

志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書 9

戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡

(第 2 分 冊)

平成13(2001)年3月

省中國地方整備局
教育委員会

本文目次

第5章 製鉄関連遺物の考古学的観察

戸井谷尻遺跡製鉄関連遺物

分析資料一覧表(1).....	3 ~ 4	TOI-24	32
戸井谷尻遺跡製鉄関連遺物		TOI-25	33
分析資料一覧表(2).....	5 ~ 6	TOI-26	34
戸井谷尻遺跡製鉄関連遺物		TOI-27	35
分析資料一覧表(3).....	7 ~ 8	TOI-28	36
TOI-1	9	TOI-29	37
TOI-2	10	TOI-30	38
TOI-3	11	TOI-31	39
TOI-4	12	TOI-32	40
TOI-5	13	TOI-33	41
TOI-6	14	TOI-34	42
TOI-7	15	TOI-35	43
TOI-8	16	TOI-36	44
TOI-9	17	TOI-37	45
TOI-10	18	TOI-38	46
TOI-11	19	TOI-39	47
TOI-12	20	TOI-40	48
TOI-13	21	TOI-41	49
TOI-14	22	TOI-42	50
TOI-15	23	TOI-43	51
TOI-16	24	TOI-44	52
TOI-17	25	TOI-45	53
TOI-18	26	TOI-46	54
TOI-19	27	TOI-47	55
TOI-20	28	TOI-48	56
TOI-21	29	TOI-49	57
TOI-22	30	TOI-50	58
TOI-23	31	TOI-51	59

長老畠遺跡製鉄関連遺物	
分析資料一覧表	61~62
CHO-1	63
CHO-2	64
CHO-3	65
CHO-4	66
CHO-5	67
CHO-6	68
CHO-7	69
CHO-8	70
CHO-9	71
CHO-10	72
CHO-11	73

第6章 自然科学的分析

第1節 戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡製鉄遺構出土炭化物の ¹⁴ C年代測定	75
(財)九州環境管理協会	
第2節 戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡の焼土の地磁気年代	76
島根大学総合理工学部教授 時枝克安	
第3節 長老畠・戸井谷尻遺跡出土製鉄・鍛冶関連遺物の金属学的調査	85
(株)九州テクノリサーチ・TACセンター 大澤正己・鈴木瑞穂	

第5章 製鉄関連遺物の考古学的観察

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 PUP-M）と小型特殊金属探知器による抽出、およ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思われる資料を金属学的分析が必要なものとして抽出し、遺物観察表と実測図の作成、写真撮影を行った。

資料の抽出、遺物観察表の作成は穴沢義功氏に依頼し、併せて分析資料の切断箇所の指示もいたいた。また、金属学的分析については株九州テクノリサーチに依頼し、分析結果については、報告作成以前に穴沢氏、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

遺物観察表は、新潟県北沢遺跡⁽¹⁾・島根県板屋Ⅲ遺跡⁽²⁾における製鉄関連遺物の検討で採用された様式を基本とし、分析項目などを加えた様式を用いている。主な項目の見方は以下のとおりである。

- (1) 遺物種類 金属学的分析を行う前に、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」を用いて、6mmを1単位として資料との反応の程度を数字で表現したもので、数値が大きいほど磁性が強い⁽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はごく低感度でLの倍以上の大きな金属鉄が残留することを示す。
- (7) 分析 どのような分析をどの部分について行うかを○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、およ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分をどのような目的で、調査・分析するのかを記す。また、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、どうのように生成されたと予想されるかなどについて記している。

註

(1) 新潟県豊浦町教育委員会「北沢遺跡群」1992

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

(3) 小林信一「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

島根県埋蔵文化財調査センター 戸井谷尻遺跡製鉄関連遺物分析資料一覧表(1)

(津・メタル又は胎土)

No	遺跡名	遺構名	遺物番号	遺物種類	重量(g)	磁着度	メタル度	分析コメント	マクロ	検鏡	硬度	EPM	X線回折	化学分析	耐火度	カラリ	放射化分析	X線透過	分析位置指定	採取方法	観察	集合写真	モノクロ	カラ	実測図	前含浸	断面樹脂
1	戸井谷尻遺跡	I区 T65	8	炉 壁 (砂鉄焼結)	850	3	なし	炉壁を中心	○	○	-	-	-	○	○	-	-	長軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
2	戸井谷尻遺跡	T区 10T	70	砂鉄焼結塊	122	8	なし	砂鉄焼結部を	○	○	-	-	-	○	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
3	戸井谷尻遺跡	I区 I B 4号炉焼土中	71	流動滓	140	3	なし	滓部を	-	○	-	○	○	○	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
4	戸井谷尻遺跡	I区 5号炉	74	流動滓 (流出孔溝?)	200	3	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
5	戸井谷尻遺跡	I区 I B 6号炉周辺	82	流動滓 (流出孔溝?)	85	4	なし	滓部を	-	○	-	○	○	○	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
6	戸井谷尻遺跡	I区 10T	89	流動滓 (流出孔溝?)	445	3	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
7	戸井谷尻遺跡	I区 10T	111	流動滓 (流出溝溝?)	855	5	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
8	戸井谷尻遺跡	I区 10T	121	流動滓 (緻密)	850	2	なし	滓部を	-	○	-	○	○	○	-	-	-	長軸端部1/11	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
9	戸井谷尻遺跡	I区 10T	123	流動滓 (ガス質)	560	2	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
10	戸井谷尻遺跡	I区 I C 表土	129	鉄 淬 (鍛冶溶?)	380	2	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	長軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
11	戸井谷尻遺跡	I区 2 B SB02黒色土	130	炉底滓 (炉床土付き)	375	2	なし	滓部を	-	○	-	○	○	○	-	-	-	長軸端部1/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
12	戸井谷尻遺跡	I区 10T	135	炉底塊 (含鉄)	3000	10	M(○)	メタル部を中心	○	-	○	○	○	○	-	-	-	短軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
13	戸井谷尻遺跡	I区 I B 6号炉周辺	152	炉内滓 (含鉄)	615	5	L(●)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	○	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
14	戸井谷尻遺跡	I区 2 G 池状遺構	154	鉄塊系遺物	95	7	特L(☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	○	-	○	-	-	長軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
15	戸井谷尻遺跡	I区 I B 6号炉周辺	167	鉄塊系遺物 (流動状)	50	7	特L(☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	-	○	-	-	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
16	戸井谷尻遺跡	I区 2 C P-5黒色土	176	鉄塊系遺物 (流動状)	100	8	特L(☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	-	○	-	-	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
17	戸井谷尻遺跡	I区 I C 表土	180	鉄塊系遺物	160	8	特L(☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	-	○	-	-	長軸端部1/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
18	戸井谷尻遺跡	I区 2 C 溝状造構	182	鉄塊系遺物 (半流動状)	743.9	9	特L(☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	○	-	○	-	-	長軸端部角1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	○		
19	戸井谷尻遺跡	I区 大鉄滓	183	再結合滓	1635	4	なし	再結合滓として	○	○	-	○	-	-	-	-	-	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	-		
20	戸井谷尻遺跡	I区 I B P18	187-1	木 炭 ~6(6点)	小計	57	1	なし	木炭として	-	○	-	-	-	○	-	-	必要量	選択	○	○	○	○	-	-		

No	遺 跡 名	遺 構 名	遺物番号	遺物種類	重量(g)	磁 略	メタル度	分析コメント	マ ク ロ	檢 鏡	硬 度	E P M A	X 線回折	化 学 分 析	耐 火 度	カ ロ リ ー	放 射 線 分 析	X 線透 過	分析位置指定	採取方法	観 察	集 合 写 真	モ ノ ク ロ	カ ラ !	実 潜 合	前 潜 浸	断面樹脂
21	戸井谷尻遺跡	II区 1号炉上肩	189	楕形鍛冶滓 (中)	3000	3	な し	滓部を	-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	-	
22	戸井谷尻遺跡	II区 2H 2号炉内	192	鐵治滓 (流動津)	30	1	な し	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	-	長軸端部3/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	-	
23	戸井谷尻遺跡	II区 2H 2号炉内	197	鍛冶鐵塊系遺物	50	5	L (●)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
24	戸井谷尻遺跡	II区 2H 2号炉西粘土面中	200	鐵塊系遺物	650	7	特L (☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
25	戸井谷尻遺跡	II区 1H 3号炉	202	楕形鍛冶滓	130	5	H (○)	滓部を中心	-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
26	戸井谷尻遺跡	II区 1H 3号炉	204	再結合滓 (含鉄)	182	6	H (○)	再結合滓部を中心	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	長軸端部1/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
27	戸井谷尻遺跡	II区 2G SK01池	208	炉壁 (鍛冶炉)	75	4	な し	炉壁として	-	○	-	-	-	-	○ (○)	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
28	戸井谷尻遺跡	II区 2G SK01池	210	鐵治滓	120	4	な し	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
29	戸井谷尻遺跡	II区 1H P-7黒色土中	217	鐵治滓 (含鉄)	414	7	L (●)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	○	-	-	-	○	○	長軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
30	戸井谷尻遺跡	II区 1号炉周辺	221	楕形鍛冶滓 (中)	4400	5	M (○)	滓部を中心	○	○	-	○	-	○	-	-	-	○	○	長軸端部1/20	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
31	戸井谷尻遺跡	II区 不明	235	鐵塊系遺物	376	9	特L (☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
32	戸井谷尻遺跡	II区 8T 表土No. 1	236	合銢鐵滓	1410	10	特L (☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
33	戸井谷尻遺跡	II区	263	鐵塊系遺物	239	8	特L (☆)	メタル部を中心	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
34	戸井谷尻遺跡	II区	270	鐵塊系遺物 (流動状)	99	7	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
35	戸井谷尻遺跡	II区 1H・2H 表土	274	鐵塊系遺物 (半流動状)	211	6	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
36	戸井谷尻遺跡	II区 1D 屋敷跡あぜ	282	鐵塊系遺物	94	7	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
37	戸井谷尻遺跡	II区 1H P-7黒色土中	287	鐵塊系遺物	471	8	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/7	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
38	戸井谷尻遺跡	II区 1H	288	鐵塊系遺物	539	9	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/7	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
39	戸井谷尻遺跡	II区 1H 表土	290	鐵塊系遺物	828	6	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	長軸端部角1/10	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
40	戸井谷尻遺跡	II区 1H P-7黒色土中	292	板状鉄片	130	6	特L (☆)	メタル部を	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部角1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	○

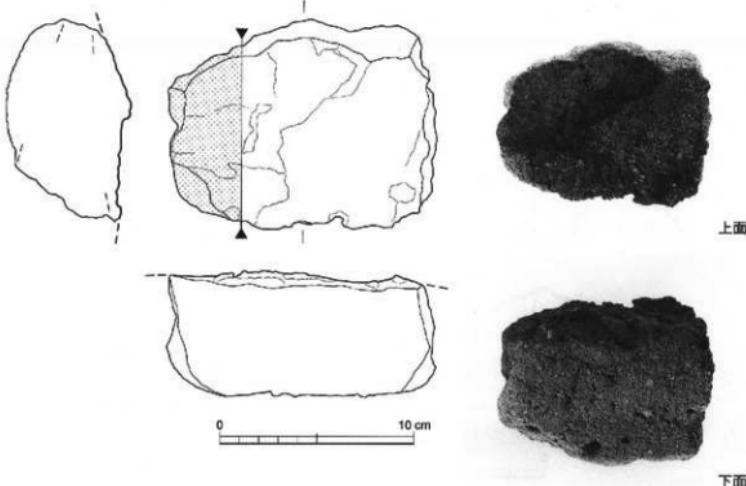
島根県埋蔵文化財調査センター 戸井谷尻遺跡製鉄関連遺物分析資料一覧表(3)

(津・メタル又は胎土)

No	遺跡名	遺構名	遺物番号	遺物種類	重量(g)	着度	マ ク ロ メタル度	分析コメント	マ ク ロ 鍛 度	硬 度	E P M A	X 線 回 折	化 学 分 析	耐 火 度	カ ロ リ ー	放 射 化 分 析	X 線 透 過	分析位置指定	採取方法	觀 察	集 合 写 真	モ ノ クロ ー ム	実 測 図	前 合 浸	断 面 樹 脂		
41	戸井谷尻遺跡	II区 不明	293	剝 鉄	473	9	特L(☆)	メタル部を	○ - ○ ○ ○ ○	- ○ -	-	-	○	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○ ○ ○ ○	- ○									
42	戸井谷尻遺跡	II区 2H 2号炉	295	鉄器 (箸置止め釘)	480	7	L(●)	メタル部を	○ - ○ ○ ○ ○	- ○ -	-	-	○	小片の方の 長軸端部1/10	直線状の切断	○	○ ○ ○ ○	- ○									
43	戸井谷尻遺跡	II区 SK01池の底	296	特し(☆)	2500	7	特し(☆)	メタル部を	○ - ○ ○ ○ ○	- ○ -	-	-	○	長軸端部1/30	直線状の切断	○	○ ○ ○ ○	- ○									
44	戸井谷尻遺跡	II区 1H SK01池	297	鉄製品 (板状)	486	7	特し(☆)	メタル部を	○ - ○ ○ ○ -	- ○ -	-	-	○	長軸端部1/7	L字状の切断	○	○ ○ ○ ○	- ○									
45	戸井谷尻遺跡	II区 1号炉	303-1	粒状滓 (5点)	-	-	なし	粒状滓として	○ ○ - - -	-	-	-	-	-	-	-	必要品	選択	○	○ ○ - -							
46	戸井谷尻遺跡	II区 1号炉	303-2	鍛造剥片 (5点)	-	-	なし	鍛造剥片として	○ ○ - - -	-	-	-	-	-	-	-	必要品	選択	○	○ ○ - -							
47	戸井谷尻遺跡	II区 2号炉	304-1	粒状滓 (5点)	-	-	なし	粒状滓として	○ ○ - - -	-	-	-	-	-	-	-	必要品	選択	○	○ ○ - -							
48	戸井谷尻遺跡	II区 2号炉	304-2	鍛造剥片 (5点)	-	-	なし	鍛造剥片として	○ ○ - - -	-	-	-	-	-	-	-	必要品	選択	○	○ ○ - -							
49	戸井谷尻遺跡	II区 T51 No.1带状再結合滓	306	再結合滓	1160	3	なし	再結合滓として	○ ○ - - -	-	-	-	-	-	-	-	長軸端部1/10	直線状の切断	○	○ ○ ○ ○	-						
50	戸井谷尻遺跡	II区 1H	314	羽 口	190	3	なし	羽口として	- ○ - - -	-	-	-	-	○ ○ - -	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○ ○ ○ ○	-						
51	戸井谷尻遺跡	II区 1H 1号炉内	320-1	木 炭	小計 ~6	1	なし	木炭として	- ○ - - -	-	-	-	○ -	- ○ -	-	-	必要品	選択	○	○ ○ ○ ○	-						

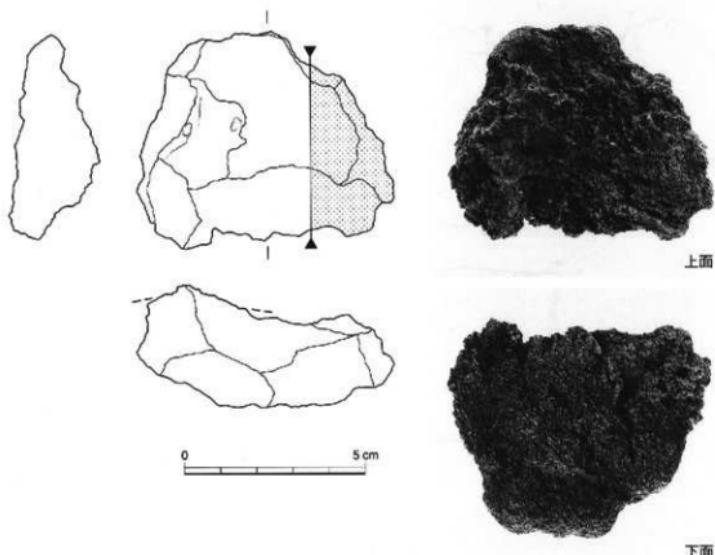
資料番号 1

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	8		分 析	洋 : 砂土		
	出土位置 I 区 T65	日付: 桧原		不明: 出土遺物	不明: 地質年代				
試料記号	検 級: TOI - 1	長径: 13.8 cm	色 調	表: 姫褐色~淡赤褐色		マクロ 統 鑑 種 度	CMA		
	化 学: TOI - 1	短径: 10.8 cm		地: 褐色~灰褐色			X 種別 化 学		
	放射化: -	厚さ: 6.5 cm	磁 着 度	3	メタル度		耐火度 ガロリー		
遺物種類 (名 称)	炉 壁	重量: 850.0 g	遺 存 度	破片	前 合 浸		放射化 X 線透過程		
			破 面 故	7	新面剖面				
観察所見	平面、直線状の炉壁破片である。内面の左上半分程に砂鉄が焼結している。右半分はやや発泡気球で、部分的に垂れ込んでいる。上端と裏面は明らかな破面で、両側面と下面は、被熱がひび割れから及んだためか、変色している。このために破面か、砂土単位の剥離面か、はっきりしない。これらを加えれば破面数は7となる。特に下部は外側に向かい、せり上がるような外觀を示し、接合部の可能性がやや高そうである。治土は石英質の砂鉄を半分以上交える難いもので、ごくわずかにスサが確認できる。スサはいずれも2cm以下の長さを持つ短いものである。内面に同巻する焼結砂鉄は最大厚さ0.8cm程度で、下部に向かい浮化が進み、暗褐色の黒焦が生じている。砂鉄粒子は0.2~0.3mm程度で、還元がかなり進んでいる。色調は内面が暗褐色から淡い赤褐色で、炉壁治土は内面から外側に向かい、褐色から灰褐色に熱変化している。治土の練りは比較的良好。								
分析部分	長軸端部片割1/4を直線状に切り断し、炉壁を中心に分析に用いる。可能なら砂鉄焼結部を含めて検討。残材返却。								
備 考	炉壁上部の破片である。平面形が直線状で、箱形炉の長軸側の原位置を想定できる。断面形は上部に行くにつれて、ややせばまっている。 下面を砂土単位の剥離面とみれば、炉壁の積み上げ方は、内側にやや重心を置くように重ねていることになる。 炉壁としては、内面の溶解が弱いわりには薄手といえる。								



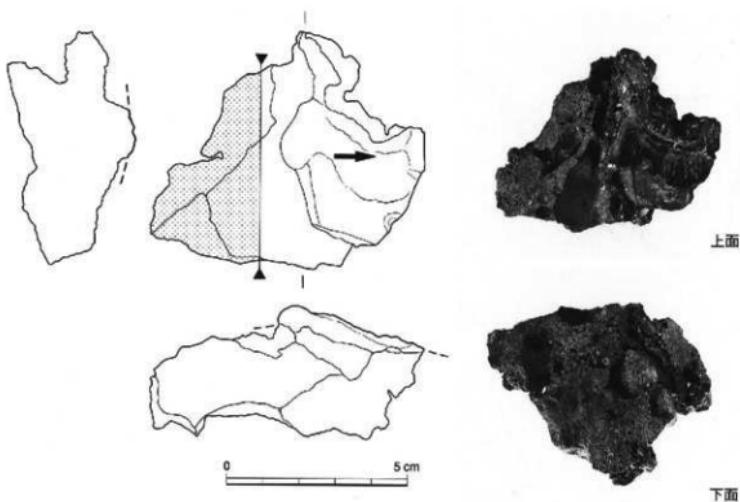
資料番号 2

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	70			分	浮 : メタル		
	出土位置 1区 10T		時間: 案内	不明: 出土遺物						
試料記号	核 鍾: TOI - 2	長径 7.1 cm	表:	淡黒褐色			マクロ 検 研 度	○ ○		
	化 学: TOI - 2	法 短径 5.9 cm	色 調	地: 灰黒褐色						
	放射化: -	厚さ 3.9 cm	磁着度	8	メタル度	なし				
遺物種類 (名 称)	砂鉄焼結塊	重量 122.0 g	遺存度	破片	前 合 没	-	CMA X線回折 化 学	○		
観察所見	平面、不整五角形をした、多少、瘤形気味の砂鉄焼結塊である。上下面ともゆるやかな字状。上面の一部のみ白く、側面5面は表面裏面はわずかに木炭痕を残す剥離面。長軸方向の断面は弧状で、かなり急激に曲がる伊勢表面から剥離したものであろう。焼結状態は部位によりまちまちである。資料の底盤片側、台形の頂部側の方は焼結が甘い。砂鉄粒子は0.1~0.3mm大まで確認できるが、中心密度は0.15mm大前後である。資料の上面になるにつれ、より還元が進み、薄皮状に溶化している。この部分のみ茶褐色に鈍化。色調は表面が淡黒褐色、底はやや灰色がかった黒褐色、一部は青味が加っている。									
分析部分	長軸端部片側1/3を直線状に切断し、砂鉄焼結部を分析に用いる。残材返却。									
備 考	分析資料番号1の表面と同様の条件下で形成された、砂鉄焼結層の剥離物と推定される。ただし横断面形が弧状で、資料も分厚いことから、箱型炉、短軸側の、やや還元性弱い、コーナー部を原位置に指定できる。									



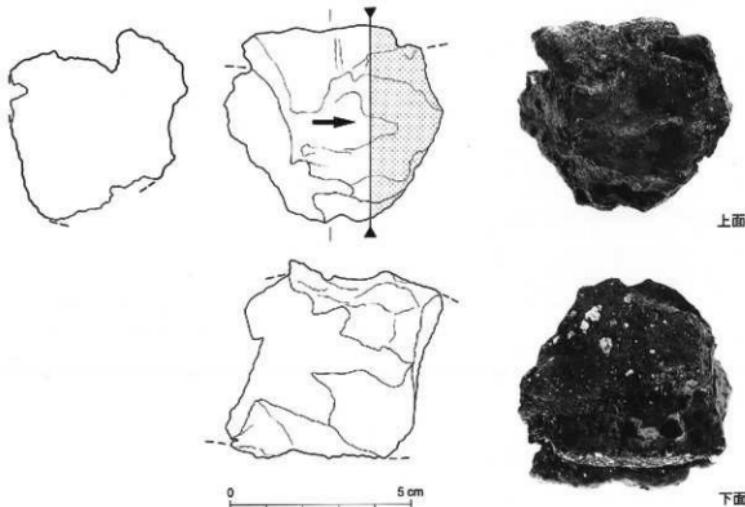
資料番号 3

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	71			添 : メタル	
	出土位置 I区1B 4号炉焼土中	時期: 極美 14C末~15C初: 地磁気年代		表面: 淡紫紅色	地: 灰褐色			
試料記号 放射化:	検 級: TOI - 3 化 学: TOI - 3 放射化: -	長径 7.5 cm 短径 6.5 cm	色 調				マクロ 検 級 度 ○ ○	
	遺物種類 (名 称)	量	厚さ 3.6 cm	磁 着 度 3	メタル度 なし		CMA ○	
			重量 140.0 g	遺 存 度 瓢片	前 合 漫	-	X線回折 化 学 ○	
観察所見	平面、不規則台形をした、やや板状の流動津の破片である。内部に短軸方向に向かい不規則に気孔が通なり、そのため流動津の上部が削れてしまつたものである。裏面は全面被面で、上下面の一部が破面。破面数は都合7面。上面はやや不規則な流動状で、色調は強い紫紅色氣味である。裏面から下面は大小様々な気孔が残り、中間層に一枚、灰褐色粉を介在させている。津そのものは比較的緻密である。裏面の気孔はやや偏在する。色調は地が灰褐色で、全体に一般的な流動津にくらべ紫紅色が付いている。							
分析部分	長軸端部片幅1/3を直線状に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。							
備 考	分析資料番号4・5・6は、いずれも流出孔津の可能性の高い資料で、津の流れ方や重層の仕方が不規則、かつ色調が紫紅色氣味の表皮を持つという共通性が確認できる。各資料とも出土場所そのものは別ながら、本系の排出遺構は同一の可能性もある。現状では6号炉を予想しておきたい。							



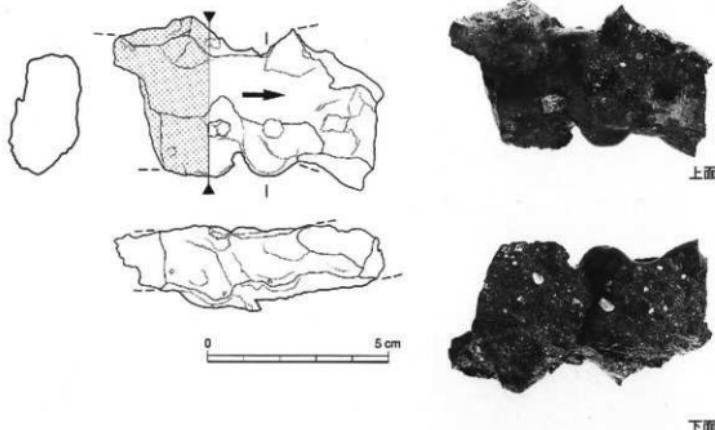
資料番号 4

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	74	分 析 所	薄 : メタル
	出土位置 1区 5号炉		時期: 框撲	不明: 出土遺物 14C末~15C初: 地磁気年代		
試料記号	検 級: TOI - 4 化 学: TOI - 4 放射化: -	長径 6.0 cm 短径 5.4 cm	色 調	表: 茶褐色~淡紫紅色 地: 灰黒色	CMA X線回折 化 学	マクロ 檢 測 度 ○ ○
遺物種類 (名 称)	流動津 (流出孔津?)	厚さ 5.4 cm 量 重 200.0 g	磁 帯 度 透 存 度 破 片 数	3 破片 4	耐火度 マロリー 放射化 X線透	耐火度 マロリー 放射化 X線透
観察所見	平面、不整五角形をした厚みをもった流動津である。上面の一部と側面片割が生きており、残る側面三方は破面である。このうち生きている下面と裏面には、石英粒子や明褐色の鉱物粉が面的に調査する。上面はやや不規則な流動状で、この面のみ紫紅色気味の部分を持つ。生きている側面と下面はいずれも浅い皿状の断面形を持ち、よく似た形状を示す。それをつなぐ中間部は直角に曲がり、両面とも本来は流出孔の底に接していた可能性を持つ。つまり側面はかつて下面であり、津が突き動かされたために、現在のような形状になったと推定される。これを証明するように、気孔は本来あり得ない斜め方向に伸びてしまっている。破面の気孔は大小様々であるが、津そのものの密度は高い。破面の一部は青灰色に光っている。色調は表面が茶褐色から淡い紫紅色、地は鉛のためか、灰黒色である。					
分析部分	長軸端部片割1/3を直線状に切断し、津部を分析用に用いる。残材遮却。					
備 考	津の付着物や表面の色調は、分析資料番号3・5・6と類似する。ただし厚みが最もあり、破面の光沢が強い。また鈍も広めで、津が比較的良く流れた採集段階に伴う可能性があろう。また流出孔中(?)で横方向に90度回転するような操作がなされていることも特色である。					



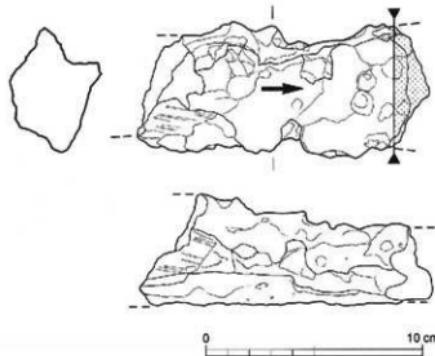
資料番号 5

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	82		分 析 部	浮 : メタル
	出土位置	I 区 1 B 6 号炉廻辺		時期	不明 : 出土遺物		
試料記号	検 級: TOI - 5	長径 7.4 cm	色 調	表: 淡紫紅色一黒褐色		マクロ 検 確 度	○
	化 学: TOI - 5	短径 4.7 cm		地: 黒褐色			○
	放射化: -	厚さ 2.4 cm		磁 密 度 4	メタル度 なし		CMA ○
遺物種類 (名 称)	流動津 (流出孔津?)	重量 85.0 g	重 量 度 破片 前 合 浸	4	-	X 磁 回折 化 学 ○	放射化 X 磁道退
観察所見	不規則に波状に伸びた、薄手の流出孔津の剥片である。長軸の両端部と側面の一部が破面。上面は基本的に生きている。破面数は都合 4 面。四化途中で突き動かされたためか、下面中央が短軸方向に段を持ち、右側の方がやや上を向くような形となっている。上面は不規則な流动状で、表皮は紫紅色。下面にみられる津は緻密で、上皮直下に大きな気孔が残る。下半分は結晶が既に大きく発達し、キラキラ光っている。下面は短軸方向に深い U 字形で、木炭灰や石粒が附着する。色調は表面が薄い紫紅色から黒褐色、地は灰褐色で部分的に青味を持ち光沢が強い。						
分析部分	長軸端部片面 1/3 を直線状に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。						
備 考	流出孔津を流れたような薄い津である。破面に残る下半部の結晶は発達し、津が徐冷氣味であったことを物語っている。四化途中で突き動かかされていることなどから見ても、流出孔津としての条件をそなえている。津の色調や質感は、分析資料番号 3・4・6 と全体的に似ており、津の厚みという点から見ても、分析資料番号 3・6 の上半部と類似点が多い。						

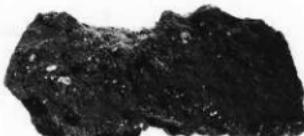


資料番号 6

出土状況	遺 路 名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	89	分	浮 : メタル
	出土位置 I 区 10T		時期: 根拠	不明: 出土遺物		マクロ 検 鏡 度
試料記号	検 碗: TOI - 6	長径 13.4 cm	不 明: 地磁気年代		CMA X 線透析 化 学	○
	化 学: TOI - 6	法 短径 6.2 cm	表: 暗紫紅色~茶褐色			○
	放射化: -	厚さ 5.1 cm	地: 茶褐色~黒褐色			
遺物種類 (名 称)	流動津 (流出孔津?)	重量 445.0 g	磁着度 3 遺存度 破片 破面数 4	メタル度 なし 前含浸 断面樹脂	折 耐火度 カロリー 放射活性 X線透析	
観察所見	長軸の両端部が破損した、長い桶状の流出孔津である。上面と側面は基本的に生きている。津は上下2枚の流動津が重層しており、間にには炉壁土をかみ込んでいる。上半部の津は気孔が大型化し、水平方向に伸びている。下半部の津は不規則な流動状で、一部に1cm前後の大きさを持つ木炭痕が散在する。津表面は紫紅色。下の津の底面はきれいな碗形で、長軸方向に向かい桶状となる。表面には炉壁粉や粉炭痕が残る。上面の左側表皮に砂鉄が附く焼結しているように見える。色調は表面が強い紫紅色から黒褐色、芯は灰褐色で、部分的に茶褐色の帶が認められる。					
分析部分	長軸端部片面1/10を直角状に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。					
備 考	非常にきれいな流出孔底を重層して流れている津である。津全体は左側が厚く、右側に向かって流れ下っていることがわかる。流出孔の右側壁が焼れていたためか、左側にくらべてかなり不規則である。底面の断面形は円弧に接するような横断面形をもち、かなりきれいな流出孔の全体感を予想できる。分析資料番号3・4・5と類似点多い。表面に残る砂鉄様の結晶が砂鉄ならば、本資料が本来は4・5号炉のどちらかに伴うことになり、分析資料番号3・4・5で予想した6号炉に間違するとした想定は崩れる可能性もある。					



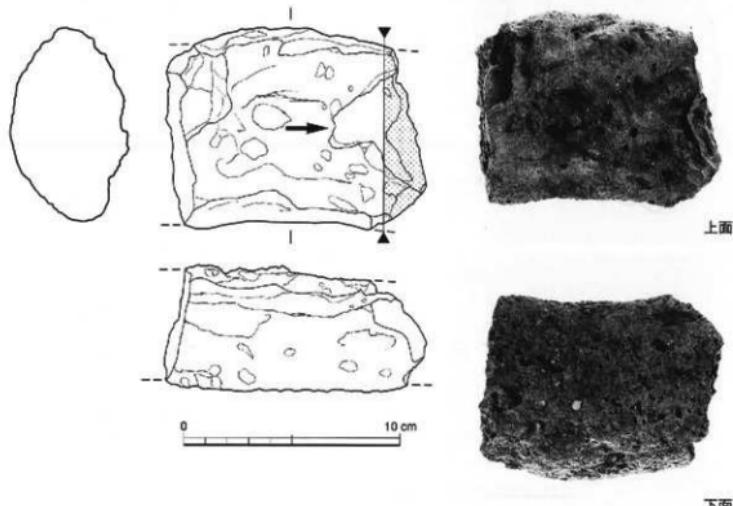
上面



下面

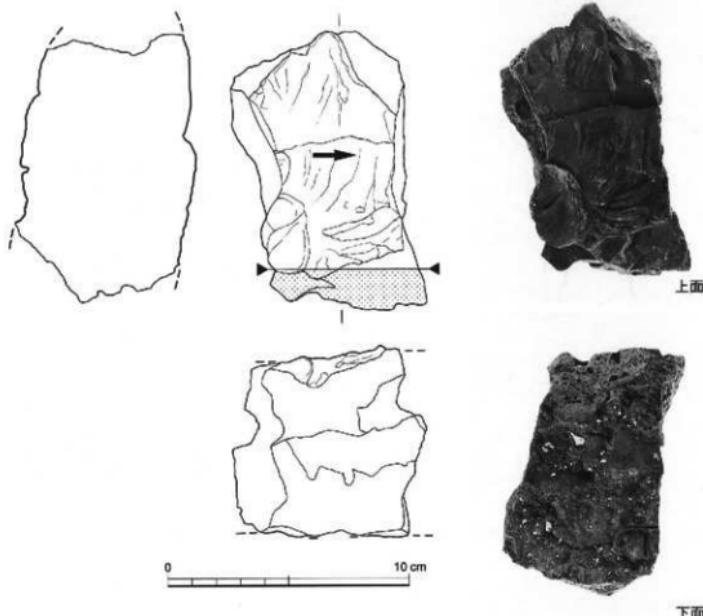
資料番号 7

出土状況	遺跡名 戸井谷沉积跡		遺物 No.	111	分	洋 : メタル
	出土位置 I 区 10T	時刻: 掘発				
試料記号	検 算: TOI - 7	長径 11.9 cm	表面: 茶褐色 - 黒褐色	CMA	マクロ 検 鏡 鏡 度	
	化 学: TOI - 7	短径 9.2 cm		X 線回折 化 学	○	
	放射化: -	厚さ 5.8 cm	地: 茶褐色 - 黒褐色	耐火度 モロリー		
遺物種類 (名 称)	流動津 (流出溝津)	重量 855.0 g	磁着度 5 透 度 破片 前 合 漫 - 成面数 5 断面樹脂 -	放射化 X線透視		
観察所見	上下面と側面が生きており、反対の両端が破面となる。厚みを持った流出溝津である。津は長軸方向にわずかに膨らむ。破面は長軸の両端部を中心にして 5 面が數えられる。上面は不規則な流動状で、短軸方向に盛り上がりをもつていて、ほぼ中央に 2.5cm 大の鋸歯部を巻き込んでおり、磁着反応から、かつては小さな鉄鉱であった可能性が高い。表皮直下には横方向に伸びる大型の気孔が発達する。丸みを持った側面から、きれいな椀形の断面形を持つ底部に進なっている。底面には粉炭質岩石が残るが、分析資料番号 3・4・5・6 のように多くはない。微細な凹凸は大半が淀山漂底の土砂による圧痕と考えられる。破面の気孔は比較的めだつもので、中間層が多い。色調は表面が茶褐色から黒褐色、地も同様である。					
分析部分	長軸端部片側 1/11 を直線状に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。					
備 考	弧状に湾曲した平面形を持つ流出溝津を、たっぷりと流れている津である。ガスも多量に残り、やや大型の灼熱のついた炉が予想される。その意味でも分析資料番号 3~6 とは異なった部分の多い資料である。あえて言えば、分析資料番号 9 にやや近いものかもしれない。					



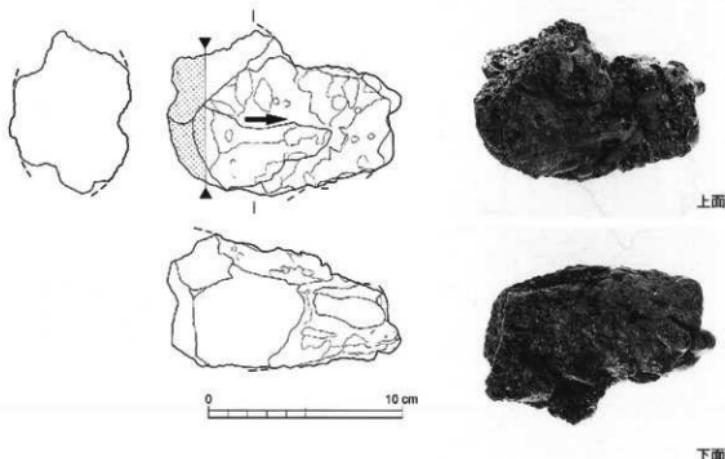
資料番号 8

出土状況	遺跡名 井谷尻遺跡		遺物 No.	121			津 : メタル
	出土位置 I 区 10T	時期: 楠美		不明: 出土遺物	不明: 沖縄紀年代		
試料記号	検 級: TOI - 8 化 学: TOI - 8 放射化: -	長径 11.4 cm 短径 8.0 cm 厚さ 7.8 cm 重量 850.0 g	表: 増紫紅色～黒褐色 地: 黒褐色	磁着度 2 破片度 破片 底面数 7	メタル度 なし 前含浸 - 底面標痕 -	新	マクロ 鏡 鏡 度 CMA ○ X線同折 化 ○ 耐火度 カラリー 放射化 X線通過
遺物種類 (名称)	流動津 (致密)						
観察所見	平面、不整五角形をした分享い流動津の破片である。上面の一部が生きており、側面全体が破面である。津は織密ながら気孔が全面に残り、ガスが抜けきれていない状態で、大きめ三層の津が重複している。一部は上下の津が融合しておらず、先の津の表面が残っている。津の上面はきれいな流動状で、津内部が流動しているのに先に表皮が固化し、引きつれたような不規則なしわが生じている。表皮の色調はかなり黒味の強い紫紅色である。下面は長軸方向に向かい深い輪形で、表面には木炭質や炉壁粉がやや多めに残る。津は重複しているものの、津質はいずれも似ており、炉熱がついた、炉の調子の良い時期の津と考えられる。色調は表面・地とも黒褐色を主体とし、表皮のみ紫紅色がかったり。						
分析部分	長軸端部片側1/11を直線的に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。						
備 考	かなり幅広く深い、U字形の底面を持つ流動津中を、調査に流れ出している資料である。分析資料番号9と似た部分を持つが、本資料の方がガスが抜け気味であり、粘りも少ない。4・5号かのどちらかの、非常に調子が良い拵業時の流出津であろう。						



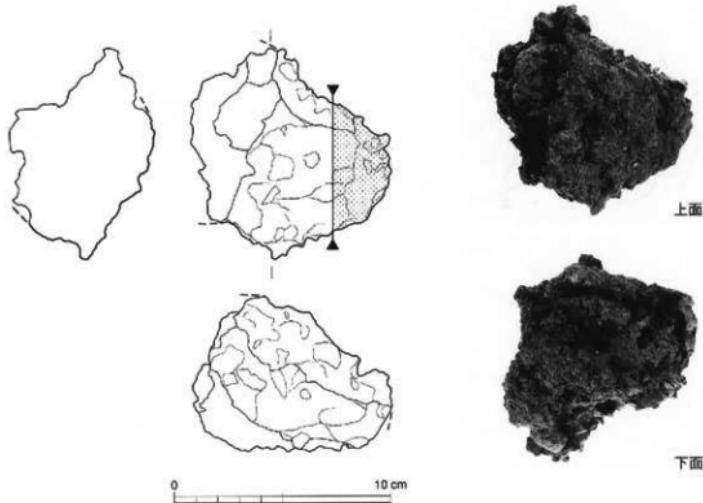
資料番号 9

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡			遺物 No.	123	分	添 : メタル
	出土位置 I 区 10T			時期：根拠	不明：出土遺物 不明：地磁気年代		マクロ 検 練 硬 度
試料記号	検 級：TOI - 9	長径 12.0 cm	色 調	表：暗紫紅色～黒褐色	CMA		
	化 学：TOI - 9	短径 8.5 cm		地：茶褐色～黒褐色	X 線回折 化 学	○	
	放射化：-	厚さ 6.8 cm		磁 磁 度 2 透 存 度 破片 前 合 浸	耐火度 カロリー		
遺物種類 (名 称)	流動津 (ガス質)	重量 560.0 g	量	破面数 8 断面標識	放射化 X 線透視		
観察所見	ガス質の流動津の先端部破片である。上面と先端側(図面の右手)は部分的に生きており、他はスponジ状の気孔の密集する底面である。深は左手が厚く、上面に次々と重層しており、流出孔の出口に近い生成位置的可能性も予想される。破面数は割合 8。上面は流動状で、表皮直下にガスが含まれているためか、薄皮状の表皮が欠けている部分が目立つ。側面は非常に不規則で、上から下に向かい滴状の溝が垂れている。先端部も同様である。下面は粉炭質がやや目立つ。スponジ状の底面には、わずかに年輪状の気孔の連なった筋が確認できる。これは内部のガス圧により、湯が上方や底の先端部に向かい膨らむように広がっていることを示している。底面の一部に茶褐色の跡色がやや目立つ。澤そのものの色調は、表面が暗い紫紅色から黒褐色、地も同様である。						
分析部分	長軸端部片割 1/10 を直線状に切断し、澤部を分析に用いる。残材返却。						
備 考	やや枯りの強い、ガス抜けの悪い流動津の先端部である。基部側(左手)が重複し先端がまくれるように下方に垂れ下がる特徴や、下面の粉炭質の緻密さなどから見て、流出溝澤というよりは、原位置を流出孔付近と予想できる。一般的に本資料のようなガスを多量に含む澤が生成されている段階は、炉内に炭素素の高い鉄が比較的多量にできている場合が多いとされる。本資料もこれに相当する、炉然のついた、やや大型の製鉄炉に伴うものと予想できる。						



