

VI 自然科学的分析

1 放射性炭素年代測定 (1)

パリノ・サーヴェイ株式会社

(1) 試料

分析試料は、上代川遺跡（岩手県九戸郡野田村所在）の炭窯から検出された炭化材 10 点である。炭窯 1 つに対し、1 点採取される。炭窯は古代～中世とされ、同一面から検出されるが、分析を行った 10 基の遺構は切り合い関係が存在しない。試料は、上代川-1 SW01、上代川-2 SW03、上代川-3 SW06、上代川-4 SW10、上代川-5 SW11、上代川-6 SW15、上代川-7 SW19、上代川-8 SW20、上代川-9 SW21、上代川-10 SW23 とされる炭化材 10 点である。これらについて、放射性炭素年代測定を行い、遺構の年代に関する情報を得るとともに、炭化材同定を実施し、当時の植物利用に関する情報を得る。分析に用いた炭化材の詳細は表 1 に示す。

(2) 分析方法

炭化材は、形状を観察し、最外年輪付近から約 50 mg の年代測定用試料を切り出す。切り出した植物片から、メス・ピンセットなどにより、根や土壌など後代の付着物を、物理的に除去する。塩酸 (HCl) により炭酸塩等酸可溶成分を除去、水酸化ナトリウム (NaOH) により腐植酸等アルカリ可溶成分を除去、HCl によりアルカリ処理時に生成した炭酸塩等酸可溶成分を除去する (酸・アルカリ・酸処理 AAA: Acid Alkali Acid)。濃度は HCl、NaOH 共に最大で 1 mol/L である。試料の燃焼、二酸化炭素の精製、グラファイト化 (鉄を触媒とし水素で還元する) は Elementar 社の vario ISOTOPE cube と Ionplus 社の Age3 を連結した自動化装置を用いる。処理後のグラファイト・鉄粉混合試料を NEC 社製のハンドプレス機を用いて内径 1 mm の孔にプレスし、測定試料とする。

測定はタンデム加速器をベースとした ^{14}C -AMS 専用装置 (NEC 社製) を用いて、 ^{14}C の計数、 ^{13}C 濃度 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)、 ^{14}C 濃度 ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$) を測定する。AMS 測定時に、米国国立標準局 (NIST) から提供される標準試料 (HOX-II)、国際原子力機関から提供される標準試料 (IAEA-C6 等)、バックグラウンド試料 (IAEA-C1) の測定も行う。

$\delta^{13}\text{C}$ は試料炭素の ^{13}C 濃度 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) を測定し、基準試料からのずれを千分偏差 (%) で表したものである。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。測定年代の表示方法は、国際学会での勧告に従う (Stuiver and Polach 1977)。また、暦年較正用に一桁目まで表した値も記す。

暦年較正に用いるソフトウェアは、Calib7.1 (Stuiver et al., 2016)、較正曲線は Intcal13 (Reimer et al., 2013) を用いる。また、参考値として、遺構の年代や遺構 (群) の存在期間を絞り込むために、ベイズの定理を用いた条件付き確率を求める。これには Oxcal4.2 (Bronk, 2009) を用いる。

(3) 結果

結果を表 1 に示す。今回の試料はいずれも保存状態が良く、定法での AAA 処理が可能である。また、年代測定を行うのに十分な炭素を回収できた。年代値は、上代川-1 SW01 が $825 \pm 20\text{BP}$ 、上代川-2 SW03 が $820 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-3 SW06 が $845 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-4 SW10 が $845 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-5

SW11 が $790 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-6 SW15 が $820 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-7 SW19 が $895 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-8 SW20 が $905 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-9 SW21 が $770 \pm 15\text{BP}$ 、上代川-10 SW23 が $790 \pm 15\text{BP}$ である。

暦年較正とは、大気中の ^{14}C 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 ^{14}C 濃度の変動、及び半減期の違い (^{14}C の半減期 5730 ± 40 年) を較正することによって、暦年代に近づける手法である。較正のもとになる直線は暦時代がわかっている遺物や年輪 (年輪は細胞壁のみなので、形成当時の ^{14}C 年代を反映している) 等を用いて作られており、最新のものは 2013 年に発表された Intcal13 (Reimer et al., 2013) である。また、較正年代を求めるソフトウェアはいくつか公開されているが、今回は Calib7.1 を用いる。なお、年代測定値に関しては、国際的な取り決めにより、測定誤差の大きさによって値を丸めるのが普通であるが (Stuiver and Polach 1977)、将来的な較正曲線ならびにソフトウェアの更新に伴う比較、再計算がしやすいように、表には丸めない値 (1 年単位) を記す (表 2、図 1)。 2σ の値は、上代川-1 SW01 が calAD1170 ~ 1260、上代川-2 SW03 が calAD1190 ~ 1260、上代川-3 SW06 が calAD1160 ~ 1250、上代川-4 SW10 が calAD1160 ~ 1240、上代川-5 SW11 が、calAD1220 ~ 1270 上代川-6 SW15 が calAD1190 ~ 1260、上代川-7 SW19 が calAD1050 ~ 1210、上代川-8 SW20 が calAD1040 ~ 1180、上代川-9 SW21 が calAD1220 ~ 1280、上代川-10 SW23 が calAD1220 ~ 1270 である。

表 1. 放射性炭素年代測定結果

試料名	形状	樹皮	年輪数	採取位置	樹種	処理法	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	年代値 (BP)	Code	No.
上代川-1 SW01	分割状	無	32 年	外側 7 年分	クリ	AAA	-29.0 ± 0.4	825 ± 20	pal-10010	TKA-16787
上代川-2 SW03	分割状	無	5 年	外側 1 年分	クリ	AAA	-25.8 ± 0.3	820 ± 15	pal-10011	TKA-16788
上代川-3 SW06	分割状	無	15 年以上	外側 6 年分	クリ	AAA	-26.2 ± 0.4	845 ± 15	pal-10012	TKA-16789
上代川-4 SW10	分割状	無	27 年分	外側 10 年分	クリ	AAA	-28.2 ± 0.3	845 ± 15	pal-10013	TKA-16790
上代川-5 SW11	ミカン割状	無	12 年	外側 3 年分	クリ	AAA	-28.9 ± 0.3	790 ± 15	pal-10014	TKA-16791
上代川-6 SW15	分割状	無	10 年	外側 4 年分	クリ	AAA	-26.5 ± 0.3	820 ± 15	pal-10015	TKA-16792
上代川-7 SW19	分割状	無	19 年	外側 5 年分	クリ	AAA	-27.9 ± 0.3	895 ± 15	pal-10016	TKA-16793
上代川-8 SW20	板目状	無	5 年	外側 2 年分	クリ	AAA	-31.5 ± 0.3	905 ± 15	pal-10017	TKA-16794
上代川-9 SW21	分割状	無	12 年	外側 5 年分	クリ	AAA	-28.3 ± 0.3	770 ± 15	pal-10018	TKA-16795
上代川-10 SW23	ミカン割状	無	14 年	外側 5 年分	クリ	AAA	-26.9 ± 0.4	790 ± 15	pal-10019	TKA-16796

- 1) 年代値の算出には、Libby の半減期 5568 年を使用。
- 2) BP 年代値は、1950 年を基点として何年前であるかを示す。
- 3) 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。
- 4) AAA は、酸、アルカリ、酸処理を示す。

(4) 考 察

今回の結果をみると、SW19 と SW20 の年代幅が広い。これは、試料に原因があるのではなく、較正曲線がこの付近で上下に大きく振れているためである。分析を行った遺構の情報を見ると、今回分析を行った炭窯は同じ遺構面から検出されていること、各遺構には切り合い関係がなく、互いの上下は不明であることがうかがえる。このような遺構の新旧関係などの条件をつけて、データ者を関連付け、暦年較正を行えるソフトウェアとして Oxcal がある。Oxcal はベイズ推定により暦年を求めるため、様々な条件設定を加え、複数の年代値を関連づけて統計学的にシミュレーションを行うことが可能である (大森、2013)。そこで、Oxcal にこれらの条件を与え、さらに 10 基の炭窯のデータ者を関連づけて暦年を求めることによって、10 基の炭窯の存在期間や個々の炭窯の年代観を統計学的に求める。その結果が図 2 である。個々の関連性が弱い (上下関係が不明) なため、個々で行った暦年較正とさほど変化はみられないが、SW19 と SW20 の年代幅が条件付き確率の効果によって狭くなって

いるのがわかる。また、炭窯（群）の存在期間として、下限が AD1110～1210、上限が AD1230～1300 で、（統計学的には）百数十年間となる。なお、クリは薪炭材としても用材としても優れているので、薪炭林や農用林として人家近くの里山で保護されてきた種類であり、当時周辺に豊富に存在していたと思われる。また、堅く、燃え残りやすい（灰になりにくい）のも、分析した炭化材がすべてクリであった原因の一つと考えられる。今回の試料は、樹皮がついておらず、伐採年代が明らかにできないことや、クリは障害に強く、比較的長命な樹木であることを考慮すると、上記に挙げた炭窯（群）の存在期間の中には、年輪による年代幅が含まれている可能性が高い。このことから、これら炭窯（群）の存在期間は、今回分析によって示された期間よりも短い（数十年以内？）可能性もある。

なお、Calib は数理統計学的、Oxcal はベイズ推定によって暦年を求めているが、どちらも同じ校正曲線を使っており、（数学的に）極値は同じであることがわかっているので、暦年校正を行う際にはどちらを用いても変わらない（収束の程度によって若干値が異なる場合もある）。

表 2. 暦年校正結果

試料名	補正年代 (BP)	暦年校正年代												Code No.				
		年代値											相対比				中央値	
SW01	827 ± 18	σ	cal	AD	1,207	-	cal	AD	1,251	cal	BP	743	-	699	0.018	calAD 1219	pal-10010	TKA-16787
		2σ	cal	AD	1,170	-	cal	AD	1,174	cal	BP	780	-	776	0.982			
SW03	820 ± 17	σ	cal	AD	1,178	-	cal	AD	1,258	cal	BP	772	-	692	1.000	calAD 1228	pal-10011	TKA-16788
		2σ	cal	AD	1,215	-	cal	AD	1,250	cal	BP	735	-	700	1.000			
SW06	844 ± 17	σ	cal	AD	1,183	-	cal	AD	1,220	cal	BP	767	-	730	0.948	calAD 1199	pal-10012	TKA-16789
		2σ	cal	AD	1,162	-	cal	AD	1,226	cal	BP	788	-	724	0.052			
SW10	847 ± 17	σ	cal	AD	1,231	-	cal	AD	1,245	cal	BP	719	-	705	0.041	calAD 1196	pal-10013	TKA-16790
		2σ	cal	AD	1,170	-	cal	AD	1,172	cal	BP	780	-	778	0.959			
SW11	791 ± 17	σ	cal	AD	1,183	-	cal	AD	1,218	cal	BP	767	-	732	0.974	calAD 1243	pal-10014	TKA-16791
		2σ	cal	AD	1,161	-	cal	AD	1,225	cal	BP	789	-	725	0.026			
SW15	820 ± 17	σ	cal	AD	1,233	-	cal	AD	1,243	cal	BP	717	-	707	0.318	calAD 1228	pal-10015	TKA-16792
		2σ	cal	AD	1,224	-	cal	AD	1,234	cal	BP	726	-	716	0.682			
SW19	896 ± 17	σ	cal	AD	1,242	-	cal	AD	1,261	cal	BP	708	-	689	1.000	calAD 1126	pal-10016	TKA-16793
		2σ	cal	AD	1,219	-	cal	AD	1,267	cal	BP	731	-	683	1.000			
SW20	905 ± 17	σ	cal	AD	1,215	-	cal	AD	1,250	cal	BP	735	-	700	1.000	calAD 1088	pal-10017	TKA-16794
		2σ	cal	AD	1,050	-	cal	AD	1,083	cal	BP	900	-	867	0.094			
SW21	770 ± 17	σ	cal	AD	1,126	-	cal	AD	1,135	cal	BP	824	-	815	0.336	calAD 1259	pal-10018	TKA-16795
		2σ	cal	AD	1,151	-	cal	AD	1,169	cal	BP	799	-	781	0.018			
SW23	788 ± 17	σ	cal	AD	1,179	-	cal	AD	1,181	cal	BP	771	-	769	0.457	calAD 1245	pal-10019	TKA-167956
		2σ	cal	AD	1,045	-	cal	AD	1,095	cal	BP	905	-	855	0.119			
SW20	905 ± 17	σ	cal	AD	1,049	-	cal	AD	1,084	cal	BP	901	-	866	0.160	calAD 1088	pal-10017	TKA-16794
		2σ	cal	AD	1,119	-	cal	AD	1,141	cal	BP	831	-	809	0.424			
SW21	770 ± 17	σ	cal	AD	1,124	-	cal	AD	1,136	cal	BP	826	-	814	0.209	calAD 1259	pal-10018	TKA-16795
		2σ	cal	AD	1,150	-	cal	AD	1,162	cal	BP	800	-	788	0.573			
SW23	788 ± 17	σ	cal	AD	1,042	-	cal	AD	1,106	cal	BP	908	-	844	0.427	calAD 1245	pal-10019	TKA-167956
		2σ	cal	AD	1,117	-	cal	AD	1,184	cal	BP	833	-	766	1.000			
SW21	770 ± 17	σ	cal	AD	1,250	-	cal	AD	1,274	cal	BP	700	-	676	1.000	calAD 1259	pal-10018	TKA-16795
		2σ	cal	AD	1,224	-	cal	AD	1,276	cal	BP	726	-	674	0.274			
SW23	788 ± 17	σ	cal	AD	1,225	-	cal	AD	1,233	cal	BP	725	-	717	0.726	calAD 1245	pal-10019	TKA-167956
		2σ	cal	AD	1,243	-	cal	AD	1,263	cal	BP	707	-	687	1.000			
SW23	788 ± 17	σ	cal	AD	1,243	-	cal	AD	1,263	cal	BP	707	-	687	1.000	calAD 1245	pal-10019	TKA-167956
		2σ	cal	AD	1,220	-	cal	AD	1,269	cal	BP	730	-	681	1.000			

1) 計算には、RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM CALIB REV7.1 を使用

2) 計算には表に示した丸める前の値を使用している。

3) 1桁目を丸めるのが慣例だが、暦年校正曲線や暦年校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、1桁目を丸めていない。

4) 統計的に真の値が入る確率は σ は68%、 2σ は95%である。

5) 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。

6) 中央値は、確率分布図の面積が二分される値を年代値に換算したものの。

1 放射性炭素年代測定 (1)

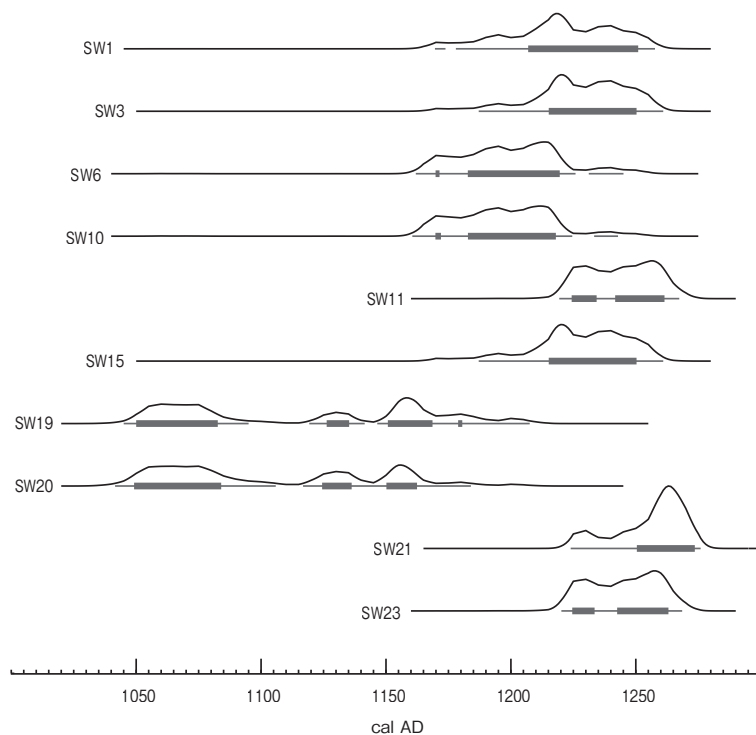


図 1. 暦年較正結果

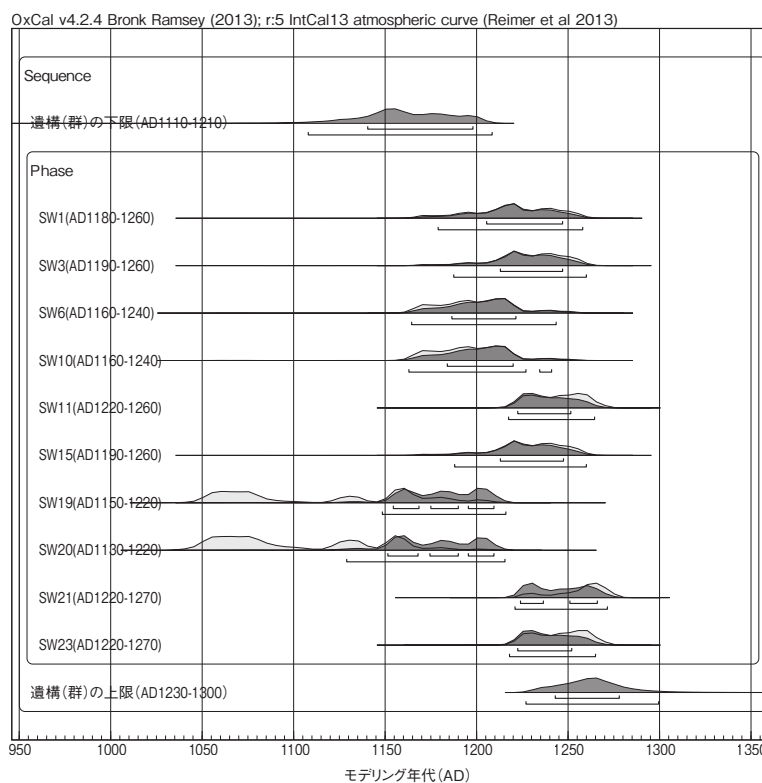


図 2. 遺構 (群) の Oxcal によるシミュレーション
(Oxcal4.2 による 表記した値は誤差範囲 2σ の 1 桁目を丸めた値)

引用文献

Bronk Ramsey, C.,2009, Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon 51, 337-360.

大森貴之 2013 暦年較正とベイズ推定. 総特集 第四紀研究における年代測定法の新展開：最近10年間の進展（1）放射性炭素年代, 月刊地球, 509-516. 海洋出版.

Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Haflidason H, Hajdas I, Hatté C, Heaton TJ, Hoffmann DL, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B, Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Staff RA, Turney CSM, van der Plicht J. ,2013,IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. Radiocarbon ,55,1869-1887.

Stuiver, M., Reimer, P. J., and Reimer, R. W.,2016,CALIB7.1. [WWW program and documentation]. .

Stuiver Minze and Polach A Henry,1977, Radiocarbon 1977 Discussion Reporting of 14C Data. Radiocarbon, 19, 355-363.

2 放射性炭素年代測定 (2)

パリノ・サーヴェイ株式会社

(1) はじめに

上代川遺跡(岩手県九戸郡野田村玉川第5地割地内に所在)は、丘陵斜面および低地部に位置する。これまでの発掘調査で弥生時代の竪穴住居跡・土坑・焼土・集石、古代～中世の製鉄炉を伴う鉄生産関連遺構・炭窯などが検出されている。今回、遺構の構築年代に関する情報を得るために放射性炭素年代測定を実施した。

(2) 試料

今年年代測定を行う試料は40点で、製鉄関連遺構、木炭焼成遺構、住居などから検出された炭化材40点(上代川-11～50)である。この内、上代川-11～42の32点が古代末～中世の鉄生産に関連する試料、上代川-43～52の8試料が弥生時代中～後期の集落に関連する試料とされている。試料の詳細は結果表に合わせて記す。また、分析に先だって試料を観察し、種類がわかるものは同定を行った。分析試料の観察結果も年代測定結果と合わせて表に示す。

(3) 分析方法

炭化物に付着する土壌を、できるだけ取り除く。塩酸(HCl)により炭酸塩等酸可溶成分を除去、水酸化ナトリウム(NaOH)により腐植酸等アルカリ可溶成分を除去、HClによりアルカリ処理時に生成した炭酸塩等酸可溶成分を除去する(酸・アルカリ・酸処理 AAA: Acid Alkali Acid)。濃度はHCl、NaOH共に最大1 mol/Lである。試料の燃焼、二酸化炭素の精製、グラファイト化(鉄を触媒とし水素で還元する)はElementar社のvario ISOTOPE cubeとIonplus社のAge3を連結した自動化装置を用いる。処理後のグラファイト・鉄粉混合試料をNEC社製のハンドプレス機を用いて内径1 mmの孔にプレスし、測定試料とする。

測定はタンデム加速器をベースとした ^{14}C -AMS専用装置(NEC社製)を用いて、 ^{14}C の計数、 ^{13}C 濃度($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)、 ^{14}C 濃度($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$)を測定する。AMS測定時に、米国国立標準局(NIST)から提供される標準試料(HOX-II)、国際原子力機関から提供される標準試料(IAEA-C6等)、バックグラウンド試料(IAEA-C1等)の測定も行う。

$\delta^{13}\text{C}$ は試料炭素の ^{13}C 濃度($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)を測定し、基準試料からのずれを千分偏差(‰)で表したものである。放射性炭素の半減期はLIBBYの半減期5568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。測定年代の表示方法は、国際学会での勧告に従う(Stuiver & Polach,1977)。また、暦年較正用に一桁目まで表した値も記す。

暦年較正に用いるソフトウェアは、Calib7.1を用いる。較正曲線はIntcal13(Reimer et al.,2013)を用いる。

(4) 結果

結果を表1に示す。分析試料はいずれも定法の前処理(AAA処理)ができた。また、年代測定を行うのに十分な炭素を回収できた。

同位体補正を考慮した年代値は、上代川-11は $810 \pm 20\text{BP}$ 、上代川-12は $830 \pm 20\text{BP}$ 、上代川-13は

825±20BP、上代川-14 は 765±30BP、上代川-15 は 840±20BP、上代川-16 は 770±20BP、上代川-17 は 825±20BP、上代川-18 は 885±20BP、上代川-19 は 975±20BP、上代川-20 は 1010±20BP、上代川-21 は 1075±20BP、上代川-22 は 910±20BP、上代川-23 は 895±20BP、上代川-24 は 985±20BP、上代川-25 は 915±20BP、上代川-26 は 890±20BP、上代川-27 は 905±20BP、上代川-28 は 830±20BP、上代川-29 は 790±20BP、上代川-30 は 825±20BP、上代川-31 は 850±20BP、上代川-32 は 930±20BP、上代川-33 は 770±20BP、上代川-34 は 870±20BP、上代川-35 は 850±20BP、上代川-36 は 830±20BP、上代川-37 は 825±20BP、上代川-38 は 985±20BP、上代川-39 は 965±20BP、上代川-40 は 865±20BP、上代川-41 は 795±20BP、上代川-42 は 950±20BP、上代川-43 は 3000±20BP、上代川-44 は 3065±20BP、上代川-45 は 3030±20BP、上代川-46 は 2100±20BP、上代川-47 は 3165±20BP、上代川-48 は 2235±20BP、上代川-49 は 2195±20BP、上代川-50 は 2235±20BP である。

暦年較正とは、大気中の ^{14}C 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 ^{14}C 濃度の変動、及び半減期の違い (^{14}C の半減期 5730 ± 40 年) を較正することによって、暦年代に近づける手法である。較正のもとになる直線は暦時代がわかっている遺物や年輪 (年輪は細胞壁のみなので、形成当時の ^{14}C 年代を反映している) 等を用いて作られており、最新のものは 2013 年に発表された Intcal13 (Reimer et al., 2013) である。なお、年代測定値に関しては、国際的な取り決めにより、測定誤差の大きさによって値を丸めるのが普通であるが (Stuiver & Polach 1977)、将来的な較正曲線ならびにソフトウェアの更新に伴う比較、再計算がしやすいように、表には丸めない値 (1 年単位) を記し (表 2)、文章中では丸めた値を記す。

2 σ の値は、上代川-11 は calAD1190～1265、上代川-12 は calAD1165～1255、上代川-13 は calAD1170～1260、上代川-14 は calAD1220～1280、上代川-15 は calAD1165～1251、上代川-16 は calAD1225～1275、上代川-17 は calAD1170～1260、上代川-18 は calAD1045～1215、上代川-19 は calAD1016～1150、上代川-20 は calAD985～1040、上代川-21 は calAD900～1015、上代川-22 は calAD1040～1170、上代川-23 は calAD1045～1210、上代川-24 は calAD1000～1150、上代川-25 は calAD1040～1165、上代川-26 は calAD1045～1210、上代川-27 は calAD1040～1205、上代川-28 は calAD1170～1255、上代川-29 は calAD1220～1270、上代川-30 は calAD1170～1260、上代川-31 は calAD1160～1245、上代川-32 は calAD1035～1155、上代川-33 は calAD1225～1265、上代川-34 は calAD1055～1220、上代川-35 は calAD1160～1245、上代川-36 は calAD1170～1255、上代川-37 は calAD1170～1260、上代川-38 は calAD1000～1150、上代川-39 は calAD1020～1150、上代川-40 は calAD1060～1220、上代川-41 は calAD1220～1270、上代川-42 は calAD1025～1155、上代川-43 は calBC1370～1130、上代川-44 は calBC1400～1170、上代川-45 は calBC1385～1215、上代川-46 は calBC175～50、上代川-47 は calBC1495～1410、上代川-48 は calBC315～210、上代川-49 は calBC360～200、上代川-50 は calBC380～205 である。

上代川-1～42 は、古代～中世の所在とされる。中央値でみると、古い試料では 10 世紀の値 (上代川-21)、新しい試料では 14 世紀頃の値 (上代川-44) を示すが、概ね 13 世紀頃を示す試料が多い。弥生時代中～後期の集落に関連する遺構から出土した炭化材は、2100～2200 年前の試料 (上代川-43～45・47) と、3200～3300 年前を示す試料 (上代川-46・48～50) があり、2 つの時期に分けられる。

引用文献

Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hafidason H, Hajdas I, Hatté C, Heaton TJ, Hoffmann DL, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B, Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Staff RA, Turney CSM, van der Plicht J. 2013, IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon, 55, 1869–1887.

Stuiver M, & Polach AH, 1977, Radiocarbon 1977 Discussion Reporting of 14C Data. Radiocarbon, 19, 355–363.

表 1. 放射性炭素年代測定結果

試料名	性状	処理法	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	年代値 (BP)	暦年較正用	Code	No.		
上代川 11	SXW01 埋土上位	クリ (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-28.4±0.7	810±20	809±21	pal-10513	TKA-17547
上代川 12	SXW01 埋土下位	コナラ節 (外皮なし)	外側 10 年輪	1M(AAA)	-26.3±0.6	830±20	831±22	pal-10514	TKA-17548
上代川 13	SXW01 埋土 21 層	コナラ節 (外皮なし)	外側 10 年輪	1M(AAA)	-26.9±0.6	825±20	826±21	pal-10515	TKA-17549
上代川 14	SXW02 埋土上位	イヌシテ節 (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-25.0±0.6	765±30	765±30	pal-10516	TKA-17550
上代川 15	SXW02 埋土下位	コナラ節 (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-26.1±0.8	840±20	841±22	pal-10517	TKA-17551
上代川 16	SXW02 埋土下位	コナラ節 (外皮なし)	外側 6 年輪	1M(AAA)	-25.4±0.6	770±20	770±21	pal-10518	TKA-17552
上代川 17	SXW02 土坑 1 底面	クリ (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-25.1±0.7	825±20	824±22	pal-10519	TKA-17553
上代川 18	SXW02 粘土貼付施設埋土	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-23.0±0.5	885±20	885±21	pal-10520	TKA-17554
上代川 19	SXW02 炉壁充填土中埋土	コナラ節 (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-24.4±0.7	975±20	977±21	pal-10521	TKA-17555
上代川 20	SXW03 炭化物層	クリ (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-24.1±0.6	1010±20	1010±21	pal-10522	TKA-17556
上代川 21	SXW03 炭化物層	クリ (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-24.4±0.7	1075±20	1075±21	pal-10523	TKA-17557
上代川 22	SXW04 埋土上位	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-28.4±0.3	910±20	911±19	pal-10533	YU-5689
上代川 23	SXW04 埋土中位	クリ (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-26.9±0.3	895±20	897±19	pal-10534	YU-5690
上代川 24	SXW04 埋土最下層	クリ (外皮なし)	外側 2 年輪	1M(AAA)	-27.4±0.3	985±20	984±19	pal-10535	YU-5691
上代川 25	SXW05 埋土上位	コナラ節 (外皮なし)	外側 10 年輪	1M(AAA)	-27.3±0.4	915±20	916±19	pal-10536	YU-5692
上代川 26	SXW05 埋土下位	コナラ節 (外皮なし)	外側 3 年輪	1M(AAA)	-26.2±0.3	890±20	892±19	pal-10537	YU-5693
上代川 27	SXW05 埋土下位	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-27.3±0.5	905±20	903±20	pal-10538	YU-5694
上代川 28	SXW06 埋土上位	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-22.7±0.5	830±20	830±20	pal-10539	YU-5695
上代川 29	SXW06 埋土中位	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-26.3±0.5	790±20	789±20	pal-10540	YU-5696
上代川 30	SXW06 埋土下位	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-22.6±0.5	825±20	826±20	pal-10541	YU-5697
上代川 31	SXW06 床面土坑 1	クリ (外皮なし)	外側 8 年輪	1M(AAA)	-26.6±0.5	850±20	850±20	pal-10542	YU-5698
上代川 32	SXW07	クリ (外皮なし)	5 年輪全部	1M(AAA)	-24.6±0.3	930±20	932±19	pal-10543	YU-5699
上代川 33	SXW06 埋土	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-26.2±0.5	770±20	768±20	pal-10544	YU-5700
上代川 34	SW29 埋土下位	クリ (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-25.8±0.4	870±20	868±19	pal-10545	YU-5701
上代川 35	SW30 埋土	コナラ節 (外皮なし)	外側 7 年輪	1M(AAA)	-25.5±0.4	850±20	849±19	pal-10546	YU-5702
上代川 36	SW31 埋土下位	クリ (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-25.8±0.6	830±20	831±21	pal-10547	YU-5703
上代川 37	SW32 埋土下位	クリ (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-25.4±0.3	825±20	826±19	pal-10548	YU-5704
上代川 38	SW34 埋土下位	クリ (外皮なし)	外側 2 年輪	1M(AAA)	-26.4±0.5	985±20	984±20	pal-10549	YU-5705
上代川 39	SW38 埋土	クリ (外皮なし)	外側 6 年輪	1M(AAA)	-24.9±0.3	965±20	966±19	pal-10550	YU-5706
上代川 40	SW40 埋土	不明	2-3 年輪全部	1M(AAA)	-28.4±0.4	865±20	864±19	pal-10551	YU-5707
上代川 41	SW41 埋土	コナラ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-29.9±0.4	795±20	793±19	pal-10552	YU-5708
上代川 42	SW42 埋土下位	クリ (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-30.9±0.5	950±20	950±21	pal-10553	YU-5709
上代川 43	SI03 埋土中焼土 3	クリ (外皮なし)	外側 4 年輪	1M(AAA)	-28.5±0.3	3000±20	2998±20	pal-10554	YU-5710
上代川 44	SI05 埋土中炭 3	コナラ節 (外皮なし)	外側 8 年輪	1M(AAA)	-28.7±0.3	3065±20	3066±20	pal-10555	YU-5711
上代川 45	SI05 埋土中炭 5	破片多数	10 年輪全部	1M(AAA)	-27.6±0.3	3030±20	3030±21	pal-10556	YU-5712
上代川 46	SI06 床面炉脇炭 1	クリ (外皮なし)	外側 2 年輪	1M(AAA)	-29.9±0.4	2100±20	2098±20	pal-10557	YU-5713
上代川 47	SI14 埋土中炭 1	イヌシテ節 (外皮なし)	外側 5 年輪	1M(AAA)	-30.2±0.4	3165±20	3163±20	pal-10558	YU-5714
上代川 48	SI17 埋土中炭 1	ヤナギ属 (外皮なし)	4-5 年輪全部	1M(AAA)	-28.5±0.4	2235±20	2235±21	pal-10559	YU-5715
上代川 49	SI22 床面	クリ (外皮なし)	10 年輪全部	1M(AAA)	-30.8±0.4	2195±20	2195±19	pal-10560	YU-5716
上代川 50	SI27 埋土	クリ (外皮なし)	2 年輪全部	1M(AAA)	-29.2±0.3	2235±20	2233±20	pal-10561	YU-5717

- 1) 年代値の算出には、Libby の半減期 5568 年を使用。
- 2) BP 年代値は、1950 年を基点として何年前であることを示す。
- 3) 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。
- 4) AAA は、酸、アルカリ、酸処理を示す。

表 2. 曆年較正結果 (1)

試料名	補正年代 (BP)	曆年較正年代												Code No.				
		年代値										相对比	中央値					
上代川-11	809 ± 21	σ	cal	AD	1220	-	cal	AD	1253	cal	BP	730	-	697	1.000	calAD 1234	pal-10513	TKA-17547
		2σ	cal	AD	1191	-	cal	AD	1267	cal	BP	759	-	683	1.000			
上代川-12	831 ± 22	σ	cal	AD	1189	-	cal	AD	1228	cal	BP	761	-	722	0.749	calAD 1214	pal-10514	TKA-17548
		2σ	cal	AD	1231	-	cal	AD	1246	cal	BP	719	-	704	0.251			
上代川-13	826 ± 21	σ	cal	AD	1167	-	cal	AD	1256	cal	BP	783	-	694	1.000	calAD 1220	pal-10515	TKA-17549
		2σ	cal	AD	1206	-	cal	AD	1254	cal	BP	744	-	696	1.000			
上代川-14	765 ± 30	σ	cal	AD	1169	-	cal	AD	1258	cal	BP	781	-	692	1.000	calAD 1226	pal-10516	TKA-17550
		2σ	cal	AD	1227	-	cal	AD	1231	cal	BP	723	-	719	0.077			
上代川-15	841 ± 22	σ	cal	AD	1245	-	cal	AD	1277	cal	BP	705	-	673	0.923	calAD 1256	pal-10516	TKA-17550
		2σ	cal	AD	1219	-	cal	AD	1282	cal	BP	731	-	668	1.000			
上代川-16	770 ± 21	σ	cal	AD	1169	-	cal	AD	1177	cal	BP	781	-	773	0.113	calAD 1202	pal-10517	TKA-17551
		2σ	cal	AD	1181	-	cal	AD	1222	cal	BP	769	-	728	0.887			
上代川-17	824 ± 22	σ	cal	AD	1163	-	cal	AD	1251	cal	BP	787	-	699	1.000	calAD 1257	pal-10518	TKA-17552
		2σ	cal	AD	1247	-	cal	AD	1274	cal	BP	703	-	676	1.000			
上代川-18	885 ± 21	σ	cal	AD	1223	-	cal	AD	1276	cal	BP	727	-	674	1.000	calAD 1222	pal-10519	TKA-17553
		2σ	cal	AD	1208	-	cal	AD	1254	cal	BP	742	-	696	1.000			
上代川-19	977 ± 21	σ	cal	AD	1169	-	cal	AD	1260	cal	BP	781	-	690	1.000	calAD 1161	pal-10520	TKA-17554
			cal	AD	1056	-	cal	AD	1076	cal	BP	894	-	874	0.228			
			cal	AD	1154	-	cal	AD	1192	cal	BP	796	-	758	0.665			
		2σ	cal	AD	1197	-	cal	AD	1205	cal	BP	753	-	745	0.107			
			cal	AD	1046	-	cal	AD	1090	cal	BP	904	-	860	0.275			
			cal	AD	1121	-	cal	AD	1139	cal	BP	829	-	811	0.067			
上代川-20	1010 ± 21	σ	cal	AD	1148	-	cal	AD	1216	cal	BP	802	-	734	0.658	calAD 1046	pal-10521	TKA-17555
			cal	AD	1020	-	cal	AD	1044	cal	BP	930	-	906	0.665			
			cal	AD	1100	-	cal	AD	1119	cal	BP	850	-	831	0.310			
		2σ	cal	AD	1144	-	cal	AD	1146	cal	BP	806	-	804	0.025			
			cal	AD	1016	-	cal	AD	1051	cal	BP	934	-	899	0.523			
			cal	AD	1081	-	cal	AD	1151	cal	BP	869	-	799	0.477			
上代川-21	1075 ± 21	σ	cal	AD	1119	-	cal	AD	1106	cal	BP	953	-	944	0.220	calAD 1016	pal-10522	TKA-17556
			cal	AD	1011	-	cal	AD	1028	cal	BP	939	-	922	0.780			
			cal	AD	986	-	cal	AD	1040	cal	BP	964	-	910	1.000			
		2σ	cal	AD	904	-	cal	AD	916	cal	BP	1046	-	1034	0.176			
			cal	AD	967	-	cal	AD	998	cal	BP	983	-	952	0.732			
			cal	AD	1004	-	cal	AD	1012	cal	BP	946	-	938	0.092			
上代川-22	911 ± 19	σ	cal	AD	898	-	cal	AD	924	cal	BP	1052	-	1026	0.203	calAD 976	pal-10523	TKA-17557
			cal	AD	944	-	cal	AD	1017	cal	BP	1006	-	933	0.797			
			cal	AD	1048	-	cal	AD	1087	cal	BP	902	-	863	0.625			
		2σ	cal	AD	1123	-	cal	AD	1138	cal	BP	827	-	812	0.203			
			cal	AD	1149	-	cal	AD	1160	cal	BP	801	-	790	0.172			
			cal	AD	1038	-	cal	AD	1167	cal	BP	912	-	783	1.000			
上代川-23	897 ± 19	σ	cal	AD	1048	-	cal	AD	1087	cal	BP	902	-	863	0.625	calAD 1091	pal-10533	YU-5689
			cal	AD	1123	-	cal	AD	1138	cal	BP	827	-	812	0.203			
			cal	AD	1149	-	cal	AD	1160	cal	BP	801	-	790	0.172			
		2σ	cal	AD	1049	-	cal	AD	1084	cal	BP	901	-	866	0.539			
			cal	AD	1124	-	cal	AD	1136	cal	BP	826	-	814	0.125			
			cal	AD	1150	-	cal	AD	1169	cal	BP	800	-	781	0.301			
上代川-24	984 ± 19	σ	cal	AD	1178	-	cal	AD	1181	cal	BP	772	-	769	0.035	calAD 1124	pal-10534	YU-5690
			cal	AD	1044	-	cal	AD	1100	cal	BP	906	-	850	0.463			
			cal	AD	1119	-	cal	AD	1143	cal	BP	831	-	807	0.135			
		2σ	cal	AD	1146	-	cal	AD	1208	cal	BP	804	-	742	0.402			
			cal	AD	1018	-	cal	AD	1041	cal	BP	932	-	909	0.852			
			cal	AD	1108	-	cal	AD	1116	cal	BP	842	-	834	0.148			
上代川-25	916 ± 19	σ	cal	AD	999	-	cal	AD	1001	cal	BP	951	-	949	0.001	calAD 1032	pal-10535	YU-5691
			cal	AD	1013	-	cal	AD	1049	cal	BP	937	-	901	0.679			
			cal	AD	1085	-	cal	AD	1124	cal	BP	865	-	826	0.263			
		2σ	cal	AD	1137	-	cal	AD	1150	cal	BP	813	-	800	0.057			
			cal	AD	1047	-	cal	AD	1089	cal	BP	903	-	861	0.630			
			cal	AD	1122	-	cal	AD	1139	cal	BP	828	-	811	0.234			
上代川-26	892 ± 19	σ	cal	AD	1148	-	cal	AD	1158	cal	BP	802	-	792	0.136	calAD 1092	pal-10536	YU-5692
			cal	AD	1039	-	cal	AD	1163	cal	BP	911	-	787	1.000			
			cal	AD	1051	-	cal	AD	1081	cal	BP	899	-	869	0.445			
		2σ	cal	AD	1129	-	cal	AD	1131	cal	BP	821	-	819	0.019			
			cal	AD	1151	-	cal	AD	1187	cal	BP	799	-	763	0.536			
			cal	AD	1045	-	cal	AD	1094	cal	BP	905	-	856	0.386			
上代川-27	903 ± 20	σ	cal	AD	1120	-	cal	AD	1141	cal	BP	830	-	809	0.099	calAD 1194	pal-10537	YU-5693
			cal	AD	1147	-	cal	AD	1212	cal	BP	803	-	738	0.515			
			cal	AD	1048	-	cal	AD	1086	cal	BP	902	-	864	0.603			
		2σ	cal	AD	1123	-	cal	AD	1138	cal	BP	827	-	812	0.168			
			cal	AD	1149	-	cal	AD	1165	cal	BP	801	-	785	0.229			
			cal	AD	1040	-	cal	AD	1108	cal	BP	910	-	842	0.535			
上代川-28	903 ± 20	2σ	cal	AD	1116	-	cal	AD	1189	cal	BP	834	-	761	0.455	calAD 1099	pal-10538	YU-5694
			cal	AD	1198	-	cal	AD	1203	cal	BP	752	-	747	0.010			

2 放射性炭素年代測定 (2)

表 2. 暦年較正結果 (2)

試料名	補正年代 (BP)	暦年較正年代											Code No.					
		年代値										相対比				中央値		
上代川-28	830 ± 20	σ	cal	AD	1191	-	cal	AD	1199	cal	BP	759	-	751	0.130	calAD 1215	pal- 10539	YU- 5695
			cal	AD	1203	-	cal	AD	1247	cal	BP	747	-	703	0.870			
		2σ	cal	AD	1169	-	cal	AD	1256	cal	BP	781	-	694	1.000			
上代川-29	789 ± 20	σ	cal	AD	1224	-	cal	AD	1235	cal	BP	726	-	715	0.324	calAD 1244	pal- 10540	YU- 5696
			cal	AD	1241	-	cal	AD	1263	cal	BP	709	-	687	0.676			
		2σ	cal	AD	1219	-	cal	AD	1270	cal	BP	731	-	680	1.000			
上代川-30	826 ± 20	σ	cal	AD	1207	-	cal	AD	1253	cal	BP	743	-	697	1.000	calAD 1220	pal- 10541	YU- 5697
			cal	AD	1170	-	cal	AD	1175	cal	BP	780	-	775	0.024			
		2σ	cal	AD	1178	-	cal	AD	1258	cal	BP	772	-	692	0.976			
上代川-31	850 ± 20	σ	cal	AD	1169	-	cal	AD	1176	cal	BP	781	-	774	0.128	calAD 1194	pal- 10542	YU- 5698
			cal	AD	1182	-	cal	AD	1217	cal	BP	768	-	733	0.872			
		2σ	cal	AD	1158	-	cal	AD	1227	cal	BP	792	-	723	0.958			
			cal	AD	1231	-	cal	AD	1246	cal	BP	719	-	704	0.042			
上代川-32	932 ± 19	σ	cal	AD	1041	-	cal	AD	1054	cal	BP	909	-	896	0.153	calAD 1097	pal- 10543	YU- 5699
			cal	AD	1078	-	cal	AD	1107	cal	BP	872	-	843	0.375			
		2σ	cal	AD	1116	-	cal	AD	1153	cal	BP	834	-	797	0.471			
			cal	AD	1036	-	cal	AD	1155	cal	BP	914	-	795	1.000			
上代川-33	768 ± 20	σ	cal	AD	1250	-	cal	AD	1275	cal	BP	700	-	675	1.000	calAD 1259	pal- 10544	YU- 5700
		2σ	cal	AD	1224	-	cal	AD	1277	cal	BP	726	-	673	1.000			
上代川-34	868 ± 19	σ	cal	AD	1163	-	cal	AD	1206	cal	BP	787	-	744	1.000	calAD 1182	pal- 10545	YU- 5701
			cal	AD	1056	-	cal	AD	1076	cal	BP	894	-	874	0.047			
		2σ	cal	AD	1154	-	cal	AD	1220	cal	BP	796	-	730	0.953			
上代川-35	849 ± 19	σ	cal	AD	1169	-	cal	AD	1175	cal	BP	781	-	775	0.105	calAD 1195	pal- 10546	YU- 5702
			cal	AD	1182	-	cal	AD	1217	cal	BP	768	-	733	0.895			
		2σ	cal	AD	1159	-	cal	AD	1225	cal	BP	791	-	725	0.963			
			cal	AD	1232	-	cal	AD	1245	cal	BP	718	-	705	0.037			
上代川-36	831 ± 21	σ	cal	AD	1189	-	cal	AD	1227	cal	BP	761	-	723	0.762	calAD 1214	pal- 10547	YU- 5703
			cal	AD	1231	-	cal	AD	1245	cal	BP	719	-	705	0.238			
		2σ	cal	AD	1168	-	cal	AD	1256	cal	BP	782	-	694	1.000			
上代川-37	826 ± 19	σ	cal	AD	1207	-	cal	AD	1252	cal	BP	743	-	698	1.000	calAD 1220	pal- 10548	YU- 5704
			cal	AD	1170	-	cal	AD	1174	cal	BP	780	-	776	0.022			
		2σ	cal	AD	1178	-	cal	AD	1258	cal	BP	772	-	692	0.978			
上代川-38	984 ± 20	σ	cal	AD	1018	-	cal	AD	1042	cal	BP	932	-	908	0.836	calAD 1033	pal- 10549	YU- 5705
			cal	AD	1106	-	cal	AD	1117	cal	BP	844	-	833	0.164			
		2σ	cal	AD	998	-	cal	AD	1003	cal	BP	952	-	947	0.010			
			cal	AD	1012	-	cal	AD	1050	cal	BP	938	-	900	0.651			
			cal	AD	1084	-	cal	AD	1125	cal	BP	866	-	825	0.277			
			cal	AD	1136	-	cal	AD	1151	cal	BP	814	-	799	0.062			
上代川-39	966 ± 19	σ	cal	AD	1024	-	cal	AD	1045	cal	BP	926	-	905	0.484	calAD 1093	pal- 10550	YU- 5706
			cal	AD	1095	-	cal	AD	1120	cal	BP	855	-	830	0.442			
			cal	AD	1142	-	cal	AD	1146	cal	BP	808	-	804	0.074			
		2σ	cal	AD	1020	-	cal	AD	1051	cal	BP	930	-	899	0.403			
			cal	AD	1081	-	cal	AD	1152	cal	BP	869	-	798	0.597			
上代川-40	864 ± 19	σ	cal	AD	1165	-	cal	AD	1206	cal	BP	785	-	744	1.000	calAD 1185	pal- 10551	YU- 5707
			cal	AD	1058	-	cal	AD	1073	cal	BP	892	-	877	0.021			
		2σ	cal	AD	1154	-	cal	AD	1221	cal	BP	796	-	729	0.979			
上代川-41	793 ± 19	σ	cal	AD	1224	-	cal	AD	1236	cal	BP	726	-	714	0.347	calAD 1242	pal- 10552	YU- 5708
			cal	AD	1241	-	cal	AD	1260	cal	BP	709	-	690	0.653			
		2σ	cal	AD	1218	-	cal	AD	1268	cal	BP	732	-	682	1.000			
上代川-42	950 ± 21	σ	cal	AD	1031	-	cal	AD	1048	cal	BP	919	-	902	0.268	calAD 1098	pal- 10553	YU- 5709
			cal	AD	1086	-	cal	AD	1123	cal	BP	864	-	827	0.562			
			cal	AD	1137	-	cal	AD	1149	cal	BP	813	-	801	0.171			
		2σ	cal	AD	1025	-	cal	AD	1059	cal	BP	925	-	891	0.274			
			cal	AD	1066	-	cal	AD	1154	cal	BP	884	-	796	0.726			
上代川-43	2998 ± 20	σ	cal	BC	1266	-	cal	BC	1209	cal	BP	3215	-	3158	1.000	calBC 1235	pal- 10554	YU- 5710
			cal	BC	1369	-	cal	BC	1361	cal	BP	3318	-	3310	0.010			
		2σ	cal	BC	1288	-	cal	BC	1188	cal	BP	3237	-	3137	0.886			
			cal	BC	1182	-	cal	BC	1159	cal	BP	3131	-	3108	0.051			
			cal	BC	1145	-	cal	BC	1129	cal	BP	3094	-	3078	0.052			
上代川-44	3066 ± 20	σ	cal	BC	1387	-	cal	BC	1338	cal	BP	3336	-	3287	0.600	calBC 1341	pal- 10555	YU- 5711
			cal	BC	1319	-	cal	BC	1289	cal	BP	3268	-	3238	0.400			
		2σ	cal	BC	1402	-	cal	BC	1268	cal	BP	3351	-	3217	1.000			
上代川-45	3030 ± 21	σ	cal	BC	1372	-	cal	BC	1358	cal	BP	3321	-	3307	0.147	calBC 1278	pal- 10556	YU- 5712
			cal	BC	1299	-	cal	BC	1257	cal	BP	3248	-	3206	0.635			
			cal	BC	1250	-	cal	BC	1231	cal	BP	3199	-	3180	0.218			
		2σ	cal	BC	1386	-	cal	BC	1340	cal	BP	3335	-	3289	0.241			
			cal	BC	1310	-	cal	BC	1216	cal	BP	3259	-	3165	0.759			
上代川-46	2098 ± 20	σ	cal	BC	167	-	cal	BC	92	cal	BP	2116	-	2041	1.000	calBC 122	pal- 10557	YU- 5713
		2σ	cal	BC	177	-	cal	BC	52	cal	BP	2126	-	2001	1.000			

表 2. 暦年較正結果 (3)

試料名	補正年代 (BP)	暦年較正年代											Code No.					
		年代値										相対比			中央値			
上代川-47	3163 ± 20	σ	cal	BC	1488	-	cal	BC	1485	cal	BP	3437	-	3434	0.066	calBC 1439	pal- 10558	YU- 5714
			cal	BC	1451	-	cal	BC	1415	cal	BP	3400	-	3364	0.934			
		2σ	cal	BC	1496	-	cal	BC	1470	cal	BP	3445	-	3419	0.196			
			cal	BC	1465	-	cal	BC	1408	cal	BP	3414	-	3357	0.804			
上代川-48	2235 ± 21	σ	cal	BC	367	-	cal	BC	353	cal	BP	2316	-	2302	0.171	calBC 274	pal- 10559	YU- 5715
			cal	BC	293	-	cal	BC	230	cal	BP	2242	-	2179	0.801			
		2σ	cal	BC	217	-	cal	BC	215	cal	BP	2166	-	2164	0.029			
			cal	BC	381	-	cal	BC	348	cal	BP	2330	-	2297	0.208			
上代川-49	2195 ± 19	σ	cal	BC	354	-	cal	BC	335	cal	BP	2303	-	2284	0.221	calBC 297	pal- 10560	YU- 5716
			cal	BC	330	-	cal	BC	292	cal	BP	2279	-	2241	0.474			
		2σ	cal	BC	231	-	cal	BC	203	cal	BP	2180	-	2152	0.305			
			cal	BC	359	-	cal	BC	273	cal	BP	2308	-	2222	0.623			
上代川-50	2233 ± 20	σ	cal	BC	365	-	cal	BC	353	cal	BP	2314	-	2302	0.149	calBC 273	pal- 10561	YU- 5717
			cal	BC	293	-	cal	BC	230	cal	BP	2242	-	2179	0.821			
		2σ	cal	BC	218	-	cal	BC	214	cal	BP	2167	-	2163	0.030			
			cal	BC	380	-	cal	BC	348	cal	BP	2329	-	2297	0.194			
2σ	cal	BC	318	-	cal	BC	207	cal	BP	2267	-	2156	0.806					

- 1) 計算には、RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM CALIB REV7.1 を使用
- 2) 計算には表に示した丸める前の値を使用している。
- 3) 1桁目を丸めるのが慣例だが、較正曲線や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、1桁目を丸めていない。
- 4) 統計的に真の値が入る確率は σ は68%、 2σ は95%である
- 5) 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。
- 6) 中央値は、確率分布図の面積が二分される値を年代値に換算したものの。

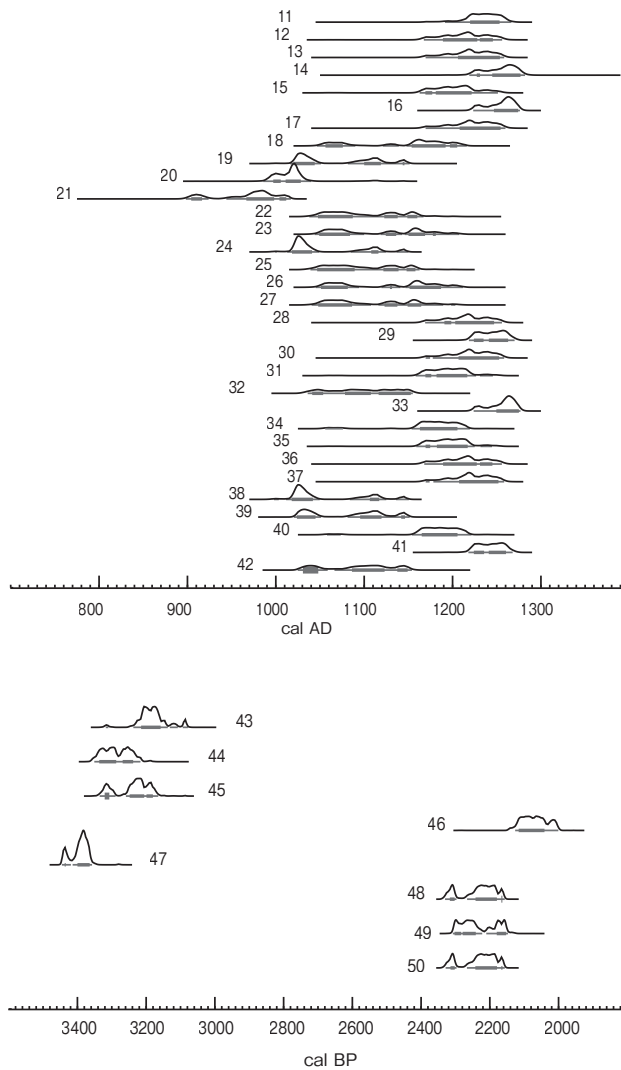


図 1. 暦年較正結果

3 放射性炭素年代測定 (3)

(株) 加速器分析研究所

(1) 測定対象試料

上代川遺跡は、岩手県九戸郡野田村大字玉川第5地割地内(北緯 40° 05' 01"、東経 141° 49' 22")に所在する。測定対象試料は、竪穴住居跡、土坑、木炭焼成遺構から出土した木炭 10 点である(表 1)。

試料の年代は、遺構の特徴や伴出した土器などに基づいて、上代川-51 が弥生時代中期、上代川-52 が縄文時代後期中葉後半、上代川-53、55、56 が縄文時代後期中葉後半もしくは弥生時代中期、上代川-54 が古墳時代末から奈良時代(7世紀後半から8世紀)、上代川-57、59、60 が平安時代末期から鎌倉時代、上代川-58 が弥生時代中期もしくは平安時代末期から鎌倉時代と推定されている。

(2) 測定の意義

試料が出土した遺構の時期を明らかにする。

(3) 化学処理工程

〈1〉メス・ピンセットを使い、土等の付着物を取り除く。

〈2〉酸-アルカリ-酸(AAA: Acid Alkali Acid)処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA処理における酸処理では、通常 1 mol/ℓ (1 M) の塩酸(HCl)を用いる。アルカリ処理では水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を用い、0.001 M から 1 M まで徐々に濃度を上げながら処理を行う。アルカリ濃度が 1 M に達した時には「AAA」、1 M 未満の場合は「AaA」と表 1 に記載する。

〈3〉試料を燃焼させ、二酸化炭素(CO₂)を発生させる。

〈4〉真空ラインで二酸化炭素を精製する。

〈5〉精製した二酸化炭素を、鉄を触媒として水素で還元し、グラファイト(C)を生成させる。

〈6〉グラファイトを内径 1 mm のカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールにはめ込み、測定装置に装着する。

(4) 測定方法

加速器をベースとした¹⁴C-AMS専用装置(NEC社製)を使用し、¹⁴Cの計数、¹³C濃度(¹³C/¹²C)、¹⁴C濃度(¹⁴C/¹²C)の測定を行う。測定では、米国国立標準局(NIST)から提供されたシュウ酸(HOx II)を標準試料とする。この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。

(5) 算出方法

〈1〉 $\delta^{13}\text{C}$ は、試料炭素の¹³C濃度(¹³C/¹²C)を測定し、基準試料からのずれを千分偏差(‰)で表した値である(表 1)。AMS装置による測定値を用い、表中に「AMS」と注記する。

〈2〉¹⁴C年代(Libby Age: yrBP)は、過去の大気中¹⁴C濃度が一定であったと仮定して測定され、1950年を基準年(0yrBP)として遡る年代である。年代値の算出には、Libbyの半減期(5568年)を使用する(Stuiver and Polach 1977)。¹⁴C年代は $\delta^{13}\text{C}$ によって同位体効果を補正する必要がある。補正した値を表 1 に、補正していない値を参考値として表 2 に示した。¹⁴C年代と誤差は、下 1 桁を丸めて 10 年単位で表示される。また、¹⁴C年代の誤差($\pm 1\sigma$)は、試料の¹⁴C年代がその誤差範囲

に入る確率が68.2%であることを意味する。

〈3〉pMC(percent Modern Carbon)は、標準現代炭素に対する試料炭素の ^{14}C 濃度の割合である。pMCが小さい(^{14}C が少ない)ほど古い年代を示し、pMCが100以上(^{14}C の量が標準現代炭素と同等以上)の場合Modernとする。この値も $\delta^{13}\text{C}$ によって補正する必要があるため、補正した値を表1に、補正していない値を参考値として表2に示した。

〈4〉暦年較正年代とは、年代が既知の試料の ^{14}C 濃度をもとに描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の ^{14}C 濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暦年較正年代は、 ^{14}C 年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1標準偏差($1\sigma=68.2\%$)あるいは2標準偏差($2\sigma=95.4\%$)で表示される。グラフの縦軸が ^{14}C 年代、横軸が暦年較正年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行い、下1桁を丸めない ^{14}C 年代値である。なお、較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される。また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある。ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal13データベース(Reimer et al. 2013)を用い、OxCalv4.3較正プログラム(Bronk Ramsey 2009)を使用した。暦年較正年代については、特定のデータベース、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として表2に示した。暦年較正年代は、 ^{14}C 年代に基づいて較正(calibrate)された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」または「cal BP」という単位で表される。

(6) 測定結果

測定結果を表1、2に示す。

竪穴住居跡から出土した試料6点の ^{14}C 年代は、 $3290 \pm 20\text{yrBP}$ (上代川-55)から $770 \pm 20\text{yrBP}$ (上代川-56)というかなり大きな年代幅を持つ。暦年較正年代(1σ)は、最も古い上代川-55が1611~1530 cal BCの範囲、最も新しい上代川-56が1228~1275 cal ADの間に2つの範囲で示される。古い方から順に、上代川-55が縄文時代後期中葉頃、上代川-51、53が弥生時代中期頃、上代川-54が古墳時代終末期から奈良時代頃、上代川-52、56が鎌倉時代頃に相当する(小林2009、小林編2008、佐原2005)。上代川-51、53~55は推定と一致する、もしくは推定の範囲を含む値となったが、上代川-52、56は推定より新しい。

土坑と木炭焼成遺構から出土した試料4点の ^{14}C 年代は、 $950 \pm 20\text{yrBP}$ (上代川-57、60)から $800 \pm 20\text{yrBP}$ (上代川-59)のかなり狭い年代幅に収まる。暦年較正年代(1σ)は、最も古い上代川-60が1028~1149 cal ADの間に3つの範囲、最も新しい上代川-59が1224~1258 cal ADの範囲で示され、平安時代後半から鎌倉時代頃に相当する(佐原2005)。いずれも推定と一致する、もしくは推定の範囲を含む結果である。

なお、今回測定された試料の年代については、次に記す古木効果を考慮する必要がある。樹木の年輪の放射性炭素年代は、その年輪が成長した年の年代を示す。したがって樹皮直下の最外年輪の年代が、樹木が伐採され死んだ年代を示し、内側の年輪は、最外年輪からの年輪数の分、古い年代値を示すことになる(古木効果)。今回測定された木炭は、いずれも樹皮が残存せず、本来の最外年輪を確認できないことから、これらの木が死んだ年代は測定結果より新しい可能性がある。

試料の炭素含有率は、すべて60%を超える適正な値で、化学処理、測定上の問題は認められない。

3 放射性炭素年代測定 (3)

表1. 放射性炭素年代測定結果 ($\delta^{13}\text{C}$ 補正值)

測定番号	試料名	採取場所	試料形態	処理方法	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
						Libby Age(yrBP)	pMC(%)
I AAA-172130	上代川-51	SI01 竪穴住居跡 埋土下位	木炭	AAA	-26.62±0.19	2,140±20	76.65±0.22
I AAA-172131	上代川-52	SI07 竪穴住居跡 埋土	木炭	AAA	-27.11±0.19	810±20	90.45±0.26
I AAA-172132	上代川-53	SI09 竪穴住居跡 床直上土器内	木炭	AAA	-27.33±0.23	2,100±30	76.97±0.24
I AAA-172133	上代川-54	SI10 竪穴住居跡 埋土	木炭	AAA	-30.15±0.20	1,250±20	85.62±0.25
I AAA-172134	上代川-55	SI12 竪穴住居跡 埋土	木炭	AAA	-28.04±0.19	3,290±20	66.40±0.21
I AAA-172135	上代川-56	SI20 竪穴住居跡 炉内黒褐色土中	木炭	AAA	-27.17±0.22	770±20	90.86±0.25
I AAA-172136	上代川-57	SK08 土坑 埋土中	木炭	AAA	-26.71±0.21	950±20	88.80±0.26
I AAA-172137	上代川-58	SK09 土坑 埋土	木炭	AAA	-27.07±0.20	830±20	90.19±0.26
I AAA-172138	上代川-59	SW26 木炭焼成遺構 埋土下位	木炭	AAA	-28.29±0.18	800±20	90.55±0.25
I AAA-172139	上代川-60	SW28 木炭焼成遺構 埋土下位	木炭	AAA	-25.20±0.18	950±20	88.80±0.24

[IAA 登録番号: #8888]

表2. 放射性炭素年代測定結果 ($\delta^{13}\text{C}$ 未補正值、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代)

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		暦年較正用 (yrBP)	1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
	Age(yrBP)	pMC(%)			
I AAA-172130	2,160±20	76.39±0.22	2,136±23	203 calBC - 152 calBC (52.1%) 137 calBC - 114 calBC (16.1%)	349 calBC - 315 calBC (10.9%) 209 calBC - 91 calBC (83.3%) 71 calBC - 61 calBC (1.3%)
I AAA-172131	840±20	90.07±0.26	806±23	1221 calAD - 1256 calAD (68.2%)	1190 calAD - 1270 calAD (95.4%)
I AAA-172132	2,140±20	76.61±0.24	2,102±25	171 calBC - 91 calBC (63.6%) 69 calBC - 61 calBC (4.6%)	192 calBC - 52 calBC (95.4%)
I AAA-172133	1,330±20	84.72±0.24	1,247±23	690 calAD - 750 calAD (56.4%) 761 calAD - 774 calAD (11.8%)	680 calAD - 779 calAD (79.9%) 790 calAD - 867 calAD (15.5%)
I AAA-172134	3,340±20	65.99±0.20	3,288±24	1611 calBC - 1530 calBC (68.2%)	1621 calBC - 1507 calBC (95.4%)
I AAA-172135	810±20	90.46±0.25	770±22	1228 calAD - 1231 calAD (4.0%) 1245 calAD - 1275 calAD (64.2%)	1222 calAD - 1278 calAD (95.4%)
I AAA-172136	980±20	88.49±0.25	954±23	1028 calAD - 1049 calAD (20.3%) 1085 calAD - 1124 calAD (36.9%) 1137 calAD - 1150 calAD (11.0%)	1023 calAD - 1059 calAD (27.9%) 1065 calAD - 1154 calAD (67.5%)
I AAA-172137	860±20	89.81±0.26	829±23	1191 calAD - 1251 calAD (68.2%)	1167 calAD - 1259 calAD (95.4%)
I AAA-172138	850±20	89.94±0.25	797±22	1224 calAD - 1258 calAD (68.2%)	1211 calAD - 1272 calAD (95.4%)
I AAA-172139	960±20	88.77±0.24	954±22	1028 calAD - 1048 calAD (20.4%) 1087 calAD - 1123 calAD (37.0%) 1138 calAD - 1149 calAD (10.7%)	1023 calAD - 1059 calAD (28.0%) 1065 calAD - 1155 calAD (67.4%)

[参考値]

文献

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, Radiocarbon 51(1), 337-360

小林謙一 2009 近畿地方以東の地域への拡散, 西本豊弘編, 新弥生時代のはじまり 第4巻 弥生農耕のはじまりとその年代, 雄山閣, 55-82

小林達雄編 2008 総覧縄文土器, 総覧縄文土器刊行委員会, アム・プロモーション

Reimer, P.J. et al. 2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, Radiocarbon 55(4), 1869-1887

佐原 眞 2005 日本考古学・日本歴史学の時代区分, ウェルナー・シュタインハウス監修, 奈良文化財研究所編集, 日本の考古学 上 ドイツ展記念概説, 学生社, 14-19

Stuiver, M. and Polach, H.A. 1977 Discussion: Reporting of ^{14}C data, Radiocarbon 19(3), 355-363

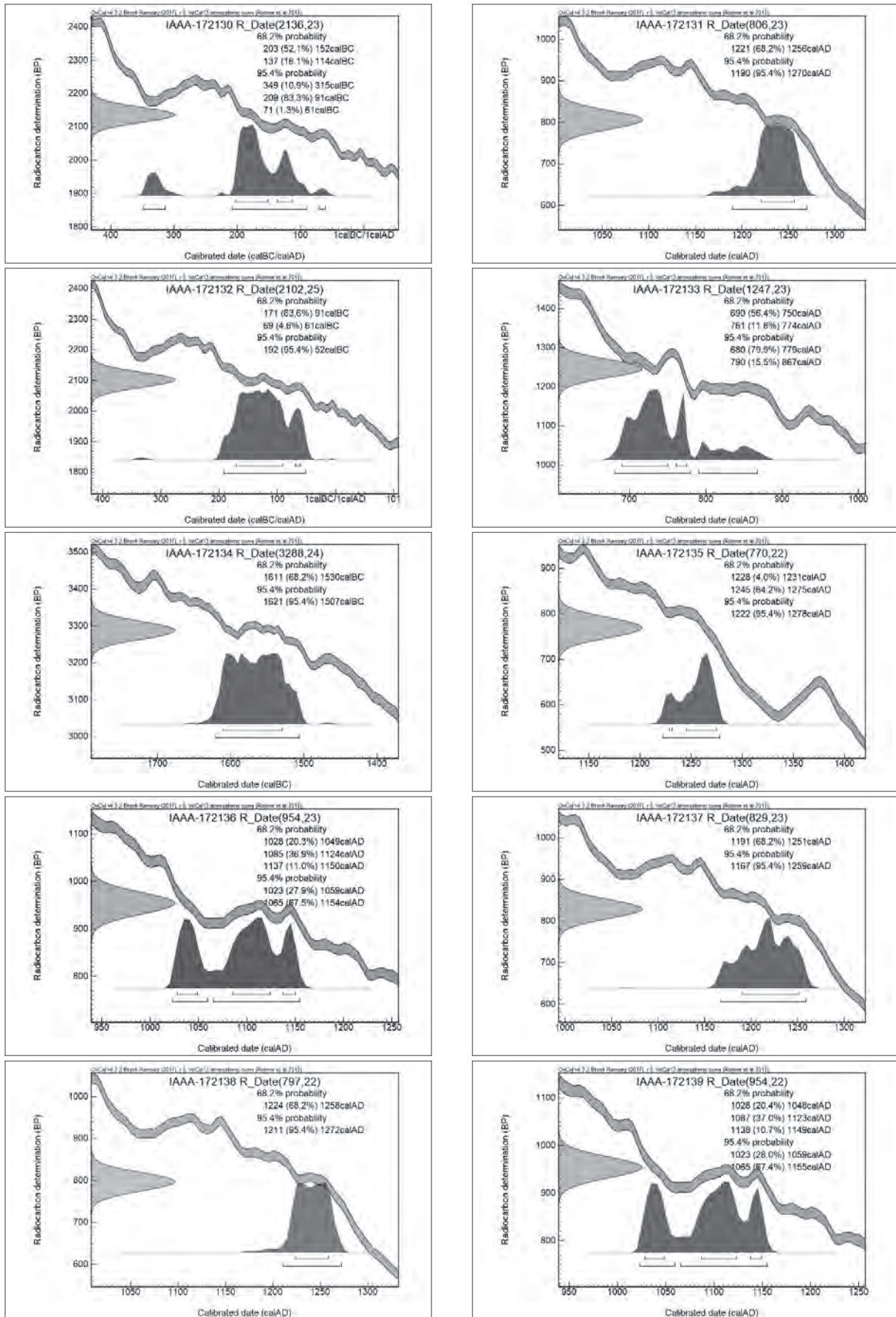


図1. 暦年較正年代グラフ (参考)

4 炭化材の樹種同定

吉川純子（古代の森研究舎）

(1) はじめに

上代川遺跡は野田村玉川の海岸線から西に約 600 m の丘陵南向き斜面に立地している。本遺跡では弥生時代中期後半と見られる住居跡から炭化材が検出され、古代～中世と考えられる製鉄関連遺構で炭化材が検出された。弥生時代の炭化材は住居構築材の可能性があり、古代の炭化材は製鉄関連の燃料材等と考えられていることから、各時期における木材利用状況を調査する目的で分析をおこなった。今回分析に供した試料は弥生時代 5 点、古代～中世 45 点となっている。炭化材は乾燥後に剃刀で横断面、放射断面、接線断面の 3 方向に割りプレパラートに固定して実体顕微鏡及び反射光式顕微鏡で観察・同定をおこなった。

(2) 同定結果

本遺跡の古代～中世の製鉄関連遺構から出土した炭化材同定結果を表 1 に、弥生時代の竪穴住居から出土した炭化材同定結果を表 2 に示した。製鉄関連遺構の 45 点のうち、クリとコナラ節は 21 点ずつで同数、分類群不明の環孔材が 2 点、ハンノキ亜属が 1 点であった。弥生時代の竪穴住居 5 点はコナラ節が 2 点、ヤシャブシ亜属、ブナ属、ヌルデが 1 点ずつであった。

以下に出土した炭化材の形態記載をおこなう。

ハンノキ属ハンノキ亜属 (*Alnus* subgen. *Alnus*) : やや小さい管孔が単独ないし放射方向に数個結合して散在する散孔材で晩材部に向けて管孔径は小さくなる。道管の穿孔板は単一と階段状があり階段穿孔は比較的頻繁に出現する。放射組織は同性で単列と集合放射組織があり、横断面では集合放射組織の部分で年輪界が大きく湾曲する。

ハンノキ属ヤシャブシ亜属 (*Alnus* subgen. *Alnaster*) : ハンノキ亜属とほとんど近似した構造であるが集合放射組織が確認されない。東北にはミヤマハンノキとヒメヤシャブシが分布する。

ブナ属 (*Fagus*) : やや小さい管孔が単独ないし数個複合して次第に径を減じながら散在する散孔材で、広放射組織の部分で年輪界が外側に引きずられるように突出する。道管は単穿孔で放射組織は同性で単列と幅の広い広放射組織がある。

コナラ属コナラ節 (*Quercus* sect. *Prinus*) : 年輪はじめに大きい道管がほぼ単独で数列配列しその後径が急減して火炎状に配列する環孔材。道管は単穿孔を有し、放射組織は平伏細胞のみの同性で単列と幅の広い複合型の広放射組織がある。

クリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) : 年輪はじめに大きい道管がほぼ単独で数列配列しその後径が急減して薄壁の角張った小管孔が火炎状に配列する環孔材。道管は単穿孔を有し、放射組織は平伏細胞のみの同性で単列である。試料のうち No.3, No.4, No.7 は構造が著しくねじれており、枝の基部もしくは幹と根の境目部分ではないかと考えられる。

ヌルデ (*Rhus javanica* L.) : 年輪はじめにやや大きい道管が数列配列し徐々に径を減じて斜めや接線方向に複合しながら小道管が分布する環孔材で道管の穿孔板は単一で小道管内にはらせん肥厚がある。放射組織は 2-3 細胞幅で異性である。

環孔材 : 根材か枝の基部とみられやや大きい道管と小道管が確認できる。道管は単穿孔で放射組織は同性で単列でありクリに近似するが、ねじれているため管孔の配列がうまく確認できない。

