

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	土属性状	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	褐灰色砂混粘質土	
5				13-6層	灰黃褐色粘質土	
6				13-4層	にぶい黄褐色粘質土	
7				13-1層	灰黃褐色粘質土	弥生時代後期
8				12-2層	褐灰色土	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	灰黃褐色粘質土	
12				13-6層	灰黃褐色粘質土	
13				13-4層	にぶい黄褐色粘質土	
14				13-2層	灰黃褐色粘質土	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	灰黃褐色粘質土	
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				4-8層	黒褐色粘質土	
22	E	1区	SR1003	4-4層	黒褐色粘質土	古墳時代中期
23				4-3層	黒色粘質土	
24				4-2層	暗褐色粘質土	
25				4-1層	黒褐色粘質土	
26				3-36層	黒褐色粘質土	
27	H	2区①	SR2002	3-16層	灰黃褐色細砂混粘質土	弥生時代後期
28				3-18層	黒褐色細砂混粘質土	
29				3-26層	灰黃褐色粘質土	
30				3-40層	黄灰色輕砂	
31				3-41層	黄灰色粘質土	
32						

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、土壤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、土壤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 1cm³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、アセトトリス処理(無水酢酸 9 : 濃硫酸 1 のエルドマン氏液を加え 1 分間湯煎)を施す
- 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に参考に図示し、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、マツ属複維管束亞属、スギ、コウヤマキ、イチイ科-イスガヤ科-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、コナラ属コナラ亞属、コナラ属アカガシ亞属、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、キンボウゲ属、アブラナ科、ササゲ属、アカバナ科、チドメグサ亞科、セリ亞科、タンボボ亞科、キク亞科、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、コナラ属アカガシ亞属を主にシイ属、コナラ属コナラ亞属、スギ、イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科、マツ属複維管束亞属などが出現する。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、セリ亞科などが伴われ、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亞属、コナラ属コナラ亞属、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、セリ亞科、キク亞科が伴われ、ソバ属が出現する。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亞属、シイ属を主にスギ、イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科、コナラ属コナラ亞属が出現する。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亞属、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、セリ亞科、アブラナ科、キク亞科、アカザ科-ヒユ科などが出現する。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亞属、シイ属、コナラ属コナラ亞属が比較的多く、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、コナラ属アカガシ亞属、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、セリ亞科などが出現する。樹木花粉では、コナラ属アカガシ亞属、シイ属、スギ、マツ属複維管束亞属、イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科、コナラ属コナラ亞属などが出現する。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亞属、コナラ属コナラ亞属が増加し、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、セリ亞科、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、セリ亞科、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つたとみなされる。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、強い土壤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、セリ亞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亞属が増加し、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）は粒度組成から土壤堆積とみなされ、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亞属とシイ属の照葉樹林が分布し、コナラ属コナラ亞属の二次林がやや増加した。

参考文献

- 鳥倉巳三郎（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 卷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壤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 I 区										B地点 I 区										C地点 I 区										D地点 I 区										E地点 I 区										H地点 II (C)									
	SR1006					SR1004					SR1006					SH1005					SH1005					SH1002					SH1002					SH2003																								
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	26	27	28	29	30	31	32	33																										
ArboREAL pollen	樹木花粉																																																											
Podocarpus	マツ科																																																											
Alosa	モクダ属																																																											
Tsuga	ツガ属																																																											
Pinus subgen. <i>Diploxylon</i>	マツ属複数管束葉属	2	7																																																									
Cryptomeria japonica	スギ	3	17																																																									
Scidopitys verticillata	コクサマキ																																																											
Taxaceae-Cephalotaxaceae-Cupressaceae	イチイ科・イヌガヤ科・ヒノキ科	1	11	2																																																								
Solidago	カキヅケ属																																																											
Prunus <i>rhoifolia</i>	ハシノキ属																																																											
Alnus	ハンノキ属																																																											
Betula	カバノキ属																																																											
Corylus	ハコバミ属																																																											
Corylus-Ostrya japonica	カシワシア属・アザダ																																																											
Castanea crenata	クリ	2																																																										
Castanopsis	サイ属	5	35	2																																																								
Fagus	ブナ属																																																											
Quercus subgen. <i>Lepidobolus</i>	コラ阔葉・ナラ葉属	12	20	4																																																								
Quercus subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	コラ阔葉・カガシ葉属	34	62	7																																																								
Ulmus-Zelkova serrata	ユニ属																																																											
Aceraceae	カエデ属																																																											
Aesculus turbinata	トチノキ																																																											
Vitex	ブドウ属																																																											
Amelanchier brevipedunculata	アメランギ																																																											
Hippophae	アヘン属																																																											
Leiosperma	スイカズラ属																																																											
ArboREAL Nonarboreal pollen	樹木・草本花粉																																																											
Moraceae-Urticaceae	クワ科・イクラサ科	5																																																										
Leguminosae	マメ科																																																											
Araliaceae	ワタリガラス科		1																																																									
Nonarboreal pollen	草本花粉																																																											
Gramineae	イネ科	16	70	12		1	1																																																					
Oryza type	イネ属型	2	8	2																																																								
Cyperaceae	カキツバタ科	9	1																																																									
Alliaceae	ネギ属																																																											
Polygonum	タガヤ属	5	23																																																									
Polygonum sect. <i>Persicaria</i>	タガヤ属サナエチャ錆	1	1																																																									
Romex	ギンギシ属																																																											
Fagopyrum	ハバナ属																																																											
Chenopodiace-Amaranthace	アザキ科・ヒユ科	2	11	3																																																								
Caryophyllaceae	ナガミゴケ属																																																											
Ranunculaceae	キンポウゲ属																																																											
Cruciferace	アブラナ科	1	1	1	1																																																							
Vigna	ササゲ属																																																											
Onagraceae	アカバナ科																																																											
Hydrocotyloideae	ナドウメア科																																																											
Ajania	ヒメジ科	1	6	1																																																								
Lactucidae	タガボガ科	1	2	1																																																								
Asteridae	タケノコ科	5	5	2																																																								
Artemisia	ヨモギ属	25	101	16	1	1																																																						
Fern spore	シダ植物孢子	6	14	4		1																																																						
Moss spore	苔類孢子	18	21	2																																																								
ArboREAL pollen	樹木・草本花粉	27	15																																																									

II. 種実同定

1. はじめに

植物の種子や果実は比較的強靭なものが多く、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: 6.21mm × 6.03mm

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: 2.50mm × 1.37mm

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: 2.53mm × 1.55mm

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: 2.39mm × 1.66mm

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: 2.09mm × 1.33mm

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：1.44mm×0.71mm

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：3.64mm×2.73mm

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。背面には縱に一本の溝がある。
ホタルイ属 *Scirpus* 果実(完形・破片) カヤツリグサ科 長さ×幅：2.34mm×1.87mm、1.99mm×1.84mm

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：2.09mm×1.16mm

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：2.28mm×1.47mm

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、側面にくほんだ発芽孔がある。

セリ科 *Umbelliferae* 果実 長さ×幅：1.78mm×1.13mm

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：1.27mm×1.27mm

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：1.13mm×1.44mm

黄褐色で扁平楕円形を呈し、一端にくほんだへソがある。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

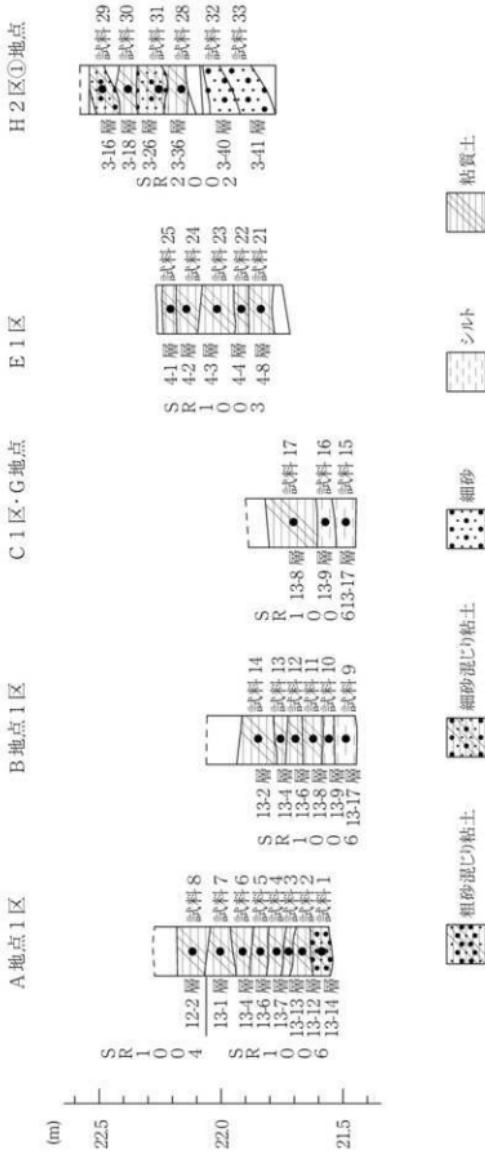
旧練兵場遺跡における種実同定の結果、樹木種実のクスノキ、モモ、キイチゴ属、ブドウ科、シマサルナシ、ニワトコ、樹木・草本を含むウコギ科、草本種実のオモダカ属、イネ科、ホタルイ属、スゲ属、イボクサ、セリ科、シソ属、イヌホウズキが同定された。モモは食用となる栽培植物で、キイチゴ属、シマサルナシは食することができる。G 地点 1 区 SR1006、下層（番号 27）では、ホタルイ属、スゲ属が多いがカヤツリグサ科の水生植物で、低湿な環境を示唆する。

参考文献

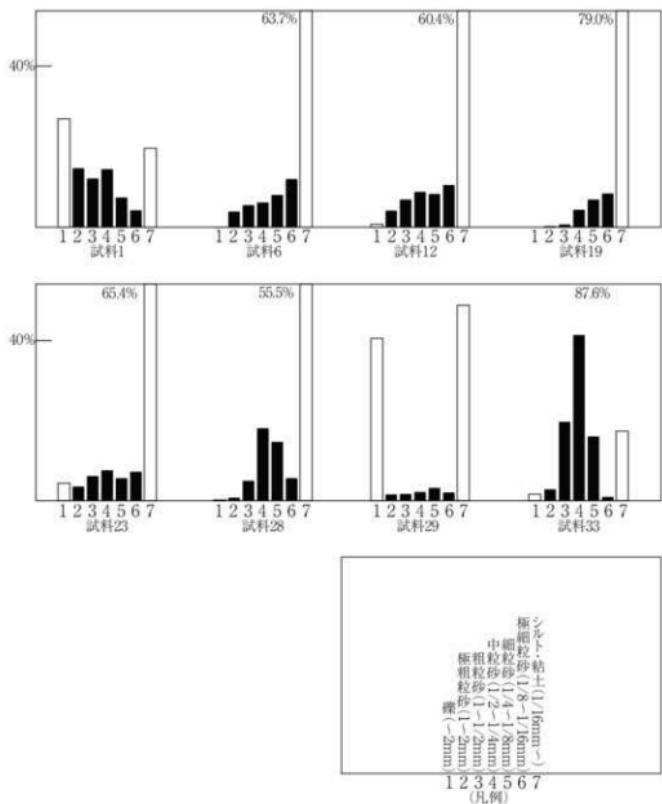
- 笠原安夫 (1985) 日本雜草図説、養賢堂、494p.
笠原安夫 (1988) 作物および田畠雜草種類、弥生文化の研究第 2 卷生業、雄山閣 出版、p.131 - 139.
金原正明 (1996) 古代モモの形態と品種、月刊考古学ジャーナル No.409、ニューサイエンス社、p.15 - 19.
南木謙彦 (1992) 低湿地遺跡の種実、月刊考古学ジャーナル No.355、ニューサイエンス社、p.18 - 22.
南木謙彦 (1993) 葉・果実・種子、日本第四紀学会編、第四紀試料分析法、東京大学出版会、p.276 - 283.

表5 |日練兵場遺跡における種実同定結果

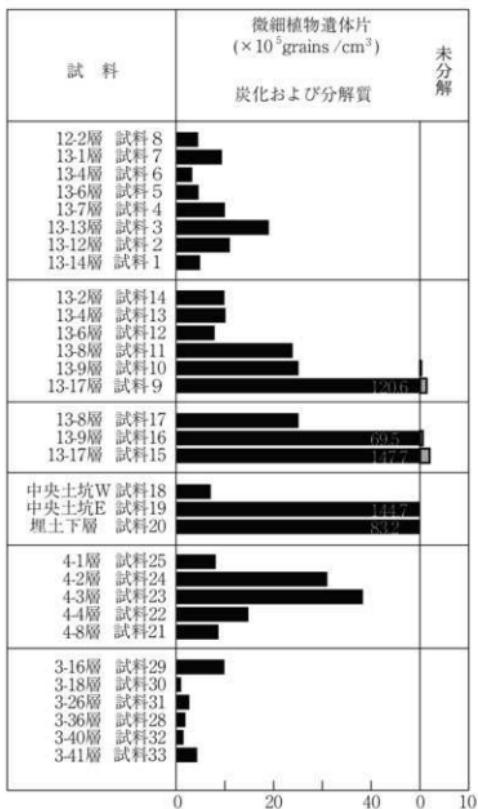
学名	分類群	和名	部位	F遺点1区	I遺点1区	G遺点1区
				SR1003 上層	SR1003 下層	SR1006
Arbor		樹木	種子			
<i>Cinnamomum camphora</i> S.		クスノキ	種子	1		
<i>Prunus persica</i> Batsch		モモ	核 (破片)	2	1	
<i>Rubus</i>		キイチゴ属	核 (破片)		1	
Vitaceae		ブドウ科	種子		1	
<i>Actinidia rufa</i>		スマルナシ	種子 (破片)	1	7	
<i>Sambucus sieboldiana</i> Blume ex Graebn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



