも有効である点、相互に隔絶した土器編年を対比できる点で独自の優れた性格をもっている。

3. 遺構と試料

家ノ前跡(島根県大原郡木次町大字北原 887)は長軸をほぼ東西に沿って構築されており、その両側に炉壁の下部が残っている。地磁気年代を測定するために、北側および南側の炉壁下部から、それぞれ、12ケと11ケの定方位試料を採取した。土器などの遺物の出土はないので、たたら操業年代の考古学的判定は困難であるが、炉壁にスサの混入が認められる事実から、およその見当として14～16世紀が考えられている。試料の採取状況を図1と表1に示す。

表1 定方位試料採取状況

焼土	試料個数
北側の炉壁下部	12ケ
南側の炉壁下部	11ケ

4. 測定結果

試料の自然残留磁気をスピナー磁力計(Schonstedt社 Model SSM-1A)で測定した。自然残留磁気の強度分布(図2)には標準的な値よりも弱い傾向が見られる。すなわち、焼土の残留磁気強度としては弱いレベルの 10^2emu/g が61%と大半を占めており、通常レベルの 10^4emu/g は35%、強いレベルの 10^5emu/g は1ケの試料のみである。自然残留磁気の方向(図3a)は全体に分散している。残留磁気の方向のまとまりを改善するために、全ての試料に対して、消磁磁場が5, 10, 15, 20, 30mTの段階的交流消磁を行った。交流消磁というのは、試料を交流磁場中で回転させながら、磁場強度を適当な設定値から零になるまで滑らかに減少させて、抗磁力が磁場の設定値よりも弱い磁気成分を消去する方法である。図3のb, c, d, e, fは、それぞれ、消磁磁場が5, 10, 15, 20, 30mTの交流消磁を行った後の残留磁気の方向である。消磁磁場が15mTになると5ケの試料の残留磁気の方向が顕著に集中した(図3d 小円内) また、これに伴って、残留磁気強度は約半減したので、交流消磁(15mT)によって2次の磁化による汚染はほとんど除去されたと見てよい。消磁磁場

をさらに強くすると残留磁気の方向のまとまりはかえって劣化した(図 3e,f)。この原因は、消磁によって残留磁気強度が弱くなり、測定誤差が増えたためと考えられる。図 3a,b,c,e,f の●は交流消磁(15mT)で残留磁気の方向が集中する試料のデータを示す。

5. 家ノ前鉦跡の地磁気年代

家ノ前鉦跡の交流消磁(15mT)後の小円内の集中するデータ(図 3d)を選択して、これらの平均方向を計算すると次の結果を得る。

家ノ前鉦跡の残留磁気の平均方向

Im(度)	Dm(度 E)	k	α_{95} (度)	n/N	消磁磁場
50.61	-1.92	796	2.71	5/23	15mT

Im: 平均伏角 k: Fisher の信頼度係数 n/N: 採用試料数/採取試料数
Dm: 平均偏角 α_{95} : 95%誤差角

図4は家ノ前鉦跡の残留磁気の平均方向(+印)と誤差の範囲(点線の楕円)および、広間による西南日本の過去2000年間の地磁気永年変化曲線⁷⁾である。地磁気年代を求めるには、残留磁気の平均方向に近い点を永年変化曲線上に求めて、その点の年代を読みとる。地磁気永年変化曲線の重なり合いのために、3つの異なる地磁気年代(AD100頃、AD1100頃、AD1850頃)が可能となるが、炉壁にスサの混入が認められることから、14～16世紀の年代が考えられているので、この推定範囲に近い年代値を選ぶと、AD1120±50が得られる。

家ノ前鉦跡の地磁気年代
AD1120 ± 50

6. 家ノ前鉦跡の地磁気年代の信頼性

家ノ前鉦跡の交流消磁(15mT)後の残留磁気の方向の中から、小円内の集中するデータを選択し、これらの平均方向を元にして地磁気年代を求めた。この方向が、たたら操業時の地磁気の正しい方向と一致しているかどうかが問題となる。製鉄遺跡では、固化鉄の磁化の影響によって残留磁気の方向が偏ることが予想されるので、この点に常に注意をはらわなければならない。

もし、鉄の磁化が原因となつて、残留磁気の方向が創業時の地磁気の方向から偏つたとすると、残留磁気の方向の偏りは鉄に対する相対位置によって異なるはずである。しかし、図1に見られるように、鉄を扱った炉床中央部を挟んで、北側炉壁の2ヶの試料と南側炉壁の3ヶの試料について、交流消磁(15mT)後のデータが広い範囲にわたって集中している。したがって、これらの平均方向は操業時の地磁気の正しい方向と一致しており、この平均方向から得られた地磁気年代値(AD1120±50)は信頼できる値である。

最後に、試料採取時にお世話になった木次町教育委員会の坂本論司氏に感謝いたします。

- 註(1) 広岡公夫(1995) 「考古資料分析法」、考古学ライブラリー、65、
田口勇、齊藤努編、ニュー・サイエンス社、100-101
- (2) 中島正志、夏原信義 「考古地磁気年代推定法」考古学ライブラリー9
ニュー・サイエンス社
- (3) 広岡公夫(1978) 考古地磁気および第四紀古地磁気の最近の動向
第4紀研究 15、200-203

【図の説明】

- 図1 家の前たたら跡からの試料採取状況 (●、▲)
●は交流消磁(15mT)で残留磁気の方向が集中した試料の位置を示す。
▲は交流消磁(15mT)で残留磁気の方向が集中する試料のデータを示す。
- 図2 家の前たたら跡の自然残留磁気強度の分布
- 図3 家の前たたら跡の交流消磁による残留磁気の変化
(a) 自然残留磁気 (b) 交流消磁(5mT) (c) 同(10mT) (d) 同(15mT)
(e) 同(20mT) (f) 同(30mT)
- 図4 家の前たたら跡の残留磁気の平均方向 (+印) と誤差の範囲 (点線の楕円) および、広岡による西南日本の過去2000年間の地磁気永年変化曲線

図1

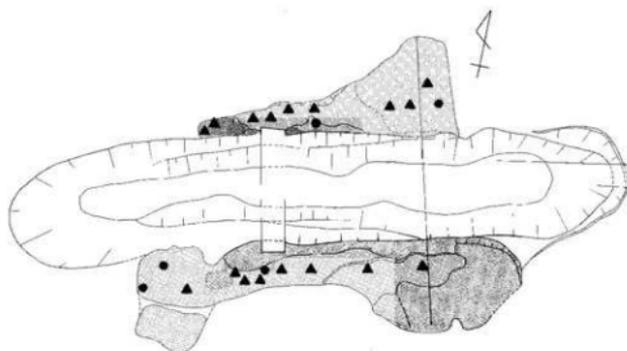


図2

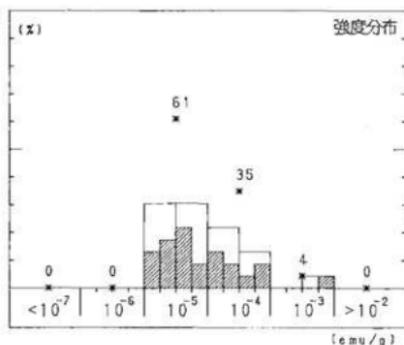


图 3

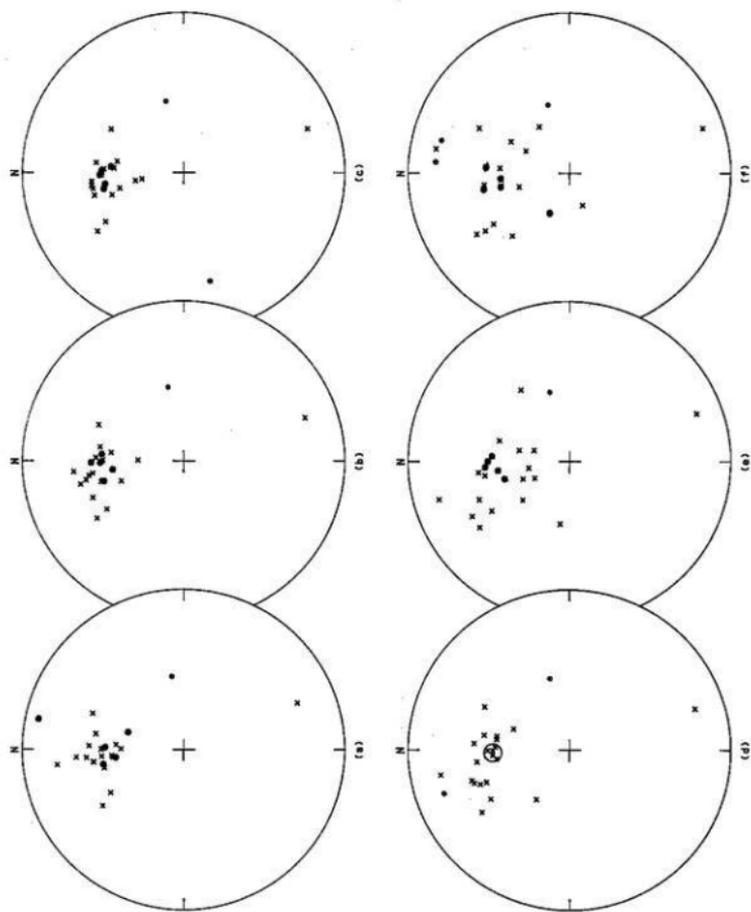
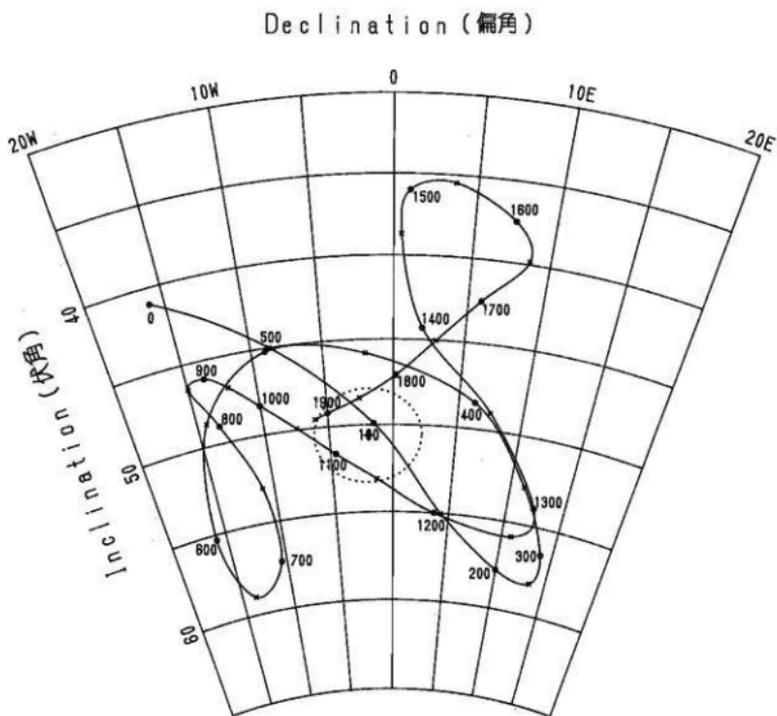


图 4



家ノ前貯跡における環境考古学分析

環境考古学研究会

金原正明・金原正子

I. はじめに

家ノ前貯跡からはトイレ遺構の可能性のある遺構が検出された。この遺構から採取された堆積物と板材含浸水の沈査の寄生虫卵分析を行い、糞便堆積物の有無およびトイレ遺構の可能性を調べる。他に炭化材、板材の樹種同定を併せて行った。

II. 試料

寄生虫卵分析、花粉分析については家ノ前貯跡より検出のトイレ遺構内より採取された堆積物 6 点、板材含浸水を遠心分離（1500rpm、2 分間）の後、上澄みを捨てるという操作を行って得られた沈査 2 点の計 9 点を対象とした。堆積物は、C-0 地点番号 A（試料 9）、C-0 地点番号 B（試料 10）、C-0 地点番号 C（試料 11）、C-1 地点番号 D（試料 12）、C-1 地点番号 E（試料 13）、C-2 地点番号 F（試料 14）である。

また、炉床内より出土した炭化材 8 点及びトイレ遺構内より出土した廃棄板材 1 点の合計 9 点において樹種同定を行った。

III. 寄生虫卵分析

1. 原理

人、動物などに寄生する寄生虫の卵殻は堆積物中に残存しやすい。人が密度高く居住すると周囲の寄生虫卵の汚染度が高くなる。また、トイレ遺構等の糞便の堆積物では寄生虫卵密度が高く、他の堆積物と識別することができトイレ遺構を確認することも可能である。さらに、寄生虫の特有の生活史や感染経路から食物を探ることもできる。現状では近年研究されだした研究であり分析例も少ない。

2. 方法

微化石分析法を基本に以下のように行った。

- 1) サンプルを採量する。
- 2) 脱イオン水を加え攪拌する。
- 3) 篩別により大きな砂粒や木片等を除去し、沈澱法を施す。
- 4) 25%フッ化水素酸を加え30分静置。(2・3度混和)
- 5) 水洗後サンプルを2分する。
- 6) 2分したサンプルの一方にアセトリシス処理を施す。
- 7) 両方のサンプルを染色後グリセリンゼリーで封入しそれぞれ標本を作製する。
- 8) 検鏡はプレパラート作製後直ちに、生物顕微鏡によって300~1000倍で行う。

以上の物理・化学の各処理間の水洗は、1500rpm、2分間の遠心分離を行った後、上澄み

を捨てるという操作を3回繰り返して行った。

3. 結果

出現した寄生虫卵は、1分類群である。この学名と和名および粒数を表1に示し、写真に示した。

1) トイレ遺構内より採取された堆積物

C-0地点番号C(試料11)は回虫卵が検出されたがC-0地点番号A(試料9)、C-0地点番号B(試料10)、C-1地点番号D(試料12)、C-1地点番号E(試料13)、C-2地点番号F(試料14)は寄生虫卵及び明らかな消化残渣が検出されなかった。

2) 板材含浸水

試料16、試料17は、寄生虫卵及び明らかな消化残渣が検出されなかった。

IV. 花粉分析

1. 原理

種子植物やシダ植物等が生産する花粉・胞子は分解されにくく堆積物中に保存される。花粉は空中に飛散する風媒花植物と虫媒花植物等があり、虫媒花植物に対し風媒花植物は非常に多くの花粉を生産する。花粉は地表に落下後、一部土壤中に留まり、多くは雨水や河川で運搬され水域に堆積する。堆積物より抽出した花粉の種類構成や相対比率から、地層の対比を行ったり、植生や土地条件の古環境や古気候の推定を行う。普通、比較的広域に分布する水成堆積物を対象として、堆積盆単位などのやや広域な植生や環境と地域的な対比に用いられる。考古遺跡では堆積域の狭い遺構などの堆積物も扱い、局地的な植生や環境の復元にも用いられている。

2. 方法

花粉粒の分離抽出は、基本的には中村(1973)を参考にして、試料に以下の物理化学処理を施して行った。

- 1) 5%水酸化カリウム溶液を加え15分間湯煎する。
- 2) 水洗した後、0.5mmの篩で籾などの大きな粒子を取り除き、沈澱法を用いて砂粒の除去を行う。
- 3) 25%フッ化水素酸溶液を加えて30分放置する。
- 4) 水洗した後、氷酢酸によって脱水し、アセトリス処理(無水酢酸9:濃硫酸1のエルドマン氏液を加え1分間湯煎)を施す。
- 5) 再び氷酢酸を加えた後、水洗を行う。
- 6) 沈澱に石炭酸フクシンを加えて染色を行い、グリセリンゼリーで封入しプレパラートを作製する。

以上の物理・化学の各処理間の水洗は、遠心分離(1500rpm、2分間)の後、上澄みを捨てるという操作を3回繰り返して行った。

検鏡はプレパラート作製後直ちに、生物顕微鏡によって300?1000倍で行った。花粉の同定は、島倉(1973)および中村(1980)をアトラスとして、所有の現生標本との対比で行った。結果は同定レベルによって、科亜科、属、亜属、節および種の階級で分類した。複数の分類群にまたがるものはハイフン(?)で結んで示した。なお、科・亜科や属の階級の分類群で一部が属や節に細分できる場合はそれらを別の分類群とした。イネ属に関しては、中村(1974, 1977)を参考にして、現生標本の表面模様・大きさ・孔・表層断面の特徴と対比して分類しているが、個体変化や類似種があることからイネ属型とした。

3. 結果

(1) 分類群

出現した分類群は、樹木花粉19、樹木花粉と草本花粉を含むもの3、草本花粉13、シダ植物孢子2形態の計37である。これらの学名と和名および粒数を表2に示し、花粉数が200個以上計数できた試料は、花粉総数および樹木花粉数を基数とする花粉ダイアグラムを図1、図2に示す。なお、200個未満であっても100個以上の試料については傾向をみるため参考に図示し、主要な分類群は写真に示した。

以下に出現した分類群を記す。

[樹木花粉]

マツ属複雑維管束亜属、スギ、イチイ科?イヌガヤ科?ヒノキ科、クルミ属、サワグルミ、ノグルミ、ハンノキ属、カバノキ属、ハンバミ属、クマシテ属?アサダ、クリ、ブナ属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、エノキ属?ムクノキ、アカメガシワ、キハダ属、トチノキ、ミズキ属、エゴノキ属

[樹木花粉と草本花粉を含むもの]

クワ科?イラクサ科、マメ科、ウコギ科

[草本花粉]

イネ科、イネ属型、カヤツリグサ科、ソバ属、アカザ科?ヒユ科、ナデシコ科、キンポウゲ属、アブラナ科、ツリフネソウ属、セリ亜科、タンポポ亜科、キク亜科、ヨモギ属

[シダ植物孢子]

単条溝孢子、三条溝孢子

(2) 花粉群集の特徴

1) トイレ遺構内より採取された堆積物

C-0地点番号A(試料9)、C-0地点番号B(試料10)、C-0地点番号C(試料11)は草本花粉の占める割合が樹木花粉よりもやや高い。また、花粉密度はやや低い。樹木花粉はクリの出現率が高く、コナラ属コナラ亜属、マツ属複雑維管束亜属、スギなどが続く。草本花粉はイネ属型を伴うイネ科が優占し、タンポポ亜科、ヨモギ属、カヤツリグサ科などが伴う。C-0地点番号C(試料11)はソバ属が出現する。

C-1地点番号D(試料12)、C-1地点番号E(試料13)、C-2地点番号F(試料14)は樹木花粉の出現率が非常に高く、特にクリの占める割合が高い。他に、サワグルミ、

スギ、マツ属複雑管束亜属などが低率に出現する。草本花粉は少なく、タンポポ亜科、ヨモギ属、イネ科などが出現する。

2) 板材含浸水

上澄み液(試料16)は花粉が検出されなかったが、試料17はイネ科花粉が1個検出された。

V. 考察

1. トイレ遺構である可能性について

C-0地点番号C(試料11)で同虫卵が検出されたがC-0地点番号A(試料9)、C-0地点番号B(試料10)、C-1地点番号D(試料12)、C-1地点番号E(試料13)、C-2地点番号F(試料14)および含浸水板材は寄生虫卵及び明らかな消化残渣が検出されなかった。また、花粉密度も低いことから、花粉は分解された可能性もあるが、出現する花粉群集は周辺の堆積環境を反映していると考えられる。以上から試料に糞便の堆積物が含まれていたとは考えにくい。分析結果からは本遺構がトイレ遺構である蓋然性はないとみなされるが、トイレ遺構は廃絶時に汲み取り行った後埋め戻すこともあり、その場合は蓋然性が問えない。

2. 推定される植生と堆積環境について

C-0地点の3試料は、花粉群集の特徴が類似し、同じような堆積環境であったことが推定される。堆積地周辺は、イネ科を主にタンポポ亜科、ヨモギ属などの草本が繁茂していたと推定される。これらの草本は乾燥地を好む人里植物ないし耕地雑草の性格を持つ。栽培植物であるソバ属やイネ属も伴われるため、堆積地周辺において畑や水田が営まれていたと考えられる。森林植生として、クリ、コナラ属コナラ亜属の落葉広葉樹林、マツ属複雑管束亜属、スギの針葉樹林が分布していたと推定される。生態上二次林の可能性もある。特に下部はクリ林に覆われていたと推定される。

C-1地点、C-2地点は虫媒花植物であるクリの出現率が非常に高く、周辺にクリ林が分布していた可能性が高い。

VI. 樹種同定

1. 原理

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、その構造は年輪が形成され針葉樹材や広葉樹材で特徴ある組織をもつ。そのため、解剖学的に概ね属レベルの同定が可能となる。木材は大型の植物遺体であるため移動性が少なく、堆積環境によっては現地性の森林植生の推定が可能になる。考古学では木材の利用状況や流通を探る手がかりになる。

2. 方法

試料の内、木材はカミソリを用いて、新鮮な基本的三断面(木材の横断面、放射断面、接線断面)を作製し、生物顕微鏡によって60~600倍で観察した。炭化材は割折して新鮮な基

本的三断面（木材の横断面、放射断面、接線断面）を作製し、落射顕微鏡によって75～750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。

3. 結果

結果は表3に示し、主要な分類群の顕微鏡写真を示す。以下に同定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 図版1

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ビ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、どちらも北海道南部、本州、四国、九州に分布する。常緑高木である。材は水湿によく耐え、広く用いられる。