表1. 上代川遺跡 古代末～中世前半の製鉄炉・木炭焼成遺構出土炭化材

試料番号	遺構	出土地点	層位	樹種	状況		
1	2	SXW01	製鉄炉地下構造	QNE	埋土19層	コナラ節	丸木
2	19	SXW01	製鉄炉地下構造	QSE	埋土19層	コナラ節	割材
3	8	SXW01	製鉄炉地下構造	QNE	埋土21層(最下層)	コナラ節	曲り材
4	16	SXW01	製鉄炉地下構造	QSE	埋土21層(最下層)	コナラ節	割材
5	36	SXW02	製鉄炉地下構造	QSW	埋土上位(10～17層)	コナラ節	割材
6	89	SXW02	製鉄炉地下構造	QNE	埋土中位(21層)	ハンノキ亜属	割材
7	77	SXW02	製鉄炉地下構造	QNW	埋土中位(21～23層)	コナラ節	割材
8	45	SXW02	製鉄炉地下構造	QNE	埋土下位(27・30層)	コナラ節	割材
9	30	SXW02	製鉄炉地下構造	QSE	埋土27層(最下層付近)	コナラ節	木片
10	68	SXW02	製鉄炉地下構造	QNW	埋土下位(28～33層)	コナラ節	割材
11	84	SXW02	製鉄炉地下構造	QNW	埋土下位(28～33層)	コナラ節	木片
12	27	SXW02	製鉄炉前庭部	下	炉壁充填土中埋土44層	コナラ節	木片
13	43	SXW02	製鉄工房床面	土坑1	床直炭化物層	クリ	木片
14	111	SXW03	製鉄炉サブトレンチ地下構造		炭化物層	クリ	木片
15	112	SXW03	製鉄炉地下構造		炭化物層	クリ	木片
16	126	SXW04	製鉄炉地下構造	QNW	埋土中位(10～13層)	クリ	捻れ
17	136	SXW04	製鉄炉地下構造	QNE	埋土10～17層(中位)	クリ	割材
18	143	SXW04	製鉄炉旧炉地下構造		17・21・33・34層	クリ	木片
19	142	SXW04	製鉄炉旧炉地下構造		17・21・33・34層	クリ	木片
20	138	SXW04	製鉄炉地下構造	QNE	埋土19～21層(最下層)	クリ	捻れ
21	170	SXW05	製鉄炉残存部分		炭化物層	コナラ節	木片
22	171	SXW05	製鉄炉残存部分		炭化物層	コナラ節	木片
23	167	SXW05	製鉄炉地下構造Eトレンチ		埋土下位	コナラ節	木片
24	161	SXW05	製鉄炉地下構造	QNW	埋土下位(59～69層)	コナラ節	木片
25	158	SXW05	製鉄炉地下構造	QNW	埋土下位(59～69層)	コナラ節	丸木
26	198	SXW06	製鉄炉地下構造	QNW	埋土上位(6～16層)	コナラ節	割材
27	209	SXW06	製鉄炉地下構造	QNW	埋土中位(19～28層)	コナラ節	木片
28	192	SXW06	製鉄炉地下構造	QNE	埋土下位(29～33層)	コナラ節	木片
29	214	SXW06	製鉄炉地下構造	QNW	埋土下位(29～33層)	コナラ節	木片
30	219	SXW06	製鉄炉地下構造	QNW	埋土下位(29～33層)	コナラ節	割材
31	349	SXW06	製鉄工房床面	土坑1	埋土	クリ	木片
32	221	SXW06	製鉄工房床面	土坑1	床面炭化物層	クリ	木片
33	238	SW04	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	捻れ
34	244	SW07	木炭焼成遺構		埋土中位～下位炭化物層	クリ	捻れ
35	253	SW12	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	木片
36	265	SW19	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	木片
37	268	SW22	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	木片
38	277	SW24	木炭焼成遺構	ベルト	埋土下位炭化物層	クリ	木片
39	279	SW25	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	木片
40	282	SW27	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	木片
41	285	SW28	木炭焼成遺構		埋土下位炭化物層	クリ	曲り
42	290	SW31	木炭焼成遺構	東側	炭化物層	クリ	木片
43	298	SW34	木炭焼成遺構	QSW	埋土	環孔材	捻れ
44	307	SW42	木炭焼成遺構		埋土	環孔材	捻れ
45	308	SW38	木炭焼成遺構	QNE	埋土	クリ	木片

表2. 上代川遺跡弥生中期の焼失家屋出土炭化材

試料番号	遺構	出土地点	層位	樹種
46	炭4	SI03 竪穴住居跡	埋土中	コナラ節
47	焼土6	SI03 竪穴住居跡	埋土中	コナラ節
48	炭2	SI14 竪穴住居跡	埋土中	ブナ属
49	炭2	SI17 竪穴住居跡	埋土中	ヤシャブシ亜属
50	炭4	SI17 竪穴住居跡	埋土中	スルデ

(3) 考 察

本遺跡の古代～中世で炭化材が出土した遺構は製鉄関連の炉と木炭焼成遺構とされ、防湿及び燃料材が残っていたと考えられており、おもにクリとコナラ節が利用されていた。表3に遺構別時代毎に出土した炭化材の種類を集計をまとめた。古代～中世の製鉄関連遺構ではコナラ節が66%を占めクリが31%であり、木炭焼成遺構では環孔材としたものもクリの可能性が高いことから、古代～中世ではコナラ節とクリがそれぞれ46%と大半を占める。木炭生産は調達の利便性から周囲の林分を伐採して製鉄用などの炭を作っていたと考えられ、根材あるいは枝基部と考えられる通常の流通には向かない部分の材も利用されていることから、周囲にある程度の規模のコナラ節・クリ林が広がっており、さらに製鉄用適材として極めて高い選択性をもってクリとコナラ節を利用していたと考えられる。今回の調査ではこれらのほかにハンノキ亜属も確認され端材と考えられる部分も利用していることから、伐採した木材を余すことなく利用していたと考えられる。また、製鉄関連遺構 SXW01、SXW02、SXW05、SXW06 はコナラ節が多く、SXW03、SXW04 及び木炭焼成遺構はほぼクリが出土し、遺構毎に偏りがみられた。本遺跡からやや南にあるが山田町沢田Ⅲ遺跡では製鉄関連遺跡でクリが、宮古市津軽石の根井沢穴田Ⅳ遺跡古代～中世の鉄生産関連遺構でもクリとコナラ節が同定されている。したがって岩手県沿岸部では調達の利便性も相まって製鉄用適材としてクリ及びコナラ節を選択する傾向が強いと考えられる。

弥生時代中期の住居跡炭化材はコナラ節が2点であったが残り3点は他樹種であり樹種が揃う傾向には無かった。コナラ節、ブナ属は柱材などの構築材に利用されると考えられるが、ヤシャブシ亜属は出土例があまりない。またヌルデは出土した炭化材が直径1センチ程度の細材であるため、住居構築材としても屋根葺き材や壁材の一部などではなかったかと考えられる。岩手県内の弥生時代の住居跡出土炭化材に関しては分析例が少なく、滝沢村の湯舟沢遺跡で弥生中期の住居跡からナラ類を多く出土するがトネリコ類、クリ、ホオノキなど多種類を出土している(山田1993)。住居跡出土炭化材の場合は住居構築材のみでなく燃料材や道具類なども炭化して残る可能性があるためと考えられる。

引用文献

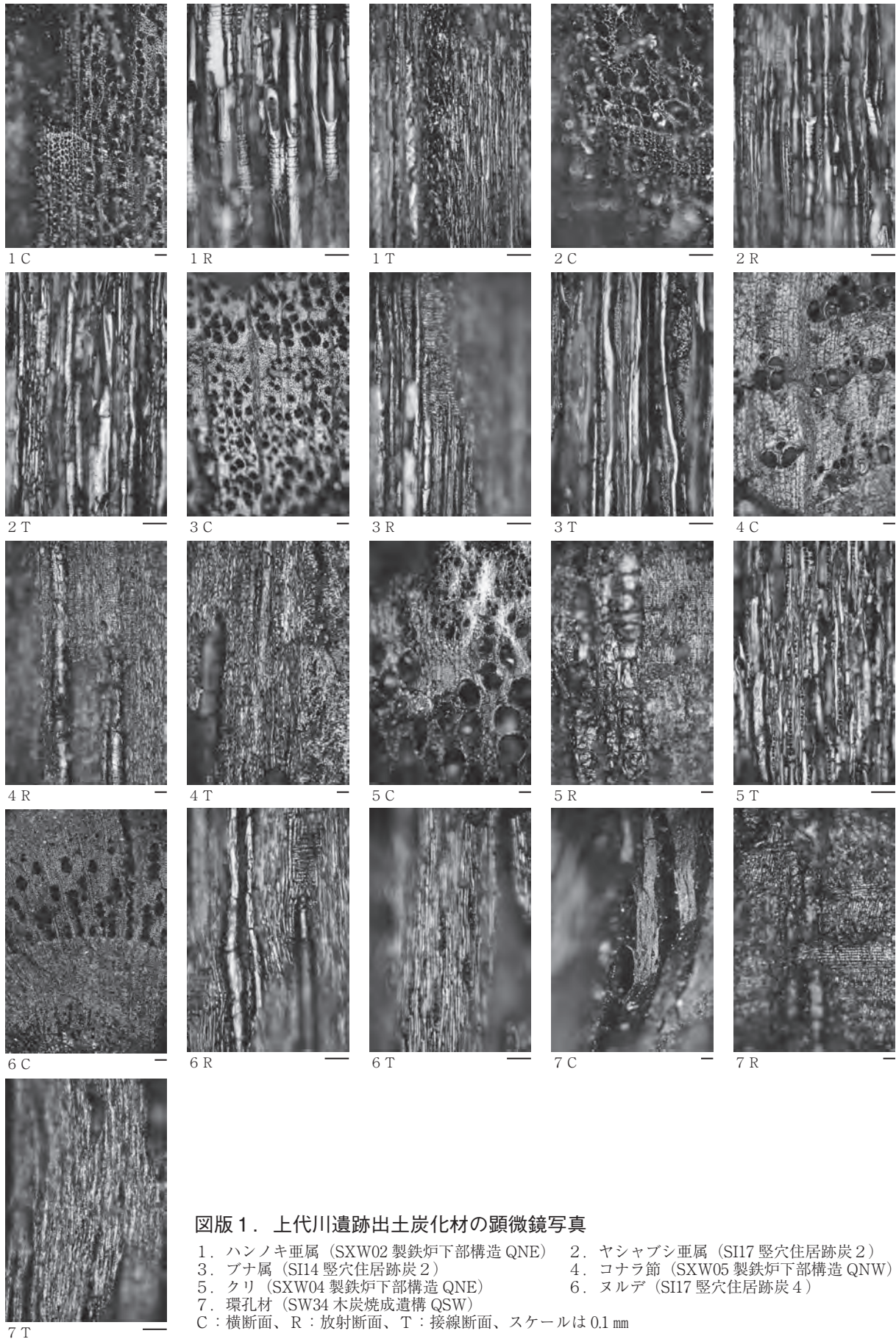
- 山田昌久. 1993. 日本列島における木質遺物出土遺跡文献集成—用材から見た人間・植物関係史. 植生史研究特別第1号. 植生史研究会. 242p.

参考(未公表)

- 吉川純子. 2014. 沢田Ⅲ遺跡から出土した炭化材の樹種.
吉川純子. 2016. 根井沢穴田Ⅳ遺跡から出土した炭化材の樹種

表3. 上代川遺跡炭化材集計

古代～中世・製鉄関連遺構	
コナラ節	21
クリ	10
ハンノキ亜属	1
古代～中世・木炭焼成遺構	
クリ	11
環孔材	2
弥生・竪穴住居埋土中	
コナラ節	2
ブナ属	1
ヤシャブシ亜属	1
ヌルデ	1
合計	50



5 製鉄炉壁のスサ材の種類

吉川純子・吉川昌伸（古代の森研究舎）

（1）はじめに

野田村にある上代川遺跡は、弥生時代中～後期の集落と古代末～中世前半の製鉄遺構を主体とした遺跡である。製鉄炉壁にはスサ材が明瞭な試料が出土しており、製鉄炉を構築する際に利用された混和材の種類があきらかになる可能性がある。ここでは、スサ材の種類を明らかにすることを目的に観察と分析を行った。

（2）製鉄炉壁スサ材の状態

排滓場1から出土した炉壁6試料（No. 口27,61,87,88,135,243）とSXW01前庭部から出土した炉壁1試料（No. 口461）のスサ材について、肉眼および実体顕微鏡で観察したところ、すべて同じ種類であるとみられる。こうしたことから特にスサ材が明瞭な口27と口61、口461の3試料について詳細に検討した。

・口61 炉壁試料（排滓場Ⅰ2B24-⑩25層）

スサ材は、直径2.6～4.2mmのほぼ円形のパイプ状からなり（図版1b；以下は図版を省略）、スサ材の方向は数cmの狭い範囲では揃っている部分もあるが、全体ではバラバラで方向性がない。パイプの内側には縦筋の圧痕があり（1c）、浅黄橙色の莖状の植物遺体またはその破片が部分的に残っている（1a）。縦筋圧痕は2.8mm幅に5～6本であった。

・口461 炉壁試料（SXW01前庭部（炉壁崩落範囲内）埋土）

スサ材は、バラバラで方向性はなく、口61と同様な構造の圧痕が部分的にみられる。明瞭なパイプ構造は一部しか確認できないものの、明褐色の莖状の植物遺体またはその破片がパイプの内側に部分的に残っていた（3a）。

・口27 炉壁試料（排滓場Ⅰ2B24-⑨29層）

スサ材は、約10cm幅で表面上はほぼ同じ方向に延び、明褐色の植物遺体が多く残っていた（2a）。スサ材の径は1～3mmで、砂を多く含む土質のためか口61のような明瞭な圧痕は稀である。また、一部には厚さ1mmまたはそれ以下の薄層が重なっている。これらは板状になっているため、莖状の植物遺体が圧密を受け潰れたものと考えられる。

（3）分析方法

スサ材の植物遺体について落射型顕微鏡による観察と、過酸化水素水で処理して透過型顕微鏡の組織を観察したところ、木材組織はなくイネ科の短細胞珪酸体が確認された。スサ材の植物遺体の表皮細胞を詳細に観察するために、電気炉を用いた乾式灰化処理を行った。灰化処理は、3時間かけて550℃まで徐々に上昇し、550℃で5時間加熱した。灰化後の試料をそのままの状態でおイキットを用いて封入し観察した。

（4）スサ材の表皮細胞の特徴

口61試料は、キビ型の短細胞珪酸体が一列に並んだ配列が部分的にみられ、キビ型短細胞はイネタイプであった（1e）。短細胞列の間の部分には微小突起が分布する。

口461試料は、表皮細胞の保存状態はよく、キビ型の短細胞珪酸体が2列または1列に並び（3b）、

キビ型短細胞はイネタイプであった (3c)。短細胞列の間には、鈍頭円錐形状突起や微小突起が分布する (3c)。

ロ 27 試料は、キビ型 (イネタイプ) の短細胞珪酸体が 1 粒あったものの (2c)、列は確認できない。葉脈状の線状細胞があり、鈍頭円錐形状突起が観察され、微小突起が密に分布していた (2b)。

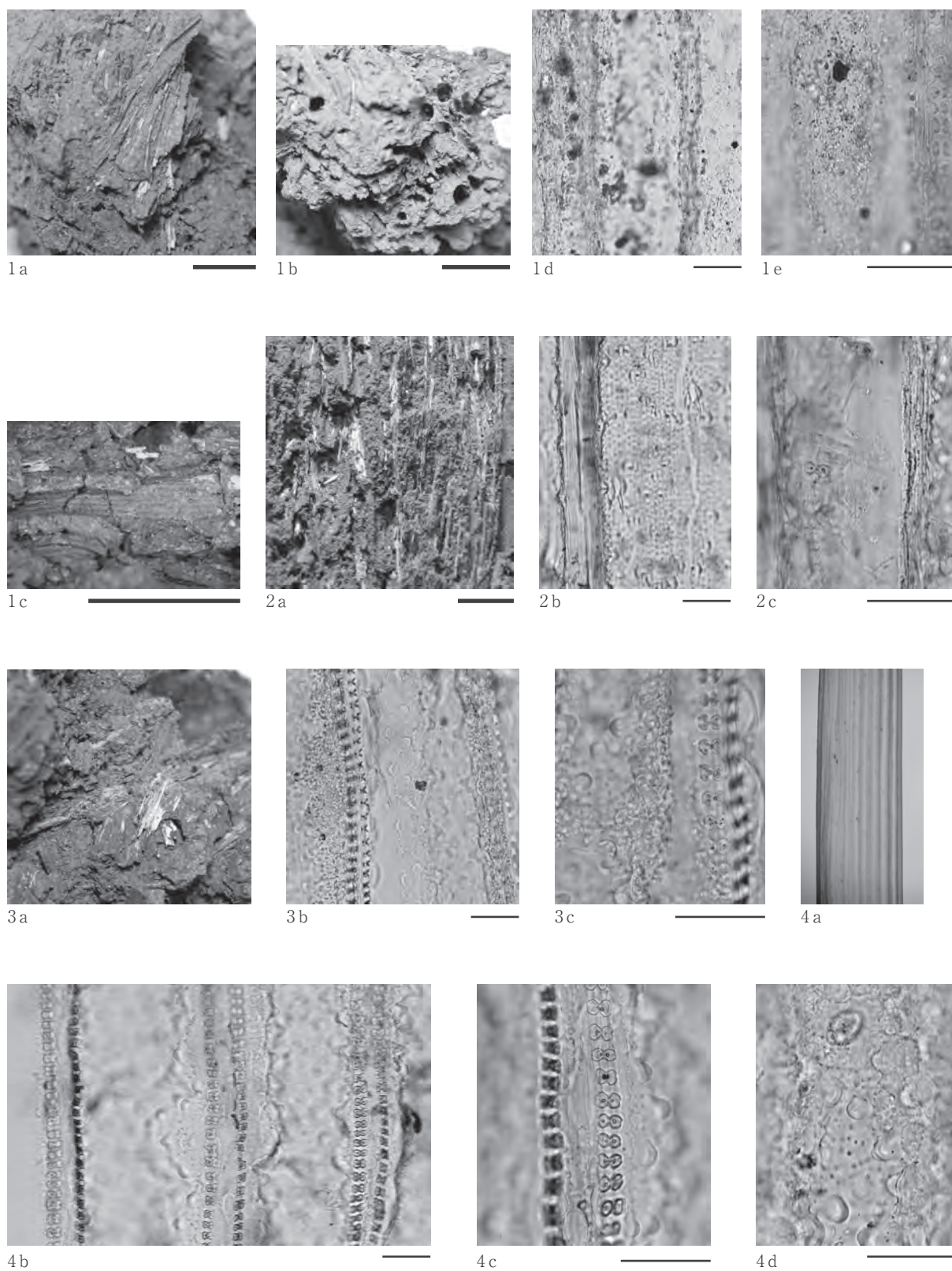
(5) 結果と考察

ロ 61 とロ 461 試料はイネタイプの短細胞珪酸体列があり、ロ 27 試料からも 1 個体であるがイネタイプの短細胞珪酸体が検出されたことから、スサ材はイネ起源の植物遺体と考えられる、さらにイネの泡状細胞 (機動細胞) が出現しないため葉身は含まれていないと考えられる。こうしたことからイネの茎の表皮細胞を灰化処理し比較検討した。

現生のイネの茎は、盛り上った縦筋 (稜) があり (4a)、断面は歯車状を呈する。茎の表皮細胞は、短細胞珪酸体 (キビ型: 横長約 12 μm) が縦方向に 1 または 2 列に並ぶ (4b)。短細胞珪酸体は葉脈状の線状細胞を覆って分布し、部分的にプリッケルヘアー型の毛状突起 (ポイント型) が載る。短細胞列の間は、鈍頭円錐形状突起と密に分布する微小突起からなり (4d)、鈍頭円錐状突起は基部の直径が約 12~15 μm 、高さ約 10~15 μm であった。

このように、ロ 461 とロ 61 試料は短細胞珪酸体列とその間の細胞の特徴がイネの茎の表皮細胞の特徴と一致しておりイネの茎に同定できる。また、ロ 27 試料は短細胞の列が確認されないが、イネタイプの短細胞が検出され、さらに葉脈状の線状細胞と、線状細胞間に鈍頭円錐状突起と密な微小突起の痕跡があることからイネの茎とみて問題ないであろう。イネの茎には盛り上った縦筋があり、このため炉壁土に圧痕が形成されたと考えられる。前述のようにイネの葉身が含まれていないことから、製鉄炉壁の混和剤にはイネの茎 (稲藁) のみが利用されていたと考えられる。

5 製鉄炉壁のスサ材の種類



図版1. 製鉄炉壁のスサ材の産出状況と表皮細胞の顕微鏡写真

1a～1e：口61 2a～2c：口27 3a～3c：口461 4a～4d：イネ茎と表皮細胞
 スケール=1a,1b,1c,2a,3aは10mm, その他は0.05mm

6 炭化種実同定

佐々木由香（明治大学黒耀石研究センター／パレオ・ラボ）

バンダリ スダルジャン（パレオ・ラボ）

(1) はじめに

岩手県九戸郡野田村大字玉川に所在する上代川遺跡は、沿岸北部の丘陵地の南向き緩斜面から低地にかけて立地する、複合遺跡である。ここでは、弥生時代中期中葉から後期前葉と推定されている竪穴建物跡から得られた炭化種実の同定を行い、北三陸地方で当時利用された種実について検討した。

(2) 試料と方法

試料は、竪穴建物跡から回収された土壌 20 試料、総重量 83.6 kg である。試料が採取された遺構は、竪穴建物跡の SI05 と SI07、SI13、SI17、SI20、SI25、SI30 の 7 棟である。土壌は炉内および周辺、焼失住居の床面から回収された。

試料の採取は、公益財団法人岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センターによって行われた。水洗は、パレオ・ラボにて 1 試料あたり 2000 g の堆積物を最小 0.5 mm 目の篩を用いて行った。同定・計数は、肉眼および実体顕微鏡下で行った。計数の方法は、完形または一部が破損しても 1 個体とみなせるものは完形として数え、1 個体に満たないものは破片とした。炭化種実は、公益財団法人岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センターに保管されている。

(3) 結果

同定した結果、木本植物ではクリ炭化果実とコナラ属炭化子葉、オニグルミ炭化核、アカメガシワ炭化種子、キハダ炭化種子、ニワトコ炭化核の 6 分類群、草本植物ではイヌタデ属 A 炭化果実のみ 1 分類群の、計 7 分類群が見いだされた。状態が悪く、科以上の細分に必要な識別点が残存していない一群を、同定不能炭化種実とした。炭化種実以外には、炭化した虫えいと子囊菌（塊を含む）がみられた。遺構と採取位置ごとにまとめた同定結果を表 1 に示す。

以下に、得られた炭化種実について遺構別に記載する（同定不能炭化種実は除く）。

表 1. 上代川遺跡から出土した炭化種実（括弧内は破片数）

分類群	遺構 採取位置 時期 水洗量 (g)	SI05		SI07	SI13			SI17	SI20	SI20	SI30
		炉	炉の南西脇 床面	石囲炉内 焼土	石囲炉内 焼土下半部	石囲炉内 焼土上半部	石囲炉内 炉石周辺	床面北西側	石囲炉内 焼土	石囲炉内 焼土	石囲炉内 焼土
		弥生時代中期中葉から後期前葉									
		2000	2000	2000	6000	8000	6000	4000	2000	2000	6000
クリ	炭化果実				(2)	(42)	(1)		(1)		(3)
コナラ属	炭化子葉					(1)					
オニグルミ	炭化核				(1)			(4)	(4)		
アカメガシワ	炭化種子	(1)									
キハダ	炭化種子			(1)	(5)	1	(12)	(8)			
ニワトコ	炭化核					(1)					
イヌタデ属 A	炭化果実			1	1		(1)	1			
同定不能	炭化種実			(4)	(6)	(3)	(6)	(10)		(6)	(11)
虫えい	炭化				1						
子囊菌	炭化子囊塊					(1)					
	炭化子囊	1		28	30	23	33	20 (1)	8	4	105
備考		種実なし									

SI05：アカメガシワがわずかに得られた。

SI07：キハダとイヌタデ属Aがわずかに得られた。

SI13：クリとキハダが少量、コナラ属とオニグルミ、ニワトコ、イヌタデ属Aがわずかに得られた。

SI17：オニグルミとキハダ、イヌタデ属Aがわずかに得られた。

SI20：クリとオニグルミがわずかに得られた。

SI25：同定可能な炭化種実は得られなかった。

SI30：クリがわずかに得られた。

次に、炭化種実の記載を示し、図版に写真を掲載して同定の根拠とする。なお、分類群の学名は米倉・梶田（2003-）に準拠し、APG IIIリストの順とした。

〈1〉クリ *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. 炭化果実 ブナ科

完形ならば側面観は広卵形。表面は平滑で、細い縦筋がみられる。底面にある殻斗着痕はざらつくが残存していない。果皮内面にはいわゆる渋皮が厚く付着する。残存長 3.0 mm、残存幅 2.2 mm。

〈2〉コナラ属 *Quercus* sp. 炭化子葉 ブナ科

完形ならば先端がやや尖る楕円体。縦方向に不規則な浅い皺がある。残存高 11.7 mm、幅 8.2 mm。

〈3〉オニグルミ *Juglans mandshurica* Maxim. var. *sachalinensis* (Komatsu) Kitam. 炭化核 クルミ科

破片であるが、完形ならば側面観は広卵形で内部は二室に分かれる。木質で、壁は厚くて硬く、ときどき空隙がある。表面に浅い縦方向の縫合線があり、浅い溝と凹凸が不規則に入る。断面は角が尖り、光沢がある。残存長 7.2 mm、残存幅 5.2 mm。

〈4〉アカメガシワ *Mallotus japonicus* (L.f.) Müll.Arg. 炭化種子 トウダイグサ科

完形ならば扁平な球形。表面には隆線状突起が密生する。種皮断面の柵状組織は内側で屈曲する。残存長 1.5 mm、残存幅 1.1 mm。

〈5〉キハダ *Phellodendron amurense* Rupr. 炭化種子 ミカン科

上面観は扁平な両凸レンズ形、側面観は丸みを帯びた幅広の三角形。表面にはなだらかな網目状隆線と、微細な凹凸がある。着点は細長い。長さ 4.0 mm、幅 2.5 mm。

〈6〉ニワトコ *Sambucus racemosa* L. subsp. *sieboldiana* (Miq.) H.Hara var. *sieboldiana* Miq. 炭化核 レンブクソウ科

完形ならば上面観は扁平、側面観は楕円形で基部がやや尖る。基部に小さな着点があり、表面には横方向に波状の凹凸がある。残存長 1.0 mm、幅 0.8 mm。

〈7〉イヌタデ属A *Persicaria* sp. A 炭化果実 タデ科

上面観は円形、側面観は卵形。先端がわずかに突出する。表面は平滑で、光沢がある。長さ 1.2 mm、幅 0.9 mm。

〈8〉子囊菌 *Ascomycetes* 炭化子囊

球形で、表面は平滑または微細な網目状隆線がある。長さ 0.8 mm、幅 0.8 mm。

(4) 考 察

上代川遺跡の弥生時代中期中葉から後期前葉の竪穴建物跡の炉や焼失住居の床面から回収された土壌から出土した炭化種実をみると、食用可能な種としては、クリとコナラ属、オニグルミ、キハダ、ニワトコが得られた。イヌタデ属は種によっては利用可能である。クリの果実とオニグルミの核自体は利用できないため、内部の子葉を取り出すために割った果実や核を炉内で燃やした可能性などが考

えられる。アカメガシワは陽樹で、食用にならないため、偶発的に炭化して堆積した可能性がある。虫えいや子嚢菌は、炭化材などに伴って住居内に持ち込まれた可能性がある。クリとオニグルミ、キハダ、イヌタデ属Aは各3棟から得られ、コナラ属とアカメガシワ、ニワトコは各1棟から得られた。

各遺構から、最低2kgの土壌を水洗したが、SI13の石囲炉から採取された土壌以外は種実の含有量は少なかった。少ない理由としては、もともと堆積した種実の量が少なかった可能性や、燃えて灰化してしまった可能性などが考えられる。また、得られた種実に穀類やマメ類は全く確認できず、クリといわゆるドングリ類であるコナラ属や、しょう果類であるキハダとニワトコが得られた。アイヌの民族例では、キハダは食用だけでなく、香辛料や薬用にも利用されている（アイヌ民族博物館, 2004）。

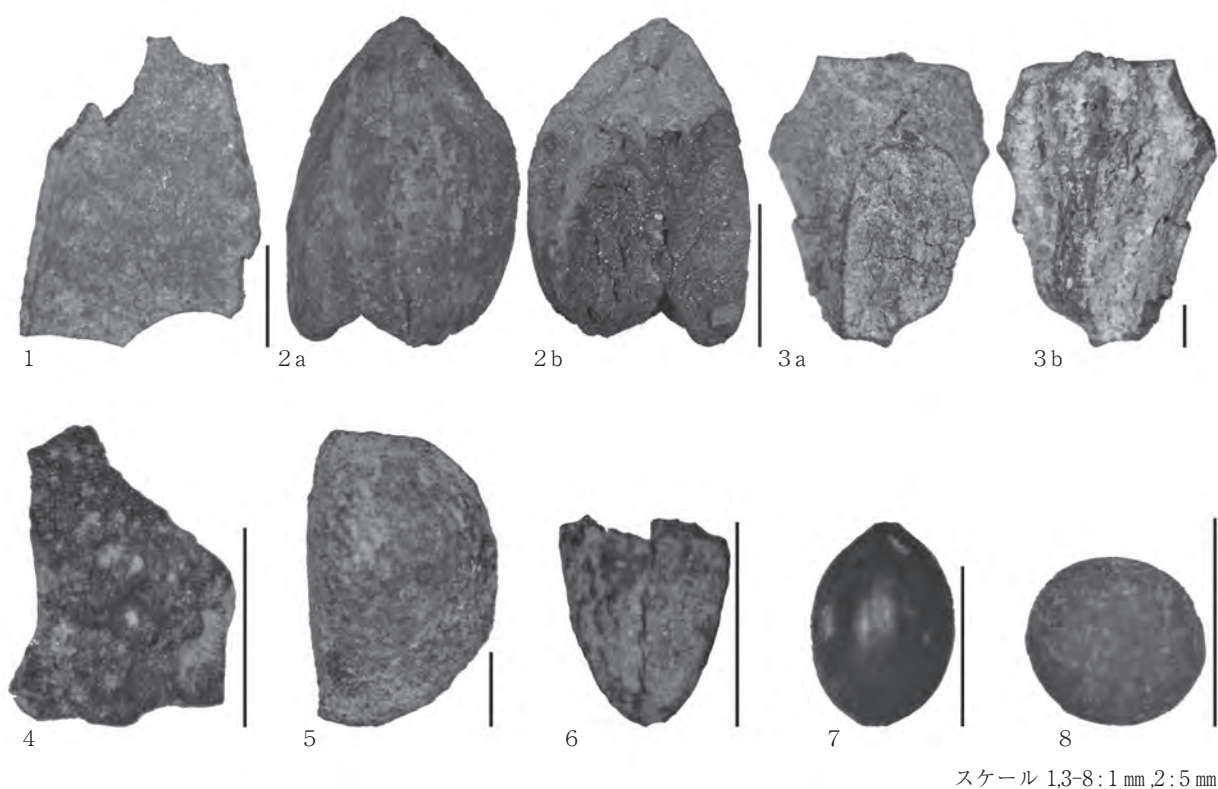
上記のような木本植物を主体とする炭化種実の組成は、縄文時代前期以降の道南から北東北地方の竪穴建物跡で確認される炭化種実の組成に類似する（石田ほか, 2016）。上代川遺跡から出土した甕の器形から、コメの利用も推定されているが、今回検討を行った試料からは穀類は見出せなかった。

上代川遺跡は、下北半島から小川原湖周辺の沿岸部の遺跡から出土する土器と類似点が多いと指摘されているが、これらの地域でも弥生時代後期前葉以前の年代が確実な穀類は確認されていない。内陸部の岩手県滝沢市湯舟沢Ⅲ遺跡では、弥生時代中期初頭直後の湯舟沢Ⅱ期にイネ?の土器圧痕が確認され、弥生時代後期中葉の湯舟沢Ⅲ期には、イネに加えてアワとキビ、ヒエ属の土器圧痕が確認されている（滝沢市教育委員会・滝沢市埋蔵文化財センター編, 2016）。さらに炭化材の検討も合わせると、弥生時代中期初頭の湯舟沢Ⅰ期とその直後のⅡ期には、アズキ亜属やヒエ属圧痕、クリ材など、縄文色が色濃く残る植物資源利用が垣間見られる。今回得られた炭化種実ではマメ類やヒエ属は得られなかったが、湯舟沢Ⅲ遺跡と同様、弥生時代中期中葉から後期前葉の上代川遺跡においては縄文時代から続く植物資源利用が残っていた可能性がある。

本分析にかかる経費は、科学研究費補助金平成28-31年度基盤研究（A）課題番号16H01956「東日本における食糧生産の開始と展開の研究—レプリカ法を中心として—」（代表：設楽博己）の一部を使用した。

引用文献

- アイヌ民族博物館（2004）アイヌと自然シリーズ第3集 アイヌと植物〈樹木編〉. 32p, アイヌ民族博物館.
 石田糸絵・工藤雄一郎・百原 新（2016）日本の遺跡出土大型植物遺体データベース. 植生史研究, 24, 18-24.
 滝沢市教育委員会・滝沢市埋蔵文化財センター編（2016）弥生のムラ湯舟沢：湯舟沢Ⅲ遺跡弥生土器圧痕レプリカ法調査報告書. 50p, 滝沢市埋蔵文化財センター.
 米倉浩司・梶田 忠（2003-）BG Plants 和名-学名インデックス (YList), <http://ylist.info>



図版1. 上代川遺跡から出土した炭化種実

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. クリ炭化果実 (SI13、石囲炉内焼土下半部) | 2. コナラ属炭化子葉 (SI13、石囲炉内焼土上半部) |
| 3. オニグルミ炭化核 (SI20) | 4. アカメガシワ炭化種子 (SI05、炉) |
| 5. キハダ炭化種子 (SI13、石囲炉内焼土上半部) | 6. ニワトコ炭化核 (SI13、石囲炉内焼土上半部) |
| 7. イスタデ属A炭化果実 (SI13、石囲炉内焼土下半部) | 8. 子囊菌炭化子囊 (SI30) |

7 製鉄～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 鈴木瑞穂

(1) い き さ つ

上代川遺跡は岩手県九戸郡野田村玉川に所在する。発掘調査地区からは、古代末～中世前半の製鉄炉跡が複数確認された。そこで遺跡内での生産の実態を検討するため、出土遺物を調査した。

(2) 調 査 方 法

2-1. 供試材

Table1 に示す。製鉄～鍛冶関連遺物 38 点を調査した。

2-2. 調査項目

〈1〉外観観察

調査前の遺物の観察結果を記載した。

〈2〉マクロ組織

試料を端部から切り出した後、断面をエメリー研磨紙の #150、#240、#320、#600、#1000、及びダイヤモンド粒子の 3 μm と 1 μm で順を追って研磨し、断面の全体像を撮影した。

〈3〉顕微鏡組織

金属反射顕微鏡を用い、試料断面の特徴的・代表的な視野を選択して写真を撮影した。金属鉄の組織観察には、腐食に 3% ナイタル（硝酸アルコール液）を使用した。

〈4〉EPMA 調査

EPMA（日本電子製(株) JXA-8230）を用いて、鉄滓の鉱物組成や製品の非金属介在物の組成を調査した。測定条件は以下の通りである。加速電圧：15 kV、照射電流（分析電流）：2.00E-8A。

〈5〉化学組成分析

出土鉄滓の化学成分分析を行った。測定元素と分析法は以下の通りである。

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

炭素（C）、硫黄（S）：燃焼容量法、燃焼赤外吸収法。

二酸化硅素（SiO₂）、酸化アルミニウム（Al₂O₃）、酸化カルシウム（CaO）、酸化マグネシウム（MgO）、酸化カリウム（K₂O）、酸化ナトリウム（Na₂O）、酸化マンガン（MnO）、二酸化チタン（TiO₂）、酸化クロム（Cr₂O₃）、五酸化燐（P₂O₅）、バナジウム（V）、銅（Cu）、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）：ICP（Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer）誘導結合プラズマ発光分光分析法。

(3) 調 査 結 果

3-1. 平成 28 年度調査結果

◎ KAM-1：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや扁平な含鉄鉄滓の破片（98.5 g）と推定される。上下面には細かい木炭痕による凹凸がみられる。表面は広い範囲で茶褐色の鉄錆が薄く付着する。また金属探知器反応はあるが、地は暗灰色の滓である。内部に微細な金属鉄が散在している可能性が高い。側面 1 面は破面で、微細な気孔が散在するが緻密である。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.1 ①～③に示す。滓中には発達した白色粒状結晶ウスタイト（Wustite： FeO ）が凝集して晶出する。さらに淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）、淡灰色柱状結晶ファヤライト（Fayalite： $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ）も確認される。

また滓中の微細な明白色部は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト（Ferrite： a 鉄）単相の組織が確認された。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）64.48%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は4.07%、酸化第1鉄（FeO）が56.57%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）23.59%の割合であった。造滓成分（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ）の割合は7.10%と低く、このうち塩基性成分（ $\text{CaO} + \text{MgO}$ ）も1.23%と低値であった。砂鉄（含チタン鉄鉱（注1））起源の二酸化チタン（ TiO_2 ）は4.73%、バナジウム（V）が0.32%であった。また酸化マンガン（MnO）は0.34%、酸化クロム（ Cr_2O_3 ）は0.38%と高めであった。二酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）は0.05%、銅（Cu）も $<0.01\%$ と低値であった。

当鉄滓は後述する砂鉄（KAM-12～15）、製錬滓（KAM-7）と比較して、鉄酸化物の割合が高く、砂鉄起源の脈石成分（ TiO_2 、V、MnO、 Cr_2O_3 、 ZrO_2 ）の割合は低い。この特徴から、鍛冶原料の不純物（金属鉄と分離不十分な砂鉄製錬滓）を除去する、精錬鍛冶工程で生じた滓の可能性が高いと考えられる。

◎ KAM-2：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：不定形（L字状）の含鉄鉄滓（53.5 g）と推定される。表面は錆膨れ等による凹凸が著しい。広い範囲で金属探知器反応があり、内部にはある程度まとまった金属鉄が残存すると推定される。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.1 ④～⑥に示す。明白色は金属鉄である。素地は白色のフェライトで、少量黒色層状のパーライト（Pearlite）が析出する亜共析組織であった。この金属組織から、炭素含有率は0.1～0.2%程度の軟鉄と推測される。また部分的（⑥右下：点状灰色部）に燐（P）の偏析が確認された。

⑤の右側に付着する灰褐色粒は砂鉄（含チタン鉄鉱）である。また⑤の左側の暗灰色部は製錬滓で、白色針状結晶イルメナイト（Ilmenite： $\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ）、淡褐色片状結晶シュードブルッカイト（Pseudobrookite： $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$ ）またはルチル（Rutile： 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（注2）。

〈3〉EPMA調査：Photo.2 ①に砂鉄の反射電子像（COMP）を示す。Photo.1 ⑤右上の砂鉄粒子の拡大である。粒内の微細な暗灰色多角形鉱物は、特性X線像ではカルシウム（Ca）、燐（P）に強い反応がある。定量分析値は55.0% CaO-37.3% P_2O_5 -1.4% F（分析点1）であった。燐灰石〔Apatite： $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 〕に同定される。砂鉄の素地部分の定量分析値は96.0% FeO（分析点2）であった。磁鉄鉱（Magnetite： $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）と推定される。

またPhoto.2 ②に製錬滓の反射電子像（COMP）を示す。Photo.1 ④中央の滓部の拡大である。淡褐色片状結晶はチタン（Ti）に強い反応があり、定量分析値は80.1% TiO_2 -8.9% MgO-4.7% Al_2O_3 -1.9% MnO-1.4% FeO-1.1% ZrO_2 （分析領域3）であった。他の元素を少量固溶するが、チタニア（ TiO_2 ）主体で、ルチル（Rutile： TiO_2 ）に近い組成の化合物である。素地部分の定量分析値は28.7% SiO_2 -15.8% Al_2O_3 -18.5% CaO-4.9% MgO-3.0% K_2O -16.0% TiO_2 -5.3% MnO-4.3% FeO-1.3% ZrO_2 （分析領域4）であった。非晶質珪酸塩である。

Photo.2 ③に金属鉄部の反射電子像（COMP）を示す。Photo.1 ④右下の明灰色部の拡大で、定量分

析値は 96.7% Fe-0.9% P (分析領域 5) であった。共晶組織となるほど顕著な燐 (P) 偏析ではないが、フェライト結晶内に燐 (P) が固溶している。

〈4〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 53.86% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 4.86%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 15.12%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 53.28% の割合であった。造滓成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) の割合は 9.06% と低く、塩基性成分 (CaO + MgO) も 1.48% と低値であった。砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) は 4.31%、バナジウム (V) が 0.18% であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.44%、酸化クロム (Cr₂O₃) 0.25%、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) 0.11% であった。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

滓部の鉱物組成から、当遺物は砂鉄を高温下で製錬した反応副生物と判断される。また金属鉄部の炭素量は 0.1~0.2% 前後の軟鉄と推定される。

◎ KAM-3：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや扁平で小形の含鉄鉄滓 (40.3 g) である。表面は広い範囲で茶褐色の鉄錆が薄く付着する。金属探知器反応があり、内部に金属鉄が含まれると推測される。ただし地は暗灰色の滓である。表面は細かい木炭痕による凹凸がみられる。下面表層には木炭破片も複数付着する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.2 ④~⑥ に示す。暗灰色部は製錬滓である。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂)、白色針状結晶イルメナイト (Ilmenite: FeO·TiO₂) が晶出する。砂鉄製錬滓の晶癖である。

明白色~褐色部は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の部分から、ほぼ全面パーライトが析出する共析組織まで確認された。この金属組織から、炭素含有率は 0.1% 未満から 0.8% 程度のばらつきがあると推定される。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 48.15% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 12.82%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 25.61%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 22.11% の割合であった。造滓成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) は 21.72% で、このうち塩基性成分 (CaO + MgO) の割合は 2.20% と低値であった。砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) は 8.60%、バナジウム (V) が 0.51%、さらに酸化マンガン (MnO) は 0.82%、酸化クロム (Cr₂O₃) 0.68%、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) も 0.47% と高めであった。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

以上の鉱物・化学組成から、当鉄滓は砂鉄製錬滓に分類される。砂鉄起源の脈石成分 (TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂) の割合は、製鉄原料の砂鉄 (KAM-12~15) とほぼ同等であった。また金属鉄部の炭素量は部位によるばらつきが大きい。比較的同時のよい部分 (Photo.2 ⑤上側) は比較的浸炭の進んだ鋼であった。

◎ KAM-4：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや歪な椀状の含鉄鉄滓 (166.0 g) である。広い範囲で茶褐色の鉄錆が付着する。金属探知器反応もあり内部に金属鉄が存在するが、地は暗灰色の滓と推定される。側面から下面にかけては細かい木炭痕による凹凸が目立つ。また側面 1 面は破面で、細かい気孔が散在するが緻密である。

〈2〉マクロ組織：Photo.3 ① に示す。素地は暗灰色の製錬滓である。また滓中には最大 10 mm 程の不定形の金属鉄 (明白色部) が点在する。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.3 ②③ に示す。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶フェライトが晶出する。さらに微細な白色樹枝状結晶はウスタイトと推測される。また滓中の明白色部は

金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。

〈4〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）52.51%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は6.92%、酸化第1鉄（FeO）が34.55%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）26.86%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は17.54%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は2.24%と低値であった。砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は6.89%、バナジウム（V）が0.38%と高めであった。また酸化マンガン（MnO）は0.67%、酸化クロム（Cr₂O₃）0.52%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）は0.20%と高めであった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当鉄滓の砂鉄起源の脈石成分（TiO₂、V、MnO、ZrO₂）の割合は、後述の製錬滓（KAM-7）に近似する。当鉄滓も砂鉄製錬滓と推定される。また滓中には不定形小形の金属鉄部が複数確認された。いずれもほとんど浸炭していない軟鉄であった。

◎ KAM-5：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：ごく小形で塊状の含鉄鉄滓（48.9 g）である。表面は広い範囲で茶褐色の錆化物が薄く付着する。金属探知器反応があり、内部に金属鉄が含まれると考えられるが、地は暗灰色の滓である。また表面は細かい木炭痕による凹凸がみられる。下面表層には木炭破片も複数付着する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.3 ④～⑥に示す。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファイライトが晶出する。さらに微細な白色粒状結晶はウスタイトと推測される。また滓中の微細な明白色部～褐色部は金属鉄である。⑤中央の素地部分はパーライトで、少量針状フェライトが析出する亜共析組織、⑥右側の素地はフェライトで、少量パーライトが析出する亜共析組織であった。炭素含有率は⑥右側のような0.1～0.2%程度の軟鉄の割合が高いが、一部⑤のような0.7%前後の高炭素鋼部分もみられた。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）59.01%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は12.31%、酸化第1鉄（FeO）が32.65%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）30.57%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は11.67%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は1.01%と低値であった。砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は3.24%、バナジウム（V）が0.17%、また酸化マンガン（MnO）は0.34%、酸化クロム（Cr₂O₃）0.32%であった。二酸化ジルコニウム（ZrO₂）は0.06%、銅（Cu）<0.01%と低値であった。

当鉄滓は砂鉄起源の脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合がやや低めで、含鉄鉄滓（KAM-1）に近似する組成であった。この特徴から、精錬鍛冶滓の可能性が高いと考えられる。また滓中には微細な金属鉄部が散在する。その多くは浸炭の進んでいない軟鉄であったが、一部高炭素鋼も確認された。

◎ KAM-6：鉄塊系遺物

〈1〉外観観察：やや大形の鉄塊系遺物（249.7 g）である。表面は全体が黄褐色～茶褐色の土砂や鉄錆で覆われる。また木炭破片も複数混在している。地は暗灰色の滓と推定されるが、金属探知器反応があり、内部に金属鉄が含まれると推定される。

〈2〉マクロ組織：Photo.4 ①に示す。明白色部は金属鉄で、上下の灰褐色部は製錬滓である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.4 ②③に示す。②は金属鉄部の拡大である。素地は白色のフェライトで、黒色層状のパーライトが少量析出する亜共析組織であった。炭素含有率は0.1～0.2%程度の軟鉄と推測される。

③の上側は製錬滓である。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイ

トが晶出する。また下側の灰褐色粒は表面に付着した砂鉄である

〈4〉EPMA調査：Photo.4④に滓部の反射電子像（COMP）を示す。淡褐色片状結晶は、特性X線像ではチタン（Ti）に強い反応がある。定量分析値は内側の暗色部が75.5% TiO₂-7.2% FeO-6.2% MgO-3.1% Al₂O₃-2.6% Cr₂O₃-1.9% MnO-1.1% ZrO₂（分析点6）、外側の明色部は70.7% TiO₂-5.1% FeO-3.3% MgO-4.7% Al₂O₃-2.5% Cr₂O₃-1.7% MnO-6.6% ZrO₂（分析点7）であった。他の元素を少量固溶するが、チタニア（TiO₂）主体で、ルチル（Rutile：TiO₂）に近い組成の化合物である。素地部分の定量分析値は44.2% SiO₂-18.7% Al₂O₃-9.6% CaO-4.8% MgO-3.0% K₂O-5.5% TiO₂-2.4% MnO-8.2% FeO-1.7% ZrO₂（分析領域8）であった。非晶質硅酸塩である。

もう1視野、⑤に金属鉄部の反射電子像（COMP）を示す。定量分析値は明灰色部が97.1% Fe-0.8% P（分析領域9）、明白色部97.6% Fe-0.4% P（分析領域10）であった。共晶組織となるほど顕著な燐（P）偏析ではないが、フェライト結晶内に燐（P）が固溶している。

〈5〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）48.91%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は1.31%、酸化第1鉄（FeO）が21.43%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）44.32%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は16.11%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は1.60%と低値であった。砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は5.02%、バナジウム（V）が0.19%であった。また酸化マンガン（MnO）0.51%、酸化クロム（Cr₂O₃）は0.27%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）0.28%とやや高めであった。銅（Cu）は<0.01%で低値であった。

滓部の鉱物組成から、当遺物は砂鉄を高温下で製錬した反応副生物と推定される。また内部にはまとまった金属鉄が確認された。炭素量は0.1~0.2%前後の軟鉄であった。

◎ KAM-7：製錬滓（炉内滓）

〈1〉外観観察：やや扁平な炉内滓の破片（153.0g）と推定される。表面は黄褐色~茶褐色の土砂や鉄錆で覆われる。また木炭破片も複数混在している。地は暗灰色の滓で、着磁性はあるが金属探知器反応はない。まとまった鉄部が存在する可能性は低いと考えられる。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.5①~③に示す。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶フェライトが晶出する。製錬滓に最もよくみられる晶癖である。また②の明白色粒は金属鉄である。素地は白色のフェライトで、黒色層状のパーライトが少量析出する亜共析組織であった。炭素含有率は0.1%前後の軟鉄と推定される。③の灰褐色粒は遺物表面に付着する砂鉄粒子である。粒内の微細な暗灰色多角形鉱物は、燐灰石〔Apatite：Ca₅(PO₄)₃F〕と推測される。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）41.15%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は0.28%、酸化第1鉄（FeO）が31.37%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）23.56%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は27.22%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）の割合は1.98%と低値であった。砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は8.28%、バナジウム（V）が0.45%と高値であった。また酸化マンガン（MnO）は0.75%、酸化クロム（Cr₂O₃）0.62%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）0.52%と高めであった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当鉄滓は砂鉄起源の脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合が高く、砂鉄製錬に伴う反応副生物（滓）と推定される。

◎ KAM-8：鉄塊系遺物

〈1〉外観観察：小形の鉄塊系遺物（58.5 g）である。表面は茶褐色の鉄錆で覆われ、錆膨れも複数

生じている。また表面には微細な木炭破片が付着する。暗灰色の滓も部分的に確認されるが、広い範囲で金属探知器反応があり、鉄主体の遺物と推測される。

〈2〉マクロ組織：Photo.5 ④に示す。まとまりのよい金属鉄（明白色～褐色部）が確認された。一方写真下側の灰褐色部は製錬滓である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.5 ⑤⑥に示す。⑤の右上の暗灰色部は製錬滓で、滓中の淡褐色片状結晶シュードブルックaitまたはルチルと推測される。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。また⑥の左側も製錬滓で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネルが晶出する。

一方⑤の左下は金属鉄である。素地は層状のパーライトで、白色針状のセメンタイト（Cementite： Fe_3C ）が析出する過共析組織（ $\text{C} > 0.77\%$ ）であった。さらに明灰色点状のステダイト（Steadite： $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}_3\text{P}$ ）が晶出する。⑥の右側も金属鉄である。亜共析組織で、燐化鉄共晶（ $\alpha + \text{Fe}_3\text{P}$ ）が確認された。炭素含有率は0.4%～1.2%程度の鋼と推定される。

〈4〉EPMA調査：Photo.6 ①に金属鉄と滓が接する箇所の反射電子像（COMP）を示す。Photo.5 ⑤の右下の拡大である。滓中の淡褐色片状結晶は、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69.9% TiO_2 - 15.0% FeO - 4.6% Al_2O_3 - 3.7% MgO - 3.9% V_2O_5 - 2.0% Cr_2O_3 - 0.7% MnO - 2.0% ZrO_2 （分析点11）であった。他の元素を少量固溶するが、淡褐色片状結晶シュードブルックait（Pseudobrookite： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$ ）に近い組成の化合物であった。素地部分の定量分析値は42.7% SiO_2 - 15.7% Al_2O_3 - 2.5% CaO - 4.7% MgO - 1.3% K_2O - 23.2% FeO - 3.6% TiO_2 - 3.0% MnO - 1.9% ZrO_2 （分析点12）であった。非晶質硅酸塩である。また金属鉄表層の淡黄色部は、特性X線像では硫黄（S）に強い反応がある。定量分析値は62.6% Fe - 35.6% S （分析点16）であった。硫化鉄（ FeS ）である。また鉄中の網状の共晶組織部分は、特性X線像では燐（P）に強い反応がある。定量分析値は89.4% Fe - 9.5% P （分析点17）で、ステダイト（Steadite： $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}_3\text{P}$ ）に同定される。

Photo.6 ②に製錬滓および被熱砂鉄の反射電子像（COMP）を示す。Photo.5 ⑥の左側の拡大である。被熱砂鉄部分は、特性X線像ではクロム（Cr）に強い反応がある。定量分析値は33.6% FeO - 8.1% Al_2O_3 - 1.0% MgO - 54.4% Cr_2O_3 （分析領域13）であった。アルミナ（ Al_2O_3 ）、マグネシア（ MgO ）を含むクロム鉄鉱（Chromite： $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ）であった。その周囲の淡茶褐色多角形結晶は、特性X線像では鉄（Fe）、チタン（Ti）、クロム（Cr）に反応がみられる。定量分析値は42.8% FeO - 24.3% TiO_2 - 12.2% Cr_2O_3 - 8.7% Al_2O_3 - 5.3% V_2O_5 - 3.9% MgO - 1.7% MnO （分析領域14）であった。他の元素を含むが、ウルボスピネル（Ulvöspinel： $2\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ）とクロマイト（Chromite： $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ）を主な端成分とするスピネル類の化合物であった。素地部分の定量分析値は38.8% SiO_2 - 11.8% Al_2O_3 - 1.7% CaO - 7.4% MgO - 22.9% FeO - 6.2% TiO_2 - 2.3% MnO - 2.5% ZrO_2 （分析点15）であった。非晶質硅酸塩である。

もう1視野Photo.6 ③に金属鉄部の反射電子像（COMP）を示す。Photo.5 ⑥の右側の拡大である。共晶組織部分は特性X線像では燐（P）に強い反応がある。定量分析値は92.7% Fe - 6.3% P （分析点18）であった。燐化鉄共晶（ $\alpha + \text{Fe}_3\text{P}$ ）である。

〈5〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）50.59%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は10.93%、酸化第1鉄（ FeO ）が21.86%、酸化第2鉄（ Fe_2O_3 ）32.38%の割合であった。造滓成分（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ）17.94%で、このうち塩基性成分（ $\text{CaO} + \text{MgO}$ ）は0.98%であった。砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（ TiO_2 ）は2.81%、バナジウム（V）が0.19%と低めであった。また酸化マンガン（ MnO ）も0.20%、酸化クロム（ Cr_2O_3 ）0.38%、二酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）0.15%とやや高めであった。銅（Cu）は0.01%と低値である。

当遺物は滓の鉍物組成から、砂鉄を製錬してつくられた鉄塊と判断される。炭素量は部位によりばらつきがある。0.4%～1.2%の鋼と推定される。また部分的に燐（P）の偏析が確認された。

◎ KAM-9：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや小形で偏平な含鉄鉄滓の破片（47.3 g）である。素地は暗灰色で、上面は弱い流動状の滓である。側面は全面破面で、気孔は少なく緻密である。また茶褐色の銹化鉄部が点在しており、金属探知器反応もあるため、内部には金属鉄が含まれると推定される。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.7 ①～③に示す。暗灰色部は製錬滓で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。製錬滓に最もよくみられる晶癖である。一方滓中の明白色部は金属鉄である。ほぼ炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）40.63%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は5.74%、酸化第1鉄（FeO）が34.21%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）11.84%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）32.02%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は3.41%であった。砂鉄（含チタン鉄鉍）起源の二酸化チタン（TiO₂）は8.93%、バナジウム（V）0.36%と高めであった。また酸化マンガン（MnO）は0.94%、酸化クロム（Cr₂O₃）も0.51%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）0.53%と高めであった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当鉄滓も製錬滓（KAM-7）と同様、砂鉄起源の脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合が高く、砂鉄製錬に伴う反応副生物（滓）と推定される。また滓中にはほとんど浸炭していない微細な金属鉄（軟鉄）が複数確認された。

◎ KAM-10：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや小形で不定形の含鉄鉄滓（60.0 g）である。地は暗灰色の滓で、下面側は細かい木炭痕による凹凸が目立つ。また表面には薄く茶褐色の鉄錆が付着しており、金属探知器反応がある。内部には金属鉄が含まれると推定される。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.7 ④～⑥に示す。暗灰色部は製錬滓で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。製錬滓に最もよくみられる晶癖である。滓中の明白色～明灰色部は金属鉄である。⑤の左上はフェライト単相の組織部分、右下は亜共析組織部分の拡大である。また⑥の素地部分はベイナイト（Bainite）で、針状フェライトが少量析出する。これらの組織から、金属鉄部の炭素量は高い箇所でも0.15%前後の軟鉄と推定される。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）51.58%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は6.70%、酸化第1鉄（FeO）が39.13%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）20.65%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は19.32%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は1.74%であった。砂鉄（含チタン鉄鉍）起源の二酸化チタン（TiO₂）は5.98%、バナジウム（V）が0.21%であった。また酸化マンガン（MnO）は0.61%とやや高め、酸化クロム（Cr₂O₃）は0.27%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）は0.33%と高めであった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

以上の鉍物・化学組成から、当鉄滓も砂鉄製錬に伴う反応副生物（滓）と推定される。また滓中には微細な金属鉄が複数確認された。炭素量は高い箇所でも0.15%前後の軟鉄と推定される。

◎ KAM-11：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：不定形の含鉄鉄滓（163.5 g）である。地は細かい木炭痕による凹凸のある暗灰色の

滓と推定される。表面は広い範囲が黄褐色～茶褐色の鉄錆で覆われ、一部銹化に伴う割れも生じている。金属探知器反応もあるため、内部には金属鉄が含まれると考えられる。

〈2〉マクロ組織：Photo.8 ①に示す。写真右側の明白色～淡褐色部は金属鉄である。比較的まとまりのよい金属鉄部が確認された。一方下側の暗灰色部は製錬滓である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.8 ②③に示す。金属鉄部は亜共析組織～共析組織の鋼であった。炭素量は0.5～0.8%程度と推定される。②の素地部分はパーライトで、網状・粒状の燐化鉄共晶 ($\alpha + \text{Fe}_3\text{P}$) が確認された。③は炭素量がやや低く針状フェライトが析出する。またここでも不定形、粒状の燐化鉄共晶がみられた。

暗灰色部は製錬滓で、淡褐色片状結晶はシュードブルッカイトまたはルチルと推測される。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。

〈4〉EPMA 調査：Photo.8 ④に金属鉄部の反射電子像 (COMP) を示す。写真右上の粒状淡黄色部は、特性X線像では硫黄 (S) に強い反応がある。定量分析値は 63.3% Fe-33.5% S (分析領域 20) であった。硫化鉄 (FeS) である。また鉄中の網状の共晶組織部分は、特性X線像では燐 (P) に強い反応がある。また特性X線像をみると旧オーステナイト (Austenite: γ 鉄) 粒界に沿って、燐 (P) が分布している。この部分の定量分析値は 90.3% Fe-9.8% P (分析領域 21) で、燐化鉄共晶 ($\alpha + \text{Fe}_3\text{P}$) と推定される。

もう1視野、Photo.8 ⑤に滓部の反射電子像 (COMP) を示す。淡褐色片状結晶は、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 86.3% TiO_2 -1.9% FeO-6.2% MgO-3.8% Al_2O_3 -1.3% ZrO_2 (分析点 22) であった。他の元素を少量固溶するが、チタニア (TiO_2) 主体で、ルチル (Rutile: TiO_2) に近い組成の化合物である。素地部分の定量分析値は 60.4% SiO_2 -15.9% Al_2O_3 -4.3% CaO-6.1% MgO-3.3% K_2O -1.6% FeO-5.9% TiO_2 (分析領域 23) であった。非晶質珪酸塩である。

〈5〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 51.74%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 16.68%、酸化第1鉄 (FeO) が 14.59%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 33.87%の割合であった。造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 17.80%で、このうち塩基性成分 (CaO+MgO) は 1.25%と低値であった。砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO_2) は 2.55%、バナジウム (V) が 0.08%とやや低めであった。また酸化マンガン (MnO) は 0.28%、酸化クロム (Cr_2O_3) 0.15%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) も 0.13%とやや低めであった。銅 (Cu) は <0.01%と低値であった。

滓の鉱物組成から当鉄滓も高温下で砂鉄を製錬した反応副生物と推定される。滓中にはまとまりのよい金属鉄部が確認された。炭素量 0.5%～0.8%程度の鋼と推定される。また鉄中には燐 (P) 影響が顕著であった。

◎ KAM-12：砂鉄

〈1〉外観観察：製鉄炉 (SXW03) 床面から採取された砂鉄である。熱影響はみられない。やや小さく、角張った形状の粒が多い。なかには正八面体や六角板状の磁鉄鉱やチタン鉄鉱も観察される。また微細な石英・斜長石・角閃石などの造岩鉱物も混在する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.9 ①～③に示す。灰褐色粒は磁鉄鉱、または含チタン鉄鉱である。なかには③右側の粒のように縞状の離溶組織が観察されるものもある。また粒内の微細な暗灰色六角状の鉱物は燐灰石と推測される。暗灰色粒は石英・斜長石などの光を透過する造岩鉱物である。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 59.34%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 0.07%、酸化第1鉄 (FeO) が 26.29%、酸化第2鉄 (Fe_2O_3) 55.48%の割合であった。砂鉄以外の鉱

物由来の造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) は 8.04% で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) の割合は 1.80% と低い。また砂鉄 (含チタン鉄鉱) に含まれる二酸化チタン (TiO_2) は 9.47%、バナジウム (V) が 0.27% と高値であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.97%、酸化クロム (Cr_2O_3) が 0.28%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) 0.51% といずれも高値であった。銅 (Cu) は < 0.01% と低値であった。

当砂鉄はチタニア (TiO_2) の割合が高く、マンガン (MnO)、クロム (Cr_2O_3)、ジルコン (ZrO_2) も高値であった。製錬滓 (KAM-7) も同じ傾向がみられる。当遺跡での製鉄原料の特徴を示すものと考えられる。

◎ KAM-13：砂鉄

〈1〉 外観観察：木炭焼成遺構 (SW34) の埋土から採取した砂鉄である。熱影響はみられない。砂鉄 (KAM-12) よりもやや径の大きい粒の割合が高い。また角張った形状の粒が多く、なかには正八面体や六角板状の磁鉄鉱やチタン鉄鉱も観察される。他に微細な石英・斜長石・角閃石などの造岩鉱物が混在する。

〈2〉 顕微鏡組織：Photo.9 ④～⑥に示す。灰褐色粒は磁鉄鉱、または含チタン鉄鉱である。なかには⑤左上の粒のように格子状の離溶組織が観察されるものもある。また粒内の微細な黄色鉱物は黄銅鉱 (Chalcopyrite: CuFeS_2)、淡黄色鉱物は黄鉄鉱 (Pyrite: FeS_2) と推測される。暗灰色粒は石英・斜長石などの光を透過する造岩鉱物である。

〈3〉 化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 59.53% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 0.05%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 26.25%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 55.82% の割合であった。砂鉄以外の鉱物由来の造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) は 6.82% で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) の割合も 1.56% と低い。砂鉄 (含チタン鉄鉱) に含まれる二酸化チタン (TiO_2) は 8.47%、バナジウム (V) が 0.28% と高値であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.83%、酸化クロム (Cr_2O_3) が 0.26%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) は 0.36% と高値であった。銅 (Cu) は < 0.01% と低値であった。

当砂鉄も製鉄炉床面から採取した砂鉄 (KAM-12) とよく似た組成であった。チタニア (TiO_2) の割合が高く、マンガン (MnO)、クロム (Cr_2O_3)、ジルコン (ZrO_2) も高値であった。

◎ KAM-14：砂鉄

〈1〉 外観観察：排滓場 I (II 層) から採取された砂鉄である。熱影響はみられない。砂鉄の粒径にはややばらつきがある。また角張った形状の粒が多く、なかには正八面体や六角板状の磁鉄鉱やチタン鉄鉱も観察される。他に微細な石英・斜長石・角閃石などの造岩鉱物が混在する。

〈2〉 顕微鏡組織：Photo.10 ①～③に示す。灰褐色粒は磁鉄鉱、または含チタン鉄鉱である。なかには②上側や③左下の粒のように格子状の離溶組織が観察されるものもある。また粒内の微細な黄色鉱物は黄銅鉱、淡黄色鉱物は黄鉄鉱と推測される。暗灰色粒は石英・斜長石などの光を透過する造岩鉱物である。

〈3〉 化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 60.19% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 0.03%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 27.08%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 55.88% の割合であった。砂鉄以外の鉱物由来の造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) 5.89% で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) の割合も 1.45% と低値であった。砂鉄 (含チタン鉄鉱) に含まれる二酸化チタン (TiO_2) は 8.52%、バナジウム (V) が 0.28% と高値であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.79%、酸化ク

ロム (Cr_2O_3) 0.23%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) も 0.61% と高めであった。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

当砂鉄も、他遺構から出土した砂鉄 (KAM-12、13) とよく似た組成であった。

◎ KAM-15：砂鉄

〈1〉外観観察：排滓場 I (下層) から採取された砂鉄である。熱影響はみられない。II 層出土砂鉄 (KAM-14) よりもやや径の大きな粒の割合が高いと推測される。角張った形状の粒が多く、なかには正八面体や六角板状の磁鉄鉱やチタン鉄鉱も観察される。他に微細な石英・斜長石・角閃石などの造岩鉱物が混在する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.10 ④～⑥に示す。灰褐色粒は磁鉄鉱、または含チタン鉄鉱である。なかには⑤⑥左下の粒のように格子状の離溶組織が観察されるものもある。粒内の微細な淡黄色鉱物は黄鉄鉱と推測される。暗灰色粒は石英・斜長石などの光を透過する造岩鉱物である。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 60.16% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 0.02%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 26.96%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 55.98% の割合であった。砂鉄以外の鉱物由来の造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) は 6.95% で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) の割合も 1.41% と低値であった。砂鉄 (含チタン鉄鉱) に含まれる二酸化チタン (TiO_2) は 8.41%、バナジウム (V) が 0.28% であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.91%、酸化クロム (Cr_2O_3) 0.27%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) も 0.58% と高めであった。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

当砂鉄も、砂鉄 (KAM-12～14) とよく似た組成であった。

3-2. 平成 29 年度調査

◎ KAM-16：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：厚手の鉄滓の側面破片 (218.1 g) と推測される。地は暗灰色の滓であるが、全体に茶褐色の鉄錆が付着する。表面には錆化に伴う割れが生じている。金属探知器反応もあり、内部には微細な金属鉄が残存すると考えられる。また表面は微細な木炭痕による凹凸がみられる。木炭破片も僅かに付着している。破面には中小の気孔が多数散在するが、重量感のある滓である。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.11 ①～③に示す。素地 (暗灰色部) は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、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。また明色部は金属鉄である。②はほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織、③はフェライト素地に黒色のパーライトが析出する亜共析 ($\text{C} < 0.77\%$) 組織部分の拡大である。この金属組織から、金属鉄中の炭素量は最大で 0.25% 程度と推測される。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 56.40% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 7.02%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 38.61%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 27.69% の割合であった。造滓成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) は 16.34% で、このうち塩基性成分 ($\text{CaO} + \text{MgO}$) は 3.09% であった。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 4.20%、バナジウム (V) が 0.29% であった。酸化マンガン (MnO) が 0.39%、酸化クロム (Cr_2O_3) は 0.54% と高値であった。また二酸化ジルコニウム (ZrO_2) は 0.06% であった。

当鉄滓は、遺跡出土砂鉄 (KAM-12～15) と比較すると、チタニア (TiO_2) の割合が低い。マンガン (MnO)、ジルコン (ZrO_2) も低値であり、精錬鍛冶滓の可能性が高いと考えられる。または滓

中には微細な金属鉄が散在する。炭素量は最も高い箇所でも0.25%程度と推測される。

◎ KAM-17：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：不定形の含鉄鉄滓（186.2 g）である。やや歪な椀形鍛冶滓の可能性が考えられる。上下面とも細かい木炭痕による凹凸が著しい。木炭破片も僅かに付着している。また地は黒灰色の滓であるが、表面の広い範囲で茶褐色の鉄錆が付着する。弱い金属探知器反応もあり、内部には微細な金属鉄が残存すると考えられる。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.11 ④～⑥に示す。素地（暗灰色部）は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、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。また明白色部は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）49.06%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は0.59%、酸化第1鉄（FeO）が19.06%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）48.12%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は16.45%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は0.92%と低値であった。製鉄原料の砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は2.26%、バナジウム（V）が0.12%と低めであった。また酸化マンガン（MnO）0.27%、酸化クロム（Cr₂O₃）0.27%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）は0.02%と低値であった。

当鉄滓も砂鉄起源の脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合が低減しており、精錬鍛冶滓と推定される。また滓中の不定形小形の金属鉄部は、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。

◎ KAM-18：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：大形で厚手の鉄滓破片（534.7 g）である。地は黒灰色の滓で、長さ2 cm程の木炭痕が散在する。表面の広い範囲で茶褐色の鉄錆が付着する。弱い金属探知器反応もあり、内部には微細な金属鉄が残存すると考えられる。破面には中小の気孔が多数散在するが、緻密で重量感のある滓である。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.12 ①～③に示す。滓中には淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。ウスタイト（FeO）は確認されず、砂鉄製錬滓に最もよくみられる組成といえる。また滓中には非常に微細な金属鉄が点在する。②の明白色部はその拡大で、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。また表層部には、複数の被熱砂鉄（含チタン鉄鉱）が確認された。

〈3〉EPMA調査：Photo.12 ④に被熱砂鉄の反射電子像（COMP：Photo.12 ③の拡大）を示す。写真右側の砂鉄粒子は、特性X線像では鉄（Fe）、チタン（Ti）に強い反応がある。定量分析値は44.9% FeO-1.1% MgO-53.8% TiO₂（分析点1）であった。チタン鉄鉱（Ilmenite：FeO・TiO₂）で、少量マグネシア（MgO）を固溶する。砂鉄外周部および滓中の淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は61.5% FeO-33.2% TiO₂-3.4% Al₂O₃（分析点2）、55.9% FeO-25.2% TiO₂-7.7% Al₂O₃-5.8% Cr₂O₃-3.2% V₂O₃-1.1% MgO（分析点4）であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO・TiO₂）に近い組成で、少量アルミナ（Al₂O₃）等を固溶する。また砂鉄粒内の微細な淡灰色部と滓中の淡灰色結晶の定量分析値は55.7% FeO-7.6% MgO-1.0% MnO-33.2% SiO₂（分析点3）、63.3% FeO-3.7% MgO-1.2% MnO-30.3% SiO₂（分析点5）であった。ファヤライト（Fayalite：2FeO・SiO₂）に近い組成で、マグネシア（MgO）や酸化マンガン（MnO）を固溶する。

〈4〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）48.88%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は

4.06%、酸化第1鉄 (FeO) が 45.07%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 13.99%の割合であった。造滓成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) は 18.44%で、このうち塩基性成分 (CaO + MgO) の割合は 2.75%であった。製鉄原料の砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) 12.97%と高値であった。またバナジウム (V) は 0.59%、酸化マンガン (MnO) が 1.05%、酸化クロム (Cr₂O₃) 0.75%、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) 0.28%と高めであった。銅 (Cu) は <0.01%と低値であった。

以上の調査結果から、当鉄滓は砂鉄製錬に伴う反応副生物と推定される。また滓中には、非常に微細な金属鉄が散在するがまとまりはなく、滓として廃棄されたものと考えられる。

◎ KAM-19：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：大形の含鉄鉄滓 (492.4g) である。全体に最大長さ 20 mm程の木炭痕がみられる。特に下面は木炭痕による細かい凹凸が著しい。また表面は広い範囲で茶褐色の鉄錆が付着する。金属探知器反応もあり、内部に金属鉄が含まれるが、地は暗灰色の滓と推定される。

〈2〉マクロ組織：Photo.13 ①に示す。素地の明灰色部は滓である。滓中の上側の黒色部は木炭破片 (板目) で、発達した導管が分布する。広葉樹材の黒炭と推定される。一方、下側の明白色部は金属鉄である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.13 ②③に示す。金属鉄部は亜共析 (C<0.77) 組織であった。パーライトの面積率から、炭素量は 0.2～0.4%程度の鋼と推測される。また旧オーステナイト (Austenite：γ鉄) 粒界に沿って、粒状・不定形の硫化鉄 (FeS) が点在する。その周囲には燐化鉄共晶 (α + Fe₃P) が確認される。

③の左上は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、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。

〈4〉EPMA 調査：Photo.13 ④に鉄中非金属介在物の反射電子像 (COMP) を示す。中央の黄褐色粒は特性X線像をみると、硫黄 (S) に強い反応がある。定量分析値は 64.6% Fe - 32.6% S (分析点 6) であった。硫化鉄 (FeS) である。硫化鉄の周囲の金属鉄は、特性X線像では燐 (P) に強い反応がある。定量分析値は 87.1% Fe - 11.8% P (分析点 7) であった。燐化鉄共晶 (α + Fe₃P) と推定される。