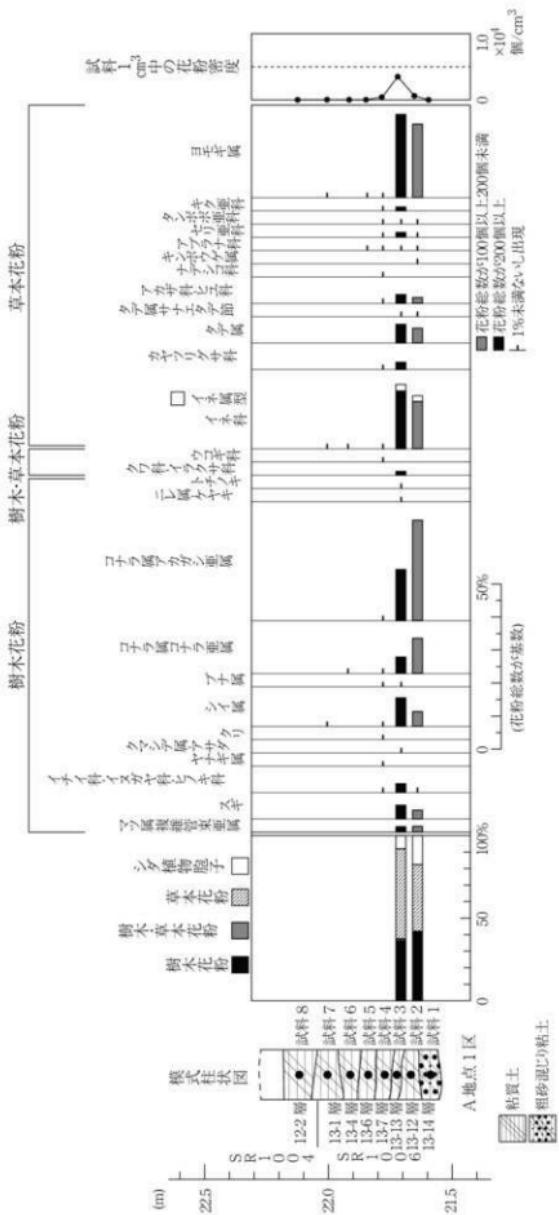
199図 旧練兵場遺跡：層序と試料採取位置



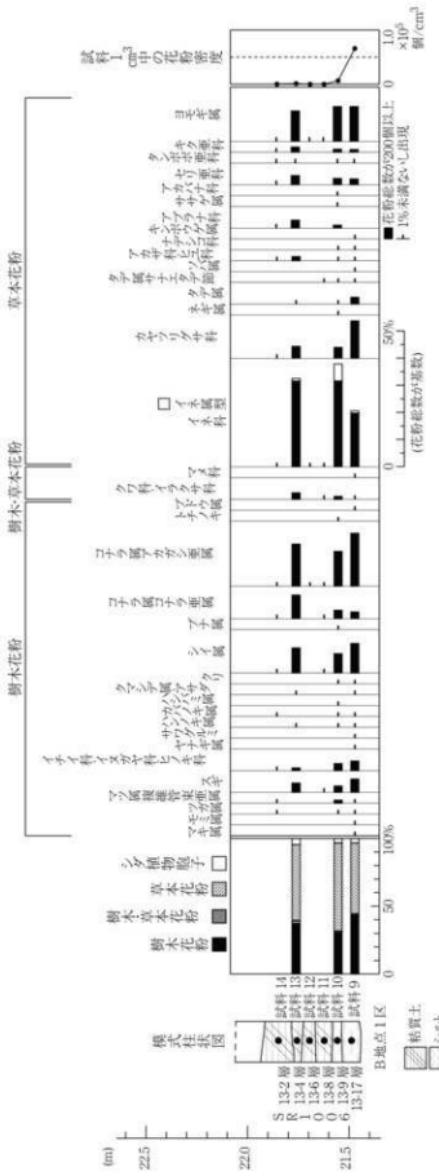
200 図 旧練兵場遺跡：試料（堆積物）粒度組成



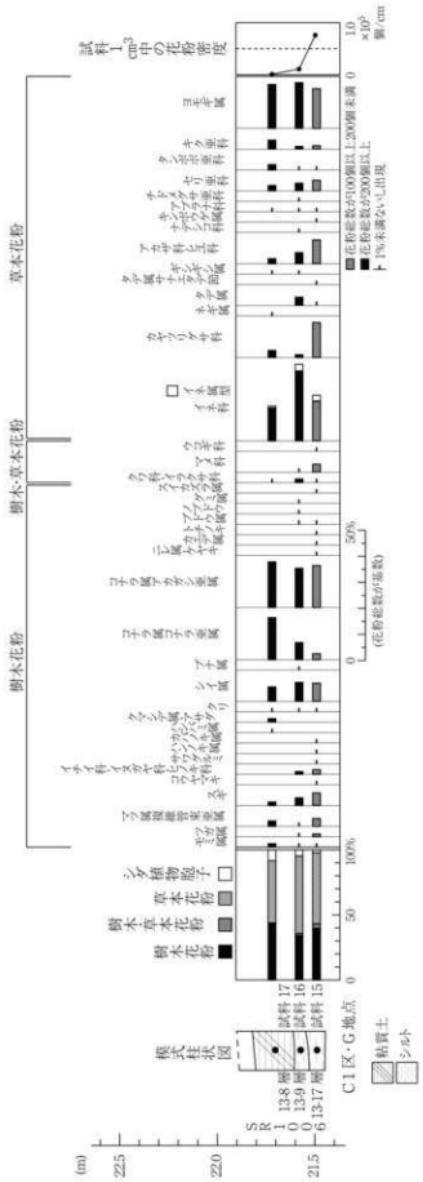
201 図 微細有機遺体含有量



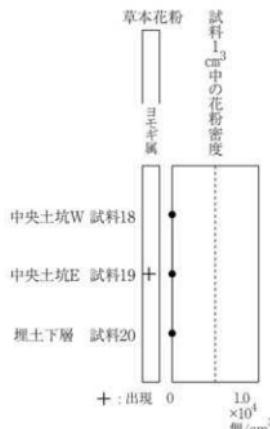
202 図 1日練兵場遺跡：A 地点における花粉ダイアグラム



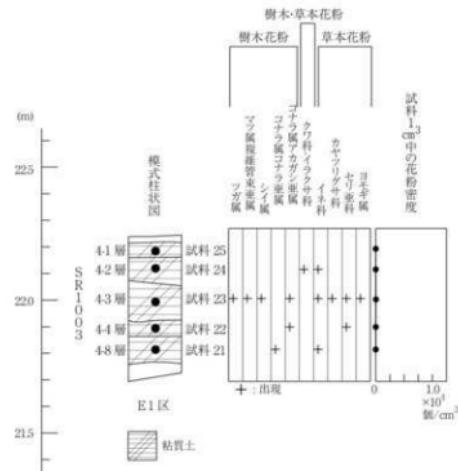
203 図 旧練兵場遺跡：B 地点における花粉ダイアグラム



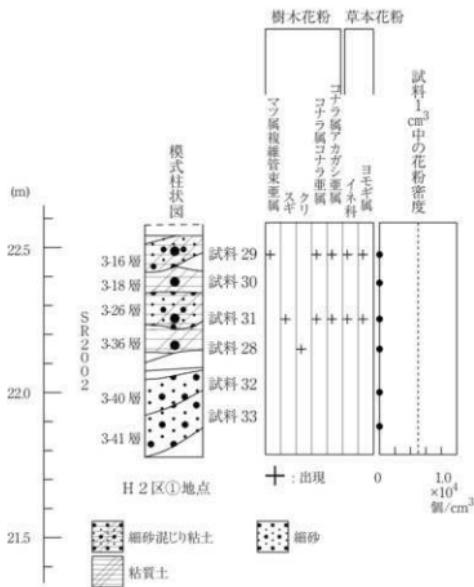
204 図 旧練兵場遺跡：C 地点における花粉ダイアグラム



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



— 10μm —

208図 旧練兵場遺跡の花粉・胞子



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鐵鋌が検出されている。さらに各層から、ごく微細な滓や鐵片などの鐵関連遺物も複数出土している。そこで遺跡での鐵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) ピッカース断面硬度

ピ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

表7 供試材の化学組成

(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)、五酸化磷 (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

No.1 - 1 : 鉛滓

(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。

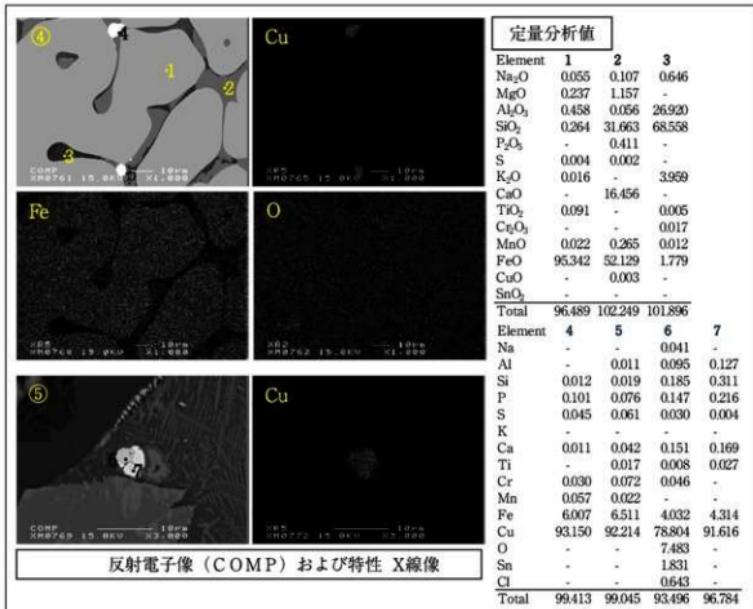
(3) 顕微鏡組織: 210 図②③に示す。発達した白色粒状結晶ウスタイト (Wustite : FeO)、やや微細な淡灰色木ずれ状結晶キルシュスタイナイト [$2(\text{Fe,Ca})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$: kirschsteinite] が晶出する。また滓中には非常に微細な淡橙色粒が確認される。その色調から銅 (Cu) 主体の金属粒と推測される。

(4) ピッカース断面硬度: 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 [$2(\text{Fe,Ca})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$: 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 - 18%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 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 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。



210 図 鉱滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果（1）

No.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。下面是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鉄化鉄が付着する。また側面3面は破面である。

(2) マクロ組織：211図①に示す。下面側に微細な鉄化鉄（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中央の灰色粒は鉄化鉄であるが、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) ピッカース断面硬度：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囲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 - 25%MgO - 29.6%SiO₂であった（分析点9）。キルシュスタイナイト[2(Fe,Ca)O · SiO₂: kirschsteinite]と推定される。また微小黒色結晶の定量分析値は22.4%K₂O - 6.1%FeO - 5.7%CaO - 40.2%SiO₂ - 26.6%Al₂O₃（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中央の鉄化鉄部である。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。周囲の鉄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（Fe₂O₃）21.49%の割合であった。造滓成分（SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O）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（TiO₂）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。

No.1 - 3 : 鉱滓

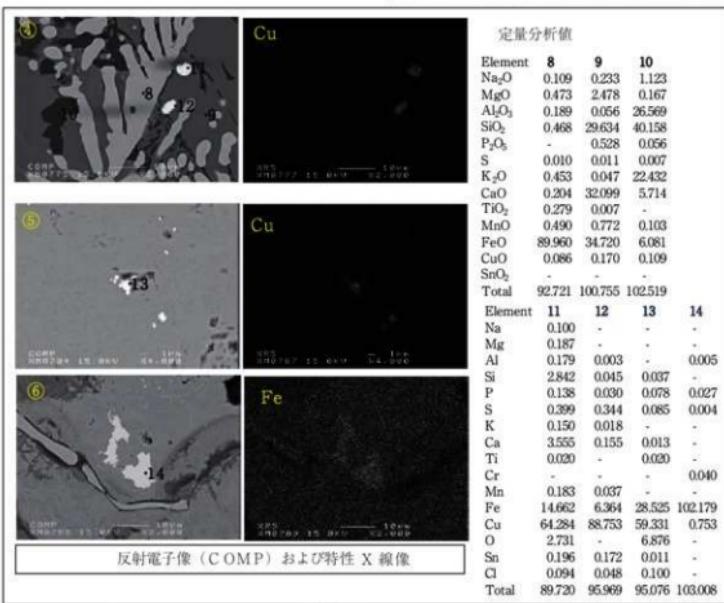
(1) 肉眼観察：ごく小形の鍛冶滓破片（16.4g）と推定される。色調は灰色で、上面は比較的平坦である。下面是微細な凹凸がみられる。側面3面は破面である。

(2) マクロ組織：212図①に示す。内部に微細な鉄化鉄が散在するが、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 · SiO₂）が晶出する。また②の粒状・不定形の明灰色部は鉄化鉄、中央の微細な明白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) ピッカース断面硬度：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。

No1-2
鉱滓
 ①γ加組織
 ②③一部：カストト・ファラ
 ④⑤微小淡褐色粒金
 ⑥⑦微小明白色粒
 金属鉄



211 図 鉱滓の顕微鏡組織・EPMA 調査結果（2）

(5) EPMA 調査: 212 図④に津部と錆化鉄（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%SiO₂ であった（分析点 16）。ファヤライト（Fayalite: 2FeO·SiO₂）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%SiO₂ - 16.8%Al₂O₃ - 14.0%CaO - 3.1%K₂O - 4.7%Na₂O - 3.1%P₂O₅ - 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。

また津中の微細な金属粒 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（Fe₂O₃）17.42% の割合であった。造津成分（SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O）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（TiO₂）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。

No.1 - 4 : 鉱津

(1) 肉眼観察: ごく小形でやや偏平な鍛冶津破片（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。やや軽い質感の津である。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つたものは見られない。

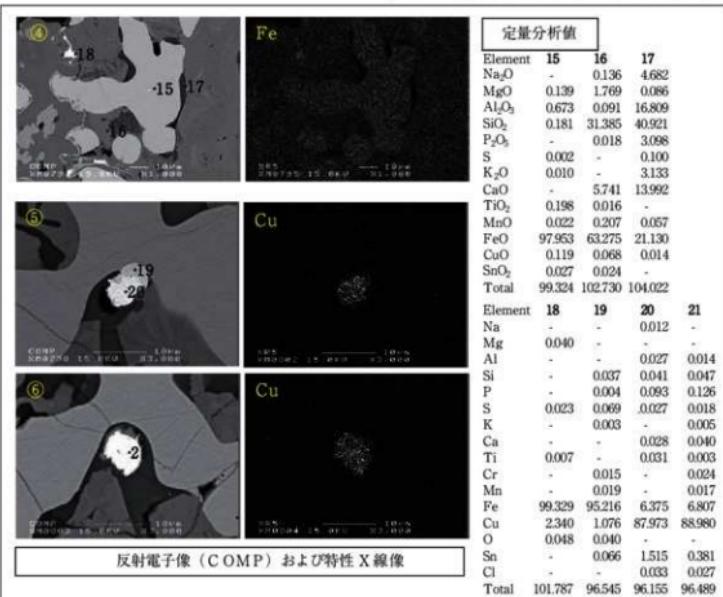
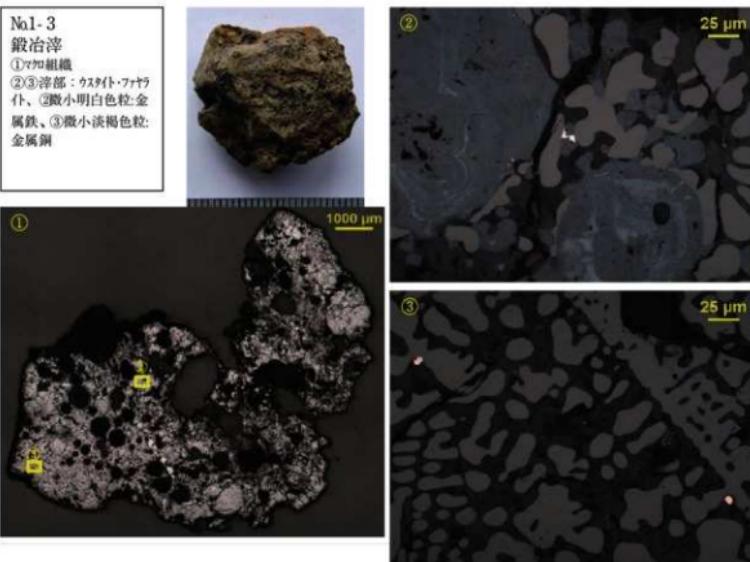
(3) 顕微鏡組織: 213 図②③に示す。白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また津中には非常に微細な明白色の金属粒と淡橙色の金属粒とが混在する。

(4) ピッカース断面硬度: 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に津部の反射電子像（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%SiO₂ であった（分析点 23）。キルシュスタイナイト [2(Fe,Ca)O · SiO₂: 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%SiO₂ であった（分析点 24）。ファヤライト（Fayalite: 2FeO·SiO₂）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%K₂O - 1.1%FeO - 63.5%SiO₂ - 26.5%Al₂O₃（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

Nal-3
鍛治滓
① γ 加組織
②③滓部：カスト・フタガ
付、②微小明白色粒：金
属鉄、③微小淡褐色粒：
金属銅

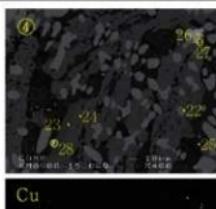


212 図 鉱滓の顯微鏡組織・EPMA 調査結果（3）

No.1-4

鉱滓

- ①マロ組織
 ②③津部：ウツタイト・ワカク
 仔、②微小明白色粒金
 属鉄、③微小淡褐色粒
 金属銅



- 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(Fe₂O₃)17.12%の割合であった。造渣成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+N₂O)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(TiO₂)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

No 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。

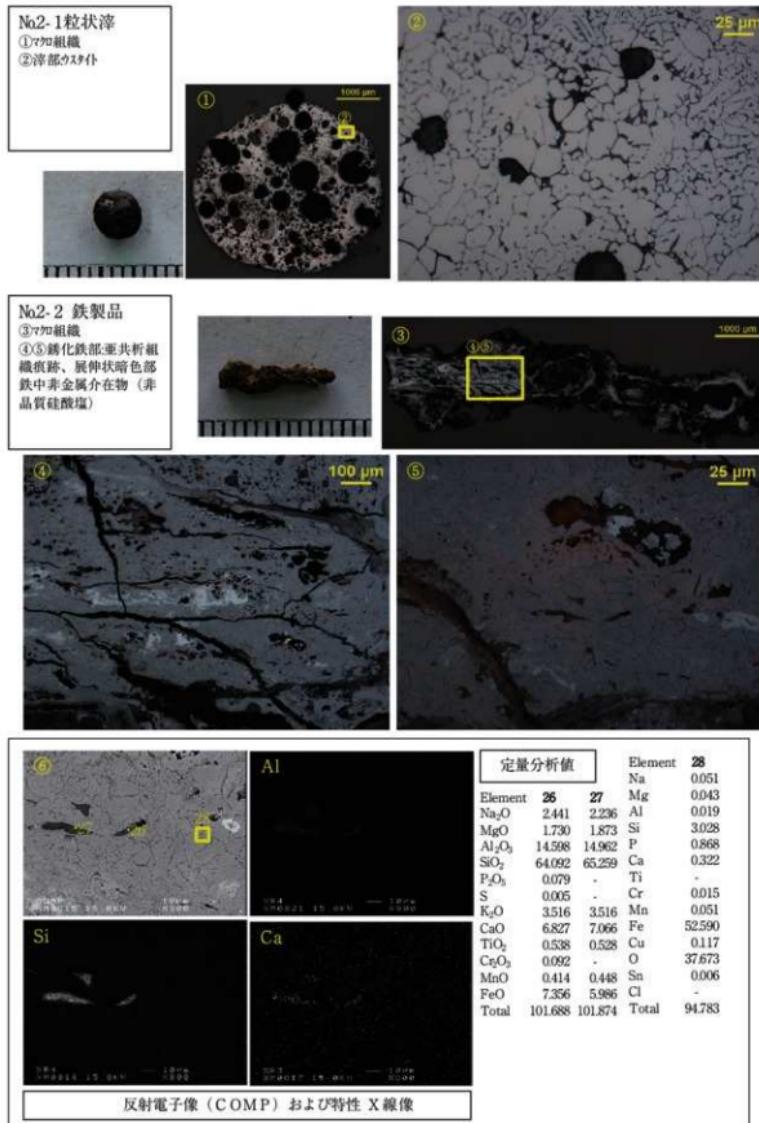
No 2-2: 鉄製品

- (1) 肉眼観察：ごく微細な針状の鉄製品破片と推測される。表面は茶褐色の鉄酸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。全体が完全に酸化しており、金属鉄部は残存しない。内部には層状の割れが生じておらず、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。素地の酸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態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に酸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%SiO₂-14.6%Al₂O₃-6.8%CaO-1.7%MgO-35%K₂O-2.4%Na₂O-7.4%FeO（分析点26）、65.3%SiO₂-15.0%Al₂O₃-7.1%CaO-1.9%MgO-35%K₂O-2.2%Na₂O-6.0%FeO（分析点27）であった。非晶質珪酸塩である。また素地の酸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(Na1-1~4)とは異なり、酸化鉄中に銅(Cu)の影響はみられない。