クマシデ属イヌシデ節 *Carpinus* sect. *Carpinus* カバノキ科 図版2

横断面：小型で丸い道管が、単独あるいは数個放射方向に複合し、全体として放射方向に配列する放射孔材である。集合放射組織が見られる。

放射断面：道管の穿孔は、単穿孔である。放射組織は同性である。

接線断面：放射組織は、同性で1～3細胞幅のもと、集合放射組織からなる。

以上の形質よりクマシデ属イヌシデ節に同定される。落葉の中高木で、北海道、本州、四国、九州の山野に分布する。

コナラ属コナラ節 *Quercus* sect. *Prinus* ブナ科 図版3

横断面：年輪のはじめに大型の道管が、1～3列配列する環孔材である。晩材部では薄壁で角張った小道管が、火炎状に配列する。早材から晩材にかけて道管の径は急激に減少する。

放射断面：道管の穿孔は単穿孔で、放射組織は平伏細胞からなる。

接線断面：放射組織は同性放射組織型で、単列のものと大型の広放射組織からなる複合放射組織である。

以上の形質よりコナラ属コナラ節に同定される。コナラ属コナラ節にはカシワ、コナラ、ナラガシワ、ミズナラがあり、北海道、本州、四国、九州に分布する。落葉高木で、高さ15m、径60cmぐらいに達する。材は強靱で弾力に富み、建築材などに用いられる。

4. 所見

同定の結果、炉床内より出土した炭化材はコナラ属コナラ節7、クマシデ属イヌシデ節1であった。トイレ遺構内より出土した廃棄板材はマツ属複雑管束亜属であった。コナラ属コナラ節は温帯上部の冷温帯に主に分布する落葉広葉樹である。クマシデ属イヌシデ節は温帯の雑木林に普通に分布する。マツ属複雑管束亜属は二次林を形成するアカマツと海岸林を形成するクロマツとがある。いずれの材も水湿によく耐える材である。

VII. むしろ状繊維質遺物について

1. 原理

植物にはその細胞内にガラスの主成分である珪酸を蓄積するものがあり、それはプラント・オパール（植物珪酸体）になって半永久的に残存する。プラント・オパール（植物珪酸体）は形態的にイネ科を主に葉針起源のものが同定が行え、イネ、ヨシ属、ウシクサ族、タケ亜科などが主要な同定要素となり、特に水田層の検出を示唆することに効力を発する。ここでは遺物のプラント・オパール分析を行い、材料となった植物の種類を推定を試みる。

2. 方法

試料には以下の物理化学処理を施し、プレパラートを作成した。

- 1) 試料を採量する。
 - 2) 10%過酸化水素水を加え、加温し反応させながら、1晩放置する。
 - 3) 上澄みを捨て、細粒のコロイドおよび薬品の水洗を行う。水を加え、1.5時間静置後、上澄みを捨てる。この操作を5、6回繰り返す。
 - 4) 残渣をマイクロピペットでカバーガラスに滴下し乾燥させる。マウントメディアによって封入しプレパラートを作成する。
- プレパラートは生物顕微鏡で600~1500倍で検鏡し、直線視野法により計数を行う。

3. 結果

E-0地点（試料18）のむしろ状繊維質遺物に対して、プラント・オパール分析を行った結果、プラント・オパールは検出されなかった。このことからむしろ状繊維質遺物はイネ科以外の植物が材料であったとみられる。

参考文献

- Peter J. Warnock and Karl J. Reinhard (1992) Methods for Extracting Pollen and Parasite Eggs from Latrine Soils. *Journal of Archaeological Science*, 19, p.231-245.
- 金原正明・金原正子 (1992) 花粉分析および寄生虫。藤原京跡の便所遺構—藤原京7条1坊一、奈良国立文化財研究所, p.14-15.
- 金子清俊・谷口博 (1987) 線形動物・扁形動物。医動物学, 新版臨床検査講座, 8, 医歯薬出版, p.9-55.
- 金原正明 (1999) 寄生虫。考古学と動物学, 考古学と自然科学, 2, 同成社, p.151-158.

- 中村純（1973）花粉分析. 古今書院, p.82-110.
- 金原正明（1993）花粉分析法による古環境復原. 新版古代の日本第10巻古代資料研究の方法, 角川書店, p.248-262.
- 島倉巳三郎（1973）日本植物の花粉形態. 大阪市立自然科学博物館収蔵目録第5集, 60p.
- 中村純（1980）日本産花粉の標徴. 大阪自然史博物館収蔵目録第13集, 91p.
- 中村純（1974）イネ科花粉について、とくにイネ（*Oryza sativa*）を中心として. 第四紀研究, 13, p.187-193.
- 中村純（1977）稲作とイネ花粉. 考古学と自然科学, 第10号, p.21-30.
- 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, 296p.

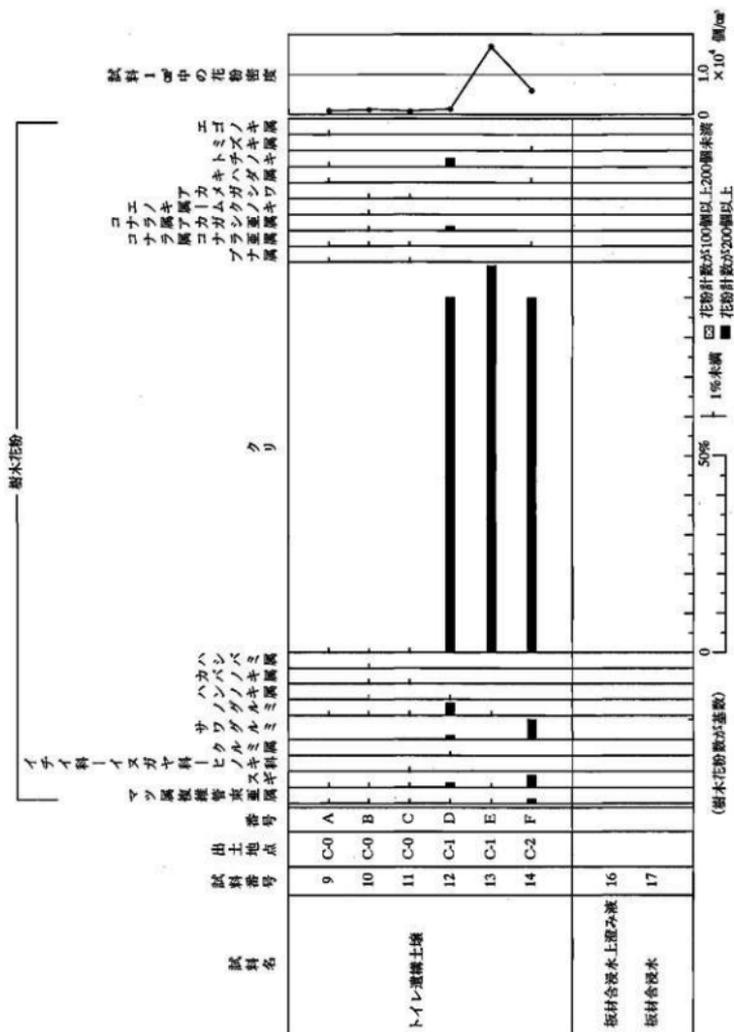


図2 家ノ前庭跡における樹木花粉ダイアグラム

表1 家ノ前鈿跡における寄生虫卵分析結果

分類群	トイレ遺構土壌						板材含浸水			
	9	10	11	12	13	14	16	17		
学名	和名						上澄み液			
Helminth eggs	寄生虫卵									
Ascaris	回虫卵									
Total	計		3						0	0
	0	0	3	0	0	0	0	0		
	試料1cm ² 中の寄生虫卵密度									
	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	-	-		
	×10									
	明らかな消化残渣									
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
	試料1cm ² 中の花粉密度									
	9.7	1.1	6.5	1.8	1.7	6.1	-	-		
	×10 ²		×10 ³	×10 ²	×10 ³	×10 ⁴	×10 ³			

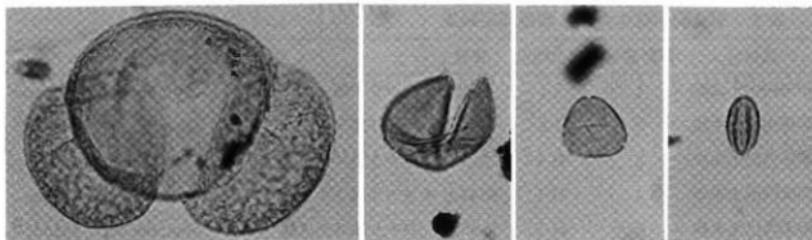
表2 家ノ前鈿跡における花粉分析結果

分類群	トイレ遺構土壌						板材含浸水	
	9	10	11	12	13	14	16	17
学名	和名						上澄み液	
Arboreal pollen	樹木花粉							
Pinus subgen. Diploxylon	マツ属複雑管束亜属							
	5	8	11	1	1	4		
Cryptomeria japonica	スギ							
	8	2	4	2	3	9		
Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae	イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科							
			1					
Juglans	クルミ属							
				1				
Pterocarya rhoifolia	サワグルミ							
				2		16		
Platycarya strobilacea	ノグルミ							
	2	1	1	4	3			
Alnus	ハンノキ属							
		2		1				
Betula	カバノキ属							
		1	1					
Corylus	ハシバミ属							
		1						
Castanea crenata	クリ							
	23	19	34	146	322	301		
Fagus	ブナ属							
	1		1					
Quercus subgen. Lepidobalanus	コナラ属コナラ亜属							
	6	11	2			2		
Quercus subgen. Cyclobalanopsis	コナラ属アカガシ亜属							
		4		2				
Celtis-Aphananthe aspera	エノキ属-ムクノキ							
		2						
Mallotus japonicus	アカメガシワ							
		1	1					
Phellodendron	キハダ属							
	1					1		
Aesculus turbinata	トチノキ							
	1			3				
Cornus	ミズキ属							
						2		
Styrax	エゴノキ属							
	1							

分類群	学名	和名	トイレ遺構土壌					板材含浸水		
			9	10	11	12	13	14	16	17
			C-0,A	C-0,B	C-0,C	C-1,D	C-1,E	C-2,F	「造み液	
Arboreal・Nonarbo real pollen		樹木・草本花粉								
Moraceae-Urticaceae		クワ科-イラクサ科		1	1	1				
Leguminosae		マメ科	1							
Araliaceae		ウコギ科		1		1				
Nonarboreal pollen		草本花粉								
Gramineae		イネ科	51	44	37	7	2	8		1
Oryza type		イネ属型	3	8	2	2				
Cyperaceae		カヤツリグサ科	1	8	2	3		1		
Fagopyrum		ソバ属			2					
Chenopodiaceae- Amaranthaceae		アカザ科-ヒユ科	1	1	1			1		
Caryophyllaceae		ナデシコ科	2	1	1					
Ranunculus		キンボウケ属		1	1					
Cruciferae		アブラナ科		6	1		1			
Impatiens		ツリフネソウ属		1	1					
Apiodeae		セリ亜科	2	1						
Lactucoideae		タンポポ亜科	8	21	6	14	2			
Asteroideae		キク亜科		2	1		1			
Artemisia		ヨモギ属	16	15	10	10	5	2		
Fern spore		シダ植物胞子								
Monolate type spore		単条溝胞子	13	33	10	15	8	27		
Trilate type spore		三条溝胞子	6	11	3	4	1	1		
Arboreal pollen		樹木花粉	48	52	56	162	329	335	0	0
Arboreal・Nonarb oreal pollen		樹木・草本花粉	1	2	1	2	0	0	0	0
Nonarboreal pollen		草本花粉	84	109	65	36	11	12	0	1
Total pollen		花粉総数	133	163	122	200	340	347	0	1
		試料1 cm ³ 中の花粉密度	9.7	1.1	6.5	1.8	1.7	6.1	-	-
			×10 ²	×10 ³	×10 ²	×10 ³	×10 ⁴	×10 ³		
Unknown pollen		未同定花粉	4	8	5	2	1	2	0	0
Fern spore		シダ植物胞子	19	44	13	19	9	28	0	0

表3 家ノ前釘跡における樹種同定結果

試料名	試料番号	出土地点	番号	結果(和名/学名)	
炉床内出土木炭	1	I-1	No.13	クマシデ属イヌシデ節	Carpinus sect. Carpinus
炉床内出土木炭	2	I-2	No.17	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
炉床内出土木炭	3	H-1	No.20	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
炉床内出土木炭	4	H-1	No.42-1	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
炉床内出土木炭	5	H-1	No.42-2	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
炉床内出土木炭	6	H-1	No.43	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
炉床内出土木炭	7	炉床内	No.01	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
炉床内出土木炭	8	炉床内	No.02	コナラ属コナラ節	Quercus sect. Prinus
トイレ遺構内の 廃棄板材	15	C-1		マツ属複維管束亜属	Pinus subgen. Diploxyylon

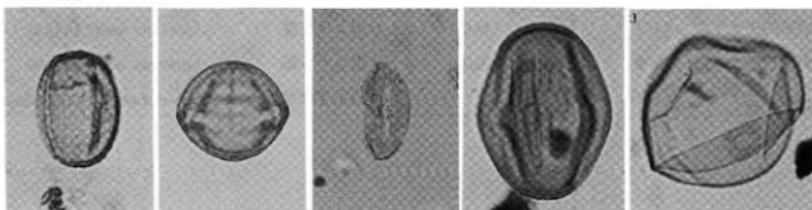


1 マツ属複雑管束重層型

2 スギ

3 ノグルミ

4 クリ



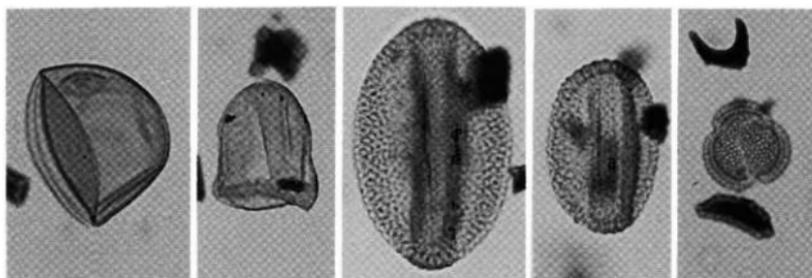
5 コナラ属コナラ亜属

6 アカメガシワ

7 トチノキ

8 ミズキ属

9 イネ科



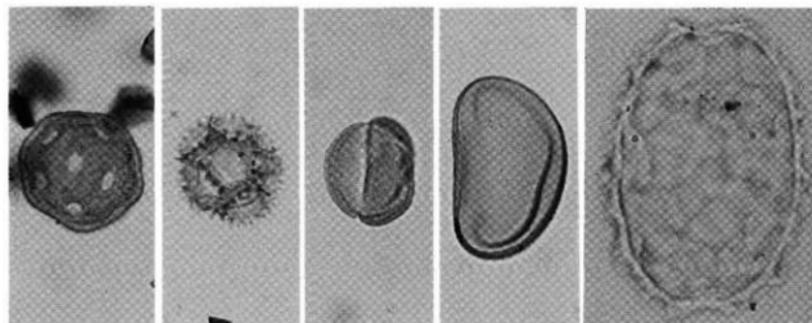
10 イネ属型

11 カヤツリグサ科

12 ソバ属

13 ソバ属

14 アブラナ科



15 ナデシコ科

16 タンポポ科

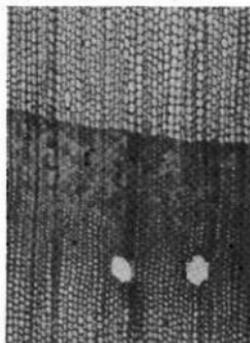
17 ヨモギ属

18 シダ植物単葉藻胞子

19 同虫卵

10 μ m

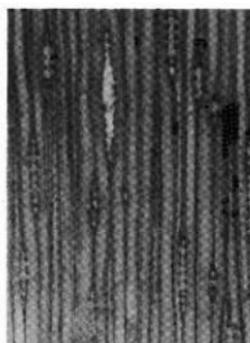
家ノ前跡の木材及び炭化材



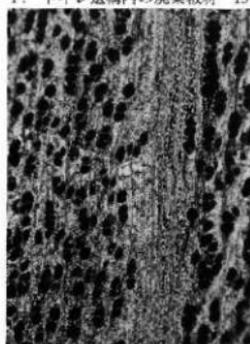
横断面 : 0.5mm
1. トイレ遺構内の廃棄板材 15



放射断面 : 0.05mm
C-1 マツ属視維管束産属



接線断面 : 0.2mm



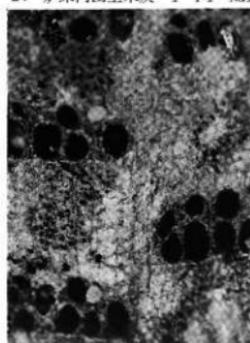
横断面 : 0.4mm
2. 炉床内出土木炭 1 1-1 No13



放射断面 : 0.2mm
クマシデ属イヌシデ節



接線断面 : 0.2mm



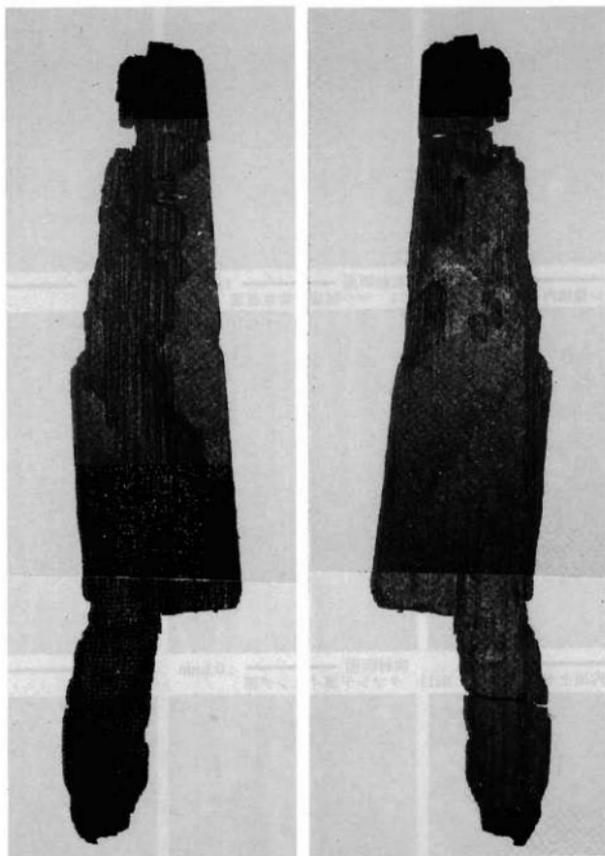
横断面 : 0.4mm
3. 炉床内出土木炭 8 炉床内



放射断面 : 0.2mm
No02 コナラ属コナラ節



接線断面 : 0.2mm



1 試料15 トイレ遺構内の廃棄板材 2 同左裏

— 10mm



1 試料18 むしろ状繊維質遺物

— 10mm



2 同左拡大

— 10mm

第 2 部

谷口遺跡

目 次

付論 5

- 谷口遺跡出土鍛冶・鑄造関連遺物の金属的調査
九州テクノリサーチ・TACセンター
大澤正己・鈴木瑞穂 81

付論 6

- 谷口遺跡より出土した木炭の¹⁴C年代測定
大阪府立大学先端科学研究所
アイソトープ総合研究センター
川野英子・柴田せつ子 107

谷口遺跡 鉄関連遺物 分析資料一覧表

(注：メタル又は胎土)

No	地区名	層位	遺物番号	遺物種類	重量(g)	硬さ	メタル度	分析コメント	マクロ	鏡鏡	硬度	CMA	X線回折	化学分析	耐水度	放射性カオリナイト	断面観察	分析位置指定	採取方法	観察	集約写真	モノクロ	カラー	実測図	断面図	X線透過
1	1区	2	9	碗形磁石片 (含鉄、大)	3,740.0	2	H(○)	メタル部を 中心に	—	◎	—	—	—	—	—	—	○	短軸端部2/5	直線状の切断	○		○	○	○	○	
2	"	1	19	碗形磁石片 (含鉄、中)	616.0	4	L(●)	メタル部を 中心に	—	◎	—	—	—	—	—	—	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○		○	○	○	○	
3	"	1	21	碗形磁石片 (含鉄、中)	400.0	7	特L(☆)	メタル部を 中心に	—	◎	—	—	—	—	—	—	○	長軸端部1/7	直線状の切断	○		○	○	○	○	
5	"	その他	59	鉄片	5.0	5	L(●)	メタル部を 中心に	○	○	—	—	—	—	—	—	○	短軸端部1/3	直線状の切断	○		○	○	○	○	
6	"	1	62	粒状滓 (5点)	—	—	なし	胎滓として	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○		○	○	○	○	
7	"	1	64	鍛造割片 (6点)	—	—	なし	鍛造割片として	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○		○	○	○	○	
8	"	一括	68	小型ルツボ サヤ？(大)	115.0	2	なし	外面のガラス 質滓を	○	○	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○		○	○	○	○	
9	"	その他	83	小型ルツボ	8.0	1	なし	外面の金質 のガラス質 滓を中心に	○	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○		○	○	○	○	
10	"	一括	94	小型ルツボ	37.0	3	なし	外面の磁質 滓を中心に	○	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○		○	○	○	○	
11	"	一括	99	小型ルツボ (底部)	29.0	3	なし	内面の青銅 粒子を中心	○	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○		○	○	○	○	

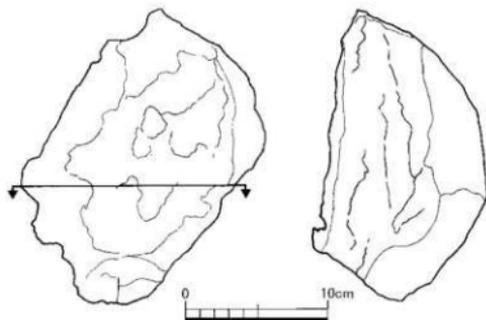
資料番号 1

出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO		17		項目				
	出土位置		1区、2層 鉄滓層		時期・様態		近世：出土遺物		マクロ				
試料記号	検 査：TNG-1		法	長さ 24.5 cm	色 質	表：濃茶褐色	遺存度	深部実形	分	核 線	○	◎	
	化 学：TNG-1			短径 17.0 cm		地：黒褐色				被面数			
遺物種類 (名称)	楕形鋸冶滓 (含鉄、大)		量	厚さ 12.3 cm	経巻度	4	煎釜浸	—	折	化学	○		
				重量 3740.0 g	メタル度	H (○)	断面相	○		放射化		X線透過	○

