

第4章 自然科学分析の成果

第1節 殿河内ウルミ谷遺跡の自然科学分析

パリオ・サーヴェイ株式会社

はじめに

殿河内ウルミ谷遺跡では、弥生時代中期から中・近世にかけての遺構・遺物が検出されている。集落跡に伴う遺構が検出されている。このうち、飛鳥時代から奈良時代には、鍛冶工房が存在したことが確認されている。

本報告では、各遺構の年代確認のための放射性炭素年代測定、木材利用を検討するための樹種同定、古環境を検討するための土壌分析(珪藻分析・花粉分析・植物珪酸体分析)、須恵器内に認められる黒色物質の由来を検討するための赤外分光分析(IR分析)を実施する。

I 放射性炭素年代測定

1 試料

試料は、各遺構から出土した炭化材19点(試料No.1~19)である。各試料の観察結果等を表52に示す。

表52 年代測定試料

No.	取上No.	地区	遺構	層位	種類	心・辺材	重量	試料の大きさ	色	乾湿	付着物の有無	残試料
1	1723	A区	SK1	埋土	炭化材	辺材	0.5 g	8×3×1cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
2	1725	A区	SK1	埋土	炭化材	不明	0.5 g	8×8×3cm	黒	乾燥	無	有
3	788①	A区	SK2	検出中	炭化材	辺材	0.5 g	5×5×1cm	黒	乾燥	土壌	有
4	1471①	A区	SK2	埋土	炭化材	不明	0.5 g	破片多数	黒	乾燥	土壌(微量)	有
5	1358①	A区	SK7	4層	炭化材	辺材	0.5 g	4×5×6cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
6	1235①	A区	SK7	4層	炭化材	不明	0.5 g	4×4×1cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
7	1473①	A区	SK11	埋土	炭化材	不明	0.5 g	4.5×3×1cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
8	1473②	A区	SK11	埋土	炭化材	不明	0.5 g	3.5×1×1.8cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
9	1473③	A区	SK11	埋土	炭化材	不明	0.5 g	3.5×4×1cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
10	566	A区	I9グリッド		炭化材	不明	0.2 g	破片多数	黒	乾燥	鉄滓	有
11	986	A区	I9グリッド(a~c-1区)	黄褐色砂礫	炭化材	不明	0.2 g	破片多数	黒	乾燥	鉄滓	有
12	1043	A区	I9グリッド(a~c-4・5区)	黄褐色砂礫	炭化材	不明	0.2 g	破片4片	黒	乾燥	鉄滓	有
13	1020	A区	E6グリッド	砂礫層	炭化材	不明	0.2 g	破片多数	黒	乾燥	鉄滓	有
14	877	C区	SK6	床面	炭化材	不明	0.2 g	1.5×1×0.5cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
15	175	C区	SS5	③層	炭化材	不明	0.2 g	2×1.2×0.8cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
16	1830	C区	SS8-1(c-2)	貼床	炭化材	不明	0.2 g	破片3片	黒	乾燥	土壌(微量)	有
17	1027	C区	SS9	埋土	炭化材	不明	0.2 g	破片4片	黒	乾燥	土壌(微量)	有
18	1218	C区	SS12	埋土	炭化材	不明	0.5 g	3.5×2.4×1cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有
19	1251	C区	SS15	暗黄褐色土	炭化材	不明	0.5 g	2×1.5×1cm	黒	乾燥	土壌(微量)	有

2 分析方法

測定に供する各炭化材の状況を記載し、写真撮影を行う。試料に土壌や根などの目的物と異なる年代を持つものが付着している場合、これらをピンセット、超音波洗浄などにより物理的に除去する。その後HClによる炭酸塩等酸可溶性成分の除去、NaOHによる腐植酸等アルカリ可溶性成分の除去、HClによりアルカリ処理時に生成した炭酸塩等酸可溶性成分を除去する(酸・アルカリ・酸処理)。試料をバイコール管に入れ、1 gの酸化銅(II)と銀箔(硫化物を除去するため)を加えて、管内を真空にして封じきり、500℃(30分)850℃(2時間)で加熱する。液体窒素と液体窒素+エタノールの温度差を利用し、

表53 放射性炭素年代測定結果(1)

試料No 取上No	種類	測定年代 BP	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	補正年代 (暦年較正用) BP	暦年較正結果				Code No
					誤差	cal BC/AD		cal BP	
試料No1 取上No1723	炭化材	1,030 ± 20	-25.89 ± 0.48	1,010 ± 20 (1,013 ± 22)	σ	cal AD 995 - cal AD 1,007	cal BP 955 - 943	0.337	IAAA- 123435
						cal AD 1,011 - cal AD 1,026	cal BP 939 - 924	0.663	
					2σ	cal AD 984 - cal AD 1,040	cal BP 966 - 910	0.995	
						cal AD 1,110 - cal AD 1,113	cal BP 840 - 837	0.005	
試料No2 取上No1725	炭化材	1,030 ± 20	-28.80 ± 0.24	970 ± 20 (965 ± 22)	σ	cal AD 1,024 - cal AD 1,046	cal BP 926 - 904	0.436	IAAA- 123436
						cal AD 1,093 - cal AD 1,120	cal BP 857 - 830	0.459	
					2σ	cal AD 1,140 - cal AD 1,148	cal BP 810 - 802	0.106	
						cal AD 1,019 - cal AD 1,055	cal BP 931 - 895	0.375	
試料No3 取上No788①	炭化材	1,080 ± 20	-29.24 ± 0.31	1,010 ± 20 (1,007 ± 22)	σ	cal AD 996 - cal AD 1,006	cal BP 954 - 944	0.239	IAAA- 123437
						cal AD 1,012 - cal AD 1,030	cal BP 938 - 920	0.761	
					2σ	cal AD 986 - cal AD 1,043	cal BP 964 - 907	0.960	
						cal AD 1,103 - cal AD 1,118	cal BP 847 - 832	0.037	
試料No4 取上No1471①	炭化材	1,050 ± 20	-26.48 ± 0.28	1,020 ± 20 (1,022 ± 21)	σ	cal AD 995 - cal AD 1,007	cal BP 955 - 943	0.496	IAAA- 123438
						cal AD 1,011 - cal AD 1,022	cal BP 939 - 928	0.504	
					2σ	cal AD 985 - cal AD 1,030	cal BP 965 - 920	1.000	
試料No5 取上No1358①	炭化材	90 ± 20	-22.80 ± 0.50	130 ± 20 (128 ± 22)	σ	cal AD 1,683 - cal AD 1,706	cal BP 267 - 244	0.170	IAAA- 123439
						cal AD 1,720 - cal AD 1,735	cal BP 230 - 215	0.130	
						cal AD 1,805 - cal AD 1,819	cal BP 145 - 131	0.110	
						cal AD 1,833 - cal AD 1,881	cal BP 117 - 69	0.442	
					2σ	cal AD 1,915 - cal AD 1,931	cal BP 35 - 19	0.144	
						cal AD 1,951 - cal AD 1,952	cal BP -1 - -2	0.004	
						cal AD 1,680 - cal AD 1,764	cal BP 270 - 186	0.346	
						cal AD 1,800 - cal AD 1,892	cal BP 150 - 58	0.495	
試料No6 取上No1235①	炭化材	70 ± 20	-21.20 ± 0.24	130 ± 20 (127 ± 21)	σ	cal AD 1,683 - cal AD 1,706	cal BP 267 - 244	0.168	IAAA- 123440
						cal AD 1,720 - cal AD 1,734	cal BP 230 - 216	0.125	
						cal AD 1,806 - cal AD 1,819	cal BP 144 - 131	0.111	
						cal AD 1,833 - cal AD 1,881	cal BP 117 - 69	0.452	
					2σ	cal AD 1,915 - cal AD 1,930	cal BP 35 - 20	0.140	
						cal AD 1,951 - cal AD 1,952	cal BP -1 - -2	0.004	
						cal AD 1,680 - cal AD 1,739	cal BP 270 - 211	0.288	
						cal AD 1,742 - cal AD 1,763	cal BP 208 - 187	0.048	
試料No7 取上No1473①	炭化材	1,000 ± 20	-24.35 ± 0.28	1,010 ± 20 (1,006 ± 21)	σ	cal AD 997 - cal AD 1,005	cal BP 953 - 945	0.185	IAAA- 123441
						cal AD 1,012 - cal AD 1,030	cal BP 938 - 920	0.815	
					2σ	cal AD 987 - cal AD 1,043	cal BP 963 - 907	0.966	
						cal AD 1,105 - cal AD 1,118	cal BP 845 - 832	0.031	
試料No8 取上No1473②	炭化材	1,070 ± 20	-28.19 ± 0.25	1,020 ± 20 (1,020 ± 22)	σ	cal AD 995 - cal AD 1,007	cal BP 955 - 943	0.468	IAAA- 123442
						cal AD 1,011 - cal AD 1,023	cal BP 939 - 927	0.532	
					2σ	cal AD 983 - cal AD 1,033	cal BP 967 - 917	1.000	
試料No9 取上No1473③	炭化材	980 ± 20	-26.28 ± 0.29	960 ± 20 (962 ± 23)	σ	cal AD 1,024 - cal AD 1,046	cal BP 926 - 904	0.393	IAAA- 123443
						cal AD 1,090 - cal AD 1,121	cal BP 860 - 829	0.475	
					2σ	cal AD 1,139 - cal AD 1,148	cal BP 811 - 802	0.131	
						cal AD 1,020 - cal AD 1,058	cal BP 930 - 892	0.352	
試料No10 取上No566	炭化材	1,020 ± 20	-24.86 ± 0.23	1,020 ± 20 (1,019 ± 22)	σ	cal AD 995 - cal AD 1,007	cal BP 955 - 943	0.462	IAAA- 123444
						cal AD 1,011 - cal AD 1,024	cal BP 939 - 926	0.538	
					2σ	cal AD 983 - cal AD 1,034	cal BP 967 - 916	1.000	
試料No11 取上No986	炭化材	1,020 ± 20	-20.93 ± 0.33	1,080 ± 20 (1,082 ± 22)	σ	cal AD 899 - cal AD 919	cal BP 1,051 - 1,031	0.330	IAAA- 123445
						cal AD 952 - cal AD 957	cal BP 998 - 993	0.054	
					2σ	cal AD 961 - cal AD 993	cal BP 989 - 957	0.615	
						cal AD 895 - cal AD 924	cal BP 1,055 - 1,026	0.289	
試料No12 取上No1043	炭化材	1,030 ± 20	-23.14 ± 0.25	1,070 ± 20 (1,065 ± 21)	σ	cal AD 974 - cal AD 1,015	cal BP 976 - 935	1.000	IAAA- 123446
						cal AD 899 - cal AD 919	cal BP 1,051 - 1,031	0.148	
					2σ	cal AD 948 - cal AD 1,020	cal BP 1,002 - 930	0.852	
試料No13 取上No1020	炭化材	1,140 ± 20	-26.10 ± 0.32	1,130 ± 20 (1,125 ± 22)	σ	cal AD 893 - cal AD 900	cal BP 1,057 - 1,050	0.136	IAAA- 123447
						cal AD 917 - cal AD 966	cal BP 1,033 - 984	0.864	
					2σ	cal AD 883 - cal AD 983	cal BP 1,067 - 967	1.000	

表54 放射性炭素年代測定結果 (2)

試料No 取上No	種類	測定年代 BP	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	補正年代 (暦年較正用) BP	暦年較正結果				Code No
					誤差	cal BC/AD		cal BP	
試料No14 取上No877	炭化材	210 ± 20	-22.40 ± 0.45	250 ± 20 (248 ± 21)	σ	cal AD 1,644 - cal AD 1,664	cal BP 306 - 286	0.975	IAAA- 123448
						cal AD 1,789 - cal AD 1,790	cal BP 161 - 160	0.025	
					2σ	cal AD 1,532 - cal AD 1,536	cal BP 418 - 414	0.005	
						cal AD 1,635 - cal AD 1,669	cal BP 315 - 281	0.780	
						cal AD 1,781 - cal AD 1,798	cal BP 169 - 152	0.205	
						cal AD 1,946 - cal AD 1,951	cal BP 4 - -1	0.010	
試料No15 取上No175	炭化材	1,410 ± 20	-27.97 ± 0.34	1,360 ± 20 (1,362 ± 22)	σ	cal AD 651 - cal AD 667	cal BP 1,299 - 1,283	1.000	IAAA- 123449
					2σ	cal AD 641 - cal AD 682	cal BP 1,309 - 1,268	1.000	
試料No16 取上No1830	炭化材	1,340 ± 20	-26.94 ± 0.28	1,310 ± 20 (1,311 ± 23)	σ	cal AD 663 - cal AD 693	cal BP 1,287 - 1,257	0.721	IAAA- 123450
						cal AD 748 - cal AD 764	cal BP 1,202 - 1,186	0.279	
					2σ	cal AD 658 - cal AD 721	cal BP 1,292 - 1,229	0.731	
						cal AD 741 - cal AD 770	cal BP 1,209 - 1,180	0.269	
試料No17 取上No1027	炭化材	1,300 ± 20	-28.72 ± 0.44	1,240 ± 20 (1,237 ± 24)	σ	cal AD 694 - cal AD 703	cal BP 1,256 - 1,247	0.062	IAAA- 123451
						cal AD 706 - cal AD 748	cal BP 1,244 - 1,202	0.472	
					2σ	cal AD 765 - cal AD 782	cal BP 1,185 - 1,168	0.208	
						cal AD 789 - cal AD 811	cal BP 1,161 - 1,139	0.198	
						cal AD 847 - cal AD 855	cal BP 1,103 - 1,095	0.060	
						cal AD 688 - cal AD 753	cal BP 1,262 - 1,197	0.435	
試料No18 取上No1218	炭化材	1,360 ± 20	-23.44 ± 0.37	1,380 ± 20 (1,382 ± 23)	σ	cal AD 644 - cal AD 662	cal BP 1,306 - 1,288	1.000	IAAA- 123452
					2σ	cal AD 616 - cal AD 670	cal BP 1,334 - 1,280	1.000	
試料No19 取上No1251	炭化材	990 ± 20	-25.31 ± 0.28	980 ± 20 (983 ± 21)	σ	cal AD 995 - cal AD 1,007	cal BP 955 - 943	0.462	IAAA- 123453
						cal AD 1,011 - cal AD 1,024	cal BP 939 - 926	0.538	
					2σ	cal AD 983 - cal AD 1,034	cal BP 967 - 916	1.000	

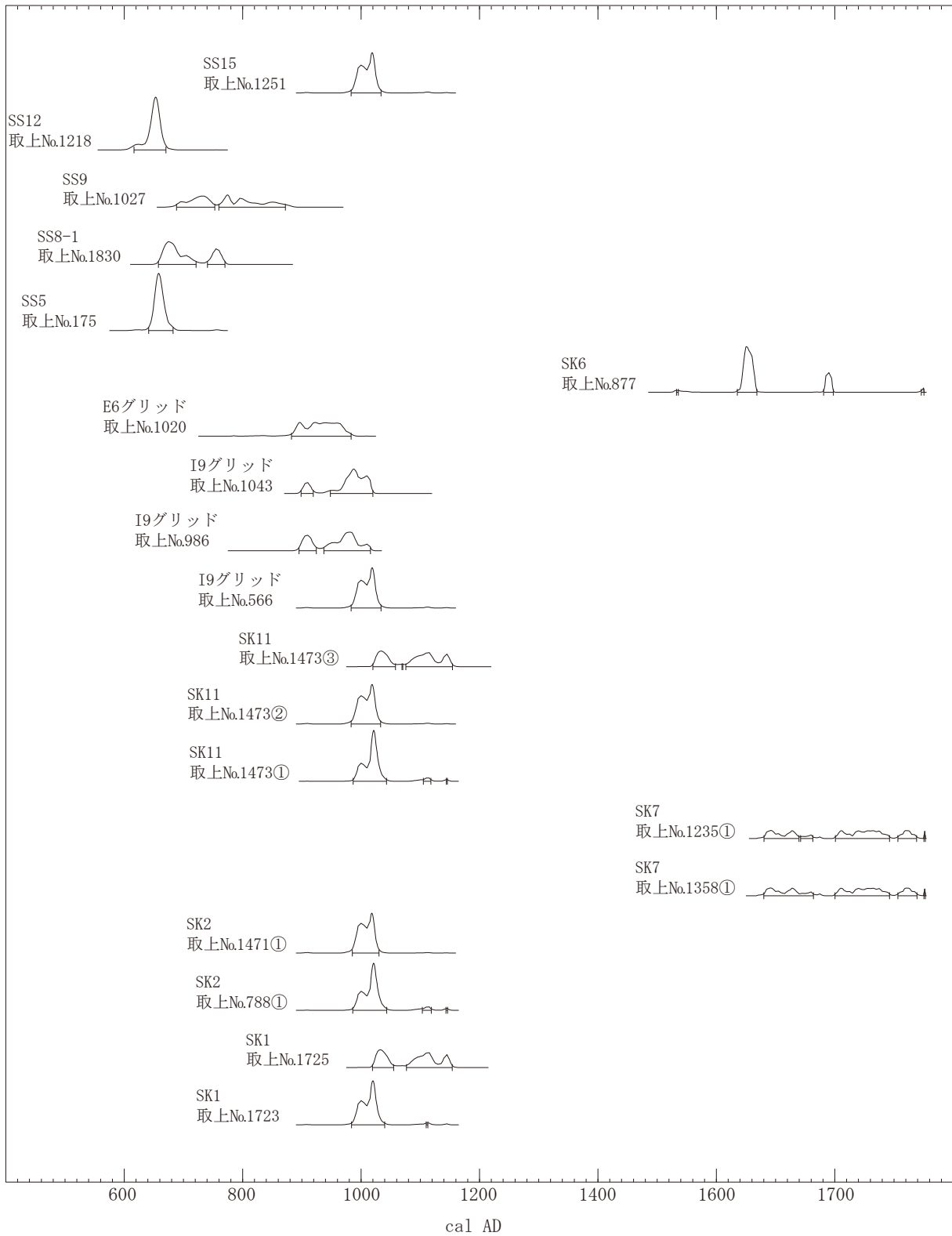
- 1) 試料の前処理は、全て酸処理-アルカリ処理-酸処理(AAA処理)である。
- 2) 年代値の算出には、Libbyの半減期5568年を使用した。
- 3) BP年代値は、1950年を基点として何年前であることを示す。
- 4) 付記した誤差は、測定誤差 σ (測定値の68%が入る範囲)を年代値に換算した値。
- 5) 暦年の計算には、RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM CALIB REV6.0(Copyright 1986-2010 M Stuiver and PJ Reimer)を使用した。
- 6) 暦年の計算には、補正年代に()で暦年較正用年代として示した、一桁目を丸める前の値を使用している。
- 7) 年代値は、1桁目を丸めるのが慣例だが、暦年較正曲線や暦年較正プログラムが改正された場合の再計算や比較が行いやすいように、暦年較正用年代値は1桁目を丸めていない。
- 8) 統計的に真の値が入る確率は σ は68.3%、 2σ は95.4%である
- 9) 相対比は、 σ 、 2σ のそれぞれを1とした場合、確率的に真の値が存在する比率を相対的に示したものである。

真空ラインにてCO₂を精製する。真空ラインにてバイコール管に精製したCO₂と鉄・水素を投入し封じ切る。鉄のあるバイコール管底部のみを650°Cで10時間以上加熱し、グラファイトを生成する。化学処理後のグラファイト・鉄粉混合試料を内径1mmの孔にプレスして、タンデム加速器のイオン源に装着し、測定する。

測定機器は、3MV小型タンデム加速器をベースとした¹⁴C-AMS専用装置(NEC Pelletron 9SDH-2)を使用する。AMS測定時に、標準試料である米国国立標準局(NIST)から提供されるシュウ酸(HOX-II)とバックグラウンド試料の測定も行う。また、測定中同時に¹³C/¹²Cの測定も行うため、この値を用いて $\delta^{13}\text{C}$ を算出する。

放射性炭素の半減期はLIBBYの半減期5,568年を使用する。また、測定年代は1950年を基点とした年代(BP)であり、誤差は標準偏差(One Sigma;68%)に相当する年代である。なお、暦年較正は、RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM CALIB REV6.0.0(Copyright 1986-2010 M Stuiver and PJ Reimer)を用い、誤差として標準偏差(One Sigma)を用いる。

暦年較正とは、大気中の¹⁴C濃度が一定で半減期が5568年として算出された年代値に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の¹⁴C濃度の変動、及び半減期の違い(¹⁴Cの半減期5730 ± 40年)を較正することである。暦年較正に関しては、本来10年単位で表すのが通例であるが、将来的に暦年較正プログラムや暦年較正曲線の改正があった場合の再計算、再検討に対応するため、1年単位



第152図 暦年較正結果(確率分布：2σ)

で表している。暦年較正は、測定誤差 σ 、 2σ (σ は統計的に真の値が68%、 2σ は真の値が95%の確率で存在する範囲)双方の値を示す。また、表中の相対比とは、 σ 、 2σ の範囲をそれぞれ1とした場合、その範囲内で真の値が存在する確率を相対的に示したものである。

3 結果

放射性炭素年代測定結果および暦年較正結果を表53・54、第152図に示す。炭化材の同位体効果による補正を行った測定結果は、1,380~1,240±20BP(グループA;試料No.15~18)、1,130~1,070±20BP(グループB;試料No.11~13)、960~1,020±20BP(グループC;試料No.1~4,7~10,19)、250±20BP(グループD;試料No.14)、130±20BP(グループE;試料No.5,6)に分けられる。また、測定誤差を2σで計算した暦年較正結果(確率1)は、グループAがcal AD658-872、グループBがcal AD883-1,020、グループCがcal AD983-1,154、グループDがcal AD1,635-1,669、グループEがcal AD1,800-1,892である。

4 考察

各遺構の放射性炭素年代測定の結果、補正年代はA~Eの5グループに分けられる。測定した中で最も古い年代が得られたグループA(試料No.15~18)は、補正年代が1,380~1,240±20BPで、全てC地区の住居跡になる。暦年較正結果から、7世紀中頃から9世紀にかけての住居跡と考えられる。Aグループ内で約140年の年代差があり、住居の年代の違いを反映している可能性がある。

グループB(試料No.11~13)は、補正年代が1,130~1,070±20BPで、全てA区の鉄滓付着炭化材である。暦年較正結果から、9世紀末頃から11世紀初頭の年代が推定される。次のグループCとの年代差は僅かであり、同じ鉄滓付着炭化材の中にグループCに入る年代が得られた試料があることを考慮すると、グループBと一連の可能性はある。

グループC(試料No.1~4,7~10,19)は、補正年代が960~1,020±20BPのグループで、今回の試料の約半数を占める。暦年較正結果から、10世紀末頃から12世紀中頃の年代が推定される。

グループDは、試料No.14(SK6)の1点のみで、補正年代は250±20BPである。暦年較正結果から17世紀代の可能性がある。

グループE(試料No.5,6)は、SK7から出土した2点で、いずれも補正年代が130±20BPを示す。暦年較正結果から、19世紀代の可能性が考えられる。

II 樹種同定

1 試料

試料は、各遺構から出土した炭化材21点(試料No.1~21)である。各試料の詳細は、樹種同定結果と共に表55に記す。

2 分析方法

各試料について、木口(横断面)・柁目(放射断面)・板目(接線断面)の3断面の割断面を作製し、実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて木材組織の種類や配列を観察し、その特徴を現生標本および独立行政法人森林総合研究所の日本産木材識別データベースと比較して種類(分類群)を同定する。

なお、木材組織の名称や特徴は、島地・伊東(1982)、Wheeler他(1998)、Richter他(2006)を参考にする。また、日本産樹木の木材組織については、林(1991)や伊東(1995,1996,1997,1998,1999)を参考にする。

表55 樹種同定結果

試料No.	地区	遺構名	層位	取上No.	種類	備考
1	A区	SK1	埋土	1464	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	
2	A区	SK1	埋土	1723	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	C14試料No.1と同一個体
3	A区	SK1	埋土	1724	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	
4	A区	SK1	埋土	1725	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	C14試料No.2と同一個体
5	A区	SK1	埋土	1727	コナラ属コナラ亜属コナラ節	
6	A区	SK2	検出中	788①	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	C14試料No.3と同一個体
7	A区	SK2	検出中	788②	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	
8	A区	SK2	検出中	788③	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	
9	A区	SK2	埋土	1471①	コナラ属コナラ亜属コナラ節	C14試料No.4と同一個体
10	A区	SK2	埋土	1471②	コナラ属コナラ亜属コナラ節	
11	A区	SK7	4層	1358①	マツ属複雑管束亜属	C14試料No.5と同一個体
12	A区	SK7	4層	1235①	マツ属複雑管束亜属	C14試料No.6と同一個体
13	A区	SK7	4層	1235②	マツ属複雑管束亜属	
14	A区	SK7	4層	1235③	マツ属複雑管束亜属	
15	A区	SK7	4層	1829	マツ属複雑管束亜属	
16	A区	SK11	埋土	1473①	コナラ属コナラ亜属コナラ節	C14試料No.7と同一個体
17	A区	SK11	埋土	1473②	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	C14試料No.8と同一個体
18	A区	SK11	埋土	1473③	コナラ属コナラ亜属コナラ節	C14試料No.9と同一個体
19	A区	SK11	埋土	1527	コナラ属コナラ亜属クヌギ節	
20	A区	E6グリッド	砂礫層	1020	クリ	鉄滓。C14試料No.13と同一個体
21	C区	SK6	床面	877	マツ属複雑管束亜属	C14試料No.14と同一個体

3 結果

樹種同定結果を表55に示す。炭化材は、針葉樹1分類群(マツ属複雑管束亜属)と広葉樹3分類群(コナラ属コナラ亜属クヌギ節・コナラ属コナラ亜属コナラ節・クリ)に同定された。各分類群の解剖学的特徴等を記す。

- ・マツ属複雑管束亜属(*Pinus* subgen. *Diploxylon*) マツ科

軸方向組織は仮道管と垂直樹脂道で構成される。仮道管の早材部から晩材部への移行は急～やや緩やかで、晩材部の幅は広い。垂直樹脂道は晩材部に認められる。放射組織は、仮道管、柔細胞、水平樹脂道、エピセリウム細胞で構成される。分野壁孔は窓状となる。放射仮道管内壁には鋸歯状の突起が認められる。放射組織は単列、1～15細胞高。

- ・コナラ属コナラ亜属クヌギ節(*Quercus* subgen. *Quercus* sect. *Cerris*) ブナ科

環孔材で、孔圏部は1～3列、道管は孔圏外で急激に径を減じたのち、単独で放射方向に配列し、年輪界に向かって径を漸減させる。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性、単列、1～20細胞高のものと複合放射組織とがある。

- ・コナラ属コナラ亜属コナラ節(*Quercus* subgen. *Quercus* sect. *Prinus*) ブナ科

環孔材で、孔圏部は1～2列、道管は孔圏外で急激に径を減じたのち、漸減しながら火炎状に配列する。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性、単列、1～20細胞高のものと複合放射組織とがある。

- ・クリ(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) ブナ科クリ属

環孔材で、孔圏部は3～4列、道管は孔圏外で急激に径を減じたのち、漸減しながら火炎状に配列する。道管は単穿孔を有し、壁孔は交互状に配列する。放射組織は同性、単列、1～15細胞高。

4 考察

炭化材には、合計4種類が認められた。各種類の材質をみると、針葉樹のマツ属複雑管束亜属は、軽軟であるが、強度・保存性は比較的高い。燃料材としては、松脂を多く含み、燃焼性が高く、高温

第4章 自然科学分析の成果

が得られるが、持続性は低い。広葉樹のクヌギ節、コナラ節、クリは、重硬で強度が高い。燃料材としては、クヌギ節とコナラ節は、国産材の中で薪炭材として最も優良な種類であり、火付きは悪いが、持続性がある。一方、クリは、生木では硬いが、製炭すると、柔らかく燃焼性の高い炭になり、火付きも良いが、持続性は低い。

遺構別にみると、SK 1、SK 2、SK11は、クヌギ節とコナラ節が混在している点で、よく似た種類構成を示す。これらは、年代測定の結果でも同時期の遺構と考えられ、クヌギ節とコナラ節が混在した状態で燃料などに利用されたことが推定される。一方、年代測定の結果で、SK 1、SK 2、SK11よりもやや古い年代を示した鉄滓付着炭化材(試料No.20)は、クリであり、製鉄にクリ材が燃料として利用されたことが推定される。前述のように、クリは、木炭にすると、燃焼性が高くなり、民俗事例ではマツ炭と共に鍛冶燃料材に利用する(岸本・杉浦,1980)。製鉄時にクヌギ節やコナラ節等の持続性のある木炭を主体としつつ、温度を上げるためにクリを用いたこと等が考えられる。

SK 7は、年代測定の結果から19世紀代の可能性が考えられている。全てマツ属複雑管束亜属に同定され、単一の種類構成であったことが推定される。また、SK 6は、17世紀代の可能性が考えられており、同様にマツ属複雑管束亜属に同定された。この結果から、本遺跡では、17~19世紀の燃料材等にマツが利用されたことが推定される。

Ⅲ 土壌分析(珪藻・花粉・植物珪酸体)

1 試料

段状遺構SS 2および北側を東流する旧河川では、南北方向の断面3ヶ所が設けられた。東から西にかけて、A-A'断面(SS 2①)、B-B'断面(SS 2②)、C-C'断面(SS 2')である。この断面に見られたSS 2の造成土や構築以前の旧表土、旧河川の埋積物より土壌試料20点が採取された。このうち、A-A'断面(SS 2①)では、SS 2以前の旧表土とされるSS 2①-5(試料番号1)、湿地の可能性が指摘されるSS 2①-25(試料番号2)、中世以降の河川埋積物のSS 2①-8(試料番号3)、SS 2①-9(試料番号4)、SS 2①-10(試料番号5)、中世の河川埋積物のSS 2①-12(試料番号6)、古代の河川埋積物のSS 2①-15(試料番号7)とSS 2①-16(試料番号8)、B-B'断面(SS 2②)では、SS 2造成土のSS 2②-(7)層(試料番号9)、SS 2以前の旧表土とされるSS 2②-30(試料番号10)、土器溜り被覆・地表とされるSS 2②-23(試料番号11)、土器溜り・水辺とされるSS 2②-24(試料番号12)、SS 2基盤ロームのSS 2②-29(試料番号13)、C-C'断面(SS 2')では、旧表土とされるSS 2'-3(試料番号14)、中世以降の河川埋積物のSS 2'-4(試料番号15)とSS 2'-5(試料番号16)、旧表土②とされるSS 2'-17(試料番号17)、旧表土①とされるSS 2'-6(試料番号18)とSS 2'-7(試料番号19)、SS 2造成土とされるSS 2'-8(試料番号20)である。

分析に際しては、これら20点を用いた。

2 分析方法

(1)珪藻分析

試料を湿重で5 g前後秤量し、過酸化水素水、塩酸処理、自然沈降法(4時間放置)の順に物理・化学処理を施して、珪藻化石を濃集する。検鏡に適する濃度まで希釈した後、カバーガラス上に滴下し乾燥させる。乾燥後、プリユウラックスで封入して、永久プレパラートを作製する。検鏡は、光学顕微鏡で油浸600倍あるいは1000倍で行い、メカニカルステージでカバーガラスの任意の測線に沿って

走査し、珪藻殻が半分以上残存するものを対象に200個体以上同定・計数する(化石の少ない試料はこの限りではないが、全面を走査する)。種の同定は、原口ほか(1998)、Krammer(1992)、Krammer & Lange-Bertalot(1986,1988,1991a,1991b)、渡辺ほか(2005)、小林ほか(2006)などを参照し、分類基準はRound et al.(1990)に、壊れた珪藻殻の計数基準は柳沢(2000)に従う。

同定結果は、中心型珪藻類(Centric diatoms;広義のコアミケイソウ綱Coccosinodiscophyceae)と羽状型珪藻類(Pennate diatoms)に分け、羽状型珪藻類は無縦溝羽状珪藻類(Araphid pennate diatoms;広義のオビケイソウ綱Fragilariophyceae)と有縦溝羽状珪藻類(Raphid pennate diatoms;広義のクサリケイソウ綱Bacillariophyceae)に分ける。また、有縦溝羽状珪藻類は、上・下殻の片方の殻だけに縦溝のある単縦溝類、上・下殻ともに縦溝のある双縦溝類、縦溝が管の上を走る管縦溝類、縦溝が翼管の上を走る翼管縦溝類、殻端部に短い縦溝がある短縦溝類に細分する。

各種類の生態性については、Vos & de Wolf(1993)を参考とするほか、塩分濃度に対する区分はLowe(1974)に従い、真塩性種(海水生種)、中塩性種(汽水生種)、貧塩性種(淡水生種)に類別する。また、貧塩性種についてはさらに細かく生態区分し、塩分・水素イオン濃度(pH)・流水に対する適応能についても示す。そして、産出個体数100個体以上の試料については、産出率2.0%以上の種類について主要珪藻化石群集の層位分布図を作成するほか、淡水生種の生態性についても100個体以上の試料について図示する。また、産出化石が現地性か異地性かを判断する目安として、完形殻の出現率を求める。

堆積環境の解析にあたり、海水生種(真塩性種)～汽水生種(中塩性種)については小杉(1988)、淡水生種(貧塩性種)については安藤(1990)、陸生珪藻については伊藤・堀内(1991)、汚濁耐性については渡辺ほか(2005)の環境指標種を参考とする。

(2)花粉分析

試料約10gについて、水酸化カリウムによる泥化、篩別、フッ化水素酸による鉍物質の除去、アセトリシス(無水酢酸9:濃硫酸1の混合液)処理による植物遺体中のセルロースの分解を行い、物理・化学的処理を施して花粉を濃集する。残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作製し、400倍の光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する全ての種類について同定・計数する。同定は、当社保有の現生標本や島倉(1973)、中村(1980)等を参考にする。

結果は同定・計数結果の一覧表、及び花粉化石群集の層位分布図として表示する。図表中で複数の種類をハイフォンで結んだものは、種類間の区別が困難なものを示す。図中の木本花粉は木本花粉総数を、草本花粉・シダ類胞子は総数から不明花粉を除いた数をそれぞれ基数として、百分率で出現率を算出し図示する。なお、木本花粉総数が100個体未満のものは、統計的に扱うと結果が歪曲する恐れがあるので、出現した種類を+で表示するにとどめておく。

(3)植物珪酸体分析

各試料について過酸化水素水・塩酸処理、沈定法、重液分離法(ポリタングステン酸ナトリウム,比重2.5)の順に物理・化学処理を行い、植物珪酸体を分離・濃集する。これをカバーガラス上に滴下・乾燥させる。乾燥後、プリウラックスで封入してプレパラートを作製する。400倍の光学顕微鏡下で全面を走査し、その間に出現するイネ科葉部(葉身と葉鞘)の葉部短細胞に由来した植物珪酸体(以

下、短細胞珪酸体と呼ぶ)および葉身機動細胞に由来した植物珪酸体(以下、機動細胞珪酸体と呼ぶ)を、近藤(2010)の分類を参考に同定し、計数する。

分析の際には、分析試料の乾燥重量、プレパラート作成に用いた分析残渣量を正確に計量し、堆積物1gあたりの植物珪酸体含量(同定した数を堆積物1gあたりの個数に換算)を求める。

結果は、植物珪酸体含量の一覧表で示す。その際、100個/g未満は「<100」で表示する。各分類群の含量は10の位で丸め(100単位にする)、合計は各分類群の丸めない数字を合計した後に丸めている。また、各分類群の植物珪酸体含量を試料ごとに図示する。

3 結果

(1)珪藻分析

結果を表56~59、第153図に示す。珪藻化石の産出頻度は全般的に少なく、試料番号3、4、9、10、15、17、19、20は、堆積環境を検討する上では有意な数量の珪藻化石が産出するが、それ以外の12試料(試料番号1、2、5、6、7、8、11、12、13、14、16、18)は60個体以下と少ない。化石が産出した試料の完形殻の出現率は、試料によって異なるが60%前後のものが多い。産出分類群数は、合計で55属163分類群である。以下に、珪藻化石群集の特徴を述べる。

