第３章　自然科学分析

第１節　旧練兵場遺跡における自然科学分析報告

株式会社古環境研究所

Ⅰ．花粉分析

１．はじめに

花粉分析は、一般に低湿地の堆積物を対象とした比較的広域な植生・環境の復原に応用されており、遺跡調査においては遺構内の堆積物などを対象とした局地的な植生の推定も試みられている。しかし花粉などの植物遺体は、水成堆積物では保存状況が良好であるが、乾燥的な環境下の堆積物では分解されて残存していない場合もある。

２．試料

分析試料は、以下の 31 点である。

分析試料番号	地点	区	遺構名	サンプル層位	土層性状	時代
1	A	1 区	SR1006	13-14 層	黒褐色粗砂混粘質土	弥生時代中期
2				13-12 層	黒褐色粘質土	
3				13-13 層	黒褐色粘質土	
4				13-7 層	褐灰色砕砂混粘質土	
5				13-6 層	灰黄褐色粘質土	
6				13-4 層	にぶい黄褐色粘質土	
7				13-1 層	灰黄褐色粘質土	弥生時代後期
8			SR1004	12-2 層	褐灰粘質土	平安時代
9	B	1 区	SR1006	13-17 層	黒色シルト	弥生時代中期
10				13-9 層	黒褐色シルト	
11				13-8 層	灰黄褐色粘質土	
12				13-6 層	灰黄褐色粘質土	
13				13-4 層	にぶい黄褐色粘質土	
14				13-2 層	灰黄褐色粘質土	平安時代
15	C	1 区	SR1006	13-17 層	黒色シルト	弥生時代中期
16				13-9 層	黒褐色シルト	
17				13-8 層	灰黄褐色粘質土	
18	D	1 区	SH1003	中央土坑W	灰褐色微砂シルト	弥生時代後期
19				中央土坑Ｅ	灰～黒色微砂シルト	
20				埋土下層	褐色シルト	
21	E	1 区	SR1003	4-8 層	黒褐色粘質土	古墳時代中期
22				4-4 層	黒褐色粘質土	
23				4-3 層	黒色粘質土	古墳時代後期
24				4-2 層	暗褐色粘質土	
25				4-1 層	黒褐色粘質土	
28	H	2 区①	SR2002	3-36 層	黒褐色粘質土	弥生時代後期
29				3-16 層	灰黄褐色細砂混粘質土	
30				3-18 層	黒褐色極細砂混粘質土	
31				3-26 層	灰黄褐色粘質土	
32				3-40 層	黄灰色粗砂	
33				3-41 層	黄灰色粘質土	

試料 1、試料 6、試料 12、試料 19、試料 23、試料 28、試料 29、試料 33 において粒度組成を調べた（図 199 ～ 201）。試料 1 は砂を主とし、次にレキが占め、泥（シルト・粘土）が最も少ない。試料 6、試料 12、試料 23 では細粒に偏り、泥（シルト・粘土）が過半を占め、土壌生成された堆積物と考えられる。試料 28 では泥（シルト･粘土）が過半を占めるが、砂も多く中粒砂でピークを示し、淘汰を受けている。試料 29 は泥（シルト・粘土）とレキで占められ、土壌生成された堆積物とみなされる。試料 33 は砂が主で中粒砂でピークを示し、水流による淘汰を受けている。

3．方法

花粉の分離抽出は、中村（1967）の方法をもとに、以下の手順で行った。

1）試料から 1㎤を採量

2）0.5％リン酸三ナトリウム（12 水）溶液を加え 15 分間湯煎

3）水洗処理の後、0.5mm の篩でレキなどの大きな粒子を取り除き、沈澱法で砂粒を除去

4）25％フッ化水素酸溶液を加えて 30 分放置

5）水洗処理の後、氷酢酸によって脱水し、アセトリシス処理（無水酢酸 9：濃硫酸 1 のエルドマン氏液を加え 1 分間湯煎）を施す

6）再び氷酢酸を加えて水洗処理

7）沈渣に石炭酸フクシンを加えて染色し、グリセリンゼリーで封入してプレパラート作製

8）検鏡・計数

検鏡は、生物顕微鏡によって 300 ～ 1000 倍で行った。花粉の分類は同定レベルによって、科、亜科、属、亜属、節および種の階級で分類し、複数の分類群にまたがるものはハイフン（－）で結んで示した。同定分類には所有の現生花粉標本、島倉（1973）、中村（1980）を参照して行った。イネ属については、中村（1974，1977）を参考にして、現生標本の表面模様・大きさ・孔・表層断面の特徴と対比して同定しているが、個体変化や類似種もあることからイネ属型とする。

4．結果

（1）分類群

出現した分類群は、樹木花粉 25、樹木花粉と草本花粉を含むもの 3、草本花粉 19、シダ植物胞子 2 形態の計 49 である。これらの学名と和名および粒数を表 4 に示し、花粉数が 200 個以上計数できた試料は、周辺の植生を復原するために花粉総数を基数とする花粉ダイアグラムを 202 図～ 207 図に示す。なお、200 個未満であっても 100 個以上計数できた試料については傾向をみるため参考に図示し、主要な分類群は顕微鏡写真に示した。また、寄生虫卵についても観察したが検出されなかった。以下に出現した分類群を記載する。

〔樹木花粉〕

マキ属、モミ属、ツガ属、マツ属複維管束亜属、スギ、コウヤマキ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、ヤナギ属、サワグルミ、ハンノキ属、カバノキ属、ハシバミ属、クマシデ属－アサダ、クリ、シイ属、ブナ属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、ニレ属－ケヤキ、カエデ属、トチノキ、ブドウ属、ノブドウ、グミ属、スイカズラ属

〔樹木花粉と草本花粉を含むもの〕

クワ科－イラクサ科、マメ科、ウコギ科

〔草本花粉〕

イネ科、イネ属型、カヤツリグサ科、ネギ属、タデ属、タデ属サナエタデ節、ギシギシ属、ソバ属、アカザ科－ヒユ科、ナデシコ科、キンポウゲ属、アブラナ科、ササゲ属、アカバナ科、チドメグサ亜科、セリ亜科、タンポポ亜科、キク亜科、ヨモギ属

〔シダ植物胞子〕

単条溝胞子、三条溝胞子

（2）花粉群集の特徴

各地点において、下位より花粉構成と花粉組成の変化の特徴を記載する。

1）A地点（試料1～8）202図

試料1では、花粉密度が極めて低く花粉、シダ植物胞子も検出されなかった。試料2、試料3では、花粉構成・組成ともに類似した出現傾向を示す。試料2では、樹木花粉と草本花粉の占める割合がほぼ同じで、試料3では、草本花粉の占める割合が高くなる。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属を主にシイ属、コナラ属コナラ亜属、スギ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、マツ属複維管束亜属などが出現する。草本花粉では、ヨモギ属、イネ科（イネ属型を含む）が優占しタデ属、アカザ科－ヒユ科、セリ亜科などが伴われ、試料3では、カヤツリグサ科も出現する。試料4～8では、密度が極めて低くなり、試料4でわずかながらコナラ属アカガシ亜属、コナラ属コナラ亜属、ヨモギ属、イネ科、アカザ科－ヒユ科、ナデシコ科などが出現するだけで、他の試料からはほとんど検出されない。

2）B地点（試料9～14）203図

試料9では、樹木花粉より草本花粉の占める割合がやや高く52%を占める。草本花粉では、イネ科（イネ属型を含む）、カヤツリグサ科、ヨモギ属が優占し、タデ属、セリ亜科、キク亜科が伴われ、ソバ属が出現する。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属、シイ属を主にスギ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、コナラ属コナラ亜属が出現する。試料10では、草本花粉の占める割合が下位より高く65%を占め、イネ科（イネ属型を含む）が高率に出現し、ササゲ属が検出される。試料11、試料12では、密度が極めて低くなりコナラ属アカガシ亜属、ヨモギ属などがわずかに出現する。試料13では、草本花粉が56%を占め、イネ科（イネ属型を含む）を主にヨモギ属、カヤツリグサ科、セリ亜科、アブラナ科、キク亜科、アカザ科－ヒユ科などが出現する。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属、シイ属、コナラ属コナラ亜属が比較的多く、スギ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科が低率に出現する。試料14では、密度が低くなり、コナラ属アカガシ亜属、イネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属などがわずかに出現する。

3）C地点（試料15～17）204図

試料15では、樹木花粉より草本花粉の占める割合がやや高く55%を占める。草本花粉では、ヨモギ属、イネ科（イネ属型を含む）、カヤツリグサ科、アカザ科－ヒユ科、セリ亜科などが出現する。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亜属、シイ属、スギ、マツ属複維管束亜属、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、コナラ属コナラ亜属などが出現する。試料16では、草本花粉の占める割合が増加し、イネ科（イネ属型を含む）が増加する。試料17では、樹木花粉が43%を占めるようになりコナラ属アカガシ亜属、コナラ属コナラ亜属が増加し、イネ科（イネ属型を含む）が減少する。

４）D地点（試料 18 ～ 20）205 図
いずれの試料も花粉密度が極めて低く、試料 19 でわずかにヨモギ属が出現する。
５）E地点（試料 21 ～ 25）206 図
いずれの試料も密度が低く、花粉はほとんど検出されない。わずかに試料21からコナラ属コナラ亜属、イネ科、試料 22 からコナラ属アカガシ亜属、セリ亜科、試料 23 からツガ属、マツ属複維管束亜属、シイ属、コナラ属アカガシ亜属、イネ科、カヤツリグサ科、セリ亜科、ヨモギ属、試料 24 からクワ科－イラクサ科、イネ科が出現し、試料 25 では花粉は検出されなかった。
６）H地点（試料 28 ～ 33）207 図
いずれの試料も密度が低く、花粉はほとんど検出されない。下位より試料 33、試料 32 からは花粉は検出されず、試料 28 からクリ、試料 31 からスギ、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、イネ科、ヨモギ属がわずかに出現し、試料 30 では検出されなかった。試料 29 では、マツ属複維管束亜属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属、イネ科、ヨモギ属がわずかに出現する。

５．花粉分析から推定される植生と環境

各地点における植生および環境を下位より記す。
１）A地点
13-14 層（試料 1）では、花粉や胞子は検出されなかった。試料が砂を主とする粗粒堆積物であるため、淘汰によって花粉･胞子などは堆積されなかったとみなされる。13-12 層（試料２）と 13-13 層（試料 3）の時期は、イネ科とヨモギ属を主にタデ属やアカザ科－ヒユ科の乾燥を好む草本が分布していた。イネ属型の検出から周辺で水田も営まれていた。13-12 層（試料 2）の時期はコナラ属アカガシ亜属を主にシイ属の照葉樹、コナラ属コナラ亜属の落葉樹の森林がやや近隣にも分布していた。13-13 層（試料 3）になると森林はやや減少する。13-7 層（試料 4）より上部は花粉がほとんど検出されず、13-4 層（試料 6）の粒度組成からみても、強い土壌生成作用を受けて堆積し分解が行われたとみなされ、乾燥や乾湿を繰り返す堆積環境が推定される。
２）B地点
13-17 層（試料 9）の時期は、イネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属の草本が分布し、水生植物を含むカヤツリグサ科が多く、堆積地はやや低湿な環境であった。ソバ属の検出から畑の分布も示唆される。微細植物遺体片が極めて多く、人の生活による炭片や木片が堆積していた。コナラ属アカガシ亜属、シイ属の照葉樹を主にスギ、イチイ科－イヌガヤ科－ヒノキ科、コナラ属コナラ亜属の森林が分布していた。13-9 層（試料 10）の時期はイネ科（イネ属型を含む）が高率になり、水田が分布するか近隣で水田が拡大したと推定される。ササゲ属が検出され、この時期も畑の分布が示唆される。13-8 層（試料 11）、13-6 層（試料 12）では花粉がほとんど出現せず、乾燥した環境や乾湿を繰り返す分解の著しい環境であったと推定される。13-4 層（試料 13）では、花粉組成は下部の時期と大きな変化なく、イネ科（イネ属型を含む）、ヨモギ属、カヤツリグサ科、アブラナ科、セリ科の草本が優勢に分布し、周辺には水田と畑が分布していた。周囲の森林にはコナラ属コナラ亜属やシイ属の照葉樹、コナラ属コナラ亜属の落葉広葉樹が分布していた。13-2 層（試料 14）では、乾燥した環境や乾湿を繰り返す分解の著しい環境が推定される。なお、未分解の微細植物遺体片が下部試料には含まれ、炭化ないし分解質の微細植物遺体片は上部では少なく（201 図）、概ね上部に向かい分解をより強く受け、上部の乾燥化が示唆される。

3）C地点

13-17層（試料15）では、ヨモギ属、イネ科（イネ属型を含む）、カヤツリグサ科、アカザ科－ヒユ科、セリ亜科などの草本が生育するが、水生植物を多く含むカヤツリグサ科がやや多く、下部はやや低湿な環境が示唆される。イネ属型が検出され、堆積地か近隣に水田が分布していた。13-9層（試料16）の時期になるとイネ科（イネ属型を含む）が増加し、水田の拡大が示唆される。上位に向かいコナラ属コナラ亜属が増加し、コナラなどの二次林が拡大する。13-8層（試料17）では、草本が減少し、水田など人為改変地が二次林化したと推定される。

4）D地点

中央土坑W（試料18）、中央土坑E（試料19）、埋土下層（試料20）は、いずれの試料も花粉密度が極めて低く、花粉の保存されないやや乾燥した環境であったとみなされる。中央土坑E（試料19）は粒度組成から土壌堆積とみなされ、周囲からの落ち込みによって堆積したと推定される。特に中央土坑E（試料19）、埋土下層（試料20）では炭化ないし分解質の微細植物遺体が高密度であり、人の活動によって排出された炭片や木片が分解しながら堆積したとみなされる。

5）E地点

いずれの試料も密度が低く花粉がほとんど検出されず、乾燥ないし乾湿を繰り返す分解の著しい環境で形成されたとみなされる。試料23では細粒堆積物の占める割合が高く、風化または土壌化を受け生成されたとみなされる。

6）H地点

粗粒堆積物が多く、いずれの試料も密度が低く、花粉がほとんど検出されない。3-41層（試料33）では粒度組成から、水流によって花粉など軽い粒子が淘汰されたとみなされる。3-16層（試料29）は泥（シルト・粘土）とレキを主とし、土壌化によって生成された堆積物とみられる。3-40層（試料32）、3-26層（試料31）も3-41層や3-16層と同様の生成が考えられる。3-36層（試料28）は細粒が多いが淘汰を受けて堆積したと推定される。

6．まとめ

旧練兵場遺跡の花粉分析および付随の堆積物を検討した結果、A地点、B地点、C地点で花粉が検出されたが、淘汰や分解を受け花粉が極めて低密度の堆積物もあった。各地点の花粉群集は概ね類似し、草本の多い環境であり、B地点とC地点の下部ではカヤツリグサ科も生育する低湿な環境であった。上部ないし他はヨモギ属が多い比較的乾燥した環境で、周辺には水田や畑の分布が示唆された。周辺の森林植生はコナラ属アカガシ亜属とシイ属の照葉樹林が分布し、コナラ属コナラ亜属の二次林がやや増加した。

参考文献
島倉巳三郎（1973）日本植物の花粉形態．大阪市立自然科学博物館収蔵目録第5集，60p.
中村純（1967）花粉分析．古今書院，p.82-102.
中村純（1974）イネ科花粉について、とくにイネ（Oryza sativa）を中心として．第四紀研究,13,p.187-193.
中村純（1977）稲作とイネ花粉．考古学と自然科学，第10号，p.21-30.
中村純（1980）日本産花粉の標徴．大阪自然史博物館収蔵目録第13集，91p.
金原正明（1993）花粉分析法による古環境復原．新版古代の日本第10巻古代資料研究の方法，角川書店，p.248-262.
金原正明･金原正子(2013)植生と農耕における土壌層分析の実証的研究、日本文化財科学会第30回大会研究発表会要旨集、p.112-113.

表４　旧練兵場遺跡における花粉分析結果

分類群		A地点　1区								B地点1区						C地点1区			D地点1区			E地点1区					H地点2区①					
		SR1006							SR1004	SR1006						SR1006			SH1003			SR1003					SR2002					
		13-14層	13-12層	13-13層	13-7層	13-6層	13-4層	13-1層	12-2層	13-17層	13-9層	13-8層	13-6層	13-4層	13-2層	13-17層	13-9層	13-8層	中央土坑W	中央土坑E	埋土下層	下層	上層	上層	上層	最上層	3-36層	3-16層	3-18層	3-26層	3-40層	3-41層
学名	和名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	28	29	30	31	32	33
Arboreal pollen	樹木花粉																															
Podocarpus	マキ属									1																						
Abies	モミ属									2						3	1	2														
Tsuga	ツガ属									1	2				1	6	1							1								
Pinus subgen Diploxylon	マツ属複維管束亜属		2	7						2	4				1	17	2	3						1				1				
Cryptomeria japonica	スギ		3	17						25	8	1		7		27	13	2												1		
Sciadopitys verticillata	コウヤマキ															1																
Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressace	イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科		1	11	2					18	9			2	1	10	5															
Salix	ヤナギ属			1						1																						
Pterocarya rhoifolia	サワグルミ									1						1																
Alnus	ハンノキ属									1	1			1		1																
Betula	カバノキ属									3	1				1	2																
Corylus	ハシバミ属										2							1														
Carpinus-Ostrya japonica	クマシデ属-アサダ			2						1				1				2														
Castanea crenata	クリ				1					4	1					5	1	1									1					
Castanopsis	シイ属		5	35	2			1		56	25	3		19	1	39	32	8						3								
Fagus	ブナ属			2	1						1						4															
Quercus subgen Lepidobalanus	コナラ属コナラ亜属		12	20	4		1			13	11	2		18	2	13	29	23				1						1		1		
Quercus subgen Cyclobalanopsis	コナラ属アカガシ亜属		34	62	7					100	45	2	3	32	5	90	66	25					1	3				1		4		
Ulmus-Zelkova serrata	ニレ属-ケヤキ			1												3																
Acer	カエデ属															1																
Aesculus turbinata	トチノキ			1							1					3																
Vitis	ブドウ属									2						2	1															
Ampelopsis brevipedunculata	ノブドウ																1															
Elaeagnus	グミ属																1															
Lonicera	スイカズラ属															1																
Arboreal-Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉																															
Moraceae-Urticaceae	クワ科-イラクサ科			5						1	4	1		5		1	6	1							1							
Leguminosae	マメ科									4						17	1															
Araliaceae	ウコギ科				1											1																
Nonarboreal pollen	草本花粉																															
Gramineae	イネ科		16	70	12		1	1		102	111		2	65	16	85	118	18				1		4	2		1		2		
Oryza type	イネ属型		2	8	2					4	22	1		2	3	12	11	1														
Cyperaceae	カヤツリグサ科			9	1					71	14			9	2	75	5	4						1								
Allium	ネギ属										2							1														
Polygonum	タデ属		5	23						13	1			1		2	14															
Polygonum sect Persicaria	タデ属サナエタデ節		1	1						1	1	1				3																
Rumex	ギシギシ属																2	1														
Fagopyrum	ソバ属									1																						
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	アカザ科-ヒユ科		2	11	3					1	21			3	2	11	19	13														
Caryophyllaceae	ナデシコ科				4					1	1						2															
Ranunculus	キンポウゲ属		1							1						1																
Cruciferae	アブラナ科		1	1	1	1					4			6	2	2	4	1														
Vigna	ササゲ属										1																					
Onagraceae	アカバナ科										1																					
Hydrocotyloideae	チドメグサ亜科																2															
Apioideae	セリ亜科		1	6	1					11	8			7	1	23	13	3					1	1								
Lactucoideae	タンポポ亜科		1	2	1					1	1			1	2	5	2	3														
Asteroideae	キク亜科			5	2					5	4			4	1	8	5	5														
Artemisia	ヨモギ属		25	101	16	1		1		66	45	5	1	23	6	85	77	24		1				3				4		1		
Fern spore	シダ植物胞子																															
Monolate type spore	単条溝胞子		6	14	4		1			1	6	3	3			1	6	6				2	1	6				3		6		
Trilate type spore	三条溝胞子		18	21	2					17	6	1	1	10	2	10	16	7					1	2								
Arboreal pollen	樹木花粉		57	159	17		1	1		231	111	8	3	80	12	225	157	67				1	1	8			1	3		6		
Arboreal-Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉			5	1					5	4	1		5		19	7	1							1							
Nonarboreal pollen	草本花粉		55	237	43	2	1	2		278	237	7	3	121	35	312	274	74		1		1	1	9	2			5		3		
Total pollen	花粉総数	0	112	401	61	2	2	3	0	514	352	16	6	206	47	556	438	142	0	1	0	2	2	17	3	0	1	8	0	9	0	0
Pollen frequencies of 1cm^3	試料1cm^{3}中の花粉密度		6.0 ×10^2	3.5 ×10^3	4.0 ×10^2	1.2 ×10	1.4 ×10	2.1 ×10	6.6	6.7 ×10^4	1.3 ×10^3	4.2 ×10^2	1.3 ×10	4.0 ×10^3	7.6 ×10^2	1.1 ×10^4	1.1 ×10^4	0.7 ×10^3		1.2 ×10	2.1 ×10	1.5 ×10	2.1 ×10^2		0.6 ×10			4.8 ×10		5.4 ×10			
Unknown pollen	未同定花粉			6	11	5				6	6	2		5	3	5	8	8						1	2							
Fern spore	シダ植物胞子			24	35	6		1			18	12	4	4	10	2	11	22	13				2	2	8				3		6	
Helminth eggs	寄生虫卵		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Stone cell	石細胞		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Digestion rimeins	明らかな消化残渣		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Charcoal-woods fragments	微細炭化物・微細木片		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(<+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	(+)	(++)	(++)	(+)	(++)	(+++)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(<+)	(+)	(<+)	(+)

Ⅱ. 種実同定

１．はじめに

植物の種子や果実は比較的強靱なものが多く、堆積物中に残存する。堆積物から種実を検出しその群集の構成や組成を調べ、過去の植生や群落の構成要素を明らかにし古環境の推定を行うことが可能である。また出土した単体試料等を同定し、栽培植物や固有の植生環境を調べることができる。

２．試料

試料は、古墳時代後期のＦ地点１区SR1003の上層、I地点１区SR1003の上層（以上、試料番号26,26①,②）、弥生時代中期のＧ地点１区SR1006の下層（試料番号27）である。

３．方法

試料を肉眼及び双眼実体顕微鏡で観察し、形態的特徴および現生標本との対比によって同定を行った。結果は同定レベルによって科、属、種の階級で示す。

４．結果

（１）分類群

樹木6、樹木・草本を含むもの1、草本8の計15分類群が同定された。学名、和名および粒数を表２に示し、主要な分類群を写真に示す。以下に同定根拠となる形態的特徴、写真に示したもののサイズを記載する。

〔樹木〕

クスノキ　*Cinnamomum camphora* S.　種子　クスノキ科　長さ×幅：6.21㎜× 6.03㎜

黒褐色で球形を呈す。一条の稜線が走りその中央が突起する。

モモ　*Prunus persica* Batsch　核（完形・破片）バラ科

黄褐色～黒褐色で楕円形を呈し、側面に縫合線が発達する。表面にはモモ特有の隆起がある。

キイチゴ属　*Rubus*　核（完形・破片）　バラ科　長さ×幅：2.50㎜× 1.37㎜

淡褐色でいびつな半円形を呈す。表面には大きな網目模様がある。

ブドウ科　Vitaceae　種子（破片）ブドウ科

本分類群は破片でカラザの部分が欠損しているものである。

シマサルナシ　*Actinidia rufa* Planch. ex Miq.　種子（完形･破片）　マタタビ科　長さ×幅:2.53㎜× 1.55㎜

暗褐色ないしやや紫色を帯びる茶褐色で、楕円形を呈す。断面は両凸レンズ形、表面には穴が規則的に分布する。種皮はやや厚く堅い。マタタビ、サルナシに比べ表面の穴が大きく深い。

ニワトコ　*Sambucus sieboldiana* Blume ex graedn　核　スイカズラ科　長さ×幅：2.39㎜× 1.66㎜

黄褐色～茶褐色で楕円形を呈す。一端にへそがある。表面には横方向の隆起がある。

〔樹木・草本を含むもの〕

ウコギ科　Araliaceae　種子　長さ×幅：2.09㎜× 1.33㎜

淡褐色ないし茶褐色で、半月状を呈する。断面は扁平、向軸側はほぼ直線状になり、肺軸側には浅い溝が２～３本走る。表面はざらつく。

〔草本〕

オモダカ属　*Sagittaria*　果実　オモダカ科　長さ×幅：1.44㎜× 0.71㎜

淡褐色～黄褐色で歪んだ倒卵形を呈す。周囲は翼状部が傷んでおり、その概形が判別できないため、属レベルの同定にとどめる。

イネ科　Gramineae　炭化果実　長さ×幅：3.64㎜× 2.73㎜

炭化しているため黒色で、楕円形を呈する。腹部の端には胚がある。背面には縦に一本の溝がある。

ホタルイ属　*Scirpus*　果実（完形・破片）　カヤツリグサ科　長さ×幅：2.34㎜× 1.87㎜、1.99㎜× 1.84㎜

黒褐色で、やや光沢がある。広倒卵形を呈し、断面は両凸レンズ形である。表面には横方向の微細な隆起があり、基部に４～８本の針状の付属物を持つ。

スゲ属　*Carex*　果実　カヤツリグサ科　長さ×幅：2.09㎜× 1.16㎜

茶褐色で倒卵形、扁平である。果皮は柔らかい。

イボクサ　*Aneilema Keisak* Hassk.　種子　ツユクサ科　長さ×幅：2.28㎜× 1.47㎜

黒褐色～黒色で楕円形を呈す。腹部に一文字状のへそがあり、側面にくぼんだ発芽孔がある。

セリ科　Umbelliferae　果実　長さ×幅：1.78㎜× 1.13㎜

淡褐色～黄褐色で楕円形を呈す。果皮はコルク質で厚く弾力があり、片面に３本の肥厚した隆起が見られる。断面は半円形である。

シソ属　*Perilla*　果実（完形・破片）　シソ科　長さ×幅：1.27㎜× 1.27㎜

茶褐色で球形を呈し、下端にへそがある。表面には大きい網目模様がある。

イヌホウズキ　*Solanum nigrum* L.　種子　ナス科　長さ×幅：1.13㎜× 1.44㎜

黄褐色で扁平楕円形を呈し、一端にくぼんだヘソがある。表面には網目模様がある。

（２）種実群集の特徴

１）F 地点１区 SR1003、上層（番号 26）

樹木種実のモモ破片２、草本種実のイネ科 20 が同定された。

２）I 地点１区 SR1003、上層（番号 26 ①）

種実は同定されなかった。

３）I 地点１区 SR1003、上層（番号 26 ②）

樹木種実のモモ破片２が同定された。

４）G 地点１区 SR1006、下層（番号 27）

草本種実のホタルイ属 875 が一番多く、次にスゲ属 316 が多く、イボクサ６、オモダカ属３、セリ科２、イヌホウズキ１と続き、樹木・草本を含むウコギ科 40、樹木種実のシマサルナシ８、キイチゴ属２、クスノキ１、ブドウ科１、ニワトコ１が同定された。

５．種実同定から推定される植生と農耕

１）F 地点１区 SR1003、上層（番号 26）

樹木種実のモモは食用となる栽培植物である。草本種実のイネ科は雑草類である。

2）I 地点 1 区 SR1003、2 層（番号 26 ①）

種実は同定されなかった。

3）I 地点 1 区 SR1003、2 層（番号 26 ②）

樹木種実のモモは食用となる栽培植物である。

4）G 地点 1 区 SR1006、下層（番号 27）

草本種実のホタルイ属、スゲ属、オモダカ属は水生植物であり、湿地から浅い水域（水深 1 mまで）に生育する。イボクサ、セリ科、イヌホウズキは畑や集落のやや乾燥した人為地に生育する。ウコギ科は山地に自生する落葉低木であり、有用植物である。キイチゴ属は暖地の山地や丘陵の木陰に生える常緑小低木である。ブドウ科は温暖な気候を好む落葉蔓性植物である。シマサルナシ、キイチゴ属は食用にもなる。クスノキは照葉樹林の主要構成要素であり、ニワトコは低地と山地の藪や林縁に生育する。

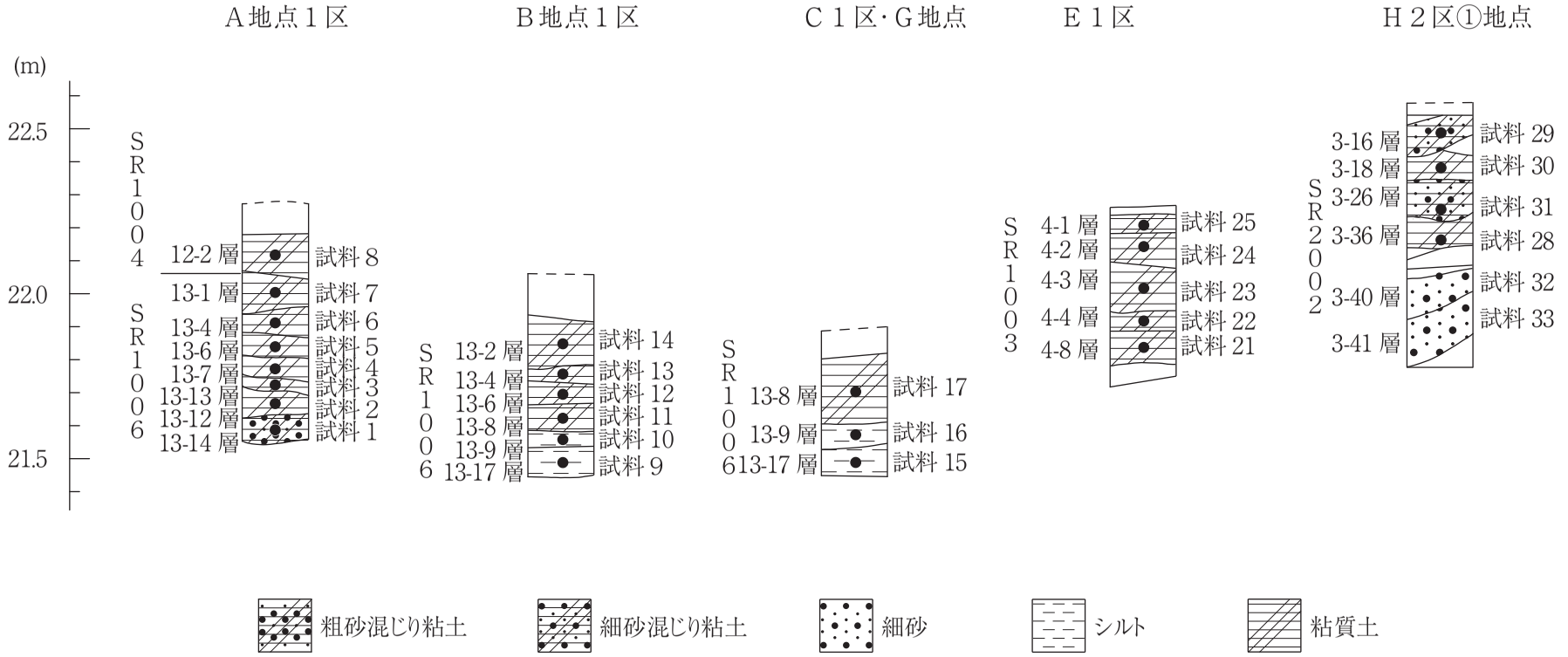
6．まとめ

旧練兵場遺跡における種実同定の結果、樹木種実のクスノキ、モモ、キイチゴ属、ブドウ科、シマサルナシ、ニワトコ、樹木･草本を含むウコギ科、草本種実のオモダカ属、イネ科、ホタルイ属、スゲ属、イボクサ、セリ科、シソ属、イヌホウズキが同定された。モモは食用となる栽培植物で、キイチゴ属、シマサルナシは食することができる。G 地点 1 区 SR1006、下層（番号 27）では、ホタルイ属、スゲ属が多いがカヤツリグサ科の水生植物で、低湿な環境を示唆する。

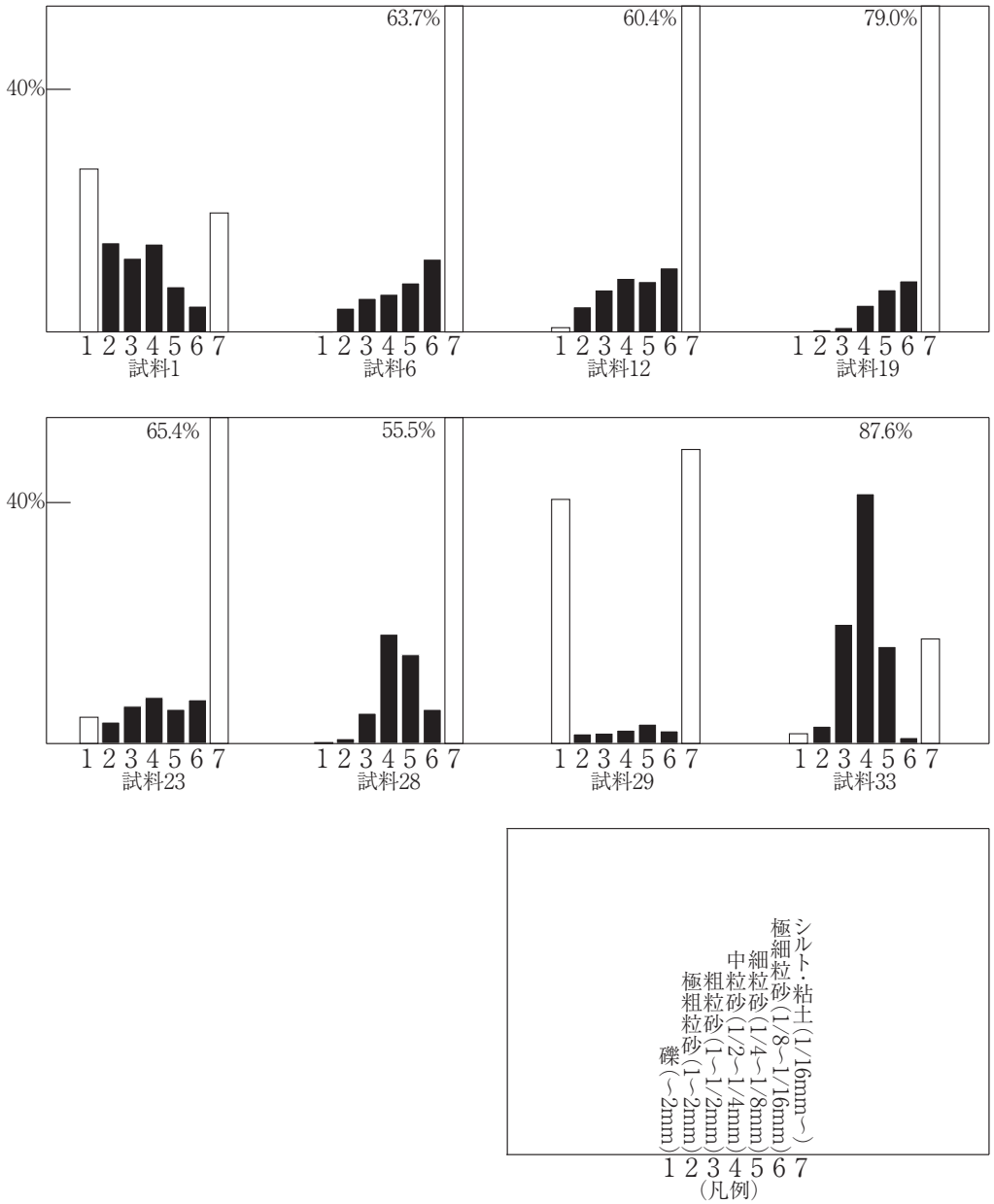
参考文献
笠原安夫（1985）日本雑草図説，養賢堂，494p.
笠原安夫（1988）作物および田畑雑草種類．弥生文化の研究第 2 巻生業，雄山閣　出版，p.131 − 139.
金原正明（1996）古代モモの形態と品種．月刊考古学ジャーナル No.409，ニューサイエンス社，p.15 − 19.
南木睦彦（1992）低湿地遺跡の種実．月刊考古学ジャーナル No.355，ニューサイエンス社，p.18 − 22.
南木睦彦（1993）葉・果実・種子．日本第四紀学会編，第四紀試料分析法，東京大学出版会，p.276 − 283.

表５　旧練兵場遺跡における種実同定結果

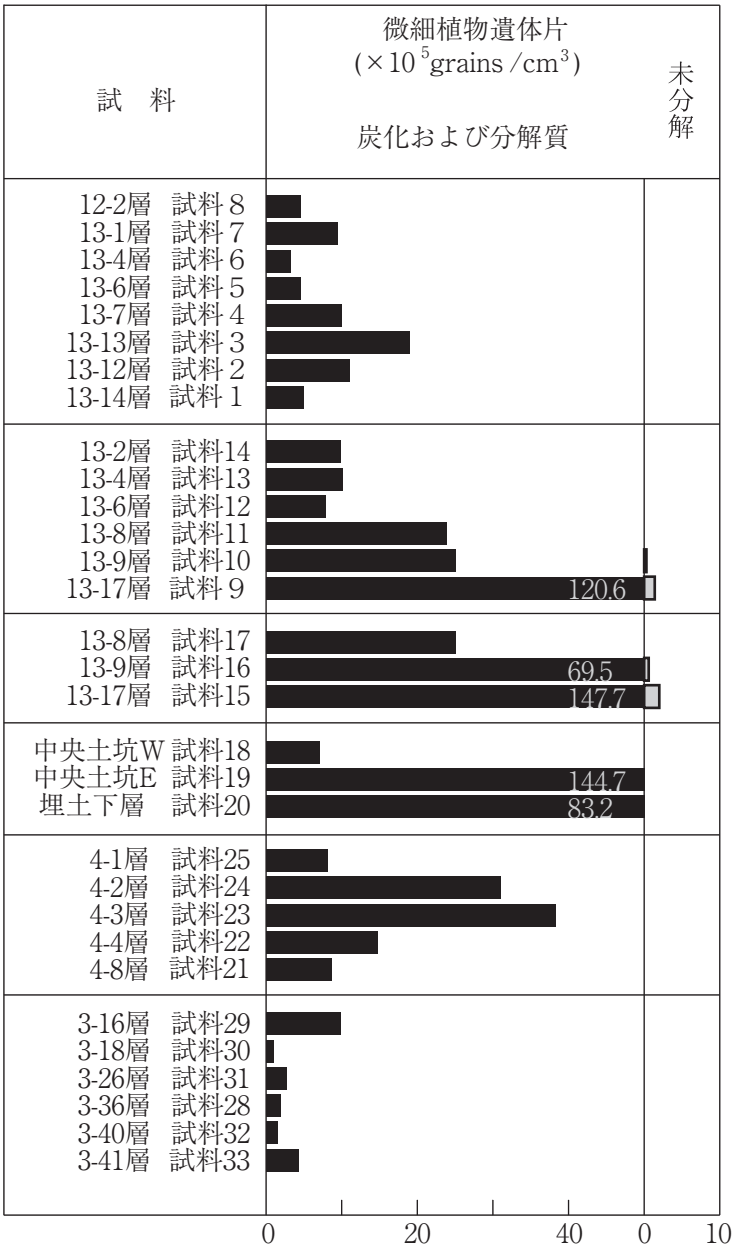
分類群		部位	F地点１区	I地点１区	I地点１区	G地点１区
				SR1003		SR1006
				上層		下層
学名	和名		26	26①	26②	27
Arbor	樹木					
Cinnamomum camphora S.	クスノキ	種子				1
Prunus persica Batsch	モモ	核				
		(破片)	2		2	
Rubus	キイチゴ属	核				1
		(破片)				1
Vitaceae	ブドウ科	種子(破片)				1
Actinidia rufa	シマサルナシ	種子				7
		(破片)				1
Sambucus sieboldiana Blume ex graedn	ニワトコ	核				1
Arbor Herb	樹木・草本					
Araliaceae	ウコギ科	種子				40
Herb	草本					
Sagittaria	オモダカ属	果実				3
Gramineae	イネ科	炭化果実	20			
Scirpus	ホタルイ属	果実				708
		(破片)				167
Carex	スゲ属	果実				316
Aneilema keisak Hassk.	イボクサ	種子				6
Umbelliferae	セリ科	果実				2
Perilla	シソ属	果実				1
		(破片)				1
Solanum nigrum L.	イヌホウズキ	種子				1
Total	合計		22		2	1258
	備考			炭化材片1		