観察所見 平面、不整楕円形をした含鉄で、大型の楕形鋸冶滓である。ほぼ完形で肩部に2ヶ所と底面の一部に、1ヶ所の、都合3面の被面を数える。断面や上面は木炭灰や不規則な窪みにおおわれているが、下面は短軸方向に向かい深い楕形断面を示し、表面には鋸冶が炉球土の影響を残している。上面は1cm大の木炭灰とチリメン状の凹凸をもち、手前寄りはやや流動気味の滓が確認できるが、全体的にはほぼ一定の高さを示している。側面は場所により質感が異なり、左手前側には羽口先の溶解物と推定される、流動状の滓部や羽口の治土の可能性をもつ、軽土質の部分が残存している。またこれを証明するように肩部が幅3.5cmほど小さく楕状に窪んでいる。それ以外の側面は、木炭灰とガサガサした鉄滓の表面の点在部で、わずかに欠けが認められる。右側面肩部から上端にかけて含鉄部があるため茶褐色の錆色の滓部が盛り上がっている。磁層もこの付近が最も強い。上半部の資料がガサガサ感を持つ対して、下半部の滓部は、厚さ3cm前後の板状で、左右方向に向う、大型の楕状の形状で広がっている。また左側面寄りには、上半部のガサガサ感を持つ滓部が強く、緻密で板状の滓部は右側を中心に広がっていることが分かる。長軸の断面形は、底面から前面がややV字状である。底面そのものは、明褐色の鋸冶炉の炉床土らしきものが張り付くように点状に付着している。また底面中央付近に幅1.7cm、厚さ0.3cmほどの刀子または薄板状の鉄製品が斜めに横を出している。その他、底面の各所に数mm大の鋸冶剥片が散見しており、鋸冶鋸冶を含む工程の中に本資料が位置していたことを窺わせる。色質は表面が濃茶褐色で、地は黒褐色である。

分析部分 短軸端部2/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹園雲布。残材返却。

備 考 右側面肩部付近に残る含鉄部は、鋸冶滓となった製錬系の鉄塊の性質を残す可能性もあろう。なお、左手前の肩部に見られる特色は、羽口先のあご部の滓の特色を示すもので、羽口先の方向は左下から斜め上方向である可能性があろう。なお、下面の一部が突出気味で、工具痕に流入した滓の痕跡を示す可能性もあるが、断定はしにくい。滓の生成された工程は、精錬鋸冶段階の可能性が高そうである。なお、本遺跡で同大の楕形鋸冶滓は、数えるほどで、中型や小型が9割以上を占める。

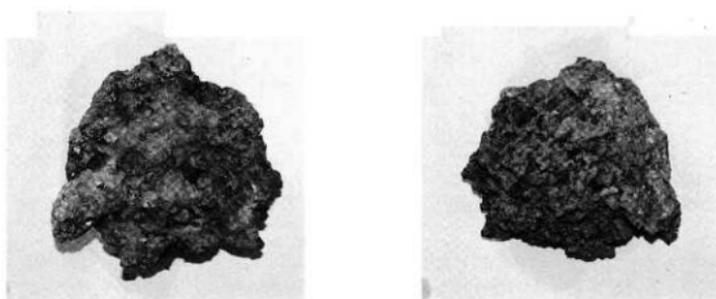
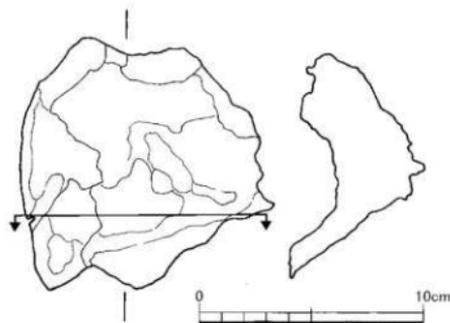


出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO		19		項目		澤	メタル
	出土位置		1区、1層		時期・根拠		近世		出土遺物			
試料記号	検 査: TNG- 2		法	長径	11.5 cm	色 調	表: 濃茶褐色	遺存度	完 形	分	マクロ	○
	化 学: TNG- 2			短径	11.4 cm	地: 黒褐色	断面数	0	破 壊 痕 跡		○	
遺物種類 (名称)	梨形鍛冶滓 (含鉄、中)		量	厚さ	7.4 cm	磁着度	4	前含浸	—	折	CMA X線屈折	
				重量	806.0 g	メタル度	L (●)	断面形状	○		化 学 射火度 放射化 X線透過	○

観察所見 平面、不整多角形をした中型で含鉄の梨形鍛冶滓である。左側面の肩部寄りに羽口まわりの伊壁土の痕跡を残し、手前側の澤は斜め上に向い折れ曲がりぎみである。上面は大きく三つの質感からなり、左側部寄り1/3ほどは伊壁土の溶解したガラス質澤が多い。手前側1/3は、上方に折れ曲がった伊壁の層部である。残りは本来の球形鍛冶滓の上面で、1cm以下の木炭灰が残る半流動状の澤部である。伊壁土中の石粒が溶解して、こぶ状している。左側部から肩部にかけての羽口まわりの伊壁土の上面はきれいな円弧状に覆っており、明らかに羽口先寄りの側面の痕跡を残してガラス質澤は、澤上面の中央付近まで緩やかに伸びており、その先端付近には鍛冶具による工具痕の痕跡を少範囲ながら残している。側面から下面は左側部が鍛冶炉の伊壁土を固着させるのに対して、大半は5mm大以下の粉炭灰に覆われている。全体的な形状はやや強い梨形を示す。含鉄部は澤内部に散在している可能性があり、手前側部の折れ曲がった肩部は、鉄主体のため磁着が強い。鍛冶炉の伊壁土は1cm以下の石や雫や石英粒子を多く含むもので、硬いが甘いためか、一部にひび割れが生じている。胎土には、ごくわずかながら薄手の鍛造刺片が確実に含まれている。厚みは0.08mm程度と極薄い。色調は澤部が濃い茶褐色で、伊壁土の溶解部は灰白色から青黒色である。澤の色は黒褐色。

分析部分 長軸端部1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

備 考 本遺跡では、中型や小型の球形鍛冶滓が数多く確認されるが、含鉄のものは、やや少なめである。中でも中型のものは比較的にきれいに鉄が抜けている個体が多いのに対して、小型のものには鉄部が広範囲に広がっているものが目立つ。本来は、各球形鍛冶滓とも、含鉄のもの、澤質のもの両者を分析すべしといえるが、今回は費用的な制約もあり、中小型の球形鍛冶滓のうちでも、含鉄のものを中心に選択している。鍛冶滓としては、やや劣製品でありながら、素材鉄の検証をも兼ねるといふ意図も含めてのことである。



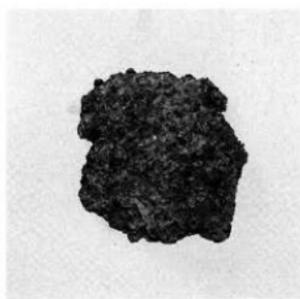
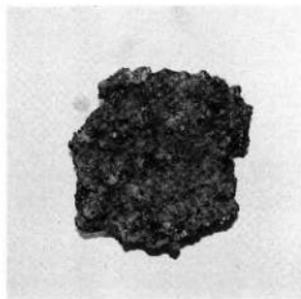
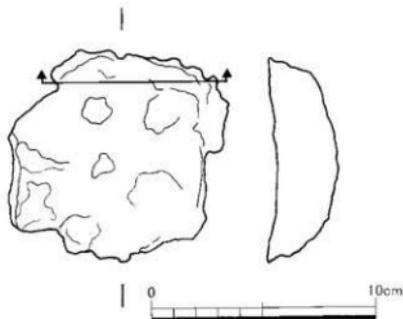
資料番号 3

出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO		21		項	目	簿	メタル
	出土位置	1区、1番		時期:板垣	近世	出土遺物						
試料記号	焼鉄: TNG-3 化学: TNG-3 放射化: -	法	長径	9.8 cm	色調	表: 濃茶褐色	溝痕度	ほぼ完形	分	マクロ		○
			短径	9.7 cm		地: 黒褐色	砥面数	1		顕微鏡		◎
遺物種類 (名称)	楕形鋸治滓 (含鉄、中)	量	厚さ	4.2 cm	磁着度	7	前含浸	-	析	CMA		○
			重量	4000 g	メタル度	特L(☆)	断面磁界	○		化学 放射化 X線透過		○

観察所見 平面、不整満丸方形の鉄主体、中型から小型の中間サイズの楕形鋸治滓である。ほぼ完形で右側部に小さな欠けが生じている。左側部に幅5cmほどの範囲で質感や色調の異なる扁平な致密状の凹部があり、これが羽口先方向を示すものと考えられる。上面は中央に向い緩やかな皿状に窪み、その中央部が軽い鋸治滓により傷つけられている。鋸治滓の方向を示す痕跡は先に羽口先とした部分に対応しており、工具歯の先端が突っ込んでいることからしても、羽口の透風孔部から差し込まれた工具歯である可能性が高い。滓表面は、1cm大の木炭痕がからうじて確認できる波状の面で、中小の錆ぶくれが極めて多い。肩部は左側部手前を除き円板状の薄手かつ含鉄で、小ぶりの突出部や窪みにより小さな破面が生じている。側面から下部は全面が木炭痕に覆われ、一部は木炭そのものが噛み込んでいる。底面の最も厚い部分に対応する突出部は左寄りであり、そこから緩やかに右上方に向い側面が伸びている。底面の木炭痕のごく一部には、5mm大の球状の流動滓が分離しかけているが、これは空中生成の通常の粒状滓とは異なり、球状滓とすべきである。色調は全面が濃茶褐色で各所から黒錆や放射割れが生じ、地は、黒色から黒褐色である。

分析部分 長軸傾部1/7を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材選別。左側部手前の羽口先部の凹部には土砂が残り、水洗不良。水洗せずブラシで落とすこと。

備考 本遺跡では特殊金属探知機で、L(●)レベルで反応する含鉄の楕形鋸治滓が比較的数多く目立つ。総個体数にして30点近くを数え、出土した資料の中でも比率が高い。大きさも100gから200g前後と比較的揃っており、本資料はそれらのほぼ倍量の重さの個体である。楕形滓と異なり、楕形鉄塊ともいえるもので、精錬鋸治工程の最終工程での製品又は失敗品であろうか、いずれにせよ資料群の含鉄の楕形滓の表面には薄手の鋸治滓片が確認されており、精錬から鍛錬まで一貫した工程の資料が含まれていることがわかる。



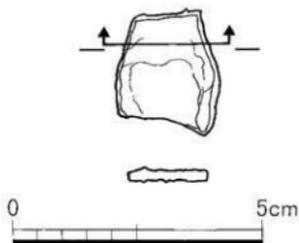
資料番号 5

出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO		59		項目	評	メタル
	出土位置	1区	その他	時期:横断	近世	出土遺物					
試料記号	鉄鏡: TNG-5 化学: - 放射化: -	法	長径	22 cm	色調	表: 暗褐色	遺存度	破片	分	マクロ	○
			短径	21 cm		地: 暗褐色	破面数	4		鉄鏡 硬度	○
遺物種類 (名称)	鉄片	量	長さ	0.2 cm	磁着度	5	前含浸	—	析	CMA X線回折	
			重量	5.0 g	メタル度	L (●)	断面形状	○		化学 耐火度 カロリー 放射化 X線透過	○

観察所見 外周部が直線状の破面となった薄板状の鉄片である。破面数は4を数える。上下面で質感が大きく異なり、上面は鑄造品の項に見られる様な微細な凹凸を持つやや光沢を持った面で、全体的に極めて緩やかな皿状の面となっている。鉄そのものの表皮が浮き上がり、その部分のみが錆ぶくれの欠けとして残されたような外観で、木炭組織が鉄化物と一体をなしている。色調は上面の一部のみが青黒い鉄粒面で、それ以外は全面が暗褐色である。

分析部分 短軸端部1/3を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂。残材返却。

備 考 鉄片としておくが、性格的には不明点が多い資料である。上面の皿型の磨粒面が薄手の鑄造品の表面のようにも見えるし、鍛冶具の表面から剝落した鉄片のようにも見える。本遺跡ではかなり多量の鎧冑関連遺物や、小型ルツボが出土しておりながら、製品側の資料の可能性のあるものは本資料を含めて2例程度である。そのため性格不明ながらも、鍛冶側の鉄製品の一環を示す資料として取上げておく。



資料番号 6

出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO		62		項目		メタル
	出土位置		1区、1層		時期 根拠		近世：出土遺物		マクロ	○	
試料記号	検 鏡:TNG-6		法	長径 - cm	色 調	表: -	遺存度 -	分	検 鏡	○	
	化 学: -			短径 - cm		地: -	破損数 -		CMA		
遺物種類 (名称)	粒状滓 (5点)		量	厚さ - cm	磁着度	-	硝含混 -	折	X線回折		
				重量 - g		メタル度	なし		断面形状	-	

観察所見 本資料は、メッシュの土砂を水洗せず、トレンチの一角の土砂を任意で採取した上で、ふるいにかけて、磁石や、ピンセットで抽出したものである。母資料はわずかで、その中から磁着の強弱とサイズにより5点を抽出、構成したものである。磁着弱が6-イー1から3、磁着強が6-ロー1から2。

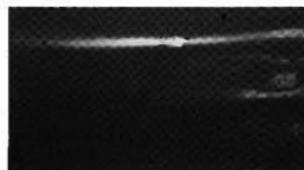
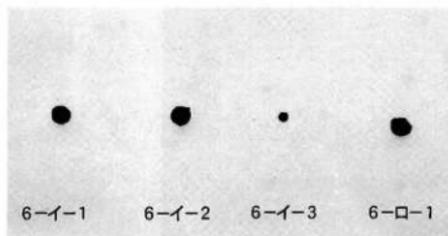
個別の粒状滓の情報は、別表参照

分析部分 必要品を選択し、粒状滓として分析に用いる。残材返却。

備 考 本遺跡では、通常のサイズの粒状滓は比較的少なく、数mmから1cm次の鉄粒がかなり採取されている。また表面に木炭痕を挟すジャガイモ状の類似粒状滓も目立つ。これは鍛冶炉の炉壁土の滓化物なども混在している可能性があり留意すべき事項である。

資料番号 6 粒状滓

番号	直径	色 調	形 状 及 び 表 面	磁 着	気 孔
6-イー1	2.9	黒褐色	球状で一部に木炭痕。突起部がある。	弱	なし
-イー2	2.8	淡緑色	突起部が1ヶ所あり。粘土質か？。一部が白色のモザイク状。	〃	〃
-イー3	1.4	黒褐色	イー1と似る。突起や窪みに加えて、錆色が一部あり。	〃	ややあり
-ロー1	2.9	黒褐色	イー1と似る小球状。表面に不規則なシワや突起あり。	強	〃
-ロー2	1.5	黒褐色	小球状で、移動中に破損したが分析に用いる。	〃	〃



6-ロー2

資料番号 7

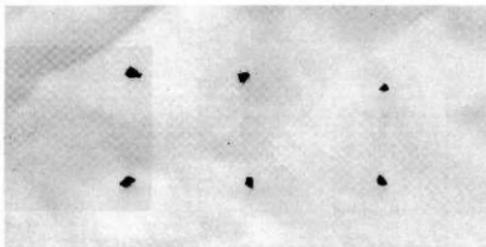
出土状況	遺跡名 出土位置	谷口遺跡		遺物NO	64		項目	浮	メタル				
		1区	1層		時期:根拠	近世				出土遺物			
試料記号	検 鏡:TNG-7 化学: - 放射化: -	法	長径	— cm	色 調	表:	—	遺存度	—	分	マクロ	○	
			短径	— cm		地:	—		破面数		—	検 鏡	○
遺物種類 (名称)	鍛造銅片 (6点)	量	厚さ	— cm	磁着度	—	前含浸	—	析	X線回折			
			重量	— g		メタル度	なし	断面形状		—	化学 耐火度		
<p>観察所見 本資料は、メッシュの土砂を水洗せず、トレンチの一角の土砂を任意で採取した上で、ふるいにかけ、磁石やピンセットなどで抽出したものである。母資料は、わずかで、その中から磁着の強弱とサイズから6点を抽出、構成したものである。磁着強が7-ロー1から3、磁着弱が7-イー1から3。</p> <p>個別の鍛造銅片の情報は別表参照</p> <p>分析部分 必要品を選択し、鍛造銅片として分析に用いる。残材返却。</p> <p>備 考 本遺跡では、採取された母資料が少なく、分析資料の構成に用いた6点は最も厚手のものから、薄手のものまでに配慮して選択しているが、母資料の少なさは、少なからぬ影響を与えている可能性があるだろう。</p>													

資料番号7

鍛造銅片

番号	長軸(mm)	短軸(mm)	厚さ(mm)	色 調	表	裏	磁着	気孔
7-イー1	3.6	2.3	0.37	褐色	平滑である。光沢はなし。	やや凹凸がある。光沢はなし。	弱	ややあり
7-イー2	2.7	2.2	0.18	褐色	やや凹凸がある。光沢はなし。	平滑部と凹凸部がある。光沢はなし。	弱	あり
7-イー3	1.8	1.7	0.10	黒褐色	平滑である。光沢はなし。	平滑である。光沢はなし。	弱	なし
7-ロー1	3.3	2.4	0.37	黒褐色	平滑である。光沢はなし。酸化物付着。	やや凹凸がある。光沢はなし。酸化物付着。	強	ややあり
7-ロー2	2.3	2.1	0.18	黒褐色	やや凹凸がある。光沢はなし。	平滑である。光沢はなし。酸化物付着。	弱	なし
7-ロー3	2.5	1.8	0.09	黒褐色	ザラザラした感じ。光沢はなし。	ザラザラした感じ。光沢はなし。	弱	なし

7-イー1 7-イー2 7-イー3



7-ロー1 7-ロー2 7-ロー3

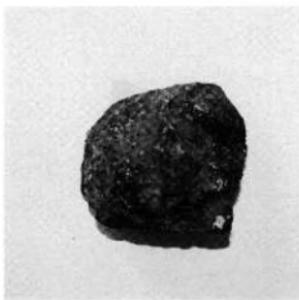
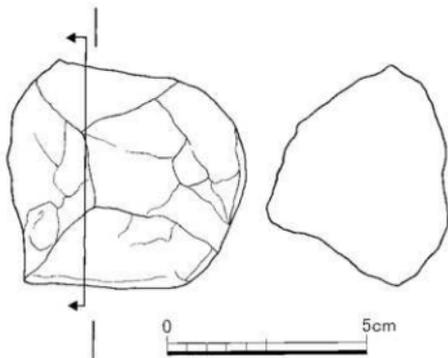
資料番号 8

出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO		68		項目		助土
	出土位置		1区 一掃		時期・種類		近世 : 出土遺物				
試料記号	検 鏡 : TNG- 8 化 学 : - 放射化 : -	法	長径	8.0 cm	色 調	表 : 茶褐色 ~黒褐色	遺存度	破 片	分	マクロ	○
			短径	5.7 cm		地 : 灰黒色				破面数	
遺物種類 (名粉)	小型ルツボサヤ? (大)	量	厚さ	4.5 cm	磁気度	2	前含浸	-	折	CMA	○
			重量	1150 g		メタル度				なし	

観察所見 本末は、底面の長軸両端部が蓋をされて外面から加熱された、小型ルツボのサヤと推定される遺物の破片である。外面が溶化し、一旦、内面が円筒状にくり抜かれた上で、ガラス質の発泡した層が詰まっている資料である。内面側はシャープな破面が目立ち、破面数は7を数える。外面は短軸側が1cm大前後の木炭痕に覆われ、長軸側端部はくすんだ茶褐色のガラス質の薄い層となっている。木炭痕の窪みの半分近くの破面が着彩色で、通常の伊壁などは異なっている。外面の半分以上が黒褐色のガラス質の層に覆われており、部分的に表皮が剥がれて、内部の微細な気孔が露出している。内部に詰まったガラス質の発泡層は、一部が黒褐色で、部分的に茶褐色の物が確認できるが、全体的にサヤそのもの、または、小型ルツボの溶解物に近い。サヤの助土は数mmサイズの石英や長石質の石粒を多量に含む硬質のもので、溶化が進んだところでは、黒色ガラス化している。色調は、前記各部のとおり。

分析部分 長軸端部1/3を直線状に切断し、外面のガラス質層部を分析に用いる。残材返却。

備 考 本資料は、構成NO.67~73と同様の小型ルツボである。サヤの使用法は短軸側的一面を底にして、長軸の両端部を横に向ける形で、鋸治炉?状の遺構?で加熱されていた可能性があるが、小型ルツボの大半は、口縁を上に向け、底面を下に向けた正位で被熱、溶解していた痕跡をもち、場合によってはサヤ状の遺物群と数多い小型ルツボが用途を異にする可能性も保留しておきたい。ある意味で小型ルツボは正位で用いられ、本例のようなサヤ状の製品はルツボ以外の加熱炉中の燃料材や雰囲気から遮断せざるに機能するものかもしれない。また、小型ルツボの一部には銀膏が確認され、明らかに青銅系の金属処理の用途に用いられたと判断できるが、サヤ?や、小型ルツボの9割以上のものが内外面に鉄錆色で、鉄系の加熱用途であった可能性も残される。