試料番号3、4は、珪藻化石群集が近似している。産出種を塩分濃度に対するカテゴリーで類別すると淡水域に生育する淡水生種(以下、水生珪藻と言う)が全体の約80%を占め優占する。淡水生種の生態性(塩分濃度、水素イオン濃度、流水に対する適応性)の特徴は、貧塩不定性種と貧塩嫌塩性種、好+真酸性種と好+真アルカリ性種、好+真止水性種と流水不定性種が優占あるいは多産する。主要種は、好止水性で付着性の*Fragilariforma exigua*が20~30%と優占し、淡水浮遊性の*Aulacoseira ambigua*が約12~15%と多産する。このうち*Fragilariforma exigua*は、ミズゴケを主体とした環境や泥炭が形成される環境に集中して出現する高層湿原指標種、*Aulacoseira ambigua*は湖沼における浮遊生種としても沼沢湿地の付着生種としても優勢に出現するが、それ以外の場所では稀な湖沼沼沢湿地指標種である。これに次いで、淡水~汽水生種の*Rhopalodia gibberula*、流水不定性で付着性の*Epithemia adnata*、*Eunotia incisa*、*Diploneis ovalis*、好止水性で偶来性浮遊性種(普段は、水生植物などに付着して生育しているが、波等の物理的な影響を受けて基物から剥離した後は浮遊生活を営む種)の*Pseudostaurosira brevistriata*、*Staurosira venter*などが産出する。このうち*Eunotia incisa*は、沼よりも浅く水深が1m前後で一面に水生植物が繁茂している沼沢や更に水深の浅い湿地で優勢な出現の見られる沼沢湿地付着生種である。

試料番号9、10も群集が近似している。淡水生種の生態性は、貧塩不定性種、好+真アルカリ性種、流水不定性種が優占あるいは多産する。主要種は、塩分を含む水域や塩類の豊富な水域に多産する淡水~汽水生種の*Rhopalodia gibberula*が30%前後と優占し、流水不定性で付着性の*Ulnaria ulna*、*Pinnularia rupestris*、好止水性で付着性の*Encynopsis neoamphioxys*、陸上のコケや土壌表面など多少の湿り気を保持した好氣的環境に耐性のある陸生珪藻の*Pinnularia borealis*などが産出する。このうち*Pinnularia rupestris*は、沼沢湿地付着生種である。

試料番号15は、これまでの試料とは異なり汽水生種が全体の約60%と多産する。特徴は、汽水付着性種の*Pseudopodosira kosugii*、*Rhopalodia musculus*がそれぞれ約20%と多産し、汽水浮遊性種の*Melosira cf. lineata*、海水~汽水生種で付着性の*Cocconeis scutellum*などを伴う。このうち

表58 珪藻分析結果(3)

種 類	生態性			環境 指標種	①								②					2'							
	塩分	pH	流水		5	25	8	9	10	12	15	16	(7)	30	23	24	29	3	4	5	17	6	7	8	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Luticola minor (R.M.Patrick)Mayama	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Luticola mutica (Kuetz.)D.G.Mann	Ogh-ind	al-il	ind	R.A.S	-	-	-	2	1	2	3	2	3	1	-	1	1	-	1	3	-	-	2	3	
Luticola plausibilis (Hustedt ex Simonsen)D.G.Mann	Ogh-ind	ind	ind		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Neidium ampliatum (Ehr.)Krammer	Ogh-ind	ac-il	l-ph		-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Neidium bisulcatum (Lagerst.)Cleve	Ogh-ind	ac-il	ind	RI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Neidium iridis (Ehr.)Cleve	Ogh-hob	ac-il	ind	O.U	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-		
Neidium pseudogracilis H.Kobayasi	Ogh-ind	ac-il	l-ph		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Caloneis aerophila Bock	Ogh-ind	ac-bi	ind	R.A.S	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Caloneis bacillum (Grun.)Cleve	Ogh-ind	al-il	r-ph	U	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
Caloneis hyalina Hustedt	Ogh-ind	ind	ind	RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		
Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts	Ogh-ind	ind	ind		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Caloneis leptosoma Krammer & Lange-Bertalot	Ogh-ind	ind	l-ph	RB	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
Caloneis silicula (Ehr.)Cleve	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Caloneis tenuis (Greg.)Krammer	Ogh-ind	ind	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1		
Diatomella balfouriana (W.Smith)Greville	Ogh-ind	ind	ind	RB	-	-	2	1	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	3	2	-	-	1	-	
Pinnularia elegans (W.Smith)Krammer	Euh-Meh				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia acrosphaeria W.Smith	Ogh-ind	al-il	l-ph	O	-	-	-	-	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		
Pinnularia anglica Krammer	Ogh-hob	ac-il	ind	T	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia borealis Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	RA,U	-	-	2	2	3	-	-	-	4	9	1	3	1	-	3	3	-	1	1		
Pinnularia divergens W.Smith	Ogh-hob	ac-il	l-ph		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia gentilis (Donkin)Cleve	Ogh-ind	ac-il	l-bi		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
Pinnularia gibba Ehrenberg	Ogh-ind	ac-il	ind	O,U	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia japonica H.Kobayasi	Ogh-ind	ind	ind		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia lundii Hustedt	Ogh-ind	ind	l-ph		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Pinnularia nodosa Ehrenberg	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia rupestris Hantzsch	Ogh-hob	ac-il	ind	O	1	-	-	-	1	-	-	3	4	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1		
Pinnularia schoenfelderii Krammer	Ogh-ind	ind	ind	RB	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1			
Pinnularia schroederii (Hust.)Krammer	Ogh-ind	ind	ind	RI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1		
Pinnularia similis Hustedt	Ogh-ind	ind	ind		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		
Pinnularia stomatophora (Grun.)Cleve	Ogh-ind	ac-il	ind		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia stomatophora var. triundulata (Font.)Hustedt	Ogh-hob	ac-il	ind		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia subcapitata Gregory	Ogh-ind	ac-il	ind	RB,S	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	2		
Pinnularia subgibba Krammer	Ogh-hob	ac-il	ind		-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia substomatophora Hustedt	Ogh-hob	ac-il	l-ph		-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia ueno Skvortzow	Ogh-hob	ac-il	l-ph		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia viridiformis Krammer	Ogh-ind	ind	l-ph		-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia viridis (Nitz.)Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	O,U	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pinnularia spp.	Ogh-unk	unk	unk		3	-	1	1	3	-	6	2	5	9	1	5	2	-	-	2	1	2	3	1	
Sellaphora rectangularis (Greg.)Lange-B.& Metzeltin	Ogh-ind	ind	ind		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
Sellaphora seminulum (Grun.)D.G.Mann	Ogh-ind	al-il	ind	RB,S	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
管縦溝類																									
Hantzschia marina (Donk.)Grunow	Meh			D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
Hantzschia amphioxys (Ehr.)Grunow	Ogh-ind	ind	ind	RA,U	-	1	3	-	-	4	1	-	1	4	1	-	1	-	-	-	3	1	-		
Nitzschia sigma (Kuetz.)W.Smith	Euh-Meh			E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
Nitzschia brevissima Grunow	Ogh-Meh	al-il	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
Nitzschia dissipata (Kuetz.)Grunow	Ogh-ind	al-il	r-ph	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-		
Nitzschia parvuloides Chonoky	Ogh-ind	ind	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Nitzschia terrestris (Pet.)Hustedt	Ogh-ind	ind	ind	RI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
Nitzschia spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Tryblionella granulata (Grunow)D.G.Mann	Meh			E1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
Tryblionella levidensis W.Smith	Meh			S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
Tryblionella salinarum (Grunow)Pelletan	Meh			U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
Tryblionella debilis Arnott	Ogh-ind	al-il	ind	RB,U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Epithemia adnata (Kuetz.)Brebisson	Ogh-ind	al-il	ind	T	-	-	6	12	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	8	8	-	-	1		
Epithemia turgida (Ehr.)Kuetzing	Ogh-ind	al-il	l-ph	T	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	1	-	-	1		
Epithemia turgida var. westermanni (Ehr.)Grunow	Ogh-ind	al-il	ind		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-		
Epithemia spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
Rhopalodia musculus (Kuetz.)O.Muller	Meh				-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-		
Rhopalodia gibberula (Ehr.)O.Muller	Ogh-Meh	al-il	ind	U	1	1	3	23	29	1	1	1	23	28	-	-	7	-	1	1	2	1	-	6	
Rhopalodia gibba (Ehr.)O.Muller	Ogh-ind	al-il	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
短縦溝類																									
Eunotia arcus Ehrenberg	Ogh-hob	ind	ind	U	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Eunotia arcus var. bidens Grunow	Ogh-ind	ac-il	l-ph		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

表59 珪藻分析結果(4)

種 類	生態性			環境 指標種	①								②				2'							
	塩分	pH	流水		5	25	8	9	10	12	15	16	(7)	30	23	24	29	3	4	5	17	6	7	8
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Eunotia bigibba Kuetzing	Ogh-hob	ac-bi	ind	RB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
Eunotia bilunaris (Ehr.)Mills	Ogh-hob	ac-bi	ind	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
Eunotia biseriatoides H.Kobayasi,K.Ando & T.Nagumo	Ogh-ind	ind	ind	T	-	-	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Eunotia fallax A.Cleve	Ogh-hob	ac-bi	ind	RB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		
Eunotia flexuosa (Breb.)Kuetzing	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Eunotia formica Ehrenberg	Ogh-hob	ac-il	l-bi	T	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Eunotia implicata Noepel & Lange-Bertalot	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
Eunotia incisa W.Smith ex Gregory	Ogh-hob	ac-il	ind	O,U	-	-	7	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
Eunotia minor (Kuetz.)Grunow	Ogh-hob	ind	ind	O,T	-	-	2	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-		
Eunotia muscicola var. tridentula Noepel & Lange-Bertalot	Ogh-hob	ac-il	ind		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Eunotia paludosa Grunow	Ogh-hob	ac-il	ind		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
Eunotia praeurupta Ehrenberg	Ogh-hob	ac-il	l-ph	RB,O,T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1		
Eunotia spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
海水生種					0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
海水～汽水生種					0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6	0	0	0		
汽水生種					0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	62	1	0	0	0		
淡水～汽水生種					1	1	3	23	29	1	1	1	23	28	0	0	7	0	1	1	2	4	7	
淡水生種					11	4	130	182	29	55	49	12	80	74	16	20	21	1	34	49	111	31	101	100
珪藻化石総数					12	5	133	205	60	56	54	13	103	104	16	20	29	1	103	51	113	33	105	107

凡例

H.R. : 塩分濃度に対する適応性	pH : 水素イオン濃度に対する適応性	C.R. : 流水に対する適応性
Euh : 海水生種	al-bi : 真アルカリ性種	l-bi : 真止水性種
Euh-Meh : 海水生種-汽水生種	al-il : 好アルカリ性種	l-ph : 好止水性種
Meh : 汽水生種	ind : pH不定性種	ind : 流水不定性種
Ogh-Meh : 淡水-汽水生種	ac-il : 好酸性種	r-ph : 好流水性種
Ogh-hil : 貧塩好塩性種	ac-bi : 真酸性種	r-bi : 真流水性種
Ogh-ind : 貧塩不定性種	unk : pH不明種	unk : 流水不明種
Ogh-hob : 貧塩嫌塩性種		
Ogh-unk : 貧塩不明種		

環境指標種群

A : 外洋指標種, B : 内湾指標種, C 1 : 海水藻場指標種, D 1 : 海水砂質干潟指標種, D 2 : 汽水砂質干潟指標種, E 1 : 海水泥質干潟指標種,
 E 2 : 汽水泥質干潟指標種(以上は小杉,1988)
 K : 中～下流性河川指標種, M : 湖沼浮遊性種, N : 湖沼沼沢湿地指標種, O : 沼沢湿地付着性種, P : 高層湿原指標種(以上は安藤,1990)
 S : 好汚濁性種, U : 広域適応性種, T : 好清水性種(以上はAsai and Watanabe,1995)
 R : 陸生珪藻(RA : A群, RB : B群, RI : 未区分, 伊藤・堀内,1991)

Pseudopodosira kosugiiは、塩分濃度12～2%の汽水化した塩性湿地などの泥に付着生育することからそのような環境を指標することのできる汽水泥質干潟指標種、Cocconeis scutellumは塩分濃度35～12%の海域で海藻(草)に付着生育することからそのような環境を指標することのできる海水藻場指標種である。

試料番号17は、これまでと同様に水生珪藻が約90%と優占する。生態性の特徴は、貧塩不定性種と貧塩嫌塩性種、好+真酸性種と好+真アルカリ性種、好+真止水性種が優占あるいは多産する。主要種は、高層湿原指標種のFragilariforma exiguaが約50%と優占し、湖沼沼沢湿地指標種のAulacoseira ambiguaが約20%と多産する。これに付随して、好止水性で偶来性浮遊性種のPseudostaurosira brevistriata、Staurosira venterなどが産出する。

試料番号19は、生態性や群集が試料番号3、4に近似する。生態性では、貧塩不定性種と貧塩嫌塩性種、好+真酸性種と好+真アルカリ性種、流水不定性種と好+真止水性種が優占あるいは多産する。主要種は、高層湿原指標種のFragilariforma exiguaが約30%と優占し、湖沼沼沢湿地指標種のAulacoseira ambigua、流水不定性で付着性のDiploneis ovalis、淡水～汽水生種のCosmioneis pusilla、流水指標種のPlanothidium lanceolatumなどが産出する。

試料番号20は、とくに多産するものはないが、前試料で産出したような高層湿原指標種のFragilariforma exigua、湖沼沼沢湿地指標種のAulacoseira ambigua、流水不定性種のDiploneis ovalis、

表60 花粉分析結果

種 類	SS2													SS2'							
	A-A'断面								B-B'断面					C-C'断面							
	①-5	①-25	①-8	①-9	①-10	①-12	①-15	①-16	②-(7)	②-30	②-23	②-24	②-29	-3	-4	-5	-17	-6	-7	-8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
木本花粉																					
ツガ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
マツ属複雑管束亜属	1	1	70	5	3	-	1	-	1	-	-	-	-	120	83	49	2	-	-	3	
マツ属(不明)	1	1	120	10	2	1	-	-	1	4	1	1	-	167	148	153	6	1	2	4	
スギ属	-	3	37	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	4	2	-	-	-	-	
ヤマモモ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
ブナ属	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
コナラ属コナラ亜属	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4	1	-	-	-	
シイ属	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ニレ属-ケヤキ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	
モチノキ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	
ツツジ科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
イボタノキ属	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
タニウツギ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
草本花粉																					
イネ科	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	16	2	-	-	-	
カヤツリグサ科	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	
ソバ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
ナデシコ科	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
アブラナ科	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
アリノトウグサ属	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	12	-	-	-	-	
セリ科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
ヨモギ属	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
キク亜科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9	-	-	-	-	
タンポポ亜科	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6	2	-	-	-	
不明花粉																					
不明花粉	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	6	-	-	-	-	
シダ類孢子																					
ヒカゲノカズラ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
ゼンマイ属	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	
イノモトソウ属	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
他のシダ類孢子	1	5	112	54	19	19	17	5	22	8	10	1	2	24	46	444	19	1	10	10	
合 計																					
木本花粉	2	5	228	15	5	3	3	0	2	4	1	1	0	299	238	217	9	1	2	7	
草本花粉	0	1	9	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	9	46	4	0	0	0	
不明花粉	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	0	0	0	0	
シダ類孢子	1	6	113	54	20	19	18	5	22	8	10	1	2	25	46	446	19	1	12	11	
合計(不明を除く)	3	12	350	70	26	22	21	5	25	13	11	2	2	327	293	709	32	2	14	18	

淡水～汽水生種のRhopalodia gibberula、などが産出する。

化石の産出の少なかった試料番号1、2、5、6、7、8、11、12、13、14、16、18は、その前後の試料と同様なものが産出する。

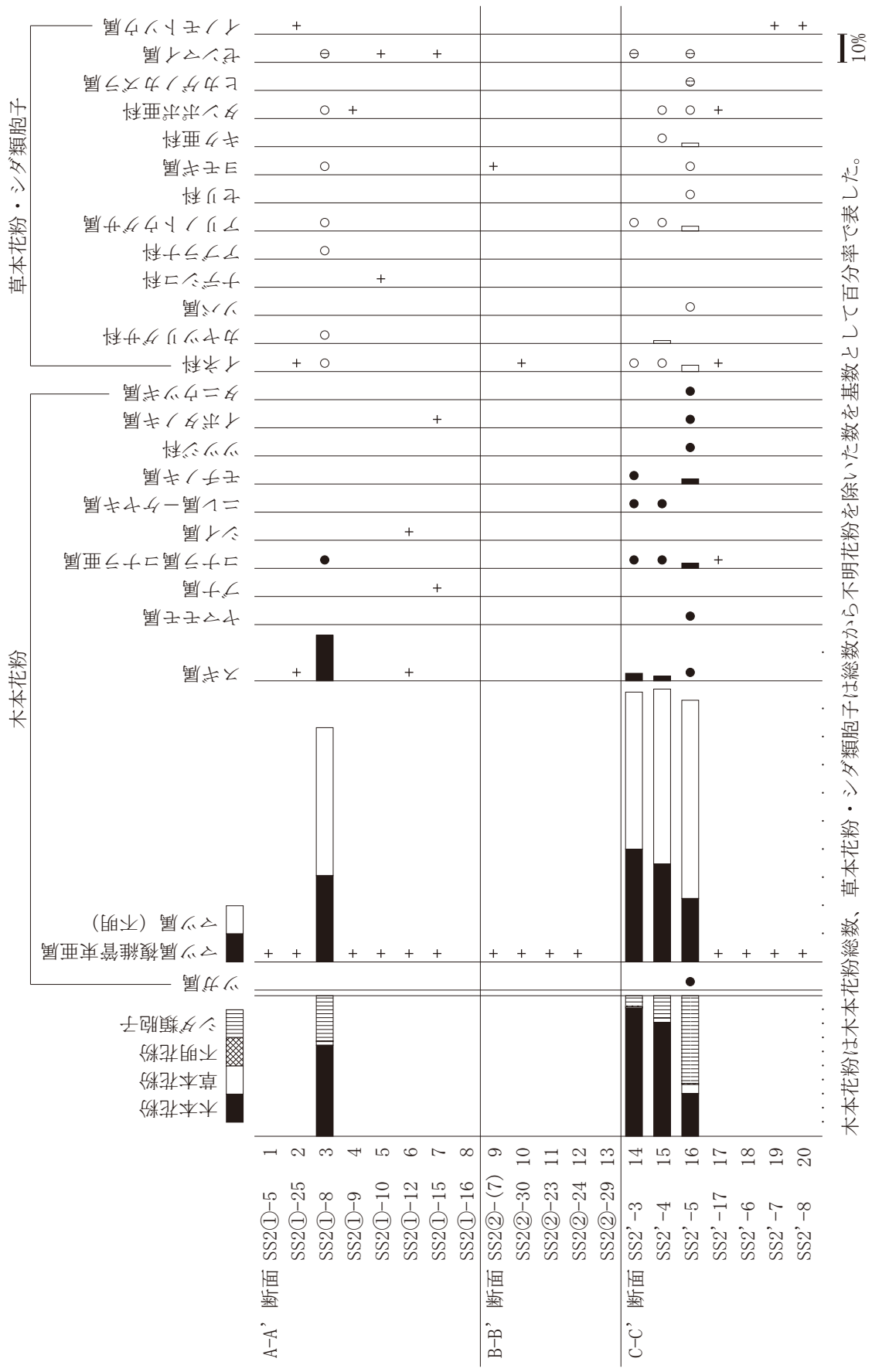
(2)花粉分析

結果を表60、第154図に示す。花粉化石の産状は、試料により大きく異なる。以下、断面ごとに述べる。

・A-A'断面

試料番号3からのみ、花粉化石が豊富に産出するが、保存状態は悪い。検出された花粉は木本花粉が優占し、マツ属が多産する。次いでスギ属が多く産出し、コナラ属コナラ亜属をわずかに伴う。草本花粉は少ないながらも、イネ科、カヤツリグサ科、アブラナ科、アリノトウグサ属、ヨモギ属、タンポポ亜科が産出する。

試料番号3以外の7試料は、花粉化石はほとんど、あるいは全く検出されなかった。検出された花粉化石の保存状態も悪い。なお、木本花粉ではマツ属、スギ属、ブナ属、シイ属、イボタノキ属が、



第154図 花粉化石群の層位分布

第4章 自然科学分析の成果

草本花粉ではイネ科、ナデシコ科、タンポポ亜科が、わずかに認められる程度である。

なお、いずれの試料も花粉化石の保存状態が悪く、栽培種のイネ属に同定できるような個体は確認できなかった。

・B-B'断面

試料番号9～13のいずれも、花粉化石の産状が悪く、わずかにマツ属、イネ科、ヨモギ属が数個体検出されたにとどまる。なお、いずれの試料も花粉化石の保存状態が悪く、栽培種のイネ属に同定できるような個体は確認できなかった。

・C-C'断面

試料番号14～16では花粉化石が豊富に産出するが、保存状態はいずれも悪い。花粉化石群集は3試料とも概ね類似しており、木本花粉が優占する。木本花粉ではマツ属が優占し、スギ属、コナラ亜属、モチノキ属等を伴う。草本花粉はイネ科、カヤツリグサ科、アリノトウグサ属、キク亜科、タンポポ亜科等が認められる。また、わずかではあるが、栽培種のソバ属が、試料番号16より確認された。

試料番号17～20では、マツ属、コナラ亜属、イネ科、タンポポ亜科が数個体検出される程度である。

なお、いずれの試料も花粉化石の保存状態が悪く、栽培種のイネ属に同定できるような個体は確認できなかった。

(3) 植物珪酸体分析

結果を表61、第155図に示す。各試料からは、主に葉部に形成される植物珪酸体が検出される。イネ属などの籾(穎)に形成される植物珪酸体はいずれの試料からも認められない。

以下に、各断面で見られた土層での産状について述べる。

・A-A'断面(SS2①)

試料番号1では、検出される分類群が少ない。その中で、クマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。

試料番号2でも、クマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。ヨシ属など湿潤な場所に生育する分類群は認められない。

試料番号3、4、5では同様な産状が見られ、クマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、メダケ属もわずかに認められる。また栽培植物であるイネ属も産出し、葉部の短細胞珪酸体や機動細胞珪酸体が見られる。その含量は、短細胞珪酸体が300～500個/g、機動細胞珪酸体が400～500個/gである。この他に、ヨシ属、ススキ属、イチゴツナギ亜科、シバ属などがわずかあるいは稀に認められる。

試料番号6では、クマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、ヨシ属も多い。イネ属も産出するが、機動細胞珪酸体のみが見られ、その含量は約100個/gである。

試料番号7と8では同様な産状が見られ、クマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。イネ属も産出する。試料番号7では、短細胞珪酸体が約100個/g、機動細胞珪酸体が約200個/g、試料番号8では機動細胞珪酸体のみで約200個/gである。またヨシ属やイチゴツナギ亜科が稀に認められる。

・B-B'断面(SS2②)

試料番号9では、検出される分類群が少ない。その中で、クマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、メダケ属もわずかに見られる。

表61 植物珪酸体含量

分類群	SS2															SS2'															
	A-A断面															B-B断面								C-C断面							
	①-5	①-25	①-8	①-9	①-10	①-12	①-15	①-16	②-7	②-9	②-10	②-30	②-23	②-24	②-29	-3	-4	-5	-17	-6	-7	-8									
イネ科葉部短細胞珪酸体	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20											
イネ属イネ属	-	-	500	300	400	-	100	-	-	200	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-										
クマザサ属	5,600	6,100	3,100	3,000	7,200	3,400	4,100	4,200	3,400	4,900	5,300	2,900	1,900	5,200	2,800	2,700	2,200	3,800	3,800	1,600											
メダケ属	-	-	1,000	600	200	400	100	100	200	200	600	-	-	300	700	500	-	-	-	-											
タケ亜科	5,800	7,400	6,500	6,500	9,200	7,600	5,800	5,800	6,600	10,800	9,100	5,700	3,600	10,900	10,000	9,100	3,400	2,000	3,400	2,000											
ヨシ属	-	-	300	-	-	1,000	-	-	6,600	10,800	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-											
ウシクサ族コブナグサ属	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	-	-	-											
ウシクサ族ススキ属	-	-	300	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	700	400	-	-	-	-	-											
イチゴツナギ亜科	-	-	1,300	600	200	100	-	100	-	-	600	-	-	1,000	900	700	-	-	-	-											
不明	4,800	8,200	10,700	6,200	7,400	5,100	4,200	4,800	6,100	6,300	5,100	1,900	700	9,000	8,800	8,800	900	1,800	1,800	1,200											
イネ科葉身機動細胞珪酸体	-	-	500	400	500	100	200	200	-	300	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
イネ属イネ属	-	-	3,400	2,000	7,400	2,800	3,800	4,400	3,600	5,000	5,000	3,200	1,600	1,000	5,700	2,600	3,000	3,400	1,600	1,600											
クマザサ属	5,500	6,100	1,500	1,700	200	1,000	100	-	100	400	400	-	-	900	4,200	900	-	100	-	-											
メダケ属	-	-	8,800	10,000	9,500	13,300	7,200	8,000	6,200	9,600	10,700	5,300	2,900	3,300	15,300	7,900	8,100	6,800	5,200	5,300											
タケ亜科	7,800	6,200	300	100	200	2,200	100	-	6,200	-	-	-	-	-	-	-	100	100	-	100											
ヨシ属	-	-	300	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	200	300	300	-	-	-											
ウシクサ族	-	-	500	400	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900	700	700	-	-	-											
シバ属	-	-	12,700	6,900	9,300	9,900	5,700	5,700	7,300	8,700	9,900	5,100	4,500	17,100	9,300	9,300	7,100	7,400	5,700	5,600											
不明	6,500	9,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
合計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
イネ科葉部短細胞珪酸体	16,200	21,700	24,000	17,300	24,400	17,700	14,300	15,100	16,100	22,300	20,600	10,500	6,200	27,100	23,100	23,100	28,300	6,500	8,900	5,500											
イネ科葉身機動細胞珪酸体	19,700	21,800	27,900	21,700	27,300	29,700	17,200	18,300	17,200	23,600	26,300	13,600	9,000	43,300	21,800	21,800	20,700	17,300	14,500	12,800											
植物珪酸体含量	35,900	43,500	51,900	39,000	51,700	47,400	31,500	33,400	33,300	45,900	46,900	24,100	15,200	70,400	44,900	44,900	49,000	23,800	23,400	18,300											
珪化組織片	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
イネ属短細胞列	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											

含量は、10の位で丸めている(100単位にする)

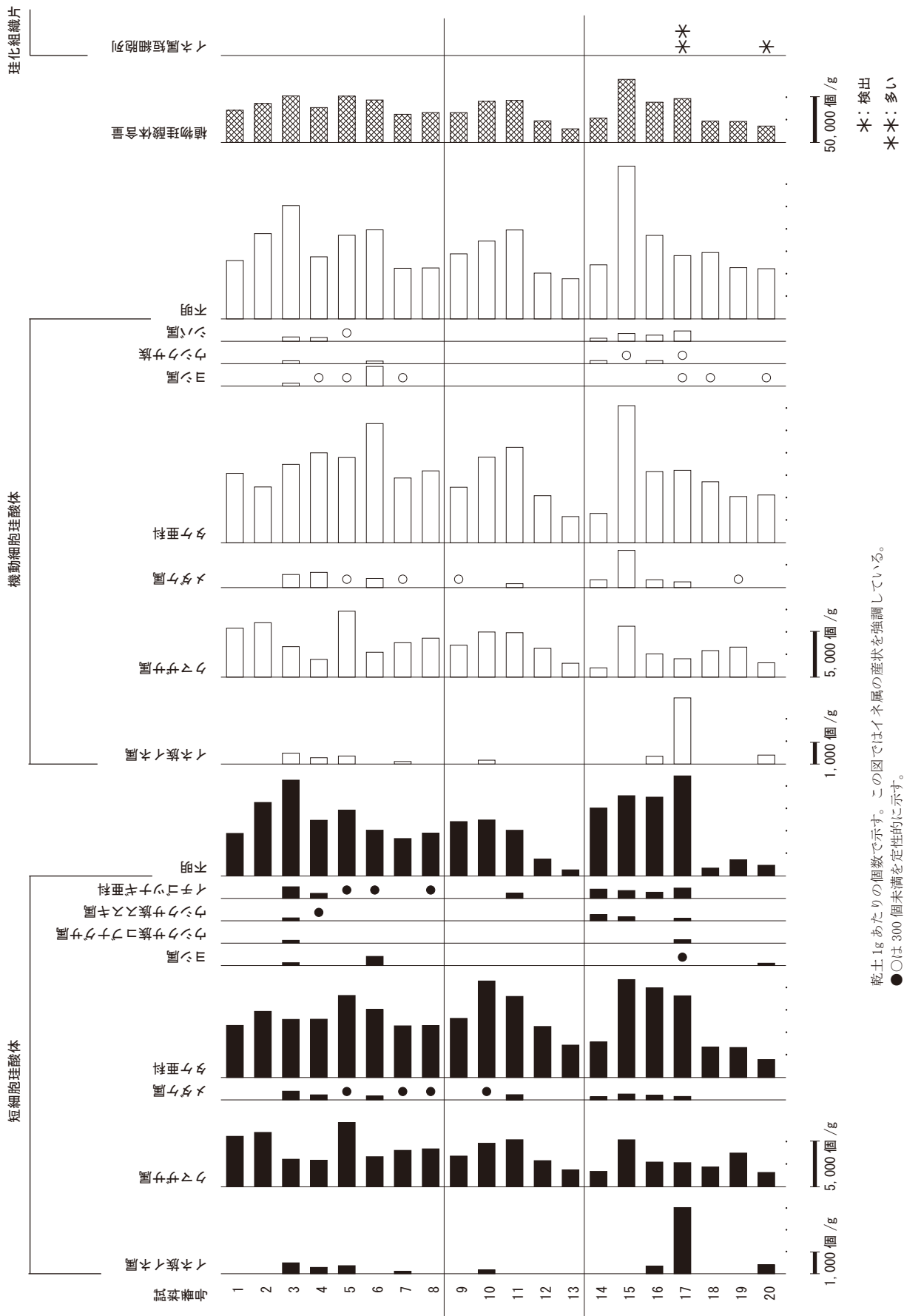
合計は各分類群の丸めない数字を合計した後に丸めている

—:未検出,*:検出,**:多い

試料番号10でも、クマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、メダケ属もわずかに見られる。またイネ属が産出し、その含量は短細胞珪酸体が約200個/g、機動細胞珪酸体が約300個/gである。

試料番号11と12でも、クマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。なお、試料番号11ではイネ属も産出し、機動細胞珪酸体のみが見られ、その含量は約300個/gである。

試料番号13では、検出される分類群が少なく、その中でクマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。



第155図 植物珪酸体含量

・C-C'断面(SS2')

試料番号14ではクマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、ススキ属、イチゴツナギ亜科、シバ属などが見られる。

試料番号15と16でもクマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、イチゴツナギ亜科やシバ属などが見られる。試料番号16ではイネ属も産出し、短細胞珪酸体のみが約300個/gである。

試料番号17ではクマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立つものの、イネ属の含量も多く、短細胞珪酸体が約3,000個/g、機動細胞珪酸体が約1,400個/gである。また、ヨシ属、ススキ属、イチゴツナギ亜科、シバ属なども見られる。

試料番号18と19では、クマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。試料番号18ではヨシ属、試料番号19ではイネ属の機動細胞珪酸体も見られる。

試料番号20ではクマザサ属を含むタケ亜科の産出が目立ち、イネ属も産出する。その含量は、短細胞珪酸体が約400個/g、機動細胞珪酸体が約100個/gである。またヨシ属もわずかに認められる。

4 考察

(1) 堆積環境

珪藻化石は、河道の試料を中心に検出されたが、旧地表面とされる試料では状態が悪く、産出数も少ない傾向がある。

地点・試料別に結果をみると、SS2'-7,8は、造成土や旧表土とされる試料であるが、珪藻化石は比較的良好に検出される。これらの試料では、高層湿原指標種の*Fragilariforma exigua*と湖沼沼沢湿地指標種の*Aulacoseira ambigua*が比較的多く、流水性種がほとんど含まれないことが特徴である。これらの種を中心とした珪藻化石群集からは、多少の水位がある湿地や湿原のような場所が推定される。遺跡の立地を考慮すれば、谷内に湿地的な環境がみられた可能性がある。SS2'-17もSS2'-7,8とよく似た組成を示しており、同様に湿地のような環境であったと考えられる。一方、SS2'-4は、汽水生種が優占しており、淡水性種の割合が低い。この珪藻化石群集だけをみれば、干潟堆積物に特徴的な組成を示している。海岸からの距離を考えると、中世の海岸線に近い場所とは考えにくく、試料の由来については調査時の状況も含めて検討する必要がある。

SS2①-8,9は、高層湿原指標種の*Fragilariforma exigua*と湖沼沼沢湿地指標種の*Aulacoseira ambigua*が多産し、沼沢湿地付着生種の*Eunotia incisa*などを伴う。この珪藻化石群集は、SS2'-7,8でみられた群集とよく似ており、湿地的な環境が推定される。

一方、SS2②-(7),30は、塩分を含む水域や塩類の豊富な電気伝導度の高い水域に多産する*Rhopalodia gibberula*が優占し、*Pinnularia rupestris*などの沼沢湿地付着生種群を伴う。また、流水性種がほとんど検出されない。この珪藻化石群集からは、塩分や塩類の集積し易い沼沢地あるいは湿地のような環境が推定される。

(2) 古植生

花粉分析では、中世以降の河川とされるSS2①-8(試料番号3)、SS2'-5,-4(試料番号16,15)、および旧表土とされるSS2'-3(試料番号14)で花粉化石が産出できるが、他はほとんど検出されていない。一般的に花粉やシダ類胞子の堆積した場所が、常に酸化状態にあるような場合、花粉は酸化や

土壤微生物によって分解・消失するとされている(中村,1967;徳永・山内,1971;三宅・中越,1998など)。わずかに検出される花粉化石の保存状態をみると、花粉外膜が破損・溶解など、いずれも保存状態が悪いことから、堆積後の経年変化により分解・消失した可能性がある。

一方、植物珪酸体分析では、花粉化石が産出しない層準でも産出しており、葉部短細胞珪酸体と葉身機動細胞珪酸体の両方でクマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の産出が目立つ。タケ亜科の植物珪酸体は他のイネ科と比較して風化に強く、また生産量の多い点がこれまでの研究から指摘されており(近藤,1982;杉山・藤原,1986)、他の種類よりも残留しやすいことが知られている。そのため、調査した土層についてもタケ亜科が他の分類群よりも残留したために、その産出が目立つ結果になった可能性がある。少なくとも各時期に調査区の周辺や河川の上流域、後背の斜面地などにクマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科の生育がうかがえる。

中世以降の河川とされるSS2①-8、SS2'-5,-4と、旧表土とされるSS2'-3では、花粉化石は検出されているが、全体的に保存状態が悪く、比較的分解に強い花粉や、分解が進んでも同定可能な花粉が多い。これらの土層でも経年変化の影響を受けており、分解に強い花粉が選択的に残された可能性がある。その点を考慮して、古植生について検討する。

中世以降の河川、および旧表土の花粉化石群集が概ね類似しており、木本類が優占し、マツ属により占められる。このうち亜属まで同定できたものは、全て複維管束亜属であった。マツ属複維管束亜属(いわゆるニヨウマツ類)は生育の適応範囲が広く、尾根筋や湿地周辺、海岸砂丘上など他の広葉樹の生育に不適な立地にも生育が可能である。また、極端な陽樹であり、やせた裸地などでもよく発芽し生育することから、伐採された土地などに最初に進入する二次林の代表的な種類でもある。この結果から、周辺に二次林や植林・海岸植生などとして、マツ属が存在していたと推測される。その他の種類ではスギ属、コナラ属コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属、モチノキ属等が検出された。このうち、スギ属などは湧水部や低湿地などに、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属などは下市川をはじめとする周辺河川沿いなどに生育していた可能性がある。モチノキ属は林縁部などに生育する種群であり、他にも同様のツツジ科、イボタノキ属、タニウツギ属等が検出されることから、河川集水域の林縁植生に由来する可能性がある。