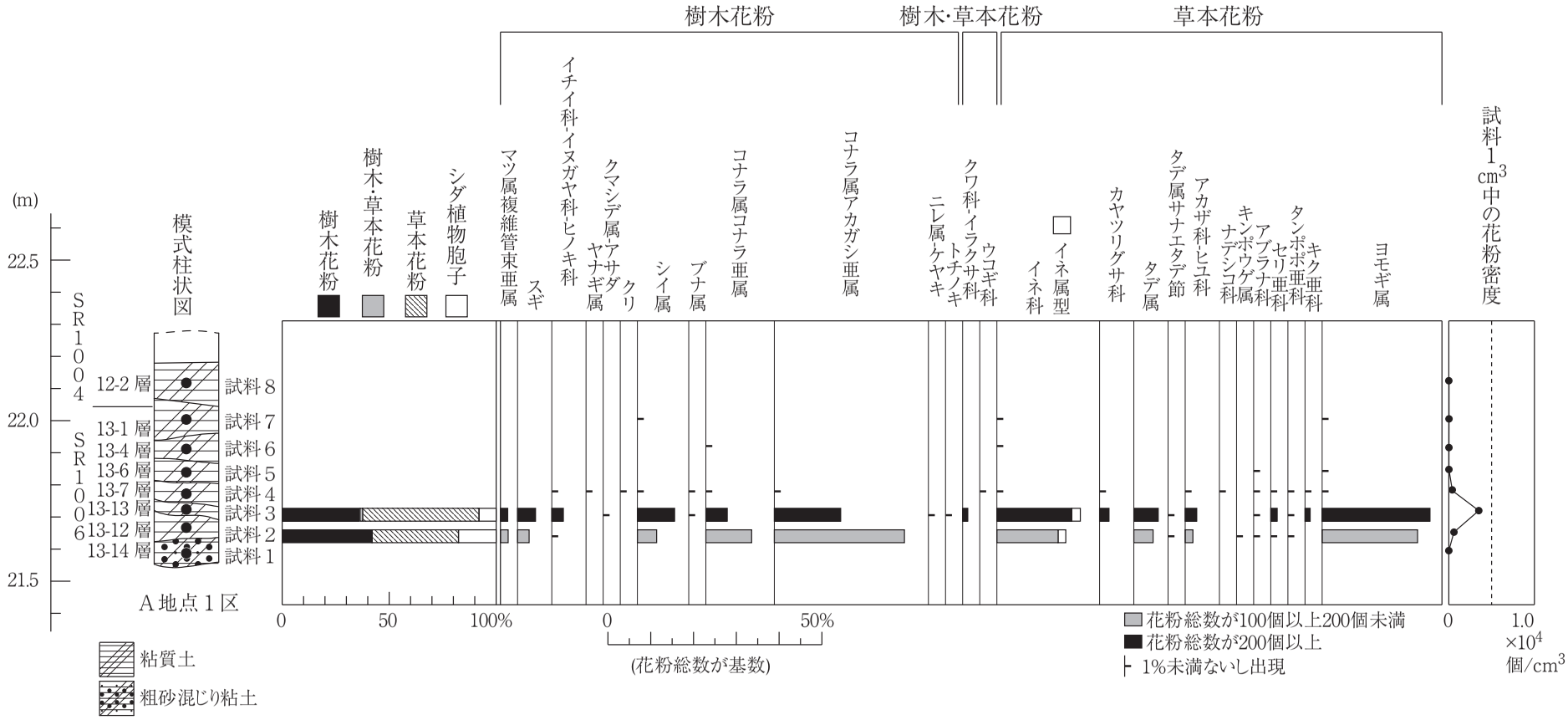
199 図　旧練兵場遺跡：層序と試料採取位置



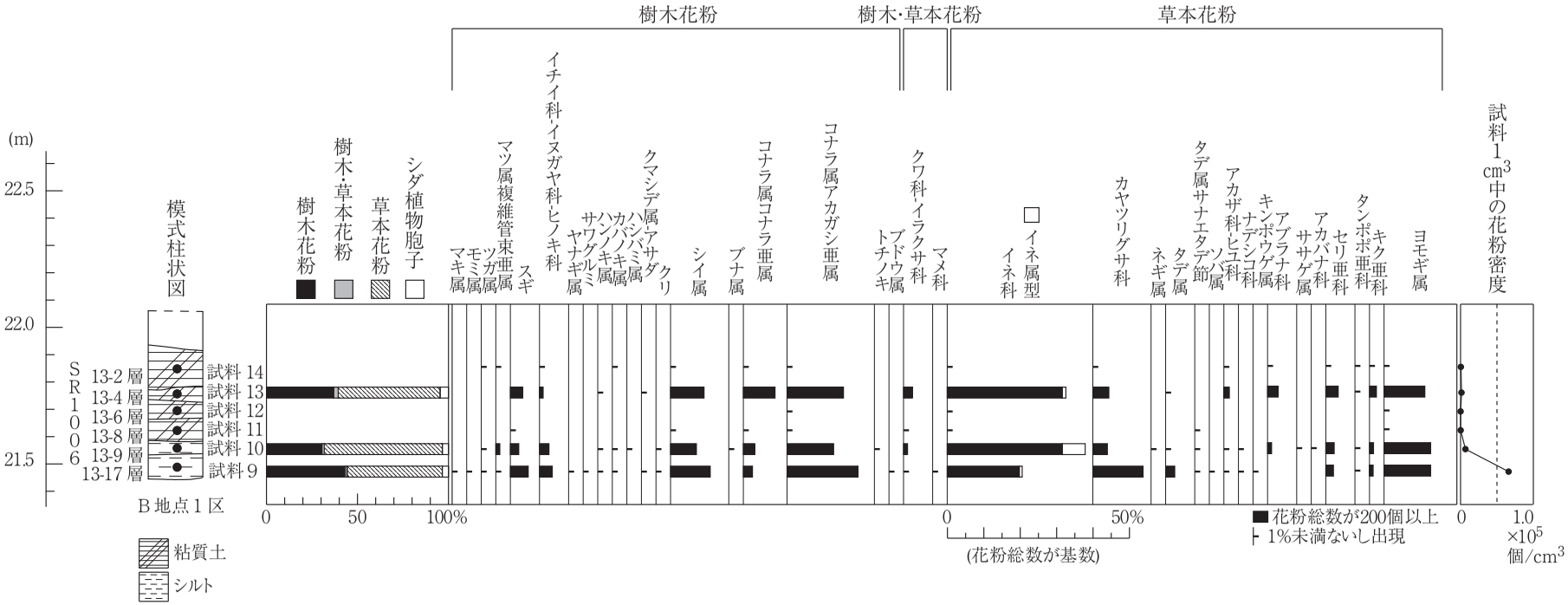
200 図　旧練兵場遺跡：試料（堆積物）粒度組成



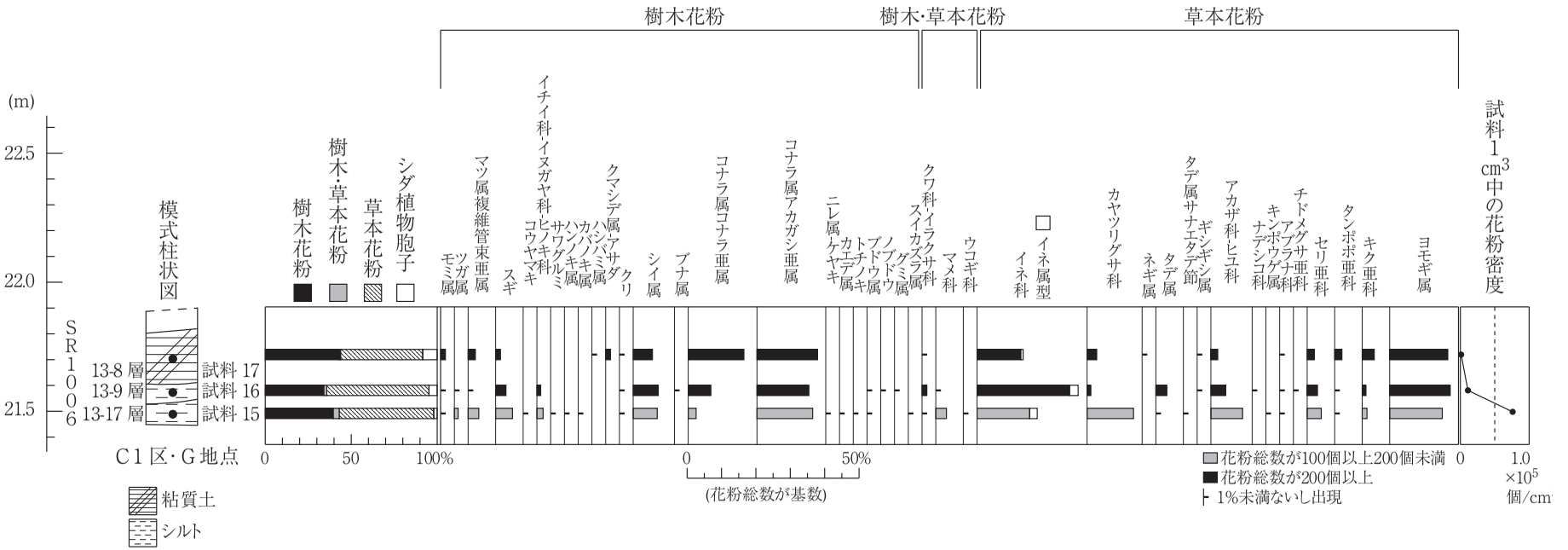
201 図　微細有機遺体含有量



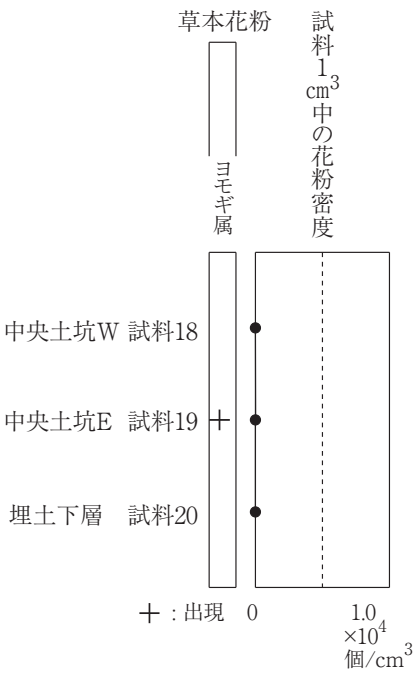
202 図　旧練兵場遺跡：A 地点における花粉ダイアグラム



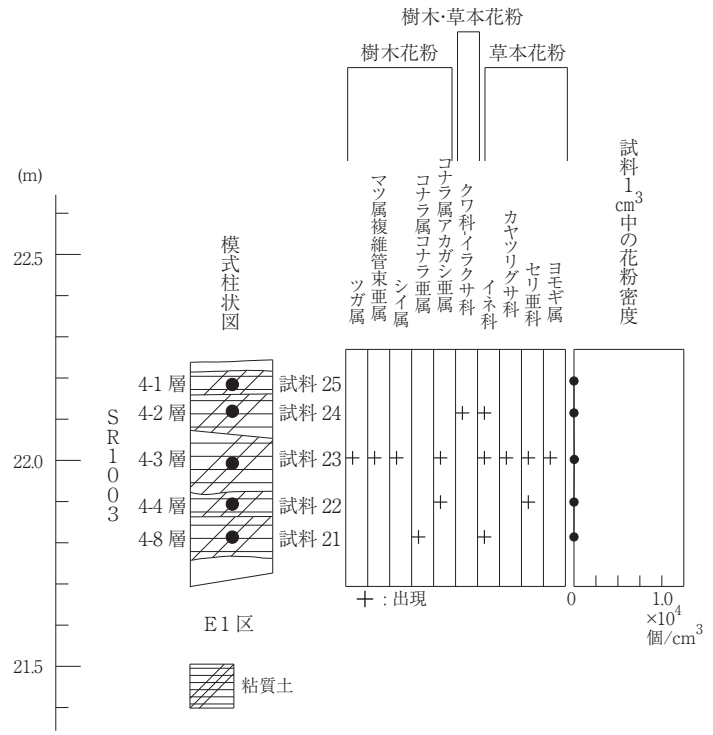
203 図　旧練兵場遺跡：B 地点における花粉ダイアグラム



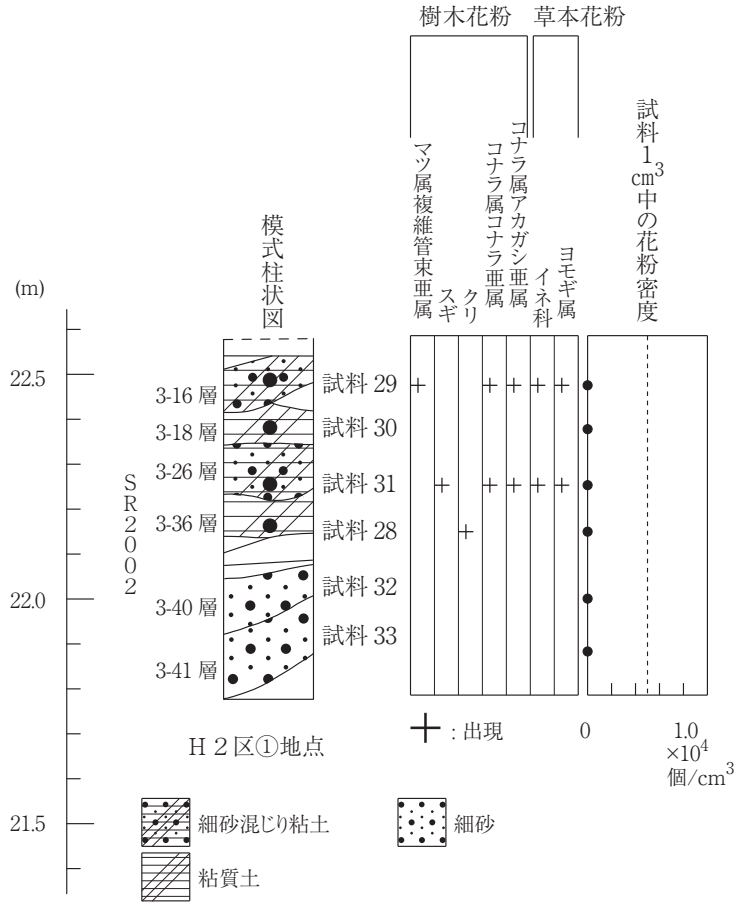
204 図　旧練兵場遺跡：C 地点における花粉ダイアグラム



205 図　旧練兵場遺跡：D 地点における花粉ダイアグラム



206 図　旧練兵場遺跡：E 地点における花粉ダイアグラム



207 図　旧練兵場遺跡：H 地点における花粉ダイアグラム

1 マツ属複維管束亜属
(C·G地点 分析番号17)

2 スギ
(B地点 分析番号9)

3 イチイ科-イヌガヤ科
-ヒノキ科
(B地点 分析番号9)

4 シイ属
(B地点
分析番号9)

5 コナラ属コナラ亜属
(C·G地点 分析番号17)

6 コナラ属アカガシ亜属
(B地点 分析番号9)

7 イネ科
(B地点 分析番号9)

8 イネ属型
(B地点 分析番号9)

9 カヤツリグサ科
(B地点 分析番号9)

10 タデ属
(B地点 分析番号9)

11 ソバ属
(B地点 分析番号9)

12 アカザ科-ヒユ科
(B地点 分析番号9)

13 ササゲ
(B地点 分析番号10)

14 セリ亜科
(B地点 分析番号9)

15 ヨモギ属
(B地点 分析番号9)

16 シダ植物三条溝胞子
(B地点 分析番号9)

10μm

208 図　旧練兵場遺跡の花粉・胞子

1 クスノキ科種子（G地点 分析番号27） 1.0mm
2 モモ核(破片)（F地点 分析番号26） 5.0mm
3 キイチゴ属核（G地点 分析番号27） 1.0mm
4 ブドウ科種子(破片)（G地点 分析番号27） 0.5mm

5 シマサルナシ種子（G地点分析番号27） 1.0mm
6 ニワトコ核（G地点 分析番号27） 0.5mm
7 ウコギ科種子（G地点 分析番号27） 0.5mm
8 オモダカ属果実（G地点 分析番号27） 0.5mm

9 イネ科炭化果実（F地点 分析番号26） 1.0mm
10 ホタルイ属果実（G地点 分析番号27） 1.0mm
11 ホタルイ属果実（G地点 分析番号27） 1.0mm
12 スゲ属果実（G地点 分析番号27） 0.5mm

13 イボクサ種子（G地点 分析番号27） 0.5mm
14 セリ科果実（G地点 分析番号27） 0.5mm
15 シソ属果実（G地点 分析番号27） 0.5mm
16 イヌホウズキ種子（G地点 分析番号27） 0.5mm

209 図　旧練兵場遺跡の種実

第２節　旧練兵場跡出土鍛冶関連遺物の分析調査

日鉄住金テクノロジー（株）

１．いきさつ

旧練兵場遺跡は善通寺市仙遊町に所在する。4 区流路（SR4001）からは、古墳時代中期後半と推定される鉄鋌が検出されている。さらに各層から、ごく微細な滓や鉄片などの鉄関連遺物も複数出土している。そこで遺跡での鉄器生産の実態について検討する目的から、調査を実施する運びとなった。

２．調査方法

2-1. 供試材

表 6 に示す。出土関連遺物 10 群（総計 21 点）の調査を行った。

2-2. 調査項目

（１）肉眼観察

分析調査を実施する遺物の外観の特徴など、調査前の観察所見を記載した。

（２）マクロ組織

本稿では顕微鏡埋込み試料の断面を、低倍率で撮影したものを指す。当調査は顕微鏡組織よりも、広範囲で組織の分布状態、形状、大きさなどが観察できる利点がある。

（３）顕微鏡組織

鉱滓の鉱物組成や金属部の組織観察、非金属介在物の調査などを目的とする。

試料観察面を設定・切り出し後、試験片は樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の #150、#240、#320、#600、#1000、及びダイヤモンド粒子の３μｍと１μｍで鏡面研磨した。また観察には金属反射顕微鏡を用い、特徴的・代表的な視野を選択して写真撮影を行った。

（４）ビッカース断面硬度

ビッカース断面硬度計（Vickers Hardness Tester ）を用いて硬さの測定を行い、文献硬度値に照らして、鉱滓中の晶出物の判定を行った。

試験は鏡面研磨した試料に 136 ° の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除した商を硬度値としている。試料は顕微鏡用を併用し、荷重は 50gf で測定した。

（５）EPMA（Electron Probe Micro Analyzer）調査

日本電子㈱製 JXA-8800RL　波長分散型５チャンネル）にて含有元素の定性・定量分析を実施した。定量分析は試料電流 2.0×10^{-8} アンペア、ビーム径３μｍ、補正法は ZAF に従った。

反射電子像（COMP）は、調査面の組成の違いを明度で表示するものである。重い元素で構成される個所ほど明るく、軽い元素で構成される個所ほど暗い色調で示される。これを利用して、各相の組成の違いを確認後、定量分析を実施している。

また元素の分布状態を把握するため、反射電子像に加え、特性 X 線像の撮影も適宜行った。

表６　供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡・遺構名	層位	遺物名称	写真No.	推定年代	計測値		メタル度	調査項目									備考
						大きさ(mm)	重量(g)		マクロ組織	顕微鏡組織	ﾋﾞｯｶｰｽ断面硬度	X線回折	EPMA	化学分析	耐火度	ｶﾛﾘｰ		
REN15-1	旧練兵場跡 4区③ SR4001	上層	鉱滓	No.1-1	古墳時代 中期～後期	27×14×20	12.5	なし	○	○	○		○	○				
			鉱滓	No.1-2		33×26×18	16.8	なし	○	○	○		○	○				
			鉱滓	No.1-3		27×23×20	16.4	なし	○	○	○		○	○				
			鉱滓	No.1-4		27×18×8	6.7	なし	○	○	○		○	○				
REN15-2			粒状滓	No.2-1		4.4㎜径	-	なし	○	○								
			鉄製品	No.2-2		10.8×2.9×2.3	-	錆化（△）	○	○			○					
REN15-3		上層下位	鉄片	No.3		4.1×3.6×2.5	-	なし	○	○								
REN15-4		中層	鉄片	No.4		4.9×4.1×2.5	-	なし	○	○								
REN15-5			鍛冶滓	No.5-1		5.5×4.8×3.7	-	なし	○	○			○					
			ｶﾞﾗｽ質滓	No.5-2		3.5×3.1×2.5	-	なし	○	○								
			ｶﾞﾗｽ質滓	No.5-3		5.2×4.0×3.2	-	なし	○	○								
REN15-6			鉄片	No.5-4		3.3㎜径	-	なし	○	○								
			鉄片	No.5-5		6.6×4.6×3.4	-	錆化（△）	○	○			○					
REN15-7		中層下位	鉄製品	No.6		19.5×9.6×6.9	-	錆化（△）	○	○								
REN15-8		下層	鍛冶滓	No.7-1		3.6×3.1×2.1	-	なし	○	○								
			鍛冶滓	No.7-2		5.2×4.2×2.7	-	なし	○	○								
			鉄片	No.7-3		5.8×4.0×1.2	-	錆化（△）	○	○								
REN15-9			ｶﾞﾗｽ質滓	No.8-1		4.8×4.3×2.4	-	なし	○	○			○					
			鉄片	No.8-2		3.7×3.6×2.4	-	なし	○	○			○					
REN15-10			鍛冶滓	No.8-3		5.3×4.0×3.2	-	なし	○	○			○					
			鉄片	No.8-4		4.6×3.2×1.0	-	なし	○	○								

表７　供試材の化学組織

符号	遺跡・遺構名	層位	遺物名称	写真No.	全鉄分	金属鉄	酸化第１鉄	酸化第２鉄	＊二酸化珪素	＊酸化ｱﾙﾐﾆｳﾑ	＊酸化ｶﾙｼｳﾑ	＊酸化ﾏｸﾞﾈｼｳﾑ	＊酸化ｶﾘｳﾑ	＊酸化ﾅﾄﾘｳﾑ	酸化ﾏﾝｶﾞﾝ	二酸化ﾁﾀﾝ	酸化ｸﾛﾑ	硫黄	五酸化燐	炭素	ﾊﾞﾅｼﾞｳﾑ	銅	二酸化ｼﾞﾙｺﾆｳﾑ	Σ＊造滓成分	造滓成分	TiO_2	注
					(Total Fe)	(Metallic Fe)	(FeO)	(Fe_2O_3)	(SiO_2)	(Al_2O_3)	(CaO)	(MgO)	(K_2O)	(Na_2O)	(MnO)	(TiO_2)	(Cr_2O_3)	(S)	(P_2O_5)	(C)	(V)	(Cu)	(ZrO_2)		Total Fe	Total Fe	
REN15-1	旧練兵場跡 4区③ SR4001	上層	鉱滓	No.1-1	61.96	0.10	63.54	17.83	9.94	1.98	2.64	0.39	0.65	0.34	0.10	0.07	0.04	0.007	0.21	0.08	<0.01	0.06	<0.01	15.94	0.257	0.001	
			鉱滓	No.1-2	59.16	0.14	56.60	21.49	11.31	2.18	2.65	0.35	0.61	0.47	0.13	0.08	0.03	0.014	0.48	0.13	<0.01	0.07	<0.01	17.57	0.297	0.001	
			鉱滓	No.1-3	51.80	0.10	50.83	17.42	16.89	3.34	4.83	0.64	1.03	0.84	0.17	0.12	0.03	0.011	0.66	0.21	<0.01	0.06	0.01	27.57	0.532	0.002	
			鉱滓	No.1-4	52.53	0.12	52.02	17.12	16.52	3.18	2.91	0.42	0.48	0.76	0.10	0.12	0.03	0.010	0.56	0.54	<0.01	0.08	<0.01	24.27	0.462	0.002	

（6）化学組成分析

出土遺物の性状を調査するため、構成成分の定量分析を実施した。

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）、五酸化燐（P_2O_5）、バナジウム（V）、銅（Cu）、二酸化ジルコニウム（ZrO_2）：ICP（Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer）法：誘導結合プラズマ発光分光分析。

3．調査結果

REN15 － 1：SR4001 上層出土滓

№1 － 1：鉱滓

（1）肉眼観察：ごく小形の鍛冶滓の側面破片（12.5g）と推定される。色調は灰色で、上面と側面の破面（2面）には微細な気孔が点在する。また下面には微細な木炭痕がごく薄く残る。

（2）マクロ組織 210 図①に示す。内部にまとまった金属部（またはその錆化物）はみられない。白色粒状結晶ウスタイト（Wustite：FeO）が比較的密に晶出する、鉄酸化物主体の滓であった。

（3）顕微鏡組織：210 図②③に示す。発達した白色粒状結晶ウスタイト（Wustite：FeO）、やや微細な淡灰色木ずれ状結晶キルシュスタイナイト〔2（Fe,Ca）O・SiO_2：kirschsteinite〕が晶出する。また滓中には非常に微細な淡橙色粒が確認される。その色調から銅（Cu）主体の金属粒と推測される。

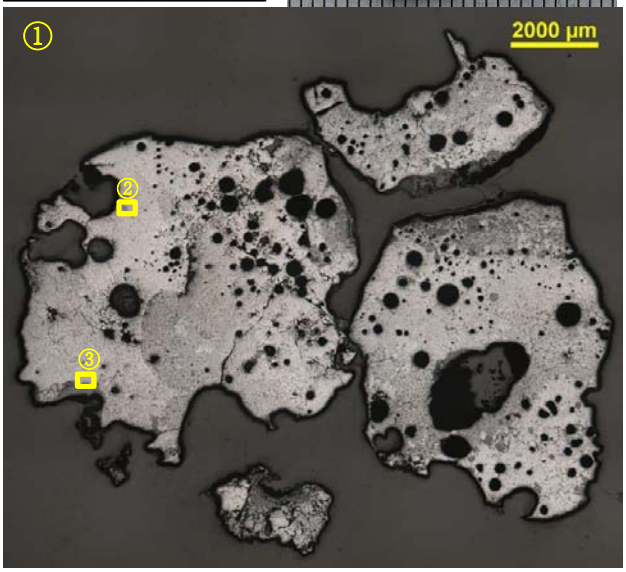
（4）ビッカース断面硬度：白色粒状結晶の硬度を測定した。硬度値は 438Hv、454Hv であった。ウスタイトの文献硬度値（注 1）の範囲（450 ～ 500Hv）より、前者は若干軟質であるが、結晶の色調と形状、後述する EPMA を用いた定量分析結果（分析点 1）からもウスタイト（Wustite：FeO）と推定される。

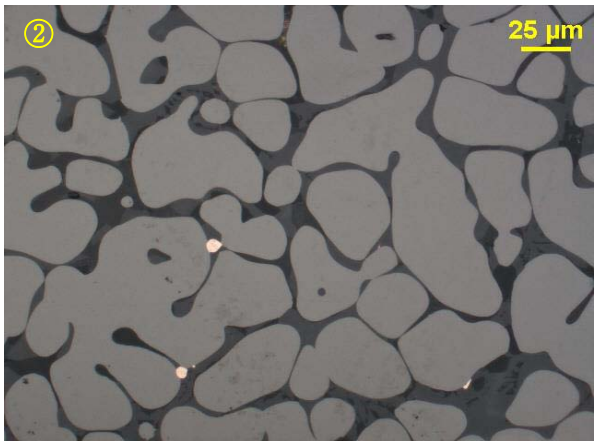
（5）EPMA 調査：210 図④に滓部の反射電子像（COMP）を示す（210 図②左下の微細な淡橙色粒および周辺の滓部の拡大である）。白色粒状結晶の定量分析値は 95.3%FeO（分析点 1）で、ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。淡灰色結晶の定量分析値は 52.1%FeO － 16.5%CaO － 1.2%MgO － 31.7%SiO_2 であった（分析点 2）。キルシュスタイナイト〔2（Fe,Ca）O·SiO_2：kirschsteinite〕と推定される。素地の黒色部の定量分析値は 68.6%SiO_2 － 26.9%Al_2O_3 － 4.0%K_2O － 1.8%FeO（分析点 3）であった。非晶質珪酸塩である。また滓中の微細な淡橙色粒の定量分析値は 93.2%Cu － 6.0%Fe（分析点 4）、92.2%Cu － 6.5%Fe（分析点 5）であった。銅（Cu）主体で鉄（Fe）を含む金属粒である。

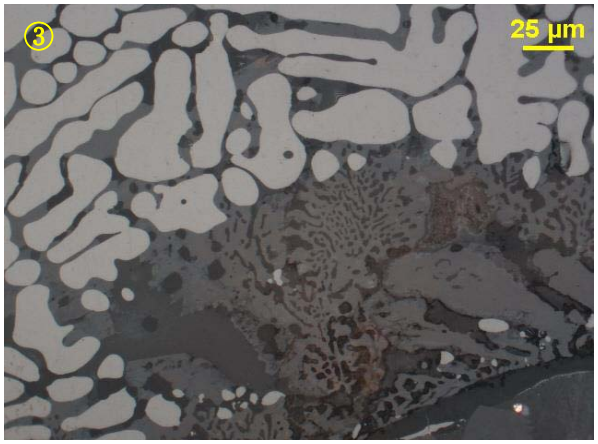
もう 1 視野、滓中の微小金属（210 図③右下の微細な淡橙色粒）の組成を調査した。定量分析値は 78.8%Cu － 1.8%Sn － 4.0%Fe － 7.5%O（分析点 6）、91.6%Cu － 4.3%Fe（分析点 7）であった。やはり銅（Cu）主体で鉄（Fe）を含んでおり、左上部では錫（Sn）も少量検出された。

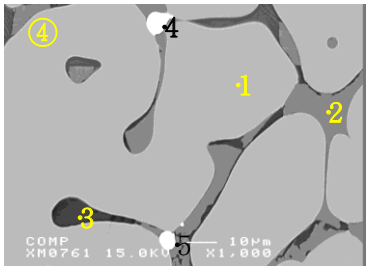
（6）化学組成分析：表 7 に示す。全鉄分（Total Fe）が 61.96% と高値であった。このうち金属鉄（Metallic Fe）は 0.10%、酸化第 1 鉄（FeO）が 63.54%、酸化第 2 鉄（Fe_2O_3）17.83% の割合であった。造滓成分（SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O）15.94% とやや低めで、塩基性成分（CaO + MgO）は 3.03% であった。また二酸化チタン（TiO_2）は 0.07%、バナジウム（V）が＜ 0.01% と低値であった。銅（Cu）は 0.06% とやや高めである。

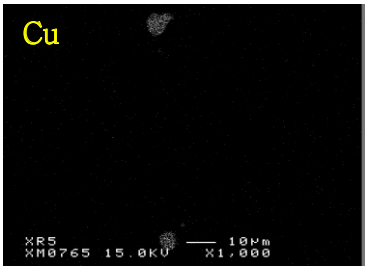
No.1- 1
鉱滓
①ﾏｸﾛ組織
②③滓部：ｳｽﾀｲﾄ･ﾌｧﾔﾗｲﾄ、微小淡褐色粒:金属銅

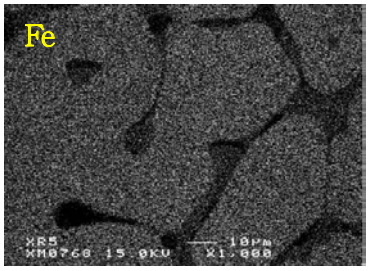


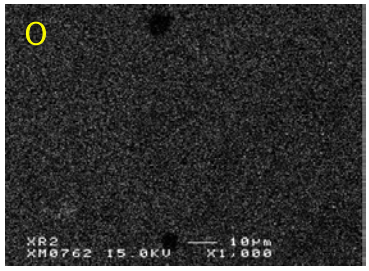


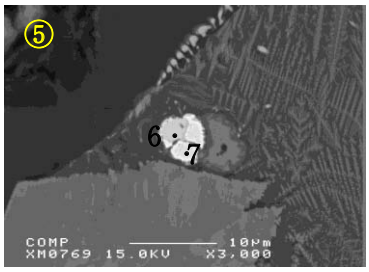


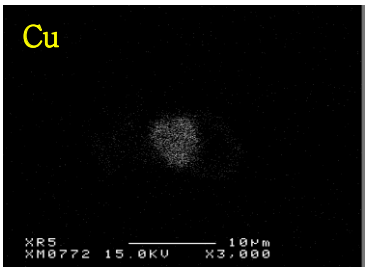












反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性 X線像

定量分析値

Element	1	2	3
Na_2O	0.055	0.107	0.646
MgO	0.237	1.157	-
Al_2O_3	0.458	0.056	26.920
SiO_2	0.264	31.663	68.558
P_2O_5	-	0.411	-
S	0.004	0.002	-
K_2O	0.016	-	3.959
CaO	-	16.456	-
TiO_2	0.091	-	0.005
Cr_2O_3	-	-	0.017
MnO	0.022	0.265	0.012
FeO	95.342	52.129	1.779
CuO	-	0.003	-
SnO_2	-	-	-
Total	96.489	102.249	101.896

Element	4	5	6	7
Na	-	-	0.041	-
Al	-	0.011	0.095	0.127
Si	0.012	0.019	0.185	0.311
P	0.101	0.076	0.147	0.216
S	0.045	0.061	0.030	0.004
K	-	-	-	-
Ca	0.011	0.042	0.151	0.169
Ti	-	0.017	0.008	0.027
Cr	0.030	0.072	0.046	-
Mn	0.057	0.022	-	-
Fe	6.007	6.511	4.032	4.314
Cu	93.150	92.214	78.804	91.616
O	-	-	7.483	-
Sn	-	-	1.831	-
Cl	-	-	0.643	-
Total	99.413	99.045	93.496	96.784

210 図　鉱滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果（1）

№1－2：鉱滓

（1）肉眼観察：ごく小形の鍛冶滓の側面破片（16.8g）と推定される。色調は灰色で、上面は比較的平坦である。下面は細かい木炭痕による凹凸が著しく、部分的に薄く茶褐色の錆化鉄が付着する。また側面3面は破面である。

（2）マクロ組織：211図①に示す。下面側に微細な錆化鉄（青灰色部）が散在するが、まとまった鉄部はみられない。

（3）顕微鏡組織：211図②③に示す。滓中には白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶キルシュスタイナイトが晶出する。微細な淡橙色の金属粒が点在する。また③中央の灰色粒は錆化鉄であるが、その内部にも銅主体の非常に微細な金属部が点在する。

（4）ビッカース断面硬度：白色粒状結晶の硬度を測定した。硬度値は447Hv、455Hvであった。ウスタイトの文献硬度値の範囲（450～500Hv）より、前者は若干軟質であるが、結晶の色調と形状、後述するEPMAを用いた定量分析結果（分析点8）からもウスタイト（Wustite：FeO）と推定される。

（5）EPMA調査：211図④に滓部の反射電子像（COMP）を示す。（211図②の微細な淡橙色粒および周辺の滓部の拡大である）。白色樹枝状結晶の定量分析値は90.0%FeO（分析点8）で、ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。淡灰色柱状結晶の定量分析値は34.7%FeO－32.1%CaO－2.5%MgO－29.6%SiO_2であった（分析点9）。キルシュスタイナイト〔2(Fe,Ca）O・SiO_2：kirschsteinite〕と推定される。また微小黒色結晶の定量分析値は22.4%K_2O－6.1%FeO－5.7%CaO－40.2%SiO_2－26.6%Al_2O_3（分析点10）であった。滓中の微細な淡橙色粒の定量分析値は64.3%Cu－14.7%Fe（分析点11）、88.8%Cu－6.4%Fe（分析点12）であった。銅（Cu）主体で鉄（Fe）を含む金属粒と推定される。

また211図⑤⑥の素地部分は、211図③中央の錆化鉄部である。⑤中央の明色（淡橙色）部の定量分析値は59.3%Cu－28.5%Fe－6.9%O（分析点13）であった。周囲の錆化鉄部の影響を受けて、鉄（Fe）の割合の高い値となっているが、銅（Cu）主体で鉄（Fe）を含む金属粒と推定される。一方、⑥中央の明白色部の定量分析値は102.2%Fe（分析点14）であった。素地部分の残存金属鉄部と判断される。

（6）化学組成分析：表7に示す。全鉄分（Total Fe）が59.16%と高値であった。このうち金属鉄（Metallic Fe）は0.14%、酸化第1鉄（FeO）が56.60%、酸化第2鉄（Fe_2O_3）21.49%の割合であった。造滓成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は17.57%とやや低めで、塩基性成分（CaO＋MgO）は3.00%であった。また二酸化チタン（TiO_2）は0.08%、バナジウム（V）が＜0.01%であった。銅（Cu）は0.07%とやや高めである。

№1－3：鉱滓

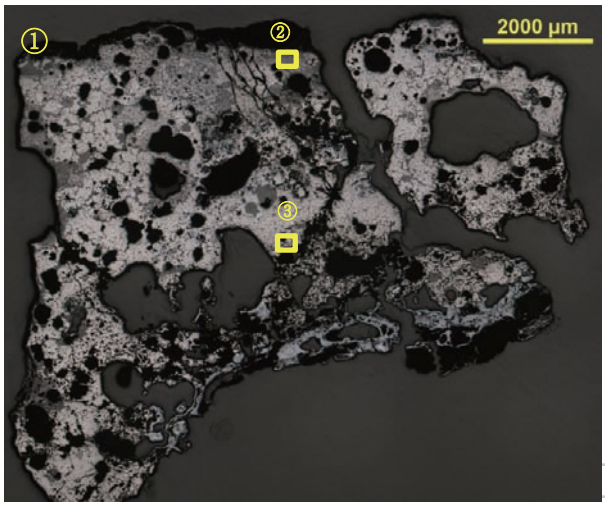
（1）肉眼観察：ごく小形の鍛冶滓破片（16.4g）と推定される。色調は灰色で、上面は比較的平坦である。下面は微細な凹凸がみられる。側面3面は破面である。

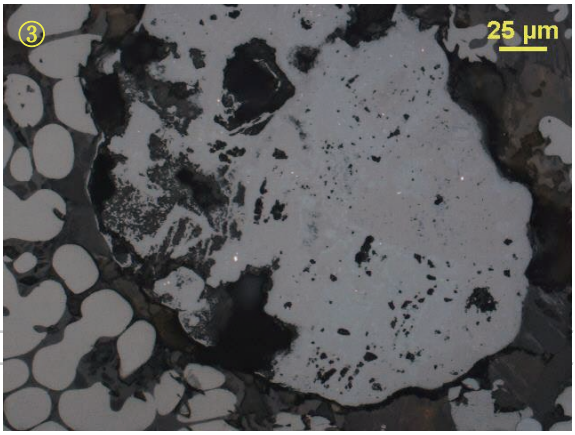
（2）マクロ組織：212図①に示す。内部に微細な錆化鉄が散在するが、まとまった鉄部はみられない。

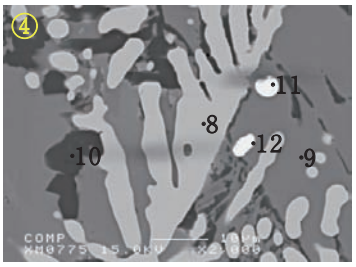
（3）顕微鏡組織：212図②③に示す。滓中には白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライト（Fayalite：2FeO・SiO_2）が晶出する。また②の粒状・不定形の明灰色部は錆化鉄、中央の微細な明白色部は僅かに残存する金属鉄部である。さらに③に示すように微細な銅主体の淡橙色粒も点在する。

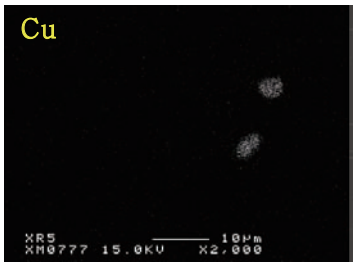
（4）ビッカース断面硬度：白色粒状結晶の硬度を測定した。硬度値は451Hv、496Hvであった。ともにウスタイトの文献硬度値の範囲（450～500Hv）内であり、ウスタイトと推定される。

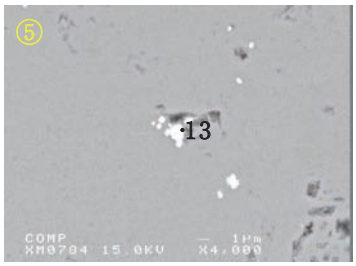
No.1-2
鉱滓
①ﾏｸﾛ組織
②③滓部：ｳｽﾀｲﾄ･ﾌｧﾔﾗｲﾄ、②微小淡褐色粒金属銅、③微小明白色粒金属鉄

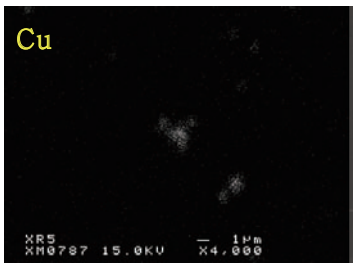


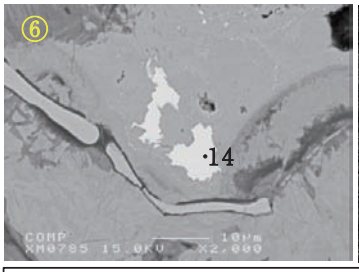


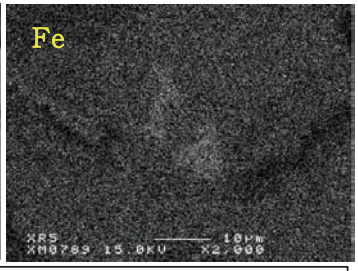












反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性 Ｘ 線像

定量分析値

Element	8	9	10
Na_2O	0.109	0.233	1.123
MgO	0.473	2.478	0.167
Al_2O_3	0.189	0.056	26.569
SiO_2	0.468	29.634	40.158
P_2O_5	-	0.528	0.056
S	0.010	0.011	0.007
K_2O	0.453	0.047	22.432
CaO	0.204	32.099	5.714
TiO_2	0.279	0.007	-
MnO	0.490	0.772	0.103
FeO	89.960	34.720	6.081
CuO	0.086	0.170	0.109
SnO_2	-	-	-
Total	92.721	100.755	102.519

Element	11	12	13	14
Na	0.100	-	-	-
Mg	0.187	-	-	-
Al	0.179	0.003	-	0.005
Si	2.842	0.045	0.037	-
P	0.138	0.030	0.078	0.027
S	0.399	0.344	0.085	0.004
K	0.150	0.018	-	-
Ca	3.555	0.155	0.013	-
Ti	0.020	-	0.020	-
Cr	-	-	-	0.040
Mn	0.183	0.037	-	-
Fe	14.662	6.364	28.525	102.179
Cu	64.284	88.753	59.331	0.753
O	2.731	-	6.876	-
Sn	0.196	0.172	0.011	-
Cl	0.094	0.048	0.100	-
Total	89.720	95.969	95.076	103.008

211 図　鉱滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果（２）

（５）EPMA 調査：212 図④に滓部と錆化鉄（および残存金属鉄）部の反射電子像（COMP）を示す。白色樹枝状結晶の定量分析値は 98.0%FeO（分析点 15）で、ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。淡灰色結晶の定量分析値は 63.3%FeO − 5.7%CaO − 1.8%MgO − 31.4%SiO_2 であった（分析点 16）。ファヤライト（Fayalite：2FeO･SiO_2）で、ライム（CaO）、マグネシア（MgO）を少量固溶する。また樹枝状結晶周囲の暗色部の定量分析値は 40.9%SiO_2 − 16.8%Al_2O_3 − 14.0%CaO − 3.1%K_2O − 4.7%Na_2O − 3.1%P_2O_5 − 21.1%FeO（分析点 17）であった。非晶質珪酸塩である。微細な不定形明白色部の定量分析値は 99.3%Fe − 2.3%Cu（分析点 18）であった。残存金属鉄部であるが、銅（Cu）も少量含まれる。

また滓中の微細な金属粒 2 箇所の調査を実施した。212 図⑤は③左側の金属粒の拡大である。右上の青灰色粒の定量分析値は 95.2%Fe − 1.1%Cu（分析点 19）であった。鉄（Fe）主体の金属粒で、銅（Cu）が少量含まれる。これに対して、左下淡橙色部の定量分析値は 88.0%Cu − 6.4%Fe − 1.5%Sn（分析点 20）であった。銅（Cu）主体の金属で鉄（Fe）を含んでおり、さらに錫（Sn）が少量検出された。212 図⑥は③右側の淡橙色粒の拡大である。定量分析値は 89.0%Cu − 6.8%Fe（分析点 21）であった。銅（Cu）主体で鉄（Fe）を含む金属粒である。

（６）化学組成分析：表 6 に示す。全鉄分（Total Fe）51.80% に対して、金属鉄（Metallic Fe）は 0.10%、酸化第 1 鉄（FeO）が 50.83%、酸化第 2 鉄（Fe_2O_3）17.42% の割合であった。造滓成分（SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O）は 27.57% で、このうち塩基性成分（CaO + MgO）は 5.47% であった。また二酸化チタン（TiO_2）は 0.12%、バナジウム（V）＜ 0.01% と低値である。銅（Cu）は 0.06% とやや高めであった。

№１− 4：鉱滓

（１）肉眼観察：ごく小形でやや偏平な鍛冶滓破片（6.7g）と推定される。色調は灰色～暗灰色で、微細な気孔が点在する。やや軽い質感の滓である。また表面には部分的に薄く茶褐色の錆化物が付着する。

（２）マクロ組織：213 図①に示す。内部には非常に微細な錆化鉄部や金属粒が散在するがまとまったものは見られない。

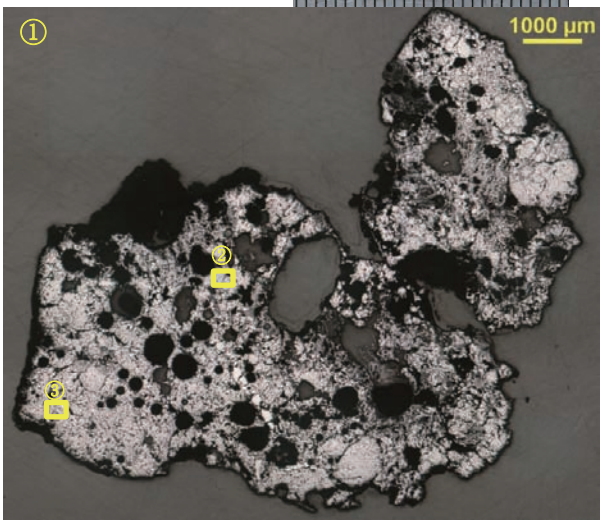
（３）顕微鏡組織：213 図②③に示す。白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また滓中には非常に微細な明白色の金属粒と淡橙色の金属粒とが混在する。

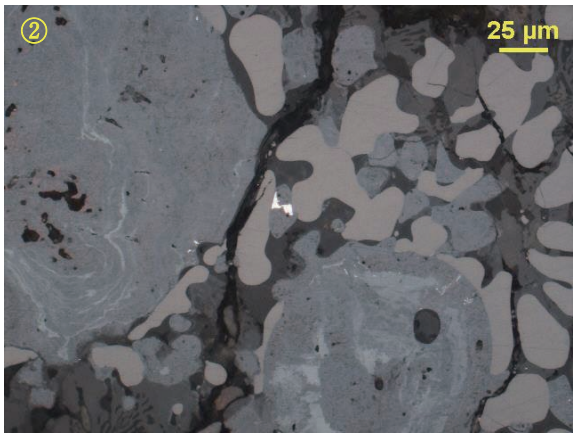
（４）ビッカース断面硬度：白色粒状結晶の硬度を測定した。硬度値は 444Hv、462Hv であった。ウスタイトの文献硬度値の範囲（450 ～ 500Hv）より、前者は若干軟質であるが、結晶の色調と形状、後述する EPMA を用いた定量分析結果（分析点 22）からもウスタイト（Wustite：FeO）と推定される