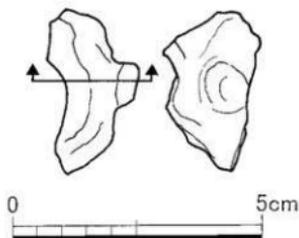
資料番号 9

出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO	83			項目			
	出土位置	1区	その他			時期/標高	近世 : 出土遺物		マクロ	澤	胎土	
試料記号	棟 號: TNG- 9 化学: — 放射化: —	法	長径	3.3 cm	色 調	表: 黒褐色~ 金色	遺存度	破 片	分	棟 號	○	
			短径	1.9 cm		地: 灰黒褐色 ~黒褐色	破面数	2		SMA		
遺物種類 (名称)	小型ルツボ (口縁部)	量	厚さ	1.7 cm	磁気度	1	崩壊度	—	析	X線回折		
			重量	8.0 g	メタル度	なし	新漆痕跡	—		化学 耐火度 放射性 X線透過		

観察所見 小型ルツボの口縁部の小破片である。口唇部と外面に石英質の石粉の半溶粉物が固着している。下面は破面で両側部は古い破面である。そのため後者の破面は澤に覆われている。口縁部は丸みもち、内面は澤に薄く覆われている。内面の上半部は地がのそいでいるが、下半部は澤に覆われている。澤は黒褐色で口唇部や外面の一部はくすんだ金色の部分をもつ、ルツボ胎土は石英質の石粉の痕跡を残す硬質なもので、胎土となる粒子が粗いため口唇の内側にも黒色のガラス質澤が嵌入している部分も認められる。色調は表面が黒褐色で、部分的に灰色やくすんだ金色となっている。地は灰黒色から濃褐色である。

分析部分 短軸部1/2を直線状に切断し、ルツボ外面の表皮に残る、金色のガラス質澤部を中心に分析に用いる。残材返却。

備 考 縁の丸い小型ルツボの口縁部である。使用段階で歪んだりひび割れたりしたものか、破面の一部も澤に覆っている。分析意図は口唇部のくすんだ金色の澤部で、非鉄金属のルツボ処理の可能性や石英質の石粉の影響などの検証目的である。本遺跡出土の小型ルツボは8割以上が内面が鉄鍍質で、緑青の吹いた金属粒子を確認できるものは2~3点にすぎない。本資料はそのうちの縁が非鉄状がはっきりしないグループに属する。

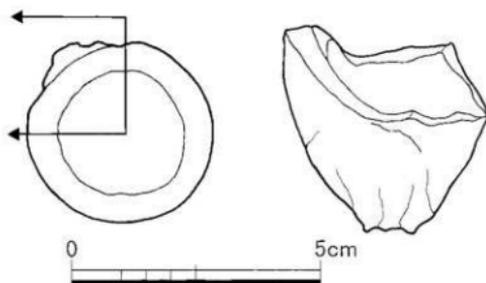


出土状況	遺跡名		谷口遺跡		遺物NO	94			項	目	洋	出土
	遺跡位置	1区 一括		時期:根拠		近世:出土遺物						
試料記号	種類:ING-10 化学:— 放射化:—	法	長径	4.3 cm	色 質	表:黒褐色	遺存度	破片	分	マクロ		
			短径	4.2 cm		地:灰色 ~褐色	破面数	4		検 査 硬 度	○	
遺物種類 (名称)	小型ルツボ (底部)	量	厚さ	1.7 cm	磁層度	3	前含浸	—	折	CMA		
			重量	37.0 g	メタル度	なし	新断面	—		X線回折		

観察所見 小型ルツボの底部寄りの破片である。口縁部側は小さな破面が連続し、一部は紫紅色の滓が強く貼り付いている。破面数は4を数える。外面の片側に黒褐色の磁層の強い部分があり、そこから総弾型の底部に滓が広がっている。内面はきれいな丸みを持ったU字型で、黒褐色や紫褐色の滓部が薄く広がっている。また内面片側には小さな錆ぶくれが点在し、その部分を中心に茶褐色の錆色が確認できる。口縁側の破面は、明確な破面と滓に覆われた部分が混在する。これは口縁部が欠落したのちにも用いられている証拠となる。外面は部位による色差や滓の状況がまちまちで、点々とルツボの地色である灰色の部分が見えている。滓部は基本的に黒褐色で、一部が黒化のために褐色や茶褐色となっている。底面の突出部は数mm大の木炭痕がやや密集して滓に似た外観を示している。胎土はキメの細かい粘土質で小さな亀裂が各所にあり、滓の侵入も確認される。また器肉の中心部で層分かれするような層間を生じている部分もあり、これも一種の亀裂かもしれない。色調は表面が前記各部のとおりで、ルツボ側の地色はくすんだ灰色から褐色である。

分析部分 真上より1/4を直線状に切断し、ルツボ外面の磁層着するガラス質滓部を中心に分析に用いる。残料返却。

備 考 黒褐色の滓が内外面を覆っており、内面の一部に小さな錆ぶくれが確認できる小型ルツボ片である。外面のやや肥厚した底部の磁層が強く、ルツボの用途との関連があるかどうかの目的で選択された資料である。分析資料NO.9のようなくすんだ金色の色調の滓部は殆ど認められず、全体に黒褐色の滓主体である。胎土は本遺跡出土資料の中ではそう多くない種類である。

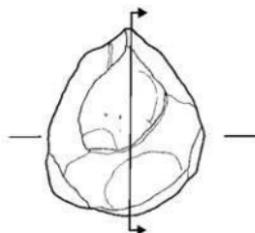


出土状況	遺部名		谷口遺跡		遺物NO		99		項			
	出土位置	1区 一括		時期: 縄文	近世: 出土遺物				目	深	胎土	
試料記号	検 査: TNG- 11	法	長径	4.7 cm	色 調	表: 黒色~黒褐色	遺存度	破 片	分	マクロ		
	化 学: —		短径	3.9 cm		地: 灰黒色・灰白色	破面数	3		検 鏡	○	
放射化: —	遺物種類 (名称)	小型ルツボ (底部)	厚さ	1.0 cm	磁着度	3	割合浸	—		CMA	○	
			重量	29.0 g	メタル度	なし	断面形状	—	X線回折			
									化学		○	
									耐火度			
									放射化			
									X線透過			

観察所見 小型ルツボの口縁直下から底部にかけての破片である。口唇部や体部の両側面が欠落し、底面側も大きな破面となっている。破面数は5を数える。内面に微細な木炭痕をもち、点々と緑青を吹いた青銅系の酸化物が塗着しているのが特色である。その数はおよそ17個ほどである。内面全体はくすんだ黒褐色の滓に覆われている。外面は黒色の滓に薄く覆われており、底面はまともな5mm大以下の木炭痕を残す浮彫が残されている。また、一部に石英質の石粒の半溶解物が固着している。ルツボの胎土は細かい石英質の粒子主体で、大きなものは4mm大にもなる。粒子が大きいめか粒子間に隙間が生じている部分も確認される。色調は部位による変化が激しく、外面は黒色から黒褐色、さらに薄い茶色とモザイク状である。胎土は芯部が灰白色で、内外面寄りには滓の影響もあり灰黒色となっている。内面はくすんだ黒褐色の地に緑青の吹いた粒子が点在し、一部は茶褐色の錆色である。

分析部分 長軸端部1/3を直線状に切断し、ルツボ内面の青銅粒子を中心に分析に用いる。薄材選択。

備 考 本遺跡で出土した小型ルツボの内、内面に緑青の吹いた、青銅系の酸化物の確認できる数少ない個体のうちのひとつである。青銅粒子は線粒で他のルツボに比べて確認できる数が多い。外面の滓の厚さが底部に集中し、肥厚しているために、正位で用いられたことが分る。本遺跡出土品は全粒に口縁部が欠落したものであるがそのまま用いられている例が目立ち、それだけ、新たな小型ルツボが供給されにくい経済条件を予想できる。一般的にこの種の小型ルツボは近世には羽口屋等の専業店を経て流通しており、おそらく本遺跡の場合もそうした場所からの購入品という可能性が大であらう。



谷口遺跡出土鍛冶・鑄造関連遺物の金属学的調査

九州テクノロジーサーチ・TACセンター

大澤正己・鈴木瑞穂

1. いきさつ

谷口遺跡は島根県大原郡木次町大字北原地内に所在する。調査地区内では明確な鍛冶・鑄造関連の遺構は確認されなかったが、多数の鉄滓、羽口装着した炉壁片、坩堝等が出土した。操業時期に関しては坩堝の形状や大きさなどから、近世の可能性が指摘されている。当遺跡内での生産の実態を検討する目的から、金属学的調査を実施する運びとなった。

2. 調査方法

2-1. 供試材

Table.1に示す。鍛冶、鑄造関連遺物計10点の調査を行った。(TNG-4は欠番である)。

2-2. 調査項目

(1) 肉眼観察

遺物の肉眼観察所見。これらの所見をもとに分析試料採取位置を決定する。

(2) マクロ組織

本来は肉眼またはルーペで観察した組織であるが、本稿では顕微鏡埋込み試料の断面全体像を、投影機の5倍もしくは10倍で撮影したものを指す。当調査は、顕微鏡検査によるよりも広い範囲にわたって、組織の分布状態、形状、大きさなどの観察ができる利点がある。

(3) 顕微鏡組織

切り出した試料をベークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000と順を追って研磨し、最後は被研磨面をダイヤモンド粒子の 3μ と 1μ で仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお、金属鉄は5%ナイトル(硝酸アルコール液)で、腐食(Etching)している。

(4) ビッカース断面硬度

鉄滓の鉱物組成と、金属鉄の組織同定を目的として、ビッカース断面硬度計(Vickers Hardness Tester)を用いて硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に 136° の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除した商を硬度値としている。試料は顕微鏡用を併用した。

(5) EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) 調査

真空中で試料面(顕微鏡試料併用)に電子線を照射し、発生する特性X線を分光後に画像化し、定性的な結果を得る。更に標準試料とX線強度との対比から元素定量値をコンピューター処理してデータ解析を行う方法である。化学分析を行えない微量試料や鉱物組織の微小域の組織同定が可能である。

(6) 化学組成分析

供試材の分析は次の方法で実施した。

全鉄分 (Total Fe)、金属鉄 (Metallic Fe)、酸化第一鉄 (FeO) : 容量法。

炭素 (C)、硫黄 (S)、: 燃焼容量法、燃焼赤外吸収法

二酸化硅素 (SiO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化カルシウム (CaO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化カリウム (K_2O)、酸化ナトリウム (Na_2O)、酸化マンガン (MnO)、二酸化チタン (TiO_2)、酸化クロム (Cr_2O_3)、五酸化磷 (P_2O_5)、バナジウム (V)、銅 (Cu)、: ICP (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) 法 : 誘導結合プラズマ発光分光分析。

(7) 耐火度

主に炉材の性状評価を目的とする。耐火度の加熱に耐える温度とは、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態の温度で表示することを定め、これを耐火度と呼んでいる。胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片に作り、1分間当たり 10°C の速度で 1000°C まで温度上昇させ、変化が起ると以降は 4°C に昇温速度をおとし、試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度を示している。

3. 調査結果

TNG-1 : 梔形鍛冶滓 (含鉄)

- (1) 肉眼観察 : 3.74kg と大型の梔形鍛冶滓である。平面形は不整形円状ではほぼ完形に近い。上面は比較的平坦で、木炭痕や不規則な窪みに覆われる。側面の一部では羽口の溶融物や羽口胎土の可能性のある粘土質の付着物がみられる。下面は深い梔形を呈し、表面には鍛冶炉の炉床土が点在する。更に鉄器破片や鍛造剥片が付着している。
- (2) 顕微鏡組織 : Photo. 1 ①~③に5%ナイトルで腐食した組織を示す。供試材の採取位置の断面では、まとまった鉄部は確認できなかった。なお側面端部を選択して組織観察を実施した。滓中にはごく微細な金属鉄が散在する。白色のフェライト主体であるが、微量黒色のパーライト組織も確認される。また滓の素地はガラス質で、比較的発達した白色粒状結晶グスタイト (Wustite : FeO)、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト (Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が晶出する。鍛冶滓の晶癖である。
- (3) ピッカース断面硬度 : Photo. 1 ②の微細な金属鉄部の硬度を測定した。中央はその圧痕である。硬度値は 88Hv であった。フェライト単相の組織に見合った値である。また③の白色粒状結晶の硬度値は 434Hv であった。グスタイトの文献硬度値 $450\sim 500\text{Hv}^{(21)}$ の下限をやや下回る値となったが、測定時の亀裂等による誤差を配慮するとグスタイトに同定される。
- (4) 化学組成分析 : Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 57.63% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.98% 、酸化第一鉄 (FeO) 62.62% 、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) 11.40% の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) は 22.28% で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) は 3.13% である。原料砂鉄中の不純物に由来する二酸化チタン (TiO_2) は 0.81% 、バナジウム (V) が 0.05% であった。酸化マンガン (MnO) が 0.22% 、銅 (Cu)

は<0.01%であった。

当試料は後述の梘形鍛冶滓 (TNG-2・3) より、原料砂鉄に由来する脈石成分 (Ti, V) が若干高く、鍛冶原料 (製鉄系鉄塊) の不純物除去で生じた精錬鍛冶滓の可能性が高い。ただし、観察所見で述べられた刀子または薄板状の鉄製品の未熔融の存在は、鍛冶原料鉄は処女鉄のみでなく廃鉄器充当の可能性も示唆する脈石成分低めの精錬鍛冶滓の成分系である。

一方、中世に比定される同町内の家ノ前釘の出土砂鉄分析例 (TiO₂: 0.90%)^(註2) から、当地域の始発原料の砂鉄はチタン (Ti) の低値傾向が予想される。このため後続の鍛錬鍛冶工程で生じる滓も低Ti傾向を示すと推測される。

TNG-2: 梘形鍛冶滓 (含鉄)

- (1) 肉眼観察: 平面は不整多角形を呈する、中型 (606 g) の含鉄梘形鍛冶滓である。側面肩部に羽口まわりの炉壁土が固着している。また上面の1/3程は炉材が熔融したガラス質滓に覆われる。滓の表面は5mm以下の細かい木炭痕を残し、鉄部は内部に散在している可能性が高い。
- (2) マクロ組織: Photo. 8 に示す。供試材の採取時に割れた破片のうち、最も鉄部が確認された試料破面を顕微鏡観察用に選択した。大きくまとまった鉄部は無く、滓中にごく微細な金属鉄が散在する状態である。
- (3) 顕微鏡組織: Photo.1④~⑧に示す。④は試料表層に付着する鍛造剥片である。外層へマタイト (Fe₃O₄) は白色で明瞭に現われ、中間層マグネタイト (Fe₂O₃) は肥大し、内層グスタイトは非晶質で、鍛打工程後半段階の派生物と推測される。⑤⑥⑧は比較のまとまりのある金属鉄部で、5%ナイトルで腐食した組織を示した。⑤はフェライト単相に近く、⑥⑧は少量パーライトが析出する亜共析 (C: <0.77%) 組織である。鉄部は最も炭素量の高い箇所でも0.2%程度の軟鉄であった。⑦は側面表層の滓部である。白色粒状結晶グスタイトと淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。なお内面ではグスタイト結晶のみが観察される。素地部分が風化した箇所も多い。
- (4) ビッカース断面硬度: Photo. 1 ⑦の金属鉄部 (亜共析組織) の硬度を測定した。中央はその圧痕で硬度値は91Hvであった。組織に見合った値であった。
- (5) 化学組成分析: Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 52.04%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) が10.06%と高く、酸化第1鉄 (FeO) 38.55%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 17.18%の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) は27.41%で、このうち塩基性成分 (CaO+MgO) は5.75%と高い。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 0.15%、バナジウム (V) <0.01%は逆に低め傾向にある。また酸化マンガン (MnO) は0.28%、銅 (Cu) 0.01%であった。始発原料由来の脈石成分 (Ti, V) が極めて低値であり、沸し鍛接・高温作業の鍛錬鍛冶工程の派生物に分類される。ただし、含鉄の程度により脈石成分の変化が生ずるので精錬鍛冶末期の排出滓の可能性もありうるだろう。(塩基性成分の高め傾向からの発言)

TNG-3：椀形鍛冶滓（含鉄）

- (1) 肉眼観察：ほぼ宍形で400gと中型の含鉄椀形鍛冶滓である。上面はやや浅い皿状に窪み、中小の錆膨れが著しい。側面から下面は細かい木炭痕に覆われ、一部木炭を噛み込んでいる。
- (2) マクロ組織：Photo. 8に示す。供試材の採取位置の断面で最も纏った鉄部を残す部分を顕微鏡観察用に選択した。滓中にごく微細な不定形の鉄部が多数散在する。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 2①～⑨に示す。①⑧は滓部である。当試料も椀形鍛冶滓（TNG-2）と同様に、下面表面以外ではヴスタイト結晶主体の構成である。これに対して②③は下面表面部で、炭地の暗黒色ガラス質滓中に淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライトが晶出する。滓中には微細な金属鉄粒（フェライト）が多数散在しており、その周囲を取り囲むように微細なヴスタイトが分布する。なお写真左側の黒色部は木炭片である。
④～⑦⑨は比較的金属鉄がまとまった個所である。白色のフェライト素地に少量パーライトが析出する亜共析組織であった。最も炭素量の高い個所でも0.25%程度と推測される。
- (4) ピッカース断面硬度：Photo. 2⑧の白色粒状結晶の硬度を測定した。硬度値は434Hvとヴスタイトの文献硬度値をやや下回る値であったが、測定時の亀裂や周囲の素地部分が風化しているなどの影響を受けたと考えられる。ヴスタイトに同定される。
また⑨の金属鉄部分（亜共析組織）の硬度値は77Hvで組織にみあった値であった。
- (5) 化学組成分析：Table. 2に示す。鉄分高くガラス質成分や脈石成分が低下した成分系である。全鉄分（Total Fe）60.70%に対して、金属鉄（Metallic Fe）6.21%、酸化第1鉄（FeO）36.15%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）37.73%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）17.79%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は2.69%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）は0.07%、バナジウム（V）が<0.01%と低下する。酸化マンガン（MnO）も0.07%と低値である。銅（Cu）は0.01%であった。始発原料由来の脈石成分（Ti, V）が極めて低値で、TNG-2と同様に沸し鍛接・高温の鍛錬鍛冶工程の派生物と推定される。

TNG-5：鉄片

- (1) 肉眼観察：2.5mm厚の薄板状の鉄片である。極めて緩やかに彎曲し皿状を呈する。側面は全面直線状の破面と推定される。
- (2) マクロ組織：Photo. 9に示す。錆膨れを無視すると平坦水平状の全面ねずみ鑄鉄組織を呈する鑄鉄片であった。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 3①～④に5%ナイトルで腐食した組織を示す。素地は層状のパーライト組織で、これに黒色の片状黒鉛を析出する。白色部はセメントタイトで、その間の共晶組織はステタイト（Steadite：Fe-Fe₃C-Fe₃P）、微小黄褐色異物は硫化鉄（FeS）が点在している。
- (4) ピッカース断面硬度：Photo. 3①の鑄鉄組織の硬度を測定した。中央はその圧痕で硬度値は325Hvである。パーライト素地にセメントタイトが析出する個所のため、やや硬質の値となっている。

- (5) EPMA調査：Photo.10の1段目に鉄中非金属介在物の反射電子像（COMP）を示す。試料表面は腐食無しの状態である。8の番号をつけた微小黄褐色異物の定量分析値は75.4%FeO-35.7%S-9.1%TiO₂-1.6%V₂O₅であった。硫化鉄（FeS）で、Ti,Vを固溶する。このため当該試料の始発原料は砂鉄と推定される。またTi,Vが硫化物と共伴することから、かなりの高温、強還元雰囲気中で製錬された鉄鉱が原料と推測される。

7の番号をつけた個所の定量分析値は131.7%FeO-14.5%P₂O₅であった。Fe-Fe₃C-Fe₃P三元系共晶のステダイト（Steadite）に同定される。

TNG-6：粒状滓^(注3)

TNG-6-1：2.9mm径、弱磁着

- (1) 肉眼観察：色調は黒褐色である。やや歪な球状で、表面には突起が数ヶ所みられる。
- (2) マクロ組織：Photo.3⑤に示す。白色鉱物相が球体を形成するが中央は大きな不定形空洞が存在する。なお、最表層部は風化されて白色鉱物相は一部消滅傾向にある。周囲にも直径0.01~0.1mm程の微細な気孔が散在する。
- (3) 顕微鏡組織：Photo.3⑥に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ヴスタイトが凝集存在する。該品の弱磁着は中核部の空洞化と外周部の風化の影響であろう。

TNG-6-2：2.8mm径、弱磁着

- (1) 肉眼観察：色調は淡緑色である。やや歪な球状で、表面には突起部が2ヶ所みられる。また一部に白色モザイク状を呈する箇所をもち、茶褐色の酸化上砂が付着する。
- (2) マクロ組織：Photo.3⑦に示す。粘上汁が溶融ガラス化した球状遺物である。肉眼では写真左上は黒色部、右下が白色部と異なる色調を呈するが、共にガラス質滓である。内部には直径0.01~0.35mm大の気孔が多数散在する。また写真左上の白色部は微細な錆化鉄粒を内蔵する。
- (3) 顕微鏡組織：Photo.3⑧に示す。非晶質のガラス溶融物なので弱磁性である。

TNG-6-3：1.4mm径、弱磁着

- (1) 肉眼観察：色調は黒褐色である。歪な球状で、表面には数ヶ所突起がみられる。また一部茶褐色の酸化土砂が付着する。
- (2) マクロ組織：Photo.4①に示す。断面は白色鉱物相の晶出があって、中央に大きな不定形の空洞が存在し、周囲にも直径0.01~0.25mm程の気孔が散在する。
- (3) 顕微鏡組織：Photo.4②に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ヴスタイトが凝集してイー1と類似する。ただし、風化の影響は少なく、弱磁性は内部の空洞化に由来するのであろう。