もう1視野、滓部の組成を調査した。Photo.13 ⑤に反射電子像 (COMP) を示す。淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は 60.6% FeO - 23.5% TiO₂ - 9.3% Al₂O₃ - 2.5% V₂O₃ - 1.4% MgO - 1.1% Cr₂O₃ (分析点 8) であった。ウルボスピネル (Ulvöspinel：2FeO·TiO₂) に近い組成で、アルミナ (Al₂O₃) 等を固溶する。微細な白色粒状結晶の定量分析値は 95.2% FeO - 1.5% TiO₂ (分析点 9) であった。ウスタイト (Wustite：FeO) で、少量チタニア (TiO₂) を固溶する。淡灰色柱状結晶の定量分析値は 63.9% FeO - 3.3% MgO - 1.3% MnO - 29.9% SiO₂ (分析点 10) であった。ファヤライト (Fayalite：2FeO·SiO₂) で、少量マグネシア (MgO)、酸化マンガン (MnO) を固溶する。また素地部分の定量分析値は、39.2% SiO₂ - 15.6% Al₂O₃ - 9.7% CaO - 7.4% K₂O - 3.3% Na₂O - 3.9% P₂O₅ - 23.2% FeO (分析点 11) であった。非晶質硅酸塩である。

〈5〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分 (Total Fe) 48.39%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 0.80%、酸化第1鉄 (FeO) が 40.84%、酸化第2鉄 (Fe₂O₃) 22.66%の割合であった。造滓成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) 21.87%で、このうち塩基性成分 (CaO + MgO) の割合は 2.20%であった。製鉄原料の砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) は 6.66%、バナジウム (V) が 0.28%であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.75%、酸化クロム (Cr₂O₃) 0.34%、二酸化ジル

コニウム (ZrO_2) 0.11%であった。銅 (Cu) は<0.01%と低値であった。

当鉄滓は砂鉄 (KAM-12~15) と比較すると、脈石成分 (TiO_2 、V、MnO、 Cr_2O_3 、 ZrO_2) の割合が若干低めであるが、精錬鍛冶滓 (KAM-16、17) よりも高値傾向を示す。ウスタイト (Wustite: FeO) もごく僅かであり、砂鉄製錬滓と推測される。また滓中には、ごく小形の金属鉄が確認された。炭素量は 0.2~0.4%程度の鋼と推測される。

◎ KAM-20：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや小形の含鉄鉄滓 (145.9 g) である。表面は黄褐色の土砂や鉄錆で覆われる。金属探知器反応もあり、内部に金属鉄が含まれるが、地は暗灰色の滓と推定される。表面の気孔は少なく緻密である。

〈2〉マクロ組織：Photo.14 ①に示す。素地の灰褐色部は滓、不定形の微細な明白色部は金属鉄である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.14 ②③に示す。②は金属鉄部の拡大である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。③の左上は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また③の右下は遺物表面に付着した、砂鉄粒子である。熱影響はみられない。

〈4〉EPMA 調査：Photo.14 ④に付着砂鉄の反射電子像 (COMP) を示す。微細な淡黄色鉱物の定量分析値は 60.1% Fe-38.3% S (分析点 12) であった。黄鉄鉱 (Pyrite: FeS_2) と推定される。暗灰色鉱物の定量分析値は 75.0% SiO_2 -12.9% Al_2O_3 -2.2% Na_2O -3.4% FeO (分析点 13) であった。珪長質鉱物である。また砂鉄の素地部分の定量分析値は 78.5% FeO-10.7% TiO_2 -2.1% Al_2O_3 -1.8% MgO (分析点 14) であった。チタン磁鉄鉱 (Titanomagnetite) である。

もう 1 視野、滓部の調査を実施した。Photo.14 ⑤に反射電子像 (COMP) を示す。淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は 59.6% FeO-28.4% TiO_2 -6.5% Al_2O_3 -1.5% MgO-1.1% MnO (分析点 15) であった。ウルボスピネル ($Ulvöspinel: 2FeO \cdot TiO_2$) に近い組成で、アルミナ (Al_2O_3) 等を固溶する。淡灰色柱状結晶の定量分析値は 59.2% FeO-5.5% MgO-2.2% MnO (分析点 16) であった。ファヤライト ($Fayalite: 2FeO \cdot SiO_2$) で、マグネシア (MgO)、酸化マンガン (MnO) を固溶する。素地部分の定量分析値は 45.6% SiO_2 -15.0% Al_2O_3 -8.2% CaO-2.2% K_2O -3.4% P_2O_5 -21.5% FeO (分析点 17) であった。非晶質珪酸塩である。

〈5〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 58.97%に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 13.75%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 27.36%、酸化第 2 鉄 (Fe_2O_3) 34.25%の割合であった。造滓成分 ($SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$) は 12.46%とやや低めで、このうち塩基性成分 (CaO + MgO) 1.46%であった。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 7.83%であった。またバナジウム (V) は 0.46%、酸化マンガン (MnO) が 0.65%、酸化クロム (Cr_2O_3) は 0.83%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) 0.08%であった。銅 (Cu) は<0.01%であった。

当鉄滓は、脈石成分 (TiO_2 、V、MnO、 Cr_2O_3 、 ZrO_2) の割合が砂鉄 (KAM-12~15) に近く、製錬滓の可能性が高いと考えられる。また金属鉄の割合も高めであったが、滓中に微細な金属鉄が点在する状態のため、滓として廃棄されたものと推定される。

◎ KAM-21：鉄塊系遺物

〈1〉外観観察：小形で細長い形状の鉄塊系遺物 (39.4 g) である。表面は茶褐色の鉄錆で覆われる。また微細な木炭破片が複数付着する。また広範囲で強い金属探知器反応があり、内部にまとまった金

属鉄が存在する可能性が高いと考えられる。

〈2〉マクロ組織：Photo.15 ①に示す。不定形明白色～褐色部は金属鉄、暗灰色部はガラス質滓である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.15 ②③に示す。金属鉄部の素地はパーライトで、白色針状セメンタイトが析出する、また部分的に蜂の巣状のレデブライトが晶出する。浸炭の進んだ過共析組織～亜共晶組成白鑄鉄組織であった。また③右下の暗灰色部はガラス質滓である。

〈4〉EPMA 調査：Photo.15 ④に銹化鉄部の反射電子像 (COMP) を示す。写真上側の明灰色部は、特性X線像では、燐 (P) に強い反応がある。定量分析値は 75.8% Fe-11.1% P-10.7% O (分析点 18) であった。ステダイト (Steadite: Fe-Fe₃C-Fe₃P) と推定される。

さらに遺物表面に付着した砂鉄 (含チタン鉄鉱) の組成を調査した。Photo.15 ⑤に反射電子像 (COMP) を示す。定量分析値は 36.8% Ca-15.8% P-36.4% O-4.2% F (分析点 19) であった。燐灰石 [Apatite: Ca₅(PO₄)₃F] に同定される。また縞状の明色部の定量分析値は 66.0% FeO-27.1% TiO₂-5.5% MnO (分析点 20)、暗色部の定量分析値は 46.0% FeO-47.0% TiO₂-6.0% MnO (分析点 21) であった。明色部はウルボスピネル (Ulvöspinel: 2FeO·TiO₂)、暗色部はチタン鉄鉱イルメナイト (Ilmenite: FeO·TiO₂) と推定される。含チタン鉄鉱であった。

当遺物はガラス質滓 (粘土溶融物) が付着していることから、製鉄炉の炉壁付近で生じた小鉄塊と推測される。金属鉄は全体に浸炭が進んでおり、過共析組織～亜共晶組成白鑄鉄組織を呈する。また鉄中には部分的に燐 (P) の偏析が確認された。

◎ KAM-22：椀形鍛冶滓 (含鉄)

〈1〉外観観察：平面は楕円状で、やや小形の椀形鍛冶滓 (136.0 g) と推定される。全体が茶褐色の鉄錆で覆われる。弱い金属探知器反応もあり、内部には微細な金属鉄が含まれると考えられる。ただし地は暗灰色の滓と推測される。上下面とも細かい木炭痕による凹凸が目立つ。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.16 ①～③に示す。素地の灰褐色部は滓で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、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。

滓中の微細な明白色粒は金属鉄である。白色のフェライトおよび黒色層状のパーライトが析出する亜共析 (C<0.77) 組織が確認された。炭素量は 0.3～0.5% 程度と推測される。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) の割合は 58.39% と高目であった。このうち金属鉄 (Metallic Fe) は 1.53%、酸化第 1 鉄 (FeO) 45.39%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 30.85% であった。造滓成分 (SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O) は 11.07% と低めで、このうち塩基性成分 (CaO+MgO) の割合も 1.31% と低い。製鉄原料の砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) は 4.41%、バナジウム (V) が 0.27% と低めであった。また酸化マンガン (MnO) は 0.53%、酸化クロム (Cr₂O₃) 0.56%、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) 0.07% であった。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

当鉄滓は椀形鍛冶滓 (KAM-16、17) と同様、砂鉄起源の脈石成分 (TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂) の割合が低減している。発達したウスタイト (Wustite: FeO) も多数晶出することから、精錬鍛冶滓の可能性が高いと考えられる。また滓中には、微細な金属鉄が確認されたが、まともではなく滓として廃棄されたと考えられる。炭素量は 0.3～0.5% 程度の鋼と推測される。

◎ KAM-23：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：不定形小形の扁平な含鉄鉄滓 (34.9 g) である。表面は黄褐色の土砂や茶褐色の鉄錆で覆われる。また小形の木炭破片が付着する。部分的に銹化に伴う割れも生じており、弱い金属探

知器反応もある。このため内部に微細な金属鉄が含まれると考えられる。ただし地は暗灰色の滓と推測される。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.16 ④～⑥に示す。素地は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱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。また滓中の微細な明白色部は金属鉄である。フェライト単相またはフェライト素地に少量パーライトが析出する亜共析（C<0.77%）組織が確認された。この金属組織から、炭素量は最大でも0.1以下の軟鉄と推測される。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）44.13%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は5.65%、酸化第1鉄（FeO）が27.70%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）24.23%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は24.76%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は2.36%であった。製鉄原料の砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は8.72%と高めであった。またバナジウム（V）は0.58%、酸化マンガン（MnO）0.80%、酸化クロム（Cr₂O₃）は0.74%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）0.43%と高めであった。また銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当鉄滓は、砂鉄（KAM-12～15）と脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合がほぼ同等であった。滓中に発達したウスタイト（Wustite：FeO）もなく、砂鉄製錬滓と推定される。また滓中には、微細な金属鉄が多数散在するが、まとまりはなく滓として廃棄されたと考えられる。炭素量は高い箇所でも0.1%以下と推測される。

◎ KAM-24：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：不定形の含鉄鉄滓（173.9 g）である。表面には茶褐色の鉄錆が付着する。部分的に金属探知器反応もあるが、地は黒灰色の滓と考えられる。長さ10 mm前後の木炭痕による凹凸が顕著で、部分的に木炭自体が残存する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.17 ①～③に示す。①左側の黒色部は木炭破片（板目）である。発達した導管が分布する。広葉樹材の黒炭と推定される。素地は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱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。また滓中の微細な明白色部は金属鉄である。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。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）50.66%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は4.85%、酸化第1鉄（FeO）が44.25%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）16.32%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は20.10%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は2.70%であった。製鉄原料の砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は9.22%と高めであった。またバナジウム（V）0.24%、酸化マンガン（MnO）は0.92%と高めであった。酸化クロム（Cr₂O₃）は0.16%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）は0.60%であった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当鉄滓も砂鉄（KAM-12～15）と脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合がほぼ同等であった。滓中に発達したウスタイト（Wustite：FeO）もなく、砂鉄製錬滓と推定される。金属鉄は非常に微細でまとまりがないため、滓として廃棄されたと推定される。

◎ KAM-25：鉄塊系遺物

〈1〉外観観察：ごく小形で不定形の鉄塊系遺物（17.8 g）である。表面全体が茶褐色の鉄錆で覆われる。金属探知器反応も強い。表層には部分的に暗灰色の滓が付着するが、まとまった金属鉄が含まれる可能性が高いと考えられる。

〈2〉マクロ組織：Photo.17 ④に示す。まとまりの良い金属鉄（淡褐色部）主体の遺物であった。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.17 ⑤⑥に示す。金属鉄部は素地がパーライトで、表層部で少量針状フェライトが析出する亜共析～共析（ $C \leq 0.77\%$ ）組織であった。炭素量は0.6～0.8%弱と推定される。また⑤の右上は滓部で、白色針状結晶イルメナイト、淡褐色片状結晶シュードブルッカイトが晶出する。高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖である。

〈4〉EPMA調査：Photo.18 ①に滓部の反射電子像（COMP）を示す。淡褐色結晶の定量分析値は17.3% FeO-68.9% TiO₂-7.6% V₂O₃-2.9% MgO-2.5% Al₂O₃-1.3% Cr₂O₃（分析点22）であった。シュードブルッカイト（Pseudobrookite：Fe₂O₃·TiO₂）と推定される。白色結晶の定量分析値は39.2% FeO-53.5% TiO₂-2.9% V₂O₃-2.7% MgO-1.5% MnO（分析点23）であった。イルメナイトと（Ilmenite：FeO·TiO₂）と推定される。

もう1視野、滓部の組成を調査した。淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は50.0% FeO-30.5% TiO₂-6.3% V₂O₃-5.2% Cr₂O₃-4.2% Al₂O₃-2.6% MgO-1.5% MnO（分析点24）であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO·TiO₂）に近い組成であった。淡灰色結晶の定量分析値は29.0% FeO-9.1% MgO-2.0% MnO-45.6% SiO₂（分析点25）であった。フェロシライト〔Ferrosilite：(Fe,Mg)₂Si₂O₆〕と推定される。また素地部分の定量分析値は49.5% SiO₂-13.2% Al₂O₃-4.5% CaO-1.9% MgO-1.6% K₂O-21.9% FeO-3.4% TiO₂-1.4% MnO-1.1% ZrO₂（分析点26）であった。非晶質硅酸塩である。

滓部の鉍物組成から、当遺物は砂鉄を高温製錬してできた小鉄塊と推定される。金属鉄部は高炭素鋼（C：0.6～0.8%弱）であった。

◎ KAM-26：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：やや小形の含鉄鉄滓（85.9 g）である。表面は微細な木炭破片や茶褐色の鉄錆が付着する。銹化に伴う微細な割れが生じており、金属探知器反応もみられるが、地は暗灰色の滓である。破面には、中小の気孔が点在する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.18 ③～⑤に示す。素地の暗灰色部は滓で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、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。

滓中の微細な明白色部は金属鉄である。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織、または少量パーライトが析出する亜共析組織が確認された。炭素量は高い箇所でも0.1%前後と推定される。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）55.83%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は3.94%、酸化第1鉄（FeO）が45.42%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）23.71%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は13.95%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）の割合は1.99%であった。製鉄原料の砂鉄（含チタン鉄鉍）起源の二酸化チタン（TiO₂）は5.41%、バナジウム（V）が0.26%であった。また酸化マンガン（MnO）は0.74%、酸化クロム（Cr₂O₃）0.48%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）が0.14%であった。銅（Cu）は<0.01%と低値である。

当鉄滓は含鉄鉄滓（KAM-16、17、22）と同様、砂鉄起源の脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合が低減している。発達したウスタイト（Wustite：FeO）も多数晶出することから、精錬鍛冶滓の可能性が高いと考えられる。また金属鉄は非常に微細でまとまりがないため、滓として廃棄されたと推定される。

◎ KAM-27：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：小形の含鉄鉄滓（52.0 g）である。表面は茶褐色の鉄錆が付着する。銹化に伴う微細な割れが生じており、金属探知器反応もみられるが、地は暗灰色の滓である。上下面とも微細な木

炭痕による凹凸がある。

〈2〉マクロ組織：Photo.19 ①に示す。素地部分は暗灰色の滓である。また滓中には部分的に微細な金属鉄が含まれる。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.19 ②③に示す。滓中にはごく微細な淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色樹枝状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また金属鉄はほぼフェライト単相の組織であった。

〈4〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 63.24% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 7.93%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 46.37%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 27.55% の割合であった。造滓成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) は 11.24% と低めで、このうち塩基性成分 (CaO + MgO) の割合も 0.78% と低値であった。製鉄原料の砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) は 1.97%、バナジウム (V) が 0.13% であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.27%、酸化クロム (Cr₂O₃) が 0.35%、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) も 0.04% と低め傾向を示した。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

当鉄滓も含鉄鉄滓 (KAM-16、17、22) と同様、砂鉄起源の脈石成分 (TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂) の割合が低減している。発達したウスタイト (Wustite: FeO) も多数晶出することから、精錬鍛冶滓と推定される。また金属鉄は非常に微細でまとまりがなく、滓として廃棄されたと推定される。

◎ KAM-28：椀形鍛冶滓

〈1〉外観観察：やや小形で完形の鉄塊系遺物 (169.2 g) である。表面には茶褐色の鉄錆が付着するが、金属探知器反応はみられない。上面は中央がやや窪む形状で、下面は浅い皿状を呈する。また全体に細かい木炭痕による凹凸が目立つ。微細な木炭破片も複数付着する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.19 ④～⑥に示す。淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、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析出する。

また滓の表面や内部に微細な金属鉄が少量確認された。⑤中央の金属鉄粒の素地はパーライトで、白色のセメンタイトが析出する過共析組織であった。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。全鉄分 (Total Fe) 57.80% に対して、金属鉄 (Metallic Fe) は 0.17%、酸化第 1 鉄 (FeO) が 56.06%、酸化第 2 鉄 (Fe₂O₃) 20.10% の割合であった。造滓成分 (SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O) は 15.80% で、このうち塩基性成分 (CaO + MgO) は 1.11% であった。製鉄原料の砂鉄 (含チタン鉄鉱) 起源の二酸化チタン (TiO₂) は 3.13%、バナジウム (V) が 0.12% であった。また酸化マンガン (MnO) は 0.44%、酸化クロム (Cr₂O₃) は 0.24%、二酸化ジルコニウム (ZrO₂) 0.06% であった。銅 (Cu) は <0.01% と低値であった。

当鉄滓も含鉄鉄滓 (KAM-16、17、22、27) と同様、砂鉄起源の脈石成分 (TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂) の割合が低減している。発達したウスタイト (Wustite: FeO) も多数晶出することから、精錬鍛冶滓と推定される。

◎ KAM-29：含鉄鉄滓

〈1〉外観観察：細長くやや偏平な形状の含鉄鉄滓 (78.3 g) である。表面は茶褐色の鉄錆で覆われる。弱い金属探知器反応もあるが、地は暗灰色の滓と推定される。滓中の気孔は少なく、部分的に細かい凹凸が観察される。また表面には微細な木炭破片が複数付着する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.20 ①～③に示す。素地は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、淡灰色柱状結晶ファヤライトが晶出する。また滓中の微細な明白色部は金属鉄である。素地は白色の

フェライトで、少量黒色のパーライトが析出する亜共析組織であった。炭素量は0.1%未満の軟鉄と推定される。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）45.05%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は8.49%、酸化第1鉄（FeO）が35.11%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）13.25%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は25.58%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は3.07%であった。製鉄原料の砂鉄（含チタン鉄鉱）起源の二酸化チタン（TiO₂）は10.87%と高値であった。またバナジウム（V）は0.49%、酸化マンガン（MnO）が1.01%、酸化クロム（Cr₂O₃）0.54%、二酸化ジルコニウム（ZrO₂）0.65%と高めであった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当鉄滓は、砂鉄（KAM-12～15）よりも脈石成分（TiO₂、V、MnO、Cr₂O₃、ZrO₂）の割合が高く、滓中に発達したウスタイト（Wustite：FeO）もみられない。砂鉄製錬滓と推定される。金属鉄は非常に微細でまとまりがないため、滓として廃棄されたと推定される。

◎ KAM-30：炉内滓（含鉄）

〈1〉外観観察：大形で厚手の炉内滓の破片（503.8 g）と推定される。地は暗灰色の滓で、やや大形の木炭痕が散在する。また部分的に強い金属探知器反応があり、内部にまとまった金属鉄が存在する可能性が高いと考えられる。

〈2〉マクロ組織：Photo.20 ④に示す。観察面で長径が40 mm程の非常にまとまりのよい金属鉄部が確認された。表層側は片状黒鉛（Graphite：C）が析出し、内側は蜂の巣状のレデブライト（Ledeburite）が晶出する斑鑄鉄であった。また周囲の暗灰色部は滓である。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.20 ⑤⑥に示す。⑤左上は滓部で、淡茶褐色多角形結晶ウルボスピネル、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。また⑤の右下および⑥は金属鉄表層部の拡大で、片状黒鉛が確認された。

〈4〉EPMA調査：Photo.21 ①に金属鉄（表層側）の反射電子像（COMP）を示す。片状黒色部は、特性X線像では炭素（C）に強い反応がみられる。黒鉛（Graphite：C）と推定される。また黄褐色粒状部は、特性X線像では硫黄（S）に強い反応がある。定量分析値は59.6% Fe-1.8% Cr-35.7%であった（分析点27）。硫化鉄に同定される。点列状明灰色部は特性X線像では、燐（P）に強い反応がある。定量分析値は89.2% Fe-7.1% P（分析点28）であった。ステダイト（Steadite：Fe-Fe₃P-Fe₃C）に同定される。

もう1視野、滓部の組成を調査した。反射電子像（COMP）をPhoto.21 ②に示す。淡茶褐色多角形結晶の定量分析値は49.0% FeO-31.6% TiO₂-5.0% Cr₂O₃-4.7% V₂O₃-4.6% Al₂O₃-2.9% MgO（分析点29）であった。ウルボスピネル（Ulvöspinel：2FeO·TiO₂）に近い組成で、酸化クロム（Cr₂O₃）等を少量固溶する。また淡褐色結晶の定量分析値は18.1% FeO-68.5% TiO₂-6.3% V₂O₃-2.6% MgO-2.7% Al₂O₃-1.3% Cr₂O₃-1.2% ZrO₂（分析点30）であった。シュードブルツカイト（Pseudobrookite：Fe₂O₃·TiO₂）と推定される。白色結晶の定量分析値は37.7% FeO-53.0% TiO₂-3.0% MgO-2.2% MnO-2.1% V₂O₃（分析点31）であった。イルメナイトと（Ilmenite：FeO·TiO₂）と推定される。素地の暗灰色部の定量分析値は49.9% SiO₂-13.7% Al₂O₃-2.5% CaO-3.3% MgO-1.8% K₂O-2.0% MnO-1.5% ZrO₂-19.0% FeO-4.2% TiO₂（分析点32）であった。非晶質硅酸塩である。

〈5〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）40.65%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は11.12%、酸化第1鉄（FeO）が14.07%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）26.58%の割合であった。造滓成分（SiO₂+Al₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O）は30.12%で、このうち塩基性成分（CaO+MgO）は2.66%

であった。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9.30%と高値であった。またバナジウム（V）は0.24%、酸化マンガン（ MnO ）が0.99%、酸化クロム（ Cr_2O_3 ）0.24%、二酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）は0.64%と高めであった。銅（Cu）は<0.01%と低値であった。

当遺物は内部に大形の鑄鉄塊（斑鑄鉄）を含む、砂鉄製鍊滓であった。

◎ KAM-31：鍛造剥片

[KAM-31-1：11×5×0.25 mm]

- 〈1〉外観観察：大形でやや厚手の平坦な剥片である。色調は暗灰色で、微細な凹凸がみられる。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.21 ③④に示す。表層（写真上側）のごく薄い明白色層はヘマタイト（Hematite： Fe_2O_3 ）、中間の灰褐色層はマグネタイト（Magnetite： $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）、灰色層はウスタイト（Wustite： FeO ）である。

[KAM-31-2：7×4.5×0.2 mm]

- 〈1〉外観観察：やや薄手の平坦な剥片である。色調は暗灰色で、裏面側に微細な凹凸がみられる。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.21 ⑤⑥に示す。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、灰色層はウスタイトである。

[KAM-31-3：7×4×0.2 mm]

- 〈1〉外観観察：やや薄手で平坦な剥片である。色調は暗灰色で、裏面側には微細な凹凸がみられる。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.22 ①②に示す。表層の針状明白色部はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、灰色層はウスタイトである。

[KAM-31-4：7×3.5×0.2 mm]

- 〈1〉外観観察：やや薄手で緩やかに湾曲した剥片である。色調は暗灰色で、裏面側には微細な凹凸がみられる。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.22 ③④に示す。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、灰色層はウスタイトである。

[KAM-31-5：4×3.5×0.15 mm]

- 〈1〉外観観察：薄手で平坦な剥片である。色調は暗灰色で、表裏面とも平滑である。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.22 ⑤⑥に示す。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、灰色層はウスタイトである。

[KAM-31-6：3.5×2.5×0.1 mm]

- 〈1〉外観観察：薄手で平坦な剥片である。色調は暗灰色で、表裏面とも平滑である。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.22 ⑦⑧に示す。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、灰色層はウスタイトである。

分析調査を実施した試料6点（KAM-31-1～6）は、いずれも鉄酸化物の3層構造（ヘマタイト、マグネタイト、ウスタイト）が確認された。熱間での鍛打加工に伴う微細遺物であった。

◎ KAM-32：粒状滓・鍛造剥片

[KAM-32-1：5 mm（長径）]

- 〈1〉外観観察：やや歪な雫状の滓である。色調は暗灰色で着磁性がある。端部の棘状の突起を除いて表面は比較的平滑である。
 〈2〉顕微鏡組織：Photo.23 ①②に示す。白色樹枝状結晶ウスタイト、淡灰色柱状結晶ファヤライト

が晶出する。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。

[KAM-32-2：4 mm（長径）]

〈1〉外観観察：やや歪な粒状の滓で、2箇所棘状の突起がある。色調は暗灰色で着磁性がある。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.23 ③④に示す。

[KAM-32-3：5 mm（長径）]

〈1〉外観観察：大小二つの粒状滓がつながった遺物である。色調は暗灰色で着磁性がある。表面には微細な砂粒等が付着する。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.23 ⑤⑥に示す。⑥上側の薄板状明灰色部は、表面に付着した鍛造剥片である。また滓中には白色樹枝状結晶ウスタイト、灰褐色多角形結晶マグネタイト、淡灰色柱状結晶フェライトが晶出する。鍛錬鍛冶滓の晶癖である。

[KAM-32-4：10×6×1.0 mm]

〈1〉外観観察：大形で厚手の剥片様遺物である。色調は暗灰色である。また表面は比較的平滑で、裏面は皺状の凹凸がみられる。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.23 ⑦⑧に示す。素地は暗灰色のガラス質滓（非晶質珪酸塩）で、白色粒状結晶ウスタイトが晶出する。鍛錬鍛冶滓の晶癖といえる。

[KAM-32-5：6×5.5×0.2 mm]

〈1〉外観観察：やや薄手で平坦な剥片である。色調は暗灰色で、表裏面とも平滑である。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.24 ①②に示す。明白色層はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、灰色層はウスタイトである。

[KAM-32-6：5.5×4.5×0.2 mm]

〈1〉外観観察：やや薄手で平坦な剥片である。色調は暗灰色で、表裏面とも微細な凹凸がある。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.24 ③④に示す。明白色層はヘマタイト、中間の灰褐色層はマグネタイト、灰色層はウスタイトである。

粒状滓3点（KAM-32-1～3）、厚手の剥片様遺物1点（KAM-32-4）は、鍛錬鍛冶滓と同様の鉱物組成であった。鍛錬の際、鉄素材とその表面に塗布された粘土の反応副生物と推定される。また鍛造剥片2点（KAM-32-5、6）は、鉄酸化物の3層構造（ヘマタイト、マグネタイト、ウスタイト）が確認された。

◎ KAM-33：砂鉄

〈1〉外観観察：奥蔵の沢で採取された砂鉄である。砂鉄は径のばらつきが大きく角ばった形状のものが多。正八面体の結晶形の残る粒も複数確認される。また他の造岩鉱物と分離していないものも観察されるなど、水流による摩耗や淘汰は弱い状態であった。砂鉄以外には、斜長石、角閃石が含まれる。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.24 ⑤～⑦に示す。灰褐色粒は砂鉄（磁鉄鉱または含チタン鉄鉱）、暗灰色粒は光を透過する他の造岩鉱物（斜長石、角閃石等）である。

〈3〉化学組成分析：Table2に示す。全鉄分（Total Fe）49.44%に対して、金属鉄（Metallic Fe）は0.07%、酸化第1鉄（FeO）が19.73%、酸化第2鉄（Fe₂O₃）48.66%の割合であった。造滓成分（SiO₂ + Al₂O₃ + CaO + MgO + K₂O + Na₂O）は25.61%で、このうち塩基性成分（CaO + MgO）は5.39%とやや高めであった。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3.72%と低めであった。またバナジウム（V）は0.24%、酸化マンガン（MnO）が0.39%、酸化クロム（Cr₂O₃）

0.05%、二酸化ジルコニウム (ZrO_2) 0.03%と低めであった。銅 (Cu) は<0.01%と低値であった。

奥蔵の沢で採取された砂鉄は、遺跡から出土した砂鉄 (KAM-12~15) よりも脈石成分 (TiO_2 、V、 MnO 、 Cr_2O_3 、 ZrO_2) の割合が高い。なかでもクロム (Cr_2O_3)、ジルコン (ZrO_2) は低値傾向が著しい。このため当遺跡での製鉄原料の採取地は、異なる場所であった可能性が高いと考えられる。

◎ KAM-34 : 羽口

〈1〉外観観察：大形の羽口破片 (476.1 g) である。強い熱影響を受けて、先端部は黒色ガラス質化している。ガラス質滓表層にはごく薄く茶褐色の鉄錆が付着する。また穿孔部側に暗灰色の滓が若干付着しており、先端部には弱い着磁性もみられる。胎土部分は淡褐色の粘土質で、真砂 (花こう岩の風化砂) を多量に混和している。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.25 ①~③に示す。羽口先端部分の拡大である。素地はガラス質滓 (非晶質硅酸塩) で、羽口粘土中に混和された砂粒 (暗灰色部) が多数散在する。②の白色粒は表面に付着した金属鉄であった。ほとんど炭素を含まないフェライト単相の組織が確認された。また③は滓部の拡大で、白色針状結晶イルメナイトが晶出する。比較的高温下で生じた砂鉄製錬滓の晶癖といえる。また後述するように淡茶褐色多角形結晶はマグネタイトとヘルシナイトを主な端成分とする固溶体であった。

〈3〉EPMA 調査：Photo.25 ④にガラス質滓の反射電子像 (COMP) を示す。写真右側の暗灰色粒は特性X線像では珪素 (Si) に強い反応がある。定量分析値は 98.4% SiO_2 (分析点 33) であった。石英 (Quartz : SiO_2) と推定される。また左側の粒状暗灰色部は、特性X線像では鉄 (Fe)、クロム (Cr) に反応がある。定量分析値は 47.6% FeO - 31.5% Cr_2O_3 - 11.2% Al_2O_3 - 3.1% MgO - 1.1% TiO_2 - 1.1% MnO (分析点 34) であった。スピネル系の化合物で、クロマイト (Chromite : $FeO \cdot Cr_2O_3$) とヘルシナイト (Hercynite : $FeO \cdot Al_2O_3$) を主な端成分とする固溶体と推定される。

もう1視野、滓部の反射電子像を Photo.25 ⑤に示す。特性X線像では鉄 (Fe)、チタン (Ti) に強い反応がある。定量分析値は 40.0% FeO - 40.5% TiO_2 - 9.2% Al_2O_3 (分析点 35) であった。イルメナイト (Ilmenite : $FeO \cdot TiO_2$) に近い組成で、少量アルミナ (Al_2O_3) 等を固溶する。また素地部分の定量分析値は 48.6% SiO_2 - 17.6% Al_2O_3 - 2.7% CaO - 1.9% MgO - 2.3% K_2O - 18.1% FeO - 5.1% TiO_2 (分析点 36) であった。非晶質硅酸塩である。

〈4〉化学組成分析：Table2 に示す。強熱減量 (Ig loss) は 1.97%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った。軟化性成分の鉄分 (Total Fe) は 2.55%、耐火性に有利なアルミナ (Al_2O_3) は 26.06%と高値であった。

〈5〉耐火度：1500°Cであった。

当羽口は付着滓の鉍物組成 (砂鉄製錬滓) から、製鉄炉に装着されたと判断される。耐火性は 1500°Cと非常に高く、羽口の溶損等に配慮した粘土が選択されたと考えられる。

◎ KAM-35 : 羽口

〈1〉外観観察：大形の羽口破片 (836.6 g) である。強い熱影響を受けて、先端部は黒色ガラス質滓化している。また胎土部分は淡褐色の粘土質で、真砂 (花こう岩の風化砂) を多量に混和している。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.26 ①~③に示す。外面表層の拡大である。素地はガラス質滓で、滓中の微細な白色結晶はウスタイトまたはマグネタイトと推定される。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。強熱減量 (Ig loss) は 1.42%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った。軟化性成分の鉄分 (Total Fe) は 2.34% で、耐火性に有利なアルミナ (Al_2O_3) 23.44% と高値であった。

〈4〉耐火度：1460℃であった。

当羽口も羽口 (KAM-34) と同様、耐火性の高い性状であった。また滓中に鉄酸化物が確認されたが、これは砂鉄 (磁鉄鉱) が分解・滓化した場合と、鍛冶工程で鉄素材が酸化して生じる場合があり、付着滓から作業工程を断定することは難しい。

KAM-36：炉壁

〈1〉外観観察：熱影響を受けて内面がガラス質化した炉壁片 (21.7 g) である。ガラス質滓表層には木炭痕による細かい凹凸がみられる。外面の炉壁は淡褐色～灰褐色で、スサを多量に混和している。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.26 ④⑤に示す。素地はガラス質滓で、滓中には白色粒状結晶ウスタイト (Wustite： FeO) が晶出する。

羽口 (KAM-35) と同様、滓中に鉄酸化物が確認されたが、この付着滓で作業工程を断定することは難しい。

◎ KAM-37：炉壁

〈1〉外観観察：熱影響を受けて内面がガラス質化した炉壁片 (96.2 g) である。内面表面には茶褐色の鉄錆が付着しており着磁性もみられる。炉壁粘土は淡褐色砂質で、スサを多量に混和している。

〈2〉顕微鏡組織：Photo.26 ⑥⑦に示す。内面表層部を観察した。素地はガラス質滓 (非晶質珪酸塩) で、内部には石英・長石類などの砂粒が多数点在する。これは炉壁粘土中に混和されたものと推定される。また表層には部分的に白色粒状結晶ウスタイト、灰褐色多角形結晶マグネタイトが晶出する。部分的に砂鉄粒子の形状を残しており、製鉄炉内に装入された砂鉄が分解・滓化した可能性が考えられる。

〈3〉化学組成分析：Table2 に示す。強熱減量 (Ig loss) は 0.62% 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。軟化性成分の鉄分 (Total Fe) 3.38% とやや高め、耐火性に寄与するアルミナ (Al_2O_3) は 13.37% と低値であった。

〈4〉耐火度：1120℃であった。羽口 (KAM-34, 35) と比較すると耐火性の低い性状であった。炉壁は耐火性よりも造滓剤としての役割が重視されていた可能性が考えられる。

◎ KAM-38：炉壁

〈1〉外観観察：内面に被熱砂鉄が溶着した炉壁片 (185.4 g) と推測される。また内面表層には薄く茶褐色の鉄錆が付着する。砂鉄が還元して生じた微細な金属鉄が錆化したものと推測される。外側の炉壁部分は灰褐色で、短く切ったスサや砂粒、小礫が混和されている。

〈2〉マクロ組織：Photo.27 ①に示す。内面表層 (写真上側) はガラス質化が進んでいる。また内部灰褐色粒は被熱砂鉄である。一方素地は粘土鉱物で、内部に砂粒が混和されている。

〈3〉顕微鏡組織：Photo.27 ②③に示す。被熱砂鉄 (含チタン鉄鉱) の拡大である。内部の微細な明白色粒は金属鉄で、還元・滓化の進んだ砂鉄粒子が複数確認された。

〈4〉EPMA 調査：Photo.27 ④に滓部の反射電子像 (COMP) を示す。写真右側の淡褐色片状結晶は、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 15.9% FeO - 75.5% TiO_2 - 3.7% MgO - 1.8% V_2O_5 - 1.8% Al_2O_3 - 1.3% MnO - 1.3% Cr_2O_3 (分析点 38) であった。シュードブルックイト

(Pseudobrookite : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$) と推定される。左側の被熱砂鉄は、明色部の定量分析値は 86.2% FeO - 3.2% MgO - 3.0% Al_2O_3 - 1.6% TiO_2 (分析点 39)、暗色部の定量分析値は 45.3% FeO - 20.8% TiO_2 - 14.1% MgO - 3.9% V_2O_5 - 1.2% MnO (分析点 40) であった。前者は磁鉄鉱 (Magnetite : $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) に近い組成で、後者はチタニア (TiO_2)、マグネシア (MgO)、アルミナ (Al_2O_3) が高い割合で含まれる。また素地の暗灰色部の定量分析値は 49.6% SiO_2 - 15.8% Al_2O_3 - 7.0% CaO - 2.2% MgO - 1.7% K_2O - 12.6% FeO - 7.0% TiO_2 - 1.8% MnO (分析点 41) であった。非晶質硅酸塩である。

当炉壁内面には、還元・滓化した被熱砂鉄粒子 (含チタン鉄鉱) が溶着することから、砂鉄製錬滓に用いられたものと判断される。

(3) ま と め

上代川遺跡から出土した製鉄～鍛冶関連遺物を調査した結果、当遺跡では砂鉄製錬から鍛造鉄器製作までの一連の作業が行われていたと推定される。詳細は以下の通りである。

〈1〉遺跡内で採取された砂鉄 (KAM-12～15) は、チタニアの割合が高く (TiO_2 : 8.41～9.47%)、マンガン (MnO : 0.79～0.97%)、クロム (Cr_2O_3 : 0.23～0.28%)、ジルコン (ZrO_2 : 0.36～0.61%) も高めであった。

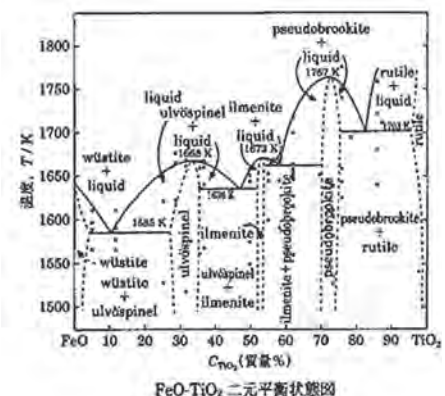
岩手県下には磁鉄鉱系列の花こう岩が分布しており、下閉伊郡では花こう岩起源の低チタン砂鉄を製鉄原料とした製鉄遺跡が多数確認されている。しかし上代川遺跡の出土砂鉄は、こうした製鉄遺跡群の砂鉄とは異なり、チタニア (TiO_2) 以外の特徴的な元素のうち、ジルコン (ZrO_2) は、花こう岩、花こう閃緑岩、デイサイトなどの珪長質火成岩に多く含まれる。これに対してクロム (Cr_2O_3) は蛇紋岩や斑れい岩など苦鉄質岩に特徴的な元素である (注3)。従って、異なる母岩からの砂鉄が混じる河川または海浜で砂鉄を採取して、鉄生産に用いたと推察される。

奥蔵の沢から採取された砂鉄 (KAM-33) は、前年度調査した遺跡出土砂鉄 (KAM-12～15) と比較して、チタニアの割合がやや低めであった (TiO_2 : 3.72%)。このため当遺跡では、もう少し苦鉄質の岩石または火山噴出物を母岩とする、チタニアの割合の高い砂鉄を採取して、鉄源としていたと推測される。

〈2〉鉄滓 (KAM-7、18、23、24、29、30) は、砂鉄製錬滓に分類される。イルメナイト (Ilmenite : $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) や、シュードブルッカイト (Pseudobrookite : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$) といった高温下で生じる鉄チタン酸化物が晶出する滓も確認された。このことから製鉄炉は、操業中比較的高温が保持されていたと考えられる。

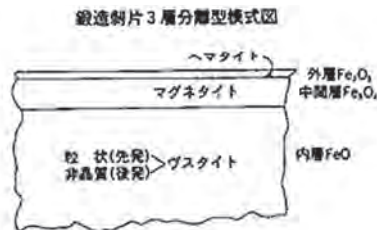
〈3〉鉄塊系遺物 (KAM-6、8、21、25)、および炉内滓 (KAM-30) に含まれていた大形の金属鉄部などの金属組織を観察した結果、軟鉄から鑄鉄塊までが確認された。砂鉄製錬によってさまざまな炭素量の鉄塊が生じており、目的・用途に合わせて後工程 (精錬～鍛錬鍛冶) で、選択・調整して、製品化されたものと考えられる。

〈4〉含鉄鉄滓 (KAM-1、5、16、17、26、27) は、金属鉄部の影響を考慮しても脈石成分の割合が低めであった。これらは椀形鍛冶滓 (KAM-22、28) とともに、鍛冶原料 (製錬鉄塊系遺物) の不純物 (金属鉄と分離不十分な砂鉄製錬滓) の除去で生じた精錬鍛冶滓の可能性が高いと考えられる。近接した場所で製鉄～鍛冶作業が連続して行われたことを示すものといえる。



さらに粒状滓（注4）や鍛造剥片（注5）（KAM-31、32）などが確認された。これらは熱間での鍛打に伴う微細遺物であり、遺跡内で鍛造鉄器の製作が行われたことを示唆するものといえる。

〈5〉大形の羽口2点はともに、耐火性に優れた性状であった（KAM-34：1500℃、KAM-1460℃）。羽口直下が最も高温に曝されるため、耐火性の高い粘土が選択されていたと推測される。一方炉壁の耐火度はやや低めであった（KAM-37：1120℃）。これが意図的な選択であれば、造滓剤の役割を重視していた可能性が考えられる。



注)

○木下亀城・小川留太郎『岩石鉱物』保育社 1995

チタン鉄鉱は赤鉄鉱とあらゆる割合に混じりあった固溶体をつくる。(中略)チタン鉄鉱と赤鉄鉱の固溶体には、チタン鉄鉱あるいは赤鉄鉱の結晶をなし、全体が完全に均質なものと、チタン鉄鉱と赤鉄鉱が平行にならんで規則正しい縞状構造を示すものがある。

チタン鉄鉱は磁鉄鉱とも固溶体をつくり、これにも均質なものと、縞状のものがある。(中略)このようなチタン鉄鉱と赤鉄鉱、または磁鉄鉱との固溶体を含チタン鉄鉱 Titaniferous iron ore という。

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

[イルメナイト (Ilmenite : FeO·TiO₂)、シュードブルッカイト (Pseudobrookite : Fe₂O₃·TiO₂) 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。]

○井澤英二「日本の古代製鉄で使用された鉱石」『ふえらむ』Vol.10 No.5 2005

○粒状滓は熱間での鍛打作業に伴って生じる、微細な球状の遺物である。鉄酸化物主体のものや、粘土溶融物（ガラス質滓）主体のものがある。

○鍛造剥片は、熱間で鍛打したときに剥離・飛散した、鉄素材の表面の鉄酸化膜を指す。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 : Fe₂O₃)、中間層マグネタイト (Magnetite : Fe₃O₄)、大部分は内層ウスタイト (Wustite : FeO) の3層から構成される。

Table1 供試材の履歴と調査項目 (H28年度調査)

符号	遺跡名	出土地点	遺物名称	推定年代	計測値		金属探知器反応	調査項目					備考
					大きさ (mm)	重量 (g)		化学成分分析	マクロ組織	顕微鏡組織	EPMA	耐火度	
KAM-1	上代川	SXW01 製鉄炉西側炉埋土還元面上	含鉄鉄滓	古代末～中世前期	72.0×47.9×27.0	98.5	H(○)	○		○			
KAM-2		SXW01 製鉄炉粘土範囲内底面	含鉄鉄滓		68.1×49.5×34.2	53.5	L(●)	○		○	○		
KAM-3		SXW01 製鉄炉床面土坑2上部木根付近埋土	含鉄鉄滓		51.6×36.9×21.3	40.3	L(●)	○		○			
KAM-4		SXW02 製鉄炉中央部炉内埋土	含鉄鉄滓		88.8×56.0×34.9	166.0	L(●)	○	○	○			
KAM-5		SXW02 製鉄炉前庭部東半埋土下位	含鉄鉄滓		46.6×39.2×27.2	48.9	L(●)	○		○			
KAM-6		SXW03 製鉄炉下部構造粘土貼土内	鉄塊系遺物		76.1×63.9×48.9	249.7	L(●)	○	○	○	○		
KAM-7		SXW03 製鉄炉下部構造粘土貼土内	炉内滓(製錬滓)		84.4×54.6×28.7	153.0	なし	○		○			
KAM-8		SXW04 製鉄炉下部構造QSE埋土1～3層(埋土上位)	鉄塊系遺物		46.6×40.0×38.6	58.5	L(●)	○	○	○	○		
KAM-9		SXW04 製鉄炉下部構造Eトレンチ埋土上位	含鉄鉄滓		53.5×41.5×23.8	47.3	L(●)	○		○			
KAM-10		SXW06 製鉄炉QNW埋土	含鉄鉄滓		67.7×57.2×27.2	60.0	L(●)	○		○			
KAM-11		SXW06 製鉄炉QNE上面	含鉄鉄滓		93.2×44.3×38.0	163.5	L(●)	○	○	○	○		
KAM-12		SXW03 製鉄炉床面	砂鉄		-	531.9	なし	○		○			*送付試料を水洗後調査
KAM-13		SW34 木炭焼成遺構Sベルト埋土中砂鉄集中	砂鉄		-	555.2	なし	○		○			*送付試料を水洗後調査
KAM-14		廃滓場I 2B23-②(SXW01製鉄炉の砂鉄か)II層上位	砂鉄		-	546.2	なし	○		○			*送付試料を水洗後調査
KAM-15		廃滓場I 2B24-④砂鉄集中(写真あり)最下層	砂鉄		-	651.1	なし	○		○			*送付試料を水洗後調査

Table1 供試材の履歴と調査項目 (H29 年度調査)

符号	遺跡名	出土地点	遺物名称	推定年代	計測値		金属探知器反応	調査項目					備考	
					大きさ (mm)	重量 (g)		化学成分分析	マクロ組織	顕微鏡組織	EPMA	耐火度		
KAM-16	上代川	SXW01 炉内	含鉄鉄滓	古代末～ 中世前期	54×68×42	218.1	H(○)	○		○				
KAM-17		SXW02	含鉄鉄滓		79×60×31	186.2	M(◎)	○		○				
KAM-18		SXW02QSE	含鉄鉄滓		112×58×55	534.7	M(◎)	○		○	○			
KAM-19		SXW02 炉中央	含鉄鉄滓		114×90×46	492.4	L(●)	○	○	○	○			
KAM-20		SXW02 炉上部	含鉄鉄滓		69×52×25	145.9	L(●)	○	○	○	○			
KAM-21		SXW02 炉前庭部	鉄塊系遺物		53×26×20	39.4	L(●)		○	○	○			
KAM-22		SXW02 炉	椀形鍛冶滓 (含鉄)		73×46×32	136.0	H(○)	○		○				
KAM-23		SXW03QSE	含鉄鉄滓		62×28×15	34.9	H(○)	○		○				
KAM-24		SXW04 03 南トレンチ	含鉄鉄滓		80×55×45	173.9	M(◎)			○				
KAM-25		SXW05 Wトレンチ 地下構造	鉄塊系遺物		30×21×13	17.8	L(●)	○	○	○	○		*3点のうち 1点選択	
KAM-26		SXW06 床面土坑1	含鉄鉄滓		65×34×31	85.9	M(◎)	○		○				
KAM-27			含鉄鉄滓		44×22×27	52.0	L(●)	○	○	○				
KAM-28		SXW08	椀形鍛冶滓		79×71×27	169.2	なし	○		○				
KAM-29		SW28	含鉄鉄滓		70×30×21	78.3	H(○)	○		○				
KAM-30		SW40	炉内滓 (含鉄)		108×76×55	503.8	L(●)	○	○	○	○		*滓部の化学 分析を実施	
KAM-31 1		SXW02 前庭部東側	鍛造剥片		11×5×0.25	-	なし			○				
KAM-31 2		SXW02 前庭部東側	鍛造剥片		7×4.5×0.2	-	なし			○				
KAM-31 3		SXW02 前庭部東側	鍛造剥片		7×4×0.2	-	なし			○				
KAM-31 4		SXW02 前庭部東側	鍛造剥片		7×3.5×0.2	-	なし			○				
KAM-31 5		SXW02 前庭部東側	鍛造剥片		4×3.5×0.15	-	なし			○				
KAM-31 6		SXW02 前庭部東側	鍛造剥片		3.5×2.5×0.1	-	なし			○				
KAM-32 1		SXW06 前庭部東側	粒状滓・ 鍛造剥片		5	-	なし			○				
KAM-32 2		SXW06 前庭部東側	粒状滓・ 鍛造剥片		4	-	なし			○				
KAM-32 3		SXW06 前庭部東側	粒状滓・ 鍛造剥片		5	-	なし			○				
KAM-32 4		SXW06 前庭部東側	粒状滓・ 鍛造剥片		10×6×1.0	-	なし			○				
KAM-32 5		SXW06 前庭部東側	粒状滓・ 鍛造剥片		6×5.5×0.2	-	なし			○				
KAM-32 6		SXW06 前庭部東側	粒状滓・ 鍛造剥片		5.5×4.5×0.2	-	なし			○				
KAM-33		-	奥蔵の沢		砂鉄 (採取試料)		-	なし	○		○			
KAM-34		上代川	SXW01 炉内		羽口		476.1	なし	○		○	○	○	
KAM-35			SXW02 炉上部		羽口		836.6	なし	○		○		○	
KAM-36	SXW01		炉壁	60×47×35	21.7	なし			○					
KAM-37	SXW02		炉壁	83×60×35	96.2	なし	○		○		○			
KAM-38	SXW06		炉壁 (砂鉄焼結)	110×64×40	184.5	なし			○	○	○			

Table2 供試材の化学組成 (H28年度調査)

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分	金属鉄	酸化第1鉄	酸化第2鉄	二酸化珪素	酸化アルミニウム	酸化カルシウム	酸化マグネシウム	酸化カリウム	酸化ナトリウム	酸化マンガン	二酸化チタン	酸化クロム	硫黄	五酸化燐	炭素	バナジウム	銅	二酸化ジルコニウム	耐火度	造滓成分		TiO ₂
																									Total Fe	Total Fe	
KAM-1	上代川 (H28年度調査)	SXW01 製鉄炉西側	含鉄鉄滓	古代末～中世前期	64.48	4.07	56.57	23.59	3.28	2.39	0.50	0.73	0.14	0.06	0.34	4.73	0.38	0.022	0.14	0.10	0.32	<0.01	0.05	-	7.10	0.110	0.073
KAM-2		SXW01 製鉄炉	含鉄鉄滓		53.86	4.89	15.12	53.28	4.87	2.36	0.72	0.76	0.27	0.08	0.44	4.31	0.25	0.089	0.23	0.82	0.18	<0.01	0.11	-	9.06	0.168	0.080
KAM-3		SXW01 製鉄炉床面土坑2	含鉄鉄滓		48.15	12.82	25.61	22.11	13.77	5.06	0.90	1.30	0.51	0.18	0.82	8.60	0.68	0.010	0.18	0.39	0.51	<0.01	0.47	-	21.72	0.451	0.179
KAM-4		SXW02 製鉄炉	含鉄鉄滓		52.51	6.92	34.55	26.86	10.14	4.64	1.11	1.13	0.39	0.13	0.67	6.89	0.52	0.047	0.24	0.39	0.38	<0.01	0.20	-	17.54	0.334	0.131
KAM-5		SXW02 製鉄炉前庭部	含鉄鉄滓		59.01	12.31	32.65	30.57	7.37	3.07	0.36	0.65	0.15	0.07	0.34	3.24	0.32	0.013	0.17	0.31	0.17	<0.01	0.06	-	11.67	0.198	0.055
KAM-6		SXW03 製鉄炉地下構造	鉄塊系遺物		48.91	1.31	21.43	44.32	10.75	3.30	0.51	1.09	0.34	0.12	0.51	5.02	0.27	0.116	0.16	0.91	0.19	<0.01	0.28	-	16.11	0.329	0.103
KAM-7			製鉄滓		41.15	0.28	31.37	23.56	18.39	6.02	0.62	1.36	0.61	0.22	0.75	8.28	0.62	0.062	0.19	0.49	0.45	<0.01	0.52	-	27.22	0.661	0.201
KAM-8		SXW04 製鉄炉地下構造	鉄塊系遺物		50.59	10.93	21.86	32.38	12.71	3.76	0.41	0.57	0.35	0.14	0.20	2.81	0.38	0.023	0.14	1.04	0.19	0.01	0.15	-	17.94	0.355	0.056
KAM-9			含鉄鉄滓		40.63	5.74	34.21	11.84	21.44	6.32	1.02	2.39	0.61	0.24	0.94	8.93	0.51	0.025	0.23	0.17	0.36	<0.01	0.53	-	32.02	0.788	0.220
KAM-10		SXW06 製鉄炉	含鉄鉄滓		51.58	6.70	39.13	20.65	12.38	4.64	0.74	1.00	0.42	0.14	0.61	5.98	0.27	0.075	0.29	0.33	0.21	<0.01	0.33	-	19.32	0.375	0.116
KAM-11			含鉄鉄滓		51.74	16.68	14.59	33.87	12.43	3.37	0.43	0.82	0.54	0.21	0.28	2.55	0.15	0.011	0.25	0.91	0.08	<0.01	0.13	-	17.80	0.344	0.049
KAM-12		SXW03 製鉄炉床面	砂鉄		59.34	0.07	26.29	55.48	3.84	2.38	0.31	1.49	<0.01	0.02	0.97	9.47	0.28	0.018	0.07	0.076	0.27	<0.01	0.51	-	8.04	0.135	0.160
KAM-13		SW34 木炭焼成遺構	砂鉄		59.53	0.05	26.25	55.82	3.14	2.09	0.30	1.26	<0.01	0.03	0.83	8.47	0.26	0.017	0.09	0.043	0.28	<0.01	0.36	-	6.82	0.115	0.142
KAM-14		排滓場1	砂鉄		60.19	0.03	27.08	55.88	2.47	1.95	0.24	1.21	<0.01	0.02	0.79	8.52	0.23	0.019	0.08	0.058	0.28	<0.01	0.61	-	5.89	0.098	0.142
KAM-15			砂鉄		60.16	0.02	26.96	55.98	3.43	2.09	0.23	1.18	<0.01	0.02	0.91	8.41	0.27	0.016	0.09	0.062	0.28	<0.01	0.58	-	6.95	0.116	0.140

Table2 供試材の化学組成 (H29年度調査)

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分	金属鉄	酸化第1鉄	酸化第2鉄	二酸化珪素	酸化アルミニウム	酸化カルシウム	酸化マグネシウム	酸化カリウム	酸化ナトリウム	酸化マンガン	二酸化チタン	酸化クロム	硫黄	五酸化燐	炭素	バナジウム	銅	二酸化ジルコニウム	耐火度	造滓成分		TiO ₂
																									Total Fe	Total Fe	
KAM-16	上代川	SXW01 炉内	含鉄鉄滓	古代木	56.40	7.02	38.61	27.69	8.89	4.01	2.10	0.99	0.25	0.10	0.39	4.20	0.54	0.046	0.13	0.39	0.29	<0.01	0.06	-	16.34	0.290	0.074
KAM-17		SWX02	含鉄鉄滓		49.06	0.59	19.06	48.12	11.99	3.14	0.37	0.37	0.55	0.26	0.14	0.27	2.26	0.27	0.157	0.06	1.27	0.12	<0.01	0.02	-	16.45	0.335
KAM-18	上代川	SWX02QSE	含鉄鉄滓	古代木	48.88	4.06	45.07	13.99	10.21	5.22	0.68	2.07	0.20	0.06	1.05	12.97	0.75	0.032	0.06	0.12	0.59	<0.01	0.28	-	18.44	0.377	0.265
KAM-19		SWX02 炉中央	含鉄鉄滓		48.39	0.80	40.84	22.66	14.01	5.16	0.96	1.24	0.37	0.13	0.13	0.75	6.66	0.34	0.049	0.15	0.41	0.28	<0.01	0.11	-	21.87	0.452
KAM-20	上代川	SWX02 炉上部	含鉄鉄滓	古代木	58.97	13.75	27.36	34.25	6.97	3.84	0.49	0.97	0.14	0.05	0.65	7.83	0.83	0.094	0.05	0.21	0.46	<0.01	0.08	-	12.46	0.211	0.133
KAM-22		SWX02 炉	椭圆形渣滓 (含鉄)		58.39	1.53	45.39	30.85	6.75	2.90	0.42	0.89	0.07	0.04	0.04	0.53	4.41	0.56	0.072	0.07	0.34	0.27	<0.01	0.07	-	11.07	0.190
KAM-23	上代川	SWX03QSE	含鉄鉄滓	古代木	44.13	5.65	27.70	24.23	16.95	4.76	0.73	1.63	0.49	0.20	0.80	8.72	0.74	0.046	0.11	0.38	0.58	<0.01	0.43	-	24.76	0.561	0.198
KAM-24		SWX04 03 南トレンチ	含鉄鉄滓		50.66	4.85	44.25	16.32	12.75	4.23	1.05	1.65	0.32	0.10	0.10	0.92	9.22	0.16	0.055	0.17	0.42	0.24	<0.01	0.60	-	20.10	0.397
KAM-26	上代川	SWX06 床面土坑 1	含鉄鉄滓	古代木	55.83	3.94	45.42	23.71	8.43	3.33	0.78	1.21	0.16	0.04	0.74	5.41	0.48	0.111	0.09	0.24	0.26	<0.01	0.14	-	13.95	0.250	0.097
KAM-27			含鉄鉄滓		63.24	7.93	46.37	27.55	7.81	2.52	0.29	0.49	0.12	0.01	0.01	0.27	1.97	0.35	0.085	0.07	0.18	0.13	<0.01	0.04	-	11.24	0.178
KAM-28	上代川	SXW08	椭圆形渣滓	古代木	57.80	0.17	56.06	20.10	11.41	3.28	0.40	0.71	<0.01	<0.01	0.44	3.13	0.24	0.124	0.15	0.08	0.12	<0.01	0.06	-	15.80	0.273	0.054
KAM-29		SW28	含鉄鉄滓		45.05	8.49	35.11	13.25	16.19	5.62	1.26	1.81	0.53	0.17	0.17	1.01	10.87	0.54	0.046	0.08	0.13	0.49	<0.01	0.65	-	25.58	0.568
KAM-30	上代川	SW40	炉内滓 (含鉄)	古代木	40.65	11.12	14.07	26.58	20.92	5.59	0.91	1.75	0.66	0.29	0.99	9.30	0.24	0.039	0.24	1.09	0.24	<0.01	0.64	-	30.12	0.741	0.229
KAM-33		典蔵の沢	砂鉄 (採取試料)		49.44	0.07	19.73	48.66	16.50	3.06	1.94	3.45	0.33	0.33	0.33	0.39	3.72	0.05	0.033	0.16	0.05	0.24	<0.01	0.03	-	25.61	0.518
KAM-34	上代川	SXW01 炉内	羽口	古代木	2.55	0.08	0.93	2.50	26.06	0.73	1.25	2.05	2.05	0.85	0.01	0.97	0.07	0.006	<0.01	#1.97	0.02	<0.01	<0.01	1500	93.51	36.671	0.380
KAM-35		SWX02 炉上部	羽口		2.34	0.72	0.86	1.36	66.31	23.44	0.87	1.26	2.26	2.26	0.89	0.02	0.93	0.08	0.004	<0.01	#1.42	0.02	<0.01	<0.01	1460	95.03	40.611
KAM-37	上代川	SXW02	炉壁	古代木	3.38	0.04	0.94	3.73	75.67	13.37	0.42	0.81	2.65	0.91	0.06	0.57	0.08	0.007	<0.01	#0.62	0.01	<0.01	<0.01	1120	93.83	27.760	0.169

Table3 出土遺物の調査結果のまとめ (H28年度調査)

符号	遺跡名	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	
KAM-1		SXW01 製鉄炉 西側	含鉄鉄滓		滓部：W+U+F、 金属鉄部：フェライト単相	64.48	23.59	1.23	4.73	0.32	0.34	7.10	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄) の可能性が高い
KAM-2		SXW01 製鉄炉 床面土坑2	含鉄鉄滓		砂鉄付着、滓部：I+R、 金属鉄部：亜共析組織 (燐偏析)	53.86	53.28	1.48	4.31	0.18	0.44	9.06	<0.01	：製錬滓 (原料：砂鉄、高温製錬)、 金属鉄部：炭素量0.1～0.2%前後の軟鉄
KAM-3		SXW01 製鉄炉 床面土坑2	含鉄鉄滓		滓部：U+I、 金属鉄部：フェライト単相～亜共析組織	48.15	22.11	2.20	8.60	0.51	0.82	21.72	<0.01	製錬滓 (原料：砂鉄)、 金属鉄部：炭素量0.1%未満～0.8%、部位によるばらつきが大きい
KAM-4		SXW02 製鉄炉	含鉄鉄滓		滓部：U+W+F、 金属鉄部：フェライト単相	52.51	26.86	2.24	6.89	0.38	0.67	17.54	<0.01	製錬滓 (原料：砂鉄)、 金属鉄部：ほぼ全面フェライト単相の組織の軟鉄
KAM-5		SXW02 製鉄炉 前庭部	含鉄鉄滓		滓部：U+W+F、 金属鉄部：亜共析組織	59.01	30.57	1.01	3.24	0.17	0.34	11.67	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄) の可能性が高い 金属鉄部：炭素量0.1～0.7%程度の軟鉄～鋼
KAM-6		SXW03 製鉄炉 地下構造	鉄塊系遺物		砂鉄付着、滓部：U+I+R、 金属鉄部：亜共析組織 (燐偏析)	48.91	44.32	1.60	5.02	0.19	0.51	16.11	<0.01	：製錬滓 (原料：砂鉄、高温製錬)、 金属鉄部：炭素量0.1～0.2%前後の軟鉄
KAM-7			炉内滓 (製錬滓)		砂鉄付着、滓部：U+F、 微小金属鉄部：亜共析組織	41.15	23.56	1.98	8.28	0.45	0.75	27.22	<0.01	：製錬滓 (原料：砂鉄)
KAM-8	上代川	SXW04 製鉄炉 地下構造	鉄塊系遺物	古代末～ 中世前期	滓部：U+Ps、 金属鉄部：亜共析組織～過共析組織 (燐偏析)	50.59	32.38	0.98	2.81	0.19	0.20	17.94	0.01	製錬鉄塊系遺物 (原料：砂鉄、高温製錬) 金属鉄部：炭素量0.4～1.2%程度の鋼
KAM-9			含鉄鉄滓		滓部：U+F、 金属鉄部：フェライト単相	40.63	11.84	3.41	8.93	0.36	0.94	32.02	<0.01	：製錬滓 (原料：砂鉄)、 金属鉄部：ほぼ全面フェライト単相の組織の軟鉄
KAM-10		SXW06 製鉄炉	含鉄鉄滓		滓部：U+F、 金属鉄部：フェライト単相～亜共析組織	51.58	20.65	1.74	5.98	0.21	0.61	19.32	<0.01	：製錬滓 (原料：砂鉄)、 金属鉄部：最大で0.15%前後の軟鉄
KAM-11			含鉄鉄滓		滓部：R、 金属鉄部：亜共析～共析組織 (燐偏析)	51.74	33.87	1.25	2.55	0.08	0.28	17.80	<0.01	：製錬滓 (原料：砂鉄、高温製錬)、 金属鉄部：炭素量0.5～0.8%程度の鋼
KAM-12		SXW03 製鉄炉 床面	砂鉄		磁鉄鉱・含チタン鉄鉱、脈石鉱物	59.34	55.48	1.80	9.47	0.27	0.97	8.04	<0.01	高チタン砂鉄 (他にマンガン、クロム、ジルコロンが高値傾向を示す)
KAM-13		SW34 木炭焼成 遺構	砂鉄		磁鉄鉱・含チタン鉄鉱、脈石鉱物	59.53	55.82	1.56	8.47	0.28	0.83	6.82	<0.01	高チタン砂鉄 (他にマンガン、クロム、ジルコロンが高値傾向を示す)
KAM-14		排滓場1	砂鉄		磁鉄鉱・含チタン鉄鉱、脈石鉱物	60.19	55.88	1.45	8.52	0.28	0.79	5.89	<0.01	高チタン砂鉄 (他にマンガン、クロム、ジルコロンが高値傾向を示す)
KAM-15			砂鉄		磁鉄鉱・含チタン鉄鉱、脈石鉱物	60.16	55.98	1.41	8.41	0.28	0.91	6.95	<0.01	高チタン砂鉄 (他にマンガン、クロム、ジルコロンが高値傾向を示す)

Table3 出土遺物の調査結果のまとめ (H29年度調査)

符号	遺跡名	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	FeO ₃	塩基性成分	TiO ₂	V	MnO		造滓成分	Cu
KAM-16		SXW01 炉内	含鉄鉄滓		滓部：U+W+F、 微小金属鉄部：フェライト単相～亜共析組織	56.40	27.69	3.09	4.20	0.29	0.39	16.34	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄) の可能性が高い
KAM-17		SWX02	含鉄鉄滓		滓部：U+W+F、 金属鉄部：フェライト単相	49.06	48.12	0.92	2.26	0.12	0.27	16.45	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄) の可能性が高い
KAM-18		SWX02QSE	含鉄鉄滓		被熱砂鉄 (含チタン鉄鉱)、滓部：U+F、 金属鉄部：フェライト単相	48.88	13.99	2.75	12.97	0.59	1.05	18.44	<0.01	滓部：製錬滓 (原料：砂鉄、金属鉄は非常に微細で、滓として廃棄されたと推測される)
KAM-19		SXW02 炉中央	含鉄鉄滓		滓部：U+W+F、 金属鉄部：亜共析組織 (リノ偏析)	48.39	22.66	2.20	6.66	0.28	0.75	21.87	<0.01	滓部：製錬滓の可能性が高い (原料：砂鉄、金属鉄部 (鋼) は小形で、滓として廃棄されたと推測される)
KAM-20		SXW02 炉上部	含鉄鉄滓		砂鉄 (含チタン鉄鉱) 付着、滓部：U+F、 金属鉄部：フェライト単相	58.97	34.25	1.46	7.83	0.46	0.65	12.46	<0.01	滓部：製錬滓の可能性が高い (原料：砂鉄、金属鉄部 (軟鉄) は小形で、滓として廃棄されたと推測される)
KAM-21		SXW02 炉前庭部	鉄塊系遺物		滓部：ガラス質滓、砂鉄 (含チタン鉄鉱) 付着、 金属鉄部：過共析組織～亜共晶組成白錆鉄組織	-	-	-	-	-	-	-	-	製鉄炉の炉壁に接する部分でできた小鉄塊の可能性が高い。金属鉄部：浸炭の進んだ高炭素鋼～鋼鉄
KAM-22		SXW02 炉	碗形鍛冶滓 (含鉄)		滓部：U+W+F、 金属鉄部：亜共析組織	58.39	30.85	1.31	4.41	0.27	0.53	11.07	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄)
KAM-23		SXW03QSE	含鉄鉄滓		滓部：U+F、金属鉄部：フェライト単相～亜共析組織	44.13	24.23	2.36	8.72	0.58	0.80	24.76	<0.01	製錬滓 (製鉄原料：砂鉄) の可能性が高い
KAM-24	上代川	SXW04 03 南トレンチ	含鉄鉄滓		滓部：U+F、 微小金属鉄部：フェライト単相～亜共析組織	50.66	16.32	2.70	9.22	0.24	0.92	20.10	<0.01	製錬滓 (製鉄原料：砂鉄) の可能性が高い
KAM-25		SXW05 Wトレンチ地下構造	鉄塊系遺物		滓部：I+Ps、金属鉄部：亜共析～共析組織	-	-	-	-	-	-	-	-	製鉄塊系遺物 (原料：砂鉄、高温製錬)、金属鉄部：炭素量 0.6～0.8% 弱の鋼
KAM-26		SXW06 床面土	含鉄鉄滓		砂鉄 (含チタン鉄鉱) 付着、滓部：U+F、 金属鉄部：フェライト単相	55.83	23.71	1.99	5.41	0.26	0.74	13.95	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄)
KAM-27		SXW06 坑1	含鉄鉄滓	古代末～ 中世前期	滓部：U+W+F、金属鉄部：フェライト単相	63.24	27.55	0.78	1.97	0.13	0.27	11.24	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄)
KAM-28		SXW08	碗形鍛冶滓		滓部：U+W+F、金属鉄部：過共析組織	57.80	20.10	1.11	3.13	0.12	0.44	15.80	<0.01	精錬鍛冶滓 (始発原料：砂鉄)
KAM-29		SW28	含鉄鉄滓		滓部：U+F、金属鉄部：フェライト単相～亜共析組織	45.05	13.25	3.07	10.87	0.49	1.01	25.58	<0.01	滓部：製錬滓 (原料：砂鉄、金属鉄は非常に微細で、滓として廃棄されたと推測される)
KAM-30		SW40	炉内滓 (含鉄)		滓部：U+I、金属鉄部：斑錆鉄	40.65	26.58	2.66	9.30	0.24	0.99	30.12	<0.01	滓部：製錬滓 (原料：砂鉄、高温製錬)、金属鉄部錆塊
KAM-31		SXW02 前庭部 東側	鍛造剥片 (含鉄)		1～6：He+M+W	-	-	-	-	-	-	-	-	熱間での鍛打加工に伴う微細遺物
KAM-32		SXW06 前庭部 東側	粒状滓・鍛造剥片 (砂鉄 (採取試料))		1：W+F、2：W、3：M+W+F、4：W、5：6：He+M+W	-	-	-	-	-	-	-	-	熱間での鍛打加工に伴う微細遺物
KAM-33	-	奥蔵の沢	砂鉄		灰褐色粒：砂鉄 (磁鉄鉱・含チタン鉄鉱)、 暗灰色粒：脈石鉱物 (斜長石・角閃石類)	49.44	48.66	5.39	3.72	0.24	0.39	25.61	<0.01	遺跡出土砂鉄 (H28年度調査：KAM-12～15) と比較すると、チタニア (TiO ₂) の割合が低い
KAM-34		SXW01 炉内	珪口		滓部：I、ガラス質滓 (石英・長石類混在)	2.55	2.50	1.98	0.97	0.02	0.01	93.51	<0.01	砂鉄製錬に用いられた珪口、耐火度：1500℃、非常に耐火性の高い性状
KAM-35		SXW02 炉上部	珪口		滓部W：ガラス質滓 (石英・長石類混在)	2.34	1.36	2.13	0.93	0.02	0.02	95.03	<0.01	耐火度：1460℃、非常に耐火性の高い性状
KAM-36	上代川	SXW01	炉壁		滓部：M、ガラス質滓	-	-	-	-	-	-	-	-	滓部の鉱物組成からは、製鉄・鍛冶どちらの炉壁片かの判断は難しい
KAM-37		SXW02	炉壁		滓部M：ガラス質滓 (石英・長石類混在)	3.38	3.73	1.23	0.57	0.01	0.06	93.83	<0.01	耐火度：1120℃、やや耐火性の低い性状
KAM-38		SXW06	炉壁 (砂鉄磁結)		内面表層：被熱砂鉄 (含チタン鉄鉱) 付着、 滓部：Ps	-	-	-	-	-	-	-	-	砂鉄製錬に用いられた炉壁片

W: Wustite (FeO), He: Hematite (FeO·Fe₂O₃), U: Uivöspinel (2FeO·TiO₂), I: Ilmenite (FeO·TiO₂), Ps: Pseudobrookite (Fe₂O₃·TiO₂)