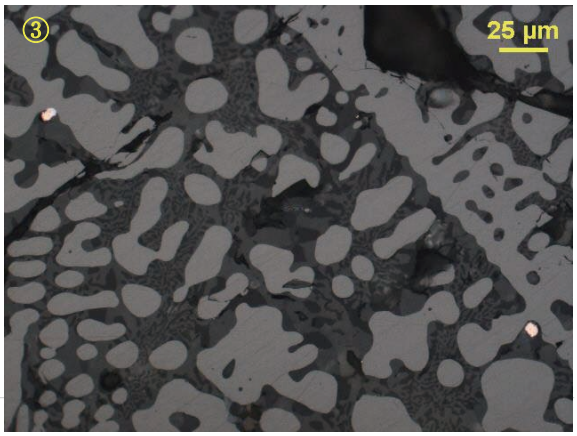
（５）EPMA 調査：213 図④に滓部の反射電子像（COMP：213 図④と同一視野）を示す。白色粒状結晶の定量分析値は 97.1%FeO（分析点 22）で、ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。淡灰色柱状結晶外周部分の定量分析値は 46.6%FeO − 23.6%CaO − 31.7%SiO_2 であった（分析点 23）。キルシュスタイナイト〔2（Fe,Ca）O・SiO_2：kirschsteinite〕と推定される。一方内側部分の定量分析値は 64.6%FeO − 4.2%CaO − 1.3%MgO − 31.3%SiO_2 であった（分析点 24）。ファヤライト（Fayalite：2FeO･SiO_2）で、ライム（CaO）、マグネシア（MgO）を少量固溶する。また微小黒色結晶の定量分析値は 15.6%K_2O − 1.1%FeO − 63.5%SiO_2 − 26.5%Al_2O_3（分析点 25）であった。

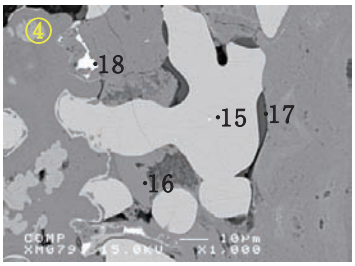
また微細な不定形明白色粒の定量分析値は 95.6%Fe − 2.5%Cu（分析点 26）であった。鉄（Fe）主体の金属粒で、銅（Cu）が少量含まれる。これに対して、その右下の淡橙色部の定量分析値は 58.4%Fe

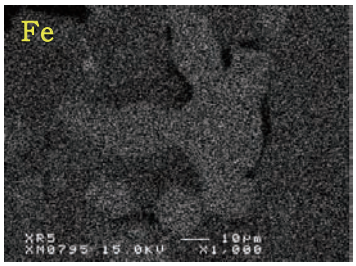
No.1-3
鍛冶滓
①ﾏｸﾛ組織
②③滓部：ｳｽﾀｲﾄ･ﾌｧﾔﾗｲﾄ、②微小明白色粒:金属鉄、③微小淡褐色粒:金属銅

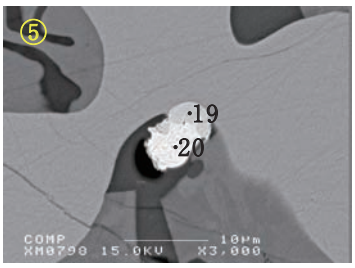


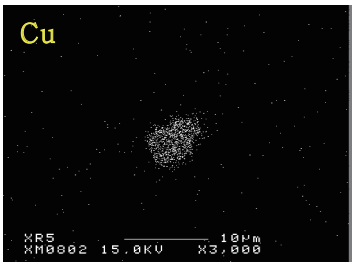


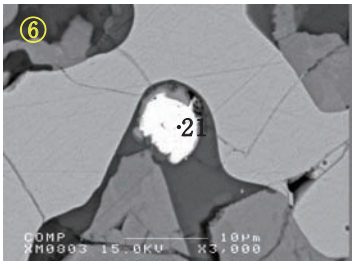


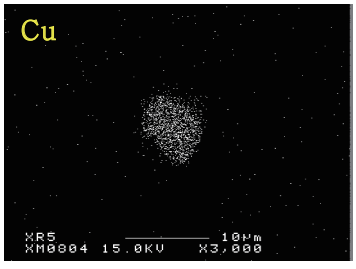












反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性Ｘ線像

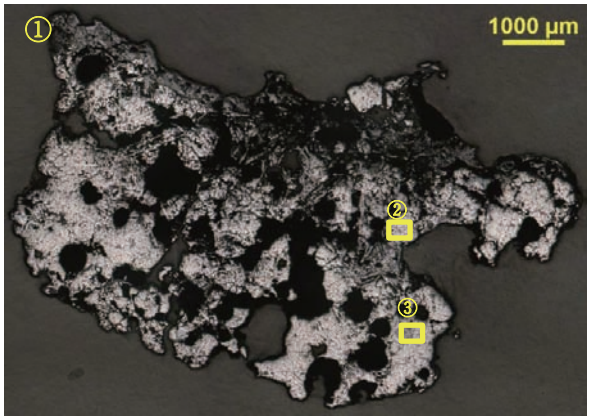
定量分析値

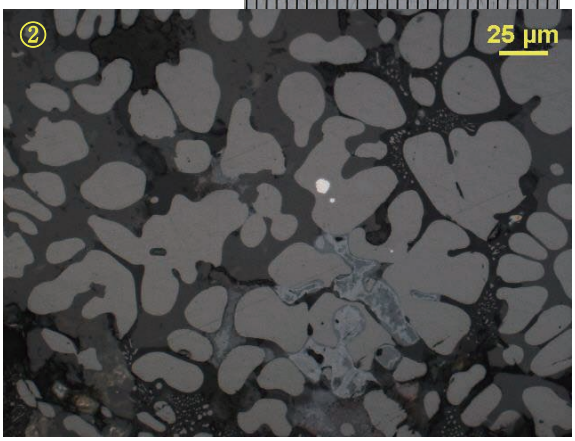
Element	15	16	17	
Na_2O	-	0.136	4.682	
MgO	0.139	1.769	0.086	
Al_2O_3	0.673	0.091	16.809	
SiO_2	0.181	31.385	40.921	
P_2O_5	-	0.018	3.098	
S	0.002	-	0.100	
K_2O	0.010	-	3.133	
CaO	-	5.741	13.992	
TiO_2	0.198	0.016	-	
MnO	0.022	0.207	0.057	
FeO	97.953	63.275	21.130	
CuO	0.119	0.068	0.014	
SnO_2	0.027	0.024	-	
Total	99.324	102.730	104.022	

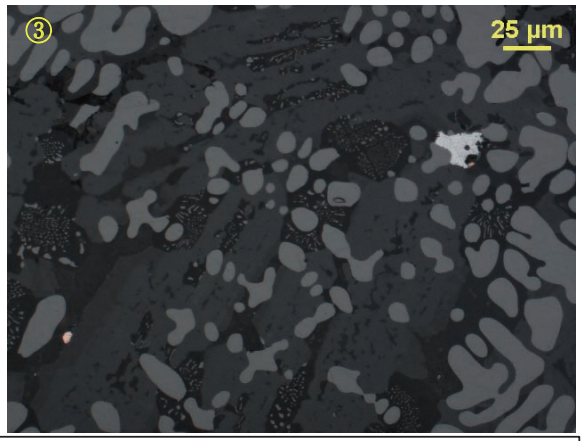
Element	18	19	20	21
Na	-	-	0.012	-
Mg	0.040	-	-	-
Al	-	-	0.027	0.014
Si	-	0.037	0.041	0.047
P	-	0.004	0.093	0.126
S	0.023	0.069	.0.027	0.018
K	-	0.003	-	0.005
Ca	-	-	0.028	0.040
Ti	0.007	-	0.031	0.003
Cr	-	0.015	-	0.024
Mn	-	0.019	-	0.017
Fe	99.329	95.216	6.375	6.807
Cu	2.340	1.076	87.973	88.980
O	0.048	0.040	-	-
Sn	-	0.066	1.515	0.381
Cl	-	-	0.033	0.027
Total	101.787	96.545	96.155	96.489

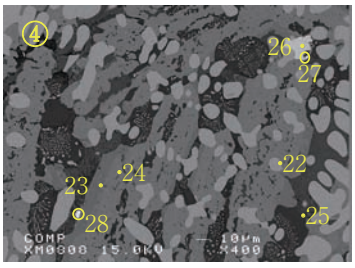
212 図　鉱滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果（３）

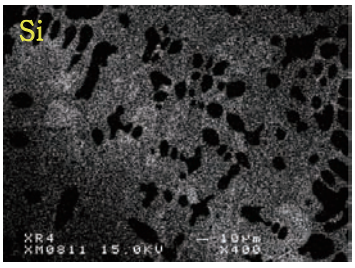
No.1-4
鉱滓
①ﾏｸﾛ組織
②③滓部：ｳｽﾀｲﾄ･ﾌｧﾔﾗｲﾄ、②微小明白色粒金属鉄、③微小淡褐色粒金属銅

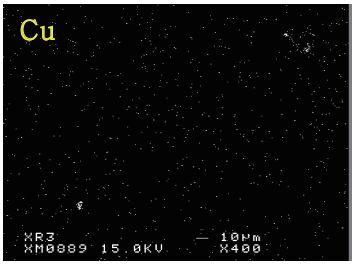


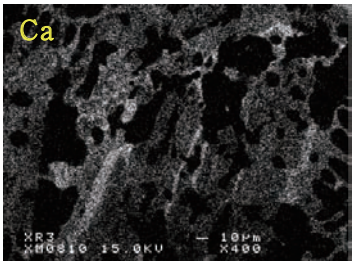


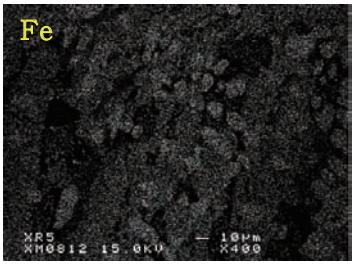


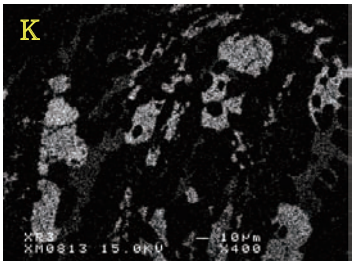












反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性Ｘ線像

定量分析値

Element	22	23	24	25
Na_2O	-	0.224	0.261	0.684
MgO	0.095	0.518	1.335	-
Al_2O_3	0.852	0.018	0.042	26.511
SiO_2	0.181	31.700	31.257	63.507
P_2O_5	-	0.497	-	-
S	0.002	0.005	-	0.007
K_2O	0.020	0.022	0.002	15.591
CaO	0.058	23.602	4.229	0.013
TiO_2	0.090	0.023	0.052	-
Cr_2O_3	-	-	-	0.011
MnO	0.048	0.125	0.234	0.025
FeO	97.116	46.603	64.578	1.114
CuO	0.026	0.055	0.007	0.036
SnO_2	0.048	0.005	-	-
Total	98.536	103.397	101.997	107.499
Element	26	27	28	
Na	-	-	0.012	
Mg	0.014	-	-	
Al	-	-	0.202	
Si	-	0.103	0.421	
P	-	0.008	0.126	
S	0.021	0.239	0.051	
K	-	0.032	-	
Ca	-	0.034	0.269	
Ti	-	0.021	0.010	
Cr	-	0.047	-	
Fe	95.586	58.365	5.331	
Cu	2.460	32.917	89.034	
O	-	0.785	-	
Sn	-	0.069	1.763	
Cl	0.009	0.081	0.047	
Total	98.090	92.701	97.266	

213図　鉱滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果（4）

－ 32.9%Cu（分析点 27）であった。鉄（Fe）の割合が高いが、これは明白色部の影響を受けたもので、銅（Cu）主体の金属粒と推測される。もう 1 箇所左下の淡橙色粒の定量分析値は 89.0%Cu － 5.3%Fe（分析点 28）であった。銅（Cu）主体で鉄（Fe）を含む金属粒である。

（6）化学組成分析：表 6 に示す。全鉄分（Total Fe）52.53% に対して、金属鉄（Metallic Fe）は 0.12%、酸化第 1 鉄（FeO）が 52.02%、酸化第 2 鉄（Fe_2O_3）17.12% の割合であった。造滓成分（SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O）24.27% で、このうち塩基性成分（CaO + MgO）は 3.33% である。また二酸化チタン（TiO_2）は 0.12%、バナジウム（V）が＜ 0.01% と低値であった。銅（Cu）は 0.08% とやや高めであった。

REN15 － 2：SR4001 上層出土微細遺物

№ 2 － 1：粒状滓

（1）肉眼観察：色調は黒灰色で、やや歪な球状を呈する。また表面には非常に微細な凹凸がみられる。

（2）マクロ組織：214 図①に示す。内部には非常に微細な気孔が多数散在する。

（3）顕微鏡組織：214 図②に示す。白色粒状結晶ウスタイト（Wustite：FeO）が凝集して晶出する。鉄酸化物主体の微細遺物であった。

№ 2 － 2：鉄製品

（1）肉眼観察：ごく微細な針状の鉄製品破片と推測される。表面は茶褐色の鉄錆化物に覆われており、特殊金属探知器での反応はみられない。

（2）マクロ組織：214 図③に示す。全体が完全に錆化しており、金属鉄部は残存しない。内部には層状の割れが生じており、鍛打成形された鍛造品と推定される。

（3）顕微鏡組織：214 図④⑤に示す。素地の錆化鉄部には亜共析組織（C ＜ 0.77%）がかすかに残存するが、鉄中の炭素含有率の推定は困難な状態であった。また内部には鍛打により展伸した形状の微細な鉄中非金属介在物が確認された。

（4）EPMA 調査：214 図⑥に錆化鉄中の非金属介在物反射電子像（COMP）を示す。214 図⑤の拡大である。非金属介在物部分の定量分析値は 64.1%SiO_2 － 14.6%Al_2O_3 － 6.8%CaO － 1.7%MgO － 3.5%K_2O － 2.4%Na_2O － 7.4%FeO（分析点 26）、65.3%SiO_2 － 15.0%Al_2O_3 － 7.1%CaO － 1.9%MgO － 3.5%K_2O － 2.2%Na_2O － 6.0%FeO（分析点 27）であった。非晶質硅酸塩である。また素地の錆化鉄部の定量分析値は 52.6%Fe － 37.7%O（分析点 28）であった。鉱滓（№ 1 － 1 ～ 4）とは異なり、錆化鉄中に銅（Cu）の影響はみられない。

REN15 － 3：SR4001 上層下位出土微細遺物

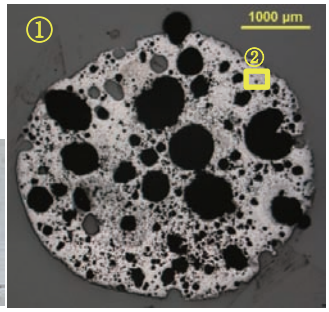
№ 3：鉄片

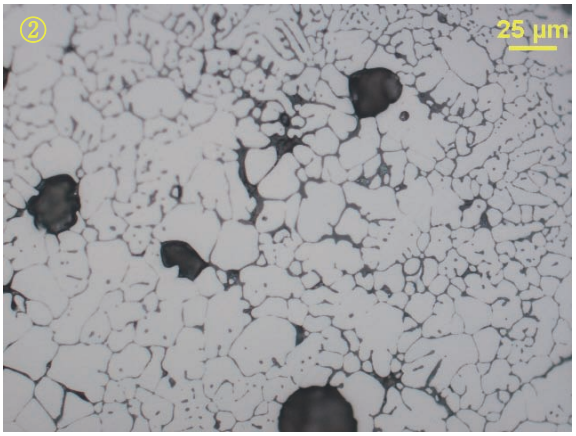
（1）肉眼観察：非常に微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。

（2）マクロ組織：215 図①に示す。全体が完全に錆化して、金属鉄部は残存しない。

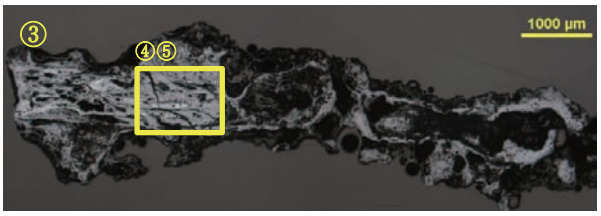
（3）顕微鏡組織：215 図②に示す。素地部分は錆化鉄で、金属組織痕跡は不明瞭であった。また②下寄り細長い不定形の暗色部は、鍛打によって展伸した非晶質硅酸塩系の非金属介在物と推測される。

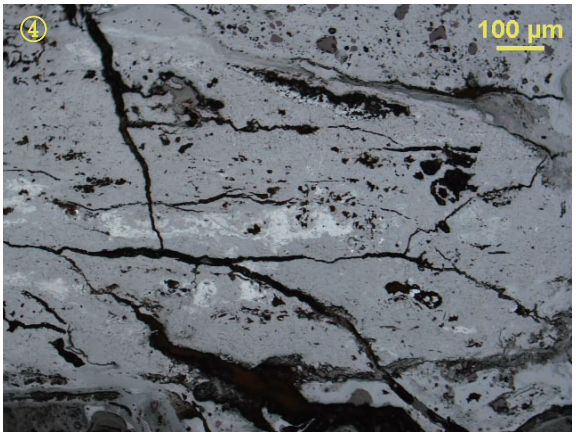
No.2- 1粒状滓
①ﾏｸﾛ組織
②滓部:ｳｽﾀｲﾄ

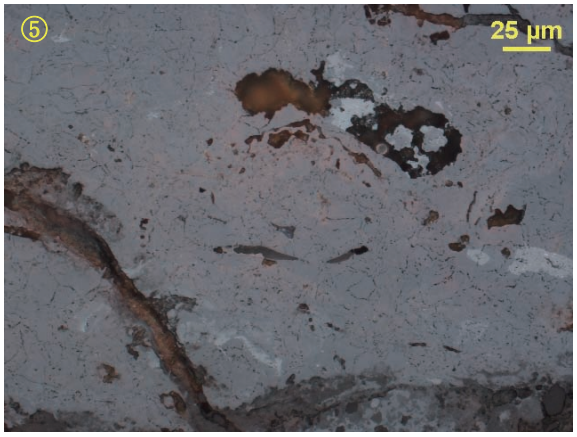


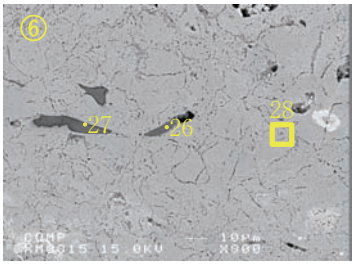


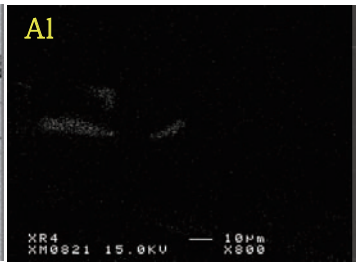
No.2- 2 鉄製品
③ﾏｸﾛ組織
④⑤錆化鉄部:亜共析組織痕跡、展伸状暗色部鉄中非金属介在物（非晶質硅酸塩）

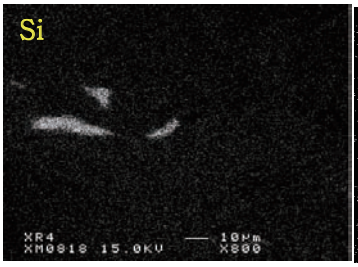


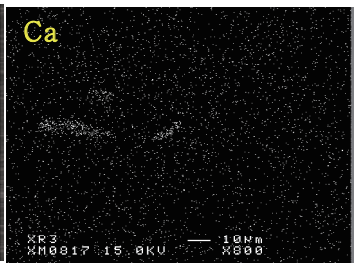












反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性Ｘ線像

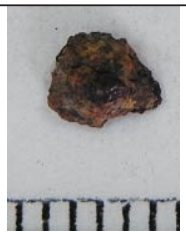
定量分析値

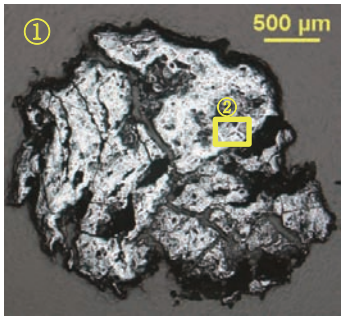
Element	26	27
Na_2O	2.441	2.236
MgO	1.730	1.873
Al_2O_3	14.598	14.962
SiO_2	64.092	65.259
P_2O_5	0.079	-
S	0.005	-
K_2O	3.516	3.516
CaO	6.827	7.066
TiO_2	0.538	0.528
Cr_2O_3	0.092	-
MnO	0.414	0.448
FeO	7.356	5.986
Total	101.688	101.874

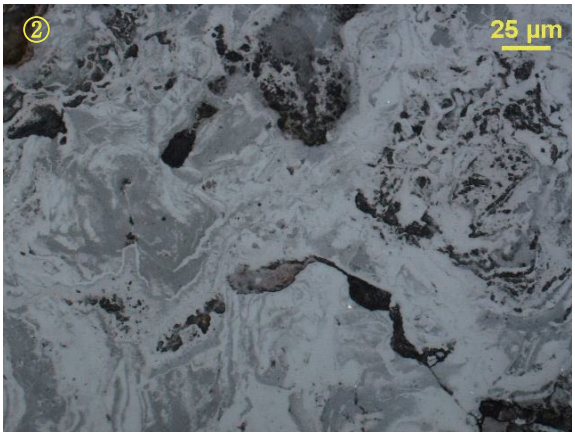
Element	28
Na	0.051
Mg	0.043
Al	0.019
Si	3.028
P	0.868
Ca	0.322
Ti	-
Cr	0.015
Mn	0.051
Fe	52.590
Cu	0.117
O	37.673
Sn	0.006
Cl	-
Total	94.783

214 図　粒状滓・鉄製品の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

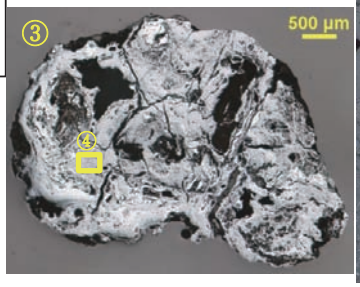
No.3　鉄片
①ﾏｸﾛ組織
②錆化鉄、金属組織痕跡不明瞭

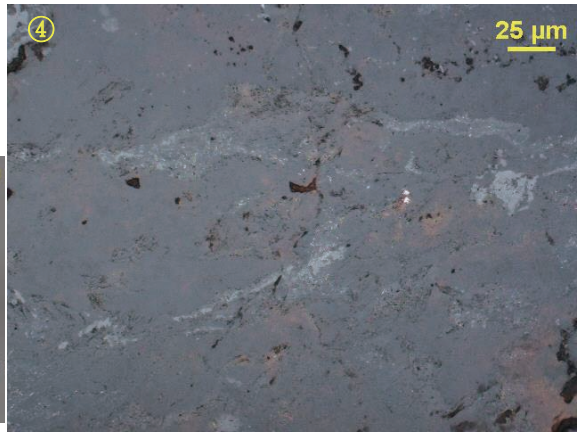




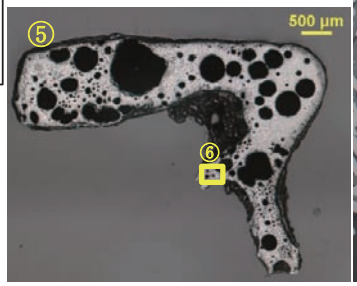


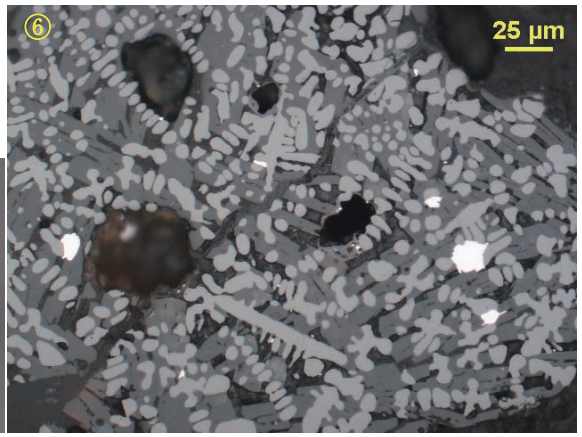
No.4　鉄片
③ﾏｸﾛ組織
④錆化鉄、金属組織痕跡不明瞭

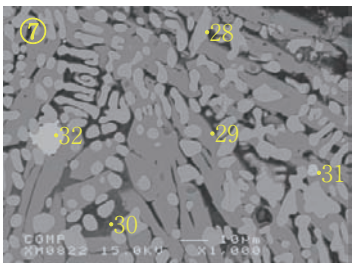




No.5- 1　鍛冶滓
⑤ﾏｸﾛ組織
⑥滓部:ｳｽﾀｲﾄ･ﾌｧﾔﾗｲﾄ、微小明白色粒:金属鉄







反射電子像（ＣＯＭＰ）

定量分析値

Element	28	29	30	Element	31	32
Na_2O	-	0.099	2.879	Na	0.005	-
MgO	0.047	0.445	-	Mg	-	0.018
Al_2O_3	0.188	0.180	23.951	Al	0.023	-
SiO_2	0.230	30.700	49.002	Si	0.003	0.032
P_2O_5	-	0.139	1.706	P	-	0.034
S	0.017	-	0.134	S	0.002	-
K_2O	0.013	0.017	13.351	Ti	0.012	-
CaO	-	0.543	5.090	Cr	-	0.020
TiO_2	0.366	0.087	0.117	Fe	98.655	99.393
Cr_2O_3	-	0.009	-	Cu	0.093	0.058
MnO	0.063	0.043	-	O	0.008	-
FeO	92.990	64.476	10.897	Sn	0.010	0.017
CuO	-	0.044	0.081	Cl	0.012	-
Total	93.914	96.782	107.208	Total	98.823	99.572

215 図　鉄片・鍛冶滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

REN15 － 4：SR4001 中層出土微細遺物

№4：鉄片

（1）肉眼観察：非常に微細な塊状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。

（2）マクロ組織：215 図③に示す。全体が完全に錆化して、金属鉄部は残存しない。

（3）顕微鏡組織：215 図④に示す。素地部分は錆化鉄で、金属組織痕跡は不明瞭であった。

REN15 － 5：SR4001 中層出土微細遺物（滓）

№5 － 1：鍛冶滓

（1）肉眼観察：非常に小型で不定形の鍛冶滓破片である。表面には黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆化物が付着する。滓の地の色調は暗灰色である。

（2）マクロ組織：215 図⑤に示す。内部に微細な気孔が多数散在する。

（3）顕微鏡組織:215 図⑥に示す。白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また滓中には微細な金属鉄（明白色）粒が多数点在するが、鉱滓（№1 － 1 ～ 4）とは異なり、銅（Cu）が主成分の淡橙色粒はみられない。

（4）EPMA 調査：215 図⑦に滓部の反射電子像（COMP）を示す。白色樹枝状結晶の定量分析値は 93.0%FeO（分析点 28）で、ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。淡灰色結晶の定量分析値は 64.5%FeO － 30.7%SiO_2 であった（分析点 29)。ファヤライト（Fayalite：2FeO・SiO_2）に同定される。また微小黒色結晶の定量分析値は 13.4%K_2O － 10.9%FeO － 5.1%CaO － 49.0%SiO_2 － 24.0%Al_2O_3（分析点 30）であった。また滓中の微細な明白色粒の定量分析値は 98.7% Fe（分析点 31)、99.4%Fe（分析点 32）であった。金属鉄で銅（Cu）の影響はみられない。

№5 － 2：ガラス質滓

（1）肉眼観察：微細なガラス質滓の破片である。色調は淡褐色～黒色で、表面には非常に微細な気孔が若干点在する。羽口などの炉材粘土の溶融物の可能性が考えられる。

（2）マクロ組織：216 図①に示す。素地の黒色部は粘土溶融物（ガラス質滓）である。

（3）顕微鏡組織：216 図②～④に示す。ガラス質滓中には非常に微細な金属鉄（明白色）粒が複数散在する。

№5 － 3：ガラス質滓

（1）肉眼観察：微細なガラス質滓の破片である。色調は淡黒色で、表面は比較的平滑である。また破面には非常に微細な気孔が多数散在する。羽口などの炉材粘土の溶融物と推定する。

（2）マクロ組織：216 図⑤に示す。素地の黒色部は粘土溶融物（ガラス質滓）である。

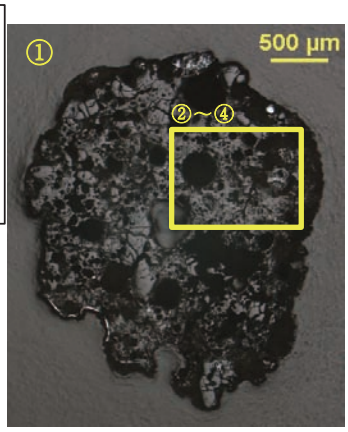
（3）顕微鏡組織:216 図⑥に示す。ガラス質滓中には非常に微細な金属鉄（明白色）粒が多数散在する。

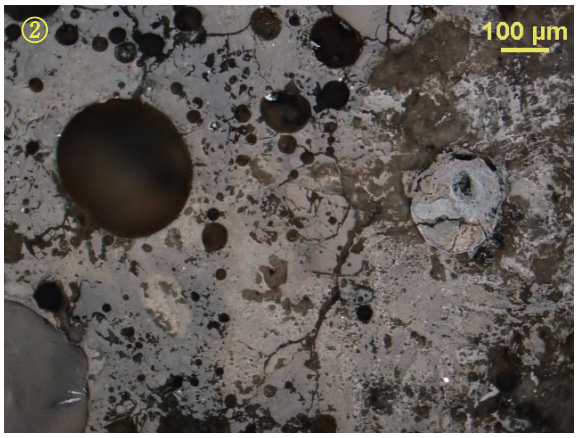
REN15 － 6：SR4001 中層出土微細遺物

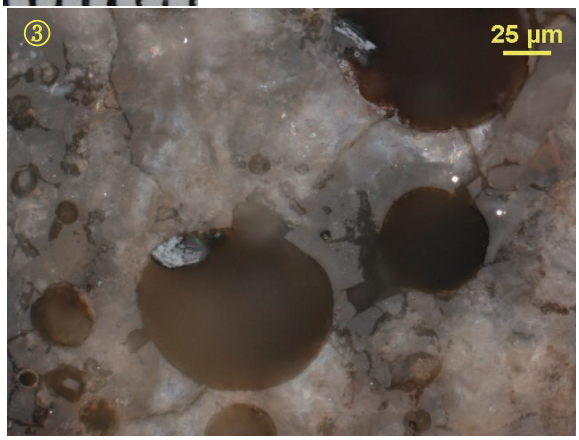
№5 － 4：鉄片

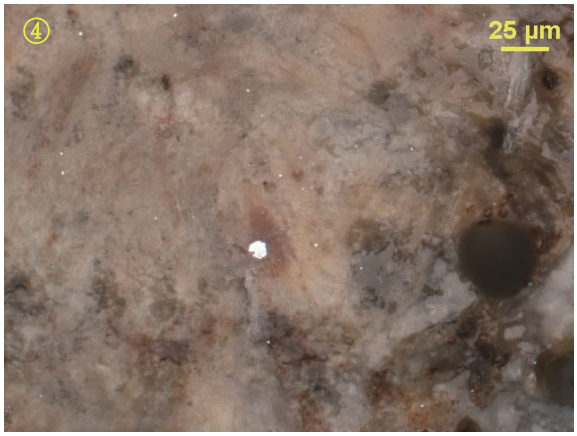
（1）肉眼観察：非常に微細な塊状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応

No.5- 2 ガラス質滓
①マクロ組織
②③素地:ガラス質滓（粘土溶融物）、微細明白色粒 金属鉄

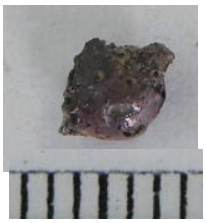


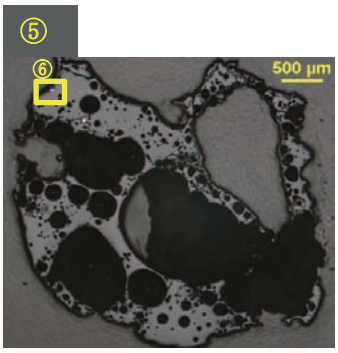


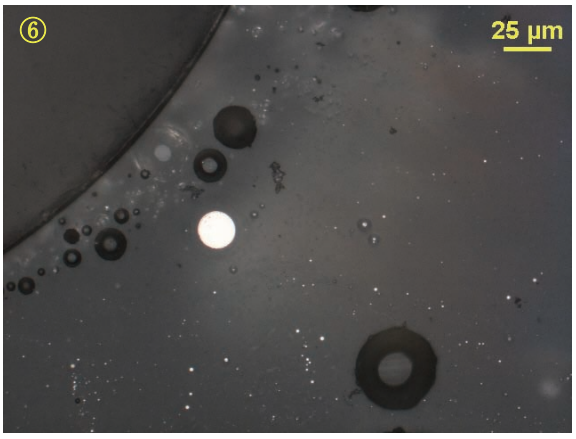




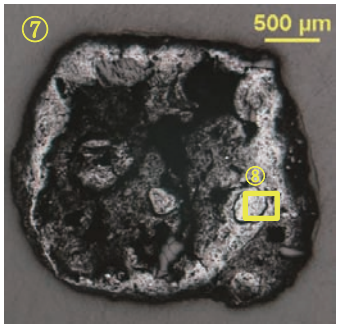
No.5- 3 ガラス質滓
⑤マクロ組織
⑥素地:ガラス質滓（粘土溶融物）、微細明白色粒:金属鉄

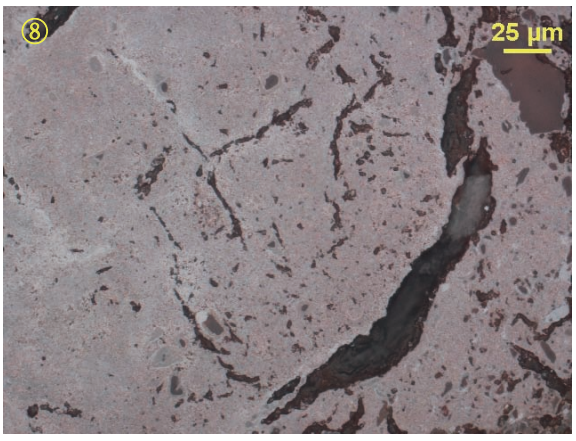






No.5- 4 鉄片
⑦マクロ組織
⑧錆化鉄、金属組織痕跡不明瞭





216 図　ガラス質滓・鉄片の顕微鏡組織

はみられない。
（2）マクロ組織：216 図⑦に示す。全体が完全に錆化して、金属鉄部は残存しない。
（3）顕微鏡組織：216 図⑧に示す。素地部分は錆化鉄で、金属組織痕跡は不明瞭であった。

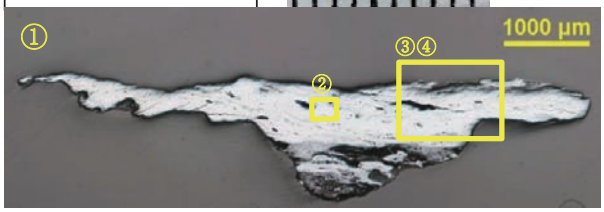
№5 － 5：鉄片
（1）肉眼観察：非常に微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。また 1 箇所小レキが二次的に付着している。
（2）マクロ組織：217 図①に示す。薄板状の錆化鉄片で、内部には層状の割れが生じている。鍛造鉄器の剥離片の可能性が高いと考えられる。
（3）顕微鏡組織：217 図②～④に示す。素地の錆化鉄部には亜共析組織（C ＜ 0.77%）がかすかに残存するが、鉄中の炭素含有率の推定は困難な状態であった。また内部には微細な鉄中非金属介在物（白色粒状結晶および淡茶褐色結晶）が点在する。
（4）EPMA 調査：217 図⑤に鉄中非金属介在物の反射電子像（COMP）を示す。微細な白色粒状結晶の定量分析値は 62.7%Fe － 31.0%O であった（分析点 33）。ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。また淡茶褐色結晶お定量分析値は 36.2%Ti―32.0%Ca － 1.5%Fe － 33.5%O（分析点 34）で、ペロブスカイト（Perovskite：$CaO \cdot TiO_2$）と推定される。

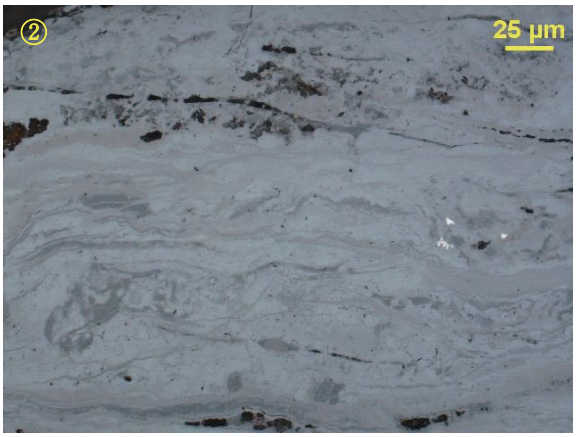
REN15 － 7：SR4001 中層下位出土微細遺物
№6：鉄製品
（1）肉眼観察：ごく微細な棒状の鉄製品の破片である。表面は茶褐色の鉄錆化物に覆われており、特殊金属探知器での反応はみられない。
（2）マクロ組織：218 図①に示す。全体が完全に錆化しており、金属鉄部は残存しない。内部には層状の割れが生じており、鍛打成形された鍛造品と推定される。
（3）顕微鏡組織：218 図②に示す。素地の錆化鉄部には亜共析組織（C ＜ 0.77%）がかすかに残存するが、鉄中の炭素含有率の推定は困難な状態であった。また内部には鍛打によって展伸した形状の鉄中非金属介在物（暗色部）が確認された。非晶質硅酸塩系の介在物と推測される。

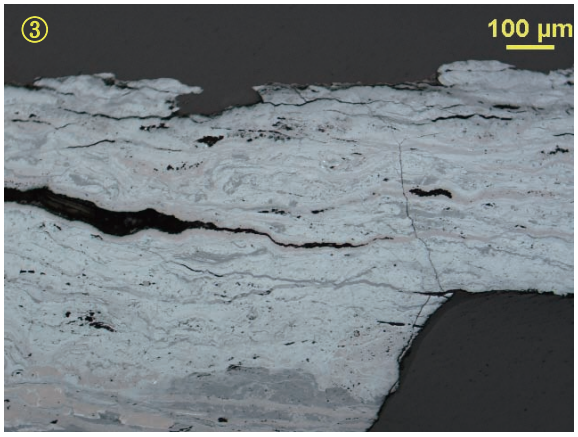
REN15 － 8：SR4001 下層出土微細遺物
№7 － 1：鍛冶滓
（1）肉眼観察：非常に微細な鍛冶滓破片と推測される。色調は暗灰色で、表面の気孔は少なく緻密である。
（2）マクロ組織：218 図③に示す。微細な気孔が点在するが、比較的緻密な滓である。
（3）顕微鏡組織：218 図④に示す。白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。

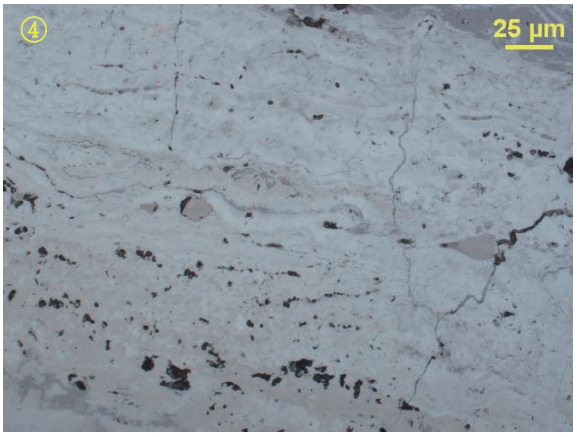
№7 － 2：鍛冶滓
（1）肉眼観察：ごく小型で不定形の鍛冶滓と推測される。表面には部分的に薄く茶褐色の鉄錆化物が付着するが、まとまった鉄部はみられない。表面は比較的なめらかで気孔は少ない。
（2）マクロ組織：218 図⑤に示す。左側の明灰色部が滓部である。
（3）顕微鏡組織：218 図⑥に示す。白色粒状結晶ウスタイトが、素地の暗黒色ガラス質滓中に晶出する。

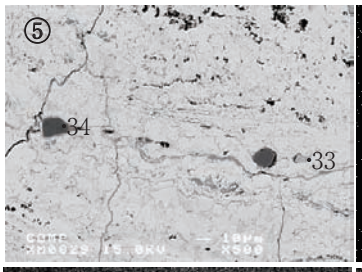
No.5-5 鉄片
①ﾏｸﾛ組織
②～④錆化鉄、亜共析組織痕跡、非金属介在物（淡褐色結晶ﾊﾟﾛﾌﾞｽｶｲﾄ

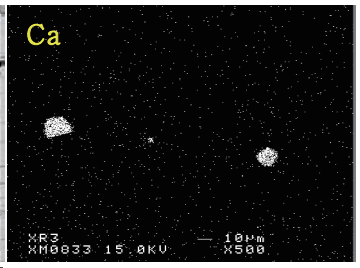


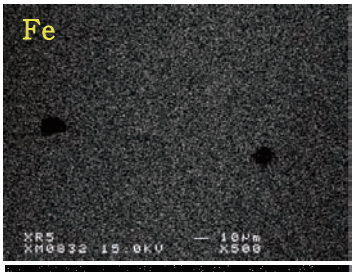


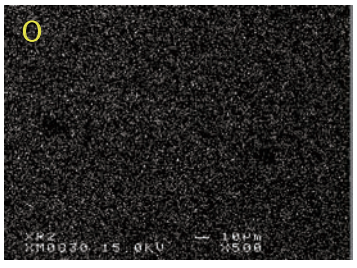












反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性Ｘ線像

定量分析値

Element	33	34
Na	-	0.016
Mg	0.001	0.029
Al	-	0.142
Si	0.181	-
P	0.111	0.041
S	0.049	-
K	-	-
Ca	0.033	32.031
Ti	-	36.153
Cr	-	0.008
Mn	0.065	-
Fe	62.684	1.497
Cu	-	0.030
O	30.962	33.464
Sn	0.005	0.007
Cl	0.023	-
Total	94.114	103.418

217 図　鉄片の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

№7 － 3：鉄片

（1）肉眼観察：非常に微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。

（2）マクロ組織：218 図⑦に示す。全体が完全に錆化しており、金属鉄部は残存しない。内部には層状の割れが生じており、鍛打成形された鍛造品と推定される。

（3）顕微鏡組織:218 図⑧に示す。素地の錆化鉄部には亜共析組織（C ＜ 0.77%）がかすかに残存するが、鉄中の炭素含有率の推定は困難な状態であった。また中央の鉄中非金属介在物は淡灰色柱状結晶ファヤライトと推定される。

REN15 － 9：SR4001 下層出土微細遺物

№8 － 1：ガラス質滓

（1）肉眼観察：非常に小型の黒色ガラス質滓の破片である。羽口などの炉材粘土の溶融物と推定する。

（2）マクロ組織：219 図①に示す。素地は粘土溶融物（ガラス質滓）である。

（3）顕微鏡組織:219 図②に示す。ガラス質滓中には非常に微細な金属鉄（明白色）粒が多数散在する。

（4）EPMA 調査:219 図③に暗黒色ガラス質滓および滓中の微小金属鉄粒の反射電子像(COMP)を示す。微小明白色粒の定量分析値は 90.3%Fe(分析点 35)であった。金属鉄で、銅の影響はほとんど見られない。また褐色片状結晶の定量分析値は 26.9%Fe － 37.6%Ti － 20.4%O であった(分析点 36)。シュードブルーカイト（Pseudobrookite：Fe_2O_3・TiO_2）と推定される。

№8 － 2：鉄片

（1）肉眼観察：微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。

（2）マクロ組織：219 図④に示す。微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。

（3）顕微鏡組織：219 図⑤に示す。素地の錆化鉄部には亜共析組織（C ＜ 0.77%）がかすかに残存するが、鉄中の炭素含有率の推定は困難な状態であった。また内部には微細な鉄中非金属介在物（淡茶褐色結晶）が点在する。

（4）EPMA 調査：219 図⑥に鉄中非金属介在物の反射電子像（COMP：219 図⑤と同一視野）を示す。淡茶褐色多角形結晶は 86.6%FeO － 5.1%TiO_2 － 3.2%MgO（分析点 40）、88. 0%FeO － 9.3%TiO_2 － 2.6%MgO（分析点 41）、84.7%FeO － 2.2%TiO_2 － 3.2%MgO（分析点 42）であった。チタノマグネタイト（Titanomagnetite）と推定される。