TNG-6-ロー1：2.9mm径、強磁着

- (1) 肉眼観察：色調は黒褐色である。歪な球状で、表面には不規則な凹凸や突起がみられる
- (2) マクロ組織：Photo.4③に示す。断面は緻密な白色鉱物相の晶出である。中央は大きな不定形の空洞が存在し、周囲にも直径0.01~0.5mm程の気孔が散在する。

- (3) 顕微鏡組織：Photo. 4 ④に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ヴスタイトが凝集して、イー1、3と類似する。ただし、強磁性であり、その差違は風化の度合であろうか。

TNG-6-0-2：1.5mm径、強磁着

- (1) 肉眼観察：送付された段階で破損していたため、最大の破片を選択して供試材とした。色調は黒褐色で、表面は滑らかである。僅かに茶褐色の土砂が付着する。
- (2) マクロ組織：Photo. 4 ⑤に示す。白色鉱物相と0.01~0.1mm大の気孔が散在する断面である。内部の大空洞のための破損であろう。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 4 ⑥に示す。ガラス質の素地中に白色樹枝状結晶マグネタイト(Magnetite: Fe₃O₄)が晶出する。酸化防止の粘土汁塗布に際してのガラス球状化の可能性をもつ。

調査を実施した粒状滓のうち、イー2はガラス溶融物であり羽口先端が溶融して生じたか、酸化防止の粘土汁塗布からの派生物か、両面の可能性を提示しておく。その他の試料は内部が空洞化しており、鍛打によって飛散した粒状滓の特徴を示す。

TNG-7：鍛造剥片（注4）

TNG-7-イー1：3.6×2.3×0.37mm、弱磁着

- (1) 肉眼観察：色調は表裏共に無光沢の褐色である。表面は平滑であるが、裏面は凹凸を呈す。
- (2) マクロ組織：Photo. 4 ⑦に示す。供試材中最も厚手で平坦な剥片である。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 4 ⑧~⑩に示す。干水腐食により鉄酸化膜の層構造（外層へマタイト、中間層マグネタイト、内層ヴスタイト）が確認された。ヴスタイト層には粒状の結晶痕跡が明瞭に残るため、鍛打工程前半段階の派生物の可能性が高い。また表裏面にマグネタイト、へマタイト層が存在するのは、鍛冶炉内で再加熱を受けた痕跡と考えられる。干水腐食の効果が表われて弱磁性は理解に苦しむ。

TNG-7-イー2：2.7×2.2×0.18mm、弱磁着

- (1) 肉眼観察：色調は表裏共に無光沢の褐色である。表面は凹凸があり、裏面には凹凸のある面と平滑な面が混在する。
- (2) マクロ組織：Photo. 5 ①に示す。中厚で、緩く彎曲し中膨らみの剥片である。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 5 ②に示す。干水腐食により鉄酸化膜の3層構造が確認された。ヴスタイト層には粒状の結晶痕跡が残るため、鍛打工程前半段階の派生物の可能性が高い。該品も干水に侵されていて弱磁性を呈するのは何故であろうか。

TNG-7-イー3：1.8×1.7×0.10mm、弱磁着

- (1) 肉眼観察：色調は無光沢の黒褐色で、表裏面とも平滑な剥片である。
- (2) マクロ組織：Photo. 5 ③に示す。薄手で平坦な剥片である。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 5 ④に示す。干水腐食により鉄酸化膜の3層構造が確認された。

ヴスタイト層には粒状の結晶痕跡が微かに残るが非晶質化が進んでいる。イー1、2より後半段階での派生物と推測される。

TNG-7-ロー1: 3.3×2.4×0.37mm、強磁着

- (1) 肉眼観察：色調は無光沢の黒褐色である。表面は平滑で、裏面にはやや凹凸をもつ。また全体に酸化物が付着している。
- (2) マクロ組織：Photo. 5 ⑥に示す。厚手で平坦な剥片である。王水の腐食効果は弱い。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 5 ⑦に示す。中間層マグネタイトと内層ヴスタイトの間が若干不明瞭であるが、王水腐食により鉄酸化膜の3層構造の識別はついた。ヴスタイト層には粒状の結晶痕跡が残り、鍛打工程前半段階の派生物の可能性が高い。該品は弱磁性でもおかしくない組織である。

TNG-7-ロー2: 2.3×2.1×0.18mm、強磁着

- (1) 肉眼観察：色調は無光沢の黒褐色である。表面は平滑で、裏面にはやや凹凸を残す。酸化物が付着している。
- (2) マクロ組織：Photo. 5 ⑦に示す。表面は平坦度を保ち裏面側に細かい波状の凹凸がみられるが、比較的端正な剥片である。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 5 ⑧に示す。王水腐食により鉄酸化膜の3層構造が鮮明に捉えられた。ヴスタイト層には粒状の結晶痕跡が微かに残るが非晶質化が進んでいる。イー3と類似する剥片であった。該品の強磁性は納得できる。

TNG-7-ロー3: 2.5×1.8×0.09mm、強磁着

- (1) 肉眼観察：色調は光沢のない黒褐色である。表裏面ともごく細かい凹凸をもつ。
- (2) マクロ組織：Photo. 5 ⑨に示す。非常に薄手で平坦な剥片である。王水腐食の効果は弱い。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 5 ⑩に示す。王水腐食による鉄酸化膜の3層構造はあまり明瞭ではない。内層ヴスタイトは非晶質で、鍛打工程後半段階の派生物と推定される。
調査を実施した鍛造剥片は内層ヴスタイトの結晶粒が明瞭なものから、非晶質のものまで存在する。鍛冶作業は、沸し鍛接の前段階からの素延べ・火造りの後半段階にかけての一連の鍛打作業が行われたものと推定される。

TNG-8: 小型ルツボサヤ

- (1) 肉眼観察：小型ルツボのサヤの可能性が指摘される遺物破片である。俵型を呈し、長軸両端が蓋をされて外面から加熱されたとの観察表の記載である。外面は溶融して黒色ガラス質化する。
胎土は数mm大の石英や長石粒が多量に混和されている。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 6 ①～③に示す。①②は外面表層の黒色ガラス質滓部である。①の表層にごく薄く付着する滓部には白色のマグネタイト (Magnetite: Fe₃O₄) が析出す

る。中央の白色部は金属鉄である。その周囲には微細なファイヤライトが晶出する。②中央の金属鉄粒は5%ナイトルで腐食した結果、フェライト結晶粒界の線が現れた。炭素をほとんど含有していない純鉄であった。また③は内部である。熱影響が強く粘土鉱物は完全に非晶質化する。また白色部は胎土中の砂鉄粒子であるが、熱影響を受けて外周部が溶融しかけている。

- (3) 化学組成分析：Table. 2 に示す。強熱減量 (Ig loss) 0.13%と低値である。熱影響を強く受けて結晶構造水の多くが飛散した状態での分析となった。鉄分 (Fe_2O_3) 3.46%と高値ではなく、軟化性を問題視する程ではない。しかし酸化アルミニウム (Al_2O_3) は16.80%と低値で、かつ、塩基性成分 ($\text{Ca} + \text{MgO}$) が2.24%と高めで耐火性にはやや不利な成分系である。
- (4) 耐火度：1156℃であった。鉄の鑄造に用いたと想定した場合、やや耐火性が懸念される性状であった。(共晶組成 (4.23%C) 白鑄鉄の融点：1147℃)。

当試料はルツボサヤの可能性が指摘されているが、外観の特徴から用途等の断定が難しい遺物である。また調査を実施した範囲内では、溶融鉄鉄や銅ないし銅合金など確実に鑄造に伴う溶着金属がみられず、鑄造工程の遺物と断定するには疑問が残る。しかし外表面層のガラス質滓中で確認された金属粒は腐食状態や色調からいずれも鉄粒と推定されるため、鉄生産関連での派生物の可能性が高い。

TNG-9：小型ルツボ

- (1) 肉眼観察：小型ルツボの口縁部の可能性が指摘される遺物破片である。口縁部はやや丸みを持つ。強い熱影響を受けて、全体に黒色ガラス質溶融化が進んでいる。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 6 ④～⑧に示す。④は口縁表層部である。ガラス質溶融物中に白色多角形結晶マグネタイトが晶出する。また⑤～⑧は内部に散在する微細な金属鉄粒を5%ナイトルで腐食した組織である。⑤⑥は試料表層部の金属鉄粒である。白色部の中央はセメントタイトで周囲にフェライトが晶出している。素地の黒色部はパーライトで、過共析組織の鉄粒であった。また⑦⑧はやや試料内側で、微細な金属鉄粒が複数晶出する。ほぼフェライト単相の組織である。
- (3) ビッカース断面硬度：Photo. 1 ⑦⑧中央の金属鉄粒の硬度を測定した。⑦の硬度値は130Hv、⑧の硬度値は119Hvであった。通常組織から予想されるより遥かに硬質の値を示す。金属粒がごく微細なための誤差か、あるいはフェライト結晶内に硬度を上昇させるような元素が固溶している可能性も考えられる。

当試料も前述のルツボサヤ (TNG-8) と同様、調査を実施した範囲内で溶融鉄鉄や銅ないし銅合金など、確実に鑄造に伴う溶着金属はみられず、鑄造工程の遺物と断定するには疑問が残る。被熱状態も後述のルツボ2点 (TNG-10・11) と異なり、試料全体が完全にガラス質化している。ただし、試料内部に複数晶出する金属粒は腐食状態や色調からいずれも鉄粒と判定された。鉄生産関連での派生物の可能性が高い。

TNG-10：小型ルツボ

- (1) 肉眼観察：小型ルツボの底部破片である。底は先が尖った形状を呈する。内面全体が熔融金属の影響で黒色ガラス質滓化している。また破面も広く黒色ガラス質滓が覆っているため、破損後も鋳造使用が推定される。また外面にも広範囲に黒褐色の滓が付着する。底部先端では数mm大の木炭痕が密に残る。胎土はきめの細かい粘土質である。
- (2) マクロ組織：Photo. 9 に示す。試料上端の破面部は胎土が薄く熔融ガラス化しており、破損後の使用痕跡を残している。また内面は熔融金属との接触で、外面は加熱によってガラス質滓化が進行している。更に外面表層の黒色部は風化が進行しているが、白色多角形のマグネタイト結晶が晶出する滓部である。
- (3) 顕微鏡組織：Photo. 7 ①～⑤に示す。①～③は外面底部に付着する滓部である。白色樹枝状は結晶グスタイト (Wustite: FeO) ないしはマグネタイト (Magnetite: Fe₃O₄) であり、一部にアルミ (Al) を固溶する。淡色の柱状結晶はかんらん石 (Olivine group) 類⁽²⁸⁾の鉱物である。また暗色多角形は準長石類のリューサイト (leucite: KAlSi₃O₈)⁽²⁹⁾の可能性がある。

また付着滓中に多数散在する赤みを帯びた微細な粒子は、後述のEPMA調査の結果銅鉍 (XCu₂S·YFeS)⁽²⁷⁾と判明した。このため周囲の鉄酸化物の結晶は、銅鉍から鉄分が酸化されて滓中に除去されたものと推定される。

さらに④⑤はルツボ内面のガラス質滓表層の付着物を示した。白色球状物は錆化金属と推定されたが、EPMAの調査結果は、外面付着滓と同様の鉄酸化物と判断される。

- (4) ビッカース断面硬度：紙面の構成上、硬度を測定した圧痕の写真を割愛したが、白色樹枝状結晶の硬度を計4箇所測定した。硬度値は低い順から456、532、543、616Hvであった。文献上のグスタイトの硬度値が450～500Hv、マグネタイトの硬度値が500～600Hvであるため、両者が混在している可能性が考えられる。また最も硬度の高い個所はマグネタイトに若干Al, Mgを固溶しているため、より硬質の値となったと推測される。
- (5) EPMA調査：Photo.10の2段目に付着滓の反射電子像 (COMP) を示す。1の番号をつけた樹枝状結晶の外側暗色部の定量分析値は89.7%FeO-4.0%Al₂O₃-1.4%MgOであった。マグネタイト (Magnetite: Fe₃O₄) に近い組成のスピンル鉱物⁽²⁸⁾で、若干Al, Mgを固溶する。2の番号をつけた中央の白色部の定量分析値は100.4%FeO-2.0%MgOであった。マグネタイト (Magnetite: Fe₃O₄) に同定される。やはり若干Mgを固溶する。3の番号をつけた素地ガラス質部の定量分析値は38.4%SiO₂-5.9%Al₂O₃-10.6%CaO-1.6%MgO-6.0%K₂O-3.5%Na₂O-28.9%FeOであった。珪酸塩に同定される。また4の淡色柱状結晶の定量分析値は28.9%FeO-25.9%CaO-7.1%MgO-33.0%SiO₂であった。かんらん石類の鉱物 (Fe,Ca,Mg)₂SiO₄に同定される。CaOの含有量が高いため、CaOを含む溶剤を添加した可能性が考えられる。そして5の暗色多角形結晶の定量分析値は25.9%K₂O-40.1%SiO₂-29.9%Al₂O₃-1.1%Na₂Oであった。準長石類のリューサイト (leucite: KAlSi₃O₈) の可能性が高い。このカリ (K) はルツボ胎土ないしは炭の灰分に由来するのであろう。

またPhoto.10の3段目はルツボ内面付着物の反射電子像 (COMP) である。6の番号

をつけた個所の定量分析値は100.0%FeOであった。金属鉄が錆化した場合はほとんどの試料が減衰して100%を下回る値を示すため、この付着物は錆化鉄ではなく、外面付着滓と同様の鉄酸化物の可能性が高い。

更にPhoto.10の4段目は、底部の付着滓中に多数散在する微細な赤褐色粒の反射電子像である。M1の番号をつけた粒子の定量分析値は41.8%Cu-16.8%Fe-16.5%S-16.0%Oであった。銅鍍 ($x\text{Cu}_2\text{S}\cdot y\text{FeS}$) である。また酸素 (O) が検出されるため、酸化鉄 (FeO, Fe_2O_3) が溶解^(註9) しているか、銅鍍中の金属分が錆化した可能性が考えられる。

当試料では外面表層に鉄分主体の付着滓や、底部の滓中に銅鍍が確認された。このため、やや鉄 (Fe)、硫黄 (S) などの不純物を含む銅素材を加熱溶解し、鉄分が酸化して溶融金属の表層に分離された滓を取り除く作業が行われたと推定される。現代銅マットの組成例に対比させると反射炉に近いものであった。^(註10)

これらは鋳銅製品製作に伴う前段作業の痕跡と推測できるため、当試料は銅ないし銅合金 (青銅、黄銅など) の鋳造関連の派生物と考えられる。

TNG-11：小型ルツボ

- (1) 肉眼観察：小型ルツボの口縁直下から底部にかけての破片である。内面全体が溶融金属の影響を受けて黒色ガラス質浮化する。またごく微細な緑青が点在する。胎上中には石英・長石粒が多量に混和されている。
- (2) 顕微鏡組織：Photo. 7⑥～⑧に示す。⑥は試料外面表層の黒色ガラス滓であった。微細な白色不定形結晶はマグネタイトで、ルツボ胎土中に混在していた砂鉄粒子が熱影響を受けて分解、晶出した可能性が高い。⑦⑧内面表層のガラス質滓である。表層部には錆化した金属粒が複数散在する。なお⑧の中央の残存金属部分は赤銅色であり、さらにその周囲の錆化物は淡青色を呈する。銅粒である。
- (3) EPMA調査：銅粒の反射電子像 (COMP) をPhoto.10の5段目に示す。なおこれは顕微鏡写真Photo. 7⑧の中央に示した銅粒と同一個所である。M2の番号をつけた淡青色の錆化部分の定量分析値は81.8%Cu-3.4%Fe-1.4%Sn-1.2%Zn-12.9%Oであった。またM3の番号をつけた赤銅色の金属部分92.9%Cu-4.8%Fe-1.1%Sn-3.4%Zn-0.9%Oであった。若干不純物の鉄分を含むが、比較的純度の高い銅粒であった。また微量錫 (Sn)、亜鉛 (Zn) が検出された。前述のTNG-10ルツボ付着滓中の銅鍍にはSn, Znとも検出されていないため、鋳造時に添加された金属の反映と考えられるが、いずれも微量のため、銅素材中の不純物の可能性も残り断定は難しい。
- なお今回は銅関連の鋳造に用いたと推定できるか検証するため、外観上銅関連の金属の可能性が最も高いと考えられた粒のEPMA調査を行った。ただし晶出する微小金属粒の中には、やや色調が異なり明白色を呈するものも混在する。これらは錫 (Sn)、亜鉛 (Zn) など添加元素の性格を反映した粒の可能性も配慮すべきだろう。
- (4) 耐火度：1080℃であった。小型ルツボサヤ (TOG-8) より更に耐火性の低い性状であった。純銅に近い組成の金属粒の品出が確認されたことを勘案すると (純銅の融点：1080℃)、作業に伴う加熱に繰り返し耐えるにはやや耐火性の低い性状で、耐久性が懸念される。た

だし錫 (Sn)、亜鉛 (Zn) などの合金元素の添加で融点は低下するため、使用に耐えられない性状ではなかったと考えられる。

4. まとめ

近世に比定される谷口遺跡から出土した鍛冶、鑄造関連遺物の調査の結果、次の点が明らかになった。

4-1. 鍛冶作業

当遺跡内には低チタン砂鉄を始発原料とした製錬系鉄塊が鍛冶原料として搬入され、その不純物除去の精錬鍛冶工程から、製品製作の鍛錬鍛冶工程まで、一連の鍛冶作業が行われた可能性が高い。

- 〈1〉調査を実施した塊形鍛冶滓 (TNG-1~3) のうち、TNG-1は原料砂鉄に由来する脈石成分 (Ti, V) の値が比較的高く精錬鍛冶滓、これに対してTNG-2・3は脈石成分が低減しており、鍛錬鍛冶滓に分類される。
- 〈2〉鍛打工程で派生する微細遺物の粒状滓 (TNG-6)、鍛造剥片 (TNG-7) が確認された。調査を実施した鍛造剥片には内層ヴスタイトが結晶粒を明瞭に残すものから、完全に非晶質化したものまで存在し、鉄器製作まで一連の鍛冶作業が行われたと推測される。
- 〈3〉鉄片 (TNG-5) は鑄造鉄器の破片であった。介在物の硫化鉄 (FeS) 中にチタン (Ti)、バナジウム (V) を固溶する。始発原料は砂鉄で高温製錬で生成された鉄鉄を原料としている。

4-2. 鑄造作業

小型ルツボサヤ (TNG-8)、ルツボ (TNG-9~11) として分類された遺物4点のうち、TNG-8、9では微細な金属鉄粒が複数確認された。これらは鉄生産関連の派生物の可能性が高いが、外観の特徴等では用途を断定することが難しいため、今回の調査結果のみで具体的な作業内容を判断できなかった。鉄鑄造に伴う遺物を確実に判断するには、近世の性格の解明された鉄鑄造遺跡からの出土品との対比や、その特徴及び事例の蓄積が必要であろう。

これに対してTNG-10では銅鉄 ($x\text{Cu}_2\text{S}\cdot y\text{FeS}$) が、TNG-11では比較的純度の高い銅粒が検出された。これらは銅ないしは銅合金 (青銅、黄銅など) の鑄造に用いられたと推測される。なお銅鉄、銅粒のEPMA調査の結果、当遺跡内に搬入された銅素材の純度はやや低めであり、鉄 (Fe)、硫黄 (S) 等の不純物を若干含むものの存在が明らかになった。

現在までのところ、近世の銅生産に関連した出土遺物の調査事例自体が少なく、遺物を通した銅素材の流通実態の検討は今後の課題といえる。当地域への銅素材の流通形態を検討するために、これから銅関連の分析事例の蓄積が望まれる。

また小型ルツボサヤ (TNG-8) の耐火度は1156℃、ルツボ (TNG-11) の耐火度は1080℃であった。繰り返し加熱に対する耐火性が要求される製品としては低値傾向を示した。周辺地域の粘土の性状を反映した可能性も考えられる。一方、製品の性格上、器物全体に熱影響を強く受けており、胎土本来の性状とは異なった値の可能性の危惧も記しておく。

(注)

(1) 日刊工業新聞社『焼結鉍組織写真および識別法』1968

グスタイトは450~500Hv、ファイヤライトは600~700Hvの範囲が提示されている。またウルボスピネルの硬度値範囲の明記はないが、マグネタイトにチタン(Ti)を固溶するので、600Hv以上であればウルボスピネルと同定している。それにアルミナ(Al)が加わり、ウルボスピネルとヘーシナイトを端成分とする固溶体となると更に硬度値は上昇する。このため700Hvを超える値では、ウルボスピネルとヘーシナイトの固溶体の可能性が考えられる。

(2) 大澤正己・鈴木瑞穂「家ノ前鉍出土製鉄関連遺物の金属学的調査」2002.10 木次町教育委員会提出原稿

(3) 粒状滓は鍛冶作業において凹凸を持つ鉄素材が鍛冶炉の中で赤熱状態に加熱されて、突起部が溶け落ちて酸化され、表面張力の関係から球状化したり、赤熱鉄塊に酸化防止を目的に塗布された粘土汁が酸化膜と反応して、これが鍛打の折に飛散して球状化した微細な遺物である。

鍛造剥片とは鉄素材を大気中で加熱、鍛打したとき、表面酸化膜が剥離、飛散したものを指す。俗に鉄肌(金肌)やスケールとも呼ばれる。鍛冶工程の進行により、色調は黒褐色から青味を帯びた銀色(光沢を発する)へと変化する。粒状滓の後続派生物で、鍛打作業の実証と、鍛冶の段階を押える上で重要な遺物となる。