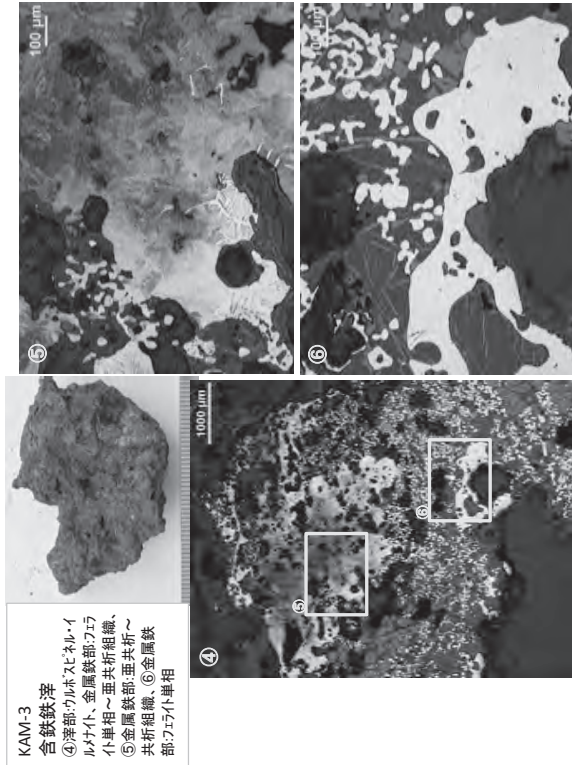
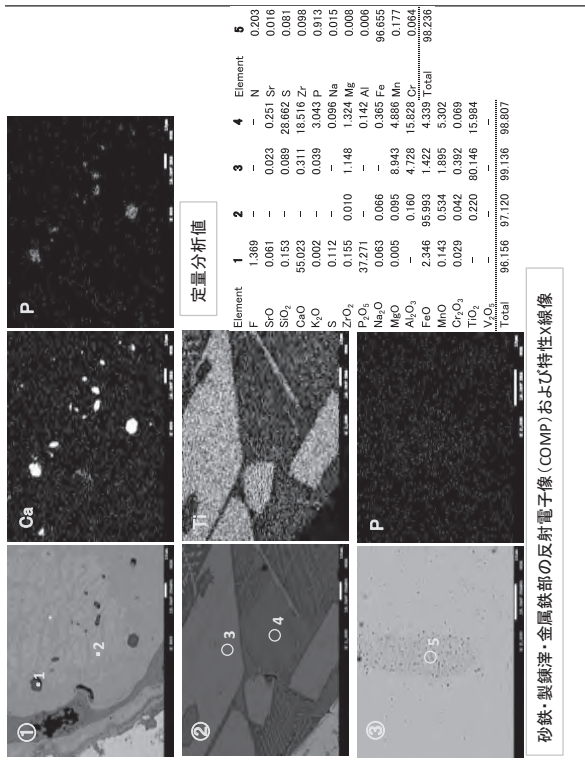


Photo.2 含鉄鉄滓 (KAM-2) のEPMA調査結果 (KAM-3) の顕微鏡組織

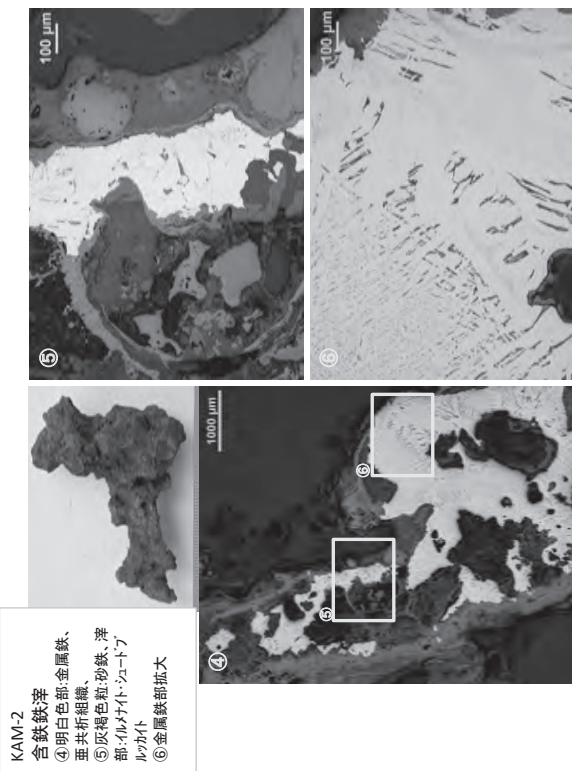
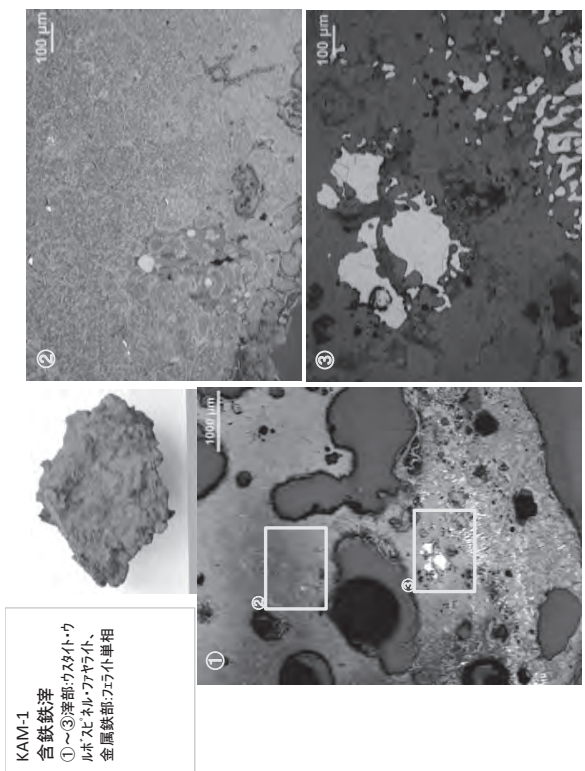


Photo.1 含鉄鉄滓の顕微鏡組織

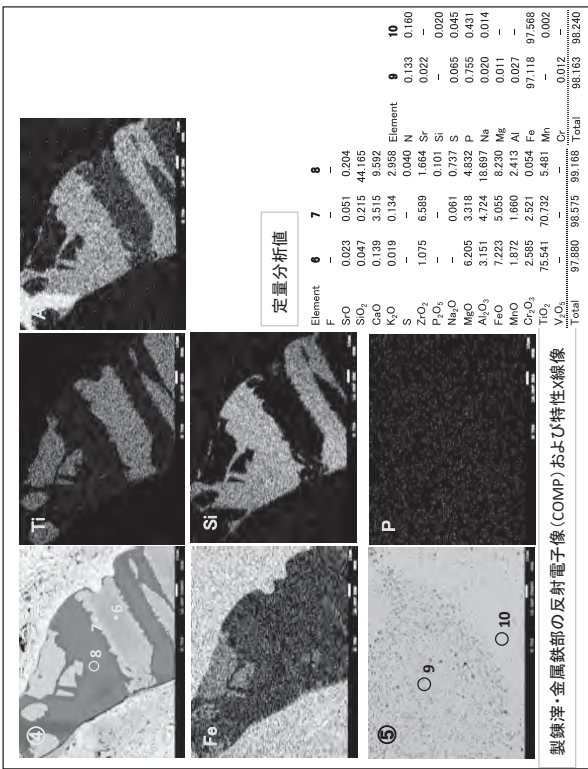
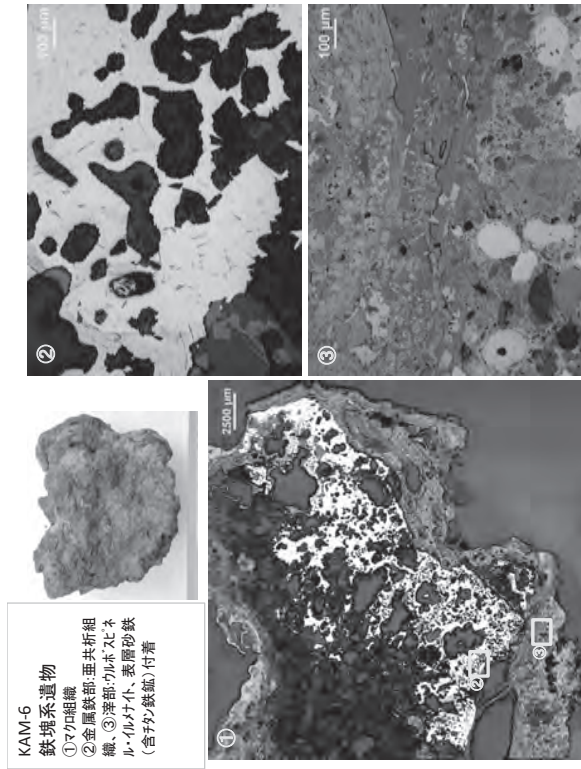


Photo.4 含鉄鉄滓のEPMA調査・顕微鏡組織

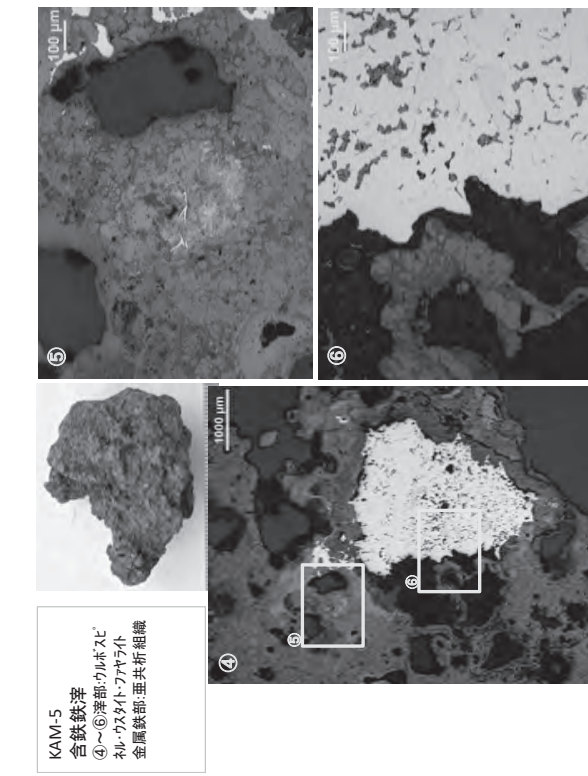
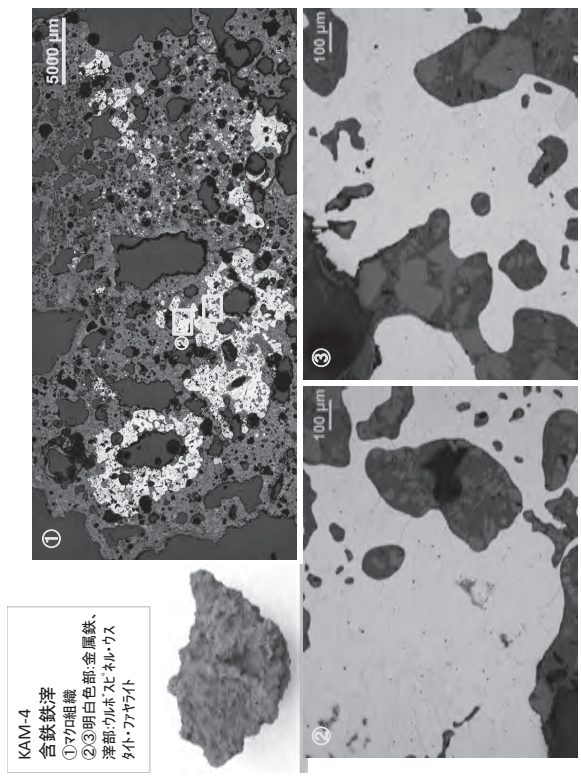
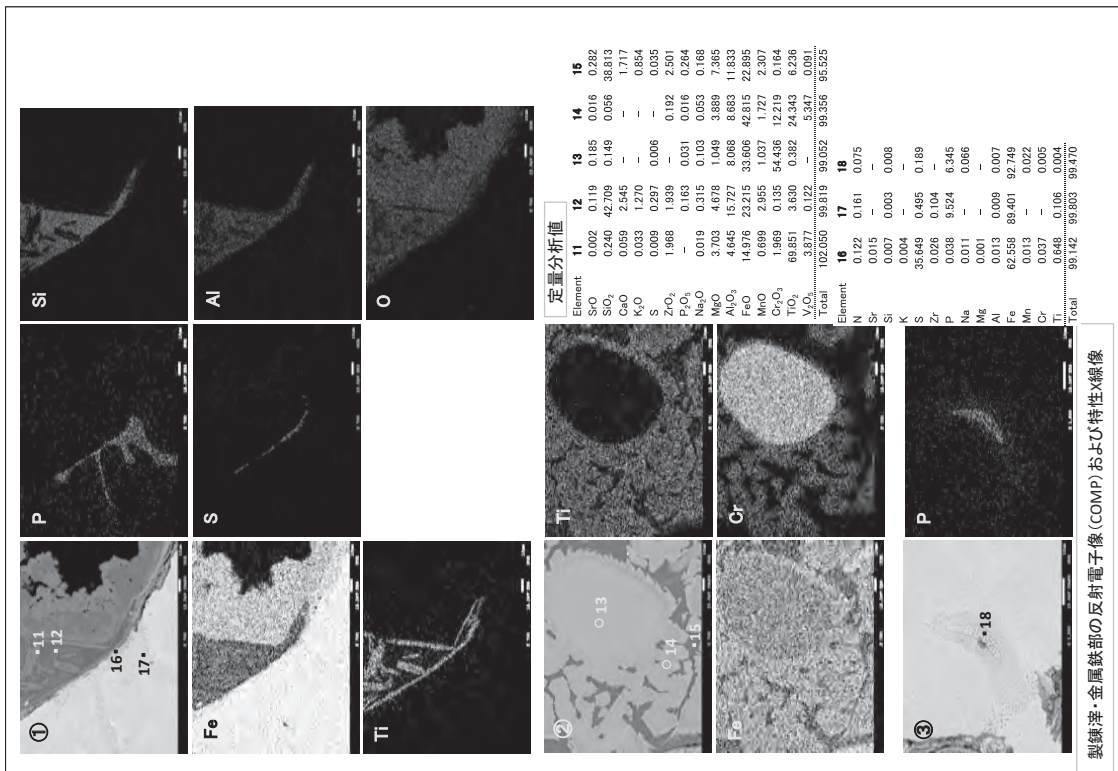


Photo.3 含鉄鉄滓の顕微鏡組織



製錬滓・金属鉄部の反射電子像(Comp)および特性X線像

Photo.6 鉄塊系遺物(KAM-8)の顕微鏡組織・EPMA調査

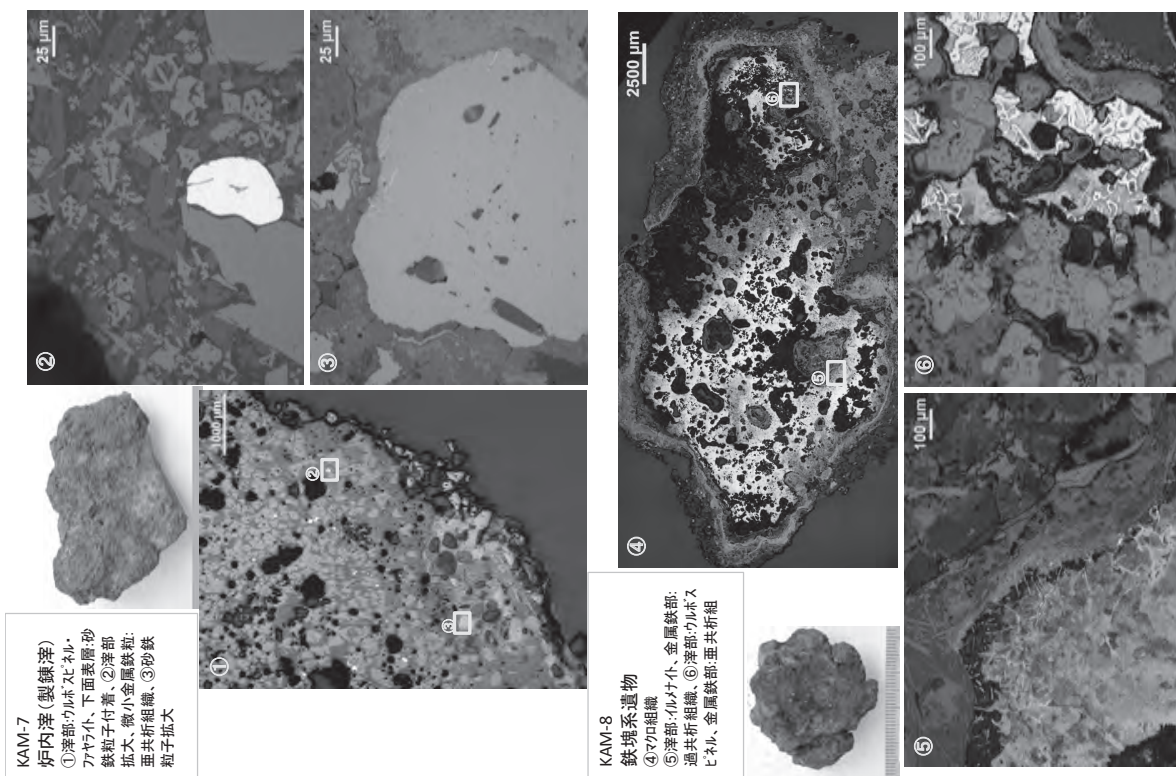


Photo.5 製錬滓(炉内滓)・鉄塊系遺物の顕微鏡組織

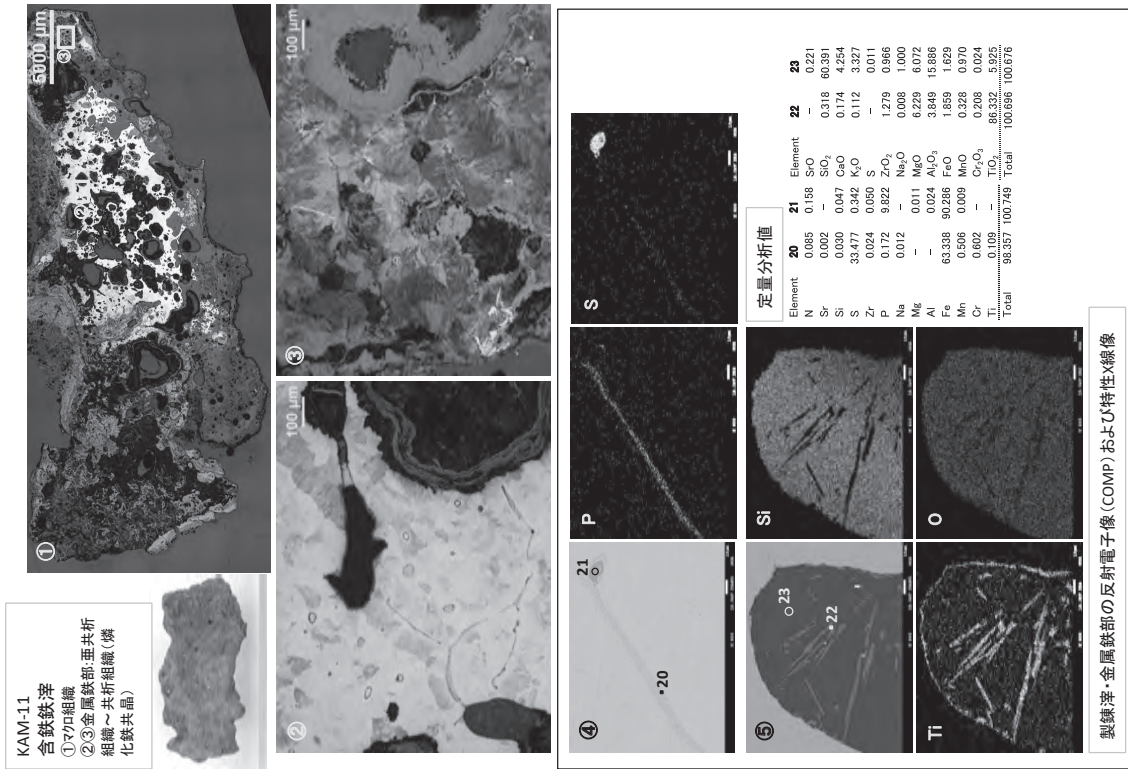


Photo.8 含鉄鉄滓の顕微鏡組織・EPMA調査

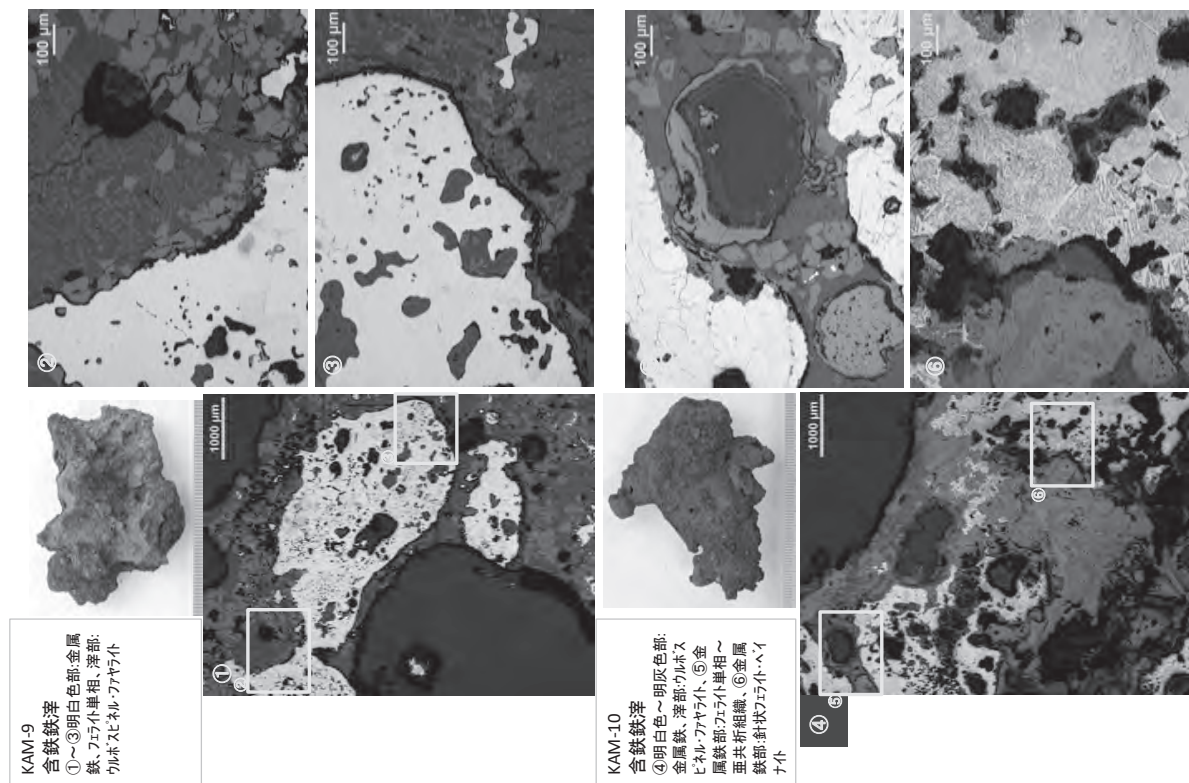


Photo.7 含鉄鉄滓の顕微鏡組織

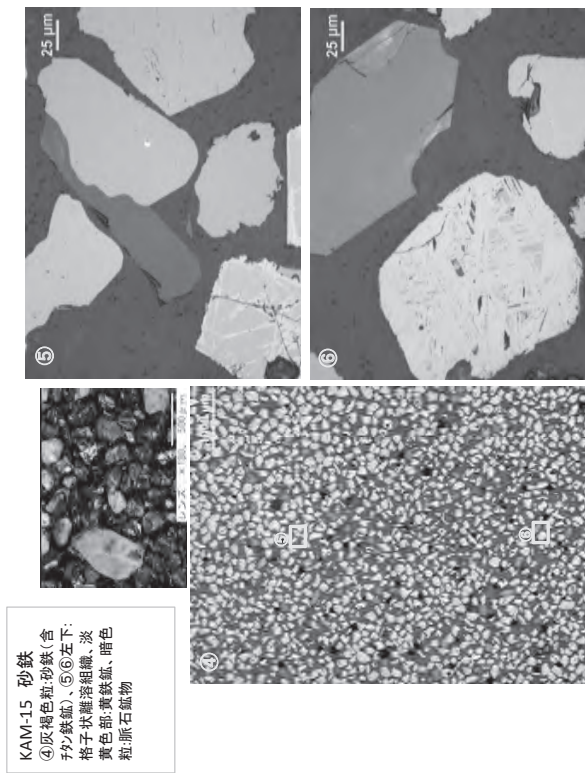
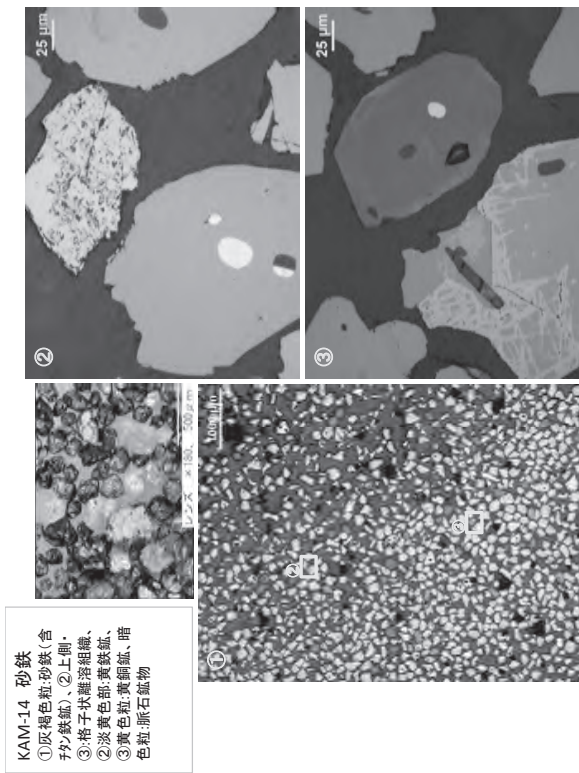


Photo.10 砂鉄の顕微鏡組織

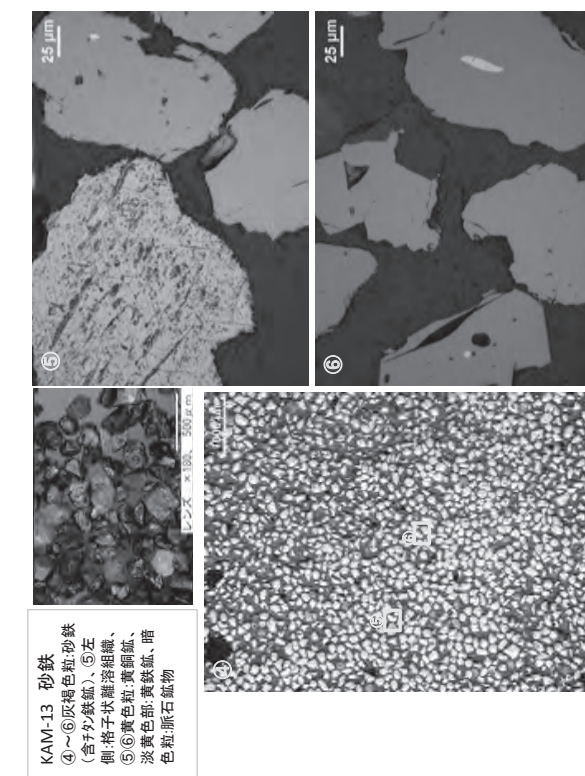
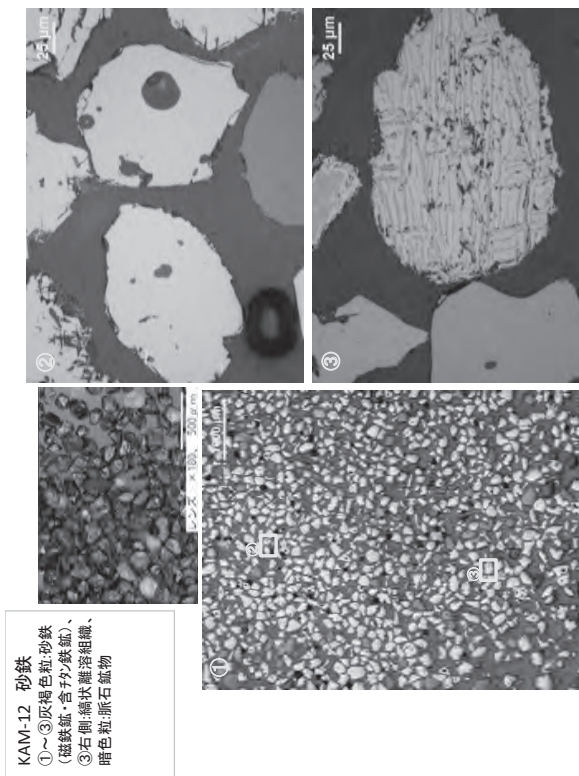
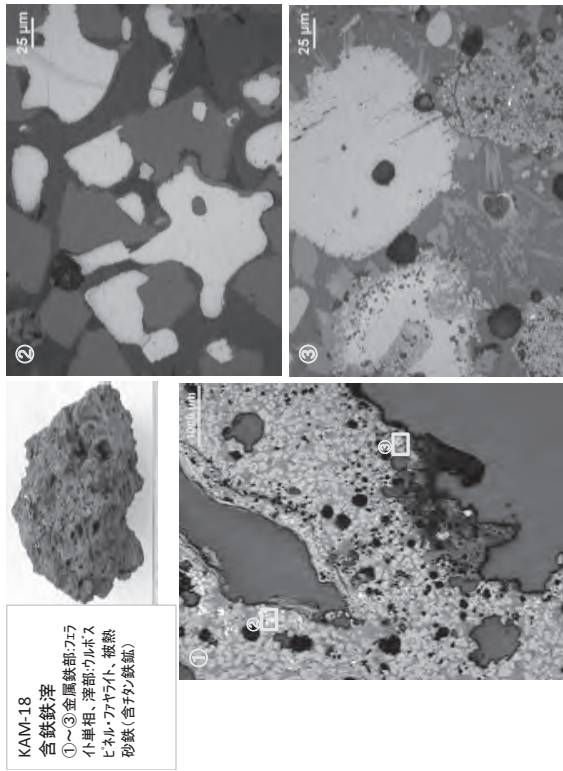
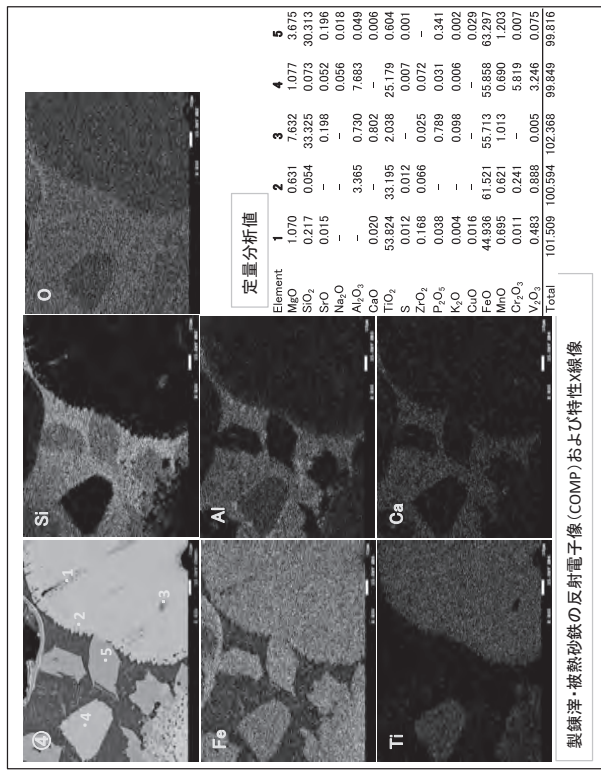


Photo.9 砂鉄の顕微鏡組織

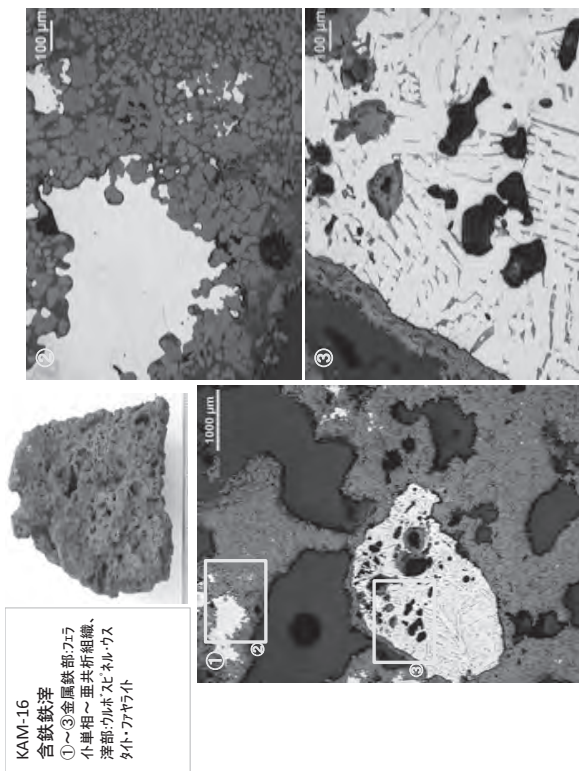


KAM-18
含鉄鉄滓
①～③金属鉄部：フラス
小単相、滓部：カルホス
ヒネル・フアライト、凝結
砂鉄（含チタン鉄鉱）

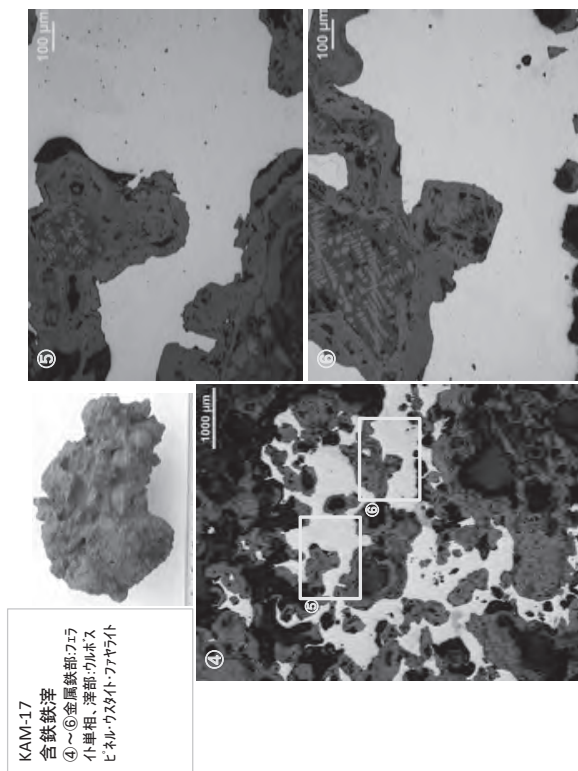


製鉄滓・被熱砂鉄の反射電子像 (COMP) および特性X線像

Photo.12 含鉄鉄滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果

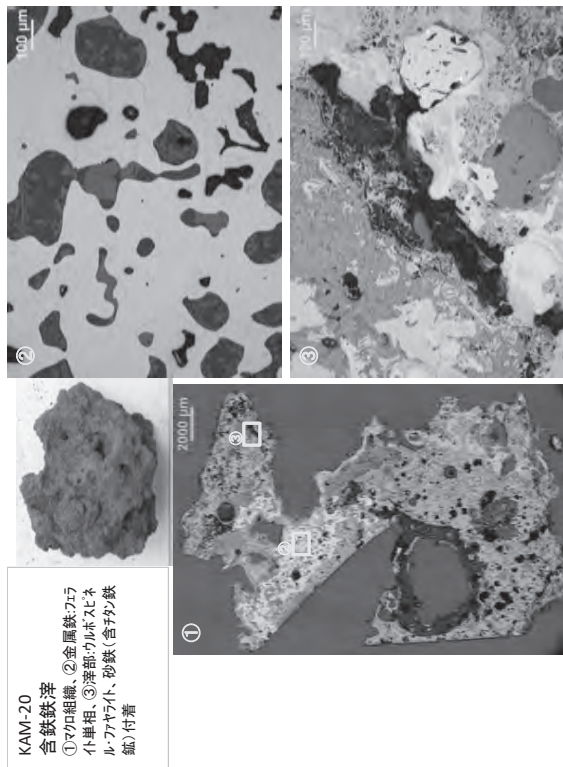


KAM-16
含鉄鉄滓
①～③金属鉄部：フラス
小単相～亜共析組織、
滓部：カルホスヒネル・ウス
タト・フアライト

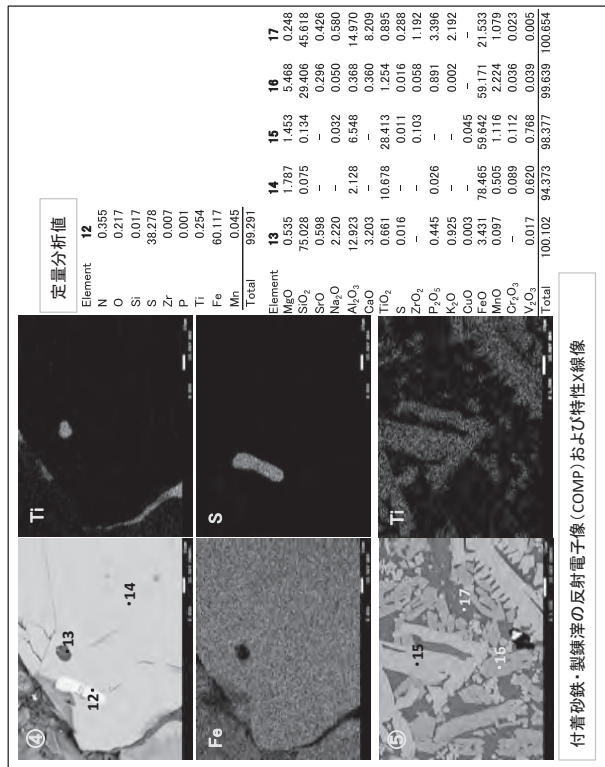


KAM-17
含鉄鉄滓
④～⑥金属鉄部：フラス
小単相、滓部：カルホス
ヒネル・ウスダイト・フアライト

Photo.11 含鉄鉄滓の顕微鏡組織

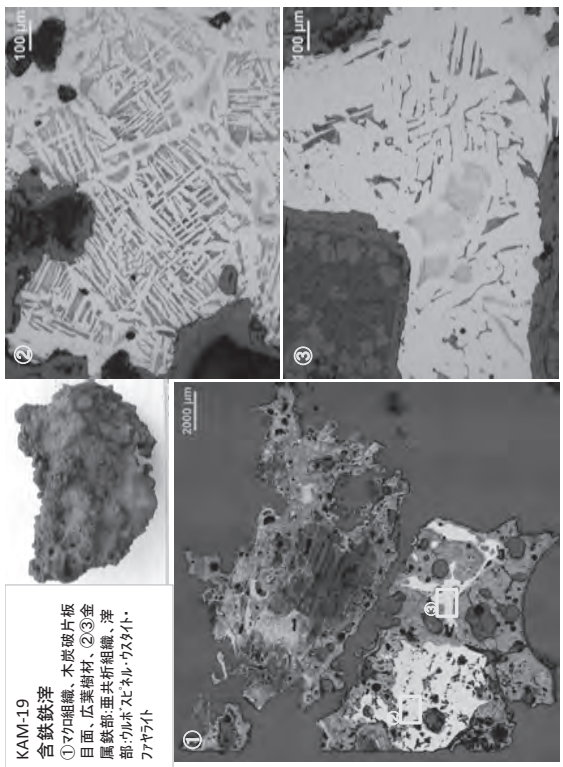


KAM-20
含鉄鉄滓
①アクリ組織、②金属鉄・フラ
イ卜車相、③浮部のホスト
ル・フアライト、砂鉄(含チタ
鉄)付着

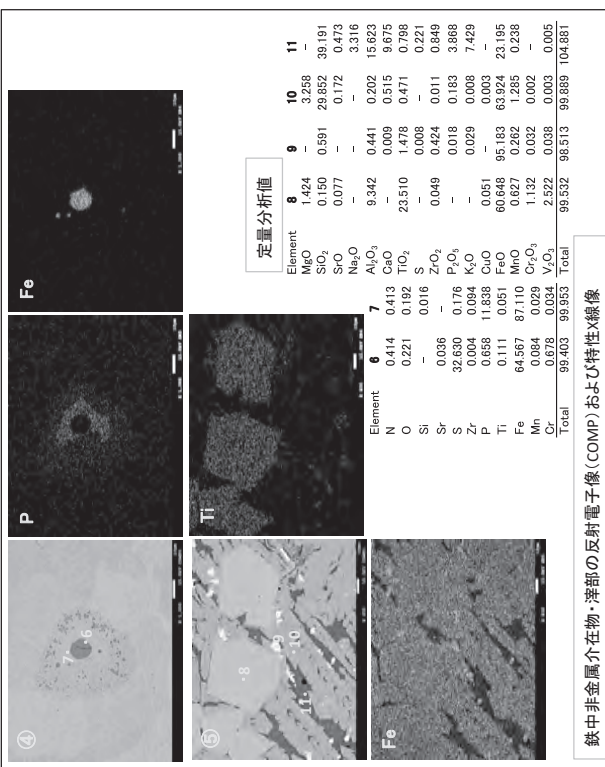


付着砂鉄・製鉄滓の反射電子像 (COMP) および特性X線像

Photo.14 含鉄鉄滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果

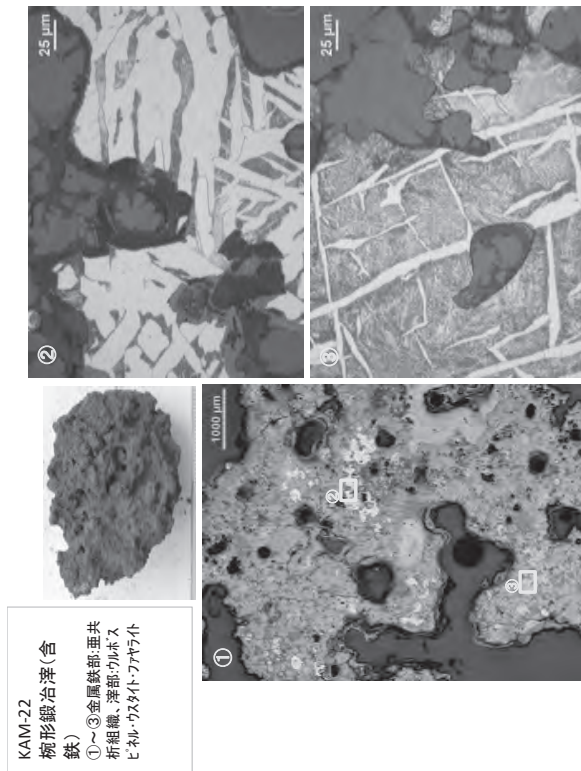


KAM-19
含鉄鉄滓
①アクリ組織、木炭破片板
目面、広葉樹材、②③金
属鉄部、重共析組織、浮
部のホストル・フアライト、
フアライト

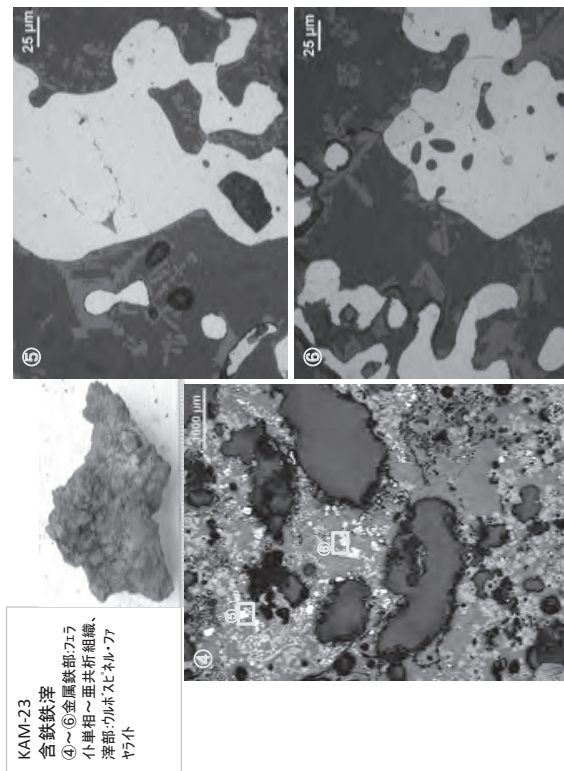


鉄中非金属 inclusion、浮部の反射電子像 (COMP) および特性X線像

Photo.13 含鉄鉄滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果

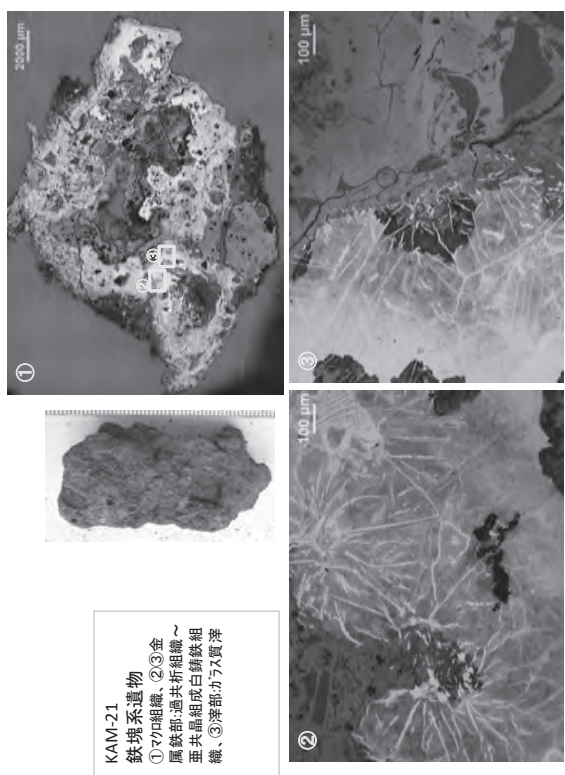


KAM-22
 扇形鉄渣滓(含鉄)
 ①～③金属鉄部・垂共析組織、滓部・カルホスヒネル・ガラス体・フアライト



KAM-23
 含鉄鉄滓
 ④～⑥金属鉄部・フアライト単相～垂共析組織、滓部・カルホスヒネル・フアライト

Photo.16 含鉄鉄滓の顕微鏡組織

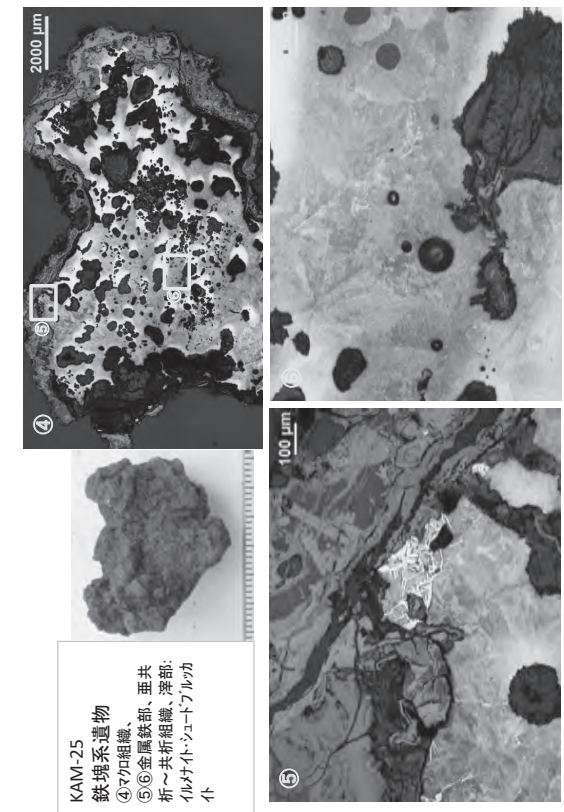
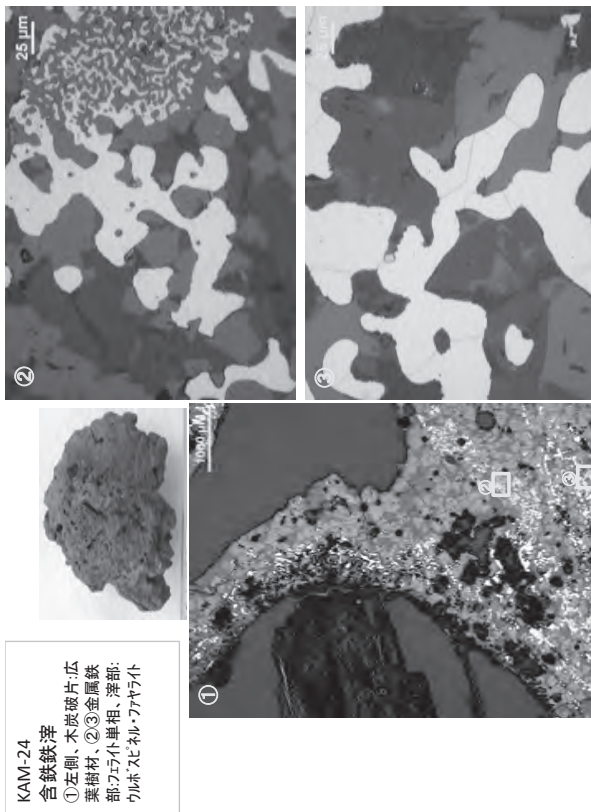
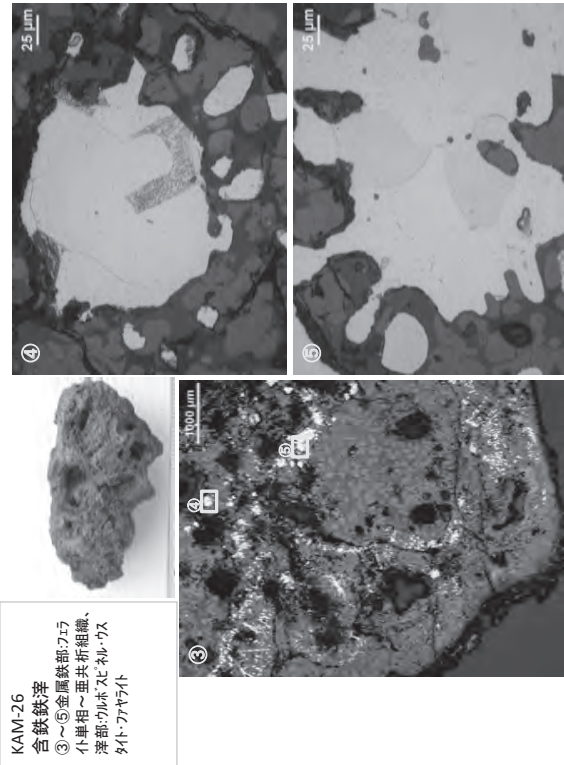
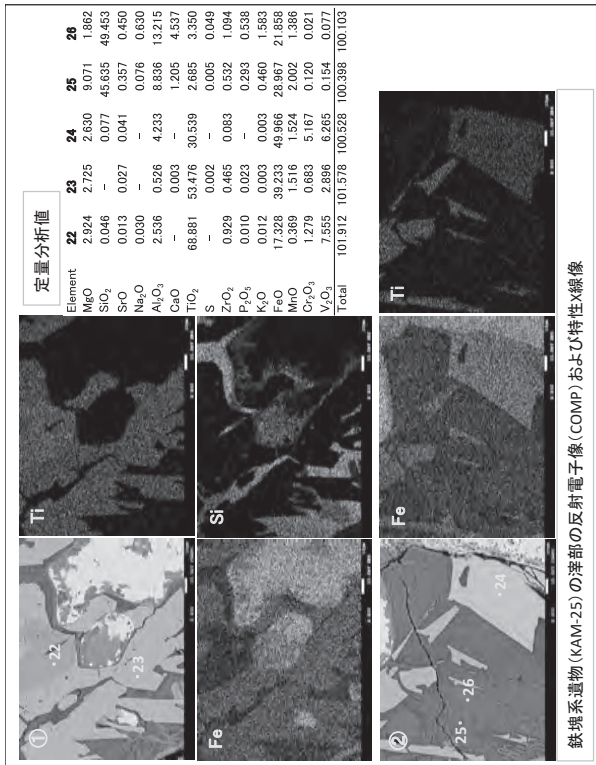


KAM-21
 鉄塊系遺物
 ①炉内組織、②③金属鉄部・垂共析組織～垂共析組織成白腐蝕組織、④滓部・ガラス質滓

定量分析値		19	20	21
Element				
N	0.506	0.259	-	-
F	-	4.182	-	-
O	10.748	36.398	0.059	0.068
Si	0.007	0.023	MgO	0.059
Sr	-	0.001	SiO ₂	0.012
Mg	-	-	Na ₂ O	0.017
Ca	-	36.799	Na ₂ O	-
S	0.390	0.055	TiO ₂	27.092
Zr	0.109	0.102	S	46.969
P	11.108	15.819	ZrO ₂	0.010
K	0.012	0.005	P ₂ O ₅	0.033
Ti	-	0.247	FeO	65.969
Fe	75.830	1.125	MnO	45.987
Mn	-	0.082	Cr ₂ O ₃	5.539
Cr	0.014	0.027	V ₂ O ₅	6.010
Total	98.724	95.183	Total	0.802
				99.335
				99.573

Photo.15 含鉄鉄滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果

Photo.15 含鉄鉄滓の顕微鏡組織・EPMA調査結果



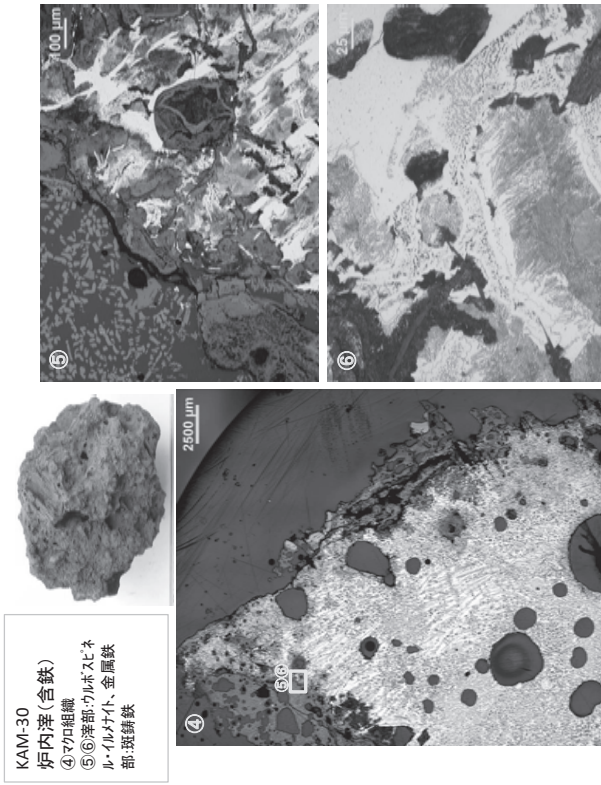
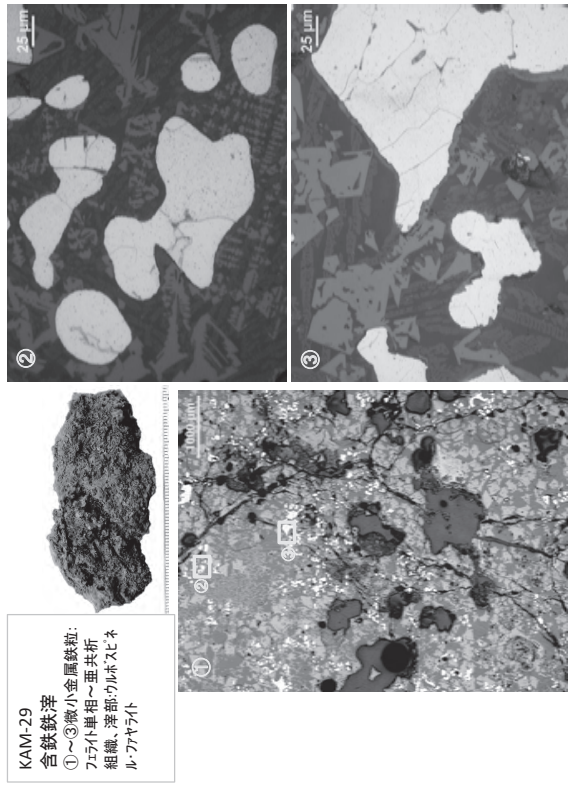


Photo.20 含鉄鉄滓の・炉内滓(含鉄)の顕微鏡組織

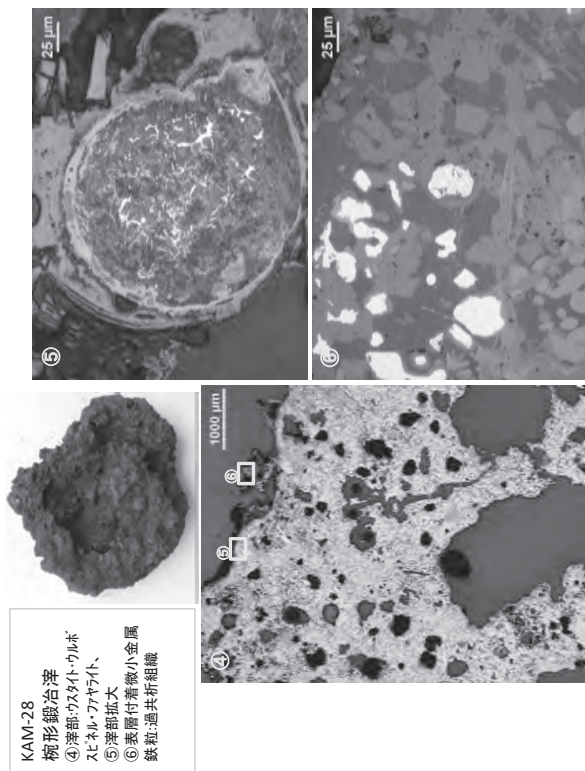
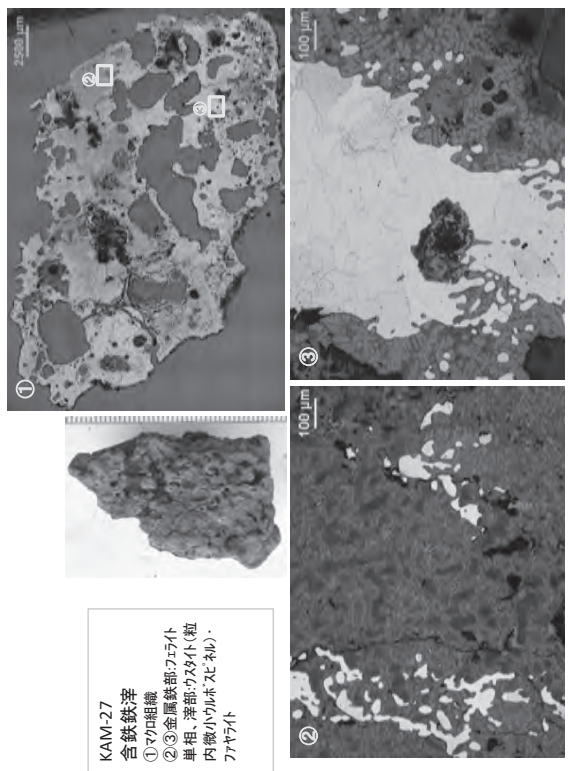


Photo.19 含鉄鉄滓の顕微鏡組織

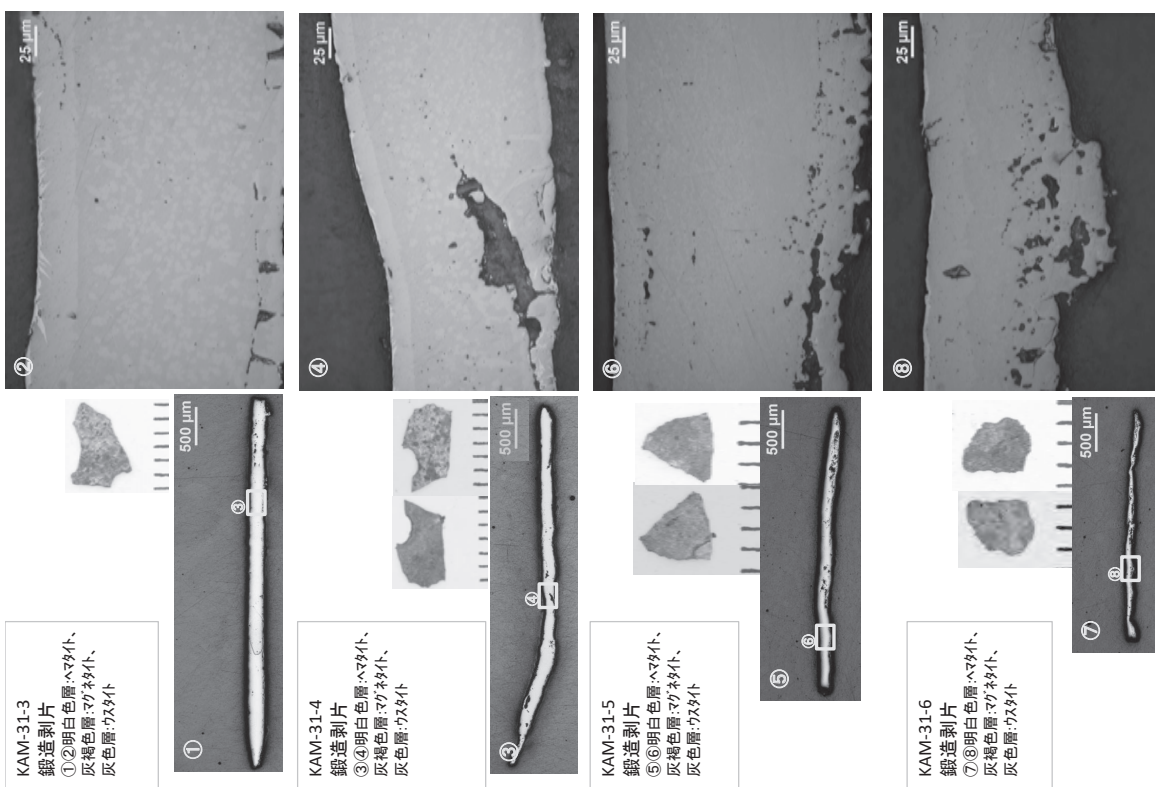


Photo.22 鍛造剥片の顕微鏡組織

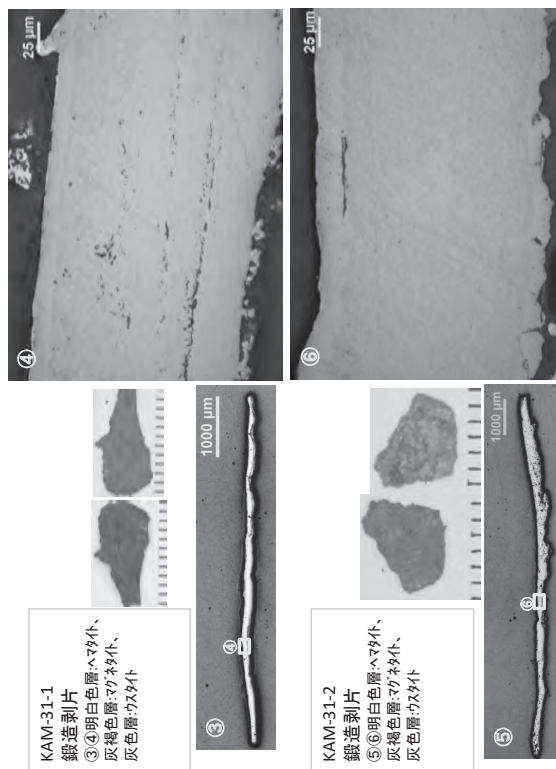
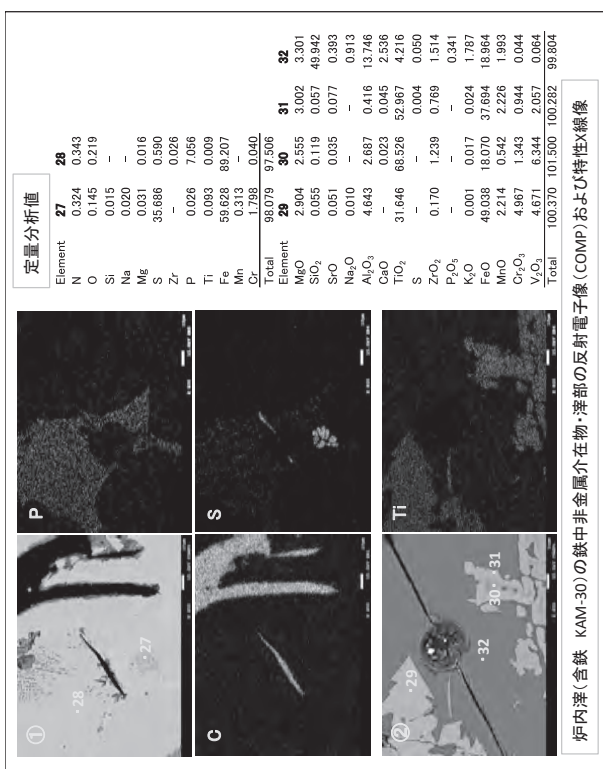


Photo.21 炉内滓(含鉄)のEPMA調査結果・鍛造剥片の顕微鏡組織

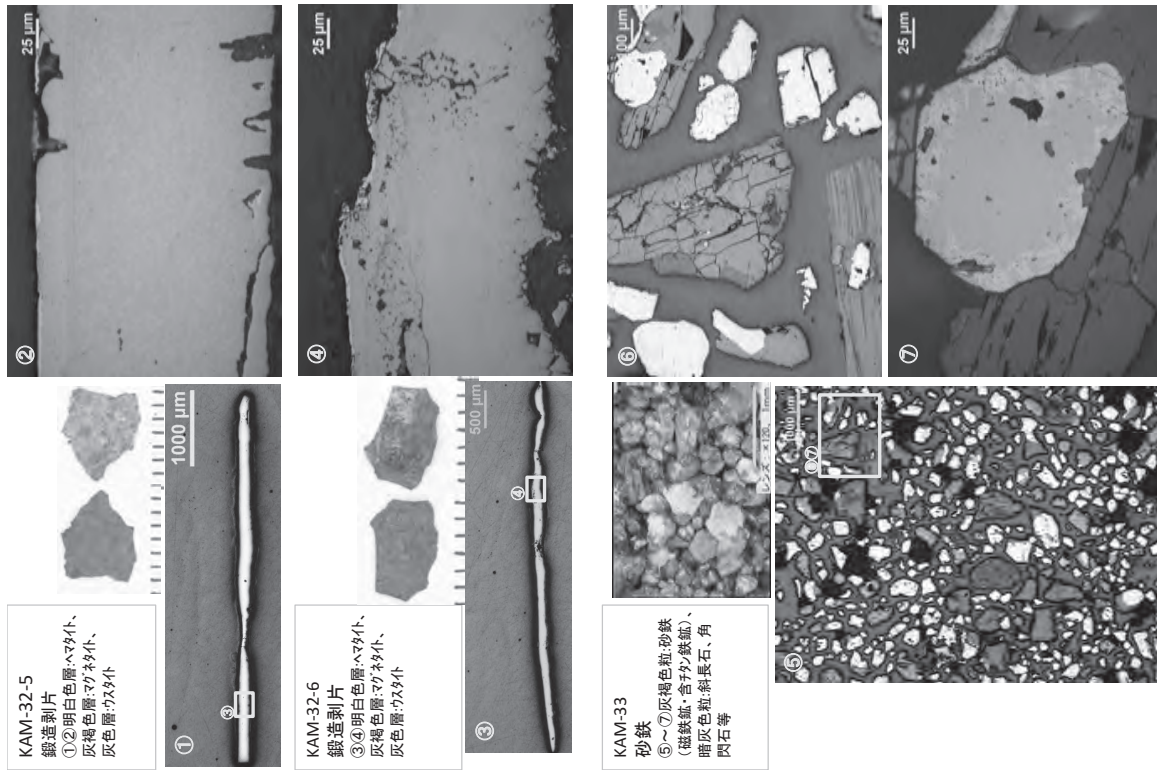


Photo.24 鍛造剥片・砂鉄の顕微鏡組織

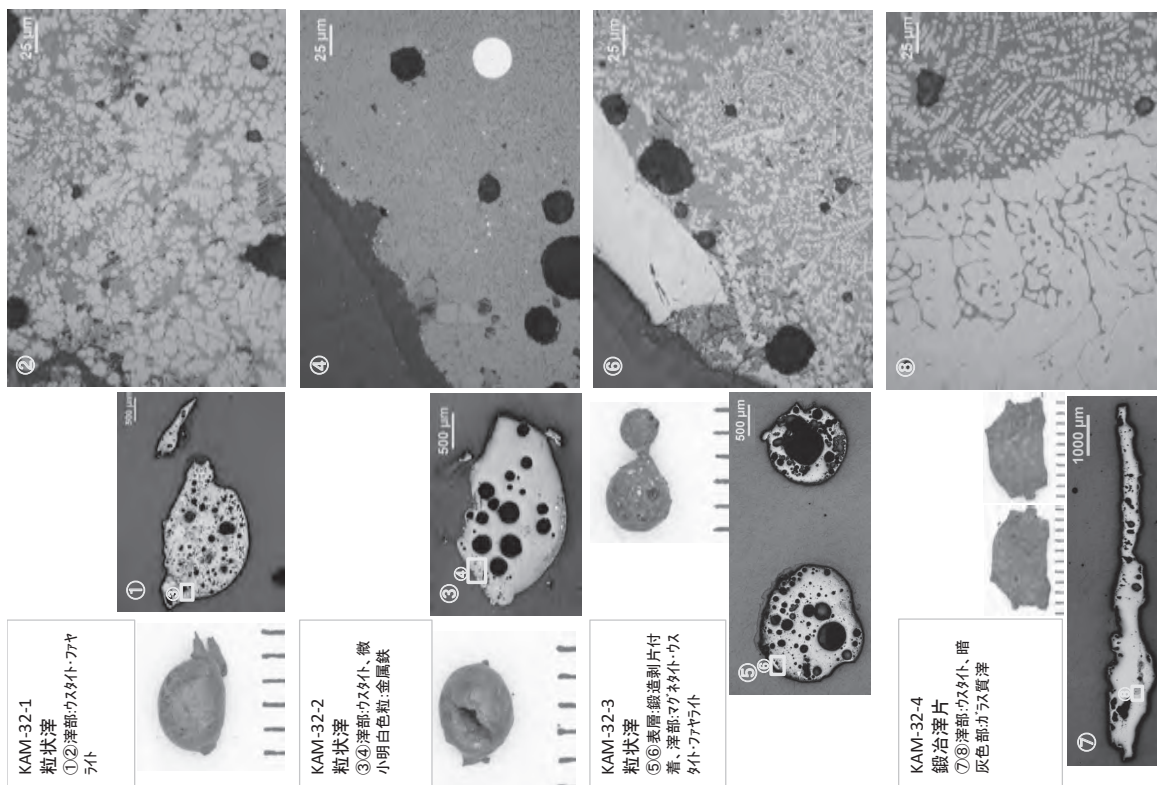
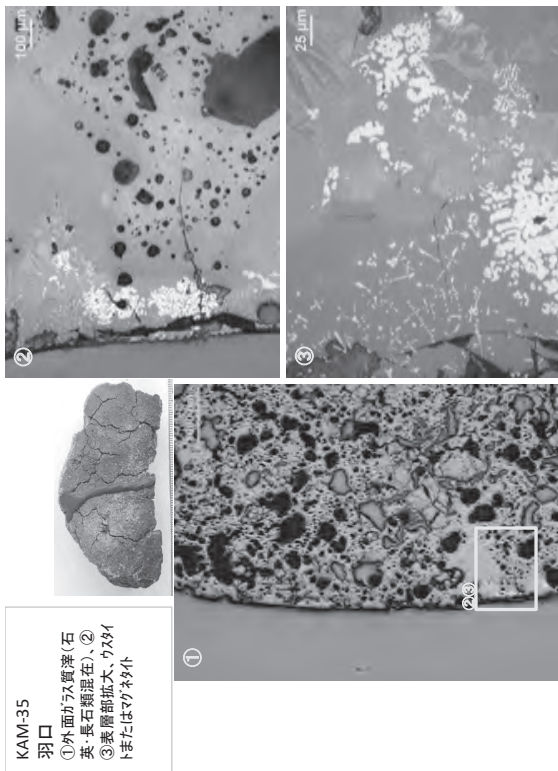
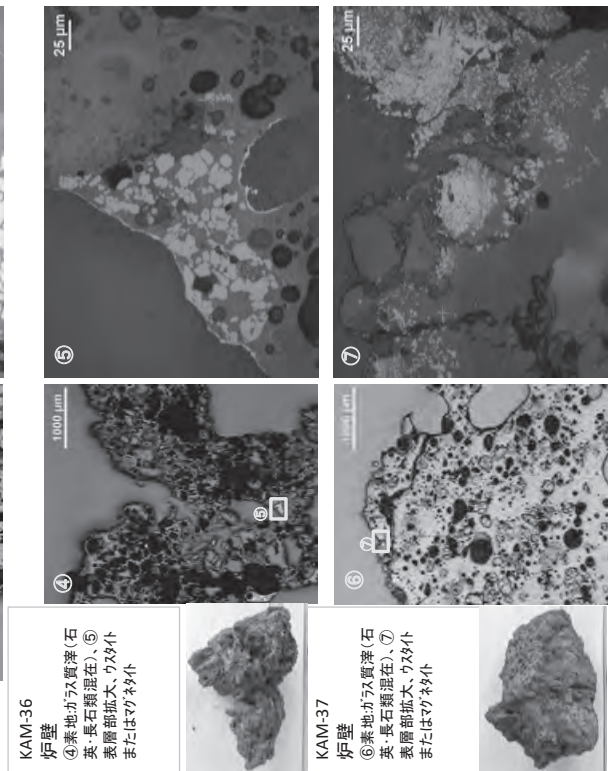