REN15 － 5：SR4001 下層出土微細遺物

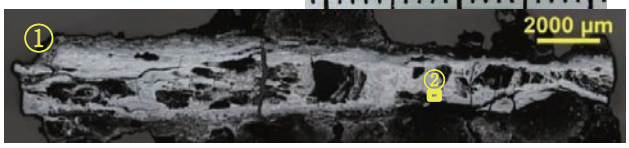
№8 － 3：鍛冶滓

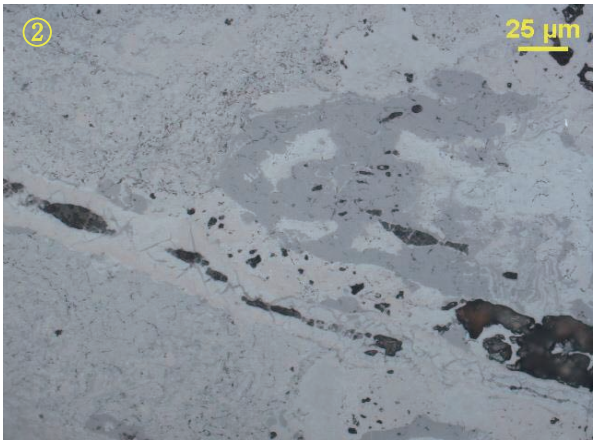
（1）肉眼観察：非常に微細な鍛冶滓破片である。色調は暗灰色で、気孔は少なく緻密である。

（2）マクロ組織：220 図①に示す。内部にはごく微細な気孔が点在する。

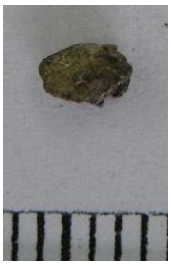
（3）顕微鏡組織:220 図②に示す。白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また滓中の非常に微細な明白色粒は金属鉄である。

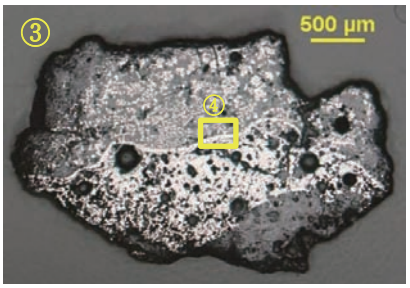
No.6　鉄製品
①ﾏｸﾛ組織
②錆化鉄、亜共析組織痕跡、非金属介在物:非晶質珪酸塩

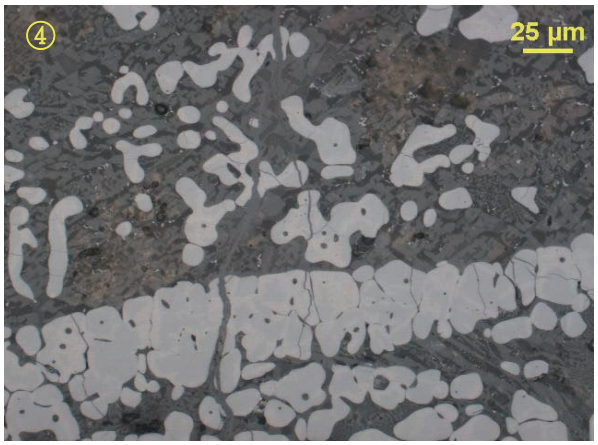




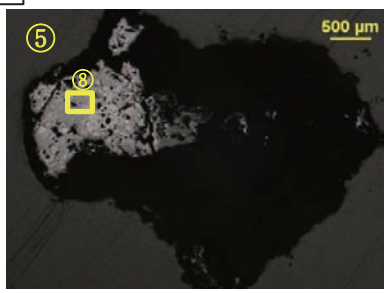
No.7-1　鍛冶滓
③ﾏｸﾛ組織
④滓部:ｳｽﾀｲﾄ・ﾌｧﾔﾗｲﾄ

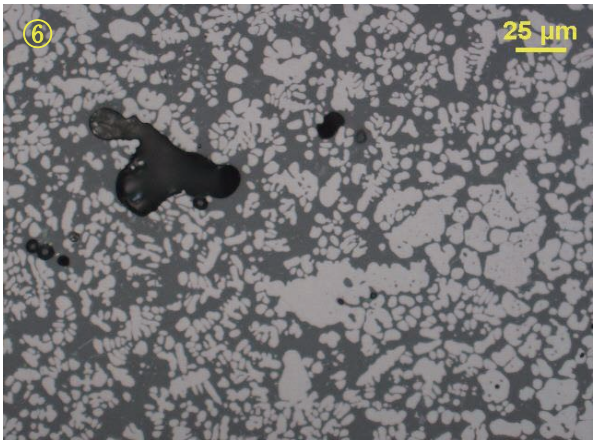




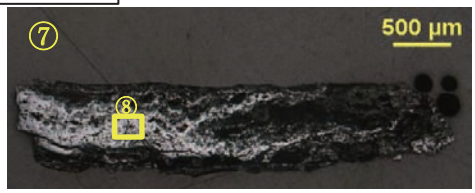


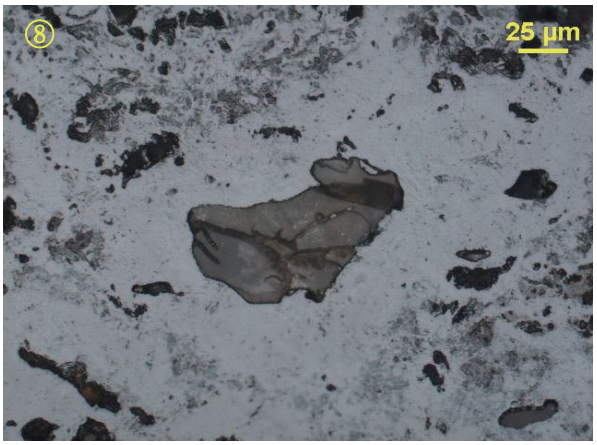
No.7-2　鍛冶滓
⑤ﾏｸﾛ組織
⑥滓部:ｳｽﾀｲﾄ





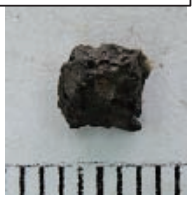
No.7-3　鉄片
⑦ﾏｸﾛ組織
⑧錆化鉄、亜共析組織痕跡、非金属介在物:ﾌｧﾔﾗｲﾄ

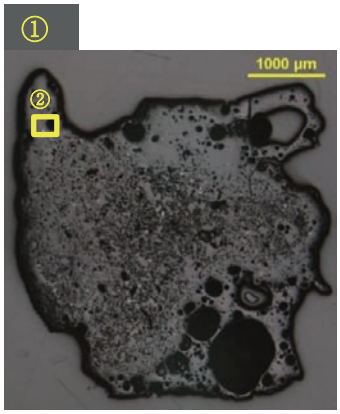


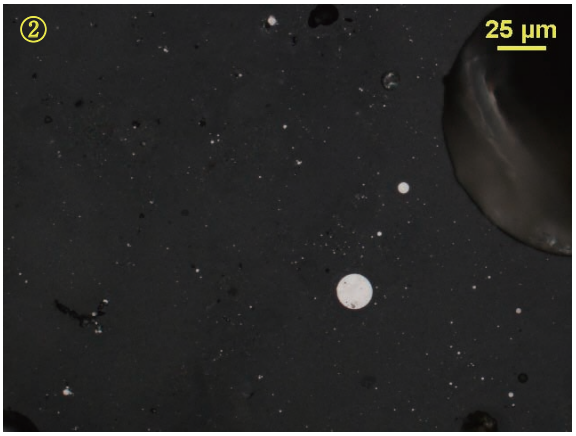


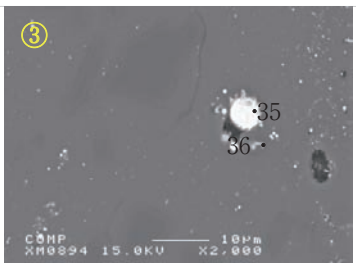
218図　鉄片　鍛冶滓の顕微鏡組織

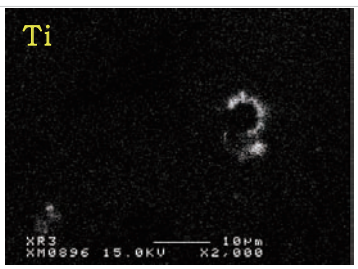
No.8-1 ガラス質滓
①ﾏｸﾛ組織
②素地:ｶﾞﾗｽ質滓、微小明白色粒:金属鉄、ｼｭｰﾄﾞﾌﾞﾙｰｶｲﾄ

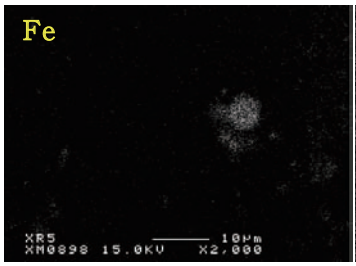


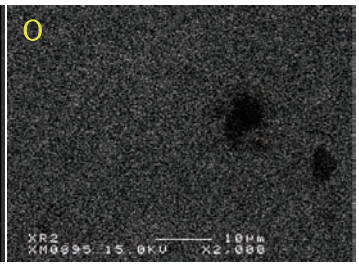










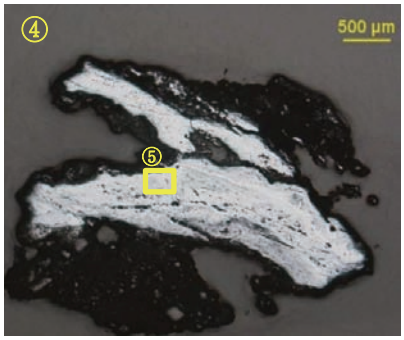


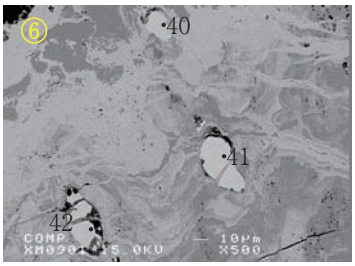
反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性Ｘ線像

定量分析値

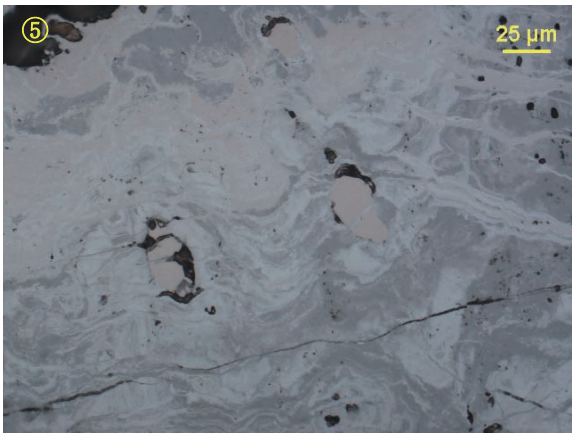
Element	35	36
Na	0.131	0.009
Mg	0.016	0.391
Al	0.007	1.479
Si	3.307	4.896
P	0.413	4.177
S	0.006	0.054
K	0.032	0.252
Ca	-	0.171
Ti	0.225	37.574
Cr	0.199	0.420
Fe	90.320	26.907
Cu	0.129	0.037
O	0.118	20.391
Cl	0.003	-
Total	94.906	96.758

No.8-2 鉄片
④ﾏｸﾛ組織
⑤錆化鉄、金属鉄組織痕跡不明瞭、非金属介在物:ﾁﾀﾝ磁鉄鉱





反射電子像（ＣＯＭＰ）

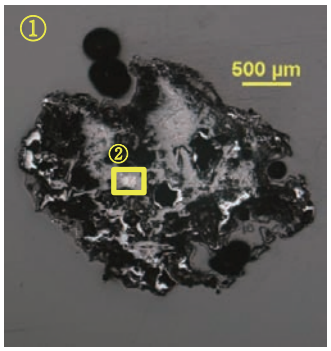


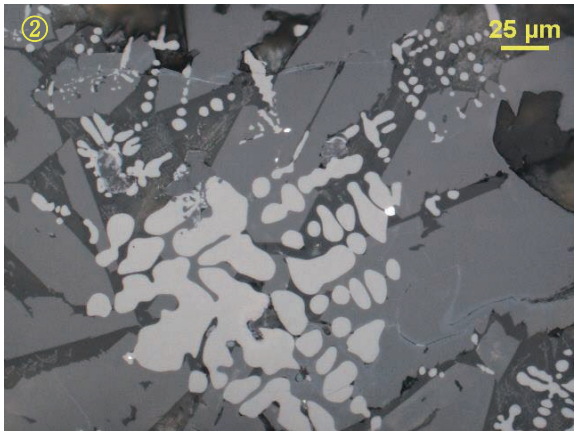
定量分析値

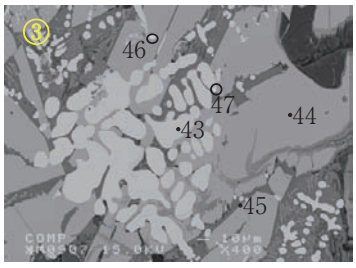
Element	40	41	42
Na_2O	0.015	-	-
MgO	3.226	2.575	3.241
Al_2O_3	0.397	0.400	0.188
SiO_2	0.021	0.030	0.041
P_2O_5	-	0.037	-
S	0.003	-	0.013
K_2O	-	-	-
CaO	-	-	0.019
TiO_2	5.096	9.279	2.218
Cr_2O_3	-	0.030	0.012
MnO	0.531	0.554	1.447
FeO	86.623	88.023	84.700
CuO	-	-	0.033
SnO_2	0.015	-	-
Total	95.927	100.928	91.912

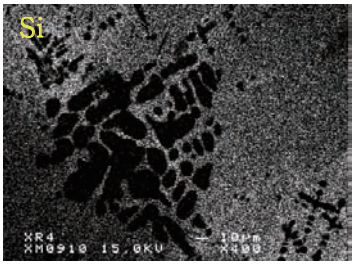
219図　ガラス質滓・鉄片の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

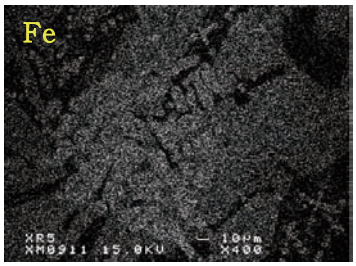
No.8- 3 鍛冶滓
①ﾏｸﾛ組織
②滓部:ｳｽﾀｲﾄ・ﾌｧﾔﾗｲﾄ、微小明白色粒:金属鉄

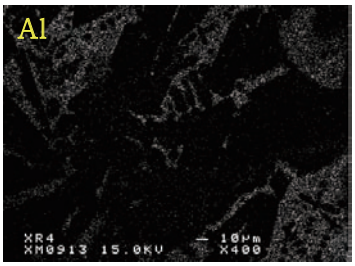


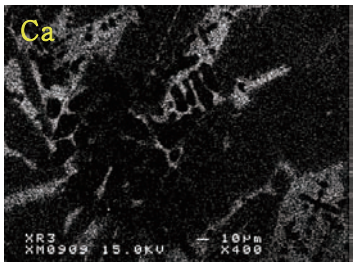












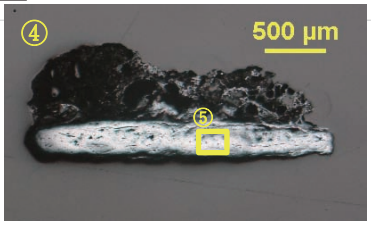
反射電子像（ＣＯＭＰ）および特性Ｘ線像

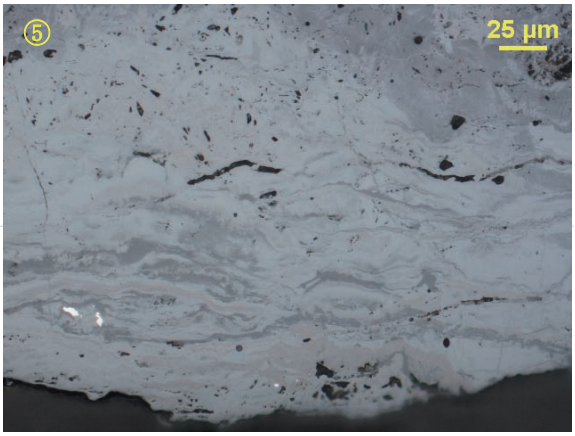
定量分析値

Element	43	44	45
Na_2O	0.046	0.064	4.072
MgO	-	1.785	0.002
Al_2O_3	0.919	0.359	22.348
SiO_2	0.330	30.601	43.835
P_2O_5	0.081	0.243	1.520
S	0.006	-	0.056
K_2O	-	-	4.806
CaO	-	0.462	10.889
TiO_2	0.744	0.052	0.131
Cr_2O_3	0.116	-	-
MnO	0.030	0.104	0.042
FeO	87.457	61.373	13.431
CuO	-	-	-
Total	89.729	95.043	101.132

Element	46	47
Na	-	0.073
Mg	0.006	-
Al	-	0.032
Si	0.019	0.068
P	0.038	0.019
S	0.016	-
K	0.001	0.006
Ca	-	-
Ti	0.041	0.047
Cr	0.008	-
Fe	94.149	92.700
Cu	0.043	0.096
Sn	0.066	0.032
O	-	0.441
Cl	0.002	-
Total	94.389	93.514

No.8- 4 鉄片
④ﾏｸﾛ組織
⑤錆化鉄、金属組織痕跡不明瞭





220 図　鉄片・鍛冶滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

（4）EPMA 調査：220 図③に滓部の反射電子像（COMP）を示す。白色樹枝状結晶の定量分析値は 87.5%FeO（分析点 43）で、ウスタイト（Wustite：FeO）に同定される。淡灰色結晶の定量分析値は 61.4%FeO − 1.8%MgO − 30.6%SiO_2 であった（分析点 44）。ファヤライト（Fayalite：2FeO・SiO_2）で、マグネシア（MgO）を少量固溶する。また素地部分の定量分析値は 43.8%SiO_2 − 22.3%Al_2O_3 − 10.9%CaO − 4.8%K_2O − 4.1%Na_2O − 13.4%FeO − 1.5%P_2O_5（分析点 45）であった。非晶質硅酸塩である。さらに滓中の微細な明白色粒の定量分析値は 94.1%Fe（分析点 46）、92.7%Fe（分析点 47）であった。金属鉄で銅（Cu）の影響はみられない。

№8 − 4：鉄片

（1）肉眼観察：非常に微細な薄板状の鉄片である。表面は茶褐色の錆化鉄で、特殊金属探知器での反応はみられない。また片面には黄褐色の土砂が瘤状に付着する。

（2）マクロ組織：220 図④に示す。薄板状の錆化鉄片である。内部には層状の割れが生じており、鍛造鉄器の剥離片の可能性が高いと考えられる。

（3）顕微鏡組織：220 図⑤に示す。素地部分は錆化鉄で、金属組織痕跡は不明瞭であった。

4．まとめ

旧練兵場跡 4 区から出土した微細な鉄関連遺物を調査した結果、炉材粘土の溶融物と推定される内部に金属鉄粒を含むガラス質滓や、鍛冶滓などが複数確認された。これらは遺跡周辺で鉄器製作が行われたことを示す遺物群といえる。詳細は以下の通りである。

〈1〉上層から出土した、滓破片 4 点（№1 − 1 ～ 4）は、いずれも鉄酸化物（FeO）の割合が高く、鉄材を熱間で鍛打加工した時に生じる鍛錬鍛冶滓の可能性が高いと考えられる。

ただし滓中には銅（Cu）主体で、鉄（Fe）および一部（Sn）を含む微細な金属粒が確認された。これが同じ鍛冶炉で坩堝を用いて銅（青銅）を溶解するなど、銅（青銅）小物の製作も伴うために二次的に混在したものか。または銅分を含む鉄素材を加工した時に生じたものか、今回の分析調査対象の範囲内で判断することは難しい。鉱滓（№1 − 2）では、錆化鉄中に銅（Cu）の割合の高い金属粒 211 図⑤（分析点 13）と、銅（Cu）の影響の少ない残存金属鉄部 211 図⑥（分析点 14）とが確認されているため、後者の可能性も考慮していく必要があると考えられる。

なお大和 6 号墳出土鉄鋌でも、高いものは約 0.26% 銅（Cu）を含むことが報告されている（注 2）。こうした鉄製品は銅分を微量含む鉄鉱石が製鉄原料であったと推定されるが、製品中に銅分がどのように含まれており、鍛打加工の際生じる鍛冶滓にどのように銅の影響が表れるかは今後検討が必要な課題といえる。

また上層から鉄酸化物主体の粒状滓（№2 − 1）も確認されたため、いずれにしてもこの時期、遺跡周辺で鉄材を熱間加工する作業は行われていたものと判断される。

〈2〉中層から下層の各層からも、炉材粘土の溶融物と推定される、内部に金属鉄粒を含むガラス質滓（№5 − 2、3、№8 − 1）と、鍛冶滓（№5 − 1、№7 − 1、2、8 − 3）とが確認された。遺跡周辺で熱間での鍛冶加工に伴う関連遺物と判断される。またこれらの滓中には、鉱滓（№1 − 1 ～ 4）のような銅（Cu）の影響がみられない。従って、銅（青銅）小物の製作作業がこの時期には伴わなかったか、もしくは銅

（Cu）を微量含む鉄鉱石が始発原料ではない鉄材を加工していたと判断される。

また微細な鉄製品・鉄片の調査も実施したが、EPMA を用いた非金属介在物の組成調査によって、ペロブスカイト（Perovskite：$CaO \cdot TiO_2$）、チタン磁鉄鉱（Titanomagnetite）など、チタン（TiO_2）を含む結晶が確認された（№5 － 5、№8 － 2）。これらの始発原料は砂鉄もしくは含チタン磁鉄鉱（塊状鉄鉱石）と推定される。同様の特徴を持つ鉄片は弥生時代後期～末の遺物群中でも報告されている（REN － 6『旧練兵場遺跡Ⅱ』）ため注目される。

（大澤正己・鈴木瑞穂）

（注）
（1）日刊工業新聞社『焼結鉱組織写真および識別法』1968
ウスタイトは 450 ～ 500Hv、マグネタイトは 500 ～ 600Hv、ファイヤライトは 600 ～ 700Hv の範囲が提示されている。
（2）『国立歴史民俗博物館研究報告第 59 集　日本・韓国の鉄生産技術〈調査編 2〉』国立歴史民俗博物館　1994

第３節　旧練兵場遺跡出土土器付着赤色顔料の蛍光Ｘ線分析

竹原弘展（パレオ・ラボ）

１．はじめに

善通寺市仙遊町に所在する旧練兵場遺跡より出土した土器に付着する赤色顔料について蛍光Ｘ線分析を行い、顔料の種類を検討した。

２．試料と方法

分析対象は、土器８点（分析 No.1 ～ 8）に付着する赤色顔料で、分析 No.1 が弥生時代終末期、残り７点は弥生時代後期とみられている。実体顕微鏡下で、セロハンテープに赤色部分を極少量採取して分析試料とした。

分析装置はエネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置である（株）堀場製作所製分析顕微鏡 XGT-5000Type Ⅱを使用した。装置の仕様は、Ｘ線管が最大 50kV・1mA のロジウムターゲット、Ｘ線ビーム径が 100 μ m または 10 μ m、検出器は高純度 Si 検出器（Xerophy）である。検出可能元素はナトリウム～ウランであるが、ナトリウム、マグネシウムといった軽元素は蛍光Ｘ線分析装置の性質上、検出感度が悪い。

本分析での測定条件は、50kV、0.92 ～ 1.00mA（自動設定による）、ビーム径 100 μ m、測定時間 500s に設定した。定量分析は、標準試料を用いないファンダメンタル・パラメータ法（FP 法）による半定量分析を装置付属ソフトで行った。

さらに、蛍光Ｘ線分析用に採取した試料を観察試料として、生物顕微鏡で赤色顔料の粒子形状を確認した。

３．結果

分析により得られたスペクトルおよび FP 法による半定量分析結果を 221 図に示す。

分析 No.1 からは水銀（Hg）、硫黄（S）、ケイ素（Si）等が、分析 No.2 ～ 8 からはケイ素（Si）、アルミニウム（Al）、鉄（Fe）等が主に検出された。また、生物顕微鏡観察により得られた画像を 222 図に示す。いずれの試料においても、赤色パイプ状の粒子は観察されなかった。

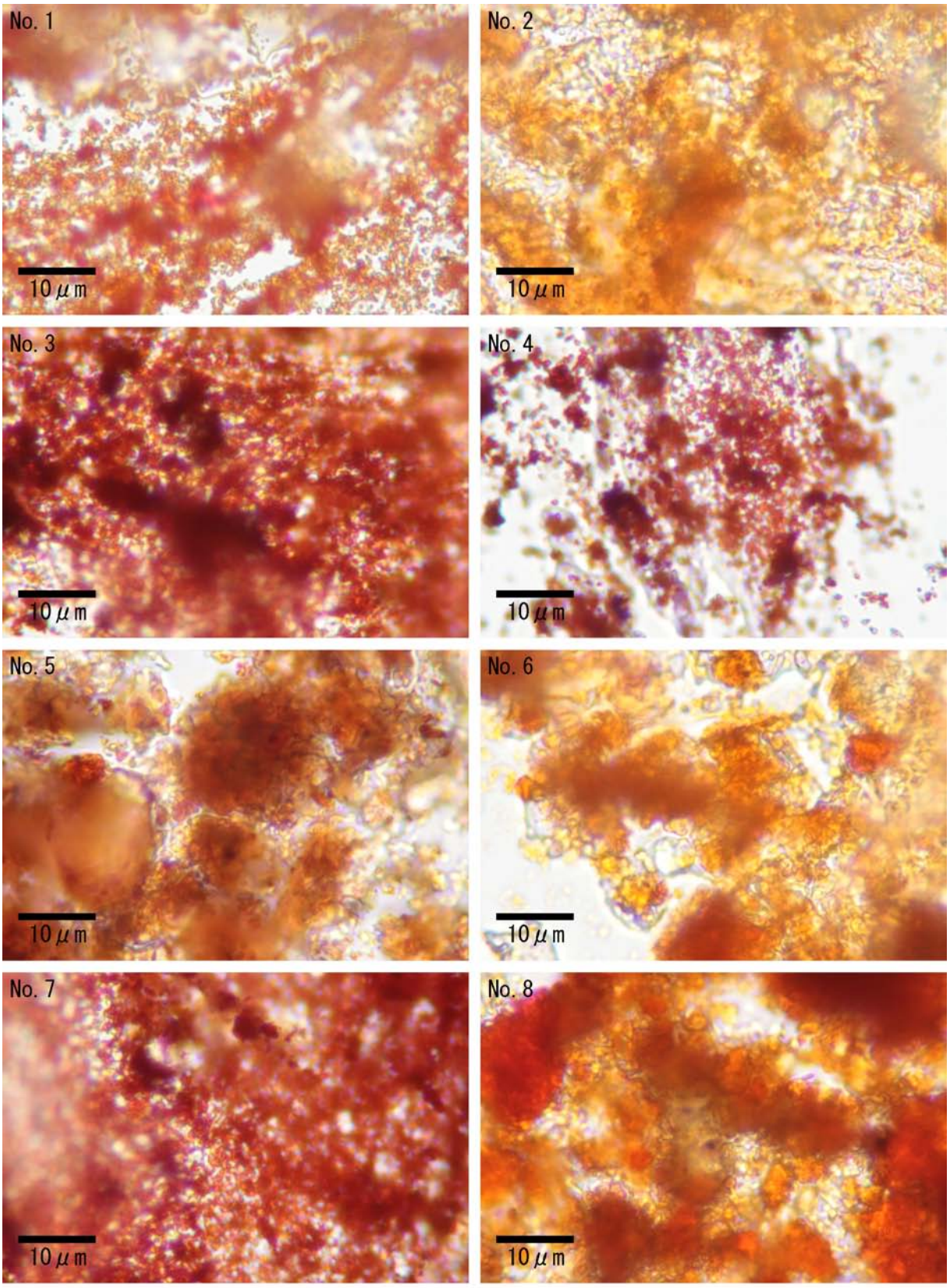
４．考察

赤色顔料の代表的なものとしては、朱（水銀朱）とベンガラが挙げられる。水銀朱は硫化水銀（HgS）で、鉱物としては辰砂と呼ばれ、産出地はある程度限定される。ベンガラは狭義には三酸化二鉄（Fe_2O_3、鉱物名は赤鉄鉱）を指すが、広義には鉄（Ⅲ）の発色に伴う赤色顔料全般を指し（成瀬，2004）、広範な地域で採取可能である。また、ベンガラは直径約１μ m のパイプ状の粒子形状からなるものも多く報告されている。このパイプ状の粒子形状は鉄バクテリア起源であると判明しており（岡田，1997）、含水水酸化鉄を焼いて得た赤鉄鉱がこのような形状を示す（成瀬，1998）。鉄バクテリア起源のパイプ状粒子は、湿地などで採集できる。

今回分析した試料のうち、分析 No.1 からは水銀と硫黄が多く検出され、水銀朱と判明した。なお、

221 図　赤色顔料の蛍光 X 線分析結果

ヒ素（As）などの産地の特徴を示す可能性があるといわれる微量元素は特に検出できなかった。残り 7 点は、いずれもケイ素など土中成分に由来すると考えられる元素は検出されたものの、水銀は検出されなかった。鉄が検出されており、赤い発色は鉄によるものと推定できる。すなわち、顔料としてはベンガラにあたる。なお、分析 No.2、5、6、8 の 4 点は鉄の含有量が比較的少なく、鉄化合物以外の不純物を多く含んでいるといえる。この 4 点は色調が褐色がかっていた（222 図）。



222 図　赤色顔料の生物顕微鏡写真

表８に、分析および考察の結果一覧を示す。

表８　分析結果一覧

分析No.	報文番号	遺構名	時期	種類	器種	採取位置	主な検出元素	顔料種類
1	1416	SX5002	弥生時代終末期	弥生土器	鉢	内面	Hg,S,Si	水銀朱
2	111	SR1003	弥生時代後期		甕	口縁部内面	Si,Al,Fe	ベンガラ
3	818	SR4001			壺	胴部外面	Si,Fe,Al	ベンガラ
4	1317	SH5014			壺	胴部外面	Fe,Si,Al	ベンガラ
5	1502	SD5008			高杯	脚部外面	Si,Al,Fe	ベンガラ
6	1322	SH5701			甕	口縁部外面	Si,Al,Fe	ベンガラ
7	476	SH2001			壺	胴部外面竹管文内	Fe,Si,Al	ベンガラ
8	164	SR1003			壺	口縁部内面	Si,Al,Fe	ベンガラ

５．おわりに

土器８点に付着する赤色顔料について分析した結果、分析 No.1 は水銀朱であった。残り７点は、いずれも鉄が多く検出され、鉄（Ⅲ）による発色と推定された。顔料としてはベンガラにあたる。

引用文献
成瀬正和（1998）縄文時代の赤色顔料Ⅰ―赤彩土器―．考古学ジャーナル，438，10-14，ニューサイエンス社．
成瀬正和（2004）正倉院宝物に用いられた無機顔料．正倉院紀要，26，13-61，宮内庁正倉院事務所．
岡田文男（1997）パイプ状ベンガラ粒子の復元．日本文化財科学会第 14 回大会研究発表要旨集，38-39．

第 4 節　旧練兵場遺跡に係る金属製品の金属学的分析業務

株式会社イビソク

1. 分析試料と目的

対象遺物は処理 No.7 鉄挺である。出土地点は香川県旧練兵場遺跡 4 区流路（SR4001）で、年代は古墳時代中期後半に比定される。

遺物の金属組織および非金属介在物の成分と存在状況を明らかにし、製鉄・鍛冶工程の加工状況や材質の推定を目的として、断面顕微鏡観察を行ったまた試料中の構成元素の定性・定量分析のため蛍光 X 線分析と EPMA（X 線マイクロアナライザ分析）、化合物の同定のため X 線回折分析を行った。下記に方法を示す。

2. 調査方法

対象遺物は事前に X 線ラジオグラフィおよび金属探知機を用いて残存金属の有無を調査した。観察の結果からは錆化によって金属鉄部の残存は確認できなかったが、微小組織の残存を考慮して分析試料を採取した。遺物の破損を防ぐため、事前にクラック（ひび割れ）を樹脂で養生して保護板を取り付けた。目の細かな鋸を用いて、1 辺約 1cm のくさび状の小片を切断・採取した。試料は一部を樹脂に埋め込み表面研磨し、顕微鏡観察および EPMA に供した。残りの切片は蛍光 X 線分析および X 線回折分析の試料とした。

2-1. 顕微鏡組織観察

使用装置：電動システム工業顕微鏡 BX61（オリンパス光学工業（株）製）

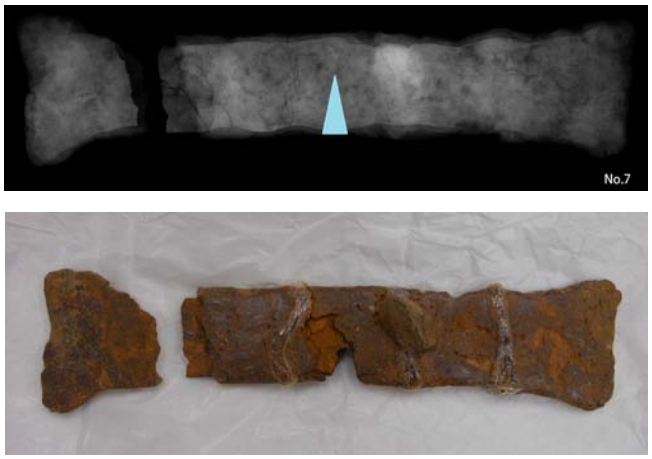
供試材の全体像（マクロ像）と、素地の錆化鉄部と鉄中の非金属介在物の写真（ミクロ像）を撮影した。

2-2.EPMA（Electron Probe Micro Analyzer）

使用装置：X 線マイクロアナライザ JXA-8800RL（日本電子（株）製、波長分散型 5 チャンネル）

鉄中非金属介在物の定性・定量分析を実施した。定量分析は試料電流 2.0 × 10^{-8} アンペア、

ビーム径 3 μ m で、補正法は ZAF に従った。



223 図　試料採取位置

2-3. 蛍光 X 線分析（XRF 分析）

使用装置：蛍光 X 線分析装置 XGT －5000WR 型（堀場製作所製）

構成元素のマッピング分析を行った。管電圧 50kV、管電流 1mA、Rh ターゲットである。

2-4.X 線回折分析（XRD 分析）

使用装置：X 線回折分析装置 SmartLab 型（リガク製）

微小部 X 線回折分析により、試料中の化合物の同定を行った。管電圧 40kV、管電流 30mA、Cu ターゲットである。

３. 調査結果

3-1. 顕微鏡組織観察

供試材の全体像を 224 図 ①に示す。供試材は遺物中央側面部から採取し、断面観察を実施した。全体が完全に錆化しており、金属鉄部は残存していない。224 図 ②③は錆化鉄部の拡大である。金属組織の痕跡は残存せず、鉄中炭素含有率を推定する情報は得られなかった。錆化鉄中（灰白色）には非金属介在物（暗灰色）が分布している。非金属介在物の細長く展伸した形状から、鉄挺は鍛打により成形されたものと判断される。

3-2.EPMA 調査

225 図 に鉄中非金属介在物（224 図 ③と同一視野）の反射電子像（COMP）を示す。特性 X 線像では、ケイ素（Si）、アルミニウム（Al）、カルシウム（Ca）、カリウム（K）に強い反応がある。定量分析値は 60.0%SiO_2 − 13.4%Al_2O_3 − 4.6%CaO − 3.9%K_2O − 16.3%FeO（分析点 15）、65.0%SiO_2 − 14.4%Al_2O_3 − 5.1%CaO − 4.0%K_2O − 8.4%FeO（分析点 16）であった。非晶質ケイ酸塩であり、鍛冶加工の際の鍛接剤（粘土汁・藁灰など）に起因するものと推定される。

3-3.XRF 分析結果

XRF 分析によるマッピング結果を示す（226 図～ 229 図）。鉄以外の元素の濃化状態を把握することはできなかった。

3-3.XRD 分析結果

XRD 分析同定結果を示す。試料の回折パターンの下に、標準試料の回折パターンを添付した（231 図）。

マグネタイト（Magnetite：FeO・Fe_2O_3）、ヘマタイト（Hematite：Fe_2O_3）、ゲーサイト〔Goethite：FeO（OH）〕の存在が確認された。鉄が錆化した素地部分の組成を示すものといえる。

４. 所見

遺物は全体に錆化が進んでおり、金属鉄部の材質的検討はできなかった。金属質以外から製鉄・鍛冶工程を推定する手法として、非金属介在物の観察・組成調査が挙げられる。製鉄原料に砂鉄を使用している場合、砂鉄に含まれるチタン（Ti）を指標とする方法が定着している。断面顕微鏡観察や EPMA による組成分析では、鉄チタン酸化物結晶（ウルボスピネル、イルミナイト、シュードブルーカイト等）が顕著に観察できる場合がある（*1）。また大型共晶介在物の存在を、低温固体還元法による精錬の指標とすることがある。参考として過去の鉄挺試料の調査例を表 9 に示す。

今回試料では展伸した鉄中非金属介在物が確認できたため、その組成調査を主としておこなった。蛍光 X 線分析および X 線回折分析では素地以外の元素・化合物を把握することができなかったが、EPMA 分析では非晶質ケイ酸塩に由来する元素に強い反応が認められた。またチタン（Ti）の数値が認められたが、同遺跡の鍛冶関連遺物で過去に確認されているような明瞭な鉄チタン酸化物の結晶ではない。今回の調査では製鉄原料について推定することは困難といえる。

（大澤正己 1999 p25 より引用）

（各種分析は日鉄住金テクノロジー（株）渡邊緩子・鈴木瑞穂が行った）

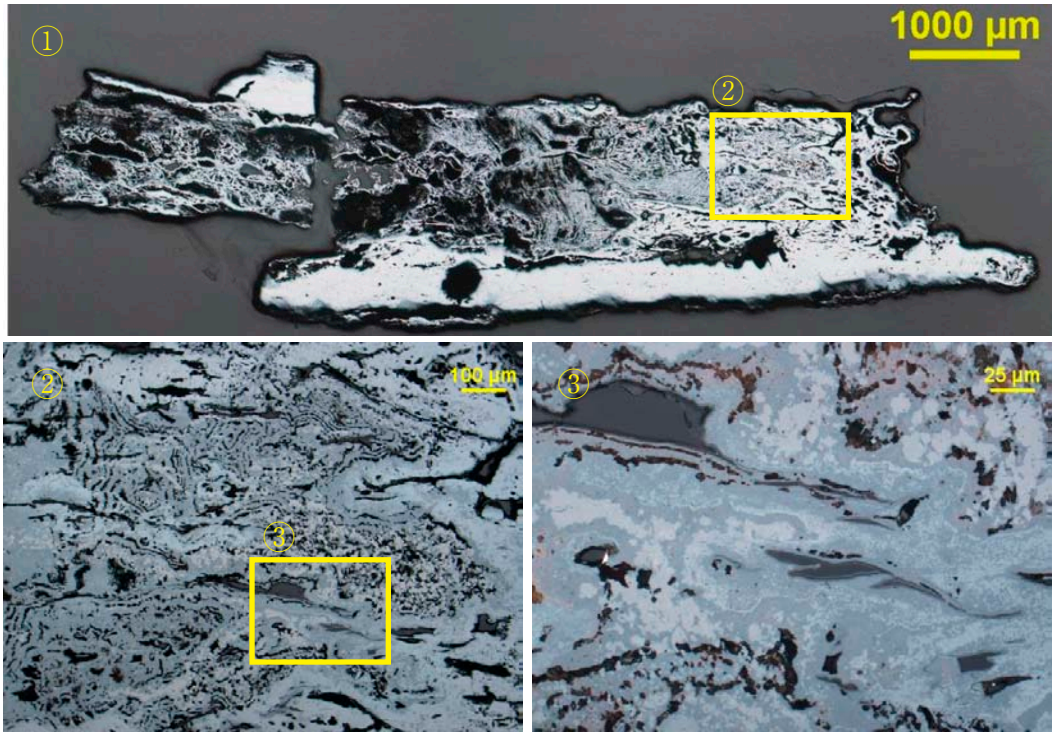
（註）

*1）鈴木瑞穂　2014「鍛冶関連遺物の理化学的調査結果からみた古代の鉄素材と鍛冶技術」『たたら研究』第 53 号

表９　鉄艇状鉄製品の調査結果

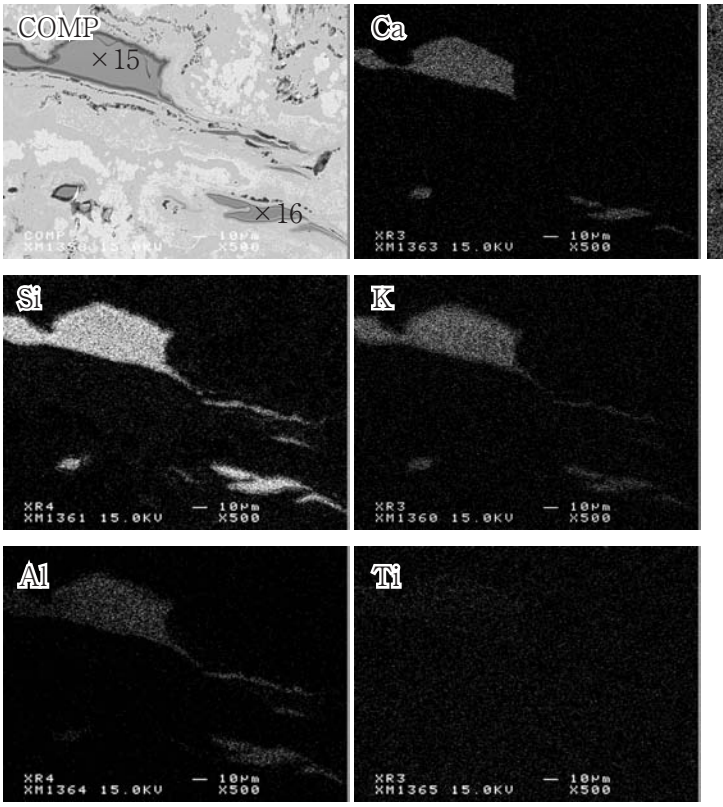
No	遺跡名	県別	推定年代	原料	鋼種	備考
1	福間割畑	福岡	5C前半	鉱石	極軟鋼	バチ形
2	出作	愛媛	5C後半	〃	〃	〃
3	荻鶴	大分	5C前半	〃	〃	〃
4	窪木薬師	岡山	〃	〃	〃	〃
5	〃	〃	6C後半	〃	〃	バチ形片側先端
6	花聳2号墳	福岡	5C以降	〃	硬鋼	板状鉄斧状
7	下山古墳	大分	5C前半	〃	極軟鋼	バチ形
8	千陶狐塚	大阪	6C中頃	〃	〃	〃
9	南二重堀	千葉	5C中～後半	〃	〃	〃
10	郡津渋り	大阪	5C後～6C	砂鉄	〃	枚鉄状
11	久米池南	香川	弥生中期	鉱石	〃	バチ形
12	大師山6号墳	兵庫	5C後半	〃	〃	〃
13	西新町	福岡	4C初頭	〃	軟鋼(浸炭)	板状鉄斧状
14	久原瀧ヶ下	〃	〃	〃	不明瞭	〃
15	西新町第8･9次	〃	弥生中期後半	〃	合せ鍛え	〃