(4) 鍛造剥片の酸化膜相は、外層は微厚のヘマタイト(Hematite: Fe_2O_3)、中間層マグネタイト(Magnetite: Fe_3O_4)、大部分は内層グスタイト(Wustite: FeO)の3層から構成される。このうちのヘマタイト相は1450°Cを越えると存在しなく、グスタイト相は570°C以上で生成されるのはFe-O系平衡状態図から説明される。

鍛造剥片を正水(塩酸3:硝酸1)で腐食すると、外層ヘマタイト(Hematite: Fe_2O_3)は腐食しても侵されず、中間層マグネタイト(Magnetite: Fe_3O_4)は黄変する。内層のグスタイト(Wustite: FeO)は黒変する。鍛打作業前半段階では内層グスタイト(Wustite: FeO)が粒状化を呈し、鍛打仕上げ時になると非晶質化する。鍛打作業工程のどの段階が行われていたか推定する手がかりともなる。

(5) 黒田吉益・諏訪兼位『偏光顕微鏡と造岩鉍物 [第2版]』共立出版株式会社 1983

第4章 主要な造岩鉍物 4. 7かんらん石類(Olivine Group)

かんらん石類は X_2SiO_4 で表される。XにはMg、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、Caなどがはいる。このXの位置は2価のイオンだけで占められ、Alや Fe^{3+} のような3価の金属イオンはほとんど存在しない。Siの位置をAlが置換することもない。

(6) 前掲注(5)

第4章 主要な造岩鉍物 4. 3準長石類 C. 白榴石(leucite, リューサイト) 正方晶系白榴石はカリ長石から SiO_2 を差し引いた形の KAlSiO_6 と書かれる。少量のNaを含む。

(7) 伊藤尚『金属通論』1983 3-2-3 Cu製錬の記載をもとに加筆

銅の主要な鉍石に黄銅鉍(CuFeS_2)が挙げられる。これは主に銅(Cu)鉄(Fe)硫黄(S)で構成される鉍物である。このため鉍石中から金属銅を採取するには鉄、硫黄分を

除去する作業が必要となる。

今日ではCu40～50%の銅鉞を採取し、これから金属銅を採取するのが普通である。第1段階をせいひ製鉞、第2段階を製銅という。

銅(Cu)は硫黄(S)、酸素(O)と結びつく力に(親和力)あまり差がないが、鉄(Fe)は硫黄より酸素と結びつくの方が著しく大きい。この性質を利用して鉞石を加熱酸化するとFeSが優先的に酸化されて、鉄は酸化鉄(FeO)の滓になる。この滓は製鉞中途の硫化銅と硫化鉄の混合物($x\text{Cu}_2\text{S}\cdot y\text{FeS}$)より軽いので、炉のなかで上に浮き分離される。また硫黄は SO_2 ガスとなる。

製鉞中途の硫化銅と硫化鉄の混合物($x\text{Cu}_2\text{S}\cdot y\text{FeS}$)を鉞、分離された滓をからみと呼ぶ。できた鉞はさらに酸化製鉞され、まずFeSが除去される。次に残った Cu_2S (白鉞)が酸化されると銅(Cu)から硫黄(S)がとり除かれて金属銅が得られる。

(8) 前掲注(5)

第5章 鉞物各論 D. 尖晶石類・スピネル類(Spinel Group)の記載に加筆

尖晶石類の化学組成の一般式は XY_2O_4 と表記できる。Xは2価の金属イオン、Yは3価の金属イオンである。その組み合わせでいろいろの種類のものがある。(略)

スピネル(Spinel: MgAl_2O_4)、ヘーシナイト〔鉄スピネル〕(Hercynite: $\text{Fe}_2+\text{Al}_2\text{O}_4$)、マグネタイト〔磁鉄鉞〕(Magnetite: $\text{Fe}_2+\text{Fe}_2^3+\text{O}_4$)、クロム磁鉄鉞(Chromite: $\text{Fe}_2+\text{Cr}_2\text{O}_4$)、

マグネシオクロマイト(Magnesiochromite: MgCr_2O_4)、ウルボスピネル(Ulvospinel: $\text{TiFe}_2^3+\text{O}_4$)

またこれらを端成分とした固溶体をつくる。

(9) 『講座・現代の金属学 製鉞編2 非鉄金属製鉞』日本金属学会 1980

3・1(2) マット(鉞) の記載をもとに加筆

マット(Matte: 鉞)はいくつかの硫化物が炉中で溶け合って生成する人工的な均一溶液体である。(中略)。実際のCuマットは $\text{Cu}_2\text{S}-\text{FeS}_{1.08}$ よりも常にS不足の状態にあるが、これは熔融マットに金属分及び鉄酸化物が溶解しているからである。(中略)。通常のCuマットのように酸化溶鉞で作られる場合には酸化鉄(FeO , Fe_2O_3)の溶解がS不足の主原因である。 $\text{FeS}-\text{FeO}$ 系が高温でよく溶け合うことから理解できるように、 $\text{Cu}_2\text{S}-\text{FeS}_{1.08}$ 系にもかなりFeOが固溶する。

(10) 的場、渡辺、小野編『銅製鉞』『金属製鉞技術ハンドブック』朝倉書店1963

Table.1 供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	計測値		磁著度	メタクル度	調査項目			備考		
					大きさ(mm)	重量(g)			組マク織ロ	顕微鏡織度ス	X線回折		E P M A	化学分析
TNG-1	谷口	1区 2階鉄骨廊下	楕形織治滓(含鉄)	近世	245×170×123	3740.0	2	H (○)	—	○	—	—	—	—
TNG-2	谷口	1区 1層	楕形織治滓(含鉄)	近世	115×114×74	616.0	4	L (●)	○	○	—	—	—	—
TNG-3	谷口	1区 1層	楕形織治滓(含鉄)	近世	98×97×42	400.0	7	特1. (☆)	○	○	—	—	—	—
TNG-5	谷口	1区 その他	鉄片	近世	22×21×2	5.0	5	L (●)	○	○	—	—	—	—
TNG-6	谷口	1区 1層	粒状滓	近世	—	—	—	なし	○	—	—	—	—	—
TNG-7	谷口	1区 1層	織造刺片	近世	—	—	—	なし	○	—	—	—	—	—
TNG-8	谷口	1区 一拵	小型ルツボサヤ	近世	60×57×45	115.0	2	なし	—	○	—	—	—	—
TNG-9	谷口	1区 その他	小型ルツボ	近世	33×19×17	8.0	1	なし	—	○	—	—	—	—
TNG-10	谷口	1区 一拵	小型ルツボ	近世	48×42×17	37.0	3	なし	○	○	—	—	—	—
TNG-11	谷口	1区 一拵	小型ルツボ	近世	47×39×16	29.0	3	なし	○	○	—	—	—	—

* TNG-4は欠番

Table. 2 供試材の組成

符号	通称名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	全銅鉄 (Metal Fe)	鉄 第1鉄 (FeO)	酸化 第2鉄 (Fe ₂ O ₃)	一酸化 珪素 (SiO ₂)	酸化アル ミニウム (Al ₂ O ₃)	酸化カルシウム (CaO)	酸化マグ ネシウム (MgO)	酸化カリウム (K ₂ O)	酸化 ナトリウム (Na ₂ O)
TNG-1	谷口	1区 2層鉄造掘り	楕形鋸治湾 (含鉄)	近世	57.63	0.98	62.62	11.40	14.85	3.71	2.41	0.72	0.22	0.37
TNG-2	谷口	1区 1層	楕形鋸治湾 (含鉄)	近世	52.04	10.06	38.55	17.18	17.34	3.58	4.38	1.37	0.28	0.46
TNG-3	谷口	1区 1層	楕形鋸治湾 (含鉄)	近世	60.70	6.21	36.15	37.73	12.85	1.85	2.06	0.63	0.14	0.25
TNG-8	谷口	1区 一括	小型ルツボサヤ	近世	3.35	0.03	1.16	3.46	69.51	16.80	1.38	0.86	0.07	2.14
TNG-11	谷口	1区 一括	小型ルツボ	近世	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

※: below

符号	通称名	酸化マンガン (MnO)	酸化チタン (TiO ₂)	酸化クロム (Cr ₂ O ₃)	硫黄 (S)	五酸化磷 (P ₂ O ₅)	炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	耐火度 ℃	造海成分 Total Fe	造海成分 Total Fe	造海成分 TiO ₂ Total Fe
TNG-1	谷口	0.22	0.81	0.02	0.04	0.28	0.19	0.05	<0.01	-	22.28	0.387	0.014
TNG-2	谷口	0.28	0.15	0.02	0.04	0.63	0.34	<0.01	0.01	-	27.41	0.527	0.003
TNG-3	谷口	0.14	0.07	<0.01	0.04	0.34	0.56	<0.01	0.01	-	17.79	0.293	0.001
TNG-8	谷口	0.07	0.50	0.01	<0.01	0.12	# 0.13	<0.01	0.01	1,156	90.76	27.063	0.149
TNG-11	谷口	-	-	-	-	-	-	-	-	1,080	-	-	-

Table. 3 出土遺物の調査結果のまとめ

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	顕微鏡組織	調査項目						所見	
						Total Fe, Fe ₂ O ₃	塩素柱成分	TiO ₂	V	MnO	ガス質分		Cu
TNG-1	谷口	1区 2層鉄滓溜り	焼形鋳治滓 (鉄滓)	近世	全周縁:フェライト相 細な金属組織存在 W+F	57.63	62.62	0.81	0.05	0.22	22.28	<0.01	精錬鋳治滓 (始発原料:低圧砂鉄)、 底鉄器付用か
					海張:W (一部F)、 鋳造割片付着、 イト相 粗な金属組織存在	52.04	38.55	0.15	<0.01	0.28	27.41	0.01	
TNG-2	谷口	1区 1層	焼形鋳治滓 (鉄滓)	近世	海張:W (一部F)、 鋳造割片付着、 イト相 粗な金属組織存在	60.70	36.15	0.07	<0.01	0.14	17.79	0.01	鋳造鋳治滓 (始発原料:低圧砂鉄)
TNG-3	谷口	1区 1層	焼形鋳治滓 (鉄滓)	近世	全周縁:フェライト相 粗な金属組織存在 W+F								
TNG-5	谷口	1区 その他	鉄片	近世	海張:W (一部F)、 全周縁:フェライト相 粗な金属組織存在 W+F								鉄片 (始発原料:砂鉄、高温 製鐵)
TNG-6	谷口	1区 1層	鉄状滓	近世	海張:W (一部F)、 全周縁:フェライト相 粗な金属組織存在 W+F								鋳造工段前半~後半段 降の派生物
TNG-7	谷口	1区 1層	鋳造割片	近世	3層分組織 イ-1・2・3・ロ-2・3内層 W非晶質								
TNG-8	谷口	1区 一拵	小型炉フッキ	近世	胎:ガラス質溶化、 付着層:M-P、 金属鉄:フェライト粒	3.35	1.16	0.50	<0.01	0.07	90.76	0.01	養生型関連遺物の可能 性が高い
TNG-9	谷口	1区 その他	小型炉ツギ	近世	胎:ガラス質溶化、 M品出、フェライト、 過共析組織粒								養生型関連遺物の可能 性が高い
TNG-10	谷口	1区 一拵	小型炉ツギ	近世	付着層W+M-(Fe,Ca, Mg)SiO ₃ +KAlSi ₃ O ₈ 、 微小針状存在 内面:薄化鉄粒付着								新開連の鋳造に用いた と推定される
TNG-11	谷口	1区 一拵	小型炉ツギ	近世	胎:ガラス質溶化、 M品出、酸化金属粒、 金属組織残存								新開連の鋳造に用いた と推定される

W: Wustite (FeO), F: Fayalite (2FeO·SiO₂), M: Magnetite (Fe₃O₄)

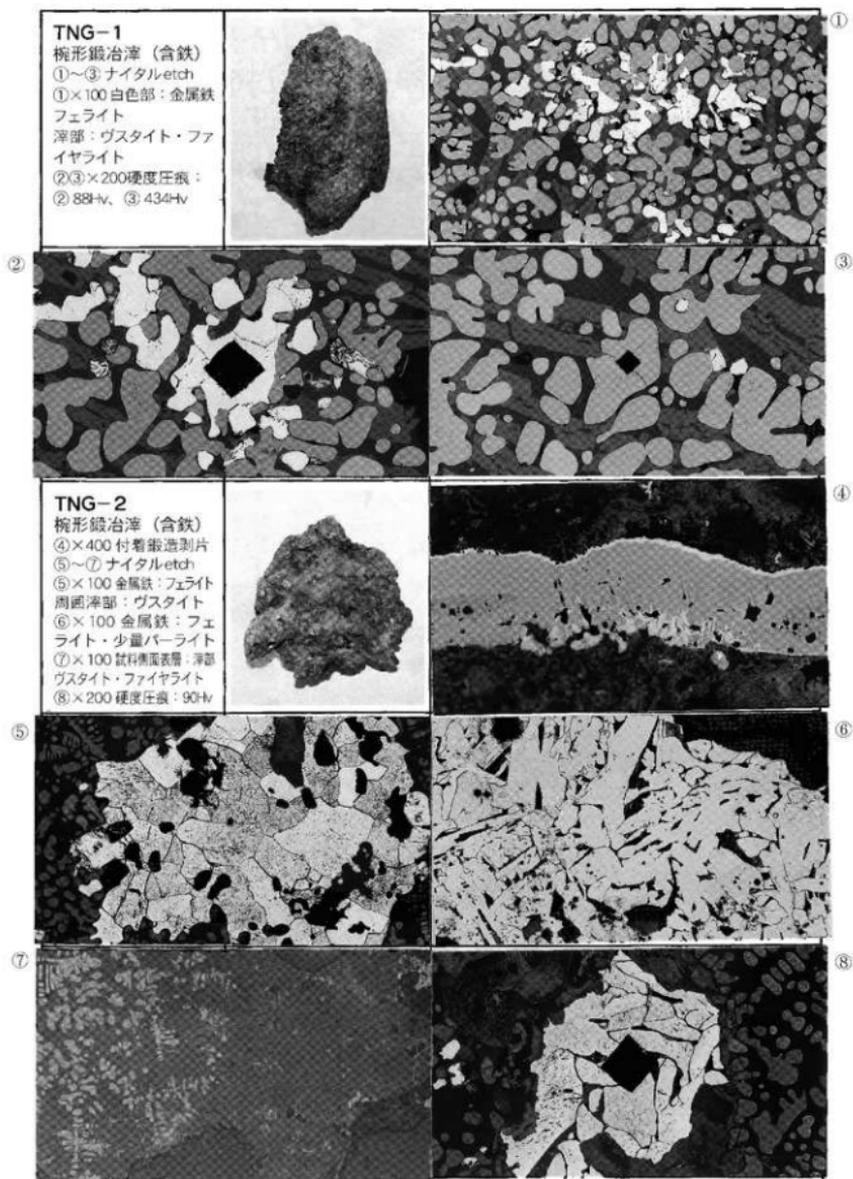


Photo. 1 梡形鍛冶滓の顕微鏡組織

TNG-3**梔形鍛冶滓**

①×100 浮部：グスタイト

②～⑨ ナイタル etch

②×100 ③×400

金属鉄：フェライト散在

浮部：グスタイト・ファイヤイト・木炭

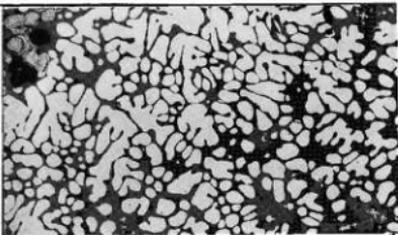
④×100 ⑤×400

金属鉄：フェライト・少量パーライト

⑥×100 ⑦×400 同上

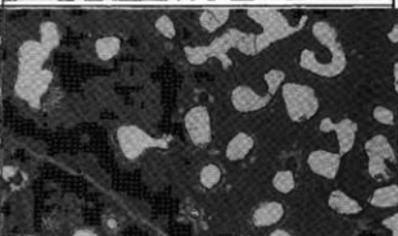
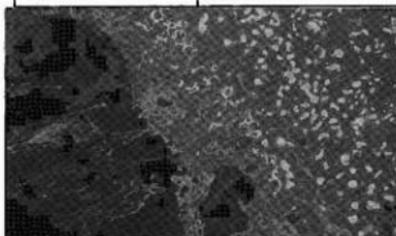
⑧⑨×200 硬直圧痕

⑧ 434+V、⑨ 77+V



①

②



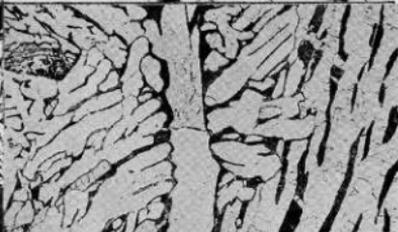
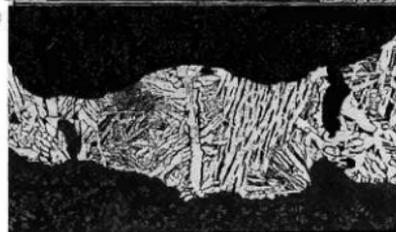
③