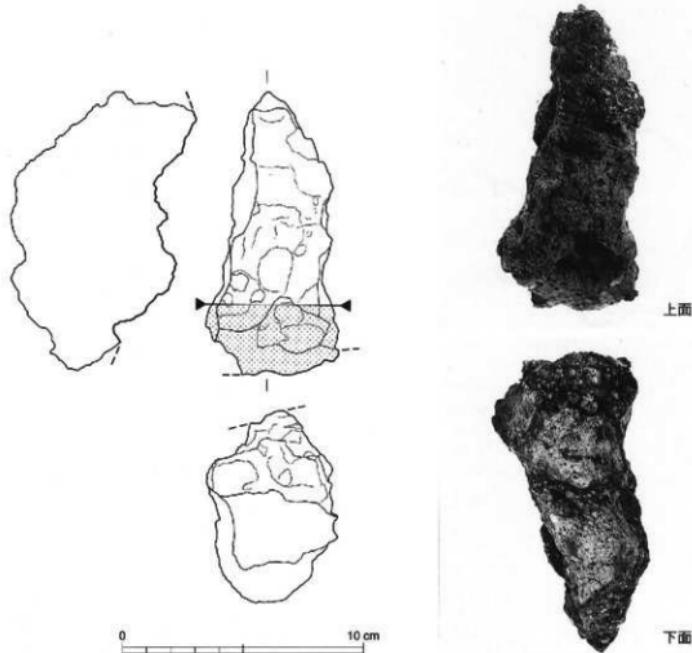
資料番号 10

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	129		分	浮 : メタル
	出土位置	1区1C 表土		時期: 楽灰	不明: 出土遺物		
試料記号	検 級: TOI - 10 化 学: TOI - 10 放射化: -	長径 9.7 cm 短径 9.2 cm 厚さ 7.1 cm	色 調	茶褐色		CMA X線衍折 化 学	○
				暗褐色		耐火度 カロリー	
			磁 着 度	2	メタル度	なし	放射化 X線透視
遺物種類 (名 称)	鉄 淬 (鍛冶津?)	重 量 380.0 g	遺 存 度	はば完形	前 合 浸	-	
			破 面 数	1	断面樹脂	-	
観察所見	平面、不整六角形をした、小さな木炭痕の目立つ鉄滓である。上面は平坦気味で、側面の一部は弧状となっていいる。上面と側面の一部が生きており、能は小さな木炭痕に覆われている。はっきりした破面は側面1面のみであるが、本采は木炭痕の一部が破面である可能性が高い。特に側面についてはその可能性がより高いと予想できる。木炭痕は直径2.5cm大で、主体は1cm弱のものが目立つ。下面は塊形気味。各所に立在するごく小さな破面に残る気孔は多めで、滓内部にも木炭そのものが多量に込み込まれている。そのためか、滓の比重が見かけより低い。内部に残る木炭の炭化は甘く、樹種には年輪の確認できる広葉樹材と、光沢を持った針葉樹の両者が認められるが、後者の方が多そうである。色調は表面が酸化土砂のため茶褐色となり、滓そのもの地は暗褐色である。						
分析部分	長軸端部片割1/4を直線状に切断し、滓部を分析用に用いる。残材返却。						
備 考	全体的な外觀や上下面の特色から、厚さ6.8cm前後の鏡形鍛冶津の肩部破片と推定されるが、製鍊炉でも部位によっては生成される場合もある。どちらかと言えば、鍛冶津的ではある。分析資料中で類似した外觀を示すものは、分析資料番号21・25・28・29・30などが挙げられる。						

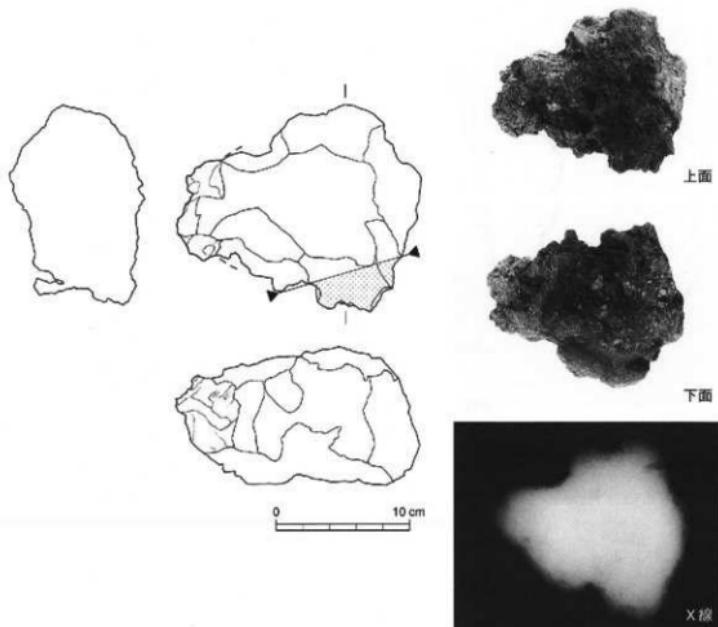


資料番号 11

出土状況	遺跡名 戸井谷瓦遺跡		遺物 No.	130		分	津 : メタル	
	出土位置	I 区 2 B S B 0 2 黒色土		時期: 樹木	不明: 山上遺物		CMA	X 磁気分析
試料記号	検 級: TOI - 11	長径 11.6 cm	色 調	表: 淡茶褐色		折	○	○
	化 学: TOI - 11	短径 5.5 cm		地: 灰褐色・明褐色			○	○
	放射化: -	厚さ 7.8 cm	磁 着 度	2	メタル度	なし	耐火度	さりー
遺物種類 (名 称)	か底漆 (炉床土付き)	重量 375.0 g	遺 存 度	破片	前 合 漆	-	放射化	X 磁気分析
			破 面 数	7	断面樹脂	-		
観察所見	平面、長手の不整三角形をした、炉底粘土付きの炉底漆の破片である。上面と側面の一部が生きており、側面を中心に底面が還続する。下面には、2 cm前後の厚さに明褐色の被熱の弱い炉底土が固着する。津は長錐片側がせり出すような形状で、側面の一部もこれに対応するかのように斜面である。上面中央付近は小さな破面と薄く錆色を示す津部が併存するため、小さな凹凸が生じているが、全体的には碗形にくぼんでいる。下面の炉底土は、石英や長石粒子をわずかに含んだやや粘土質のもので、溶解した砂粒が全く無く、被熱の弱さを露わせる。これは製錬炉には一般的でない特色であり、精錬炉にやや目立つ特色である。津は小さな気孔が上半部にやや多めである。色調は表面が淡い茶褐色で、地は灰褐色、炉底土は明褐色である。							
分析部分	長錐端部片側1/5を直線状に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。							
備 考	被熱の弱い炉底土と、ややガス質の津が特徴的な資料で、一般的な碗形精錬炉とも、製錬炉のか底塗の下端部とも考えにくい資料である。従来の出土資料からいえば、板屋型の精錬炉冶鉄のか底塗に極めて似ている部分を持つている。そう考えると、上面の津と、やや錆の吹いた部分が共存するという特徴も、この上部に精錬炉塊が盛れるように生成されたと考えれば理解しやすい外観である。分析資料の中で共伴した可能性のある鉄塊は、分析資料番号37-39などが挙げられる。							

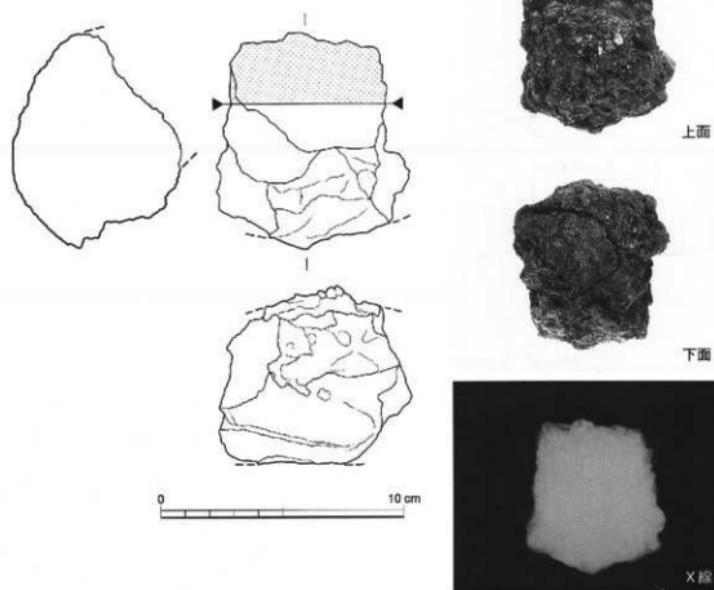


出土状況	遺物名 戸谷尻遺跡	遺物 No.	層：メタル	
			マクロ 検 研 磨 度	○ ○
出土位置	I 区 10T	時期：根据 不明：出土遺物 不明：地磁気年代		
試料記号	検 級：TOI - 12 化 学：TOI - 12 放射化：-	長径 18.3 cm 短径 15.5 cm 厚さ 10.3 cm 重量 3000.0 g	表：茶褐色～黒褐色 色 調 地：暗褐色～灰褐色	CMA ○ X 線加熱 化 学 ○
遺物種類 (名 称)	炉底塊 (含鉄)		磁 着 度 10 透 存 度 破片 前 合 浸 破 亂 数 11	耐火度 カロリー 放射化 X線透視
観察所見	平面、不整五角形をした、分厚い含鉄の炉底塊破片である。鋭面側に鉄壁がわずかに残るはほか、全面破面である。破面数は11。全体に黒褐色の洋部と赤褐色の部分に加えて、酸化土跡がごぶ状に付着しているため、モザイク状になっている。上面・側面は小さな成形が連続している。下面は酸化土跡が厚く、わかりにくい点もあるが、一部は生きている可能性があるかもしれない。鋭面に残る炉壁土の部分は、小さな流動洋の端部や砂鉄焼結部が混在するもので、鉄壁のひび割れから買入したものと予想される。炉壁土は右英賀の石粒が多量に混じるもので、一部は溶化している。焼結する砂鉄粒子は径0.15mm大が主体。洋内部はやや木炭痕が目立ち、その大きさは3cm以下である。破面は中小の不定形な気孔が密集したもので、部分的に黒縫のじみや放射割れが目立つ。肩部に1ヶ所、幅2cm強の流動状の溝が、炉壁側に向かって下がっている部分がある。またその反対側の肩には、レンズ状にえぐれたような鉄壁部が残る。これらはおおよそ通風孔位置を示す可能性もある。通風孔の芯心距離の正確な値は出ないが、おおよそ11cm以上となる可能性が高い。色調は表面が茶褐色から黒褐色、地が暗褐色で、炉壁部は灰褐色である。メタル度はM(○)で、見かけよりは現在の含鉄部は少ない。焼成が進んでいたためであろう。			
分析部分	短軸端部片割1/4を直線状に切り断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面剥離塗布。残材返却。			
備 考	厚さ10.3cm以上の製錬炉の炉底塊端部で、通風孔に沿った部位を予想できる。含鉄部は多くなさそうである。資料の性格としては炉底塊の荒削り断面の破片か。			



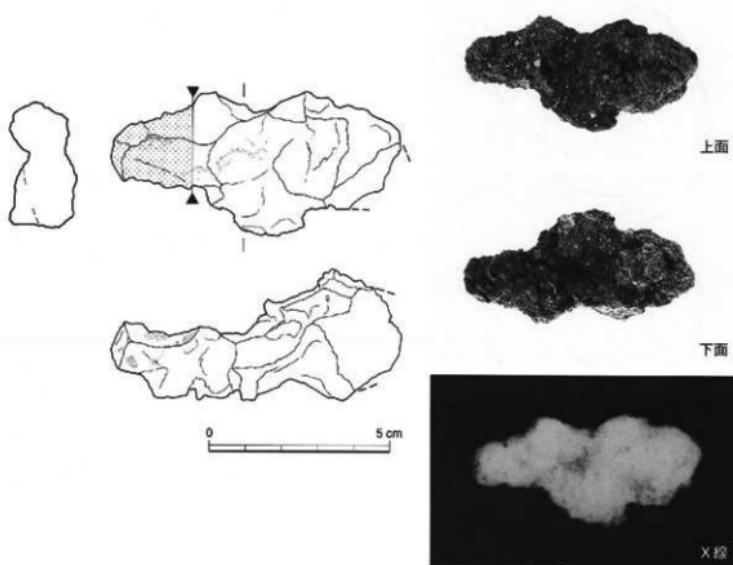
資料番号 13

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	152	分 析	添 : メタル
	出土位置 T区1B 6号炉周辺		時期：復興	不明：出土遺物		マクロ 検 積 硬 度
試料記号	検 載: TOI - 13 化 学: TOI - 13 放射化: -	長径 8.9 cm	表:	暗茶褐色	CMA X線回折 化 学	○
		短径 7.9 cm	色 澄	地: 暗褐色	耐火度 空ロリ一 放射化 X線透視	○
		厚さ 7.3 cm	磁 密 度	5 メタル度 L (●)		
遺物種類 (名 称)	炉内滓 (含鉄)	重量 615.0 g	透 伝 度	破片 前 合 漫		
			截 面 数	8 截面観察		
観察所見	平面、不整五角形をした、塊状の含鉄の炉内滓である。上下面の一部が生きており、側面は破面である。破面数は都合8。上面にごく狭い範囲で、小さな凹凸を持つ平坦面を残す。側面は小さな底面が連続し、放射割れや黒錆のにじみが目立つ。破面はやや輪形で、木炭灰や木炭そのものが残っており、側部片側の孔状の面と合わせて、炉底焼壙部の可能性が高い。側面の気孔は大小まちまちで、方向も一定しない。中には上に向かって伸びる大型の気孔があり、滓の上下方向を決める手掛かりとなる。滓内部は新しい割れ口から観察すると、1cm前後の木炭をかみ込んでおり、滓が発達しているのも外観と一致する。色調は表面が暗い茶褐色、地は暗褐色である。					
分析部分	長軸端部片割1/3を直立状に切り断し、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	炉底塊から含鉄の部分を割り出した小割り破片であろうか。鉄部は現状でメタル度L (●) となっており、内部にも大きく鉄が育った形跡はない。性格的には分析資料番号12と近く、荒割りから一步進んで、小割りした段階でとどめたものであろう。					

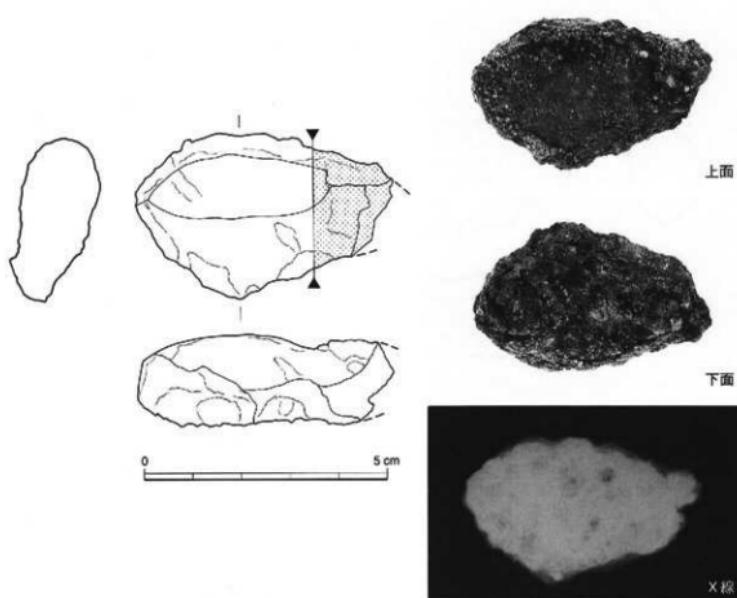


資料番号 14

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	154	分	津 : メタル
	出土位置 T区2G 池状遺構		時期: 未詳	不明: 出土遺物		
試料記号	検 級: TOI - 14	長径 8.0 cm	色 調	表: 暗茶褐色	分析	CMA ○
	化 学: TOI - 14	法 直径 4.0 cm		地: 暗褐色		X線用汚 化 学 ○
	放射化: -					耐火度 カロリー
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物	厚さ 3.6 cm	磁着 度	7 メタル度	符記(☆)	放射化 X線透視
		重量 95.0 g	遺存 度	破片	前 合 没	○
観察所見	不整塊状の横方向に伸びた鉄塊系遺物である。上面中央がくぼみ、全体に長軸方向に向かって反りかえり氣味である。表面に酸化土砂や黒錆のじみが激しく、成因と判断できるのは鋸部2ヶ所のみである。各面とも不規則な凹凸があり、さらにその表面には微細な鏽ぶくれが生じている。表面的には、はっきりした津部は確認できず、全体に鉄部がまとまりかけている印象をもつ。なお表面にガラス質の光沢をもつ部分が認められるが、これは酸化液の固着したものである。色調は表面が暗い茶褐色、地が暗褐色である。					
分析部分	長軸端部片無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。					
備 考	津部から割り出された鉄塊であろうか。X線像にはやや黒(す)が入った鉄部が写っており、炭素量が上りつある段階の鉄の可能性があろう。					

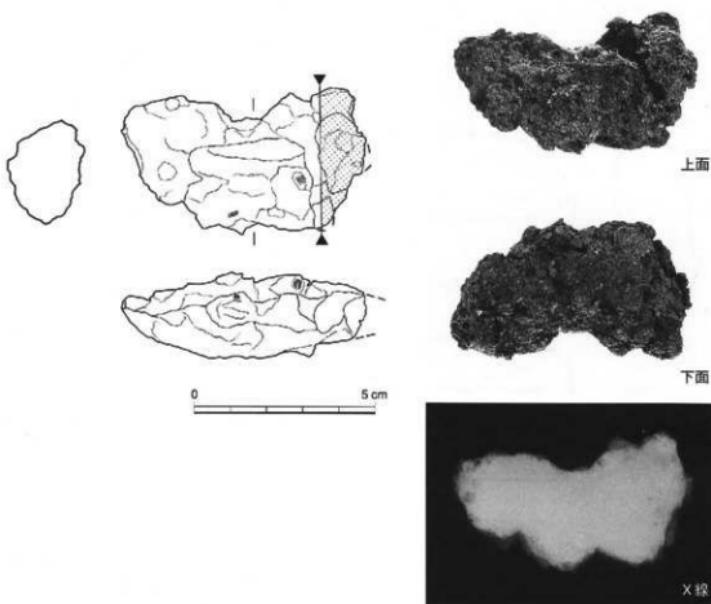


出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	167		分	薄：メタル
	出土位置	I 区 1 B 6 号炉周辺		時期：推测	不明：出土遺物		
試料記号	検 級：TOI - 15 化 学：TOI - 15 放射化：-	長径 5.3 cm 短径 3.4 cm	色 調	表：茶褐色～暗褐色		CMA X線回折 化 学	○
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物 (流動状)	厚さ 1.9 cm 重量 50.0 g	組 成 度	地：暗褐色		耐 大 度 カーリー	○
観察所見	平面、不整椭円形をした扁平な鉄塊系遺物である。上面がやや盛り上がるようにならんでいる。下面は現状では鋸による剥落のため、えぐれてしまっているが、本来はもう少し丸みを持っていたものと考えられる。下面中央付近と長軸片側が不自然に欠けており、この2面が破面であろう。態は自然面。資料としては薄部をほとんど持たず、炭素量が高めの鉄塊であろう。表面には薄く酸化土跡が固着。外周部の錆化も進んでいる。色調は表面が暗い茶褐色、地は暗褐色。		組 成 度	7 完全？	メタル度 前 合 浸	特し(☆) -	
分析部分	長軸端部片側1/5を直離状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面腐蝕後布。残材返却。		組 成 度	2	断面腐蝕	○	
備 考	洋から人工的に分離した鉄鉢か、が外に流出したものかの、どちらかであろう。X線像を見ると鉄中の気孔は大小とも認められるが量はそう多くない。		組 成 度				



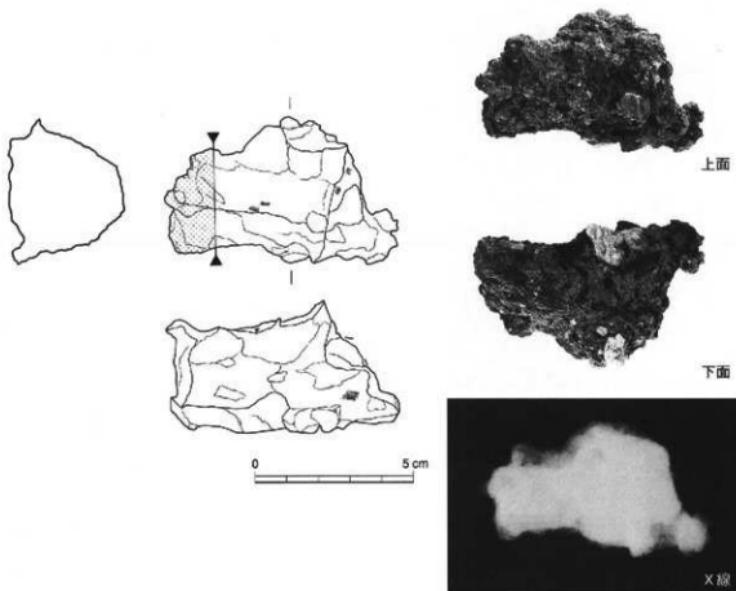
資料番号 16

出土状況	遺 務 名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	176	分	添 : メタル	
	出土位置	I 区 2 C P-5 黒色土	特徴: 磁性 不明: 出土遺物 不明: 地磁気年代			マクロ 検 観 察	
試料記号	検 確: TOI - 16 化 学: TOI - 16 放射化: -	長径 6.7 cm 短径 4.0 cm	表: 茶褐色～暗褐色 地: 暗褐色		析	CMA X線剖析 化 学	
	遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物 (流動狀)	厚さ 2.4 cm 重量 100.0 g	磁 着 度 8 遺 存 度 破片 前 合 浸 破 面 数 1 断面鑿留		耐火度 放射化 X線透	
観察所見	平面、不整勾玉状をした、やや扁平な鐵塊系遺物である。側部に小さな割れが2か所認められるほかは自然面である。上下面とも中央部が膨らみを持ち、長船片舞に向かって流動化し始めている外觀を持つ。表面には酸化皮膜が薄く覆着している。また小さな鋸ぶくれも生じ始めている。表面の各所に斑点状の黒錆がにじむ。色調は表面が茶褐色から暗褐色、地が暗褐色である。						
分析部分	長軸端部側1/6を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面剥離塗布。残材返却。						
備 考	外観的にもX線像からみても、分析資料番号15にやや近い性状を持つ資料と考えられる。炭素量が上がりつつあり、流動化しはじめているものと考える。						

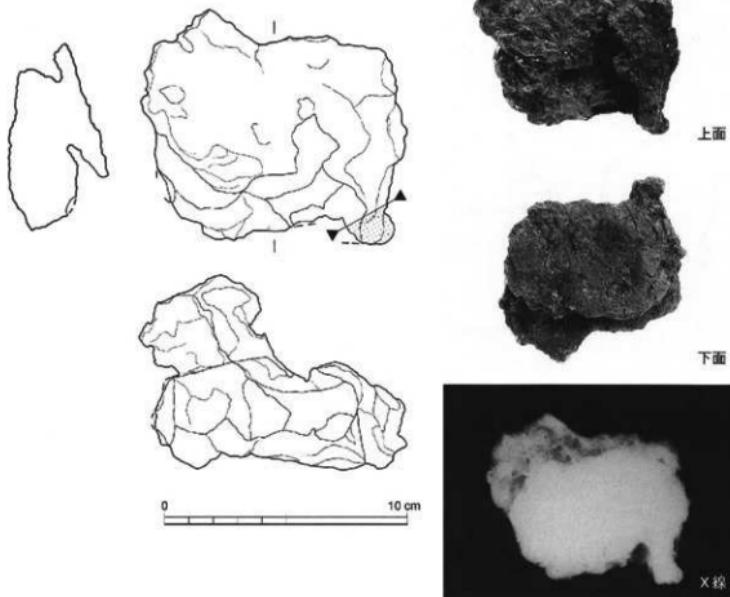


資料番号 17

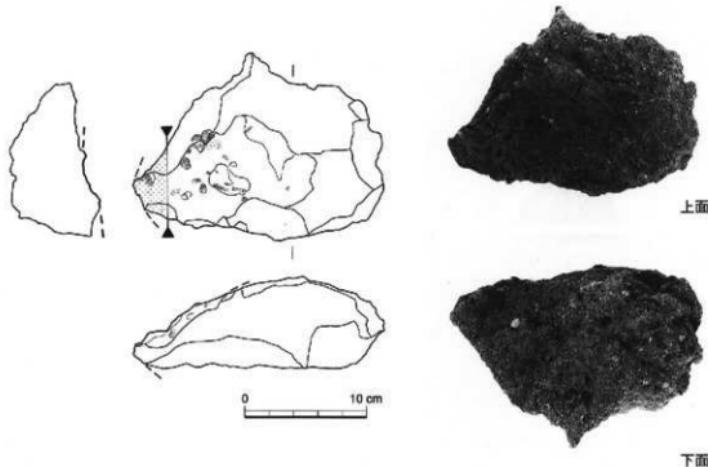
出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No. 180		分	津 : メタル
	出土位置 I 区 1 C 表土	時期: 植民	不明: 出土遺物	不明: 地質気年代		
試料記号 化 学: TOI - 17 放射化: -	検 箔: TOI - 17 法	長径 7.4 cm 短径 4.7 cm	表: 茶褐色 色 淵	地: 暗褐色	CMA X線回折 化 学	○
	量	厚さ 4.2 cm	磁 密 度 8 遺 存 度 破片	メタル度 前 合 漫 特 L (☆)	耐火度 カロリー	○
	遺物種類 (名 称) 鉄塊系遺物	重量 160.0 g	破 面 故 5	断面樹脂	放射化 X線透視	○
観察所見	平面、不規五角形をした厚板状の鉄塊系遺物である。表面にやや厚く粉炭の混じった酸化土砂が固着しているため、分かれりにくい面も多い。側部に小さな凹面が5箇確認されるが、いずれも新しい成因のようである。表面の各所に小さな凹凸が激しいが、これははむなる鋸ぐくれではなく、鉄そのものの凹凸の可能性が高い。長軸片面の下面に近い部分に、厚さ5mm程の一見、鍔器のようなまとった鉄部が覗き出している。幅は1.3mm以上。資料全体は上面が平道気味で、下面がやや椀形気味である。錆化がやや進んでいる。はっきりした津部は確認できず、表面の大半が付着物である。ただし、この付着物は粉炭主体で、本資料の生成位置に関わる可能性もある。色調は表面が茶褐色、地は暗褐色である。					
分析部分	長軸端部片側1/5を直線状に切断し、メタル部を中心に入分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。					
備 考	ややゴツゴツした塊状の鉄塊系遺物である。炭素量は上がりきっていないものと推定され、炉床の粉炭層などに接していた可能性もある。まとまった津部は外観的には認められない。					



出土状況 試料記号	遺跡名 戸井谷戻遺跡	遺物 No.	182	分 新	浮 : メタル
	出土位置 I 区 2 C 構造遺構	時期: 桶美 不明: 出土遺物 不明: 地磁気年代			マクロ 検鏡度 CMA X 線結晶化 耐火度 カロリー 放射化 X 線透過程
検 級: TOI - 18 化 学: TOI - 18 放射化: -	長径 11.0 cm 短径 9.6 cm 厚さ 8.0 cm 重量 743.9 g	表: 暗褐色 色 調 地: 暗褐色			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物 (半流動状)	磁 葵 度 透 存 度 破 面 数	9 破片 前 含 浸 3 断面樹脂		
観察所見	上下二段に重なったような、やや異形の鉄塊系遺物である。上下面是生きており側面に3面の破面が残る。上半部は薄皮状に伸びた流動状の鉄部で、ひだ状に中空に突出している。下半部はやや厚めの鉄部で、断面椀形の半球形のような形状である。下面是弧状で、何かに接したような微細な凹凸がみられる。破面はシャープで、鉄質が均一かつ炭素量が高い可能性がある。上半部の鉄部は粗鈍のじみや酸化液が目立ち、各所が光っている。下半部の側面に1か所、3cmの大の中空部が認められる。この部分は、周辺部の木炭灰を含めて、木炭そのものが介在したため生じたものであろう。上下の鉄部の隙間やその表面は凹凸がやや激しく、木炭痕というよりは炉壁土などの巻き込みによる中空部ではないかと推定される。色調は表面、地とも暗褐色。わずかに浮らしき部分も表面には残るが、主体は鉄部である。				
分析部分 備 考	長軸端部角1/10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。 かなり炭素量の上がっている鉄塊系遺物と予想される。炉外に流れ出たものかどうかはつきりしないものの、下面の炉底土様の状態などから見れば、後者の可能性があるかもしれない。				



出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	183		分	添 : メタル
	出土位置	I 区 巨大鉄滓		時期	不明: 出土遺物		
試料記号	検 箱: TOI - 19 化 学: - 放射化: -	長径 20.6 cm 法 規格 15.5 cm	色 調	表: 茶褐色～暗褐色		CMA X線回折 化 学	
遺物種類 (名 称)	再結合滓	厚さ 7.6 cm 量 重量 1635.0 g	地: 暗褐色			耐火度 カロリー	
観察所見		逆 寸 度 4 遺 存 度 破片 前 含 混 - 破 面 数 6	メタル度 なし			放射化 X線透過程	
分析部分							
備 考							



出土状況	遺跡名 戸井谷戻遺跡			遺物 No.	187-1~6			木炭:
	出土位置	I 区 1 B	P 18		時期: 根拠	不明: 出土遺物	不明: 地磁気年代	
試料記号	検 調: TOI - 20 化 学: TOI - 20 放射化: -	長径 - cm 短径 - cm 厚さ - cm 重量 57 g	法 色調 表面 磁着度 遺存度 破面数	表: 黒色 地: 黒色 1 - - メタル度 なし 前含 混 - 断面標記 -	マクロ 検 練 硬 度 CMA X線衍 化 学 耐火度 カロリー 放射化 X線透 通	○ ○ ○		
	遺物種類 (名称)	木 炭 (6点)	量					
	観察所見	20-1 長さ5.2cm、幅3.1cm、厚さ4.6cm。重量は11.9g。中型の散孔材(広葉樹)。半径4.6cmの間に16本の年輪を数える。炭化は良好。割れなし。木取りはミカン削り1/8。黒炭。 20-2 長さ4.8cm、幅1.7cm、厚さ4.6cm。重量は9.9g。中型の散孔材(広葉樹)。厚さ4.6cmの半分程度で、年輪数13本を数える。外側の年輪数は計測不能。炭化はやや不良。割れなし。木取りはミカン削り状の板取り。黒炭。 20-3 長さ7.7cm、幅2.3cm、厚さ2.5cm。重量は11.8g。やや小型の環孔材(広葉樹)。半径2.5cmの間に年輪数23本を数える。炭化はほぼ良好。割れやあり。木取りはミカン削り1/6。黒炭。 20-4 長さ3.8cm、幅3.5cm、厚さ2.6cm。重量は5.8cm。小型の環孔材(広葉樹)。半径2.6cmの間に年輪数10本を数える。炭化はほぼ良好。割れ強い。木取りは径の1/4程度のミカン削り。黒炭。 20-5 長さ4.7cm、幅1.9cm、厚さ3.1cm。重量は8.2g。中型の散孔材(広葉樹)。厚さ3.1cmの間に年輪数32本を数える。炭化はやや不良。割れわずかに残る。木取りはミカン削り状の板取り。黒炭。 20-6 長さ7.2cm、幅2.5cm、厚さ2.5cm。重量は9.5g。小型の環孔材(広葉樹)。直径2.5cmの間に年輪数4本を数える。炭化は普通。割れわずかにあり。木取りは半削。黒炭。						
分析部分	概 考	20-1~6のうち、1は年輪のはっきりした散孔材。2と5は年輪のはっきりしない散孔材。3・4・6は年輪のはっきりした環孔材である。また樹種はナラ・クヌギ類である。分析には1・2・3で足りればこれを用いる。						



20-1



20-2



20-3



20-4



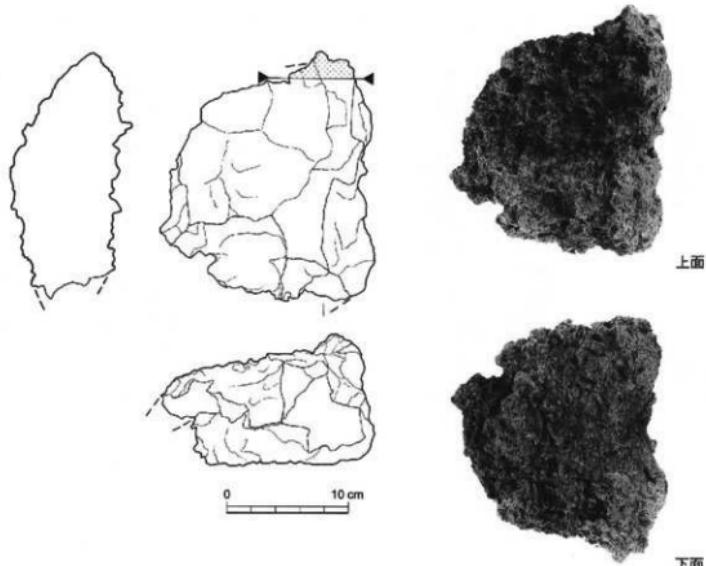
20-5



20-6

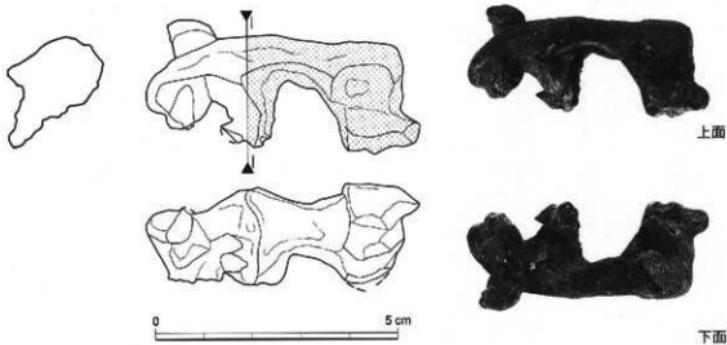
資料番号 21

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	189		分	溶 : メタル
	出土位置	II区 1号炉上肩		時期	18C末~19C前半:出土遺物 1860~70 C14年代		
試料記号	検 調: TOI - 21 化 学: TOI - 21 放射化: -	法 長径 20.6 cm 短径 17.6 cm	色 調	表:茶褐色~暗褐色 地:暗褐色			
遺物種類 (名 称)	楕円形鍛冶滓 (中)	量 厚さ 10.7 cm 重量 3000.0 g	研 磨 度 透 明 度 破 片 数	3 薄片 前 合 浸 5 断面樹脂	メタル度 なし - - -		
観察所見	平面、不整半円形をした、盤状の楕円形鍛冶滓の半欠品である。上面は基本的に生きており、側面の一部を除いて底面である。底面は5枚ある。上面には1~2cm大的木炭痕が目立ち、イガイガしている。肩部までは同じ状態が続く。穢やかな弧状の側面から平坦気味の底面には、1cm大以下の木炭痕が密集し、部分的に青光りしている。側面の一部は厚み半ばでやや残を成し気味である。木炭片もかみ込んでいる。上面の肩部一箇所と下前に、直錐状に伸び、他の質感と異なるざらざらした部分が残るが、これは工具痕ないし工具痕に流入した漆の可能性が高い。方向的には側面が大きく直錐状に割れている部分とやや近似する。箱の底子から、かつては小さな鉄粒が含まれていた可能性もあるが、現状では完全に新化してしまっている。側面形は大きく見れば楕形である。色調は表面が茶褐色から暗褐色、地は暗褐色である。						
分析部分	長崎端部片側1/10を直線状に切削し、滓部を分析に用いる。残材返却。						
備 考	分析資料番号30の中型の楕円形鍛冶滓と比較すると、本資料の方が薄手で、見た印象は違うが、本來の外形はそう大きく違わないかもしれない。別途調査された、獅子谷遺跡出土の楕円形鍛冶滓などにくらべて、いずれもサイズが小さく、本遺跡での各工程の処理量が比較的少なめであったことを予想させる。						

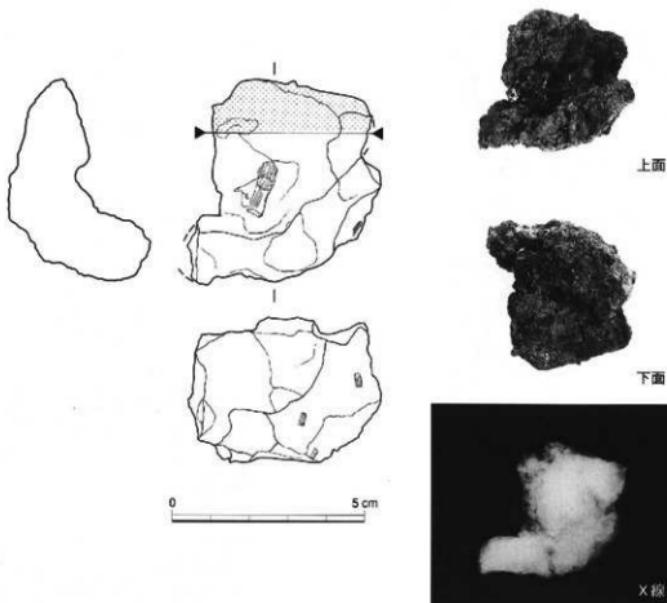


資料番号 22

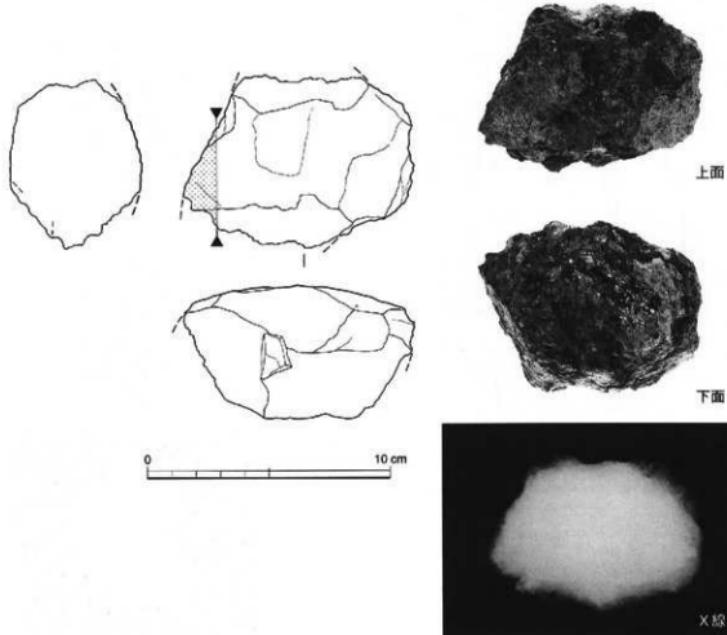
出土状況	遺跡名 戸井谷坑遺跡		遺物 No.	192			津 : メタル			
	出土位置	II区2H 2号炉内		時期	18C末~19C前半:出土物 1860~70 C14年代	マクロ 検 査				
試料記号	検 級: TOI - 22	長径 5.7 cm	色 濃	表: 黒褐色	分	CMA X線照査	○			
	化 学: TOI - 22	短径 2.7 cm		地: 黒褐色		耐火度 立ロリー				
	放射化: -	厚さ 2.1 cm		腐 働 度	1 メタル度 なし	放射化 X線透過程				
遺物種類 (名稱)	鋳造溶 (流動滓)	重量 30.0 g		遺 存 度	破片 前 合 浸 一					
				破 面 数	4 断面樹脂 一					
観察所見	不整形な流動滓の破片である。端部の各所から角状に津が突出している。基本的には各面とも生きており、端部に小破片を4面数えられる。上面はやや光沢を持った流動状、無部から下面や各端部には不規則な木炭斑が残る。一部、木炭に堆した表面が薄皮状に剥離しかかっている部分もある。滓は緻密で微細な気孔がわずかに認められる。色調は表面・地とも黒褐色で、表面の一部がやや紫紅色味となる部分もある。									
分析部分	長袖端部片側3/5を直立状に切りだし、溶部を分析に用いる。残材返却。									
備 考	鋳造炉の炉底部の木炭層に、もぐり込むような形で形成されたと推定される。例は少ないが、鋳造構造での出土例が知られている。流動滓としてまとまらないまま、炉壁上へのひびわれや木炭の隙間で形成された滓は、こうした形状をとることが多い。									



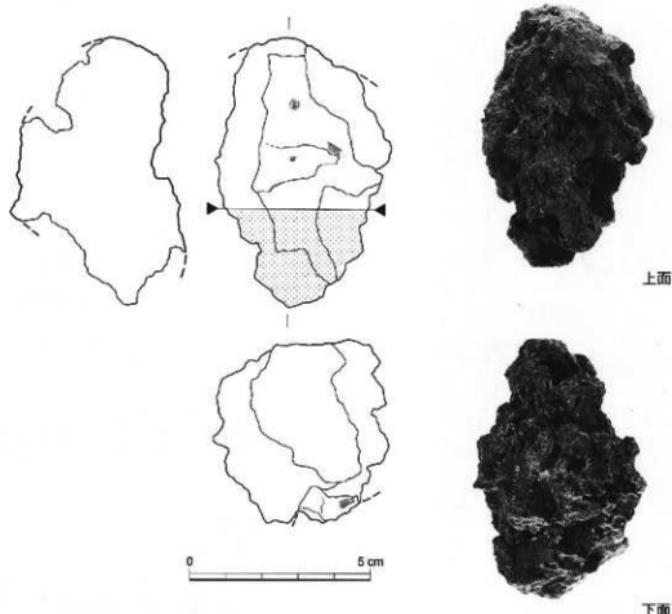
出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	197		分	添 : メタル
	出土位置	II区2H 2号炉内		時期	概撰		
試料記号	検 種: TOI - 23	長径 5.3 cm	色 調	表:茶褐色		折	CMA
	化 学: TOI - 23	短径 5.0 cm		地:暗褐色			X線剖析化 学
遺物種類 (名 称)	量	厚さ 3.7 cm	着 度	5	メタル度	L (●)	耐火度 セロリー
		重量 50.0 g	遺 存 度	はぼ完形	前 合 浸	—	放射化 X線透視
観察所見	真ん中で折れ曲がり、傘状にゆがんだ鉄塊系遺物である。表面に付着土砂が多く、不明な部分も多い。少なくとも3面の破面を持つが、大半が鏡くぐれからの剥離面である。内部からは黒錫がにじみ、放射剤も激しい。上面片側には淡い赤褐色の炉床土が、また中央付近には5mm大以下の粉炭が、ややまとまって留着している。比重やメタル度などから見て、内部がすべて鉄とは考えにくく、表面には津部が残されているものと推定されるが、あまりにも付着物が激しく不明な部分が多い。色調は表面が茶褐色、地は黒錫の影響が強く暗褐色である。						
分析部分	長軸端部片側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	裏面に付着する淡い赤褐色の炉床土は、鍛冶炉のやや内側の炉床土である。本資料の異形の形状とあわせて考えると、鍛冶炉の炉底ないし炉底の壁にもぐり込むような形で形成されたものかもしれない。端部の形状としては、分析資料番号18の一部に似た外観を示すが、鉄としてのまとまりは、本資料の方が良くない印象を持つ。						