草本類では少ないながらも、イネ科、カヤツリグサ科、アリノトウグサ属、キク亜科、タンポポ亜科など、開けた明るい場所に生育する、いわゆる「人里植物」に由来するものが認められる。このうち、イネ科について植物珪酸体分析結果をみると、クマザサ属やメダケ属を含むタケ亜科、イネ属、イチゴツナギ亜科が各試料で認められる他、SS2'-3でススキ属、SS2①-8でヨシ属、コブナグサ属が検出されており、これらのイネ科植物が周囲に生育していた可能性がある。クマザサ属やメダケ属は、広葉樹林の林床等に生育する種類を含む。ススキ属には、草原に生育する種類が含まれており、周辺で草地食性を形成していた可能性がある。一方、ヨシ属は、SS2の中世および中世以降の河川堆積物にのみ認められることから、中世および中世以降の河畔等にヨシ原を形成していた可能性がある。なお、ヨシ属の産出個数をみると、①-12でやや多いものの、他は1000個未満であることから、試料採取地点よりも上流部の離れた位置に生育していた可能性がある。

また、花粉分析ではイネ属を区別できなかったが、植物珪酸体分析では、イネ属が断続的に検出されている。また、SS2'-5からは、栽培種であるソバ属の花粉が検出されていることから、中世の遺跡周辺でイネやソバの栽培が窺える。

IV 赤外分光分析

1 試料

試料は、須恵器小型長頸壺545(No.240・465)の内部から採取した黒色物質である。採取試料は微小な塊状粒子で、表面は光沢感があり、観察した範囲では組織構造等は認められない。

2 分析方法

(1) 赤外線分光分析の原理

有機物を構成している分子は、炭素や酸素、水素などの原子が様々な形で結合している。この結合した原子間は絶えず振動しているが、電磁波のようなエネルギーを受けることにより、その振動の振幅は増大する。この振幅の増大は、その結合の種類によって、ある特定の波長の電磁波を受けたときに突然大きくなる性質がある。この時に、電磁波のエネルギーは結合の振動に使われて(すなわち吸収されて)、その物質を透過した後の電磁波の強度は弱くなる。

有機物を構成している分子における結合の場合は、電磁波の中でも赤外線の領域に入る波長を吸収する性質を有するものが多い。そこで、赤外線の波長領域において波長を連続的に変えながら物質を透過させた場合、さまざまな結合を有する分子では、様々な波長において、赤外線の吸収が発生し、いわゆる赤外線吸収スペクトルを得ることができる。通常、このスペクトルは、横軸に波数(波長の逆数 cm^{-1} で示す)、縦軸に強度を取った曲線で表されることが多い。したがって、既知の物質において、どの波長でどの程度の吸収が起こるかを調べ、その赤外線吸収スペクトルのパターンを定性的に標本化し、これと未知物質の赤外線吸収スペクトルのパターンとを定性的に比較することにより、未知物質の同定をすることもできる(山田,1986)。

表62 FT-IR測定条件

光学系の構成	
光学系	Avatar System 370
光源	IR
ビームスプリッタ	KBr
測定アクセサリ	Centaurus
検出器	MCT/A
測定情報	
サンプルスキャン回数	64
バックグラウンドスキャン回数	64
分解能	4.000
サンプルゲイン	自動
ミラー速度	1.8988
アポダイゼーション	Happ-Genzel
位相補正	Mertz

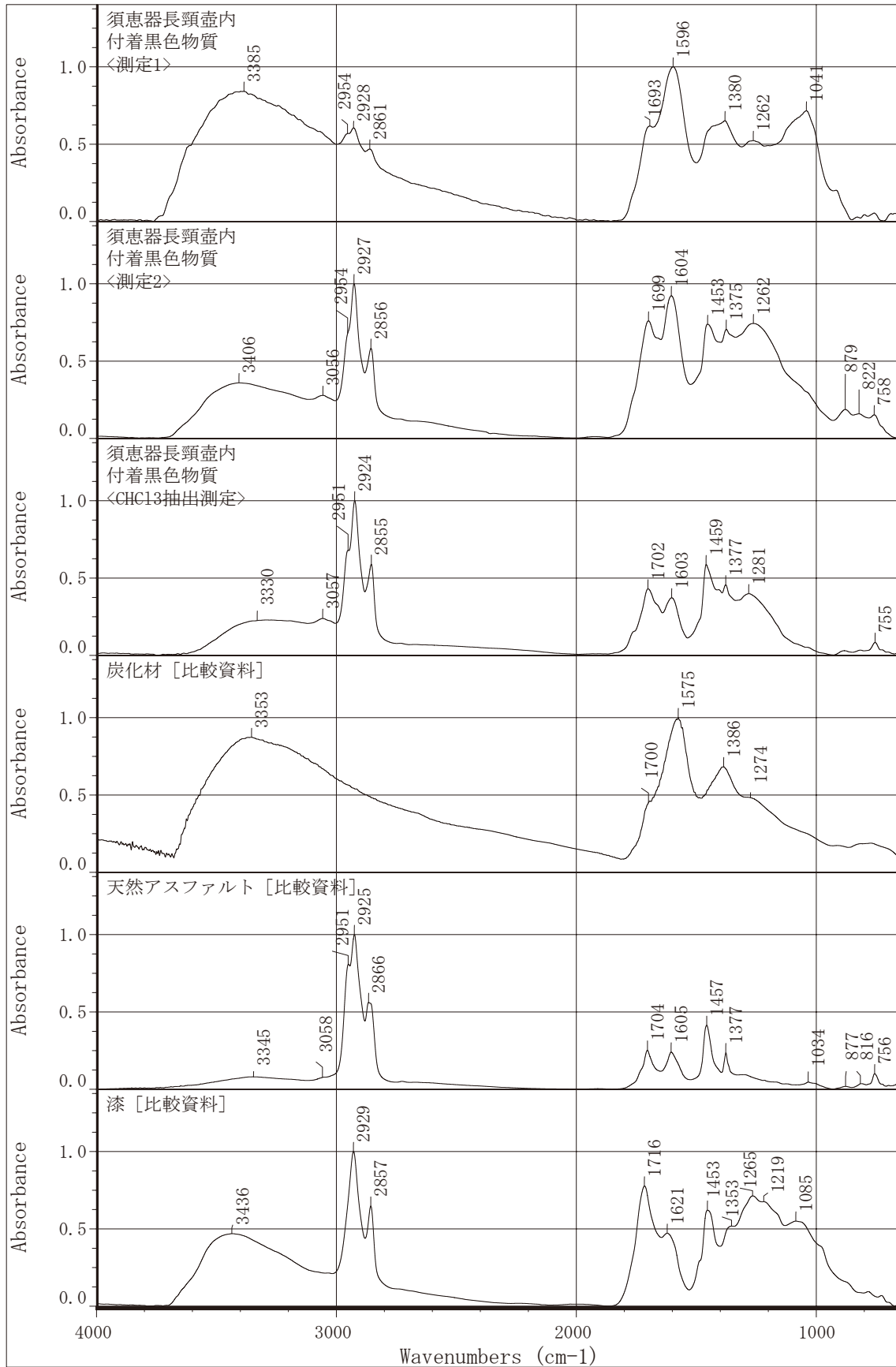
(2) 赤外線吸収スペクトルの測定

微量採取した試料をダイヤモンドプレスにより加圧成型した後、顕微FT-IR装置(サーモエレクトロン(株)製Nicolet Avatar 370,Nicolet Centaurus)を利用し、測定を実施した。なお、赤外線吸収スペクトルの測定は、作成した試料を鏡下で観察しながら測定位置を絞り込み、アパーチャでマスキングした後、透過法で測定した。得られたスペクトルはベースライン補正などのデータ処理を施した後、吸光度(ABS)で表示している。本調査における測定条件の詳細を表62に示す。

3 結果および考察

FT-IRスペクトルを第156図に示す。なお、比較資料として実測した炭化材、天然アスファルトおよび漆のスペクトルを図中に併記している。

須恵器長頸壺内部から採取した付着黒色物質を顕微システム下で観察しながら測定した結果、測定



第156図 FT-IRスペクトル

部位によって赤外線吸収特性が大きく変化する傾向を認めた。測定1, 2としてその特性を示したが、どちらも 3400cm^{-1} 、 2950cm^{-1} 、 2930cm^{-1} 、 2860cm^{-1} 、 1700cm^{-1} 、 1600cm^{-1} 、 1450cm^{-1} 、 1380cm^{-1} 、 1260cm^{-1} 付近に吸収が認められるものの、スペクトルパターンは大きく異なる。

両スペクトルを当社のスペクトルデータベースでサーチした結果では、測定1は炭化材などの炭化物、測定2は漆や天然アスファルトとマッチング率が高い結果が得られたが、測定部位によって赤外線吸収特性が一様ではないため信頼性は低い。特に、採取した黑色物質の形状が微小な塊状粒子であったことを加味すれば測定2においてマッチング率が高かった漆の可能性は極めて低いと思われる。

なお、漆とアスファルトではクロロホルム(CHCl_3)に対する溶解性が異なり、耐性の高い漆に対してアスファルトは容易に溶解する。念のため、採取した黑色物質をクロロホルムに浸漬して溶解性を確認した結果では、不溶残渣が相当量残るものの、溶媒が褐色化し、クロロホルムに溶解する成分も含むことを認めた。抽出溶媒をアルミ蒸着ガラスに滴下し溶媒を揮散させ反射法による測定を実施した結果では、固形物で測定した測定2と比べてより天然アスファルトに近いスペクトルパターンが得られたが、天然アスファルトには認められない 1280cm^{-1} 付近の吸収に相違点も認められた。

光沢感を持つ微小塊状の黑色物質は一見、炭化物のようにも見え、測定1のスペクトルはこれを裏付ける結果とも捉えることも出来るが、一方で測定2や溶媒抽出物のスペクトルにおいて顕著な 3060cm^{-1} 、 2950cm^{-1} 、 2930cm^{-1} 、 2860cm^{-1} 付近の芳香環やメチル基およびメチレン基のC-H伸縮振動および 1450cm^{-1} 、 1380cm^{-1} 付近のC-H変角振動は炭化水素を豊富に含むことを示す。漆以外では天然アスファルトとマッチング率が高い結果が得られたものの、黑色物質が加熱によって軟化しなかったことや、加圧によって容易に粉粒状に碎けるなどの物性から、アスファルトとも考えがたい。

現状、簡易的な調査手法である赤外分光分析のみでは、付着黑色物質の本質を見極めることは難しい。今後、付着黑色物質に対して、薄片作製による構造の観察や、より詳細な成分分析を実施する等の調査が必要と考える。

【参考文献】

- 安藤一男, 1990, 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 東北地理, 42, 73-88.
- Asai, K. & Watanabe, T., 1995, Statistic Classification of Epilithic Diatom Species into Three Ecological Groups relating to Organic Water Pollution(2) Saprophilous and saproxenous taxa. Diatom, 10, 35-47.
- 原口和夫・三友清史・小林 弘, 1998, 埼玉の藻類 珪藻類. 埼玉県植物誌, 埼玉県教育委員会, 527-600.
- 林 昭三, 1991, 日本産木材 顕微鏡写真集. 京都大学木質科学研究所.
- 伊東隆夫, 1995, 日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅰ. 木材研究・資料, 31, 京都大学木質科学研究所, 81-181.
- 伊東隆夫, 1996, 日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅱ. 木材研究・資料, 32, 京都大学木質科学研究所, 66-176.
- 伊東隆夫, 1997, 日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅲ. 木材研究・資料, 33, 京都大学木質科学研究所, 83-201.
- 伊東隆夫, 1998, 日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅳ. 木材研究・資料, 34, 京都大学木質科学研究所, 30-166.
- 伊東隆夫, 1999, 日本産広葉樹材の解剖学的記載Ⅴ. 木材研究・資料, 35, 京都大学木質科学研究所, 47-216.
- 伊藤良永・堀内誠示, 1991, 陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用. 珪藻学会誌, 6, 23-45.
- 岸本定吉・杉浦銀治, 1980, 日曜炭やき師入門. 総合科学出版, 250p.
- 小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田啓五, 2006, 小林弘珪藻図鑑. 第1巻, (株)内田老鶴圃, 531p.
- 近藤 鍊三, 1982, Plant opal分析による黑色腐植層の成因究明に関する研究. 昭和56年度科学研究費(一般研究C)研究成果報告書, 32p.
- 近藤鍊三, 2010, プラント・オパール図譜. 北海道大学出版会, 387p.
- 小杉正人, 1988, 珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 第四紀研究, 27, 1-20.
- Krammer, K., 1992, PINNULARIA. eine Monographie der europäischen Taxa. BIBLIOTHECA DIATOMOLOGICA BAND 26. J. CRAMER, 353p.

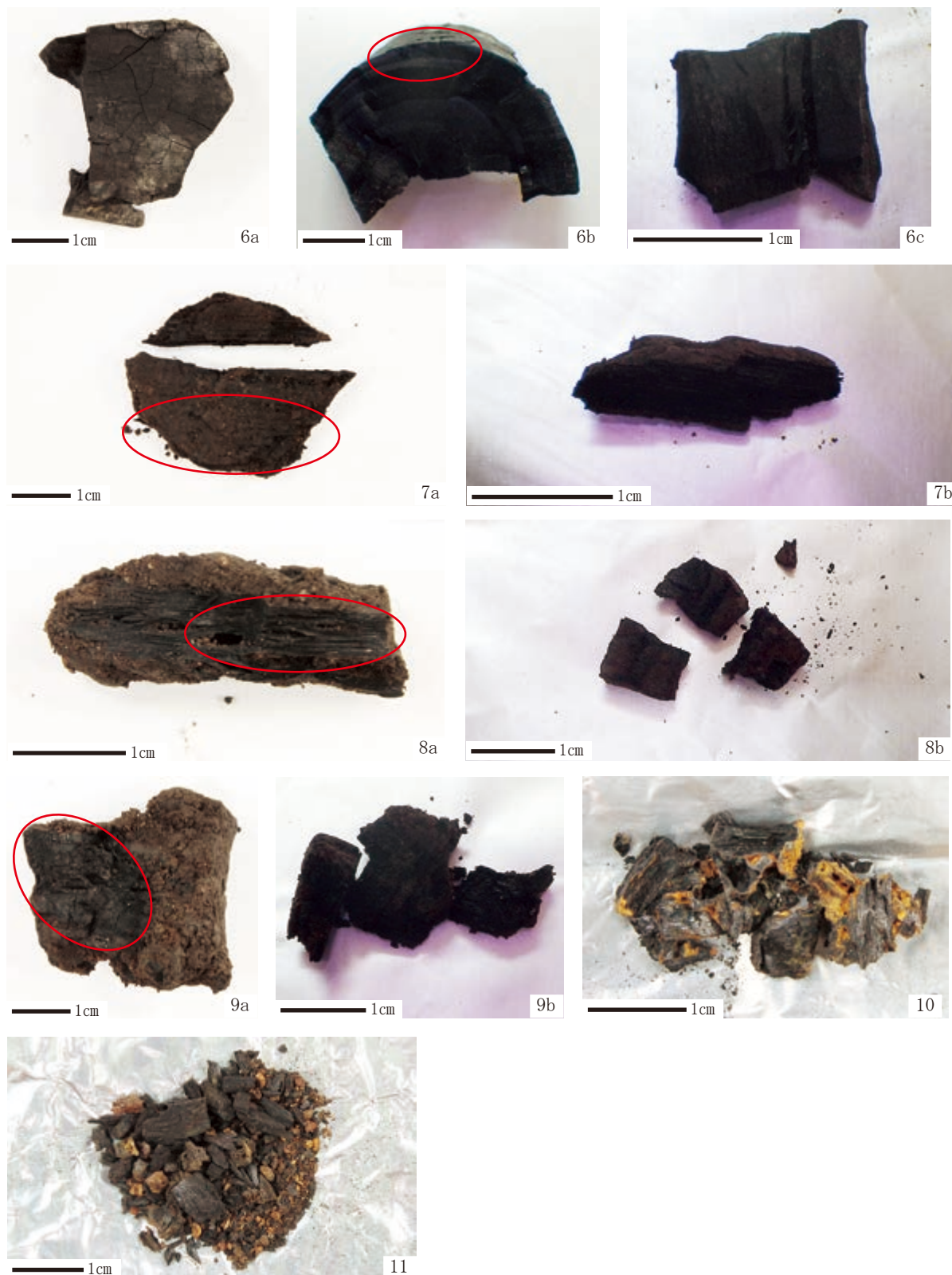
第4章 自然科学分析の成果

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1986, Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, 876p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1988, Bacillariophyceae. 2. Teil: Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Gustav Fischer Verlag, 536p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1991a, Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, 230p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1991b, Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Suesswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, 248p.
- Lowe, R. L., 1974, Environmental Requirements and Pollution Tolerance of Fresh-water Diatoms. Environmental Monitoring Ser. EPA Report 670/4-74-005. Nat. Environmental Res. Center Office of Res. Develop., U.S. Environ. Protect. Agency, Cincinnati. 334p.
- 三宅 尚・中越信和, 1998, 森林土壌に堆積した花粉・胞子の保存状態. 植生史研究, 6, 15-30.
- 中村 純, 1967, 花粉分析. 古今書院, 232p.
- 中村 純, 1980, 日本産花粉の標徴 I II (図版). 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録 第12, 13集, 91p.
- Richter H.G., Grosser D., Heinz I. and Gasson P.E. (編), 2006, 針葉樹材の識別 IAWAによる光学顕微鏡的特徴リスト. 伊東隆夫・藤井智之・佐野雄三・安部 久・内海泰弘(日本語版監修), 海青社, 70p. [Richter H.G., Grosser D., Heinz I. and Gasson P.E. (2004) IAWA List of Microscopic Features for Softwood Identification].
- Round, F. E., Crawford, R. M. & Mann, D. G., 1990, The diatoms. Biology & morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 747p.
- 島地 謙・伊東 隆夫, 1982, 図説木材組織. 地球社, 176p.
- 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.
- 杉山真二, 2000, 植物珪酸体(プラント・オパール). 辻 誠一郎(編著) 考古学と自然科学3 考古学と植物学, 同成社, 189-213.
- 杉山真二・藤原宏志, 1986, 機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定 - 古環境推定の基礎資料として -. 考古学と自然科学, 19, 69-84.
- 田中正昭, 2002, 日本淡水産動植物プランクトン図鑑. 584p.
- 徳永重元・山内輝子, 1971, 花粉・胞子. 化石の研究法, 共立出版株式会社, 50-73.
- Vos, P. C. & H. de Wolf, 1993, Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects. Hydrobiologica, 269/270, 285-296.
- Wheeler E.A., Bass P. and Gasson P.E. (編), 1998, 広葉樹材の識別 IAWAによる光学顕微鏡的特徴リスト. 伊東隆夫・藤井智之・佐伯 浩(日本語版監修), 海青社, 122p. [Wheeler E.A., Bass P. and Gasson P.E. (1989) IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification].
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D., 2000, Diatom flora of Marine coast I. Iconographia Diatomologica 7. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 881p.
- 渡辺仁治・浅井一視・大塚泰介・辻 彰洋・伯耆晶子, 2005, 淡水珪藻生態図鑑. 内田老鶴圃, 666p.
- 山田富貴子, 1986, 赤外線吸収スペクトル法, 「機器分析のてびき第1集」. 化学同人, 1-18.
- 柳沢幸夫, 2000, 計数・同定. 化石研究会(編) 「化石の研究法 - 採集から最新の解析法まで - 」, 共立出版株式会社, 49-50.
- Zong, Y. & B.P. Horton, 1998, Diatom zones across intertidal flats and coastal saltmarshes in Britain. Diatom research, 13, 2, 375-394.



1. 取上No.1723 (試料No.1) a:炭化材の外観, b:測定試料
 2. 取上No.1725 (試料No.2) a:炭化材の外観, b:炭化材上面観, c:測定試料
 3. 取上No.788① (試料No.3) a:炭化材の外観, b:炭化材上面観, c:測定試料
 4. 取上No.1471① (試料No.4) a:炭化材の外観, b:測定試料
 5. 取上No.1358① (試料No.5) a:炭化材の外観, b:測定試料

文中写真12 放射性炭素年代測定試料(1)



6. 取上No.1235① (試料No.6) a:炭化材の外観, b:炭化材上面観, c:測定試料
 7. 取上No.1473① (試料No.7) a:炭化材の外観, b:測定試料
 8. 取上No.1473② (試料No.8) a:炭化材の外観, b:測定試料
 9. 取上No.1473③ (試料No.9) a:炭化材の外観, b:測定試料
 10. 取上No.566 (試料No.10)
 11. 取上No.986 (試料No.11)

文中写真13 放射性炭素年代測定試料(2)



12. 取上No.1043(試料No.12)

13. 取上No.1020(試料No.13)

14. 取上No.877(試料No.14)

15. 取上No.175(試料No.15)

16. 取上No.1830(試料No.16)

17. 取上No.1027(試料No.17)

18. 取上No.1218(試料No.18) a:炭化材の外観, b:測定試料

19. 取上No.1251(試料No.19) a:炭化材の外観, b:測定試料

文中写真14 放射性炭素年代測定試料(3)



1. 須恵器上面観(取上No.240・465)
2. 須恵器側面観(取上No.240・465)
3. 須恵器内の黒色物質遺存状況と試料採取位置(赤丸部分)
4. 採取した黒色物質の状況

文中写真15 赤外分光分析試料

第2節 鉄関連遺物分析資料の考古学的観察

表63 分析資料番号1

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	4			項目	滓	メタル		
	出土位置	C区 SS8(掘立柱建物) 貼床(下)d-2層		時期:根拠	7世紀後半:出土土器							
試料記号	検鏡: TUR-1	計測値	長径:— cm 短径:— cm 厚さ:— cm 重量:— g	色調	表:—	遺存度	—	分析	マクロ	○		
	化学:— 放射化:—				地:—						破面数	—
遺物種類(名称)	粒状滓(一括)			磁着度	—	前含浸	—					
				メタル度	なし	断面樹脂	—					
観察所見	<p>大山火山の北麓を北東方向に伸びる狭い開析谷の東南東向きの急傾斜中段から検出された7世紀後半の鍛冶工房出土の粒状滓である。鍛冶工房はテラスに設けられた桁行2間×梁行2間の掘立柱建物で、床面の中央やや南西寄りに鍛冶炉が構築されている。床面は新旧2枚に分かれており、鍛冶炉が検出されたのは貼床下の旧床面に相当する。また、南東隅の柱穴に接する位置で構成No.7とした大型の金床石が検出されている。鍛冶炉周辺の床面2m×2mの範囲に土砂採取用の25cmメッシュを設定して調査を行っている。分析資料No.2とした鍛造剥片とセットになる資料である。両者とも床面の土砂を水洗後に分離を行ったが、出土量は極めて少ない。粒状滓とした資料は全般に径の微細な資料が主体で、最大径は0.6mm大を測る球状である。最も小さな個体は0.1mm大。色調は黒褐色で、端部に突起が認められる個体も含まれている。この粒状滓を分離した土砂中には1cm大前後の粘土質溶解物や「粒状の滓」が一定量含まれている。これらは羽口先や炉壁土が発泡したり、半流動状になった状態と推定される。</p>											
分析部分	必要量を選択し、「粒状滓」として分析に用いる。残材返却。											
備考	<p>SS8掘立柱建物跡出土品から構成された鉄関連遺物には鉄製品2点と鍛冶羽口の先端部小破片に加えて、金床石がある。鉄製品は構成No.3とした長頸鎌の茎部に似た棒状不明品と、構成No.4とした木部付きの手鎌(ヒル鎌)である。構成No.6-3とした羽口先の破片は外周部径の小さな管状土錘端部様の形態を持つ。構成No.7とした金床石は鍛冶炉遺構の貧弱さに比べて51.5kgもの重量を持つ巨大な資料であり、これらが鍛冶関連のセットと考えられる。SS8を検出した同一斜面にはSS5～SS19までの少なくとも9基程度の7世紀代の段状遺構や掘立柱建物跡が検出されているが、遺構としての残りはやや不良といえる。分析資料No.3とした含鉄の滓はSS17とした弥生時代後期の段状遺構を検出中に覆土から出土している。</p>											

表64 分析資料番号2

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	6-1			項目	滓	メタル		
	出土位置	C区 SS8(掘立柱建物) 貼床(下)d-3層		時期:根拠	7世紀後半:出土土器							
試料記号	検鏡: TUR-2	計測値	長径:— cm 短径:— cm 厚さ:— cm 重量:— g	色調	表:—	遺存度	—	分析	マクロ	○		
	化学:— 放射化:—				地:—						破面数	—
遺物種類(名称)	鍛造剥片(一括)			磁着度	—	前含浸	—					
				メタル度	なし	断面樹脂	—					
観察所見	<p>大山火山の北麓を北東方向に伸びる狭い開析谷の東南東向きの急傾斜中段から検出された7世紀後半の鍛冶工房出土の鍛造剥片である。鍛冶工房はテラスに設けられた桁行2間×梁行2間の掘立柱建物で、床面の中央やや南西寄りに鍛冶炉が構築されている。床面は新旧2枚に分かれており、鍛冶炉が検出されたのは貼床下の旧床面に相当する。また、南東隅の柱穴に接する位置で構成No.7とした大型の金床石が検出されている。鍛冶炉周辺の床面2m×2mの範囲に土砂採取用の25cmメッシュを設定して調査を行っている。分析資料No.1とした粒状滓とセットになる資料である。両者とも床面の土砂を水洗後に分離を行ったが、出土量は極めて少ない。鍛造剥片とした資料は全般に厚みの薄い資料が主体で、最大の剥片は大きさが3mm大を測る薄板状である。厚みは0.2mmから0.1mm程度を測る。色調は表裏面が黒褐色から片面のみが青光りする状態で、後者ほど薄い傾向を傾向を持つ。この鍛造剥片を分離した土砂中には1cm大前後の粘土質溶解物や「粒状の滓」が一定量含まれている。これらは羽口先や炉壁土が発泡したり、半流動状になった状態と推定される。</p>											
分析部分	必要量を選択し、鍛造剥片として分析に用いる。残材返却。											
備考	<p>SS8掘立柱建物跡出土品から構成された鉄関連遺物には鉄製品2点と鍛冶羽口の先端部の小破片に加えて、金床石がある。鉄製品は構成No.3とした長頸鎌の茎部に似た棒状不明品と、構成No.4とした木部付きの手鎌(ヒル鎌)である。構成No.6-3とした羽口先の破片は外周部径の小さな管状土錘端部様の形態を持つ。構成No.7とした金床石は鍛冶炉遺構の貧弱さに比べて51.5kgもの重量を持つ巨大な資料であり、これらが鍛冶関連のセットと考えられる。SS8を検出した同一斜面にはSS5～SS19までの少なくとも9基程度の7世紀代の段状遺構や掘立柱建物跡が検出されているが、遺構としての残りはやや不良といえる。分析資料No.3とした含鉄の滓はSS17とした弥生時代後期の段状遺構を検出中に覆土から出土している。</p>											

表65 分析資料番号3

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	15			項目	滓	メタル
	出土位置	C区 遺構外		時期：根拠	7世紀後半：出土土器					
試料記号	検鏡：TUR-3	計測値	長径：6.4 cm	色調	表：茶褐色～濃茶褐色 ～黒褐色	遺存度	破片	分析	マクロ	○
	化学：TUR-3		短径：4.3 cm		地：濃茶褐色～黒褐色	破面数	4		検鏡硬度	○
放射化：—	厚さ：2.5 cm		磁着度	5				前含浸	—	X線回折化学耐火度
遺物種類(名称)	腕形鍛冶滓？(含鉄)	重量：110 g			メタル度	L(●)	断面樹脂			○
観察所見	<p>平面形が不整五角形をした含鉄の腕形鍛冶滓様資料。全体的に放射割れが発達して黒錆も滲んでいる。上面は波状で、右下手側の肩部には長さ2.5cm程度の木炭痕が残されている。側部は四方が破面で、右側部のみが腕形に傾斜する自然面になっている。下面左側はやや面を成す自然面で、微細な凹凸のある圧痕状を示す。表面には薄皮状の酸化土砂が巡り、芯部が広範囲の含鉄部になっている。右側部を重視すれば、小型の腕形鍛冶滓の可能性が強そうである。色調は表面の酸化土砂が茶褐色で、滓部は濃茶褐色から黒褐色。地の含鉄部も濃茶褐色から黒褐色を示す。透過X線像によれば、滓内部にも放射割れが伸びており、外周部まで密度が比較的高くなっている。気孔は不明瞭で、像的には含鉄部が腕形鍛冶滓的ではない。</p>									
分析部分	長軸端部1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。残材断面に樹脂塗付。残材返却。									
備考	出土位置は急斜面に構築されたSS17段状遺構検出時の覆土中である。直上の斜面には分析資料No.1、2と粒状滓や鍛造剥片が出土した7世紀後半と推定される鍛冶炉を持つSS8掘立柱建物跡(貼床下)が検出されており、この遺構から廃棄された滓の可能性が強いものと考えられる。									

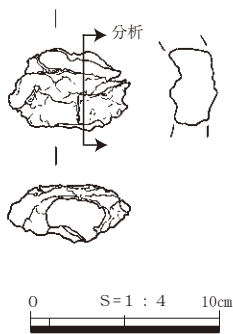
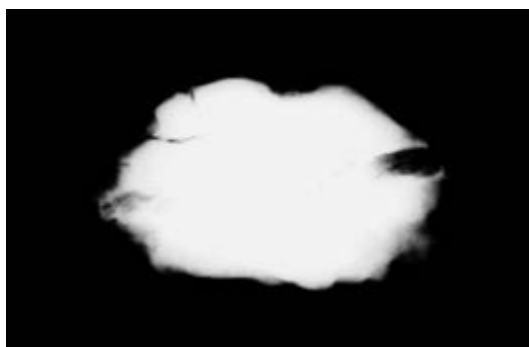
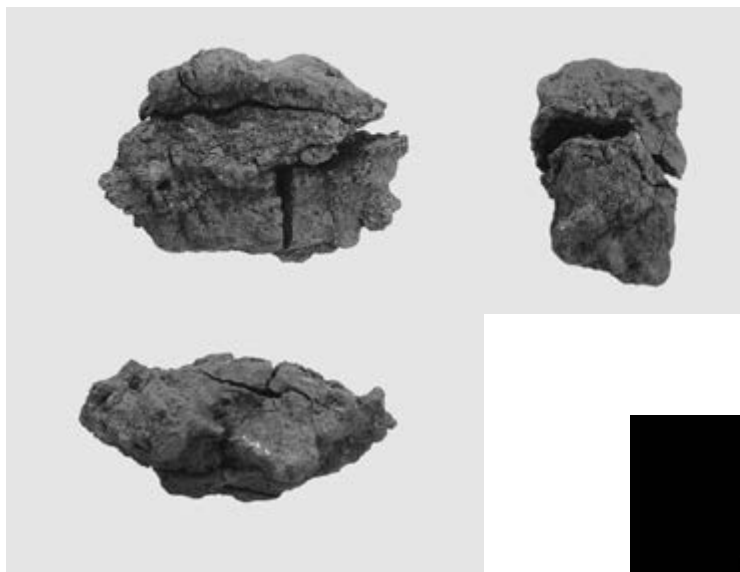


表66 分析資料番号4

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	26			項目	滓	胎土	
	出土位置	A区 NR1-1-c(自然河川跡)		時期：根拠	10～12世紀：放射性炭素年代測定法						
試料記号	検鏡：TUR-4	計測値	長径：5.5 cm 短径：5.3 cm 厚さ：4.1 cm 重量：192 g	色調	表：明褐色～赤褐色～灰白色	遺存度	破片	分	マクロ		
	化学：TUR-4				地：茶褐色～灰黒色～黒褐色	破面数	5				析
遺物種類(名称)	放射化：—			板屋型羽口(鍛冶)先端部、スマキ造り、滓付き	磁着度	1	前含浸	—	X線回折		
						メタル度	なし	断面樹脂	—	耐火度	○
観察所見	<p>顎部に滓層の一部が残る板屋型羽口の先端部破片。羽口正面から見て顎部のやや左寄り破片で、右下の部分には厚さ3cm以上の滓層が垂れ落ちている。羽口側は下面のごく一部が生きているのみで連続的な小破面に覆われており、通風孔部の壁面も欠落する。羽口外面には滓部との境をなす形でスマキ痕と推定される浅い凹凸部分が確認される。スマキ痕の幅は4～6mm程度を測る。胎土は部分的にスサ量に濃淡のある粘土質で、比較的緻密。滓部側は羽口前面となる右側のみが垂れになる自然面で、残る側部や下面は破面になっている。破面には1cm大以下の木炭痕や気孔が点在するが、密度は高くやや風化気味。色調は羽口胎土が明褐色から赤褐色、さらには灰黒色と変化が激しく、滓側は表面の酸化土砂が茶褐色で、滓部は灰黒色から黒褐色になっている。</p>										
分析部分	短軸端部1/2を直線状に切断し、板屋型羽口付着の滓部を中心に分析に用いる。残材返却。										
備考	<p>A地区とされた北西に傾斜する開析谷の基部を北東方向に流れ下る自然河川跡出土資料から構成された42点中の一点である。自然河川跡はNR1-1からNR1-3に3区分される新旧の河道から構成されている。構成No17～133まで114点の資料が相当する。遺物の種類としては外面に明瞭なスマキ痕を残す板屋型羽口と形態が特徴的な板屋型の碗形鍛冶滓が目立っている。また、これらに伴う資料として流出孔滓や流出溝滓に加えて、少量ながらも炉壁片や再結合滓、さらにはごく少量の工具付着滓や鉄製品破片が含まれている。但し、全体的な様相は板屋型羽口と板屋型碗形鍛冶滓が主体で、直近の上流部に板屋型の精錬鍛冶遺構が想定できよう。</p>										