④



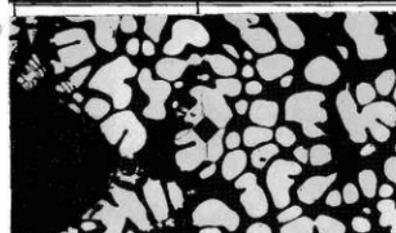
⑤

⑥



⑦

⑧



⑨

Photo.2 梔形鍛冶滓の顕微鏡組織

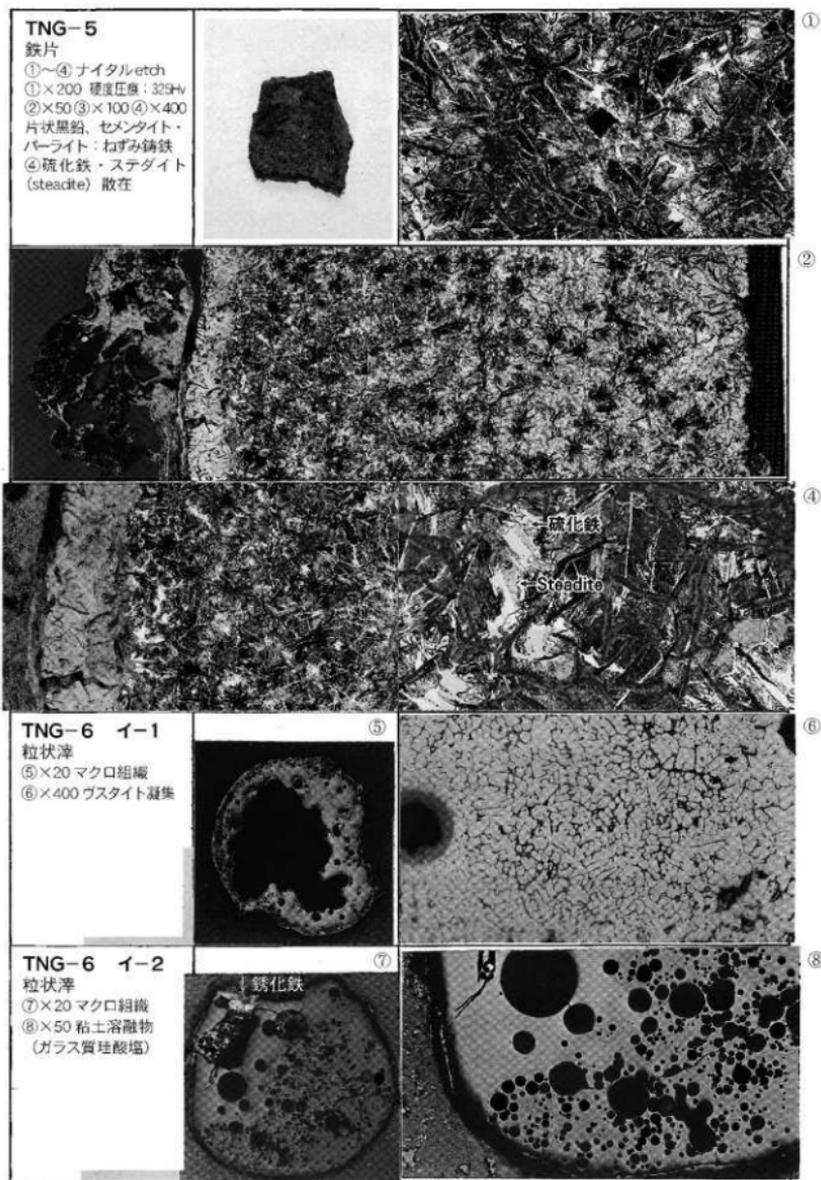


Photo.3 鉄片・粒状滓の顕微鏡組織

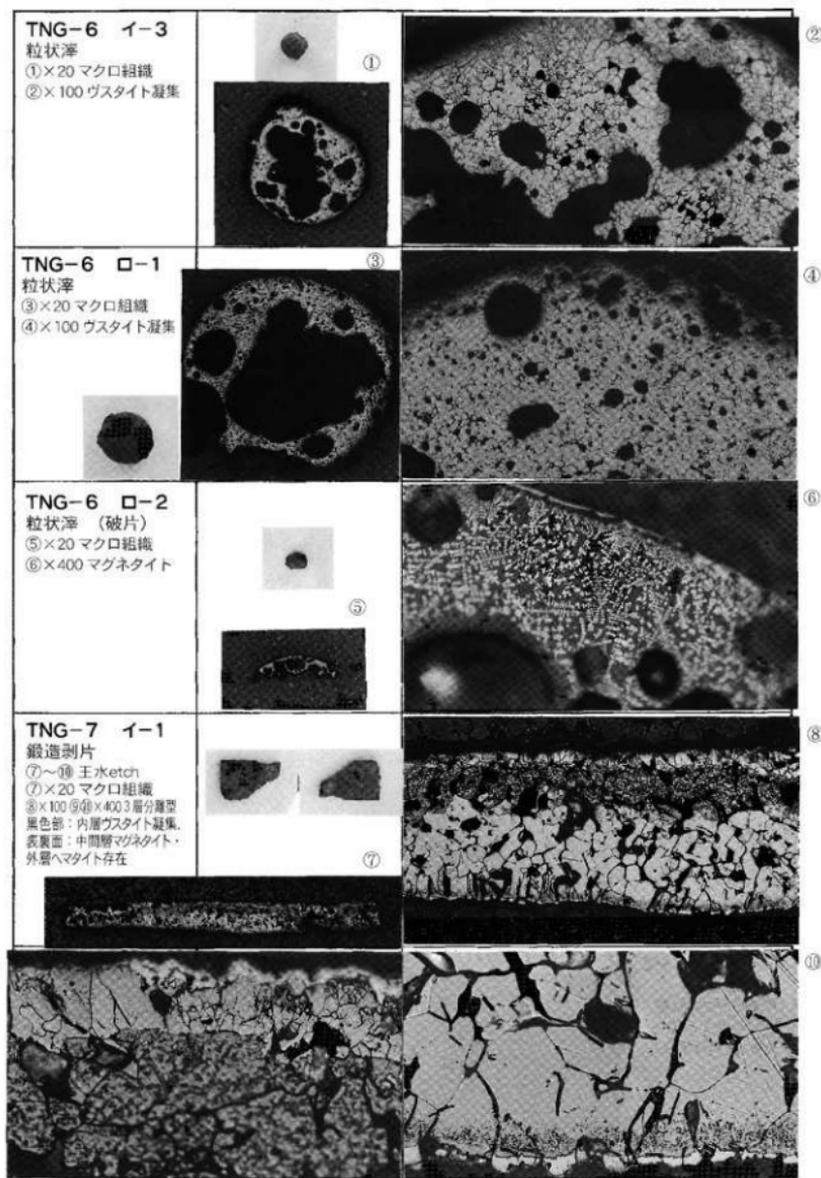


Photo. 4 粒状滓・鍛造剥片の顕微鏡組織

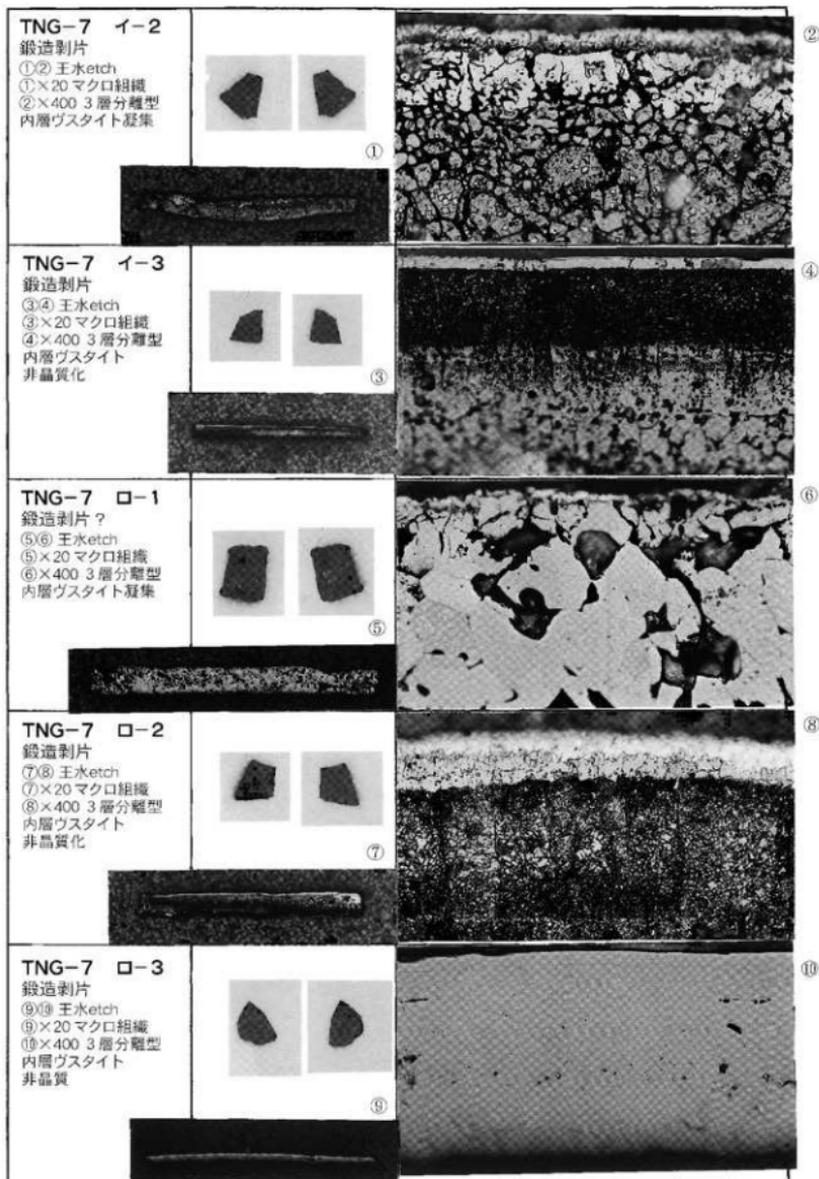


Photo. 5 鍛造剥片の顕微鏡組織

TNG-8

小型ルツボサヤ

①×400 外面表層:

表層付着層 マグネタイト晶出

白色粒: 金属鉄、周層:

微細ファイヤライト晶出

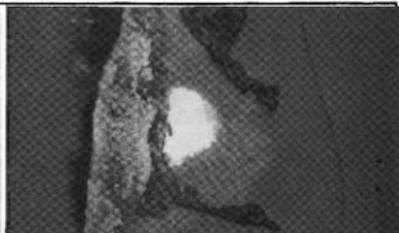
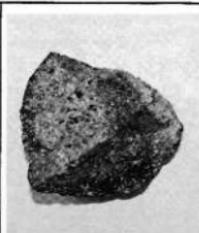
②×400 ナイタルetch

白色粒: 金属鉄フェライト

③×100

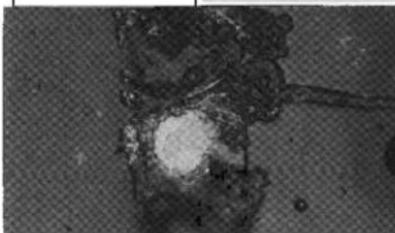
内側: 粘土鉱物非晶質化

混入砂鉄外周部溶解



①

②



③

TNG-9

小型ルツボ

④×400 口縁部表層:

マグネタイト晶出

⑤~⑧

金属粒: ナイタルetch

⑤×100 ⑥×400

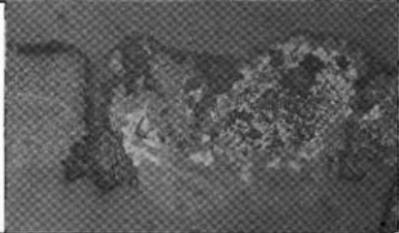
セメント・パーライト

過共析組織

⑦⑧×200 硬度圧痕:

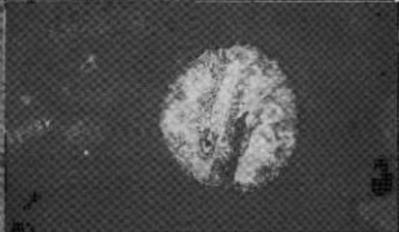
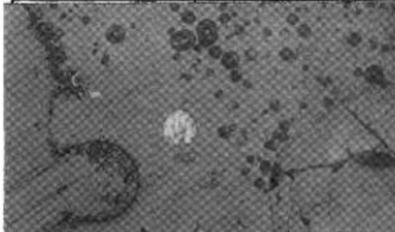
⑦130HV、フェライト

⑧119HV、フェライト



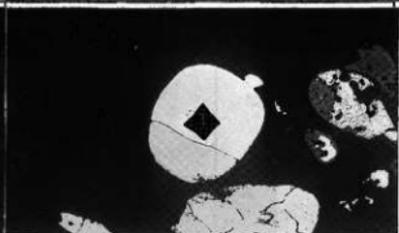
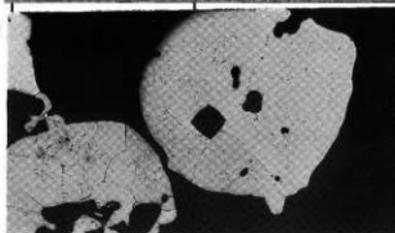
④

⑤



⑥

⑦



⑧

Photo. 6 小型ルツボサヤ・小型ルツボの顕微鏡組織

TNG-10

小型ルツボ

①~③底部外面付着滓

①×50

グスタイト・マグネタイト

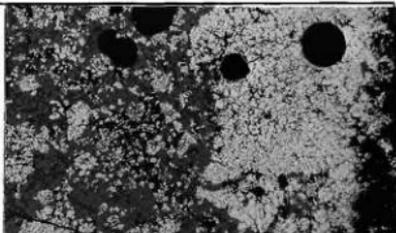
かんらん石

〔Fe,Ca,Mg〕₂SiO₄]

リュウサイトか、銅粒散在

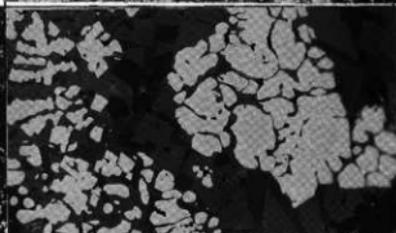
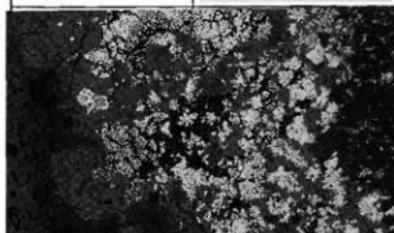
④⑤×200 内面ガラス質滓

表層：鉄酸化物付着



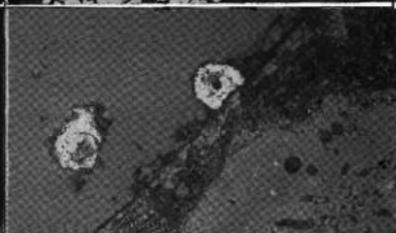
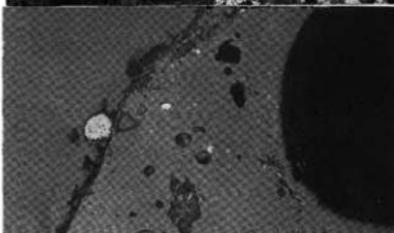
①

②



③

④



⑤

TNG-11

小型ルツボ

⑥×100

外面表層：黒色ガラス質滓、

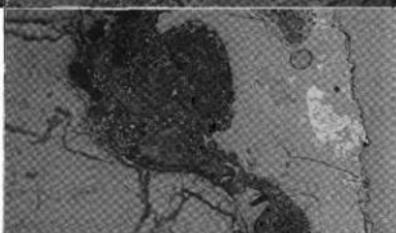
マグネタイト晶出

⑦×100 ⑧×400

内面表層：黒色ガラス質滓

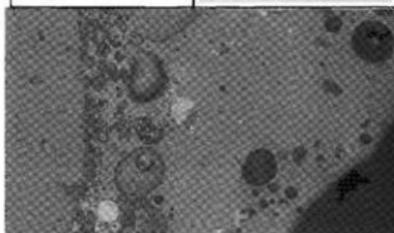
酸化金属粒散在

中央：金属鋼残存



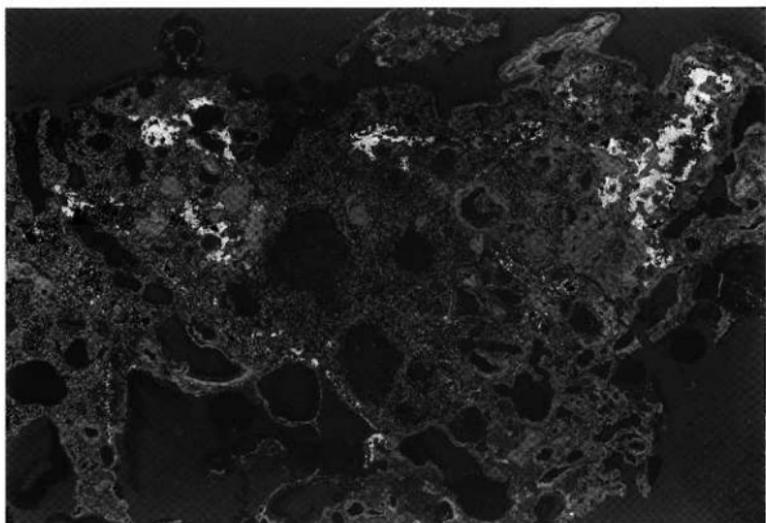
⑥

⑦



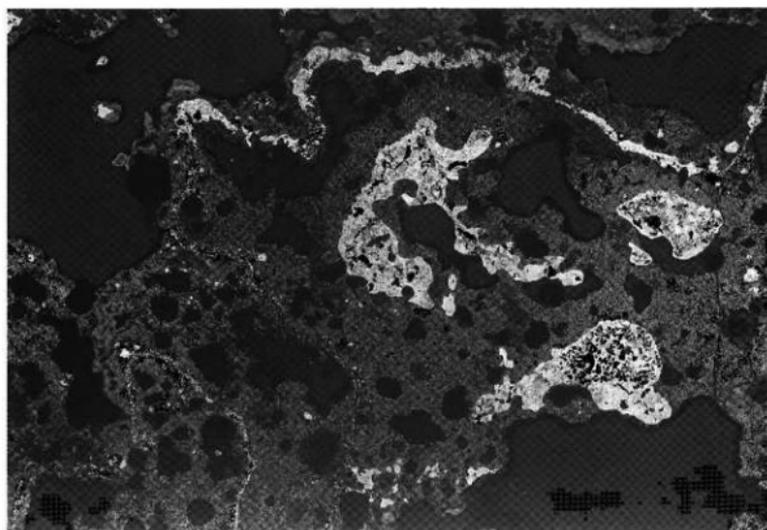
⑧

Photo. 7 小型ルツボの顕微鏡組織



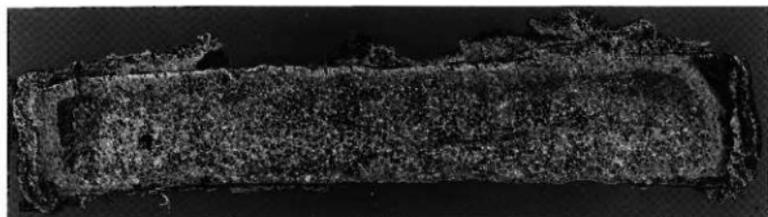
×写真左側が試料上面

TNG-2 ×10



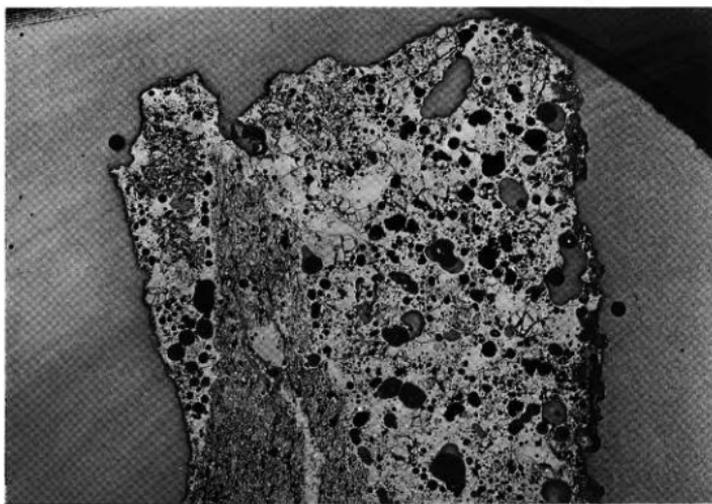
TNG-3 ×10

Photo. 8 上段：楕形鍛冶滓 (TNG-2) のマクロ組織 (×10)
下段：楕形鍛冶滓 (TNG-3) のマクロ組織 (×10)



TNG-5×10

試料上面端部 (破面熔融)



TNG-10×5

内面ガラス質化 被熱胎工残存 外面ガラス質化 (黒色部：滓部)

Photo. 9 上段：鉄片 (TNG-5) のマクロ組織 (×10)
 下段：小型ルツボ (TNG-10) のマクロ組織 (×5)