出土状況	遺 路 名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	200		分析	溶 : メタル	
	出土位置	II区2H 2号炉西粘土面中		時期: 模擬	18C末~19C前半: 出土遺物			
試料記号	検 録: TOI - 24	長径 9.5 cm	色 滅	表: 茶褐色~淡褐色		CMA	○	
	化 学: TOI - 24	短径 7.1 cm		地: 暗褐色		X線相分析学	○	
	放射化: -	厚さ 5.5 cm	磁 着 度	7	メタル度	特L(☆)	耐火度 カロリー	
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物	量	遺存度	ほぼ完形	崩 合	浸	放射化 X線透通	
			破 面 数	5	新面樹脂	○	○	
観察所見	平面、不整圓形をした、背の高い橢形断面を持つ鉄塊系遺物である。上面は再結合漆層に覆われ、側面にも直角と付着物が残る。外見上は鍛錬鐵冶煉のように見えるが、比重が高く、そのほとんどが鐵部の可能性を持つ。側面から下面に5面の破面を数える。側面1箇所に平坦な面を持つが、この部分は薄皮状の漆層である。短軸片側の肩部には、斜め下に向かい、幅1.6cm程の円弧状の断面形を持つ工具痕が残されている。これは本資料がやや溶解氣味の段階で残されたものである。底面寄りには0.9mm大と2.1mm大の粒状浮遊物が附着している。全体的な橢新面形は、瘤形というよりは背が高く、コマ形に近い。上面や側面に固着する再結合漆は、内容物的に分析資料番号26とやや似ている。資料表面の磁着が弱めなのは、再結合漆のためか漆のためか、あるいは表面の黒化が進んでいるためかはっきりしない。色調は表面が茶褐色から淡い褐色、地は暗褐色である。							
分析部分	長軸溶部片側1/6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	側面が多面体状の、やや変わった鉄塊系遺物である。ただし、表面が一部溶解している点や工具痕などからして、二次的な加熱が加えられた可能性もある。出土位置が2号炉西粘土面中ということで、精錬鉄塊系遺物とすべきかやや迷うところである。							

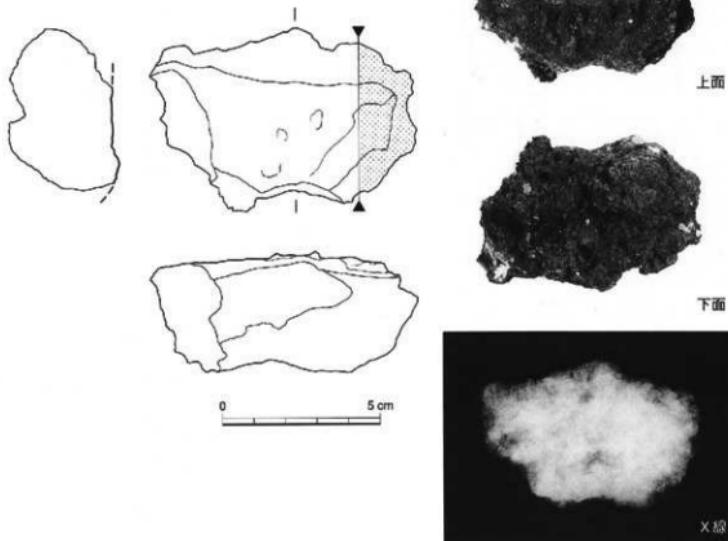


出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	202		分	漆 : メタル
	出土位置	II 区 1 号		時間: 指標	18C 末~19C 前半: 出土遺物 1860~70 : C14 年代		
試料記号	検 級: TOI - 25 化 学: TOI - 25 放射化: -	長径 7.4 cm 短径 4.9 cm	色 調	表: 暗褐色 底: 暗褐色			CMA ○ X 磁場分析学 ○
遺物種類 (名 称)	掩形鍛治津	厚さ 5.0 cm 重量 130.0 g	磁着度 造存度 成面数	5 破片 前 合 漫 5	メタル度 H (○) - 断面樹脂 -		耐火度 セロリー 放射化 X 磁場分析
観察所見	平面、不規六角形に近い、塊状の掩形鍛治津の破片である。上面と側部の一部と底面にかけては生きており、他は 1~2 cm 大の木炭質の激しい被覆である。掩形鍛治津の肩部破片と推定される。漆は微細な気孔が多く木炭痕も激しいことから、ややスカスカとの印象を持つ。木炭質の一部に木炭そのものが残っているが、針葉樹材と広葉樹材の両者が認められる。色調は表面・底とも暗褐色である。						
分析部分	長輪端部片面 1/3 を直線状に切断し、薄部を中心に分析に用いる。残材返却。						
備 考	資料的には分析資料番号 21 や 30 に類似するものであろう。3 号炉とした性格不明の石組遺構周辺出土であり、3 号炉そのものの機能に直結するかどうか、やや不安のある資料である。この遺構周辺からは中型の掩形鍛治津は確認されておらず、本資料のような鍛治津片を分析対象としてとりあげた。						

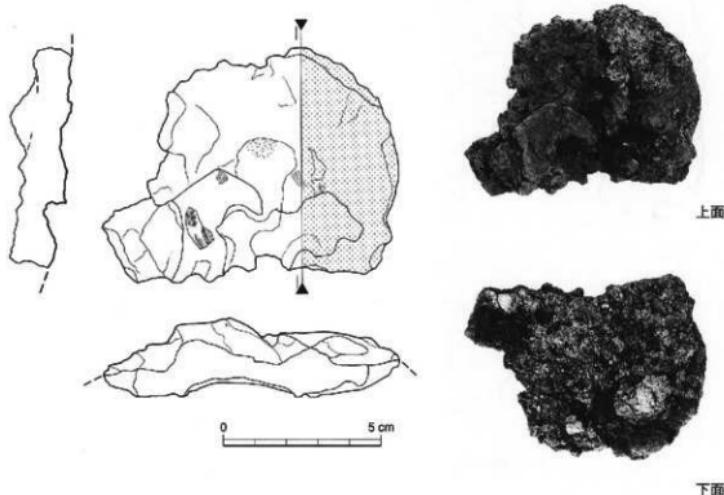


資料番号 26

出土状況	遺跡名 戸井谷戻道路 出土位置 II区1H 3号炉	遺物No. 204 時期: 捨棄 18C末~19C前半:出土遺物 1860~70 : C14年代	測定: メタル	
			マクロ 検査 鏡観 察	○ ●
試料記号	検 碾: TOI - 26 化 学: - 放射化: -	長径 8.5 cm 短径 5.8 cm 厚さ 3.8 cm 重量 182.0 g	表: 暗茶褐色 色 調 地: 暗茶褐色	CMA X線断層 化 学
遺物種類 (名 称)	再結合滓 (含鉄)	破 壊 度 6 造 作 度 破片 破 面 数 7	メタル度 H(○) 割 合 深	耐火度 カロリー
観察所見	平面、不規格円形をした再結合滓の破片である。上面以外は基本的に底面であり、破面数は少なくとも7面数えられる。鍛冶廻連の鐵織遺物が多量に含まれている。内容物を順に挙げると、各種サイズの粒状滓、極めて厚いものから薄いものまで各種の鍛造剥片、鐵製品の表面から剥離した微細化物、粉灰や木炭片、さらに焼け石や被熱した煙灰片など様々である。粒状滓で確認できるサイズは、0.9~3.3mmまでの大きさである。鍛造剥片の厚さは0.1~1.8mm前後と幅を持つが、主体は厚めのものが多い。木炭の樹脂は針葉樹材と広葉樹材が混在する。含鉄資料ではあるがごく微細なもので、粗軸片側面部にのぞく滓片の内部に残るものと推定される。鍛冶炉の炉床土片(?)には明褐色のものが含まれている。色調は表面、地とも暗い茶褐色である。			
分析部分	長軸端部片側1/5を直線状に切り断し、再結合部を中心に入射用いる。残材返却。			
備 考	極めて多量の鍛造剥片と粒状滓を含む再結合滓である。粒状滓には大きめのものが含まれ、鍛造剥片も黒く厚いものが主体である。このことから、大鍛冶作業を傍証することができる。			

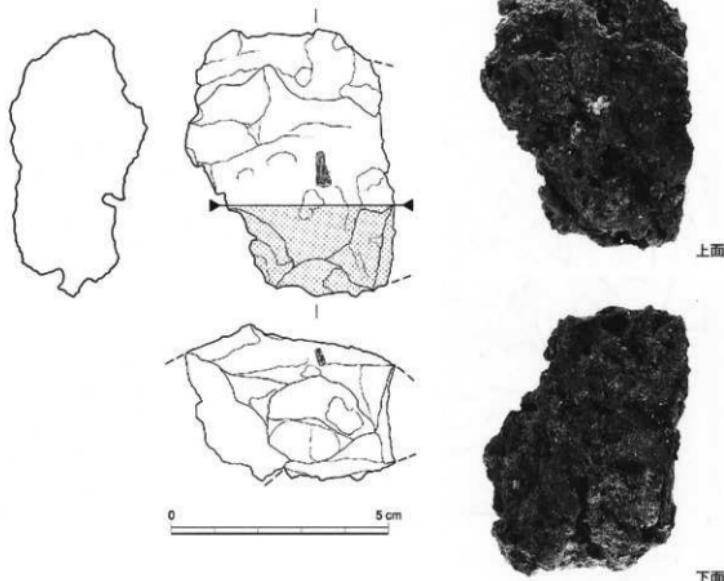


遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	208	津：鉛土
出土状況	出土位置 II区2G SK01池	時期：撲滅	18C末~19C前半：出土遺物 1860~70 C14年代	
試料記号	検 級：TOI - 27 化 学：TOI - 27 放射化：-	長径 短径	9.4 cm 7.5 cm	マクロ 検 銀 鏡 度 分 CMA X線回折 化 学 耐火度 マリード 放射化 X線透
遺物種類 (名 称)	炉 盆 (鍛冶炉)	厚さ 重量	2.5 cm 75.0 g	表：茶褐色・明褐色 地：暗褐色・灰白色 磁着度 還存度 破面数 メタル度 前含 なし 浸 一 新面 脂 一
観察所見	薄板状で平板な、鍛冶炉の内面から剥落した炉壁片である。表面から1cm以下の厚みで津化発泡し、鍛冶炉そのものから剥離したものであろう。内面のみ生きており、側面全面が破面、裏面は剥離面。内面は灰白色に津化氣味で、1cm前後の木炭痕がやや目立ち、二次的な酸化物がコブ状に付着している。炉壁胎土は粘土を交えた粘土と砂粒を混和したもので、わずかにひびが入る程度のものである。中央附近に粒状の浮きが固着する。色調は炉壁表面が茶褐色に二次汚染されているが、本来は灰白色から明褐色である。地は暗い茶褐色から灰白色。			
分析部分	長軸端部片割1/3を直線状に切断し、炉壁として分析用いる。残材返却。			
備 考	粉塵の混和は製鉄炉には一般的に用いられない技法である。舊伝書などによれば鍛冶炉の爐体には僅めて微細な粉炭や煤が練り込まれている可能性があるという。獅子谷遺跡の鍛冶炉などには確かに粉炭などが確認されているが、本資料では明瞭な粉炭は認められない。			



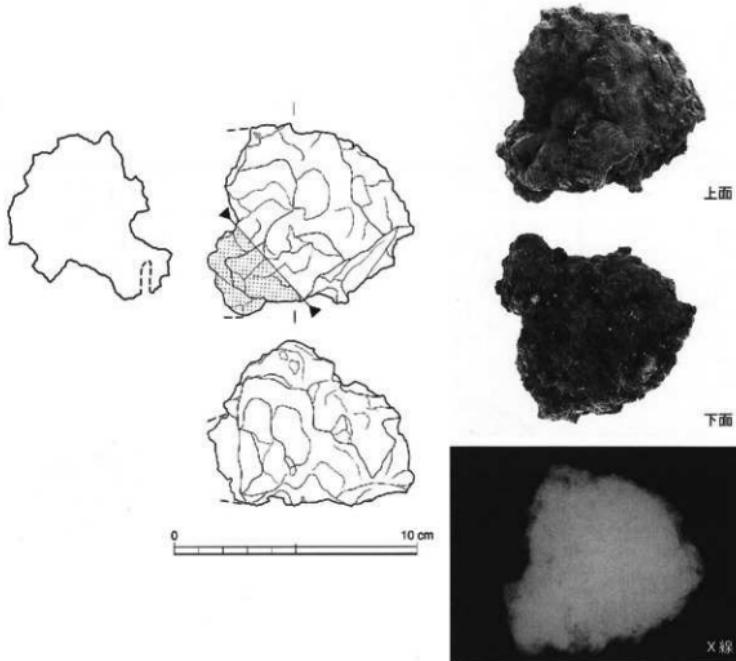
資料番号 28

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	210		浮 : メタル
	出土位置	II区2G SK01池		時期: 根拠 18C末~19C前半:出土遺物 1860~70 : C14年代	マクロ 検 鏡 度	
試料記号	検 級: TOI - 28	法 長径 6.1 cm 短径 4.8 cm 厚さ 3.6 cm 重量 120.0 g	色 調 表: 暗褐色 地: 暗褐色	4	メタル度 なし	CMA X線衍折 化 学
	化 学: TOI - 28			破片	前 合 浸	耐火度 カロリー
	放射化: -			2	断面樹脂	放射化 X線造
遺物種類 (名 称)	鐵治滓					
観察所見	平面、不整六角形をした鐵治滓の破片である。上面は生きており、側面1面と下面にかけての、都合2面が破面である。鐵治滓としては比較的緻密である。上面はやや盛り上がり、不規則な側面を経て下面に達する。下面是小さな破面が連続し、本来の厚みとは考えにくい。短軸方向に向かい、斜めの上から下方向に工具痕を持つ。断面形は円弧状、幅は1.7cm程度。破面には気孔が多少、認められるものの、量は少ない。やや比重が高いのはこのためか。色調は表面、地とも暗褐色。					
分析部分	長軸端部片側1/3を直線状に切断し、漆部を分析に用いる。残材返却。					
備 考	下面の工具痕の位置や角度からみて、掩形鐵治滓の側部ないし肩部の破片であろう。比較的高溫部の鐵治滓には、内部に木炭痕が多く、本資料のような密度の高い漆が形成される部分もある。					



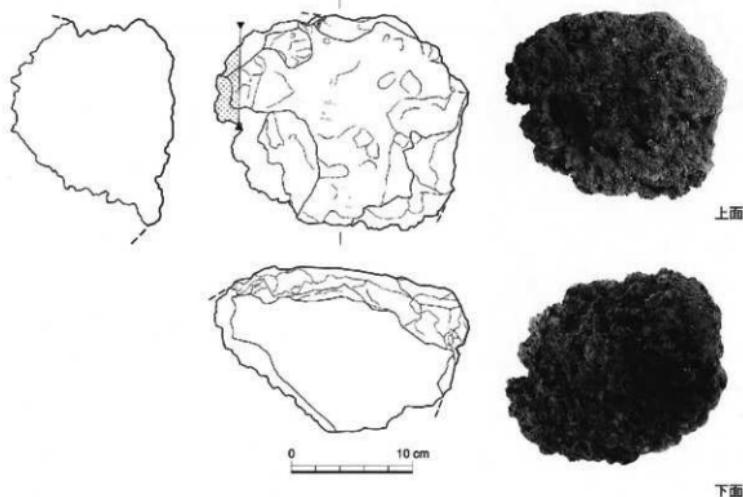
資料番号 29

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	217		分	測定 : メタル
	出土位置 II区1II	P-7 黒色土中		時期: 桁橋	18C末~19C前半: 出土遺物		
試料記号	検 誌: TOI - 29	長径 8.5 cm	色 調	表: 褐褐色		CMA	○
	化 学: TOI - 29	短径 7.9 cm		地: 斑褐色		X線回折 分析	○
	放射化: -	厚さ 6.8 cm	耐久度	7	メタル度 L(●)	耐火度 カリード	○
遺物種類 (名 称)	鍛治津 (含鉄)	重量 414.0 g	遺存度	破片	前 合 侵 -	放射化 X線透	○
			破面数	1	新面樹脂		
観察所見	平面、不整台形をした含鉄の鍛治津である。楕円の外観を持ち、上面は右側に向かって急激に傾いている。左側面は大きな底面である。おそらくこの部分は鍛治津の本体と接していたものと推定される。さらに上面の左端部は、えぐれるようにくほんでいる。上面の辺は流動状で、側面には木炭痕がやや強く、楕円の底面は木炭痕と炉床上の圧痕が共存する。津はやや緻密で、黒錆のにじんだ含鉄部が各所に点在する。色調は表面、地とも暗褐色。						
分析部分	長軸端部片面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。						
備 考	精鍛鍛治作業で生成された鍛治津の末端部であろうか。含鉄ながら鉄と津の分離が悪く、津全体に鉄部が散ったような状態である。						



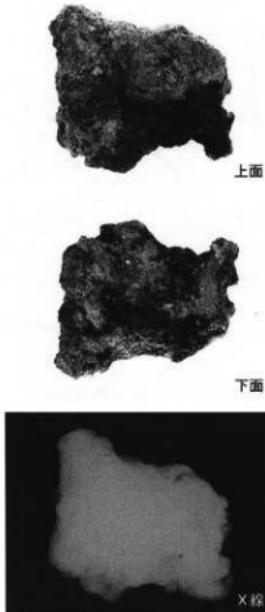
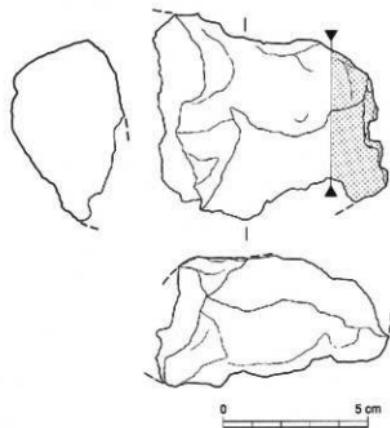
資料番号 30

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	221		分	津 : メタル
	出土位置	II 区 1 号炉周辺		時期	18C 末~19C 前半:出土遺物 1860~70 : C14年代		
試料記号	検 銓: TOI - 30 化 学: TOI - 30 放射化: -	長径 20.9 cm 短径 17.7 cm 厚さ 13.6 cm 重量 4400.0 g	色 調	表: 茶褐色~暗茶褐色 地: 暗茶褐色		CMA X線回折 分析	
遺物種類 (名 称)	輪形鐵冶滓 (中)		砕 破 度	5 ほぼ完形 4	メタル度 前 合 浸 断面樹脂	M (○) - ○	マクロ 検 銓 度
観察所見	平面、不整椭円形をした、分厚い中型の輪形鐵冶滓である。ややゆがんではいるものの、右側が急角度で立ち上がりコマ形の横面を持つ。上面は平坦ないし、わずかに中央部が盛り上がりっている。左手前の一帯がえぐれるとよに 2 cm 程底くなっている。これは羽口先に接する部位の可能性を持つ。底部の中央部は V 字形でごく狭く、側面がかなり強い傾斜面となっている。その表面には 1.5 cm 以下の木炭灰が密集し、典型的な鐵冶滓の表面感を示す。滓の内部にも木炭灰を持ち、気孔もやや多い。色調は表面が酸化土砂のため茶褐色、滓部は暗い茶褐色、地は暗茶褐色である。メタル度は M (○) で合鍊であるが、表面からその位置ははつきりしない。						
分析部分	長軸端部片側 1/2 を直線状に切断し、滓部を中心に分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。						
備 考	平面形が左右均一でなく、断面感も逆「レ」字状であり、本来は急角度を持つ側面にもうひとめぐり漆があつた可能性もある。ガサガサした鐵冶滓のため、きれいな彼面を残さず表面が脱落すると、本資料のような形状になるかもしれない。分析資料番号 21 と類似資料である。						

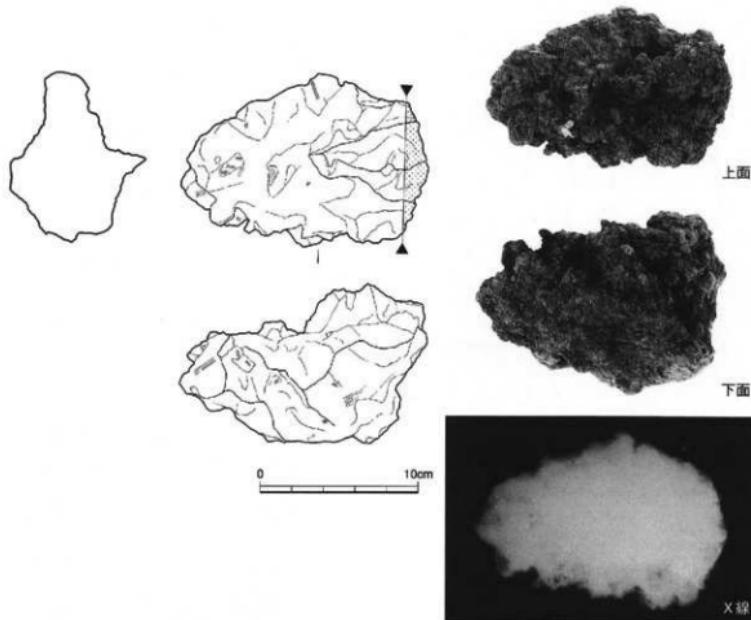


資料番号 31

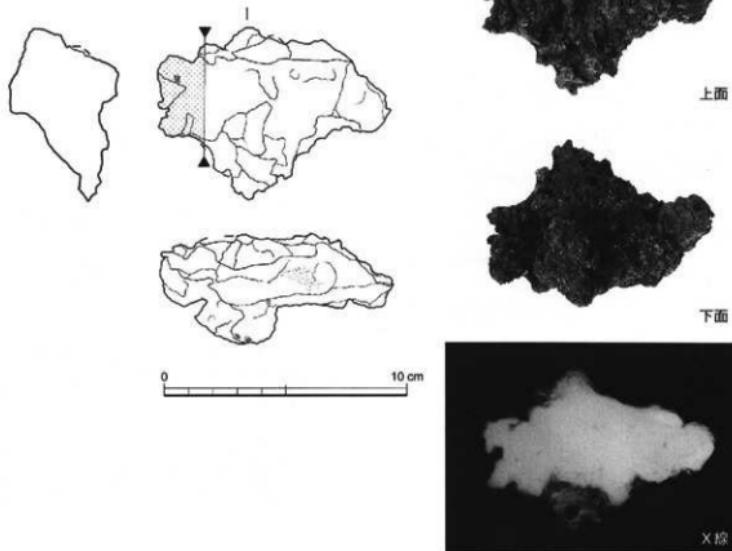
出土状況	道 路 名 井谷尻遺跡		遺物 No.	235	分	洋 : メタル		
	出土位置 II 区 不明		時期 : 模様	18C 末~19C 前半 : 出土遺物 1860~70 : C14年代				
試料記号	検 級 : TOI - 31	長径 8.3 cm	色 調	表 : 茶褐色~暗褐色	分析	CMA		
	化 学 : TOI - 31	短径 7.1 cm		地 : 褐褐色		X線回折 学		
	放射化 : -	厚さ 4.4 cm	腐 著 度 9	メタル度 特L(☆)		耐火度 セロリー		
遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物	量	造 存 度 破片	前 含 浸 -	分析	放射化 X線透過程		
			破面数 2	新面樹脂 ○		○		
観察所見	平面、不規則形をした、やや比重の高い鉄塊系遺物である。上面は継やかな膨らみを持ち、左側部は斜めに欠け落ちたような外観を示す。底面は長軸方向に塊状。右側に放射割れが激しく、脱落しかかっている部分も多い。他の各面には黒錆がにじみ、酸化液が小さな玉状に固着している。はっきりとした洋部は認められない。裏面側の酸化がやや激しく、赤褐色の酸化物が広がっている。色調は表面が茶褐色から暗褐色、地は暗褐色。							
分析部分	長軸端部片側1/6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	極状の外観は分析資料番号29と似ているが、前者は鍛冶津で本資料は鉄主体である。ただし、鍛冶炉内で滑部が伸びるような生成位置(例えば細長い鍛冶炉の、羽口から最も遠い端部)で形成される可能性もあろう。左側部が斜めにそげ落ちているのは、欠け落の可能性も残る。鍛打加工は行われていない可能性が高い。いわゆる精鍛鉄塊にあたるものであろう。その意味では分析資料番号37から39に比較的近い条件の資料かもしれない。							



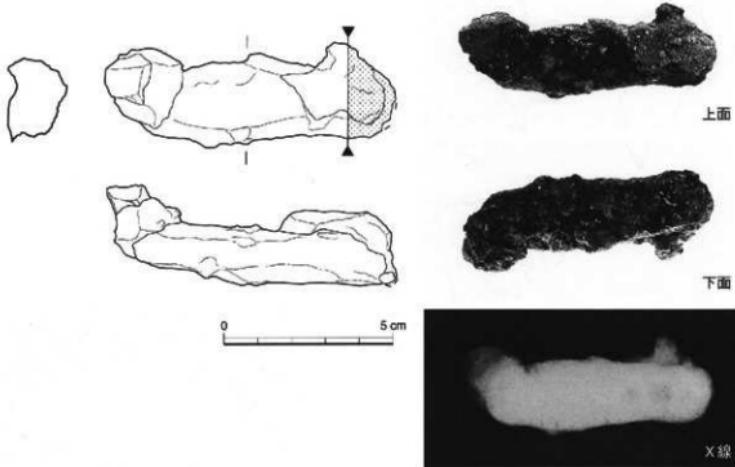
出土状況	遺 路 名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	236		深 : メタル
	出土位置	II 区 8 T 表土 No. 1		時期: 桃鏡	18C 来~19C 前半: 出土遺物	
試料記号	検 確: TOI - 32 化 学: TOI - 32 放射化: -	長径 15.7 cm 短径 11.0 cm	色 調	表: 暗茶褐色~暗褐色 地: 暗褐色	CMA X線回折 化 学	○
遺物種類 (名 称)	含鉄鉄滓	厚さ 10.0 cm 重量 1410.0 g	磁 着 度	10 メタル度 対し(☆)	耐火度 カラリー	○
観察所見	平面、長手の不整台形をした、やや分厚い含鉄鉄滓である。各面全体に付着物が多く不明な部分が多い。はつきりした破面は確認できず、現状では完形品と見ておきたいが付着物が多く、どう確かな情報はない。隙間や木炭痕が大きく、各所がコブ状に盛り上っているため、全体にゴツゴツした印象を受ける。部分的に明らかな漆面が確認され、鉄と滓の混在した状況が観える。付着する酸化土砂には粉炭がかなり多く含まれている。含鉄部の鈍化も激しい。鉄そのものの集中は良くない印象を受ける。色調は表面が暗い茶褐色から暗褐色、地は暗褐色である。	遺 存 度	完形 前 含 浸	-	放射化 X線透視	○
分析部分	長軸端部側1/10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。	破 面 数	0	断面樹脂		
備 考	精錬鍛冶工程の初期に、鉄と滓との分離に失敗した資料であろうか。大きさのわりに比重が低いのは、内部の水浸片の多さや鉄部の少なさから来ていると考えられる。手前部が直立気味なのは、あるいはこれが破面のためかもしれない。					



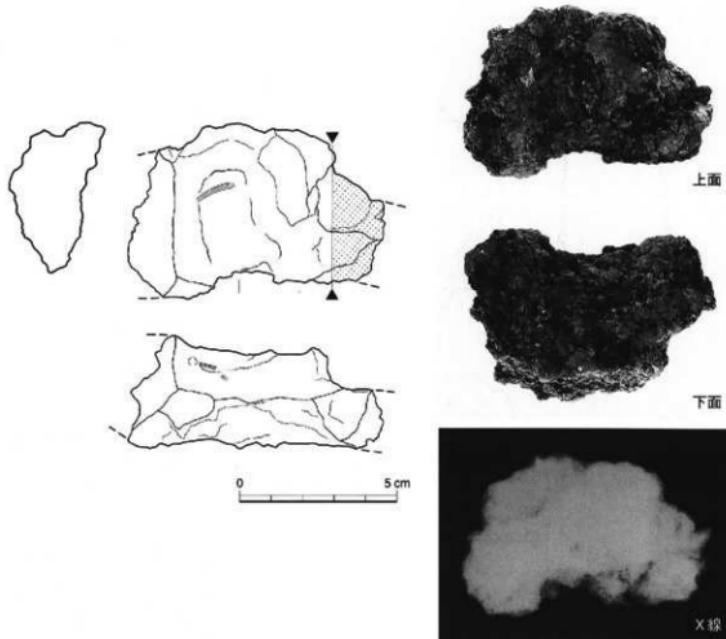
出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡	遺物 No.	263	分	添 : メタル
	出土位置 II区	時期: 桶美 1860~70	出土遺物 C14年代		
試料記号	検 級: TOI - 33 化 学: TOI - 33 放射化: -	長径 9.6 cm 短径 7.1 cm	表: 暗褐色 色 調	新	マクロ 検 鑑 梗 度
	遺物種類 (名 称)	厚さ 4.5 cm 量 重量: 239.0 g	地: 暗褐色 磁 略 度 磁 存 度 破 面 数		CMA X線回折 化 学
観察所見	平面、不整多角形をした、浅い椀形の外形を持つ鉄塊系遺物である。上面には木炭痕が残るが、全体的には平坦である。下面は中央が一段と突出し、それ以外は緩やかな弧状の面となる。左右の肩部はコブ状に突出する。側面肩間に2箇の小破面を持つ以外は完形気味である。表面は漆部主体で、含鉄部は内部である。ただし鉄部そのものとまとまりはあまりよくない。異形椀形の合鉄の鍛治沿といつた方が、表面上の特色を示すことができる。側面の表面には木炭痕が残り、木炭層に覆えられるように形成されたものと考えられる。色調は表面・地とも暗褐色。	新	耐火度 カロリー		
	分析部分	長軸端部片側1/5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。	放射化 X線透造		
備 考	分析資料番号32・33はいずれも内部に鉄部を持ち、外周部や内部に漆部が共存する資料である。両者とも精緻鍛治段階のものと予想されるが、形状の違いから全く同一工程かどうかは疑問である。				



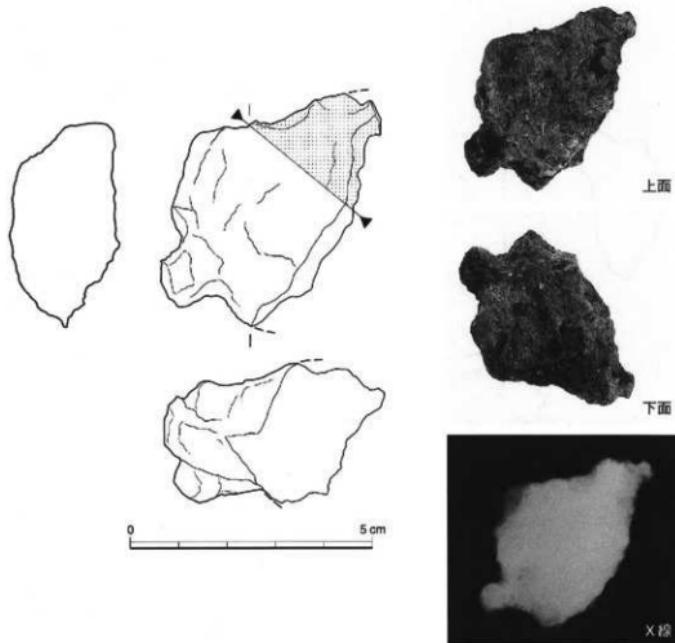
出土状況	遺 路 名 戸井谷尻遺跡 出土位置 II区	遺物 No.	270	浮 : メタル	
				時期: 根據 18C末~19C前半: 出土遺物 1860~70 : C14年代	マクロ 検 研 度 分
試料記号	検 號: TOI - 34 化 学: TOI - 34 放射化: -	法 短径	長径 8.6 cm 3.1 cm	色 調 表: 茶褐色・暗褐色 地: 暗褐色	CMA X線加熱 化 学
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物 (流動状)	量	厚さ 2.9 cm 重量 99.0 g	磁着度 7 遺存度 ほぼ完形 保存度 前 含 没	耐火度 カロリー 放射化 X線透化
観察所見	平面、長楕円形をしたナマコ状の鉄塊系遺物である。ほぼ完形品で、下面右端部が剥落し、唯一の破面となっている。表面にはコブ状に酸化皮膜が固着。きれいな流動状で、表面を薄皮状の鏽ぶくれが覆っている。鉄部は点々と銹(す)が認められ、ガスの残る銹鉄であることを窺わせる。色調は表面が茶褐色、鉄地の表面は暗褐色である。				
分析部分	長軸端部片側1/6を直錐状に切削し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。				
備 考	端部にはっきりした破面がなく、ほぼ完形品となっている。同種のナマコ状の鉄塊は本遺跡で回収された鉄塊系遺物の中ではかなり多い。X線像から少なくとも48点が数えられ、逆に銹鉄化していない鉄塊系遺物は44点を数える。				



出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	274		分	測定 : メタル
	出土位置	II 区 1H・2H 表土		時期	後撲		
試料記号	検 翻: TOI - 35 化 学: TOI - 35 放射化: -	法 長径 8.1 cm 短径 5.6 cm	色 調 表: 暗茶褐色~暗褐色 地: 暗褐色				CMA X線回折 化 学
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物 (半流動状)	量 厚さ 3.6 cm 重量 211.0 g	透着度 6 遺存度 ほぼ完形 底面数 2	メタル度 特L(☆) 前含浸 断面樹脂 ○	-		耐火度 カロリー 放射化 X線透
観察所見	平面、不整勾玉状の扁平な鉄塊系遺物である。長軸の両端部は破面で、そのほかの上下面等は生きている。上面は波状で、下面是長軸方向に向かい中央が突出し、ゆがんだ舟底状である。表面の各所に黒錆がにじみ、かなり多めの酸化土砂が附着している。短軸側面は両面とも弧状に、酸化土砂中には、径2.4mm大の粒状浮游漂浮物の厚さの鍛造剥片が含まれている。底面の気孔は不規則で微細なものが多く、明らかな津部も確認できる。また表面の一部ではあるが、中央付近にかなりまとまつた流動状の鉄部が確認される。色調は表面が暗い茶褐色から暗褐色、地も暗褐色である。						
分析部分	長軸端部片側1/6を直角状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂被布。残材返却。						
備 考	ゆがんだ溝底を流れたような外觀を示す資料である。鉄部は上下で質感が異なり、上半に密度の高い、ややガスを含む流動状の鉄が流れている。炉底塊から割り出されたものというよりも、流出孔底を流れて形成されたような鉄塊系遺物とみておきたい。						

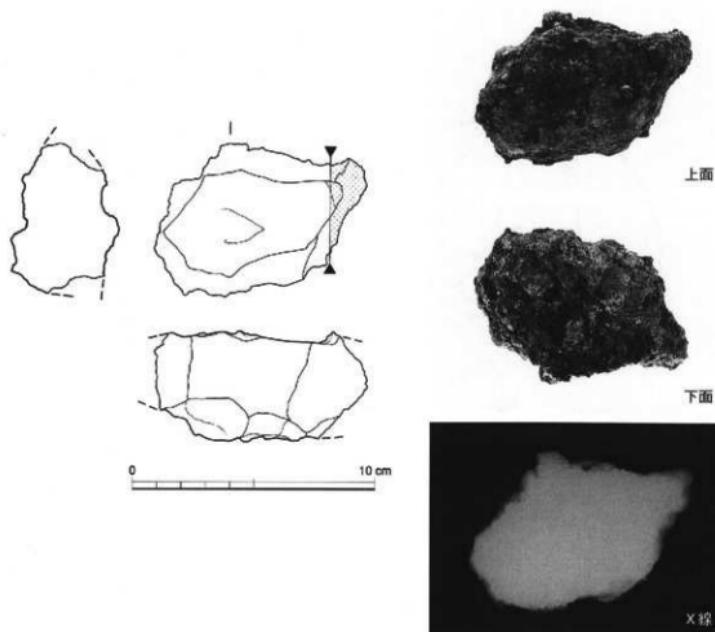


出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	282		測定 : メタル マacro 検鏡 硬度 CMA X線 分析 耐火度 カロリー 放射化 X線透 射
	出土位置	II区1D 層敷跡あぜ		時期: 伊良 1860~70	前半: 出土遺物 C14年代	
試料記号	核 鍋: TOI - 36 化 学: TOI - 36 放射化: -	長径 4.8 cm 法 短径 4.6 cm	表: 茶褐色 色 調			
遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物	厚さ 2.9 cm 量 重量 94.0 g	底 着 度 7 造 存 度 破片? 前 合 没 破 面 数 1 断面樹脂	メタル度 特L(?) 一 ○		
観察所見	平面、不整合形をした鉄塊系遺物である。右側部にシャープな破面が残る以外はほぼ完形である。流動状の鉄の先端部様の破片で、短軸方向の断面形は楕円である。上面は平坦ないしやや中央部が盛り上がる。肩部1ヶ所に鈑ぶくれが発達する。先端下半部も鈑ぶくれの可能性を持つ。表面には薄く酸化土砂が固着し、一部に黒錆がじむ。酸化土砂中には粉炭が含まれている。中心部は密度の高い鉄部か。色調は表面が茶褐色、底が暗褐色である。					
分析部分	長軸端部片割1/3を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。					
備 考	側面片割が割れてしまっているが、本来は錐状の、何らかの溝中を流れ出たような形状を示していたものと考えられる。					



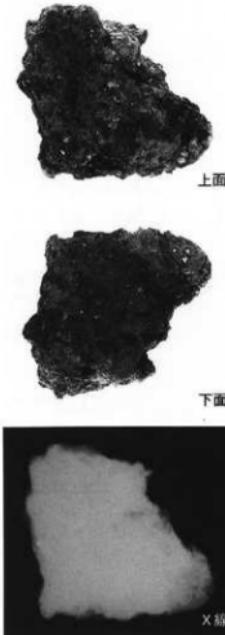
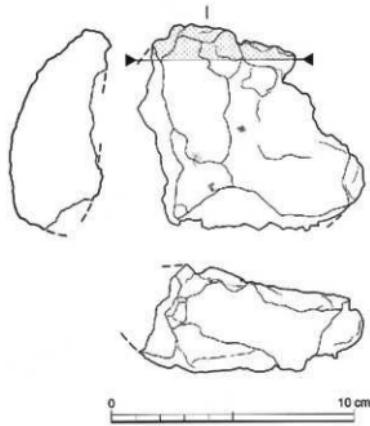
資料番号 37

出土状況	遺跡名 戸井谷戻遺跡		遺物 No.	287		分	測 : メタル
	出土位置	II区1丁 P-7 黒色土中		時期: 楠原	18C末~19C前半:出土遺物		
試料記号	検 級: TOI - 37 化 学: TOI - 37 放射化: -	長径 8.8 cm 短径 6.4 cm	色 漆 地: 茶褐色	表面: 茶褐色 地: 茶褐色		CMA X線回折 化 学	○ ○
遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物	厚さ 4.5 cm 重量 471.0 g	磁着度 8 遺存度 破片 前 合 混	メタル度 特L(☆) - - -	断面剖面数 5 断面剖面数 ○	耐火度 カリ 放射化 X線透	○ ○
観察所見	平面、不整六角形をした、厚板状の鉄塊系遺物である。上面は生きており、側面5面が底面である。一見、複形深状で、上面は平坦気味、下面は浅い皿状である。側面の稜面は直線状で、意図的に打ち欠かれている。表面には酸化土砂が固着し、点々と黒錆がにじんでいる。下面是微細な凹凸が広がり、そのほとんどが水炭灰と推定される。資料表面にわずかに放射割れがあり始めている。漆部は確認できず、ほぼ全体が鉄部と推定される。色調は表面が茶褐色、地は暗褐色。						
分析部分	長軸端部片側1/7を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂充填。残材返却。						
備 考	やや厚手で、底部が浅い皿形を示す鉄塊系遺物である。こうした特徴は分析資料番号38・39とも類似した点である。精緻鉄塊系遺物の一破片と推定される。厚みは分析資料番号38に近い。本来の精緻鉄塊系遺物の側部を削った中核部の破片であろうか。						



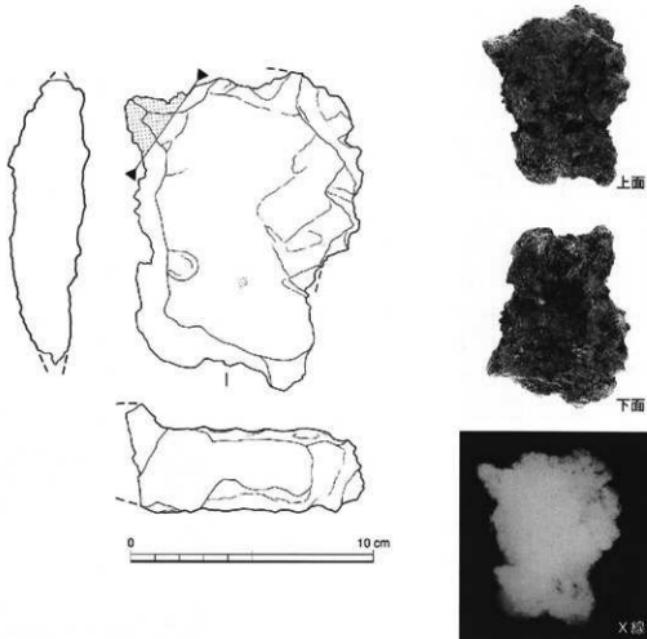
資料番号 38

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	288		分	測定 : メタル
	出土位置	II区1H		時期: 挿掘	18C末~19C前半: 出土遺物		
試料記号	焼 績: TOI - 38	長径 9.3 cm	表面: 暗茶褐色~暗褐色	地: 暗褐色	CMA	マクロ 検 徳 度	○
	化 学: TOI - 38	短径 8.5 cm			X線分析 化 学	○	○
	放射化: -	厚さ 4.4 cm			耐火度 カロリー		○
遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物	量	磁 巻 度 9	メタル度	帶L(☆)		
		遺 存 度 裂片?	前 合 侵	-	放射化		
		破 壊 度 3	断面樹脂	○	X線透		○
観察所見	平面、不規三角形から台形気味の、厚板状の鐵塊系遺物である。分析資料番号37と同様、上面が平坦気味で、破面が凹い皿状を呈する。上下面と鋤部片側が生きており、残る鋤部2面が直角状の底面である。生きている側部は盛り上がりや垂れが交互に残り、分析資料番号39の鋤部とかなり類似している。下面は浅い皿形で木炭痕はあまりはっきりせず、わずかな凹凸が確認できる。上面には、短軸方向に向かって断面半円形の工具痕が残されている。幅は2.8cm以上、長さ4.6cm以上である。表面の各所に黒鉛がじみ、長軸端部片側は放射割れが激しい。表面裏に残着する酸化物中には、僅めて多量の粒状滓と鑄造剥片が含まれている。粒状滓は光沢を持ったものが多く、径0.3~1.1mm大である。鋤部片は標々な厚さを持つ。色調は表面が黒い茶褐色から暗褐色、地は暗褐色である。						
分析部分	長軸端部片側1/7を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。						
備 考	分析資料番号37と似た資料である。異なる点は、本資料が鋤部の破片であるという点と、上下面に多量の粒状滓と鋤部片側が固着する点である。上面に残る工具痕は丸棒状の工具を推定でき、鉄が酸化したかどうかを見るよりの圧度であろうか。炭素量は分析資料番号37・38とも中程度と予想できる。						