Photo.23 粒状滓・鍛冶滓片の顕微鏡組織



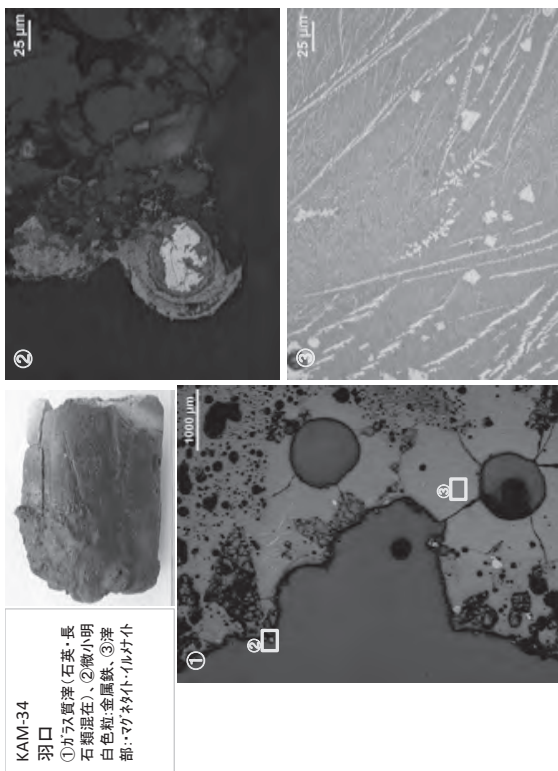
KAM-35
羽口
①外面からガラス質(石
英・長石類混在)、②
③表面層部拡大、ウツナイ
またはマクネツト



KAM-36
炉壁
④表地からガラス質(石
英・長石類混在)、⑤
表面層部拡大、ウツナイ
またはマクネツト

KAM-37
炉壁
⑧表地からガラス質(石
英・長石類混在)、⑨
表面層部拡大、ウツナイ
またはマクネツト

Photo.26 羽口・炉壁の顕微鏡組織



KAM-34
羽口
①ガラス質(石英・長
石類混在)、②微小明
白色粒・金属鉄、③表
面・マクネツト・イルメツト

定量分析値		33	34	35	36	37
Element						
MgO		3.128	1.509	2.434	1.938	
SiO ₂		98.396	0.156	0.216	46.635	
Sp ₂ O		0.772	0.113	-	0.463	
Na ₂ O		0.022	11.183	9.188	13.035	17.978
Al ₂ O ₃		0.010	-	0.122	0.026	2.732
CaO		0.023	1.082	40.533	3.148	5.095
TiO ₂		0.002	0.004	0.005	0.018	-
S		0.002	0.006	-	0.245	0.045
ZrO ₂		0.023	0.003	0.036	-	0.231
P ₂ O ₅		0.004	0.020	0.081	0.031	2.334
K ₂ O		-	0.031	0.005	0.022	-
Cr ₂ O ₃		0.340	47.648	39.896	66.402	18.133
FeO		-	1.135	0.477	0.992	0.945
MnO		0.054	31.488	1.498	7.112	0.019
Cr ₂ O ₃		0.032	0.056	0.644	0.228	0.354
V ₂ O ₅		99.684	96.046	96.525	93.786	100.704
Total						

Cr

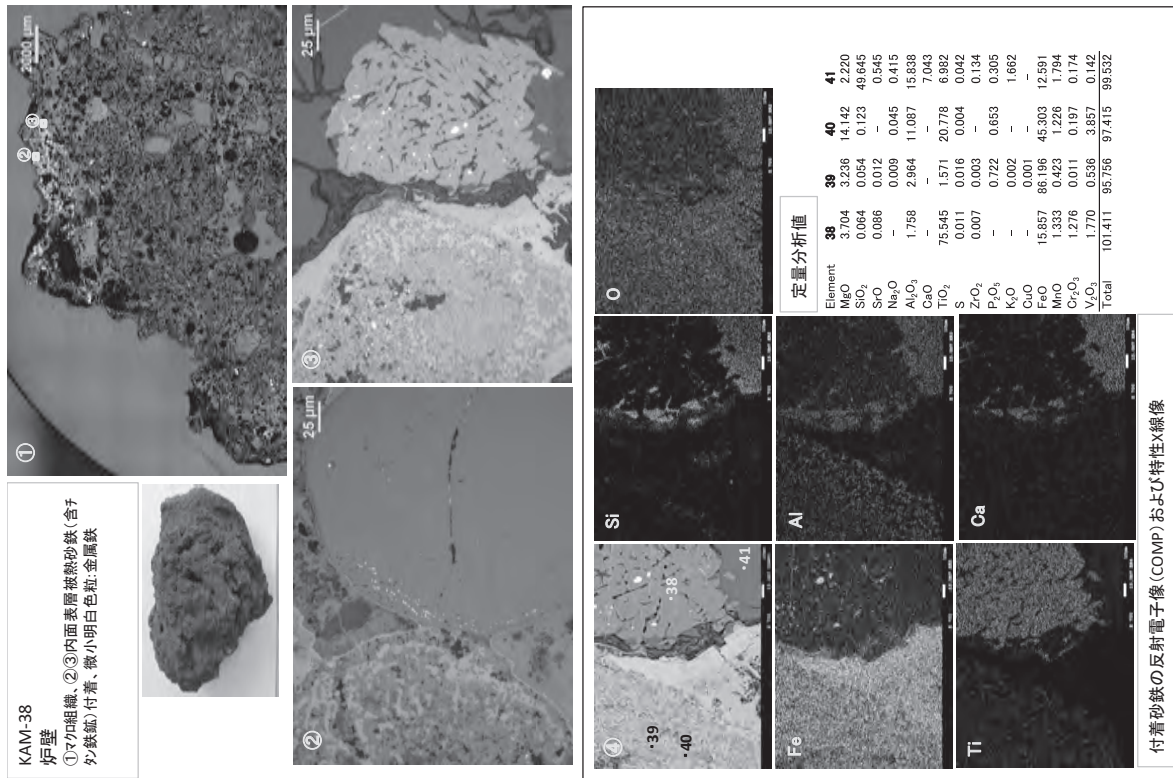
Si

Fe

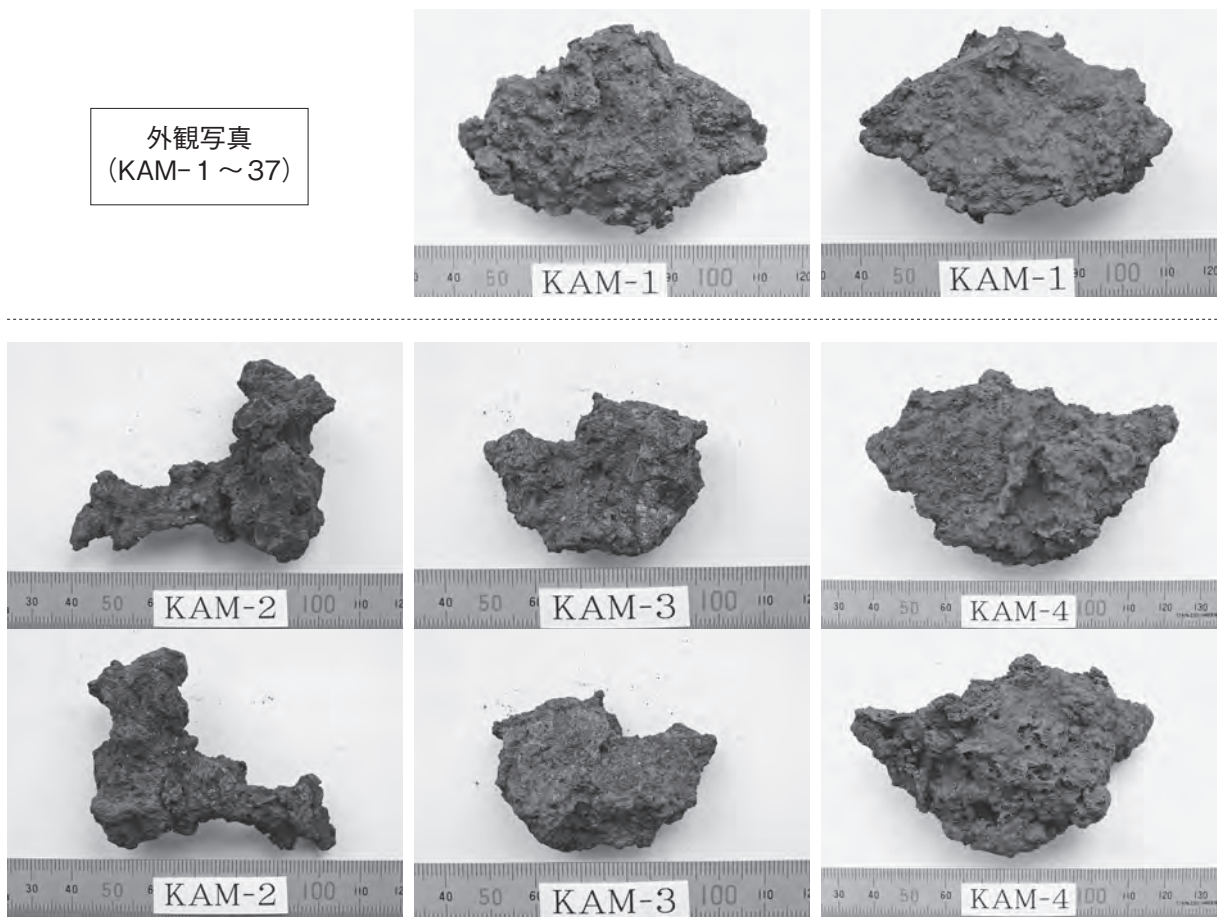
Ti

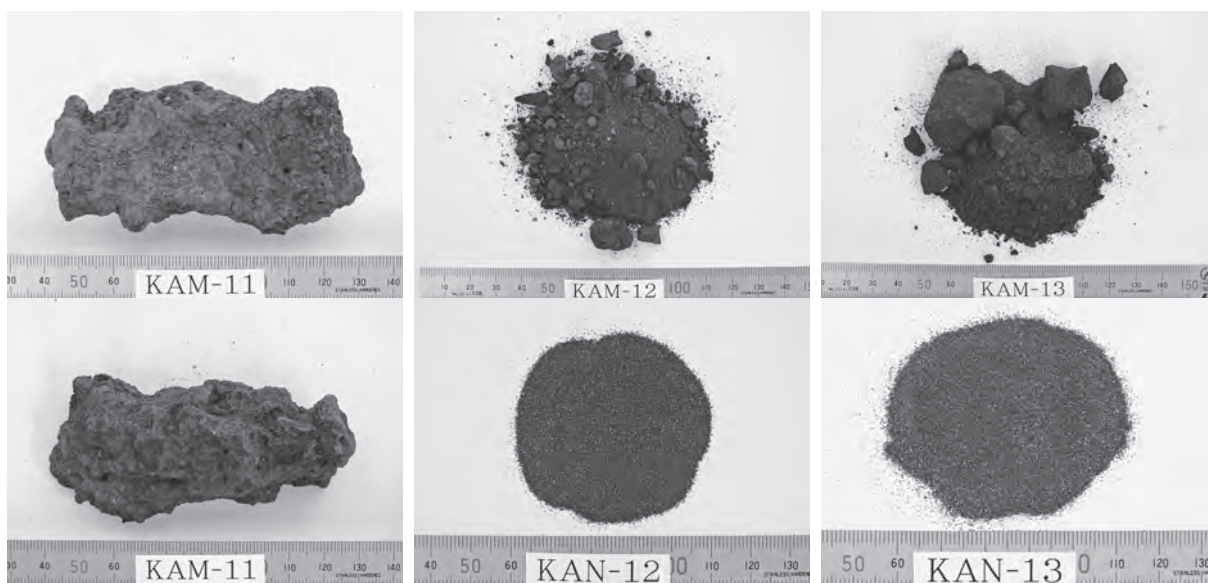
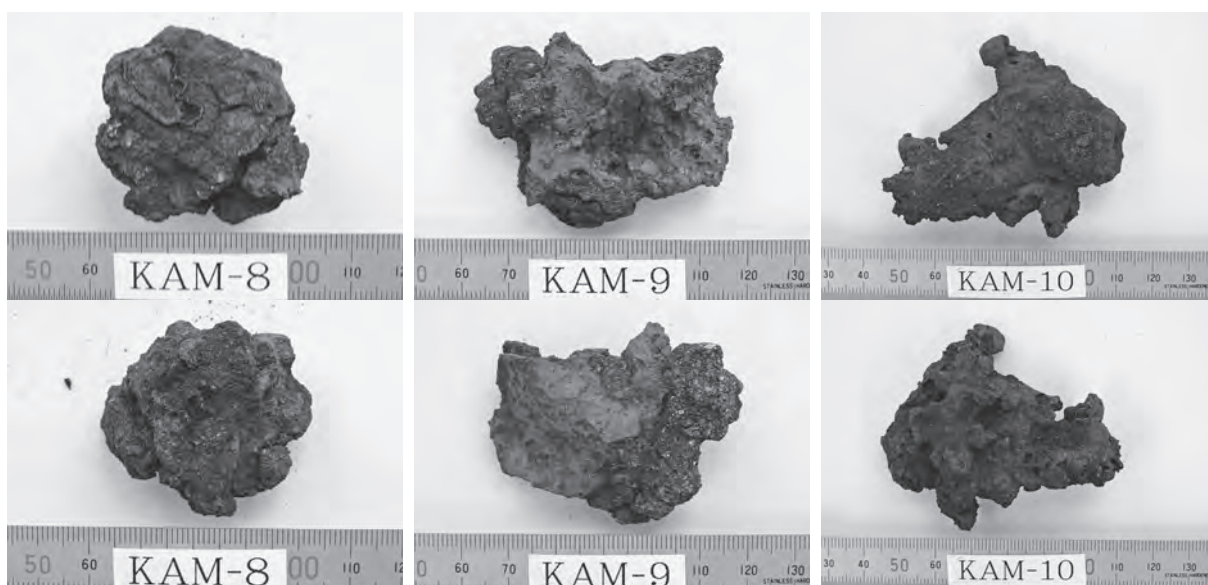
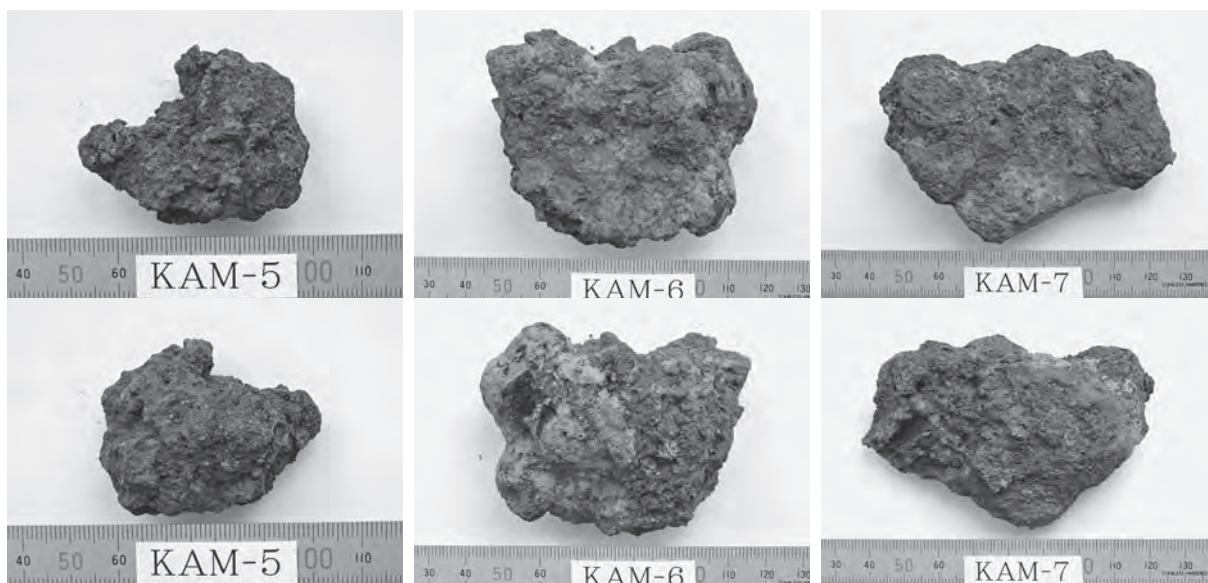
羽口表面層の断面の反射電子像 (COMP) および特性X線像

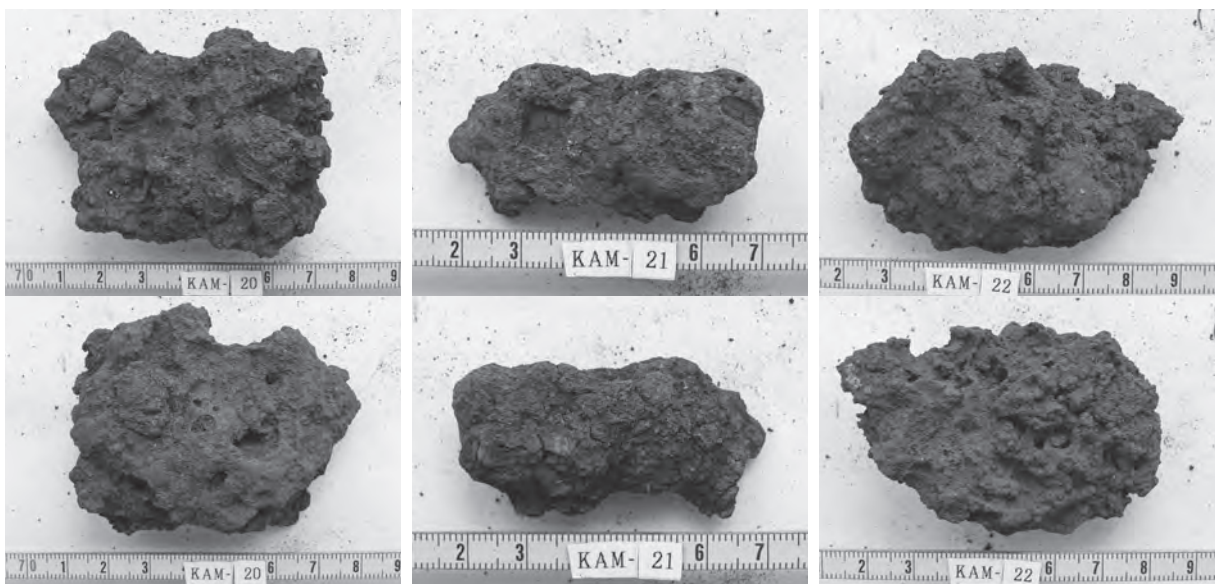
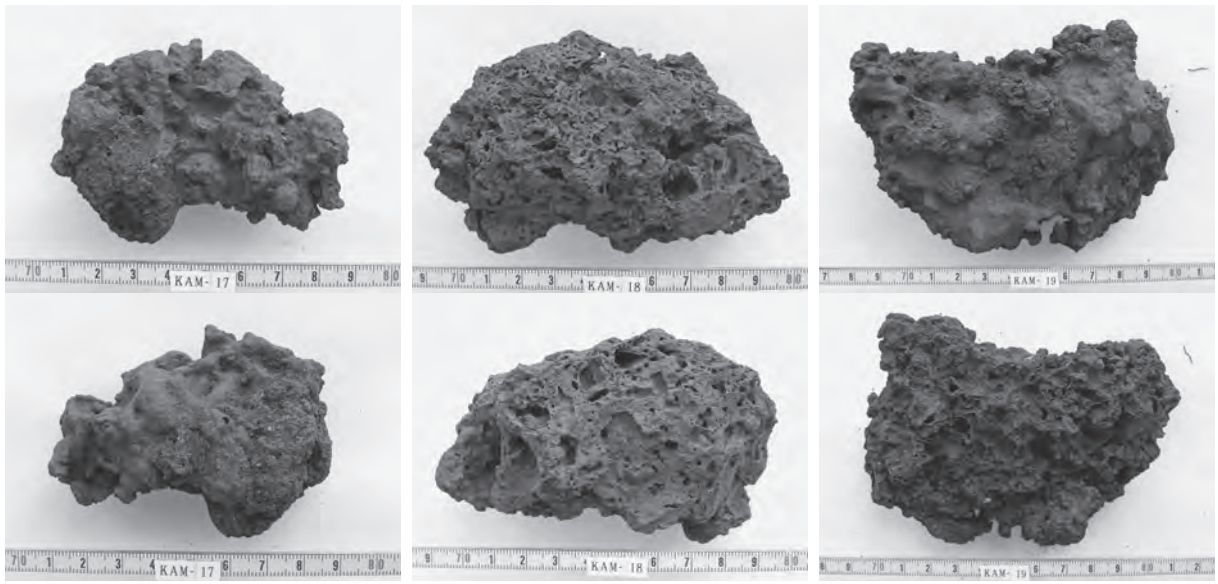
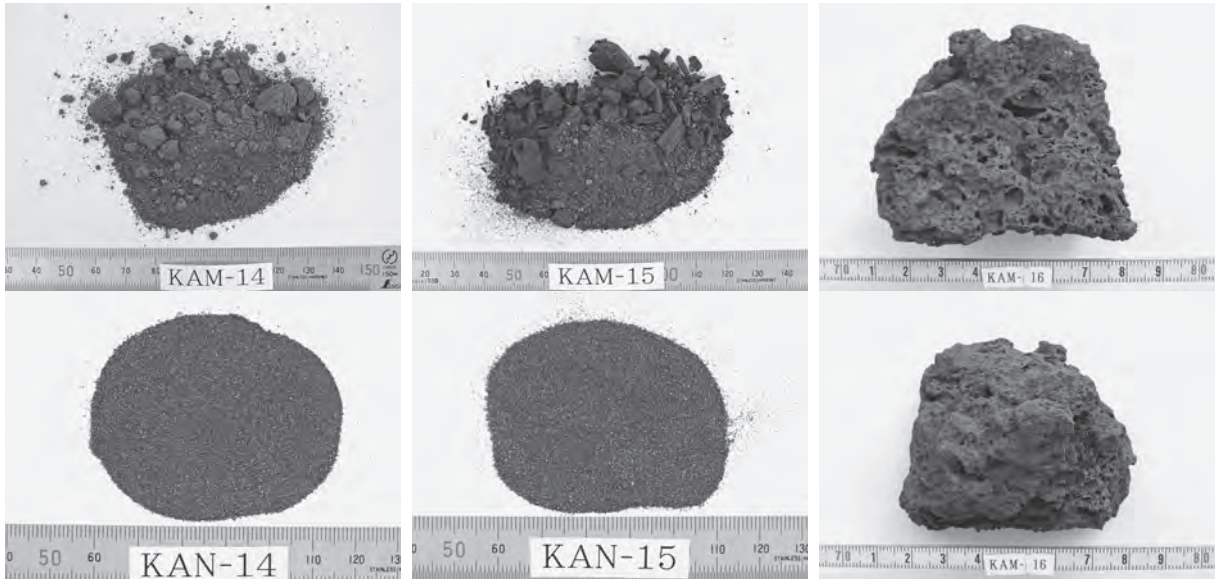
Photo.25 羽口の顕微鏡組織・EPMA調査結果



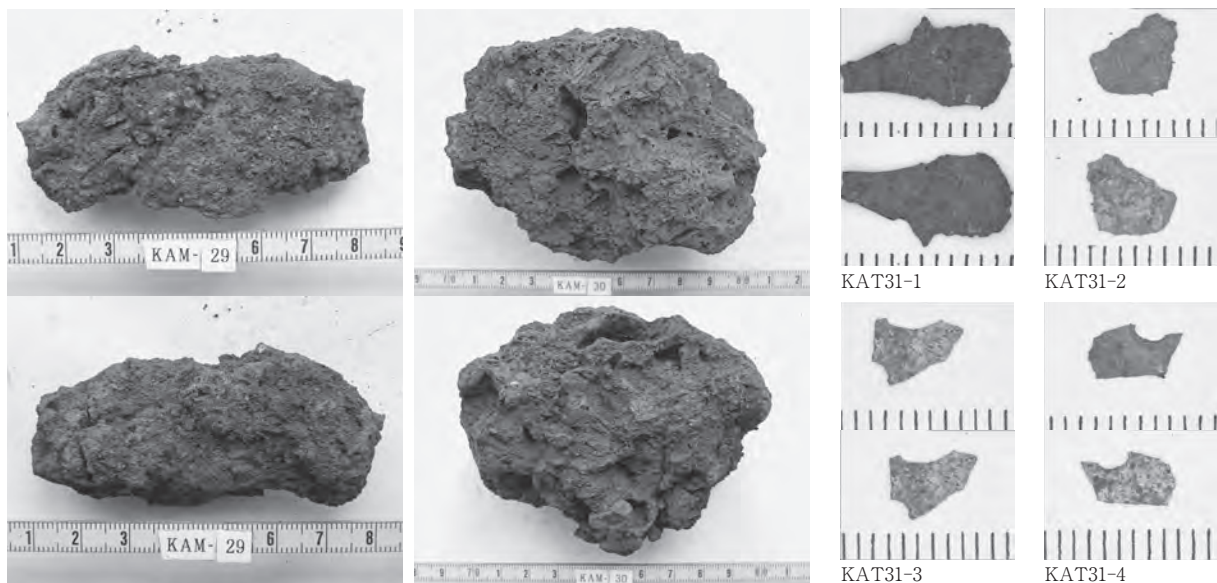
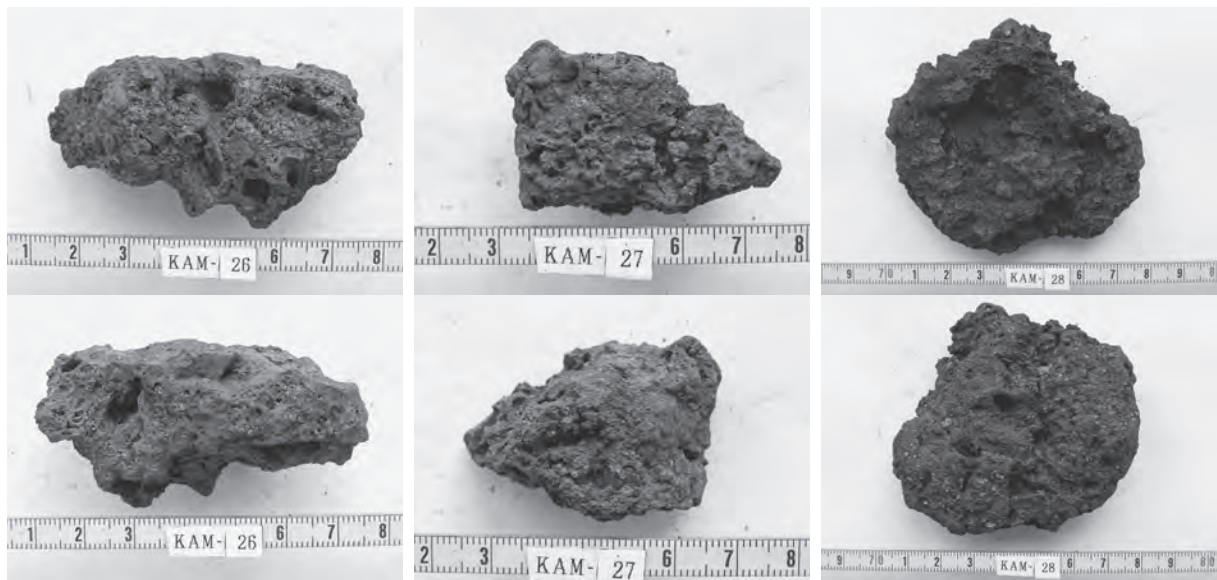
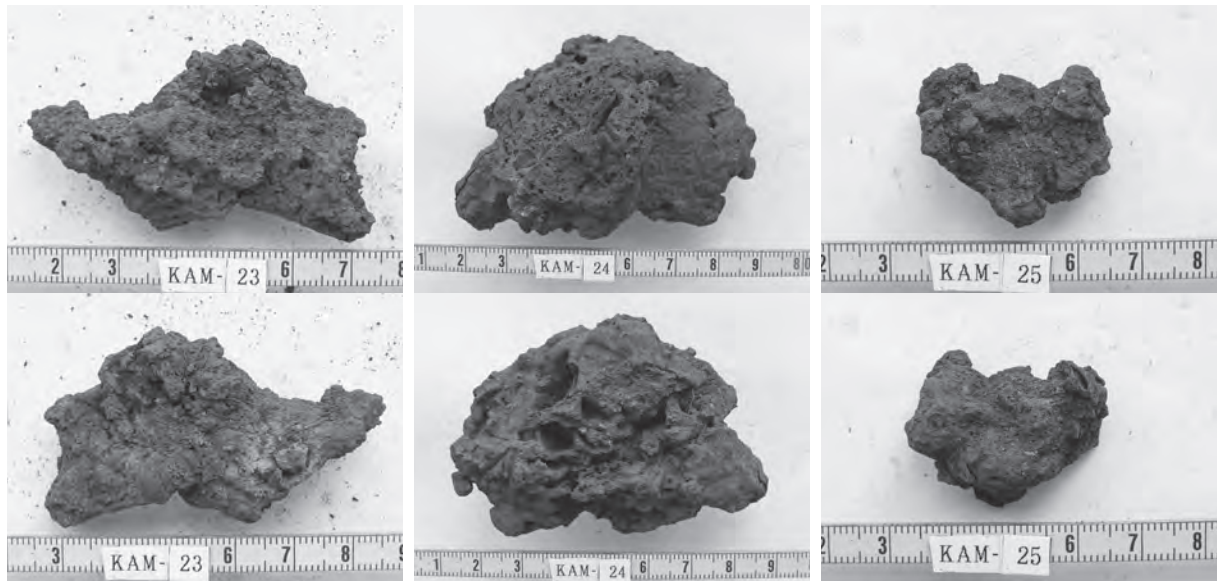
外観写真
(KAM-1 ~ 37)

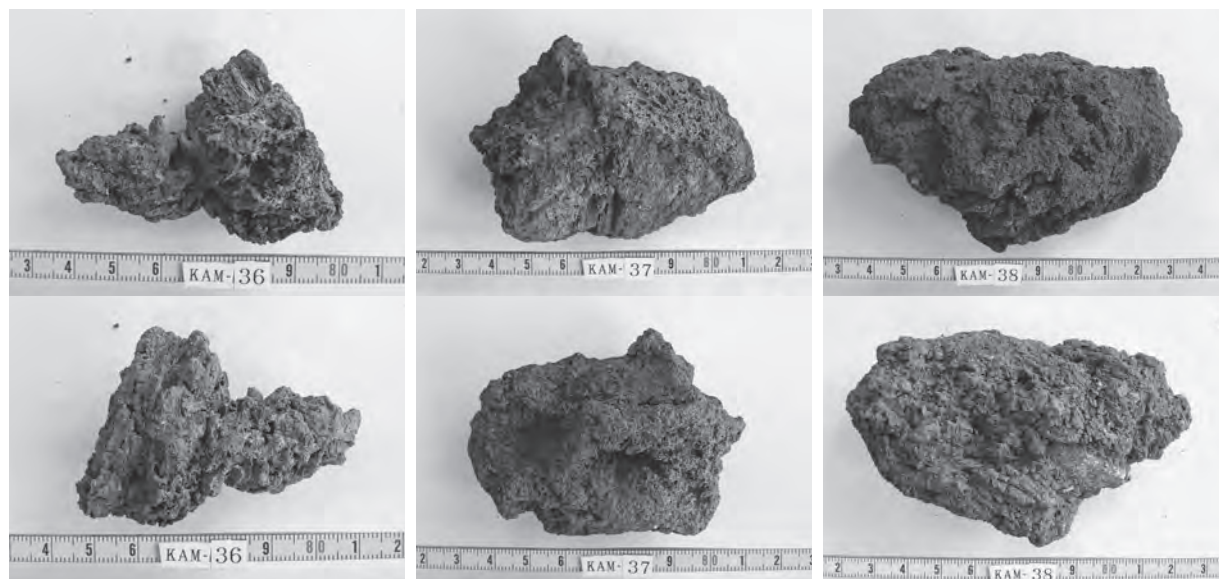
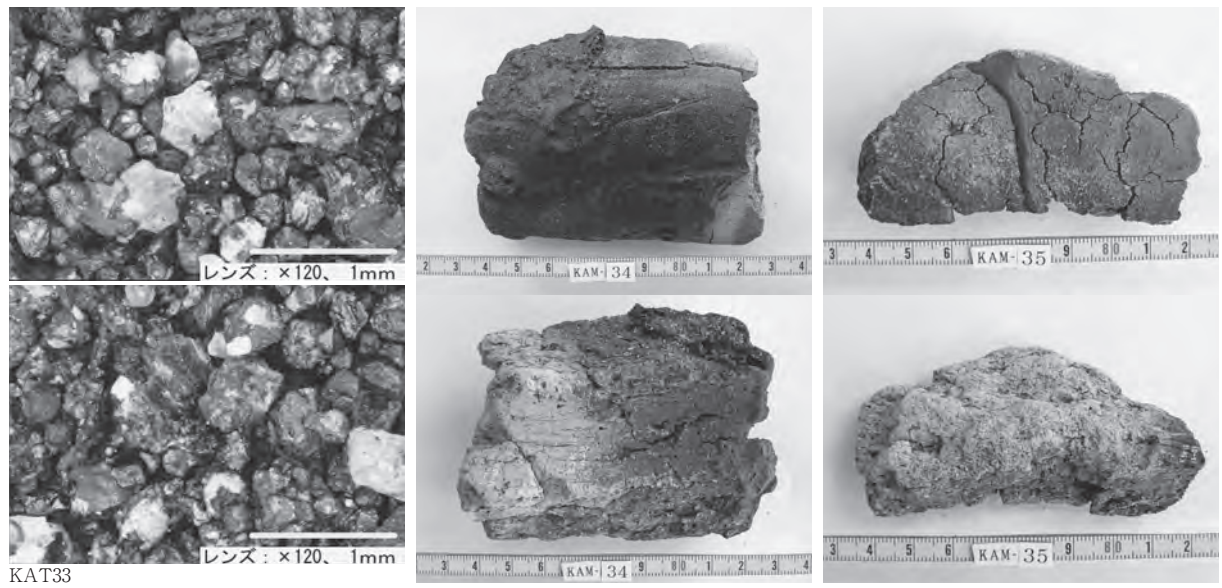
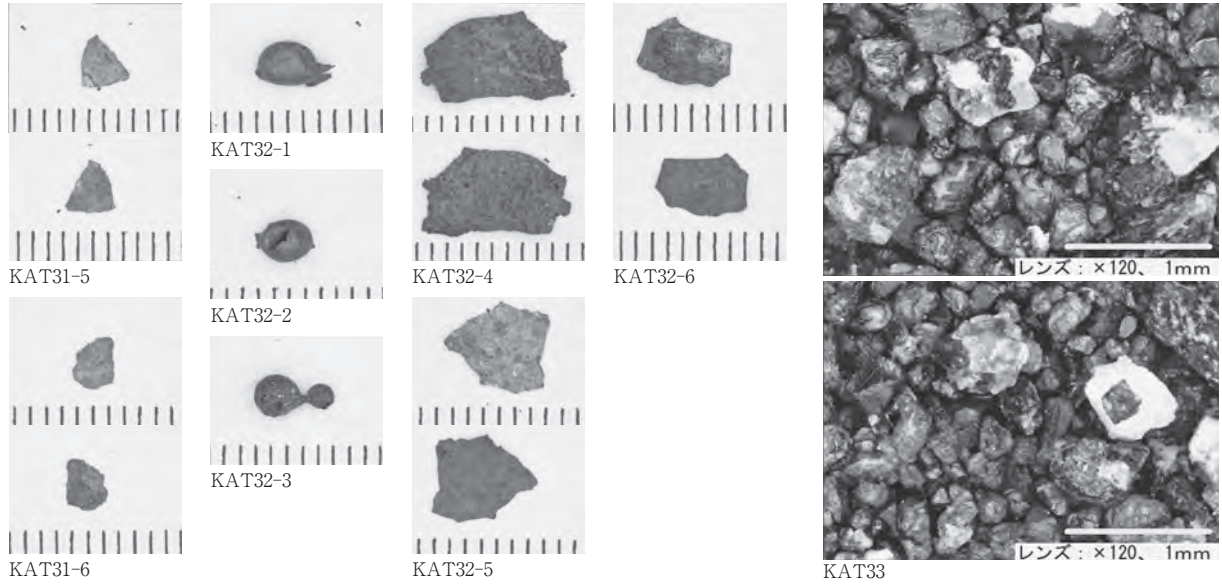






7 製鉄～鍛冶関連遺物の分析調査





8 X線回折試験及び化学分析試験

(株)第四紀地質研究所 井上 巖

(1) 実験条件

[試料]

分析に供した試料は第3表胎土性状表に示す通りである。

X線回折試験に供する遺物試料は洗浄し、乾燥したのちに、メノウ乳鉢にて粉碎し、粉末試料として実験に供した。化学分析は土器をダイヤモンドカッターで小片に切断し、表面を洗浄し、乾燥後、試料表面をコーティングしないで、直接電子顕微鏡の鏡筒内に挿入し、分析した。

[X線回折試験]

土器胎土に含まれる粘土鉱物及び造岩鉱物の同定はX線回折試験によった。測定には日本電子製JDX-8020X線回折装置を用い、次の実験条件で実験した。Target: Cu, Filter: Ni, Voltage: 40 kV, Current: 30 mA, ステップ角度: 0.02° 計数時間: 0.5 秒。

[化学分析]

元素分析は日本電子製5300LV型電子顕微鏡に2001型エネルギー分散型蛍光X線分析装置をセットし、実験条件は加速電圧: 150 kV、分析法: スプリント法、分析倍率: 200 倍、分析有効時間: 100 秒、分析指定元素 10 元素で行った。

(2) X線回折試験結果の取扱い

実験結果は第3表胎土性状表に示す通りである。

第3表右側にはX線回折試験に基づく粘土鉱物及び造岩鉱物の組織が示してあり、左側には各胎土に対する分類を行った結果を示している。X線回折試験結果に基づく粘土鉱物及び造岩鉱物の各々に記載される数字はチャートの中に現われる各鉱物に特有のピークの強度を記載したものである。

[組成分類]

◆ Mont-Mica-Hb 三角ダイヤグラム

第1図に示すように三角ダイヤグラムを1～13に分割し、位置分類を各胎土について行い、各胎土の位置を数字で表した。

Mont, Mica, Hbの三成分の含まれない胎土は記載不能として14にいい、別に検討した。三角ダイヤグラムはモンモリロナイト(Mont)、雲母類(Mica)、角閃石(Hb)のX線回折試験におけるチャートのピーク強度をパーセント(%)で表示する。モンモリロナイトは $\text{Mont}/(\text{Mont}+\text{Mica}+\text{Hb}) \times 100$ でパーセントとして求め、同様にMica, Hbも計算し、三角ダイヤグラムに記載する。三角ダイヤグラム内の1～4はMont, Mica, Hbの3成分を含み、各辺は2成分、各頂点は1成分よりなっていることを表している。

位置分類についての基本原則は第1図に示す通りである。

◆ Mont-Ch, Mica-Hb 菱形ダイヤグラム

第2図に示すように菱形ダイヤグラムを1～19に区分し、位置分類を数字で記載した。記載不能は20として別に検討した。

モンモリロナイト(Mont)、雲母類(Mica)、角閃石(Hb)、緑泥石(Ch)の内、

a) 3成分以上含まれない b) Mont, Chの2成分が含まれない c) Mica, Hbの2成分が含まれない の3例がある。

菱形ダイヤグラムはMont-Ch, Mica-Hbの組合せを表示するものである。

Mont-Ch, Mica-Hb のそれぞれの X 線回折試験のチャートの強度を各々の組合せ毎にパーセントで表すもので、例えば、 $\text{Mont}/\text{Mont}+\text{Ch} \times 100$ と計算し、Mica, Hb, Ch も各々同様に計算し、記載する。

菱形ダイアグラム内にある 1～7 は Mont, Mica, Hb, Ch の 4 成分を含み、各辺は Mont, Mica, Hb, Ch のうち 3 成分、各頂点は 2 成分を含んでいることを示す。

位置分類についての基本原則は第 2 図に示すとおりである。

◆化学分析結果の取り扱い

化学分析結果は酸化物として、ノーマル法（10 元素全体で 100% になる）で計算し、化学分析表を作成した。化学分析表に基づいて $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}$ 図、 $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{TiO}$ 図、 $\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ 図の各図を作成した。

これらの図をもとに、土器類を元素の面から分類した。

(3) X 線回折試験結果

[タイプ分類]

第 3 表胎土性状表には上代川遺跡より出土した羽口、炉壁と粘土塊が記載してある。

第 1 表タイプ分類表に示すように上代川遺跡より出土した羽口、炉壁と粘土塊は A～E の 5 タイプが検出された。

A タイプ：Hb 1 成分を含み、Mont, Mica, Ch の 3 成分に欠ける。

B タイプ：Mica, Ch の 2 成分を含み、Mont, Hb の 2 成分に欠ける。

C タイプ：Mica 1 成分を含み、Mont, Hb, Ch の 3 成分に欠ける。

D タイプ：Mont, Mica の 2 成分を含み、Hb, Ch の 2 成分に欠ける。

E タイプ：Mont, Mica, Hb, Ch の 4 成分にかける。高温で焼成された炉壁や羽口の一部は物や粘土鉱物が熱により溶けてガラスに変質し、4 成分が検出されない。

第 3 表胎土性状表に示すように炉壁と羽口は高温で焼成されたときに生成するムライ（Nullite）とクリストバーライト（Cristobalite）が検出され、焼成温度領域はムライの生成する約 1200℃～1000℃の領域にあり、これらの状況は第 5 図上代川遺跡・Qt-Pl 図の中の焼成ランクで示してある。この地域の特徴として、粘土塊は斜長石の含有量が少なく、石英の含有量の大きいという特徴があり、焼成ランク中～高の領域にあり、あたかも高温で焼成されたかのようなのであるがこれがこの粘土塊の本質で焼成とは関係ない。

[石英（Qt）－斜長石（Pl）の相関について]

炉壁と羽口の胎土中に含まれる砂の粘土に対する混合比は粘土の材質、炉壁や羽口の焼成温度と大きな関わりがある。炉壁と羽口を制作する過程で、ある粘土にある量の砂を混合して素地土を作るということは個々の集団が持つ制作上の固有の技術であると考えられる。

自然の状態における各地の砂は固有の石英と斜長石比を有している。この比は後背地の地質条件によって各々異なってくるものであり、言い換えれば、各地の砂はおのおの固有の石英と斜長石比を有していると言える。

第 5 図上代川遺跡・Qt-Pl 図に示すように Qt の強度が小の領域から大の領域にかけて Qt-1～Qt-5 の 5 グループと“その他”に分類された。

Qt1-Qt が 90～500、Pl が 0～100 の領域に分布する。

Qt2-Qt が 1200～2000、Pl が 70～180 の領域に分布する。

Qt3-Qt が 2100～3000、Pl が 50～160 の領域に分布する。

Qt4 - Qt が 2700 ~ 3200、Pl が 170 ~ 300 の領域に分布する。

Qt5 - Qt が 3300 ~ 4300、Pl が 0 ~ 200 の領域に分布する。

“その他” - KAM-2,11 は Pl (斜長石) 強度が高く、KAM-17 は Pl の強度が 0 と低くこれら 3 個はどの領域にも属さず異質である。

(4) 化学分析結果

第 4 表化学分析表には上代川遺跡より出土した羽口と炉壁・粘土塊とが記載してある。分析結果に基づいて第 6 図上代川・SiO₂-Al₂O₃ 図、第 7 図上代川・Fe₂O₃-TiO₂ 図、第 8 図上代川・K₂O-CaO 図を作成した。

[SiO₂-Al₂O₃ の相関について]

第 6 図上代川遺跡・SiO₂-Al₂O₃ 図を基準として、上代川遺跡より出土した羽口、炉壁と粘土塊は I ~ IV の 4 タイプと“その他”に分類した。

タイプ I : SiO₂ が 0 ~ 20%、Al₂O₃ が 0 ~ 5% の領域に分布する。

このタイプは Fe₂O₃ の含有量が高く、そのため SiO₂ と Al₂O₃ の含有量が少ないものである。特に注目すべきことは粘土①や貼付粘土がこれらに該当するもので、もともと鉄分の含有量が高いものであることが特徴である。

タイプ II : SiO₂ が 52 ~ 68%、Al₂O₃ が 20 ~ 32% の領域に分布する。

この領域にあるものはすべて羽口である。

タイプ III : SiO₂ が 56 ~ 68%、Al₂O₃ が 12 ~ 20% の領域に分布する。

この領域にあるものはすべて炉壁である。

タイプ IV : SiO₂ が 63 ~ 69%、Al₂O₃ が 19 ~ 24% の領域に分布する。

“その他” : KAM-17、20 の 2 個はどの領域にも属さない。

第 6 図上代川遺跡・SiO₂-Al₂O₃ 図に示すように、羽口と炉壁、粘土塊と炉壁は各グループで明瞭に分かれており、使用する目的に応じて選別しているかあるいは調整しているようである。

[Fe₂O₃-TiO₂ の相関について]

第 7 図上代川遺跡・Fe₂O₃-TiO₂ 図に示すように、Fe₂O₃ の領域によって 2 グループと“その他”に細分された。

Fe₂O₃ · 1 - Fe₂O₃ が 0 ~ 20%、TiO₂ が 0.5 ~ 1.8% の領域に分布する。

この領域にあるものは羽口と炉壁で、領域の左上に羽口、領域の中央に炉壁が分布し、両者には差が認められる。

Fe₂O₃ · 2 - Fe₂O₃ が 60 ~ 90%、TiO₂ が 2.0 ~ 4.5% の領域に分布する。

この領域にあるものは炉壁と粘土塊である。この領域の周辺にある KAM-7、12、15 の 3 個はこの領域のものと類似するものと考えられる。

“その他” - KAM-21 は TiO₂ の値が 10.8Wt% と高く異質である。

[K₂O-CaO の相関について]

第 8 図上代川遺跡・K₂O-CaO 図に示すように K₂O の値によつて 3 グループに分類した。

K₂O- 1 - K₂O が 0 ~ 0.5%、CaO が 0.3 ~ 0.7% の領域に分布する。

K₂O- 2 - K₂O が 1.6 ~ 4.3%、CaO が 0 ~ 1.9% の領域に分布する。

K₂O- 3 - K₂O が 4.0 ~ 6.0%、CaO が 1.8 ~ 2.8% の領域に分布する。

K_2O と CaO の相関では明瞭な差はなく、 K_2O-2 の領域に集中する傾向にある。大まかにはこの領域の左上に羽口、右下に炉壁が分布することが見られ、両者は分別される傾向がみられる。

(5) ま と め

X線回折試験と蛍光X線分析の結果に基づいて、上代川遺跡より出土した羽口、炉壁と粘土塊の胎土のタイプは第1表タイプ分類表に示すように分類し、胎土の組成的特徴は第2表組成分類表に示すように分類した。

第1表 タイプ分類表

試料No.	タイプ分類	備 考		
		器種名	遺構名	層 位
KAM-3	A	羽口	SXW02 製鉄炉Eベルト	埋土
KAM-22	B	粘土	SXW02 製鉄炉旧排滓坑	貼付粘土
KAM-23	B	粘土	SXW02 製鉄炉床面土坑 1	底面
KAM-24	B	粘土	SXW06 製鉄炉前庭部	貼付粘土
KAM-6	C	羽口	SXW05 製鉄炉 QSE 地下構造	崩落土層
KAM-7	C	羽口	SXW06 製鉄炉 QNW	埋土
KAM-18	C	炉壁	SXW05 製鉄炉 QSE 地下構造	炭化物層
KAM-21	D	粘土	SXW02 製鉄炉上部	粘土①
KAM-1	E	羽口	SXW01 製鉄炉 QNW	検出面
KAM-2	E	羽口	SXW02 製鉄炉炉底付近	埋土
KAM-4	E	羽口	SXW03 製鉄炉 QSE	検出面 (木根)
KAM-5	E	羽口	SXW03 製鉄炉	検出面
KAM-8	E	炉壁	SXW01 製鉄炉	炉内埋土
KAM-9	E	炉壁	SXW01 製鉄炉粘土範囲内	床面
KAM-10	E	炉壁	SXW02 製鉄炉	炉上部
KAM-11	E	炉壁	SXW02 製鉄炉地下構造Wトレンチ	埋土
KAM-12	E	炉壁	SXW02 製鉄炉床面土坑 3	埋土
KAM-13	E	炉壁	SXW05 製鉄炉地下構造Wトレンチ	炭化物層
KAM-14	E	炉壁	SXW03 製鉄炉ベルト	炭化物層
KAM-15	E	炉壁	SXW04 製鉄炉	埋土下位
KAM-16	E	炉壁	SXW04 製鉄炉Eトレンチ	埋土
KAM-17	E	炉壁	SXW05 製鉄炉炉東半地下構造	埋土
KAM-19	E	炉壁	SXW06 製鉄炉	埋土
KAM-20	E	粘土	SXW01 製鉄炉排滓坑	貼付粘土

〈1〉胎土はA～Eの5タイプに分類された。第1表タイプ分類表に示すように、24個の分析のうち、最も多いタイプはEタイプの16個、ついでBとCタイプの各3個、Dタイプ1個である。Eタイプは主として高温で焼成された炉壁と羽口であり、粘土塊はBタイプである。

〈2〉第2表組成分類表に示すように、上代川遺跡より出土した羽口、炉壁と粘土塊のX線回折試験と化学分析の結果に基づいて第5図上代川遺跡・Qt-P1図、第6図上代川遺跡・ $SiO_2-Al_2O_3$ 図、第7図上代川遺跡・ $Fe_2O_3-TiO_2$ 図、第8図上代川遺跡・ K_2O-CaO 図を作成し、各相関により分類したもので組成分類をおこなった。表に示すように①～⑧の8タイプに分類した。その分類の根拠は表の左側の欄外に示すQt, Si, Feの分類数字のよって分別した。

Qtの領域分類に基づいて1～5に分類し、Siの分類との対比を見、さらにFeとの対比を行い、分類したものである。

① Qt-1 Si-1～4 Fe-1,3にグループに属する4個は SiO_2 の分類が異なり、 Fe_2O_3 分類もばらつきがあり、組成的な統一性がない。

② Qt-2 Si-2 Fe-1に属する3個は組成的に一致するもので、羽口が集中する。

③ Qt-2 Si-3 Fe-1に属する2個は組成的に一致するもので、炉壁が集中する。

④ Qt-3 Si-1 Fe-2,3に属する2個はQtとSiの組成では一致するものが、Feの値が異なる。

- ⑤ Qt-3 Si-3,4 Fe-1 に属する 3 個は組成的に一致するもので、炉壁が集中する。
- ⑥ Qt-4 Si-1 Fe-2 に属する 3 個は組成的に一致するもので、炉壁と粘土塊が集中する。
- ⑦ Qt-5 Si-1,2 Fe-1～3 に属する 3 個は組成的に Qt の分類のみが一致するもので、Si,Fe では異なる組成を示す。粘土塊と羽口である。
- ⑧ Qt-6 Si-1～3 Fe-1, 2 に属する 3 個は組成的にばらばらで、分散するものを取りまとめたもので、組成的な類似性は全くない。

第2表 組成分類表

Fe			試料No.	タイプ分類	備考		
Si	Qt	器種名			遺構名	層位	
① Qt-1 Si-1～4 Fe-1,3							
3	1	1	KAM-15	E	炉壁	SXW04 製鉄炉	埋土下位
1	2	1	KAM-4	E	羽口	SXW03 製鉄炉 QSE	検出面 (木根)
1	3	1	KAM-19	E	炉壁	SXW06 製鉄炉	埋土
3	4	1	KAM-12	E	炉壁	SXW02 製鉄炉床面土坑 3	埋土
② Qt-2 Si-2 Fe-1							
1	2	2	KAM-1	E	羽口	SXW01 製鉄炉 QNW	検出面
1	2	2	KAM-3	A	羽口	SXW02 製鉄炉 E ベルト	埋土
1	2	2	KAM-5	E	羽口	SXW03 製鉄炉	検出面
③ Qt-2 Si-3 Fe-1							
1	3	2	KAM-9	E	炉壁	SXW01 製鉄炉粘土範囲内	床面
1	3	2	KAM-16	E	炉壁	SXW04 製鉄炉 E トレンチ	埋土
④ Qt-3 Si-1 Fe-2,3							
3	1	3	KAM-7	D	羽口	SXW06 製鉄炉 QNW	埋土
2	1	3	KAM-18	D	炉壁	SXW05 製鉄炉 QSE 下部構造	炭化物層
⑤ Qt-3 Si-3,4 Fe-1							
1	3	3	KAM-8	E	炉壁	SXW01 製鉄炉	炉内埋土
1	3	3	KAM-10	E	炉壁	SXW02 製鉄炉	炉上部
1	3	3	KAM-14	E	炉壁	SXW03 製鉄炉ベルト	炭化物層
1	4	3	KAM-20	E	粘土	SXW01 製鉄炉前庭部	貼付粘土
⑥ Qt-4 Si-1 Fe-2							
2	1	4	KAM-13	E	炉壁	SXW05 製鉄炉下部構造 W トレンチ	炭化物層
2	1	4	KAM-22	C	粘土	SXW02 製鉄炉旧前庭部	貼付粘土
2	1	4	KAM-23	C	粘土	SXW02 製鉄炉床面土坑 1	底面
⑦ Qt-5 Si-1,2 Fe-1～3							
3	1	5	KAM-21	D	粘土	SXW02 製鉄炉炉上部	粘土①
2	1	5	KAM-24	C	粘土	SXW06 製鉄炉前庭部	貼付粘土
1	2	5	KAM-6	C	羽口	SXW05 製鉄炉 QSE 下部構造	崩落土層
⑧ Qt-6 Si-1～3 Fe-1, 2							
2	1	6	KAM-11	D	炉壁	SXW02 製鉄炉下部構造 W トレンチ	埋土
1	2	6	KAM-2	D	羽口	SXW02 製鉄炉炉底付近	埋土
1	3	6	KAM-17	D	炉壁	SXW05 製鉄炉炉東半下部構造	埋土

SiO₂ と Fe₂O₃ のそれぞれの分類では羽口と炉壁は化学組成的には明瞭に分類される。Fe₂O₃ の含有量の高い領域には粘土塊と炉壁が共存し、この粘土塊は砂鉄の含有量が高く、この粘土塊を砂鉄の原料としているものであるのかもしれないが判断は難しい。

参考図として第9図上代川遺跡・Fe₂O₃-CuO・ZnO 図を作成した。これは鉄と銅、亜鉛の関係を検討するものとして作ったものである。この図の中の CuO・Zn-2 の領域では含有量の高い鉄と銅・亜鉛の関連が読み取れる。Cu と Zn の各試料の含有量は接近して存在し、類似する含有量を示すことが分かる。

羽口と炉壁の写真を観察すると羽口には藁を混入しておらず、炉壁には大量の藁が意図的に混入しており、その用途によって使い分けていることが分かる。この状況を化学分析結果はよくとらえており、羽口と炉壁は組成上領域を異にし、明瞭に分類された。

粘土は鉄の含有量の高いもので、写真で見ると砂鉄の粒子が見えるとか何らかの特徴があつてしるべきであるがそのようなものは観察されず、鉄の含有量との現象面での判別は難しい。

第3表 胎土性状表

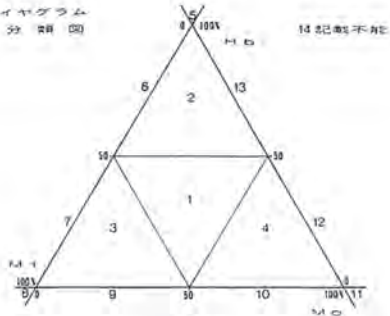
試料No.	タイプ分類	組成分類										粘土鉱物および造岩鉱物										備考		
		Mo-Mi-Hb	Mo-Ch-Mi-Hb	Mont	Mica	Hb	Ch(Fe)	Ch(Mg)	Qt	Pl	Crist	Mull	K-fels	Hal	Kaol	Au	器種名	遺構名	層位					
KAM-1	E	14	20					1804	133	137	160							羽口	SXW01 製鉄炉 QNW	検出面				
KAM-2	E	14	20					3865	441	128	95							羽口	SXW02 製鉄炉底付近	埋土				
KAM-3	A	5	20			149		1554	183	264								羽口	SXW02 製鉄炉E-ベルト	埋土				
KAM-4	E	14	20					348	0	81								羽口	SXW03 製鉄炉 QSE	検出面 (木根)				
KAM-5	E	14	20					1626	85	106	141							羽口	SXW03 製鉄炉	検出面				
KAM-6	C	8	20		606			3886	100	58								羽口	SXW05 製鉄炉 QSE 地下構造	崩落土層				
KAM-7	C	8	20		97			2479	125	54								羽口	SXW06 製鉄炉 QNW	埋土				
KAM-8	E	14	20					2695	96	87	48							炉壁	SXW01 製鉄炉	炉内埋土				
KAM-9	E	14	20					1210	73	263	92							炉壁	SXW01 製鉄炉粘土範囲内	床面				
KAM-10	E	14	20					2316	106	154	50							炉壁	SXW02 製鉄炉	炉上部				
KAM-11	E	14	20					603	284	40								炉壁	SXW02 製鉄炉地下構造Wトレンチ	埋土				
KAM-12	E	14	20					244	0	145								炉壁	SXW02 製鉄炉床面土坑3	埋土				
KAM-13	E	14	20					2860	204	128	89							炉壁	SXW05 製鉄炉地下構造Wトレンチ	炭化物層				
KAM-14	E	14	20					2182	77	133	73							炉壁	SXW03 製鉄炉ベルト	炭化物層				
KAM-15	E	14	20					25	40	31	29							炉壁	SXW04 製鉄炉	埋土下位				
KAM-16	E	14	20					1494	68	206	54							炉壁	SXW04 製鉄炉Eトレンチ	埋土				
KAM-17	E	14	20					1237	0	158	59							炉壁	SXW05 製鉄炉東半地下構造	埋土				
KAM-18	C	8	20		434			2811	68									炉壁	SXW05 製鉄炉 QSE 地下構造	炭化物層				
KAM-19	E	14	20					454	80	58								炉壁	SXW06 製鉄炉	埋土				
KAM-20	E	14	20					2731	127									粘土	SXW01 製鉄炉前庭部	貼付粘土				
KAM-21	D	10	20	403	99			3301	129									粘土	SXW02 製鉄炉上部	粘土①				
KAM-22	B	8	10		145		294	3013	260									粘土	SXW02 製鉄炉旧前庭部	貼付粘土				
KAM-23	B	8	10		127		269	3071	179									粘土	SXW02 製鉄炉床面土坑1	底面				
KAM-24	B	8	10		117		202	3887	180									粘土	SXW06 製鉄炉前庭部	貼付粘土				

Mont: モンモロロナイト Mica: 雲母類 Hb: 角閃石 Ch: 緑泥石 (Ch,Fe 一次反射, Ch,Mg 二次反射) Qt: 石英 Pl: 斜長石 Crist: クリスタバライト
Mullite: ムライト K-fels: カリ長石 Halloy: ハロイサイト Kaol: カオリナイト Pyrite: 黄鉄鉱 Au: 普通輝石 Py: 紫鉄輝石

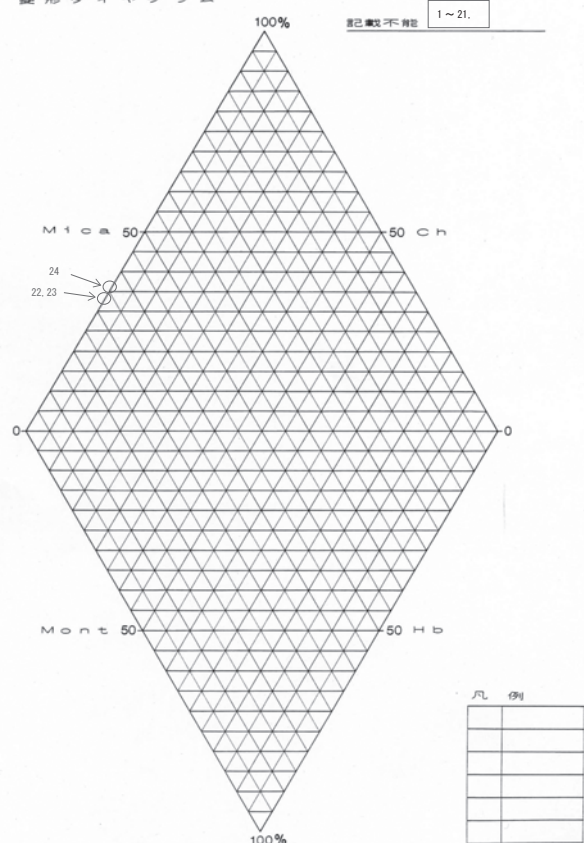
第4表 化学分析表

試料名	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	ZnO	Total	器種	遺構名	層位
KAM-1	0.0000	0.0000	27.0145	61.2170	0.1846	3.0342	1.0060	1.4181	0.0958	5.9580	0.0264	0.0445	99.9991	羽口	SXW01 製鉄炉 QNW	検出面
KAM-2	0.0000	0.0000	26.8945	61.9266	0.1652	2.8040	0.9928	1.3234	0.0993	5.7991	0.0583	0.0269	100.0001	羽口	SXW02 製鉄炉底付近	埋土
KAM-3	0.3603	0.0000	27.5158	58.8906	0.1543	2.9576	0.8099	1.6165	0.1070	7.5482	0.0071	0.0327	100.0000	羽口	SXW02 製鉄炉Eベルト	埋土
KAM-4	0.0000	0.3767	26.0289	60.4266	0.1810	2.6627	0.8749	1.4896	0.1395	7.7949	0.0061	0.0192	100.0001	羽口	SXW03 製鉄炉 QSE	検出面(木根)
KAM-5	0.5519	0.0000	23.4002	65.1761	0.2024	3.0357	1.6467	1.1404	0.0829	4.7189	0.0132	0.0216	100.0000	羽口	SXW03 製鉄炉	検出面
KAM-6	0.0000	0.0000	30.0431	54.6406	0.1626	2.1898	0.0855	1.3472	0.1319	11.3697	0.0129	0.0166	99.9999	羽口	SXW05 製鉄炉 QSE 地下構造	崩落土層
KAM-7	0.1562	0.0000	0.1544	2.3477	0.2279	1.8907	0.6538	2.1718	0.3918	91.5953	0.2266	0.1838	100.0000	羽口	SXW06 製鉄炉 QNW	埋土
KAM-8	0.0000	0.7786	20.2782	65.5412	0.1834	2.6114	0.3455	0.9951	0.2251	8.9875	0.0053	0.0488	100.0001	炉壁	SXW01 製鉄炉	炉内埋土
KAM-9	1.0824	0.8181	17.9379	67.3130	0.2285	2.2412	0.3884	0.9975	0.1886	8.7680	0.0172	0.0192	100.0000	炉壁	SXW01 製鉄炉粘土範囲内	床面
KAM-10	1.4772	0.3251	13.2021	65.4237	0.1648	3.9286	0.8954	1.1001	0.2378	13.2371	0.0052	0.0029	100.0000	炉壁	SXW02 製鉄炉	炉上部
KAM-11	0.0000	0.7622	3.8102	18.0874	0.3241	0.4030	0.4825	2.7825	0.5965	72.7269	0.0000	0.0247	100.0000	炉壁	SXW02 製鉄炉地下構造Wトレンチ	埋土
KAM-12	0.0000	0.4554	10.8274	42.6281	0.1683	1.7201	0.7045	4.3090	1.0199	38.1540	0.0133	0.0000	100.0000	炉壁	SXW02 製鉄炉床面土坑3	埋土
KAM-13	2.1261	0.1058	0.9774	5.1417	0.5299	4.5064	2.1644	3.0568	0.8233	80.4050	0.1059	0.0572	99.9999	炉壁	SXW05 製鉄炉地下構造Wトレンチ	炭化物層
KAM-14	0.9987	0.8636	14.9209	58.8356	0.2007	3.2765	0.8163	1.5212	0.2624	18.2882	0.0044	0.0115	100.0000	炉壁	SXW03 製鉄炉Eベルト	炭化物層
KAM-15	2.8314	0.0730	3.3899	8.8667	0.0110	0.2130	0.3652	0.6426	0.2893	83.2496	0.0683	0.0000	100.0000	炉壁	SXW04 製鉄炉	埋土下位
KAM-16	1.0970	0.0000	16.8321	67.1137	0.2393	3.8904	0.8653	0.8294	0.1133	8.9951	0.0163	0.0080	99.9999	炉壁	SXW04 製鉄炉Eトレンチ	埋土
KAM-17	0.0000	0.0000	18.6444	57.4031	0.1962	3.9540	0.7547	1.4724	0.1567	17.3745	0.0191	0.0248	99.9999	炉壁	SXW05 製鉄炉東半地下構造	埋土
KAM-18	0.0000	1.0653	1.1796	2.2880	0.3126	2.8817	0.1338	4.0236	0.7428	86.8625	0.3599	0.1502	100.0000	炉壁	SXW05 製鉄炉 QSE 地下構造	炭化物層
KAM-19	0.0000	0.1864	18.7509	65.9159	0.2058	3.5873	0.5143	1.1903	0.1336	9.4898	0.0083	0.0165	100.0001	炉壁	SXW06 製鉄炉	埋土
KAM-20	0.0000	0.1893	12.7269	79.2023	0.2750	2.3598	0.5209	0.6563	0.0346	4.0134	0.0120	0.0094	99.9999	粘土	SXW01 製鉄炉前庭部	貼付粘土
KAM-21	0.0000	0.0000	3.9343	8.5121	0.5993	9.8943	4.4928	10.8041	0.4328	60.5434	0.3821	0.4048	100.0000	粘土	SXW02 製鉄炉上部	粘土①
KAM-22	2.2583	0.0000	0.0000	1.9731	0.1539	4.3543	2.5494	4.0940	0.7376	83.0986	0.4146	0.3662	100.0000	粘土	SXW02 製鉄炉旧前庭部	貼付粘土
KAM-23	0.0000	0.0000	0.0000	3.7241	0.3579	5.5344	2.5401	4.5616	0.6897	81.9057	0.2648	0.4217	100.0000	粘土	SXW02 製鉄炉床面土坑1	底面
KAM-24	5.6513	0.0000	4.6864	13.9219	0.4062	2.5525	1.1407	3.0941	1.8412	66.2800	0.2637	0.1619	99.9999	粘土	SXW06 製鉄炉前庭部	貼付粘土

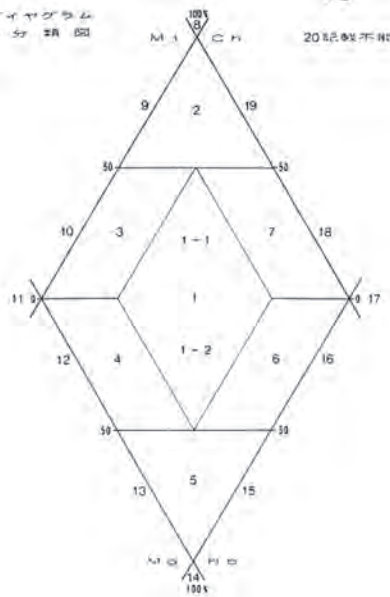
第1図 三角ダイヤグラム
位置分類図



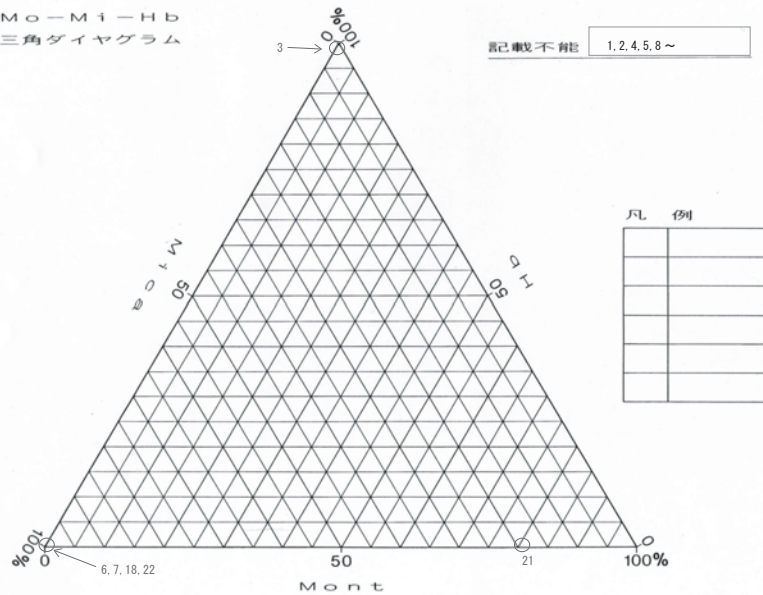
第4図 Mo-Ch, Mi-Hb
菱形ダイヤグラム

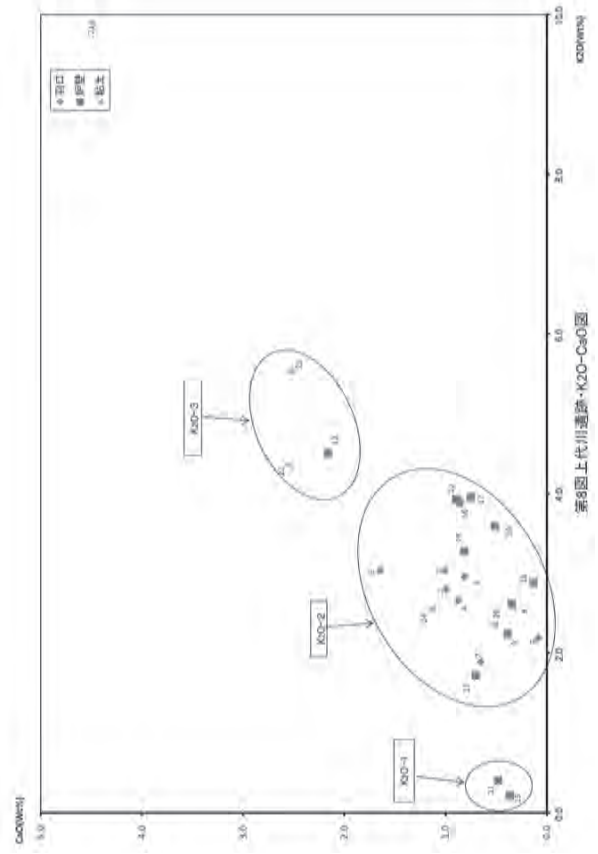
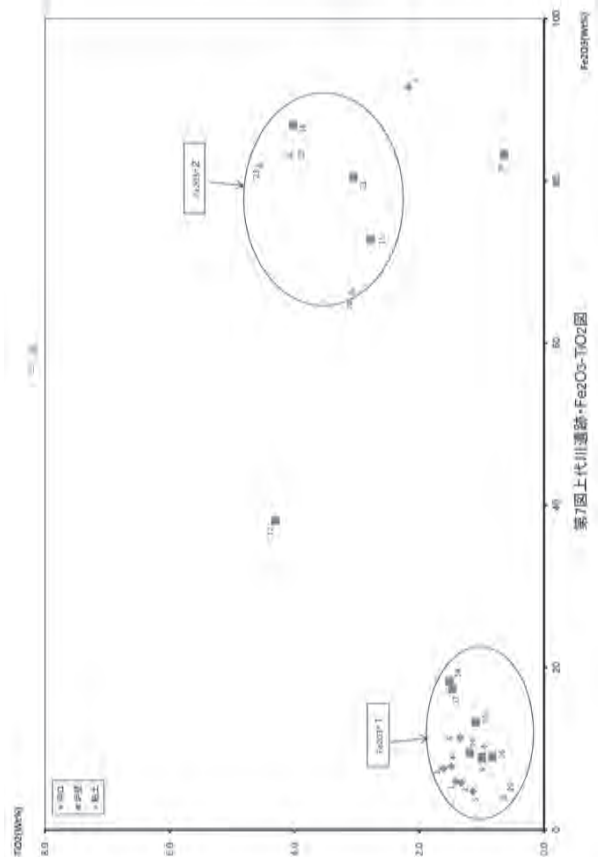
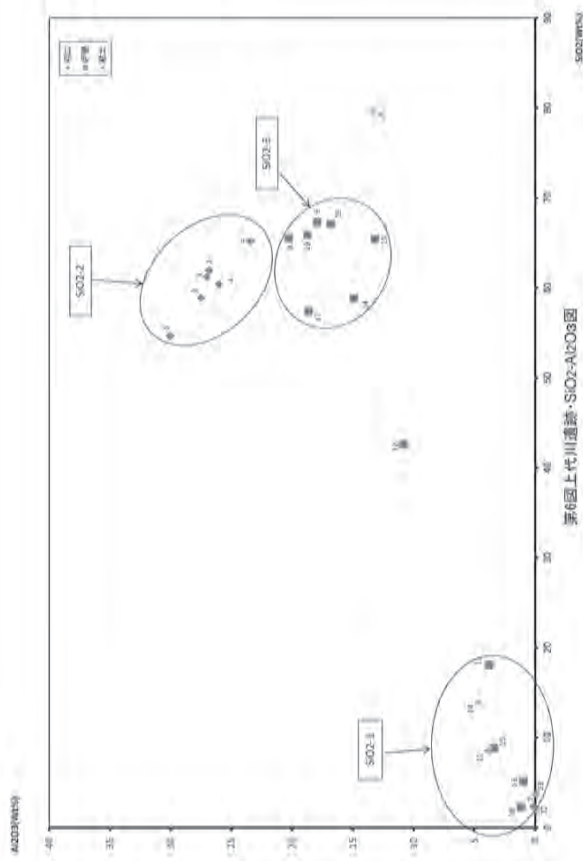
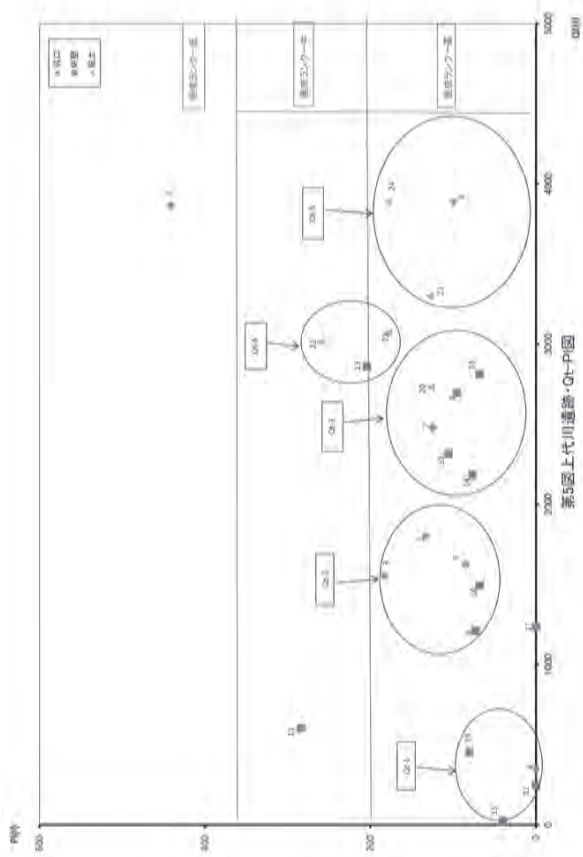