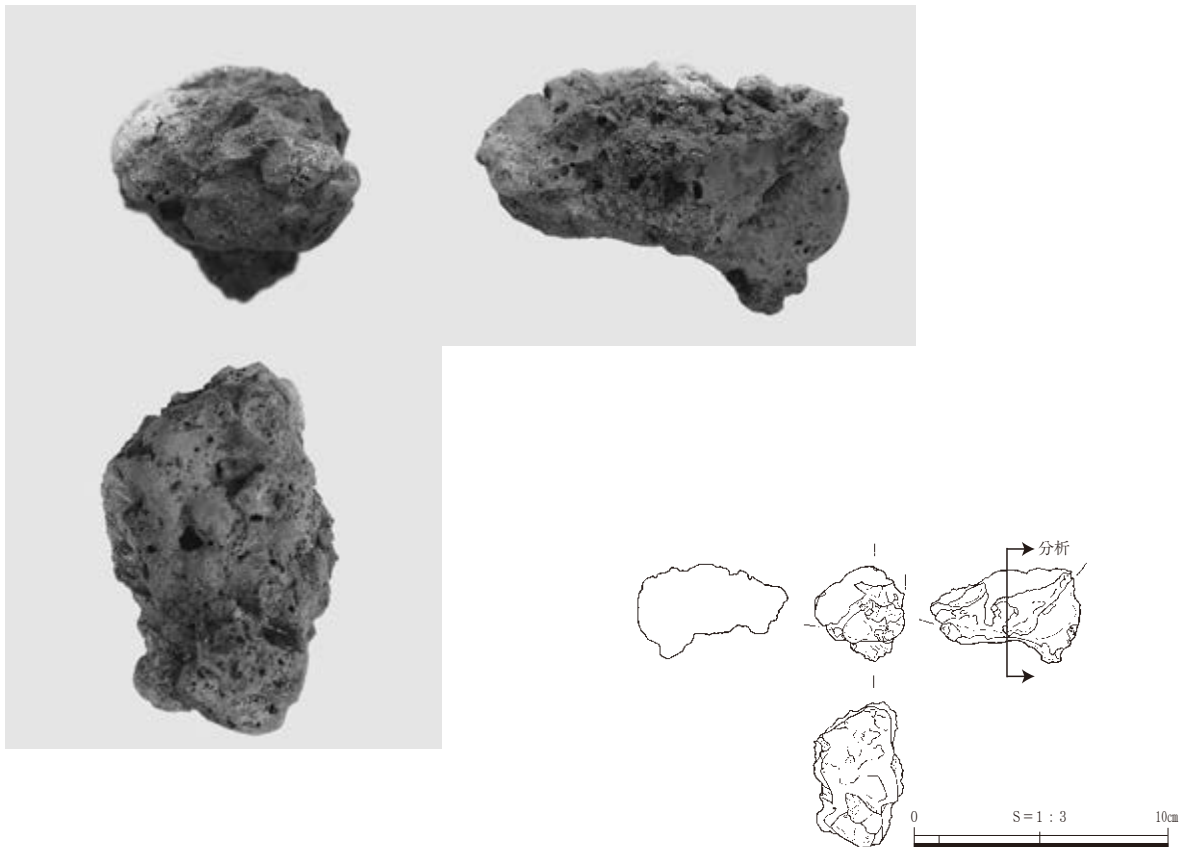


表67 分析資料番号5

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	32			項目	滓	メタル
	出土位置	A区 NR1-1-d(自然河川跡)		時期:根拠	10~12世紀:放射性炭素年代測定法					
試料記号	検鏡: TUR-5	計測値	長径: 21.7 cm 短径: 23.7 cm 厚さ: 9.7 cm 重量: 3,704 g	色調	表: 茶褐色~灰褐色	遺存度	ほぼ完形	分析	マクロ	
	化学: TUR-5				地: 濃茶褐色~灰黒色	破面数	3		検鏡	○
放射化: —	磁着度			2		前含浸	—		硬度	○
遺物種類 (名称)				板屋型椀形鍛冶滓 (特大・流出孔滓付き)	メタル度	なし	断面樹脂		—	E P M A
観察所見	<p>下手側の側部に棒状の流出孔滓が突出した、3.7kg大の板屋型椀形鍛冶滓。右上手側の側部から下面の表層が広く剥落して直上の肩部にも破面が認められるが、全体形状は本来の形状を保っている。主体となるのは右上手寄りの立ち上がりの急な椀形の部分で、肩部が左上手側と下手側の2方に薄く広がる形で滓が形成されている。そのため、上面が3方に分かれてそれぞれの中間部分は低い段をなす。但し、上面全体の形状は平坦気味で、それぞれの窪みの表面に不規則な木炭痕や凹凸が広がる状態を示す。下手側の突出部は端部が破面になった先窄まりの棒状で、破面の径は2.5cm大前後を測る。この部分から明らかに滓が外側に流出していることが明白である。なお、上面左上手側の窪みはこの流出孔滓内部が抜け出たことによる陥没という疑いも残る。右下手寄りの側部から下面には灰褐色に被熱した炉床土が面をなして固着する。色調は表面に残る酸化土砂の部分が茶褐色。滓部は表面の風化部分が灰褐色で、残りの良い部分では表面・地とも濃茶褐色から灰黒色になる。</p>									
分析部分	長軸端部1/10を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。									
備考	NR1-1自然河川跡出土の板屋型椀形鍛冶滓である。構成No.17~59までの42点が同一遺構の出土品として構成されている。炉壁が5点、板屋型羽口が9点、板屋型椀形鍛冶滓を含む大型の滓が9点、流出孔滓や流出溝滓が合わせて17点、再結合滓が2点という組み合わせになっている。									

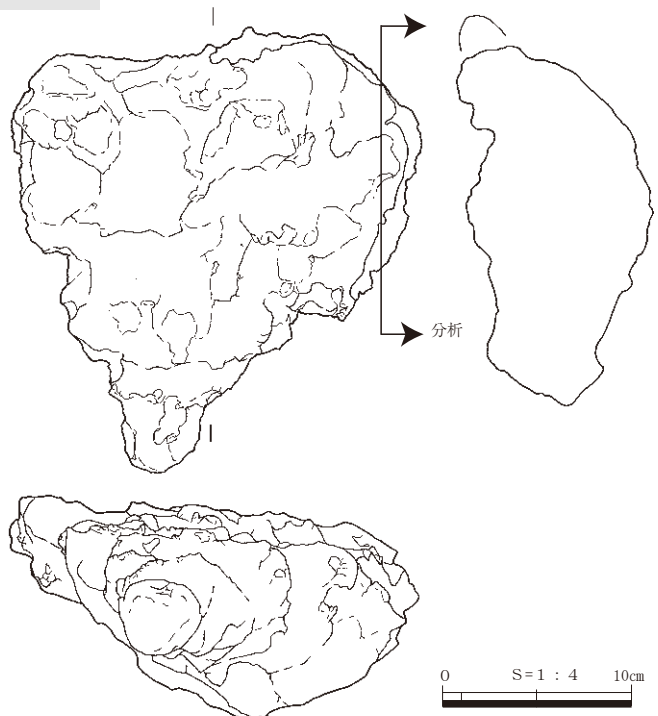
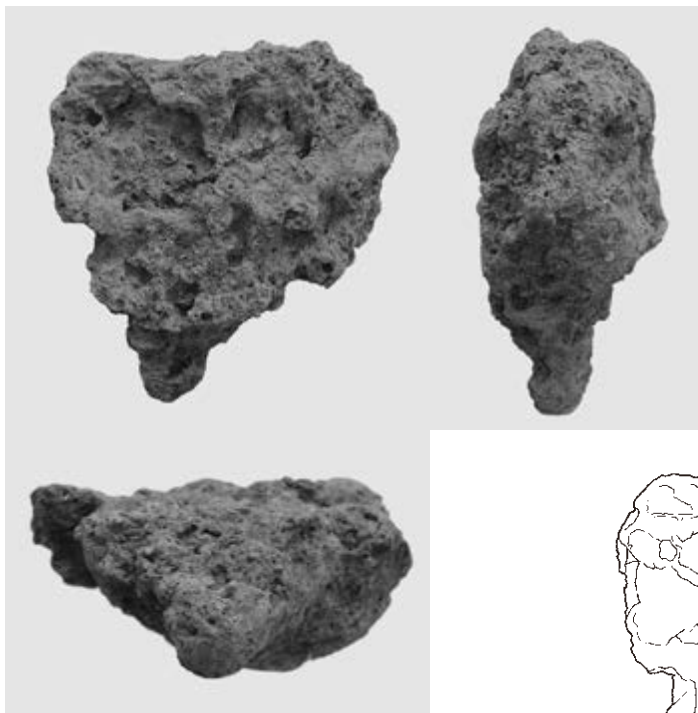


表68 分析資料番号6

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	53			項目	滓	メタル
	出土位置	A区	NR1-1-d(自然河川跡)	時期：根拠	10～12世紀：放射性炭素年代測定法					
試料記号	検鏡：TUR-6	計測値	長径：15.5 cm 短径：9.9 cm 厚さ：7.2 cm 重量：1.352 g	色調	表：茶褐色～灰黒色～黒褐色	遺存度	破片	分析	マクロ	
	化学：TUR-6				地：灰黒色～黒褐色				破面数	1
放射化：—	磁着度			2		前含浸	—			
遺物種類(名称)					流出孔～溝滓(鍛冶系)				メタル度	なし
観察所見	分析部分	備考	左側部がシャープな破面になった、幅9cm強の流出孔から流出溝滓破片。上面から右側部は生きており、大きな襞状の流れ皺を生じながらも右側部で収束する。平面形は僅かに弧状で、側部から底面は短軸方向の傾斜角度が不均一な舟底状となる。右側部では先端部方向に向かって迫り上がる形で舟の軸先状を示す。また、側部表面には炉壁粉らしき灰色の土が点々と固着する。破面から見ると滓内部は結晶の発達した緻密な滓層で、上面表皮直下を中心に表層の気孔が目立っている。なお、左上手側の上面にも圧痕状の部分があり、流出孔の天井部側圧痕の疑いを持つ。色調は表面の3分の1程度が土砂主体の茶褐色になっており、滓側は表面・地とも灰黒色から黒褐色を示す。	長軸端部1/10を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。	分析資料No.4～7までの4点の資料がNR1-1自然河川跡からの出土品を母体とした分析資料セットである。	X線回折化学	○			
						放射化		X線透過		

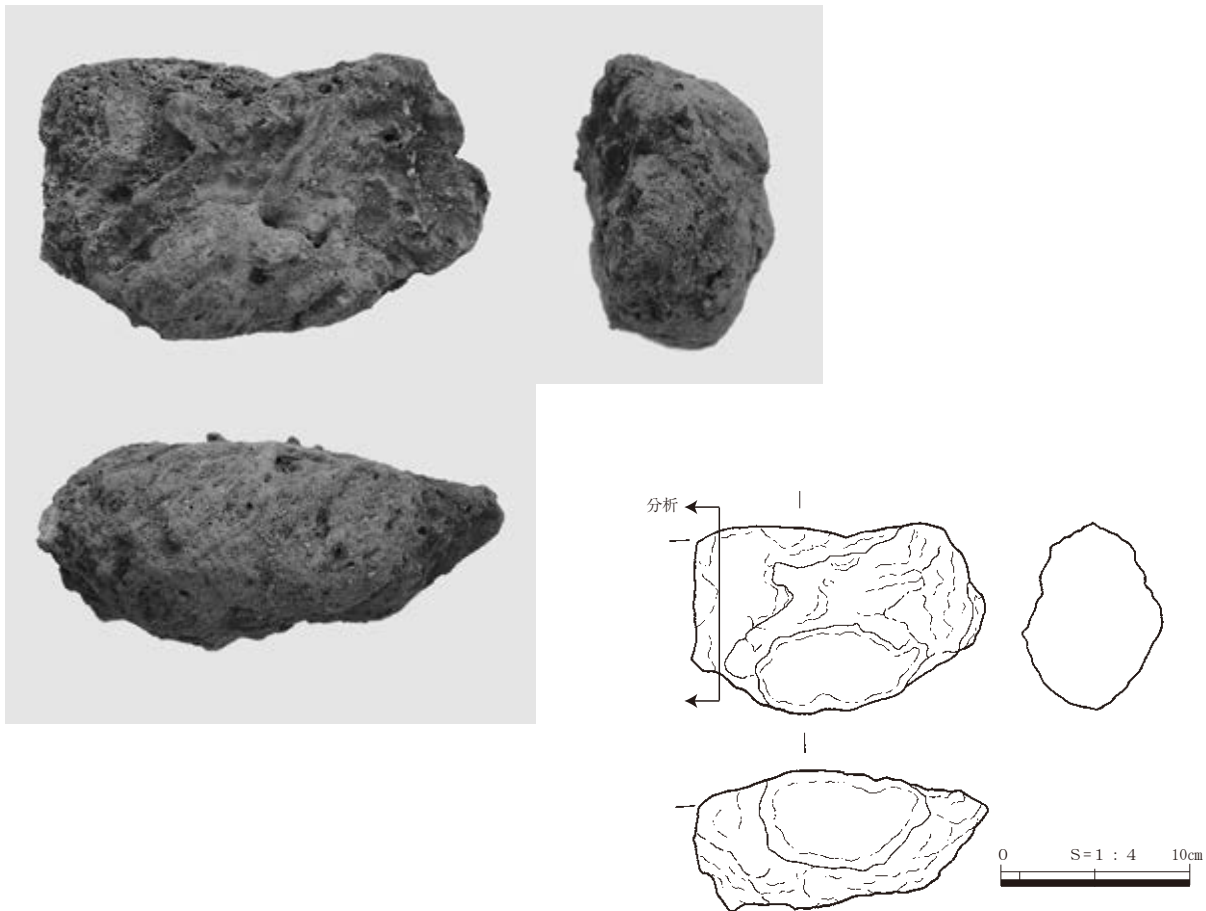


表69 分析資料番号7

出土状況	遺跡名		遺物No.		59		項目	滓	メタル
	出土位置		時期：根拠		10～12世紀：放射性炭素年代測定法				
試料記号	検鏡：TUR-7	計測値	長径：24.3 cm 短径：14.4 cm 厚さ：12.3 cm	色調	表：黄褐色～濃茶褐色	遺存度	破片	分	マクロ
	化学：— 放射化：—				地：濃茶褐色	破面数			
遺物種類 (名称)	再結合滓 (含鉄)		重量：1,130 g	磁着度	4	前含浸	—	析	検鏡硬度
				メタル度	H(○)	断面樹脂	—		E P M A X線回折 化学耐 火度 カロリー 放射化 X線透過
観察所見	<p>左側部と上手側の側部が明瞭な破面になった、厚さ6cm弱を測る厚板状をした再結合滓破片。上面は極めて緩やかな波状の平坦面で、右側部から下手側の側部にかけては緩やかな椀形を示す。下面左寄りには表層が剥落して破面になっている。1.5cm大以下の滓片や粉炭主体の再結合滓で、鍛冶系の鍛造剥片や粉状滓は見かけ上含まれていない。比較的粒径の整った形の再結合滓で、内部には中空部がほぼ均等に分布している。全体観が浅い椀形となっているため、浅い土坑状の遺構で生成された後にその他の鍛冶関連遺物と共に自然河川を流れ下ったものと考えられる。色調は上面の一部に黄褐色の酸化土砂が残り、全体的には表面・地とも濃茶褐色となっている。下面に沿って磁着気味の部分があり、周辺部には結晶の発達した滓部が確認される。</p>								
分析部分	<p>長軸端部1/10を直線状に切断し、再結合滓として分析に用いる。残材返却。</p>								
備考	<p>NR1-1自然河川跡の出土品から構成された42点中の1点である。構成された再結合滓は2点で、何れもが同じような板状の形態を持ち、浅い土坑状の遺構で再結合した可能性を窺わせる。なお、再結合滓はNR1-2自然河川跡からも出土しており、2点を構成している。両遺構出土の再結合滓とも密度は低めで、ざっくりとした質感を持っている。こうした質感の再結合滓が水流に乗って河川中を長距離移動したということは想定しにくく、本来の遺構が調査地点とほど遠くない可能性が強い。これは大型の椀形鍛冶滓が完形に近い状態で出土していることとも関連しそうな状況証拠といえる。</p>								

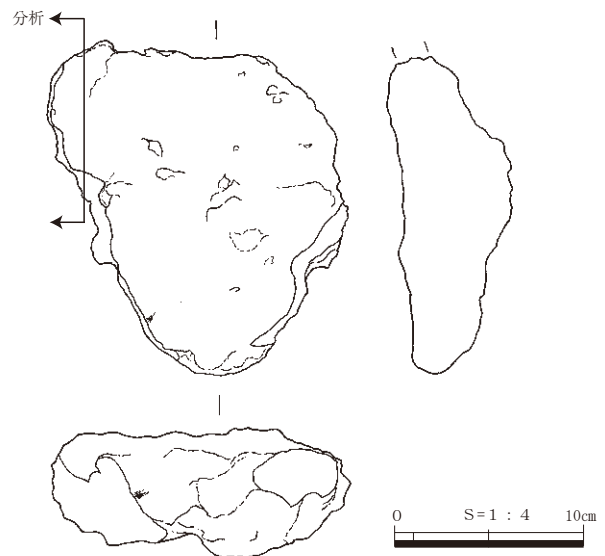


表70 分析資料番号8

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	60			項目	滓	胎土
	出土位置	A区	NR1-2-d(自然河川跡)	時期：根拠	10～12世紀：放射性炭素年代測定法					
試料記号	検鏡：TUR-8	計測値	長径：6.6 cm 短径：6.8 cm 厚さ：1.7 cm	色調	表：黒褐色～赤褐色	遺存度	破片	分	マクロ	胎土
	化学：— 放射化：—				地：黒褐色	破面数	5			
遺物種類 (名称)	炉壁 (製錬炉？、補修)			重量：75 g	磁着度	1	前含浸	—	カリ 放射化	
			メタル度	なし	断面樹脂	—	X線透過			
観察所見	側部4面と外面全体が破面になった炉壁小破片。内面上半は黒色ガラス質に滓化・溶損して、左下半部は表層が脱落してしまっている。また、左側部から内面下半には補修痕が確認され、内面の脱落は補修壁の一部が失われた状況と判断される。炉壁の平面形は弧状で、強い溶損部の疑いを持つ。外面の破面には一定量のスサを含む炉壁胎土が顔を出しており、左半分は製鉄炉の通風孔部沿いを示すような赤褐色の酸化色を示す。もし、この部分が通風孔部寄りとするれば平面形が弧状となるのも理解しやすく、通風孔部周辺の溶損と通風孔部壁面沿いの突出による可能性が高い。胎土は比較的硬質で、不規則なヒビ割れも生じている。									
分析部分	短軸端部1/3を直線状に切断し、補修痕の残る炉壁として分析に用いる。残材返却。									
備考	NR1-2自然河川跡から出土した構成資料62点中の1点である。分析資料にはこの内6点を選択しており、本資料に加えて炉底塊または板屋型椀形鍛冶滓3点、板屋型羽口1点、さらには含鉄の椀形鍛冶滓と推定される小破片1点という組み合わせである。構成資料の全体比率は炉壁が6点と僅かで、胎土等の違いにより一応は製錬系と鍛冶系に区分している。製錬系とした5点の炉壁は何れも小破片で、外周部が擦れて磨滅したような特徴を持っている。数多くの板屋型羽口や鍛冶系とした炉壁に比べれば、硬質であるにもかかわらず磨滅の程度が進んでいる。従って、製錬系とした炉壁類については点数も少なく、表面の磨滅が進んでいることから板屋型の羽口や滓に比べて、より遠方に本来の炉遺構が想定される可能性が高い。なお、炉壁の補修痕は同一事業用地内で調査された赤坂小丸山遺跡からも出土しており、地域性と時期的な関連が注目される。									

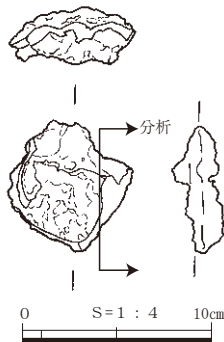
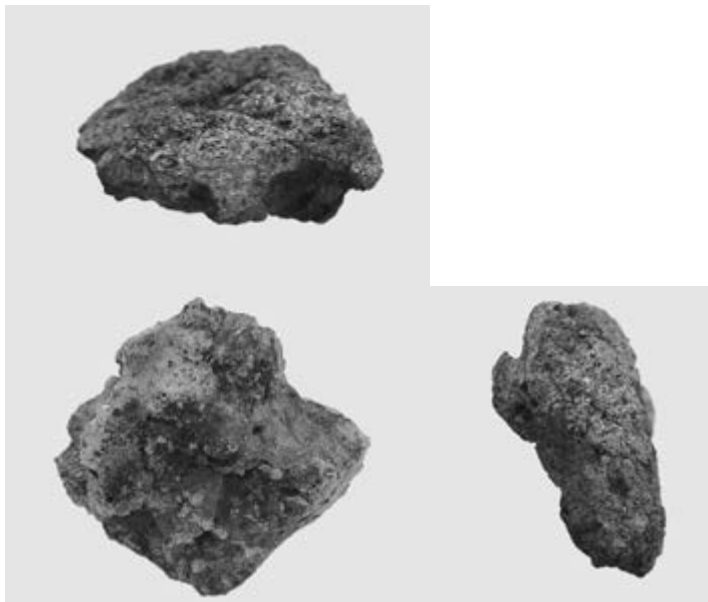


表71 分析資料番号9

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	67			項目	滓	メタル
	出土位置	A区 NR1-2-d(自然河川跡)		時期：根拠	10～12世紀：放射性炭素年代測定法					
試料記号	検鏡：TUR-9	計測値	長径：34.3 cm 短径：25.6 cm 厚さ：17.7 cm	色調	表：茶褐色～灰黒色～黒褐色	遺存度	破片	分	検鏡硬度	○
	化学：TUR-9				地：灰黒色～黒褐色					破面数
放射化：—				重量：14,540 g	磁着度	1	前含浸	—	X線回折化学耐火度	○
遺物種類(名称)	板屋型椀形鍛冶滓？(特大、炉底塊？)		メタル度	なし	断面樹脂	—	カロリー放射化			
観察所見	<p>下手側の側部全体が大破面になっており、左右の肩部にも破面が確認される板屋型椀形鍛冶滓の破片様。破片でありながらも14.5kg以上の重量を量る。上面が中央部に向かい窪み気味で、左右の側部から下面が立ち上がりの急な深い椀形になっている。上面中央部の窪みは左右2ヶ所に分かれて、一見すると工具痕様ではあるが、滓内部の抜けによる陥没痕かもしれない。上手側の側部の平面形がやや直線状で板屋型椀形鍛冶滓側部の立ち上がりに似る点から板屋型椀形鍛冶滓かとしており、側部の立ち上がりは炉底塊としては説明がつかない。下手側が大きく欠落して流出孔滓等の存否が不明のため判断の難しい資料である。破面や上面を中心に小礫を含む土砂主体の厚い酸化土砂に覆われており、この点も判別を難しくしている。生きている側部から下面は炉床土の剝離面様で、部分的に灰黒色の炉床土が張り付いている。滓質は破面に露出する下半部が結晶の発達した緻密な滓部で、上面や肩部に露出する上半部では中小の気孔がやや目立っている。色調は酸化土砂に覆われた部分が黄褐色から茶褐色で、滓部は表面・地とも灰黒色から黒褐色になっている。</p>									
分析部分	長軸端部 1/15を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。									
備考	NR1-2自然河川跡出土の構成資料62点中の1つである。出土資料の主体は板屋型羽口や板屋型椀形鍛冶滓からなる。本資料と構成No68とした重さ25kgを量る完形に近い滓は本遺跡出土の最大重量と外観を示す資料である。もし、本資料が精錬系の鍛冶滓であった場合には、製錬系の資料は炉壁と推定される10点程度のみとなる可能性がある。									

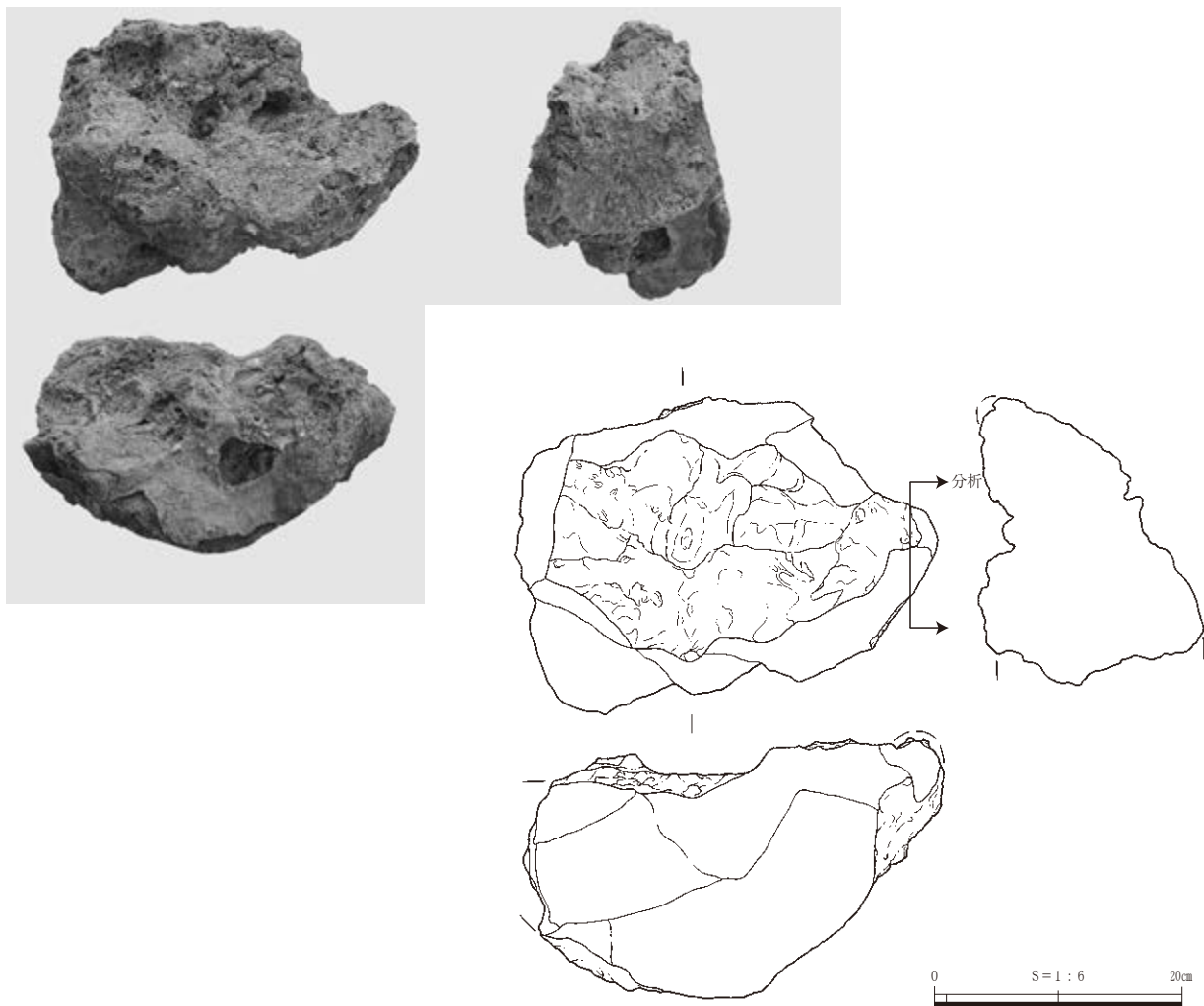


表72 分析資料番号10

出土状況	遺跡名		遺物No.		項目	滓	胎土
	A区 NR1-2-d(自然河川跡)		78				
出土位置	A区 NR1-2-d(自然河川跡)		時期：根拠		10~12世紀：放射性炭素年代測定法		
試料記号	検鏡：TUR-10	計測値	色調	表：黒色～黒褐色～灰黒色	遺存度	破片	分
	化学：TUR-10			地：明白色～赤褐色～黒褐色			
遺物種類(名称)	放射化：—	重量：318 g	磁着度	1	前含浸	—	析
				板屋型羽口(鍛冶) 先端～体部、スマキ造り			
観察所見	<p>左側部中段に2単位が接続したような形の通風孔部壁面を残す板屋型羽口の先端部破片。羽口正面から見て右半分の破片で、左側部の上下面と体部側が破面になっている。通風孔部の径は上下方向で4.3cmを測る。羽口先端部は黒色ガラス質に溶損して通風孔部先が内側に1cm程の幅で折れ曲がった形で遺存する。右側部から顎部にかけてはスマキ痕が連続的に確認される。なお、羽口の肉厚は4.7~5.2cm程度の幅を持っており、縦断面形で見ると通風孔部が上下方向に広がる傾向と同様、体部側も側部がやや平坦気味となっている。羽口先の右肩部には滓が纏まりかけて、顎部側に向かって盛り上がる。胎土はスサをまばらに混じえて密度が高い。また一部に微細なヒビ割れあり。色調は先端部から肩部にかけての外表面が黒色から黒褐色で、体部外表面は灰黒色気味となっている。体部側の破面では通風孔部沿いが明白色で、芯部のくすんだ赤褐色部分を経て外周部に至る。</p>						
分析部分	短軸端部1/4を直線状に切断し、スマキ造りの板屋型羽口付着のガラス質滓部を中心に分析に用いる。残材返却。						
備考	<p>通風孔部の壁面が上下2単位の接続した様な断面形になっているのは本遺跡唯一の形態を示す羽口である。後に通風孔部となる芯棒の周りに粘土塊を巻き付けた上でスマキにより締める形で羽口の製作されているとすれば、特異な形態である。むしろ、当初の通風孔部が製作過程で変形した等の理由で、二次的に再穿孔されている可能性もあろう。なお、NR1-2自然河川跡出土資料の内、構成No79の板屋型羽口のみが本遺跡では唯一、通風孔部の完存する羽口先破片である。</p>						

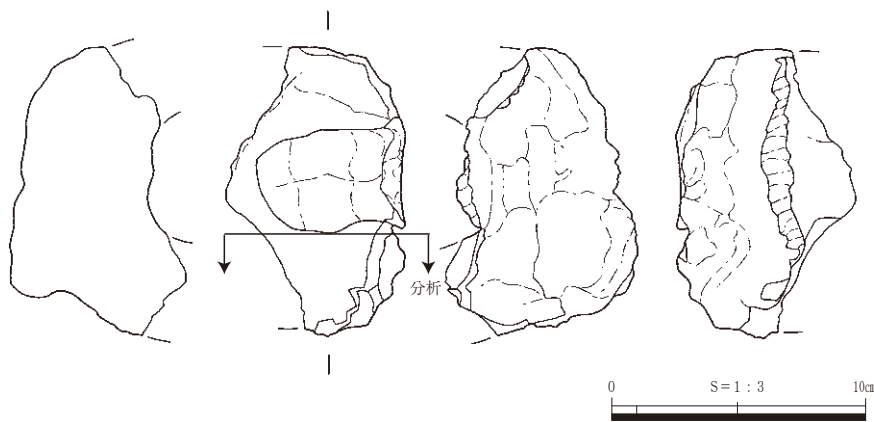
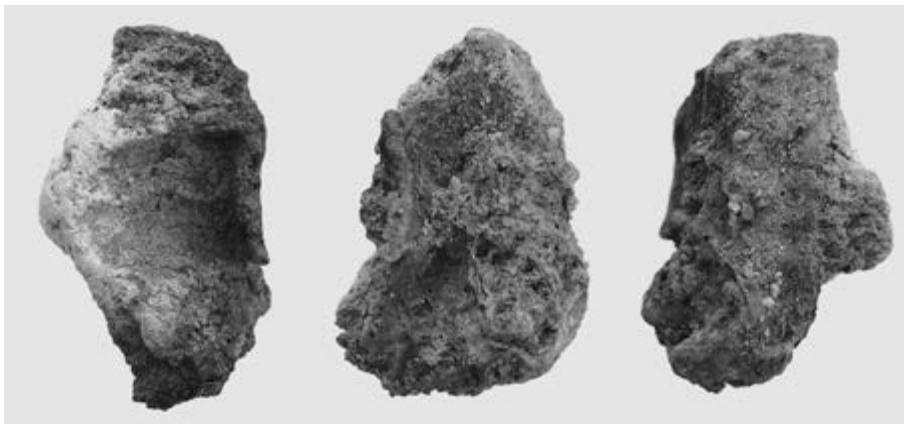


表73 分析資料番号11

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	85			項目	滓	メタル		
	出土位置	A区 NR1-2-d(自然河川跡)		時期：根拠	10～12世紀：放射性炭素年代測定法							
試料記号	検鏡：TUR-11	計測値	長径：18.5 cm	色調	表：黄褐色～茶褐色～黒褐色	遺存度	ほぼ完形	分	析	検鏡	○	
	化学：YUR-11				短径：12.8 cm					地：灰褐色～黒褐色	破面数	1
放射化：—	厚さ：4.9 cm		磁着度	2	前含浸	—	X線回折					
遺物種類(名称)	腕形鍛冶滓？(特大)						重量：1.158 g			メタル度	なし	断面樹脂
観察所見	<p>平面形が左右に長手の不整楕円形で、1.1kg強の重量を量る腕形鍛冶滓。左端の肩部が小範囲で欠けている以外はほぼ完形である。上面は左右方向に向かってうねる流動状の面で、側部から下面は左右方向に長手のやや浅い楕形になっている。後者の表面には薄皮状の炉床土の痕跡と粉炭痕の広がりが認められる。上面を中心に小礫混じりの酸化土砂がやや厚い。色調は酸化土砂の部分が黄褐色から茶褐色で、滓部は表面・地とも灰褐色から黒褐色になっている。</p>											
分析部分	<p>長軸部1/10を直線状に切断し、滓部を分析用に用いる。残材返却。</p>											
備考	<p>古代の鍛冶遺跡で出土するような1kg強程度の重量を持つ腕形鍛冶滓である。15kg以上を測る極端に大きな板屋型腕形鍛冶滓に比べれば10分の1から20分の1の重量になる。自然河川跡出土資料のため本来の鍛冶遺構は不明ながら、滓量の違いを重視すれば鍛冶工程ないしは母体となる原料鉄の伴う滓量の違いを反映している可能性が強い。但し、本遺跡出土の腕形鍛冶滓中では例外的な大きさを持つ腕形鍛冶滓である。あるいは重量の低い個体が水流により下流に流されて大型品が川床に残留しやすかったということも疑われるため、出土量が本来の工程差の比率を素直に反映しているは言い切れないかもしれない。</p>											

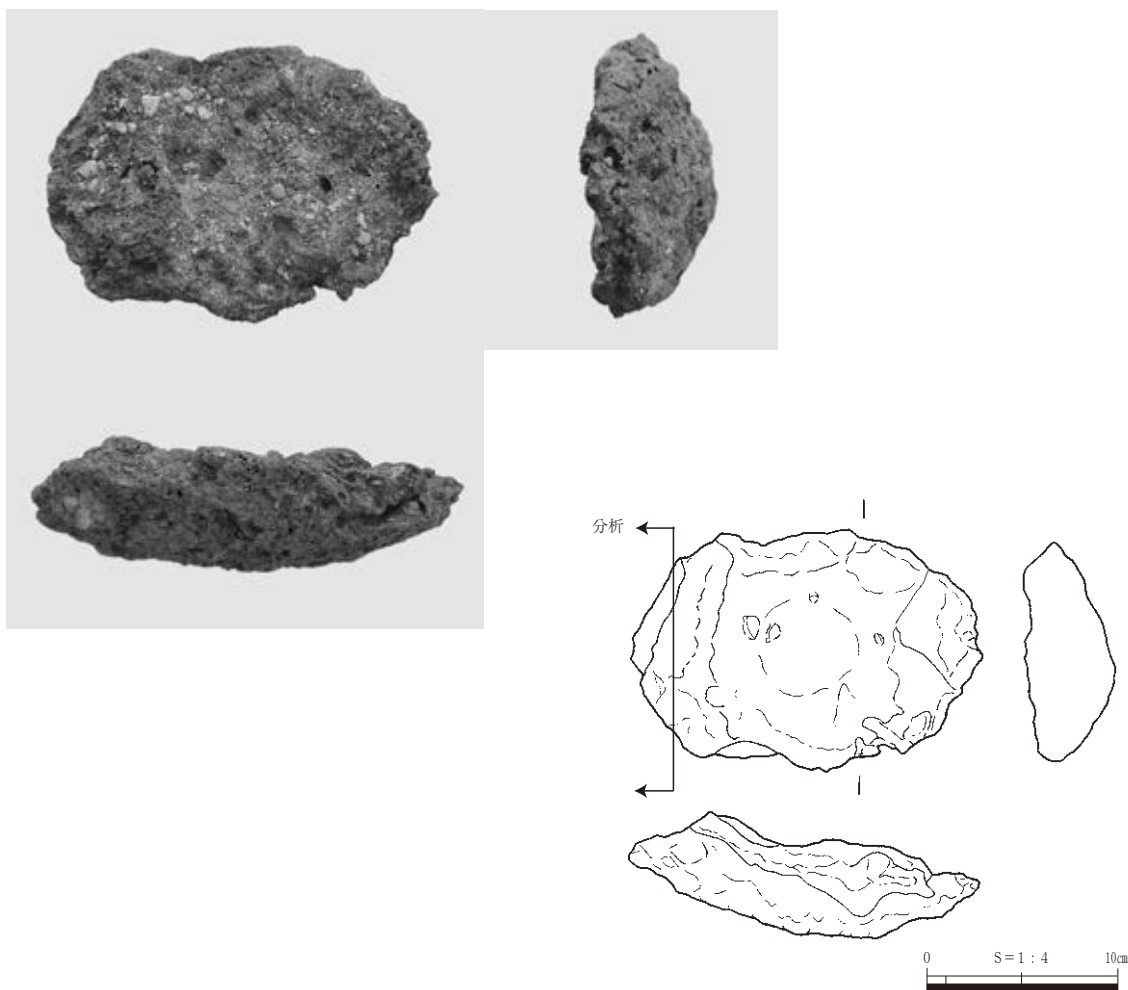


表74 分析資料番号12

出土状況	遺跡名		遺物No.		項目	滓	メタル
	殿河内ウルミ谷遺跡		93				
試料記号	出土位置		時期：根拠		10～12世紀：放射性炭素年代測定法		マクロ
	A区 NR1-2-a(自然河川跡)						検鏡
遺物種類(名称)	板屋型椀形鍛冶滓(特大、工具痕流入滓付き)		計測値	色調	遺存度		破片
					破面数		
観察所見	検査：TUR-12		長径：17.6 cm	表：黄褐色～茶褐色～黒褐色	1	前含浸	—
	化学：TUR-12						
備考	放射化：—		厚さ：5.8 cm	磁着度	なし	断面樹脂	—
	重量：4,401 g						
観察所見	<p>平面形が長手の不整半円形をした、4 kg大の重量を持つ板屋型椀形鍛冶滓の半欠品。左下手側の側部が大きな破面で、左上手側の肩部にも小破面あり。上面は左右方向の肩部が小高く、中央部側が不規則に窪んでいる。また、左上手側の肩部の破面に接して、径4 cm以上の深い窪みが残されている。窪みは斜め左上方向から深さ9 cm以上伸びており、表面の一部が流動状ながら工具痕の可能性を持っている。左右の側部から上手側の側部にかけては立ち上がりの急な深い椀形で、表面には炉床土の剝離面が広がっている。なお、右上手側の側部には縦方向に伸びる工具痕と工具痕流入滓の両方が確認される。工具痕は上部から差し込まれた径1 cm程の丸棒状の圧痕で、工具痕流入滓は逆に右下手側から下面を経て上手側上方に向かって伸びている。下手側側部の破面から見ると、側部から下面にかけての滓表層は密度が高く、より内側の芯部では木炭痕や気孔の目立つ滓部となる。小振りの滓ながらも側部の立ち上がりの強さから見て、板屋型の椀形鍛冶滓と判断される。色調は表面を覆う礫混じりの酸化土砂が黄褐色から茶褐色で、滓部は表面・地とも茶褐色から黒褐色を示す。</p>						
分析部分	長軸端部 1/15を直線状に切断し、滓部を分析に用いる。残材返却。						
備考	左下手側の側部が破面になっており流出孔滓の有無は不明である。NR1-2自然河川跡出土資料から構成された62点中の1点である。分析資料No.8から分析資料No.13までの6点が同一遺構からの分析資料である。NR1-2自然河川跡からは本遺跡で最も多量の鉄関連遺物が出土しており、構成遺物では54%を占めている。						