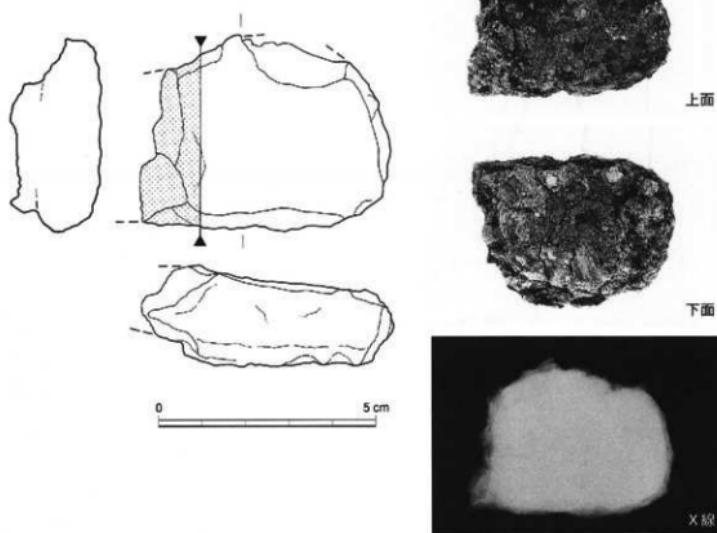
資料番号 39

出上状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	290		分析分	津 : メタル
	出土位置	II区1H 表土		時期: 楠尾	18℃末~19℃前半: 出土遺物		
試料記号	検 級: TOI - 39 化 学: TOI - 39 放射化: -	法 短径 9.8 cm	長径 13.1 cm	表: 茶褐色 色 漆	地: 暗褐色		マクロ 鏡 鏡 鏡 CMA X線同折 化 学
遺物種類 (名 称)	鉄塊系遺物	量	厚さ 4.4 cm	磁着度 6	メタル度 等 L (☆)		耐火度 立口リーフ 放射透通 X線透通
遺物番号	828.0 g	遺存度	破片?	前 合 浸	-		
分析部分	長軸端部片側1/10を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。						
備 考	樹部が一部剥れているものの、上面がよく残り、分析資料番号37-38などに似た本来の姿をやとどめている。上面が平坦なのは自然面なのか、軽く銛打されているためなのかはっきりしない。X線像で見る限り、外周部に幅広く隙間が数在する。完全にしまりきっていない鉄塊という印象を持つ。軽く上面をたたきした精緻鉄塊であろうか。						

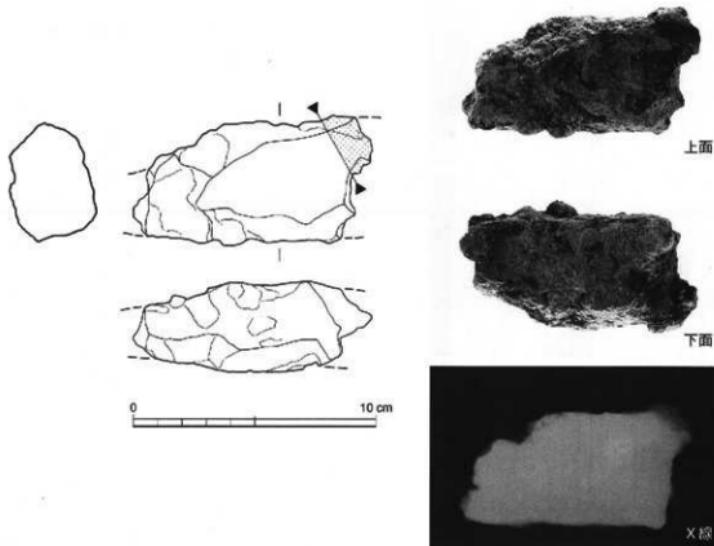


資料番号 40

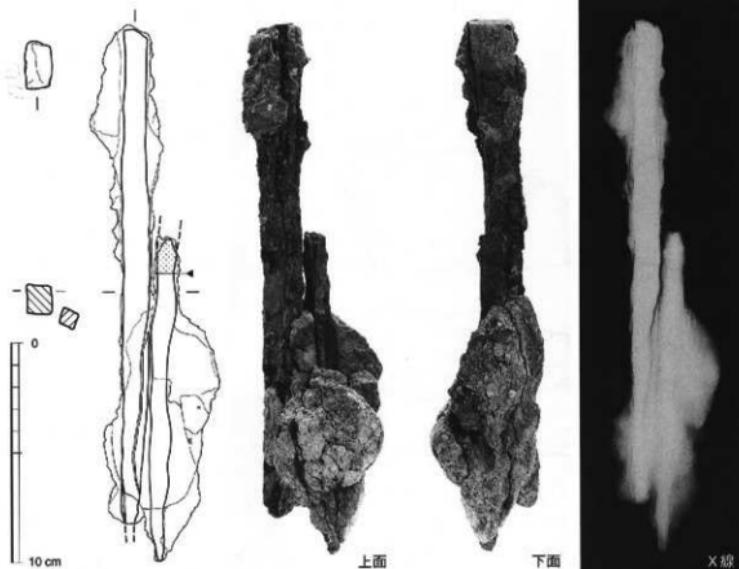
出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	292	分 析	詳 記 メタル
	出土位置 II区1H P-7 黒色土中	時期: 18C末~19C前半: 出土遺物 1860-70 C14年代				
試料記号	検 管: TOI - 40 化 学: TOI - 40 放射化: -	長径 5.8 cm 短径 4.5 cm	色 調	表: 暗褐色~茶褐色 地: 暗褐色	CMA X線回折 化 学	○
遺物種類 (名 称)	板状鉄片	厚さ 2.3 cm 重量 130.0 g	磁着度 遺存度 破面数	6 完形? (3)	メタル度 含 没 前面樹脂	- ○
観察所見	長軸端部が弧状に整えられた板状の鉄片である。長軸片側と側部の一部が破面となる。破面数は3以上。左右で厚さが異なり、右側に向かい條々に薄く整えられている。側部もある程度鍛打されている可能性がありそうである。全体に黒锖がある。肩部や側部に水平方向の割れ目が数多く発達している。表面に固着する酸化上砂中には、木炭粉が多く含まれる。ひび割れの多さは、かなりしっかり鍛造されている証拠となる。色調は表面が暗褐色から茶褐色、邊は暗褐色である。					
分析部分	長軸端部片側角1/4を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。					
備 考	鍛打がかなり進んでおり、側部の整形が推定されることなどから、単なる削鉄というよりも鉄器の端部破片の可能性もある。厚みは異なるが分析資料番号43の基部などとも外観は似ている。また削鉄の整形を進めた包丁鉄の一例かもしれない。分析結果に期待したい。					



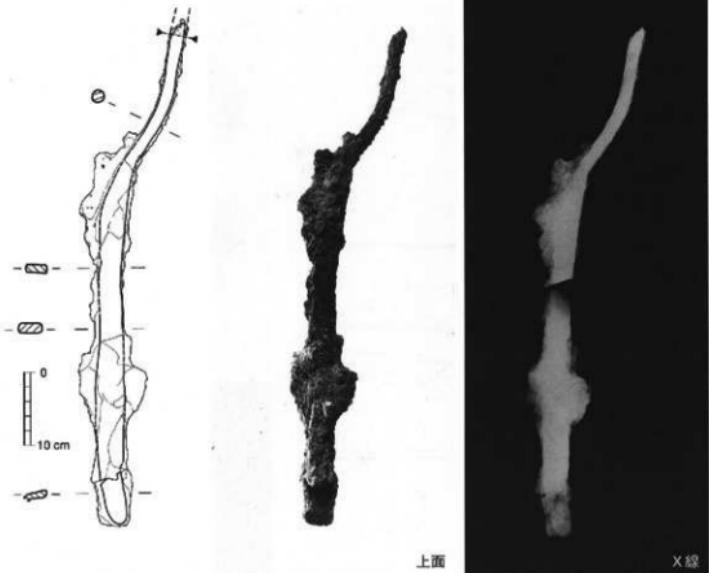
出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	293		測定 : メタル	
	出土位置	II区 不明		時期	拔掘		
試料記号	検 索: TOI - 41	長径 9.8 cm	色 調	表: 茶褐色	マクロ 検 測 硬 度	○ ○ ○	
	化 学: TOI - 41	短径 5.4 cm		地: 暗褐色	X線剖析 化 学	○ ○	
遺物種類 (名 称)	割 鉄	厚さ 3.7 cm 重量 473.0 g	磁 着 度	9	メタル度	CMA	
			遺 存 度	ほぼ完形	前 合 浅	X線剖析 化 学	
観察所見			破 面 数	2	断面彫削	耐火度 カロリー	
						放射化 X線透視	
分析部分	長軸端部片質角1/10を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。						
備 考	鍛打途上の割鉄端部とみておく。その意味では、分析資料番号39と同様、素材の加工を一段と進めたものといふことができる。短軸両端の平坦面は蓋で切り落とされた面という考え方もできようが、外観の平坦さから、やはりこれも鍛打面とみたい。本資料が割鉄端部が欠け落ちたものか、切り落とされたものかは不明である。						



出土状況 試料記号	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	295		分析分 類	添 付 メタル
	出土位置	II区2H 2号炉		時期	18C末~19C前半:出土遺物 1860~70 : C14年代		
	検 識: TOI - 42 化 学: TOI - 42 放射化: -	長径 22.6 cm 法 規径 1.3 cm	色 調	表: 茶褐色~暗褐色 地: 暗褐色		CMA X 線回折 化 学	○ ○ ○
遺物種類 (名 称)	鉄 刃 (著 摆 止め釘)	厚さ 2.2 cm 量 重量 480.0 g	組 着 度	7 メタル度 L(●)	断 交 度	はば定形 窓 合 浸 -	耐火度 ガロリー 放射化 X線透
観察所見	新旧二本の著 摆 止め釘が、現在堆で残されたものである。旧の止め釘は細身で、頭部側と反足部先端を傾いている。両者は面部側で接するように打ち込まれていた。大きさは異なるものの、新旧の釘とも断面は四方形で、四方から鋸打されて成形されたものである。新しい方の止め釘はほぼ完成品で、頭部幅 6 cm 程がやや横に広がるかたちである。釘頭は折れ釘ではなく斜めに鑿切りされたもので、打ち込み時の加圧のためか、頭部が強い輪郭で平坦化している。先端部は尖らず、丸みを持って納まる。きれいに残る裏面の一部は波状で、丁寧に仕上げられた釘とは言ひがたい。長軸方向にわずかにねじれるような形状となっている。新旧の釘とも表面が錆状剥離を起こし、かなり広く剥離してしまっている。頭部側や面部周辺には大きく黒化土砂が取り巻き、コブ状となっている。この土砂中には、わずかに粉炭と鉄器表面の剥離物が含まれている。色調は表面が茶褐色から暗褐色、地は黒褐色のため暗褐色である。						
分析部分 備 考	2本の内、小片の方の長軸端部片割1/10を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂微布。残材返却。 新旧両方の釘とも、著 摆 そのものの表面は認められない。新旧二本が接しているのは、何らかの原因(例えば箸括が大きく破損するなどの事故や修理のため)により旧い方の釘の頭部を残したまま、新たにもう一本の釘により箸括が止められたためであろう。また著 摆 そのものと釘の頭部側は、鍛冶印の赤熱木炭により加熱と冷却を繰り返し、より剥離になりやすいということも想定するかもしれない。釘 そのものの鉄組織も二次的な熱影響を大きく受けている可能性が高い。止め釘が原位置で残される事例は稀である。ちなみに1号坑にも止め釘が残されており(構成番号294)、サブ的には2号坑の新釘に近い形状を持つ。						

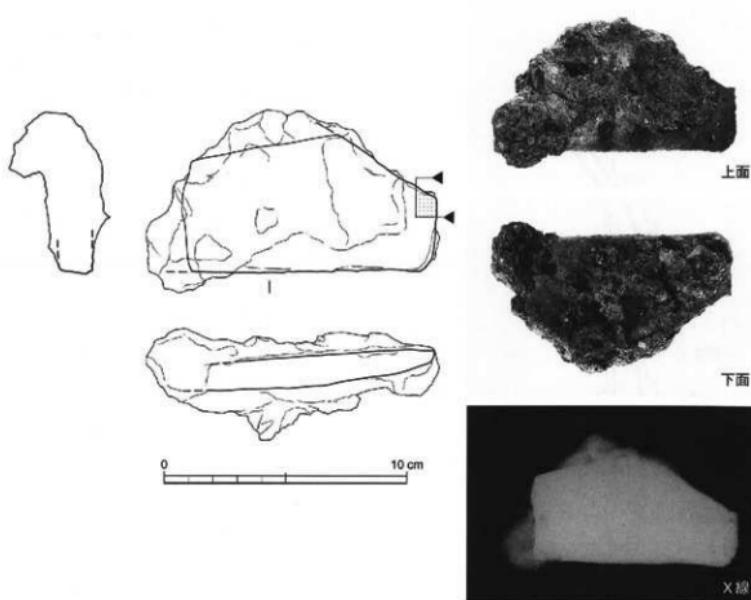


遺跡名 戸井谷戻跡		遺物 No.	296	分 析 所	薄：メタル
出土状況 出土位置 II区 SK 01 池の底		時期：後漢 1860~70	C14年代		マクロ 検 索 鏡 度
試料記号	検 説：TOI - 43 化 学：TOI - 43 放射化：-	長径 68.8 cm 短径 4.0 cm 色 調	表：茶褐色～暗褐色 底：暗褐色		CMA X線回折 化 学
遺物種類 (名 称)	鉄製品 (工具?)	厚さ 1.19 cm 重量 2500.0 g	磁 着 度 7 透 存 度 先端部欠 前 合 浸 破 面 数 1	断面樹脂	耐火度 セリード 放射化 X線透過程
観察所見	用途不明の鉄製品である。基部側は刀のように反っており、先端側は丸棒状で逆反りとなる。付着物が分厚くわかりにくいくらいもあるが、現状では丸棒状の先端部のみが破損して推定される。基部側の最端部7cm程度は錆化部から剥離してしまっている。この基部の末端は円錐状に1.1cm程度伸びて、両側の背部分は中央部がめずらしくに平坦で、両肩部は丸みを持って整えられている。そのため横断面全体が握手の指円筒形気味となっている。したがって、刃部は形状作られていない。弧状に曲がるのは道具としての操作上の目的なのかもしれない。先端側の丸棒状の部分は、基部から現在残る破損面近くまで、ほぼ同一の大きな丸棒状である。平板な基部側との接点部は、基部側の方が薄く、変換部を持たず常に丸棒状に整えられている。そのためか丸棒状の基部は先端部にくらべて、両端部が狀況で異なるようだ。先端部に強い負荷がかかる道具としては、やや不思議な印象を持つ。資料全体に錆化が激しく、基部側の平坦な部分は錆状剥離を起こし、先端部の丸棒状の部分は軽く削れ目が多数生じて、ごく狭い単位で表面が丸みに沿って薄皮状に剥離しつつある。小さな銷ぶくれも立つ。分厚い付着土跡には粉状の本数が多量に含まれている。色調は表面が茶褐色から暗褐色、地は暗褐色である。				
分析部分	長軸端部側1/3を直線状に切断し、メタル部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。				
備 考	丸棒状の先端部の黄色が基部側と異なるのは、先端部が加熱を二次的に受けているためであろうか。赤褐色があまり見られず、暗褐色から黒褐色に近い色調である。基部側が平板に整えられているのは、柄部を木部にはさみ込む意図があるのかもしれない。ただし穴孔は現状では確認できない。また基部側と先端部の加工が本来の素材をそのまま引き伸ばしたものか、削り込み等で整えているのか区別しがたい。				



資料番号 44

出土状況	遺 務 名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	297	分	浮 : メタル			
	出土位置 II区1H SK01池		時期: 根據	18C末~19C前半:出土遺物 1860~70 : C14年代					
試料記号	模 確: TOI - 44	法	長径	10.5 cm	マクロ 検 級 度	○			
	化 学: TOI - 44		短径	5.6 cm		○			
	放 射 化: -		色 調	表: 茶褐色~暗茶褐色 地: 暗茶褐色		○			
遺物種類 (名 称)	鐵製品 (板狀)	量	厚さ	1.3 cm	CMA X線回折 化 学				
			磁 磁 度	7					
			透 存 度	破片					
観察所見	鐵製品 (板狀)	量	透 存 度	薄含 浸	耐 火 度 カロリー				
			重 量	486.0 g					
			破 面 数	3		○			
分析部分									
備 考									
鋳造作業用の道具なのか、加工品なのか、あるいは道具類のクサビ等に用いたものかはっきりしない鉄製品である。表面に付着する酸化土砂中に粒状漆が多量に含まれていることが、鋳造作業の特定の工程につながるものかもしれない。別途調査された獅子谷遺跡からは、方形板状の大形の鉄製品が金屋子神の場所から発見されている。本資料はそうした大型の方形板状品の角部分などにあるのか、X線像に見られる両側部が生じるかたちになるのかなどにより、その性格も規定されることになろう。3号炉とした右頬み造拂が、金屋子神の基礎部ではないかと現地指導会では指摘があり、分析結果に期待したい。									



資料番号 45

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡 出土位置 II区 1号炉	遺物No.	303-1			分折	添 : メタル ○ ○
			時間: 模器 1860~70	出土遺物 C14年代	マクロ 検 研 度		
試料記号	検 級: TOI - 45 化 学: - 放射化: -	法	長径 短径	- cm - cm	表: 色 調 地:	-	CMA X線回折 化 学
遺物種類 (名 称)	粒状滓 (5点)	量	厚さ 重量	- cm - g	磁着度 還存度 被面数	- - -	耐火度 ガロリー 放射化 X線透通
観察所見	直径順に2.6mm大、1.8mm大、1.5mm大、1.3mm大、0.9mm大の5点で構成した。このうち45-1・2は磁着が弱く、45-3～5は磁着が強い。						
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	分析資料は、1号炉の炉内土を採取後水洗いし、ふるいや肉眼観察によって回収された。これらを磁巻の強弱や大小で選別し、計5点を抽出した。						

分析資料 No.45 粒状滓（単位mm）

No.	長軸	短軸	厚さ	色調	形状及び表面	磁着	気孔
45-1	2.6	2.1	-	灰黒色	平坦な一面を持つ卵形。光沢なし。	弱	あり
45-2	1.5	-	-	灰黒色	きれいな球状。光沢なし。	弱	なし
45-3	1.8	-	-	灰黒色	ややいびつな球状。光沢ややあり。	強	なし
45-4	1.3	-	-	灰黒色	きれいな球状。光沢なし。	強	なし
45-5	0.9	-	-	灰黒色	きれいな球状。光沢あり。	強	なし

45-1

45-2

45-3

45-4

45-5

47-1

47-2

47-3

47-4

47-5

資料番号 46

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡			遺物 No.	303-2			分	津 : メタル
	出土位置 II 区 1 号炉				時期：根拠	18C末～19C前半：出土遺物 1860～70			
試料記号	検 級：TOI - 46 化 学：— 放射化：—	法 長径 短径	— cm — cm	表： 色 調	—	地：	—		マクロ 検 鏡 鏡 度
遺物種類 (名 称)	鋳造剥片 (5点)	量 厚さ 重量	— cm — g	磁 着 度 電 存 度 破 面 数	— — —	メタル度 前 合 漫 断面樹脂	なし — —		CMA X線相分 化 学
観察所見	直徑順に 0.24mm、0.18mm、0.08mm、0.03mm の 5 点で構成した。このうち 46-1 は磁着が弱く、46-2～5 は磁着が強い。								
分析部分	必要品を選択し、鋳造剥片として分析に用いる。残材返却。								
備 考	分析資料は、1 号炉の炉内土を採取後水洗いし、ふるいや肉眼観察によって回収された。これらを磁着の強弱や大小で選別し、計 5 点を抽出した。								

分析資料 No.46 鋳造剥片 (単位mm)

No.	長軸	短軸	厚さ	色調	表	裏	磁着	気孔
46-1	3.2	1.9	0.18	黒褐色	やや凹凸あり。光沢なし。	凹凸あり。光沢なし。	弱	なし
46-2	1.8	1.2	0.24	灰黒色	平滑である。光沢なし。	やや凹凸あり。光沢なし。	強	なし
46-3	1.8	1.4	0.09	灰黒色	平滑である。光沢なし。	平滑である。光沢ややあり。	強	なし
46-4	1.3	1.2	0.08	暗青灰色	平滑である。光沢あり。	やや凹凸あり。光沢ややあり。	強	なし
46-5	1.8	0.9	0.03	灰黒色	平滑である。光沢ややあり。	平滑である。光沢なし。	強	なし

46-1

46-2

46-3

46-4

46-5

48-1

48-2

48-3

48-4

48-5

資料番号 47

出土状況	遺 路 名 1)井谷尻遺跡		遺物 No.	304-1		分 類	添 : メタル ○ ○
	出土位置	II 区 2 号炉		時期	18C 後～19C 前半：出土遺物 1860～70 C14年代		
試料記号	検 級：TOI - 47 化 学：— 放 射 化：—	法 長 徑 — cm 短 径 — cm	色 調 表：— 地：—			CMA X線回折 化 学	
遺 物 様 類 (名 称)	粒 状 淬 (5点)	厚 さ — cm 量 重 量 — g	磁 着 度 — 造 存 度 — 成 面 数 —	メタル 度 — 前 含 浸 — 断 面 树 脂 —	なし	耐 火 度 カリード 放 射 化 X線透	
観 察 所 見	直 径 順に 0.2mm 大 (2点)、1.2mm 大、1.1mm 大、1.0mm 大の 5 点で構成した。このうち 47-1・2 は磁着が弱く、47-3～5 は磁着が強い。						
分析部分	必要品を選択し、粒状淬として分析に用いる。残材返却。						
備 考	分析資料は、1号炉の炉内土を採取後水洗いし、ふるいや肉眼観察によって回収された。これらを磁着の強弱や大小で選別し、計 5 点を抽出した。						

分析資料 No.47 粒状淬 (単位mm)

No.	長軸	短軸	厚さ	色調	形状及び表面	磁着	気孔
47-1	2.0	—	—	暗褐色	いびつな球状。光沢なし。	弱	なし
47-2	1.2	—	—	灰黒色	ややいびつな球状。光沢なし。	弱	なし
47-3	2.0	—	—	黒褐色	ややいびつな球状。光沢なし。	強	なし
47-4	1.1	—	—	黒褐色	きれいな球状。光沢なし。	強	なし
47-5	1.0	—	—	灰黒色	きれいな球状。光沢ややあり。	強	なし

45-1

45-2

45-3

45-4

45-5

47-1

47-2

47-3

47-4

47-5

資料番号 48

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡			遺物 No.	304-2	分	溶 : メタル
	出土位置 II区 2号炉			時期: 根據	18C末~19C前半: 出土遺物 1860~70 : C14年代		マクロ 検鏡度
試料記号	検 級: TOI - 48 化 学: - 放射化: -	法 規格	長径 - cm 短径 - cm	表: 色 調	-	CMA X線衍射 化 学	
遺物種類 (名 称)	鍛造剥片 (5点)	量	厚さ - cm 重量 - g	地: 磁 着 度 存 在 度	- メタル度 なし 前 合 浸 - 断面数 - 断面樹脂 -	耐火度 カロリー 放射化 X線透通	
観察所見 分析部分	厚さ順に0.28mm、0.08mm、0.07mm、0.03mm、0.02mmの5点で構成した。みな磁着が強い。 必要な品を選択し、鍛造剥片として分析に用いる。残材返却。						
備 考	分析資料は、1号炉の炉内土を採取後水洗いし、ふるいや肉眼観察によって回収された。これらを磁着の強弱や大小で選別し、計5点を抽出した。						

分析資料 No.48 鍛造剥片 (単位mm)

No.	長軸	短軸	厚さ	色調	表	裏	磁着	気孔
48-1	3.2	2.4	0.28	灰黒色	平滑である。光沢ややあり。	やや凹凸あり。光沢なし。	強	なし
48-2	1.7	1.3	0.08	灰黒色	平滑である。光沢あり。	凹凸あり。光沢なし。	強	なし
48-3	1.2	1.1	0.07	暗褐色	平滑である。光沢なし。	平滑である。光沢なし。	強	なし
48-4	2.2	1.3	0.03	灰黒色	やや凹凸あり。光沢ややあり。	やや凹凸あり。光沢なし。	強	なし
48-5	1.9	1.1	0.02	灰黒色	平滑である。光沢ややあり。	平滑である。光沢ややあり。	強	なし

46-1

46-2

46-3

46-4

46-5

48-1

48-2

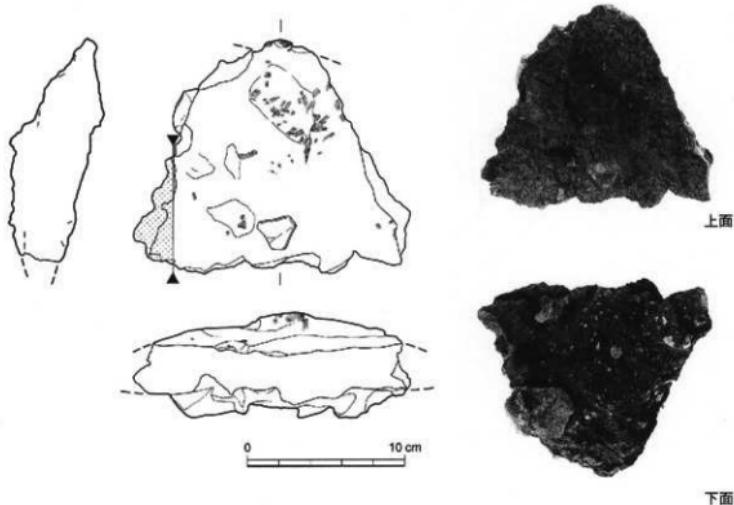
48-3

48-4

48-5

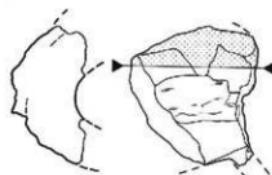
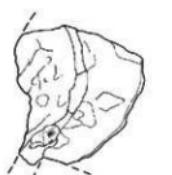
資料番号 49

出土状況 試料記号	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No. 時間：撲滅 18C末～19C前半：出土遺物 1860～70 C14年代	306		分 析	洋：メタル ○ ◎
	出土位置 II区 T51 No.1帯状再結合津	法 検 級：TOI - 49 化 学：— 放射化：—		長径 17.6 cm 短径 14.8 cm 厚さ 6.7 cm 重量 1160.0 g	表：暗茶褐色 地：暗茶褐色		
遺物種類 (名 称)	再結合津	量					
観察所見	平面、不整合形をした板状の再結合津である。上面と側面の一部が生きており、側面4面が破面。下面は浅い皿状の溝底を写したもので、地山土や角礫が不規則に埋蔵している。再結合しているのは、多量の木炭の小片と1cm以下の大きさを持つ流動気味の碎片やガラス質の津に加えて、0.3～1.2mm大の粒状津、さらに様々な厚みを持つ鍛造鋤片などである。木炭は広葉樹材と針葉樹材の両方を含んでいる。鉄部は確認されない。ただしすでに酸化してキラキラした光沢を持つ鉱状の、高炭素系の鐵化物は含まれている。色調は表面、地とも暗い茶褐色である。						
分析部分	長軸端部片側1/10を直線状に切断し、再結合津として分析に用いる。残材返却。						
備 考	排水溝中で再結合化したもので、側部片側が縁の立ち上がりに沿ってせり上がりになっている特色を持つ。						



資料番号 50

出土状況	遺跡名 戸井谷尻遺跡		遺物 No.	314		溶 : メタル マクロ 検 純 度 硬 度 CMA X線回折 化 学 耐火度 カロリー 放射性 X線透視
	出土位置	II 区 1 H		時期: 便携	18C末~19C前半: 出土遺物 1860~70 : C14年代	
試料記号	検 鏡: TOI - 50 化 学: TOI - 50 放射化: -	法 短径 3.4 cm	長径 7.6 cm	表: 暗茶褐色~明赤褐色 地: 明赤褐色		
遺物種類 (名 称)	羽 口	量	厚さ 8.8 cm	磁着度 3 進存度 破片 破面数 7	メタル度 なし 前 合 浸 断面樹脂	
観察所見	羽口先端部の径1/3程度の破片である。羽口の基部側と背部に加え、炉壁と接していた外周部に小破面が連続する。破面数は合計7面を数える。羽口は炉壁に対し斜めに接着されていたためか、先端部の溶化した面も斜めになっている。その溶化面は黒色ガラス化し、表面のみ暗い茶褐色に焼化している。あご部分には溶の重れが生じている。羽口そのものは絞りのない真っ直ぐな通風孔部を持つもので、胎土の練りが悪いためか、輪方向に沿ってひび割れがやや多い。胎土は白色や赤褐色の粒子を含み、多少砂粒を交えた粘土質のものである。外形は正円ではなく、わずかに平坦部を持つ渾丸長方形気味である。羽口そのものは炉壁土に埋め込まれていたため、外周部には数mm大の炭の粒と、わずかなモミ殻を交えた灰色の燒土が付着している。色調は部位によりまちまちで、溶化部分は黒色から暗茶褐色、羽口部分は明るい赤褐色から灰白色が主体である。羽口角度はマイナス53度前後である。					
分析部分	長軸端部片割1/3を直錐状に切り出し、羽口として分析に用いる。残材返却。					
備 考	比較的に急角度の装着角を持つ羽口である。精練作業の前半段階で用いられたものか。炉壁製胎土に炭粉が用いられていたことが、はっきりわかる。分析資料番号27では炭粉が確認されておらず、炉ごとに使い分けがあつたのか、あるいは炉体の部位による違いなのかが注目される。					



0 10 cm



上面



下面

資料番号 51

出土状況	遺跡名 戸井谷戻跡		遺物 No.	320-1-6			木炭:
	出土位置	II区1日		時期: 錫鉄 18C末~19C前半: 出土遺物 1860~70 : C14年代	マクロ 鏡 檢 硬 度		
試料記号	検 観: TOI - 51 化 学: TOI - 51 放射化: -	長径 - cm 短径 - cm 厚さ - cm	表: 黒色 色 調 地: 黒色		CMA X線回折 化 学		
遺物種類 (名 称)	木 炭 (6点)	量	粗 着 度 1 達 存 度 - 前 舎 浸 - 破 面 数 - 斷面樹脂 -		耐火度 カロリー		
観察所見	51-1 長さ7.2cm、幅2.3cm、厚さ1.4cm。重量は6.1kg。小型の環孔材(広葉樹)。芯部を欠き、厚さ1.4cmの間に年輪数8本を数える。炭化は良好。剥離れややあり。木取りはミカン割り1/10。黒炭。 51-2 長さ2.3cm、幅4.4cm、厚さ3.1cm。重量は3.7kg。小型の針葉樹材。半径3.1cmの間に年輪数15本を数える。炭化は不良。剥離れなし。木取りは半削。黒炭。 51-3 長さ3.1cm、幅4.7cm、厚さ3.2cm。重量は3.9kg。小型の針葉樹材。半径3.2cmの間に年輪数15本を数える。炭化は不良。剥離れなし。木取りはミカン割り1/4。黒炭。 51-4 長さ2.6cm、幅3.5cm、厚さ3.6cm。重量は5.0kg。小型の散孔材(広葉樹)。半径3.6cmの間に年輪数14本を数える。炭化はやや不良。剥離れなし。木取りはミカン割り1/6。黒炭。 51-5 長さ3.1cm、幅2.8cm、厚さ2.6cm。重量は3.7kg。小型の散孔材(広葉樹)。半径2.6cmの間に年輪数12本を数える。炭化はやや不良。剥離れややあり。木取りはミカン割り1/4。黒炭。 51-6 長さ3.8cm、幅2.1cm、厚さ2.7cm。重量は1.9kg。小型の針葉樹材。半径2.7cmの間に年輪数11本を数える。炭化は不良。剥離れなし。木取りはミカン割り1/6。黒炭。		放射化 X線透通				
分析部分	51-1~6のうち、1は年輪のはっきりした環孔材のナラ・クスギ類である。51-2・3・6は針葉樹材である。 51-4・5は年輪のわかりにくい散孔材である。分析には51-1・2・4ないし全量を用いる。						
備 考	材は年輪数11から15年生で、広葉樹の環孔材と散孔材に加え、6点のうち半数は針葉樹材が占める。炭化は1点を除き全体にかけて、半数は半焼きに近い。また剥離れがほとんど生じていないため、一般的な構造窯である炭窯を用いた焼成ではなく、伏せ焼きによる木炭である可能性が高い。その意味ではI区から出土したしっかりした木炭とは相当の差があり、II区の木炭は鍛冶炭として焼成され、大きさも長さ3cm大前後に小割りされているものとみられる。						



51-1



51-2



51-3



51-4



51-5



51-6

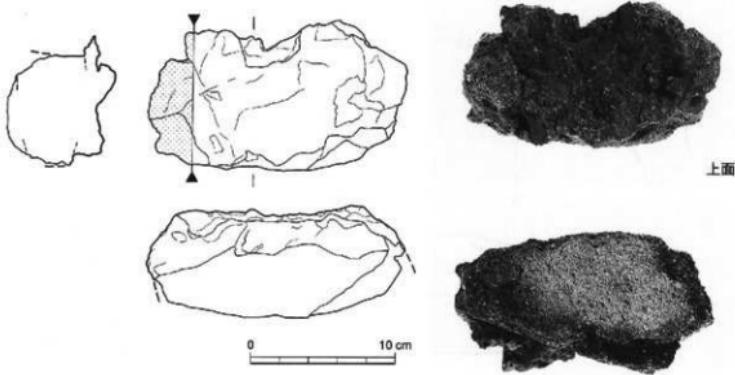
島根県埋蔵文化財調査センター 長老畠遺跡製鉄関連遺物分析資料一覧表

(津・メタル又は胎土)

No	遺跡名	造構名	遺物番号	遺物種類	重量(g)	磁着度	メタル度	分析コメント	マクロ	検鏡	硬度	EPM	X線回折	化学分析	耐火度	カラリ	放射化分析	X線透過	分析位置指定	採取方法	観察	集合写真	モノクロ	カラ	実測	前含	断面樹脂
1	長老畠遺跡	地下構造中	5	炉壁	1160	3	なし	炉壁として	-	◎	-	-	-	-	○	○	-	-	-	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
2	長老畠遺跡	地下構造中	15	砂鉄焼結塊	15	6	H(○)	砂鉄焼結塊を	○	○	-	○	-	○	-	-	-	-	○	長軸端部4/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
3	長老畠遺跡	表土	19	流動滓 (流出孔渦)	80	2	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
4	長老畠遺跡	地下構造中 石組	24	流動滓 (ガス管工具痕付)	80	3	なし	滓部を	-	○	-	○	-	○	-	-	-	-	-	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
5	長老畠遺跡	地下構造中	25	流動滓 (櫛状,工具痕付)	350	2	なし	滓部を	-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	長軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	-
6	長老畠遺跡	地下構造中	26	流動滓 (含鉄)	150	8	L(●)	メタル部を中心	○	-	◎	○	-	○	-	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
7	長老畠遺跡	地下構造中 L1	34	炉内滓 (含鉄)	340	6	M(○)	メタル部を中心	○	-	◎	○	-	○	-	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
8	長老畠遺跡	地下構造中	35	鉄塊系遺物	50	6	L(●)	メタル部を中心	○	-	◎	○	-	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
9	長老畠遺跡	地下構造中	39	炉内滓 (含鉄)	465	8	特L(☆)	メタル部を中心	○	-	◎	○	○	○	○	○	-	-	○	長軸端部1/4	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
10	長老畠遺跡	地下構造中	40	鉄塊系遺物 (もぐり鉄)	1280	7	L(●)	メタル部を中心	○	-	◎	○	○	-	○	-	-	-	○	長軸端部1/6	直線状の切断	○	○	○	○	-	○
11	長老畠遺跡	地下構造中	41	炉壁 (羽口付,鑄治炉)	860	6	M(○)	羽口部と炉壁部を	○	○	-	○	-	○	○	○	-	-	○	長軸端部1/5	直線状の切断	○	○	○	○	-	○

資料番号 1

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	5			分	洋：胎土
	出土位置 地下構造中			時期：初期	18世紀半ば以前：出土遺物 1720~30 : C14年代			
試料記号	焼成：CHO-1 化學：CHO-1 放射化：-	法 長径 17.8 cm 短径 10.3 cm 厚さ 7.7 cm 重量 1160.0 g	色調 表：紫紅色 底：茶褐色～明褐色	磁着度	3	メタル度	なし	マクロ 検鏡度
				還存度	破片	前倉 漫	-	X線回折 化學
				破面数	7	断面樹脂	-	耐火度 カロリー
遺物種類 (名稱)	炉壁	量						放射化 X線透視
観察所見	平面、緩やかな弧状をした伊豫片である。上面が平坦に切り揃えられている点に特色を持つ。内面は溶化し溶状に垂れている部分や、源として流れ下りやや残している面を残す。紫紅色が非常に強い。側面や下面は被覆で、成面数は7面を数える。裏面はババクトと剥離し、表面が全て剥離してしまっている。裏面や下面の内面側は炉壁の粘土単位やひび割れ部分から被熱し、内面も溶化気味である。胎土は4mm大以下の石英質の粒子を多量に交えたものである。上面が切り揃えられているのは箱形炉の構築単位を示すもので、元蓋と中蓋または上蓋の接点部を示すものであろう。炉壁の平面形が緩やかな弧状を示すのは、本資料の原位置が箱形炉の長軸対の端部寄りを示すものかもしれない。内面の溶化の厚さはまちまちで、最大約2.1cm程が黒褐色に溶化している。ただし石英質の砂粒そのものは非溶解である。色調は内面寄りが紫紅色から黒褐色、炉壁胎土は外面が薄い明褐色で、中間層は濃い褐色である。							
分析部分	長軸端部片側1/6を直立状に切断し、炉壁として分析に用いる。残材却却。							
備考	炉壁の被熱状態としては異常で、紫紅色は地下構造に転用されたための二次的な濁化の影響が大と考えられる。							



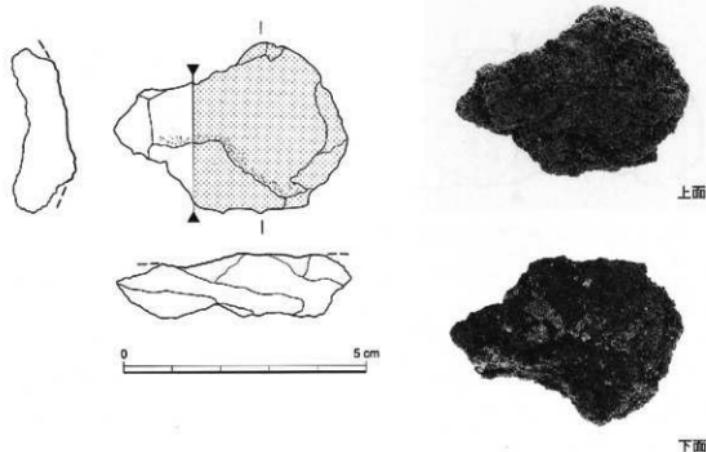
資料番号 2

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡 出土位置 地下構造中	遺物 No.	15		分	津 : メタル
			時期: 桁梁 18世紀半ば以前: 出土遺物 1720~30 : C14年代			
試料記号	検 級: CHO - 2 化 学: CHO - 2 放射化: -	法 長径 4.9 cm 短径 3.5 cm	表: 暗赤褐色 色 調		CMA X線衍射 化 学	
遺物種類 (名 称)	砂鉄焼結塊	量 厚さ 1.3 cm 重量 15.0 g	底: 黒褐色		耐火度 カロリー	
観察所見			磁着度 6 道存度 破片 前 含 漬 破面数 8	メタル度 H (○) 前 含 漬 ○	放射化 X線透視	
分析部分						
備 考						

平面、不整五角形をした薄皮状の砂鉄焼結塊である。表面を除いて全てが破面である。破面数は8。このうち裏面は炉壁面との剥離面の可能性が高い。そのため凹部には赤褐色の燒土がわずかに固着している。砂鉄焼結層そのものの厚さは最大1.2cm程度比較的薄い。焼結状態はまちまちで、計測できる粒子は0.1mm前後と比較的細かい。表面側は津化が進み、個々の粒子がはっきりしなくなっている。色調は外表面とも暗褐色から暗い紫紅色である。

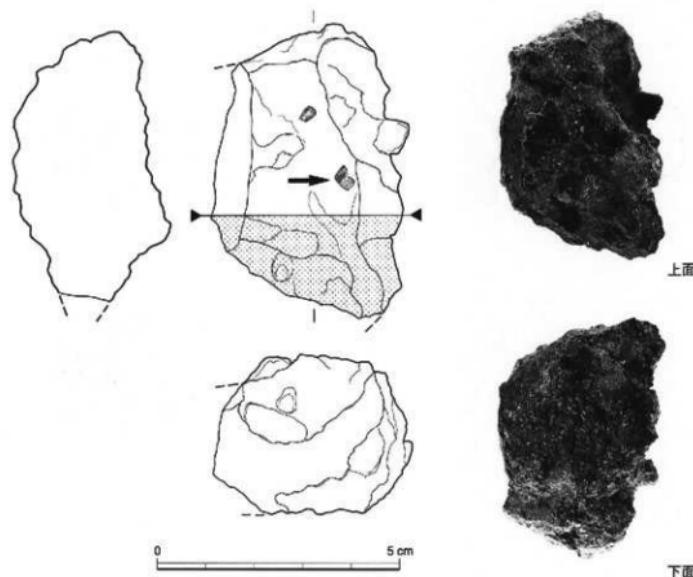
分析部分
長軸端部片面4/5を直線状に切断し、砂鉄焼結部を分析に用いる。断面樹脂塗布。残材返却。

分析資料番号1と同様、地下構造中の出土品である。そのため二次的な被熱により本来の色調を失っている。微細なメタルが残されているためか、メタル度はH (○) である。