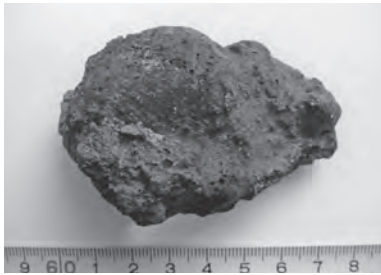
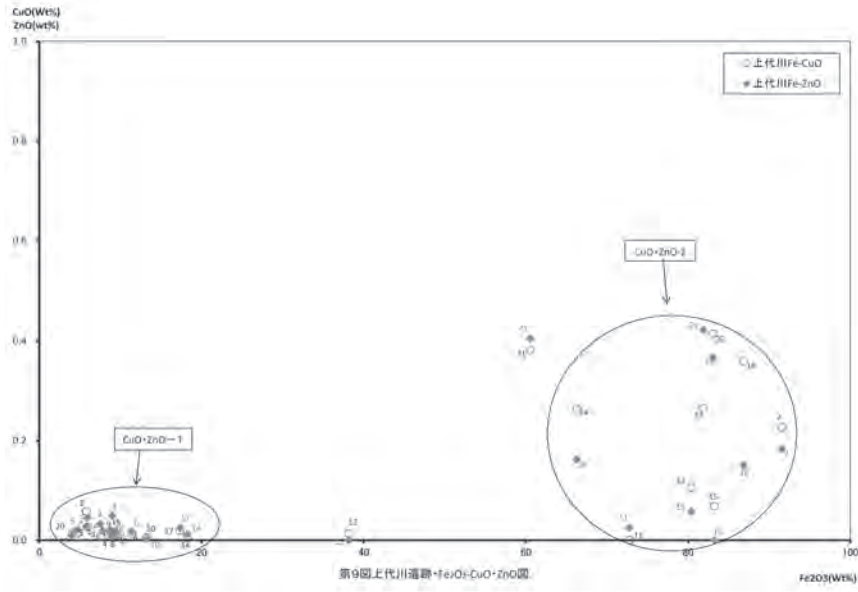
第2図 菱形ダイヤグラム
位置分類図



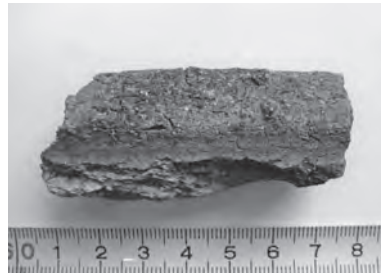
第3図 Mo-Mi-Hb
三角ダイヤグラム



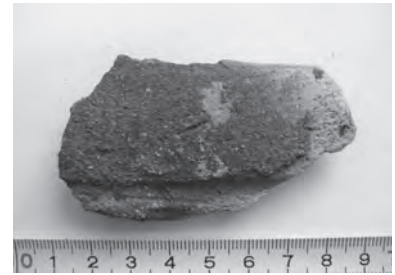




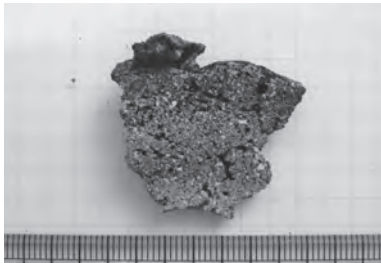
上代川・1



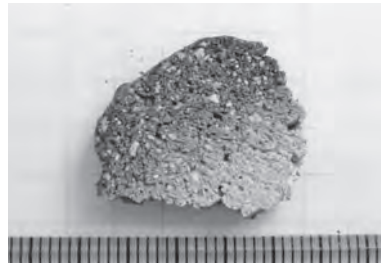
上代川・2



上代川・3



断面・1



断面・2



断面・3



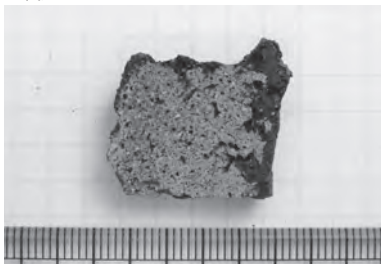
上代川・4



上代川・5



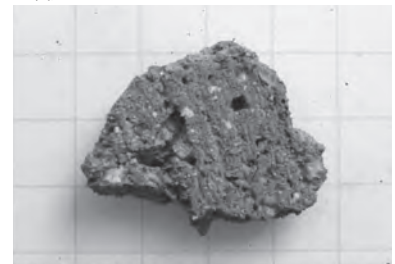
上代川・6



断面・4



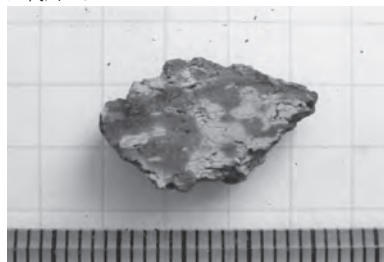
断面・5



断面・6



上代川・7



断面・7



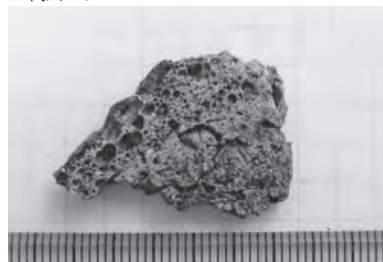
上代川・8



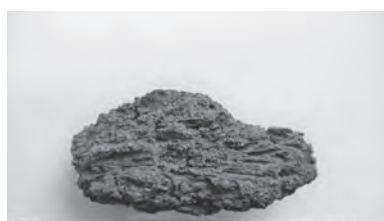
断面・8



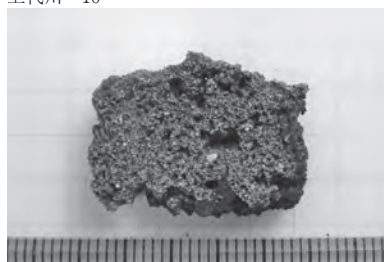
上代川・9



断面・9



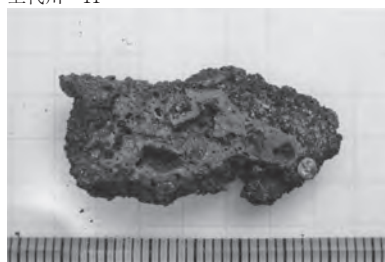
上代川・10



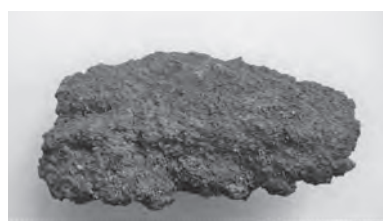
断面・10



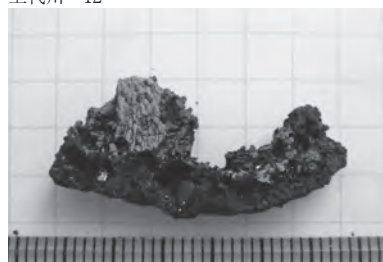
上代川・11



断面・11



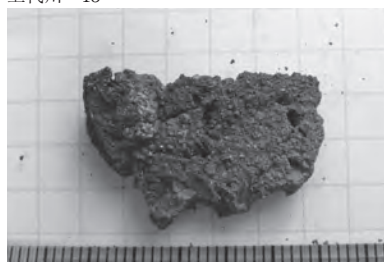
上代川・12



断面・12



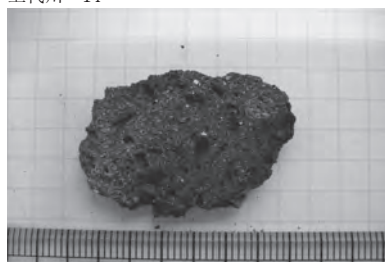
上代川・13



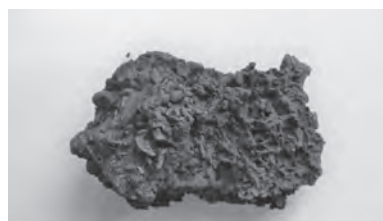
断面・13



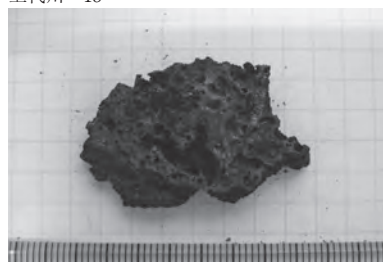
上代川・14



断面・14



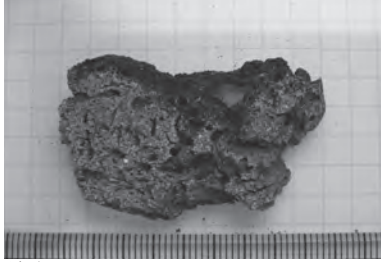
上代川・15



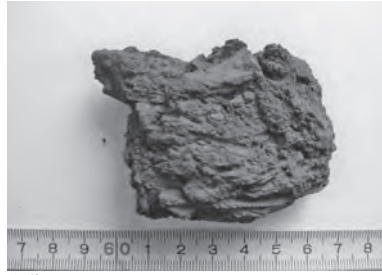
断面・15



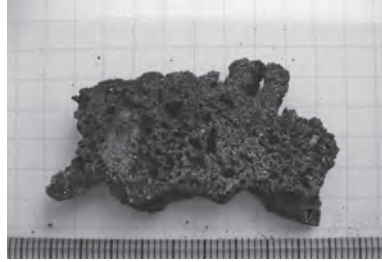
上代川・16



断面・16



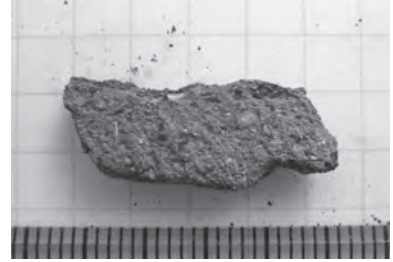
上代川・17



断面・17



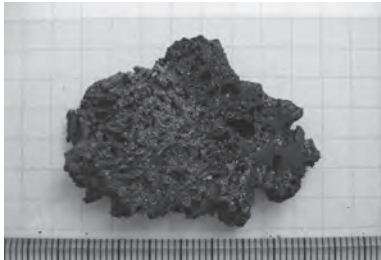
上代川・18



断面・18



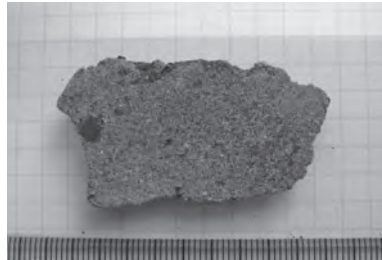
上代川・19



断面・19



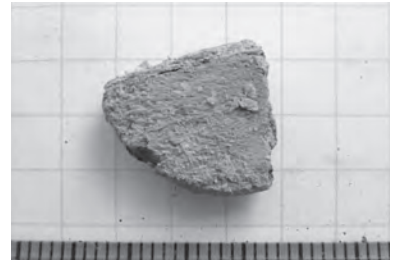
上代川・20



断面・20



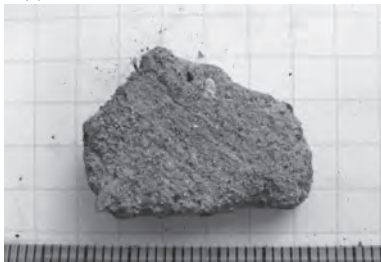
上代川・21



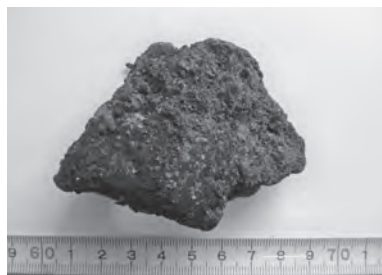
断面・21



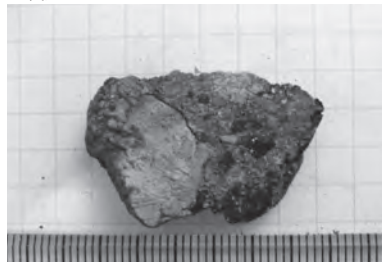
上代川・22



断面・22



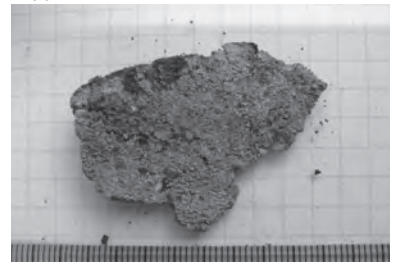
上代川・23



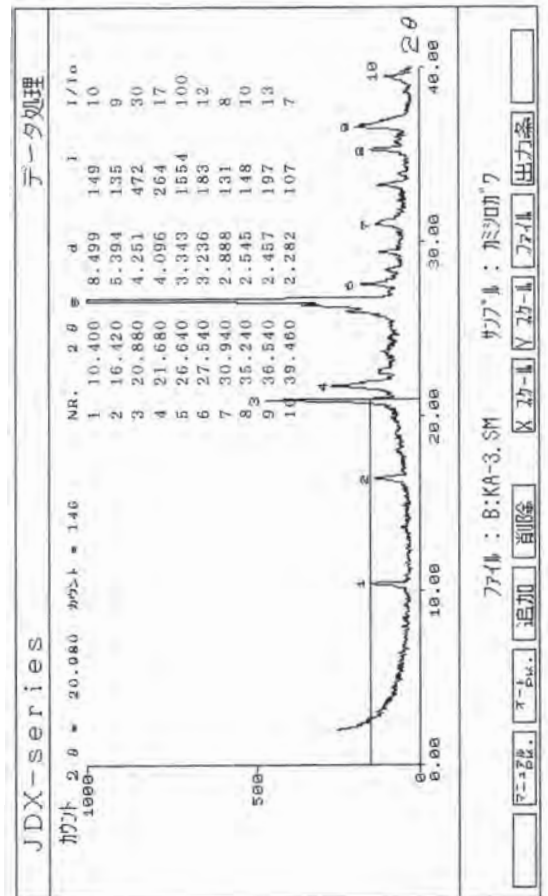
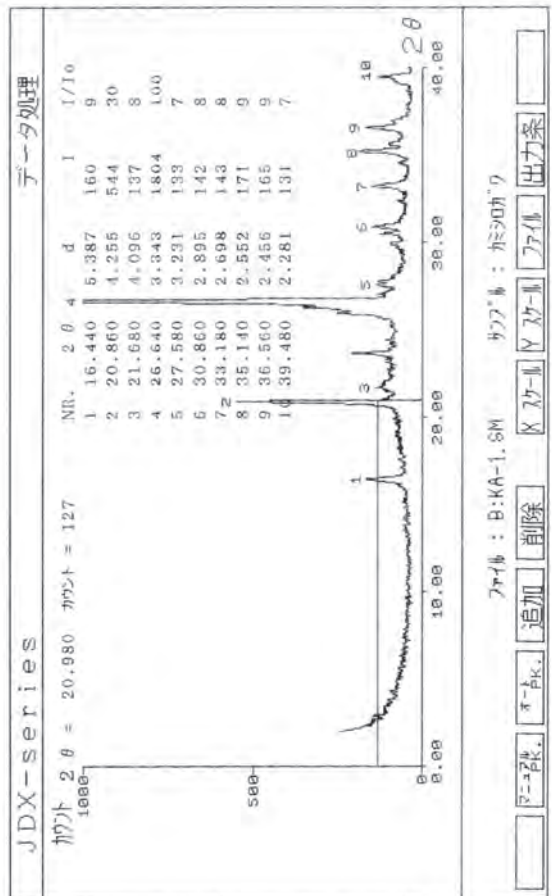
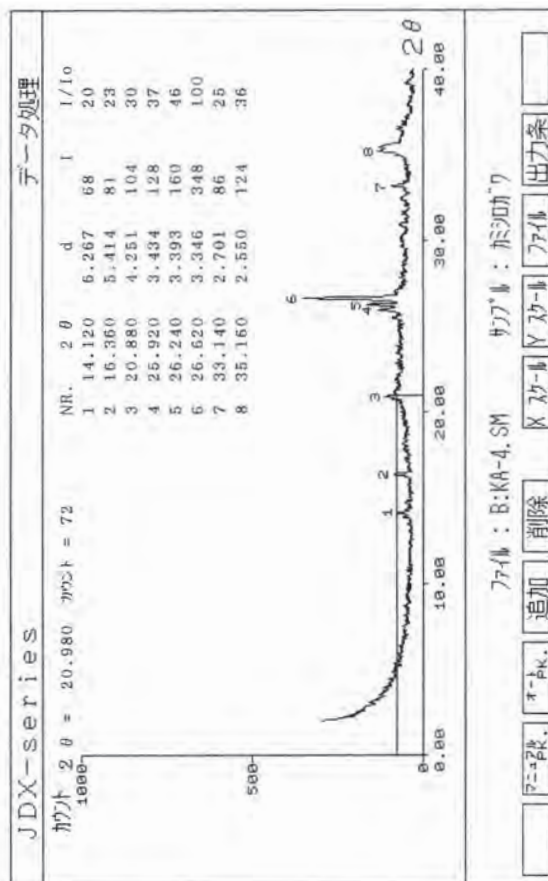
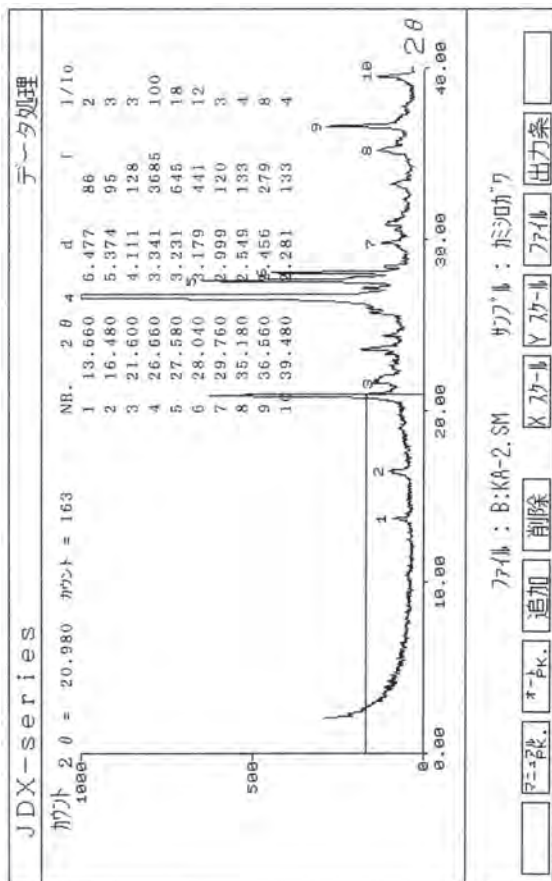
断面・23

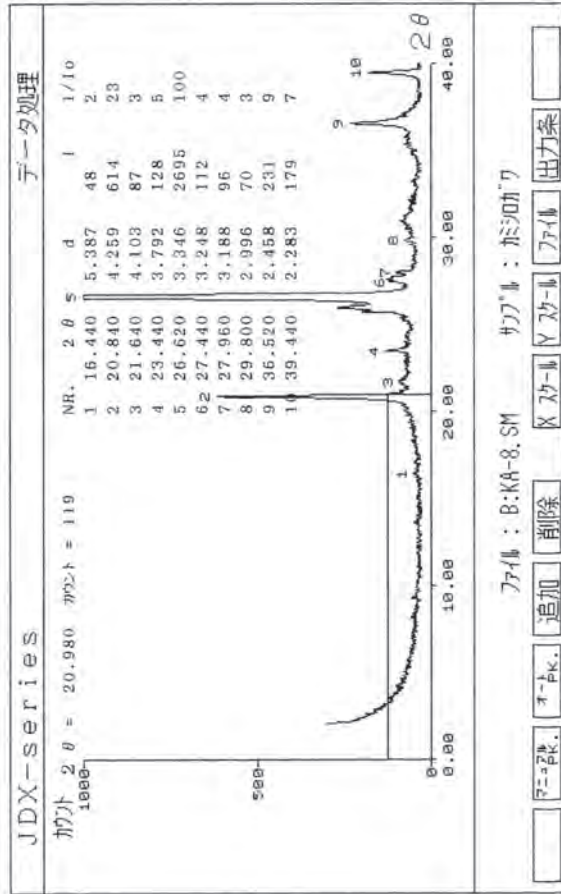
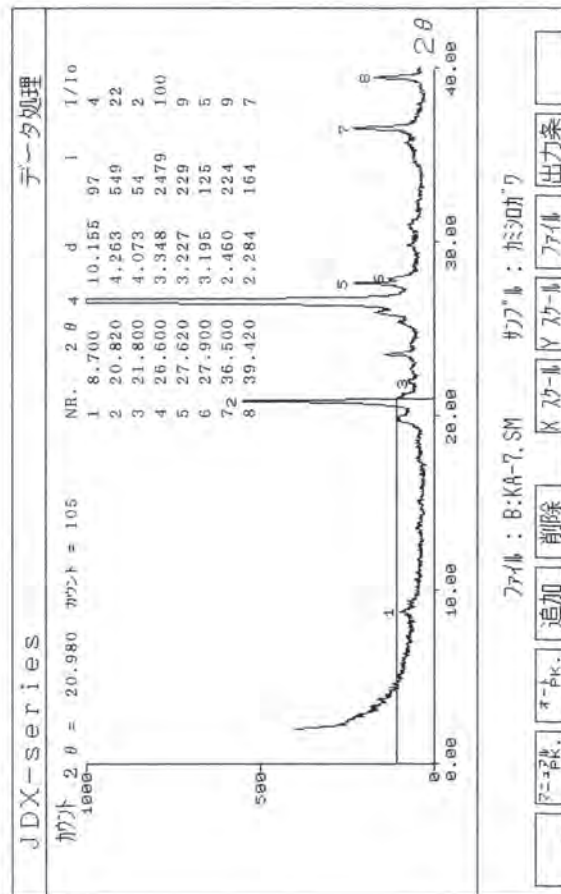
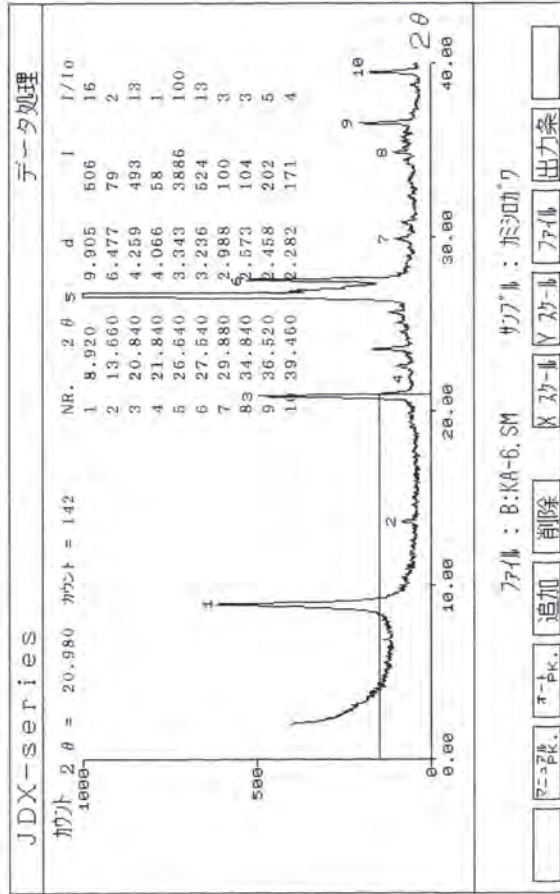
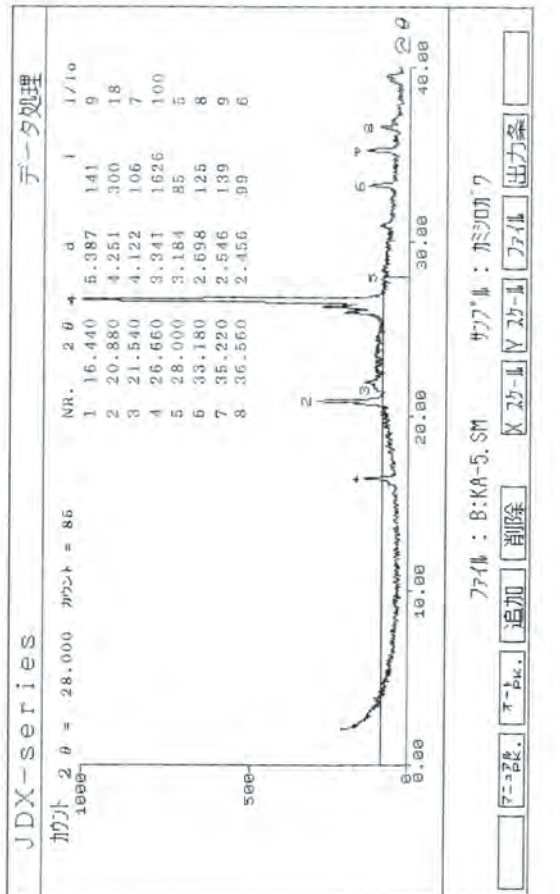


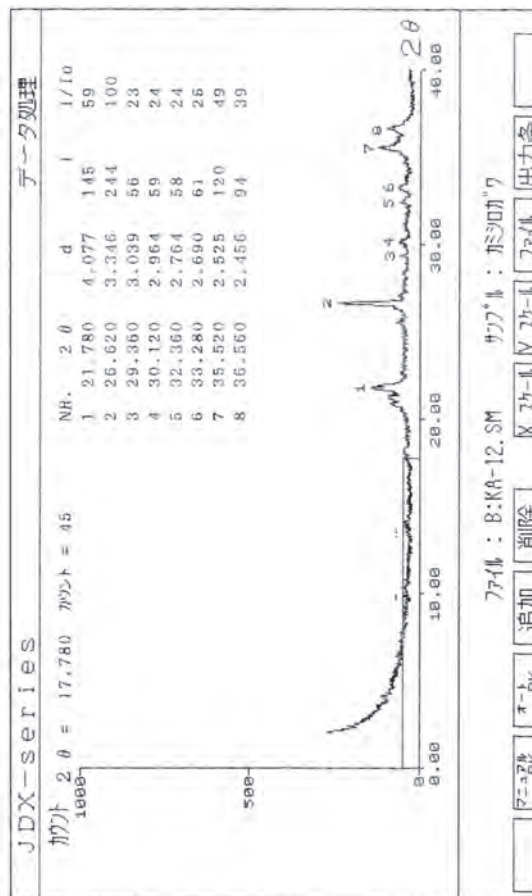
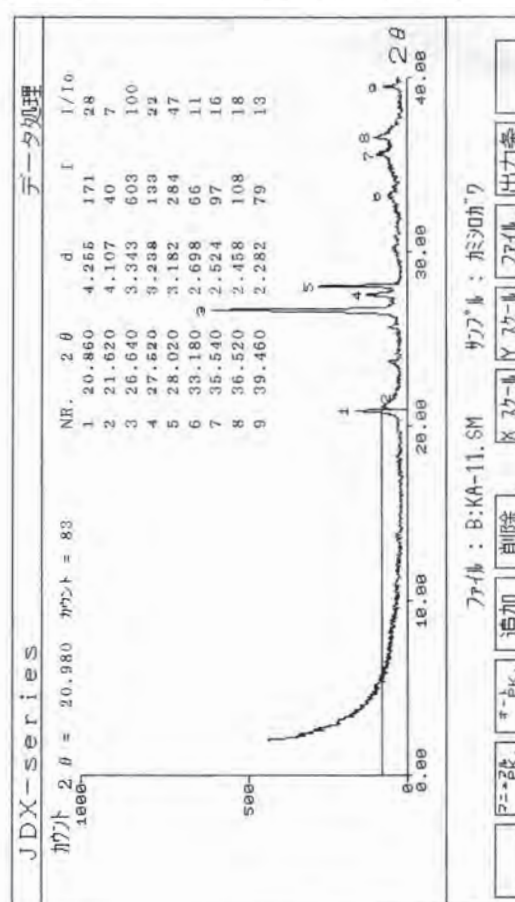
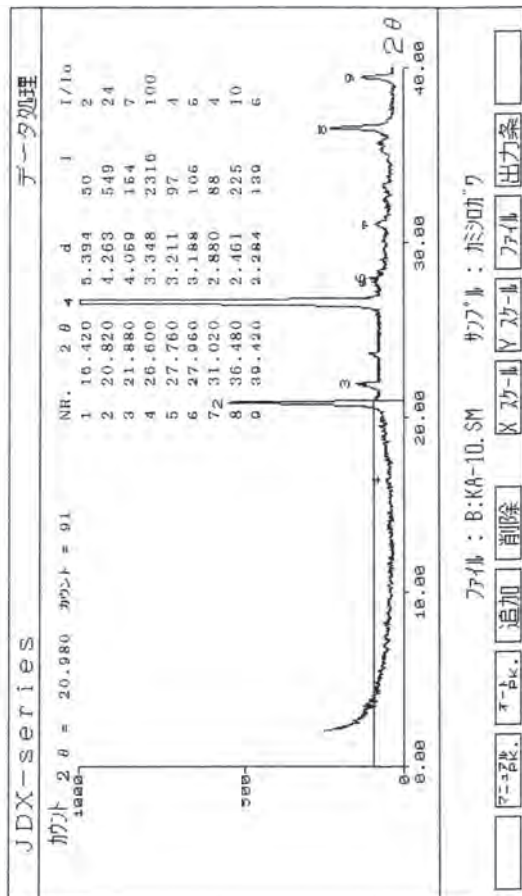
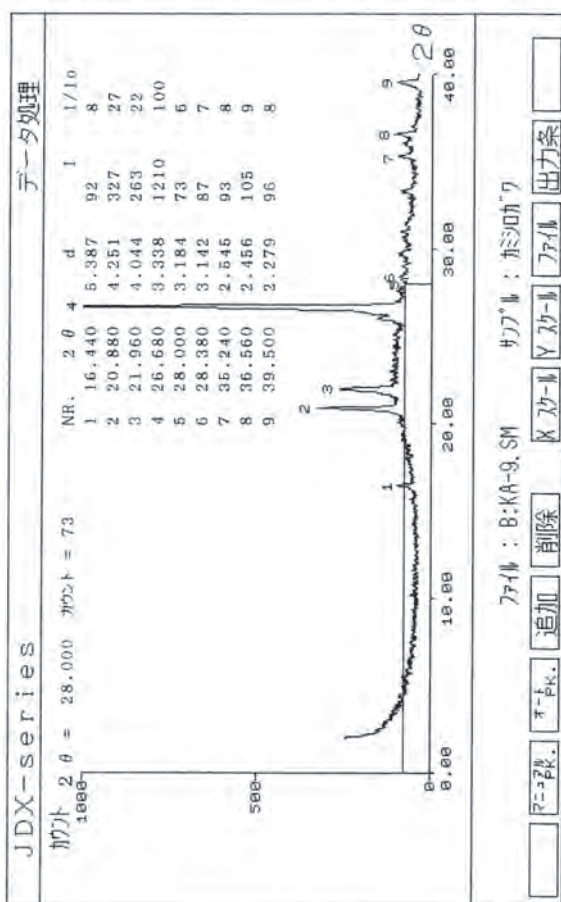
上代川・24

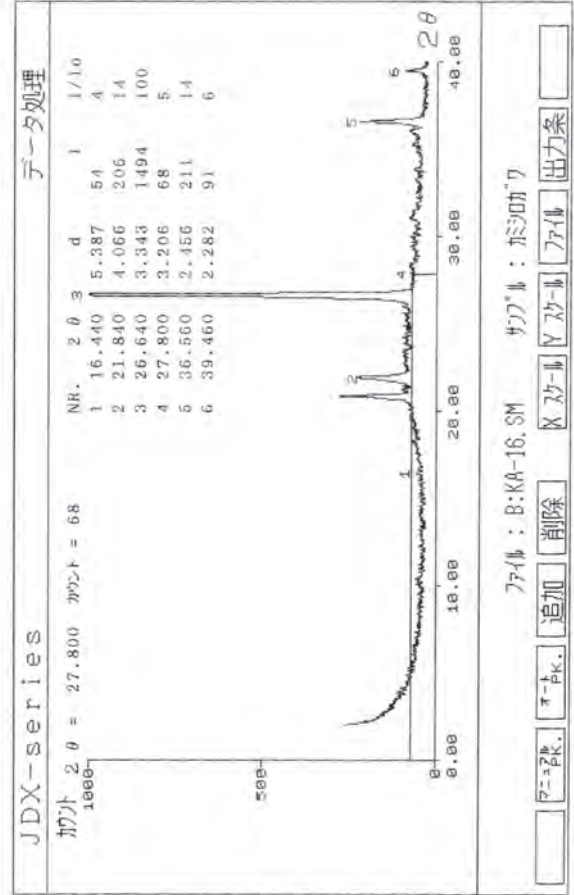
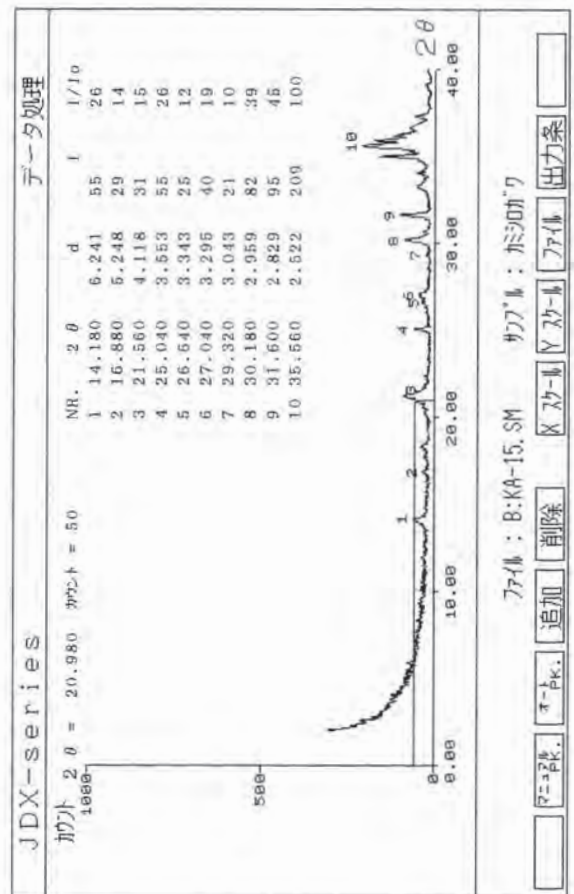
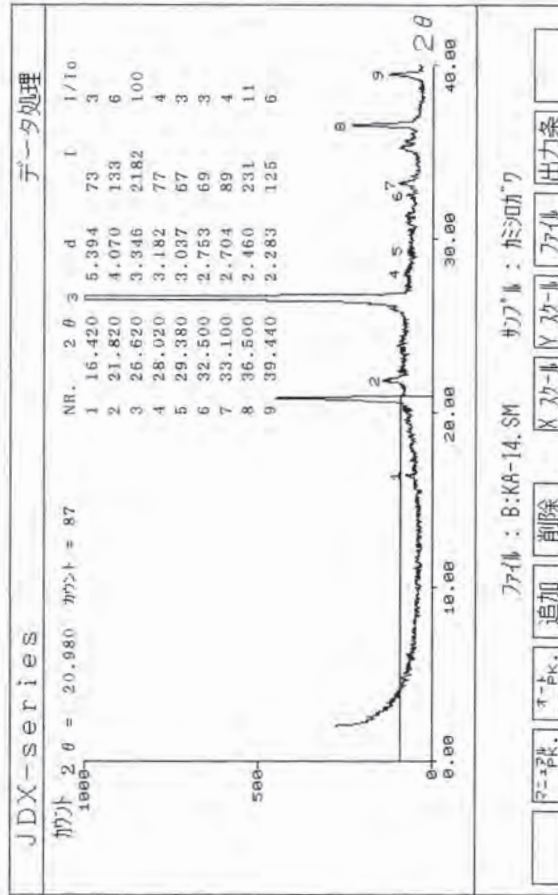
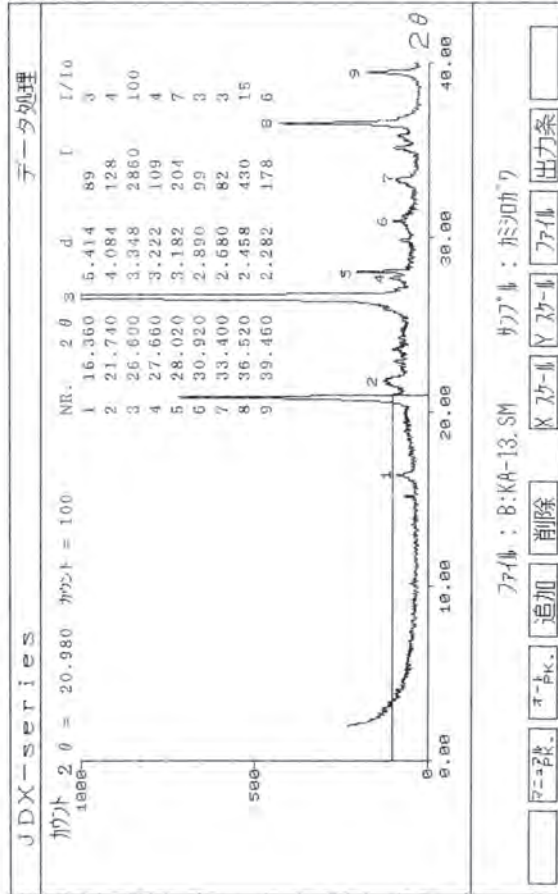


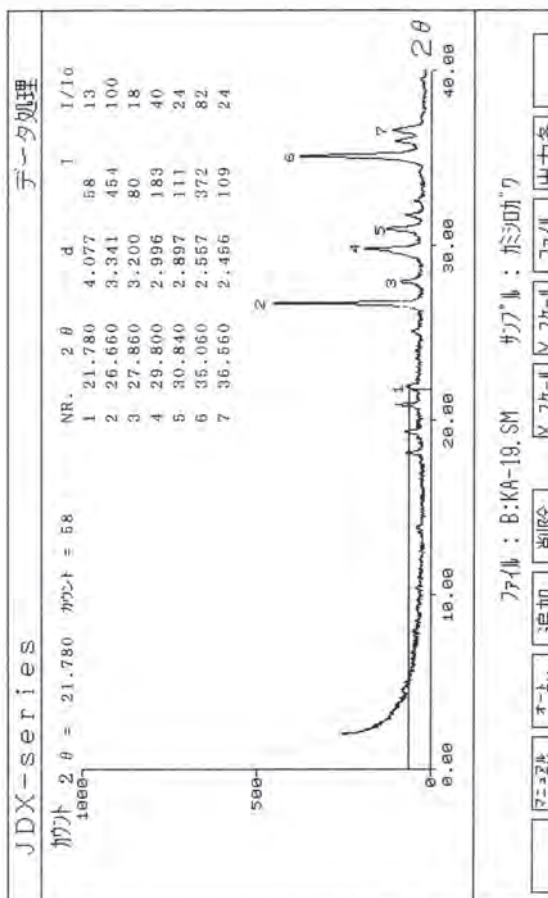
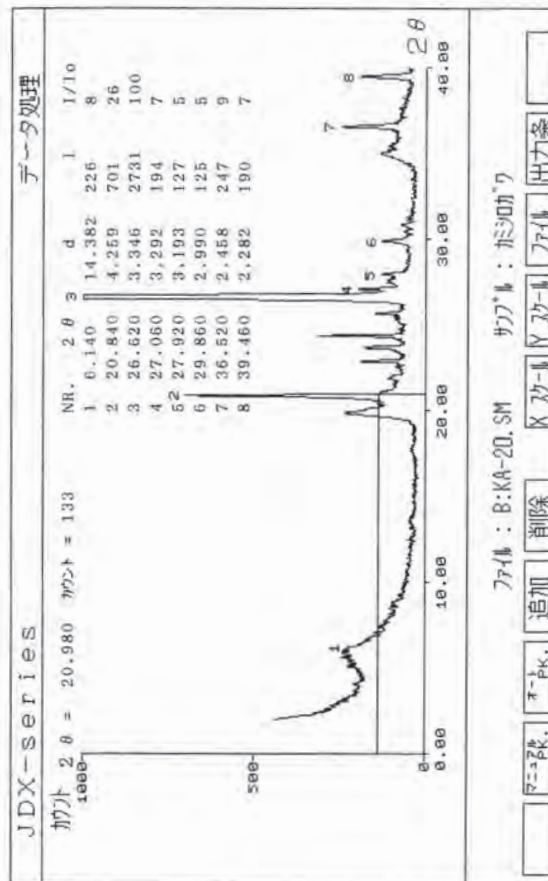
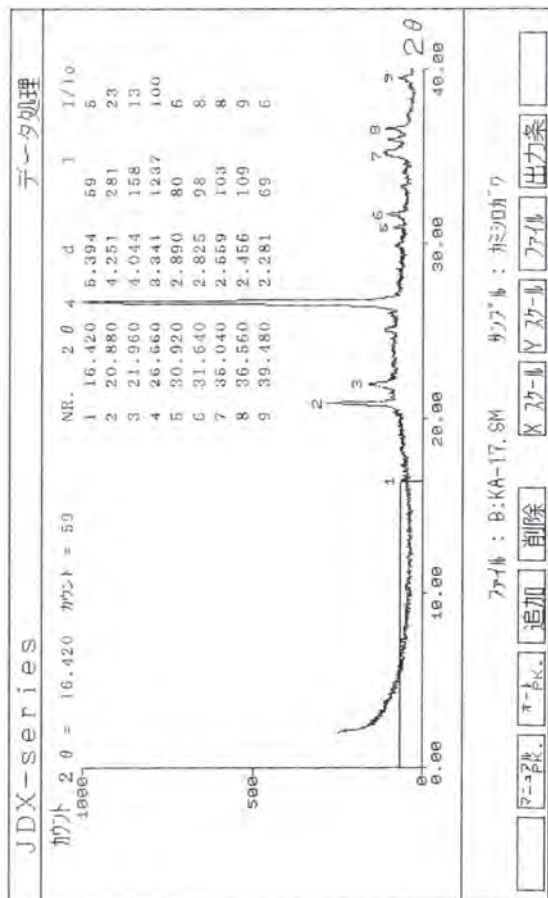
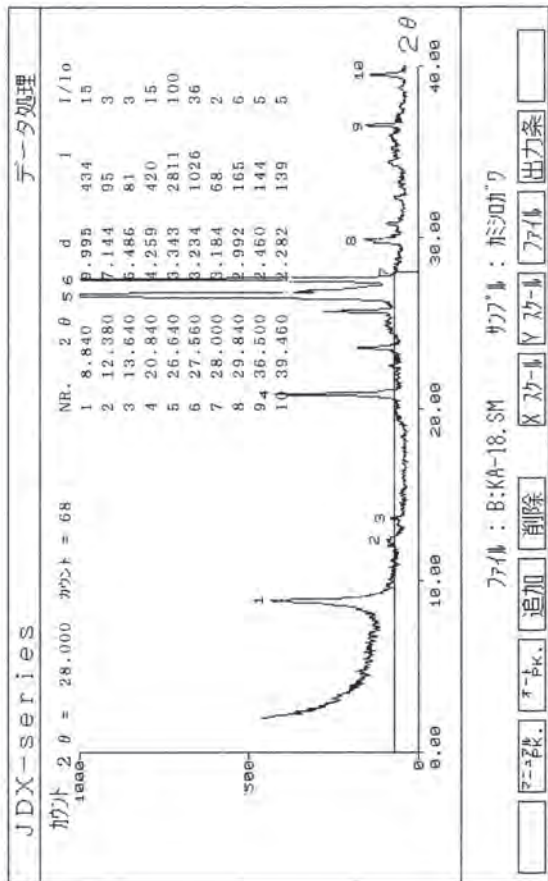
断面・24

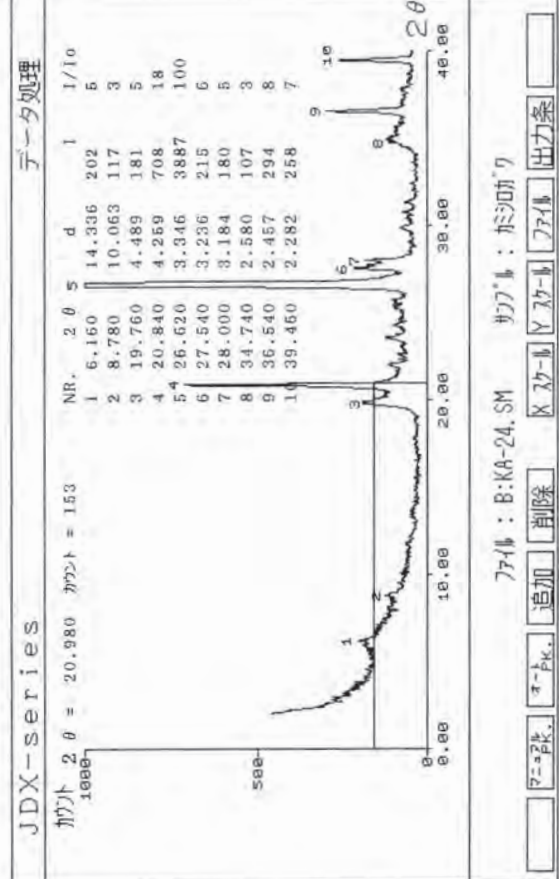
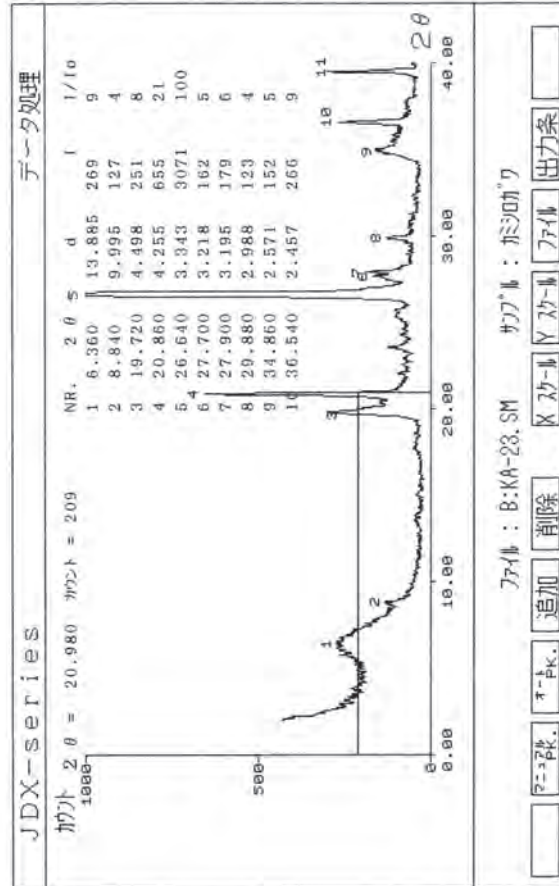
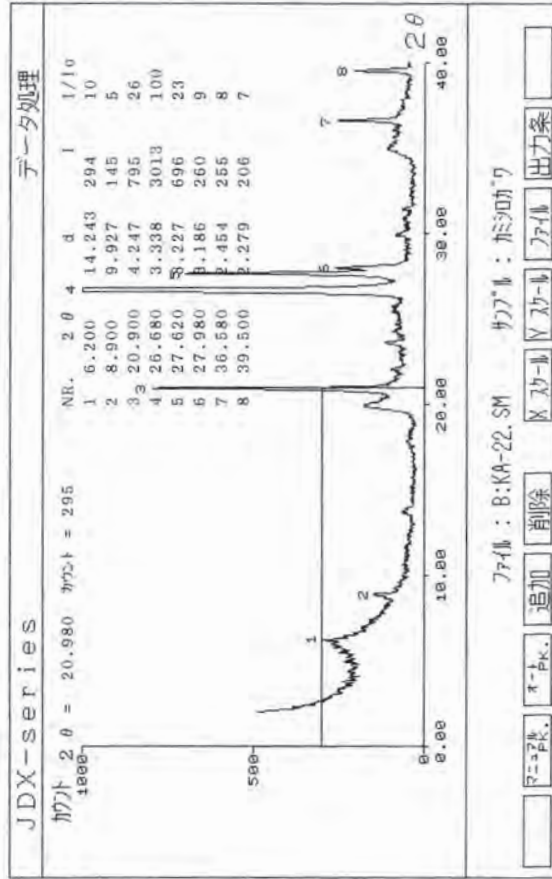
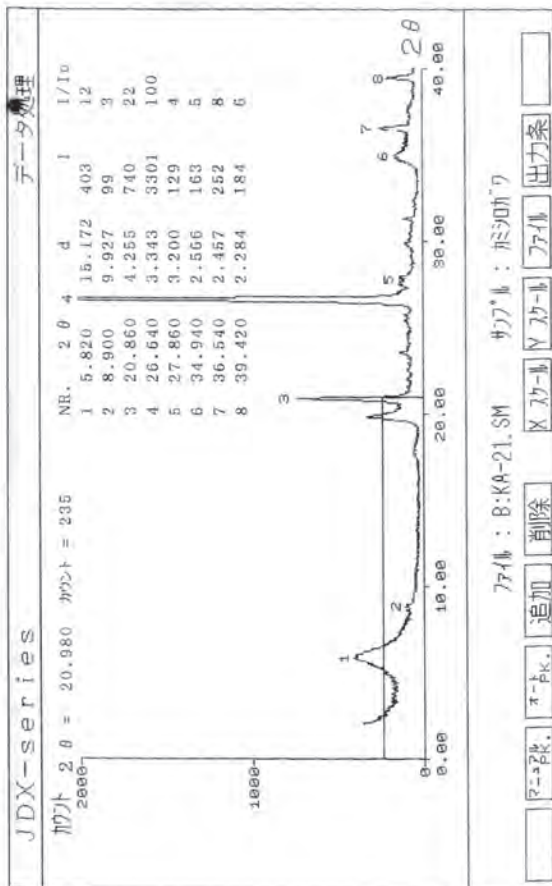




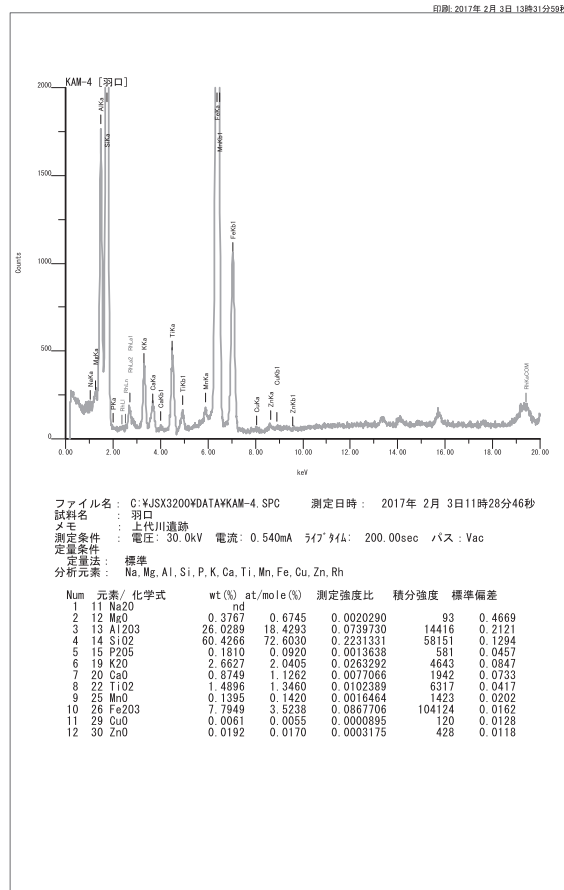
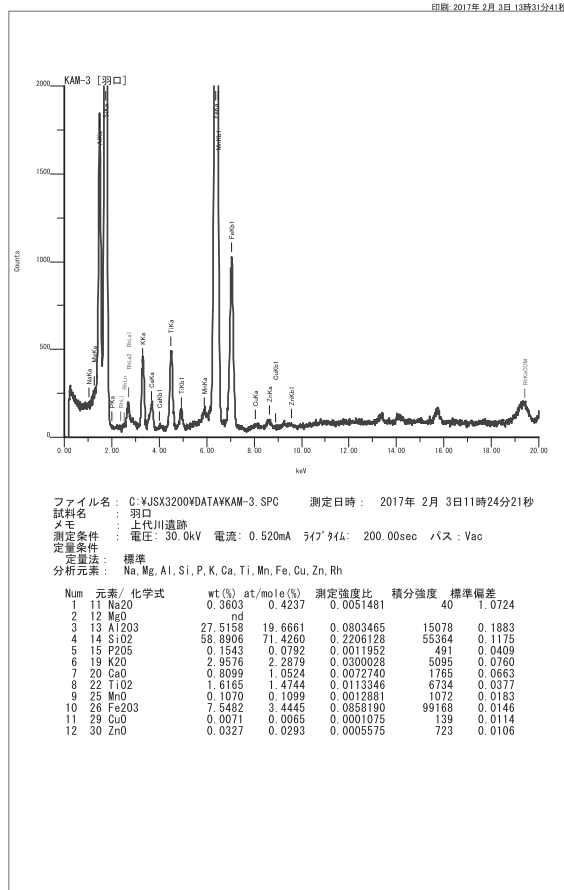
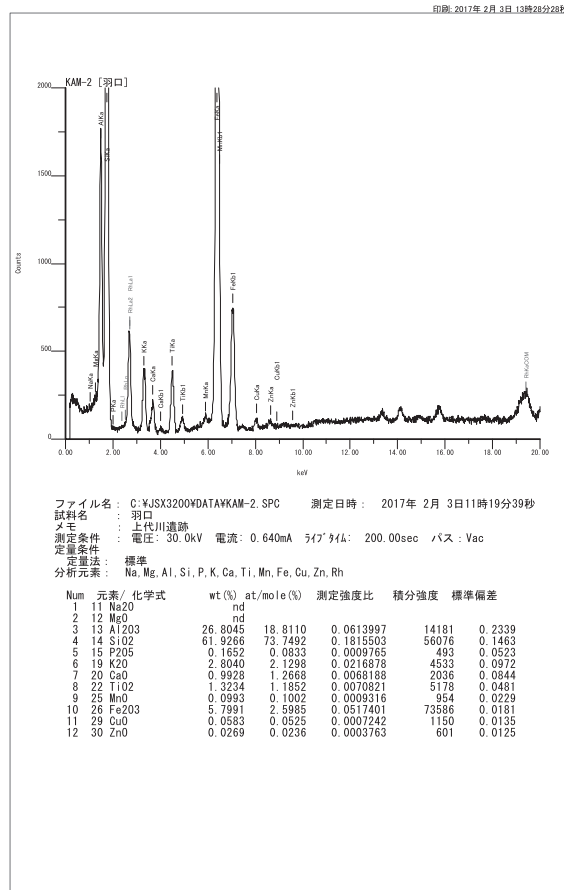
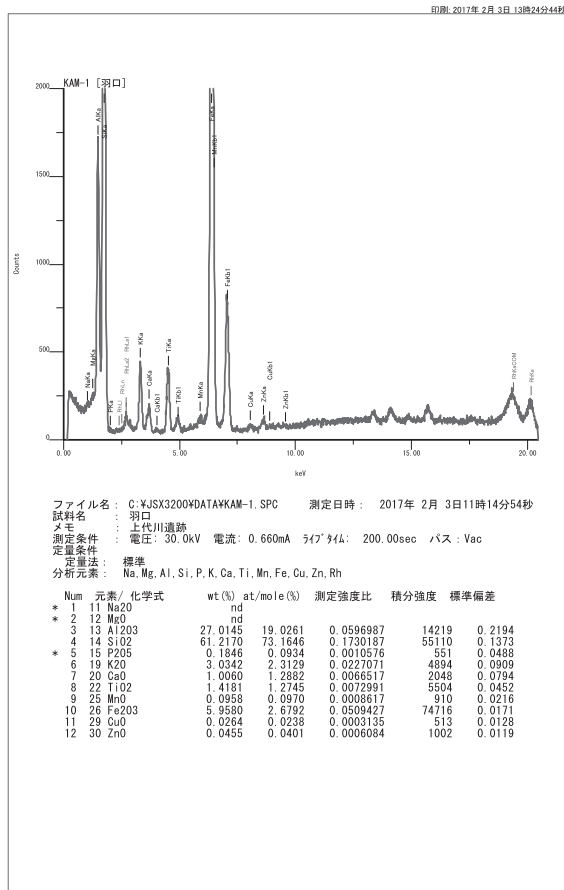


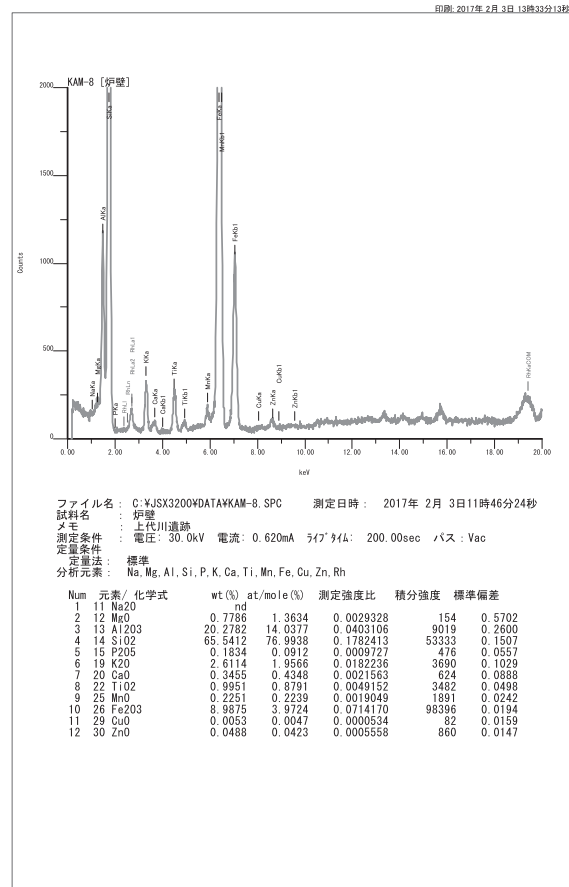
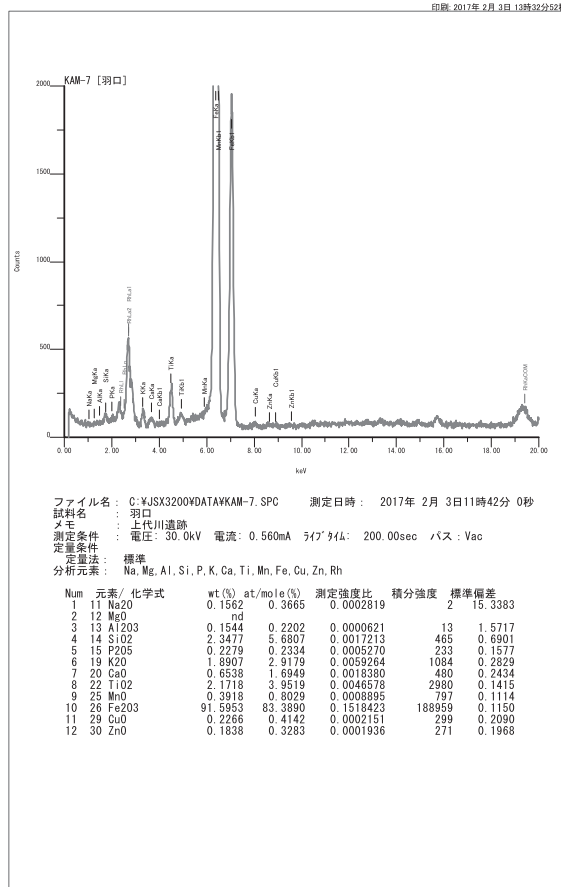
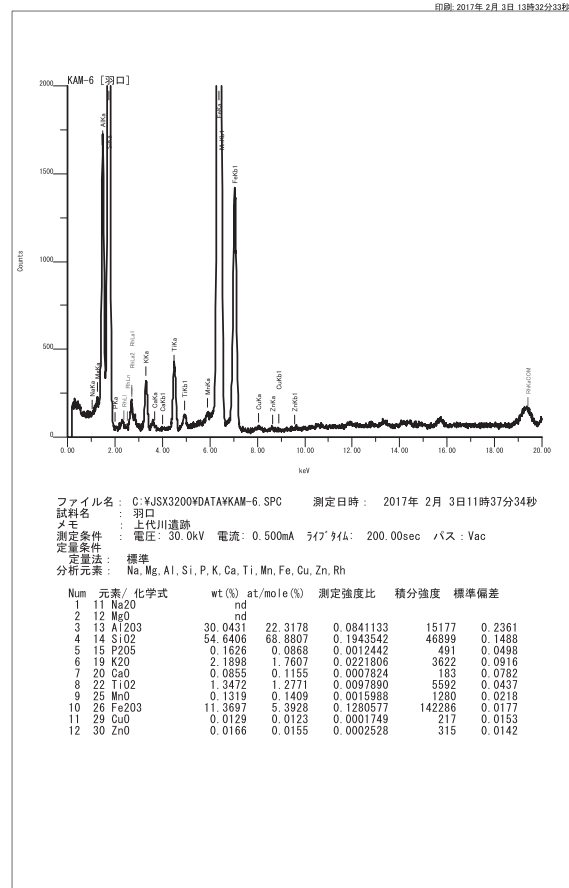
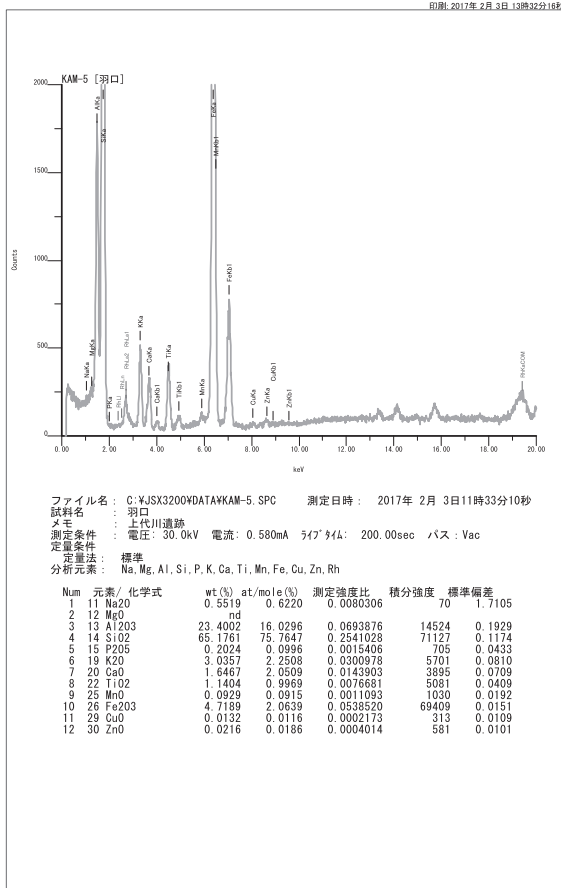




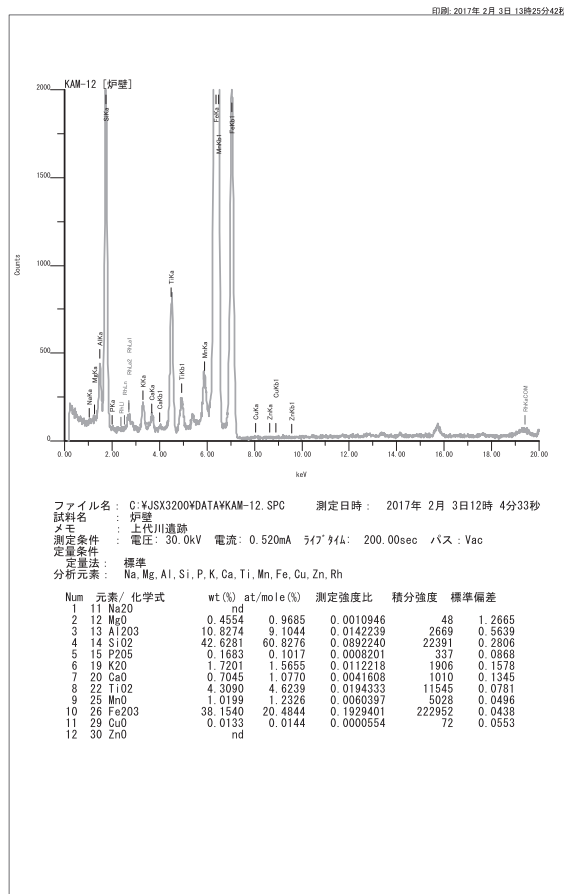
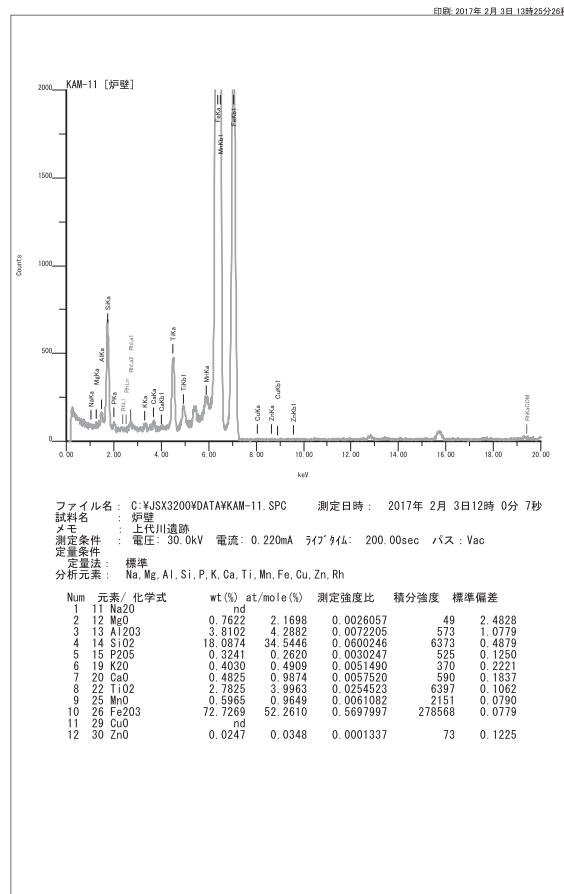
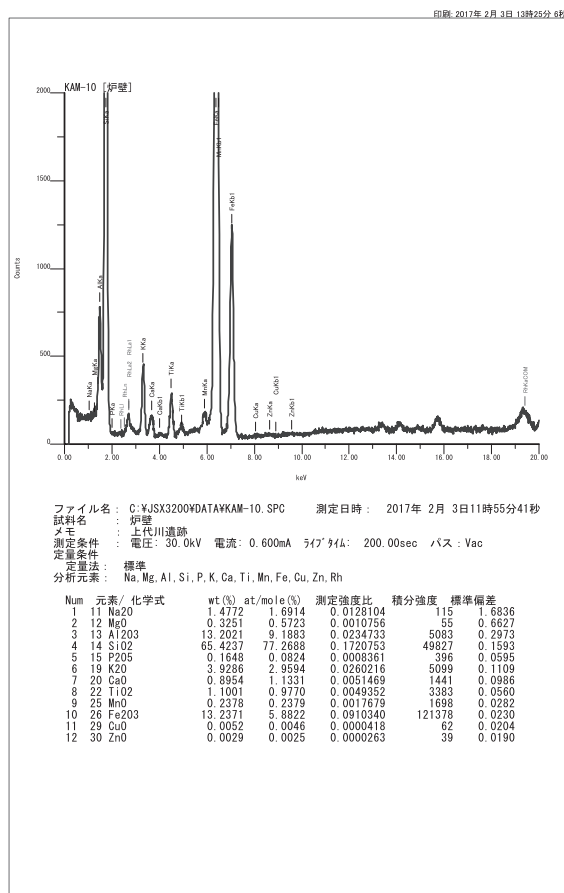
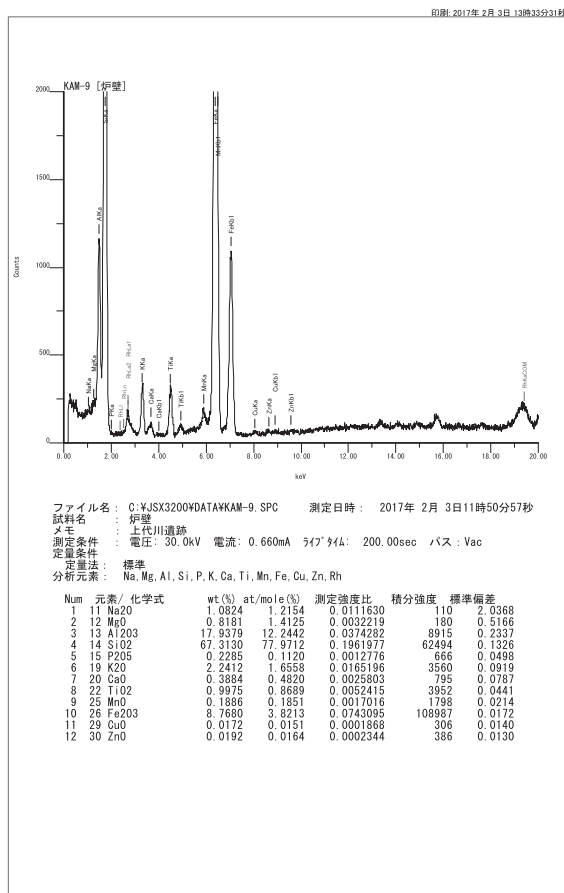