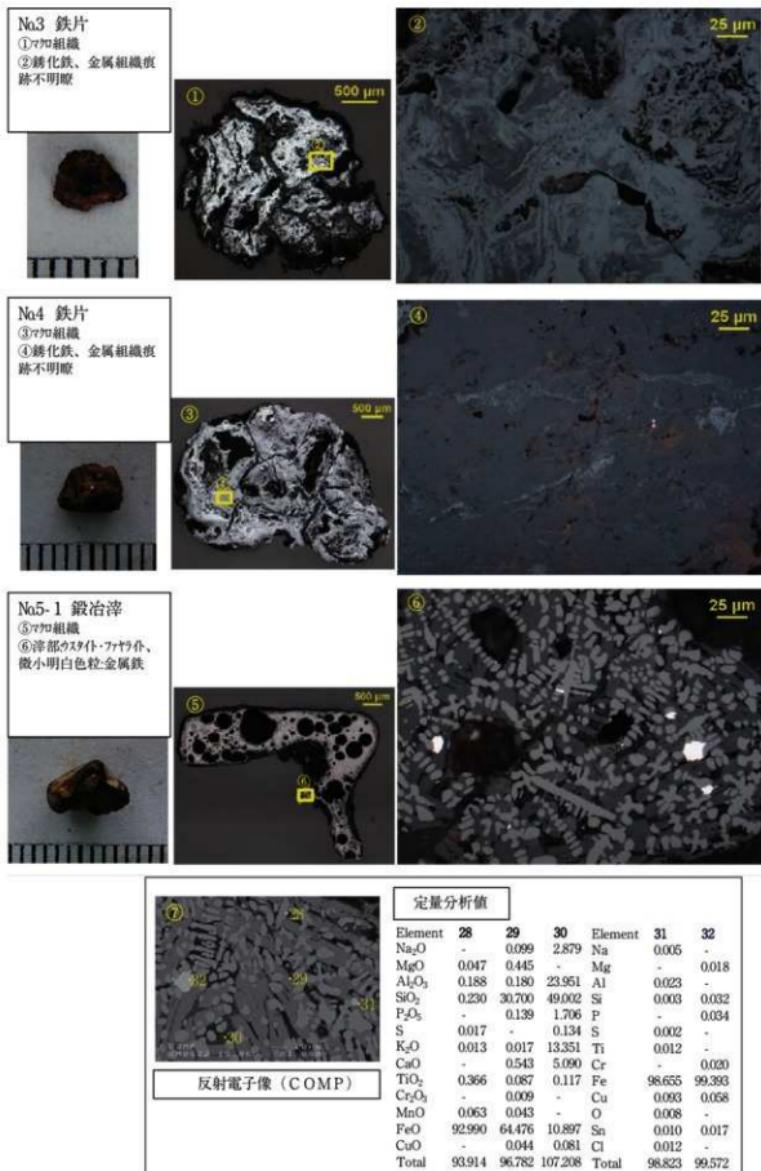
REN15-3: SR4001上層下位出土微細遺物

No 3: 鉄片

- (1) 肉眼観察：非常に微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の酸化鉄で、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。全体が完全に酸化しており、金属鉄部は残存しない。
- (3) 顕微鏡組織：215図②に示す。素地部分は酸化鉄で、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珪酸塩系の非金属介在物と推測される。



214 図 粒状滓・鉄製品の顕微鏡組織・EPMA 調査結果



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

No.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）

No.5 - 1 : 錫治滓

(1) 肉眼観察：非常に小型で不定形の錫治滓破片である。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（No.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%SiO₂ であった（分析点 29）。ファヤライト（Fayalite : 2FeO · SiO₂）に同定される。また微小黒色結晶の定量分析値は 13.4%K₂O - 10.9%FeO - 5.1%CaO - 49.0%SiO₂ - 24.0%Al₂O₃（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。

No.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。

No.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。また表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。

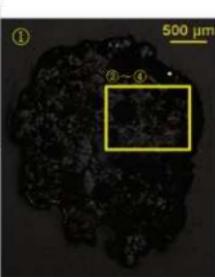
(3) 顕微鏡組織：216図⑥に示す。ガラス質滓中には非常に微細な金属鉄（明白色）粒が多数散在する。

REN15 - 6 : SR4001 中層出土微細遺物

No.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

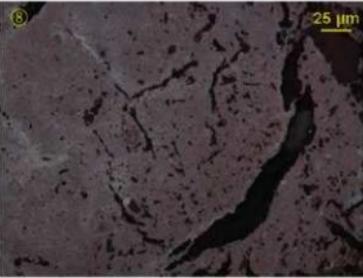
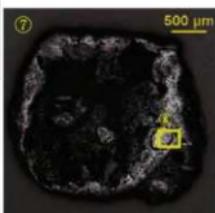
No5-2 ガラス質滓
 ①ガラス質滓
 ②③素地ガラス質滓（粘土溶融物）、微細明白色粒：金属鉄



No5-3 ガラス質滓
 ⑤ガラス質滓
 ⑥素地ガラス質滓（粘土溶融物）、微細明白色粒：金属鉄



No5-4 鉄片
 ⑦ガラス質滓
 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。全体が完全に鉄化して、金属鉄部は残存しない。

(3) 顕微鏡組織：216 図⑧に示す。素地部分は鉄化鉄で、金属組織痕跡は不明瞭であった。

No.5-5：鉄片

(1) 肉眼観察：非常に微細な板状の鉄片である。表面は茶褐色の鉄化鉄で、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。薄板状の鉄化鉄片で、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。素地の鉄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 $62.7\% \text{Fe} - 31.0\% \text{O}$ であった（分析点 33）。ウスタイト (Wustite:FeO) に同定される。また淡茶褐色結晶の定量分析値は $36.2\% \text{Ti} - 32.0\% \text{Ca} - 1.5\% \text{Fe} - 33.5\% \text{O}$ （分析点 34）で、ペロブスカイト ($\text{Perovskite:CaO}\cdot\text{TiO}_2$) と推定される。

REN15-7: SR4001 中層下位出土微細遺物

No.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。表面は茶褐色の鉄鉱物に覆われており、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。全体が完全に鉄化しており、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。素地の鉄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

No.7-1: 鍛治滓

(1) 肉眼観察：非常に微細な鍛治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。

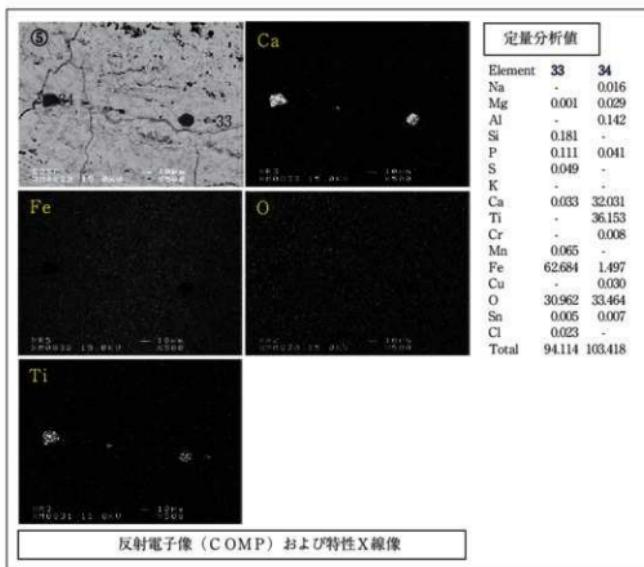
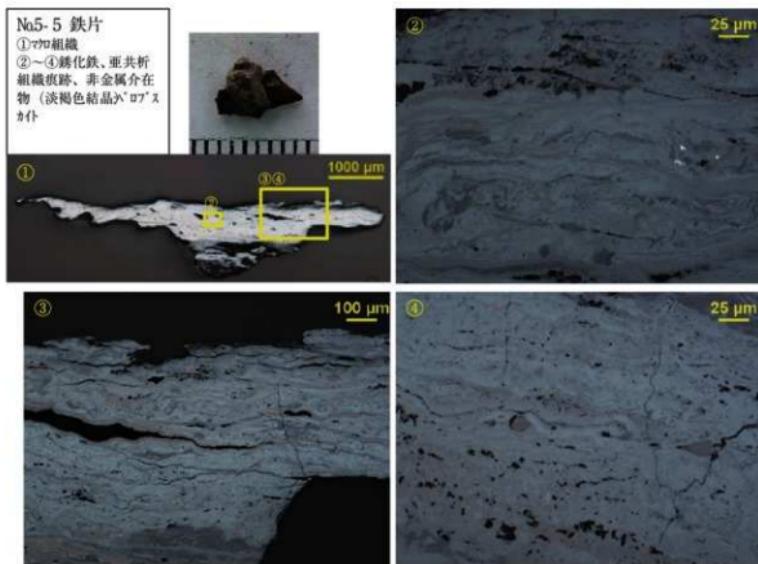
(3) 顕微鏡組織：218 図④に示す。白色粒状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。

No.7-2: 鍛治滓

(1) 肉眼観察：ごく小型で不定形の鍛治滓と推測される。表面には部分的に薄く茶褐色の鉄鉱物が付着するが、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、素地の暗黒ガラス質滓中に晶出する。



217 図 鉄片の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

No.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

No.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 ($Fe_2O_3 \cdot TiO_2$) と推定される。

No.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

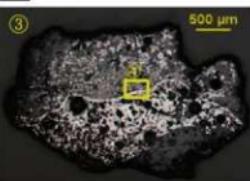
No.8 - 3 : 鍛冶滓

- (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。

No6 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



No7-1 鍛冶滓
 ③マクロ組織
 ④滓部:ウスタイト・アヤラ
 介



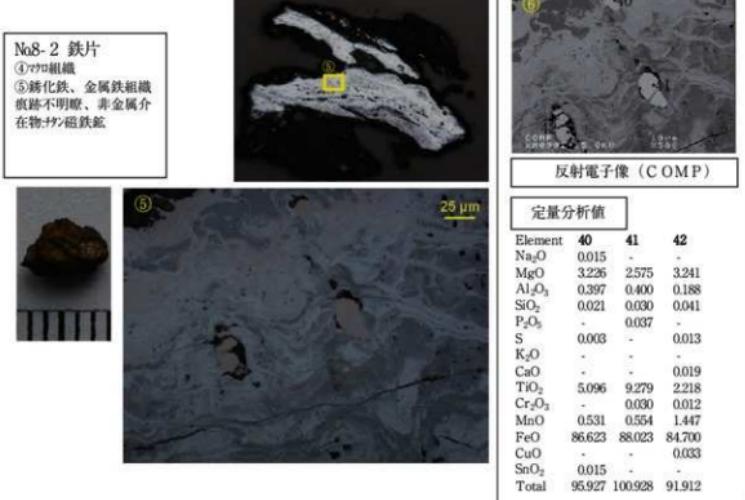
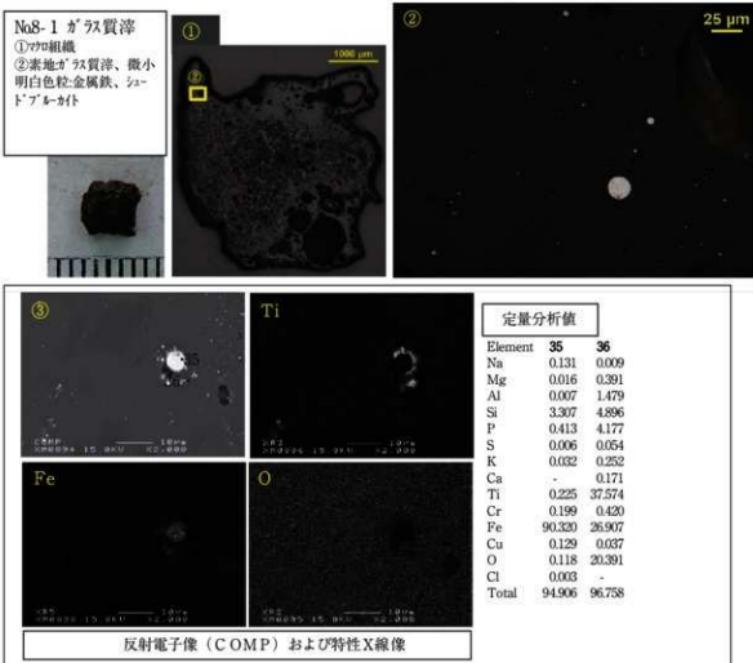
No7-2 鍛冶滓
 ⑤マクロ組織
 ⑥滓部:ウスタイト



No7-3 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:アガリ



218図 鉄片 鍛冶滓の顕微鏡組織

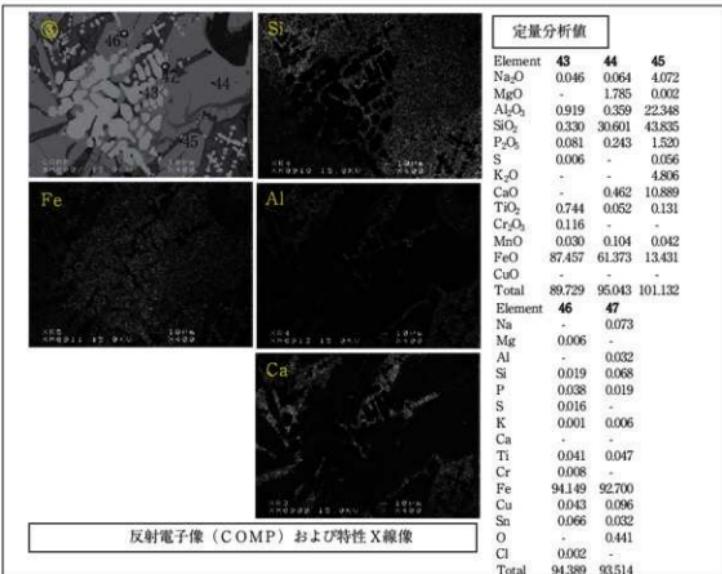
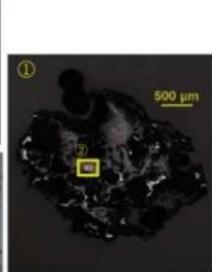


219 図 ガラス質滓・鉄片の顕微鏡組織・EPMA 調査結果

No8-3 鋼冶滓

①η組織

②溶部ウツキ付・フタラ付、
微小明白色粒:金属鉄



No8-4 鉄片

④η組織

⑤焼化鉄、金属組織痕跡不明瞭



220 図 鉄片・鋸冶滓の顯微鏡組織・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 - 18%MgO - 30.6%SiO₂ であった (分析点 44)。ファヤライト (Fayalite : 2FeO · SiO₂) 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%SiO₂ - 22.3%Al₂O₃ - 10.9%CaO - 4.8%K₂O - 4.1%Na₂O - 13.4%FeO - 1.5%P₂O₅ (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。

No 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 (No 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練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) よりも一部 (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 (No 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 号墳出土鉄艇でも、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 (No 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 (No 5 - 2, 3, No 8 - 1) と、鍛冶滓 (No 5 - 1, No 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 (No 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 · TiO₂)、チタン磁鉄鉱 (Titanomagnetite) など、チタン (TiO₂) を含む結晶が確認された (No.5 - 5, No.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 ~ 500 Hv、マグネタイトは 500 ~ 600 Hv、ファイヤライトは 600 ~ 700 Hv 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100μmまたは10μm、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100μm、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・バラメータ法（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