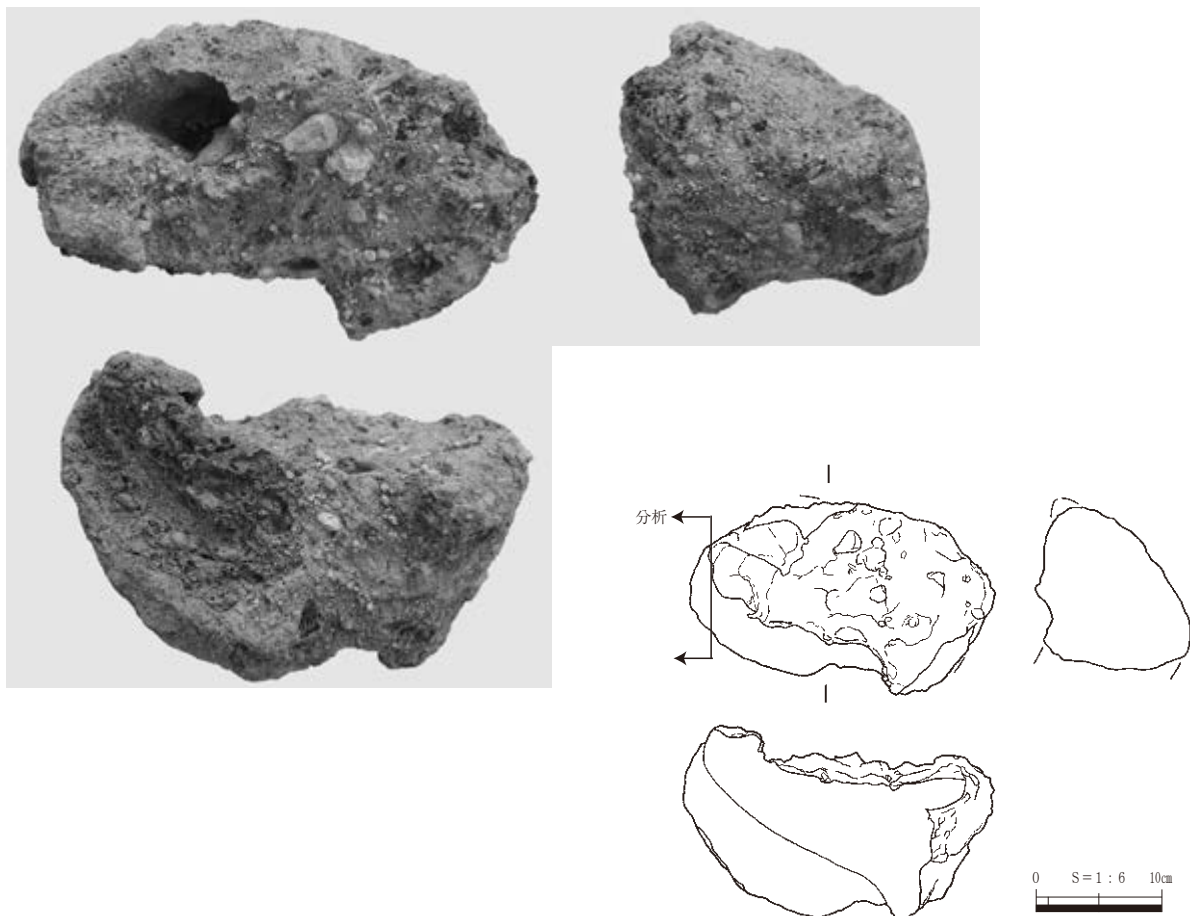


表75 分析資料番号13

出土状況	遺跡名		遺物No.		99			項目	滓	メタル	
	出土位置		時期：根拠		10～12世紀：放射性炭素年代測定法						
試料記号	検鏡：TUR-13	計測値	長径：9.5 cm	色調	表：茶褐色～濃茶褐色 ～黒褐色	遺存度	破片	分	マクロ	◎	
	化学：TUR-13				地：濃茶褐色～黒褐色						破面数
放射化：—	重量：324 g		磁着度	5		前含浸	—				
遺物種類 (名称)			梘形鍛冶滓 (大、含鉄)	メタル度	L (●)	断面樹脂	○				X線透過
観察所見	側部3面と上面左側が破面になった大型の梘形鍛冶滓破片。含鉄の滓で破面の結晶が発達する。上面右寄りの肩部は一段低い半流動状の滓部となる。下面はごく浅い舟底状で、表面には炉壁粉が点々と固着する。破面に露出する滓の密度はやや低く、下半部の結晶の発達と上半部の1.5cm大以下の大きさを持つ木炭の噛み込み部分が目立つ。含鉄部は下面右寄りの表皮直下か。色調は表面の酸化土砂が茶褐色で、滓部は表面・地とも濃茶褐色から黒褐色になる。透過X線像によれば滓内部は中小の気孔が目立つスポンジ状で完全に纏まってはいないが、下半の芯部にぼんやりとした含鉄部が残されている。										
分析部分	長軸端部1/3を直線状に切断し、メタル部を中心に分析に用いる。残材断面に樹脂塗付。残材返却。										
備考	縦断面形から見ると流出溝滓破片のような形になっている含鉄の滓である。破面の結晶が発達することから遺物名称を梘形鍛冶滓ではないかとしているが、やや性格の不明瞭な資料である。NR1-2自然河川跡出土品から構成された62点中の1点である。本遺跡出土の鍛冶関連遺物の内、含鉄部がメタル度L (●)と判断される資料は僅か2点のみとごく少ない。その2点の内、分析資料No.3とした含鉄の滓はC区SS17段状遺構からの出土品で、もう1点が本資料となる。それ以外の含鉄の滓資料にはメタル度H (○)以下が散見する程度で、極めて全体比率は低い。これは本遺跡出土の鉄関連遺物自体の性格が板屋型精錬鍛冶の工程に伴う廃棄物が主体で、直近の自然河川跡に流れた資料である、という理由による可能性が強そうである。										

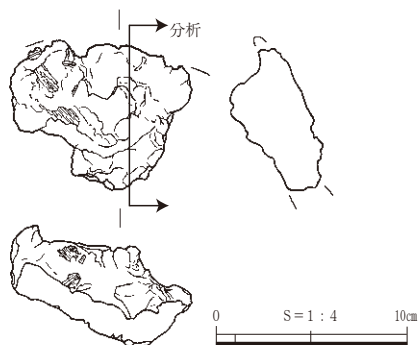
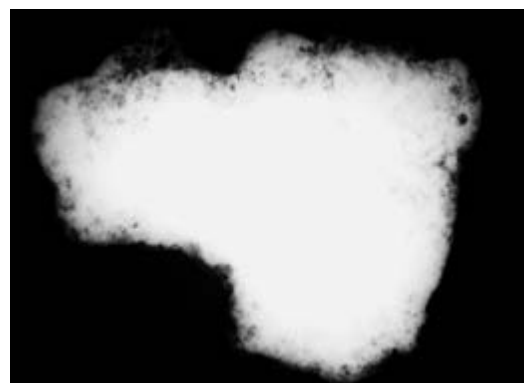


表76 分析資料番号14

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	141			項目	滓	胎土		
	出土位置	C区 遺構外(D8グリッド) 暗褐色土		時期：根拠	古代(7世紀後半?)：出土土器							
試料記号	検鏡：TUR-14	計測値	長径：2.8 cm 短径：2.0 cm 厚さ：3.45 cm 重量：12 g	色調	表：黒色～暗紫紅色～ 緑青色、灰白色	遺存度	破片	分	析	検鏡	◎	
	化学：—				地：黒色～灰白色					破面数	5	
放射化：—	磁着度			1		前含浸	—					
遺物種類 (名称)					羽口先端部 (ガラス質滓付き、 緑青付き)					メタル度	なし	
						カロリー放射化						
観察所見	本遺跡唯一の銅系と推定される羽口の先端部破片。径3cm大前後の小破片で、右上には灰白色から僅かに赤みを帯びた羽口胎土の破面が露出し、左下の外面には黒色ガラス質の滓が広がっている。滓表面には垂れと木炭痕が混在し、部分的にくすんだ暗紫紅色の色調となっている。また、左上部の黒色ガラス質滓の破面には径2mm程の範囲に緑青色の部分が確認される。この緑青色と滓外面のガラス質滓の暗紫紅色が銅系と判断される根拠である。羽口破片としては先端部または肩部小破片のために通風孔部が見当たらず、本来の形状は不明である。											
分析部分	短軸端部1/2を直線状に切断し、銅系の羽口として分析に用いる。残材返却。											
備考	殿河内ウルミ谷遺跡C区D8グリッド、暗褐色土からの出土資料である。この暗褐色土は古代の遺物包含層と捉えられており、構成No.141～156までの16点が遺構外出土資料として構成されている。構成No.142と143の2点のみが小型から極小の椀形鍛冶滓破片で、残る13点はいずれも鍛造系の鉄製品である。C区の遺構は弥生時代と古代が主で、遺物自体も両時代の資料が大半である。従って、本資料の時期を判断する材料には乏しいものの、どちらかといえば古代に属する可能性が強いと考えられる。理由としてはC地区の遺構出土資料の中ではSS8掘立柱建物跡から出土した構成No.3～7の鉄製品や鍛冶関連遺物が目立つこと、残る段状遺構S12からSS14からも散発的ながら鉄製品が出土している点が挙げられる。従って、SS8掘立柱建物跡の貼床下から検出された鍛冶炉に伴う鍛冶関連遺物が最も相関性が疑われる。											

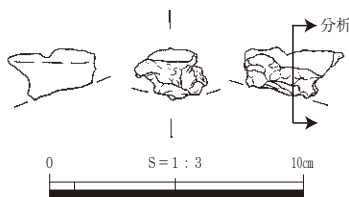


表77 分析資料番号15

出土状況	遺跡名	殿河内ウルミ谷遺跡		遺物No.	142			項目	滓	メタル		
	出土位置	C区 遺構外(D8, D9グリッド) 暗褐色土		時期：根拠	古代(7世紀後半?)：出土土器							
試料記号	検鏡：TUR-15	計測値	長径：3.9 cm 短径：2.5 cm 厚さ：1.2 cm 重量：20 g	色調	表：黄褐色～黒褐色	遺存度	破片	分析	マクロ			
	化学：TUR-15 放射化：—				地：濃茶褐色～黒褐色	破面数	2		検鏡硬度	○		
遺物種類(名称)	腕形鍛冶滓(小、含鉄)			磁着度	3	前含浸	—		EPM A	○	X線回折化学耐火度	○
				メタル度	錆化(△)	断面樹脂	—		カロリー放射化		X線透過	
観察所見	分析資料No.14と同様、C区遺構外出土品である。左側部と下手側の側部が破面になった小型、または極小と推定される腕形鍛冶滓の肩部破片。上面は浅い皿状に窪んだ流動状で、比較的整った肩部を経て緩やかな腕形を示す側部となっている。側部表面には炉床土の微かな痕跡と剥離痕が広がっている。破面の気孔は少ないが、散在する。色調は薄皮状の酸化土砂が茶褐色で、表面の流動状の部分は黒褐色。地は濃茶褐色から黒褐色を示す。透過X線像によれば、滓内部には中小の気孔が比較的目立ち、ややスポンジ状の滓質となっている。											
分析部分	全量を使用し、滓部を分析に用いる。残材返却。											
備考	C区の遺構外出土品で、D8からD9グリッドに跨る暗褐色土から出土している。同じC区遺構外出土品として構成された鍛冶系の資料は構成No.143とした極小の腕形鍛冶滓破片のみで、他の13点はすべてが鉄製品である。分析資料No.14の備考欄に記したようにC区では弥生時代の段状遺構と7世紀代と推定される掘立柱建物跡や段状遺構が存在しており、SS8掘立柱建物のみが唯一の鍛冶遺構となる。従って、本資料は遺構外の包含層出土ながら、SS8掘立柱建物と密接な関連性が疑われ、7世紀に帰属する鍛冶関連物と言えそうである。											

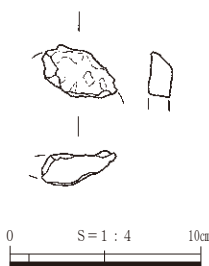
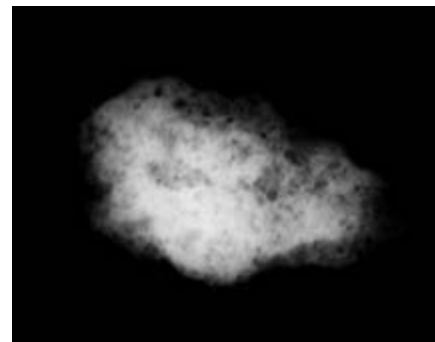
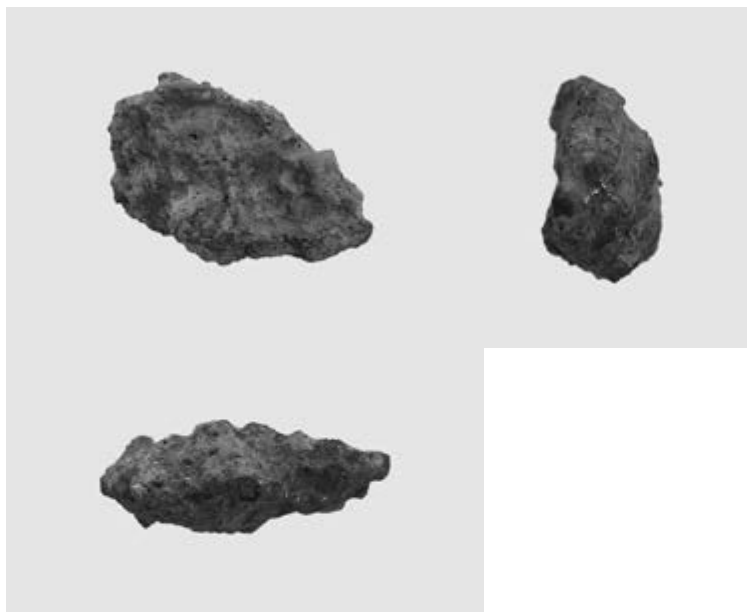


表78 殿河ウルミ谷遺跡鉄関連遺物分析試料一覧

(注：メタル又は胎土)

資料番号	地区名	遺構名	構成No	遺物種類	重量(g)	磁着度	メタル度	分析指示コメント	マクロ	鏡検	硬度	E P M A	X線回折	化学分析	耐火度	カロリー	放射化分析	断面観察	分析位置指定	採取方法	観察	集合写真	モノクロ	カラー	実測図	前含浸	X線透過
1	C区	SSS (独立柱建物) 貼床下 d-2	5-1	粒状滓(一括)	-	-	なし	粒状滓として	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	必需品	選択	○	—	○	—	—	—	
2	C区	SSS (独立柱建物) 貼床下 d-3	6-1	鍛造剥片(一括)	-	-	なし	鍛造剥片として	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	必需品	選択	○	—	○	—	—	—	
3	C区	C区遺構外	15	梃形鍛冶滓? (小?、含鉄)	110	5	L(●)	メタル部を中心に	○	◎	○	—	—	○	—	—	—	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	—	○	—	○	—	
4	A区	NR1-1 (自然河川)	26	板屋型羽口(鍛冶)先端部 (スマキ造り?、滓付き)	192	1	なし	羽口付着のガラス質滓部を中心に	—	◎	○	—	—	○	—	—	—	—	短軸端部1/2	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
5	A区	NR1-1 (自然河川)	32	板屋型梃形鍛冶滓 (特大・流出滓付き)	3,704	2	なし	滓部を	—	○	○	○	—	○	—	—	—	—	長軸端部1/10	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
6	A区	NR1-1 (自然河川)	53	流出孔~溝滓 (鍛冶系)	1,352	2	なし	滓部を	—	○	○	—	—	○	—	—	—	—	長軸端部1/10	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
7	A区	NR1-1 (自然河川)	59	再結合滓 (含鉄)	1,130	4	H(○)	再結合滓として	—	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	長軸端部1/10	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
8	A区	NR1-2 (自然河川)	60	炉壁 (靱鉄?、補修)	75	1	なし	炉壁として	—	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	短軸端部1/3	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
9	A区	NR1-2 (自然河川)	67	板屋型梃形鍛冶滓? (特大、炉底塊?)	14,540	1	なし	滓部を	—	○	○	—	—	○	—	—	—	—	長軸端部1/15	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
10	A区	NR1-2 (自然河川)	78	板屋型羽口(鍛冶)先端部~体部 (スマキ造り)	318	1	なし	羽口として	—	◎	—	—	—	—	○	—	—	—	短軸端部1/3	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
11	A区	NR1-2 (自然河川)	85	梃形鍛冶滓 (特大)	1,158	2	なし	滓部を	—	○	○	—	—	○	—	—	—	—	長軸端部1/10	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
12	A区	NR1-2 (自然河川)	93	板屋型梃形鍛冶滓 (特大、工具裏流入滓付き)	4,401	1	なし	滓部を	—	○	○	—	—	○	—	—	—	—	長軸端部1/15	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
13	A区	NR1-2 (自然河川)	99	梃形鍛冶滓 (大、含鉄)	324	5	L(●)	メタル部を中心に	—	—	◎	—	—	○	—	—	—	○	長軸端部1/3	直線状の切断	○	—	○	—	—	○	
14	C区	遺構外 (D8クリフト)	141	羽口先端部 (ガラス質滓付き、緑青付き)	12	1	なし	鋼系の羽口として	—	◎	○	○	—	—	—	—	—	—	短軸端部1/2	直線状の切断	○	—	○	—	—	—	
15	C区	遺構外 (D8、D9グリフト)	142	梃形鍛冶滓 (小、含鉄)	20	3	錆化(△)	滓部を	—	○	○	○	—	○	—	—	—	—	全量使用	—	○	—	○	—	—	—	

第3節 殿河内ウルミ谷遺跡鍛冶関連遺物の分析調査

日鉄住金テクノロジー(株)八幡事業所 TACセンター大澤正己・鈴木瑞穂

1 いきさつ

殿河内ウルミ谷遺跡は鳥取県西伯郡大山町殿河内字ウルミ谷に所在する。発掘調査地区からは古代～近世の鍛冶関連遺構・遺物が検出されている。今回7世紀代に推定されるC区、および10～12世紀に推定されるA区の2地点での生産の実態を検討する目的から、分析調査を実施する運びとなった。

2. 調査方法

2-1 供試材

表79に示す。鍛冶関連遺物計15点の調査を行った。

2-2 調査項目

(1)肉眼観察

遺物の外観上の観察所見を簡単に記載した。

(2)マクロ組織

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

(3)顕微鏡組織

滓中に晶出する鋳物及び鉄部の調査を目的として、光学顕微鏡を用い観察を実施した。観察面は供試材を切り出した後、エメリー研磨紙の#150、#240、#320、#600、#1000、及びダイヤモンド粒子の3 μ mと1 μ mで順を追って研磨している。なお金属組織の調査では、3%ナイトル(硝酸アルコール液)を腐食(Etching)に用いた。

(4)ビッカース断面硬度

鉄滓中の鋳物と、金属鉄の組織同定を目的として、ビッカース断面硬度計(Vickers Hardness Tester)を用いて硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に136°の頂角をもったダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除した商を硬度値としている。試料は顕微鏡用を併用し、荷重は50～200gfで測定した。

(5)EPMA(Electron Probe Micro Analyzer)調査

化学分析を行えない微量試料や鋳物組織の微小域の組織同定を目的とする。

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

(6)化学組成分析

供試材の分析は次の方法で実施した。

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

炭素(C)、硫黄(S)：燃焼容量法、燃焼赤外吸収法

二酸化珪素(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。

(7) 耐火度

主に炉材の性状調査を目的とする。耐火度は、溶融現象が進行の途上で軟化変形を起こす状態の温度で表示される。胎土をゼーゲルコーンという三角錐の試験片に作り、1分間当り 10°C の速度で温度 1000°C まで上昇させ、以降は 4°C に昇温速度を落とし、試験片が荷重なしに自重だけで軟化し崩れる温度を示している。

3 調査結果

3-1 C区出土遺物

TUR-1 : 粒状滓¹⁾

TUR-1-1 1.0mm径

(1)肉眼観察 : 色調は黒灰色で僅かに歪な球状を呈する。表面は比較的平滑であるが、部分的に細かい凹凸がみられる。

(2)顕微鏡組織 : 第160図①②に示す。滓中のごく微細な樹枝状結晶はウスタイト(Wustite : FeO)またはマグネタイト(Magnetite : Fe_3O_4)と推定される。また明白色粒は金属鉄である。

TUR-1-2 0.8mm径

(1)肉眼観察 : 色調は黒灰色でやや歪な粒状を呈する。表面は比較的平滑である。

(2)顕微鏡組織 : 第160図③④に示す。素地部分は非晶質のガラス質滓で、内部にはごく微細な金属鉄粒(明白色部)が多数散在する。

TUR-1-3 0.5mm径

(1)肉眼観察 : 色調は黒灰色できれいな粒状を呈する。また表面は平滑である。

(2)顕微鏡組織 : 第160図⑤⑥に示す。粒状滓(TUR-1-2)と同様、素地部分は非晶質のガラス質滓である。また内部には非常に微細な金属鉄粒(明白色部)が多数散在する。

TUR-1-4 0.4mm径

(1)肉眼観察 : 色調は黒灰色で歪な粒状を呈する。

(2)顕微鏡組織 : 第160図⑦⑧に示す。内部には灰褐色多角形結晶マグネタイトが凝集気味に晶出する。

TUR-1-5 0.3mm径

(1)肉眼観察 : 色調は黒灰色で歪な粒状を呈する。

(2)顕微鏡組織 : 第161図①②に示す。粒状滓(TUR-1-4)と同様、内部には灰褐色多角形結晶マグネタイトが凝集気味に晶出する。

TUR-1-6 0.2mm径

(1)肉眼観察 : 色調は暗灰色できれいな球状を呈する。表面は平滑である。

(2)顕微鏡組織 : 第161図③④に示す。やはり粒状滓(TUR-1-4、5)と同様に、内部には灰褐色多角形結晶マグネタイトが凝集気味に晶出する。

第4章 自然科学分析の成果

今回調査を実施した6点の粒状滓のうち、4点(TUR-1-1、4~6)は鉄酸化物主体で、鉄素材を熱間で鍛打加工する際、表面の鉄酸化物が飛散して生じたものと推定される。一方2点はガラス質滓主体であった。こちらは鉄素材の酸化防止のため表面に塗布されたか鍛接剤に用いた粘土汁が溶解して生じたものと判断される。どちらも熱間での鍛冶加工に伴う微細な鍛冶関連遺物といえる。

TUR-2：鍛造剥片²⁾

TUR-2-1 3.0×2.0×0.4mm

(1)肉眼観察：送付されたサンプル中では比較的厚手の剥片である。色調は表裏面とも黒灰色で、緩やかな凹凸がみられる。

(2)顕微鏡組織：第161図⑤⑥に示す。表層(②の写真上側)に部分的に観察される明白色部はヘマタイト(Hematite: Fe_2O_3)と推定される。また上側の灰褐色層はマグネタイト、下側の灰色層はウスタイトである。

TUR-2-2 2.9×1.6×0.2mm

(1)肉眼観察：やや薄手で平坦な剥片である。色調は表裏面とも黒灰色である。

(2)顕微鏡組織：第161図⑦⑧に示す。表面(④の写真上側)のごく薄い明白色層はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、内側の灰色層はウスタイトである。

TUR-2-3 2.2×1.6×0.2mm

(1)肉眼観察：やや薄手で平坦な剥片である。色調は表裏面とも青灰色で、表面には微かな凹凸がみられる。

(2)顕微鏡組織：第162図①②に示す。表面(②の写真上側)のごく薄い明白色層はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、内側の灰色層はウスタイトである。

TUR-2-4 1.6×1.6×0.2mm

(1)肉眼観察：ごく小形の剥片である。色調は表裏面とも暗灰色で、比較的平坦である。

(2)顕微鏡組織：第162図③④に示す。表面(④の写真上側)のごく薄い明白色層はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、内側の灰色層はウスタイトである。またウスタイト層内には粒状結晶の痕跡が確認される。

TUR-2-5 2.1×1.8×0.15mm

(1)肉眼観察：薄手で比較的平坦な剥片である。色調は表裏面とも暗灰色である。

(2)顕微鏡組織：第162図⑤⑥に示す。表層のヘマタイトは不明瞭であるが、灰褐色のマグネタイト、灰色のウスタイト層が確認される。

TUR-2-6 2.0×1.6×0.15mm

(1)肉眼観察：薄手の剥片である。色調は表裏面とも暗灰色で、裏面側はごく微細な凹凸が著しい。

(2)顕微鏡組織：第162図⑦⑧に示す。表面(⑧の写真上側)のごく薄い明白色層はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、内側の灰色層はウスタイトである。ウスタイト層内には粒状結晶の痕跡が観察される。

分析調査を実施した鍛造剥片6点は、すべて薄膜状の鉄酸化物であった。鉄素材の熱間加工時、表面に生じた鉄酸化物が鍛打によって剥離したものと判断される。

TUR-3：椀形鍛冶滓(含鉄)

(1)肉眼観察：銹化に伴う放射割れが著しい、含鉄の椀形鍛冶滓である(110g)。特殊金属探知器のL(●)で反応があり、内部には金属鉄が残存すると考えられる。

(2)マクロ組織：第163図①に示す。観察面では滓中にごく微細な金属鉄が多数散在しており、まとまった金属鉄部はみられない。

(3)顕微鏡組織：第163図②③に示す。不定形の明白色部は金属鉄である。3%ナイトルで腐食したところ、ほとんど炭素を含まないフェライト(Ferrite： α 鉄)単相の組織が確認された。また滓中の淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネル(Ulvöspinel： $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)とヘルシナイトを主な端成分とする固溶体³⁾と推定される。白色粒状結晶はウスタイトまたはマグネタイトである。

(4)ピッカース断面硬度：第163図③の金属鉄(フェライト単相)部の硬度を測定した。硬度値は106Hvと軟質で組織に見合った値といえる。また淡茶褐色多角形結晶の硬度値は780Hvであった。ウルボスピネル(Ulvöspinel： $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)としては高値傾向を示すため、ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高い。さらに白色粒状結晶の硬度値は599Hvであった。ウスタイトの文献硬度値450~500Hvより硬質で、マグネタイトの文献硬度値500~600Hvの範疇に入る。ただし内部に微細な淡褐色結晶(ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体)が多数晶出するため、素地部分がウスタイトでもこの影響で硬質の値となった可能性も高い。ウスタイトまたはマグネタイト、ないしは両者の混晶の可能性も提示しておきたい⁴⁾。

(5)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)55.80%に対して、金属鉄(Metallic Fe)1.09%、酸化第1鉄(FeO)24.14%、酸化第2鉄(Fe_2O_3)51.40%の割合であった。造滓成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)8.57%と低く、塩基性成分($\text{CaO} + \text{MgO}$)も1.31%と低値である。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO_2)は4.21%とやや低めであった。またバナジウム(V)は0.15%、酸化マンガン(MnO)0.17%、二酸化ジルコニウム(ZrO_2)0.16%であった。銅(Cu)は<0.01%と低値である。

古市築地ノ峯東通第2遺跡や、赤坂小丸山遺跡といった地域周辺製鉄遺跡から出土した製錬滓は、チタン(TiO_2)7%以上含有する事例が多い。これらの製錬滓と比較すると当鉄滓はチタン含有率が低減しており、精錬鍛冶滓と推定される。鍛冶原料(鉄塊系遺物)に固着した不純物(砂鉄製錬滓)の除去作業に伴う反応副生物といえる。

TUR-14：羽口

(1)肉眼観察：ごく小形の羽口先端部の破片である(12g)。外面には黒色ガラス質滓が付着する。ガラス質滓表面はごく小形の木炭痕による凹凸が目立つ。また破面には微細な緑青が付着しており、銅(または青銅)の溶解に用いられたものと推測される。

(2)顕微鏡組織：第169図①~③に示す。①の写真上側は外面表層のガラス質滓である。内部にはごく微細な淡橙色の銅粒が多数点在する。②③中央は銅粒の拡大である。酢酸・硝酸・アセトン混合液で腐食したところ、多角形結晶(Cu α 相)が確認された。

(3)ピッカース断面硬度：第169図③の銅粒の硬度を測定した。硬度値は64Hvであった。非常に軟質で、純度の高い銅と推定される。

(4)EPMA調査：第169図④にガラス質滓中の溶着金属の反射電子像(COMP)を示す。中央の金属粒

第4章 自然科学分析の成果

は特性X線像をみると銅(Cu)に強い反応がある。定量分析値は95.6%Cu(分析点13)と純度の高い銅であった。またガラス質滓部分の定量分析値は55.2%SiO₂-21.2%Al₂O₃-1.5%CaO-1.4%K₂O-1.8%Na₂O-3.4%FeO-16.0CuO(分析点6)であった。非晶質珪酸塩で、銅を高い割合で固溶する。

以上の調査結果から、当羽口は銅の溶解に用いられたことが確認された。銅小物の鑄造に伴う遺物の可能性が高い。

TUR-15：椀形鍛冶滓

(1)肉眼観察：小形で扁平な椀形鍛冶滓の側面端部破片である(20g)。側面2面は破面。滓の地の色調は灰褐色で弱い着磁性がある。また表面には薄く黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆化物が付着するが、特殊金属探知器での反応はない。

(2)顕微鏡組織：第170図①～③に示す。滓中の白色樹枝状・粒状結晶はウスタイトまたはマグネタイトと推定される。さらに淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。製鉄原料の砂鉄起源の鉄酸化物の結晶はなく、鍛錬鍛冶滓の晶癖といえる。また①の不定形青灰色部は錆化鉄である。切断面では微細な錆化鉄部が点在するが、まとまった鉄部はみられなかった。

(3)ビッカース断面硬度：第170図③の白色粒状結晶の硬度を測定した。硬度値は483Hv、498Hv、516Hvであった。前二者はウスタイトの文献硬度値、後者はマグネタイトの文献硬度値の範囲であり、両者の混晶の可能性が高い。また淡灰色柱状結晶の硬度値は673Hv、678Hvであった。ファヤライトの文献硬度値の範囲内であり、ファヤライトと推定される。

(4)EPMA調査：第170図④に滓部の反射電子像(COMP)を示す。白色樹枝状結晶は特性X線像では鉄(Fe)、酸素(O)に反応がある。定量分析値は100.8%FeO(分析点7)、92.6%FeO(分析点8)であった。ウスタイト(Wustite:FeO)またはマグネタイト(Magnetite:Fe₃O₄)、ないしは両者の混晶と推定される。微細な暗色多角形結晶は特性X線像をみるとアルミニウム(Al)に強い反応がある。定量分析値は50.9%FeO-51.3%Al₂O₃であった(分析点9)。ヘルシナイト(Hercynite:FeO·Al₂O₃)に同定される。淡灰色盤状結晶は特性X線像をみると珪素(Si)に強い反応がある。定量分析値は71.2%FeO-31.1%SiO₂であった(分析点10)。ファヤライト(Fayalite:2FeO·SiO₂)に同定される。

(5)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)53.70%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.06%、酸化第1鉄(FeO)53.17%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)17.60%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)26.30%で、このうち塩基性成分(CaO+MgO)は1.48%と低値である。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO₂)も0.37%と低値であった。さらにバナジウム(V)が0.01%、酸化マンガン(MnO)0.03%、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)0.01%、銅(Cu)<0.01%といずれも低減傾向を示す。

鉄滓は鉄酸化物(FeO)と炉材粘土の溶融物(SiO₂主成分)主体の鉄滓である。製鉄原料の砂鉄起源の脈石成分(TiO₂、V、MnO)は低減傾向が著しく、鍛錬鍛冶滓に分類される。

3-2 A区出土遺物

TUR-4：羽口

(1)肉眼観察：羽口の先端部破片である(192g)。外面には灰褐色の滓が固着する。滓部の表面はやや風化気味で、小形の木炭痕や細かい気孔が残材するが比較的緻密である。また羽口の外面には4～

6mm幅の浅い凹凸があり、成形時の簀巻き痕と推定される。板屋型羽口の指摘がある。胎土部分は粘土質で、スサを混和している。

(2)顕微鏡組織：第163図④～⑥に示す。④の右上は付着滓、左下の暗色部は羽口粘土が溶融して生じたガラス質滓である。⑤は付着滓、⑥は付着滓とガラス質滓が接する部分の拡大である。付着滓中の淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体と推定される。さらに暗褐色多角形結晶ヘルシナイト、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。砂鉄系精錬鍛冶滓の晶癖といえる。また⑥左下のごく微細な明白色粒は金属鉄である。

(3)ピッカース断面硬度：第163図⑤の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は829Hvであった。ウルボスピネル(Ulvöspinel： $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)としては硬質であり、ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高い。また暗褐色多角形結晶の硬度値は1160Hvと非常に硬質で、ヘルシナイトと推定される。さらに白色粒状結晶の硬度値は563Hvであった。ウスタイトとしては硬質でマグネタイトの可能性も高い。両者の混晶の可能性も考えられる。

(4)化学組成分析：表80に示す。強熱減量(Ig loss)は1.68%と低値であった。強い熱影響を受けて、結晶構造水が飛散した状態である。鉄分(Fe_2O_3)は7.48%と非常に高値であった。ただしこれは羽口粘土以外の付着滓の影響も受けた値と考えられる。また酸化アルミニウム(Al_2O_3)が24.04%と非常に高値で、耐火性に有利に働くと考えられる。

以上の調査結果から、当羽口に付着する滓は精錬鍛冶滓(始発原料は砂鉄)であることが明らかとなった。鍛冶原料(鉄塊系遺物)遺物に固着した不純物(砂鉄製錬滓)の除去作業に用いられたものと判断される。

TUR-5：椀形鍛冶滓

(1)肉眼観察：非常に大形でほぼ完形の椀形鍛冶滓と推測される(3,704g)。滓の地の色調は灰褐色で表面はやや風化気味である。上面には木炭痕が散在するが比較的平坦で、下面は比較的きれいな深い椀状で、一部灰褐色の炉床土が付着する部分と木炭痕による凹凸が顕著な部分が確認される。側面端部には棒状の滓が突出しており、流出孔滓の可能性が指摘されている。