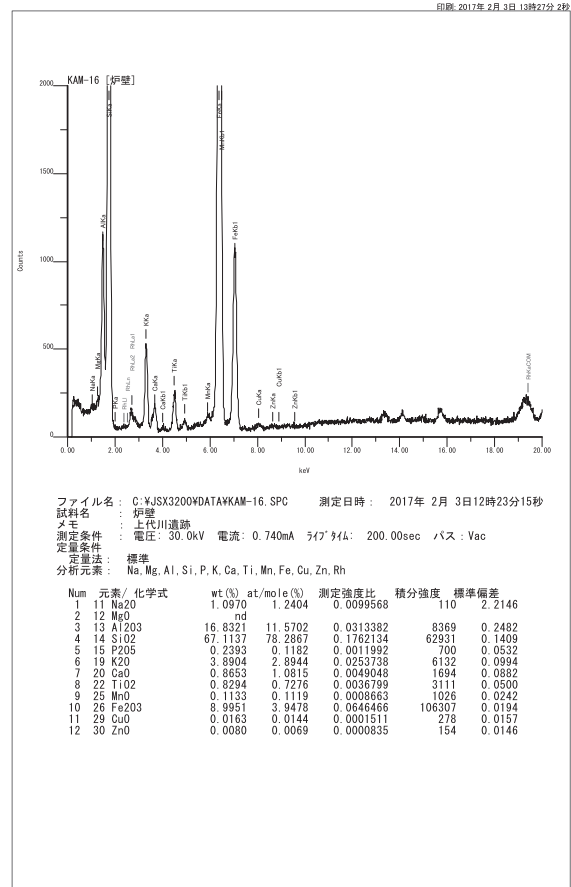
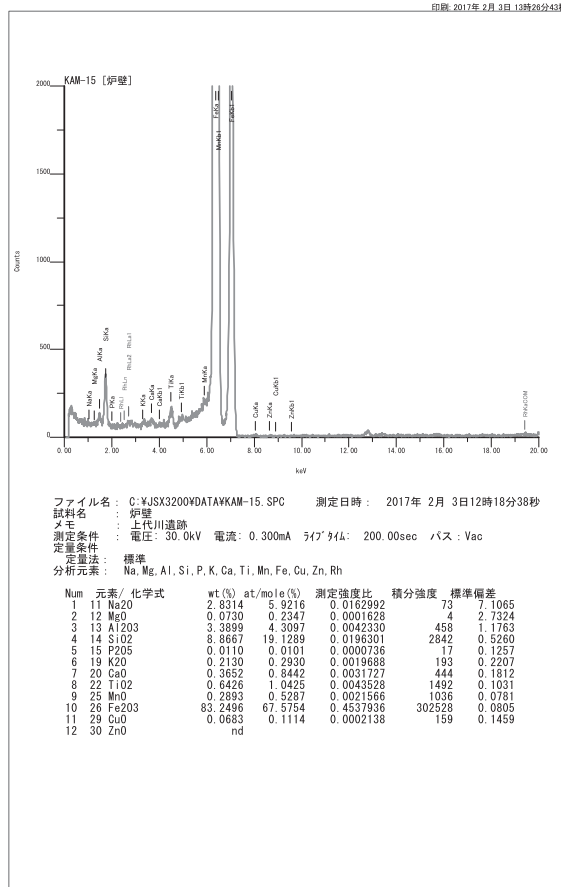
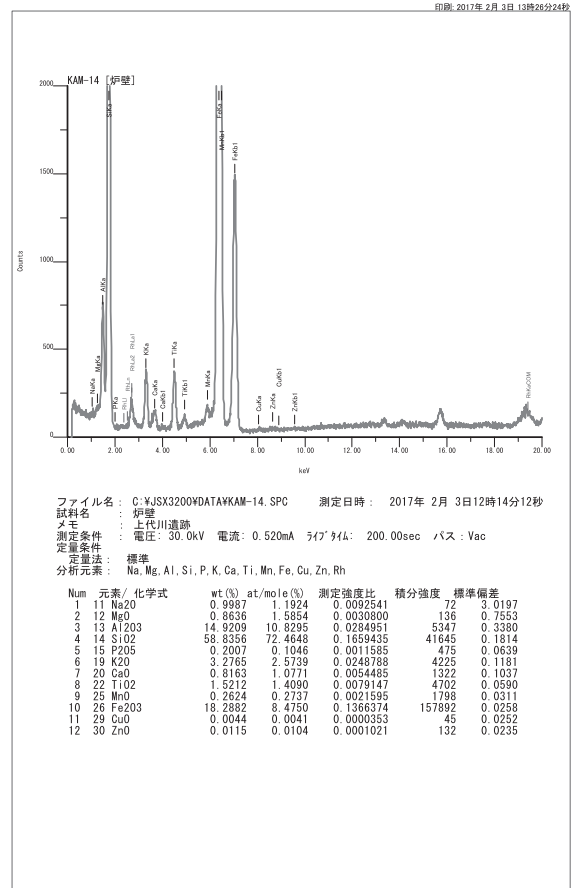
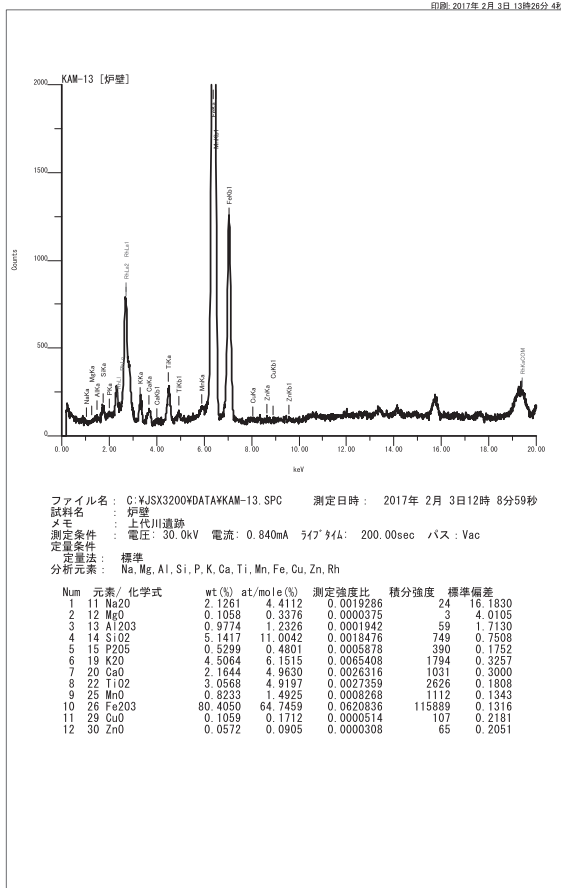
8 X線回折試験及び化学分析試験



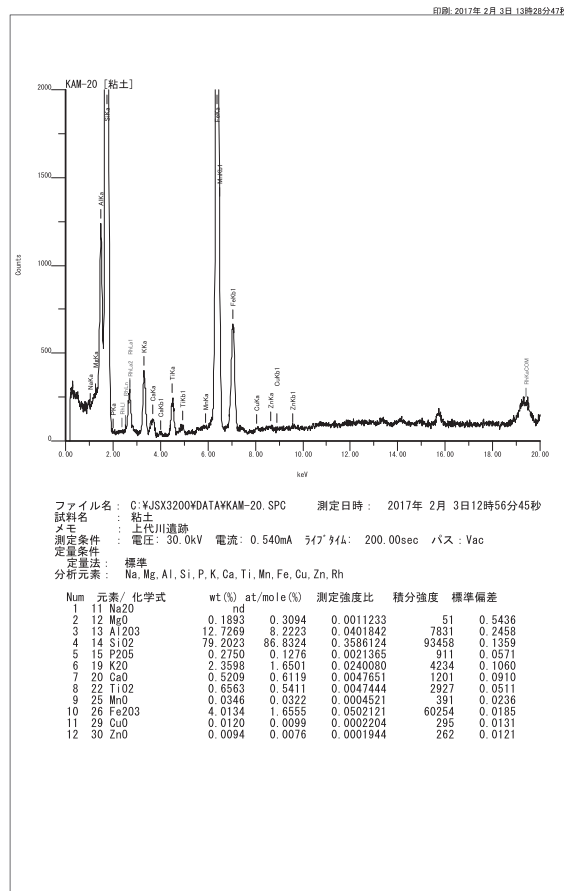
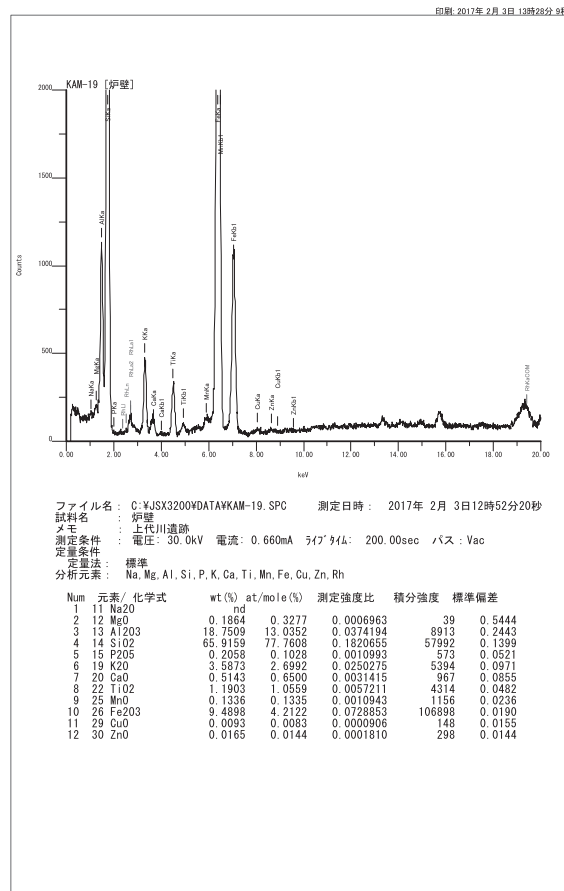
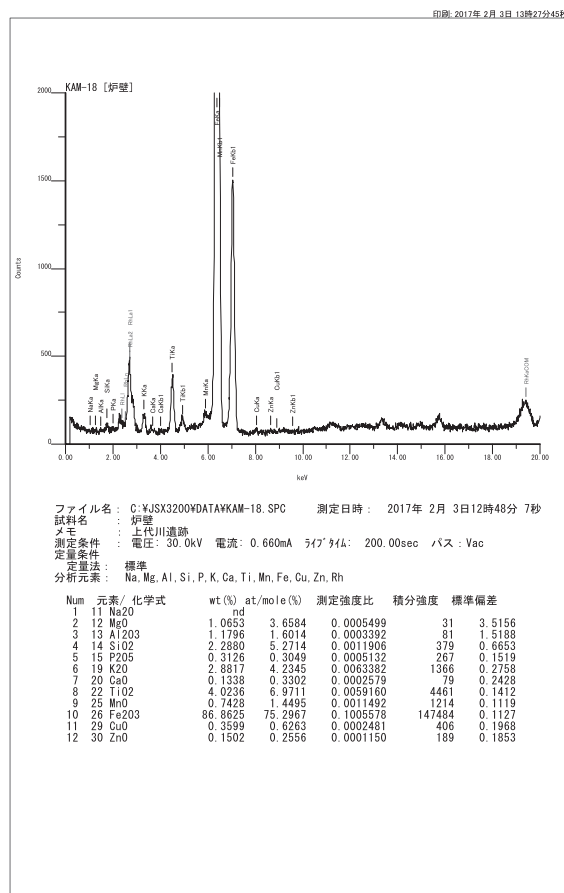
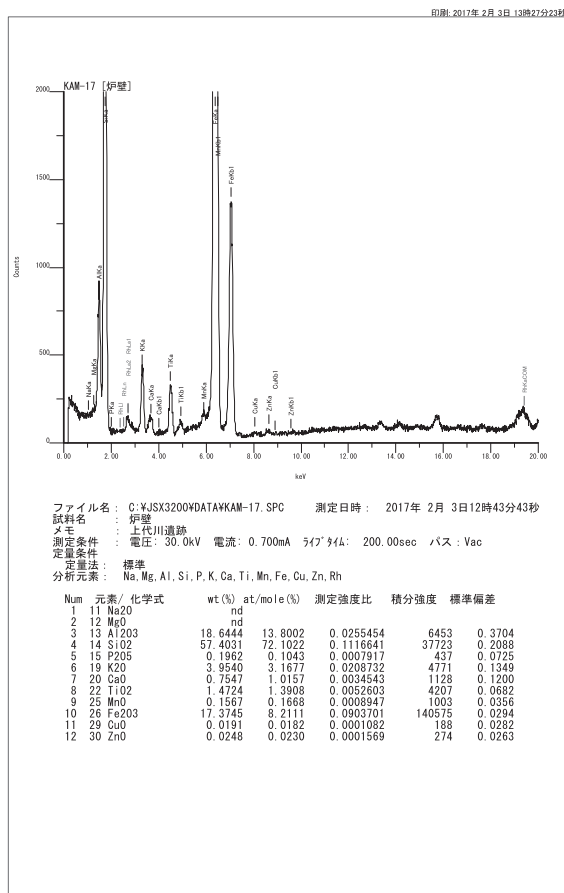


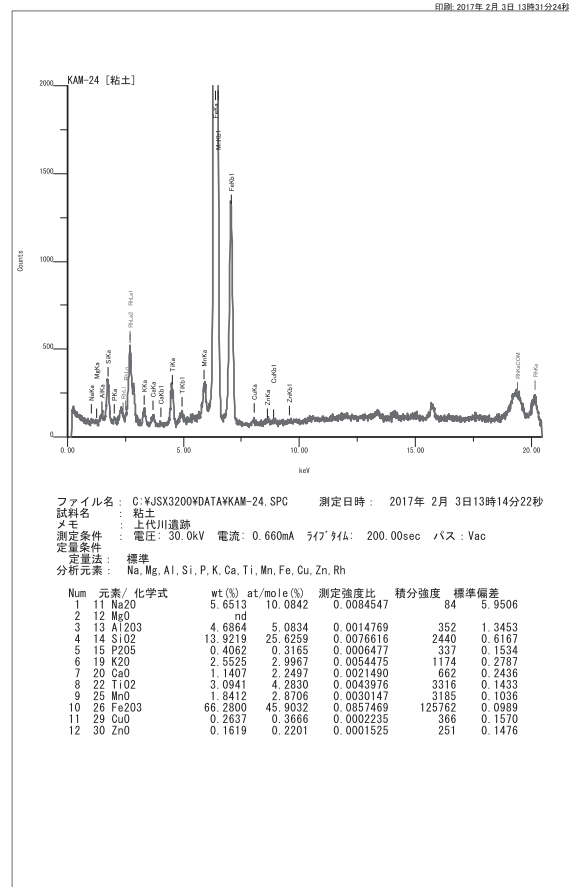
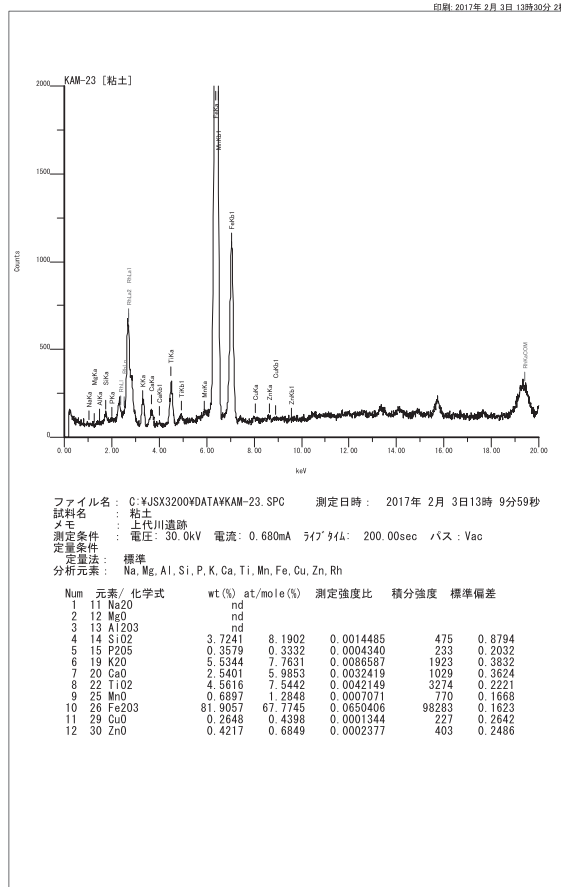
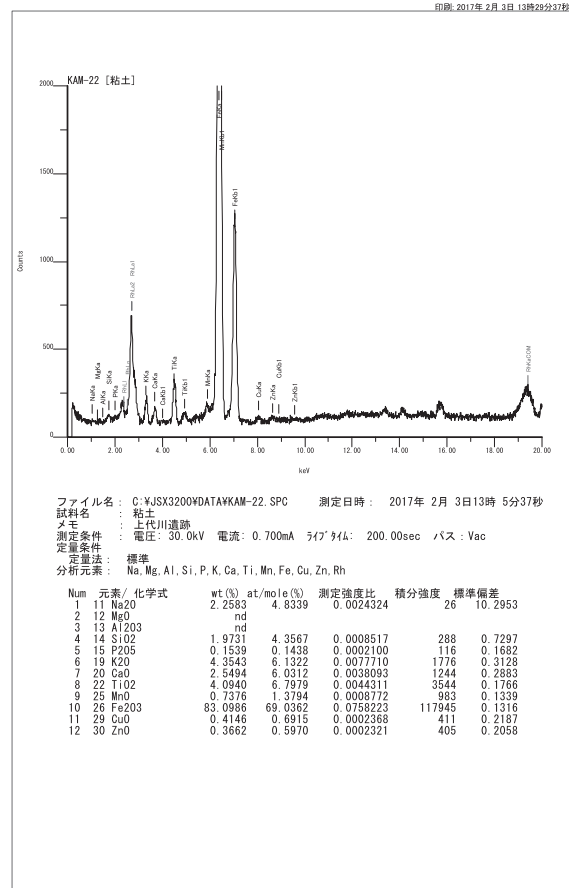
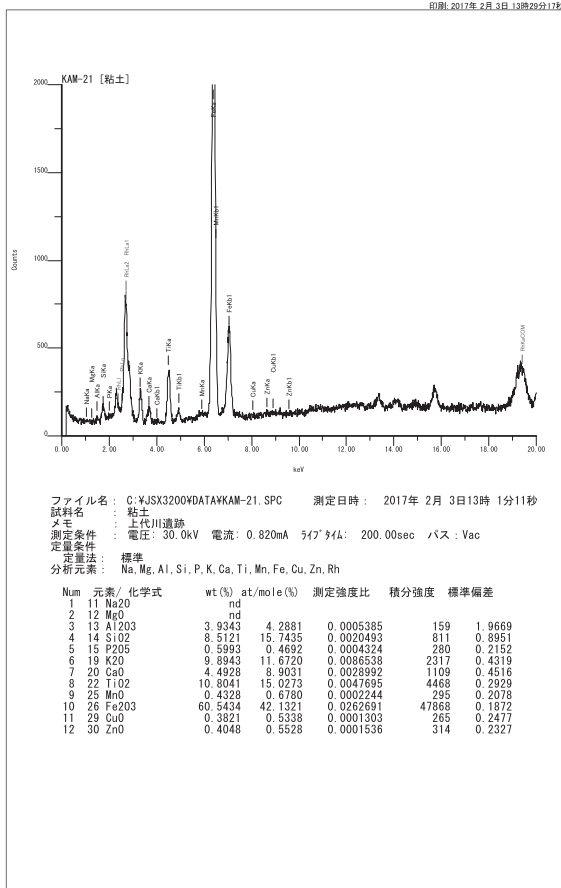
8 X線回折試験及び化学分析試験





8 X線回折試験及び化学分析試験





Ⅶ 調査のまとめ

今回の調査から、縄文時代の土坑 17 基・陥し穴状遺構 16 基・土器埋設遺構 1 基・遺物包含層 1 箇所、弥生時代の竪穴住居跡 30 棟・土坑 9 基・土器埋設遺構 1 基・焼土遺構 34 基・遺物包含層 1 箇所、古代の竪穴住居跡 2 棟、平安時代後期～鎌倉時代前期の製鉄工房跡 6 棟・鍛冶遺構 2 基・木炭焼成遺構 41 基・排滓場 2 箇所・土坑 5 基・焼土遺構 1 基・溝跡 1 条・砂鉄集中範囲 1 箇所・落ち込み 5 箇所、近世の墓坑 4 基、縄文時代～現代までの低地 1 箇所を確認した。以下に、主要な時期である弥生時代と平安時代後期～鎌倉時代前期の遺構・遺物について、特記事項を記載する。

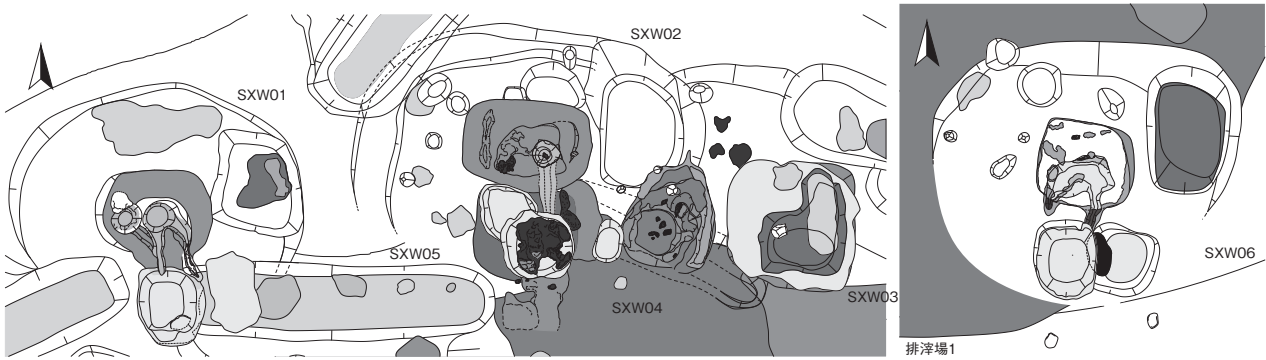
1 弥生時代

確認された弥生時代の遺構群は、出土土器の所属時期と放射性炭素年代測定値から弥生時代中期中葉～後期中葉に形成されたと考えられる。遺構は、斜面中位～下位の傾斜が緩くなる部分にかけての中央谷から東側にかけて密集して形成されており、重複して確認される場合が多いことから、複数時期に亘って小規模な集落が営まれていたと考えられる。また、遺構の分布を見ると密集する中央谷部分のほか、中央谷西側、中央谷東側、東端旧河道付近に 4～6 棟前後のまとまりを持って確認されており、場所を変えて集落が形成されていた可能性が指摘される（第 9 図）。竪穴住居跡は、円形・楕円形基調の遺構中央に石囲炉または地床炉を有することから、遺構分布に加えて遺構及び炉の形態から一時期の遺構数量が捉えられる可能性がある。出土土器については、V-1（2）で触れているため詳細は割愛するが、最も出土量の多い中期中葉～後葉の土器は川岸場式を主としており、より北方の恵山式的な土器の影響、そして馬場野Ⅱ式の系譜をひく馬淵川流域を主とする在地土器の影響を受けて構成されていると考えられる。出土石器は、両極技法の痕跡を有する剥片石器・石核が多く認められる。これは素材となる原石の大きさに由来するのか、また上代川弥生人の製作技法を示すのかは分からないが、今後、他遺跡の石器製作と比較検討を要する。近年、復興関連調査の増加もあり、岩手県沿岸における弥生集落の調査例が蓄積されつつある。当地域におけるより詳細な土器編年が進めば、南北地域との繋がりがより明確に理解できると考えられる。

2 平安時代後期～鎌倉時代前期

平安時代後期～鎌倉時代前期は、中央谷部分を中心として鉄生産、木炭生産が集中して行われた時期で、遺構の重なりから短期間に連続して操業が行われたと考えられる。木炭焼成遺構は、製鉄工房を中心にして周囲に構築されていてほとんど重複していないのに対して、中央谷部分は製鉄工房同士、製鉄工房と木炭焼成遺構が重複しながら繰り返し操業していることが確認された。また、排滓場 1 と重複する木炭焼成遺構が廃絶した後も排滓場が拡大していることから見ても、数年単位の複数期間に亘って同一箇所で作業が行われたと考えられる。製鉄工房跡 6 棟のうち 4 棟は重複関係にあり、放射性炭素年代測定値と排滓場 1・2 との関係を加味すると、SXW06→SXW04→SXW03→SXW05→SXW02→SXW01 の変遷が捉えられる。工房の規模と形状は、長軸 5.77～6.9 m、短軸 5.3～5.5 m の略円形～楕円形で、工房 1 棟につき製鉄炉 1 基を中央に有している。いずれも炉体は残存していないが、平地式の自立炉と考えられる。炉底は、最終操業で炉を解体した際に乱れており、明確に認めら

今回調査 (12世紀後半～13世紀前半)



洋野町南八木遺跡 (11世紀前葉～12世紀中葉)

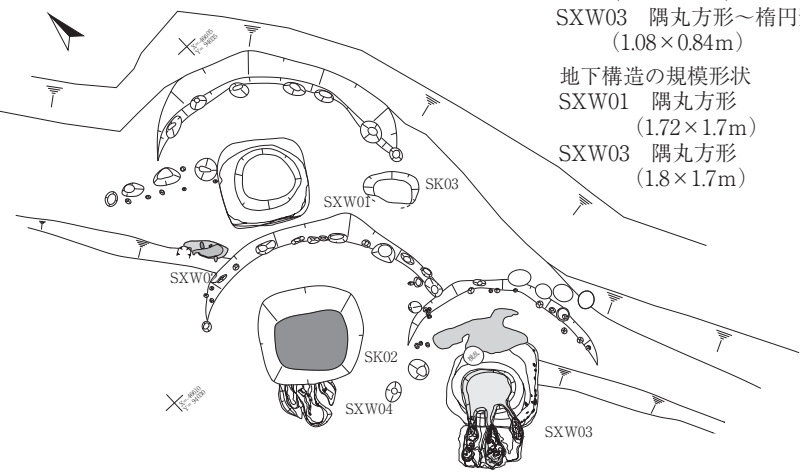
炉底の規模形状
鉄生産1 残存せず
鉄生産2 略円形または隅丸方形 (0.45×0.34m)
地下構造の規模形状
鉄生産1 楕円形 (1.86×1.6m)
鉄生産2 なし



宮古市根井沢穴田Ⅳ遺跡 (13世紀末～14世紀)

新旧関係 SXW01→SXW02→SXW04→SXW03

炉底の規模形状
SXW01 楕円形 (0.62×0.9m)
SXW03 隅丸方形～楕円形 (1.08×0.84m)
地下構造の規模形状
SXW01 隅丸方形 (1.72×1.7m)
SXW03 隅丸方形 (1.8×1.7m)



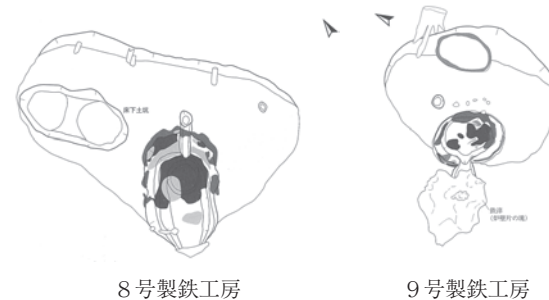
宮古市金浜Ⅴ遺跡 (15世紀)

地下構造のみ (開口している南側が斜面下方)
長径約2.8m、短径約1.5m、深さ0.4m



山田町焼山遺跡 (12世紀後半～13世紀前半)

炉底の規模形状
8号 楕円形 (0.62×0.9m)
9号 円形 (0.6×0.7m)
地下構造の規模形状
8号 馬蹄形 (円形) (0.6×0.7m)
9号 楕円形 (0.9×0.62m)

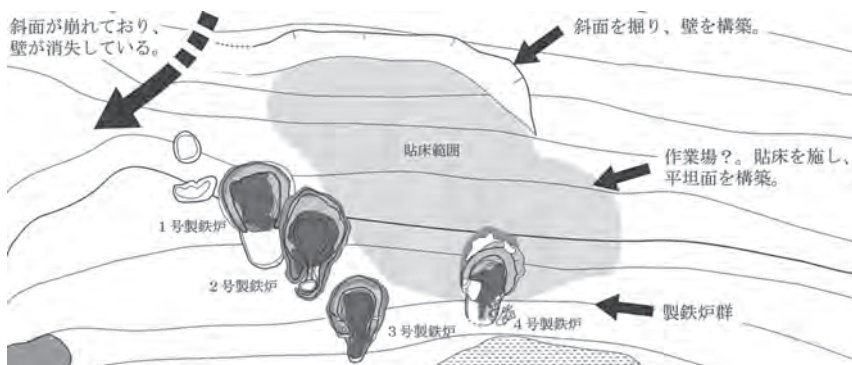


8号製鉄工房

9号製鉄工房

宮古市松山館跡 (13世紀)

整地した平坦面に連続して製鉄炉を構築
新旧関係 3号→2号→1号→4号



炉底の規模形状
1号 円形 (径0.7m)
2号 円形 (径0.7m)
3号 円形 (径0.45m)
4号 円形 (径0.48m)
地下構造の規模形状
1号 楕円形 (1.5×1.2m)
2号 楕円形 (1.3×1.2m)
3号 馬蹄形 (円形) (1.2×1.0m)
4号 馬蹄形 (円形) (1.0×0.9m)

1:150

第 285 図 製鉄関連集成図

れるものは少ないが、残存した炉底塊の大きさを合わせて考えると、長軸 0.6～0.7 m、短軸 0.5～0.6 mの隅丸方形～楕円形と推定される。これから、炉の規模は炉壁の厚さを入れた長軸・短軸が 1.0 m前後の大きさと考えられ、炉自体も隅丸方形～楕円形の筒状であったと考えられる。

第 285 図には、本遺跡を含めた岩手県沿岸部でこれまで確認されている古代末～中世の製鉄工房を挙げた。このうち、本遺跡と根井沢穴田Ⅳ、焼山は工房 1 棟につき製鉄炉 1 基を有するが、松山館は斜面を整地した平坦面に連続して構築している点で異なる。南八木は、作業場 1 箇所、鉄生産遺構 7 基が認められており、この点では松山館と類似するが地下構造を持つ製鉄炉は鉄生産遺構 1 のみで、鉄生産遺構 2 は鍛冶炉、その他は前者に関連する痕跡と考えられる。金浜Ⅴは、後世の削平から地下構造のみが認められており、形態の比較は難しい。炉体はいずれの調査例からも残存は確認されていないが、いずれも工房中央や平坦面に構築していることから平地式の自立炉であり、明確な地下構造を構築していること、斜面下方に排滓溝や排滓坑などの付属施設を持つことを考えると、規模・形状に若干の違いはあるものの古代末～中世前半の岩手県沿岸部における特徴と言える。

また、宮古市根井沢穴田Ⅳ遺跡では本遺跡と同様に排滓坑に粘土が貼り付けられており、操業のたびに貼り直す作業が行われている。排滓溝は 3 条認められており、複数の排滓溝と粘土を貼った排滓坑を持つなど同様の形態を持っている。今回の調査で確認した製鉄炉のうち、SXW01・02・06 から粘土を貼った明確な排滓坑が確認されていることから、銑鉄を得るための操業が行われたと推定される。ただし、これは近世～近代に行われた銑押し法のようにチタン分の多い赤目砂鉄を材料とするような明確な目的を持つものではなく、製錬工程の中で産出される銑鉄を余すところなく回収する目的から構築されたと考えられる。

今回の調査では、製鉄工房跡 6 棟、鍛冶遺構 2 基、木炭焼成遺構 41 基、排滓場 2 箇所を確認し、羽口 437.2kg、炉壁 2,792.23kg、鉄滓類 20,857.08kgを出土した。放射性炭素年代測定値にはやや幅があるが、操業はごく短期間に連続的に行われたと推定される。今回は、上代川遺跡における鉄生産に関連する全ての遺構を確認することが出来たことから、羽口の数、炉壁・排滓の量などを手掛かりに操業回数を推定できる可能性がある。

最後に

今回の調査から、これまで少なかった岩手県沿岸北部における弥生時代中期後半～後期初頭の集落、平安時代後期～鎌倉時代前期の鉄生産に関連する遺構群の調査事例を提供することができた。この調査成果が、東日本大震災から復興するこれからの野田村の新しい歴史に寄与することを切に願います。（北田）

引用参考文献

- 岩文埋 2014 『松山館跡発掘調査報告書』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第 625 集
 岩文埋 2014 「(3) 金浜Ⅴ遺跡」『平成 25 年度発掘調査報告書』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第 630 集
 岩文埋 2016 『焼山遺跡発掘調査報告書』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第 651 集
 岩文埋 2018 『根井沢穴田Ⅳ遺跡発掘調査報告書』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第 683 集
 岩文埋 2019 『南八木遺跡発掘調査報告書』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第 703 集
 島根県古代文化センター・島根県埋蔵文化財調査センター 2016 『島根県における古代・中世製鉄遺跡の基礎的調査』島根県古代文化センター調査研究報告書 51
 鈴木瑞穂 2016 『イラストでみる はるか昔の鉄を追って～「鉄の歴史」探偵団はゆく～』(株)電気書院
 (公財)福島県文化振興財団 2015a 『鈴山遺跡』常磐自動車道遺跡調査報告 71 福島県文化財調査報告書第 498 集
 (公財)福島県文化振興財団 2015b 『南狼沢A遺跡』常磐自動車道遺跡調査報告 72 福島県文化財調査報告書第 499 集
 和鋼博物館 2007 『和鋼博物館総合案内』

写真図版



平安時代後期～鎌倉時代前半の羽口



SK02 全景 (東から)



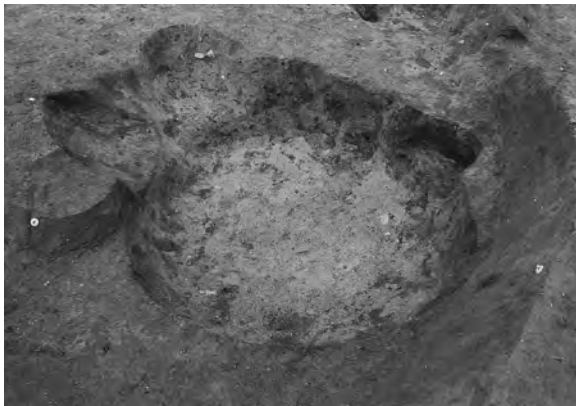
SK02・SW15 断面 (東から)



SK18 全景 (東から)



SK18 断面 (東から)



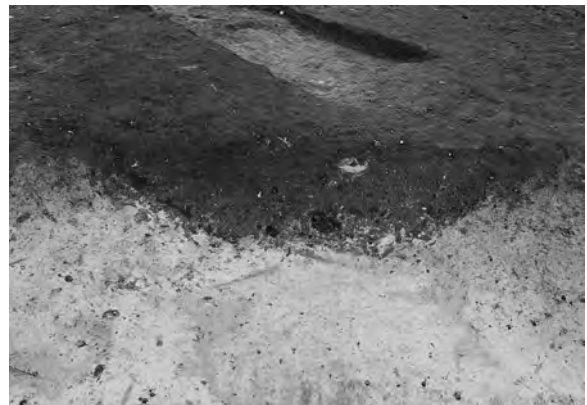
SK19 全景 (南から)



SK19 断面 (北から)



SK20 全景 (東から)



SK20 断面 (南から)



SK22 全景 (東から)



SK22 断面 (東から)



SK23 全景 (南西から)



調査区現況 (南西から)



SK24 全景 (南から)



SK24 断面 (南から)

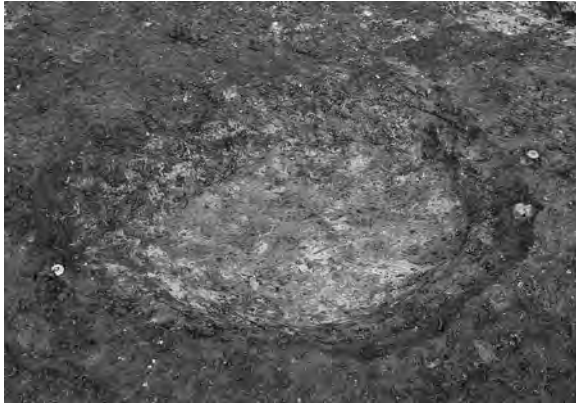


SK25 全景 (西から)

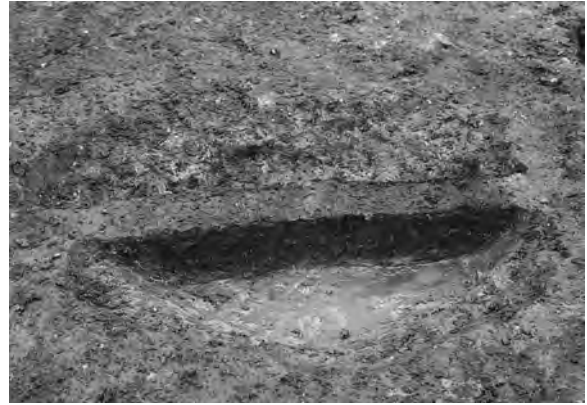


SK25 断面 (南から)

写真図版2 SK22～25 土坑、現況



SK26 全景 (北西から)



SK26 断面 (南から)



SK27 全景 (東から)



SK27 断面 (北から)



SK37 全景 (東から)



SK37 断面 (南東から)



SK40 全景 (北西から)



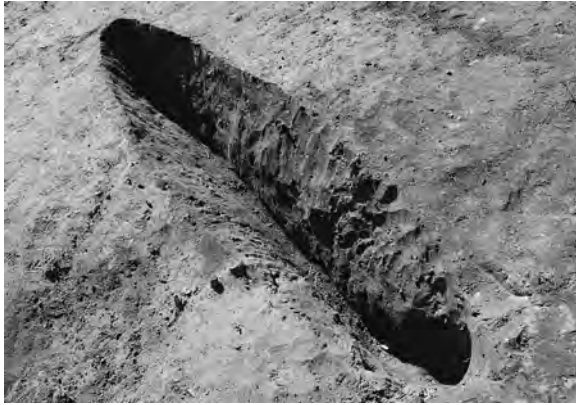
SK40 断面 (南から)



SK43 全景 (南東から)



SK43 断面 (西から)



SK44 全景 (北から)



SK44 断面 (南から)



SK46 全景 (北東から)



SK46 断面 (東から)



SK47 全景 (東から)

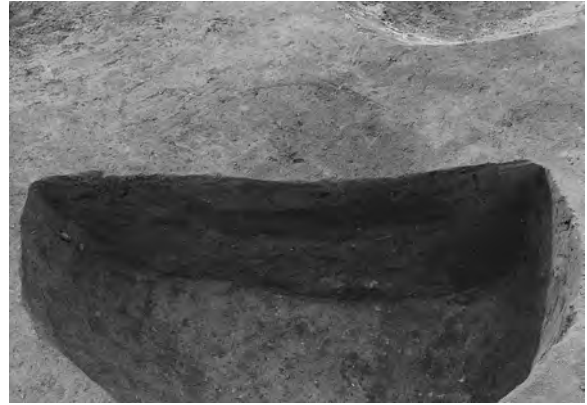


SK47 断面 (南から)

写真図版4 SK43・44・46・47 土坑



SK49 全景 (東から)



SK49 断面 (東から)



SK21・29 全景 (東から)



SK28 全景 (東から)



SK21・29 断面 (西から)



SK28 断面 (東から)



SK30 全景 (東から)



SK31 全景 (東から)



SK32 全景 (東から)



SK33 全景 (東から)



SK30 断面 (東から)



SK31 断面 (東から)



SK32 断面 (東から)



SK33 断面 (東から)

写真図版6 SK30～33 陥し穴状遺構



SK34・38 全景 (東から)



SK35・36 全景 (東から)



SK39 全景 (西から)



SK34 断面 (東から)



SK38 断面 (西から)



SK35・36 断面 (東から)

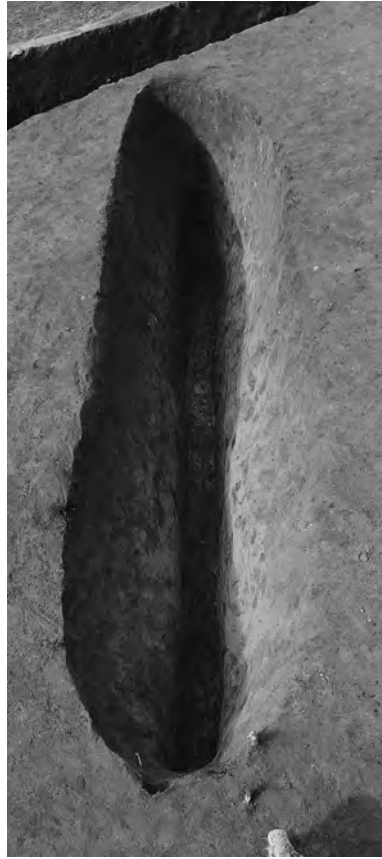


SK39 断面 (西から)

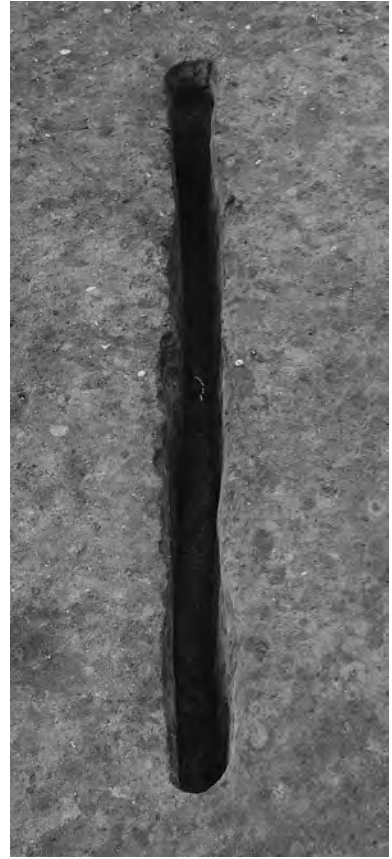
写真図版7 SK34～36・38・39 陥し穴状遺構



SK41 全景 (東から)



SK42 全景 (南東から)



SK45 全景 (東から)



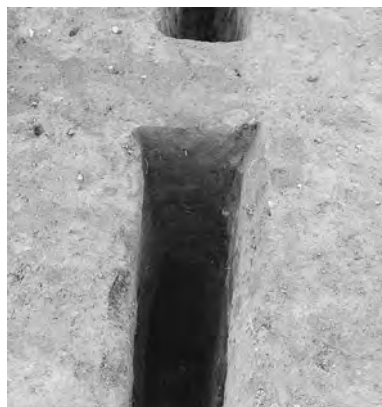
SK48 全景 (東から)



SK41 断面 (東から)



SK42 断面 (南東から)



SK45 断面 (東から)



SK48 断面 (東から)

写真図版 8 SK41・42・45・48 陥し穴状遺構



全景（南から）



断面（南東から）



遺物出土状況（南から）



調査区現況尾根上から（北から）



全景（南東から）



断面（東から）



焼土1検出（東から）

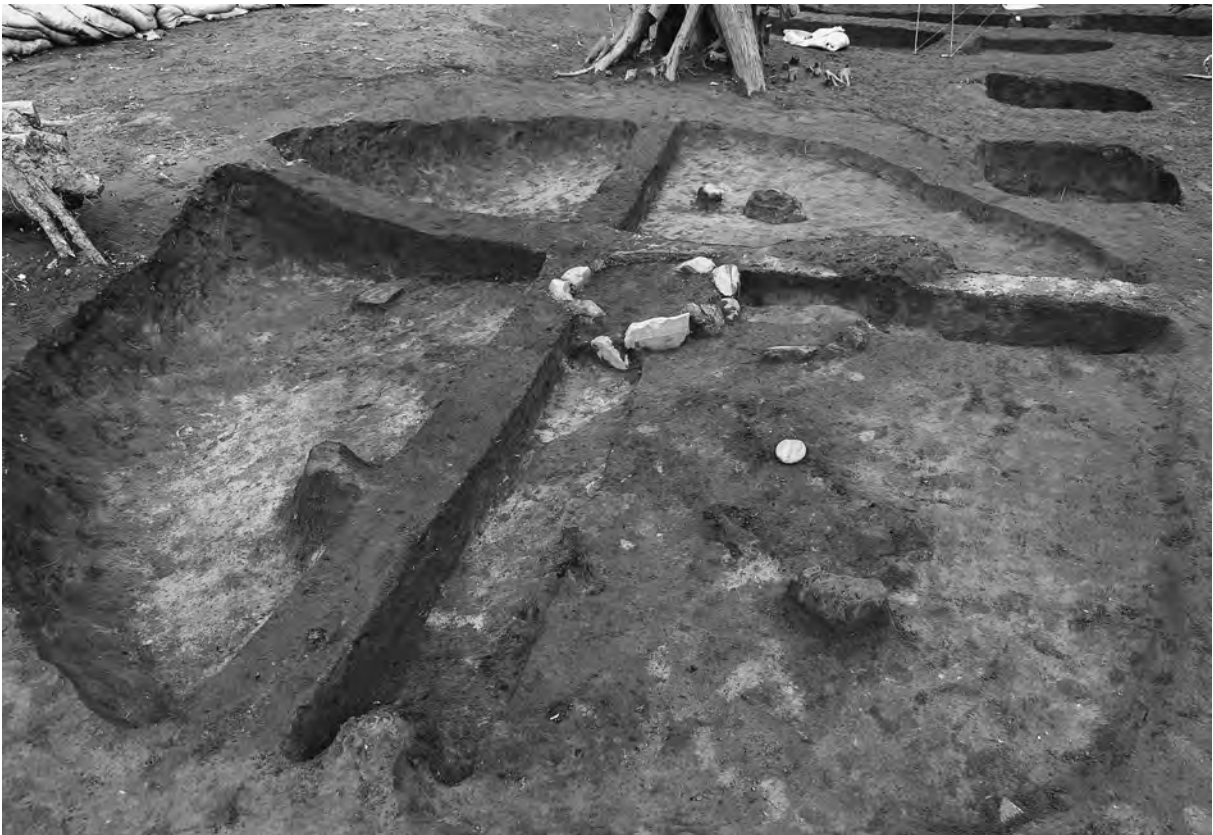


焼土2検出（南東から）

写真図版 10 SI02 竪穴住居跡



全景（南東から）



断面（南西から）



炉全景（南西から）



検出（西から）



掘り方（南東から）



床面土器1（土器 25、東から）



入れ子の床面土器2（土器 20・21、東から）

写真図版 12 SI03 竪穴住居跡（2）



全景（南東から）



断面（南から）



埋土下位焼土1断面（南から）



炉全景（南東から）



全景（南東から）



断面（南東から）



炉全景（西から）



遺構プラン脇土器出土状況（土器 235、南から）

写真図版 14 SI05 竪穴住居跡



全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



東側拡張全景（東から）



全景（南から）



断面（南東から）



炉全景（南から）



焼土1・2断面（南から）



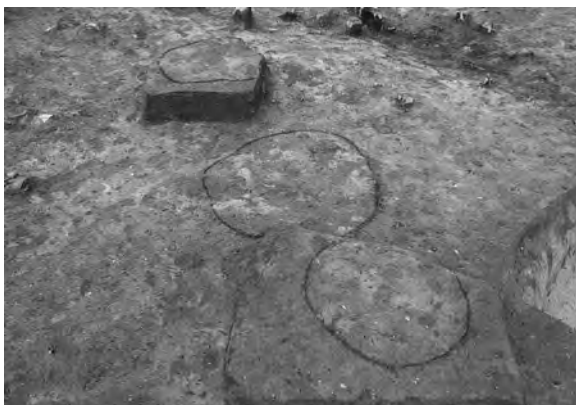
西側埋土中位土器出土状況（土器65、南東から）



全景（南から）



断面（南から）



炉全景（南から）



床面土器1出土状況（土器88、南から）



全景（南から）



断面（南西から）



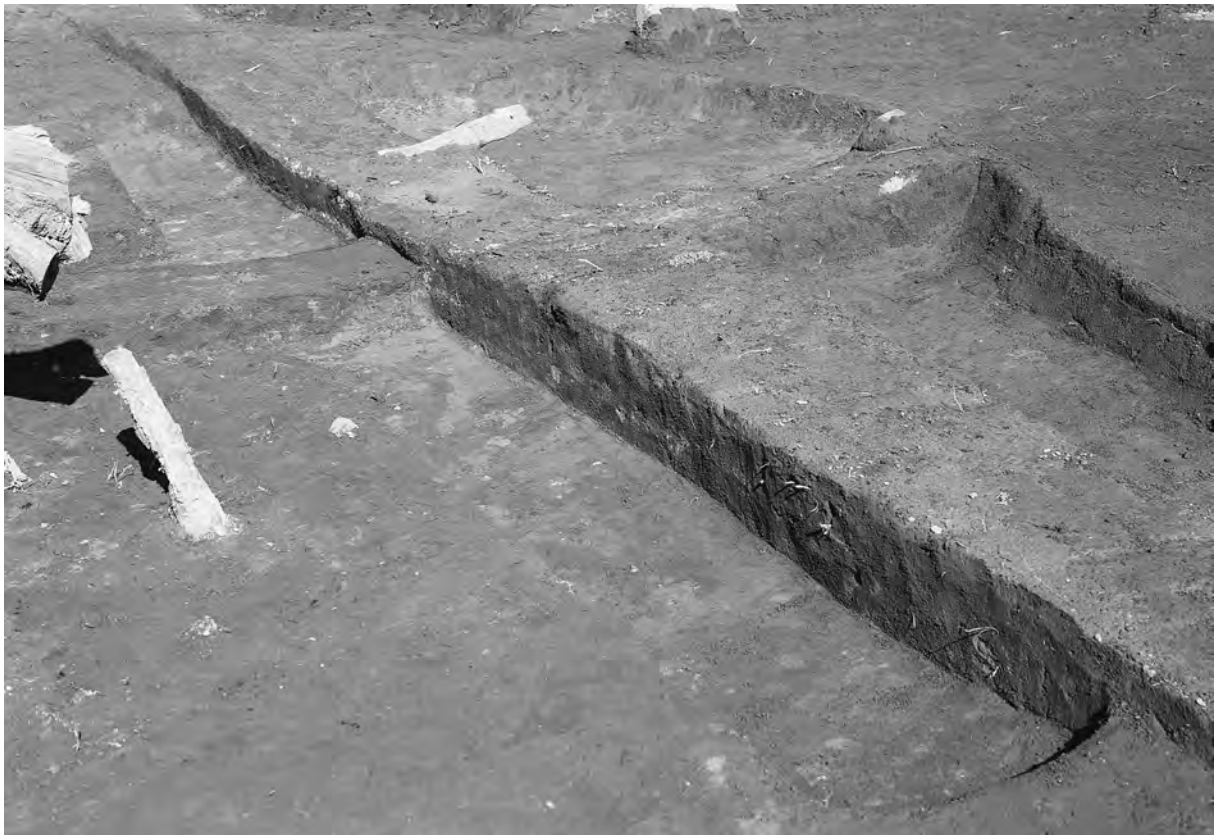
炉全景（南から）



床直上剥片格納土器出土状況（土器 110、南東から）



全景（北東から）



断面（西から）



全景（東から）



断面（南西から）



炉断面（東から）



床面土製品出土状況（北西から）



全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



床直上土器出土状況（土器 118、南から）



床面遺物出土状況（石器 732・735、南から）



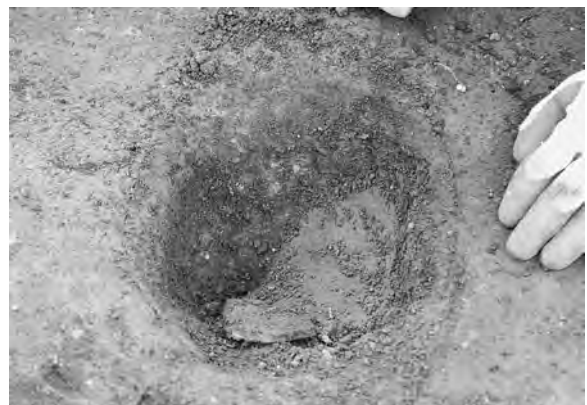
全景（北西から）



断面（南から）



炉断面（東から）



P1 遺物出土状況（東から）



全景（南から）



炉全景（南から）



P4 断面（東から）



北拡張全景（南から）



表土剥ぎ風景（南から）



全景（西から）



断面（西から）



炉全景（東から）



床面炭 1～3 検出（西から）



床面炭 4 検出（南東から）



全景（南東から）



断面（東から）



炉全景（南東から）



P1 断面（東から）



床面台石出土状況（南から）



埋土下位土器出土状況（土器 401、東から）



埋土下位土器出土状況（土器 370、北西から）

写真図版 26 SI18 竪穴住居跡（2）



全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



炉断面（南から）



全景（東から）



断面（東から）



炉全景（南から）



P4 断面（東から）



P7 断面（東から）



全景（南東から）



断面（東から）



全景（南から）



断面（東から）



新炉全景（西から）



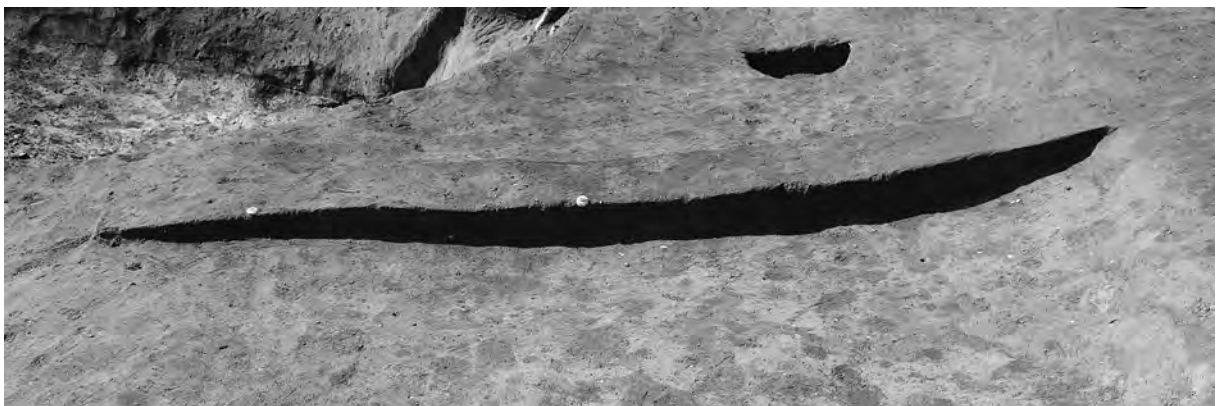
旧炉断面（西から）



床面土器1出土状況（土器140、南から）



全景（南西から）



断面（東から）



炉全景（南から）



P2断面（東から）



全景（南から）



断面（南東から）

写真図版 32 SI24 竪穴住居跡



全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



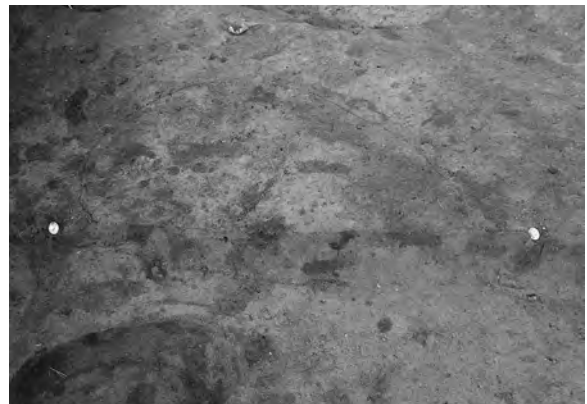
炉断面（東から）



全景（南から）



断面（東から）



炉全景・断面（南から）



P1 断面（東から）



現地説明会風景（北西から）



全景（東から）



断面（東から）



旧炉全景（東から）



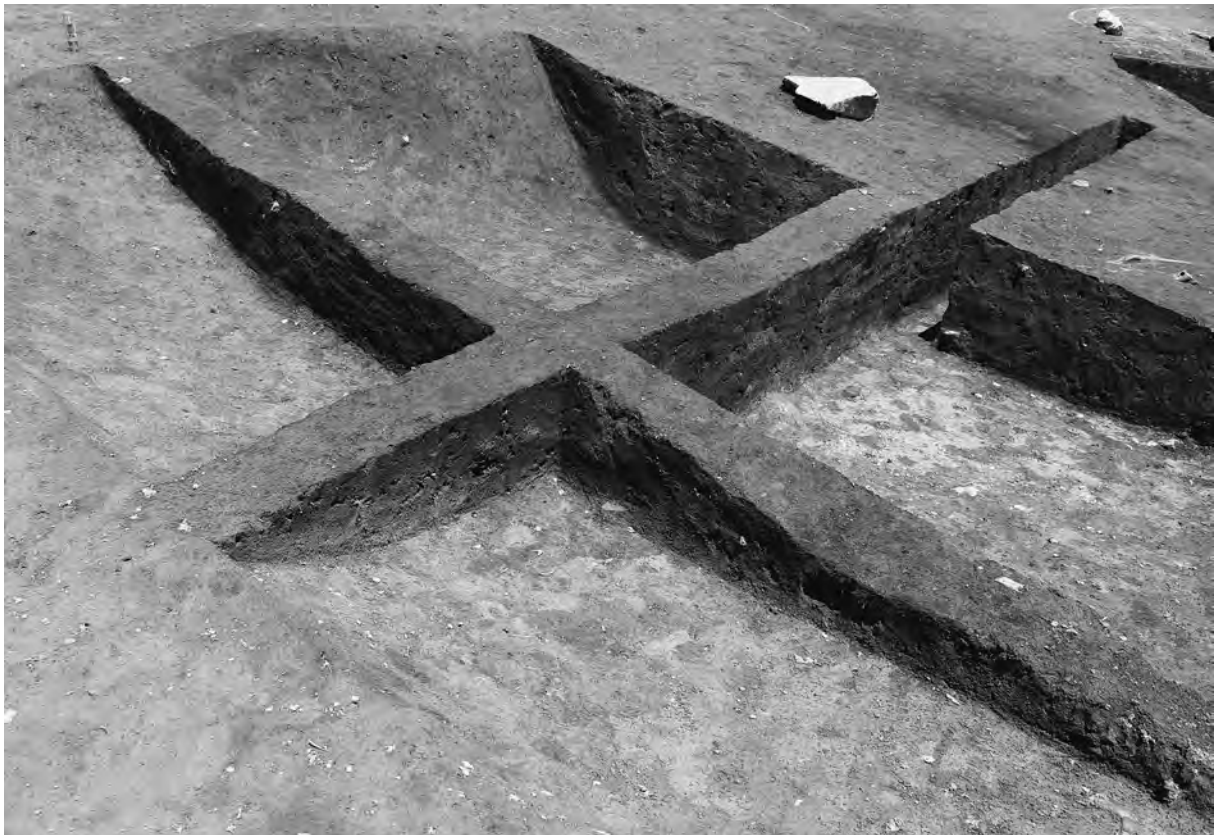
新炉全景（南から）



床直上石器出土状況（石器 708、北西から）



全景（南から）



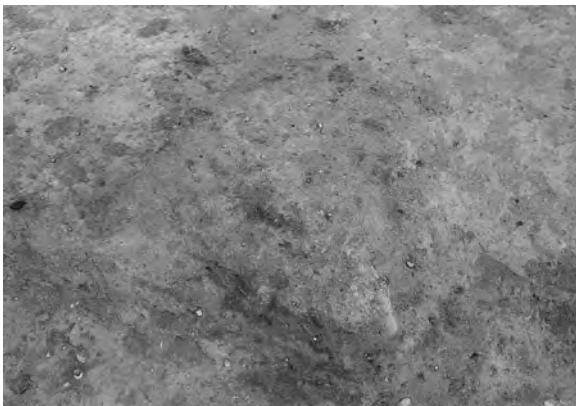
断面（南から）



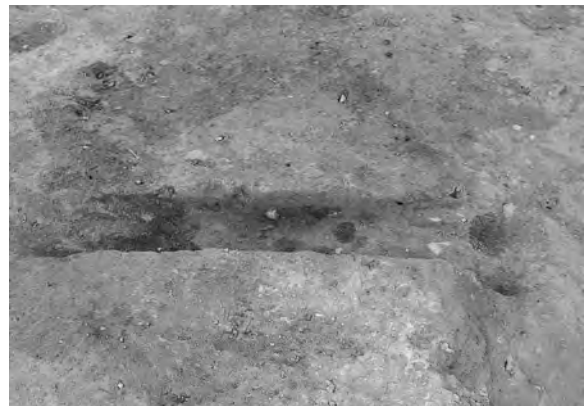
全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



炉断面（南から）



全景（南東から）



断面（南東から）



埋土中位焼土検出（東から）



炉全景（南から）



床面土器1出土状況（土器159、北から）



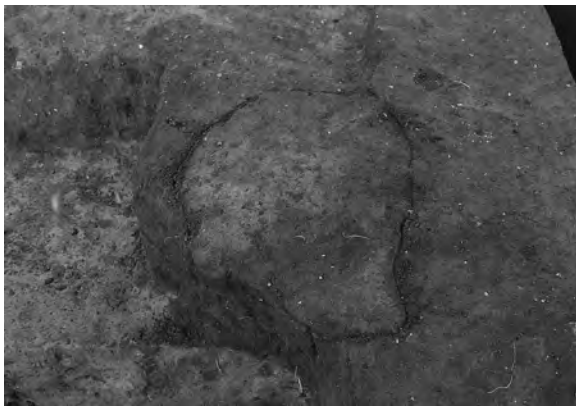
上面土器出土状況（土器156、東から）



現地説明会風景（南西から）



断面（西から）



炉全景（南から）



炉断面（西から）



埋土上位土器出土状況（土器 167、東から）



作業風景（東から）



全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



炉断面（東から）



SK01 全景 (東から)



SK01 断面 (東から)



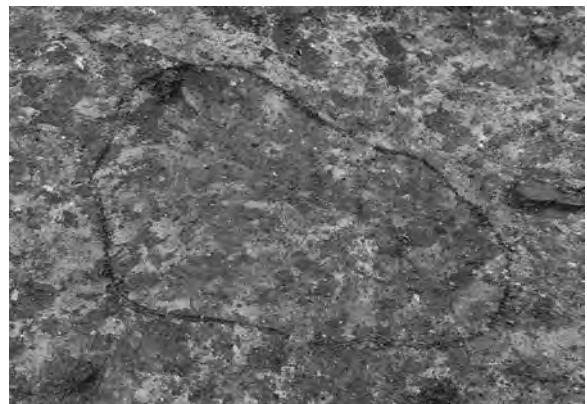
SK07 全景 (東から)



SK07 断面 (北東から)



SK07 遺物出土状況 (西から)



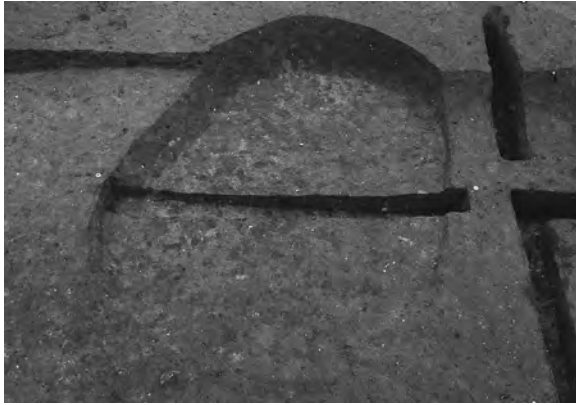
SK10 底面焼土検出 (東から)



SK10 全景 (東から)



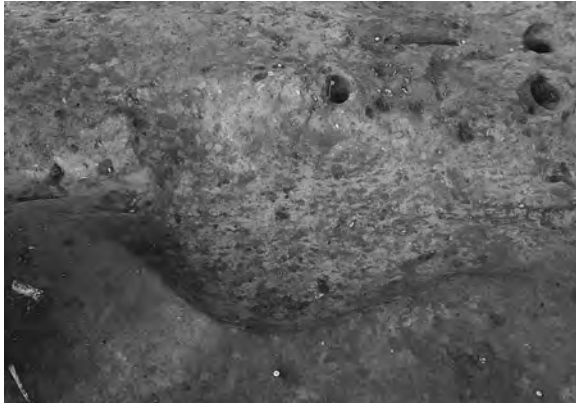
SK10 断面 (東から)



SK11 全景 (南から)



SK11 断面 (南から)



SK12 全景 (南から)



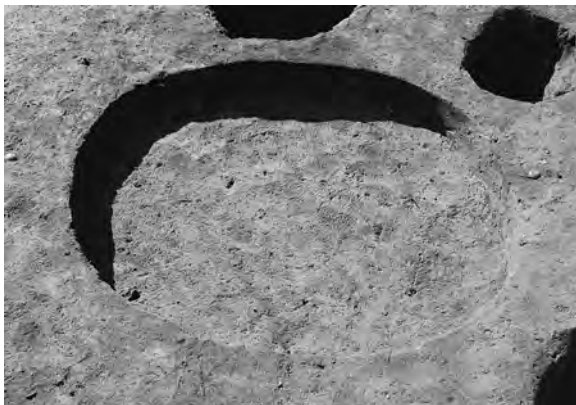
SK13 全景 (東から)



SK14 全景 (東から)



SK14 断面 (東から)



SK15 全景 (東から)



SK15 断面 (東から)



SR01 全景 (土器 170、北から)



SR01 断面 (北から)



SR02 全景 (土器 257、東から)



SR02 断面 (東から)



SF01 全景 (南から)



SF01 断面 (東から)



SF03 全景 (東から)



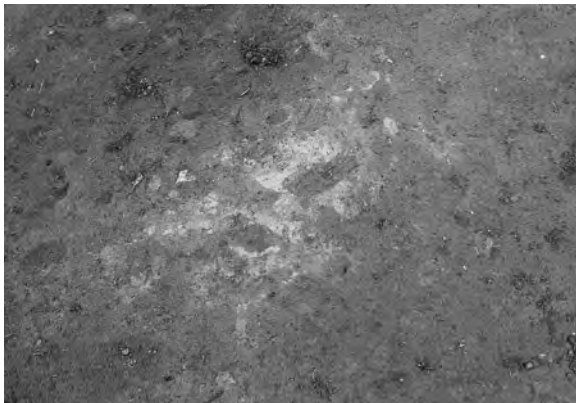
SF03 断面 (東から)



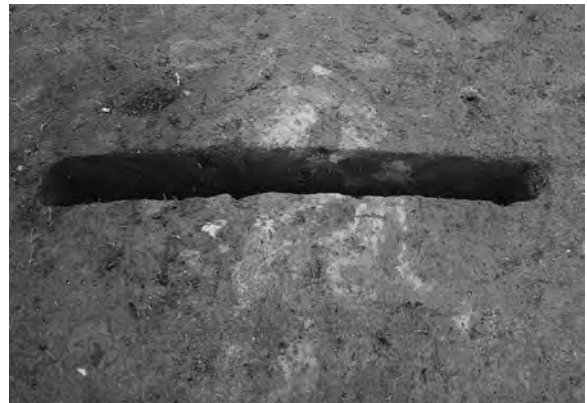
SF04 全景 (北東から)



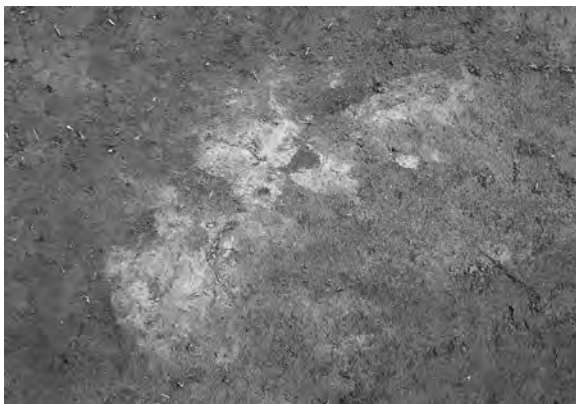
SF04 断面 (北から)



SF05 全景 (東から)



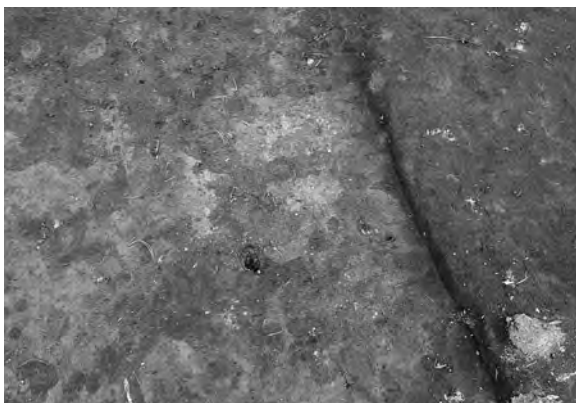
SF05 断面 (南東から)



SF07 全景 (南から)



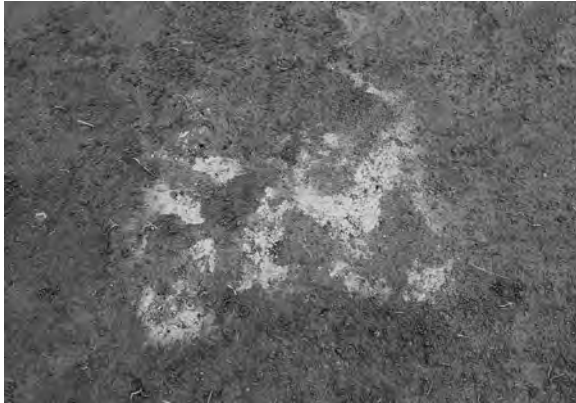
SF07 断面 (南東から)



SF08 全景 (南から)



SF08 断面 (西から)



SF09 全景 (南から)



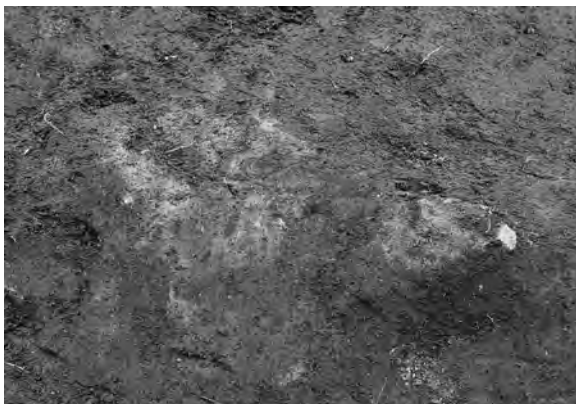
SF09 断面 (東から)



SF10 全景 (南西から)



SW10 断面 (南西から)



SF11 全景 (西から)



SF11 断面 (西から)



SF12 全景 (南から)



SF12 断面 (南から)



SF13 全景・断面（西から）



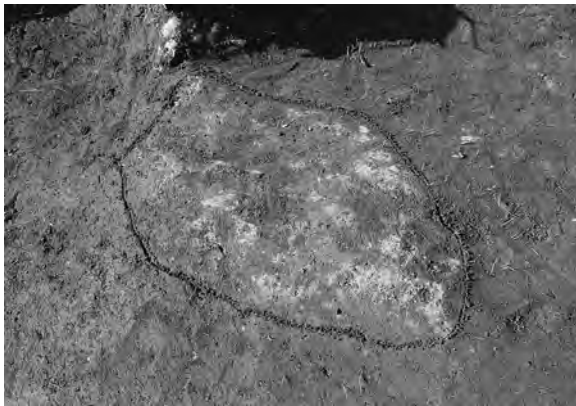
排滓場 1 掘削風景（北から）



SF14 全景（南から）



SF14 断面（東から）



SF15 全景（南から）



SF15 断面（南から）



SF16 全景（南から）



SF16 断面（東から）



SF17 全景 (北から)



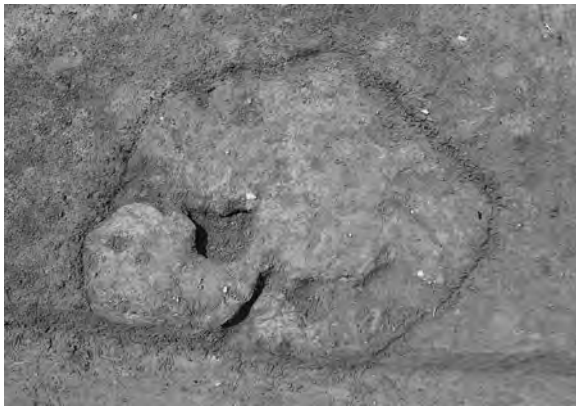
SF17 断面 (西から)



SF18 全景 (南西から)



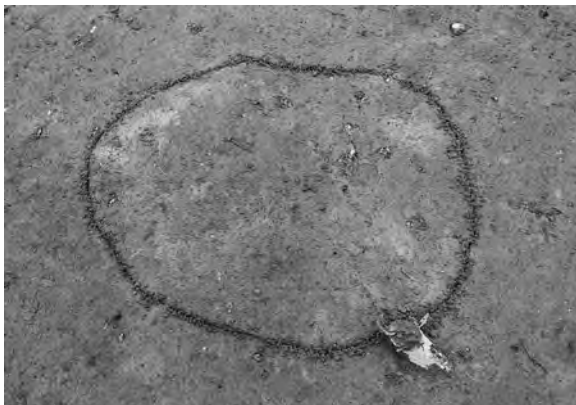
SF18 断面 (南西から)



SF19 全景 (南東から)



SF19 断面 (南東から)