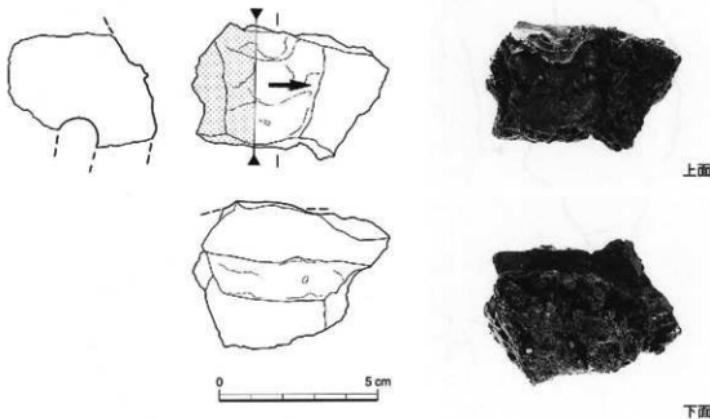


資料番号 3

遺跡名 長老畠遺跡			遺物 No.	19	洋:メタル
出土状況	出土位置 表 土		時期: 桁浜 18世紀半ば以前:出土遺物 1720-30 : C14年代		
試料記号	検 級: CHO - 3 化 学: CHO - 3 放射化: -	法	長径 6.0 cm 短径 4.1 cm	表: 茶褐色~黒褐色 底: 黒褐色	マクロ 検 確 度 ○ ○
遺物種類 (名 称)	流動津 (流出孔津)	量	厚さ 3.3 cm 重量 80.0 g	磁 磁 度 2 透 存 度 破片 前 合 浸 破 面 数 7 断面標示	X線衍射 化 学 ○ 耐火度 カロリー 放射化 X線透過程
観察所見	平面、不整五角形をした、断面輪形を呈する流出孔津の先端部破片である。短軸片側は溶がとぎれた自然面。下面はきれいな円形の流出孔底を写した円弧状である。表面は炉壁土に接したためか、小さな凹凸を持つ。上面はわずかにへこむ形状。迎軸側面から長軸片側にかけては小破面が連続する。破面数は7を数える。破面の気孔はやや大きめのものが散在しているが、密度は高めである。一部に石英粒子を残す炉壁土の巻き込みを持ち、津の戦上部は結晶が肥大し、青光りしている。色調は表面が茶褐色から黒褐色、底は黒褐色である。				
分析部分	長軸端部片側1/3を直線状に切断し、津部を分析用に用いる。残材返却。				
備 考	小さいながらも典型的な、流出孔中で津が達切れた流出孔津の先端部破片である。冷却速度が遅かったためか、津の結晶の一部が発達している。おそらく流出孔中でも、やや奥まった、孔径の小さな部位で形成されたものであろう。出土地が表土であり、直接の操業炉に結びつくものでないのは残念である。				

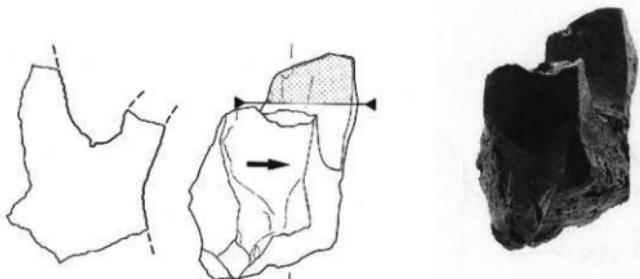


遺跡名 長毛畠遺跡		遺物No.	24	溶 : メタル
出土状況	出土位置 地下構造中 石組	時期：銀鉄 18世紀半ば以前：出土遺物 1720~30 C14年代		
試料記号	検 績: CHO - 4 化 学: CHO - 4 放射化: -	長径 6.4 cm 法 短径 5.3 cm 色 濃	表: 淡茶褐色~黒褐色 底: 黒褐色	マクロ 検 鏡 度 ○ 硬 度 ○
遺物種類 (名称)	流動滓 (ガス質、工具痕付)	厚さ 4.1 cm 重量 80.0 g	磁 磁度 3 メタル度 なし 透 存 度 破片 前 舎 浸 一 破 面 数 7 断面樹脂 一	X線屈折 化 学 ○ 耐火度 カロリー 放射化 X線透視
観察所見	平面、不規五角形をした、ガス質の流動滓の上皮破片である。側面に1箇所、丸棒状の工具痕を残す点が特徴である。上面を含き側面と下面は全てが破面である。破面数は7を数える。滓はスponジ状で、破面に半輪状に気孔が横方向に連なっている部分がある。これは内部のガス圧により、滓が膨張したことを示している。上面は横方向に広がった気孔の底面がウコロ状に連なっている。工具痕は側面の破面に残り、長5.3cm以上、径1.4cm程度の丸棒状である。気孔は粗糲があるが全体に多く、滓下部はやや錫色が強い。色調は表面が淡い茶褐色から黒褐色、底は黒褐色である。			
分析部分	長軸端部片割1/3を直線状に切断し、滓部を分析用に用いる。残材返却。			
備 考	ガス圧によって膨らんだ、炉外流出滓の上皮破片と推定される。丸棒状の工具痕は滓を引っ掛けた流出滓から取り除く際に付着したものであろう。一般的にガスを多量に含む滓の生成条件は、炉熱がつき炉内部に炭素量の高い鉄が生成されている場合に多いと推定される。本遺跡の製鉄炉の操業が鍛鉄主体のためであろうか。分析資料番号10とは直接的な関連は薄いと考えられるが、地下構造に転用された滓と操作後間に炉床から貢入してしまったもぐり鉄という面では、なんらかの共通性を示すものかもしれない。			



資料番号 5

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	25			分	溝 : メタル
	出土位置 地下構造中			時期: 横浜	18世紀半ば以前: 出土遺物	1720~30		
試料記号	検 築: CHO - 5 化 学: CHO - 5 放射化: -	法 長径 8.5 cm 短径 6.3 cm	色 調	表: 黒褐色			CMA X線回折 化 学	○
遺物種類 (名 称)	流動津 (鍛造、工具痕付)	量 厚さ 7.6 cm 重量 350.0 g	磁 密 度 重 量 度	2 破片	メタル度 前 合 浸	なし -	耐火度 カロリー	○
観察所見	平面、不規変形に近い形状を持つ流動津の破片である。上下面の一部が生きているのみで、側面を中心に小さな破面が連続する。破面数は12を数える。中間層に一見、大型の気孔のように見えるえぐれた部分が認められるが、きれいな弧状の圧痕か残り、工具痕の一種であることがわかる。上面は黒褐色の流動状。下面は不規則で一部に灰白色の押出片らしきものが固着する。破面の気孔は比較的少なく緻密である。工具痕は現状で最大幅4.1cm、高さ2.4cmの楕円形の孔である。丸棒状の工具で、左右に押し広げたような形となっている。津の粗面は弱い。色調は表面が黒褐色で光沢を持ち、わずかに紫紅色気味である。地は灰黒色から黒褐色。							
分析部分	長軸端部片側1/4を直線状に切断し、津部を分析に用いる。残材返却。							
備 考	流出孔津ないしが外流津と推定される。津質はガスが比較的よく抜けたもので、津としては良好なものである。上面がわずかに紫紅色気味なのはが外流津的であるが、工具痕を重視すれば流出孔津としてもおかしくない。							



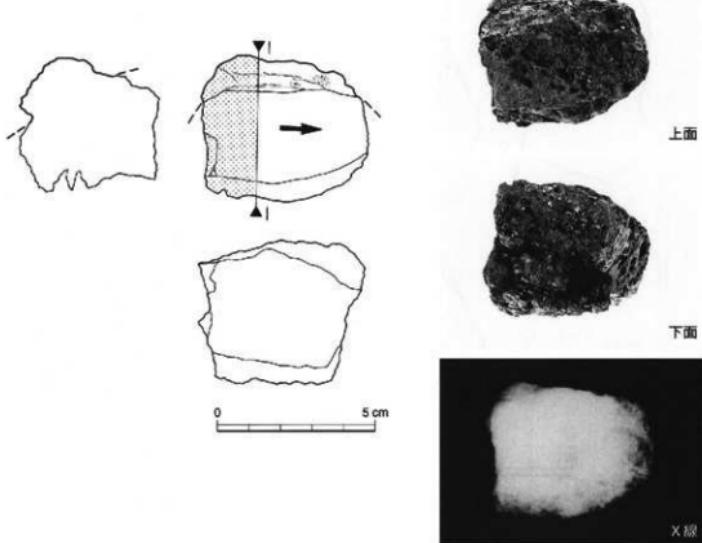
上面



下面

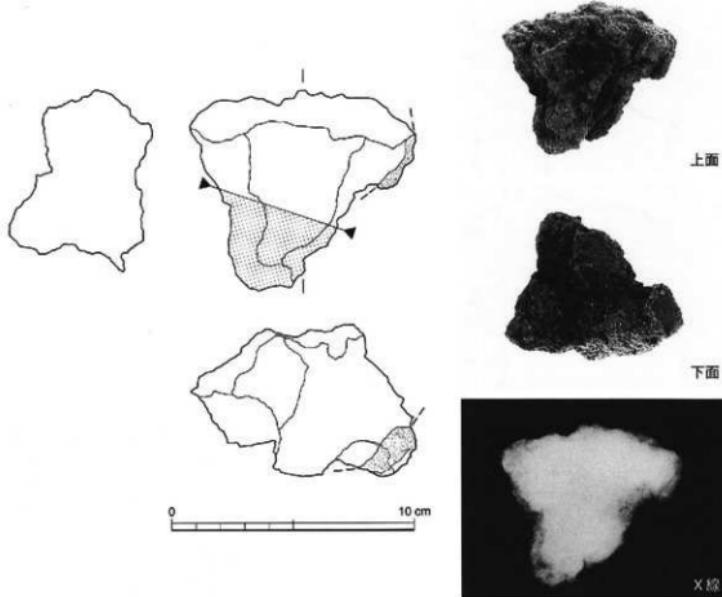
資料番号 6

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	26		分	浮 : メタル
	出土位置	地下構造中		時期: 横浜 18世紀半ば以前: 出土遺物 1720~30 : C14年代			
試料記号	検 級: CHO - 6	長径 5.3 cm	表面: 淡茶褐色 地: 黒褐色・暗褐色	マクロ 鏡 理 度	○	○	
	化 学: CHO - 6	短径 4.6 cm		CMA X線回折 化 学	○		
	放射化: -	厚さ 4.6 cm		耐火度 カロリー			
遺物種類 (名稱)	流動津 (含鉄)	重量 150.0 g	磁 巻 度 8 透 存 度 破片 前 含 漫 - 破 面 数 6	放射透化 X線透化			○
観察所見	平頂、不整台形をした、塊状の含鉄の流動津である。短軸下半に長さ4.5cm程度の不整積円形をした含鉄部をかみ込んでいる。下面と裏面の一部が生きており、残る側面と上面は底面である。底面は6面を数える。深は部位により質感に差があり、下半部の方が密度が高く、上半部は気孔の多いガス質のものである。側面端部はやや層状にひだを成す。側面にのぞく鉄部は放射割れや鏽ぶくれが残り、一部は明褐色の酸化物となっている。資料下部は石英質の粒子がやや密に固着する。底面の横断面形は皿状で、鉄部全体も立ち上がる傾向を持ち、流出孔溝の連続性が窺われる。色調は表面が淡い灰褐色から茶褐色、地は黒褐色部と暗褐色部からなる。						
分析部分	短軸端部片割1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂微布。残材返却。						
備 考	流出孔部の浮を抜き出した際に、内部の生成鉄の端部を抜き出してしまったものであろうか。鉄部には破面がなく、小塊状のものである。浮はやや不均質で粘り気味である。						



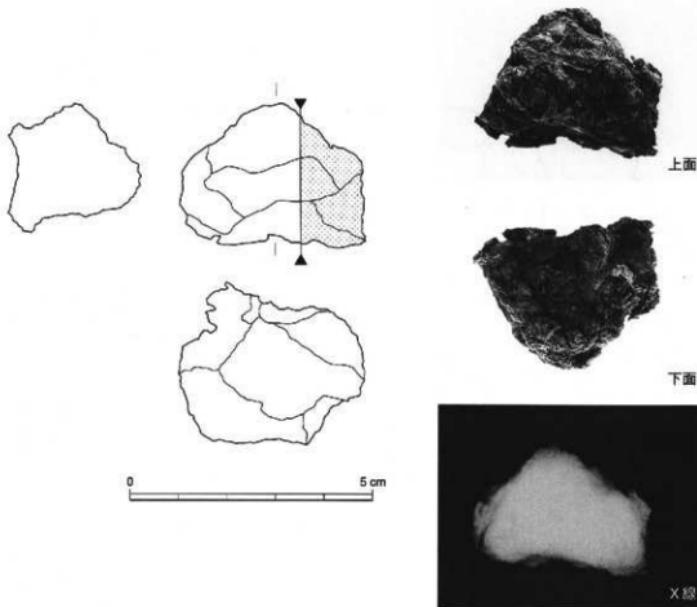
資料番号 7

遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	34		分 析 部	津 : メタル
出土状況	出土位置 地下構造中 L1	時期: 桜井	18世紀半ば以前: 出土遺物	1720~30 : C14年代		マクロ 検 鏡 硬 度
試料記号 化 学 : CHO - 7 放射化: -	検 調: CHO - 7	長径 9.3 cm	表: 茶褐色	CMA		
	法	短径 8.2 cm	色 調	X線回折 化 学	○	
	量	厚さ 6.2 cm	地: 墨褐色	耐火度 カリーゼ		
遺物種類 (名 称)	炉内滓 (含鉄)	磁着度 6	メタル度 M(○)	放射化 X線透視		
重量	340.0 g	遺存度 破片	前 合 浸 -		○	
観察所見	平面、不整三角形をした含鉄の炉内滓破片である。下面のごく一部が生きているほかは、ほぼ全体が破面である。明瞭な破面は3を数え、薄ぶくれによる新しい破面がそれに加わっている。側面はやや脱い鏡面で、打ち欠かれたような外観を示す。黒鈍のにじみや放射割れが各所に目立ち、錆化も進んでいる。滓内部にも木炭痕が比較的多く密集し、錆化の激しさとともに見かけより軽くなってしまっている。気孔も不規則で数多い。津の一部は光沢を持っている。側面に塊状の含鉄部が確認される。下面には灰黒色の石英質の砂粒を含んだ炉床土がわずかに固着する。色調は表面が茶褐色で、黒鈍部が暗褐色、地も暗褐色である。					
分析部分	長軸端部片割1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に入分析に用いる。断面樹脂嵌布。残材却却。					
備 考	側面にのぞく含鉄部は、表面や内部に木炭痕が多いもので、大きさやその扁平な形状は分析資料番号6に見られるものと似ている。鉄としてのまとまりが悪く、滓中に巻き込まれたような形態である。本資料そのものは、炉底塊の下端部の破片であろう。					



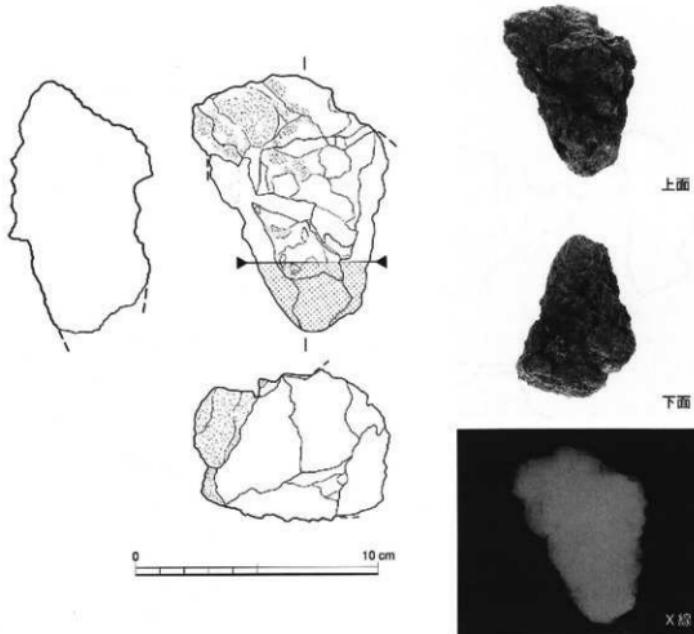
資料番号 8

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	35	分	浮 : メタル		
	出土位置 地下構造中		時期：復元	18世紀半ば以前：出土遺物 1720~30 C14年代				
試料記号	検 積：CHO - 8	法	長径	3.8 cm	CMA	マクロ 鏡 鏡 度		
	化 学：CHO - 8		短径	3.0 cm		X線剖析 化 学		
	放射化：-		厚さ	3.3 cm	断面 析	耐火度 カロリー		
遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物	量	色 調	表：暗褐色 地：暗褐色		放射化 X線透視		
			組 着 度	6 メタル度 L (●)				
観察所見			遺 存 度	破片？ 前 含 浸	上面			
			重 量	50.0 g				
分析部分	平面、不整橢円形をした、小さなコマ形の鉄塊系遺物である。表面全体が酸化による錆ぶくれなどの破面で、破面数は7を数える。漆部は認められず、表面の酸化した鉄塊である。鉄としては比較的まとまっている。各表面は錆ぶくれの欠けや、剥離しかかっている部分が多く、放射割れも激しい。一部に酸化液のじみや白色の酸化物さえ生じている。色調は表面、地とも暗褐色である。							
	長軸端部片側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	鉄としてはよくまとまっているが、外観的には流動状ではなく塊状である。表面の酸化が極めて激しい。							



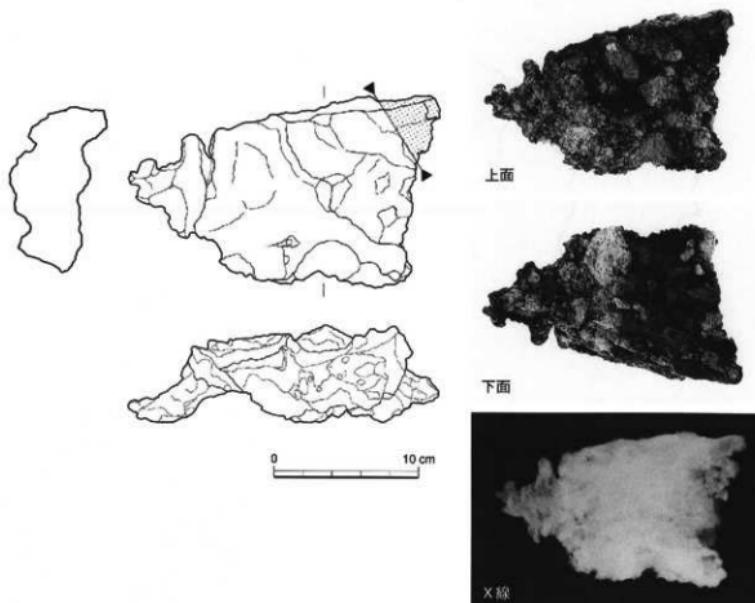
資料番号 9

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	39		分	添 : メタル	
	出土位置	地下構造中		層別	18世紀半ば以前 : 出土遺物 1720-30 : C14年代			
試料記号	後 縦 : CHO - 9 化 学 : CHO - 9 放射化 : -	長径 10.5 cm 短径 8.0 cm	色 調	表 : 黃褐色 - 咬褐色 地 : 暗褐色			マクロ 検 積 度 ○	
遺物種類 (名 称)	炉内滓 (含鉄)	厚さ 6.2 cm 重量 465.0 g	量	延 着 度 8 延 存 度 破片 破 面 数 8	メタル度 特L(☆) 前 舍 浸 - 断面樹脂 ○		CMA X線回折 化 学 ○ ○	
観察所見	平面、不整三角形をした含鉄の炉内滓の破片である。上下面の一部が生きており、側面は大半が破面である。破面数は8を数える。大きなびび割れや放射割れが残るが、比重は高い。全体に黒褐色が強く、長軸片側には砂質の酸化土砂が目立つ。この酸化土砂の多い部分は断面形がやや強い弧状で、炉底塊の裏部である可能性が窺われる。底面もそちらに向かい徐々にせり上がりっている。上面は四凸が連続し、小さな波状となる。本体は中小の気孔の多い黒褐色の津部と、黒鉛の吹いた含鉄部に加え、1cm大の木炭痕や木炭そのものをかみ込んでいる。そのためか部位による質感の差が激しく、放射割れも不規則である。鉄部としては大きくまとまつてはおらず、各所に散在している傾向である。色調は表面が茶褐色から暗褐色、地が暗褐色である。							
分析部分	長軸端部片割1/4を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。断面樹脂微布。残材還却。							
備 考	炉底塊の側面部後片と推定される。鉄と滓の混在したもので、荒割りを経て中割り段階とどまつたものか。鉄そのものの炭素量は、完全に純鉄域までには達していないものと予想される。そのため、分析資料番号10のようなら流動化した鉄との直接的な関連は不明である。							



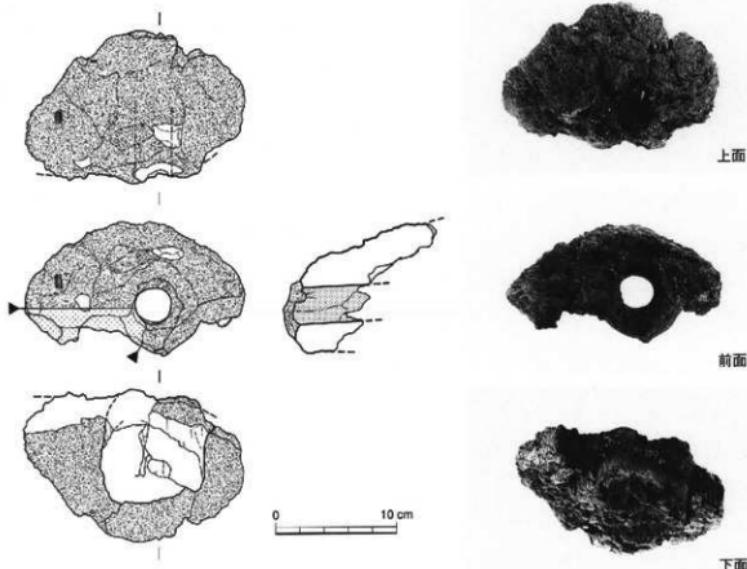
資料番号 10

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	40		分	添 : メタル
	出土位置	地下構造中		時期: 根拠	18世紀半ば以前: 出土遺物 1720-30 : C14年代		
試料記号	検 級: CHO - 10 化 学: CHO - 10 放射化: -	法 長径 21.4 cm 短径 13.1 cm 厚さ 6.7 cm 重量 1280.0 g	色 調 表: 灰色~暗褐色 底: 暗褐色	磁 磨 度 7	メタル度 L (●)	分析	マクロ 検 確 度 硬 度 CMA X線同形 化 学 耐火度 カラリー 放射化 X線透視
遺物種類 (名 称)	鐵塊系遺物 (もぐり鉄)		遺 存 度 ほぼ完形 前 含 浸 破 面 数 2	断面樹脂 切 取	○		
観察所見	平面、長手の不整三角形に近い、異形の鉄塊系遺物である。表面には灰色の、ほそほそとした被熱土が不規則に因着している。内部は流動状の鉄(鉄鉱)で、ひび割れや隙間にもぐるようにして形成されたものである。ただし、各部位が本来との部分からひび割れに貫入したものは不明である。周着土は数センチ大的石塊を含むもので、土山にわずかな粘土を交えて練ったものである。色調は表面が灰色から暗褐色、底は暗褐色である。						
分析部分	長軸端部片側1/6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	地下構造の一部に積み込まれた資料であり、表面に周着する土砂が本来の生成位置での因着物か、転用時に貼り込まれた土砂かを区別できない。いずれにしても、炉床や地下構造の一部に鉄鉱が貫入してしまったものであろう。						



資料番号 11

出土状況	遺跡名 長老畠遺跡		遺物 No.	41			分	洋 : 鉄土		
	出土位置	地下構造中		時期: 桶孫	18世紀半ば以前: 出土遺物	1720~30				
試料記号	検 級: CHO - 11	長径 12.6 cm	色 調	表: 茶褐色~灰褐色			CMA X線屈折 化 学 分析	マクロ 検 級		
	法 化 学: CHO - 11	短径 3.0 cm		底: 灰褐色~灰色				○ ○		
	放射化: -	厚さ (7.6) cm	磁 着 度	6	メタル度	M(○)		耐火度 カリヤー		
遺物種類 (名 称)	炉 壁 (羽口付、鍛冶炉)	重量 860.0 g	遺 存 度	破片	前 合 浸	-	放射化 X線透視	放射化 X線透視		
			破面数	6	断面樹脂	○		○		
観察所見	製鉄炉の地下構造に転用された、羽口付きの鍛冶炉の炉壁片である。羽口の先端部が切削とともにほぼ削り取られている。羽口の内径は30~31mm前後で、ほぼ直口である。肉厚は2.1cm~2.6cm前後で、体部は正円ではなくわざわざにゆがんでいる。外面には擬方向のナデが残る。先端部は斜めに溶損している。羽口付きの本資料は羽口と羽口を覆う鍛冶炉の壁上部であることがわかる。羽口付土はやや砂質のもので、粘土を二重に巻き付けるようにして成形されている。炉壁内面側は溶化し、黒色ガラス化して発泡した部分から灰黒色に被熱した程度の部分まで、部位によりまちまちである。羽口先の炉壁表面に3cm大の合鉄錠が接着している。溶表面にはわざわざに木炭灰が確認できる。羽口の装着角度はそう強くない。色調は部位による差が大きい。羽口の通風孔部側は灰褐色、炉壁土に覆われた外周部は明るい灰色、炉壁土は灰白色から灰褐色に被熱し、炉内側は茶褐色から黒褐色となっている。羽口先から炉壁にかけては弧状に溶解している。									
分析部分	長軸端部片側1/5を直角状に切削し、羽口部と、炉壁部を分析に用いる。断面割面塗布。残材返却。									
備 考	長老畠遺跡からは鍛冶炉そのものは検出されていないが、本資料をもとにすれば存在した可能性はある。羽口としてはやや細身である。羽口先端から炉壁にかけて丸みを持っているのは、本来の鍛冶炉の内面の層と逆である。これは羽口先を保護するための粘土カバーだからであろうか。左端部がわざわざに反り返り気味で、こちらが側面部の炉壁に連なるものであろう。									



第6章 自然科学的分析

第1節 戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡製鉄遺構出土炭化物の¹⁴C年代測定

(財)九州環境管理協会

はじめに

本報告書は、島根県教育庁埋蔵文化財調査センターの委託を受けて、財団法人九州環境管理協会が「志津見ダム建設予定地内遺跡（戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡）発掘調査に伴う年代測定」についてとりまとめたものである。

1. 分析試料

分析試料を表1に示す。

表1 ¹⁴C年代測定試料一覧表

No	試料記号	遺跡名	採取年月日	遺構	時期
1	T-1	戸井谷尻遺跡	平成7年6月20日	戸井谷尻遺跡・1号炉	江戸
2	T-2	戸井谷尻遺跡	平成7年6月20日	戸井谷尻遺跡・2号炉	江戸
3	T-3	長老畠遺跡	平成7年10月12日	長老畠遺跡・1号炉	江戸

2. 分析方法

¹⁴C年代測定は、液体シンチレーション計測法で測定した。

3. 測定結果

¹⁴C年代測定の結果を表2に示す。

表2 ¹⁴C年代測定結果

No	試料記号	試料名	遺構	¹⁴ C年代／years BP
1	T-1	木炭	戸井谷尻遺跡・1号炉	90±80 (90±80)
2	T-2	木炭	戸井谷尻遺跡・2号炉	80±80 (90±80)
3	T-3	炭化木片	長老畠遺跡・1号炉	220±80 (230±90)

測定結果は、¹⁴C年代測定で慣例となっている Libby の半減期5568年を採用し、西暦1950年までの経過年 (years BP) で表示している。また、() 内の年代は¹⁴Cの半減期として現在使用されている最新の値、5730年を採用し算出された値である。年代誤差は放射壊変の統計誤差 (1σ) から換算された値であり、測定結果が約70%の確率でこの範囲にあることを意味する。なお、同位体効果の補正是行っていない。

第2節 戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡の焼土の地磁気年代

鳥根大学総合理工学部 時枝克安

1. 地磁気年代測定法の仕組

地磁気は一定ではなく、周期の短いものから長いものまで様々な変動をしているが、これらの変動の中でも、10年以上時間が経過すると顕著になるような緩慢な変動を地磁気永年変化と呼んでいる。地磁気年代測定法で時計の働きをするのは、この地磁気永年変化であり、過去の地磁気の方向の変化曲線に年代を目盛って、地磁気の方向から年代を読みとろうとするものである。しかし、例えば、ある窯の年代を知りたいとき、窯の操業時の地磁気の方向がどこかに記録されており、それを測定できなくては窯の年代を知ることはできない。実は、窯の操業時の地磁気の方向は、窯の焼土の熱残留磁気として記録されている。地磁気年代を求める手順を述べると、まず、窯の焼土の熱残留磁気を測定し加熱時の地磁気の方向を求めて、次に、この方向に近い点をこの地域の地磁気永年変化曲線上に求めて年代目盛りを読みとることになる。

地磁気中で粘土が焼けると、粘土中の磁性鉱物（磁鉄鉱等）が担い手となって、焼土は熱残留磁気を帯びる。この熱残留磁気の方向は焼けたときの地磁気の方向に一致し、しかも非常に安定であり、磁性鉱物のキュリー温度（磁鉄鉱では575°C）以上に再加熱されないかぎり数万年以上時間が経過しても変化しない。再加熱によって、キュリー温度以上になったときは、それまで保持していた残留磁気は完全に消滅し、その代わり、新しく、加熱時の地磁気の方向を向いた残留磁気が獲得される。つまり、焼土は最終焼成時の地磁気の方向を正しく記憶していることになる。それゆえ、年代既知の焼土を利用して、その熱残留磁気から過去の地磁気の方向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。この時計では地磁気の方向が針に相当し、焼土の熱残留磁気が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、この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。地磁気年代測定法の詳細については中島等、および、広岡による解説^{1,2)}が参考になる。

2. 地磁気年代測定法の問題点

第一に、地磁気の方向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、その場所での標準曲線の形が西南日本のものからかなり相違していることが挙げられる。厳密に言えば、ある焼土の地磁気年代を求めるには、焼土の熱残留磁気をその場所の標準曲線と比較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向を比較する必要がある。今までに我々が行ってきた中国地域の地磁気年代調査では、地磁気年代と考古学的年代が大きく食い違う例はほとんどない。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正しい地磁気年代を推定できるとしてよい。

第二に、「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」という誤解があるが、実は地磁気年代と土器編年の間に直接的な関係があ

る。すなわち、少数の年代定点をのぞくと、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上器編年の影響を強く受けており、もし、上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性格をもっている。

3. 遺跡の概要

@戸井谷尻遺跡（島根県飯石郡頓原町大字角井1891-23外）

神戸川中流域左岸に位置する砂礫と火山噴出物・崩落岩石からなる段丘上にある。地磁気年代の推定を行った遺構はⅠ区の焼上面、4, 5, 6号製鉄炉と、Ⅱ区の大鍛冶1, 2号炉、炭窯である。
(Ⅰ区)

焼土面：焼土を敷き詰めた平坦面が斜面の最上部に位置している。この焼上面に続く雨落ち斜面の下には、3基の製鉄炉が下から順に4号、5号、6号と近接して並んでいる。

4号製鉄炉：北側小舟と考えられる溝があり、溝の両側には石と炉壁が並べられ、溝の床は焼き固められている。しかし、南側小舟は消失している。

5号製鉄炉：北側小舟と考えられる溝の床および溝の北側壁が残っている。しかし、南側小舟はなく、南側に隣接する4号製鉄炉の構築によって消失したと考えられる。

6号製鉄炉：平面プランが馬蹄形の炉壁（高さ40~50cm）をもち、東側には排滓用の開口部がある。北側の壁は遺存状態が良い。

(Ⅱ区)

大鍛冶1号：精錬鍛冶炉の火窓（地下構造）が残存する。火窓は黄色粘土で作られ、規模は、1.2m×0.5m、深さ0.9mである。火窓内の下部には木炭が約半分の深さまで詰められ、その上を黒色土が覆っていた。

大鍛冶2号：大鍛冶1号と同様であるがやや小型の火窓が残存する。多量の鉄滓が火窓の2/3を占めていた。大鍛冶1, 2号の長軸が直交していることから、やや小型の大鍛冶2号が本場に、大鍛冶1号が左下場に相当すると考えられている。

炭窯：平面プランはほぼ円形であり、最奥部と左右側壁のところに、煙道が窯底から垂直にのびている。窯底は粘質土のタキ、側壁は石組みで作られている。

@長老烟遺跡（島根県飯石郡頓原町大字角井1262-2）

戸井谷尻遺跡の対岸の河川面上～15mにある砂礫段丘上にあり、製鉄炉と掘立柱建物跡が検出された。

1号製鉄炉：炉の南西側は工事で消失しており、残存するのは北東端部から4.0mのみである。上部構造は水田造成により消失しているが、遺構の検出面のすぐ下から、掘り方の長辺に平行する2本の筋状の青灰色の固い面（残存長2.3m、幅0.4m）が検出された。これらの面は小舟の底面と推定されている。掘り方の方は、残存長4.0m、幅2.5m、深さ1.3mの規模をもち、その底面

には、石等で覆われた溝が壁に沿って一巡し、さらに、6本の溝が中央部から放射状にのびている。小舟の痕跡、および、掘り方の状況から、1号製鉄炉は、本床、小舟、下床釣りを備えた高殿たらと考えられている。

4. 遺跡の年代に関する事項

[遺物]

戸井谷尻遺跡のI区とII区から、18世紀末～19世紀前期の肥前系染付磁器（主に碗、蓋類）が多量に出土しているが、4、5、6号製鉄炉内からは、年代の決め手となる遺物は出土していない。長老畠遺跡の1号製鉄炉の地下構造内からは、16世紀後半の中国製染付磁器、17世紀代の肥前系陶器が出土している。

[類似構造をもつ他の製鉄造構]

戸井谷尻遺跡6号製鉄炉は板屋Ⅲ遺跡2、3号炉、樺原遺跡V区1号炉に類似した構造をもっている。

[構造の切り合い関係]

戸井谷尻遺跡の4号、5号、6号製鉄炉に認められる構造の切り合いから、操業年代の古い順に、6号製鉄炉、5号製鉄炉、4号製鉄炉と判断できる。

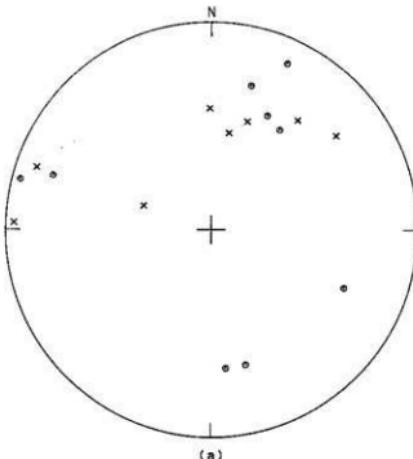
[¹⁴C年代]

戸井谷尻遺跡：炉内の炭化木片について AD1860±80の年代値が報告されている。長老畠遺跡の1号製鉄炉の地下構造の底面で検出された炭化木片について AD1730±80～90の年代値が報告されている。

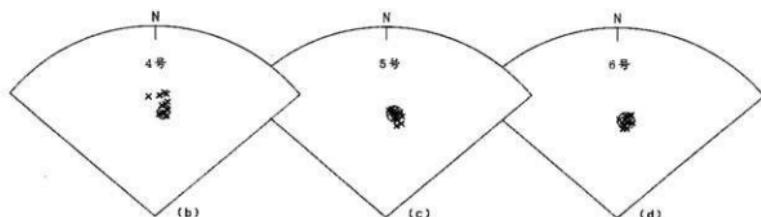
5. 試料

鉄の影響を受けない残留磁気のデータを得るために、できるだけ広い範囲から試料を採取するよう配慮した。試料の採取法としては、整形した焼土塊に樹脂製ケース（24×24×24mm）を被せて隙間を石膏で充填し、ケース上面の走行と傾斜をクリノコンパスで測定する仕方をとっている。試料の採取状況を表にまとめる。

遺構		試料採取場所（個数）
戸井谷尻遺跡	I区焼土面 製鉄炉	床面(7)
		4号 溝状造構（北側小舟）の床面(14)
		5号 溝状造構（北側小舟）の北側の盛上り(15)
	II区 大鍛冶	6号 北壁(4)、南壁(5)、底部に統く西側斜面(6)
		1号 火窓周縁：北東側(1)、南西側(7)
		2号 火窓周縁：北側(6)、南側(1)、東側(3) 火窓壁：南側(9)、北側(9)、東側(2)
長老畠遺跡	炭窯	
	1号製鉄炉	
掘方縁上部：南東側(8)、北東側(7)、北西側(5) 掘方床面(7)		



戸井谷尻遺跡 I 区焼土面の残留磁気の方向



戸井谷尻遺跡 製鉄炉 4, 5, 6 号の残留磁気の方向

6. 測定結果

試料の残留磁気の方向をスピナー磁力計 (Schonstedt 社 Model SSM-1A) で測定した。

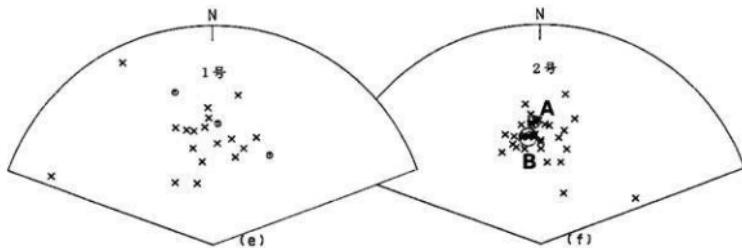
@戸井谷尻遺跡

[I 区焼土面]

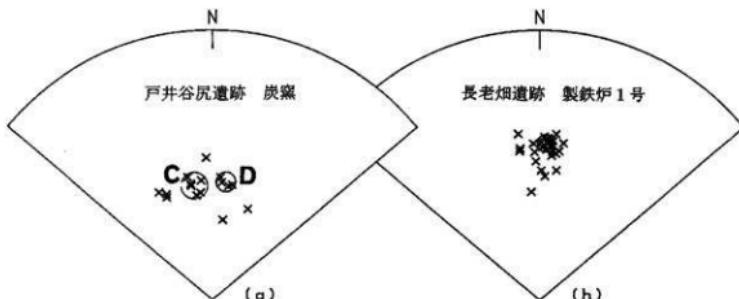
I 区焼土面の残留磁気の方向 (図 a) は大きく分散しており、しかも、約半数のデータは地磁気とは逆方向を向いている (図中の丸印)。このような残留磁気の方向の極端な乱れは、この焼土が現地で焼かれたものではなく、他で焼かれてから運ばれて現地に埋められたことを示している。

[4, 5, 6 号製鉄炉]

4, 5, 6 号製鉄炉の残留磁気の方向 (図 b,c,d) はそれぞれがかなりよくまとまっている。各



戸井谷尻遺跡 大銀治1, 2号の残留磁気の方向



焼土の残留磁気の方向

データから小円内のさらによくまとまったデータのみを選択し、これらのデータを基にして地磁気年代を推定する。採用データはいずれも製鉄炉の広い範囲で採取された試料の測定結果である。鉄の影響は鉄からの距離と方向によって変化するので、広範囲のデータが良く描っていることは、それらのデータが鉄の影響を受けていないことを保証している。

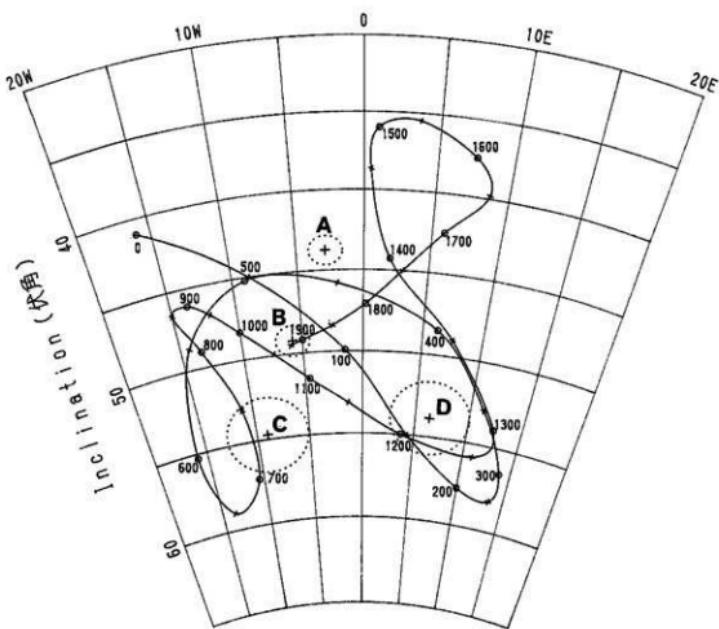
[大銀治1、2号]

大銀治1号の残留磁気の方向(図e)は全体に分散しており集中する部分が認められない。大銀治2号のデータ(図f)には、分散しているなかに2つの密集したグループA, Bが認められるが、Aは火窓の南壁のデータであり、Bは火窓の北壁のデータである。図iに標準曲線とA, Bを比較している。このように、残留磁気の方向が場所によって明確に異なるのは、大銀治で扱った鉄の磁场の影響を残留磁気が受けたためと考えられる。鉄の影響を補正する方法はまだ開発されていない。そのために、最終焼成時の正しい地磁気の方向を知ることはできず、測定データから大銀治2号の地磁気年代を推定できない。

[炭窯]

炭窯のデータ(図g)には2つのまとまったグループC, Dが認められる。この炭窯が近現代のものであることは遺物などの証拠により確実である。しかし、CもDも近現代の地磁気の方向と

Declination (偏角)



図(i)密集データの平均方向と標準曲線
A,B:戸井谷尻遺跡 大銀冶2号 C,D:戸井谷尻遺跡 炭窯

は大きく離反しており(図i)、焼土が擾乱を受けたことが明白である。したがって、測定データから地磁気年代を推定することはできない。

@長老畠遺跡

1号製鉄炉の測定結果(図h)から一部の乱れたものを省くと、小円内によくまとったデータを選択できる。この小円内のデータは製鉄炉の広い範囲から得られたものである。広範囲のデータの集中から、それらのデータが鉄の影響を受けていないと断定できるので、小円内のデータを元にして地磁気年代を推定する。

戸井谷尻遺跡と長老畠遺跡の焼土の小円内の採用データについて計算した残留磁気の平均方向と誤差の目安となる数値を表1に示す。kの値が大きく、 α_{95} の値が小さいほど、残留磁気の方向がよく揃っていることを意味している。

表1 戸井谷尻遺跡と長老畠遺跡の焼土の残留磁気の平均方向

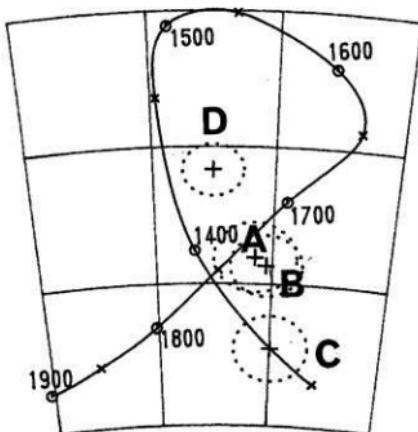
遺 構		Im	Dm	k	α_{95}	n/N	
戸井谷尻遺跡	I 区	I 区焼土面		残留磁気の方向が分散する			
		4号	44.52	4.62	2189	1.29	7/14
		5号	44.81	5.11	1355	1.13	13/15
	II 区	6号	47.78	5.47	1076	1.17	15/15
		1号 大鋳冶		残留磁気の方向が分散する			
		2号	残留磁気の方向が分散する				
	炭 窯		残留磁気の方向が分散する				
長老畠遺跡	1号製鉄炉	41.34	2.80	1962	0.98	12/27	

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

7. 地磁気年代の推定

図jは戸井谷尻遺跡と長老畠遺跡の焼土の残留磁気の平均方向 (+印) と誤差の範囲 (点線の梢円) および、広岡による西南日本の地磁気永年変化曲線³⁾の一部である。各遺構の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ればよい。同様にして、年代誤差も点線の梢円から評価できる。このようにして求めた地磁気年代を次表にまとめると。