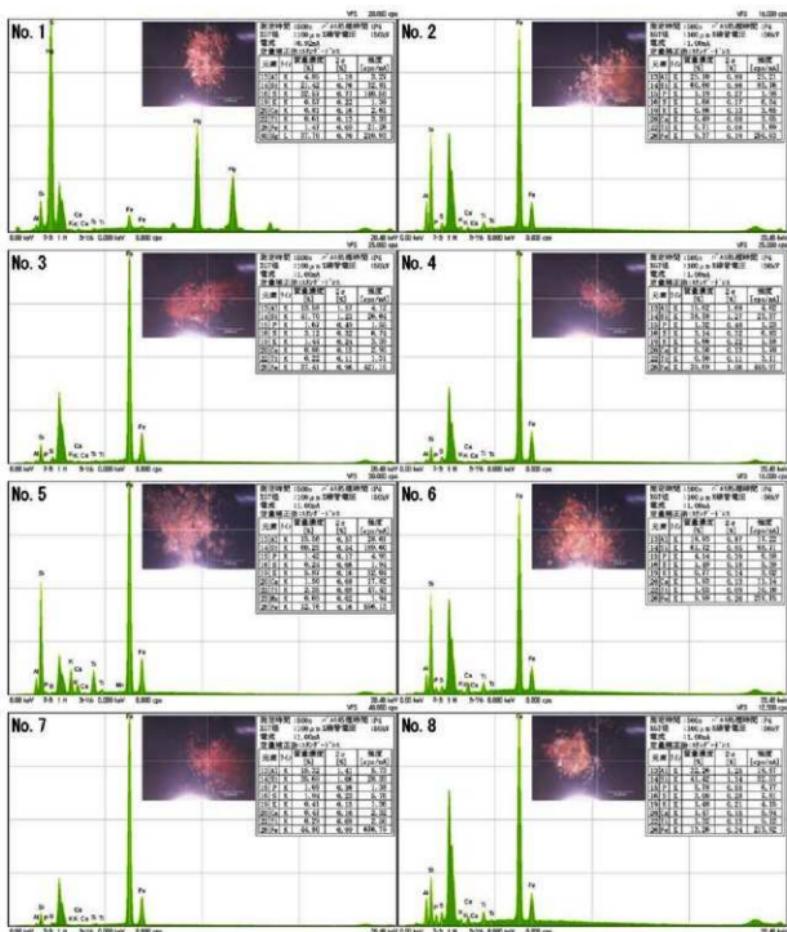
分析により得られたスペクトルおよびFP法による半定量分析結果を221図に示す。

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

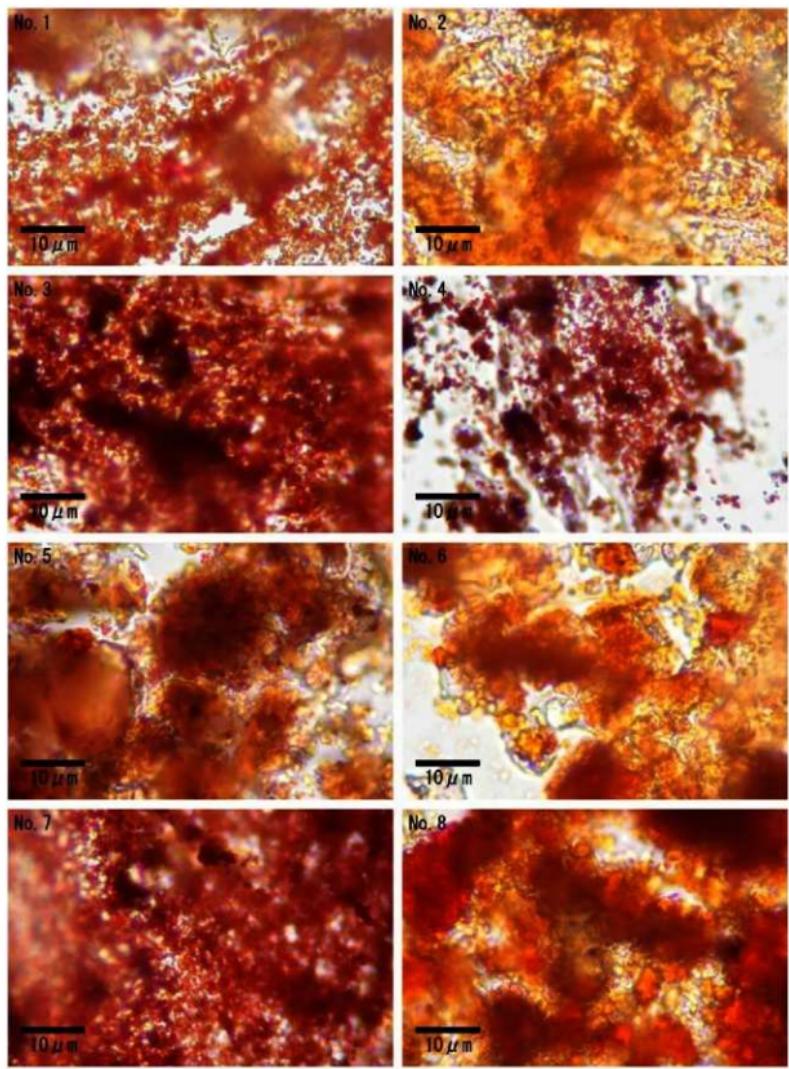
赤色顔料の代表的なものとしては、朱（水銀朱）とベンガラが挙げられる。水銀朱は硫化水銀（HgS）で、鉱物としては辰砂と呼ばれ、産出地はある程度限定される。ベンガラは狭義には三酸化二鉄（ Fe_2O_3 、鉱物名は赤鉄鉱）を指すが、広義には鉄（Ⅲ）の発色に伴う赤色顔料全般を指し（成瀬、2004）、広範な地域で採取可能である。また、ベンガラは直径約1μmのパイプ状の粒子形状からなるものが多く報告されている。このパイプ状の粒子形状は鉄バクテリア起源であると判明しており（岡田、1997）、含水硫酸化鉄を焼いて得た赤鉄鉱がこのような形状を示す（成瀬、1998）。鉄バクテリア起源のパイプ状粒子は、湿地などで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

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 弥生時代後期	弥生土器	鉢	内面	Hg, Si	水銀朱
2	111	SR1003			甌	口縁部内面	Si, Al, Fe	ベンガラ
3	818	SR4001			甌	胴部外面	Si, Fe, Al	ベンガラ
4	1317	SH5014			甌	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			甌	口縁部外面	Si, Al, Fe	ベンガラ
7	476	SH2001			甌	胴部外面竹 管文内	Fe, Si, Al	ベンガラ
8	164	SR1003			甌	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) 織文時代の赤色顔料 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) バ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。観察の結果からは鍛造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、素地の鍛成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 $3 \mu\text{m}$ で、補正法はZAFに従った。

2-3. 蛍光X線分析（XRF分析）

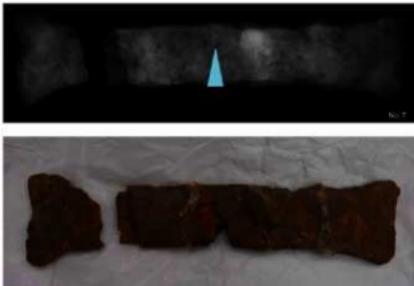
使用装置：蛍光X線分析装置 XGT-5000WR型（堀場製作所製）

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。



223図 試料採取位置

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。全体が完全に鉄化しており、金属鉄部は残存していない。224図②③は鉄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。鉄化鉄中（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伸展した形状から、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 $60.0\% \text{SiO}_2 - 13.4\%\text{Al}_2\text{O}_3 - 4.6\%\text{CaO} - 3.9\%\text{K}_2\text{O} - 16.3\%\text{FeO}$ （分析点15）、 $65.0\% \text{SiO}_2 - 14.4\%\text{Al}_2\text{O}_3 - 5.1\%\text{CaO} - 4.0\%\text{K}_2\text{O} - 8.4\%\text{FeO}$ （分析点16）であった。非晶質ケイ酸塩であり、鍛治加工の際の鍛接剤（粘土汁・薬灰など）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нетタイト（Magnetite : $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ）、ヘマタイト（Hematite : Fe_2O_3 ）、ゲーサイト〔Goethite : $\text{FeO}(\text{OH})$ 〕の存在が確認された。鉄が鉄化した素地部分の組成を示すものといえる。

4. 所見

遺物は全体に鉄化が進んでおり、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・鍛治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。

今回試料では伸展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つたが、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）渡邊綾子・鈴木瑞穂が行った）

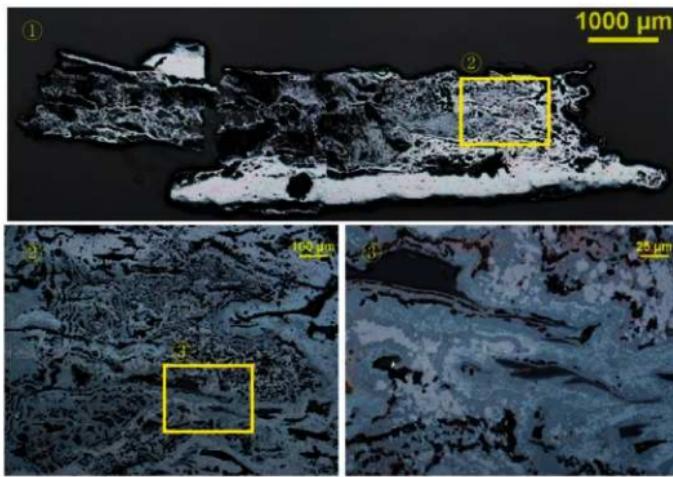
（註）

*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」『たら研究』第53号

表9 鉄船状鉄製品の調査結果

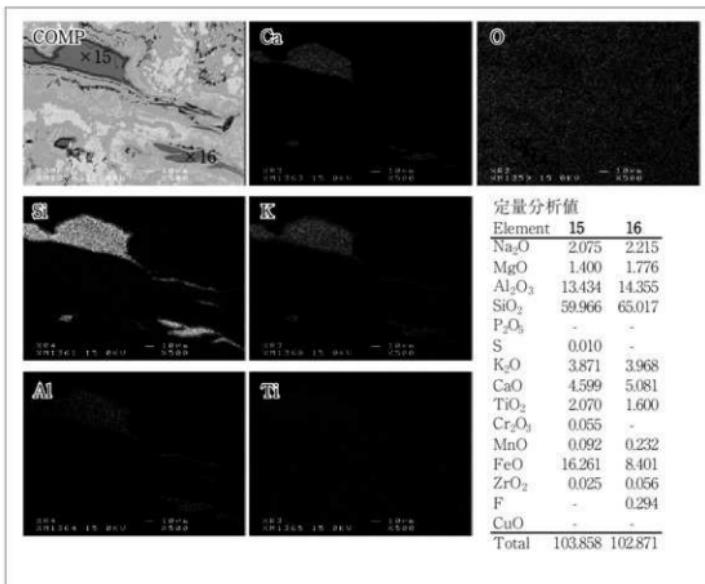
No	遺跡名	県別	推定年代	原 料	銅 種	備 考
1	福間割畠	福岡	5C前半	鉱石	極軟鋼	バチ形
2	出 作	愛媛	5C後半	タ	タ	タ
3	荻 鶴	大分	5C前半	タ	タ	タ
4	窪木薬師	岡山	タ	タ	タ	タ
5	タ	タ	6C後半	タ	タ	バチ形片側先端
6	花聲2号墳	福岡	5C以降	タ	硬 鋼	板状鉄斧状
7	下山古墳	大分	5C前半	タ	極軟鋼	バチ形
8	千陶孤塚	大阪	6C中頃	タ	タ	タ
9	南二重堀	千葉	5C中～後半	タ	タ	タ
10	郡津渋り	大阪	5C後～6C	砂 鉄	タ	枚鉄状
11	久米池南	香川	弥生中期	鉱石	タ	バチ形
12	大師山6号墳	兵庫	5C後半	タ	タ	タ
13	西新町	福岡	4C初頭	タ	軟鋼(浸炭)	板状鉄斧状
14	久原瀧ヶ下	タ	タ	タ	不 明瞭	タ
15	西新町第8・9次	タ	弥生中期後半	タ	合せ鍛え	タ

*2) 大澤正己 1999「福間割畠遺跡出土鉄挺の金属学的調査」『福間割畠遺跡』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（金相組織不明瞭）、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



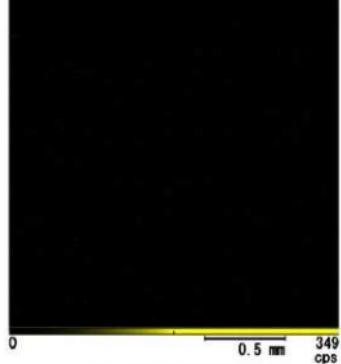
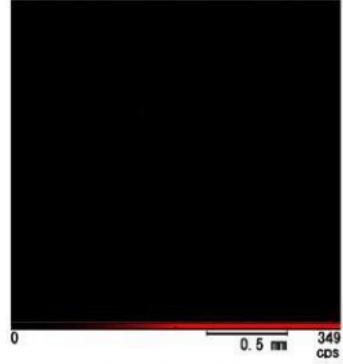
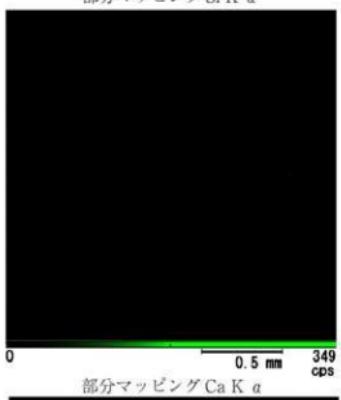
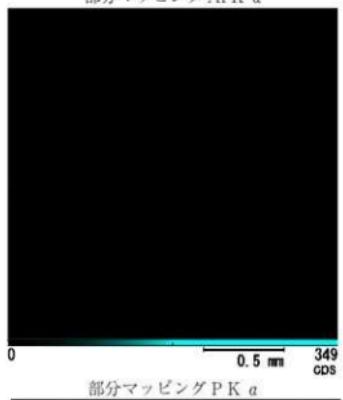
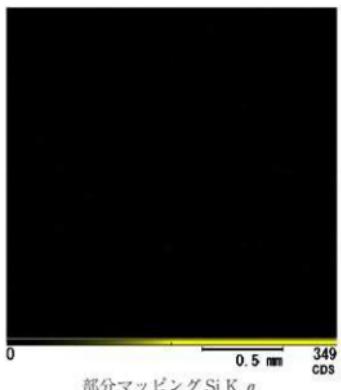
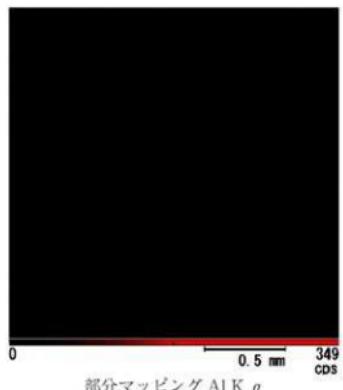
225 図 鉄中非金属介在物の EPMA 調査結果：反射電子像（COMP）および特性 X 線像



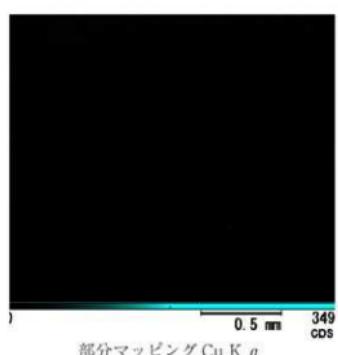
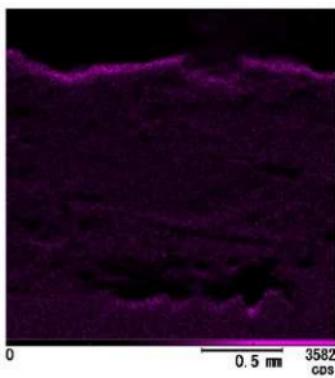
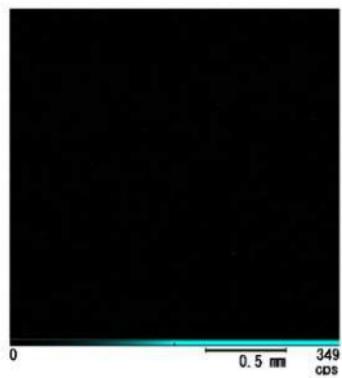
226 図 蛍光X線測定領域（全体マッピング 走査幅： 11.264×11.264 mm）



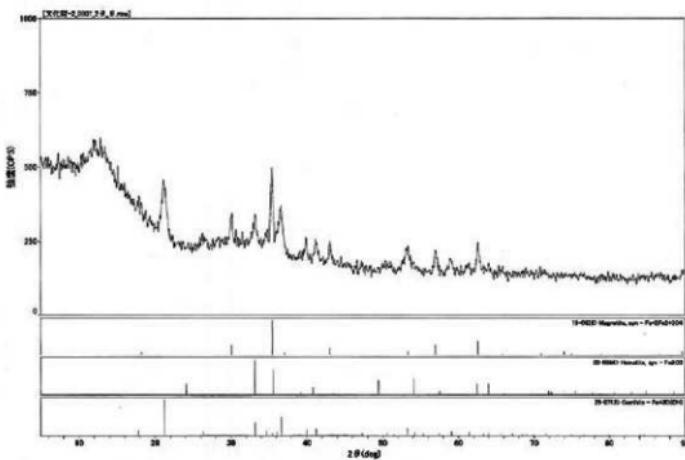
227 図 蛍光X線測定領域（部分マッピング 走査幅： 2.048×2.048 mm）



228 図 部分マッピング (1)

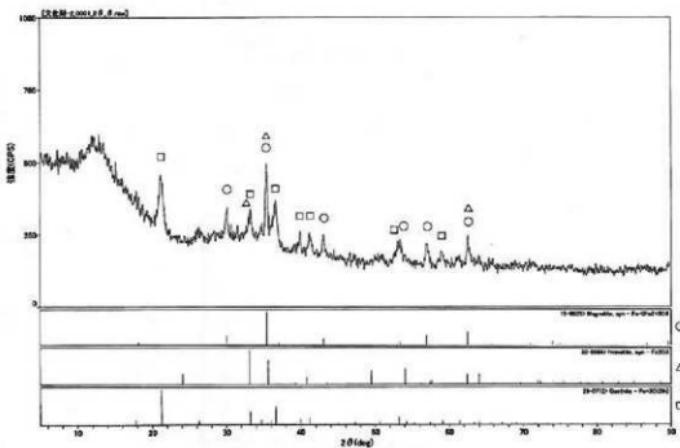


229 図 部分マッピング (2)