*2) 大澤正己　1999「福間割畑遺跡出土鉄挺の金属学的調査」『福間割畑遺跡』福間町教育委員会



①供試材：マクロ写真　②③灰白色素地部分：錆化鉄（金属組織痕跡不明瞭）、暗灰色部：鉄中非金属介在物、非晶質ケイ酸塩

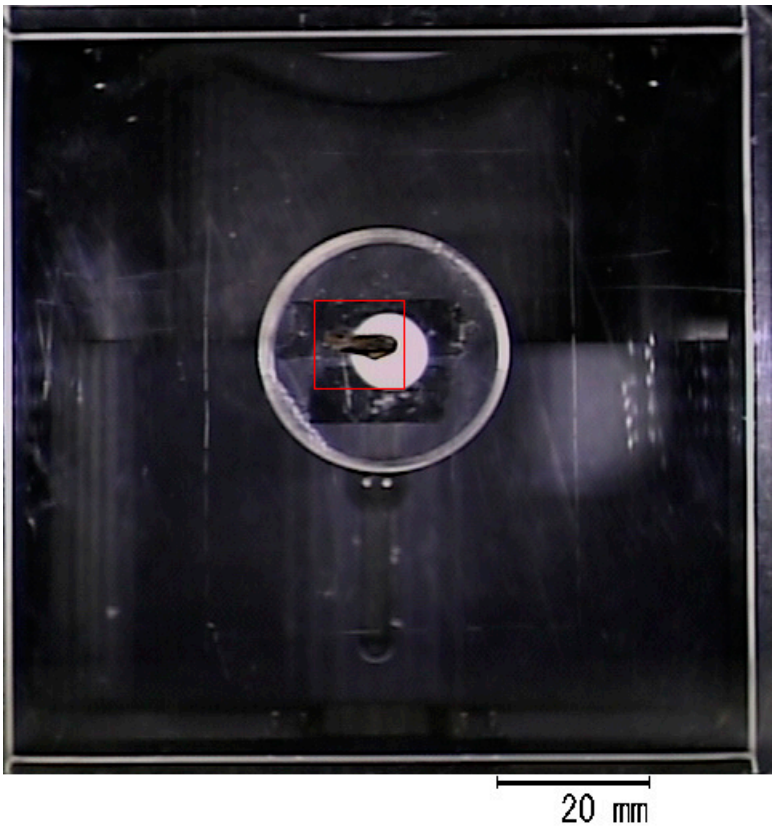
224 図　鉄艇の断面顕微鏡組織



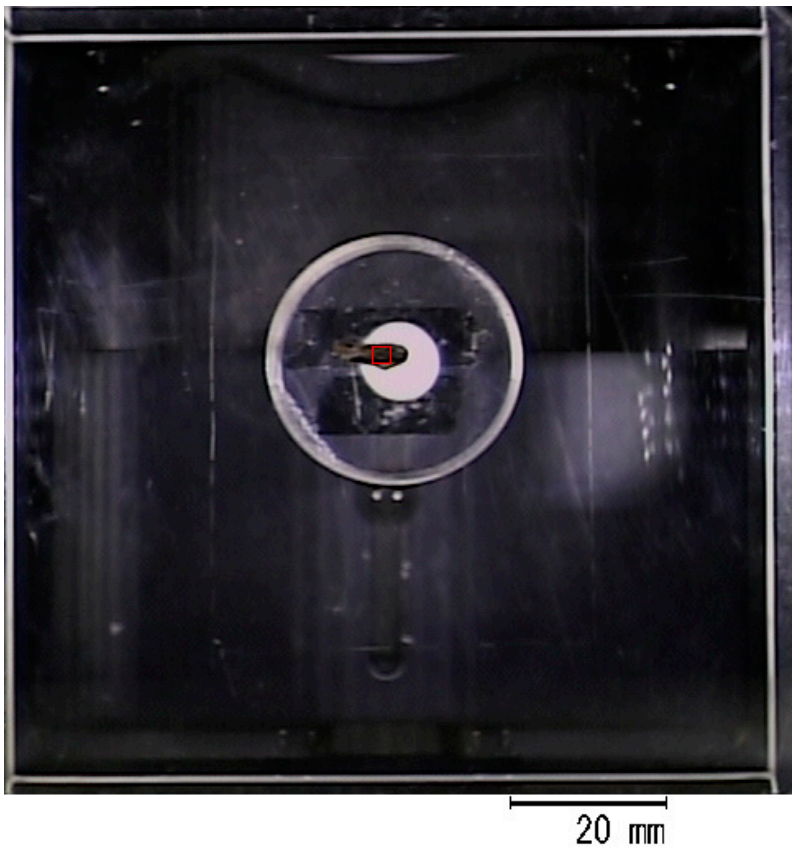
定量分析値

Element	15	16
Na_2O	2.075	2.215
MgO	1.400	1.776
Al_2O_3	13.434	14.355
SiO_2	59.966	65.017
P_2O_5	-	-
S	0.010	-
K_2O	3.871	3.968
CaO	4.599	5.081
TiO_2	2.070	1.600
Cr_2O_3	0.055	-
MnO	0.092	0.232
FeO	16.261	8.401
ZrO_2	0.025	0.056
F	-	0.294
CuO	-	-
Total	103.858	102.871

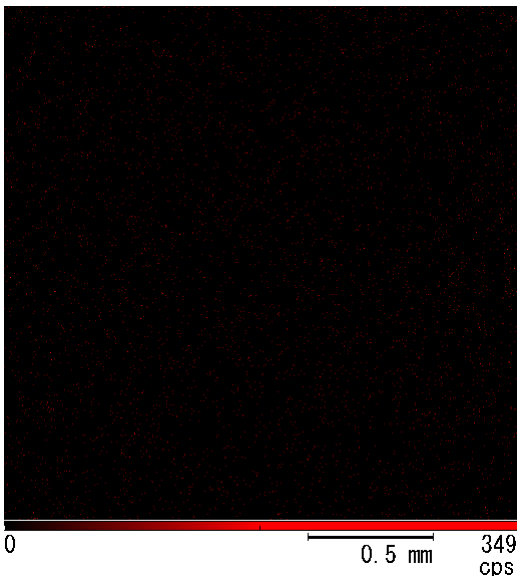
225 図　鉄中非金属介在物の EPMA 調査結果：反射電子像（COMP）および特性 X 線像



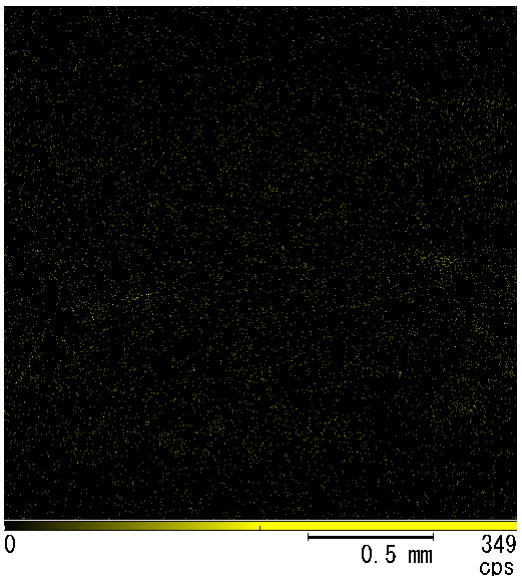
226 図　蛍光Ｘ線測定領域（全体マッピング　走査幅：11.264 × 11.264 ｍｍ）



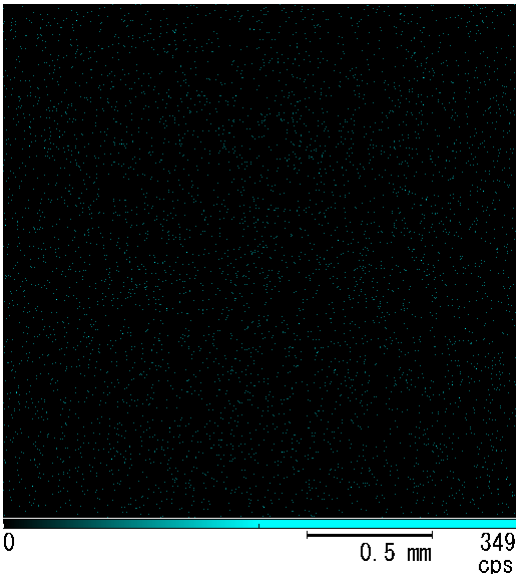
227 図　蛍光Ｘ線測定領域（部分マッピング　走査幅：2.048 × 2.048 ｍｍ）



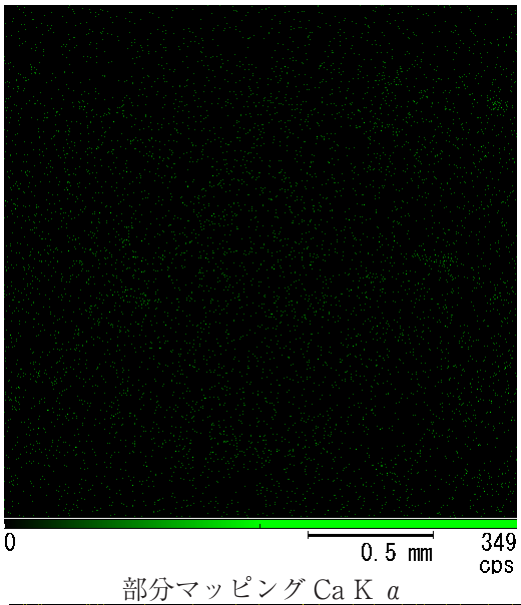
部分マッピング Al K α



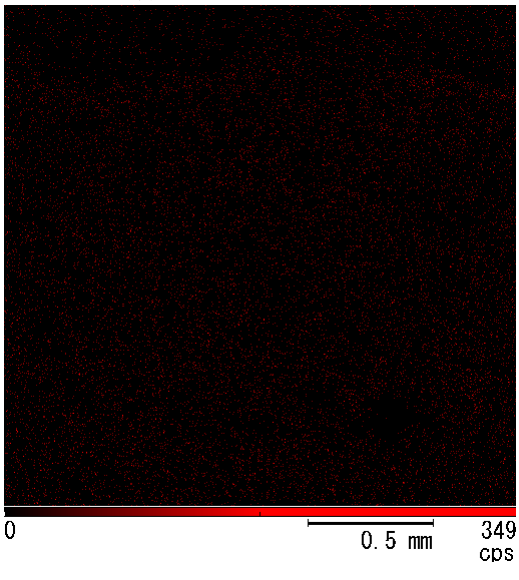
部分マッピング Si K α



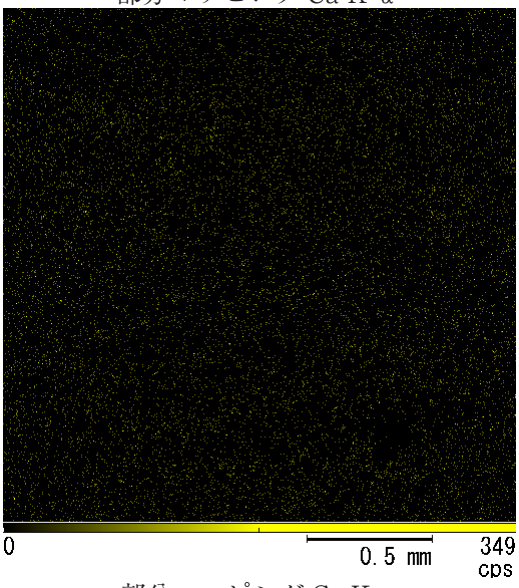
部分マッピング P K α



部分マッピング Ca K α

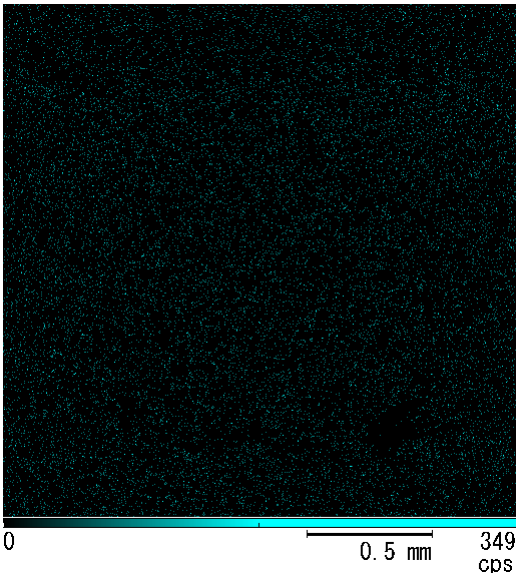


部分マッピング Ti K α

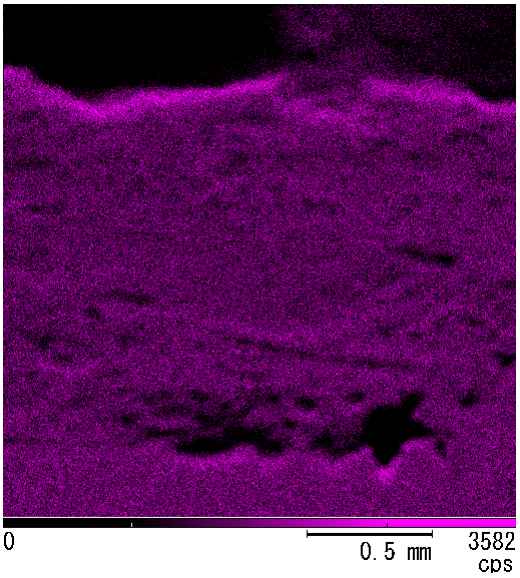


部分マッピング Cr K α

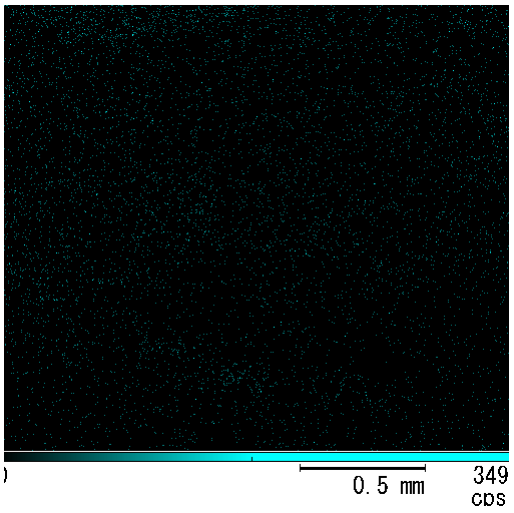
228 図　部分マッピング（1）



部分マッピング Mn K α

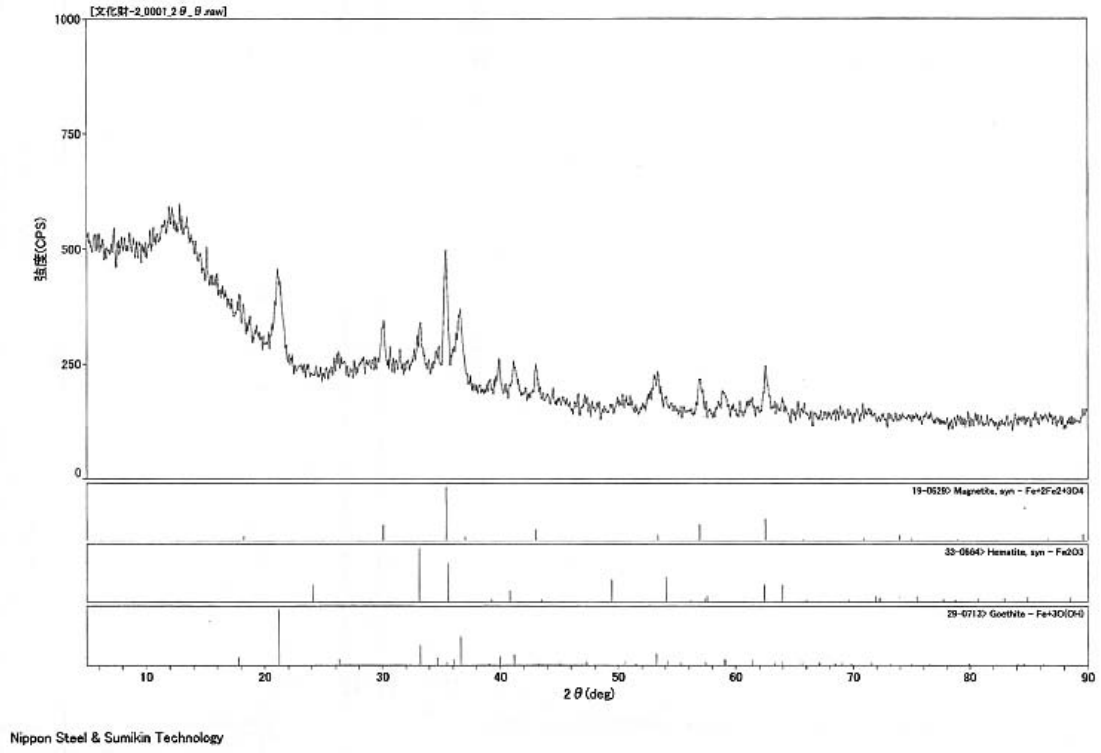


部分マッピング Fe K α

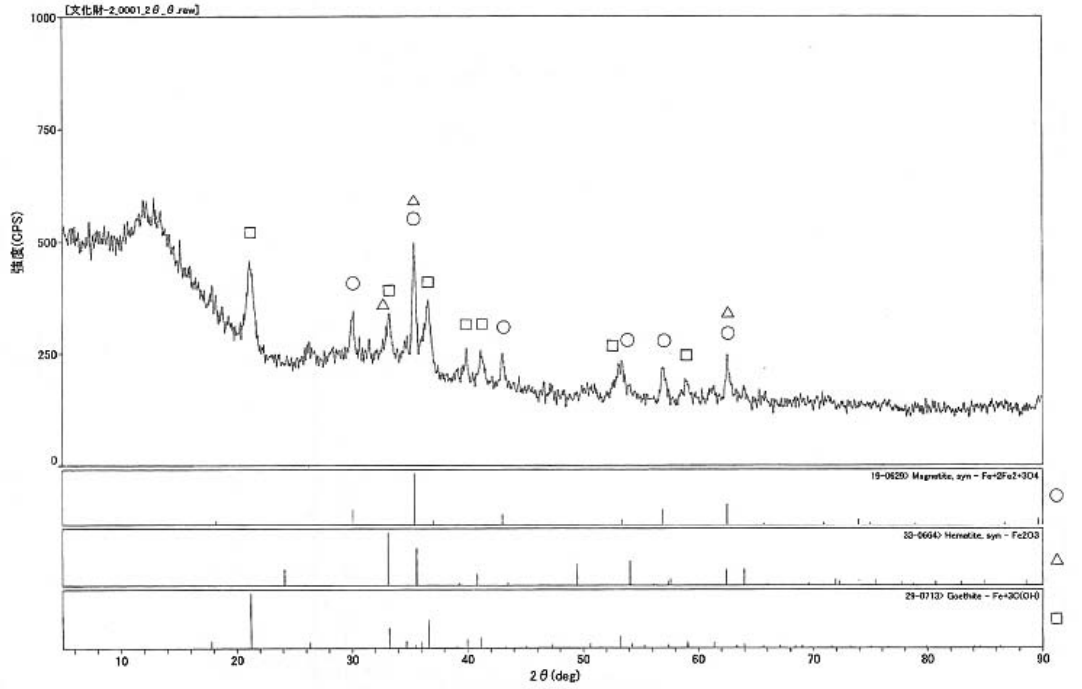


部分マッピング Cu K α

229 図　部分マッピング（2）



230 図　X 線回折分析同定結果



231 図　X 線回折分析同定結果（マッチングピークの表示）

第 5 節　動物遺存体の同定

広島大学　石丸 恵利子

表 10　平成 27 年度　旧練兵場遺跡（NZR11・13）出土の動物遺存体一覧

鑑定番号	注記番号	調査区名	遺構名	層位	出土日付	時期	種名	部位	左右＊	備　考
1	D0178	5 区	SD5701	下層	2013/10/17	古代	ウシ	遊離歯（上顎後臼歯 M1 ～ M3 いずれか）	不明	
2	D0395	2 区②	SD2009	2 層下位（砂レキ層）	2014/2/25	中世	ウマ	中節骨？	不明	前肢 / 後肢不明
3	R0432	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	末節骨	不明	前肢 / 後肢不明（右側）、焼骨（灰白色）
4	R0432	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	椎骨（頸椎）	-	焼骨（白色）
5	R0432	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明哺乳類	不明破片	-	焼骨（灰白色）
6	R0437	4 区③	SR4001	上層 下位 B3	2014/1/20	古墳時代	ニホンジカ（同一個体）	下顎骨（関節突起～筋突起）	左	焼骨（灰色）
7	R0438	4 区③	SR4001	上層下位 B4	2014/1/20	古墳時代			-	
8	R0440	4 区③	SR4001	中層	2014/1/20	古墳時代	不明哺乳類	不明破片	-	焼骨（白色）
9	R0455	4 区③	SR4001	中層 B5	2014/1/21	古墳時代	不明哺乳類	不明破片	-	焼骨（白色）
10	R0456	4 区③	SR4001	下層 B7	2014/1/22	古墳時代	不明哺乳類	不明破片	-	
11	R0468	4 区③	SR4001	下層 1/2	2014/1/22	古墳時代	ニホンジカ	遊離歯（臼歯破片）	不明	
12	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	末節骨	不明	前肢 / 後肢不明（左側）、焼骨（白色）、13 とは別個体
13	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	末節骨	不明	前肢 / 後肢不明（右側）、焼骨（白色）、12 とは別個体
14	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明哺乳類	四肢骨　骨幹部	-	焼骨（白色）
15	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明	不明	-	複数片あり、焼骨（白色）
16	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	遊離歯（臼歯破片）	不明	複数片あり
17	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	タイ科（クロダイ属？）	遊離歯（臼歯・犬歯）	不明	複数片あり
18	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明	不明破片	-	複数片あり、焼骨（黒色・白色）
19	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明魚類	棘	-	焼骨（白色）
20	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	遊離歯破片	不明	
21	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	イノシシ	遊離歯破片	不明	
22	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明二枚貝？		不明	
23	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明巻貝（微小貝）		-	
24	R0517	4 区③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明	不明	-	焼骨（白・灰色）
25	R0519	4 区③	SR4001	上層	2014/1/20	古墳時代	タイ科（クロダイ属？）	遊離歯（臼歯）	不明	※篩出
26	R0520	4 区③	SR4001	上層下位	2014/1/20	古墳時代	不明	不明	-	焼骨（白色）
27	R0520	4 区③	SR4001	上層下位	2014/1/20	古墳時代	不明	不明	-	
28	R0520	4 区③	SR4001	上層下位	2014/1/20	古墳時代	タイ科	遊離歯（臼歯）	不明	
29	R0521	4 区③	SR4001	中層	2014/1/20	古墳時代	イノシシ	遊離歯（上顎後臼歯 M2）	右	後方破片
30	R0521	4 区③	SR4001	中層	2014/1/20	古墳時代	ニホンジカ / イノシシ	遊離歯　破片	不明	
31	R0521	4 区③	SR4001	中層	2014/1/20	古墳時代	不明	不明　破片	-	一部焼骨
32	R0521	4 区③	SR4001	中層	2014/1/20	古墳時代	不明二枚貝	シジミ科？	不明	
33	R0522	4 区③	SR4001	中層	2014/1/21	古墳時代	不明二枚貝		不明	※篩出
34	R0524	4 区③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	不明	不明　破片	-	焼骨

鑑定番号	注記番号	調査区名	遺構名	層位	出土日付	時期	種名	部位	左右＊	備　考
35	R0524	4区③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	ニホンジカ	遊離歯（臼歯破片）	不明	
36	R0524	4区③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	ニホンジカ	中手／中足骨　骨幹部	不明	焼骨（白色）
37	R0524	4区③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	タイ科	遊離歯（臼歯）	不明	
38	R0524	4区③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	フネガイ科の一種？		不明	
39	R0525	4区③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	タイ科	遊離歯（臼歯）	不明	※篩出
40	R0525	4区③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	イノシシ	遊離歯（臼歯）	不明	
41	R0525	4区③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	ニホンジカ	遊離歯（臼歯）	不明	
42	R0525	4区③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	不明	不明破片	-	
43	R0525	4区③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	不明二枚貝	シジミ科？	不明	
44	R0526	4区③	SR4001	下層	2014/1/23	古墳時代	タイ科	遊離歯（臼歯）	-	※篩出
45	R0526	4区③	SR4001	下層	2014/1/23	古墳時代	ニホンジカ	遊離歯（臼歯）	不明	
46	R0526	4区③	SR4001	下層	2014/1/23	古墳時代	不明	不明	-	焼骨（白・灰色）
47	R0526	4区③	SR4001	下層	2014/1/23	古墳時代	不明二枚貝		不明	
48	R0527	4区③	SR4001	中層	2014	古墳時代	タイ科	遊離歯（臼歯）	不明	※篩出
49	R0527	4区③	SR4001	中層	2014	古墳時代	フネガイ科の一種？		不明	
50	R0527	4区③	SR4001	中層	2014	古墳時代	イノシシ	遊離歯（臼歯）	不明	
51	R0527	4区③	SR4001	中層	2014	古墳時代	不明	不明　破片	-	焼骨（白・灰色）
52	X0036	1区	SX1010		2013/8/1	近世	不明	不明　破片	-	哺乳類か
53	D0403	1区	SD1014	1層　B1	2013/7/19	弥生時代後期	イノシシ	遊離歯（臼歯破片）	不明	
54	X0050	5区	SX5005	上層 歯 B2	2013/10/17	弥生時代中期	イノシシ	遊離歯（臼歯破片）	不明	
55	R0010	1区	SD7001		2015/8/5	古代	ウマ	遊離歯（上顎臼歯 P3～M2 のいずれか）	左	

232 図　各調査区出土の動物遺存体

第 6 節　ガラス玉の鉛同位体分析

別府大学文化財研究所 客員教授　平尾 良光
日鉄住金テクノロジー　渡邊 緩子　多田 武史　隅　英彦

1．はじめに

香川県善通寺市の旧練兵場遺跡から出土した鉛ガラス資料に関する鉛同位体比測定を行い、材料となった鉛の産地を推定し、本資料の意義を自然科学的な側面から推定する。

2．資　料

本遺跡および周辺はこれまでにも香川県教育委員会や善通寺市教育委員会による調査が進められており、膨大な量の遺構・遺物が確認されている。これら資料の中で今回測定に供された資料の写真は 233 図と 234 図で示され、記載は表 11 で示される。この表から測定に供された資料の年代は弥生時代から 15 世紀まで広く拡がっている。資料の形からビーズかとも思われるが、時代により大きさや形式が異なる。

ガラスが緑色をしていること、および蛍光X線測定で鉛が総ての資料で 50％以上を示していることから、鉛ガラス系と推測される。

表 11　資料の記載

No.	遺跡名	注記番号	報文番号	遺構名	遺構所属時期	残存状況
1	旧練兵場遺跡Ⅶ	NZR11-D0048	1517	5 区 SD5008	15 世紀頃埋没の溝	半折
2	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR2-Q0694	848-13	M 区包含層	不明	半折
3	旧練兵場遺跡Ⅳ	NZR6-P0290	694	2 区 SP29	不明	半折
4	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR2-H2248	177-41	N Ⅱ区 SH7004	弥生終末期	完形
5	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR3-H1145	460-4	Q 区南 SH0008	古墳後期	完形
6	比較試料　西末則遺跡Ⅴ 2 分冊	–	300	STj01	12 世紀後半～13 世紀前半の墓	半折

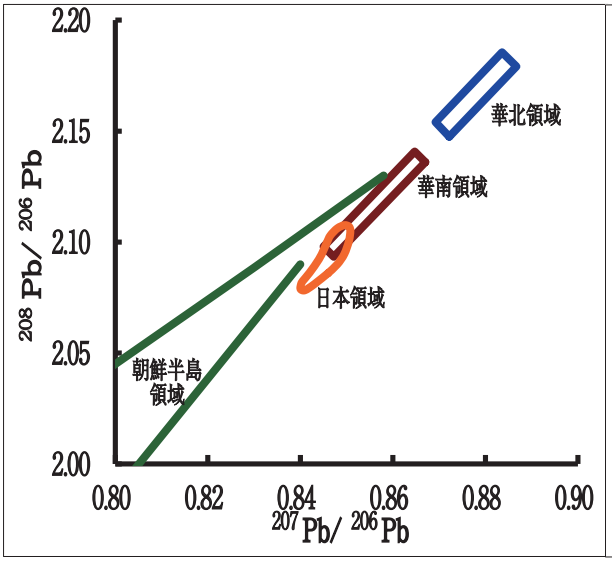
233 図　香川県旧練兵場遺跡出土ガラスビーズ資料の No. 1～5

234 図　香川県西末則遺跡出土ガラスビーズ資料の No. 6

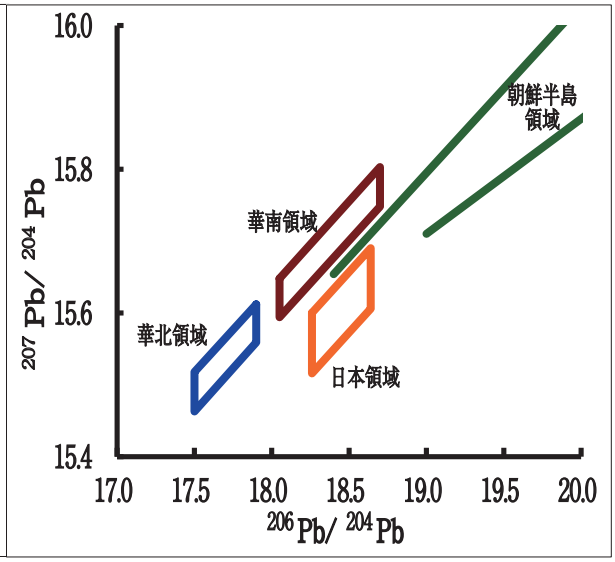
3. 鉛同位体比法の原理

今までの研究から（*1、2）、鉛には重さが異なる4つの同位体（^{204}Pb,^{206}Pb,^{207}Pb,^{208}Pb）が混在していることがわかっている。その中で^{206}Pbは^{238}U（238-ウラン）から、^{207}Pbは^{235}U（235-ウラン）から、^{208}Pbは^{232}Th（232-トリウム）から自然放射壊変で生成される。それ故地球が生まれて以来、岩石の中で鉛がウラン・トリウムと共存していると、これらウラン・トリウムが壊変して年々減少し、鉛の各同位体が増加する。地球の歴史のあるときに地殻変動などでこれら岩石から鉛が抽出されて鉛だけの鉱物を生成する。この時、生成された鉛鉱石の中にはウラン・トリウムが含まれないので、新たな鉛同位体が付加されなくなる。そうなると鉛鉱石内では鉛同位体の量と比が定まる。元の岩石中の鉛、ウラン、トリウムの量比および鉛鉱物を作った地殻変動の時期が異なるので、各地域の鉛鉱石の鉛同位体比は原則としてそれぞれ異なった値となる。東アジア地域では235図（A式図：$^{207}Pb/^{206}Pb$ - $^{208}Pb/^{206}Pb$）と236図（B式図：$^{206}Pb/^{204}Pb$ - $^{207}Pb/^{204}Pb$）で示されるような地域毎にまとまった分布となることが判っている。図にはそれぞれ日本、朝鮮半島、中国華北、華南などの地域として示されている。未知資料の鉛同位体比を測定し、これらの図に載せてみると、両方の図で設定された同じ領域（例えば華南）に含まれれば、その地域（華南）で生産された材料で作られている可能性が高いと示される。もちろん例外はある。また鉛同位体比の表現方法として各種あるが、235図と236図の方式で示されることが多いので、本報告でもこの表現方式に従う。この原理を用いて鉛の同位体比から銅や鉛の生産地を推定する方法を鉛同位体比法と称している。なお図の座標は測定資料に合わせて適宜数値をずらすことがある。

銅製品中の鉛は銅の精錬時に取り除ききれなかったため少々残存する場合がある。また、銅製品を作る時に金属の性質（鋳造温度、硬さ）を変えるために、鉛が主成分の一つとして人為的に加えられることがある（*3）。銅鏡の場合には意図的に鉛が加えられることが多い。鉛は各地域に割合に普遍的に存在しているため、銅鉱山の近くで採掘されることが多く、後から加えられた鉛でも、その同位体比は



235図　鉛同位体比を用いた産地推定の概念図
（A式図）



236図　鉛同位体比を用いた産地推定の概念図
（B式図）

注）図の縦軸・横軸のメモリは表現する内容によって任意に変える。例えばA式図の横軸は必要によって0.7～1.00のように変化させる。

銅の生産地を示唆すると考えることができる。

４．調査方法

4-1.　蛍光Ｘ線分析

本資料のガラスの化学組成を蛍光Ｘ線分析法で調べたところ、主成分が硅素と鉛であったため、本資料は鉛ガラスであることが判った。

使用装置は、ＸＧＴ-５０００ＷＲ型ＸＲＦ（堀場製作所製）を使用した。Ｘ線管はＲｈターゲットm電圧は 50 ｋＶ、電流は 1.0mA、測定時間は３００秒とした。本装置の検出元素は Na ～ U であるが、Na ～ Ca 程度まであまり感度は良くない。

測定結果を 245 ～ 256 図に示した。各資料共に２回ずつ測定を行った。各図中には検出された元素を 100％とした際の各元素のＦＰＭ定量（スタンダードレス）注１）による定量結果を併記した。尚、検量線法注２）による定量ではないので、絶対値とは異なると思われる。

注１）　ＦＰＭ定量：Fundamental Parameter Method の略で、基礎パラメータ法のことをいう。これは、Ｘ線管と試料の距離、試料に照射されるＸ線の角度などの装置定数と、蛍光Ｘ線の発生する確率や吸収係数などの物理定数から試料の組成を求める方法である。

注２）　検量線法：目的元素の既知濃度の標準試料を用いて、濃度と測定強度との関係線を作成し、未知試料の測定強度から未知の濃度を求める方法のことである。

4-2.　鉛同位体比分析

4-1.　蛍光Ｘ線分析結果より、本資料は鉛ガラスであることが判った。主成分である鉛の産地を推定するために鉛同位体比法を利用する。緑色の本体ガラスの上に被っている白色の粉は鉛が風化して発生したガラス錆と思われる。鉛同位体比を測定するために採取した試料は資料に発生している錆とガラス片の一部を利用した。

資料の鉛同位体比を測定するために表面電離型固体質量分析計を利用する。測定のためには資料から鉛を単離して機器へ導入する必要があるので、その手順を次に示す。分析用試料（錆とガラス片）をテフロン製ビーカーに入れ、フッ化水素酸と硝酸で溶解する。この溶液を蒸発乾固し、硝酸１滴と蒸留水で希釈し、直流 2V で電気分解する。鉛は二酸化鉛として陽極の白金電極上に析出するので、この電極を取り出して硝酸と過酸化水素水で白金表面の鉛を溶解する。溶液の鉛濃度を ICP 法で測定し、0.2μg の鉛を分取する。この鉛にリン酸とシリカゲルを加えてレニウムフィラメント上に載せる。以上のように準備したフィラメントを日鉄住金テクノロジー社に設置されている質量分析計（Finnigan MAT262）の中にセットし、測定諸条件を整え、1200℃で鉛同位体比を測定する。測定値は同一条件で測定した標準鉛試料 NBS-SRM-981 で規格化する（* 4，5，6）。

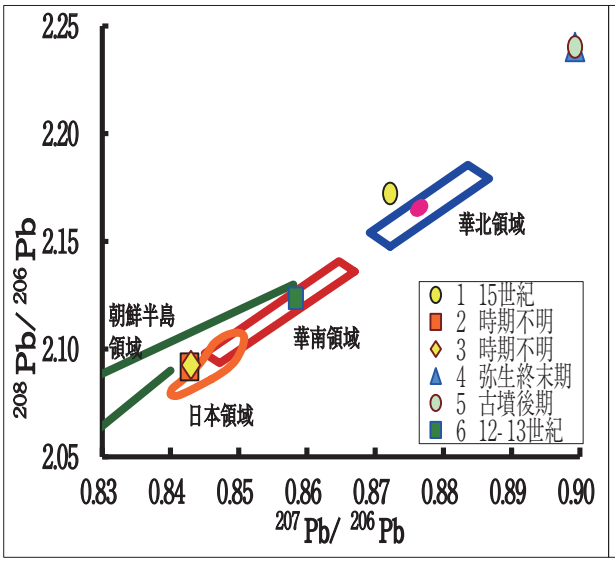
５．結果と考察

測定された鉛同位体比値を表 12 で示し、237 図と 238 図に図示する。

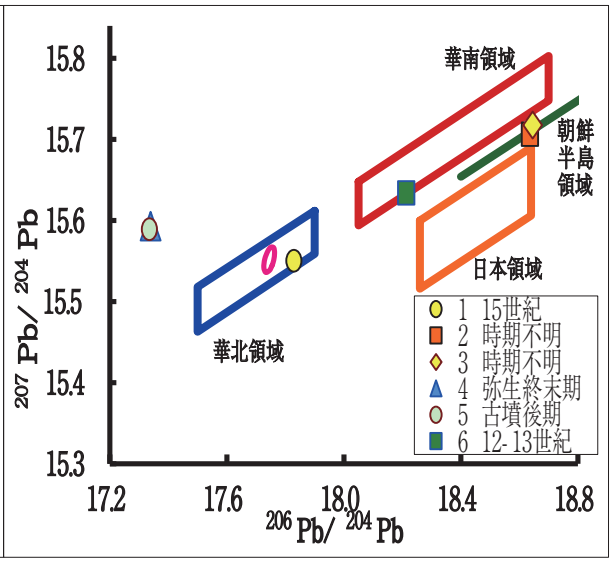
237 図から、資料は日本領域近くで、朝鮮半島領域近くに 2 個が重なって分布し、華南領域に 1 個、華北領域近くに 1 個、華北領域の右上に 2 個が重なって拡がっている。238 図では朝鮮半島産領域に 2 個が重なっており、華南産領域に 1 個、華北産領域に 1 個、華北産領域の左上に 2 個が重なっている。それぞれの資料が利用された年代は異なるので、資料を測定番号順に考察する。

表 12　善通寺市の旧練兵場遺跡から出土したガラスの鉛同位体比値

資料番号	遺　跡　名	注記番号	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{206}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	測定番号
1	旧練兵場遺跡Ⅶ	NZR11-D0048	17.829	15.550	38.728	0.8722	2.1722	NS1BC10
2	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR2-Q0694	18.636	15.706	38.977	0.8428	2.0915	NS1BC11
3	旧練兵場遺跡Ⅳ	NZR6-P0290	18.645	15.718	39.016	0.8430	2.0926	NS1BC12
4	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR2-H2248	17.339	15.591	38.843	0.8992	2.2402	NS1BC13
5	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR3-H1145	17.334	15.588	38.830	0.8993	2.2401	NS1BC14
6	比較試料西末則遺跡Ⅴ２分冊	－	18.213	15.634	38.677	0.8584	2.1236	NS1BC15



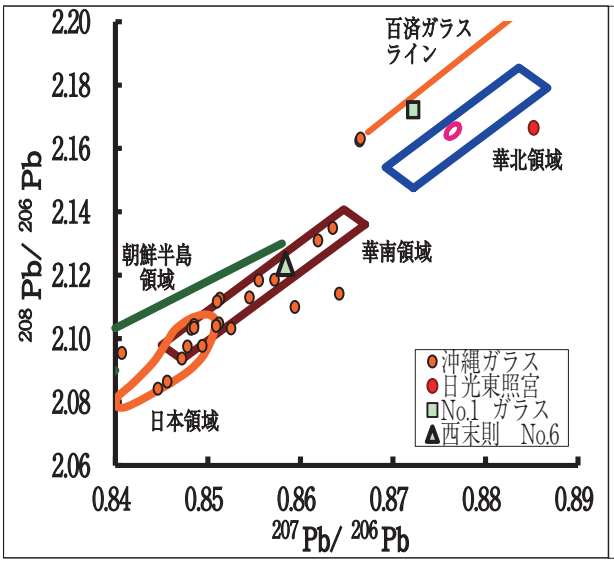
237 図　善通寺市旧練兵場遺跡で出土したガラスが示す鉛同位体比（Ａ式図）



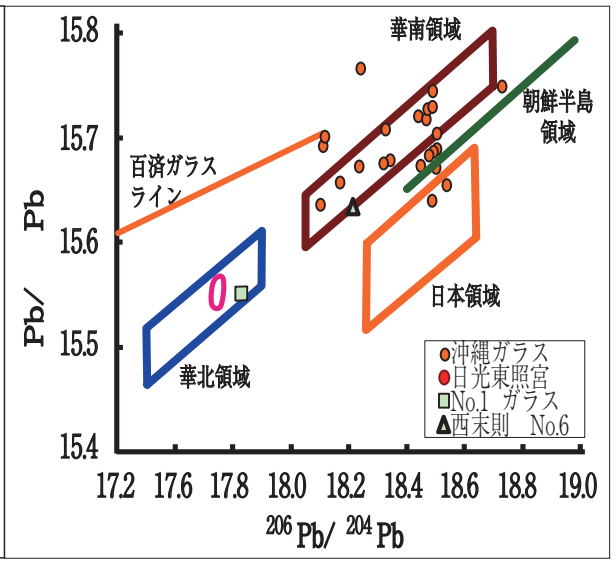
238 図　善通寺市旧練兵場遺跡で出土したガラスが示す鉛同位体比（Ｂ式図）

１）資料番号 1 のガラス玉は 15 世紀頃に埋没した溝から検出されている。そのまま考えれば 15 世紀の資料である可能性があり、またもっと古い時代の資料の再埋没かもしれない。鉛の同位体比値は 237 図（Ａ式図）で華北産材料領域から上方向へ少々ずれて位置し、238 図（Ｂ式図）では華北産材料領域内に含まれている。それ故この資料は華北産材料にかなり近い値を示している。しかし、華北産材料と判断するにはＡ式図で華北領域に含まれている方が良い。また華北産材料は弥生時代の青銅器に使われていたが、古墳時代以降にはほとんど現れなくなっている。ガラスで華北産材料と確認できたのは 12 世紀後半～ 16 世紀頃に琉球で利用されたガラス玉の中に 1 つある。その例は 239 図と 240 図で示されるが、本資料と沖縄ガラスの華北産材料とは系統が異なると思われる（＊7）。そこで、もう一つ古墳時代の資料の中で、宮地嶽古墳から出土したガラスおよび武寧王の王宮里と弥勒寺ガラス（百済ガラス

ライン）が分布する位置を破線（— - - -）で示し、本資料の位置と比較してみる（*8）。239 図（A式図）で両者はかなり近い値を示しているが、240 図（B式図）では分布線から明らかに外れている。それ故、宮地嶽古墳出土ガラスなどが示す百済ガラスの材料とは異なると思われる。結果として、中国東北部から朝鮮半島へかけての資料という可能性はあるが、本資料の材料産地は今の所不明としておく。なお、図中の資料番号 6 に関しては後述する。

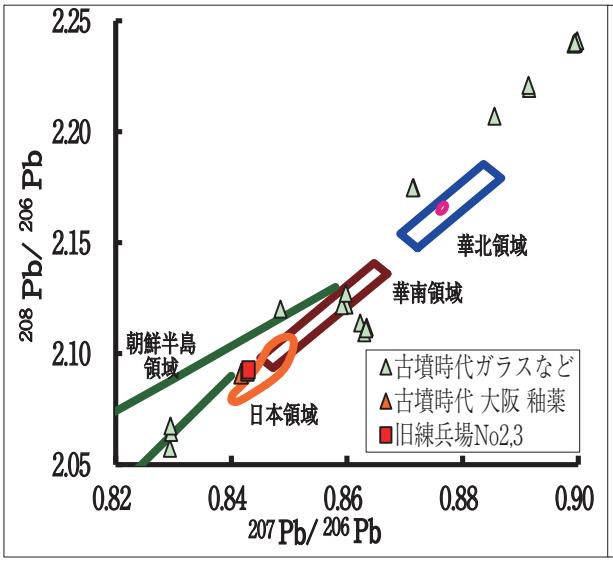


239 図　本資料（1）と沖縄出土ガラスとの比較（A式図）

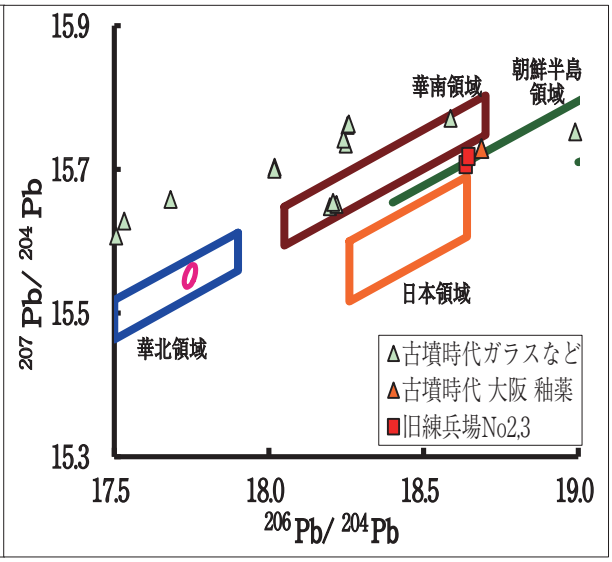


240 図　本資料（1）と沖縄出土ガラスとの比較（B式図）

2）資料番号 2 と 3：時期不明とされており、類似形態のガラス玉の破片である。237 図と 238 図から両資料の鉛同位体比はほとんど一致した値を示している。また 237 図（A式図）では日本産材料のすぐ上あたりに位置しており、238 図（B式図）では華南と日本産材料の間に位置している。本資料に関連した資料として古墳時代のガラスの分布を 241 図と 242 図で示す。古墳時代ガラスの分布の中に本資料とほとんど一致した値を示す資料がある。古墳時代には日本でガラスをまだ生産していなかったこと、および本資料と類似した古墳時代の資料は釉薬であり、関連資料から朝鮮半島産材料であることを強く示唆している。それ故、本資料（資料番号 2 と 3）は朝鮮半島産材料である可能性を示す（*8）。　3）