図(j) 残留磁気の平均方向と標準曲線

- A : 戸井谷尻遺跡 製鉄炉4号
- B : 戸井谷尻遺跡 製鉄炉5号
- C : 戸井谷尻遺跡 製鉄炉6号
- D : 長老畠遺跡 製鉄炉1号

各平均方向は標準曲線の 2 つの部分 (AD1700-AD1800、AD1350-AD1450) に近いので、各造構について 2 つの地磁気年代候補値を得ているが、戸井谷尻遺跡の製鉄炉 6 号と長老畠遺跡の製鉄炉 1 号については、後述の考察により、下線の年代値を唯一の地磁気年代値として採用する。

戸井谷尻遺跡と長老畠遺跡の製鉄炉の地磁気年代

遺 構		地磁気年代	
戸井谷尻遺跡	製鉄炉	4 号	AD1400±15、AD1730±15
		5 号	AD1380±10、AD1730±15
		6 号	<u>AD1360±10</u> 、 <u>AD1760±20</u>
長老畠遺跡	1 号製鉄炉	AD1420±15、 <u>AD1720±15</u>	

8. 唯一の地磁気年代の決定、他の年代との比較、まとめ

- (1) 戸井谷尻遺跡の 6 号製鉄炉の年代として AD1360±10 を採用する。
6 号製鉄炉は板屋Ⅲ遺跡 2、3 号炉に類似した中世の構造を有している。のことから、6 号製鉄炉の地磁気年代として AD1360±10 を採用するのがふさわしいと考えられる。4、5 号製鉄炉については、構造の類似から両者の年代はほぼ同じと考えられるが、2 つの地磁気年代候補値のどちらを正しいと認めるかの決め手がない。しかし、どちらを選んでも、4、5、6 号製鉄炉の年代順は構造の切り合いと矛盾しない。
- (2) 長老畠遺跡の 1 号製鉄炉の年代として AD1720±15 を採用する。
1 号製鉄炉の構造は本床、小舟、床つりを有する高殿たたらと考えられている。高殿たたらは新しい構造なので、2 つの年代候補値のうち AD1420±15 を不適当として省略し、AD1720±15 を採用するのが合理的である。採用した年代値は地下構造内から出土した土器の年代（16 世紀後半の中国製染付磁器、17 世紀代の肥前系陶器）とはうまく合わないが、地下構造の底面で検出された炭化木片の ¹⁴C 年代値 (AD1730±80-90) とは整合している。
- (3) I 区焼土面の焼土は他所で焼かれてから運ばれて現地に埋められたものである。
- (4) 戸井谷尻遺跡の大鍛冶 1、2 号の残留磁気は鉄の影響を強く受けていることが判明した。鉄の影響の補正法がまだないために、これらの遺構の地磁気年代を推定できない。鉄の影響の補正方法の開発が待たれる。
- (5) 戸井谷尻遺跡の炭窯の床面は擾乱を受けていることが判明した。このため炭窯の地磁気年代を推定できない。

最後に、試料採取、考古学の情報提供についてお世話になった目次謙一氏、角田徳幸氏、寺尾令氏をはじめとする鳥根県埋蔵文化財調査センターのスタッフの皆様に厚く感謝する。

[文献]

- (1) 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
- (2) 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
- (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

第3節 長老畠・戸井谷尻遺跡出土製鉄・鍛冶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

長老畠・戸井谷尻遺跡は斐伊川・神戸川治水事業に伴う志津見ダム建設工事にかかる調査である。長老畠遺跡では18世紀代に比定される製鉄炉の下床釣りにあたる下半部の地下構造が1基検出された。また戸井谷尻遺跡ではI区から中世に比定される箱形炉2基（4・5号炉）と板屋型の精錬鍛冶炉（6号炉）1基。II区から近世後期に比定される大鍛冶炉3基が検出され、多数の製鉄・鍛冶関連遺物が出土している。それぞれの遺跡における生産の実態を検討する目的から金属学的調査を行なう運びとなった。

2. 調査方法

2-1 供試材

Table. 1に示す。長老畠遺跡出土11点、戸井谷尻遺跡出土51点の製鉄・鍛冶関連遺物の調査を行なった。

2-2 調査項目

(1) 肉眼観察

発掘担当者側で作成した遺物観察表をもとに、筆者側の調査結果を加味して、加筆、省略してある。

(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

切り出した試料をバークリ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なった。なお、金属鉄は5%ナイタル（硝酸アルコール液）で、腐食（Etching）して現れた組織の観察を行なっている。

(4) ピッカース断面硬度

鉄滓の鉱物組成と、金属鉄の組織同定を目的として、ピッカース断面硬度計（Vickers Hardness Tester）を用いて硬さの測定を行なった。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) CMA (Computer Aided X-Ray Micro Analyzer) 調査

EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) にコンピューターを内蔵させた新鋭分析機器である。旧式装置は別名X線マイクロアナライザとも呼ばれる。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 (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

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。試験には三角コーン、つまりゼーゲルコーンが溶倒する温度と比較する方法を用いている。

(8) 木炭組織

調査破面(木口、柾目、板目)を#1,000のサンド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ー法。

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

3. 調査結果

3-1 長老烟遺跡

CHO-1 炉壁

① 肉眼観察: 上面が平坦に切り揃えられており、側面や下面は破面。内面は溶化する。胎土は4mm大以下の石英質の粒子を多量に含む。色調は紫紅色が非常に強く、地下構造に転用されたために二次的な酸化の影響が大きいものと考えられる。

② 顕微鏡組織: Photo. 1 ①~③に示す。炉壁内面側の溶融ガラス質部分で微小ウルボスピネル (Ulvöspinel: $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)、ファイヤライト (Fayalite: $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) が晶出する。なお、ウルボスピネル結晶中にチタン鉄鉱 (Ilmenite: $\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$) の格子組織が残存している。

③ 化学組成分析: Table. 2 に示す。胎土分析である。強熱減量 (Ig loss) 0.70%と熱影響が大きく結晶構造水のほとんどが飛散した状態での分析となった。鉄分 (Fe_2O_3) 3.38%と低めで軟化性に有利である。酸化アルミニウム (Al_2O_3) は17.34%低めで耐火性にはやや不利となるが、滓と鉄の分離を促す自縛剤となる塩基性成分 ($\text{CaO}+\text{MgO}$) は0.50%と低値で、耐火性には有利に働くと考えられる。

④ 耐火度：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、その後は 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が 1420°C であった。製鉄炉の炉壁としては一般的な性状といえる。

CHO-2 砂鉄焼結塊

① 肉眼観察：平面不整五角形をした薄手の砂鉄焼結塊である。表面は自然面。裏面の円部には赤褐色の焼土が僅かに固着しており、炉壁面との剥離面の可能性が高い。焼結状態はまちまちで、表面側は滓化が進み個々の粒子ははっきりしない。計測できる粒子は 0.1mm 前後と比較的細かい。

② マクロ組織：Photo. 9 に示す。砂鉄粒子痕跡は残存するものの多くは反応が進行して個別形状は不鮮明になり、砂鉄粒子の外周に沿って薄く晶出した鉄部が銹化し線取りをつくる。また砂鉄粒子痕跡中に微小ウルボスピニル（Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）が多数晶出している。ただし、全体に空隙が多く密度に欠ける。

③ 顕微鏡組織：Photo. 1 ④-⑧に示す。⑤⑥中央部は反応の始まった半還元砂鉄粒子が1個とその周囲に銹化鉄とスラグ核が数個固まっている。半還元砂鉄粒子には溶離組織のウッドマンステッテン組織が認められる。周囲は反応が進行しておりウルボスピニル（Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）、ファイヤライト（Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ）結晶が晶出している。⑦⑧も中央は半還元砂鉄粒子である。他は砂鉄粒子痕跡を保つものの、外周部は薄く晶出した金属鉄が銹化し、内部では微小ウルボスピニル（Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）が晶出している。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 1 ④に半還元砂鉄粒子の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は 538Hv であった。磁鐵鉱の文献硬度値 $530\sim 600\text{Hv}$ の範囲内であり⁽³¹⁾、磁鐵鉱粒子（Magnetite : $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{FeO}$ ）に同定される。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）54.33%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.24%、酸化第1鉄（FeO）24.55%、磁鐵鉱組成で酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）が多く50.05%の割合であった。砂鉄の一般的な傾向をもつ成分値である。ガラス質成分（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ）14.37%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）2.04%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）7.04%、バナジウム（V）0.21%、酸化マンガン（MnO）0.78%、銅（Cu）0.005%であった。塩基性砂鉄に分類される。

CHO-3 流動津（流出孔津）

① 肉眼観察：平面不整五角形をした断面楕円形を呈する流出孔津の先端部破片である。破面の気孔はやや大き目のものが散在するが、密度は高めである。一部石英粒子を残す炉壁が固着する。

② 顕微鏡組織：Photo. 2 に示す。①は砂鉄痕跡で晶出した金属鉄は銹化している。周囲より白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite : $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）が晶出する。②③は素地のガラス質津中に未発達微細なイルミナイト結晶である。④⑤も砂鉄の粒状痕跡を残す銹化鉄とイルミナイトが認められる。⑥⑦は微小金属鉄粒の周囲に未発達の淡茶褐色多角形結晶ウルボスピニル（Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）と白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite : $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）が晶出している。

砂鉄粒子痕跡と未発達な微小結晶が顕著で、製鉄炉の操業中に外に排出された津の鉱物相としてはやや特異である。操業の初期段階の排津であったか、あるいはがの操業状態が不安定なため鉱物

結晶が未発達の状態であったものと推測される。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 2 ⑧に淡茶褐色多角形結晶の、Photo. 2 ⑨に白色針状結晶の硬度測定の圧痕を示す。多角形結晶の硬度値は618Hv であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）に同定される。針状結晶の硬度値は594Hv であった。やや軟質の値を示すが測定時の亀裂などの影響が考えられる。イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）の硬度値としては低値であつて異常値と解釈している。しかし、ウルボスピネルの未発達結晶とみるべきであろうか。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分低く脈石成分（TiO₂、V、TiO₂）の高い成分系である。全鉄分（Total Fe）28.15% に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.49%、酸化第1鉄（FeO）22.24%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）14.83%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）37.01%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）3.56%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）19.70%とバナジウム（V）0.44%は高めで、また酸化マンガン（MnO）も1.84%と中国山地特有の高含有量の部類であった^(註2)。銅（Cu）は0.004%と少ない。塩基性砂鉄を原料とする製錬滓の成分系である。

CHO-4 流動滓（ガス質・工具痕付）

① 肉眼観察：平面不整五角形をした炉外流出滓の上面側破片である。側面に1個所丸棒状の工具痕を残す。破面には気孔が密に認められる。

② 顯微鏡組織：Photo. 3 ①～⑤に示す。素地の暗黒色ガラス質滓中に淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）、白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）、ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）の微小結晶が晶出する。また④⑤の白色部は微小金属鉄粒である。それを取り巻くようにウルボスピネルが晶出している。滓の鉱物相については改めてCMA調査の項で詳述する。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 3 ①に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は640Hv であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）に同定される。

④ CMA調査：Photo. 13に滓中の鉱物相の特性X線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）中の1の番号をつけた不定形結晶の定量分析値は46.5% FeO-54.3% TiO₂ であった。イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）に同定される。2の番号をつけた多角形結晶の定量分析値は61.7% FeO-34.5% TiO₂ であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）に同定される。また9の番号をつけた個所の定量値は45.7% SiO₂-9.4% Al₂O₃-4.2% CaO-3.2% MgO-2.3% K₂O-34.1% FeO であった。ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）の微小結晶と素地のガラス質滓の混合組成といえる。チタン（Ti）の検出から砂鉄原料が証明される。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分低くガラス質分や脈石成分の多い成分系であった。全鉄分（Total Fe）27.80% に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.52%、酸化第1鉄（FeO）24.34%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）11.95%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）44.13%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は高めで5.31%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）17.54%、バナジウム（V）0.69%、また酸化マンガン（MnO）1.49%も多い。銅（Cu）は0.004%であった。塩基性砂鉄を原料とする製錬滓に分類される。

Cllo-5 流動津（緻密・工具痕付）

① 肉眼観察：平面不整菱形に近い流出孔津ないしは炉外流出津の破片である。上下面の一部が生きているのみで、上面は黒褐色の流動状、下面は不規則で一部灰白色の炉壁片様の固着物が認められる。破面の気孔は比較的少なく緻密である。側面に丸棒状の工具痕が残る。

② 顕微鏡組織：Photo. 3 ⑥～⑧に示す。素地の暗黒色ガラス質津中に淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)、ファイヤライト (Fayalite : $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) の微小結晶が晶出する。白色部は微小金属鉄粒である。⑦⑧は微小金属鉄粒を 5 % ナイタル (硝酸アルコール液) で腐食して現れた組織である。⑦はフェライト基地にセメンタイトが析出する組織が、⑧はフェライト基地にパーライトが析出する組織が確認できた。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 3 ⑦⑧に微小金属鉄粒の硬度測定の圧痕を示す。⑦の硬度値はセメンタイト析出で 300Hv 、⑧の硬度値はフェライト・パーライトとなり 94Hv であった。それぞれ組織に見合った値であった。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分低めで脈石成分の多い成分系であった。全鉄分 (Total Fe) 38.50% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.26%、酸化第 1 鉄 (FeO) 44.98%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 4.69% の割合である。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 27.40% で、このうちに塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 3.92% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 19.55%、バナジウム (V) 0.51% は多く、また酸化マンガン (MnO) 2.61% は特に高い。銅 (Cu) は 0.004% であった。塩基性砂鉄を原料とする製錬津の成分系であった。

CHO-6 流動津（含鉄）

① 肉眼観察：平面不整台形をした塊状の含鉄の流動津である。流出孔津であろうか。下面と側面の一部が生きており、残る側面や上面は破面。津は下半部の方が密度が高く、上半部は気孔が多い。鉄部は不整梢円形で、放射割れや鏽彫れをおこしている。

② マクロ組織：Photo. 9 に含鉄部を示す。部分的に共晶状黒鉛^(注3)が析出する。基地はパーライト組織に板状セメンタイトが晶出する。

③ 顕微鏡組織：Photo. 4 に示す。①は津部で淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)、ファイヤライト (Fayalite : $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) の微小結晶が基地の暗黒色ガラス質津中に晶出する。②は鉄部で共晶状黒鉛鉄組織を、また③は非金属介在物の硫化鉄 (FeS) である。後の CMA 調査の項で組成について詳述する。④～⑧は金属鉄を 5 % ナイタルで腐食して現れた組織である。④写真左側はパーライト素地に板状セメンタイトが析出する過共析組織で、右側は白い部分はフェライト、黒く層状にみえるのはパーライト、黒色の部分が共晶状黒鉛である。製鉄炉内で溶融状態の鉄がチタン分を含む溶融スラグに接触して生じた組織と考えられる。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 4 ⑦⑧に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑦はパーライト部分で硬度値は 184Hv 、⑧は板状セメンタイトで硬度値は 632Hv であった。両者の硬度値は若干低め傾向で捉えられたが組織の違いは明瞭に分離できる。

⑤ CMA 調査：Photo. 14 に鉄中非金属介在物の特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) に 3 の番号をつけた微小黄褐色異物は鉄 (Fe)、硫黄 (S) に白色輝点が集中し、定量分析値は $89.7\% \text{FeO}-37.1\% \text{S}$ であった。硫化鉄 (FeS) に同定される。その周囲に広がる不定形異

物は鉄 (Fe)、燐 (P)、に白色輝点が集中し、定量分析値は $134.9\% \text{FeO} - 17.7\% \text{P}_2\text{O}_5$ であった。酸化物定量のため FeO は 100% を越える値となっている。 $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}_3\text{P}$ 三元系共晶のステダイト (Steadite) に同定される。

⑥ 化学組成分析: Table. 2 に示す。滓部を分析に用いた。全鉄分 (Total Fe) 37.79% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.30%、酸化第 1 鉄 (FeO) 44.11%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 4.58% の割合であった。前述した CHO-5 と同様に酸化第 2 鉄が 5% 未満と小さい。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 30.32% で、このうちには塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) は大きくて 4.64% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 16.71%、バナジウム (V) 0.46% は多くて、また酸化マンガン (MnO) 1.63% も高めである。銅 (Cu) は 0.003% であった。砂鉄製錬滓の成分系である。CHO-3 ~ 6 は高 Mn 傾向を如実に示した。

CHO-7 炉内滓 (含鉄)

① 肉眼観察: 平面不整三角形を呈する含鉄炉内滓片である。下面のごく一部が生きている他は全面破面。側面は打ち欠いたような鋭い破面を呈する。墨鏡の滲みや放射割れが各所でみられ、側面に塊状の含鉄部が確認される。滓表面や内部に木炭痕が密集し、不規則な気孔が多数認められる。下面には灰黒色の石英質の砂粒を含んだ炉床土が僅かに付着する。が底塊の下端部破片と考えられる。炭素含有量は 0.77% 以下の鉄である。

② マクロ組織: Photo. 10 に含鉄部を中心に示す。鎌化が進行して金属鉄は極く一部が残存し、亜共析 (0.77% C 以下) ~ 共析 (0.77% C) 組織が確認された。

③ 顕微鏡組織: Photo. 5 に示す。①は付着木炭である。②③は滓部で淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) 淡灰色盤状結晶ファイアライト (Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が晶出する。なお鎌化した微小鉄粒が多数散在している。砂鉄製錬滓の晶癖であった。④~⑨は 5 % ナイタルで腐食して現れた組織である。④⑤はパーライト素地に初析フェライトが析出する亜共析組織、⑥⑦はほぼ全面パーライトからなる共析組織である。

④ ピッカース断面硬度: Photo. 5 ⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の仕痕を示す。⑧はパーライト基地にフェライトが析出する個所で硬度値は 139 Hv であった。⑨はパーライト部分で硬度値は 190 Hv であった。後者は共析鋼にしては、やや低めの傾向にある。シミラしき汚れがあって風化氣味の個所であろうか。

⑤ 化学組成分析: Table. 2 に示す。鎌化鉄を含む試料のため鉄分高く、ガラス質成分や脈石成分は低めの傾向を示した。全鉄分 (Total Fe) 49.05% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.03%、酸化第 1 鉄 (FeO) 23.90%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 43.53% の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 21.08% で、このうちには塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 1.82% を含む。また、鎌化鉄主体なので脈石成分は低下して砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 4.57%、バナジウム (V) 0.57%、また酸化マンガン (MnO) 0.31% である。銅 (Cu) は 0.005% とあまり変動のない値であった。通常製錬滓の値とはなりえず、含鉄鉄滓の参考値とすべきであろう。

CHO-8 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 平面不整梢円形をした塊状の鉄塊系遺物である。まとまった鉄塊であるが鎌化が

著しい。表面全体が銹化による剥離面で滓部は認められない。

② マクロ組織：Photo. 10に示す。全面が亜共晶組成（4.23%C以下）白鉄組織の鉄塊である。やや歪な形状の気孔が数点見られるが、よくまとまっている。

③ 顕微鏡組織：Photo. 6に示す。①中火の黄褐色微小異物は鉄中非金属介在物で硫化鉄（FeS）である。②③は自然腐食を受けた周縁部である。④～⑨は5%ナイタルで腐食して現れた組織でいずれも亜共晶組成白鉄であった。白色部は板状セメンタイト、黒色部はオーステナイトから変化したパーライト、蜂の巣状の部分はセメンタイトとオーステナイトの共晶のレデブライトである。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 6⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑧はパーライト部分で硬度値は209Hv、⑨はレデブライト部分で硬度値は615Hvであった。それぞれ組織に見合った値である。

⑤ 化学組成分析：Table. 2に示す。鉄分の高い成分系である。全鉄分（Total Fe）62.43%に対し、金属鉄（Metallic Fe）14.04%、酸化第1鉄（FeO）19.34%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）47.69%の割合であった。酸化第2鉄（Fe₂O₃）でみられるように錫化鉄の占める割合が高い。これに対しガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）6.07%とわずかであった。またこのうちに塩基性成分（CaO+MgO）は0.24%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）0.31%、バナジウム（V）0.03%も少なくて、酸化マンガン（MnO）は0.03%とこれも低値であった。銅（Cu）は0.005%を含有する。なお炭素（C）は2.22%と共に見合った値であった。

CHO-9 炉内滓（含鉄）

① 肉眼観察：平面不整三角形をした含鉄炉内滓である。上下面の一部が生きており、側面は大半が破面である。炉底塊の側端部破片と推定される。滓部は黒褐色で中小の気孔が多く、1cm大的木炭痕や木炭の嗜み込みが認められる。また、大きなひび割れや不規則な放射割れが目立ち鉄部が各所に散在するものと推測される。

② マクロ組織：Photo. 11に示す。指定された分析試料採取位置で、比較的金属鉄のまとまっている個所を選択して組織観察面を作成した。滓中にごく小さな不定形の鉄部が複数散在しており、まとまった鉄部が存在しないため廃棄されたと想定される。金属鉄組織はパーライト組織が析出する個所も認められるが、全体的にフェライト主体の極低炭素鋼～軟鋼のレベルであった。

③ 顕微鏡組織：Photo. 7に示す。①は滓部で淡茶褐色多角形結晶ウルボスピニル（Ulvöspinel：2FeO·TiO₂）、ファイヤライト（Fayalite：2FeO·SiO₂）の微小結晶が晶出する。②は鉄中非金属介在物である。CMA調査の項で詳述する。③～⑨は金属鉄部分を5%ナイタルで腐食して現れた組織である。③は未凝聚のフェライト部分である。④⑤は針状析出物の認められるやや粗大化したフェライト組織。結晶粒界には紐状セメンタイトを析出する。⑥⑦はフェライト素地に少量のパーライトが析出する亜共析組織である。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 7⑧⑨に硬度測定の圧痕を示す。⑧は滓中の多角形結晶で硬度値は554Hvであった。わずかに軟質の値を示すがウルボスピニルといえよう。⑨はフェライト素地に少量のパーライトが析出する金属鉄部分で硬度値は79Hvであった。組織に見合った値である。

⑤ CMA調査：Photo. 15に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）に5及び7の番号をつけた同系色調の多角形結晶の定量分析値は、5が54.0%FeO-

34.8% TiO₂、7が57.1% FeO-35.3% TiO₂と近似する値を示した。ともにウルボスピネル (Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂) 系に同定される。6の暗黒色素地部分は59.8% SiO₂-12.5% Al₂O₃-4.5% CaO-1.1% MgO-4.0% K₂O-13.8% FeO-5.3% TiO₂であった。珪酸塩にウルボスピネルを混在させた組成であろう。8の微小析出物は46.8% SiO₂-10.8% Al₂O₃-6.7% CaO-2.0% MgO-0.2% K₂O-25.5% FeO-9.5% TiO₂であった。これも6に近似した組成でこちらはファイヤライト (Fayalite : 2FeO·SiO₂) の微小結晶を析出させる。

⑥ 化学組成分析: Table. 2 に示す。含鉄部を反映して鉄分高めで、脈石成分も多い成分系であった。全鉄分 (Total Fe) 42.26%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 5.59%、酸化第1鉄 (FeO) 39.84%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 8.15%の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) はさほど多くなく17.58%で、このうちに塩基性成分 (CaO+MgO) 1.84%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 21.63%、バナジウム (V) 3.03%が多い。また酸化マンガン (MnO) 1.27%、銅 (Cu) 0.003%であった。前述した CHO-3~6 に近似した砂鉄製鍊滓の成分傾向を表わしている。

CHO-10 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 平面長手の不整三角形を呈する鉄塊系遺物である。表面には灰色の被熱土が不規則に固着している。この土砂が本来の生成位置での固着物か転用時に貼られた土砂か区別できない。

② マクロ組織: Photo. 12 に示す。観察面全体が鈍化しており金属性は遺存していない。付着土砂による汚染も著しい。

③ 顕微鏡組織: Photo. 8 ①~③ に示す。鈍化鉄 (Geothite: α -FeO·OH) となっているが、広くフェライト粒界痕跡らしき模様が認められて極低炭素鋼に分類されよう。また①に示すように鈍化ムラの痕跡が多数点在する個所がある。鈍化が進行していく判定の難しい組織であった。

④ 化学組成分析: Table. 2 に示す。鈍化鉄を反映して全鉄分 (Total Fe) 38.20%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.10%、酸化第1鉄 (FeO) 12.82%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 40.23%の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) は40.93%と多くて付着酸化土砂の影響と考えられる。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 0.31%、バナジウム (V) 0.02%は少なくて、酸化マンガン (MnO) 0.03%も少量であった。銅 (Cu) は若干高めとなって0.008%となる。

CHO-11 炉壁 (羽口付・鋳冶炉)

① 肉眼観察: 鋳冶炉の羽口付炉壁片である。羽口内径は3cm程で、肉厚は2.1~2.6cm前後。先端部は斜めに溶損しており、炉壁片は羽口を覆う鋳冶炉の壁上半部と推定される。羽口胎土はやや砂質。炉壁胎土は短いスヤや粉殻を混和した粘土質で、僅かに木炭粉や滓片を含む。炉壁内面は黒色ガラス質化した部分から灰黒色に被熱した程度まで、部位により被熱の度合が異なる。羽口先の炉壁表面には3cm大の含鉄部が固着する。

② マクロ組織: Photo. 12 に示す。羽口先端部と被熱により溶融ガラス質化した炉壁内面表層部分である。

③ 顕微鏡組織: Photo. 8 ④~⑧ に示す。④⑤は羽口先端の溶融ガラス質滓部分で、白色微小結晶マグネット (Magnetite: Fe₃O₄) が晶出する。⑥は炉壁部分で粘土鉱物 (Cerisite) の非晶質

化が進行している。石英粒子や胎土中に混入した砂鉄粒子が認められる。⑦⑧は羽口胎土である。鱗片状の粘土鉱物中に石英をはじめ多数の混入鉱物が認められる。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。炉壁と羽口胎土を共に供試材として用いた。強熱減量 (tg loss) 1.04% と熱影響を強く受けて結晶構造水のほとんどが飛散した状態での分析である。鉄分 (Fe_2O_3) 4.10% と高め、酸化アルミニウム (Al_2O_3) は 19.07% と低めで、滓と鉄の分離を促す自媒剤となる塩基性成分 ($CaO+MgO$) を 1.78% 含むなど耐火性にやや不利な成分系であった。また胎土中の混入砂鉄を反映してか二酸化チタン (TiO_2) が 40.65% とやや高めの値を示した。

⑤ 耐火度：試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度が 1240°C であった。成分系を反映してか、製鉄炉の炉壁片 (CHO-1) と比較して明らかに低い値を示した。

小結

製鉄炉の地下構造構築に使用された製鉄関連遺物の調査結果、以上の点が明らかになった。

〈1〉 出土鉄滓 (CHO-3~6) は (塩基性) 砂鉄を原料とする製錬滓に分類される。化学組成は二酸化チタン (TiO_2) 16.71~19.70%、バナジウム (V) 0.44~0.69% であった。また酸化マンガン (MnO) が 1.49~2.61% と高値傾向を示す特徴が認められる。過去の志津見ダム建設予定地内製鉄遺跡出土砂鉄の分析値をみると二酸化チタン (TiO_2) 4.80~6.25%、バナジウム (V) 0.22~0.35%、酸化マンガン (MnO) 0.49~0.56% であり、当遺跡の製錬滓も同レベルの砂鉄を原料と考えて矛盾しない値である。在地の砂鉄が原料であったと推定される。なお砂鉄焼結塊 (CHO-2) も滓化の進行がみられるが、二酸化チタン (TiO_2) 7.04%、バナジウム (V) 0.21%、酸化マンガン (MnO) 0.78% と類似の傾向を示した。

なお、鉱物組成はウルボスピネル (Ulvöspinel: $2FeO \cdot TiO_2$) に加えイルミナイト (Ilmenite: $FeO \cdot TiO_2$) の晶出が認められ (CHO-3~4)、高温操業下での派生物^(註4) と推定される。

〈2〉 鉄塊系遺物・含鉄鉄滓 (CHO-6~10) の金属鉄組織はほぼフェライト組織の極低炭素鋼から鉄鉱組織まで確認され、含有炭素量に大きなばらつきが認められた。また滓中に微細な金属鉄が散在する (CHO-9)、まとまった鉄部を有していても小型である (CHO-6~8) などの状態と、炉の地下構造の構築材とされたことをあわせると鉄素材として利用する品目と判断されず廃棄された可能性が考えられる。

〈3〉 製鉄炉の炉壁片 (CHO-1) の耐火度は 1420°C、鍛冶羽口の付着した炉壁片 (CHO-11) の耐火度は 1240°C であり、耐火性に大きな差異が認められた。製錬炉と鍛冶炉では異なる胎土選択が行われていた可能性がある。志津見ダム建設予定地内製鉄遺跡出土炉壁・羽口の耐火度をみていくと、製鉄炉炉壁は大半が 1400°C 以上の値を示す。また板屋型の精錬炉の羽口・炉壁に関しては、現在のところ 1400°C 台の数値が得られている。これに対して近世の大鍛冶場と推定される遺跡から出土している羽口・炉壁に関しては 1130~1555°C とばらつきがある。用途と成分系・耐火性の関連については今後の検討課題といえる。

3-2 戸井谷尻遺跡

(1) I 区出土遺物

TOI-1 炉壁

① 肉眼観察：内面の左上半部に焼結砂鉄が付着する炉壁片である。焼結砂鉄は最大厚さ0.8cm程で、還元がかなり進んでいる。右半分は被熱のためやや発泡気味。胎土は石英質の砂粒が多量に混和しており、ごく僅かにスサもみられる。

② マクロ組織：Photo. 47に炉壁胎土部分を示す。粘土鉱物（Cerisite）中に角張った形状の石英粒子が多量に認められる。また散在する白色粒子は胎土中に混入した砂鉄粒子である。

③ 顕微鏡組織：Photo. 1に示す。①～⑦は炉壁内面に付着する焼結砂鉄を示す。全体に風化が著しい。①～③中央は比較的反応が進んでおらず粒形を留めた砂鉄粒子である。しかし粒子の一つは $Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$ の反応を起して粒内はマグネタイト化を開始している。④⑤は格子組織をもつチタン鉄鉱粒子（Ilmenite : $FeO \cdot TiO_2$ ）である。風化による侵食が始まっているが格子組織は観察できる。⑥⑦反応の進行した砂鉄粒子群で、粒の外周に沿って晶出した金属鉄が、錆化鉄となっている。これらの粒子は磁鉄鉱粒子（Magnetite : $Fe_2O_3 \cdot FeO$ ）である。これも風化が著しい粒子たちである。⑧⑨は炉壁胎土部分で、鱗片状の粘土鉱物中に混和された石英粒が多数確認される。

④ 化学組成分析：Table. 2に示す。強熱減量（Ig loss）0.98%と熱影響を強く受け、結晶構造水のほとんどが飛散した状態での分析となった。鉄分（ Fe_2O_3 ）3.32%と高くないが、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）が16.2%と低値で耐火性にやや不利な成分系であった。しかし滓と鉄の分離を促す自媒剤となる塩基性成分（CaO+MgO）0.57%と低めで、耐火性に有利に働くと考えられる。

⑤ 耐火度：胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片を作り、1分間当たり10°Cの速度で温度上昇させ、変化が起ると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が1360°Cであった。該期の製鉄炉炉壁としては一般的な性状といえる。

TOI-2 砂鉄焼結塊

① 肉眼観察：平面不整五角形をした楕円形気味の砂鉄焼結塊である。上面の一部は生きており、側面5面は破面。裏面は僅かに木炭痕を残す剥離面である。長軸方向の断面形は弧状を呈する。焼結状態は部位によりまちまちで、上面になるにつれ還元が進み錆化が認められる。

② マクロ組織：Photo. 47に示す。個々の砂鉄粒子の痕跡が判然としないほど凝集して焼結化傾向が著しい。反応の進んだ個所では表層部分に沿って、津化が始まる。

③ 顕微鏡組織：Photo. 2 ①～⑤に示す。①は比較的砂鉄粒子の痕跡を留める個所である。粒子の大多数は格子組織の痕跡をもつイルミナイト（Ilmenite : $FeO \cdot TiO_2$ ）粒子である。②～⑤は凝集して焼結した個所を示す。Mag-Ilmeniteの溶離組織である。

④ 化学組成分析：Table. 2に示す。全鉄分（Total Fe）55.10%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.05%、酸化第1鉄（FeO）6.82%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）71.13%の割合であった。ガラス質成分（ $SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$ ）7.15%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）0.93%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）12.58%、パナジウム（V）0.47%で、酸化マンガン（MnO）は0.84%、銅（Cu）0.001%あった。塩基性砂鉄の焼結塊といえる。ほぼ砂鉄本来の成分傾向を留める。

TOI-3 流動滓

① 肉眼観察：平面不整台形をした板状の流動滓の破片である。側面は全面と上下面の一部が破

面。上面はやや不規則な流動状で、色調は強い紫紅色である。側面から下面は大小の気孔がみられるが、洋そのものは比較的緻密である。

② 顕微鏡組織：Photo. 2 ⑥～⑧に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）と淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が基地の暗黒色ガラス質津中に品出する。製錬滓の晶癖とともにこれが脈石成分の多い精錬鉄治滓でもみられる組織である。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 2 ⑥に硬度測定の淡茶褐色多角形結晶の圧痕を示す。硬度値は 690 Hv であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）に同定される。

④ CMA 調査：Photo. 64 に特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) 中の 1 の番号をつけた多角形結晶は鉄 (Fe)、チタン (Ti) に白色輝点が集中し、定量分析値は 65.8% FeO - 26.3% TiO₂ - 5.6% Al₂O₃ であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）とヘーシナイト（Hercynite : FeO·Al₂O₃）の混合組成といえる。また、2 の淡灰色木ずれ状結晶は鉄 (Fe)、珪素 (Si) に白色輝点が集中し、定量分析値は 64.5% FeO - 31.4% SiO₂ であった。ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）に同定される。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 40.80% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.21%、酸化第 1 鉄 (FeO) 48.50%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 4.13% の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) 35.83% で、このうちに塩基性成分 (CaO + MgO) を高めの 4.15% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 7.77%、バナジウム (V) 0.28% で、酸化マンガン (MnO) は 0.97%、銅 (Cu) 0.002% であった。

砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂)、バナジウム (V) が砂鉄焼結塊 (TOI-2) と比較して低い値を示し、鉄分も高めで、製錬生成鉄の不純物除去を行った際に派生した精錬鉄治滓に分類される。

なお、外観から TOI-3～6 の試料は類似性が高く、本来の排出造構は 6 号炉である可能性が指摘されているが、鉱物組成や化学組成でもよく類似する傾向を示した。

TOI-4 流動津（流出孔跡）

① 肉眼観察：平面不整五角形をした厚みをもった流動津である。上下面の一部と側面片側が生きており、残る側面は破面である。上面はやや不規則な流動状で、この面のみ紫紅色気味の部分がみられる。側面と下面には石英粒子や明褐色の煌壁粉が面的に付着する。破面には大小の気孔が認められるが、洋の密度は高い。地は錆のためか灰黒色である。

② 顕微鏡組織：Photo. 2 ①～③に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）と淡灰色短柱状結晶ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が基地の暗黒色ガラス質津中に品出する。精錬鉄治の初期段階の排出津の晶癖である。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 4 ①に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は 756 Hv であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）とヘーシナイト（Hercynite : FeOAl₂O₃）の混合組成に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 41.56% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.11%、酸化第 1 鉄 (FeO) 48.26%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 5.63% の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) 37.61% で、このうちに塩基性成分 (CaO + MgO)

3.55%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 5.29%、バナジウム (V) 0.13%とやや高めで、酸化マンガン (MnO) は0.77%、銅 (Cu) 0.002%であった。TOI-3 流動滓と類似の傾向を示す。これも製錬生成鉄の不純物除去を行った際に派生した精錬鍛冶滓に分類される。

TOI-5 流動滓（流出孔滓）

① 肉眼観察：不規則に波状に伸びた薄手の流出孔滓の破片である。長軸両端部と側面の一部が破面。上面は不規則な流動状で紫紅色を呈する。上面表層側に大きな気孔が残り、下半分は大きな結晶が発達する。下面は短軸方向に浅いU字状で、木炭痕や石粒が固着する。

② 顕微鏡組織：Photo. 3 ④～⑥に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($Ulvöspinel : 2FeO \cdot TiO_2$) と淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト ($Fayalite : 2FeO \cdot SiO_2$) が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。これも精錬鍛冶滓の初期での排出滓に分類される。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 3 ④に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は714Hvであった。ウルボスピネル ($Ulvöspinel : 2FeO \cdot TiO_2$) とヘーシナイトの混合組成に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 42.63%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.19%、酸化第1鉄 (FeO) 48.89%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 6.34%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 33.79%で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) 2.55%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 7.37%、バナジウム (V) 0.14%、酸化マンガン (MnO) は高めの1.23%、銅 (Cu) 0.002%であった。TOI-3・4 流動滓と類似の傾向を示す。この傾向は製錬生成鉄の不純物除去を行った際に派生した精錬鍛冶滓に分類される。

TOI-6 流動滓（流出孔滓）

① 肉眼観察：長軸の両端部が破面となった長い柱状の流出孔滓である。滓は上下で2枚の流動滓が重複しており、間には炉壁土を呑み込んでいる。上半部の滓は気孔が大型化し水平方向に伸びている。下半部の滓は不規則な流動状で、一部に1cm前後の大きさを持つ木炭痕が散在する。滓表面は紫紅色で、上面の左側表皮に砂鉄が薄く焼結しているようにみえる。

② 顕微鏡組織：Photo. 4 ①～⑤に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($Ulvöspinel : 2FeO \cdot TiO_2$) と淡灰色短柱状結晶ファイヤライト ($Fayalite : 2FeO \cdot SiO_2$) が基地の暗黒色ガラス質滓中に認められる。なお滓中に被熟砂鉄粒子が複数認められる。いずれも被熟の度合は弱く、ほとんど生砂鉄であって製錬炉内に投入された砂鉄が反応途中で滓と共に炉外に排出されたものとはやや様相が異なる。後述する化学組成の特徴からも前述してきた流動滓 (TOI-3～5) と同様、精錬鍛冶滓に分類されるが、砂鉄粒子の混入原因に関しては今後の検討課題となった。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 4 ①に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は762Hvであった。ウルボスピネル ($Ulvöspinel : 2FeO \cdot TiO_2$) とヘーシナイトの混合組成に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 44.76%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.12%、酸化第1鉄 (FeO) 52.26%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 5.74%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 33.45%で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) 2.35%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 5.59%、バナジウム (V) 0.16%、酸化マンガン (MnO) は0.74%、銅 (Cu) 0.001%であった。TOI-3～5 流動滓と同様、製錬炉壁片に因

着した焼結砂鉄（TOI-2）と比較して、砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）、バナジウム（V）の低減した値を示す。製錬生成鉄の不純物除去を行った際に派生した精錬鍛冶滓に分類される。

TOI-7 流動滓（流出溝滓）

① 肉眼観察：上下面と側面が生きており、長軸の両端が破面となる厚みを持った流出孔滓である。上面は不規則な流動状で、ほぼ中央に2.5cm大の鋸化部を捲んでいる。表層側に横方向に伸びる大型の気孔が発達する。

② 顕微鏡組織：Photo. 4 ⑥～⑧に示す。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2FeO \cdot TiO_2$ ）、淡灰色木目状結晶ファイアライト（Fayalite： $2FeO \cdot SiO_2$ ）が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。TOI-3～6 流動滓と比較すると発達したウルボスピネル結晶が多数認められる。炉の規模や保熱状態を反映した差異である可能性が高い。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 4 ⑥に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は676Hv であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2FeO \cdot TiO_2$ ）に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）45.22%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.46%、酸化第1鉄（FeO）45.60%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）13.32%の割合であった。ガラス質成分（ $SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$ ）24.25%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）2.67%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）14.56%、バナジウム（V）0.37%と高値で、酸化マンガン（MnO）も多くて1.07%、銅（Cu）0.001%であった。

TOI-3～6 流動滓と比較すると、砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）、バナジウム（V）が高い数値を示し、塩基性砂鉄を原料とする製錬滓に分類される。

TOI-8 流動滓（緻密）

① 肉眼観察：平面不整五角形をした分厚い流動滓の破片である。上下面の一部が生きており、側面全体が破面である。滓は緻密ながら、気孔が全面に残りガスが抜けきれていない状態で、大きく3層の滓が重層している。滓の上面はきれいな流動状で、かなり黒味の強い紫紅色を呈する。下面是長軸方向に向かい浅い椀形で、表面には木炭痕や炉壁粉がやや多めに残る。

② 顕微鏡組織：Photo. 5 ①～③に示す。①の中央に微小金属鉄粒が晶出する。5%ナイタルで腐食して現れた組織で、微細なセメントタイトが析出する。また鉄粒の外周には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2FeO \cdot TiO_2$ ）が晶出しており、さらに白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite： $FeO \cdot TiO_2$ ）も認められる。砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 5 ②③に硬度測定の圧痕を示す。②は微小金属鉄粒で硬度値は374Hv であった。セメントタイトを析出する過共析組織に見合った値といえる。③淡茶褐色多角形結晶で、543Hv とやや軟質の値を示したが測定時の亀裂の影響による誤差と考えられる。ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2FeO \cdot TiO_2$ ）でよからう。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）32.28%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.52%、酸化第1鉄（FeO）31.34%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）10.58%の割合であった。ガラス質成分（ $SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$ ）36.00%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）3.40%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）18.85%、バナジウム（V）0.66%と

高値で、酸化マンガン (MnO) も1.60%と高く、銅 (Cu) は0.004%であった。塩基性砂鉄を原料とした製錬滓の成分系である。

TOI-9 流動滓（ガス質）

① 肉眼観察：ガス質の流動滓の先端部破片である。上下面と先端側は部分的に生きており、他は気孔の密集する破面である。基部側が重層し、先端がまくれるように下に垂れ下がることや、下面の粉炭痕の緻密さから流出孔付近で生成した滓と考えられる。

② 顕微鏡組織：Photo. 5 ④～⑧に示す。④～⑥中央は滓中に晶出した微小金属鉄粒である。5 %ナイカルで腐食している。鉄粒の外周を取り巻くように淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) が晶出し、他に白色針状結晶イルミナイト (Ilmenite : $FeO \cdot TiO_2$) 及び微細な淡灰色木ずれ状結晶ファイアライト (Fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$) が認められる。TOI-8 流動滓と類似した砂鉄製錬滓の晶癖である。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 5 ⑦⑧に硬度測定の圧痕を示す。⑦は微小金属鉄粒で、硬度値は633Hv であった。白鍛鉄化している。⑧は淡茶褐色多角形結晶で硬度値は643Hv であった。ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 33.04%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.64%、酸化第1鉄 (FeO) 30.95%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 11.93%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 35.01%で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) は高めの4.22%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 18.04%、バナジウム (V) 0.73%も高値で、酸化マンガン (MnO) も1.50%と高く、銅 (Cu) 0.002%であった。TOI-8 流動滓と酷似した成分系を示し、塩基性砂鉄を原料とする製錬滓の成分系といえる。