Nippon Steel & Sumikin Technology

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（NJR11・13）出土の動物遺存体一覧

座定番号	注記番号	調査名	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	進齶歯（上顎後臼歯M1～M3いづれか）	不明
2	D0395	2区 ②	SD2009	2層下位（秒 レキ層）	2014/2/25	中世	ウマ	中節骨？	不明 前股/後股不明
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 前股/後股不明（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（頭椎）	- 燒骨（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	- 燒骨（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 燒骨（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	- 燒骨（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	- 燒骨（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	進齶歯（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 前股/後股不明（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 前股/後股不明（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	- 燒骨（白色）
15	R0517	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明	不明	- 褐鱗片あり、焼骨（白色）
16	R0517	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	進齶歯（臼歯破片）	不明 褐鱗片あり
17	R0517	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代 (クロライ属?)	タイ科 (クロライ属?)	進齶歯（臼歯・犬歯）	不明 褐鱗片あり
18	R0517	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	不明	不明破片	- 褐鱗片あり、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	鱗	- 燒骨（白色）
20	R0517	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	ニホンジカ	進齶歯破片	不明
21	R0517	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/17	古墳時代	イノシシ	進齶歯破片	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	- 燒骨（白・灰色）
25	R0519	4区 ③	SR4001	上層	2014/1/20	古墳時代	タイ科 (クロライ属?)	進齶歯（臼歯）	不明 春鱗出
26	R0520	4区 ③	SR4001	上層下位	2014/1/20	古墳時代	不明	不明	- 燃骨（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	進齶歯（臼歯）	不明
29	R0521	4区 ③	SR4001	中層	2014/1/20	古墳時代	イノシシ	進齶歯（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	進齶歯 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 春鱗出
34	R0524	4区 ③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	不明	不明 破片	- 燃骨

器定番号	注記番号	測定区名	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	避難龜(臼齒破片)	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	燒骨(白色)
37	R0524	4区 ③	SR4001	中層下位	2014/1/22	古墳時代	タイ科	避難龜(臼齒)	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	避難龜(臼齒)	不明	*露出
40	R0525	4区 ③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	イノシシ	避難龜(臼齒)	不明	
41	R0525	4区 ③	SR4001	下層	2014/1/22	古墳時代	ニホンジカ	避難龜(臼齒)	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	避難龜(臼齒)	-	*露出
45	R0526	4区 ③	SR4001	下層	2014/1/23	古墳時代	ニホンジカ	避難龜(臼齒)	不明	
46	R0526	4区 ③	SR4001	下層	2014/1/23	古墳時代	不明	不明	-	燒骨(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	避難龜(臼齒)	不明	*露出
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	避難龜(臼齒)	不明	
51	R0527	4区 ③	SR4001	中層	2014	古墳時代	不明	不明 破片	-	燒骨(白・灰色)
52	X0036	1区	SX1010	近世	2013/8/1					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	避難龜(臼齒破片)	不明	
54	X0050	5区	SX5005	上層 衛 B2	2013/10/17	弥生時代中期	イノシシ	避難龜(臼齒破片)	不明	
55	R0010	1区	SD7001		2015/8/5	古代	ウマ	避難龜(上顎臼齒 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 純子 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世紀まで広く括がっている。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Ⅹ	NZR11-D0048	1517	5区 SD5008	15世紀頃埋没の溝	半折
2	旧練兵場遺跡Ⅺ	NZR2-Q0094	848-13	M区 化含層	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Ⅷ	NZR2-H2248	177-41	N II区 SH7004	弥生終末期	完形
5	旧練兵場遺跡Ⅸ	NZR3-H1145	460-4	Q IX区 SH0008	古墳後期	完形
6	比較試料 西末則 道路V 2分番	-	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ピース
資料の No. 1～5

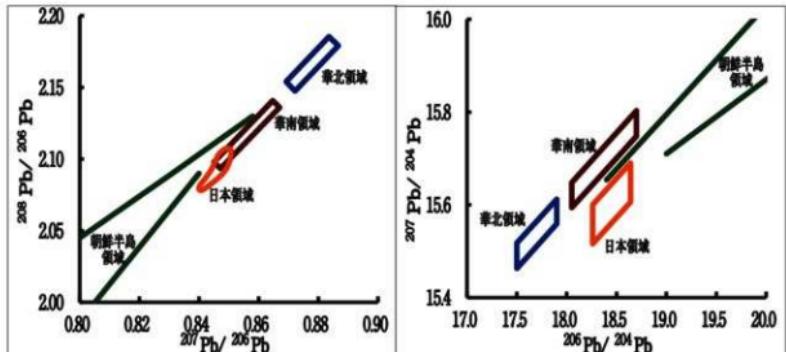


234図 香川県西末則遺跡出土ガラスピース
資料の No. 6

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}U -ウラン)から、 ^{207}Pb は ^{235}U (^{235}U -ウラン)から、 ^{208}Pb は ^{232}Th (^{232}Th -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石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る値となる。東アジア地域では 235 図(A式図: $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ・ $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)と 236 図(B式図: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ・ $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$)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(铸造温度、硬さ)を変えるために、鉛が主成分の一つとして人为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产地推定の概念図
(A式図)

236図 鉛同位体比を用いた产地推定の概念図
(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0.7~100のように変化させる。

銅の生産地を示唆すると言えることができる。

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ターゲットで電圧は50kV、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。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間係線を作成し、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. 萤光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。主成分である鉛の产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鉛と思われる。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鉛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（鉛とガラス片）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°C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）。

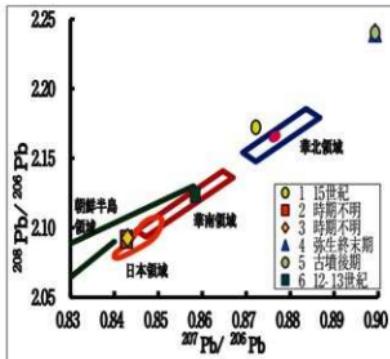
5. 結果と考察

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。

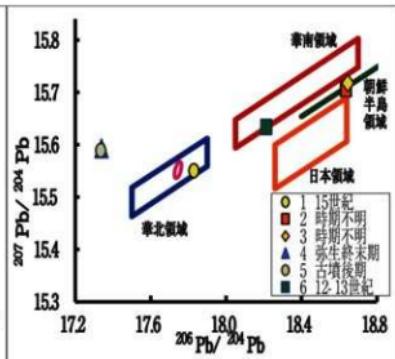
237図から、資料は日本領域近くで、朝鮮半島領域近くに2個が重なって分布し、華南領域に1個、華北領域近くに1個、華北領域の右上に2個が重なって拡がっている。238図では朝鮮半島産領域に2個が重なっており、華南産領域に1個、華北産領域に1個、華北産領域の左上に2個が重なっている。それぞれの資料が利用された年代は異なるので、資料を測定番号順に考察する。

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	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	測定番号
1	旧練兵場遺跡Ⅷ	NZR11-D0048	17.829	15.550	38.728	0.8722	21722	NS1BC10
2	旧練兵場遺跡Ⅲ	NZR2-Q0094	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	比較試料西末削 遺跡V 2分量	-	18.213	15.634	38.677	0.8584	2.1236	NS1BC15



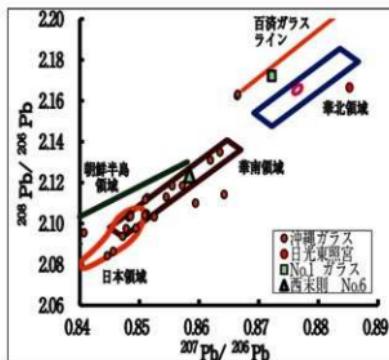
237図 善通寺市旧練兵場遺跡で出土したガラス
が示す鉛同位体比（A式図）



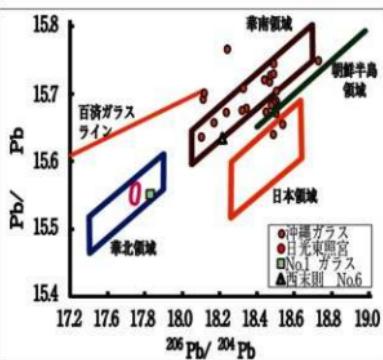
238図 善通寺市旧練兵場遺跡で出土したガラス
が示す鉛同位体比（B式図）

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（百濟ガラス

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濟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、本資料の材料产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。

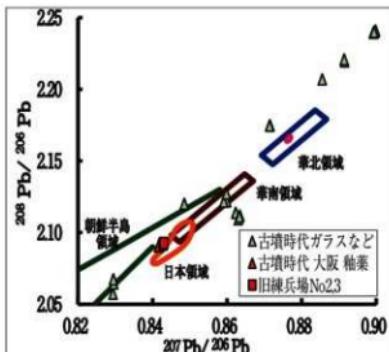


239図 本資料(1)と沖縄出土ガラスとの比較
(A式図)

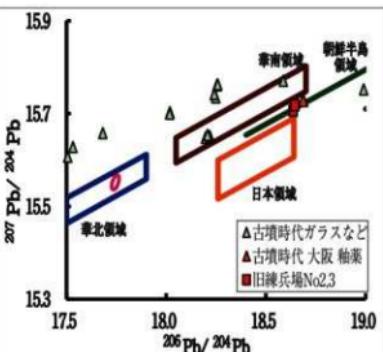


240図 本資料(1)と沖縄出土ガラスとの比較
(B式図)

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)

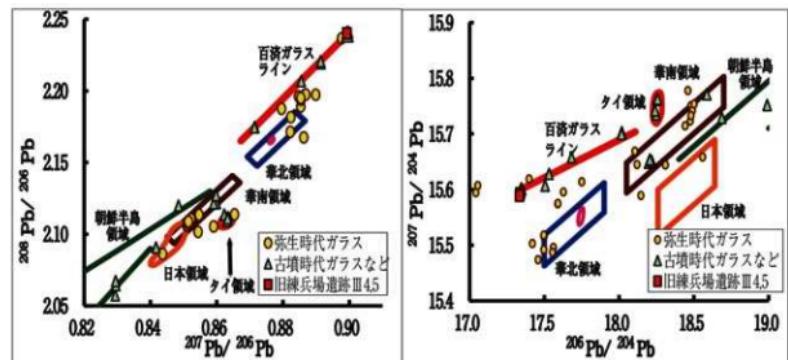


242図 本資料(2, 3)と古墳時代ガラスとの比較
(B式図)

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と思えるため、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产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つの資料は百濟ガラスラインと称する線状に載っている。この百濟ガラスラインは韓国百濟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、材料产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は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)

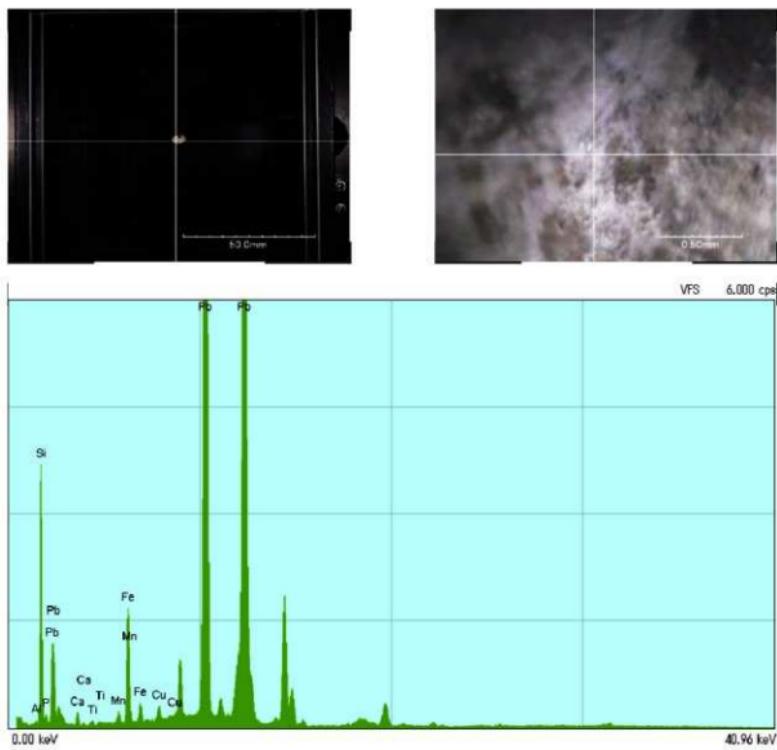
244図 弥生時代・古墳時代ガラスと本資料

(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、「古代青銅の流通と鑄造」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、馬渕久夫：表面電離型固体質量分析計 VG-Sector の規格化について、保育科学 28、17-24（1989）
5. 平尾良光：鉛同位体比法の応用—歴史資料の产地推定一、RADIOISOTOPES 57, p709-721（2008）
6. 魯穎琰、西田京平、角川茂、鶴我公一。平尾良光：鉛同位体比を用いた产地推定の基礎、別府大学史学論叢 41 1-9（2011）
7. 平尾良光、魯穎琰、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、魯穎琰、金都瑛、林徳洙：益山弥勒寺址から出土した綠釉陶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、魯穎琰、金都瑛、林徳洙：益山王宮里遺跡開発のガラス及びルフ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

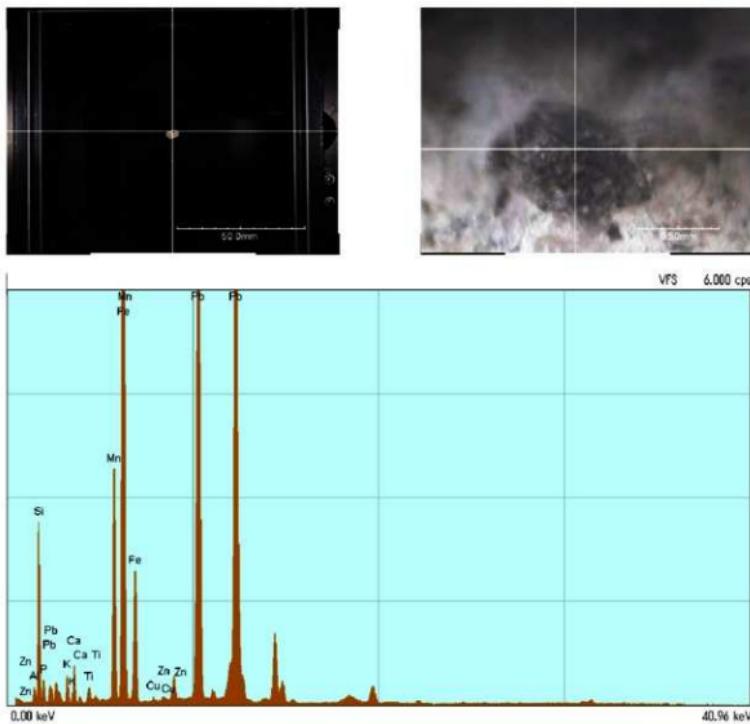
1

測定時間 : 300 s バイナリ処理時間 : 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

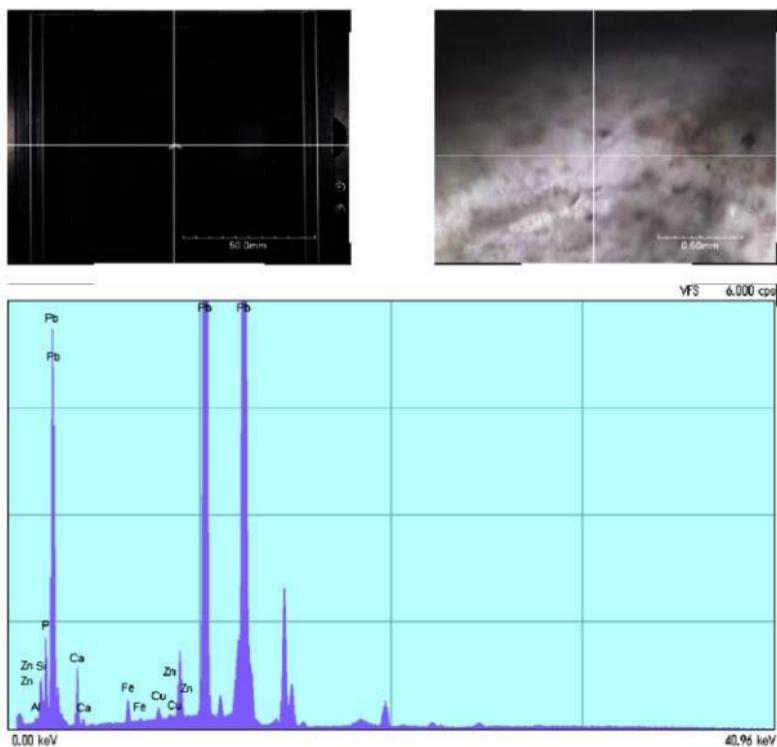
1

測定時間 : 300 s ハイブリッド処理時間 : 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 : スタータードレス