241 図　本資料（2，3）と古墳時代ガラスとの比較（A式図）

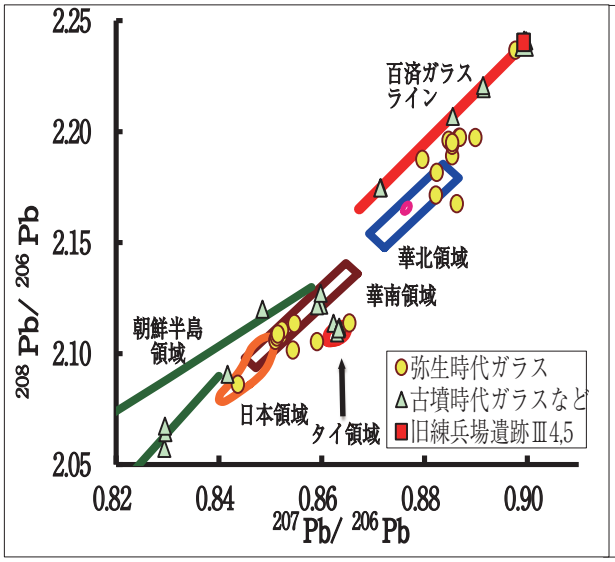


242 図　本資料（2，3）と古墳時代ガラスとの比較（B式図）

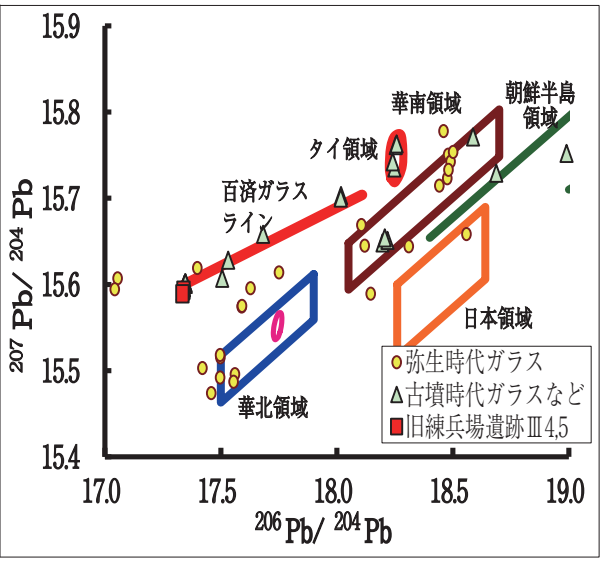
資料番号 4 と 5：資料番号 4 は弥生時代終末期、資料番号 5 は古墳時代後期の資料と推定されている。鉛同位体比は 237 図と 238 図で示されるように、ほとんど同一の値を示している。同時代的な資料である可能性もあるかと思われるが、両資料の形は 233 図で示されるように、大きさはほとんど同じであるが、中央の穴の大きさがかなり異なる。これは製作意図が異なるように思えるため、発掘における時代判定に問題がなければ、時代は異なったとしても産地が同一でもあり得ることである。

そこで、弥生時代と古墳時代のガラスに関して今までの報告を調べて見ると（*9）、243 図と 244 図となる（*10,11）。この図から判断すると、2 つの資料は百済ガラスラインと称する線状に載っている。この百済ガラスラインは韓国百済時代に武寧王が建立した弥勒寺と武寧王の王宮跡（王宮里遺跡）から出土したガラスが分布するラインである。またこのライン上には福岡県の宮地嶽古墳出土ガラスが分布しており、武寧王との関係が示唆されている。それ故、このラインに載っている本資料は武寧王時代のガラスと同類と推測することができ、材料産地は朝鮮半島と推測される。

弥生時代資料の中で鉛同位体比がここで取り扱っている資料とほぼ一致するガラス玉は福岡県鞍手郡鞍手町小牧西牟田 B11 号横穴墓から出土している。古墳時代のガラス資料で本資料と一致する資料は宮地嶽古墳出土資料である。



243 図　弥生時代・古墳時代ガラスと本資料（4，5）との比較（A 式図）



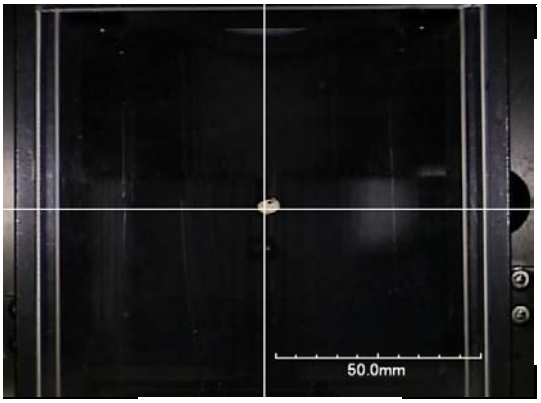
244 図　弥生時代・古墳時代ガラスと本資料（4，5）との比較（B 式図）

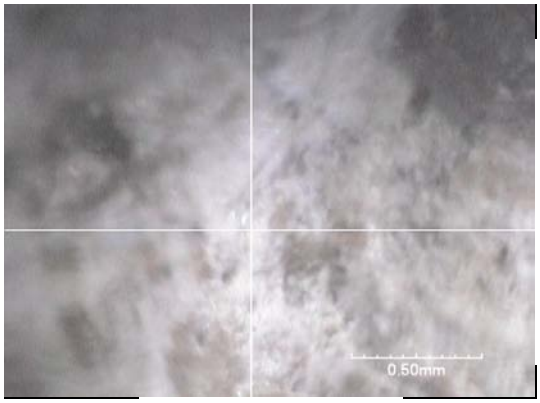
4）資料番号　：西末則遺跡から出土したガラス玉である。発掘状況から 12 世紀後半から 13 世紀前半の墓から出土した資料とされている。本資料は 237 図と 238 図から、華南産材料と判断される。239 図と 240 図で示されるように沖縄ガラスと必ずしも一致した値を示してはいないが類似していると判断できる。沖縄ガラスが華南産のガラスと考えることができるので、本資料にも華南産材料が利用されていると考えられる。

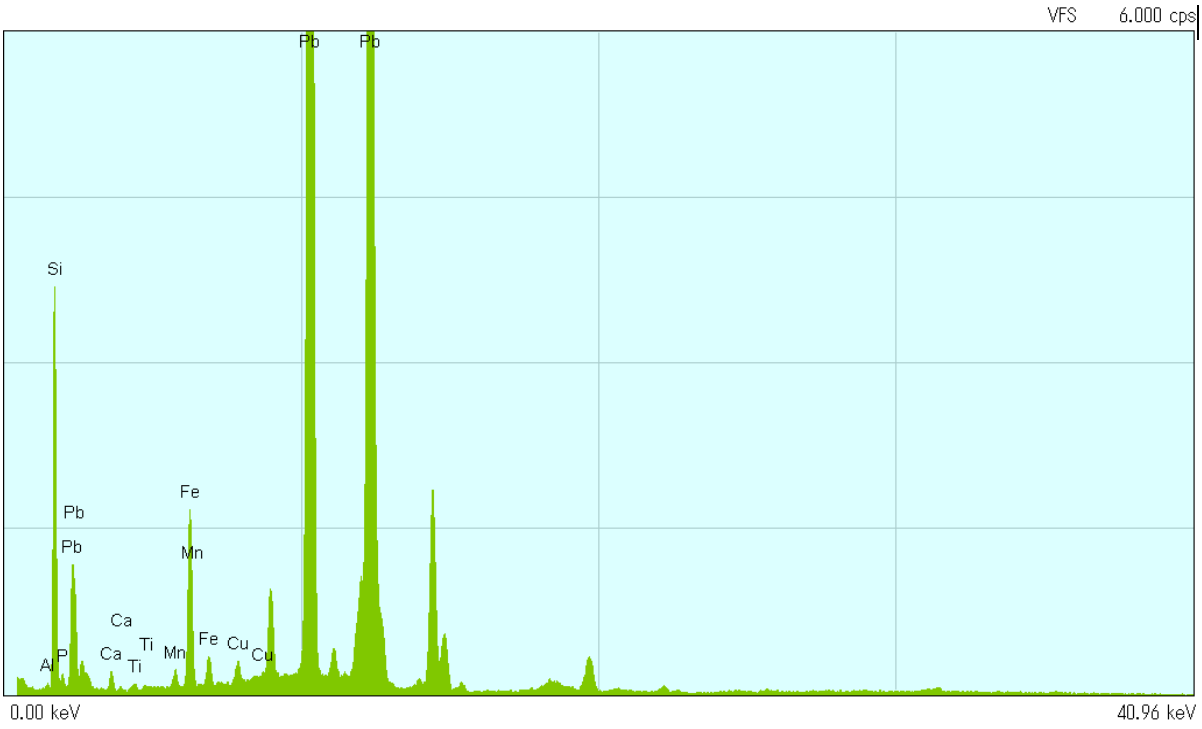
6．引用・参考文献

1. 平尾良光，榎本淳子：古代日本青銅器の鉛同位体比，『古代青銅の流通と鋳造』平尾良光編，鶴山堂（東京），p29-41（1999）
2. 平尾良光，早川泰弘，金正耀，トム・チェイス：古代中国青銅器の自然科学的研究『古代東アジア青銅の流通』平尾良光編，鶴山堂（東京），p305-320（2001）
3. 平尾良光：古代の銅の科学『古代東アジア青銅の流通』，平尾良光編，鶴山堂（東京），p93-139（2001）
4. 平尾良光，馬淵久夫：表面電離型固体質量分析計 VG-Sector の規格化について，保存科学 28，17-24（1989）
5. 平尾良光：鉛同位体比法の応用ー歴史資料の産地推定ー，RADIOISOTOPES 57, p709-721（2008）
6. 魯禔玹，西田京平，角川茂，鶴我公一，平尾良光：鉛同位体比を用いた産地推定の基礎，別府大学史学論叢 41 1-9（2011）

7. 平尾良光、魯禔玹、石川優生、韓ソルイ、早川 泰弘：琉球王国のガラスの科学的調査、『沖縄のガラス・玉等製品関係資料調査報告書』「沖縄県史料調査シリーズ第 5 集」「沖縄県文化財報告書第 149 集」沖縄県教育委員会、pp78-98（2011 年 3 月）
8. 平尾良光，榎本淳子，鈴木浩子：古墳時代青銅製品の鉛同位体比，考古学雑誌 97,27-62（2013）
9. 平尾良光：鉛同位体比の測定と分析，「第 6 巻、弥生・古墳時代、青銅・ガラス製品」『考古資料大観』，森田稔・井上洋一編，小学館（東京）,p345-p368（2003）
10. 金奎虎、平尾良光、韓松伊、魯禔玹、金那瑛、林徳洙：益山弥勒寺址から出土した緑釉椽木瓦に関する鉛同位体比調査、「王宮の工房 II- ガラス篇」韓国国立扶餘文化財研究所 学術研究叢書 44,p185-202（2007）
11. 金奎虎、平尾良光、韓松伊、魯禔玹、金那瑛、林徳洙：益山王宮里遺跡関連のガラス及びルツボの鉛同位体比分析、「王宮の工房 II- ガラス篇」韓国国立扶餘文化財研究所 学術研究叢書 44,p73-p215（2007）







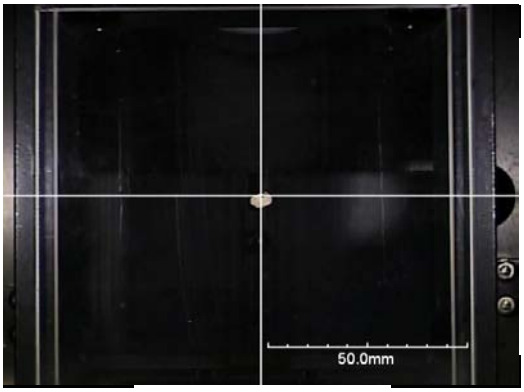
1. SPX
1

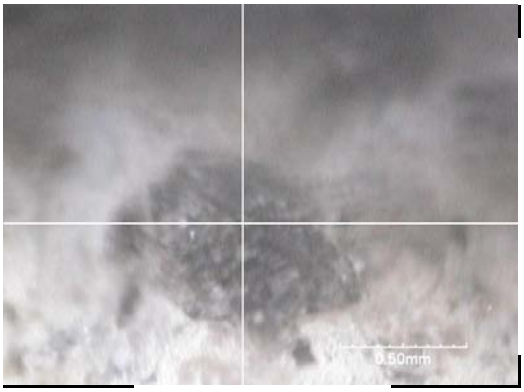
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.680 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

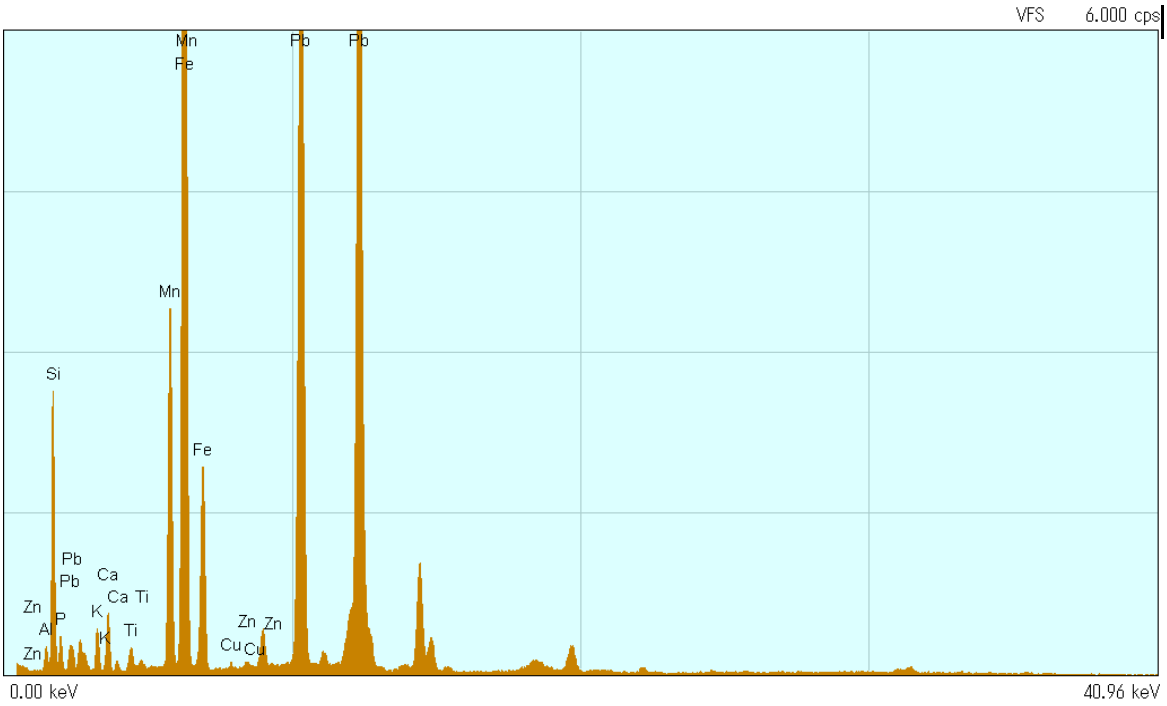
定量補正法　:スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	0.76	0.46	1.75	0.56
14 Si	K	33.41	0.48	74.00	59.56
15 P	K	0.71	0.15	1.43	1.92
20 Ca	K	0.83	0.09	1.29	3.51
22 Ti	K	0.18	0.06	0.24	1.09
25 Mn	K	0.25	0.04	0.28	3.38
26 Fe	K	2.12	0.06	2.36	36.24
29 Cu	K	0.16	0.02	0.16	4.38
82 Pb	L	61.57	0.53	18.49	536.86

245 図　試料１の蛍光 X 線分析結果（１）







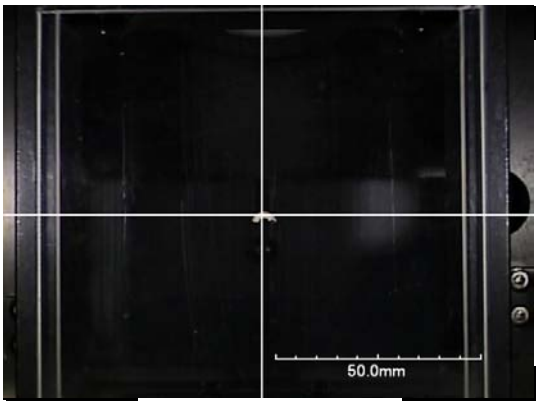
1-2. SPX
1

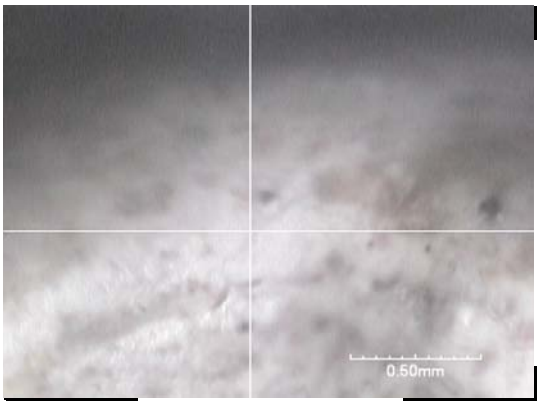
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　：0.500 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

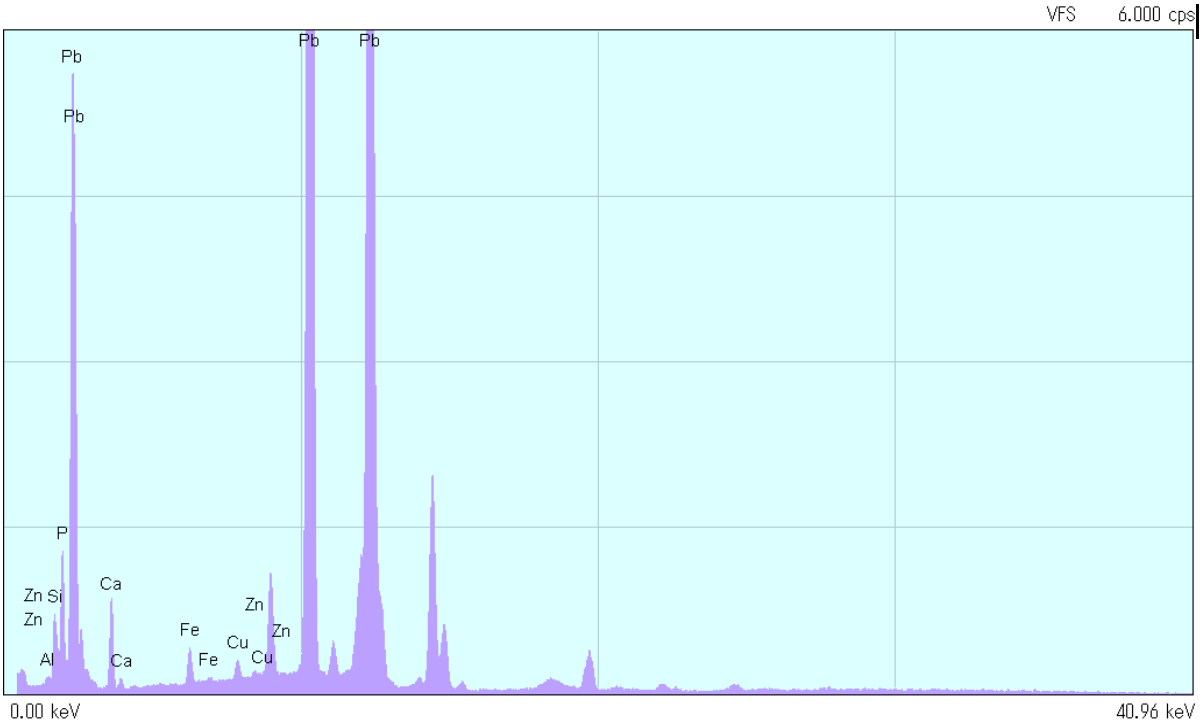
定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	5.63	0.63	10.08	4.59
14 Si	K	30.06	0.53	51.73	57.51
15 P	K	2.45	0.18	3.82	7.56
19 K	K	1.99	0.12	2.47	10.36
20 Ca	K	2.24	0.11	2.70	14.25
22 Ti	K	0.63	0.07	0.64	5.82
25 Mn	K	5.42	0.10	4.77	102.87
26 Fe	K	18.53	0.23	16.03	434.41
29 Cu	K	0.04	0.02	0.03	1.00
30 Zn	K	0.06	0.02	0.04	1.83
82 Pb	L	32.96	0.39	7.69	344.31

246 図　試料１の蛍光Ｘ線分析結果（２）







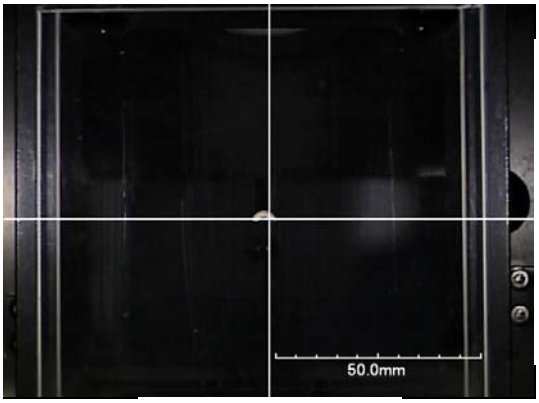
2-1. SPX
2

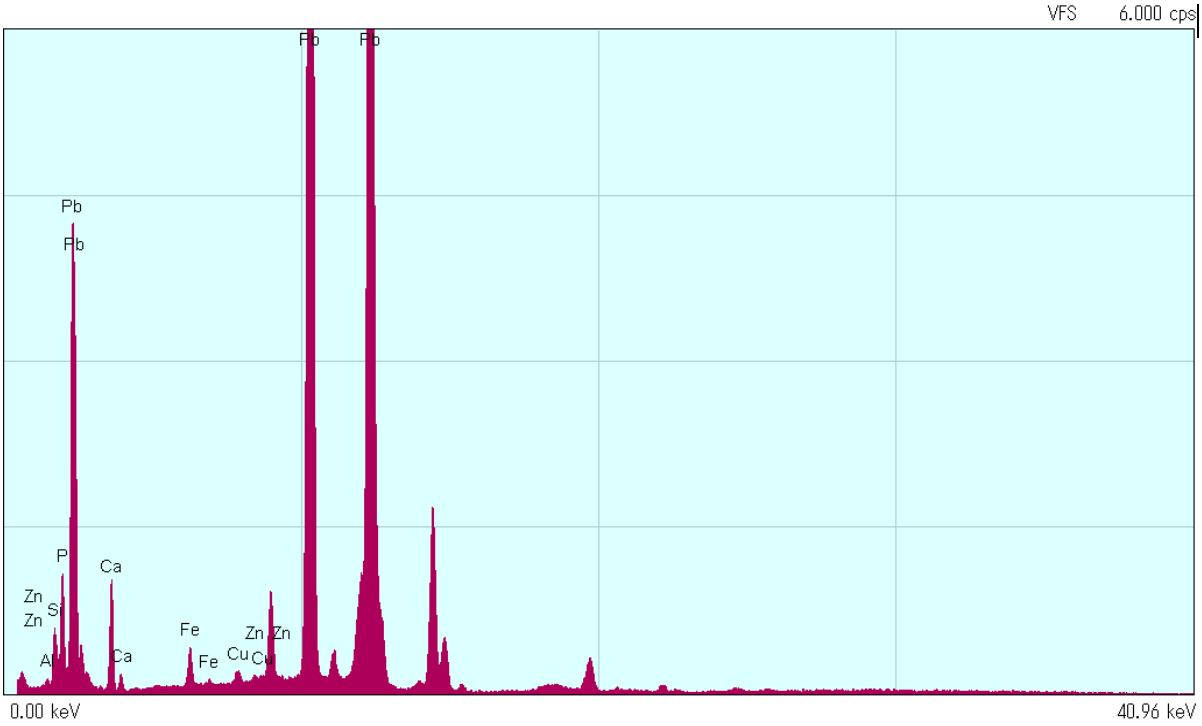
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.720 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

定量補正法　:スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	1.26	0.69	4.94	0.73
14 Si	K	5.14	0.44	19.37	7.43
15 P	K	6.06	0.25	20.68	18.15
20 Ca	K	4.38	0.18	11.56	14.69
26 Fe	K	0.52	0.04	0.99	6.83
29 Cu	K	0.19	0.03	0.32	3.96
30 Zn	K	0.05	0.03	0.08	1.10
82 Pb	L	82.40	0.74	42.06	538.43

247 図　試料２の蛍光 X 線分析結果（１）





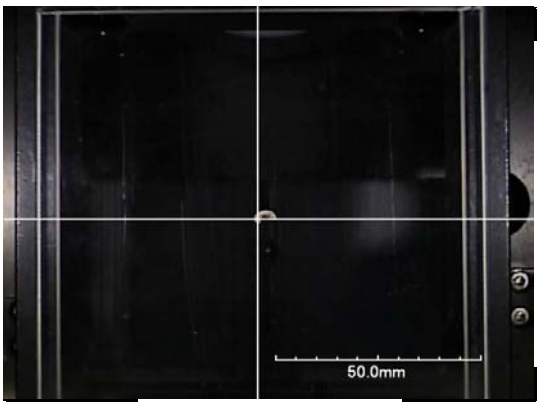
2-2. SPX
2

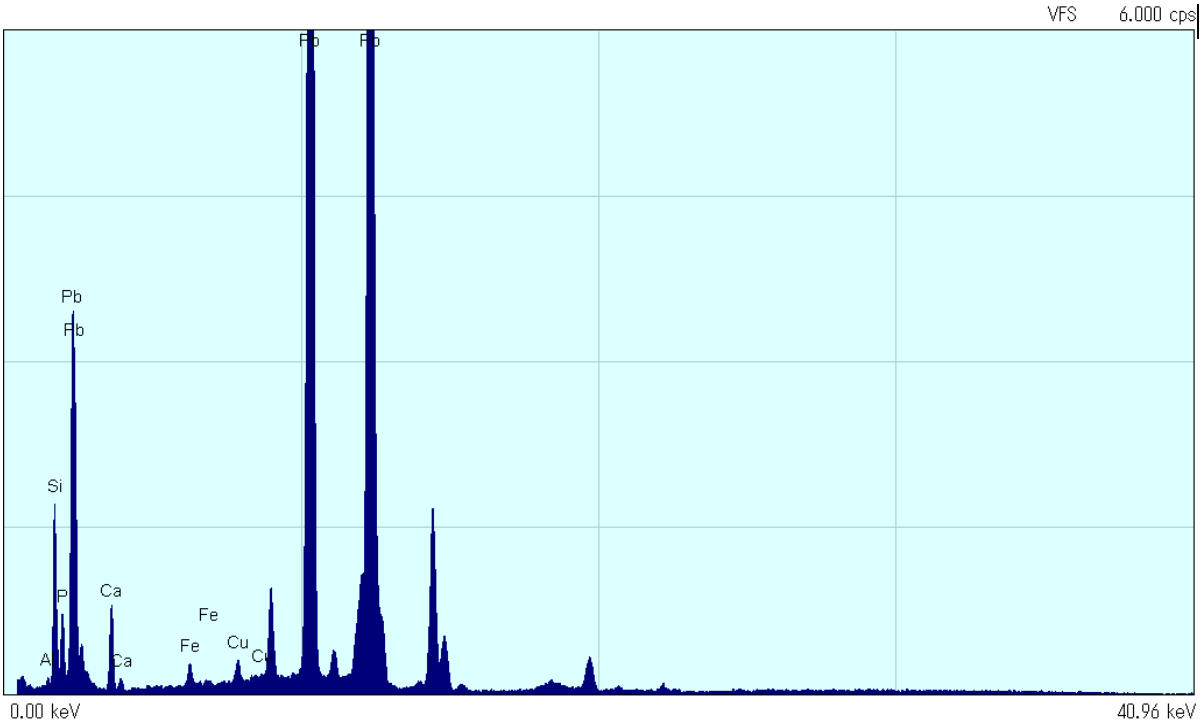
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.620 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	1.45	0.69	5.57	0.87
14 Si	K	4.87	0.45	18.00	7.29
15 P	K	5.55	0.27	18.60	17.32
20 Ca	K	6.02	0.21	15.60	21.07
26 Fe	K	0.61	0.05	1.13	8.22
29 Cu	K	0.15	0.03	0.25	3.21
30 Zn	K	0.05	0.03	0.09	1.33
82 Pb	L	81.31	0.75	40.76	551.73

248 図　試料２の蛍光Ｘ線分析結果（２）





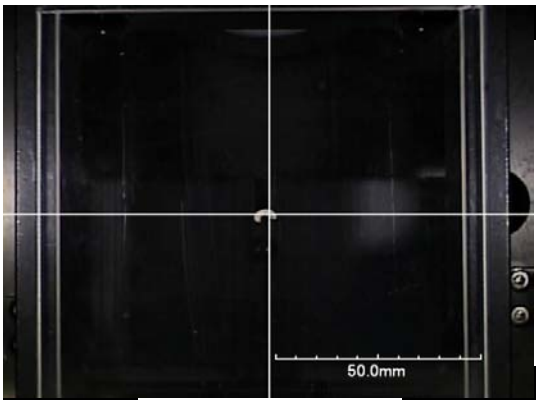
3-1. SPX
3

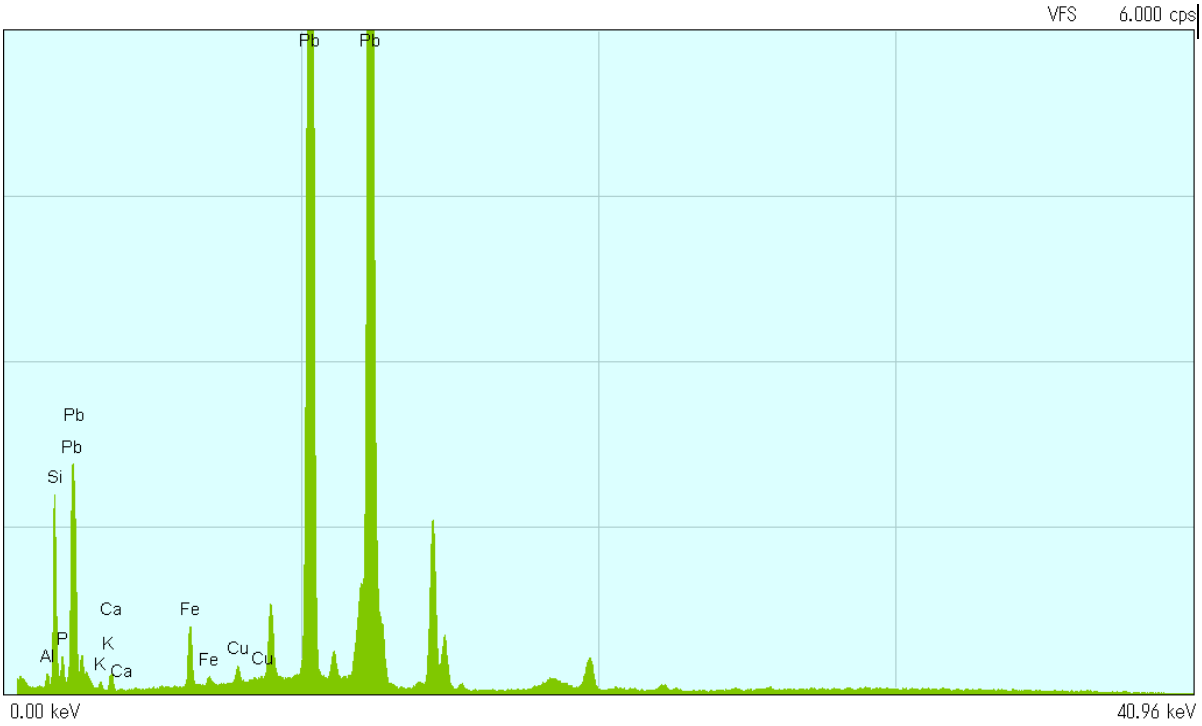
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.660 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	1.35	0.64	3.94	0.82
14 Si	K	17.38	0.53	48.75	25.73
15 P	K	4.08	0.25	10.39	10.90
20 Ca	K	4.45	0.18	8.74	15.39
26 Fe	K	0.31	0.04	0.44	4.21
29 Cu	K	0.22	0.03	0.28	4.87
82 Pb	L	72.21	0.70	27.46	502.09

249 図　試料３の蛍光 X 線分析結果（１）





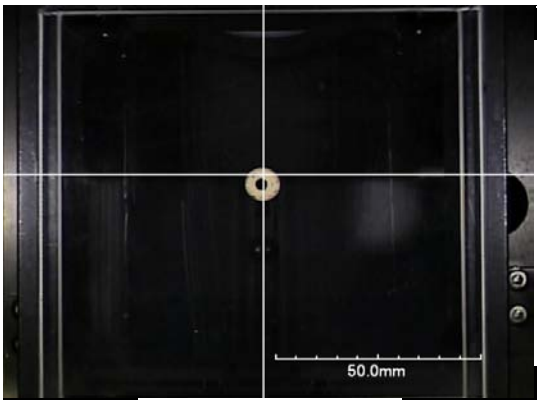
3-2. SPX
3

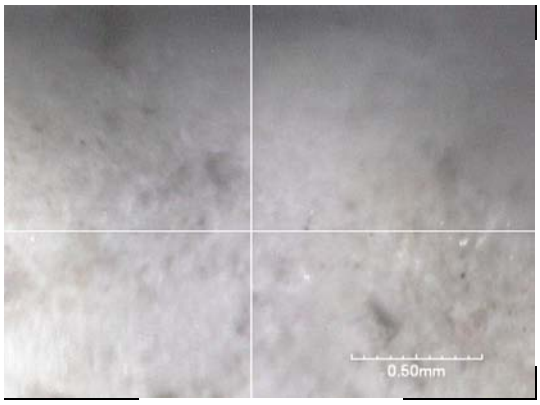
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.820 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

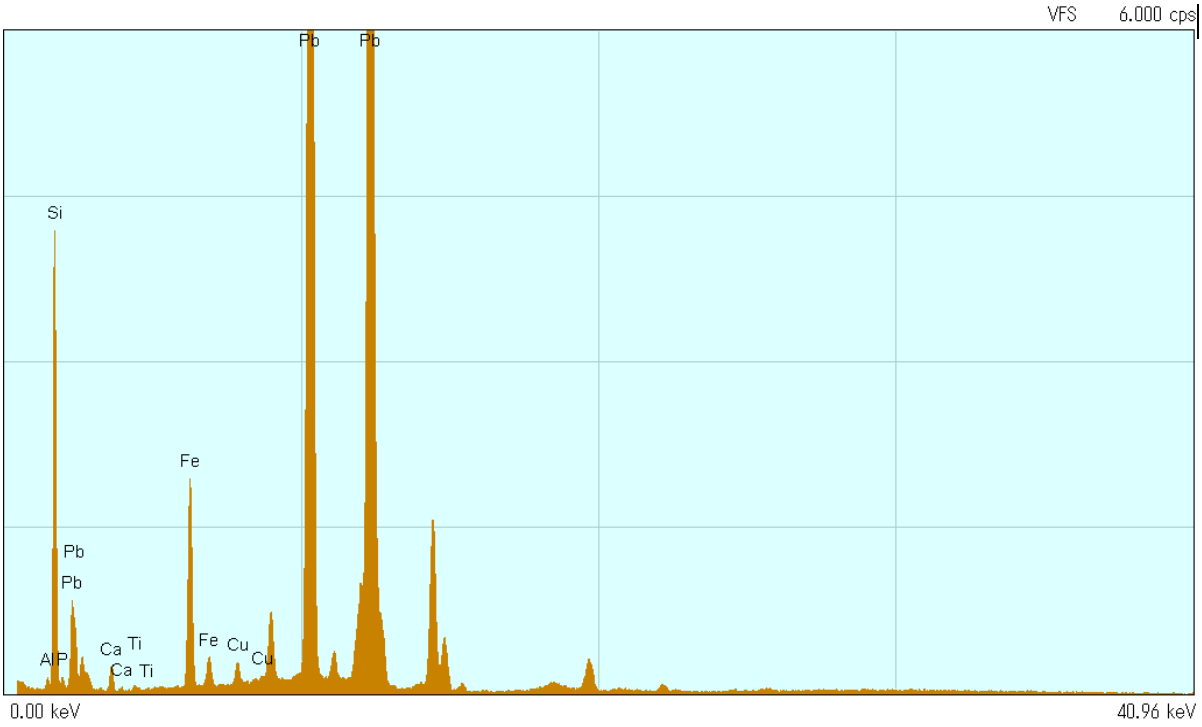
定量補正法　:スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	3.55	0.67	9.70	1.60
14 Si	K	21.18	0.55	55.55	22.59
15 P	K	2.15	0.20	5.12	4.01
19 K	K	0.62	0.12	1.16	1.31
20 Ca	K	1.06	0.12	1.95	2.72
26 Fe	K	1.01	0.05	1.33	10.41
29 Cu	K	0.19	0.03	0.22	3.10
82 Pb	L	70.24	0.71	24.97	366.94

250 図　試料３の蛍光 X 線分析結果（２）







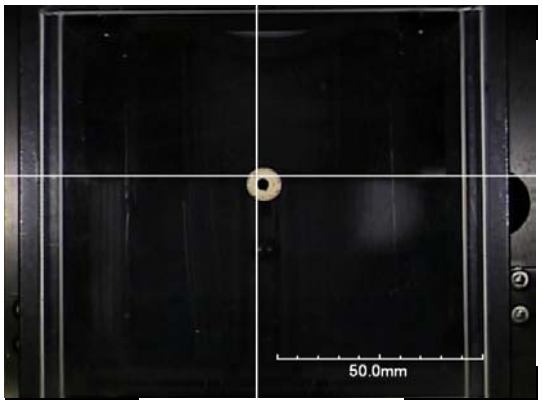
4-1. SPX
4

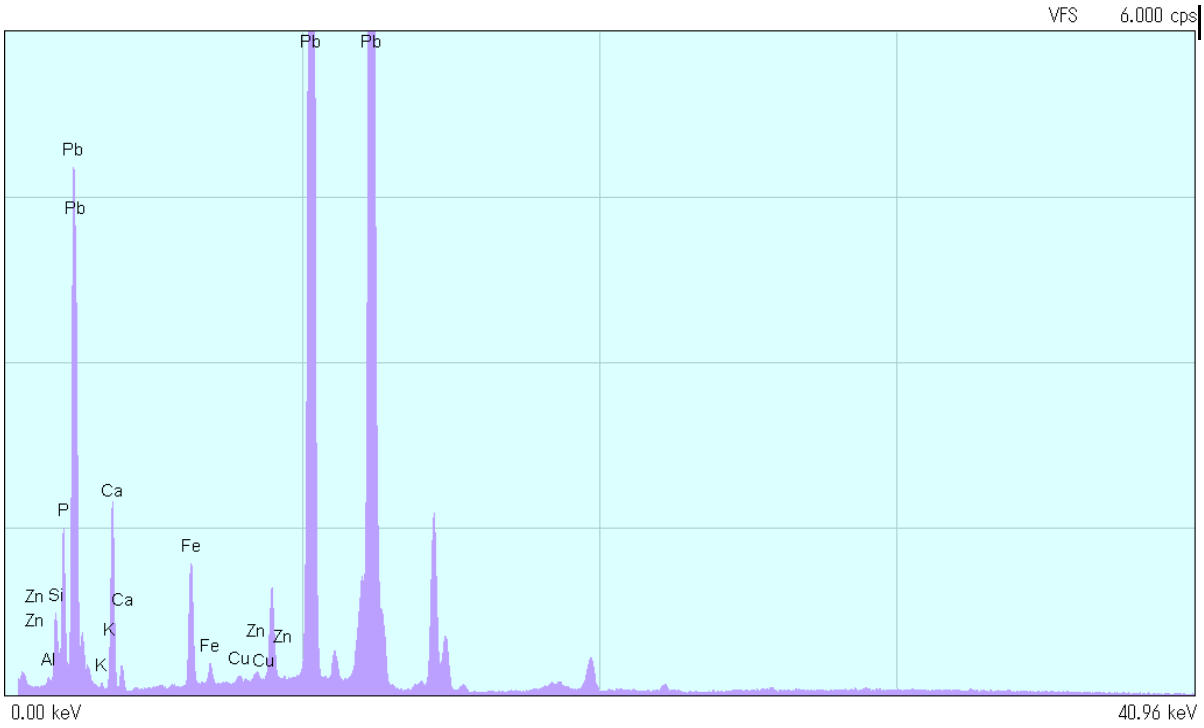
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　：0.640 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	1.71	0.51	3.39	1.27
14 Si	K	40.68	0.51	77.46	70.89
15 P	K	0.66	0.16	1.14	1.59
20 Ca	K	1.13	0.10	1.51	4.77
22 Ti	K	0.15	0.05	0.17	0.93
26 Fe	K	2.66	0.07	2.55	45.94
29 Cu	K	0.18	0.02	0.15	4.76
82 Pb	L	52.82	0.51	13.63	473.90

251 図　試料４の蛍光Ｘ線分析結果（１）





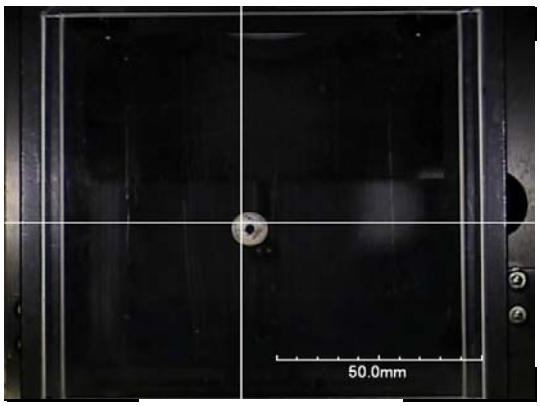
4-2. SPX
4

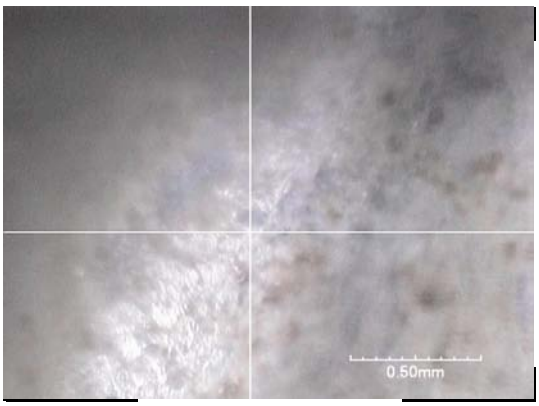
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　：0.820 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