TOI-10 鋼治滓

① 肉眼観察：平面不整六角形をした1 cm 強ほどの大きさの木炭痕が目立つ鉄滓である。上面と側面の一部が生きてている。上面は平坦気味。破面に残る気孔は多めで、滓内部では木炭が多数ぬり込まれている。椀形鋼治滓の肩部破片と推定される。

② 顕微鏡組織：Photo. 6 ①～③に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO)、淡灰色木ずれ状結晶ファイアライト (Fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$) が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。鋼治滓の晶癖である。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 6 ①に白色粒状結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は444Hv であった。ヴスタイトの文献硬度値の下限を僅かに下回るが、誤差の範囲内でヴスタイト (Wüstite : FeO) に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分が多くてガラス質や脈石成分の少ない成分系である。全鉄分 (Total Fe) 54.50%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.15%、酸化第1鉄 (FeO) 53.43%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 18.03%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 20.80%で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) 2.59%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 1.29%、バナジウム (V) 0.12%と低減した値を示し、酸化マンガン (MnO) も0.13%と低く、銅 (Cu) は0.002%であった。鉄分高く、脈石成分 (TiO_2 、V、 MnO) の低い成分

系で精錬鍛冶津の末期的な成分系である。

TOI-11 炉底津

① 肉眼観察：平面長手の不整三角形をしたややガス質の炉底津である。上面と側面の一部が生きており、上面は楕円に産み、浮とやや鋸を吹いた部分が共存する。下面には明褐色の炉床土が固着する。炉床土は石英や長石を僅かに含んだ粘土質で被熱は弱い。板屋型の精錬鍛冶炉の炉底津に極めて似た特徴を持つ。

② 顕微鏡組織：Photo. 6 ④～⑥に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) と淡灰色木ずれ状結晶ファイアライト ($\text{Fayalite} : 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が基地の暗黒色ガラス質津中に晶出する。イルミナイトの晶出がなく精錬鍛冶津とみてよからう。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 6 ⑦⑧に硬度測定の圧痕を示す。⑦の淡茶褐色多角形結晶の硬度値は789Hv であった。ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) とヘーシナイトの混合組成に同定される。⑧の淡灰色木ずれ状結晶の硬度値は612Hv であった。ファイアライトの文献硬度値の範囲内であり、ファイアライト ($\text{Fayalite} : 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分や脈石成分が少なくてガラス分の多い成分系である。全鉄分 (Total Fe) 33.42% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.14%、酸化第1鉄 (FeO) 36.59%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 6.92% の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 49.35% で、このうちにも塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 2.35% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 3.86%、バナジウム (V) 0.14% と低減した値を示し、酸化マンガン (MnO) も 0.49% と低めで、銅 (Cu) は0.002% であった。精錬鍛冶津の成分系であった。板屋型の精錬鍛冶炉の共通性が確認された。

TOI-12 炉底塊（含鉄）

① 肉眼観察：平面不整五角形をした分厚い含鉄炉底塊片である。側面片側に石英質の石粒を大量に混和する炉堜が僅かに残るほかは全面破砕である。炉底塊端部の通風孔に沿った部位と推測される。炉底土にはひび割れから混入したと推測される砂鉄焼結部が認められる。全体に黒褐色の浮部と赤錆部に加え、酸化土砂が瘤状に固着する。津内部は 3 cm 以下の木炭痕がやや目立ち、中小の不定形な気孔が密集する。

② マクロ組織：Photo. 48 に示す。供試材の切断面で最も金属鉄が認められる部分を選択して顕微鏡試料としている。津中に未凝集の金属鉄が散在する。鉄は白く極低炭素鋼であった。

③ 顕微鏡組織：Photo. 7 ①～③に示す。①は津中に未凝集で散在する金属鉄を示す。フェライト組織の極低炭素鋼であった。津中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)、淡灰色木ずれ状結晶ファイアライト ($\text{Fayalite} : 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が晶出する。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 7 ②③に硬度測定の圧痕を示す。②は金属鉄部分で、硬度値は 80Hv と軟質であった。組織にみあった値である。③は淡茶褐色多角形結晶の硬度値は 620Hv であった。ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) に同定される。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分や脈石成分が多くてガラス分の低下した成分系である。全鉄分 (Total Fe) 49.56% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 1.51%、酸化第1鉄 (FeO) 36.90%、

酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 27.69%の割合であった。散在する金属鉄を反映した値となっている。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 14.52%で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) 2.33%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 15.46%、バナジウム (V) 0.64%と高く、酸化マンガン (MnO) も0.82%と高めで、銅 (Cu) は0.007%であった。塩基性砂鉄を原料とした製錬滓で含鉄炉底塊の成分系といえる。

TOI-13 炉内滓（含鉄）

① 肉眼観察：平面不整五角形をした塊状の含鉄炉内滓である。上下面の一部が生きており側面は破面で、炉底塊端部の可能性が高い。側面では放射割れや黒鉛の滲みが目立つ。破面は木炭痕や木炭そのものが残っており、気孔は大小まちまちで方向も一定しない。

② マクロ組織：Photo. 48に示す。滓中に錆化した鉄粒が多数散在する。

③ 顕微鏡組織：Photo. 7 ④～⑥に示す。④は滓部で淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) と白色微小樹枝状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO)、淡灰色盤状結晶ファイヤライト (Fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$) が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。なお、微細な錆化鉄の痕跡が複数認められる。⑤⑥はややまとまった錆化鉄部分を示す。⑦は木炭の繊維組織である。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 7 ⑧に淡茶褐色多角形結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は785Hvであった。ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) とヘーシナイトの混合組成に同定される。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分が多くてガラス分や脈石成分の低減した成分系である。全鉄分 (Total Fe) 52.07%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.40%、酸化第1鉄 (FeO) 30.79%、錆化鉄含みで酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 39.66%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 18.88%で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) 1.49%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 3.47%、バナジウム (V) 0.40%と低値で、酸化マンガン (MnO) も0.60%と低めの値を示した。また銅 (Cu) は0.002%であった。脈石成分 (TiO_2 、V、 MnO) の低減した値から精錬鍛冶滓に分類される。TOI-11炉底滓と同様、板屋型の精錬鍛冶炉の炉内滓であろう。

TOI-14 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：不整塊状の横方向に伸びた鉄塊系遺物である。表面に酸化土砂や黒鉛の滲みが激しく、表面にははっきりした滓部は確認できない。

② マクロ組織：Photo. 49に示す。ほぼ全面がパーライト素地に針状セメンタイトを析出する過共析組織の鉄塊である。気孔が多数認められ、中央部は大きく空洞化してその周囲から錆化が進行している。

③ 顕微鏡組織：Photo. 8 に示す。①②は表層に付着する滓部で、微細な白色樹枝状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO)、淡灰色微細化結晶ファイヤライト (Fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$) が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。③は鉄中非金属介在物を示す。硫化鉄 (FeS) とステタイトであるがCMA調査の項で詳述する。④～⑨は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織で、パーライト素地に針状セメンタイトを析出する過共析組織であった。高炭素鋼である。滓部の鉱物相から鍛冶系鉄塊系遺物と推定される。精錬鍛冶で成分調整を施された鉄塊である。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 8 ⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑧は板状セメン

タイトの周囲でフェライトが析出した部分で、硬度値は221Hvであった。⑨はパーライト部分で硬度値は203Hvであった。それぞれ組織に見合った値である。

⑤ CMA 調査：Photo. 65に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）中央の微小黄褐色異物には硫黄（S）に白色輝点が集中し、その周囲をとりまくように磷（P）の集中が認められる。定量分析値は111.9%FeO-13.3%S-15.0%P₂O₅であった。中央の微小遺物は硫化鉄（FeS）で、その周囲を Fe-Fe₃C-Fe₃P 三元系共晶のステタイト（Steadite）が分布する。高炭素鋼も銑鉄に近いものの介在物形態である。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系であった。全鉄分（Total Fe）72.01%に対して、金属鉄（Metallic Fe）33.76%、酸化第1鉄（FeO）19.82%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）32.66%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）5.53%と僅かで、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）0.47%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）0.28%、バナジウム（V）0.02%など激少し、酸化マンガン（MnO）も0.01%と低く、銅（Cu）は0.004%であった。なお、炭素（C）が1.10%と金属鉄組織から推定される炭素含有量とほぼ対応する値を示した。

砂鉄特有成分を含有することから、砂鉄を始発原料とする鍛冶系鉄塊系遺物に分類されよう。

TOI-15 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面不整梢円形をした偏平な鉄塊系遺物である。表面には薄く酸化土砂が固着、外周部の鏽化も進んでいる。また表面からははっきりした津部は確認されない。津から分離したか炉外に流出した炭素量が高めの鉄塊であろう。

② マクロ組織：Photo. 49に示す。大半が片状黒鉛を析出するねずみ鉄であるが、外周側に局部的に急速冷却による白鉄組織が認められる。やや不定形の気孔が散在するが、まとまりのよい鉄塊である。津の付着はなさそうである。

③ 顕微鏡組織：Photo. 9 ①～③に示す。①の中央は鉄中非金属介在物である。微小黄褐色異物は硫化鉄（FeS）で、その周囲に不定形の Fe-Fe₃C-Fe₃P 三元系共晶のステタイト（Steadite）が存在する。②③は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織を示す。パーライト基地に針状フェライトを混じ片状黒鉛を析出するねずみ鉄である。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 9 ③に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は294Hvであった。パーライト基地の硬度値なので妥当なところである。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系である。全鉄分（Total Fe）80.77%に対して、金属鉄（Metallic Fe）59.98%、酸化第1鉄（FeO）10.58%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）17.97%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）4.42%と僅かで、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）は0.16%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）0.16%、バナジウム（V）0.01%は低値で、酸化マンガン（MnO）も0.01%と低く、銅（Cu）は0.003%であった。なお、炭素（C）は2.68%と金属鉄組織から推定される炭素含有量とほぼ対応する値を示した。

砂鉄特有成分を僅かに含有することから、砂鉄を始発原料とする鉄塊系遺物と考えられる。純度の良い鉄塊であり津部の付着が認められず、製錬系か鍛冶系かの確認はできなかった。

TOI-16 鉄塊系遺物

- ① 内眼観察：平面不整勾玉状をしたやや偏平な鉄塊系遺物である。上下面とも中央部が膨らみを持ち、長輪片側に向かって流動化はじめている。表裏面には薄く酸化土砂が付着する。
- ② マクロ組織：Photo.50に示す。全面片面状黒鉛が析出するねずみ鉄である。中小の気孔が散在するが、まとまりのよい鉄塊である。表皮スラグの付着も多くは認められない。
- ③ 観微鏡組織：Photo. 9 ④～⑧に示す。④は鉄塊表層に僅かに付着する滓部を示す。暗黒色ガラス質津中に白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）が晶出する。製錬津の晶癖である。⑤は中央の黄褐色異物は硫化鉄（FeS）で、その周囲には不定形の Fe-Fe₃C-Fe₃P 三元系共晶のステダイト（Steadite）が存在する。⑥～⑧は金属鉄を 5 % ナイタルで腐食して現れた組織で、パーライト基地に初折セメンタイトとフェライト片状黒鉛を析出するねずみ鉄である。
- ④ ピッカース断面硬度：Photo. 9 ⑦⑧に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑦はパーライト素地に、板状セメンタイト及びその周囲にフェライトが析出した箇所で、硬度値は 229 Hv であった。また、⑧はパーライト部分で硬度値は 250 Hv であった。組織に見合った値である。
- ⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系である。全鉄分（Total Fe）67.22 % に対して、金属鉄（Metallic Fe）31.53%、酸化第 1 鉄（FeO）16.53%、酸化第 2 鉄（Fe₂O₃）32.66% の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は 8.84 % と低く、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）0.38 % を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）0.22%、バナジウム（V）0.02% でこれも少なく、酸化マンガン（MnO）も 0.01% と低値であった。銅（Cu）は 0.005 % である。炭素（C）は 2.82 % で金属鉄組織から推定される炭素含有量とほぼ対応する値を示した。

高温生成物であるイルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）が晶出しており、塩基性砂鉄を原料とし、炉内の高温域で生成した製錬系鉄塊系遺物と推定される。ほぼ全面ねずみ鉄組織なので、炉内で徐冷された可能性が高い。

TOI-17 鉄塊系遺物

- ① 内眼観察：平面不整五角形をした厚板状の鉄塊系遺物である。表面に粉炭の混じった酸化土砂がやや厚く付着する。上面が平坦気味で、下面是やや椀形気味である。はっきりした滓部は確認できない。
- ② マクロ組織：Photo.50に示す。全面亜共晶組成白鉄鉄の鉄塊である。細かい気孔が散在するがまとまった鉄塊である。滓の付着は認められない。
- ③ 観微鏡組織：Photo.10 ①～③に示す。①は鉄中非金属介在物で、中央の黄褐色微細異物は硫化鉄（FeS）である。②③は金属鉄を 5 % ナイタルで腐食して現れた組織である。全面亜共晶組成白鉄鉄であった。白色部は板状セメンタイト、黒色部はオーステナイトから変化したパーライト、蜂の巣状の部分はセメンタイトとオーステナイトの共晶のレデブライトである。
- ④ ピッカース断面硬度：Photo.10 ③に硬度測定の圧痕を示す。板状セメンタイト部分で、硬度値は 1037 Hv であった。組織にみあった値である。
- ⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系である。全鉄分（Total Fe）65.09 % に対して、金属鉄（Metallic Fe）27.85%、酸化第 1 鉄（FeO）12.30%、錆化鉄を多く含み酸化第 2

鉄 (Fe_2O_3) 39.58% の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 10.25% と低値で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) を 0.58% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 0.07%、バナジウム (V) 0.01%、酸化マンガン (MnO) も 0.01% と低値で、銅 (Cu) は 0.003% であった。また、炭素 (C) は 2.15% と組織から推定される含有炭素量と対応する値を示した。

TOI-18 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：上下 2 段に重なったような鉄塊系遺物である、上下面は生きており側面 3 面は破面である。上半部は薄皮状に伸びた流動状で、黒錆の滲みや酸化液が日立ち、各所が光っている。下半部はやや厚手で断面楕形を呈する。

② マクロ組織：Photo. 51 に示す。外周部には白色粒状結晶ワスタイト ($Wustite : FeO$) が凝集して晶出する辺部の付着が認められる。更に鉄部内にも同質の津を捲んでいる。また、鉄部は津と接触する部分で脱炭されて低炭素域となっている。

③ 顯微鏡組織：Photo. 10④～⑧・11 に示す。Photo. 10④ は表面の津部で、白色粒状結晶ワスタイト ($Wustite : FeO$) が凝集気味に晶出する。鍛冶津の晶癖といえる。Photo. 10⑤～⑧・11 は金属鉄を 5 % ナイタルで腐食して現れた組織を示す。フェライトにごく微量のパーライトが析出する極低炭素鋼から、パーライト素地に針状セメンタイトが析出する過共析鋼までの偏析が認められる。マクロ組織の項で述べたように、津と触れる部分で脱炭されたと考えられる。成分調整の精錬鍛冶を経てきた鉄塊系遺物であった。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 11③～⑨ に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。③はフェライト部分で硬度値は 125Hv であった。また④は針状フェライトに少量のパーライトが析出する個所で硬度値は 135Hv、⑤はフェライトとパーライトの面積率がほぼ等しい個所で硬度値は 202Hv であった。⑥はパーライト素地にフェライトが析出する個所で硬度値は 193Hv、⑦は全面パーライトの共析組織で 285Hv。⑧は不完全球状セメンタイト化した個所で 196Hv、⑨はパーライト素地に針状セメンタイトとその周囲をフェライトが囲む個所で 241Hv であった。それぞれの組織に対応した硬度値である。

⑤ CMA 調査：Photo. 66 に津部の鉱物相の特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) に 4・5 の番号をつけた白色粒状結晶は鉄 (Fe)、酸素 (O) に白色輝点が集中し、定量分析値は 4 が 98.5% FeO、5 が 104.7% FeO であった。ワスタイト ($Wustite : FeO$) に同定される。6 の番号をつけた素地部分は $40.0\% SiO_2 - 9.3\% Al_2O_3 - 13.8\% CaO - 6.3\% K_2O - 23.9\% FeO - 4.5\% P_2O_5$ であった。珪酸塩と繊維状のファイアライト ($Fayalite : 2FeO \cdot SiO_2$) の混合組成であろう。なお磷 (P) の固溶が認められる。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。錆化鉄部分の分析である。全鉄分 (Total Fe) 55.42% に對して、金属鉄 (Metallic Fe) 2.83%、酸化第 1 鉄 (FeO) 24.29%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 48.20% 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 15.49% で、このうちに塩基性成分 ($CaO + MgO$) 1.23% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 0.19%、バナジウム (V) 0.01% で、酸化マンガン (MnO) は 0.02%、銅 (Cu) 0.006% であった。

TOI-19 再結合滓

① 肉眼観察：巨大な再結合滓から割り取った厚板状の再結合滓の破片である。大きく分けて上半部は木炭片を主体とし、下半部は土砂が再結合した状態である。

② マクロ組織：Photo.51に示す。焼結砂鉄が大半を占め、木炭片も複数認められる。また僅かに製錬滓片も混入する。

③ 顕微鏡組織：Photo.12に示す。①～⑦は焼結砂鉄で⑧⑨は滓化が進行しており、⑩～⑫は粒内に微小金属鉄粒が晶出している。⑩は製錬滓片で、暗黒色ガラス質中に淡褐色片状結晶シュードブルーカイト ($\text{Pseudobrookite} : \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$) が晶出する。⑪は木炭粉の組織を示す。この再結合滓は製鉄炉近くの作業空間で二次的に堆積形成された酸化土砂であり、このように製鉄関連の微細遺物を含藏する。

TOI-20 木炭

① 肉眼観察：広葉樹の墨炭で、炭化はやや甘日ながら半焼きより進んでいるとみられる。送付試料のうち20-1・2・3を調査の対象とした。

② 走査型電子顕微鏡組織：Photo.82に20-1、Photo.83に20-2、Photo.84に20-3の組織を示す。

③ 性状調査：Table. 3に示す。20-1・2・3をあわせて供試材としている。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57.95%に留まった。また灰分は2%以下が正常であるところが6.13%と多く、発熱量も5750cal/gと低値となった。本来は7000cal/g程度は確保できるはずである^(注5)。なお揮発分は35.92%とこれも多い。鉄製錬で有害元素となる硫黄 (T.S.) は0.01%、灰中磷 (P) は0.038%といずれも低値であった。

小結

I 区の中世に比定される出土製鉄・鍛冶関連遺物の調査結果、次の点が明らかになった。

〈1〉出土鉄滓は塩基性砂鉄を始発原料とする製錬滓 (TOI-7・9・15)、及び後続作業である生成された製錬系鉄塊の不純物除去や成分調整で派生した精錬鍛冶滓 (TOI-3・6・9・10・13) に分類される。よって、当遺跡ではこの時期、製鉄～精錬鍛冶工程が一貫して行われたと推定される。

なお、製錬滓の化学組成を見ると二酸化チタン (TiO_2) 14.56～18.85%、バナジウム (V) 0.37～0.73%、酸化マンガン (MnO) 0.82～1.60%と今まで調査を行った志津見ダム建設予定地内製鉄遺跡出土製錬滓と類似した傾向を示す。また長老畠遺跡の調査で既述した酸化マンガン (MnO) の高値傾向が当遺跡でも共通して認められる。やはり、在地に賦存する砂鉄を原料としたと推定できる。

製錬滓の鉱物組成はウルボスピネル ($\text{Uvöspinel} : 2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)、ファイヤライド ($\text{Fayalite} : 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) 構成が主体であるが (TOI-7・8・12)、イルミナイト ($\text{Ilmenite} : \text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) の晶出 (TOI-9) も認められる。操業時少なくとも送風孔近傍で局部的な高温域は保たれ、高炭素系の鉄塊も生成されたものと考えられる。

〈2〉 鉄塊系遺物 (TOI-14~18) は表層に固着する滓部の鉱物組成から、製錬系 (TOI-16) と、鍛冶系 (TOI-14・18) の両者が確認された。また、組織的には偏析の大きい亜～過共析鋼 (TOI-18)、過共析鋼 (TOI-14)、鉄塊 (TOI-15~17) であった。いずれもある程度まとまつた鉄部が確認できる。遺跡に残された試料ではあるが、製錬炉で生成され鍛冶原料鐵となった鉄塊の性格をある程度反映するものと想定される。

〈3〉 製錬炉炉壁 (TOI-1) の耐火度は1360°Cであった。志津見ダム建設予定地内製錬遺跡出土炉壁片としてはやや低めの値であるが、操業時期により要求される耐火性の推移を反映するものか今後の検討課題である。

(2) II 区出土遺物

TOI-21 楠形鍛冶滓

① 肉眼観察：平面不整半円形をした盤状の楕形鍛冶滓片である。上下面は生きており側面は一部を除き破面である。上面には1~2cm大の木炭痕による凹凸が顕著である。側面から平坦気味の底面には1cm大以下の木炭痕が目立つ。鋸の調子からかつては小さな鉄粒が含まれていた可能性もあるが現状では完全に銹化している。

② 顕微鏡組織：Photo.13①~③に示す。白色粒状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO) が基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は微かに微小析出物 (Fe-Ti 化合物) が認められる。鍛冶滓の晶癖である。

③ ピッカース断面硬度：Photo.13①に白色粒状結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は519Hvとヴスタイトの文献硬度値の上限を僅かに上回るが、粒内析出物の影響や、測定時の亀裂による誤差などが考えられる。ヴスタイトといえよう。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分高く、脈石成分 (TiO_2 、V、 MnO) の低減した成分系である。全鉄分 (Total Fe) 54.12%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 0.21%、酸化第1鉄 (FeO) 58.70%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 11.84%の割合であった。ガラス質成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) 23.36%で、このうち塩基性成分 ($CaO + MgO$) 3.54%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 2.32%、バナジウム (V) 0.14%と低めで、酸化マンガン (MnO) も0.20%と低下して銅 (Cu) は0.005%であった。塩基性砂鉄を原料とした鉄素材の不純物除去や成分調整の際排出された精錬鍛冶滓に分類される。

TOI-22 鍛冶滓

① 肉眼観察：不定形な流動滓の破片である。上面は光沢のある流動状、側面から下面には不規則な木炭痕が残る。滓は緻密で微細な気孔が僅かに認められる。

② 顕微鏡組織：Photo.13④~⑧に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$)、白色粒状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO)、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライド (Fayalite : $2FeO \cdot SiO_2$) が素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。また、僅かに微小金属鉄粒が晶出する。精錬鍛冶滓の晶癖である。

③ ピッカース断面硬度：Photo.13⑦⑧に硬度測定の圧痕を示す。⑦の淡茶褐色多角形結晶の硬度値は709Hvで、ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2FeO \cdot TiO_2$) とヘーシナイトの混合組成に同定さ

れる。⑧の白色粒状結晶の硬度値は461Hvで、ヴスタイト(Wüstite: FeO)に同定される。

④ CMA 調査: Photo. 67に鉄洋の各種鉱物相の特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP(反射電子像)に7の番号をつけた淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は68.5%FeO-18.6%TiO₂-12.4%Al₂O₃であった。ウルボスピネル(Ulvenspinel: 2FeO·TiO₂)とヘーシナイト(Hecynite: FeO·Al₂O₃)の混合組成と同定される。また8の暗黒色ガラス素地部分は40.6%SiO₂-16.6%Al₂O₃-10.5%CaO-5.5%K₂O-2.2%Na₂O-23.6%FeOであった。珪酸塩と微細なファイアライト(Fayalite: 2FeO·SiO₂)の混合組成である。9の淡灰色木ずれ状結晶の定量分析値は69.3%FeO-31.3%SiO₂であった。ファイアライト(Fayalite: 2FeO·SiO₂)に同定される。10は粒状結晶を鉆内のエリアで測定したもので、92.3%FeO-2.3%TiO₂の値から僅かにチタン(Ti)を固溶したヴスタイト(Wüstite: FeO)に同定される。11の番号をつけた粒状結晶も94.1%FeO-5.4%TiO₂で同じくチタン含みヴスタイト(Wüstite: FeO)に同定される。

⑤ 化学組成分析: Table. 2に示す。全鉄分(Total Fe) 53.36%に対して、金属鉄(Metallic Fe) 1.10%、酸化第1鉄(FeO) 57.84%、酸化第2鉄(Fe₂O₃) 10.44%の割合であった。ガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 22.96%で、このうちに塩基性成分(CaO+MgO) 3.00%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO₂) 5.56%、バナジウム(V) 0.37%は低下して、酸化マンガン(MnO)も同様に少なく0.42%、銅(Cu) 0.002%であった。脈石成分の減少は精錬鍛冶滓に分類される。

TOI-23 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 表面に土砂が厚く固着する鉄塊系遺物である。上面片側には淡い赤褐色の炉床土が、中央付近には5mm以下の粉炭がやまとまって固着する。内部から黒錫が滲み、放射割れも激しい。

② マクロ組織: Photo. 52に示す。不定形の気孔が多数認められるものとまとった鉄塊である。亜共析鋼(0.77%C以下)であるが炭素含有量はバラツキをもつ。下方表層部は浸炭傾向にある。

③ 顕微鏡組織: Photo. 14・15に示す。Photo. 15①は表面に僅かに付着する漆部である。素地の暗黒色ガラス質滓中に白色微小樹枝状結晶ヴスタイト(Wüstite: FeO)が晶出する。②は付着木炭である。Photo. 14①は鉄中非金属介在物を示す。珪酸塩系であるが鉱物相についてはCMA調査の項で詳述する。Photo. 14②～⑥・15③～⑨は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織である。フェライトにごく微量のパーライト組織を析出する個所からほぼ全面パーライトに近い個所までの偏析がある。組織から推定される炭素含有量は0.1%以下から0.7%程度のばらつきをもつ。また局部的に針状フェライト・パーライトの過熱組織からマルテンサイトらしき組織まで認められる。とにかく偏析の大きい鉄塊であった。

④ ピッカース断面硬度: Photo. 15③～⑨に硬度測定の圧痕を示す。③はフェライト素地に微量パーライトが析出する組織で硬度値は87Hvであった。④⑤はフェライト・パーライト組織で④の硬度値は116Hv、⑤の硬度値は140Hvを呈する。また⑥⑦はパーライト部分で、⑥の硬度値は190Hv、⑦の硬度値は171Hvとなる。⑧⑨はパーライト及びマルテンサイトからなる組織で、⑧の硬度値は346Hv、⑨の硬度値は596Hvであった。

⑤ CMA 調査: Photo. 68に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。特性X線像を

みると、介在物中の微小晶出物には鉄(Fe)、珪素(Si)に白色輝点がみられる。またCOMP(反射電子像)中の枠内のエリアでの定量分析値は63.0% FeO-23.3% SiO₂-6.9% Al₂O₃-3.8% CaO-1.6% MgO-2.7% K₂Oであった。ファイヤライト(Fayalite: 2FeO·SiO₂)の微小結晶と素地の珪酸塩との混合組成と推定される。

⑥ 化学組成分析: Table. 2に示す。全鉄分(Total Fe) 56.81%に対して、金属鉄(Metallic Fe) 4.99%、酸化第1鉄(FeO) 11.64%、鋳化鉄含みで酸化第2鉄(Fe₂O₃)が大半を占めて61.16%の割合であった。ガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 11.49%で、このうちにも塩基性成分(CaO+MgO) 0.69%を含む。鋳化鉄主体で脈石成分少なく砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO₂) 0.28%、バナジウム(V) 0.02%など少なく、また酸化マンガン(MnO) 0.02%、銅(Cu) 0.007%であった。塩基性砂鉄を始発原料とする鍛冶系鉄塊系遺物の成分系といえる。

TOI-24 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 平面不整梢円形をした背の高い楕形断面形を呈する鉄塊系遺物である。比重が大きくほとんどが鉄部の可能性を持つ。短軸片側の肩部には、斜め下に向かい幅1.6cm程の円弧状の断面形を持つ工具痕が残されている。

② マクロ組織: Photo. 52に示す。0.2~0.3mm前後の気孔が多数発生するが、まとまりの良い鋳鉄塊であった。

③ 顕微鏡組織: Photo. 16に示す。①~③は付着酸化土砂中の鍛造剥片である。なお②の右下隅には白色粒状結晶ワストイト(Wüstite: FeO)の晶出する鍛治滓片の付着が認められる。④~⑨は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織である。全面亜共晶組成白鋳鉄組織の鉄塊であった。

④ ピッカース断面硬度: Photo. 16⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑧はパーライト部で硬度値は215Hv、⑨はレデブライト部分で硬度値は620Hvであった。組織に対応した値である。

⑤ 化学組成分析: Table. 2に示す。鋳化鉄を多く含む分析試料で脈石成分は少ない。全鉄分(Total Fe) 59.60%に対して、金属鉄(Metallic Fe) 17.54%、酸化第1鉄(FeO) 24.40%、酸化第2鉄(Fe₂O₃) 33.02%の割合であった。ガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 11.68%で、このうちにも塩基性成分(CaO+MgO) 0.61%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO₂) 0.29%、バナジウム(V) 0.01%、また酸化マンガン(MnO) 0.03%、銅(Cu) 0.004%であった。

塩基性砂鉄を始発原料とする鉄塊系遺物の成分系といえるが、表皮スラグや捲込みスラグなどが認められず鍛錬系か鍛冶系かの判断はできなかった。ただし、鋳化鉄部分も含め、表層まで白鋳鉄組織で脱炭などの組織的な変化がみられないことから、鍛冶炉での熱影響を受ける以前の状態であった可能性は高いと考えられる。

TOI-25 楕形鍛冶滓

① 肉眼観察: 平面不整六角形に近い楕形鍛冶滓破片である。上面と側面の一部と底面にかけては生きている。他は1~2cm大的木炭痕の激しい破面である。楕形鍛冶滓の肩部破片と推定される。滓は微細な気孔が多い。

② 顯微鏡組織：Photo. 17①～③に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ヴスタイト（Wüstite : FeO）と淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が基地の暗黒色ガラス質津中に晶出する。なお、ヴスタイト粒内には微小析出物が認められる。精錬鍛冶津の晶癖である。

③ CMA 調査：Photo. 63に鉱物相の特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）に 12 の番号をつけた淡灰色木ずれ状結晶は鉄（Fe）、珪素（Si）に白色輝点が集中し、定量分析値は 67.9% FeO - 31.6% SiO₂ - 3.8% MgO であった。ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）に同定される。なお僅かにマグネシウム（Mg）を固溶する。白色粒状結晶内の微小析出物はチタン（Ti）に白色輝点が集中する。白色粒状結晶中の微小析出物が多く認められる 5 μ 平方範囲に 13 の番号をつけて定量値を測定したところ、101.3% FeO - 2.2% TiO₂ - 1.4% Al₂O₃ であった。粒状結晶はヴスタイト（Wüstite : FeO）に同定され、粒内微小析出物は Fe-Ti 化合物及び FeO·Al₂O₃ の混合組成と推定される。なお 15 の番号をつけた白色粒状結晶でも 102.7% FeO - 1.2% TiO₂ - 0.6% Al₂O₃ と近似する値を示した。14 の番号をつけたガラス質素地部分では 40.5% SiO₂ - 16.7% Al₂O₃ - 12.5% CaO - 4.4% K₂O - 2.0% Na₂O - 22.8% FeO であった。珪酸塩とファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）の微小結晶の混合組成といえよう。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）59.60% に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.27%、酸化第 1 鉄（FeO）48.57%、酸化第 2 鉄（Fe₂O₃）26.99% の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）19.57% で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）3.14% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）1.27%、バナジウム（V）0.08% など少なく、酸化マンガン（MnO）は 0.15%、銅（Cu）0.001% であった。塩基性砂鉄を始発原料とする精錬鍛冶津の成分系である。

TOI-26 再結合津（含鉄）

① 肉眼観察：平面不整梢円形をした再結合津の破片である。上面以外は破面。鍛冶関連の微細遺物が多量に含まれている。

② マクロ組織：Photo. 53 に示す。津片や木炭片、粒状津や鍛造剥片が多数認められる。津片はほとんどが鍛冶津片に分類されるが、ごく僅かに製錬津片も認められる。また、鍛造剥片の混入は顕著で厚さは 0.02~0.25mm 程の幅を持ち、内層ヴスタイトは粒状の結晶粒を保つものから非晶質化したものまで確認された。

③ 顯微鏡組織：Photo. 17④～⑧に示す。④は鍛造剥片が多数まとまって検出された。⑤⑥は厚手で内層ヴスタイトが明瞭に粒状の結晶粒を保つ鍛造剥片と、径 0.1mm 程で白色多角形結晶マグネットайт（Magnetite : Fe₃O₄）が一面に晶出する粒状津を示す。⑦は淡褐色片状結晶シュードブルーカイト（Pseudobrookite : Fe₂O₃·TiO₂）、白色針状結晶イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）が素地の暗黒色ガラス質津中に晶出する製錬津片である。⑧は白色粒状結晶ヴスタイト（Wüstite : FeO）、及び僅かに微小淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Uvöspinel : 2FeO·TiO₂）、微小淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が晶出する精錬鍛冶津片である。

ほぼ鍛冶関連の微細遺物で構成される再結合津であった。僅かに製錬津片がみられたのは、鍛冶原料鉄である製錬系鉄塊系遺物の表面に付着した津を落とした際の破片と想定される。

TOI-27 炉壁

① 肉眼観察：薄板状の平板な鍛冶炉内面から剥落した炉壁片である。内面のみ生きており、側面全面が破面、表面は剥離面である。内面は灰白色に津化気味で、1cm前後の木炭痕がやや目立つ。炉壁胎土は粉殻を交えた粘土と砂粒を混和してある。

② 顕微鏡組織：Photo. 18①～⑤に示す。①は内面の表層部が溶融ガラス化中に鉄化鉄を残す。②も内面表層で、ガラス質に微小析出物が認められる。③は被熱胎土で、粘土鉱物（Cerisite）が熱影響を受けて非晶質化しかかっている。④は炉壁中間層部の溶融層で、鍛冶炉内面を補修中に混入したものと推定される。⑤は表面側の胎土部分で鱗片状の粘土鉱物中に角張った形状の石英粒が多数混在する。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。強熱減量（Ig loss）2.78%と熱影響を受けて結晶構造水の多くが飛散した状態での分析である。鉄分（Fe₂O₃）16.17%は胎土中の鉄分のみでなく、鉄化鉄粒を含む値といえる。二酸化珪素（SiO₂）は43.68%、酸化アルミニウム（Al₂O₃）が15.62%と共に低く耐火性に不利である。また塩基性成分（CaO+MgO）が逆に4.30%と高めで異常値となり、これらが耐火性にはマイナスに働くと考えられる。

⑤ 耐火度：胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片を作り、1分間当たり10°Cの速度で温度上昇させ、変化が起ると4°Cに界温速度をおとし、試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度が1130°Cであった。該期の鍛冶炉炉壁としてはやや耐火性の低い性状である。本来の胎土成分の測定値でないので、参考値に止めるべきであろう。

TOI-28 鍛冶滓

① 肉眼観察：平面不整六角形をした鍛冶滓片である。上面は生きており、側面1面と下面にかけての都合2面が破面である。色調は暗褐色で、破面には気孔が多少認められるものの、鍛冶滓としては比較的緻密である。

② 顕微鏡組織：Photo. 18⑥～⑧に示す。鉱物組成は白色粒状結晶ウスタイト（Wüstite : FeO）、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。鍛冶滓の晶癖である。

③ ピッカース断面硬度：Photo. 18⑥に白色粒状結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は493Hvであった。ウスタイト（Wüstite : FeO）に同定される。

④ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）53.34%に対して、金属鉄（Metallic Fe）0.43%、酸化第1鉄（FeO）58.63%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）10.49%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）27.60%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）4.21%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）1.21%、バナジウム（V）0.09%は低減し酸化マンガン（MnO）は0.15%、銅（Cu）0.001%であった。精錬鍛冶滓の末期的成分系であろう。

TOI-29 鍛冶滓（含鉄）

① 肉眼観察：平面不整合形をした含鉄の鍛冶滓である。上面の滓は流動状で、側面には木炭痕がやや強く、塊状の底面は木炭痕と炉壁上の圧痕が共存する。滓はやや緻密で、黒鉄の滲んだ含鉄

部が各所に点在する。

② マクロ組織：Photo.53に示す。不定形のごく小さな鉄部が数点淬中に散在する。鉄部は未凝集のフェライト粒から亜共析組織までが認められる。鍛冶処理中の淬への落下鉄粒である。

③ 観微鏡組織：Photo.19に示す。①は淬表面に付着する鍛造剥片である。②は淬部で、微細な淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）、白色粒状結晶ヴスタイト（Wüstite : FeO）、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト（Fayalite : $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）が基地の暗黒ガラス質淬中に晶出する。精鍛鍛冶淬の晶癖である。④は鉄中非金属介在物を示す。鉱物相についてはCMA調査の項で詳述する。⑤～⑨は金属鉄を5%ナイトで腐食して現れた組織である。鉄部の多くは亜共析組織で、針状フェライトを呈する過熱組織（Over Heated Structure）が認められる。含有炭素量の高い部分ではほぼ全面バーライトの共析組織に近い個所もみられる。

④ ピッカース断面硬度：Photo.19⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑧は針状フェライト・バーライト部分で硬度値は120Hvであった。⑨はバーライト部分で硬度値は183Hvである。後者は組織に対してやや低値で現われている。

⑤ CMA調査：Photo.70に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）に17の番号をつけた柱状結晶の定量分析値は $82.5\%\text{FeO}-12.3\%\text{SiO}_2-4.7\%\text{Al}_2\text{O}_3-3.1\%\text{TiO}_2$ であった。結晶形態からみるとファイヤライト（ $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）系にみえるが珪酸分が不足する。ヘーシナイト（ $\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ）などとの混合組成であろう。

次にCOMPの18の番号がついた暗黒色ガラス質部分である。白色輝点は珪素（Si）に強く集りし、定量分析値は $42.9\%\text{SiO}_2-10.7\%\text{Al}_2\text{O}_3-7.1\%\text{CaO}-1.4\%\text{MgO}-3.5\%\text{K}_2\text{O}-1.4\%\text{Na}_2\text{O}$ 組成で珪酸塩である。これに35.0%FeOが加わるのは微細結晶のファイヤライト（ $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）の析出であろう。

⑥ 化学組成分析：Table.2に示す。鉄分多くガラス分の少ない成分系である。全鉄分（Total Fe）53.55%に対して、金属鉄（Metallic Fe）4.00%、酸化第1鉄（FeO）31.47%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）35.87%の割合であった。散在する鉄部を反映した値となった。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18.47%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）2.10%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）2.32%、バナジウム（V）0.15%であった。酸化マンガン（MnO）は0.15%、銅（Cu）0.004%など微量を含む。精鍛鍛冶淬の成分系であった。

TOI-30 梗形鍛冶淬

① 肉眼観察：平面不整梢円形をした分厚い中型の梗形鍛冶淬である。上面は中央が僅かに盛り上がりしており、端部の一部が抉れるように窪んでいる。これは羽口先に接する可能性を持つ。裏面は1.5cm以下の木炭痕が密集し、内部にも木炭痕がみられ気孔も多い。メタル度はM（◎）中であるが、表面からその位置ははっきりしない。

② マクロ組織：Photo.54に示す。0.3～2.3mm程度の気孔を散発させるが緻密質の鍛冶淬である。風化によるものか亀裂が多く認められる。白色粒状結晶には大きな偏析はない。採取した供試材には鉄部は認められなかった。

③ 観微鏡組織：Photo.20①～③に示す。鉱物組成は淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）、白色粒状結晶ヴスタイト（Wüstite : FeO）、淡灰色木ずれ状結晶ファ

イヤライト (Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が基地の暗黒色ガラス質津に晶出する。なお、ヴスタイト粒内には微小析出物が認められる。精錬鍛冶滓の晶癖である。

④ ピッカース断面硬度: Photo. 20①に白色粒状結晶の硬度測定の圧痕を示す。硬度値は554Hvであった。ヴスタイトの文献硬度値の上限を上回るが、粒内析出物による硬化や測定時の亀裂の影響などが考えられる。ヴスタイト (Wüstite : FeO) といえようが、場合によってはマグネタイトの可能性をもつ。

⑤ 化学組成分析: Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 54.10%に対し、金属鉄 (Metallic Fe) 0.21%、酸化第1鉄 (FeO) 51.16%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 20.15%の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 19.58%で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 3.05%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 4.27%、バナジウム (V) 0.28%、酸化マンガン (MnO) は0.31%、銅 (Cu) 0.001%であった。脈石成分 (Ti, V, Mn) を少量含むので精錬鍛冶滓に分類される。

TOI-31 鉄塊系遺物

① 肉眼観察: 平面不整台形をしたやや比重の高い鉄塊系遺物である。上面は緩やかな膨らみを持ち、底面は橋状を呈する。放射割れが顕著で、脱落しかかっている部分も多い。はっきりとした津部は認められない。

② マクロ組織: Photo. 55に示す。全体に錆化が進行して錆部と金属鉄の共析鋼 (0.77%C) レベルのものが混在する。残存する金属鉄は急冷による焼入れ組織を呈している。

③ 顕微鏡組織: Photo. 20④-⑧に示す。④は僅かに付着する津部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)、白色微小樹枝状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO)、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト (Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が基地の暗黒色ガラス質津中に晶出する。製錬滓炉底塊の晶癖である。精錬鍛冶の原料となる荒鉄であろう。⑤-⑧は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織である。素地は針状組織を呈するマルテンサイトで、局部的に旧オーステナイト粒界に沿って微細パーライトが結節状に析出している。このことから一部パーライト組織が析出しかかった温度域から急冷されたと推定される。製錬炉から取り出された炉底塊 (含鉄) は金池などに投入された可能性をもつ。

④ ピッカース断面硬度: Photo. 20⑦⑧に硬度測定の圧痕を示す。⑦は旧オーステナイト粒界に沿って析出した微細パーライト部分で、硬度値は418Hv、⑧はマルテンサイト部分で硬度値は838Hv であった。両者は組織に見合った値である。

⑤ CMA 調査: Photo. 71に付着する津部の特性X線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) に45の番号をつけた多角形結晶の定量分析値は70.1%FeO-24.6% TiO_2 -5.3% Al_2O_3 であった。ウルボスピネル (Ulvöspinel : $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) とヘーシナイト (Hercynite : $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) の混合組成と同定される。46の番号をつけた樹枝状結晶は96.1%FeO-4.3% TiO_2 であった。ヴスタイト (Wüstite : FeO) に同定される。なお僅かにチタンの固溶が認められる。47の番号をつけた範囲での定量分析値は70.9%FeO-11.1% SiO_2 -2.1% Al_2O_3 -1.2% TiO_2 であった。微細なファイヤライト (Fayalite : $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) と素地の珪酸塩の混合組成である。48の番号をつけた範囲の定量値は63.5%FeO-20.0% SiO_2 -4.1% Al_2O_3 -1.0% CaO -1.3% MgO -4.7% TiO_2 であった。これも大局