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

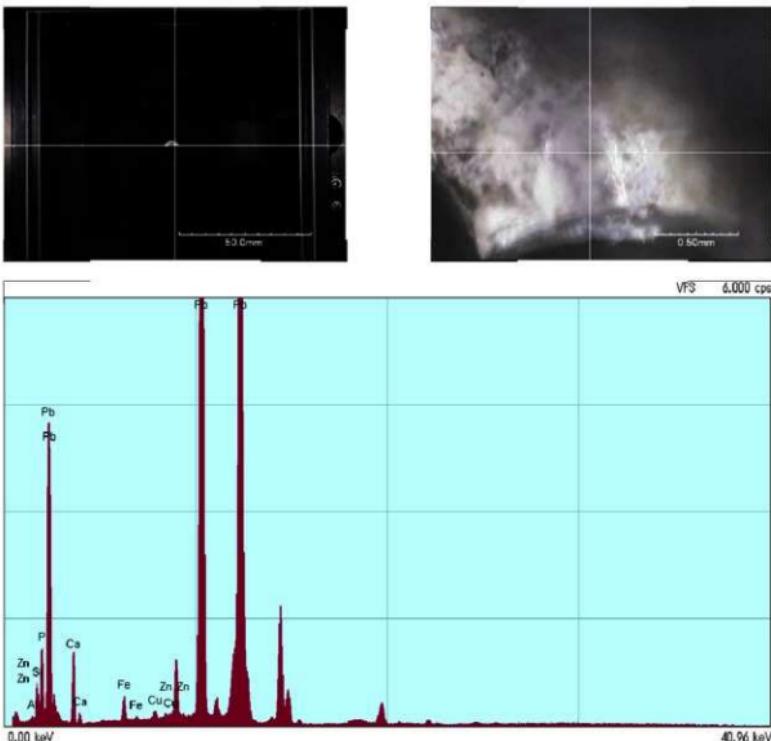
2

測定時間 : 300 s バイナリ処理時間 : 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
14 Si	K	5.14		0.44	19.37
15 P	K	6.06		0.25	20.68
20 Ca	K	4.38		0.18	11.56
26 Fe	K	0.52		0.04	0.99
29 Cu	K	0.19		0.03	0.32
30 Zn	K	0.05		0.03	0.08
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

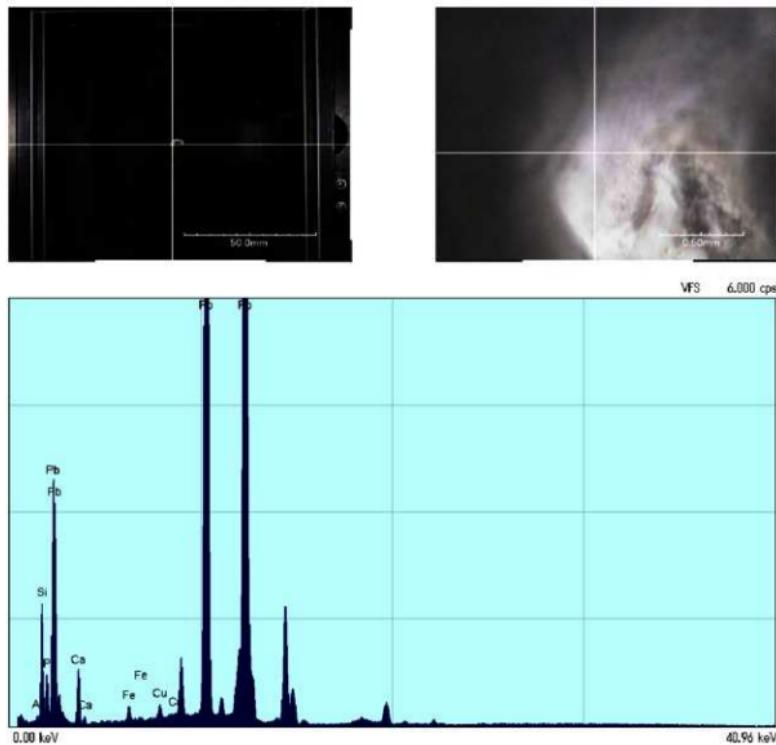
2

測定時間 : 300 s ハイブリッド処理時間 : 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 : 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
14	Si K	4.87		0.45	18.00
15	P K	5.55		0.27	18.60
20	Ca K	6.02		0.21	15.60
26	Fe K	0.61		0.05	1.13
29	Cu K	0.15		0.03	0.25
30	Zn K	0.05		0.03	0.09
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

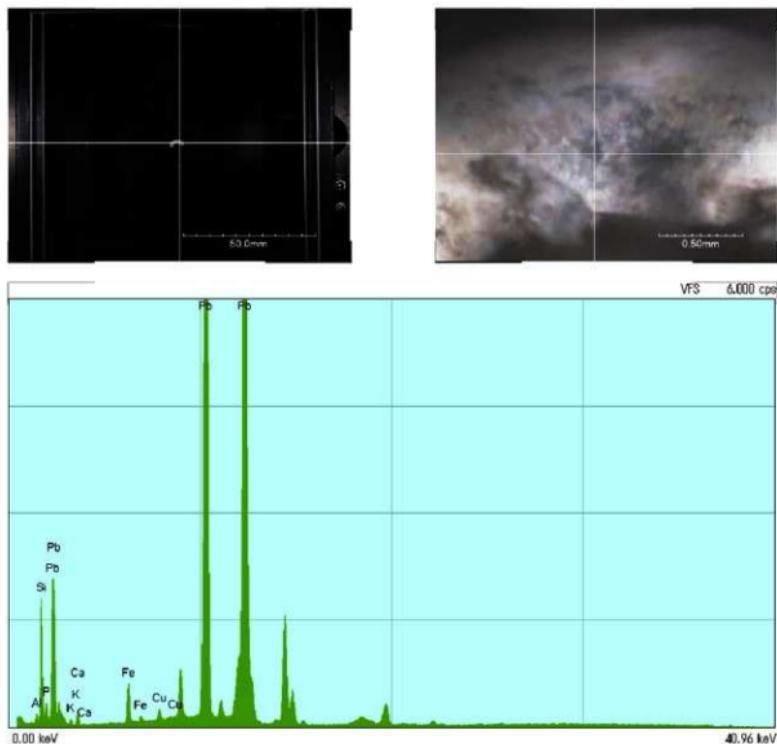
3

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

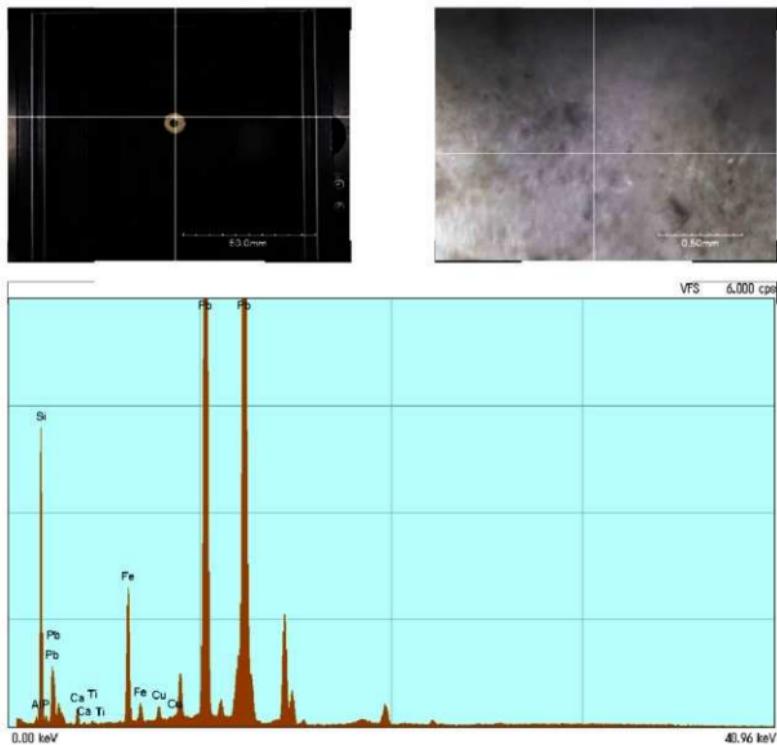
3

測定時間 : 300 s バイパス処理時間 : 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

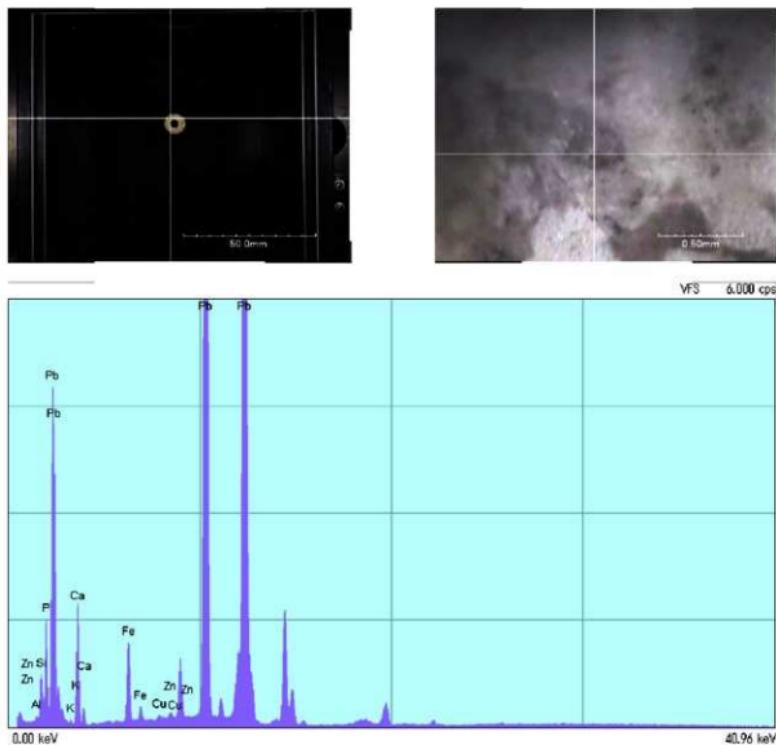
4

測定時間 : 300 s ハイブリッド処理時間 : 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

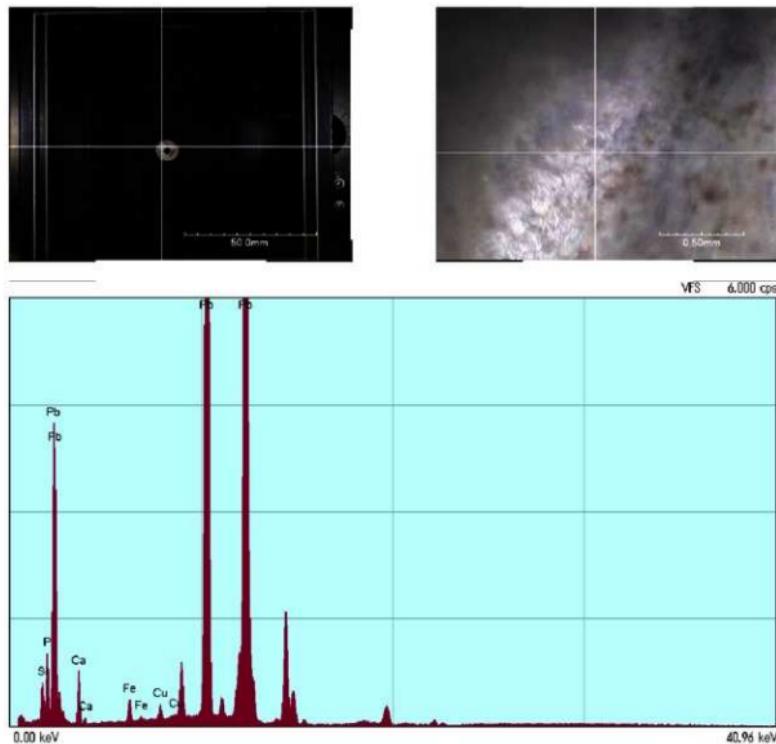
4

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 : 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

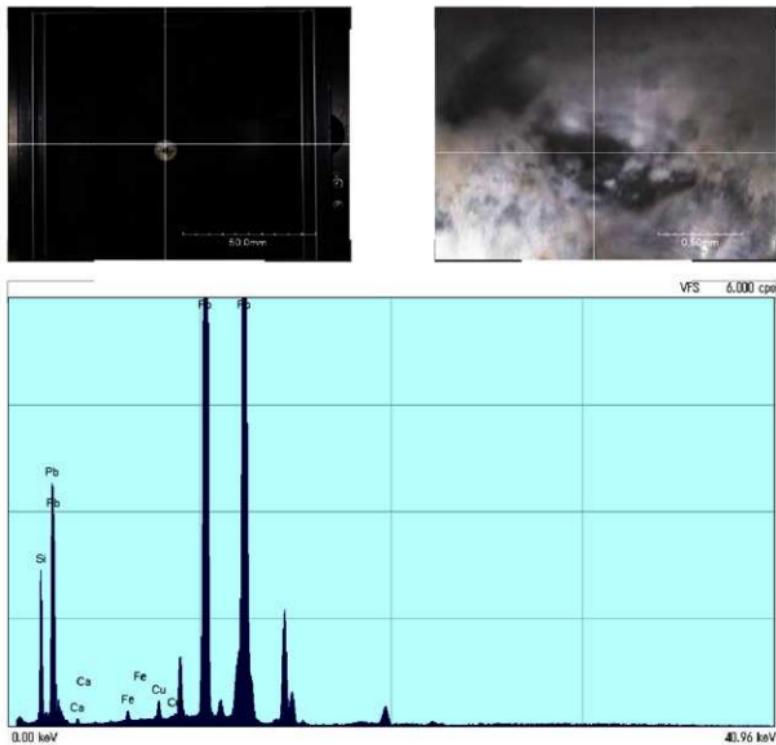
5

測定時間 : 300 s ハリス処理時間 : P4
 XGT径 : 10 μm X線管電圧 : 50 kV
 電流 : 0.580 mA
 X線フィルタ : 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

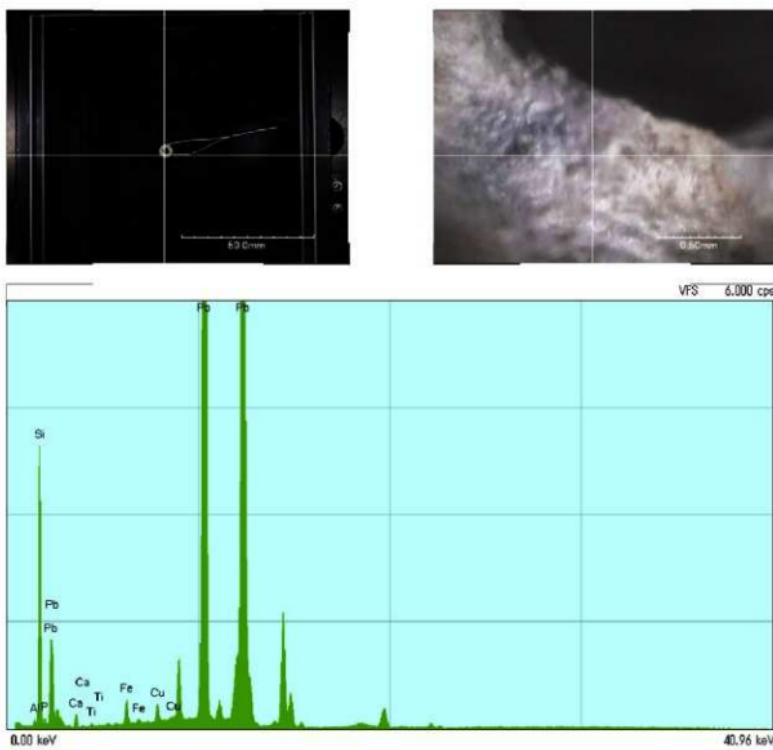
5

測定時間 : 300 s バイナリ処理時間 : P4
 XGT径 : 10 μm X線管電圧 : 50 kV
 電流 : 0.520 mA
 X線フィルタ : 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

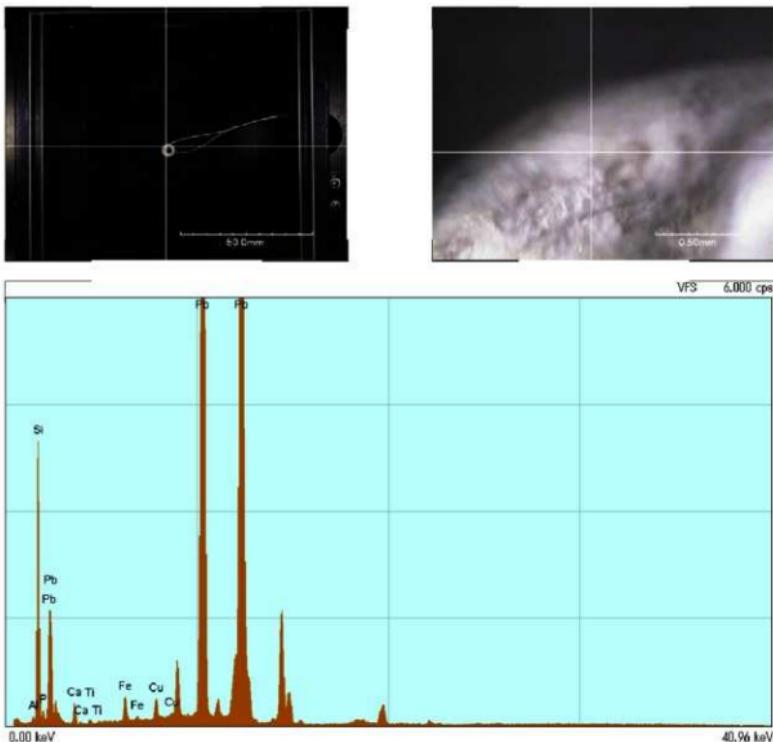
6

測定時間 : 300 s バイナリ処理時間 : P4
 XGT径 : 10 μm X線管電圧 : 50 kV
 電流 : 0.560 mA 試料セル : なし
 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
14 Si	K	37.91	0.49	77.69
15 P	K	0.51	0.15	0.94
20 Ca	K	0.95	0.09	1.36
22 Ti	K	0.09	0.06	0.10
26 Fe	K	0.44	0.04	0.45
29 Cu	K	0.22	0.02	0.20
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 バイナリ処理時間 : 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 : スタンドードレス