(2)顕微鏡組織：第164図①～③に示す。淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネル、またはウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体と推定される。さらに少量白色樹枝状結晶ウスタイト、発達した淡灰色盤状結晶ファヤライトが晶出する。

(3)ピッカース断面硬度：第164図②の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は650Hv、723Hvであった。前者はウルボスピネル、後者はウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高い。また白色樹枝状結晶の硬度値は427Hv、淡灰色盤状結晶の硬度値は524Hvであった。風化の影響か、ともにウスタイト、ファヤライトの文献硬度値より軟質であった。ただし後述のEPMA調査結果も勘案すると、ウスタイト、ファヤライトに同定される。

(4)EPMA調査：第164図④に滓部の反射電子像(COMP)を示す。白色粒状結晶は特性X線像では鉄(Fe)、酸素(O)に反応がある。定量分析値は98.7%FeO-1.2%TiO₂(分析点1)であった。ウスタイト(Wustite： FeO)と推定される。淡茶褐色多角形結晶は特性X線像ではチタン(Ti)に強い反応がある。定量分析値は71.5%FeO-17.4%TiO₂-9.4%Al₂O₃(分析点2)、63.1%FeO-20.3%TiO₂-13.7%Al₂O₃(分析点3)であった。ウルボスピネル(Ulvöspinel： $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$)とヘルシナイト

第4章 自然科学分析の成果

(Hercynite:FeO·Al₂O₃)を主な端成分とする固溶体と判断される。また暗色多角形結晶は特性X線像をみるとアルミニウム(Al)に強い反応がある。定量分析値は48.1%FeO-46.0%Al₂O₃-3.8%TiO₂であった(分析点4)。ヘルシナイト(Hercynite:FeO·Al₂O₃)に同定される。淡灰色盤状結晶は特性X線像をみると珪素(Si)に強い反応がある。定量分析値は63.1%FeO-4.2%MgO-32.4%SiO₂であった(分析点5)。ファヤライト(Fayalite:2FeO·SiO₂)に同定される。さらに微細な明白色粒は特性X線像では鉄(Fe)に反応がある。定量分析値は103.2%Fe(分析点12)であった。金属鉄(Metallic Fe)である。

(5)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)41.44%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.07%、酸化第1鉄(FeO)42.25%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)12.19%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)32.47%で、このうち塩基性成分(CaO+MgO)は3.63%であった。また砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO₂)は7.51%と高値であった。バナジウム(V)は0.32%。酸化マンガン(MnO)0.28%、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)0.32%である。銅(Cu)は<0.01%と低値であった。

当鉄滓は地域周辺の砂鉄製錬滓とよく似た組成で、チタン含有率も同等(TiO₂:7%台)である。分析結果のみからは砂鉄製錬滓の可能性も提示できる。〔下市築地ノ峯東通第2遺跡出土製錬滓のチタン(TiO₂)含有率は6.04%~8.17%、赤坂小丸山遺跡出土製錬滓では7.24%~8.99%であった(含鉄鉄滓は除く)。〕ただし後述する板屋型羽口(TUR-10)の先端には、通常砂鉄製錬滓に分類されるウルボスピネル・ファヤライト組成の滓が付着している。砂鉄製錬滓との分離が悪い鍛冶原料(鉄塊系遺物)の不純物除去を多量に行う場合、製錬滓と近似した成分の精錬鍛冶滓が生じる可能性があるかは、今後の検討課題といえる。

TUR-6：流出孔～溝滓

(1)肉眼観察：非常に大形で厚手の流出孔～溝滓の破片と推定される(1,352g)。上面は弱い流動状態で、下面には炉壁粉が点々と固着する。側面1面は破面で、非常に緻密である。

(2)顕微鏡組織：第165図①～③に示す。滓中には還元・滓化が進んだ状態の砂鉄(含チタン鉄鉱)粒子が確認される。②中央はその拡大で、内部に点在する微細な明白色粒は還元によって生じた金属鉄である。また③は滓部の拡大である。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体と推定される。さらに発達した淡灰色盤状結晶ファヤライトが晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

(3)ピッカース断面硬度：第165図③の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は901Hv、942Hvと硬質で、ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高いと考えられる。また淡灰色盤状結晶の硬度値は702Hv、709Hvであった。ファヤライトの文献硬度値より僅かに硬質であり、マグネシア(MgO)などを微量固溶する可能性がある。

(4)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)42.81%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.05%、酸化第1鉄(FeO)45.13%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)10.98%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)33.42%で、このうち塩基性成分(CaO+MgO)は3.63%である。また砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO₂)は5.65%であった。バナジウム(V)は0.19%、酸化マンガン(MnO)0.28%、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)0.26%で、銅(Cu)は<0.01%と低値である。

当鉄滓のチタン含有率は、周辺地域の砂鉄製錬滓と比較すると若干低めである。しかし内部に微細な金属鉄が晶出した被熱砂鉄(含チタン鉄鉱)が含まれることや、滓中にウスタイト結晶が見られないことなどから、当鉄滓は砂鉄製錬滓の可能性が高い。

TUR-7：再結合滓

(1)肉眼観察：非常に大形で厚板状の再結合滓(1,130 g)である。上面は比較的平坦で、下面側は緩やかな椀状を呈する。内部には非常に微細な鉄滓や木炭の破片が含まれる。また特殊金属探知器のH(O)で反応があるため、内部に金属鉄が含まれる可能性がある。

(2)顕微鏡組織：第165図④～⑥に示す。内部には非常に微細な粒状滓や鍛造剥片が多数含まれている。⑤はその拡大である。また鉄滓破片には砂鉄製錬滓と鍛冶滓が混在する。⑥は砂鉄製錬滓の拡大で、滓中には白色針状結晶イルミナイト(Ilmenite： $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)が晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる⁵⁾。

以上の調査結果から、当鉄滓は砂鉄製錬に伴う微細遺物と鍛冶関連遺物の双方を含む再結合滓である。

TUR-8：炉壁

(1)肉眼観察：強い熱影響を受けて内面表層がガラス質化した、製鉄炉の炉壁片(75 g)と推定される。側面には補修の痕跡が残る(同様の補修痕は赤坂小丸山遺跡でも確認されている)。また炉壁粘土中にはスサが混和されている。

(2)顕微鏡組織：第166図①～③に示す。内面表層のガラス質滓中には、灰褐色多角形結晶マグネタイト、淡灰色結晶ファヤライトが部分的に晶出する。断定は難しいが製鉄原料の砂鉄の分解・滓化による可能性が考えられる。

TUR-9：椀形鍛冶滓

(1)肉眼観察：非常に大型の鉄滓破片である(14,540 g)。板屋型の椀形鍛冶滓または製鉄炉の炉底塊の可能性が指摘されている。上面は中央に向かい窪み気味で、側面から下面は深い椀状を呈する。非常に緻密で重量感のある滓である。

(2)顕微鏡組織：第166図④～⑥に示す。淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネルとヘルシナイトの固溶体と推定される。さらに淡灰色盤状結晶ファヤライトが晶出する。

(3)ピッカース断面硬度：Photo.7⑥の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は924Hv、967Hvと硬質で、ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高いと考えられる。また淡灰色盤状結晶の硬度値は516Hv、629Hvであった。前者はファヤライトとしてはやや軟質である。ライム(CaO)など、他の元素を微量固溶している可能性が考えられる。

(4)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)39.41%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.03%、酸化第1鉄(FeO)36.56%、酸化第2鉄(Fe_2O_3)15.67%の割合であった。造滓成分($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)34.57%で、このうち塩基性成分($\text{CaO} + \text{MgO}$)は3.42%である。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)特有成分の二酸化チタン(TiO_2)は6.55%であった。またバナジウム(V)は0.33%、酸化マンガン(MnO)0.22%、二酸化ジルコニウム(ZrO_2)0.22%である。銅(Cu)は<0.01%と低値で

あった。

当鉄滓は被熱砂鉄粒子が確認された流出孔～溝滓(TUR-6)よりもチタン(TiO_2)含有率が高く、滓中にウスタイト結晶もみられないことから、砂鉄製錬滓の可能性も無視できない。ただし椀形鍛冶滓(TUR-5)の項でも述べたように、共伴する板屋型羽口(TUR-10)表層にウルボスピネル・ファヤライト組成の滓が溶着していることから、製錬滓との分離が悪い状態の鍛冶原料を、多量に処理する時に生じた精錬鍛冶滓の可能性も考慮する必要がある。

TUR-10：羽口

(1)肉眼観察：板屋型羽口の先端部破片と推定される(318g)。通風孔の直径は約4.3cm、羽口の厚みは4.7～5.2cm程である。先端部は強い熱影響を受けて黒色ガラス質滓化してする。また外面側には成形時の簀巻き痕が部分的に観察される。胎土は緻密で、若干スサを混和している。

(2)顕微鏡組織：第167図①～③に示す。①の上側は付着滓部分で、②はその拡大である。淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネル(またはウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体)と推測される。さらに淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。

(3)化学組成分析：表80に示す。強熱減量(Ig loss)は3.76%と低めであった。熱影響を受けてかなり結晶構造水が飛散した状態である。鉄分(Fe_2O_3)は3.25%と低くはないが、酸化アルミニウム(Al_2O_3)が26.37%と非常に高値で、耐火性に有利な成分系である。

(4)耐火度：1440℃であった。鍛冶羽口としては耐火性の高い性状といえる。

多量の鍛冶原料(鉄塊系遺物)の不純物(分離不十分な砂鉄製錬滓)を除去するため、耐火性の高い粘土を選択していた可能性が考えられる。なお炉材粘土の高アルミナ(Al_2O_3)傾向は、製鉄遺構が検出された赤坂小丸山遺跡でも確認されており、耐火性の高い粘土は地域で調達可能であったと推測される。

また付着滓の鉱物組成は、通常砂鉄製錬滓に分類されるウルボスピネル・ファヤライト組成であった。上述したような、未分離の砂鉄製錬滓を多量に含む鍛冶原料の不純物除去(精錬鍛冶)を行なう場合、製錬滓と同様の成分の滓が羽口周辺に溶着する可能性がある。ただし滓が熔融状態まで加熱されるため、金属鉄部もかなり酸化して滓中に移行する(ウスタイト結晶が晶出する)ものと予想される。精錬鍛冶作業に伴い、砂鉄製錬滓とほとんど成分の変わらない非常に大形の椀形鍛冶滓が生じるものか、今後慎重に検討する必要がある。

TUR-11：椀形鍛冶滓

(1)肉眼観察：平面不整楕円状で非常に大型の椀形鍛冶滓(1,158g)と推定される。上面は平坦気味で緩やかな流動状を呈する。下面は浅い椀形で、ごく小形の木炭痕や炉床土の付着がみられる。滓の地の色調は灰褐色で、重量感のある滓である。

(2)顕微鏡組織：第167図④～⑥に示す。淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネルとヘルシナイトの固溶体と推定される。さらに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。

(3)ピッカース断面硬度：第167図⑥の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は828Hv、921Hvであった。両者はウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高いと考えられる。また淡灰色盤状結晶の硬度値は644Hvで、ファヤライトに同定される。さらに白色粒

状結晶の硬度値は406Hv、420Hvであった。やや軟質であるがウスタイトと推定される。

(4)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)43.17%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.05%、酸化第1鉄(FeO)42.33%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)14.61%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)32.98%で、塩基性成分(CaO+MgO)は4.45%であった。また砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO₂)は4.92%とやや低めである。バナジウム(V)は0.21%、酸化マンガン(MnO)0.29%、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)0.19%であった。銅(Cu)は<0.01%と低値である。

当鉄滓はウスタイト結晶が多数晶出していることや、チタン(TiO₂)含有率がやや低め傾向を示すことから、精錬鍛冶滓の可能性が高い。鍛冶原料(鉄塊系遺物)に固着した不純物(砂鉄製錬滓)の除去作業に伴う反応副生物といえよう。

TUR-12：椀形鍛冶滓

(1)肉眼観察：大形で厚手の椀形鍛冶滓の破片と推定される(4,401g)。上面には丸棒状の工具痕が残る。下面は深い椀状で表面には薄く炉床土が付着する。側面4面は破面で、芯部に木炭痕や気孔が目立つ。一方下面側は緻密である。

(2)顕微鏡組織：第168図①～③に示す。滓中の淡茶褐色多角形結晶はウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体と推定される。さらに発達した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③は下面表層の付着物の拡大である。砂鉄粒子や、高温下で生成した砂鉄製錬滓〔白色針状結晶イルミナイト(Ilmenite：FeO・TiO₂)、淡褐色片状結晶シュードブルーカイト(Pseudobrookite：Fe₂O₃・TiO₂)が晶出する〕の小破片が確認された。

(3)ビッカース断面硬度：第168図②の淡茶褐色多角形結晶の硬度を測定した。硬度値は728Hv、800Hvと硬質で、ウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体の可能性が高い。また白色粒状結晶の硬度値は412Hvであった。やや軟質であるが、ウスタイトと推定される。

(4)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)42.29%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.03%、酸化第1鉄(FeO)29.59%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)27.54%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)27.93%で、このうち塩基性成分(CaO+MgO)は2.80%である。製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO₂)は5.77%であった。またバナジウム(V)0.30%、酸化マンガン(MnO)0.21%、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)0.16%、銅(Cu)は<0.01%と低値である。

当鉄滓の発達したウスタイトが多数晶出する点は精錬鍛冶滓らしい特徴といえる。ただし被熱砂鉄が確認された流出溝滓(TUR-6)よりチタン含有率が高いため、成分的には砂鉄製錬滓の可能性も考えられる〔赤坂小丸山遺跡の出土製錬滓でもウスタイトが晶出するものが複数確認されている。チタン(TiO₂)の含有率が低めの砂鉄が製鉄原料である場合や、還元雰囲気弱い部分で生成した場合、こうしたウスタイトの残る製錬滓も珍しくはない。〕

TUR-13：椀形鍛冶滓(含鉄)

(1)肉眼観察：椀形鍛冶滓の破片(324g)である。上面が弱い流動状を呈しており、下面には炉壁粉が点々と固着する。側面3面と上面の一部は破面である。破面の上半部は木炭の噛み込みが目立ち、下半分は緻密である。また特殊金属探知器のL(●)で反応があり、内部に金属鉄が残存すると考えら

第4章 自然科学分析の成果

れる。

(2)顕微鏡組織：第168図④～⑥に示す。④⑤および⑥の明白色部は金属鉄である。④は黒色層状のパーライト(Pearlite)素地に白色針状のセメンタイト(Cementite:Fe₃C)が析出する過共析組織(C>0.77%)、⑤は表層側に一部針状フェライトが析出する亜共析組織～共析組織(C≤0.77%)を呈する。また⑥の金属鉄部はほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織であった。

一方⑥の暗色部は滓部である。白色樹枝状結晶ウスタイトが凝集して晶出する。その内部には淡茶褐色結晶が多数晶出する。これはウルボスピネルとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体と推定される。

(3)ピッカース断面硬度：第168図④～⑥の金属鉄部の硬度を測定した。最も炭素含有率の高い過共析組織部分(④)の硬度値は255Hv、266Hvであった。また亜共析組織～共析組織(⑤)の硬度値は137Hv、192Hv、200Hv、最も炭素含有量の低いフェライト単相の組織(⑥)の硬度値は74Hvと軟質であった。それぞれ組織に見合った値である。

さらに⑥の白色樹枝状結晶の硬度値は423Hv、389Hv、447Hvであった。風化の影響か、やや軟質であるが、結晶の色調・形態等からウスタイトと推定される。

(4)化学組成分析：表80に示す。全鉄分(Total Fe)53.25%に対して、金属鉄(Metallic Fe)0.21%、酸化第1鉄(FeO)36.15%、酸化第2鉄(Fe₂O₃)35.66%の割合であった。造滓成分(SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O)は14.79%と低めで、塩基性成分(CaO+MgO)は1.63%であった。また製鉄原料の砂鉄(含チタン鉄鉱)起源の二酸化チタン(TiO₂)は1.81%と低めである。バナジウム(V)は0.10%、酸化マンガン(MnO)0.08%、二酸化ジルコニウム(ZrO₂)0.06%であった。銅(Cu)は<0.01%と低値である。

当鉄滓は製錬滓と比較してチタン(TiO₂)含有率が低減傾向を示しており、精錬鍛冶滓に分類される。また内部にはごく小形の金属鉄部が確認された。炭素含有量は部位によってばらつきが大きい、最もまとまりのよい部分で、0.5～1.5%程度の鋼と推測される。

4 まとめ

殿川内ウルミ谷遺跡の鍛冶関連遺物を調査した結果、以下の点が明らかとなった。

4-1 C区出土遺物

7世紀代に推定されるC区からは、精錬鍛冶～鍛錬鍛冶工程で生じた関連遺物が確認された。精錬鍛冶滓の組成からは、砂鉄の製錬生成鉄塊が鍛冶原料であったと判断される。地域周辺で鉄生産が行われた可能性が考えられる。また銅小物の鑄造に関連する羽口も確認された。

〈1〉椀形鍛冶滓(TUR-3)は精錬鍛冶滓に分類される。チタン(TiO₂)含有率は4.21%あり、始発原料は砂鉄である。またチタン以外の砂鉄起源の脈石成分(他にV、MnO、ZrO₂など)も、地域の製鉄遺跡出土製錬滓と似た傾向を示している。鳥取県下では7世紀後半の製鉄遺跡の検出例はまだないが、地域周辺で鉄生産が行われていたことを示唆する遺物といえる。

〈2〉椀形鍛冶滓(TUR-15)は鍛錬鍛冶滓に分類される。チタン(TiO₂)含有率は0.37%と低減傾向が顕著で、鉄素材を熱間で鍛打加工して鉄器を製作したことを示す滓である。また粒状滓(TUR-1)や鍛造剥片(TUR-2)など、やはり熱間での鍛打加工に伴う微細遺物も確認されており、遺跡内で鍛造鉄器の製作が行われたと判断される。

〈3〉羽口(TUR-14)は銅素材の溶解に用いられたことが明らかとなった。先端のガラス質滓中には銅粒が多数溶着しており、銅小物の鑄造が行われていた可能性が高いと考えられる。

4-2 A区出土遺物

10～12世紀代と推定される自然河川跡から出土した鉄滓は、砂鉄製錬滓か精錬鍛冶滓かの判別が難しいものが多数含まれていた。製錬工程で滓との分離が悪い鉄塊(軟鉄～鋼)が生産されており、後続の鍛冶工程で不純物除去(精錬鍛冶)作業を多量に実施したため、大形で製錬滓との区分が困難な鉄滓が多数生じたものと推察される。また鉄滓の少なくとも一部は砂鉄製錬滓の可能性が高く、製鉄～精錬鍛冶作業が近接地で行われていたと考えられる。

〈1〉再結合滓(TUR-7)には、鍛冶滓や粒状滓、鍛造剥片などの微細遺物に混じって、高温下で生成した砂鉄製錬滓の破片が確認された。鉄滓(TUR-12)の表層にも同様の製錬滓片や砂鉄が付着する。炉壁(TUR-8)も製鉄炉の炉壁破片の可能性もある。双方の関連遺物が混在するような近距離で製鉄と鍛冶遺跡が稼動していたものと推測される。

〈2〉流出孔～溝滓(TUR-6)は、内部に微細な金属鉄が晶出した被熱砂鉄(含チタン鉄鉱)が含まれること、ウスタイトの晶出がないこと等から、砂鉄製錬に伴う反応副生物(砂鉄製錬滓)と推測される。

また椀形滓(TUR-5、9、11、12)も鳥取県内の古代の砂鉄製錬滓とよく似た化学組成であった[Fig. 1(註6)]。特にチタンの割合の高い滓は、製錬滓と同等の含有率となっている。この結果から、少なくとも一部のよりチタン(TiO_2)の割合の高い遺物は、砂鉄製錬滓の可能性が高いと考えられる。

〈3〉一方、調査を実施した板屋型羽口2点のうち、1点(TUR-10)には、通常であれば砂鉄製錬滓と判断するような、ウルボスピネル・ファヤライト組成の滓が付着していた。未分離の砂鉄製錬滓を多量に含む鍛冶原料の不純物除去(精錬鍛冶)を行ったため、製錬滓とほとんど変わらない滓が羽口周辺に溶着した可能性が考えられる。

ただし付着滓を除去する際には、製錬滓が溶融するまで加熱されるため、金属鉄部もかなり酸化して滓中に移行する(ウスタイト結晶が晶出する)と想定される。精錬鍛冶作業に伴い、砂鉄製錬滓とほとんど成分の変わらない大形の椀形鍛冶滓が生じるものかは、今後の検討課題といえる。

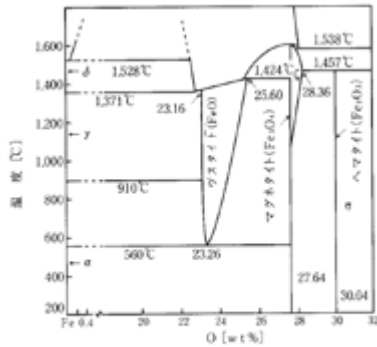
残る1点(TUR-4)には、ウスタイトを伴う精錬鍛冶滓が付着していた。現時点では、遺構に伴わない個々の出土鉄滓が製錬滓か後続の精錬鍛冶滓かを厳密に区分するのは難しい。遺跡周辺では砂鉄製錬滓との分離が悪い状態の鉄塊(軟鉄～鋼)が多量に生産されたため、後続してその除去(精錬鍛冶)作業を集中して行う必要があったものと推察される。

羽口(TUR-10)粘土は高アルミナ(Al_2O_3)傾向が顕著であった。遺跡周辺の粘土の特徴を反映するものではあるが、精錬鍛冶作業を集中して行うため耐火性の高い粘土を選択した可能性は高いと考えられる。

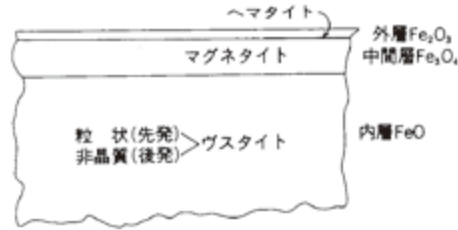
〈4〉椀形鍛冶滓(含鉄)(TUR-13)は、ごく小形の金属鉄を含む精錬鍛冶滓であった。金属鉄部は精錬鍛冶作業中、滓中に取り残されたものと考えられる。炭素含有量は比較的まとまりの良い部分で0.5～1.5%程度のばらつきを持つ。

【註】

1)粒状滓は鍛冶作業において凹凸を持つ鉄素材が鍛冶炉の中で赤熱状態に加熱されて、突起部が溶け落ちて酸化され、表面張力の関係から球状化したり、赤熱鉄塊に酸化防止を目的に塗布された粘土汁が酸化膜と反応して、こ



第157図 Fe-O系平衡状態図



第158図 鍛造剥片3層分離型模式図

れが鍛打の折に飛散して球状化した微細な遺物である。

2) 鍛造剥片とは鉄素材を大気中で加熱、鍛打したとき、表面酸化膜が剥離、飛散したものを指す。俗に鉄肌(金肌)やスケールとも呼ばれる。鍛造剥片の酸化膜相は、外層は微厚のヘマタイト(Hematite: Fe_2O_3)、中間層マグネタイト(Magnetite: Fe_3O_4)、大部分は内層ウスタイト(Wustite: FeO)の3層から構成される。このうちのヘマタイト相は1450°Cを越えると存在しなく、ウスタイト相は570°C以上で生成されるのはFe-O系平衡状態図から説明される(註7)。

3) 黒田吉益・諏訪兼位『偏光顕微鏡と造岩鉱物[第2版]』共立出版株式会社 1983 第5章 鉱物各論 D.尖晶石類・スピネル類(Spinel Group)の記載に加筆

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

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

5) J.B. Mac chesney and A. Murau: American Mineralogist, 46 (1961), 572

[イルミナイト(Ilmenite: $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)の晶出はFeO-TiO₂二元平衡状態図から高温化操業が推定される。]

6) 第159図は以下の発掘調査報告書に掲載された砂鉄、鉄滓の化学分析値を元に作成した。

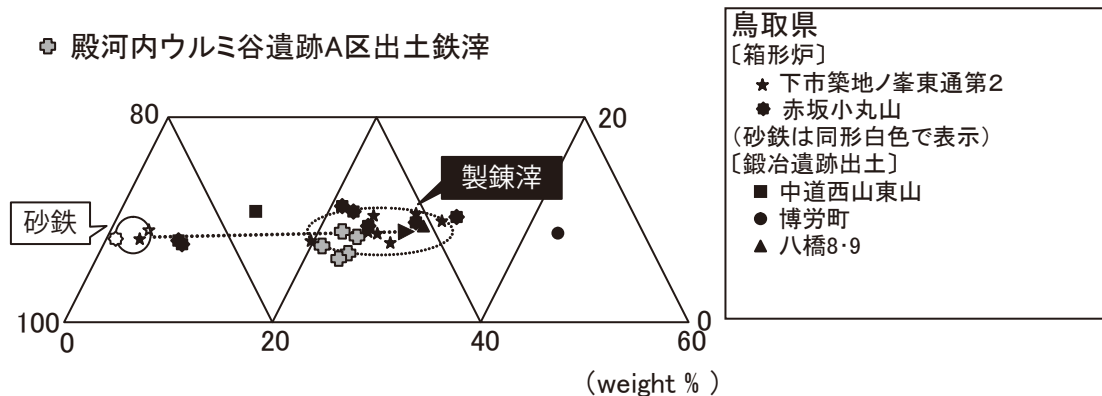
①『八橋8・9遺跡』(財)鳥取県教育文化財団埋蔵文化財センター 2004

②『中道西山東山遺跡』(財)鳥取県教育文化財団 2005

③『博労町遺跡』米子市教育文化事業団 2011

④『下市築地ノ峯東通第2遺跡』鳥取県埋蔵文化財センター 2013

7) 森岡進ら「鉄鋼腐食科学」『鉄鋼工学講座』11 朝倉書店 1975



第159図 鳥取県下の製鉄遺跡出土砂鉄・製錬滓と殿河内ウルミ谷遺跡A区出土鉄滓の化学組成

表79 供試材の履歴と調査項目

符号	遺跡名	地区	出土位置	遺物No.	遺物名称	推定年代	計測値		磁着度	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	ビッカース断面硬度	X線回折	EPMA		化学分析	耐火度	カローリ-	
TUR-1	殿河内ウルミ谷	C区	SS8(竪立柱建物)	5-1	粒状滓	7c後半	-	-	-	なし										
TUR-2			SS8貼床(F)	6-1	鍛造剣片	7c後半	-	-	-	なし										
TUR-3			遺構外	15	碗形鍛冶滓(含鉄)		64×43×25	110.0	5	L●										
TUR-14			遺構外	141	羽口先端部		28×20×34.5	12.0	1	なし										
TUR-15			磨粉色土	142	碗形鍛冶滓		39×25×12	20.0	3	鈣化(△)										
TUR-4		A区	NRI-1-c	板屋形羽口(鍛冶)	26	板屋形羽口(鍛冶)	10-12c	55×53×41	182.0	1	なし									
TUR-5				板屋形碗形鍛冶滓	32	板屋形碗形鍛冶滓		217×237×97	3704.0	2	なし									
TUR-6				NRI-1-d	53	流出孔-溝滓		155×99×72	1352.0	2	なし									
TUR-7				NRI-1-c	59	再結合滓		243×144×123	1130.0	4	H(O)									
TUR-8				NRI-2-d	60	貯蔵		66×68×17	75.0	1	なし									
TUR-9					67	板屋形碗形鍛冶滓		343×256×177	14540.0	1	なし									
TUR-10					78	板屋形羽口		69×112×50	318.0	78	なし									
TUR-11					85	碗形鍛冶滓?		185×128×49	1158.0	2	なし									
TUR-12		NRI-2-a	93	板屋形碗形鍛冶滓		176×157×58	4401.0	1	なし											
TUR-13			NRI-2-d	99	碗形鍛冶滓		95×78×41	324.0	5	L●										

粒状滓サイズ径(mm)

I-1	1.0
I-2	0.7
I-3	0.5
I-4	0.4
I-5	0.3
I-6	0.2

鍛造剣片サイズ

2-1	3.0×2.0×0.4
2-2	2.9×1.6×0.2
2-3	2.2×1.6×0.2
2-4	1.6×1.6×0.2
2-5	2.1×1.8×0.15
2-6	2.0×1.6×0.15

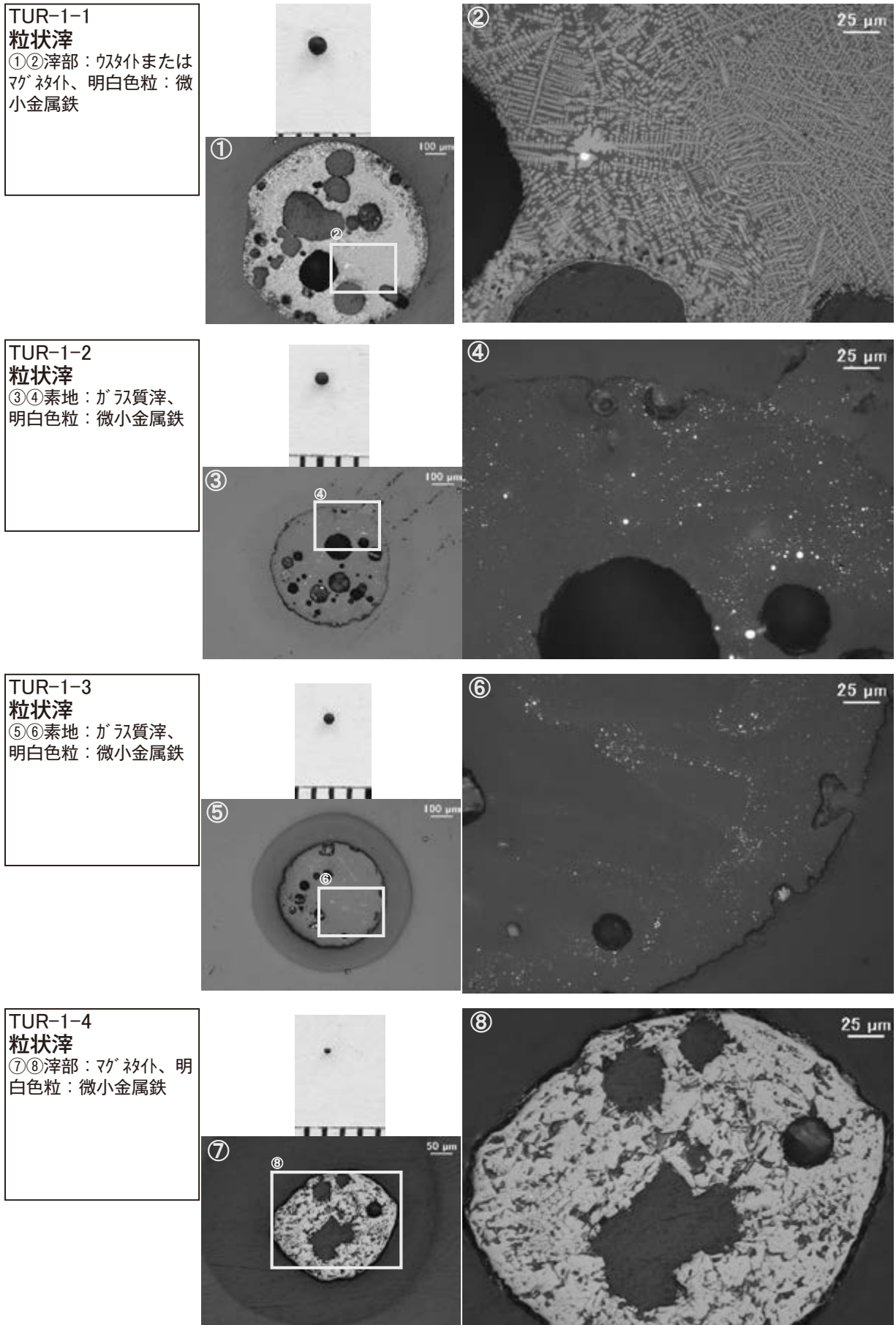
表80 供試材の組成

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metallic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe ₂ O ₃)	二酸化珪素 (SiO ₂)	酸化アルミナ (Al ₂ O ₃)	酸化カルシウム (CaO)	酸化マグネシウム (MgO)	酸化カリウム (K ₂ O)	酸化ナトリウム (Na ₂ O)	酸化マンガン (MnO)	酸化チタン (TiO ₂)	酸化クロム (Cr ₂ O ₃)	硫酸 (S)	五酸化リン (P ₂ O ₅)	炭素 (C)	ボロン (B)	銅 (Cu)	二酸化ジルコニア (ZrO ₂)	耐火度 (°C)	造滓成分	造滓成分 Total Fe	TiO ₂ Total Fe
TUR-3	駿河内ウルミ谷	C区 遺構外	板屋型腕形鍛冶滓 (含鉄)	7c後半	55.80	1.09	24.14	51.40	4.54	2.51	0.51	0.80	0.12	0.09	0.17	4.21	0.05	0.090	0.14	0.19	0.15	<0.01	0.16	-	8.57	0.154	0.075
TUR-15		C区 遺構外	板屋型腕形鍛冶滓	古代	53.70	0.06	53.17	17.60	17.89	5.76	0.85	0.63	0.61	0.56	0.03	0.37	0.02	0.054	0.17	0.15	0.01	<0.01	0.01	-	26.30	0.490	0.007
TUR-4		A区 NR1-1-c	板屋型腕形鍛冶滓 (鍛冶)先端部	10~12c	9.86	0.05	5.89	7.48	52.02	24.04	2.10	1.31	1.17	1.92	0.10	1.18	0.04	0.012	0.12	Ig loss 1.68	0.03	<0.01	-	-	82.56	8.373	0.120
TUR-5		A区 NR1-1-c	板屋型腕形鍛冶滓		41.44	0.07	42.25	12.19	17.36	10.58	1.57	2.06	0.52	0.38	0.28	7.51	0.12	0.025	0.20	0.55	0.32	<0.01	0.27	-	32.47	0.784	0.181
TUR-6		A区 NR1-1-d	流出口~溝滓		42.81	0.05	45.13	10.98	19.47	9.29	1.71	1.92	0.62	0.41	0.28	5.65	0.07	0.037	0.19	0.30	0.19	<0.01	0.26	-	33.42	0.781	0.132
TUR-9			板屋型腕形鍛冶滓		39.41	0.03	36.56	15.67	18.42	11.37	1.83	1.59	0.70	0.66	0.22	6.55	0.12	0.063	0.23	0.50	0.33	<0.01	0.22	-	34.57	0.877	0.166
TUR-10			板屋型羽口		3.99	0.04	2.16	3.25	55.84	26.37	1.88	1.32	0.95	2.07	0.09	0.73	0.02	0.012	0.11	Ig loss 3.76	0.02	<0.01	-	1440	88.43	22.163	0.183
TUR-11			腕形鍛冶滓?		43.17	0.05	42.33	14.61	18.72	8.66	2.50	1.95	0.62	0.53	0.29	4.92	0.07	0.029	0.21	0.32	0.21	<0.01	0.19	-	32.98	0.764	0.114
TUR-12		A区 NR1-2-a	板屋型腕形鍛冶滓		42.29	0.03	29.59	27.54	15.72	8.70	1.20	1.60	0.27	0.44	0.21	5.77	0.16	0.054	0.13	0.55	0.30	<0.01	0.16	-	27.93	0.660	0.136
TUR-13		A区 NR1-2-d	腕形鍛冶滓		53.25	0.21	36.15	35.66	9.41	3.20	0.87	0.76	0.23	0.32	0.08	1.81	0.06	0.11	0.07	2.19	0.10	<0.01	0.06	-	14.79	0.278	0.034