的には前述した47と同系の鉱物相といえる。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系であった。全鉄分（Total Fe）68.00% に対して、金属鉄（Metallic Fe）22.76%、酸化第1鉄（FeO）12.29%、錆化鉄が多くて酸化第2鉄（Fe₂O₃）51.02% の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）7.15% と低値で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）も少量の0.54% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）0.69%、バナジウム（V）0.04% は低減し酸化マンガン（MnO）も0.05% と減少している。銅（Cu）は0.008% であった。錆化鉄主体の成分で脈石成分は鉄滓と違って減少傾向にある。鉄塊の炭素量は0.7% であったが、これは有機物含みであって現実にはもう少し低値となろう。

TOI-32 含鉄鉄滓

① 肉眼観察：平面長手の不整台形をしたやや分厚い含鉄鉄滓である。全体に粉炭を含む酸化土砂に覆われた地の観察が難しい。隙間や木炭痕が大きく、各所が瘤状に盛り上がっている。部分的に明らかな滓部が確認される。含鉄部の錆化は著しく、鉄と滓の分離が悪く混在した試料と考えられる。

② マクロ組織：Photo. 56に示す。鉄部は気孔が多く、その周囲から錆化が進行しているが、本来はかなり纏まりのある鉄部であった。

③ 顕微鏡組織：Photo. 21に示す。①は付着する滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）、淡褐色片状結晶シードブルーカイト（Pseudobrookite : Fe₂O₃·TiO₂）、淡灰色微細結晶ファイアライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。高温操業の砂鉄製錆滓の晶癖である。②～⑨は金属鉄を5% ナイタルで腐食して現れた組織でフェラライト基地にパーライトが析出する亜共析組織から、ほぼ全面パーライトの共析組織に近い部分まで認められた。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 21⑧⑨に硬度測定の圧痕を示す。⑧の硬度値は142Hv、⑨の硬度値は115Hv であった。両者は炭素量が0.15% 以下の軟鋼クラスであって、硬度値は妥当な値である。

⑤ CMA 調査：Photo. 72に滓部の鉱物相の特性X線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）に37の番号をつけた多角形結晶の定量分析値は48.8% FeO-28.2% TiO₂-2.2% MnO であった。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）に同定される。38は素地部分で定量分析値は47.0% SiO₂-10.7% Al₂O₃-5.1% CaO-2.5% MgO-2.3% K₂O-22.5% FeO-10.3% TiO₂ であった。素地の珪酸塩と微小木ずれ状結晶ファイアライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）、針状結晶イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）などの混合組成といえよう。また外周部と内側で色調の異なる2相構造を呈する片状結晶の定量分析値を測定した。39の番号をつけた外周部は39.8% FeO-51.7% TiO₂-2.3% MnO であった。イルミナイト（Ilmenite : FeO·TiO₂）に同定される。40の番号をつけた内側の部分では66.3% TiO₂-19.0% FeO であった。シードブルーカイト（Pseudobrookite : Fe₂O₃·TiO₂）からルチル（Rutile : TiO₂）へ移向中の鉱物相である。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分（Total Fe）58.64% に対して、金属鉄（Metallic Fe）8.11%、酸化第1鉄（FeO）19.69%、錆化鉄が多くて酸化第2鉄（Fe₂O₃）50.36% の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）8.19% で、このうちに塩基性成

分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 0.79% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 2.44%、バナジウム (V) 0.16% と少量を含み、また酸化マンガン (MnO) 0.17%、銅 (Cu) 0.002% であった。砂鉄を原料とする製錬系の含鉄鉄滓の成分系である。

TOI-33 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面不整多角形をした浅い楕形の鉄塊系遺物である。上面には木炭痕が残るが、全体的には平坦。表面は滓部主体で、含鉄部は内部である。

② マクロ組織：Photo.54に示す。不定形の気孔が多数認められるが、まとまりのある鉄塊である。高炭素鋼であるが炭素含有量はバラツキをもつ。

③ 顕微鏡組織：Photo.22に示す。①は滓部で、鉱物組成は白色粒状結晶ウスタイト ($\text{Wustite} : \text{FeO}$)、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト ($\text{Fayalite} : 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) が基地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。鍛治滓の晶癖である。②は鉄中非金属介在物である。硫化鉄 (FeS) であり CMA 調査の項で詳述する。③～⑧は 5% ナイタルで腐食して現れた組織を示す。パーライト基地に網目状セメンタイトが析出する過共析組織から、亜共晶組成白鉄組織までの偏析が認められる。

④ ピッカース断面硬度：Photo.22⑤～⑧に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑤は過共析組織中のパーライト部分で硬度値は 215Hv、⑥は亜共晶組成白鉄のパーライトが層状に析出した部分で、硬度値は 193Hv であった。⑦は白鉄のセメンタイト部分で硬度値は 997Hv、⑧はレデブライド部分で硬度値は 602Hv となる。それぞれ組織に見合った値である。

⑤ CMA 調査：Photo.73 に鉄中非金属介在物の特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) に 44 の番号をつけた中央の微小黄褐色異物は鉄 (Fe)、硫黄 (S) に白色輝点が集中し、定量分析値は 89.2% FeO - 36.0% S であった。硫化鉄 (FeS) に同定される。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系であった。全鉄分 (Total Fe) 70.02% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 29.78%、酸化第 1 鉄 (FeO) 13.80%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 42.20% の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) は少量の 3.88% で、このうちには塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) は 0.79% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 2.44%、バナジウム (V) 0.16%、また酸化マンガン (MnO) 0.17%、なども低値で銅 (Cu) は 0.002% であった。2.44% TiO_2 は表皮スラグの一部に $\text{Fe} - \text{Ti}$ 化合物を含有するのであろう。

TOI-34 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面長楕円形をした鉄塊系遺物である。ほぼ完形品で下面右端部が剥落し、唯一の破面となる。表面には瘤状に酸化土砂が固着する。きれいな流動状で表面に薄皮状の錆剥がれが覆っている。鉄部は鬆が点々と認められ、ガスの残る錆鉄であることを窺わせる。

② マクロ組織：Photo.57 に示す。ヒビ割れ状に錆化が進行するが全面白鉄組織の鉄塊である。

③ 顕微鏡組織：Photo.23 に示す。①～③は表面に付着する酸化土砂中の鍛造剥片と粒状滓である。④に鉄中非金属介在物を示す。中央の微小黄褐色異物は硫化鉄 (FeS) で、その周囲に不定形の $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C} - \text{Fe}_3\text{P}$ 三元系共晶のステダイト (Steadite) が認められる。⑤～⑨は 5% ナイタルで腐食して現れた組織で共晶組成白鉄組織であった。なお、オーステナイトがパーライトに変化する途中で急冷を受けてため、マルテンサイトが生じている。

④ ピッカース断面硬度：Photo.23⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑧はレデブライト部で硬度値は655Hv、⑨はマルテンサイト部で655Hvであった。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系であった。全鉄分 (Total Fe) 64.93% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 35.43%、酸化第1鉄 (FeO) 12.65%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 28.21% の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 11.87% で、このうちに塩基性成分 (CaO+MgO) 0.52% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 0.09%、バナジウム (V) 0.01%、酸化マンガン (MnO) 0.02%、銅 (Cu) 0.004% であった。なお炭素 (C) は金属鉄100%の分析ではなくて鉄化物定量なので若干低めに出ていて2.84%であった。

TOI-35 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面が不整勾玉状の偏平な鉄塊系遺物である。長軸の両端部は破面で、他の面は生きている。破面の気孔は不規則で微細なものが多く、明らかな津部も存在する。鉄部は上下で質感が異なり、上半に密度の高いややガスを含む流動状の鉄部が確認される。

② マクロ組織：Photo.57に示す。気孔は、大きなもので3~5mmが2点と、大多数は0.2~1.5mmのものが散在する。縦まりのある鉄塊で、過共析組織から白鉄組織までの偏析が認められる。

③ 顕微鏡組織：Photo.24に示す。①は表層に僅かに付着する津部である。鉱物相についてはアノルサイト系のものがあるがCMA調査の項で詳述する。②は局的に析出する片状黒鉛を示す。③は鉄中非金属介在物を示す。硫化鉄 (FeS) が複数散在し、その周囲に Fe-Fe₃C-Fe₃P の三元系共晶のステタイト (Steedite) が広がる。④~⑥は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織で、おもにパーライト素地に板状セメンタイトが析出する過共析組織と、セメンタイトとレデブライト、パーライトからなる白鉄組織が認められる。

④ ピッカース断面硬度：Photo.24⑦~⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑦はセメンタイト部で硬度値は343Hv、⑧はパーライト部分で244Hv、⑨はレデブライト部分で硬度値は690Hv であった。それぞれが組織に見合った硬度値を示す。

⑤ CMA調査：Photo.74に津部鉱物相の特性X線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) に51の番号をつけた個所の定量分析値は48.7%SiO₂-32.7%Al₂O₃-13.1%CaO であった。カルシウム分が若干不足するがアノルサイト (Anorthite: CaO·Al₂O₃·2SiO₂) に同定される。また52の番号をつけた個所では49.1%SiO₂-12.9%Al₂O₃-10.8%CaO-16.3%FeO-1.6%TiO₂ であった。アノルサイトとファイアライトあたりの混合組成であろうか。53の番号をつけた個所では46.0%SiO₂-11.5%Al₂O₃-33.0%FeO₃-3.3%CaO-6.2%MgO であった。ファイアライトとヘーシナイト (FeO·Al₂O₃) の混合組成であろう。ガラス質の成分系であった。製錬系の表皮スラグであろうか。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系であった。全鉄分 (Total Fe) 70.37% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 32.58%、酸化第1鉄 (FeO) 17.32%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 34.78% の割合である。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 5.96%と低値で、このうちに塩基性成分 (CaO+MgO) 0.41% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 0.06%、

バナジウム (V) 0.01%、酸化マンガン (MnO) は0.02%、銅 (Cu) 0.003%であった。表皮スラグの脈石成分 (Ti, V, Mn) はほとんど含まれない純度の高い鉄塊であった。

TOI-36 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面不整台形をした鉄塊系遺物である。側面片側が破面のほかはほぼ完形である。流動状の鉄の先端部片と考えられる。表面には薄く酸化土砂が固着し、一部に黒錆が渾む。土砂中には粉炭が含まれる。

② マクロ組織：Photo. 58に示す。0.5~2.0mm の気孔が、数点認められるが纏まりのよい鉄塊である。表層側が脱炭して、やや低炭素域を有する。

③ 視微鏡組織：Photo. 25に示す。①は津部で淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂)、淡灰色木ずれ状結晶ファイアライト (Fayalite : 2FeO·SiO₂) が基地の暗黒色ガラス質津中に晶出する。②は鉄中非金属介在物である。鉱物相はルチル (Rutile : TiO₂) であるがCMA調査の項で詳述する。③~⑨は5 %ナイタルで腐食して現れた組織を示す。フェライト組織からほぼ全面パーライトの共析組織に近い個所まで偏析が認められる。しかし、大部分は共析鋼である。表皮スラグの鉱物相から製錬系の鉄塊系遺物に分類される。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 25⑦~⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑦はフェライトに微量のパーライトが析出する個所で、硬度値は119Hv、⑧は針状フェライトとパーライト組織で硬度値は156Hv、⑨は全面パーライト部分で硬度値は222Hv であった。炭素量に対応した硬度値であるが⑦⑧は若干高め傾向にある。

⑤ CMA 調査：Photo. 75に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。COMP (反射電子像) に19の番号をつけた茶褐色多角形結晶は鉄 (Fe)、チタン (Ti) に白色輝点が集中し、定量分析値は86.6% TiO₂ であった。ルチル (Rutile : TiO₂) 系の結晶と同定される。20の番号をつけた暗黒色ガラスの素地部分は46.1% SiO₂-18.3% Al₂O₃-14.7% CaO-4.3% MgO-2.3% K₂O であった。珪酸塩系に同定される。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 55.85%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 10.70%、酸化第1鉄 (FeO) 10.43%、錆化鉄が大半の酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 52.96%の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 16.57%で、このうちに塩基性成分 (CaO+MgO) 1.29%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 2.41%、バナジウム (V) 0.11%、酸化マンガン (MnO) 0.17%、銅 (Cu) 0.003%であった。表皮スラグに由来した脈石成分の値が高めに現われていて製錬系の鉄塊系遺物に分類される。

TOI-37 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面が不整六角形をした厚板状の鉄塊系遺物である。上下面は生きており、側面5面が破面。上面は平坦気味で、下面は浅い皿状を呈する。下面の微細な凹凸はほとんどが木炭痕と推定される。津部は確認できず、ほぼ全体が鉄部で形成される。

② マクロ組織：Photo. 58に示す。やや不定形の気孔が散在するが、纏まった鉄塊である。津の付着はほとんど認められない。ほぼ共晶組成白鉄組織であるが、表層が僅かに脱炭された部分を有するが全体的にみると過共析組織を呈する。

③ 顕微鏡組織：Photo.26に示す。①は表層に僅かに付着する滓部で、微細な白色多角形結晶マグネタイト（Magnetite： Fe_3O_4 ）、淡灰色木ずれ状結晶ファイヤライト（Fayalite： $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）が基地の暗黒色ガラス質滓に付着する。鍛冶炉内で熱影響を受けた痕跡といえよう。②は鉄中非金属介在物で、中央の黄褐色異物は硫化鉄（ FeS ）である。その周囲に $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}_3\text{P}$ 三元系共晶のステタイトが広がる。③～⑨は金属鉄を 5 % ナイタルで腐食して現れた組織である。セメンタイトとレデブライ特からなる亜共晶組成白鉄で、表層部は熱影響をうけて僅かに脱炭気味である。

④ ピッカース断面硬度：Photo.26⑦～⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑦はバーライト部分で硬度値は 262 Hv、⑧⑨はレデブライ特部分で、⑧は 643 Hv、⑨は 665 Hv であった。組織に見合った値といえる。

⑤ CMA 調査：Photo.76に滓部の鉱物相の特性 X 線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）に 26 の番号をつけた淡灰色不定形結晶の定量分析値は $43.7\% \text{FeO} - 36.4\% \text{SiO}_2 - 5.1\% \text{Al}_2\text{O}_3 - 7.2\% \text{CaO} - 1.1\% \text{MgO} - 1.7\% \text{K}_2\text{O} - 7.3\% \text{P}_2\text{O}_5$ であった。ファイヤライト（Fayalite： $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）と素地の珪酸塩の混合組成といえる。27 の番号をつけた淡白色多角形結晶は $96.9\% \text{FeO}$ でマグネット（Magnetite： Fe_3O_4 ）に同定される。また 28 の番号をつけた結晶の定量分析値は $78.7\% \text{FeO} - 11.4\% \text{Al}_2\text{O}_3 - 9.6\% \text{TiO}_2$ であった。ウルボスピネル（ $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）とヘーシナイト（ $\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ）の混合組成に近い鉱物もしくは変化しつつある結晶である。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系である。全鉄分（Total Fe）64.23% に対して、金属鉄（Metallic Fe）31.30%、酸化第 1 鉄（ FeO ）26.73%、酸化第 2 鉄（ Fe_2O_3 ）17.38% の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 11.04% で、このうちには塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 0.44% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）0.13%、バナジウム（V）0.02%、また酸化マンガン（ MnO ）0.02% などと脈石成分は低減する。銅（Cu）は 0.004% であった。また炭素（C）は 2.17% と金属鉄組織に接近してゆく値を示した。

TOI-38 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：平面は不整三角形状で厚板状の鉄塊系遺物である。上面が平坦気味で、下面は浅い皿状を呈する。上下面と側面片側が生きており、残る側面 2 面が直線状の破面である。上面短軸方向に向かって断面半円形の工具痕が残されている。表面に固着する酸化土砂中には多量の粒状滓と鍛造剥片が含まれる。

② マクロ組織：Photo.59に示す。0.2～4 mm 程度のやや歪な気孔が多数散在するが、まとまつた白鉄組織の鉄塊である。

③ 顕微鏡組織：Photo.27に示す。①～⑤は表層の酸化土砂中の付着物である。①②は酸化土砂中に混入した滓部である。①は素地の暗黒色ガラス質滓中に白色粒状結晶ワスタイト（Wüstite： 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。鍛錬鍛冶滓の破片である。②では素地の暗黒色ガラス質滓中に淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）、白色粒状結晶ワスタイト（Wüstite： 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。精錬鍛冶滓に分類される。③は付着鍛造剥片である。内層ワスタイトが凝聚しつつも、結晶粒痕跡を留めている。④⑤は径 0.01mm 程の小型の粒状滓である。

微細なヴスタイト (Wüstite : FeO) が凝集気味に晶出する。⑥～⑨は鉄塊部分である。⑩には鉄中非金属介在物を示す。中央の黄褐色異物は硫化鉄 (FeS) で、その周間に $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}_3\text{P}$ 三元系共晶のステタイトが広がる。⑪～⑯は 5 % ナイタルで金属鉄を腐食して現れた組織で、亜共晶組成白鈍鉄であった。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 27 ⑧⑨に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。⑧はレデブライト部分で硬度値は 673 Hv、⑨はパーライト部分で硬度値は 240 Hv であった。それぞれ硬度に見合った値である。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系である。全鉄分 (Total Fe) 61.44 % に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 9.58%、酸化第 1 鉄 (FeO) 18.90%、錆化鉄が多くて酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 53.14% の割合であった。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 16.13 %、このうちに塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 0.84 % を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 0.51%、バナジウム (V) 0.89%、また酸化マンガン (MnO) 0.05%、銅 (Cu) 0.003 % であった。酸化土砂に影響された成分傾向をもつもので鉄塊自身の値とはいい難い。本來ならば TOI-34、35 の脈石成分に準じた値になるのであろう。

TOI-39 鉄塊系遺物

① 肉眼観察：やや大振りの板状をした鉄塊系遺物である。上下面と側面の一部が生きており、側面に破面が集中する。上面は平坦気味で、ごく緩やかな凹凸がみられる。下面是浅い皿状である。下面是微細な凹凸が認められ、中に木炭を喰んでいる部分もある。大半が木炭痕と考えられる。

② マクロ組織：Photo. 59 に示す。不定形の気孔と腐食孔が多数入り混じるが、まとまりのある鉄塊である。明確な津部は認められない。

③ 顕微鏡組織：Photo. 28 ①～⑤ に示す。①は鉄中非金属介在物を示す。鉱物相はファイヤライト系であるが CMA 調査の項で詳述する。②～⑤は 5 % ナイタルで腐食して現れた組織である。フェライド素地に微量のパーライトを析出する亜共析組織から、ほぼ全面パーライトの共析組織に近い個所まで偏析が認められる。組織から推定される炭素含有量は 0.1 % 以下から 0.7 % 以上までの幅があるが高炭素域が主体をなす鉄塊である。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 28 ④⑤ に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。④はフェライド素地に極く微量のパーライトを析出する個所で、硬度値は 121 Hv であった。⑤はほぼ全面パーライトの個所で硬度値は 289 Hv である。それぞれ組織に見合った値といえる。

⑤ CMA 調査：Photo. 77 に鉄中非金属介在物の特性 X 線像と定量分析値を示す。定量分析値は 42.5 % FeO - 37.1 % SiO_2 - 11.7 % Al_2O_3 - 5.3 % CaO - 2.1 % MgO - 3.1 % K_2O であった。基地のガラス質とファイヤライト (Fayalite : $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) 系の鉱物相である。

⑥ 化学組成分析：Table. 2 に示す。鉄分主体の成分系であった。全鉄分 (Total Fe) 69.60 % に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 35.25%、酸化第 1 鉄 (FeO) 29.32%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 16.53% の割合である。ガラス質成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 10.95 % で、このうちに塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 1.15 % を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO_2) 0.17%、バナジウム (V) 0.01%、また酸化マンガン (MnO) 0.03%、銅 (Cu) 0.011 % であった。砂鉄系鉄塊でも銅 (Cu) が 0.011 % 程度まで高めも存在する。

TOI-40 板状鉄片

- ① 肉眼観察：長軸端部が弧状に整えられた板状の鉄片である。長軸に沿って厚みが異なり、弧状の端部側が向かって徐々に薄く整えられている。側面もある程度鍛打されている可能性がある。
- ② マクロ組織：Photo. 60に示す。炭素量の異なる組織が層状を呈し、複数の鍛接線が明瞭に認められる。繰り返し折り曲げ鍛接の痕跡である。
- ③ 顕微鏡組織：Photo. 28⑥⑦・29・30に示す。Photo. 28⑥は鍛打により展伸した鉄中非金属介在物である。鉱物相に関しては複数の結晶があるのでCMA調査の項で詳述する。⑦は端部側の断面で、全体に炭素量の低い組織を示す個所である。中でも展伸した非金属介在物に接する個所は比較的フェライト粒が大きくパーライトの析出量が少なくて、パーライトの析出量の比較的多い部分と層状をなす。これは介在物に接した部分が脱炭された結果である。また写真左側の部分は比較的パーライトの面積率が高く炭素量の高い部分を示す。Photo. 29①も鍛打により展伸した鉄中非金属介在物で、非品質硅酸塩系の介在物である。②は基部側の断面で、高炭素含有域ではあるがフェライト基地にごく少量のパーライトが析出する部分からほぼ全面パーライト組織の部分まで層状に認められる。この組織はPhoto. 30へと連続する。
- ④ ピッカース断面硬度：Photo. 29③～⑤に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。③はフェライト地に少量パーライトが析出する個所で硬度値は133Hv、④はフェライト・パーライト部分で硬度値は148Hv、⑤は全面パーライト部分で硬度値は232Hvであった。それぞれ組織に見合った値といえる。
- ⑤ CMA調査：Photo. 78に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。COMP(反射電子像)中に29の番号をつけ、 $5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で白色粒状結晶と粒内微小析出物の定量値を測定した。95.3% FeO-2.2% TiO₂-1.2% Al₂O₃-2.6% MgOであった。ヴスタイト(Wüstite: FeO)に同定される。また、僅かにTi、Al、Mgなどの固溶が認められる。30の番号をつけた素地部分は27.8% FeO-40.6% SiO₂-9.3% Al₂O₃-11.8% CaO-2.7% MgO-3.9% K₂Oであった。素地のガラス質とファイアライト(Fayalite: 2FeO·SiO₂)微小結晶の混合組成といえよう。31の番号をつけた白色粒状結晶は101.0% FeO-2.6% TiO₂-2.6% MgOであった。ヴスタイト(Wüstite: FeO)に同定される。僅かにTi、Mgの固溶が認められる。さらに白色粒状結晶の周囲に晶出した淡茶褐色多角形結晶に32の番号をつけた。定量分析値は59.4% FeO-16.2% TiO₂-12.8% Al₂O₃であった。ウルボスピネル(Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂)とヘーシナイト(Hercynite: FeO·Al₂O₃)の混合組成と推定される。該品の砂鉄原料は明瞭である。
- ⑥ 化学組成分析：Table. 2に示す。全鉄分(Total Fe) 54.17%に対して、金属鉄(Metallic Fe) 0.26%、酸化第1鉄(FeO) 7.40%、錆化鉄主体で酸化第2鉄(Fe₂O₃)が68.86%の割合であった。錆化鉄の割合の高さを反映する数値となった。ガラス質成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 9.93%で、このうちに塩基性成分(CaO+MgO) 0.51%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO₂) 0.09%、バナジウム(V) <0.01%、また酸化マンガン(MnO) 0.02%、銅(Cu) 0.004%であった。脈石成分の低いのは板状に仕上げているため表皮スラグなど全く付着していない為である。

TOI-41 削鉄

- ① 肉眼観察：不整長方形に整えられた削鉄の端部破片である。各部とも基本的には生きており、

長軸の両端部に破面が残る。

② マクロ組織：Photo. 61に示す。試料の下側表層部は広く脱炭され、低炭素域となっているが写真右下角部のみ高炭素域が存在する。偏析をもつ割鉄であるがこれが一般的な材質であろう。鉄中には不定形の気孔が数多く認められるので加工度はあったとしてもごく僅かと考えられる。

③ 顕微鏡組織：Photo. 31～34に示す。Photo. 30①は鉄中の捲込みスラグで微細な樹枝状のウルボスピニル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）が晶出する。金属鉄粒も複数認められる。③は表層に付着した津部で白色粒状結晶ウスタイト（Wüstite : FeO）の晶出がある。④⑤も鉄中の捲込みスラグである。詳細はCMA調査の項で述べる。Photo. 31②・Photo. 32は金属鉄を5%ナイトルで腐食して現れた組織を示す。Photo. 31②・32ではパーライト基地に網目状に初析フェライトが析出する部分から、パーライト基地に針状セメンタイトが析出する過共析組織までの偏析が認められた。Photo. 33②・Photo. 34ではマクロ組織の項で述べたように最下部のパーライトの高炭素域部分で、それに接して下部の脱炭層が認められる。また中央部はパーライト素地に針状セメンタイトが析出する領域で、他の部分はほぼ全面パーライト組織である。片側表層に脱炭層を抱えるが全面は高炭素鋼である。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 33①③～④に金属鉄組織の硬度測定の圧痕を示す。①はフェライト基地にごく少量のパーライトが析出する個所で硬度値は82Hv、③は針状フェライト・パーライト部分で硬度値は141Hv、④は全面パーライト部分で硬度値は277Hv、⑤はパーライト基地に針状セメンタイトが析出する個所で、硬度値は273Hvであった。それぞれ組織に見合った値といえる。

⑤ CMA調査：Photo. 79に津部の鉱物相の特性X線像と定量分析値を示す。COMP(反射電子像)に41の番号をつけた淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は66.5%FeO-18.4%TiO₂-13.0%Al₂O₃であった。ウルボスピニル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）とヘーシナイト（Hercynite : FeO·Al₂O₃）の混合組成に同定される。また42の番号をつけた個所の定量分析値は26.2%FeO-39.2%SiO₂-15.1%Al₂O₃-12.2%CaO-5.4%K₂Oであった。素地のガラス質とファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）微小結晶の混合組成といえる。また43の番号をつけた淡灰色木ずれ状結晶の定量分析値は65.8%FeO-31.9%SiO₂であった。ファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）に同定される。これには4.7%MgO-2.5%CaOの固溶がある。

⑥ 化学組成分析：Table. 2に示す。全鉄分（Total Fe）61.16%に対して、金属鉄（Metallic Fe）8.18%、酸化第1鉄（FeO）10.99%、錆化鉄主体で酸化第2鉄（Fe₂O₃）63.54%の割合であった。ガラス質成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）13.00%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）0.61%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（TiO₂）0.14%、バナジウム（V）0.01%は多くない。また酸化マンガン（MnO）0.02%、銅（Cu）0.003%であった。ほぼ精製された鉄塊になっている。

TOI-42 鉄器

① 肉眼観察：2号がでは新旧2本の箸押止め釘が接する形で現位置を保って出土している。旧の止め釘は細身で頭部側と足部先端を欠く。なお、供試材は旧の止め釘先端より採取した。新しい止め釘はほぼ完形で、頭部は斜めに斬切りされている。先端は丸みをもち、きれいに残る側面の一部は波状で、丁寧な仕上げとは言い難い。

② マクロ組織：Photo. 60に示す。高・低含有炭素量の異なる鉄素材の合せ鍛え品である。折返し曲げ鍛接の痕跡は、鍛打による伸びた非金属介在物から窺えるが、その間隔は広く、加工度は高いものではない。

③ 頸微鏡組織：Photo. 35～38に示す。Photo. 35①③は鉄中非金属介在物である。①では淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)、③では白色粒状結晶ヴスタイト ($\text{Wüstite} : \text{FeO}$) と淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$) の晶出が認められる。両方の介在物の圧着度は少なく、鍛錬度は低いものと想定される。Photo. 35②④⑤・Photo. 37・38は金属鉄を5%ナイタルで腐食して現れた組織を示す。Photo. 35②はフェライト地のなかに分散した繊細なセメンタイトで構成され、一見マルテンサイトを焼き戻して得られたトルースタイト、またはソルバイトに類似する上部ペイナイト (Upper Bainite) である。④⑤は②の上端部の拡大組織である。白い羽毛状の特徴ある組織が認められる。この組織は、恐らくオーステナイト領域から400°C前後の温度に冷却され、一定時間保持されて等温で変態を起させられて生じた羽毛状組織である。

次にPhoto. 37②でも同様の組織が現われて、こちらは羽毛状組織よりも針状組織が強調される。下部ペイナイト (Low Bainite) であろう。低温側(300°C以下程度)での恒温変態によって生成された組織と推定される。以上のように熱浴焼入れを受けたようなペイナイト組織がみられた当釘は、焼き入れ焼き戻しのものより強靭性が得られるといわれる。これが大鍛冶操業時の偶然からの組織であるならば、また興味深い現象といえる。

④ ピッカース断面硬度：Photo. 37④⑤に硬度測定の圧痕を示す。④は低炭素含有域のフェライト・パーライト部分で硬度値は134Hv、⑤は下部ペイナイト部分で硬度値は251Hvであった。針状組織がマルテンサイトであれば、硬度値が400～600Hv程度の硬質化傾向が現われるが、該品はこのように軟質傾向を示すのはペイナイトの裏付けともなる。当釘の材質は折れにくく軽り強いもので、靭性に優れたものの筈である。ただし、頭部と先端を欠く現品はどの時点での損傷であろうか。

⑤ CMA 調査：Photo. 80に鉄中非金属介在物の特性X線像と定量分析値を示す。COMP(反射電子像)に21の番号をつけた個所の定量分析値は51.0% FeO -30.2% SiO_2 -6.3% Al_2O_3 -4.7% CaO -1.4% MgO -1.5% K_2O であった。基地のガラス質とファイアライト ($\text{Fayalite} : 2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) 微小結晶の混合組成といえよう。22の番号をつけた白色粒状結晶の定量分析値は95.0% FeO -5.0% TiO_2 -1.1% Al_2O_3 であった。ヴスタイト ($\text{Wüstite} : \text{FeO}$) に同定される。なお僅かにTi、Alを固溶する。23の番号をつけた多角形結晶の定量分析値は68.0% FeO -21.2% TiO_2 -8.6% Al_2O_3 であった。ウルボスピネル ($\text{Ulvöspinel} : 2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$) ヘーシナイト ($\text{Hercynite} : \text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) の混合組成に同定される。Fe-Ti系結晶の晶出が確認され、塩基性砂鉄を原料とした鉄素材の製品である。

⑥ 化学組成分析：Table. 2に示す。全鉄分(Total Fe) 89.61%に対して、金属鉄(Metallic Fe) 80.62%、酸化第1鉄(FeO) 2.60%、酸化第2鉄(Fe_2O_3) 9.96%の割合であった。ガラス質成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 4.22%で、このうちに塩基性成分($\text{CaO} + \text{MgO}$) 1.06%を含む。これは汚染物質からの影響であろう。砂鉄特有成分の二酸化チタン(TiO_2) 0.06%、バナジウム(V) 0.01%、また酸化マンガン(MnO) 0.02%、銅(Cu) 0.010%であった。砂鉄原料でも製品になると TiO_2 、Vの数字は小さいものになる。

TOI-43 鉄製品（工具？）

① 肉眼観察：用途不明の鉄製品である。基部側は刀のように反っており、先端側は丸棒状で逆反っている。基部の横断面は薄手で楕円形気味となる。試料全体は錆化が激しく、基部側が平坦な部分は層状剥離を起こし、先端の丸棒状の部分は軸方向に細い割れ目が多数生じている。

② マクロ組織：Photo.62に示す。フェライト組織からなる極低炭素鋼であった。捲込みスラグと大型の鉄中非金属介在物が多数認められる。廢鉄器の再生品の可能性をもつ。折返し鍛接線は不明瞭で丸鍛えであろう。

③ 薬微鏡組織：Photo.39・40に示す。①③は鉄器中の捲込みスラグである。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）、白色粒状結晶ヴスタイト（Wüstite : FeO）、淡灰色分散結晶ファイヤライト（Fayalite : $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）が基地の暗黒色ガラス質津中に晶出する。この鉱物組成から塩基性砂鉄を原料とする鉄素材を用いて製作されたものと推定される。②④⑤ Photo.40は金属鉄を5%ナイトルで腐食して現れた組織である。全面フェライト組織からなる極低炭素鋼であった。少なくとも丸棒状の先端部は、不純物を多く含む極低炭素鋼を丸鍛えして成形されている。

④ ピッカース断面硬度：Photo.39④⑤に硬度測定の圧痕を示す。④の硬度値は81Hv、⑤の硬度値は90Hvであった。それぞれ組織に見合った値といえる。

⑤ CMA 調査：Photo.81に捲込みスラグの特性X線像と定量分析値を示す。COMP（反射電子像）に33の番号をつけた範囲の定量分析値は $52.4\%\text{FeO}-33.3\%\text{SiO}_2-7.4\%\text{Al}_2\text{O}_3-3.9\%\text{CaO}-1.1\%\text{MgO}-2.1\%\text{K}_2\text{O}$ であった。素地のガラス質とファイヤライト（Fayalite : $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）の微小結晶の混合組成である。34の番号をつけた粒内微小析出物をふくむ白色粒状結晶の定量分析値は $101.2\text{FeO}-2.0\%\text{TiO}_2$ であった。ヴスタイト（Wüstite : FeO）に同定される。なお僅かにTiが検出される。35の番号をつけた多角形結晶は $72.2\%\text{FeO}-21.2\%\text{TiO}_2-7.8\%\text{Al}_2\text{O}_3$ であった。イルミナイト（Ilmenite : $\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）もしくはウルボスピネル（Ulvöspinel : $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）とヘーシナイト（Hercynite : $\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ）の混合組成である。36の番号をつけた白色粒状結晶は $105.1\%\text{FeO}-1.1\%\text{TiO}_2$ であった。ヴスタイト（Wüstite : FeO）に同定される。Fe-Ti系結晶の晶出が確認され、塩基性砂鉄を原料とした鉄素材の製品である。

⑥ 化学組成分析：Table. 2に示す。全鉄分（Total Fe）60.11%に対して、金属鉄（Metallic Fe）1.91%、酸化第1鉄（FeO）5.53%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）77.07%の割合であった。ガラス質成分（ $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ ）2.14%で、このうちに塩基性成分（CaO+MgO）0.23%を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン（ TiO_2 ）0.24%、バナジウム（V）0.02%、また酸化マンガン（MnO）0.02%、銅（Cu）0.018%であった。錆化鉄の分析であり、酸化物定量である。有機物含みであるが、 TiO_2 、Vの微量検出は捲込みスラグの影響が大きいと考えられる。

TOI-44 鉄製品（板状）

① 肉眼観察：短い撥形の板状の鉄製品である。上下面と側面2面は生きており、破面は側面2面ないしは3面である。長軸方向の厚さは片側が徐々に薄くなり、上下面とも極めて弱いながら皿状に反っている。

② マクロ組織：Photo.62に示す。全面亜共晶組成白鉄組織の鋳造品である。径0.1~1.2mm

程の気孔が散在する。断面の周縁部に亀裂が入っているのは冷却時の収縮が影響しているのだろう。

③ 顕微鏡組織：Photo.41に示す。①は鉄中非金属介在物である。複数点在する黄褐色異物は硫化鉄(FeS)で、その周囲に Fe-Fe₃C-Fe₃P 三元系共晶のステタイト(Steadite)が認められる。②～⑤は金属鉄を 5 % ナイタルで腐食して現れた組織で、全面亜共晶組成白鉄組織の鋳造品であった。

④ ピッカース断面硬度：Photo.41④⑤に硬度測定の圧痕を示す。④はパーライト部分で、硬度値は 290Hv、⑤はレデブライド部分で 571Hv であった。組織に対応した値である。

⑤ 化学組成分析：Table. 2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 86.01% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) 72.83%、酸化第 1 鉄 (FeO) 15.03%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 2.14% の割合であった。ガラス質成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) 3.34% で、このうちにも塩基性成分 (CaO+MgO) 0.14% を含む。砂鉄特有成分の二酸化チタン (TiO₂) 0.08%、バナジウム (V) 0.01%、また酸化マンガン (MnO) 0.02%、銅 (Cu) 0.008% であった。鋳鉄なので捲込みスラグや介在物は少なく、脈石成分の TiO₂、V などは低値となる。

TOI-45 粒状津(注6)

TOI-45-1 2.1～2.6mm 径

① 肉眼観察：光沢のない灰黒色で、平坦な一面を持ち卵形を呈する。

② マクロ組織：Photo.42①に示す。径 0.01～0.4mm 程の気孔がやや密に認められる。

③ 顕微鏡組織：Photo.42②に示す。鉱物組成は微小白色樹枝状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO) と微小淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂) が基地のガラス質津中に晶出する。精錬鍛冶末期の派生物であろう。

TOI-45-2 1.5mm 径

① 肉眼観察：光沢のない灰黒色で、きれいな球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.42③に示す。外周部はやや風化気味である。径 0.02～0.25mm 程の気孔が散在する。

③ 顕微鏡組織：Photo.42④に示す。微小白色粒状結晶ヴスタイト (Wüstite : FeO) が基地のガラス質津中に晶出する。前述した TOI-45-1 よりも後発派生品である。

TOI-45-3 1.8mm 径

① 肉眼観察：やや光沢のある灰黒色で、やや歪な球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.42⑤に示す。0.13mm の気孔が 1 個所みられるが緻密な試料である。

③ 顕微鏡組織：Photo.42⑥に示す。多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂) もしくはマグнетライト (Magnetite : Fe₃O₄) が、微細なファイヤライト (Fayalite : 2FeO·SiO₂) と晶出する。高温域での派生物である。

TOI-45-4 1.3mm 径

① 肉眼観察：光沢のない灰黒色で、きれいな球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.42⑦に示す。0.02～0.15mm 径の気孔がやや密に認められる。

③ 顕微鏡組織：Photo.42⑧に示す。基地のガラス質津中に多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）もしくはマグнетタイトが微細なファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）に晶出する。前述したTOI-45-3と同系である。

TOI-45-5 0.9mm 径

- ① 肉眼観察：光沢のある黒灰色で、きれいな球状を呈する。
- ② マクロ組織：Photo.42⑨に示す。径0.02~0.2mm 径の気孔が散在する。その面積の半分近くは気孔が占める。
- ③ 顕微鏡組織：Photo.42⑩に示す。多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel : 2FeO·TiO₂）もしくはマグネットタイトと微細なファイヤライト（Fayalite : 2FeO·SiO₂）が晶出する。これも前述TOI-45-3、4と同系である。

TOI-46 錫造剥片^(注7)

TOI-46-1 3.2×1.9×0.18mm

- ① 肉眼観察：表裏面共に光沢のない黒褐色で、凹凸が認められる。
- ② マクロ組織：Photo.43①に示す。僅かに彎曲し、厚みの変動が認められる。
- ③ 顕微鏡組織：Photo.43②に示す。基地のガラス質津中に白色粒状結晶ヴスタイト（Wüstite : FeO）が凝集気味に晶出する。鉄酸化膜の3層構造（外層ヘマタイト、中間層マグネットタイト、内層ヴスタイト）は認められない。両表面の凹凸が顕著で、錫造剥片というより錫治岸がごく薄く剥離したもの、もしくは錫造剥片の外・中間層と内層の分離品である可能性が高い。

TOI-46-2 1.8×1.2×0.24mm

- ① 肉眼観察：色調は光沢のない灰黒色で、表面は平滑、裏面はやや凹凸が認められる。
- ② マクロ組織：Photo.43③に示す。彎曲しており、やや厚みに変動が見られる。
- ③ 顕微鏡組織：Photo.43④に示す。王水で腐食して鉄酸化膜の3層構造が明瞭に認められる。外層ヘマタイトは白色点列状、中間層マグネットタイトは黄変し内層ヴスタイトは凝集しつつも結晶粒の痕跡を留める。錫打工程の中間段階の派生物である。

TOI-46-3 1.8×1.4×0.09mm

- ① 肉眼観察：色調は灰黒色で、表面は光沢がなく裏面はやや光沢がある。表裏面とも平滑な試料である。
- ② マクロ組織：Photo.43⑤に示す。平坦気味で、厚みの変動が認められる。
- ③ 顕微鏡組織：Photo.43⑥に王水で腐食した組織を示す。鉄酸化膜の3層構造が認められる。内層ヴスタイトは凝集が進んでいるが結晶粒の痕跡を留める。錫打工程の中間段階の派生物である。

TOI-46-4 1.3×1.2×0.08mm

- ① 肉眼観察：光沢のある暗青灰色を呈する。表面は平滑、裏面はやや凹凸が認められる。
- ② マクロ組織：Photo.43⑦に示す。ほぼ平坦で一定の厚みの錫造剥片である。

③ 顕微鏡組織：Photo.43⑧に王水で腐食した組織を示す。鉄酸化膜の層構造が確認できる。内層ヴァサイトは非晶質化する。鍛打工程の後半段階の派生物である。なお裏面側にも薄く層が認められるのは鍛冶炉内で再加熱を受けたためと推測される。

TOI-46-5 1.8×0.9×0.03mm

① 肉眼観察：色調は黒灰色で、表面はやや光沢があり裏面は光沢がない。表裏面共平滑な試料である。

② マクロ組織：Photo.43⑨に示す。ほぼ平坦で一定の厚みの鍛造剥片である。

③ 顕微鏡組織：Photo.43⑩に示す。王水で腐食して鉄酸化膜の3層構造が不明瞭ながら認められる。内層ヴァサイトは凝集が進んでいる。前述剥片同様にまた裏面側に薄く層が認められるのは鍛冶炉内で再加熱を受けているのであろう。

TOI-47 粒状滓

TOI-47-1 2.0mm 径

① 肉眼観察：光沢のない暗褐色で、歪な球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.44①に示す。微小金属鉄粒が晶出している。また、0.01~0.13mm 径の気孔が多数認められる。

③ 顕微鏡組織：Photo.44②に示す。微小白色樹枝状結晶ヴァサイト (Wöastite: FeO)、微小淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂) が基地のガラス質滓中に晶出する。赤熱鉄素材の酸化防止に粘土汁を多用した影響からか、ガラス質の多い粒状滓である。

TOI-47-2 1.2mm 径

① 肉眼観察：光沢のない灰黒色で、やや歪な球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.44③に示す。中央付近にいくつか気孔が集まってできた不定形の空洞 (0.45mm 径) があり、その周囲に細かい気孔が散在する。

③ 顕微鏡組織：Photo.44④に示す。多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂) もしくはマグнетタイトと微細なファイアライト (Fayalite: 2FeO·SiO₂) が晶出する。

TOI-47-3 2.0mm 径

① 肉眼観察：光沢のない黒褐色で、やや歪な球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.44⑤に示す。周辺部に1個所不定形で0.35mm 程度の気孔がみられる。

③ 顕微鏡組織：Photo.44⑥に示す。多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂) もしくはマグネットタイトが密に晶出する。

TOI-47-4 1.1mm 径

① 肉眼観察：光沢のない黒褐色できれいな球状を呈する。

② マクロ組織：Photo.44⑦に示す。径0.01~0.06mm の気孔が僅かに散在するが緻密質である。

③ 顕微鏡組織：Photo.44⑧に示す。多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂) も