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
14 Si	K	38.68		0.51	77.66
15 P	K	1.01		0.16	1.84
20 Ca	K	1.47		0.11	2.07
22 Ti	K	0.22		0.06	0.26
26 Fe	K	0.44		0.04	0.45
29 Cu	K	0.27		0.02	0.24
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）

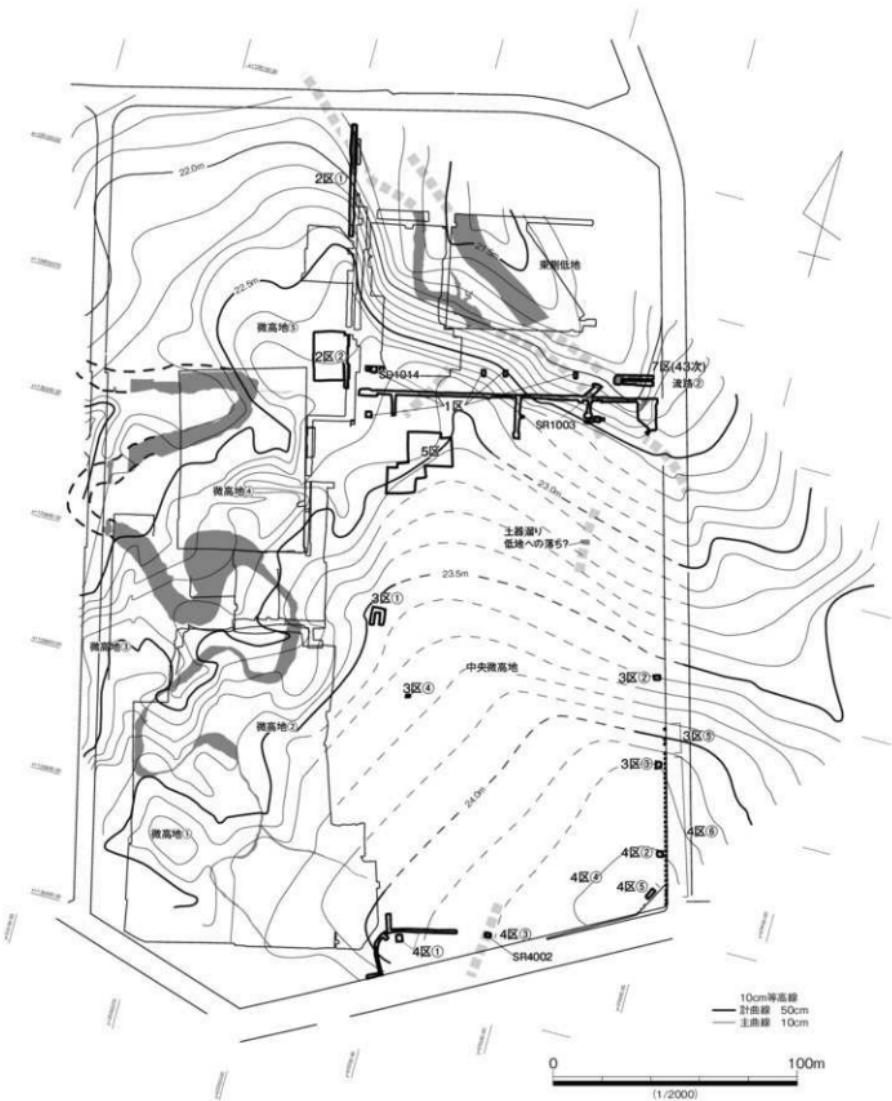
1区は狭長な調査区であったが、微地形を明瞭に反映した住居址や流路の分布を確認した。基盤層IV層の標高より復元した旧地形の復元図（257図）や1区北壁を用いた縱横の縮尺率を変えた図（19図）をみてもわかる通り、基盤層の起伏が明瞭に確認できる。SR1002周辺を境に東側の低地では流路、西側の微高地には竪穴建物や掘立柱建物など居住域が広がり、微地形に制約された遺構のまとまりがみられる。以下に微地形に制約された1区での遺構の変遷をみていく。

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つ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の際を同様なルート



257図 微地形復元図

トで流下している。微高地上では、堅穴建物（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堅穴建物（SH1006）が建てられる。屋外排水溝が接続する堅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、堅穴建物（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激しく進む。当該期の住居址は、堅穴建物（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。

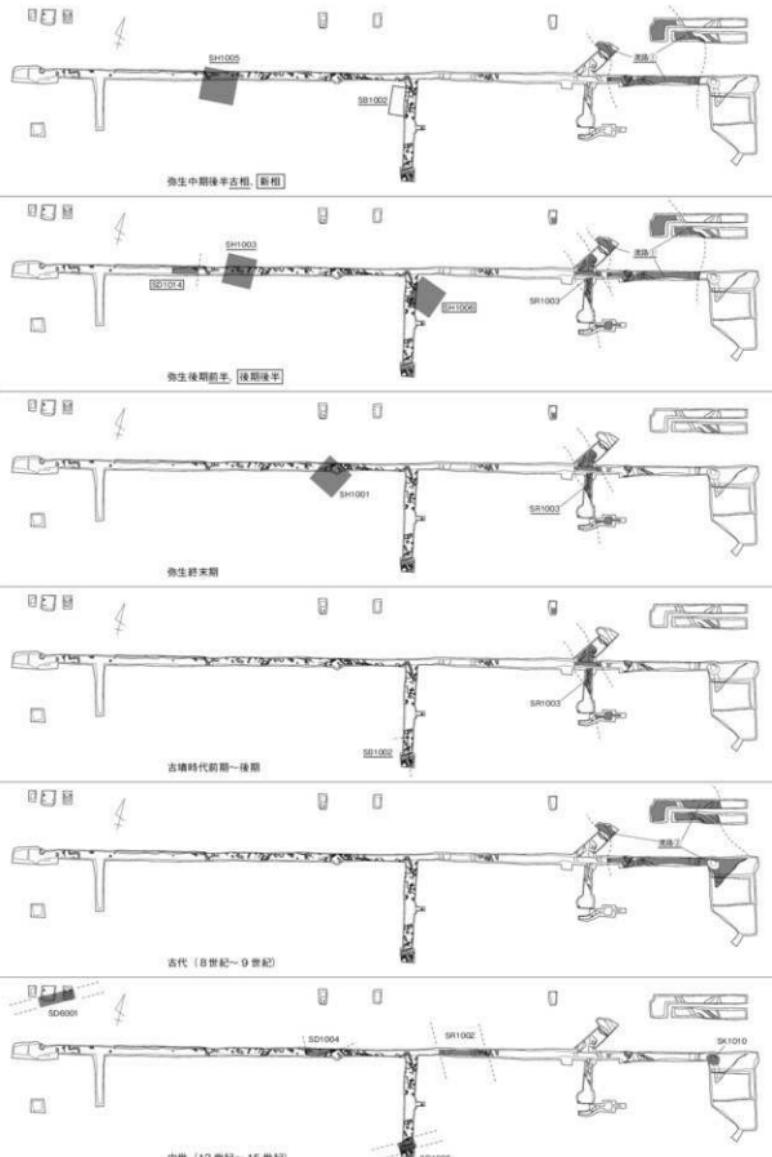
古代（8世紀～9世紀）

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 区構造変遷図

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

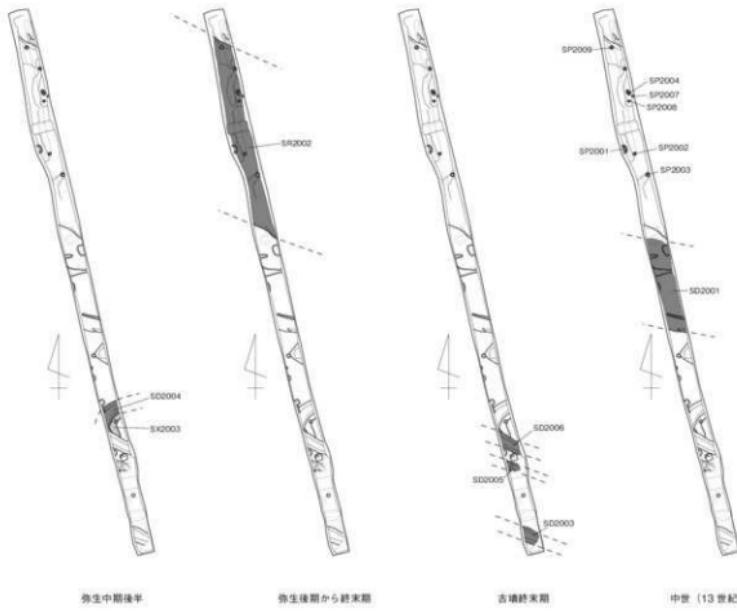
南の微高地に溝（SD2004）が掘削される。周辺の既往報告遺構との接続状況は不明である。低地部分では当該期の流路は確認できない。

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、流水と滯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はほぼ埋め戻される。

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以上ほば並行に直進し、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。狹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

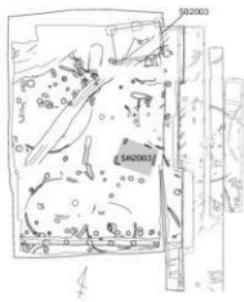
調査区の北西に竪穴建物(SH2007)が建てられる。平面プランは円形をていし、北に二カ所の張出が付属する。この竪穴建物からは豊前にみられる土器とプロポーションがよく似る鉢がある。竪穴建物自体には他地域のものとする材料はないが、「旧練兵場遺跡Ⅱ」で報告されている他地域からの搬入品・模倣品が集中するSR02上層溝下層の時期と概ね重なることからも、当該期の流通の結果の一つと考えられる。

弥生時代後期前半新相

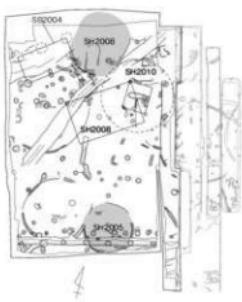
調査区の南に竪穴建物(SH2004)、東に竪穴建物(SH2001)が建てられる。SH2004は平面プラン円形を呈し、北に張出が付属する。SH2001は「旧練兵場遺跡Ⅰ」で報告されていたSH16の古い建物と報告されていたものである。今回の調査で、「旧練兵場遺跡Ⅰ」SH16は竪穴建物の建て替えではなく、二つの竪穴建物(SH2001とSH2006)の重複関係であると判断した。

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。



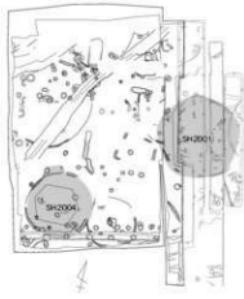
弥生中期後半古相



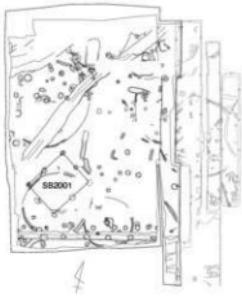
弥生中期後半新相



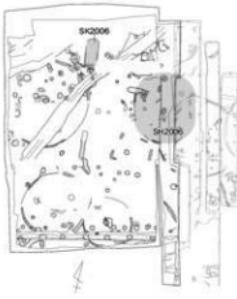
弥生後期前半古相



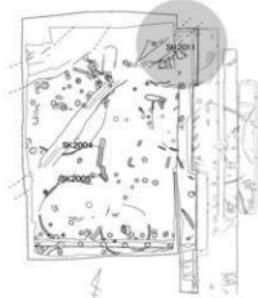
弥生後期前半新相



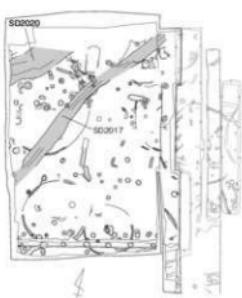
弥生後期後半



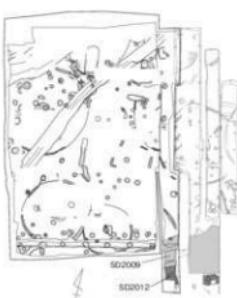
弥生終末古相



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は攪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1.0m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、検出できた堅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。また狭小かつ狹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①SD4006、4区③SR4001・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③SR4001・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の地点に位置する普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、南北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。分析結果より鍛冶鍛治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）・白玉（44点）・劍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に十数例確認でき、ほとんどが渡来系遺物や滑石製模造品と共に伴する。本報告の鉄鋌（894）は鍛冶関連遺物と密接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、岡山県窟木薬師遺跡の堅穴住居-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錯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



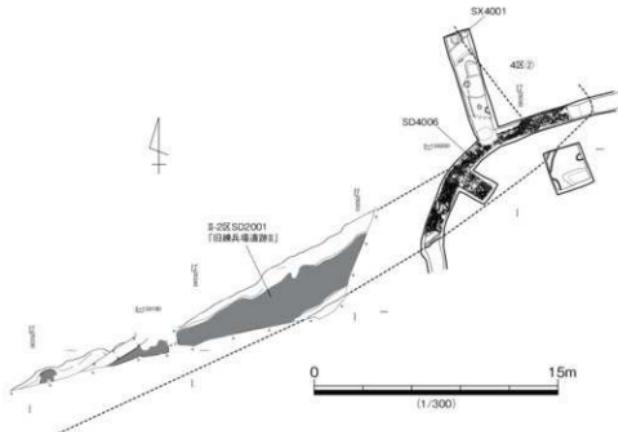
261図 大溝の分布

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、断面形は皿状を呈し、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中央微高地の西縁斜面に位置し、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粒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はほぼ一棟みられる。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22.5m²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

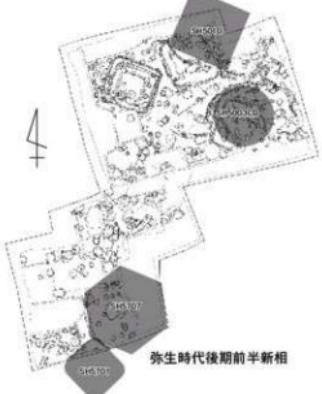
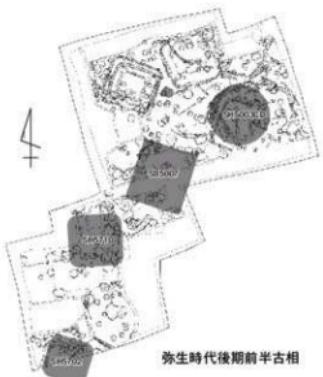
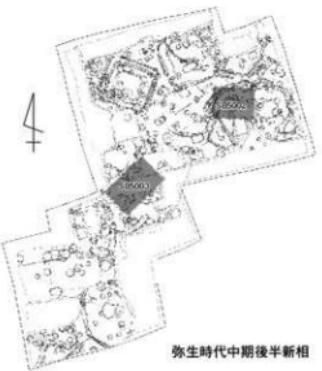
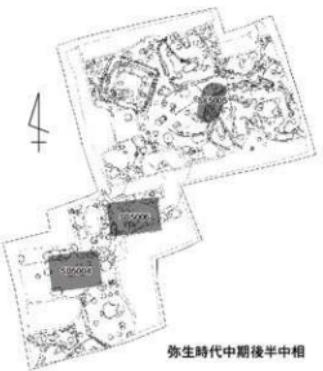
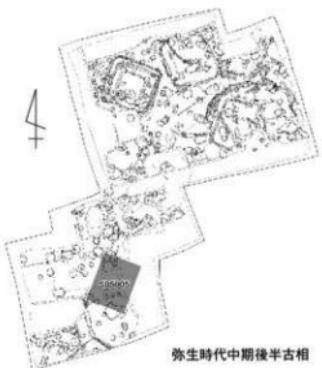
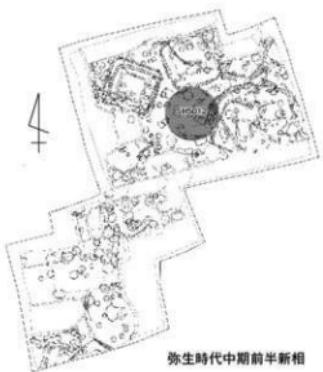
弥生時代終末期古相 SH5005上層、SH5003B 弥生時代終末期新相 SH5003A・SH5001・SH5011がある。

古墳時代前期後半～中期古相

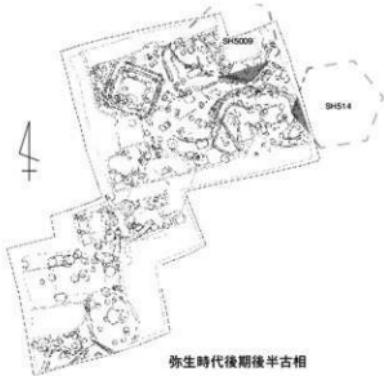
古墳時代前期前半に下る可能性があるSH5003A以外は、前期前半の遺構は皆無である。このような住居址の著しい減少は遺跡内全域にみられる現象であり、かろうじて5区ではSH5002の前期後半～中期初頭に位置づけられる一辺6.0mを測る竪穴建物が一棟確認できる程度である。今回の調査では、SR1003とSR4001が時期的に当該期もしくは近接する時期の遺物を含んでいる遺構である。

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』で報告された終東柱建物（SB3001）の北を区画するSD3005の東の延長線上に位置し、終東柱建物の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、