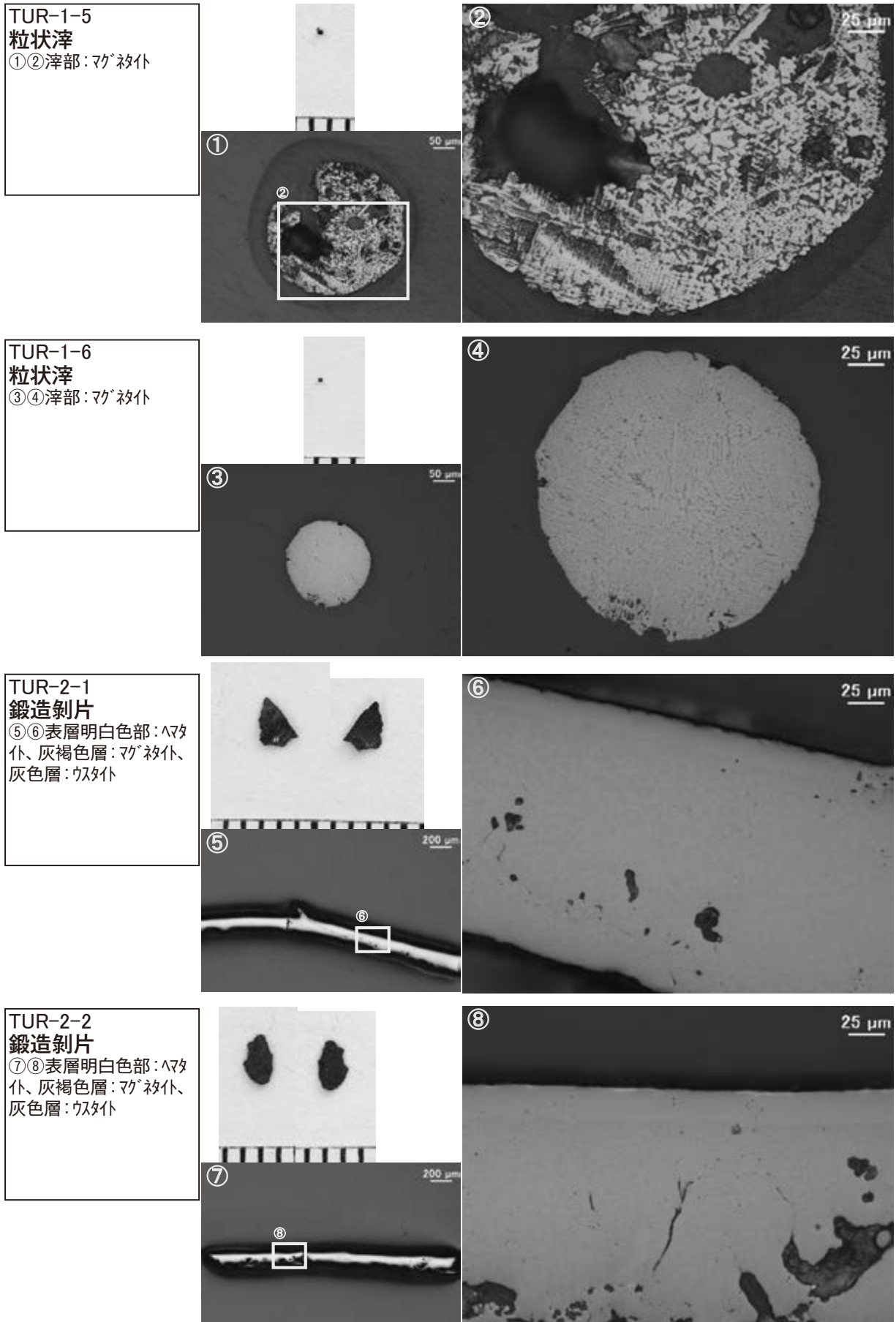
表81 出土遺物の調査結果のまとめ

符号	遺跡名	地区	出土位置	遺物名称	推定年代	顕微鏡組織					化学組成 (%)	所見																
						Total Fe	Fe ₂ O ₃	塩基性成分	TiO ₂	V			MnO	造滓成分	Cu													
TUR-1	駿河内ウルミ谷	C区	SSS(獨立柱遺物)	粒状滓	7c後半	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TUR-2			貼床(下)	鍛造剥片		1WまたはM、4~6M、2-3c7a質滓(微小金属鉄)																						
TUR-3			C区 遺構外	腕形鍛冶滓(含鉄)	7c後半	滓部Uとの固溶体+WまたはM、微小金属鉄部																						
TUR-14			遺構外	羽口先端部	古代	外面表面が7a質滓、微細鋼粒点在(多角形結晶;Cu相)																						
TUR-15			暗褐色土	腕形鍛冶滓	古代	滓部WまたはM+F、微細酸化鉄部(金属組織痕跡不明瞭)																						
TUR-4		A区	NR1-1-c	板屋型羽口	10-12c	滓部UとHの固溶体+H+WまたはM+F、7a質滓																						
TUR-5				板屋型腕形鍛冶滓		滓部UとHの固溶体+H+W+F																						
TUR-6			NR1-1-d	流出口~溝滓		滓部UとHの固溶体+F、被熱砂鉄(含7a鉄)還元、溶化進行																						
TUR-7			NR1-1-c	再結合滓		砂鉄製錬滓(滓部I)、鍛冶滓、鑄鉄、粒状滓・鍛造剥片																						
TUR-8			NR1-2-d	炉壁		7a質滓、局部的にM+F晶出																						
TUR-9				板屋型腕形鍛冶滓		滓部UとHの固溶体+F																						
TUR-10				板屋型羽口		附着滓UとHの固溶体+F、7a質滓																						
TUR-11				腕形鍛冶滓?		滓部UとHの固溶体+W+F																						
TUR-12			NR1-2-a	板屋型腕形鍛冶滓		滓部UとHの固溶体+W+F、砂鉄(含7a鉄)、砂鉄製錬剥片(滓部E+S)附着																						
TUR-13			NR1-2-d	腕形鍛冶滓		滓部W(粒内微細UとHの固溶体)、金属鉄部7a質滓相→過共析組織																						

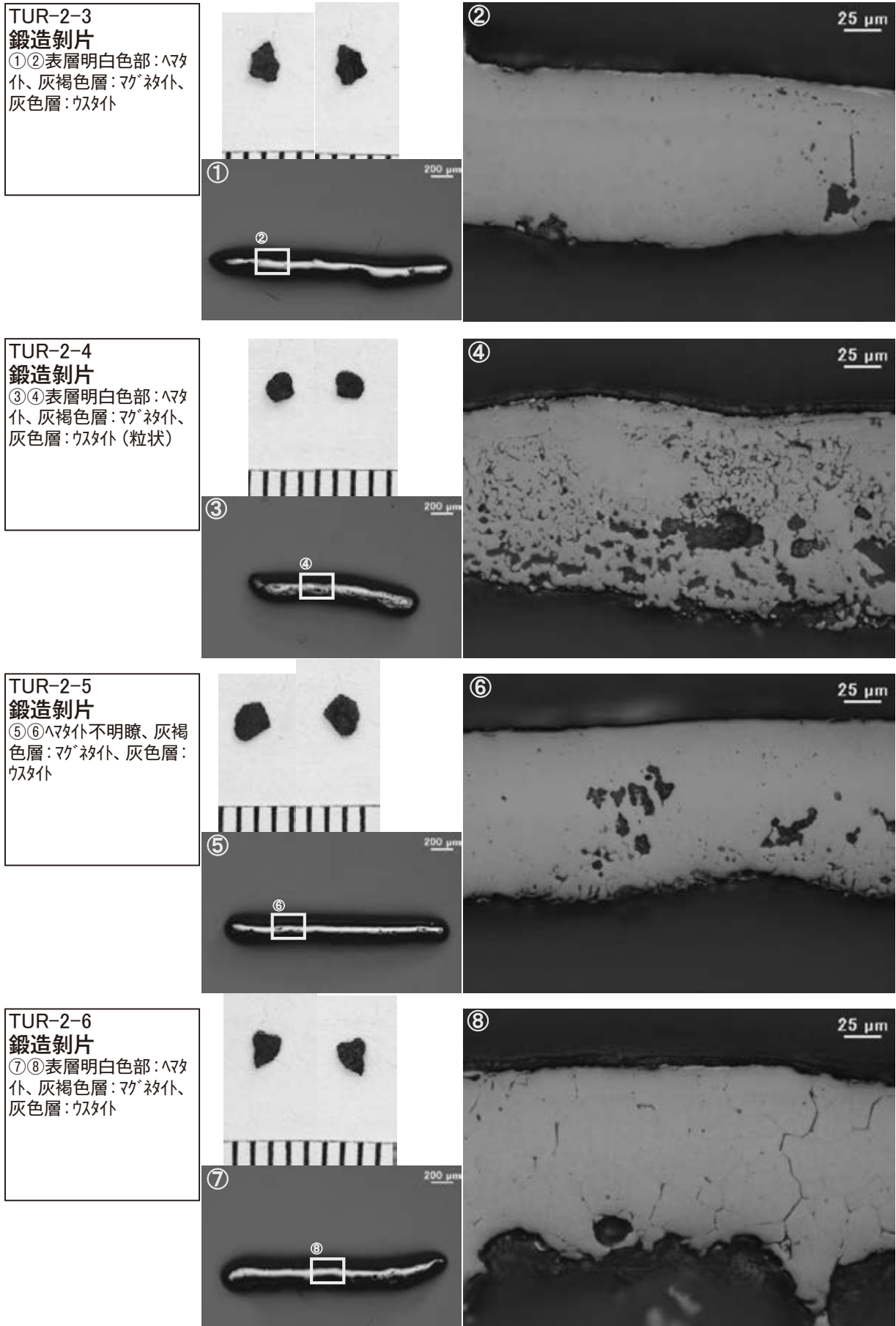
W:Wustite(FeO), He:Hematite(Fe₂O₃), M:Magnetite(Fe₃O₄), U:Ulvoöspinel(2FeO·TiO₂), I:Ilmenite(FeO·TiO₂), Ps:Pseudobrookite(Fe₂O₃·TiO₂), H:Hercynite(FeO·Al₂O₃), F:Fayalite(2FeO·SiO₂)



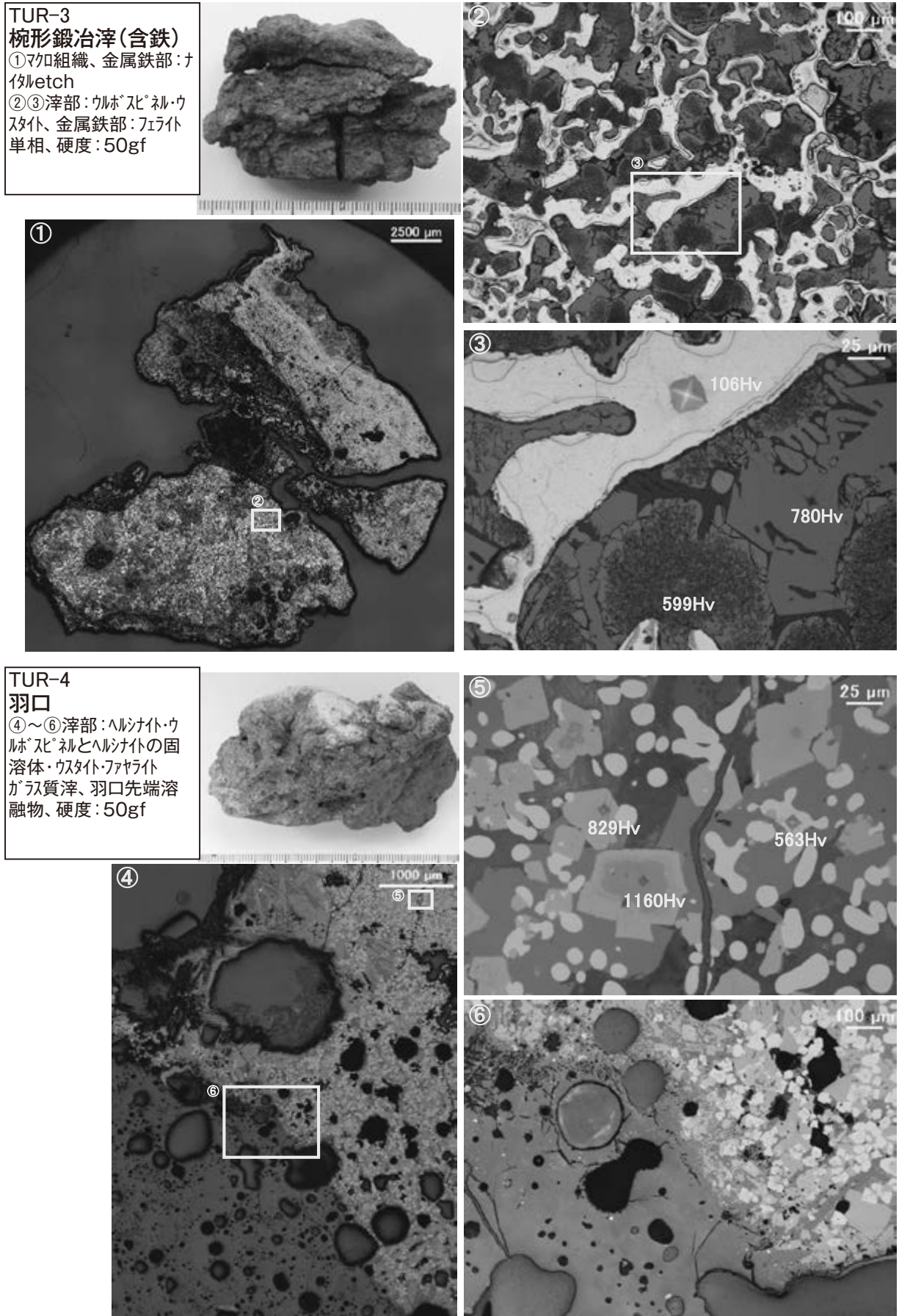
第160図 粒状滓の顕微鏡組織



第161図 粒状滓・鍛造剥片の顕微鏡組織

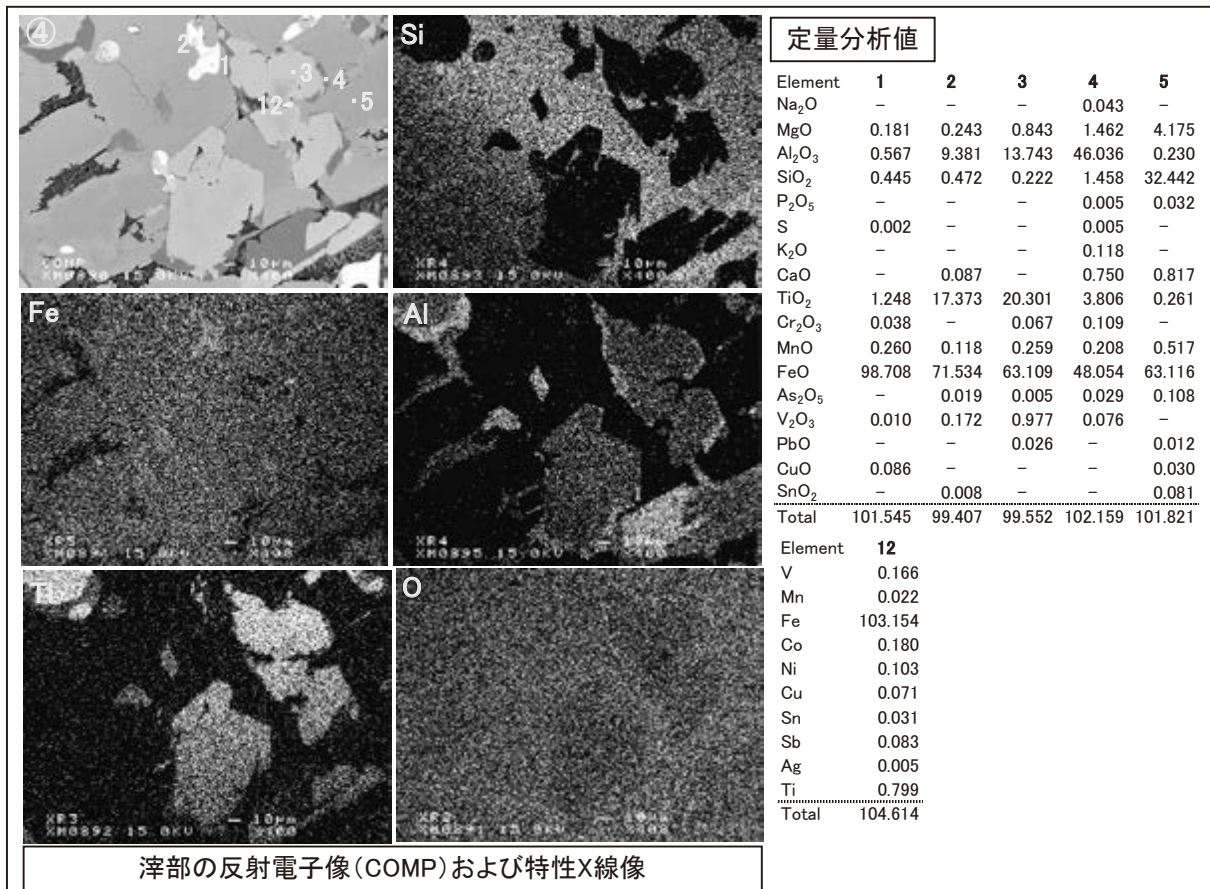
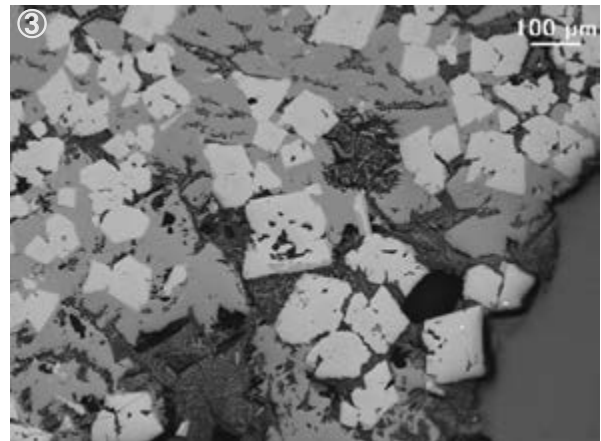
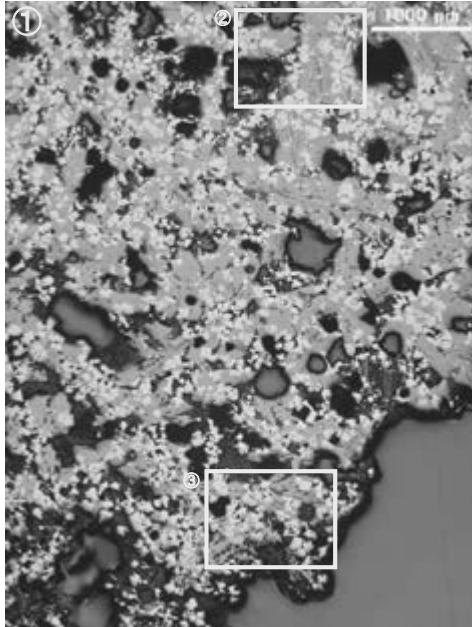
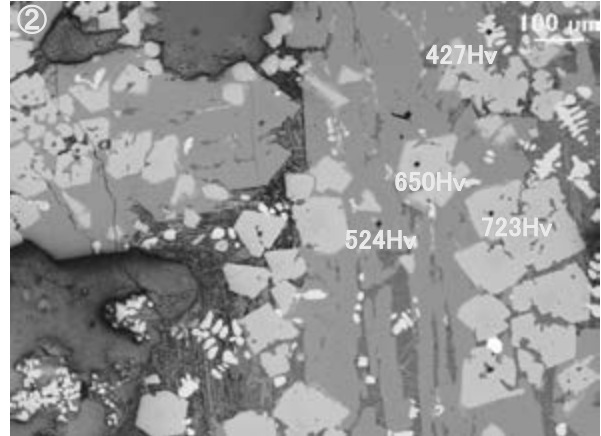


第162図 鍛造剥片の顕微鏡組織

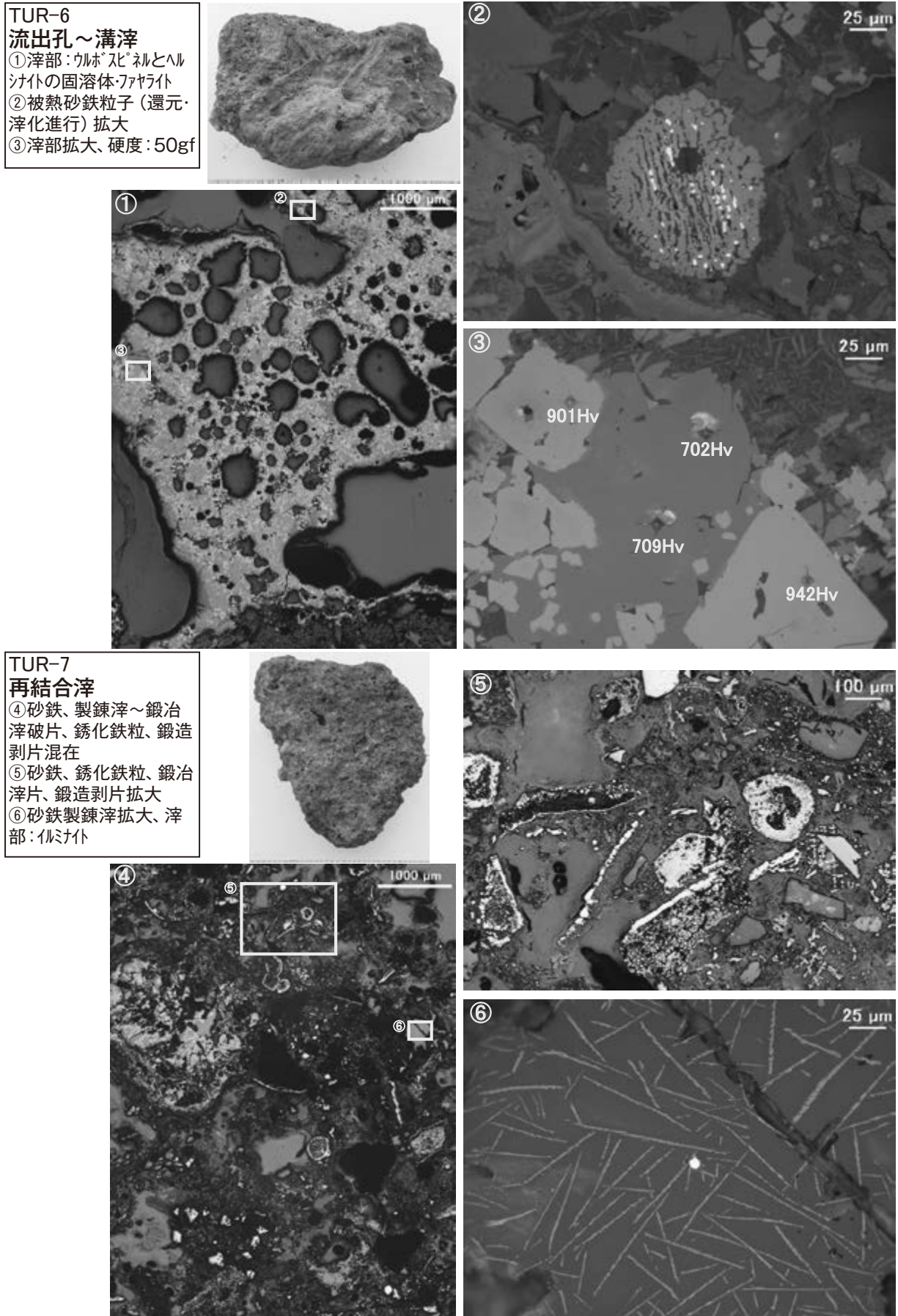


第163図 椀形鍛冶滓・羽口の顕微鏡組織

TUR-5
 椀形鍛冶滓
 ①～③滓部：ウルホスピネル
 とヘルシナイトの固溶体・ウスタ
 仆・ファヤライト、硬度：50gf

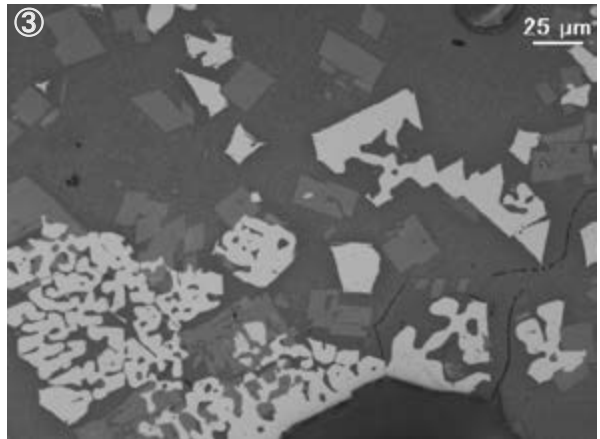
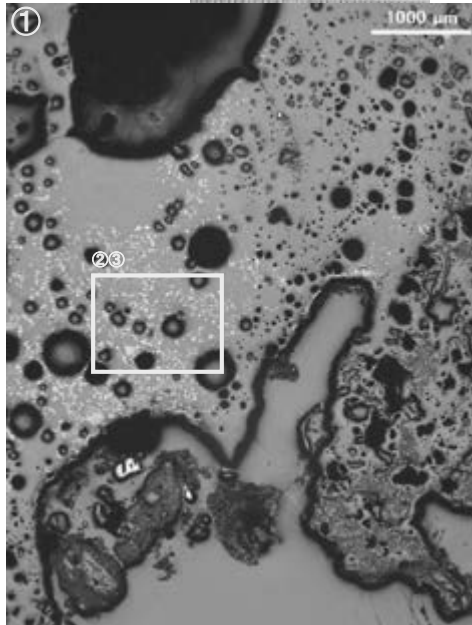
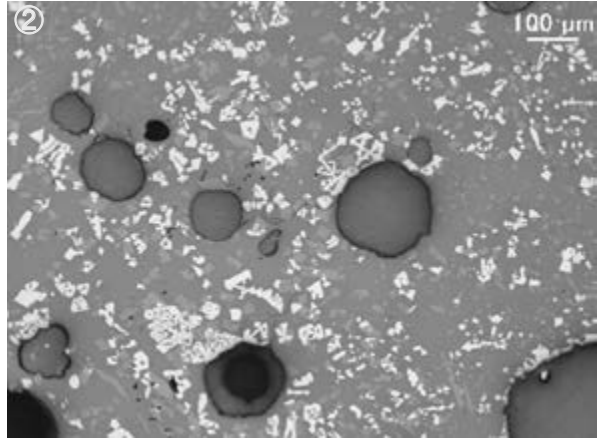


第164図 椀形鍛冶滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果

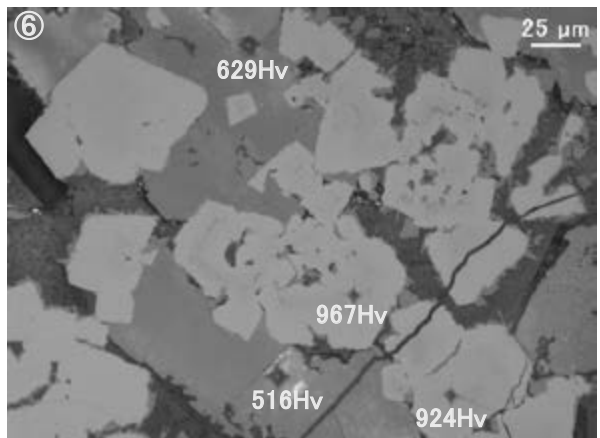
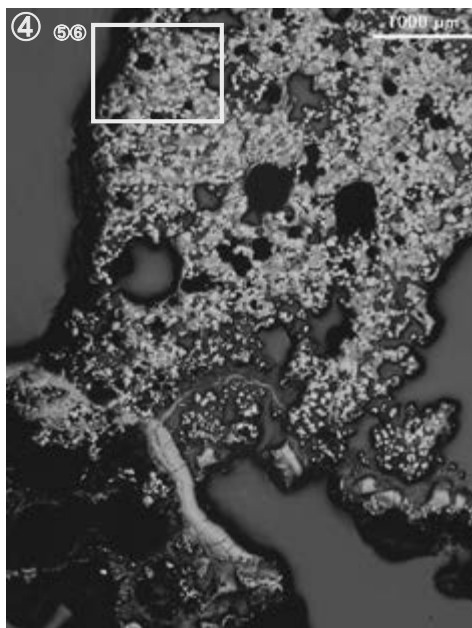
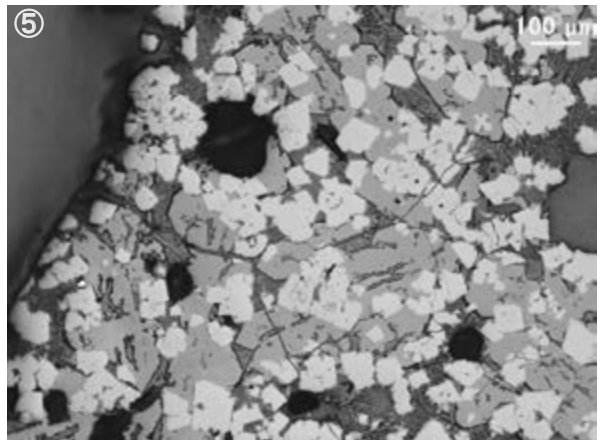


第165図 流出孔～溝滓・再結合滓の顕微鏡組織

TUR-8
 炉壁
 ①滓部：ガラス質滓、部分的にマグネイト・ファライト晶出
 下側暗色部：被熱粘土
 ②③滓部拡大

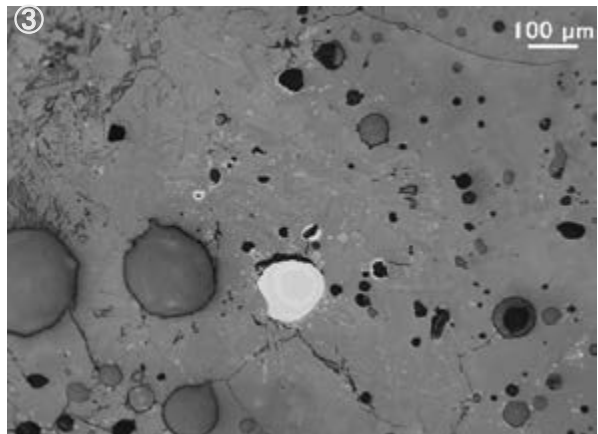
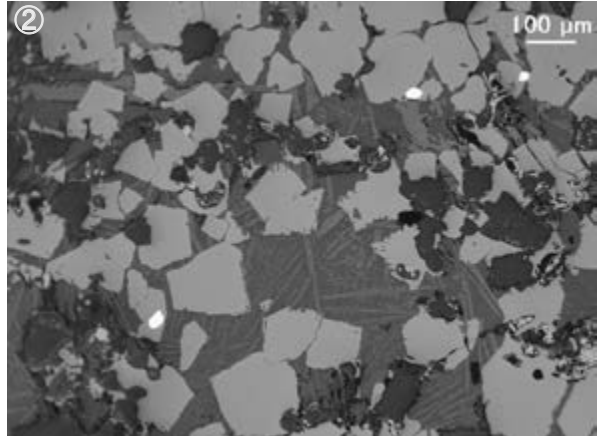
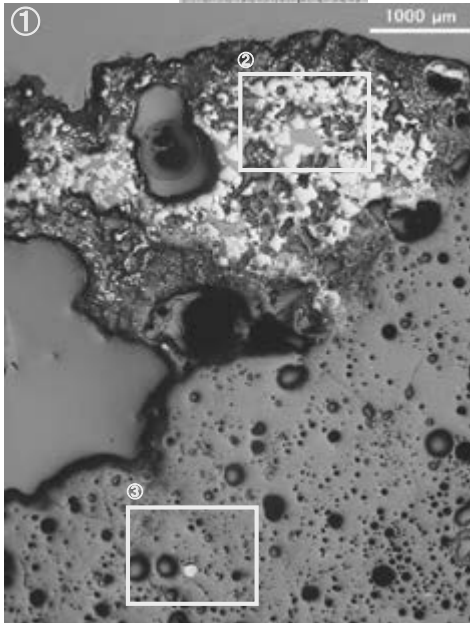


TUR-9
 椀形鍛冶滓
 ④～⑥滓部：カルホスピネルとヘルシイトの固溶体・ファライト、硬度：50gf

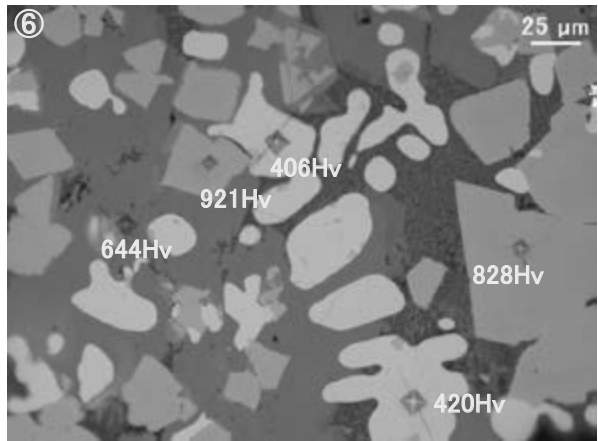
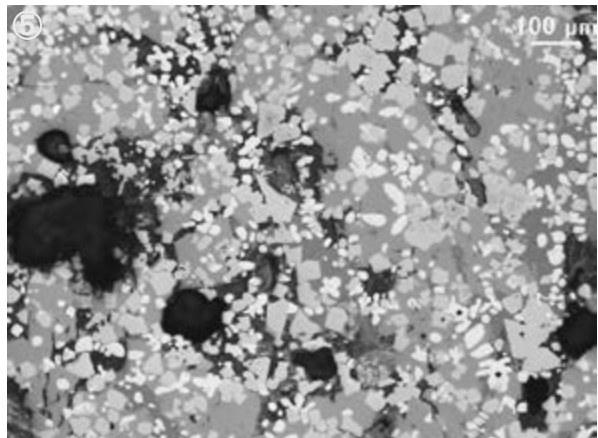
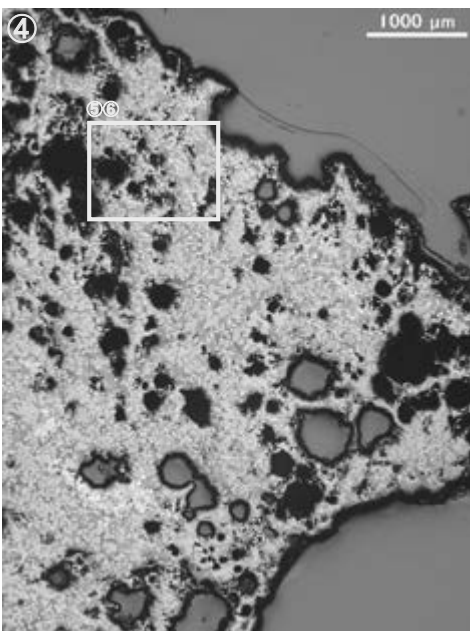


第166図 炉壁・椀形鍛冶滓の顕微鏡組織

TUR-10
羽口
 ①上側滓部：ウルホスピネル・ファヤライト、下側ガラス質滓：炉壁溶融物
 ②滓部拡大、③ガラス質滓拡大

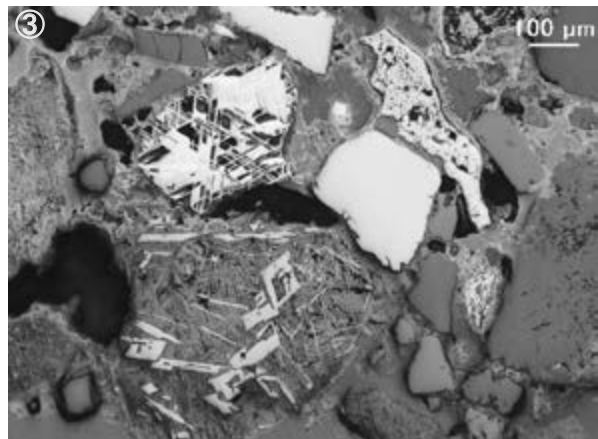
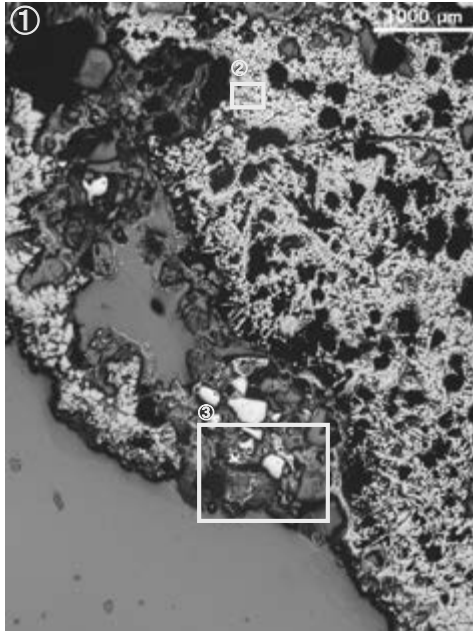
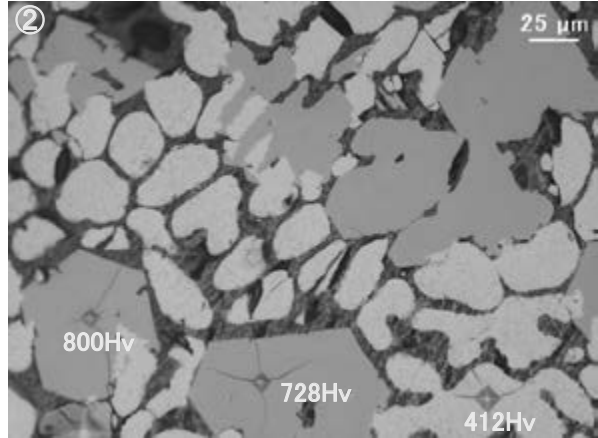