<p>COMP ×1500</p> <p>TNG-5</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>K2O</td><td>0.024</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>-</td><td>0.020</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>-</td><td>0.009</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.138</td><td>-</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>14.498</td><td>0.050</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.376</td><td>25.790</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.007</td><td>0.010</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>-</td><td>0.238</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>-</td><td>0.401</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>171.488</td><td>711.624</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>0.001</td><td>0.133</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>0.111</td><td>1.041</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>-</td><td>0.120</td></tr> <tr><td>Total</td><td>146.790</td><td>114.700</td></tr> </tbody> </table>	Element	7	8	K2O	0.024	0.000	Mg	-	0.020	Al2O3	-	0.009	SiO2	0.138	-	P2O5	14.498	0.050	S	0.376	25.790	K2O	-	-	CaO	0.007	0.010	Cr2O3	-	0.238	NaF	-	0.401	FeO	171.488	711.624	As2O3	-	-	NaF	0.001	0.133	As2O3	0.111	1.041	CaO	-	0.120	Total	146.790	114.700																																																																																							
Element	7	8																																																																																																																																										
K2O	0.024	0.000																																																																																																																																										
Mg	-	0.020																																																																																																																																										
Al2O3	-	0.009																																																																																																																																										
SiO2	0.138	-																																																																																																																																										
P2O5	14.498	0.050																																																																																																																																										
S	0.376	25.790																																																																																																																																										
K2O	-	-																																																																																																																																										
CaO	0.007	0.010																																																																																																																																										
Cr2O3	-	0.238																																																																																																																																										
NaF	-	0.401																																																																																																																																										
FeO	171.488	711.624																																																																																																																																										
As2O3	-	-																																																																																																																																										
NaF	0.001	0.133																																																																																																																																										
As2O3	0.111	1.041																																																																																																																																										
CaO	-	0.120																																																																																																																																										
Total	146.790	114.700																																																																																																																																										
<p>COMP ×500</p> <p>TNG-10</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0.028</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>0.017</td><td>0.066</td><td>0.160</td><td>0.443</td><td>1.108</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>1.083</td><td>2.077</td><td>1.494</td><td>1.013</td><td>0.073</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>4.011</td><td>0.180</td><td>1.848</td><td>0.028</td><td>19.859</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.197</td><td>0.120</td><td>10.462</td><td>20.012</td><td>40.195</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>-</td><td>0.014</td><td>0.014</td><td>0.487</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>-</td><td>0.007</td><td>0.702</td><td>0.001</td><td>-</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>0.009</td><td>0.020</td><td>0.048</td><td>0.004</td><td>25.905</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.070</td><td>0.070</td><td>10.421</td><td>10.489</td><td>0.070</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>0.705</td><td>0.041</td><td>0.142</td><td>0.000</td><td>0.010</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>0.072</td><td>-</td><td>0.012</td><td>0.005</td><td>0.014</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>0.282</td><td>0.010</td><td>0.483</td><td>0.775</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>69.600</td><td>200.479</td><td>27.017</td><td>20.145</td><td>2.473</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td><td>0.008</td><td>0.004</td><td>-</td><td>0.004</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.000</td><td>0.012</td><td>0.708</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td><td>0.004</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>-</td><td>0.011</td><td>0.030</td><td>0.010</td><td>-</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>-</td><td>0.008</td><td>0.004</td><td>-</td><td>0.004</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.000</td><td>0.012</td><td>0.708</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td><td>0.004</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>-</td><td>0.011</td><td>0.030</td><td>0.010</td><td>-</td></tr> <tr><td>Total</td><td>95.329</td><td>107.643</td><td>97.680</td><td>96.935</td><td>100.970</td></tr> </tbody> </table>	Element	1	2	3	4	5	F	-	-	-	-	0.028	K2O	0.017	0.066	0.160	0.443	1.108	MgO	1.083	2.077	1.494	1.013	0.073	Al2O3	4.011	0.180	1.848	0.028	19.859	SiO2	0.197	0.120	10.462	20.012	40.195	P2O5	-	0.014	0.014	0.487	-	S	-	0.007	0.702	0.001	-	K2O	0.009	0.020	0.048	0.004	25.905	CaO	0.070	0.070	10.421	10.489	0.070	Cr2O3	0.705	0.041	0.142	0.000	0.010	NaF	0.072	-	0.012	0.005	0.014	NaF	0.282	0.010	0.483	0.775	-	CaO	69.600	200.479	27.017	20.145	2.473	As2O3	-	0.008	0.004	-	0.004	SiO2	0.000	0.012	0.708	-	-	As2O3	-	0.004	-	-	-	CaO	-	0.011	0.030	0.010	-	NaF	-	0.008	0.004	-	0.004	SiO2	0.000	0.012	0.708	-	-	As2O3	-	0.004	-	-	-	CaO	-	0.011	0.030	0.010	-	Total	95.329	107.643	97.680	96.935	100.970
Element	1	2	3	4	5																																																																																																																																							
F	-	-	-	-	0.028																																																																																																																																							
K2O	0.017	0.066	0.160	0.443	1.108																																																																																																																																							
MgO	1.083	2.077	1.494	1.013	0.073																																																																																																																																							
Al2O3	4.011	0.180	1.848	0.028	19.859																																																																																																																																							
SiO2	0.197	0.120	10.462	20.012	40.195																																																																																																																																							
P2O5	-	0.014	0.014	0.487	-																																																																																																																																							
S	-	0.007	0.702	0.001	-																																																																																																																																							
K2O	0.009	0.020	0.048	0.004	25.905																																																																																																																																							
CaO	0.070	0.070	10.421	10.489	0.070																																																																																																																																							
Cr2O3	0.705	0.041	0.142	0.000	0.010																																																																																																																																							
NaF	0.072	-	0.012	0.005	0.014																																																																																																																																							
NaF	0.282	0.010	0.483	0.775	-																																																																																																																																							
CaO	69.600	200.479	27.017	20.145	2.473																																																																																																																																							
As2O3	-	0.008	0.004	-	0.004																																																																																																																																							
SiO2	0.000	0.012	0.708	-	-																																																																																																																																							
As2O3	-	0.004	-	-	-																																																																																																																																							
CaO	-	0.011	0.030	0.010	-																																																																																																																																							
NaF	-	0.008	0.004	-	0.004																																																																																																																																							
SiO2	0.000	0.012	0.708	-	-																																																																																																																																							
As2O3	-	0.004	-	-	-																																																																																																																																							
CaO	-	0.011	0.030	0.010	-																																																																																																																																							
Total	95.329	107.643	97.680	96.935	100.970																																																																																																																																							
<p>COMP ×1000</p> <p>TNG-10</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>-</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>0.040</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.011</td></tr> <tr><td>Al2O3</td><td>0.001</td></tr> <tr><td>SiO2</td><td>0.024</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>-</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>0.008</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.004</td></tr> <tr><td>TiO2</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>Cr2O3</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>0.072</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>80.100</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td></tr> <tr><td>NaF</td><td>0.029</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td></tr> <tr><td>As2O3</td><td>-</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.122</td></tr> <tr><td>Total</td><td>100.262</td></tr> </tbody> </table>	Element	6	F	-	K2O	0.040	MgO	0.011	Al2O3	0.001	SiO2	0.024	P2O5	-	S	-	K2O	0.008	CaO	0.004	TiO2	0.002	Cr2O3	0.003	NaF	0.072	FeO	80.100	As2O3	-	NaF	0.029	As2O3	-	As2O3	-	CaO	0.122	Total	100.262																																																																																																		
Element	6																																																																																																																																											
F	-																																																																																																																																											
K2O	0.040																																																																																																																																											
MgO	0.011																																																																																																																																											
Al2O3	0.001																																																																																																																																											
SiO2	0.024																																																																																																																																											
P2O5	-																																																																																																																																											
S	-																																																																																																																																											
K2O	0.008																																																																																																																																											
CaO	0.004																																																																																																																																											
TiO2	0.002																																																																																																																																											
Cr2O3	0.003																																																																																																																																											
NaF	0.072																																																																																																																																											
FeO	80.100																																																																																																																																											
As2O3	-																																																																																																																																											
NaF	0.029																																																																																																																																											
As2O3	-																																																																																																																																											
As2O3	-																																																																																																																																											
CaO	0.122																																																																																																																																											
Total	100.262																																																																																																																																											
<p>TNG-10</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>W1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Cl</td><td>0.918</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>42.710</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>41.790</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>-</td></tr> <tr><td>Sn</td><td>-</td></tr> <tr><td>Sb</td><td>6.234</td></tr> <tr><td>S</td><td>10.080</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>0.472</td></tr> <tr><td>Al</td><td>2.758</td></tr> <tr><td>Si</td><td>0.071</td></tr> <tr><td>P</td><td>0.327</td></tr> <tr><td>S</td><td>-6.531</td></tr> <tr><td>N</td><td>1.184</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>2.574</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>0.239</td></tr> <tr><td>Total</td><td>105.187</td></tr> </tbody> </table>	Element	W1	Cl	0.918	Fe	42.710	Ca	41.790	Zn	-	Sn	-	Sb	6.234	S	10.080	Nb	0.472	Al	2.758	Si	0.071	P	0.327	S	-6.531	N	1.184	Ca	2.574	Nb	0.239	Total	105.187																																																																																																								
Element	W1																																																																																																																																											
Cl	0.918																																																																																																																																											
Fe	42.710																																																																																																																																											
Ca	41.790																																																																																																																																											
Zn	-																																																																																																																																											
Sn	-																																																																																																																																											
Sb	6.234																																																																																																																																											
S	10.080																																																																																																																																											
Nb	0.472																																																																																																																																											
Al	2.758																																																																																																																																											
Si	0.071																																																																																																																																											
P	0.327																																																																																																																																											
S	-6.531																																																																																																																																											
N	1.184																																																																																																																																											
Ca	2.574																																																																																																																																											
Nb	0.239																																																																																																																																											
Total	105.187																																																																																																																																											
<p>TNG-11</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>W2</th> <th>W3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Cl</td><td>0.082</td><td>0.024</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>2.430</td><td>4.926</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>81.761</td><td>92.721</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>1.191</td><td>2.444</td></tr> <tr><td>Sn</td><td>1.840</td><td>1.102</td></tr> <tr><td>Sn</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>11.680</td><td>0.700</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Al</td><td>-</td><td>0.017</td></tr> <tr><td>Si</td><td>0.026</td><td>2.027</td></tr> <tr><td>P</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.005</td><td>0.013</td></tr> <tr><td>N</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>0.713</td><td>0.032</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>0.041</td><td>-</td></tr> <tr><td>Total</td><td>100.900</td><td>100.128</td></tr> </tbody> </table>	Element	W2	W3	Cl	0.082	0.024	Fe	2.430	4.926	Ca	81.761	92.721	Zn	1.191	2.444	Sn	1.840	1.102	Sn	-	-	S	11.680	0.700	Mg	-	-	Al	-	0.017	Si	0.026	2.027	P	-	-	S	0.005	0.013	N	-	-	Ca	0.713	0.032	Nb	0.041	-	Total	100.900	100.128																																																																																							
Element	W2	W3																																																																																																																																										
Cl	0.082	0.024																																																																																																																																										
Fe	2.430	4.926																																																																																																																																										
Ca	81.761	92.721																																																																																																																																										
Zn	1.191	2.444																																																																																																																																										
Sn	1.840	1.102																																																																																																																																										
Sn	-	-																																																																																																																																										
S	11.680	0.700																																																																																																																																										
Mg	-	-																																																																																																																																										
Al	-	0.017																																																																																																																																										
Si	0.026	2.027																																																																																																																																										
P	-	-																																																																																																																																										
S	0.005	0.013																																																																																																																																										
N	-	-																																																																																																																																										
Ca	0.713	0.032																																																																																																																																										
Nb	0.041	-																																																																																																																																										
Total	100.900	100.128																																																																																																																																										

Photo. 10の原因

谷口遺跡より出土した木炭の¹⁴C年代測定

大阪府立大学先端科学研究所

アイソトープ総合研究センター

川野 瑛子・柴田せつ子

1. はじめに

島根県木次町教育委員会より測定依頼を受けた家の前跡・谷口遺跡より出土木炭のメタノール液体シンチレーション法 [1, 2] による¹⁴C年代測定結果について報告する。

2. 原理と約束ごと

Libby [3] によって確立されたこの測定法は、生きている生物体の¹⁴C濃度は大気中の¹⁴C濃度とほぼ等しく、その死後新たな¹⁴Cの取り込みは行われないので¹⁴Cはその半減期で減少する。したがって生物遺体中の¹⁴C濃度 (A) と、その生物が生きていたときの¹⁴C濃度 (A0) を測定すれば現代までに経過した年数 (t) が次式から計算できる。

$$t = \frac{T_{1/2}}{0.693} \cdot \ln \frac{A_0}{A}$$

大気中¹⁴C濃度が経年、地域に関係なく一定であると言う仮定のもとに成立しているため、A0は、現在の自然界の¹⁴C濃度を測定すればよいことになる。現在、国際的な標準物質としてアメリカ標準局 (NIST) からシュウ酸 [SRM4990C] が準備されて、1982年の国際会議でその値の74.59%値をA.D.1950年の (A0) の値に置き換えることが約束された。

3. 測定方法

試料は炭化物とし、燃焼させて生じる炭酸ガスをメタノールへ導く。このメタノールの¹⁴C放射能を液体シンチレーション法により測定し、前項の式より試料の年代を計算する。

1) 試料の前処理

- ① 試料に付着している土などの夾雑物は除去する。試料は、小片に砕く
- ② IN-塩酸で、数時間加熱処理
- ③ マッフル電気炉を用いて、600℃、5時間処理し炭化物とした

2) メタノールの合成

炭化物試料を燃焼管中で燃焼させ炭酸ガス (CO₂) とし、LiAlH₄と反応させメタノールを合成する。方法としては直接法と分離法がある。通常用いる直接法とはCO₂とLiAlH₄を直接反応させる方法である。分離法は試料量が少ない場合に適用する。今回は直接法を採用した。

CO₂からメタノール合成の化学反応式は次のとおりである。合成後、2度蒸留を繰り返し分離精製を行った。

ジエチルカルビトール



ROH ; n-ブチルカルビトール

標準シュウ酸からメタノールの合成は、標準シュウ酸に硫酸酸性過マンガン酸カリ水溶液を滴下することによりCO₂を発生させ、LiAlH₄と反応させて合成した。

精製法は試料メタノールと同様の方法で行った。

3) 液シンチレーションカウンターによるメタノールの¹⁴C放射能測定

バックカード社製のトライカーブ2260XL型を使用、測定領域は18.4~84.0 KeVに設定。シンチレーターとしてはButyl-PBDの30g、bis-MSBの0.45gをキシレン1Lに溶かしたものをを用いた。測定は試料カクテルとバックグランドカクテルを100分ずつ交互に行い、必要な時間繰り返し測定した。標準シュウ酸から合成したメタノール試料についても同じ方法により液シン測定を行った。

4. ¹⁴C年代値の算出と結果

前項の液シン測定で得られた標準シュウ酸、試料及びバックグランドの測定値 (dpm/gC) を用いて前述の式により試料の年代値を計算することができる。ここでNISTシュウ酸値A0は、13,576±0.20dpm/gCを用いた。計算に際して¹⁴Cの半減期としてはLibbyの提唱している5568年を使用した。また、¹⁴C年代値の表示法としては、1950年を起点としてこの年より幾年前であるかで示しており、年代値の後にB.P.を添えるのが慣例である。

¹⁴C年代値には必ず測定誤差が伴い、その相対誤差1%は80年となる。誤差は、通常1標準誤差で表示、これは繰り返し測定を行った場合、測定値が誤差の範囲に入るものが全測定の68%であることを意味する。2標準誤差をとる場合は誤差の範囲は2倍になるが95%がその範囲に入る。

最後に¹⁴C年代値の結果を示す。また較正曲線(OxCal v3.5, 1998)[4]を用いて¹⁴C年代から暦年代(範囲と確率)を算出した。(表1、図1、図2、図3、図4、図5)

表1

試料名	当方コード	¹⁴ C年代値 y. BP	較正年代(暦年代)	
			範囲	確率
谷口遺跡 No3	OR-158	294 ± 31 BP	1520AD ~ 1580AD	(47.4%)
			1620AD ~ 1650AD	(20.8%)
谷口遺跡 No4	OR-159	178 ± 29 BP	1660AD ~ 1690AD	(11.0%)
			1730AD ~ 1810AD	(47.5%)
			1930AD ~ 1950AD	(9.8%)

図3

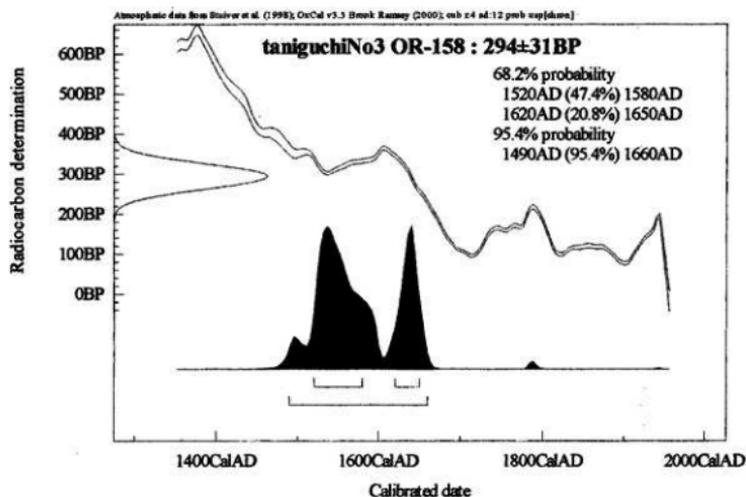


図 4

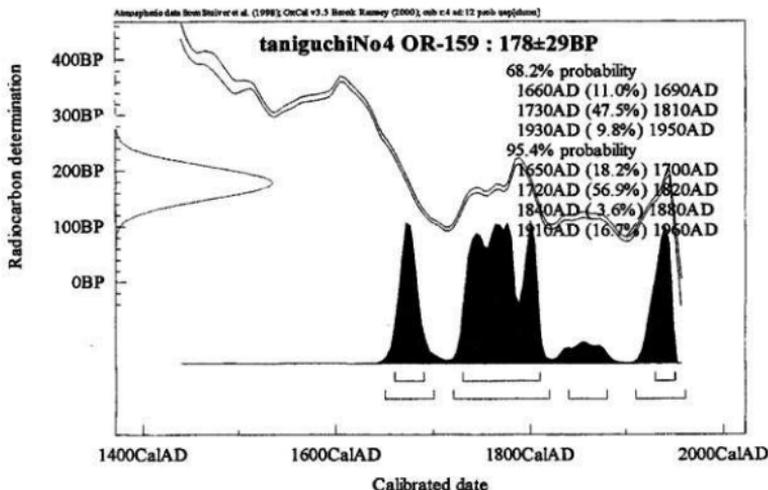
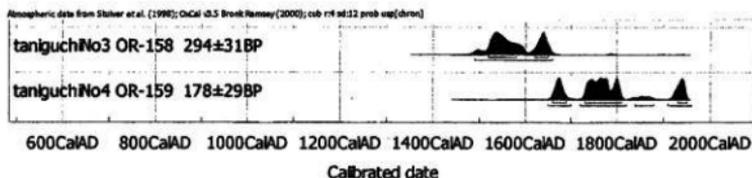


図 5



家の前跡跡・谷口遺跡 (木次町教育委員会)

* δ-15 (Nist)

* δ-22.9 (Sample)

(但しNBSの酸 S-19-19DATA 使用)

	BG	dev	Scpm	dev	Sdpm	dev	Eff ±SIE	C (g) Me (g)	dpm/gC	dev	t.TIME (min)	BP	dev	NIST	dev	BP	dev	
2002/1/29																		
OR-158	2.217	0.020	18.351	0.066	34.337	0.123	0.534	2.625	13.061 ± 0.047		5000	298 ± 31		13.676 ± 0.020		294 ± 31		
谷口遺跡 (N o 3)							190.2	7.000										
木次町教育委員会																		
2002/2/6																		
OR-159	2.187	0.019	18.617	0.063	34.836	0.120	0.534	2.625	13.271 ± 0.046		5000	182 ± 30		13.676 ± 0.020		178 ± 29		
谷口遺跡 (N o 4)							190.2	7.000										
木次町教育委員会																		

参考文献

- [1] S.Shibata,E.Kawano,T.Nakabayashi,S.Kawamura and O.Yamada,Ann.Rep.Rad.Ctr. Osaka 27,99(1986/1987)
- [2] S.Shibata,E.Kawano and T.Nakabayashi, Radiocarbon 39(1) 79-87 (1997)
- [3] W.F.Libby, Radiocarbon Dating, 2nd Ed., the Univ. of Chicago Press, Chicago(1955)
- [4] OxCal v3.5 ; Stuiver et al.,Radiocarbon 40(3) 1041-1083 (1998)

第 3 部

宮サコ遺跡

目 次

付論 7

宮サコ遺跡出土製鉄関連遺物の分析調査

安来市体育文化振興財団・和鋼博物館

村 川 義 行 118

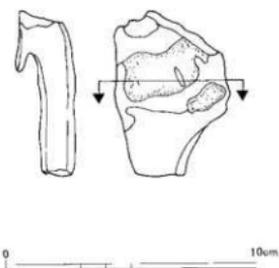
宮サコ遺跡 鉄関連遺物 分析資料一覧表

(注：メタル又は胎土)

遺跡名	遺構名	遺物番号	遺物種類	重量(g)	磁器度	メタル度	分析コメント	マクロ	繊維	硬度	CMA	X線回折	化学分析	耐久度	カオリ	放射線分析	断面形状	分析位置指定	採取方法	観察	集号写真	モノクロ	カラー	実測図	断面図	X線透過		
1	家サコ	1	流動滓	33.0	1	なし	浮部を	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	短軸端部1/2	直線状の切断	○		○	○	-	-			
																										7	含鉄鉄滓	210.0
		3	"	10	含鉄鉄滓	122.0	6	L(●)	メタル部を 中心に	○	◎	-	-	-	-	-	-	-	短軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	○	○	○	
		4	"	14	含鉄鉄滓	39.0	7	L(●)	メタル部を 中心に	○	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	短軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	○	○	○
		5	"	15	鉄器(刀子)	50.0	4	酸化(△)	鉄錆化部を	-	○	-	-	-	-	-	-	-	実測図指定位置	直線状の切断	○	○	○	○	○	○	○	

資料番号 1

出土状況	遺跡名		宮サコ遺跡		遺物NO		1		項目	目	測定	メタル
	出土位置	捜査土		時期	根拠	古代 : 出土土器						
試料記号	棟 録:MYS-1 化学:MYS-1 放射化: -	法	長径	3.5 cm	色 調	表: 紫紅色	濃度	破片	分	マクロ		
			短径	5.0 cm		地: 黒褐色	破片数			6	核 績	○
遺物種類 (名称)	流動滓	量	厚さ	1.0 cm	磁着度	1	前含浸	-	析	CMA		
			重量	33.0 g		メタル度	なし	断面形状		-	X線回折	
<p>観察所見 平面、不整形六角形をした流動滓の破片である。上面全体と下面の一部が生きており、それ以外の側面を中心に破面に覆われている。磁着度は6を数える。上面は流動状で不規則な面をもち、表面全体が紫紅色に酸化している。側面は小さな直線状の破面が連続し、部分的に水平方向に伸びる犬形気孔が残されている。下面の8割方を占める平滑な弧状の面も他の大形の気孔の天井部分である。一部に残る本来の下面は平坦で薄く土砂が付着している。側面の破面は緻密でガスはよく抜け、結晶は肥大して上下方向に伸びている。色調は表面が紫紅色で、地は黒褐色である。</p>												
<p>分析部分 短軸短部1/2を直線状に切断し、断面を分析に用いる。残材返却。洗浄不良のため再度水洗浄のこと。</p>												
<p>備 考 製鉄炉の炉外流出滓を思わせる緻密な流動性の良い滓片である。上面表面は紫紅色で一箇的に言えば古代後半から中世前期に多い特色を示している。流動滓の厚みも1.5cm程度と薄く、そう大型の製鉄炉を想定できないことから、本来の生成遺構は比較的中型以下の容量をもつ製鉄炉であった可能性が高い。なお、鋸治炉でもわずかに流動性の高い滓が生成される場合があるが、資料の外観的には製鉄系の流動滓とみておきたい。</p>												



出土状況	遺跡名	宮サツ遺跡		遺物NO	7			項目	評	メタル
	出土位置	攪乱土		時期:概観	古代 : 出土土器					
試料記号	検 査:MYS- 2	法	長径 5.8 cm	色 調	表: 茶褐色	遺存度	破片	分	マクロ	◎
	化 学:MYS- 2		短径 7.7 cm		地: 黒褐色	破面数	5			
遺物種類 (名称)	含鉄鉄滓 (工具残片)	量	厚さ 4.5 cm	温度度	9	前含浸	—	析	核 磁	○
			重量 2100 g		メタル度	H (○)	新産物		○	
観察所見 平面、不整五角形をした含鉄鉄滓の破片である。手前側面に斜め左上方からの丸棒状の工具痕が残されている。上面と右側面は生きており、左側面を中心に破面が連続する。破面数は5を数える。表面全体が石粒や保土を混じえた酸化土砂に覆われており、分かりにくい点も多い。上面は木炭灰を残すものの全体的には平坦みである。右側面は弧状の断面形をもち、楕形鍛冶滓ないし製錬炉の炉底境の倒置様である。左側面の破面はやや不規則で一部に木炭灰や木炭灰の一種と考えられるすき間を生じている。また、左側面上手寄りの破面には黒錆の吹いた含鉄部が確認され、部分的に黒錆のにじみや放射割れが認められる。左側面の手前側に残る工具痕は幅2.0cm以上の緩やかな棒状のもので、工具そのものは径2.0cm以上の丸棒状のものであったことが分る。破面にみられる溝部はやや密で、数ミリ大の鉄粒や鉄の顔化物を点在させている。表面が茶褐色で地は黒褐色である。										
分析部分 短軸端部1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面図参照。残材返却。										
備 考 酸化土砂に覆われた含鉄鉄滓である。木炭灰が比較的小ぶりて工具痕をもち、右側面の生きている面が一見、楕形滓様であることから含鉄の楕形鍛冶滓の両部寄りの破片の可能性が高いと考えられるが、表面の酸化土砂のため断定するだけの理由にはしにくい、それ以外の可能性を残して、資料名を含鉄鉄滓としておく。分析で含鉄の鍛冶滓と判定された場合には、精錬鍛冶工程の可能性が大きいものと見たい。										