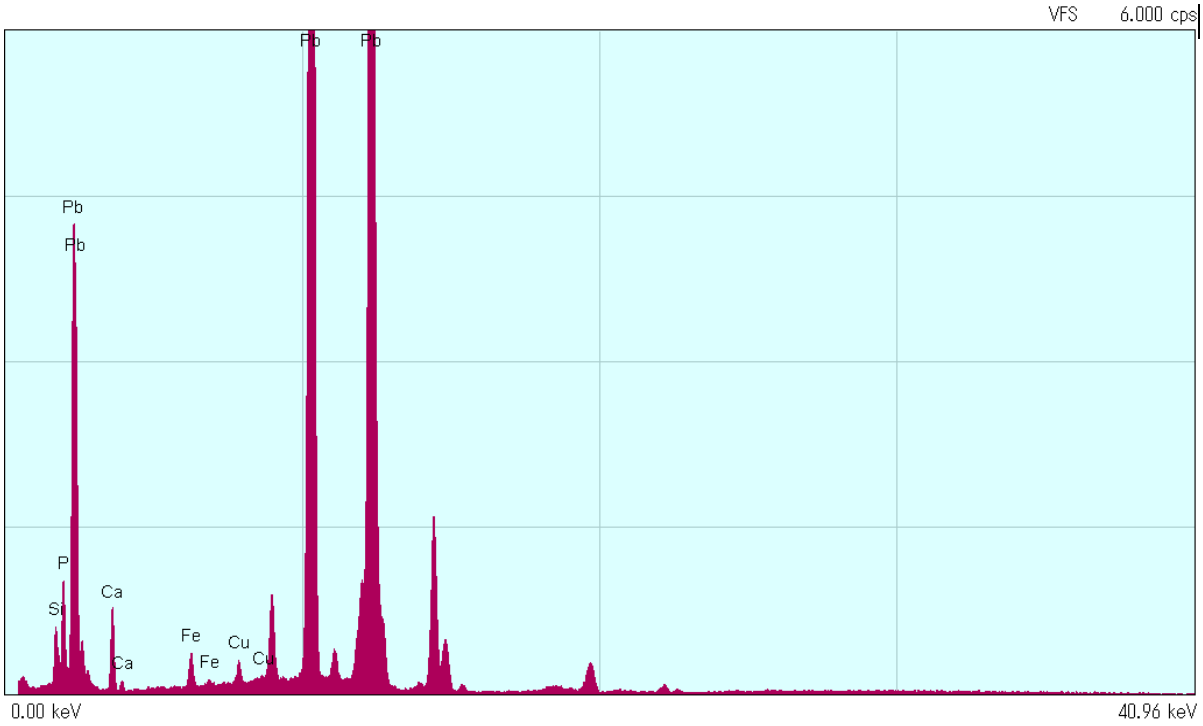
定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	0.22	0.73	0.72	0.10
14 Si	K	5.80	0.46	18.64	6.91
15 P	K	7.58	0.28	22.11	18.58
19 K	K	0.36	0.12	0.83	0.86
20 Ca	K	9.69	0.26	21.83	27.15
26 Fe	K	2.05	0.07	3.31	21.66
29 Cu	K	0.08	0.03	0.11	1.31
30 Zn	K	0.08	0.03	0.11	1.44
82 Pb	L	74.16	0.73	32.33	397.66

252 図　試料４の蛍光Ｘ線分析結果（２）







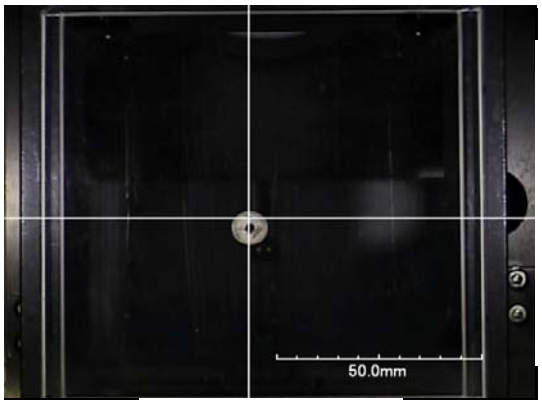
5-1. SPX
5

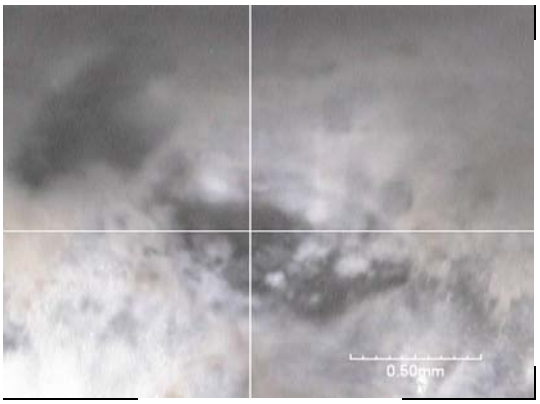
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.580 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

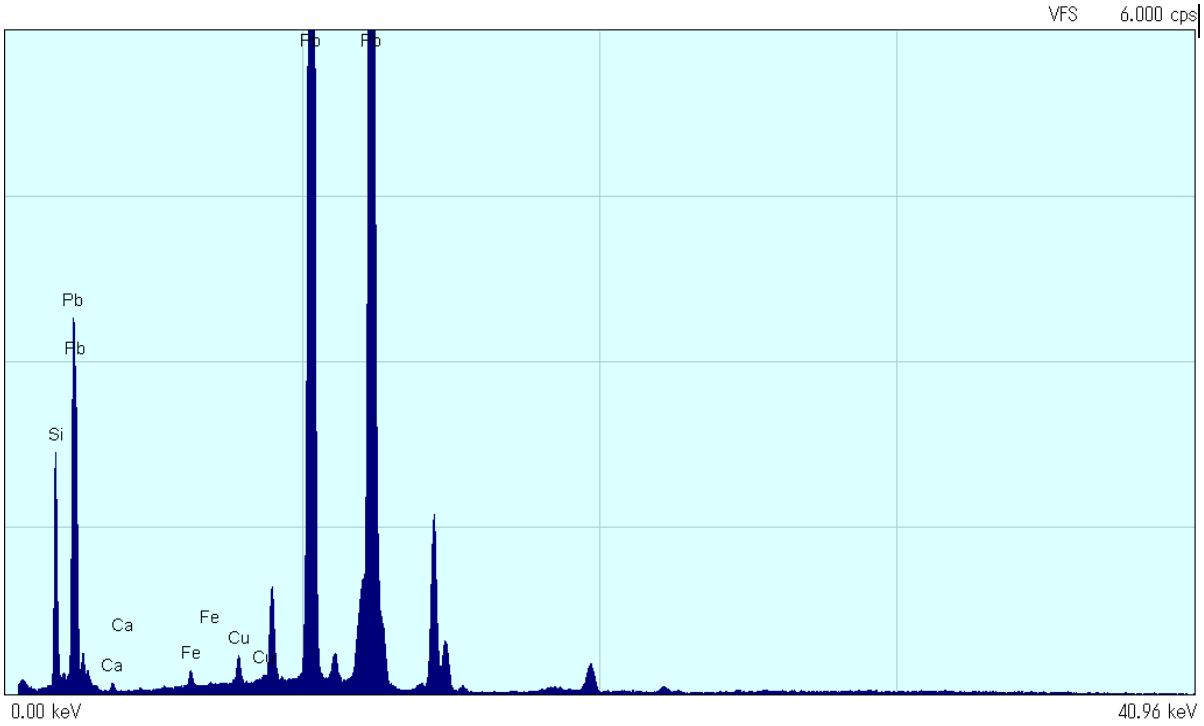
定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
14 Si	K	5.06	0.47	20.01	7.79
15 P	K	5.66	0.26	20.29	18.06
20 Ca	K	4.82	0.19	13.34	16.97
26 Fe	K	0.58	0.05	1.14	7.87
29 Cu	K	0.25	0.03	0.43	5.35
82 Pb	L	83.63	0.51	44.79	570.80

253図　試料5の蛍光X線分析結果（1）







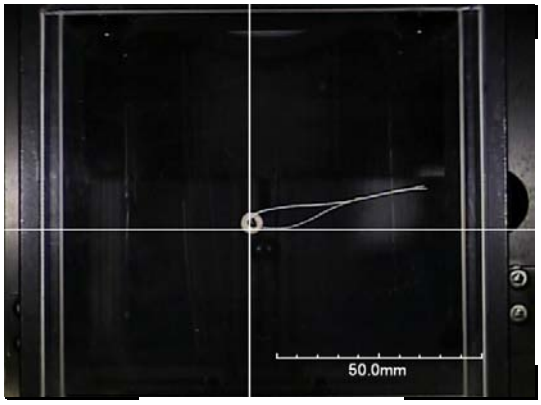
5-2. SPX
5

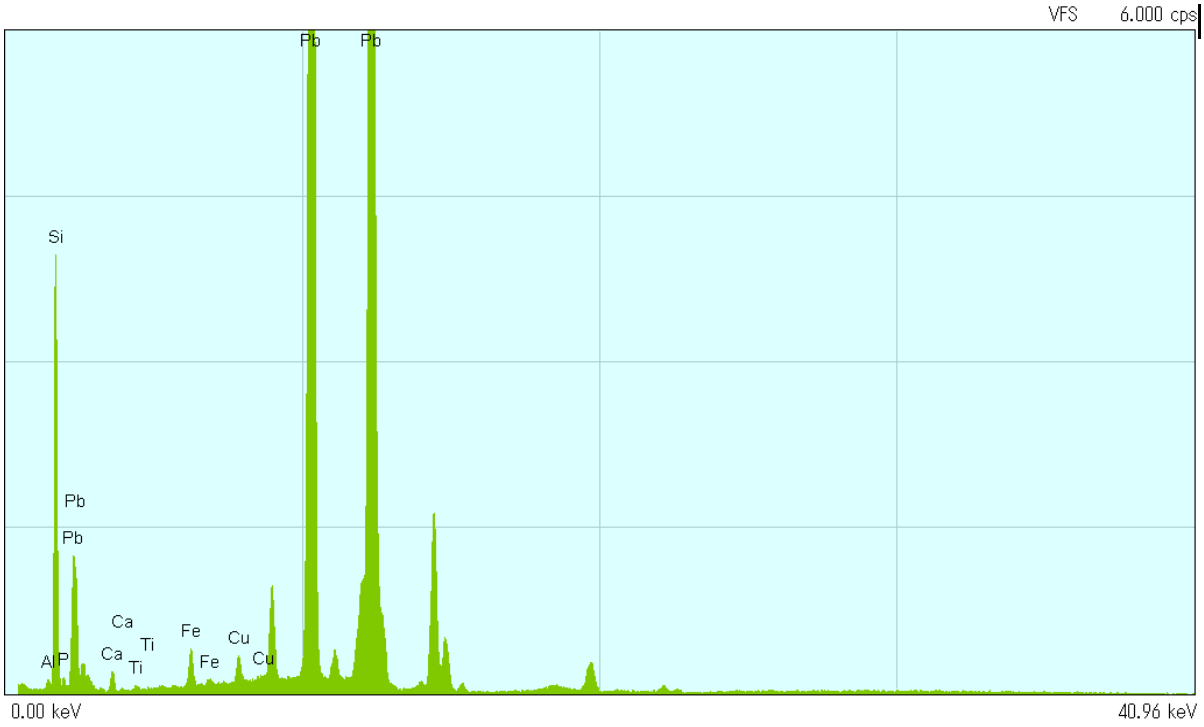
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.520 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
14 Si	K	23.88	0.51	68.94	44.41
20 Ca	K	0.49	0.09	0.98	2.06
26 Fe	K	0.24	0.04	0.34	4.03
29 Cu	K	0.27	0.03	0.35	7.39
82 Pb	L	75.12	0.51	29.40	647.68

254 図　試料５の蛍光Ｘ線分析結果（２）





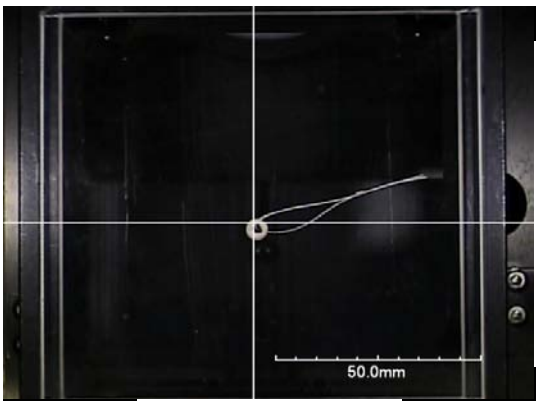
6-1. SPX
6

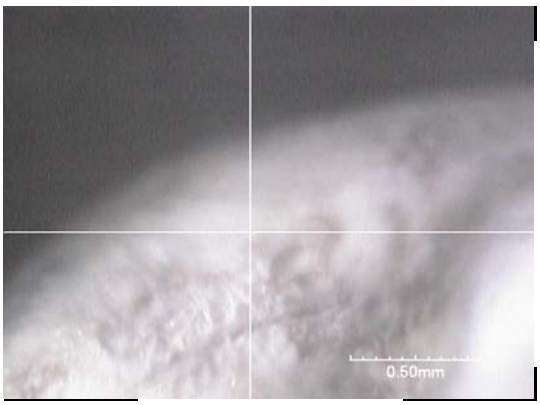
測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　：0.560 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

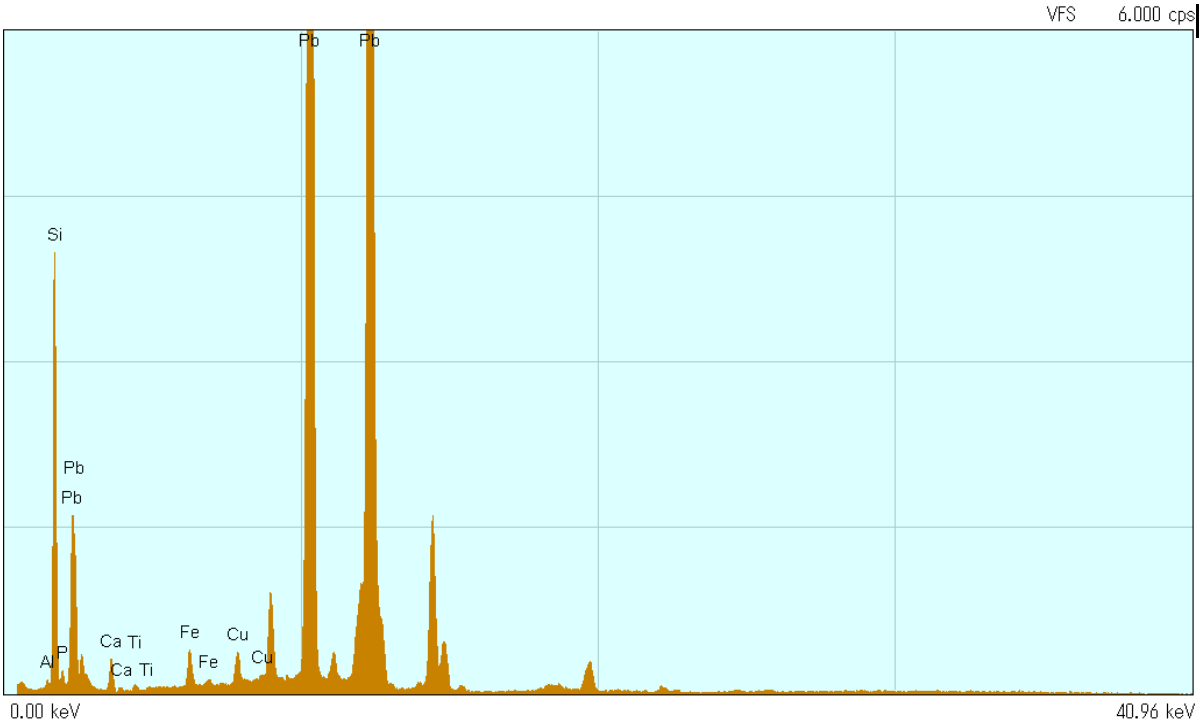
定量補正法　：スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	1.41	0.49	3.00	1.22
14 Si	K	37.91	0.49	77.69	78.19
15 P	K	0.51	0.15	0.94	1.49
20 Ca	K	0.95	0.09	1.36	4.60
22 Ti	K	0.09	0.06	0.10	0.60
26 Fe	K	0.44	0.04	0.45	8.68
29 Cu	K	0.22	0.02	0.20	7.02
82 Pb	L	58.48	0.53	16.25	607.10

255 図　試料６の蛍光Ｘ線分析結果（１）







6-2. SPX

6

測定時間　：300 s　パルス処理時間　:P4
XGT径　：10 μm　X線管電圧　:50 kV
電流　:0.520 mA
X線フィルター　:なし　試料セル　:なし

定量補正法　:スタンダードレス

元素	ライン	質量濃度 [%]	2σ [%]	原子数濃度 [%]	強度 [cps/mA]
13 Al	K	0.95	0.51	2.00	0.88
14 Si	K	38.68	0.51	77.66	84.38
15 P	K	1.01	0.16	1.84	3.10
20 Ca	K	1.47	0.11	2.07	7.50
22 Ti	K	0.22	0.06	0.26	1.57
26 Fe	K	0.44	0.04	0.45	9.24
29 Cu	K	0.27	0.02	0.24	8.88
82 Pb	L	56.96	0.54	15.50	624.18

256図　試料6の蛍光X線分析結果（2）

第４章　まとめ

調査成果の報告では、調査区ごとに遺構を個別具体的に詳述した。遺構の変遷を示すにあたって、調査区がほぼ独立した場所に散在することから、調査区ごとの遺構変遷を提示しておきたい。まずは各調査区が位置する場所を、第２章で復元した微地形の復元図（257 図）と合わせ確認しておく。旧練兵場遺跡が位置する地形は、南東から北西方向へと派生する微高地と西側の SR02 によって細分された小微高地があり、それぞれの微高地に名称を付している。南東から北西へと派生する主要な微高地を、中央微高地とし、中央微高地から西へ下った場所に点在する SR02 によって細分された微高地を南から微高地①～微高地④とする。また幅広であった中央微高地が北では幅をせばめており、地形の単位として中央微高地から切り離し、微高地⑤としている。北東のコンターラインが密になっている箇所が連続し、明らかに地形の傾斜変換が認められる箇所より北東側を、東側低地として区分している。

調査区の大部分は南東から派生する中央微高地の各所に位置する。中央微高地のトップに位置するのは、4 区⑤である。中央微高地の緩斜面北側に 4 区⑥、4 区③、3 区⑤、西側に 4 区①、4 区②、4 区④が位置する。また、3 区①・3 区④は中央微高地の西縁辺部に位置する。1 区は東側低地と西側微高地⑤を通り、本調査区が最も地形を反映した遺構内容を示している。5 区および 2 区②は、微高地⑤に位置し、旧練兵場遺跡内では最も地形が安定している場所といえる。そして北に位置する 2 区①は南半分が微高地⑤、北半分を東側低地部分にあたっており、1 区同様微地形に規制された遺構内容となっている。以下に調査区ごとのまとめを提示する。

1 区（258 図）

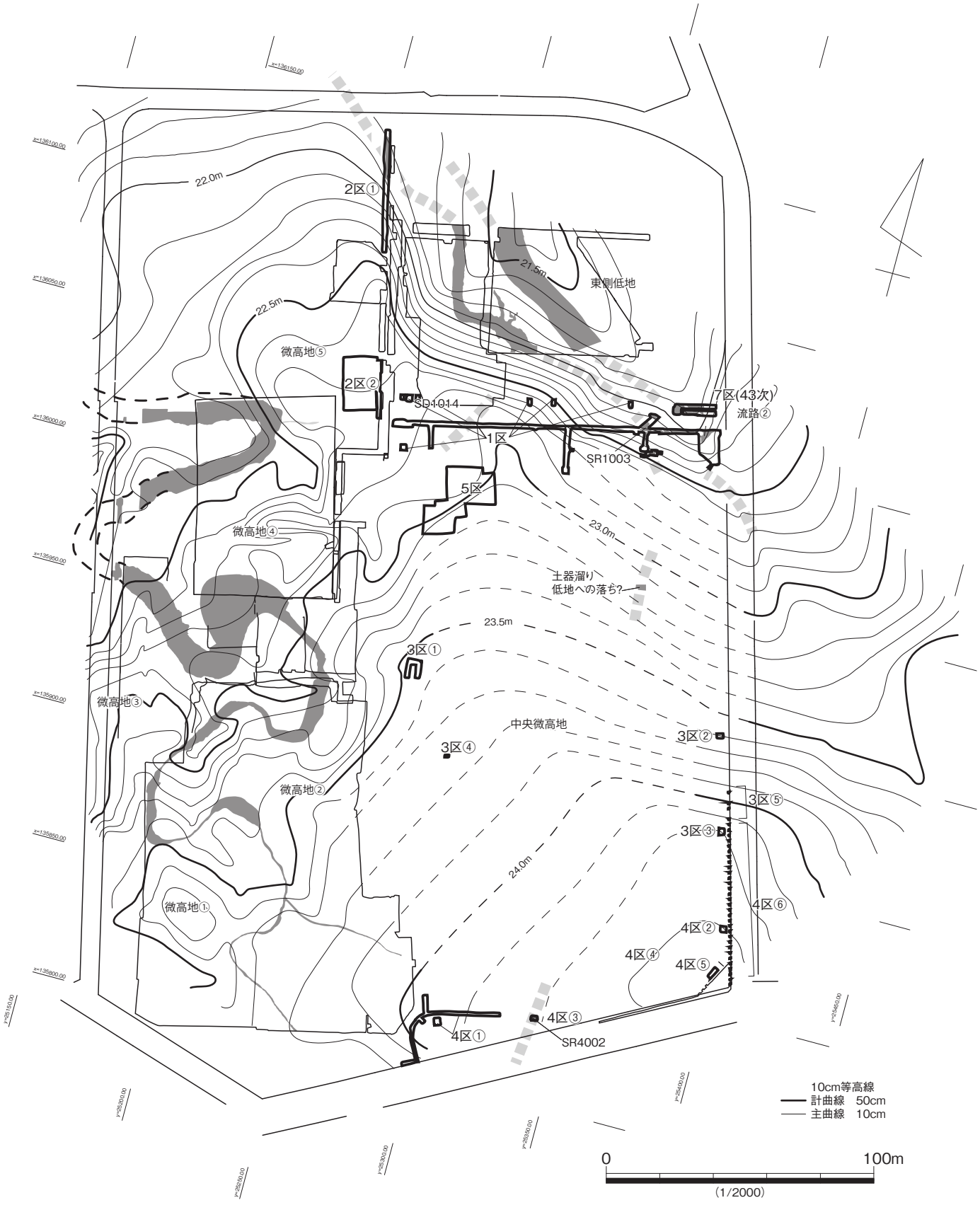
1 区は狭長な調査区であったが、微地形を明瞭に反映した住居址や流路の分布を確認した。基盤層Ⅳ層の標高より復元した旧地形の復元図（257 図）や 1 区北壁を用いた縦横の縮尺率を変えた図（19 図）をみてもわかる通り、基盤層の起伏が明瞭に確認できる。SR1002 周辺を境に東側の低地では流路、西側の微高地には竪穴建物や掘立柱建物など居住域が広がり、微地形に制約された遺構のまとまりがみられる。以下に微地形に制約された 1 区での遺構の変遷をみていく。

弥生時代中期後半

弥生時代中期後半古相から新相にかけて、低地では流路①が流下を開始する。流路①下層から出土した土器は少ない。流路①下層埋土の観察では、明瞭な流水痕跡は確認できなかった。また、基盤層Ⅴ層との層境からの湧水が顕著であった。これは扇状地にしみ込んだ地下水の湧水とみられる。以後、東側の低地は古代（10 世紀）まで低地として残存する。居住域としての利用は一切認められず、1 区北側の 14 次調査区範囲でも、SR01 周辺および以北では住居址とみられる遺構は確認できていない。微高地上では竪穴建物（SH1005）、掘立柱建物（SB1002）が建てられる。また、建物の復元がかなわなかったが埋土の特徴から当該期とみられる柱穴（SP1052）を東端で確認している。

弥生時代後期前半～後半

弥生時代後期前半には流路①の埋没が進む。また、流路①上層遺物と SR1003 下層遺物に時期の対応関係がみられ、流路①が流下を停止するのと同時に SR1003 が掘削され、流下を開始する様子が見てとれる。一連の遺構と考えられる SR1003 と 14 次 SD56 は、1 区流路①および 14 次 SR01 の際を同様なルー


22.0m
22.5m
21.5m
23.0m
23.5m
24.0m
2区①
2区②
東側低地
微高地⑤
SD1014
7区(43次)
流路②
1区
SR1003
5区
微高地④
土器溜り
低地への落ち?
3区①
微高地③
中央微高地
3区④
3区②
3区⑤
3区③
微高地②
4区⑥
微高地①
4区②
4区④
4区⑤
4区③
4区①
SR4002
10cm等高線
計曲線 50cm
主曲線 10cm
0
100m
(1/2000)

257 図　微地形復元図

トで流下している。微高地上では、竪穴建物（SH1003）が後期前半新相に建てられ、その後、屋外排水溝を有する竪穴建物（SH1006）が建てられる。屋外排水溝が接続する竪穴建物は旧練兵場遺跡内では確認できず、また県下でも数例しか確認されていない。また、竪穴建物（SH1005）のすぐ西側を大溝（SD1014）が後期後半に微高地を横断するように掘削されている。出土遺物がわずかであり、時期については前後する可能性がある。詳細な接続状況はわからないが、北は 14 次 SD56 に接続する可能性がある。

弥生終末期～古墳時代前期

弥生時代終末期から古墳時代前期は、依然として SR1003 が東側低地を流下しているが、多量の土器の投棄により埋没が急激に進む。当該期の住居址は、竪穴建物（SH1001）以外は確認できないが、遺物量からみると相当数の住居址が広がるものと予想される。貴重品は碧玉製の管玉が SH1001 から出土している。

古墳時代前期～後期

当該期の遺構は流下が著しく低下した SR1003 が東側低地をかろうじて流下しているが、古墳時代後期後葉にはほぼその流れは停止している。SR1003 出土遺物の時期をみても、古墳時代後期初頭から後半にかけてのものがあるが、弥生時代終末期から古墳時代前期前半の遺物群との時期差が顕著である。遺物量も弥生時代終末期の量には到底及ばない。また住居址も詳細な時期は不明だが古墳時代に属する可能性がある SB1002 以外は、確認できていない。これは、『旧練兵場遺跡Ⅲ』でも既に報告されているように、古墳時代前期前半に大規模集落が解体・縮小され、周辺へ移動・拡散し、再び後期前葉に集落として遺構形成が開始する時期と SR1003 出土土器の時期とおおむね合致するものである。

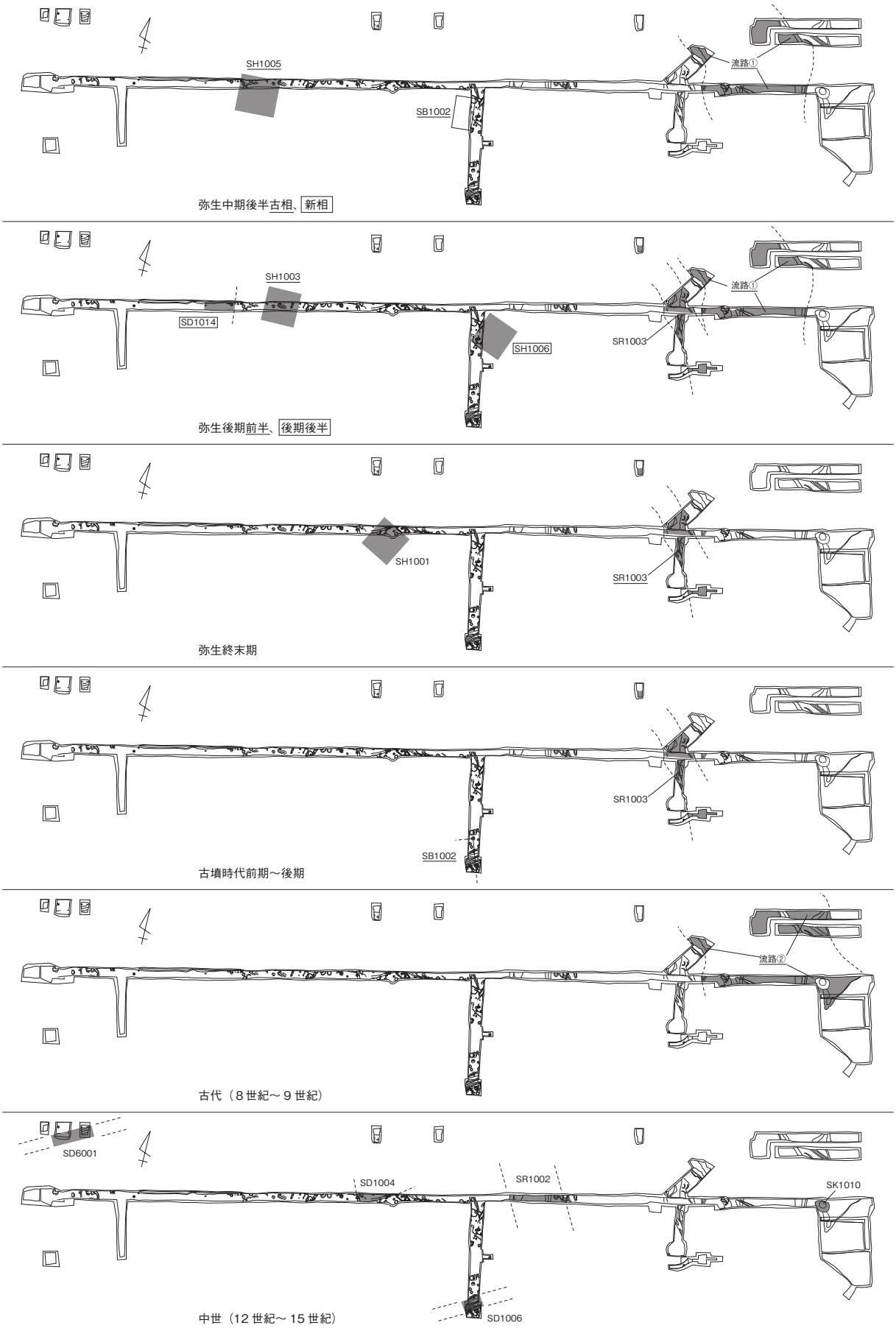
古代（8 世紀～ 9 世紀）

包含層や遺構は確認することができない。東側の流路①が完全に埋没し、浅い窪地と化している箇所に、浅い小溝（SD1009・SD7001）が南東方向から北西方向へと掘削されている。その後すぐに、流路②によって上面が覆われ埋没する。

中世（12 世紀～ 15 世紀）

12 世紀後半になると、旧練兵場遺跡内で確認されている条里型地割に合致する溝が掘削される。1 区では条里型地割の坪境に合致する大溝を確認しており、西側で東西方向の SD6001、中央付近で南北方向の SR1002 が確認できる。また、遺構として認定している SX1007 が微高地上、SK1010 が東側低地でみられるが、建物を構成する柱穴などは確認できていない。

13 世紀後半には条里型地割に合致する大溝 SR1002 や SD6001 は完全に埋没し、その後、条里型地割と方向を同じにする SD1601 が開削され、15 世紀前半には埋没する。SD1601 の東の延長線上にある SR1003 や流路②の直上は、SD1601 の延長線上にあたるが、当該個所ではその延伸を確認できていない。15 世紀以後、東側の低地部分では中世から近世にかけて連続する耕作層が確認できることからも、耕作地として利用されていたものと考えられる。



258図　1区遺構変遷図

２区①（259 図）

微高地⑤の北へ下る斜面地に位置する。北半分は低地、南半分は溝群が展開する。各時期の遺構は調査区の都合もあるが、他の調査区に比べ著しく希薄である。以下に時期ごとの遺構のありかたをまとめる。

弥生中期後半

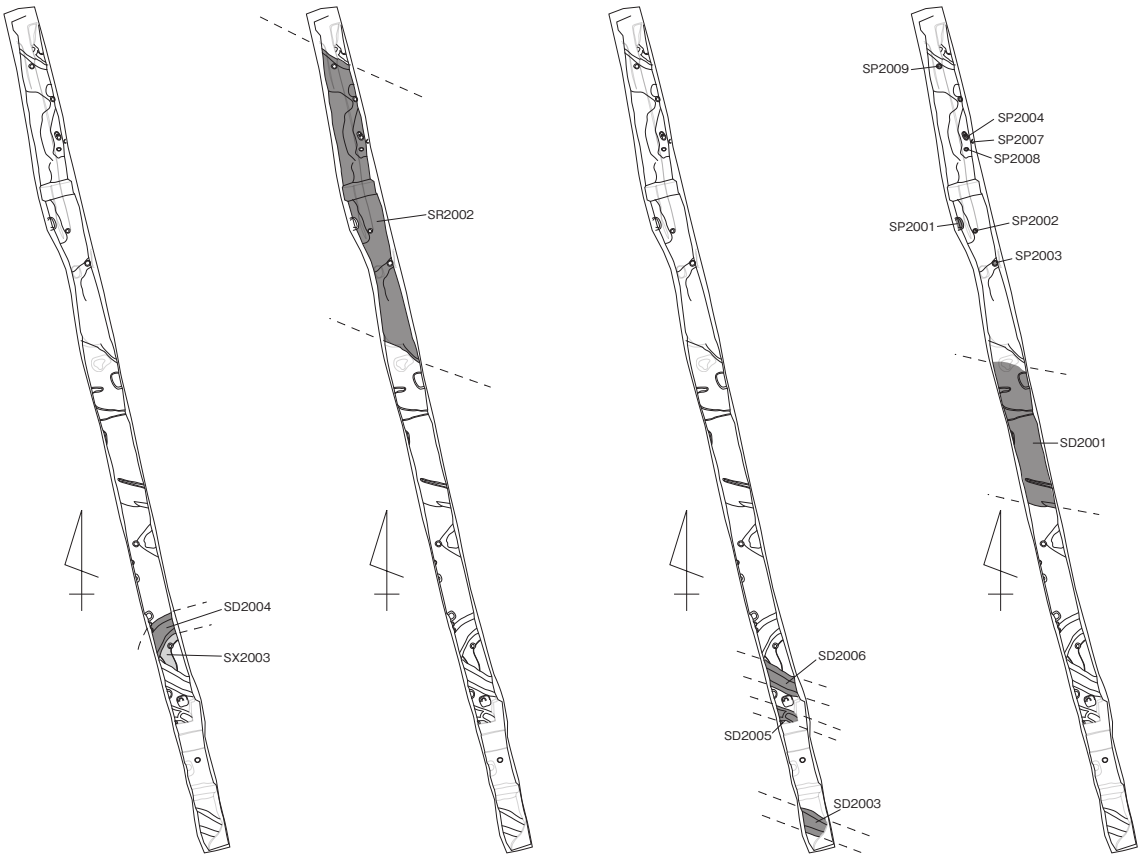
南の微高地上に溝（SD2004）が掘削される。周辺の既往報告遺構との接続状況は不明である。低地部分では当該期の流路は確認できない。

弥生後期後半、終末期～古墳時代前期古相

北側の低地を、後期後半新相に大溝（SR2002）が流下する。極細砂から粗砂を主体とするラミナ状の堆積とやや粘性を帯びた層の互層が確認でき、流水と滞水を繰り返していたものと考えられる（写真図版 10）。終末期から古墳時代前期前半にかけて一気に土器が投棄され、埋没が加速度的にすすむ。やや遺物の様相や時期が異なるが、1 区 SR1003 も古墳時代前期後半までにほぼ埋め戻される。

古墳時代終末期

微高地上に溝（SD2003・SD2005・SD2006）が掘削される。溝の軸は南東から北西方向である。『旧練兵場遺跡Ⅰ』では弥生時代の遺構として報告されていたが、今回の調査で須恵器が溝底から出土していることから、当該期の遺構として報告している。また 99 図でも示している通り、30m 以上ほぼ並行に直進し、道遺構の側溝である可能性も考えられるが、判断材料に欠ける。



259 図　２区①遺構変遷図

中世

北側のSR2002の直上に13世紀後半の柱穴が展開する。建物として復元できなかった。SR2002の直上には、SR2002が埋没し安定してから、中世の建物が建てられるまでの長期間、遺構の形成は現状では認められない。狭小な調査区であったことから、周囲に存在する可能性は残されるが、SR2002の検出や包含層等にも他の時期の遺物はほとんど含まれず､存在していたとしても多くはないと考えられる。

2区②（260図）

2区②は中央微高地から派生した微高地⑤に位置する。調査区全体が微高地のトップに位置し、遺構の残存深度は浅いものが多い。14次の調査区と隣接しており、既往調査と概ね整合する調査となった。遺構密度は高いが、細別した各時期に数棟の建物が確認できる。以下に既往調査との関係をふまえまとめとする。

弥生時代中期後半古相

調査区の中央に竪穴建物（SH2003）と北側に掘立柱建物（SB2003）が建てられる。SH2003は無柱の小型の竪穴建物である。貼床や基盤層を掘り込まない簡素な建物であったことが想定される。SB2003の柱穴掘方埋土は基盤層Ⅳ層に由来する黄色シルトが多量に混じり、基盤層との区別が困難であった。同様に掘方埋土の識別が困難であったものに、1区SB2003があげられる。

弥生時代中期後半新相

この時期の建物数が最も多い。調査区の南に竪穴建物（SH2005)、北に竪穴建物（SH2008・SH2010)、掘立柱建物（SB2004・SB2005）が建てられる。北のSH2008は貼床層に壁溝に沿う形で、石材の並びを確認した。壁溝に据え付けた壁板の抑えとも考えたが、貧弱な石材が多く、石材の使用方法は現段階では不明である。県下では管見の限り、このような事例はない。

弥生時代後期前半古相

調査区の北西に竪穴建物（SH2007）が建てられる。平面プランは円形をていし、北に二カ所の張出が付属する。この竪穴建物からは豊前にみられる土器とプロポーションがよく似る鉢がある。竪穴建物自体には他地域のものとする材料はないが、『旧練兵場遺跡Ⅱ』で報告されている他地域からの搬入品･模倣品が集中するSR02上層溝下層の時期と概ね重なることからも、当該期の流通の結果の一つと考えられる。

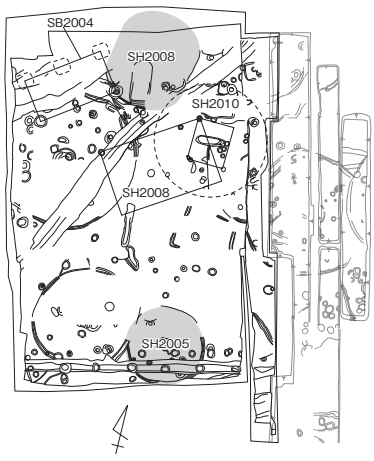
弥生時代後期前半新相

調査区の南に竪穴建物（SH2004)、東に竪穴建物（SH2001）が建てられる。SH2004は平面プラン円形を呈し、北に張出が付属する。SH2001は『旧練兵場遺跡Ⅰ』で報告されていたSH16の古い建物と報告されていたものである。今回の調査で、『旧練兵場遺跡Ⅰ』SH16は竪穴建物の建て替えではなく、二つの竪穴建物（SH2001とSH2006）の重複関係であると判断した。

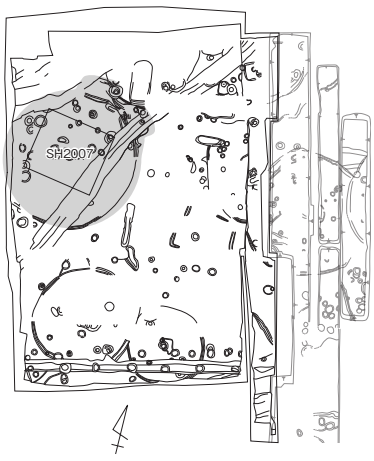
弥生時代後期後半

調査区の南西に掘立柱建物（SB2001）が建てられる。当該期の遺構は2区②ではほとんど確認できない。

弥生中期後半古相

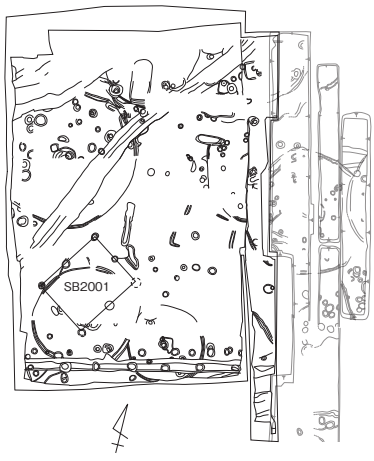


弥生中期後半新相

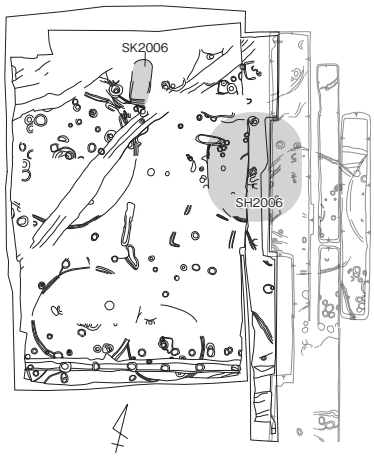


弥生後期前半古相

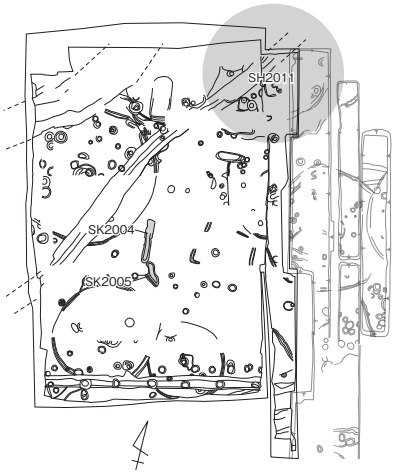
弥生後期前半新相



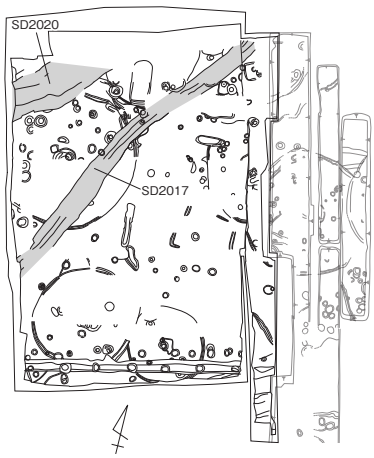
弥生後期後半



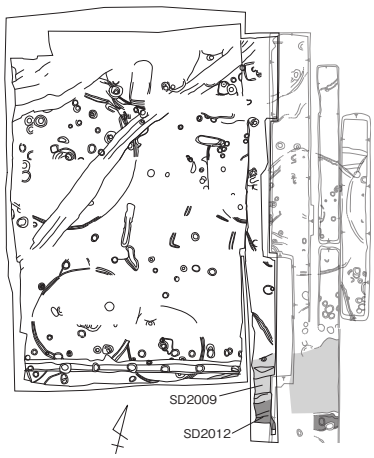
弥生終末期古相



弥生終末期新相



古墳時代終末期



中世（12 世紀～ 15 世紀）

260 図　2 区②遺構変遷図

弥生時代終末期古相

調査区の北に土坑（SK2006）、東に竪穴建物（SH2006）が建てられる。SK2006 は箱型に垂直にたつ壁面とほぼフラットな断面形状から貯蔵穴の可能性があるが、出土遺物からはその性格を裏付けるものは出土していない。SH2006 は前述の SH2001 と重複関係にある SH2001 を切り込む建物である。

弥生時代終末期新相

調査区の北東に竪穴建物（SH2011）、中央に土坑（SK2004・SK2005）がある。『旧練兵場遺跡Ⅰ』SH20 の西側にあたり、本報告では SH2011 としている。SK2004 と SK2005 は、U 字状に丸く窪む断面形状を呈し、形状のみをみると溝と判断されるが、流水の痕跡はなく、開削から埋戻しまでは一連の工程で行われた可能性が高い。類似する遺構に『旧練兵場遺跡Ⅲ』U 区 SD5005 があるものの、遺構の性格については不明な点が多い。当該期を境にして、古墳時代終末期まで遺構の形成は認められず、包含層に含まれる遺物にも古墳時代前期から後期にかけての遺物はほとんど確認できない。

古墳時代終末期

調査区の北西部分を南西から北東にかけて、大溝 2 条（SD2017・SD2020）が掘削される。この大溝は『旧練兵場遺跡Ⅰ』SD27・SD03、『旧練兵場遺跡Ⅱ』SD24・SD31 と一連の遺構であり、巨視的にみると微高地⑤を横断する溝である。溝底面のレベル差はほとんどみられず、ラミナ状の堆積もごく一部であることから、流水を目的としたものではない可能性がある。

中世（12 世紀から 15 世紀）

調査区南西部分に条里型地割の坪境に合致する大溝（SD2009・SD2012）が開削される。西は『旧練兵場遺跡Ⅱ』SD17、東は SD6001 と『旧練兵場遺跡Ⅰ』SD76・SD91・SD97 の一連の遺構と考えられる。また、北西に位置する SD2020 の直上には、中世の包含層とみられる灰褐色の強い包含層がみられる。

3 区①・⑤

3 区は中央微高地の西端と東端に分かれる。3 区②を除くほかの調査区はほとんど攪乱で破壊されており、遺構の残存度は低い。以下は 3 区①と 3 区⑤についてまとめとする。他の調査区については、第 3 章第 4 節にてまとめている。