TUR-11
椀形鍛冶滓
 ④～⑥滓部：ウルホスピネルとルシライトの固溶体・ウスタ・ファヤライト、硬度：50gf

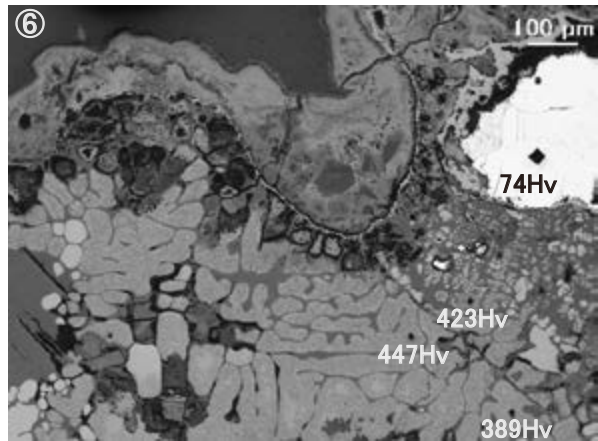
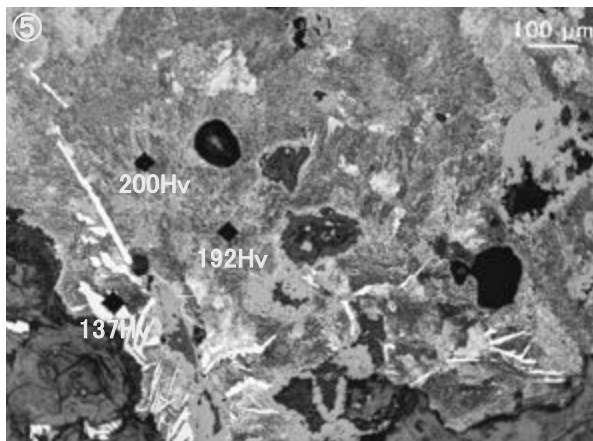
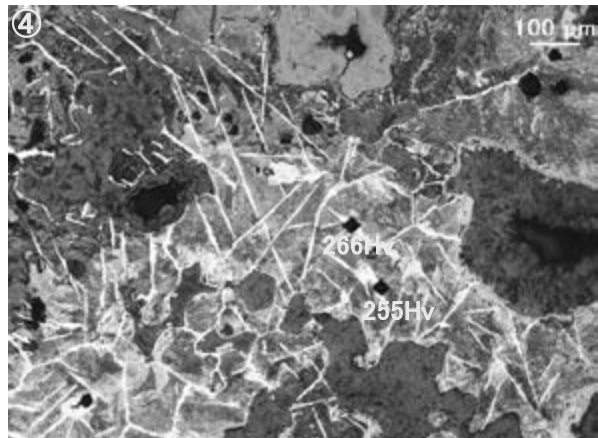


第167図 羽口・椀形鍛冶滓の顕微鏡組織

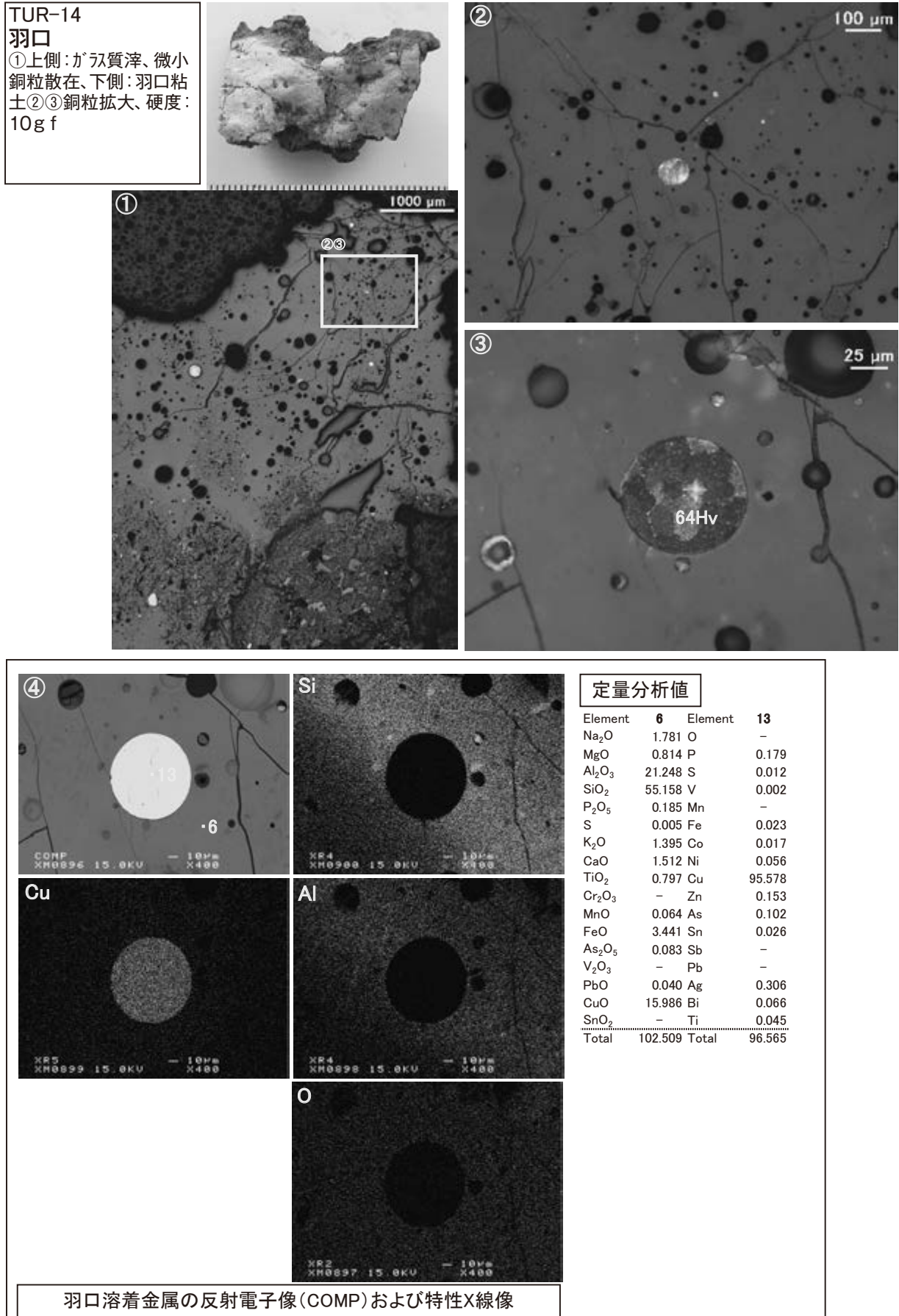
TUR-12
椀形鍛冶滓
 ①～③滓部：ウラストン
 とハルシイトの固溶体・ウスタ
 仆・ファヤライト、表層：砂鉄
 粒子・製錬滓・鍛冶滓付
 着、②滓部拡大、硬度：
 50gf、③附着物拡大



TUR-13
椀形鍛冶滓(含鉄)
 金属鉄部：ナノレッチ
 ④過共析組織
 ⑤亜共析～共析組織
 硬度：200gf
 ⑥金属鉄部：フェライト単
 相、滓部：ウスタ仆、硬度：
 50gf

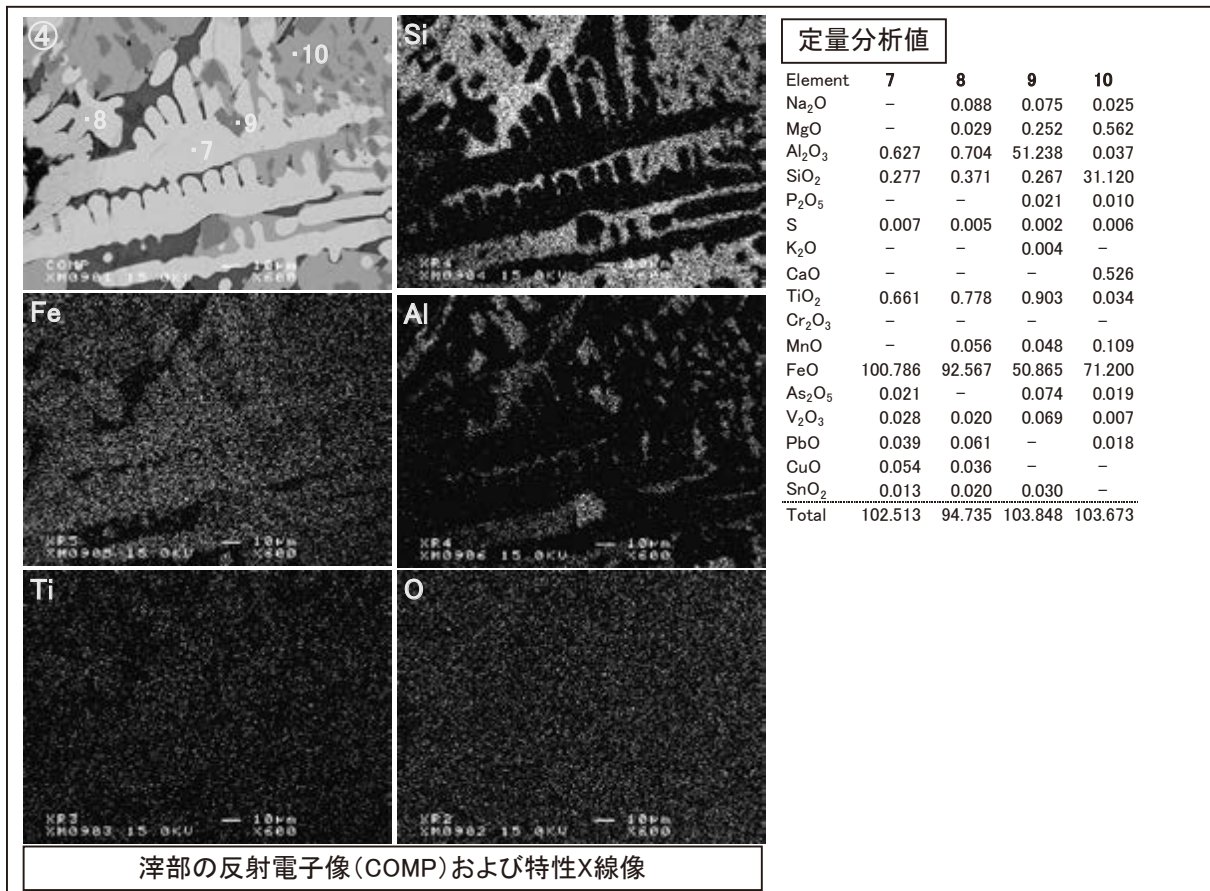
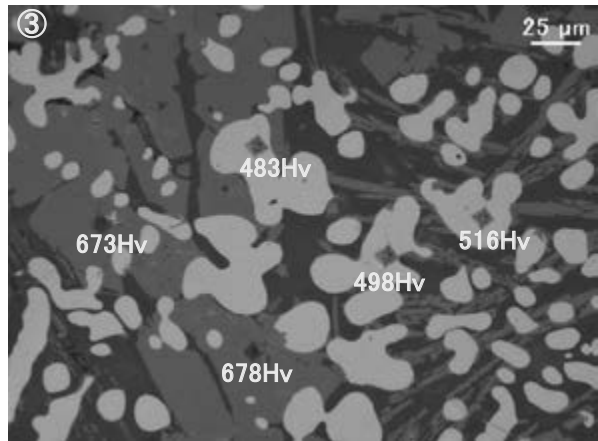
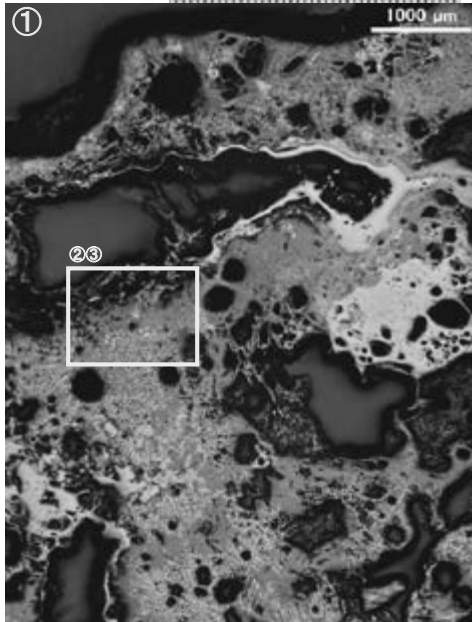
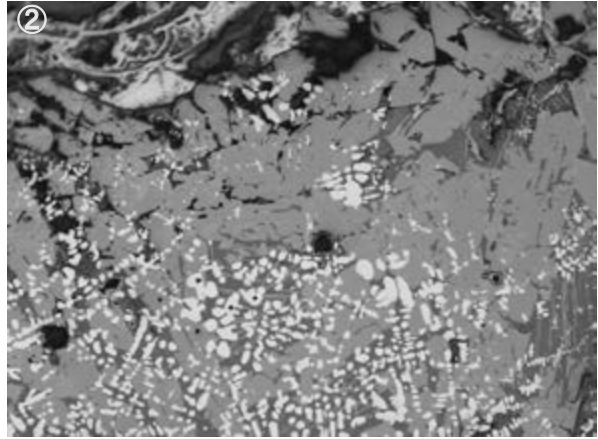
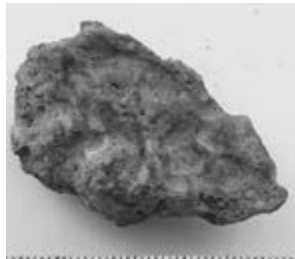


第168図 椀形鍛冶滓の顕微鏡組織



第169図 羽口の顕微鏡組織・EPMA調査結果

TUR-15
 椀形鍛冶滓
 ①滓部：ウスタイト・ファヤライト
 青灰色部：錆化鉄
 ②③滓部拡大、硬度：
 50gf



第170図 椀形鍛冶滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果

第4節 殿河内ウルミ谷遺跡出土須恵器の胎土分析

1 はじめに

この胎土分析では、殿河内ウルミ谷遺跡で確認された須恵器窯出土と想定される試料および同遺跡出土の須恵器試料についての成分分析を実施し、須恵器窯(生産地)と消費地の関係について検討した。

2 分析方法と試料

分析は蛍光X線分析法で行い、胎土の成分(元素)量を測定し、その成分量から分析試料の差異について調べた。測定した成分(元素)は、Si、Ti、Al、Feと点をプロットしたものである。この散布図より難波宮跡出土須恵器甕はCa量の違いで2つの胎土に分類された。それは上町谷窯跡領域に分布するMg、Ca、Na、K、P、Rb、Sr、Zrの13成分である。

なお測定装置・条件・試料は以下の通りである。

測定装置：SEA5120A(エスアイアイ・ナノテクノロジー社製)を使用した。

測定条件：X線照射径2.5mm、電流50～200mA、電圧50kV/15kV、測定時間300秒、測定室は真空の条件で測定した。

測定元素：13成分の定量値は地質調査所の標準試料JA-1(安山岩)、JG-1a(花崗岩)、JR-1(流紋岩)、JB-1a(玄武岩)、JF-1(長石)の5個の試料を用いて検量線を作成し、定量値を算出した。

測定試料：分析試料は、須恵器表面の汚れを除去後(研磨機)、乾燥した試料を乳鉢(タングステンカーバイト製)で粉末(100～200メッシュ)にしたものを加圧成形機で約15トンの圧力をかけ、コイン状に成形したものを測定試料とした。したがって、一部破壊分析である。

分析結果の比較(差異)は、有意な差がみられる成分を横軸と縦軸にとり、散布図を描き、各遺跡(窯跡)にまとまりがあるか検討した。

表82に殿河内ウルミ谷遺跡出土須恵器の分析一覧表を示している。分析点数は56点である。

3 分析結果について

この分析では測定した13成分のうち、分析試料に顕著な差がみられたのは、Ca、K、Rb、Srの4成分であった。このうちの3成分(Ca、K、Sr)が各窯跡で胎土に違いがみられ、Caを縦軸にKとSrを横軸にとった散布図を作成し、胎土の違いを検討した。

第171図K-Caと第172図Sr-Caの散布図は、殿河内ウルミ谷遺跡出土の窯試料と遺跡内試料の比較を行ったものである。その結果、窯試料と遺跡内試料ではCa・Sr量に差異がみられ、識別が可能であった。つまり、Ca量0.5%付近を境にして、それより多いところに窯試料が、低いところに遺跡内試料が分布した。またSr量146ppm付近を境にして、それより多いところに窯試料が、低いところに遺跡内試料が分布した。なお、窯試料のうち試料番号3・4の2点は分布領域内には入らなかった。また、遺跡内出土須恵器のうち試料番号25・30・33・38・52・55・56は窯試料の分布域に分布した。

試料番号47はCa・Sr量が非常に少なく、窯および遺跡内試料とも胎土が異なっていた。

第173図K-Caと第4図Sr-Caの散布図は、山陰地域の生産地遺跡(松江市大井窯跡群、鳥取県鳥越山窯跡群・下市築地ノ峯東通第2遺跡・私都窯跡群)である窯跡別試料との比較を行った。すると、第173図では松江市大井窯跡群と鳥取県下市築地ノ峯東通第2遺跡の両窯跡が半分ほど重複する部分に、

殿河内ウルミ谷が重なる結果となった。

第174図では、殿河内ウルミ谷は大井とは識別が可能であったが、鳥越山や下市築地ノ峯東通第2遺跡とは重なり、判別ができなかった。

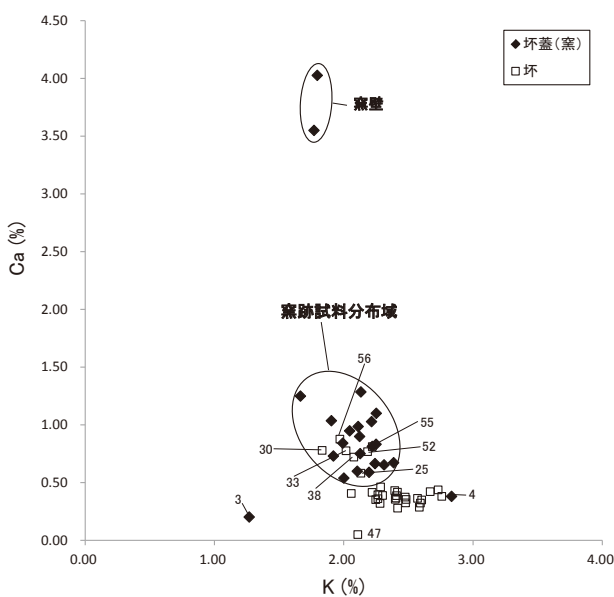
第175図K-Caと第176図Sr-Caの散布図は、殿河内ウルミ谷遺跡の製品がどの生産地と胎土的に類似するか検討した。その結果、私都窯跡群か下市築地ノ峯東通第2遺跡のどちらかに胎土が類似していることが推定された。

4 まとめ

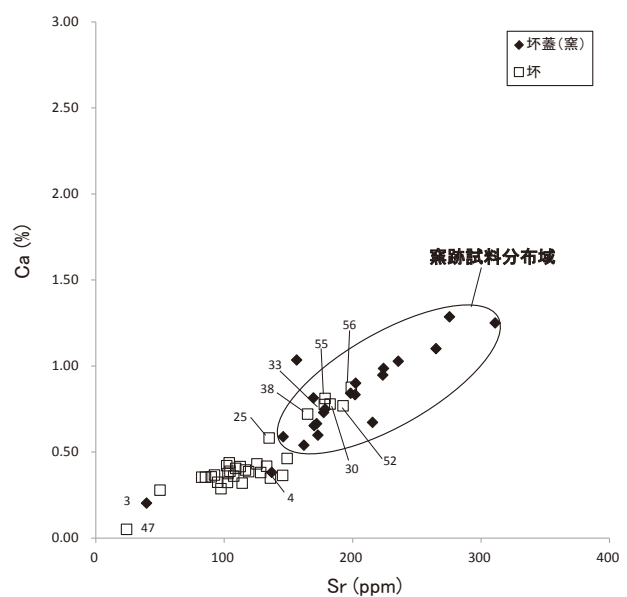
殿河内ウルミ谷遺跡出土須恵器の分析結果から、まず窯跡試料である試料番号1～24(窯壁1・2と3・4以外)は、ほぼ一つにまとまった。また遺跡内に製品として出土した試料番号25～56(25・30・33・38・47・52・55・56以外)は一つにまとまった。そして窯試料と製品は、胎土が異なっていることが推定された。なお、4は製品分布域に入り、3と47は、両方の分布域には入らず、胎土が異なっていた。以上のような同遺跡出土の須恵器には複数の胎土があることがわかった。

山陰地域の各窯跡との比較では、殿河内ウルミ谷遺跡の窯跡出土須恵器は、下市築地ノ峯東通第2遺跡・私都窯跡群などの分布域と重なり、窯ごとに胎土が異なることはなかった。また、殿河内ウルミ谷遺跡の製品(試料番号26～29・31・32・34～37・39～51・53～55)は、私都および下市築地ノ峯東通第2遺跡の胎土と一致することが推定された。

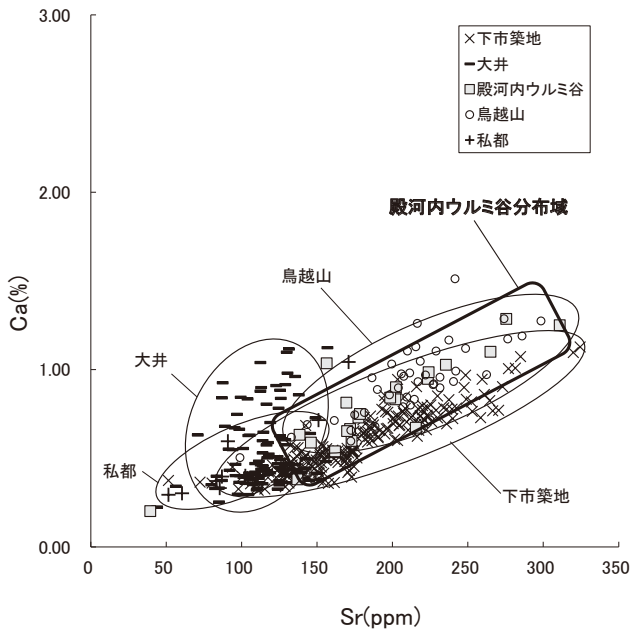
この胎土分析を実施するにあたり、牧本哲雄氏をはじめ、鳥取県埋蔵文化財センターの職員の方々にはお世話になった。末筆ではありますが、記して感謝いたします。



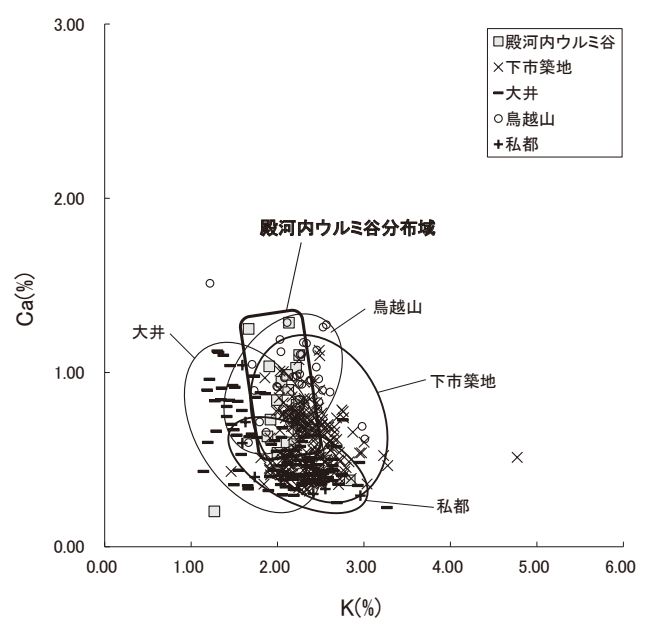
第171図 殿河内ウルミ谷遺跡出土窯試料と製品の比較(K-Ca)



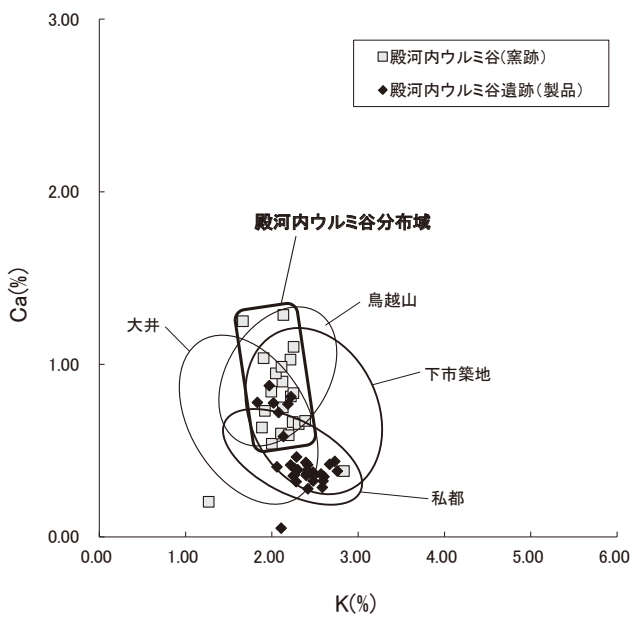
第172図 殿河内ウルミ谷遺跡出土窯試料と製品の比較(Sr-Ca)



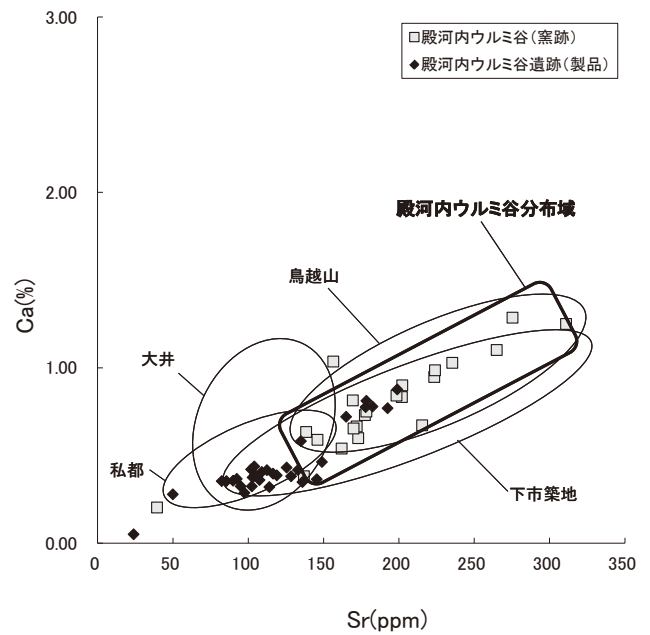
第173図 須恵器窯別の比較 (K - Ca)



第174図 須恵器窯別の比較 (Sr - Ca)



第175図 殿河内ウルミ谷遺跡と各窯跡の比較 (K - Ca)



第176図 殿河内ウルミ谷遺跡と各窯跡の比較 (Sr - Ca)

表82 殿河内ウルミ谷遺跡出土須恵器の胎土分析一覧表(Si~P:%、Rb~Zr : ppm)

試料 番号	器種	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	Rb	Sr	Zr	備考
1	窯壁	67.41	0.47	15.63	4.14	0.08	2.63	3.55	4.14	1.77	0.05	7	634	121	窯関連
2	窯壁	67.49	0.44	15.75	3.92	0.05	2.42	4.03	3.91	1.80	0.06	9	716	118	窯関連
3	坏蓋	71.44	1.40	19.29	4.66	0.00	1.56	0.20	0.01	1.27	0.05	18	40	378	窯関連
4	坏身	74.35	0.98	15.63	4.01	0.00	1.07	0.38	0.49	2.84	0.05	48	137	298	窯関連
5	坏身	75.56	0.93	13.84	2.83	0.01	1.55	1.29	1.63	2.13	0.04	61	276	279	窯関連
6	坏身	68.15	1.19	17.34	8.43	0.02	2.20	0.54	0.00	2.00	0.03	60	162	293	窯関連
7	坏身	67.69	1.03	17.43	7.41	0.04	2.38	0.66	0.98	2.24	0.03	52	172	300	窯関連
8	坏身	69.65	0.96	17.02	5.61	0.01	2.22	1.25	1.46	1.67	0.04	30	311	257	窯関連
9	坏蓋	73.26	1.05	15.52	4.11	0.02	1.65	0.90	1.14	2.12	0.02	44	202	302	窯関連
10	坏身	73.79	1.13	15.16	4.37	0.00	1.60	0.60	1.14	2.11	0.03	49	173	301	窯関連
11	提瓶	73.55	1.20	16.05	4.43	0.00	1.37	0.63	0.75	1.89	0.02	39	139	353	窯関連
12	高台坏	72.94	1.17	16.63	3.43	0.02	1.58	0.65	1.05	2.31	0.04	66	170	289	窯関連
13	皿	69.78	1.12	16.93	5.58	0.06	2.34	0.81	1.00	2.22	0.04	78	170	285	窯関連
14	小型高坏	73.98	1.01	15.76	4.19	0.00	0.41	1.04	1.49	1.91	0.04	24	157	258	窯関連
15	壺	74.29	0.96	14.60	3.54	0.02	1.54	1.10	1.46	2.25	0.03	56	265	287	窯関連
16	壺底部(内部に窯壁)	73.18	1.14	15.90	4.19	0.01	1.67	0.73	1.09	1.92	0.04	53	178	309	窯関連
17	坏蓋	69.77	1.10	17.82	4.58	0.01	2.53	0.67	0.95	2.39	0.05	74	216	274	窯関連
18	坏身	73.41	1.02	14.81	4.55	0.01	1.66	0.83	1.22	2.25	0.04	49	202	271	窯関連
19	坏身	71.99	1.01	16.77	3.91	0.01	1.91	0.95	1.16	2.05	0.05	43	223	319	窯関連
20	坏身	72.25	1.04	16.27	4.30	0.01	1.93	0.84	1.09	1.99	0.05	39	199	347	窯関連
21	高坏	72.56	1.20	16.29	4.33	0.01	1.56	0.75	0.99	2.13	0.03	53	178	313	窯関連
22	坏身?(溶着)	73.89	0.97	14.86	4.02	0.02	1.16	1.03	1.63	2.22	0.03	66	236	277	窯関連
23	高坏	74.34	1.24	15.79	4.68	0.01	0.77	0.59	0.26	2.20	0.02	69	146	369	窯関連
24	坏蓋	72.58	1.10	16.21	4.03	0.03	1.57	0.99	1.26	2.11	0.03	41	224	288	窯関連
25	坏	70.61	1.04	17.36	4.89	0.03	2.11	0.58	1.12	2.13	0.03	60	135	320	製品
26	坏蓋	73.92	0.94	14.84	5.72	0.02	0.57	0.43	1.02	2.40	0.03	63	126	296	製品
27	高台坏	74.64	1.11	15.55	4.95	0.02	0.68	0.32	0.34	2.28	0.03	40	114	379	製品
28	坏蓋	73.21	1.06	16.28	4.44	0.04	1.28	0.36	0.57	2.57	0.04	65	146	291	製品
29	坏	78.00	0.81	13.75	3.71	0.00	0.35	0.32	0.42	2.48	0.05	71	95	286	製品
30	坏身	69.36	1.04	16.99	7.09	0.02	1.87	0.78	0.88	1.83	0.03	39	183	280	製品
31	坏身	71.49	1.11	18.08	4.54	0.01	0.99	0.38	0.48	2.76	0.03	72	129	333	製品
32	高台坏	75.05	1.18	14.96	5.62	0.04	0.36	0.42	0.00	2.22	0.04	43	113	355	製品
33	高台坏	70.13	1.01	17.38	5.20	0.02	2.09	0.78	1.23	2.02	0.05	46	178	301	製品
34	高坏	71.90	1.09	17.65	4.88	0.01	1.43	0.28	0.20	2.42	0.05	52	50	329	製品
35	高台坏	74.01	1.06	15.84	4.89	0.02	0.98	0.36	0.44	2.26	0.06	33	107	289	製品
36	甕胴部	72.27	0.95	15.61	5.35	0.01	1.81	0.32	0.93	2.59	0.05	56	102	275	製品
37	坏身	74.48	0.95	14.97	3.77	0.03	1.48	0.42	1.00	2.67	0.04	67	102	282	製品
38	椀	70.27	0.95	16.75	6.41	0.03	1.52	0.72	1.10	2.08	0.04	40	165	270	製品
39	蓋	76.81	0.93	13.77	4.17	0.00	0.49	0.46	0.92	2.29	0.04	42	149	284	製品
40	平瓶	74.47	0.87	15.32	4.05	0.01	1.19	0.35	0.98	2.60	0.04	36	136	278	製品
41	甕	78.10	0.85	13.30	3.25	0.00	0.73	0.37	0.77	2.41	0.04	42	93	313	製品
42	坏蓋	75.20	0.82	15.06	4.27	0.00	0.70	0.37	0.88	2.48	0.04	43	103	253	製品
43	坏身	71.74	1.56	16.07	7.40	0.00	0.41	0.40	0.20	2.06	0.04	54	109	433	製品
44	坏蓋	73.94	1.16	15.52	5.46	0.03	0.44	0.42	0.46	2.42	0.04	46	133	323	製品
45	坏蓋	74.54	1.13	15.30	4.55	0.00	0.95	0.40	0.73	2.26	0.06	25	117	340	製品
46	平瓶	75.44	0.97	14.20	3.30	0.01	1.61	0.44	1.08	2.73	0.04	54	104	304	製品
47	坏蓋	69.54	1.05	19.37	7.26	0.00	0.47	0.05	0.00	2.11	0.03	54	24	348	製品
48	甕	75.59	0.94	14.57	3.83	0.00	1.30	0.39	0.79	2.41	0.04	50	119	269	製品
49	平瓶	69.83	1.20	17.03	5.80	0.07	2.27	0.35	1.06	2.25	0.06	47	86	324	製品
50	平瓶	72.64	1.05	15.94	4.94	0.01	1.65	0.36	0.87	2.40	0.06	50	90	246	製品
51	小型高坏	79.06	0.78	13.08	3.17	0.00	0.51	0.35	0.33	2.48	0.05	47	83	199	製品
52	高台坏	68.75	1.00	17.19	6.48	0.02	2.30	0.77	1.20	2.19	0.03	58	193	275	製品
53	坏身	76.69	1.14	13.93	5.16	0.07	0.20	0.39	0.00	2.30	0.04	39	105	276	製品
54	坏身	73.73	1.01	15.96	4.33	0.01	1.10	0.29	0.88	2.59	0.04	34	98	253	製品
55	高杯	72.29	1.07	15.81	4.42	0.02	1.83	0.81	1.41	2.22	0.04	59	178	327	製品
56	坏身	69.87	1.06	17.06	7.13	0.01	1.26	0.88	0.62	1.97	0.03	45	199	300	製品