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

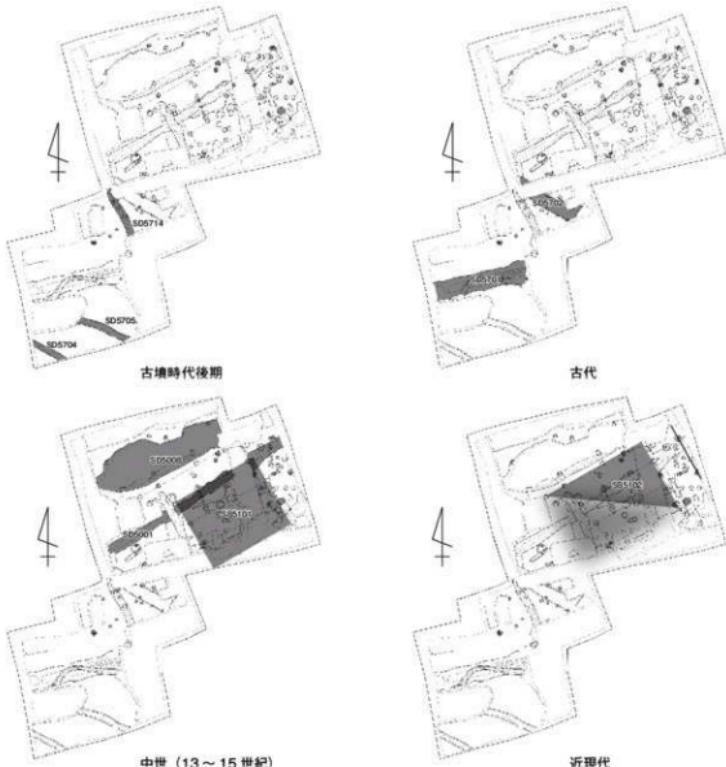


古墳時代前期前半



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。

出土銅鏡の集成（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鏡の集成及びその分布傾向の確認を目的としている。銅鏡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多数多くあると考えられる。また、出土した銅鏡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。鏡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、闊、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、鏡身の長さと幅、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鏡身の長さに長短があるようで、2 つに分類できるようだ。

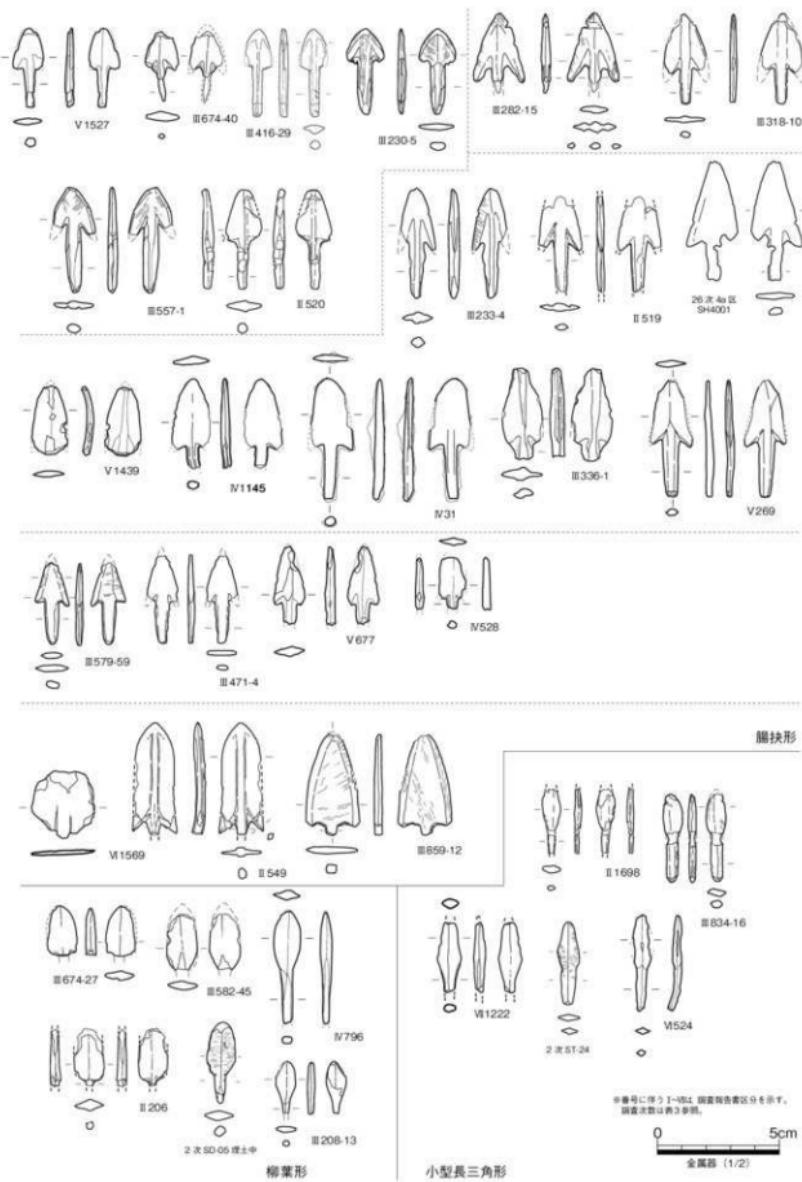
次に銅鏡の出土地点を確認すると、微高地ごとにまとまる傾向にあり、その単位は「旧練兵場遺跡Ⅲ」すでに報告されている単位①～③の各々に相当する。同一建物から複数点出土する堅穴建物（SH35、SH41、SH44、SH1058）は四棟あり、微高地④に展開する単位③の集団に多数保有が偏る傾向はみられる。また以上の四棟の堅穴建物から出土した複数点の銅鏡は、SH35 以外は各建物内で異なる鏡身の形状のものが出土している。SH35 のみ銅鏡保有に特定の形式選択がなされているが、その他の複数点出土している堅穴建物や分布の傾向をみても、大多数は特定の形式選択がなされなかつた可能性がある。それぞれの時期と分布をみても、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鏡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ず、時期差による形式差も見いだせない。複数点出土する堅穴建物は微高地④の単位③に多く、その場合形式の異なる銅鏡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鏡出土する傾向を再確認した。

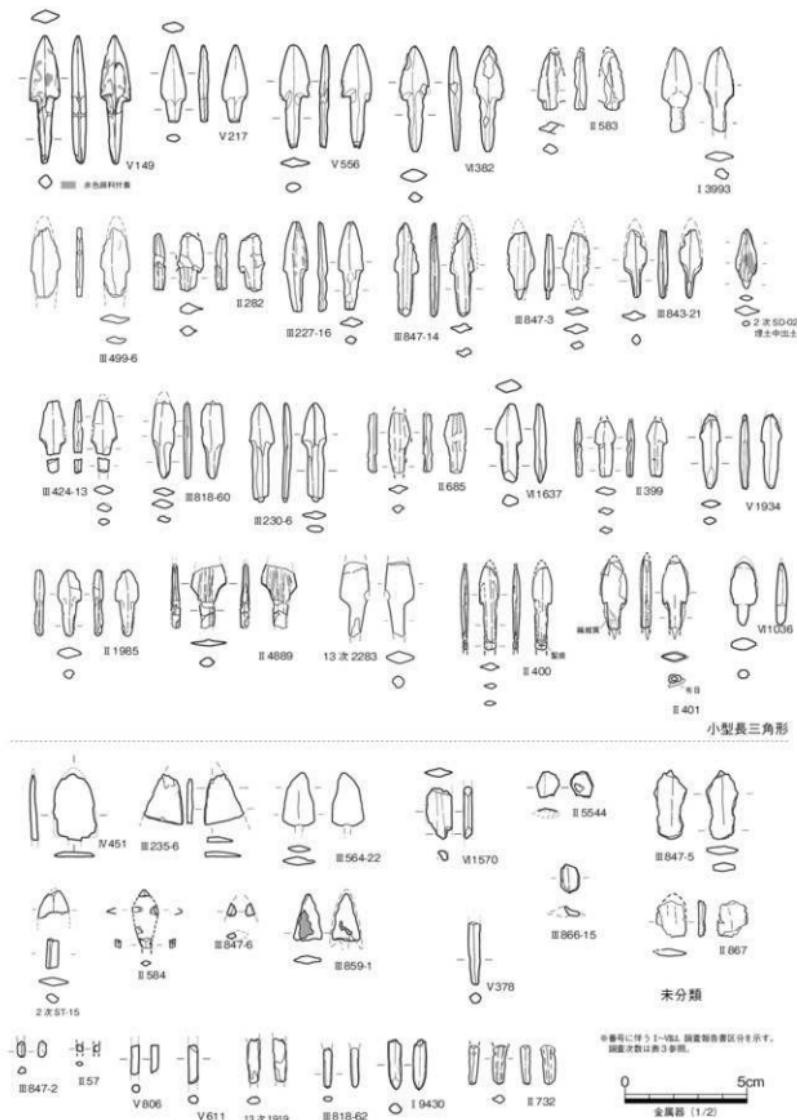
表 13 銅鏡掲載一覧

報告書名	報文番号	造鏡名	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	弥生後期後半古墳を中心とする複数点	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 手部：厚 0.5cm 長 2.25cm 手部：幅 0.53cm 刃部：長 0.85cm 幅 0.85cm
	399			長 3.4cm 刃部：長 1.7cm
	400	SH35	弥生後期前半新段階から後期後半古段階	長 3.3cm 手部：長 4.5～6.0cm 刃部：長 3.45cm 厚 3.0cm
	401			手部：20cm 手部：20cm
	519			刃部：2.05cm 刃部：長 2.1cm 厚 0.45cm
	520	SH41	弥生後期後半古段階	手部：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 手部：厚 0.456cm 幅 0.4cm*
	583	SH44	弥生後期後半新段階	直存長 2.5cm 厚 0.4cm
	584			-
	685	SH56	弥生後期後半新段階	直存長 2.45cm 厚 0.35cm 手部：幅 0.45cm
	732	SH72	終末期	-
	867	SH15	弥生中期後半中段階	-
	1698	SD31	7 世紀代	直存長 2.6cm
	1985	SD76	中世に属する	-
	4899	SR02	古墳前期前半	-
	5644	包含鏡	-	-

報告書名	組文番号	遺構名	時期	大きさ
旧練兵場道路Ⅲ	208-13	弥生終末期前段階	長 21cm 幅 0.8cm 厚 0.3cm	
	SH0006		長 3.6cm 幅 1.0cm 厚 0.4cm	
	227-16	弥生終末期後段階	長 3.5cm 幅 1.6cm 厚 0.3cm	
	SH1057		長 4.0cm 幅 1.0cm 厚 0.3cm	
	230-5	弥生終末期古段階	長 4.5cm 幅 1.5cm 厚 0.4cm	
	SH1058		長 1.8cm 幅 1.6cm 厚 0.2cm	
	230-6	弥生終末期古段階	長 5.3cm 幅 2.1cm 厚 0.4cm	
	SH1059		長 3.7cm 幅 1.8cm 厚 0.3cm	
	233-4	古墳時代前期前半古段階	長 3.8cm 幅 1.7cm 厚 0.6cm	
	SH1060		長 4.5cm 幅 1.5cm 厚 0.4cm	
	235-6	古墳後期後半古段階	長 2.3cm 幅 1.1cm 厚 0.4cm	
	SH1061		長 3.6cm 幅 1.2cm 厚 0.3cm	
	282-15	古墳後期後半中段階	長 3.7cm 幅 1.8cm 厚 0.3cm	
	SH1005		長 3.7cm 幅 1.8cm 厚 0.3cm	
	338-10	古墳終末期古段階	長 3.8cm 幅 1.7cm 厚 0.6cm	
	SH4001		長 4.5cm 幅 1.5cm 厚 0.4cm	
	336-1	古墳終末期中段階	長 4.5cm 幅 1.5cm 厚 0.4cm	
	SH5009		長 3.5cm 幅 1.1cm 厚 0.4cm	
	SP5389	古墳後期のMT15型式併行期	長 4.3cm 幅 1.8cm 厚 0.6cm	
	428-13	古墳後期前葉	長 2.3cm 幅 1.3cm 厚 0.4cm	
	SH9011		長 3.6cm 幅 1.2cm 厚 0.3cm	
	471-4	古墳後期後半TK43型式併行期	長 4.3cm 幅 1.8cm 厚 0.6cm	
	SH1092		長 2.3cm 幅 1.3cm 厚 0.4cm	
	SP1433	古墳後期のTK47型式併行期	長 3.6cm 幅 1.2cm 厚 0.3cm	
	557-1	古墳後期前葉のTK23型式併行期	長 4.3cm 幅 1.8cm 厚 0.6cm	
	SH4001		長 2.3cm 幅 1.3cm 厚 0.4cm	
	564-22	古墳後期前葉のTK23型式併行期	長 3.6cm 幅 1.2cm 厚 0.3cm	
	SH1004		長 2.3cm 幅 1.3cm 厚 0.4cm	
	579-59	古墳後期前のTK29	長 3.6cm 幅 1.4cm 厚 0.3cm	
	SH3002	古墳後期後葉のTK290型式併行期	長 2.3cm 幅 1.3cm 厚 0.3cm	
	582-45	古墳後期後葉のTK290型式併行期	長 2.1cm 幅 1.3cm 厚 0.4cm	
	SH3002		長 2.7cm 幅 1.4cm 厚 0.4cm	
	674-27	古墳後期後葉～古代	長 3.1cm 幅 0.9cm 厚 0.3cm	
	SD0005		長 1.6cm 幅 0.3cm 厚 0.2cm	
	674-40	古墳後期後葉～古代	長 3.1cm 幅 0.9cm 厚 0.3cm	
	SD0005		長 2.7cm 幅 1.4cm 厚 0.4cm	
	828-60	中世後半	長 3.1cm 幅 0.9cm 厚 0.3cm	
	SD2001		長 3.1cm 幅 0.9cm 厚 0.3cm	
	818-62		長 1.6cm 幅 0.3cm 厚 0.2cm	
	838-16	SP3097	-	長 3.5cm 幅 0.9cm 厚 0.3cm
	843-21	SP1143	-	長 2.8cm 幅 0.9cm 厚 0.3cm
	847-2	包合層	-	長 0.6cm 幅 0.3cm 厚 0.2cm
	847-3	包合層	-	長 2.7cm 幅 1.1cm 厚 0.4cm
	847-5	包合層	-	長 2.8cm 幅 1.3cm 厚 0.4cm
	847-6	包合層	-	長 0.4cm 幅 0.3cm 厚 0.2cm
	847-14	包合層	-	長 3.8cm 幅 1.0cm 厚 0.4cm
	859-1	包合層	-	長 1.9cm 幅 1.2cm 厚 0.3cm
	859-12	包合層	-	長 4.1cm 幅 2.3cm 厚 0.4cm
	866-15	包合層	-	長 1.2cm 幅 0.8cm 厚 0.3cm
旧練兵場道路Ⅳ	31	SH04	弥生時代後葉	長 4.9cm 幅 1.7cm 厚 0.4cm
	451	複瓦	-	長 2.7cm 幅 1.6cm 厚 0.3cm
	528	SH03	TK47あるいはMT15型式併行期	長 2.1cm 幅 1.16-4cm 厚 0.30-3cm
	796	造営候	-	長 4.6cm 幅 1.16-4cm 厚 0.40-3cm
	1145	SH05	弥生時代後葉前半	長 3.7cm 幅 1.55cm 厚 0.4cm
旧練兵場道路Ⅴ	149	SH16	古墳時代中期から後期	長 4.6cm 幅 1.25cm 厚 0.65cm
	217	SH20	6世紀中期から後葉	長 3.15cm 幅 1cm 厚 0.4cm
	269	SH22	造営候	長 4.8cm 幅 1.7cm 厚 0.27-0.3cm
	378	SH01	弥生時代後葉新末期新段階から古墳時代前葉前半古段階	長 2.55cm 幅 0.45cm 厚 0.4cm
	556	SH10	古墳時代後葉	長 4.2cm 幅 1.2cm 厚 0.4cm
	611	SH01(SP94)	奈良時代	長 1.55cm 幅 0.4cm 厚 0.3cm
	677	SH906SK059	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 部厚積層	古墳時代後葉から奈良時代	長 4.25cm 幅 1.25cm 厚 0.25cm
	1934	SD0815	-	長 30cm 幅 0.8cm 厚 0.3cm
旧練兵場道路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	弥生時代後葉後半	長 2.7cm 幅 2.6cm 厚 0.3cm
	1570			
	1637	SH3001	弥生時代後葉前半	長 3.2cm 幅 1.1cm 厚 0.5cm
旧練兵場道路Ⅶ	1222	SH5003	弥生時代後葉新相	長 2.9cm 幅 1.0cm 厚 0.4cm
弘治川西岸道路	1919	SH45	弥生時代後葉前半から中葉	長 1.8cm 幅 0.5cm 厚 0.3cm
	2283	SH55	弥生時代後葉前半から後葉	長 3.0cm 幅 1.2cm 厚 0.6cm
綾ノ宗道跡	S7-15	ST-15	弥生時代後葉前半	-
	ST-24	ST-24	弥生時代後葉前半	-
	SD-02	SD-02	古墳時代後葉	-
	SD-05	SD-05	古墳時代後葉	-
旧練兵場道路 26 次		SH4001	後葉前半	-



266図 銅鏡集成 1



267図 銅鑑集成2