3 区①は撹乱によってほとんど破壊されているが、弥生時代終末期の竪穴建物（SH3001）がある。この建物は、一回の建て替えが行われており、調査時の所見では、壁溝内に壁板の痕跡が確認されている。

3 区②は、竪穴建物（SH3002・SH3003）はわずかに壁溝と貼床が残存し、かろうじて竪穴建物と認識できる。どちらも遺物は微細な遺物しか出土していないが、遺構の重複関係にある SB3001 より出土した土師器より、古墳時代中期に位置づけられる可能性がある。さらに一辺 1.0 mほどの方形柱穴を伴う SB3001 とした掘立柱建物がある。柱穴掘方からは古墳時代中期の遺物が出土しているが、建物主軸が西へ約 30゜傾くことや柱穴の平面形を考慮すると 8 世紀以降の建物と考えられる。

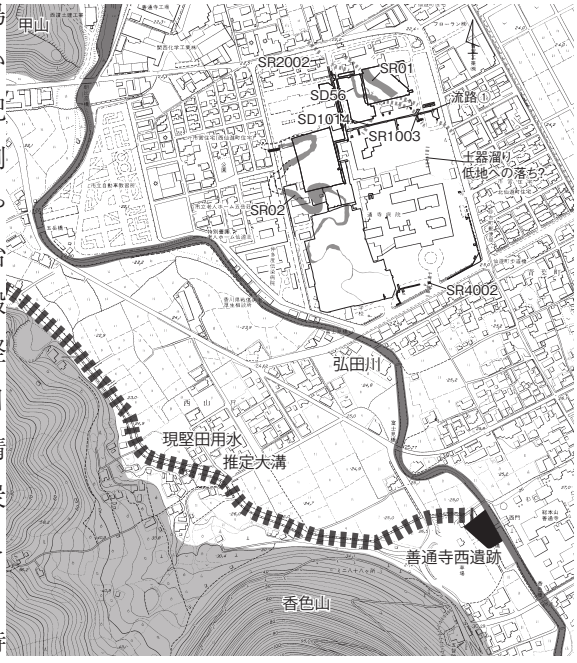
4区

4区は中央微高地の西緩斜面に位置する。基本層序Ⅱ層は全く残存しておらず、検出できた竪穴建物もほとんどの検出面が貼床直上であり、削平の度合いが高い。また狭小かつ狭長な調査区が多く遺構の規模等に不明な点が多い。主な遺構は、弥生時代中期後半新相～後期前半古相（SR4001・SR4002）、古墳時代前期前半古相（SH4001）、古墳時代後期（SH4002）、7世紀前半（SH4004、SH4005）、7世紀後半（SD4001）、12世紀（SD4006）を確認した。調査区はそれぞれ独立した各所に散在しているので、ここでは遺構の変遷図は示さず、特徴的な遺構である4区① SD4006、4区③ SR4001・SR4002について再度確認して、その性格についてまとめておきたい。

4区③ SR4001・SR4002は中央微高地トップから西へやや下った場所に位置し、底面の形状から中央微高地を南西から北東方向へと横断する大溝の可能性がある。最下層の埋没遺物（SR4002下層）は、弥生時代中期後半新相～後期前半古相に位置づけられる。南の1区SR1003の下層もほぼ同時期である。また、4区③より北へ約400mの地点に位置する善通寺西遺跡で確認されている溝群（灌漑用水路）とも共通する時期であり、各大溝下層の埋没時期が共通する点は非常に興味深い。SR4001・SR4002が灌漑用水路と仮定すると､南西方向に位置する弘田川から取水して水を配する可能性も十分に考えられる。今後中央微高地の調査によって、この大溝の性格がより鮮明になるだろう。現段階では、可能性として提示するにとどまる。

またSR4001からは須恵器や土師器が多量に出土しているほか、特徴ある遺物が集中して出土している。まず鉄滓などの鍛冶関連遺物である。分析結果より鍛治鍛冶によって生じたものであることが確認された（第3章2節)。鍛冶遺構自体は調査区の都合上未確認であるが､4区③周辺での鍛冶活動によって生じた鉄滓等が廃棄された蓋然性が高い。現段階では古墳時代中期に位置づけられる鍛冶炉は遺跡内では確認されていない。次に滑石製品の出土があげられる。滑石製品は管玉（3点）・臼玉（44点）・剣形の可能性のあるもの（1点）がある。滑石製品の種類や数について『旧練兵場遺跡Ⅲ』で報告されている滑石製模造品集中エリアと比較しても集中度合いは高い。さらに注目すべき遺物に鉄鋌（894）がある。鉄鋌は四国島内の出土例は古墳時代のものに限ると愛媛県魚島大木遺跡（5世紀中頃から後半)、愛媛県出作遺跡（5世紀後半)、県内では香川県荒神島遺跡（5世紀?）が確認されている。出作遺跡以外はいずれも瀬戸内海の島嶼部の遺跡であり、いずれも祭祀遺跡とされる（瀬戸内歴民1986)。全国にその出土例を求めると十数例確認でき、ほとんどが渡来系遺物や滑石製模造品と共伴する。本報告の鉄鋌（894）は鍛冶関連遺物と厳密には共伴しているとは言い難いが、鍛冶関連遺物との共伴事例は、岡山県窪木薬師遺跡の竪穴住居-13で確認されている。出土した鉄鋌が加工目的で持ち込まれたものであるかについては炭素量が錆化する過程でどの程度減少するかといったことや、炭素量の多い少ないで、加工に向くかどうかといったことも判断しがたいとされる。

以上のように4区③の大溝（SR4001）からは古墳時



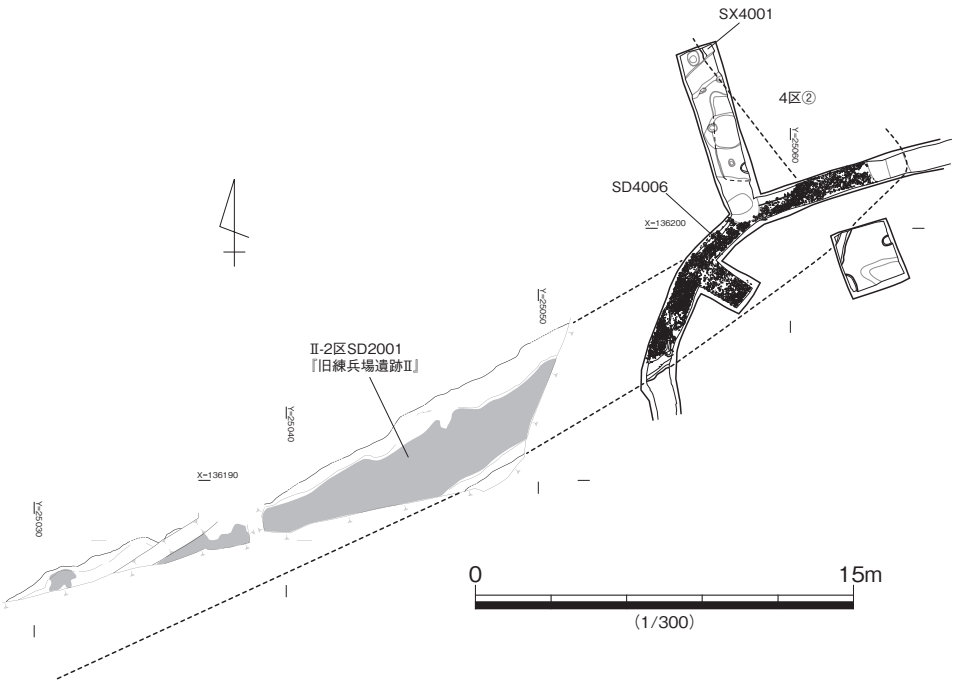
261図　大溝の分布

代中期後半から後期初頭にかけて特徴ある遺物が多数出土していることは述べたとおりである。当該期は『旧練兵場遺跡Ⅲ』でも示されているように、集落の再出現期に相当し、集団の移入があったと想定されている。4区③で出土した鍛冶滓や滑石製品、さらに鉄鋌といった通常の流通では手に入らない、言い換えると畿内との関係を示唆する製品があり、出土した遺物群が近接する周辺の居住域から廃棄されたならば、4区③周辺を居住域とする集団の特質を表しているといえるだろう。

最後にSD4006（262図）について確認しておく。4区①で検出したSD4006は、断面形はⅢ状を呈し、上場3.4ｍ、深さ40cm、溝底の底面幅約2.2ｍを測る。埋土は、円レキ層（３層）、粗砂～細砂層（２層）、粘質土層（１層）の３層に大別できる。また西側に近接するⅡ-2区SD2001『旧練兵場遺跡Ⅱ』と一連の遺構であり、遺構の主軸は周辺一帯に見られる条里型地割の坪境（西へ約29゜傾く）に合致する。時期は1層から３層にかけて顕著な時間差は認められず、12世紀前半に開削されたものと考えられており、本報告でも追認していると考えている。また『旧練兵場遺跡Ⅲ』で報告されているように、溝の掘開と円レキの敷設、埋戻しが一連の工程で行われ、溝の埋戻し上面が道であった可能性も十分に考えられる。しかし、以下の３点より粗砂～細砂層（２層）の上面が路面に相当する可能性も提示しておきたい。①円レキ層（３層）、粗砂～細砂層（２層）は層位的に分離でき（130図･写真図版16）、粗砂～細砂層（２層）は溝の中央部分に集中して厚く、端に行くほど層位は薄い。②中央微高地の西緩斜面に位置し、地形的に暗渠としなければならない明確な要因がみあたらない。③埋戻し土上面を路面とした場合、十分な転圧や埋戻し土内に粗朶等の沈下防止等の措置が施されなければならないと考えるが、埋戻し土とした層位には、今回の調査でもそのような工夫は確認できていない。

以上のように、埋戻し土上面を道とするには課題があり、安定した面を路面と考えるならば２層上面を路面とする考え方も指摘できるだろう。

課題として残るのが１層から３層より出土した遺物に顕著な時期差が認められないことを短期間のうちに廃絶したものと考えていいのか、県内で見つかっている道遺構としては石材を用いた丁寧な造りであり、なぜ丁寧な構造をしなければならなかった、その理由については言及しえない。



262図　4区② SD4006・Ⅱ-2区SD2001全体図

５区

中央微高地のほぼ中央の緩斜面に位置する。弥生時代中期後半から中世まで連続した遺構形成が確認でき、重層的に遺構が成立している。第１面は古墳時代後期から近現代、第２面は弥生時代中期後半から古墳時代前期と層位的に大きく区分できる。

弥生時代中期前半新相～中期後半新相

調査区中央に竪穴建物（SH5012）が建てられる。凹線文出現期の遺物が埋土に含まれることから、中期前半新相に位置づけられる。中期後半とやや時期幅を広くみても、当該期に位置づけられる竪穴建物はSH5012のみで、他はすべて掘立柱建物である。また、１間×１間の掘立柱建物建物は中期後半古相から遅くとも後期前半古相まで場所を少し変えながら各時期にほぼ一棟みられる。こうした掘立柱建物を中心とした遺構構成および１間×１間の存在は、『旧練兵場遺跡Ⅲ』で報告されているように、物資保管の場所としての範囲および建物群の単位をとらえている可能性がある。１間×１間の掘立柱建物（SB5007）の床面積は22.5㎡と当該期では最大級の大きさを誇る。

弥生時代後期前半

弥生時代中期後半は掘立柱建物を中心とした建物構成であったが、当該期は竪穴建物を中心とした建物構成へと変化し、掘立柱建物がみられなくなる。既報告の建物単位と同様な構造変化を起こしている。後期前半古相には竪穴建物（SH5702・SH5710）、掘立柱建物（SB5007）、後期前半新相には竪穴建物（SH5701・SH5707・SH50101・SH5003CD）がある。

弥生時代後期後半

後期後半古相に竪穴建物（SH5009､SH5014）､後期後半新相に竪穴建物（SH5005下層）がそれぞれある。古相に属する竪穴建物は調査区外に延びるものが大半で、詳細な内容が分かるものは新相のSH5005下層のみである。

弥生時代終末期古相～新相

弥生時代終末期古相SH5005上層、SH5003B弥生時代終末期新相SH5003A･SH5001･SH5011がある。

古墳時代前期後半～中期古相

古墳時代前期前半に下る可能性があるSH5003A以外は、前期前半の遺構は皆無である。このような住居址の著しい減少は遺跡内全域にみられる現象であり、かろうじて５区ではSH5002の前期後半～中期初頭に位置づけられる一辺6.0ｍを測る竪穴建物が一棟確認できる程度である。今回の調査では、SR1003とSR4001が時期的に当該期もしくは近接する時期の遺物を含んでいる遺構である。

古墳時代後期

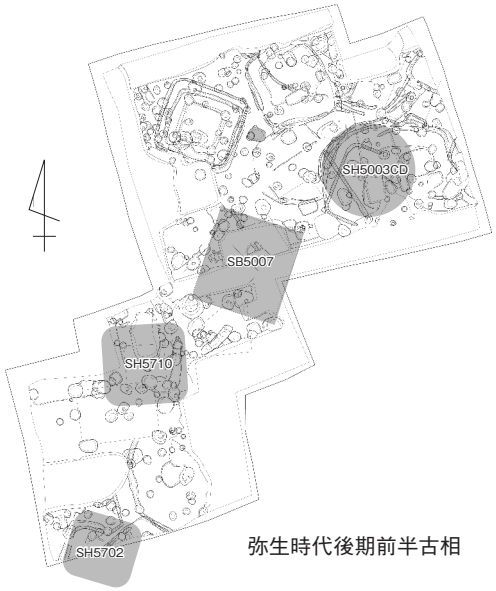
SD5704・SD5705・SD5714が開削されるまで顕著な遺構形成はみられず、中期に属する出土遺物も皆無である。５区で検出した溝群のうちSD5705は平成23年度の『香川県埋蔵文化財センター年報』で報告された総束柱建物（SB3001）の北を区画するSD3005の東の延長線上に位置し、総束柱建物のSB3001を切り込むSD2010の東の延長線上に位置するSD5701も確認している。まず、SD5705の遺物は弥生時代の遺物を除くと６世紀後半以降の遺物があり、区画溝だとすれば、時期的な齟齬はみられない。また、上限年代を示すSD5701は遺物の出土層位が明らかでない遺物が多いが、７世紀中頃～８世紀中頃の時期幅のある遺物が含まれている。断面をみると数度の改修が行われた可能性があり、仮にSD5701を７世紀中頃の遺物を開削時期の上限とすれば、SB3001の廃絶時期を示す可能性があるが、

弥生時代中期前半新相

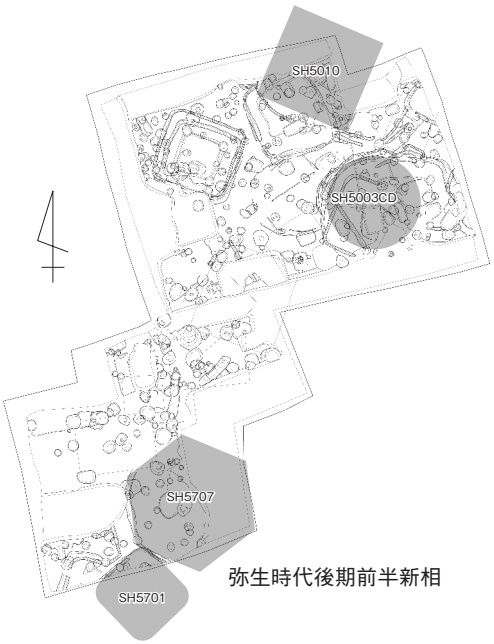
弥生時代中期後半古相

弥生時代中期後半中相

弥生時代中期後半新相

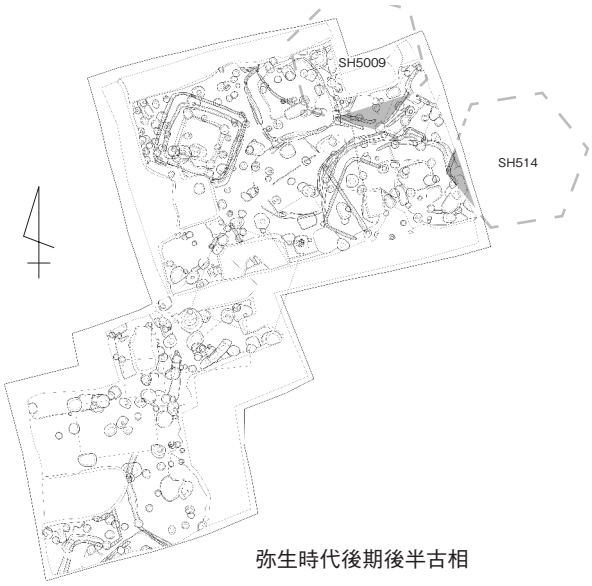


弥生時代後期前半古相



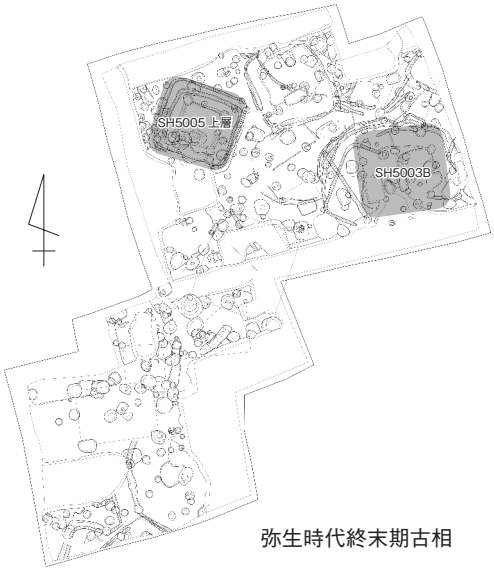
弥生時代後期前半新相

263 図　5 区時期別変遷図 1

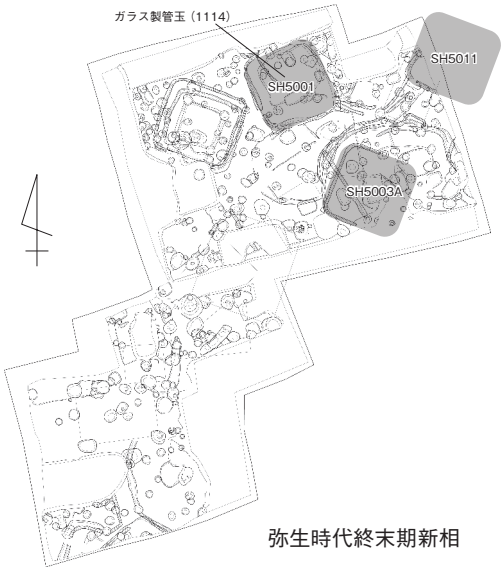


弥生時代後期後半古相

弥生時代後期後半新相

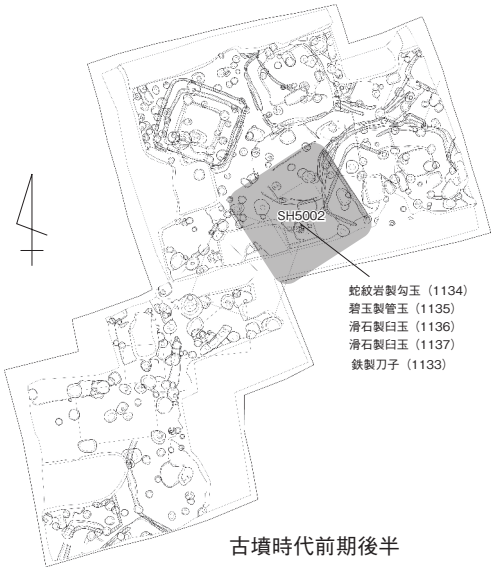


弥生時代終末期古相



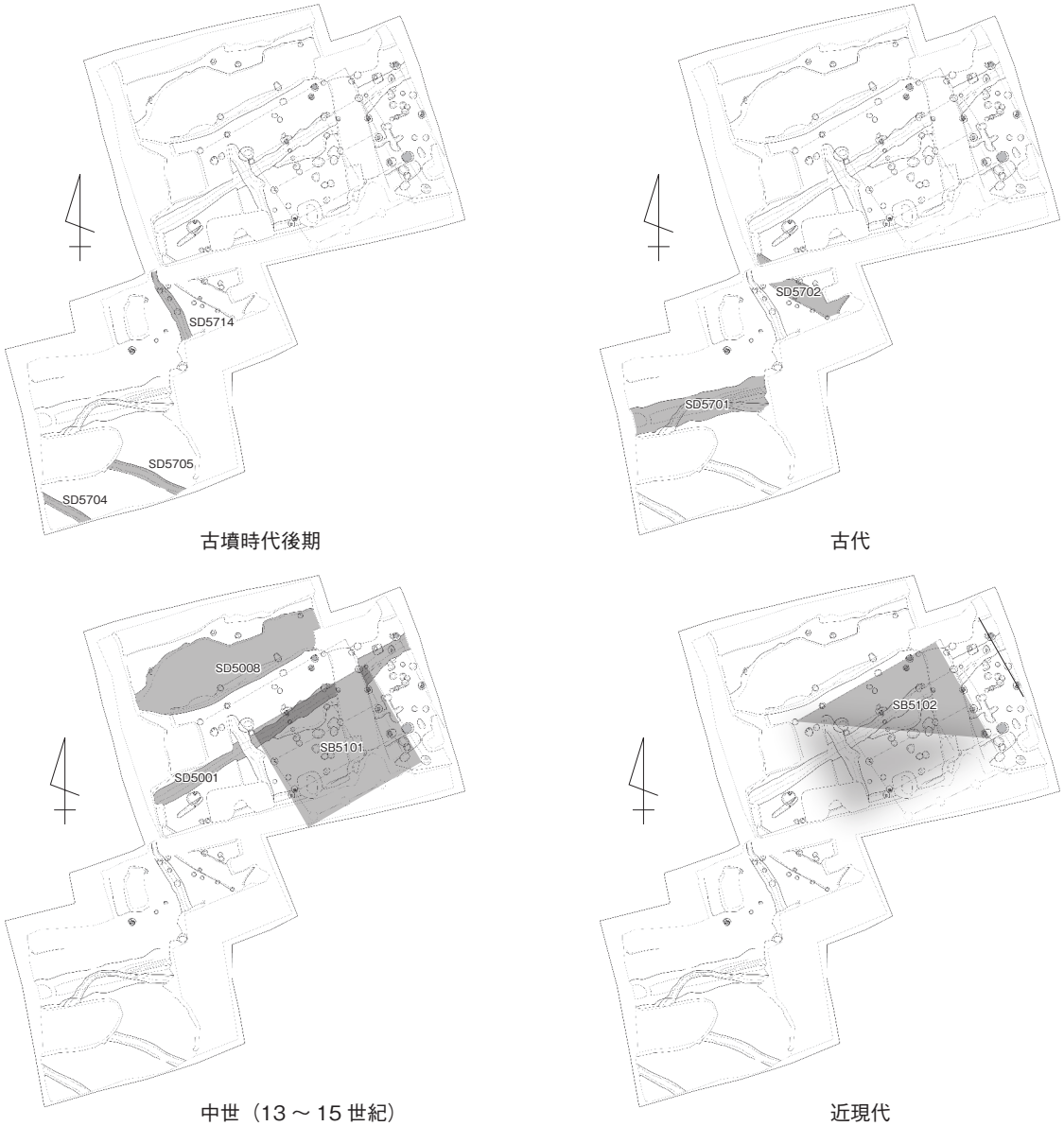
弥生時代終末期新相

古墳時代前期前半



古墳時代前期後半

264 図　5 区時期別変遷図 2



265 図　5 区時期別変遷図 3

今回の調査では SB3001 の時期等に関することは明白にしえなかった。

古代

SD5701、SD5702 が掘削される。前述のとおり、SD5701 は 7 世紀中頃を上限として 8 世紀後半まで改修されながら利用されていたようである。

中世（13 世紀～ 15 世紀）

掘立柱建物（SB5101）がまず建てられ、廃絶後に溝（SD5001・SD5008）が開削されている。SD5001 と SD5008 のような条里型地割に合致する溝群は多数確認されているが、条里型地割の坪境に位置づけられる大溝とは異なり、遺構の深度は浅い。廃棄された遺物には故意に折り曲げられたとみられる鉄刀が出土している。

近現代

SB5102 が建てられる。ほぼすべての柱穴に不沈防止のための礎盤石が設置されていたようだ。明治期の陸軍病院の建物の可能性がある。

出土銅鏃の集成（表 13、266 図～ 268 図）

本項では、『旧練兵場遺跡Ⅲ』で報告以降に増加した銅鏃の集成及びその分布傾向の確認を目的としている。銅鏃の総点数は現段階で総数 81 点を数え、破片等でカウントできていないものも数多くあると考えられる。また、出土した銅鏃の大半は後世の遺構への混入や攪乱等で二次移動を受け、所属時期が不明なものもある。ただし､弥生時代後期前半から古墳時代前期の遺構から出土したものについては、所属時期がある程度絞り込めるものと判断し、表 13 で示した。鏃身の形態より腸抉形、柳葉形、小型長三角形の大別三種ある。その三種をさらに細分し、266 図と 267 図に大きさ、関、平面形状の類似するものでまとめ、提示している。腸抉形は、鏃身の長さと幅、翼部より 5 つに分類できる。柳葉形は個体数が少なく、分類していない。小型長三角形については鏃身の長さに長短があるようで、2 つに分類できるようだ。

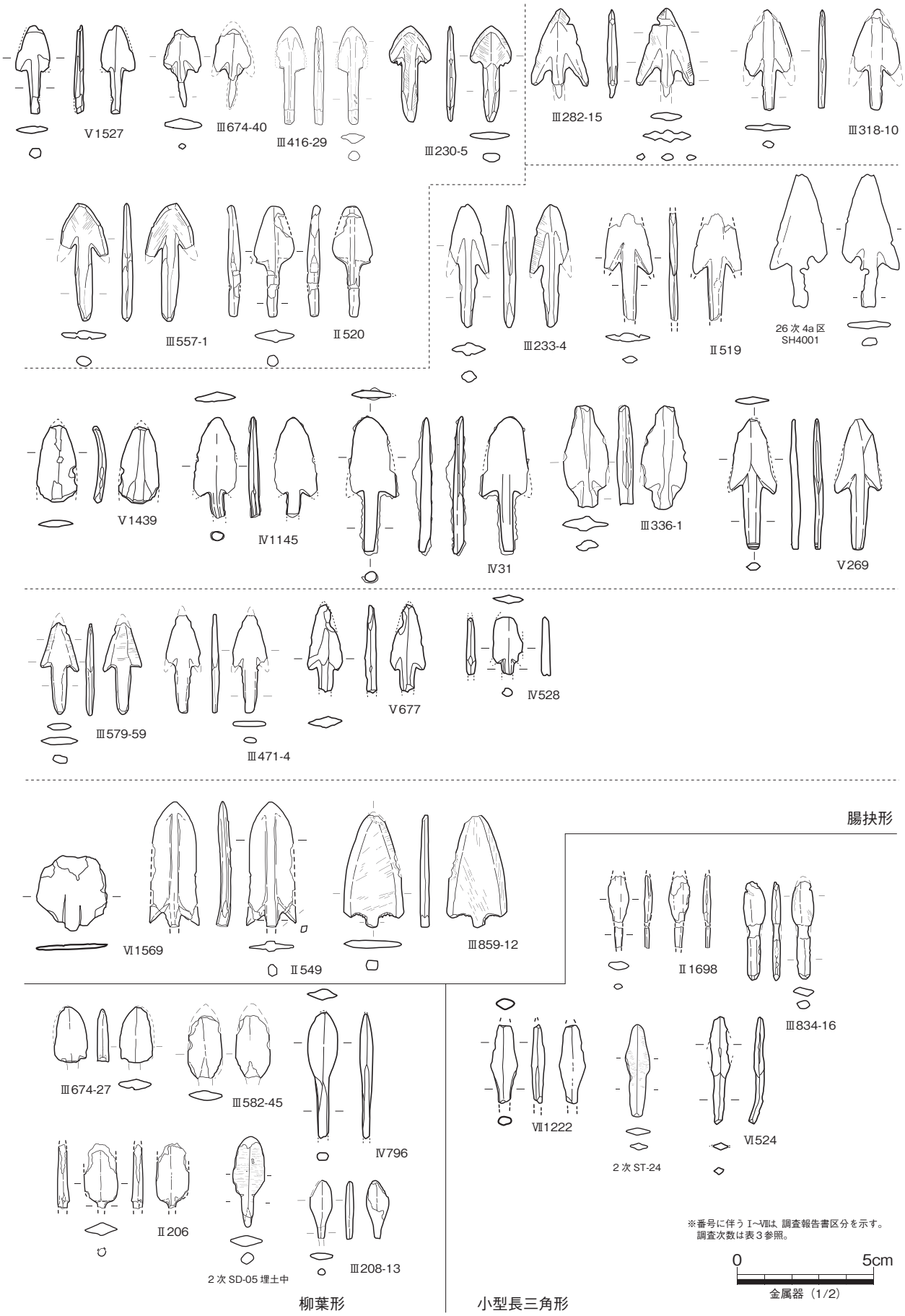
次に銅鏃の出土地点を確認すると､微高地ごとにまとまる傾向にあり､その単位は『旧練兵場遺跡Ⅲ』ですでに報告されている単位①～③の各々に相当する。同一建物から複数点出土する竪穴建物（SH35、SH41､SH44､SH1058）は四棟あり､微高地④に展開する単位③の集団に多数保有が偏る傾向はみられる。また以上の四棟の竪穴建物から出土した複数点の銅鏃は、SH35 以外は各建物内で異なる鏃身の形状のものが出土している。SH35 のみ銅鏃保有に特定の形式選択がなされているが、その他の複数点出土している竪穴建物や分布の傾向をみても、大多数は特定の形式選択がなされなかった可能性がある。それぞれの時期と分布をみても、特定の形式に偏るといった傾向はみられない。

整理すると一ヶ所の単位に特定の銅鏃が一極集中ないしは多量に出土するといった偏りはみられれず、時期差による形式差も見いだせない。複数点出土する竪穴建物は微高地④の単位③に多く、その場合形式の異なる銅鏃を複数点保有する場合が多い｡長三角形については比較的広範囲に分布するようだ。以上のように、広範囲にわたり多種多様な銅鏃出土する傾向を再確認した。

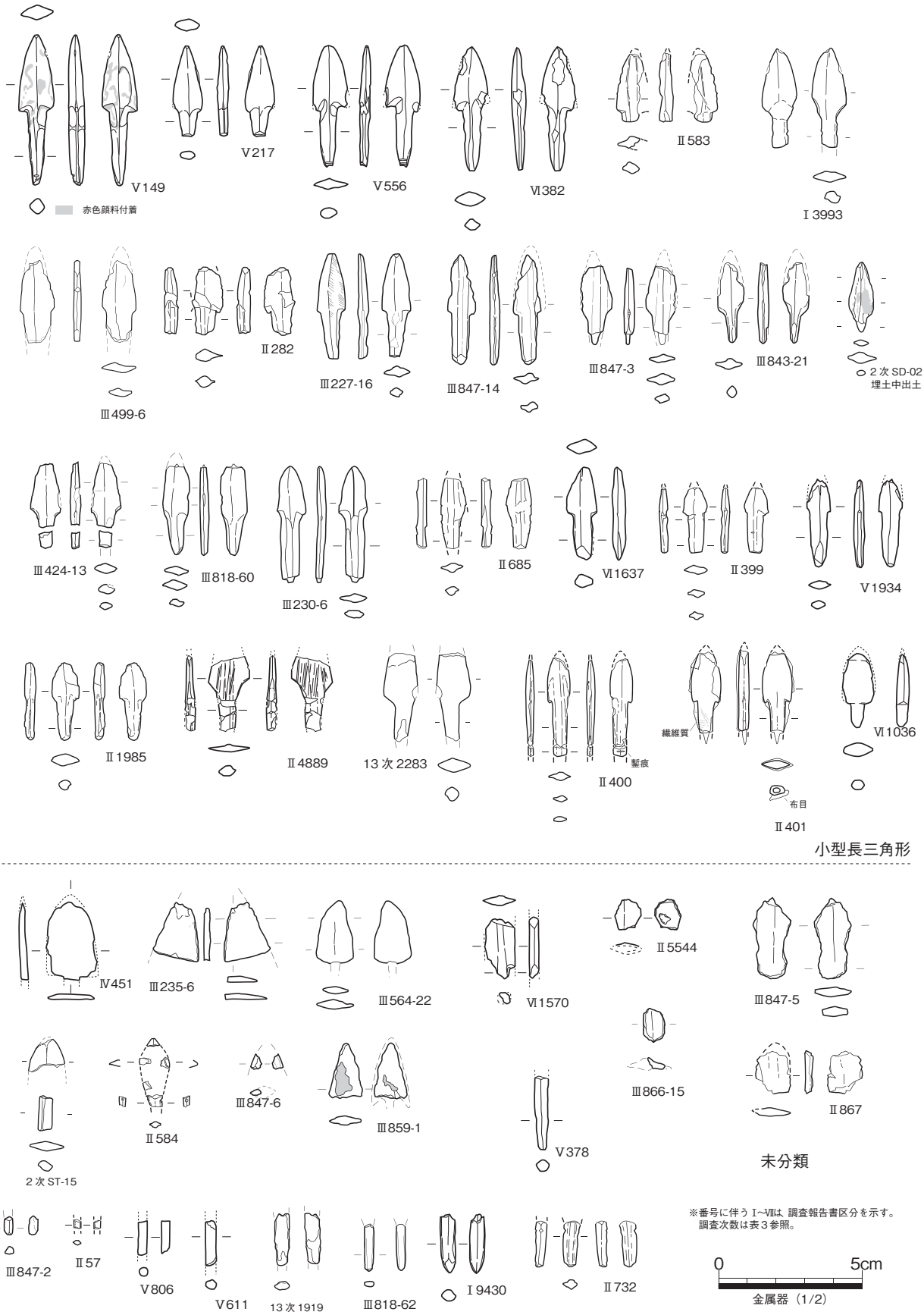
表 13　銅鏃掲載一覧

報告書名	報文番号	遺構名	時期	大きさ
旧練兵場遺跡Ⅰ	3993	SR01	終末期	長 3.4cm　幅 1.1cm　厚さ 0.4cm
	9430	SDx14	-	長 2cm　幅 0.5cm　厚さ 0.4cm
旧練兵場遺跡Ⅱ	57	SH01	古墳時代前期前半	幅 0.3cm
	206	SH14	弥生後期後半古段階を中心	長 2.35cm　厚 0.5cm
	282	SH27	弥生後期前半新段階	刃部：復元幅 1.12cm　最大厚 0.5cm　茎部：厚 0.5cm
	399	SH35	弥生後期前半新段階から後期後半古段階	長 2.25cm　茎部：幅 0.53cm　刃部：長 0.85cm　幅 0.85cm
	400			長 3.4cm　刃部：長 1.7cm
	401			長 3.3cm　茎部：長 4.5 ～ 6.0cm　刃部：長 3.45cm　厚 3.0cm
	519	SH41	弥生後期後半古段階	刃部：2.0cm　茎部：2.0cm
	520			長 4.05cm　刃部：長 2.1cm　厚 0.45cm 茎部：長 1.95cm　厚 0.38cm
	549	SH42	弥生終末期新段階	長 4.55cm　刃部：長 4.1cm　厚 0.4cm 茎部：厚 0.456cm　幅 0.4cm"
	583	SH44	弥生後期後半新段階	遺存長 2.5cm　厚 0.4cm
	584			-
	685	SH56	弥生後期後半新段階	遺存長 2.45cm　厚 0.35cm　茎部：幅 0.45cm
	732	SH72	終末期	-
	867	SB15	弥生中期後半中段階	-
	1698	SD31	7 世紀代	遺存長 2.6cm
	1985	SD76	中世に属する	-
	4889	SR02	古墳前期前半	-
	5544	包含層	-	-

報告書名	報文番号	遺構名	時期	大きさ
旧練兵場遺跡Ⅲ	208-13	SH3006	弥生終末期新段階	長 2.1cm　幅 0.8cm　厚 0.3cm
	227-16	SH1057	弥生終末期新段階	長 3.6cm　幅 1.0cm　厚 0.4cm
	230-5	SH1058	弥生終末期古段階	長 3.5cm　幅 1.6cm　厚 0.3cm
	230-6			長 4.0cm　幅 1.0cm　厚 0.3cm
	233-4	SH1060	古墳時代前期前半古段階	長 4.5cm　幅 1.5cm　厚 0.4cm
	235-6	SH1061	弥生後期後半古段階	長 1.8cm　幅 1.6cm　厚 0.2cm
	282-15	SH5011	弥生後期前半中段階	長 5.3cm　幅 2.1cm　厚 0.4cm
	318-10	SH1005	弥生終末期古段階	長 3.7cm　幅 1.8cm　厚 0.3cm
	336-1	SH4001	弥生終末期中段階	長 3.8cm　幅 1.7cm　厚 0.6cm
	416-29	SH5009 SP5389	古墳後期の MT15 型式併行期	長 3.5cm　幅 1.1cm　厚 0.4cm
	424-13	SH6011	古墳後期前葉	長 2.3cm　幅 1.1cm　厚 0.4cm
	471-4	SH3003	古墳後期の TK43 型式併行期	長 3.6cm　幅 1.2cm　厚 0.3cm
	499-6	SH1092 SP1433	古墳後期の TK47 型式併行期	長 1.8cm　幅 0.8cm　厚 0.2cm
	557-1	SH4001	古墳後期前葉の TK23 型式併行期	長 4.3cm　幅 1.8cm　厚 0.6cm
	564-22	SH1004	古墳後期前葉の TK23 型式併行期	長 2.2cm　幅 1.3cm　厚 0.3cm
	579-59	SH3001	古墳後期の TK209	長 3.3cm　幅 1.4cm　厚 0.3cm
	582-45	SH3002	古墳後期後葉の TK209 型式併行期	長 2.3cm　幅 1.3cm　厚 0.3cm
	674-27	SD0005	古墳後期後葉～古代	長 2.1cm　幅 1.3cm　厚 0.4cm
	674-40			長 2.7cm　幅 1.4cm　厚 0.4cm
	818-60	SD2001	中世後半	長 3.1cm　幅 0.9cm　厚 0.3cm
	818-62			長 1.61cm　幅 0.3cm　厚 0.2cm
	834-16	SP3097	-	長 3.5cm　幅 0.9cm　厚 0.3cm
	843-21	SP1143	-	長 2.8cm　幅 0.9cm　厚 0.3cm
	847-2	包含層	-	長 0.6cm　幅 0.3cm　厚 0.2cm
	847-3	包含層	-	長 2.7cm　幅 1.1cm　厚 0.4cm
	847-5	包含層	-	長 2.8cm　幅 1.3cm　厚 0.4cm
	847-6	包含層	-	長 0.4cm　幅 0.3cm　厚 0.2cm
	847-14	包含層	-	長 3.8cm　幅 1.0cm　厚 0.4cm
	859-1	包含層	-	長 1.9cm　幅 1.2cm　厚 0.3cm
	859-12	包含層	-	長 4.1cm　幅 2.3cm　厚 0.4cm
	866-15	包含層	-	長 1.2cm　幅 0.8cm　厚 0.3cm
旧練兵場遺跡Ⅳ	31	SH04	弥生時代後期	長 4.9cm　幅 1.7cm　厚 0.4cm
	451	攪乱	-	長 2.7cm　幅 1.6cm　厚 0.2cm
	528	SH03	TK47 あるいは MT15 型式併行期	長 2.1cm　幅 1.1,0.4cm　厚 0.3,0.3cm
	796	遺構検出	-	長 4.6cm　幅 1.1,0.4cm　厚 0.4,0.3cm
	1145	SH05	弥生時代後期前半	長 3.7cm　幅 1.55cm　厚 0.4cm
旧練兵場遺跡Ⅴ	149	SH16	古墳時代中期から後期	長 4.65cm　幅 1.25cm　厚 0.65cm
	217	SH20	6 世紀中葉から後葉	長 3.15cm　幅 1cm　厚 0.4cm
	269	SH22	弥生時代後期前半	長 4.8cm　幅 1.7cm　厚 0.27 0.3cm
	378	SH01	弥生時代後期終末期新段階から古墳時代前期前半古段階	長 2.55cm　幅 0.45cm　厚 0.4cm
	556	SH10	古墳時代後期	長 4.2cm　幅 1.2cm　厚 0.4cm
	611	SB01(SP84)	奈良時代	長 1.55cm　幅 0.4cm　厚 0.3cm
	677	SB06(SK05)	9 世紀	長 3.2cm　幅 1.3cm　厚 0.4cm
	806	SP578	-	長 1.2cm　幅 0.3cm　厚 0.3cm
	1439	SD0818	中世	長 2.8cm　幅 1.5cm　厚 0.25cm
	1527	SD06・ SD0807・ SD23 の上部堆積層	古墳時代後期から奈良時代	長 3.25cm　幅 1.25cm　厚 0.25cm
	1934	SD0815	-	長 3.0cm　幅 0.8cm　厚 0.3cm
旧練兵場遺跡Ⅵ	382	SD1006	7 世紀	長 4.3cm　幅 1.2cm　厚 0.5cm
	524	SP104	-	長 3.9cm　幅 0.82cm　厚 0.35cm
	1036	SD55	8 世紀後葉	長 2.5cm　幅 1.05cm　厚 0.4cm
	1569	SH2003	弥生時代後期後半	長 2.7cm　幅 2.6cm　厚 0.2cm
	1570			
	1637	SH3001	弥生時代後期前半	長 3.2cm　幅 1.1cm　厚 0.5cm
旧練兵場遺跡Ⅶ	1222	SH5003B	弥生時代終末期新相	長 2.9cm　幅 1.0cm　厚 0.4cm
弘田川西岸遺跡	1919	SH45	弥生時代後期前半から中葉	長 1.8cm　幅 0.5cm　厚 0.3cm
	2283	SH55	弥生時代後期中葉から後半	長 3.0cm　幅 1.2cm　厚 0.6cm
彼ノ宗遺跡	ST-15	ST-15	弥生時代終末期頃	-
	ST-24	ST-24	弥生時代終末期頃	-
	SD-02	SD-02	古墳時代後期	-
	SD-05	SD-05	古墳時代後期	-
旧練兵場遺跡 26 次		SH4001	後期前半	-


Ⅴ1527
Ⅲ674-40
Ⅲ416-29
Ⅲ230-5
Ⅲ282-15
Ⅲ318-10
Ⅲ557-1
Ⅱ520
Ⅲ233-4
Ⅱ519
26次4a区
SH4001
Ⅴ1439
Ⅳ1145
Ⅳ31
Ⅲ336-1
Ⅴ269
Ⅲ579-59
Ⅲ471-4
Ⅴ677
Ⅳ528
腸抉形
Ⅵ1569
Ⅱ549
Ⅲ859-12
Ⅱ1698
Ⅲ834-16
Ⅲ674-27
Ⅲ582-45
Ⅳ796
Ⅱ206
2次SD-05埋土中
Ⅲ208-13
Ⅶ1222
2次ST-24
Ⅵ524
※番号に伴うⅠ~Ⅶは、調査報告書区分を示す。
調査次数は表3参照。
0
5cm
金属器（1/2）
柳葉形
小型長三角形

266図　銅鏃集成 1


Ⅴ149
赤色顔料付着
Ⅴ217
Ⅴ556
Ⅵ382
Ⅱ583
Ⅰ3993
Ⅲ499-6
Ⅱ282
Ⅲ227-16
Ⅲ847-14
Ⅲ847-3
Ⅲ843-21
2次 SD-02
埋土中出土
Ⅲ424-13
Ⅲ818-60
Ⅲ230-6
Ⅱ685
Ⅵ1637
Ⅱ399
Ⅴ1934
Ⅱ1985
Ⅱ4889
13次 2283
Ⅱ400
繊維質
鑿痕
布目
Ⅱ401
Ⅵ1036
小型長三角形
Ⅳ451
Ⅲ235-6
Ⅲ564-22
Ⅵ1570
Ⅱ5544
Ⅲ847-5
Ⅲ866-15
Ⅱ867
2次 ST-15
Ⅱ584
Ⅲ847-6
Ⅲ859-1
Ⅴ378
未分類
Ⅲ847-2
Ⅱ57
Ⅴ806
Ⅴ611
13次 1919
Ⅲ818-62
Ⅰ9430
Ⅱ732
※番号に伴うⅠ~Ⅷは、調査報告書区分を示す。
調査次数は表3参照。
0
5cm
金属器（1/2）

267図　銅鏃集成2