SF20 全景 (南から)

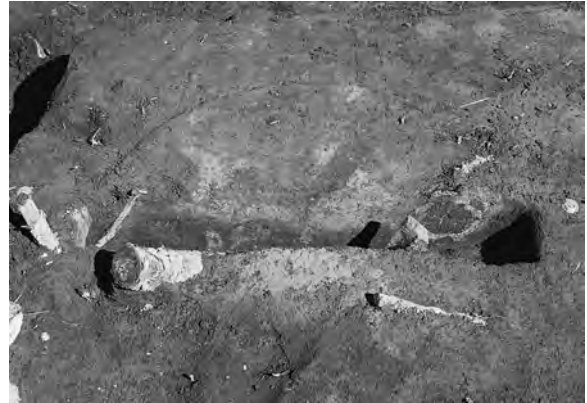


SF20 断面 (南から)

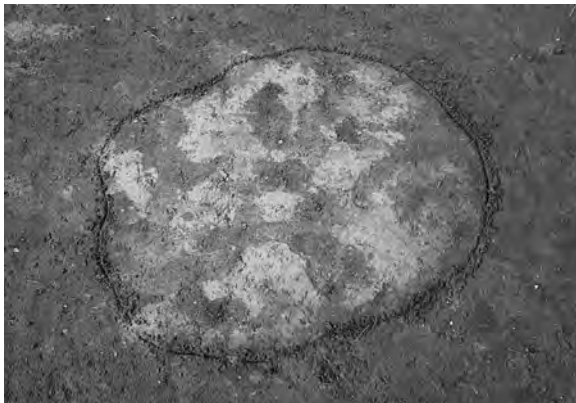
写真図版 48 SF17～20 焼土遺構



SF22 全景 (南から)



SF22 断面 (南から)



SF23 全景 (南から)



SF23 断面 (南から)



SF24 全景 (西から)



SF24 断面 (西から)



SF25 全景 (東から)



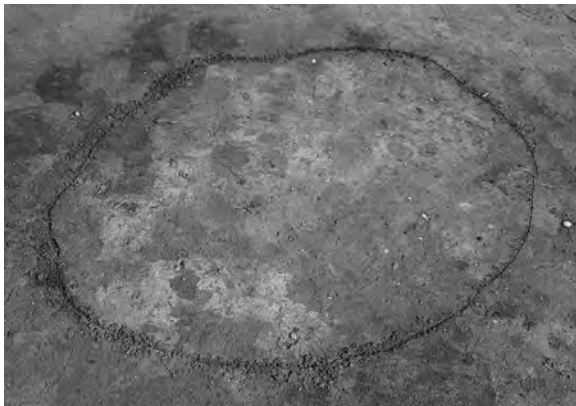
SF25 断面 (東から)



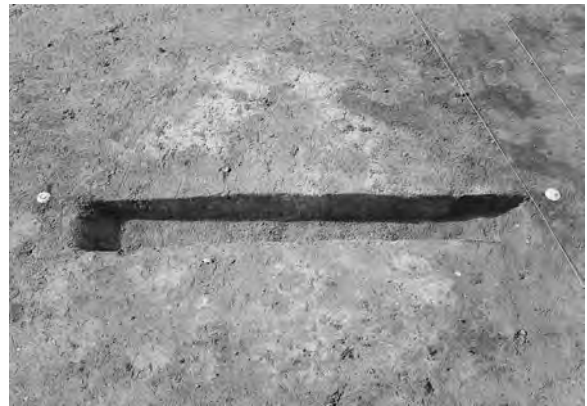
SF26 全景 (東から)



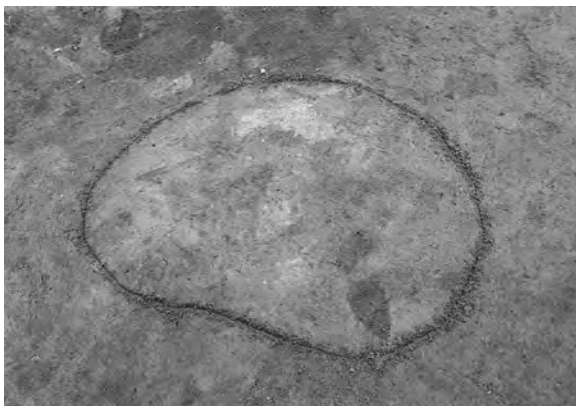
SF26 断面 (東から)



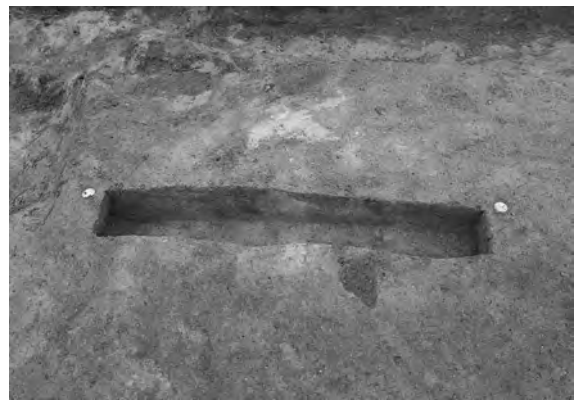
SF27 全景 (南から)



SF27 断面 (東から)



SF29 全景 (南から)



SF29 断面 (南から)

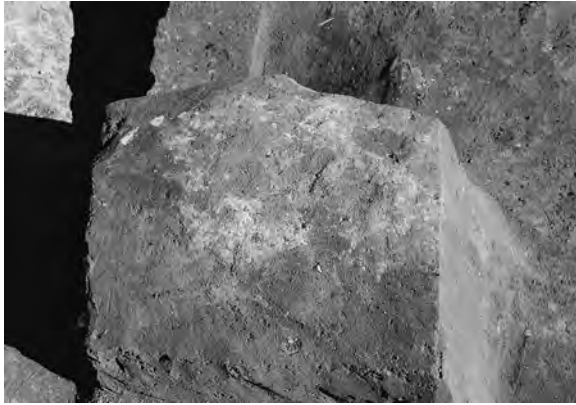


SF30 全景 (南から)



SF30 断面 (南から)

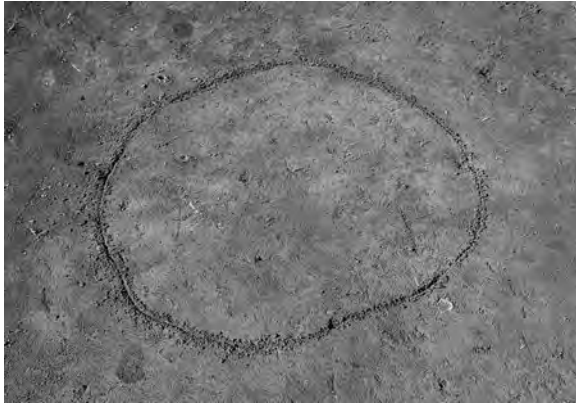
写真図版 50 SF26・27・29・30 焼土遺構



SF31 全景 (南から)



SF31 断面 (南から)



SF32 全景 (東から)



SF32 断面 (東から)



SF33 全景 (南から)



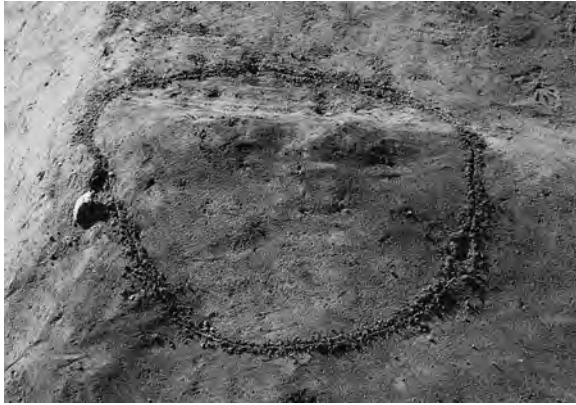
SF33 断面 (東から)



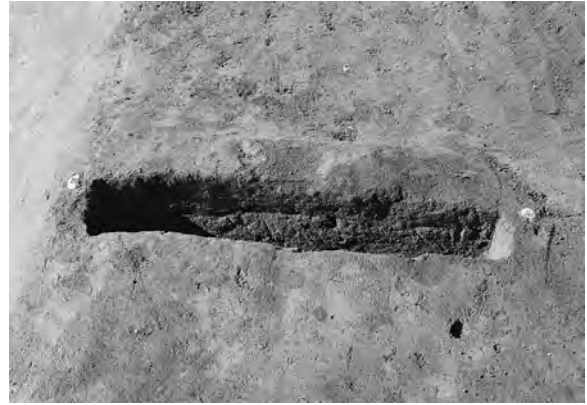
SF34・2B24-4 Ⅲ層下位土器1 全景 (土器 459、南東から)



SF34 断面 (東から)



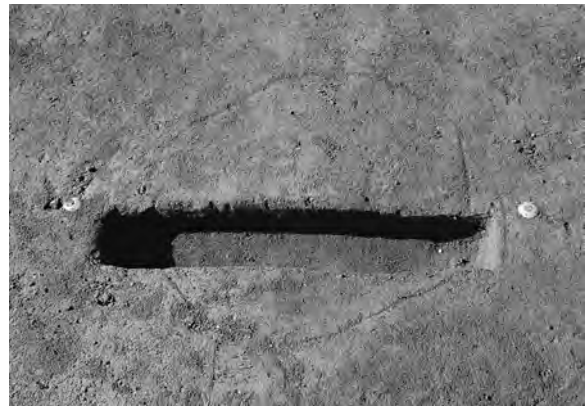
SF35 全景 (東から)



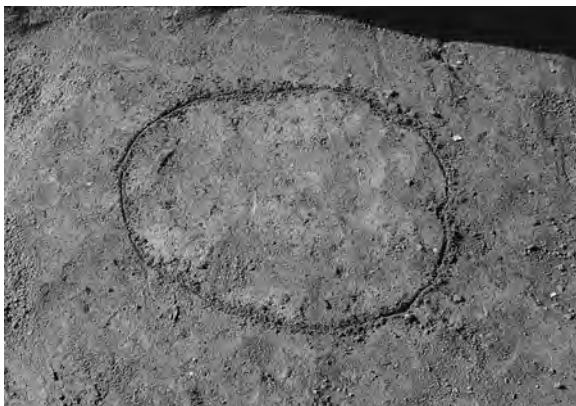
SF35 断面 (東から)



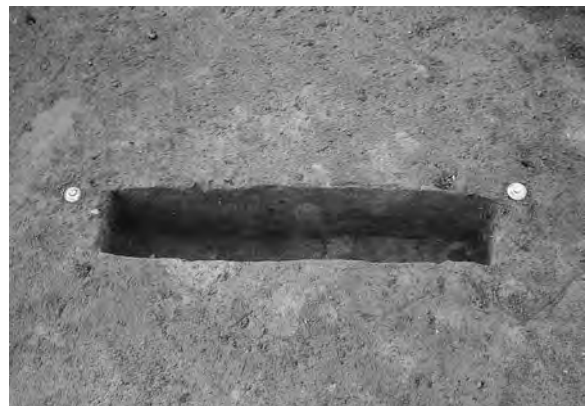
SF36 全景 (東から)



SF36 断面 (東から)



SF37 全景 (東から)



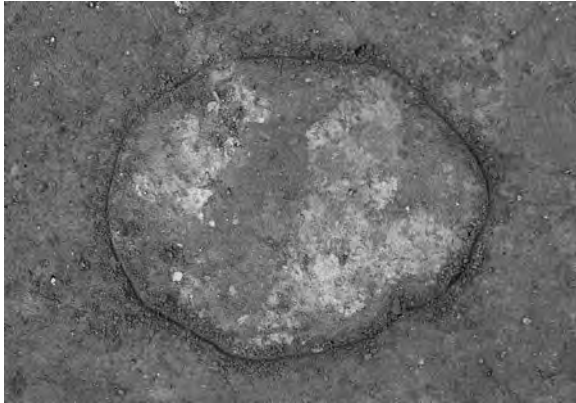
SF37 断面 (東から)



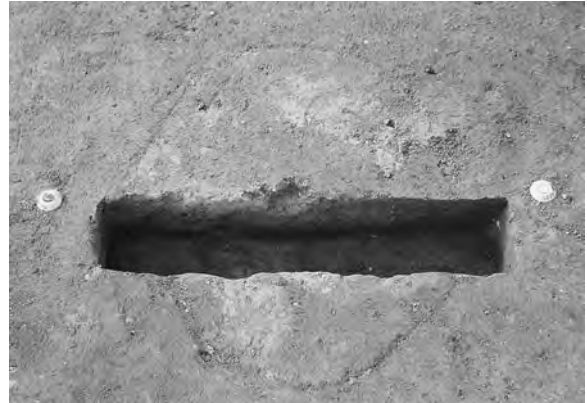
SF38 全景 (南から)



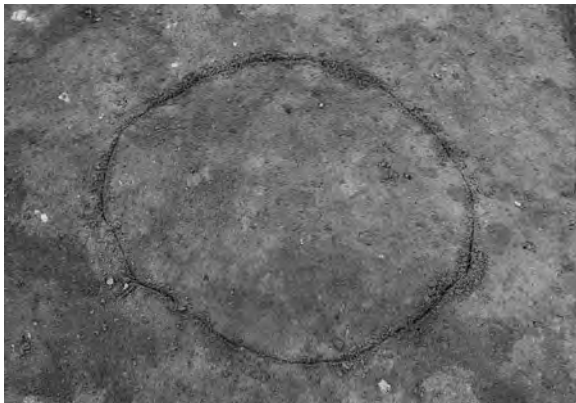
SF38 断面 (東から)



SF39 全景 (南から)



SF39 断面 (南から)



SF40 全景 (南から)



SF40 断面 (東から)



包含層 B トレンチ断面 (南東から)



包含層 C トレンチ断面 (南東から)



包含層 B トレンチ断面 (南西から)



包含層 D トレンチ南端 3C15-3・4 断面 (東から)



包含層 D トレンチ中央・南側 3C8-4 断面 (東から)



包含層 D トレンチから 4 m 東 3C15-1 断面 (南東から)



包含層 E トレンチ北側 3C10-2 断面 (南東から)



包含層 H トレンチ 3C15 断面 (東から)



3C20-1～2・Ⅲ層土器出土状況 (北東から)



3C20-2・Ⅲ層土器出土状況 (南西から)



2B23-2・Ⅲ層上位土器出土状況(土器 435、南から)



2B24-4・Ⅲ層下位出土土器1出土状況(土器459、南東から)



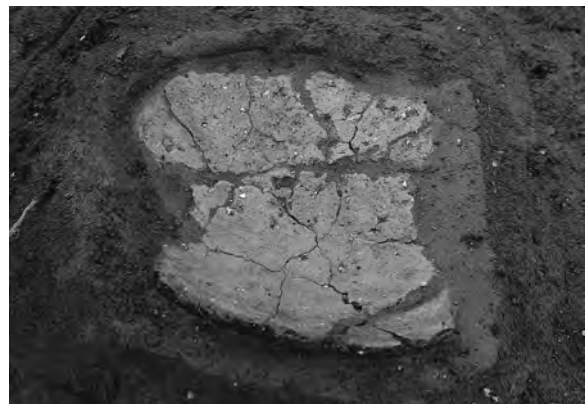
3B6-1・Ⅲ層土器出土状況(西から)



3B6-2・Ⅲ層土器出土状況(南から)



3B8・Ⅲ層中～下位石刀出土状況(石製品 785、南から)



3C7-4・Ⅲ層土器出土状況(南から)



3B8-2・Ⅲ層上位土器出土状況(西から)



3C8・Ⅲ層土器出土状況(南から)



全景（東から）



断面（南東から）



カマド断面（南東から）



カマド崩落土検出（北西から）



床面土器出土状況（土器 177・181、北から）



全景（北西から）



断面（南東から）



検出（南西から）



粘土1断面（西から）



排滓場1作業風景（東から）



全景（南から）



断面（東から）



炉全景（南から）



地下構造断面（東から）



地下構造掘り方全景（南から）



地下構造埋土中位炭化物出土状況（西から）



床面土坑1全景（南から）



床面土坑1断面（西から）



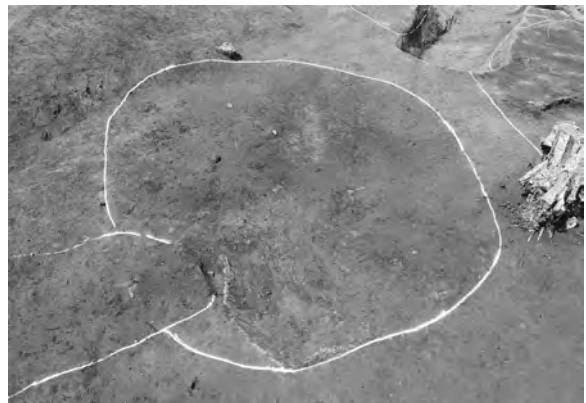
炉底～地下構造断面（南から）



排滓孔～流出溝断面（南から）



排滓坑断面（東から）



検出（南から）



全景（南から）



断面（南東から）



地下構造掘り方全景（西から）



炉底～地下構造断面（東から）



炉底～地下構造断面A（東から）



炉底～地下構造断面B（南東から）



排滓孔～流出溝断面C（南東から）



排滓坑断面D（南から）



炉全景（南から）



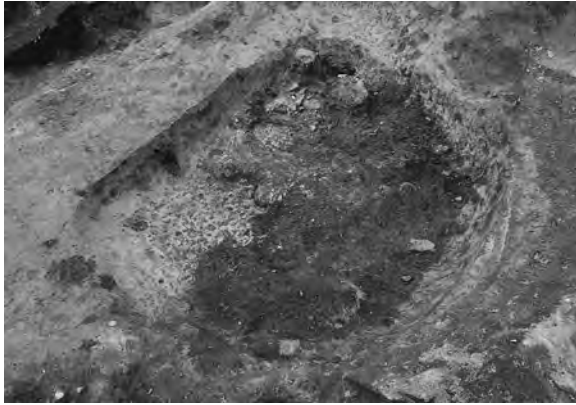
排滓坑東側床面鍛造剥片出土状況（東から）



断面と鉄滓・炉壁出土状況（北東から）



南西側床面砂鉄出土状況（南から）



床面土坑1 全景（南東から）



床面土坑1 断面（西から）



床面土坑3 断面（東から）



床面土坑4 断面（西から）



P1 断面（南から）



P2 断面（南から）



P3 断面（西から）



P4 断面（西から）



全景（南から）



地下構造掘り方全景（南から）



断面（東から）



地下構造断面（東から）



南西側床面砂鉄出土状況（西から）



全景（南から）



断面（東から）



地下構造断面（東から）



地下構造掘り方全景（南から）



全景（南から）



地下構造掘り方全景（南東から）



地下構造断面（東から）



地下構造埋土中位炭化材出土状況1（南東から）



地下構造埋土中位炭化材出土状況2（南東から）



全景（南から）



断面（東から）



炉底～地下構造断面（南西から）



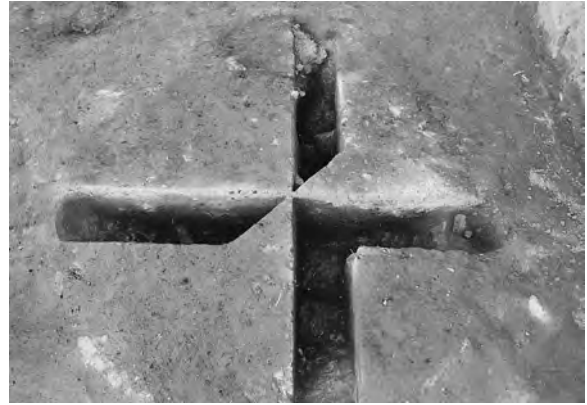
地下構造掘り方全景（東から）



地下構造断面（東から）



SXW06 排滓坑断面 (南から)



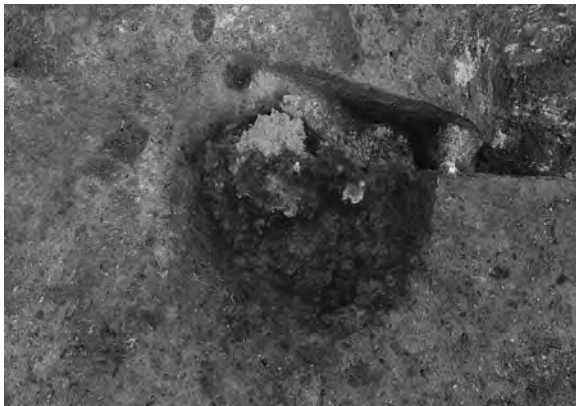
SXW06 排滓坑埋土断面 (南から)



SXW06 床面土坑1 全景 (南から)



SXW06P5 断面 (東から)



SXW07 全景 (西から)



SXW07 断面 (東から)



SXW08 全景 (東から)



SXW08 断面 (東から)



SW01 全景 (東から)



SW01 断面 (南東から)



SW01~07 検出 (東から)



SW02 全景 (東から)



SW02 断面 (南東から)



SW02 東端断面 (南から)



SW03 全景 (東から)



SW03 断面 (南東から)



SW03 西端壁面焼土検出 (南東から)



SW04 全景 (東から)



SW04 断面 (南東から)



SW04 断面 (東から)



SW05 全景 (東から)



SW05 断面 (南東から)



SW05 中央断面 (南東から)



SW06 全景 (東から)



SW06 断面 (南東から)



SW06 断面 (南西から)



SW07 全景 (東から)



SW07 断面 (南東から)



SW07 焼土層断面 (南から)



SW08 全景 (東から)



SW08 断面 (南東から)



SW08 検出 (東から)



SW09 全景 (東から)



SW09 断面 (東から)



SW09 検出 (東から)



SW10 全景 (東から)



SW10 断面 (南東から)



SW10 断面 (南から)



SW11 全景 (東から)



SW11 断面 (南東から)



SW11 焼土層断面 (南から)



SW12 全景 (東から)



SW12 断面 (南東から)



SW12 焼土層断面 (南から)



SW13 全景 (東から)



SW13 断面 (南西から)



SW13 焼土層断面 (南から)



SW14 全景 (東から)



SW14 断面 (南東から)



SW14・15 検出 (東から)



SW15 全景 (東から)



SW15 断面 (南東から)、上は SX03 落ち込み



SW15 焼土層断面 (南から)



SW16 全景 (東から)



SW16 断面 (南東から)



SW16 断面 (東から)



SW17 全景 (東から)



SW17 断面 (南東から)



SW17 検出 (東から)



SW18 全景 (東から)



SW18 断面 (南東から)



SW18・19 検出 (東から)

写真図版 76 SW17・18 木炭焼成遺構



SW19 全景 (西から)



SW19 断面 (南東から)



SW19 断面 (南西から)



SW20 全景 (北東から)



SW20 断面 (東から)



SW20 断面 (北東から)



SW21 全景 (東から)



SW21 断面 (南東から)



SW21 断面 (東から)



SW23 全景 (東から)



SW23 断面 (南東から)



SW23 西端断面 (南から)

写真図版 78 SW21・23 木炭焼成遺構



全景（東から）



断面（南東から）



SW24 全景 (北東から)



SW24 断面 (南東から)



SW24 断面 (南西から)



SW25 全景 (南西から)



SW25 断面 (南から)



SW25 断面 (南東から)



SW26 全景 (東から)



SW26 断面 (南東から)



SW26 断面 (北から)



SW27 全景 (東から)



SW27 断面 (南東から)



SW27 断面 (南西から)



SW28 全景 (西から)



SW28 断面 (南東から)



SW28 断面 (東から)



SW29 全景 (東から)



SW29 断面 (南東から)



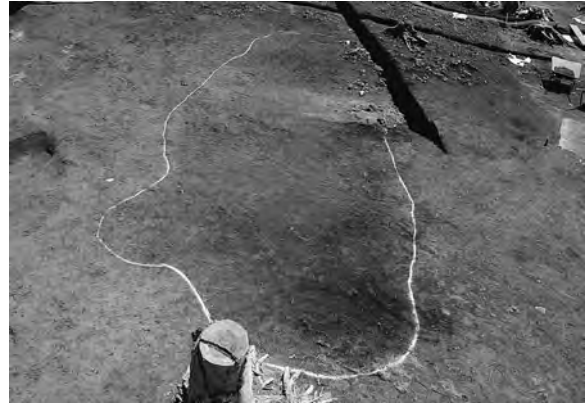
SW29 焼土層断面 (南から)



SW30 全景 (東から)



SW30 断面 (南東から)



SW30 検出 (西から)



SW31 全景 (東から)



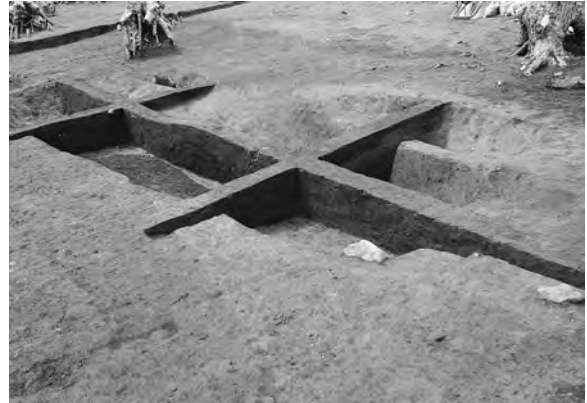
SW31 断面 (南東から)



SW31 東側断面 (南から)



SW32 全景 (東から)



SW32 断面 (南東から)



SW33 西端全景 (東から)



SW34 全景 (東から)



SW33 断面 (東から)



SW34 断面 (南東から)



SW35 全景 (東から)



SW35 断面 (南東から)



SW35 焼土層断面 (南から)



SW37 全景 (東から)



SW37 断面 (南東から)



SW37 断面 (東から)



SW38・39 全景（東から）



SW38・39 断面（南西から）



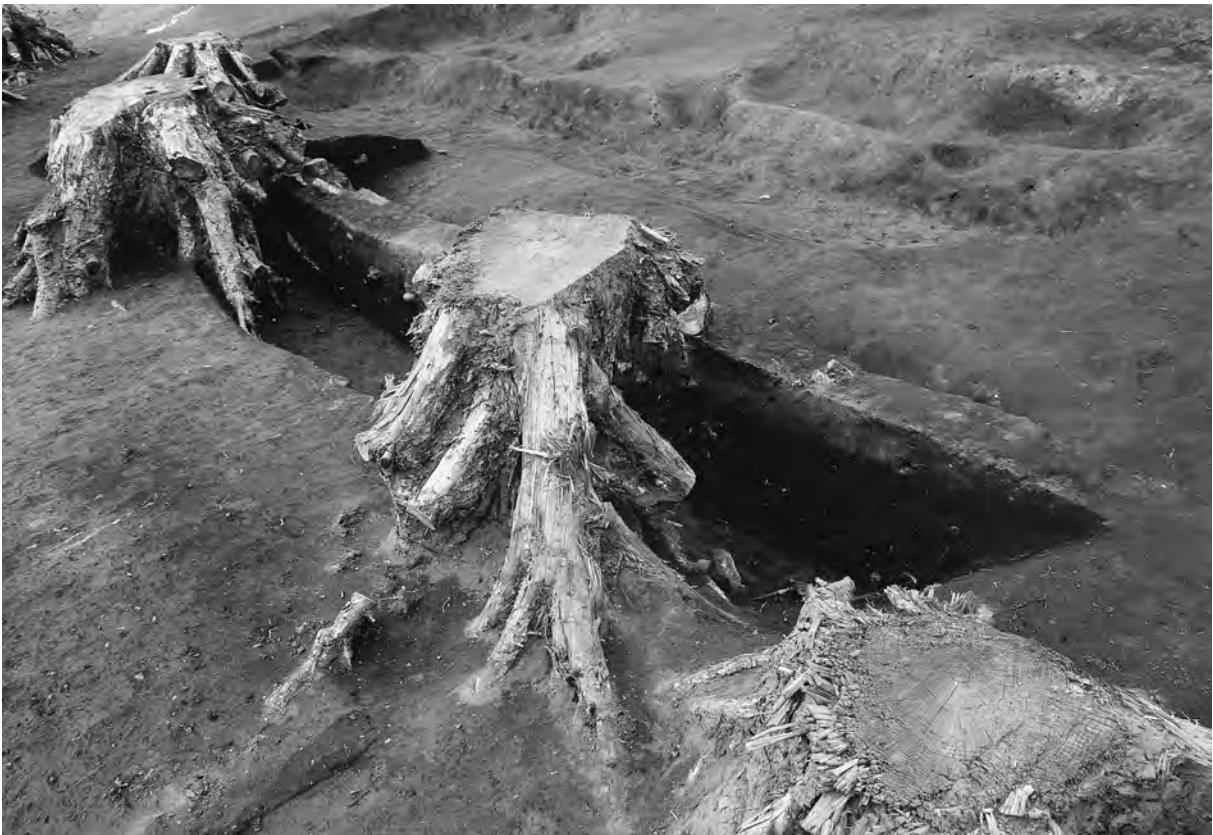
SW41 断面（南西から）



SW41 全景（南東から）



全景（東から）



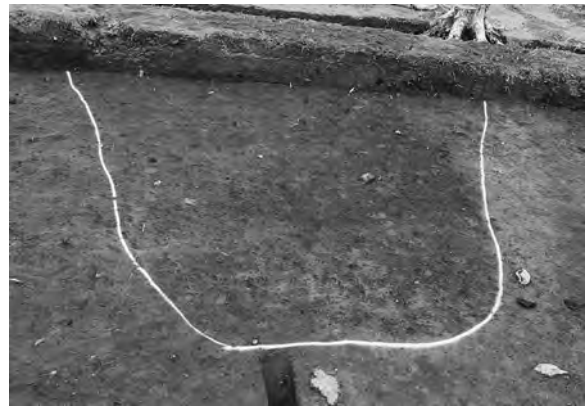
断面（南東から）



SW42 全景（東から）



SW42 断面（南東から）



SW42 西半検出（西から）



SK05 全景（南から）



SK05 断面（南から）



SK08 全景（南から）



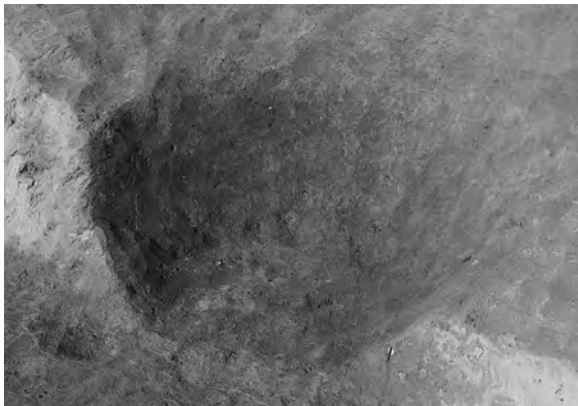
SK08 断面（南から）



SK09 全景 (東から)



SK09 断面 (東から)



SK16 全景 (南から)



3C14 より東側作業風景 (西から)



SK17 全景 (東から)



SK17 断面 (東から)



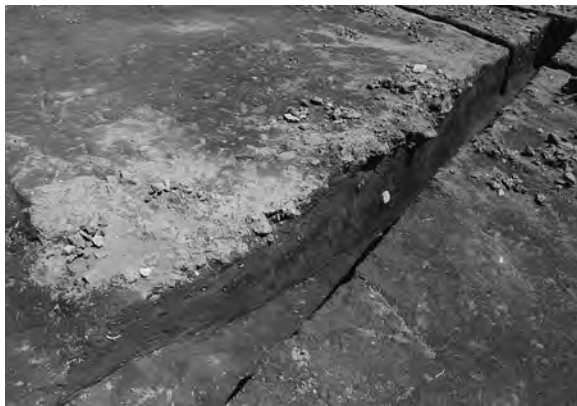
SF06 全景 (東から)



SF06 断面 (東から)



全景（南から）



排滓場 1・B トレンチ西半断面（南西から）



排滓場 1・B トレンチ東半断面（南西から）



排滓場 1・C トレンチ断面（南東から）



排滓場 1・D トレンチ断面（南東から）



排滓場1 東端断面 (南東から)



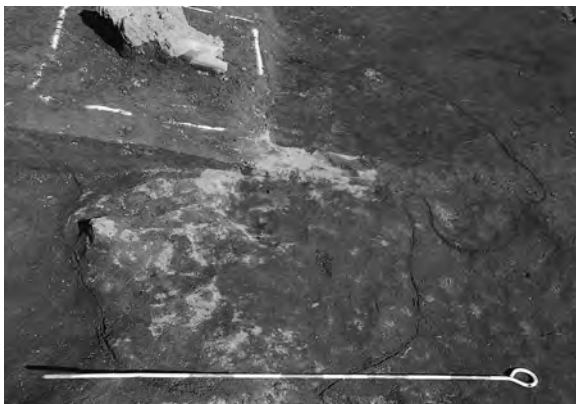
排滓場1 (2B23 20~2B24 16)・最下層遺物出土状況(南から)



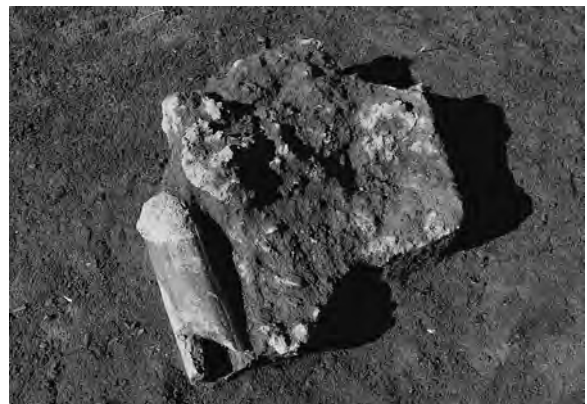
排滓場1 (2B24 10)・最下層砂鉄出土状況(東から)



排滓場1 (2B24 4)・最下層砂鉄出土状況(南から)



排滓場1 (2B24 14)・最下層砂鉄出土状況(西から)



排滓場1 (2B24 14)・最下層羽口・炉壁出土状況(南から)



排滓場2 断面 (南から)



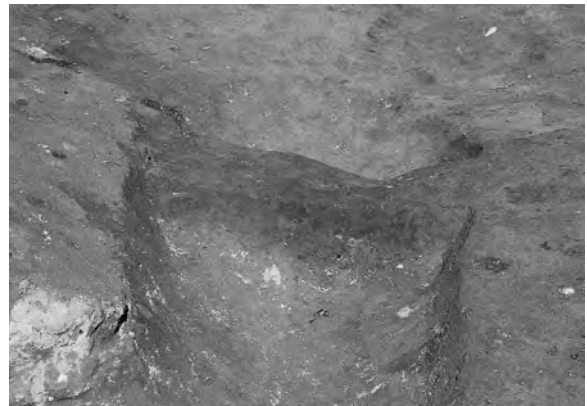
排滓場2 断面 (南西から)



SD02 全景 (南から)



SD02 断面 A (南から)



SD02 断面 B (南から)



SX01 全景 (南から)



SX01 断面 (南東から)



SX04 全景・断面 (南東から)



SX05 全景・断面 (東から)

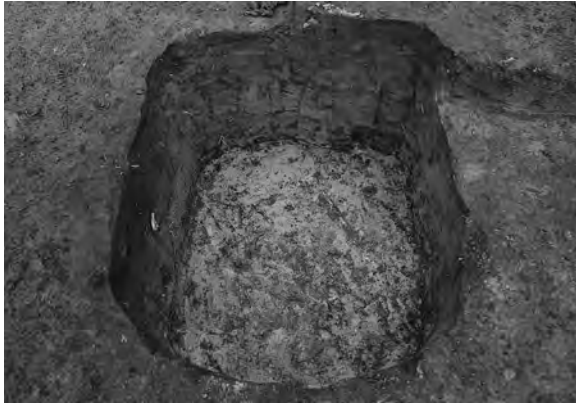
写真図版 92 SD02 溝跡、SX01・04・05 落ち込み



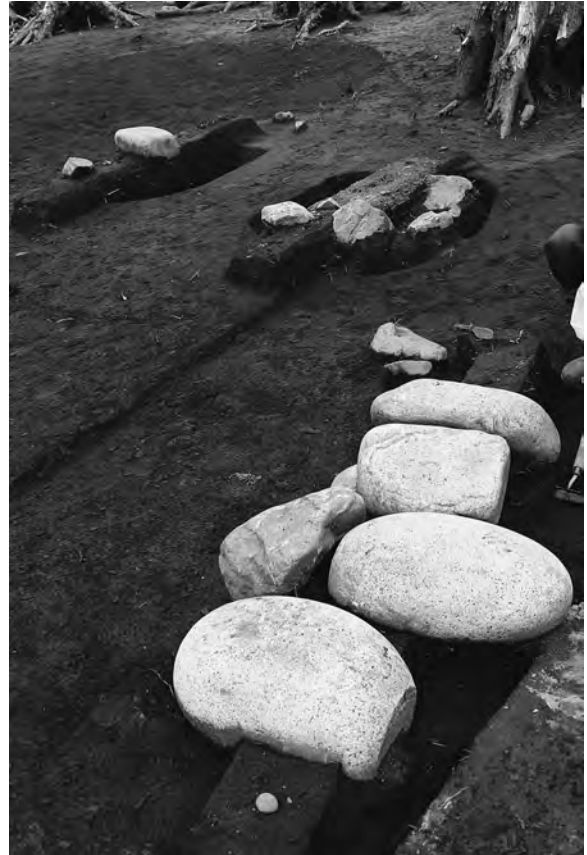
SX02 全景 (南から)



SX02 断面 (南から)



墓坑 1 全景 (南から)



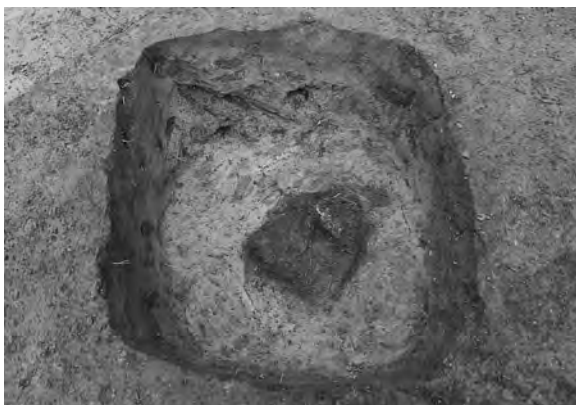
墓標出土状況 (南東から)



墓坑 1 断面・煙管出土状況 (西から)



墓坑 2 埋土上位～中位断面 (西から)



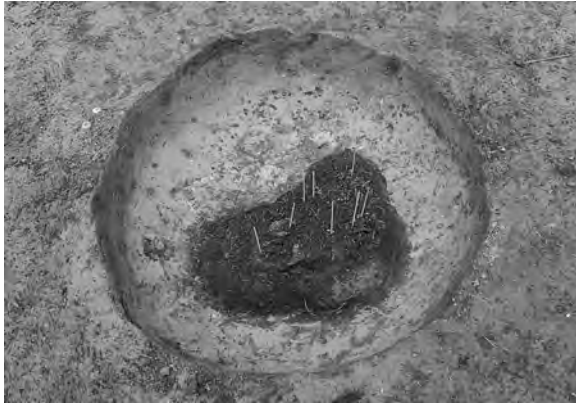
墓坑 2 全景 (南から)



墓坑3全景（東から）



墓坑3埋土上位～中位断面（南から）



墓坑4全景（南から）



墓坑4埋土上位～中位断面（東から）



調査区南西端V層検出（北東から）



調査区西壁南西端部分断面（南東から）



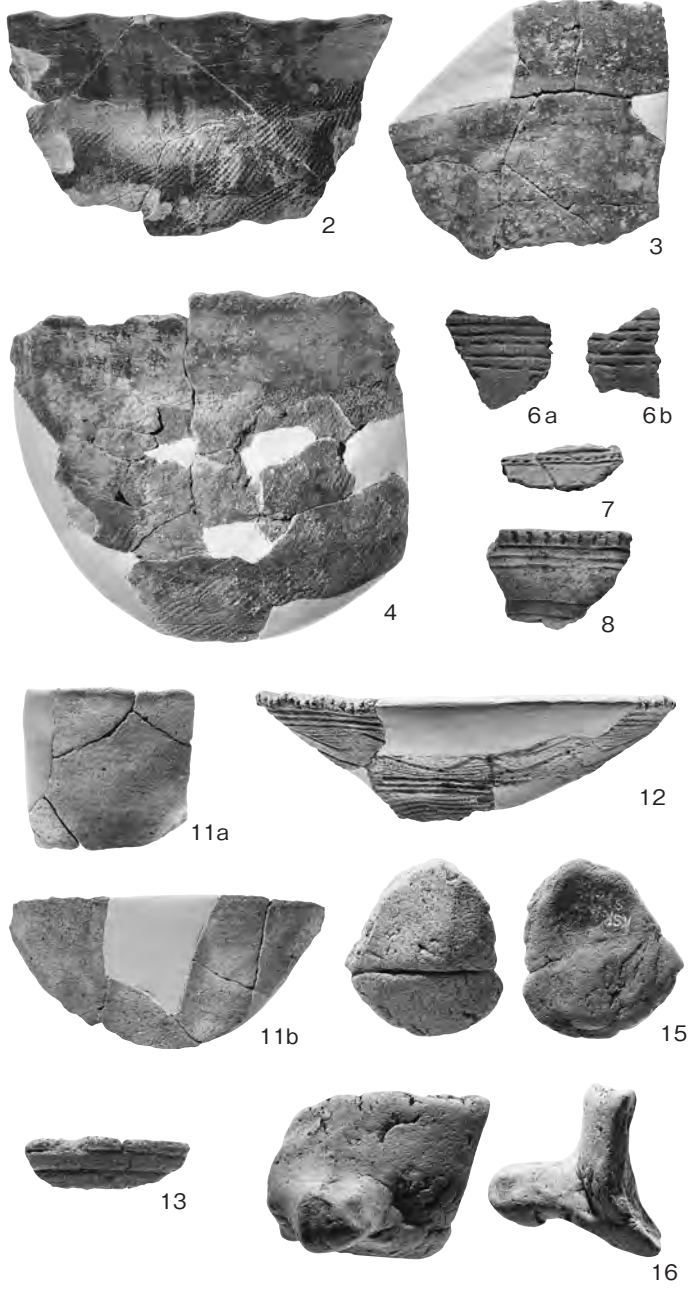
低地全景（南西から）



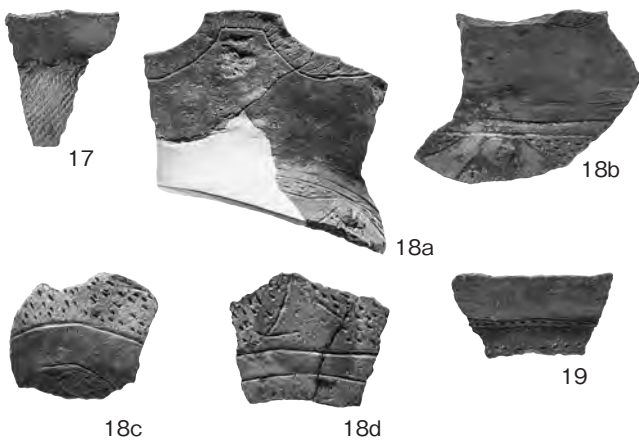
3C11 低地断面（北東から）

写真図版 94 墓坑3・4、低地

SI01 (1~16)



SI02 (17~19)



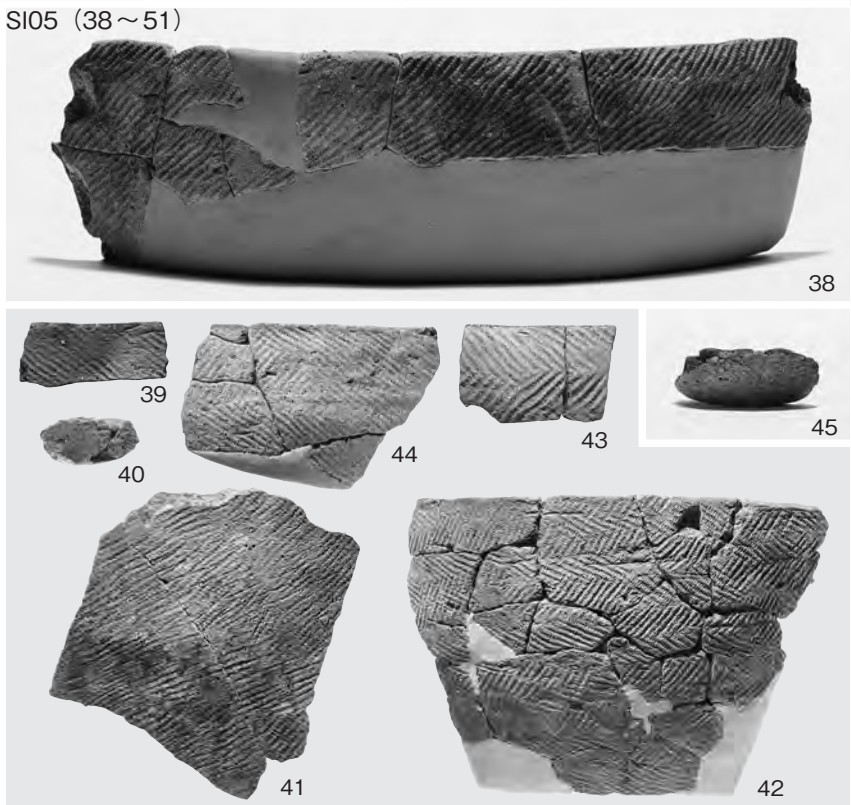
SI03 (20~33)



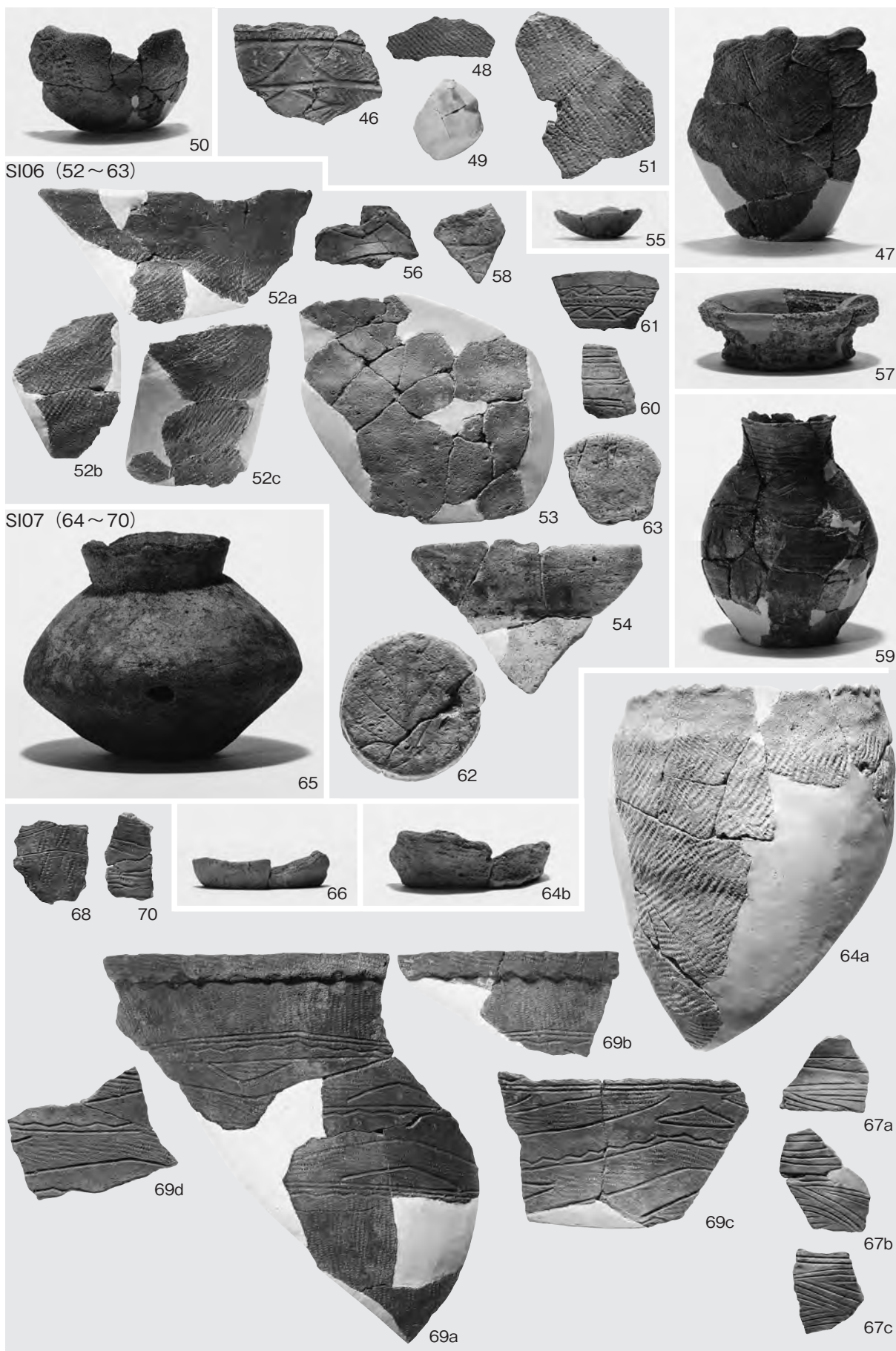
SI04 (34~37)



SI05 (38~51)

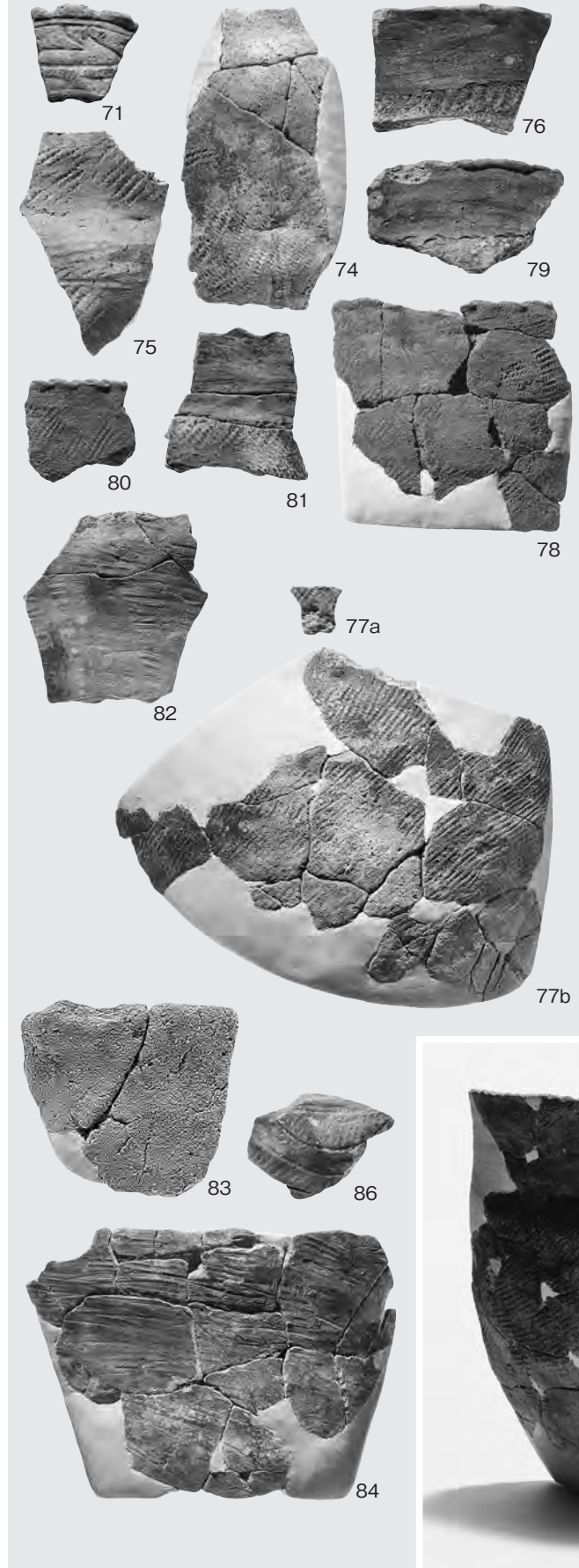


写真図版 96 土器 (2)



写真図版 97 土器 (3)

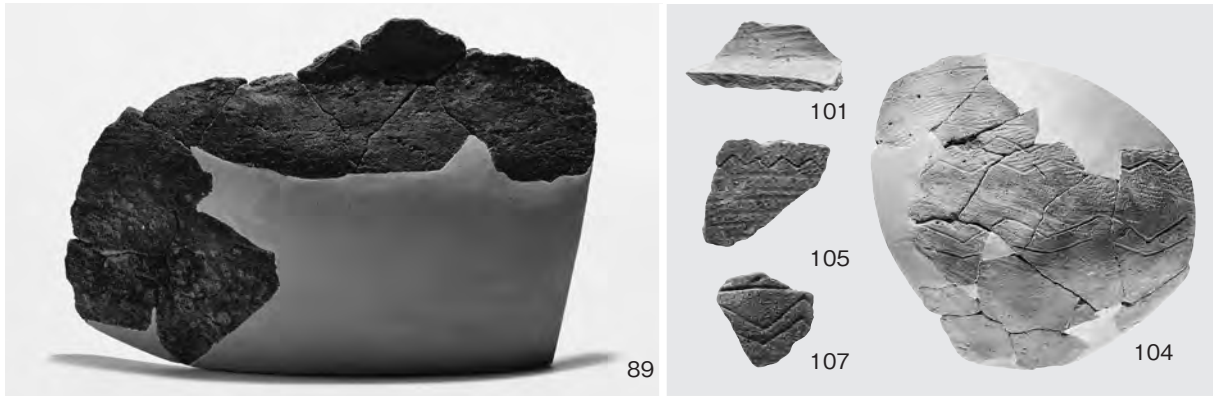
SI08 (71~107)



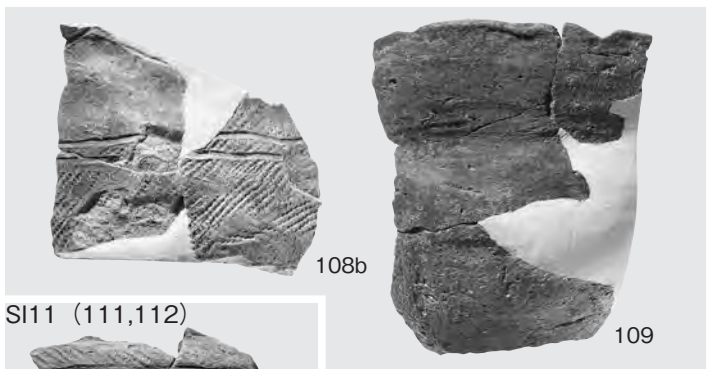
写真図版 98 土器 (4)



写真図版 99 土器 (5)



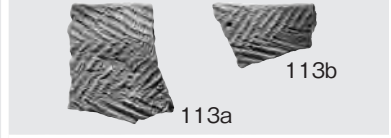
SI09 (108~110)



SI11 (111,112)



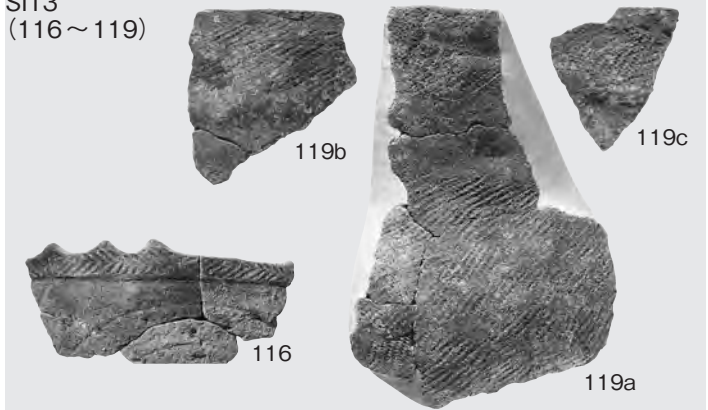
SI11・112 (113)



SI12 (114,115)



SI13 (116~119)





写真図版 101 土器 (7)

SI28 (154,155)



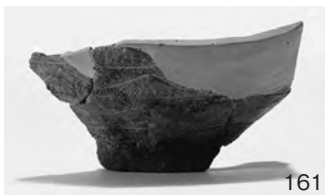
154a



154b



158



161



162



160

SI30 (156~165)



155



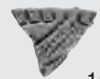
157



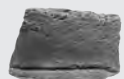
156



159



163



164

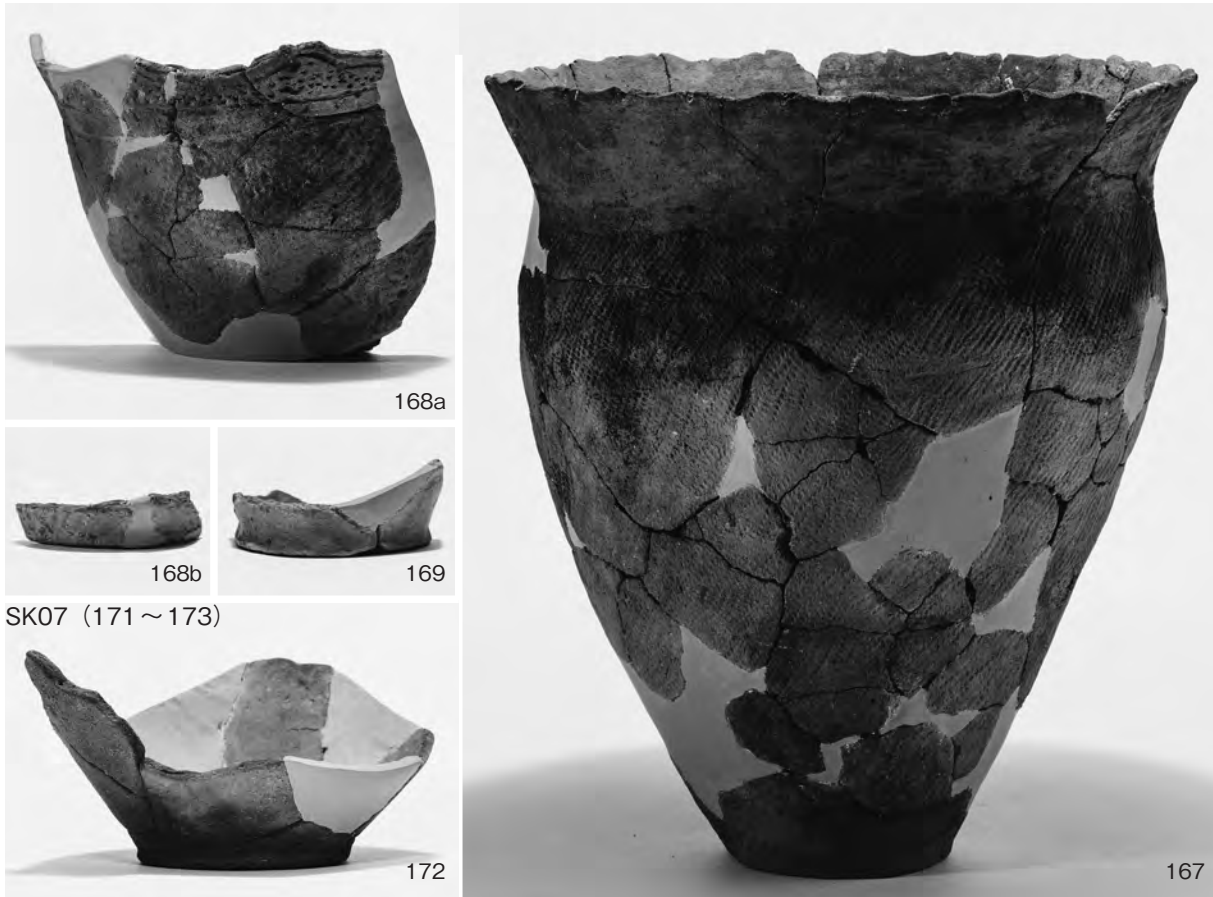


165

SI31 (166~169)



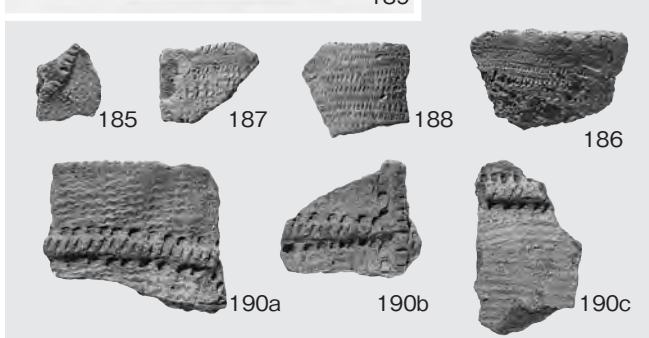
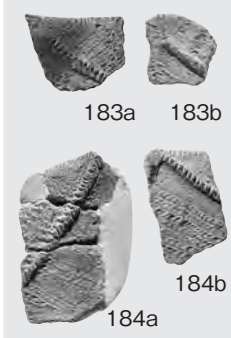
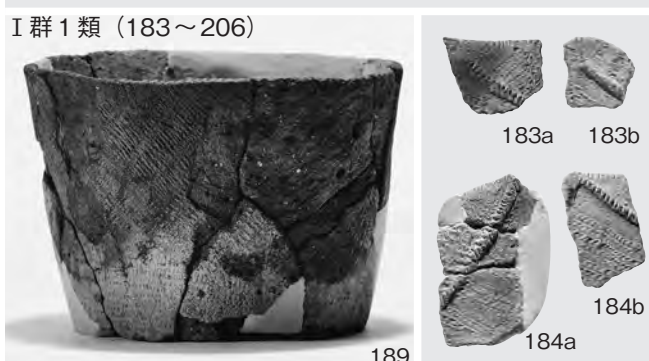
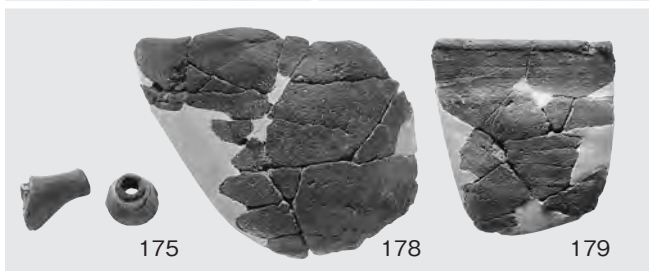
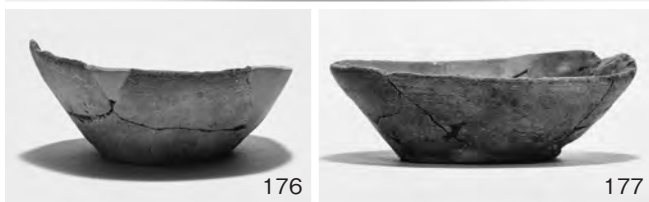
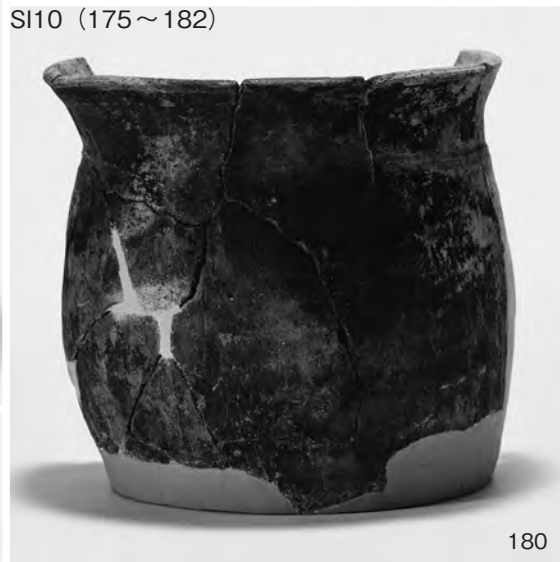
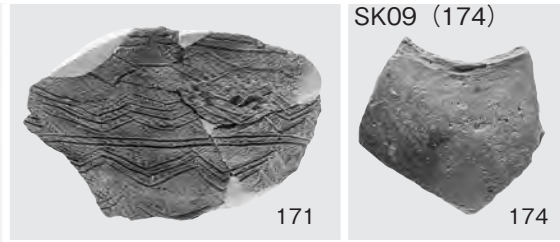
166

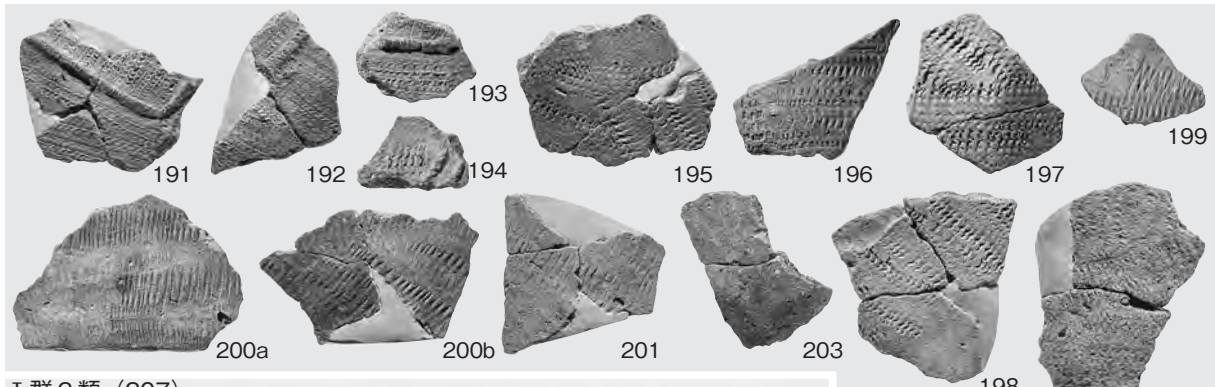


SR01 (170)

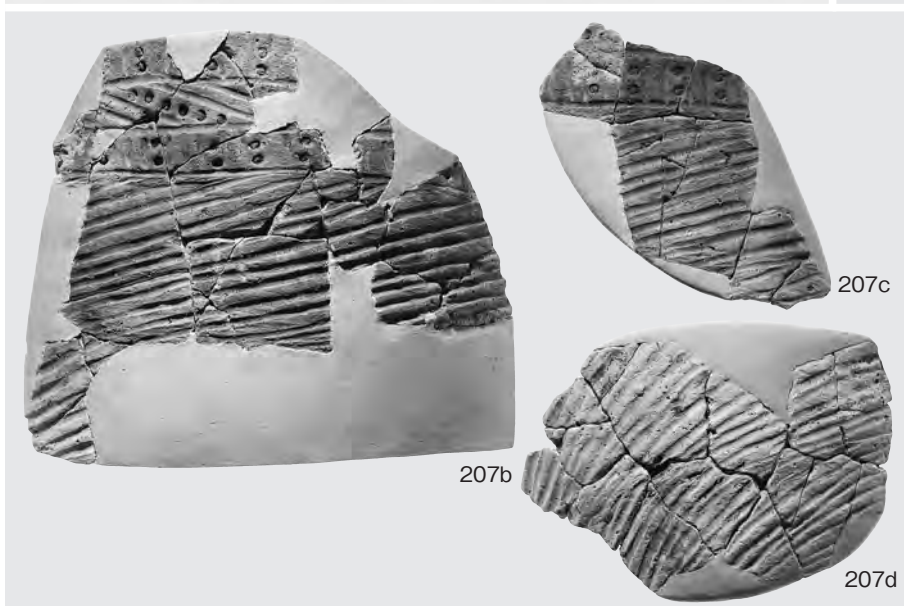
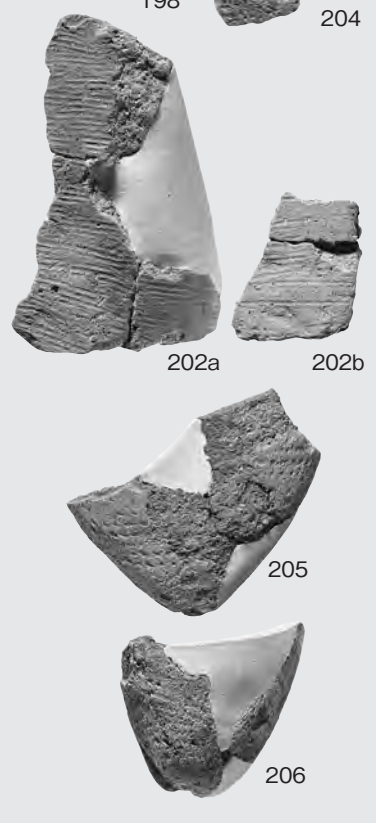


170

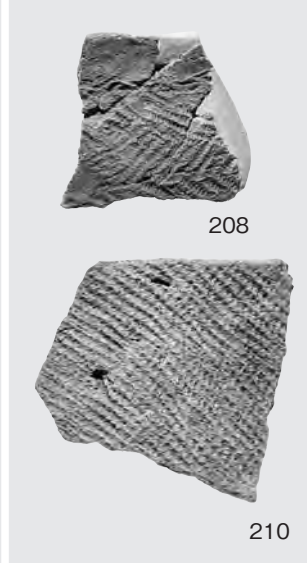


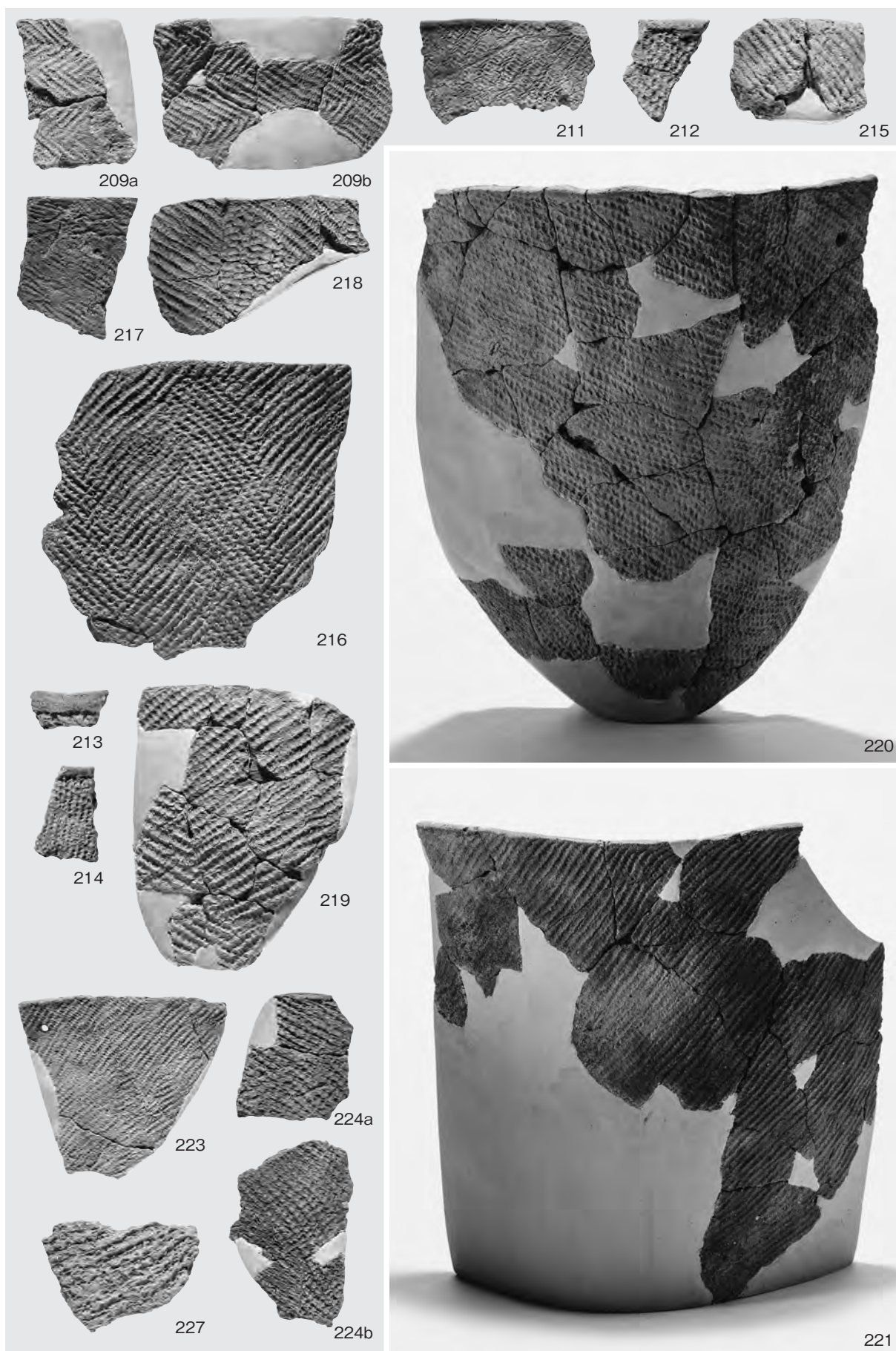


I 群 2 類 (207)

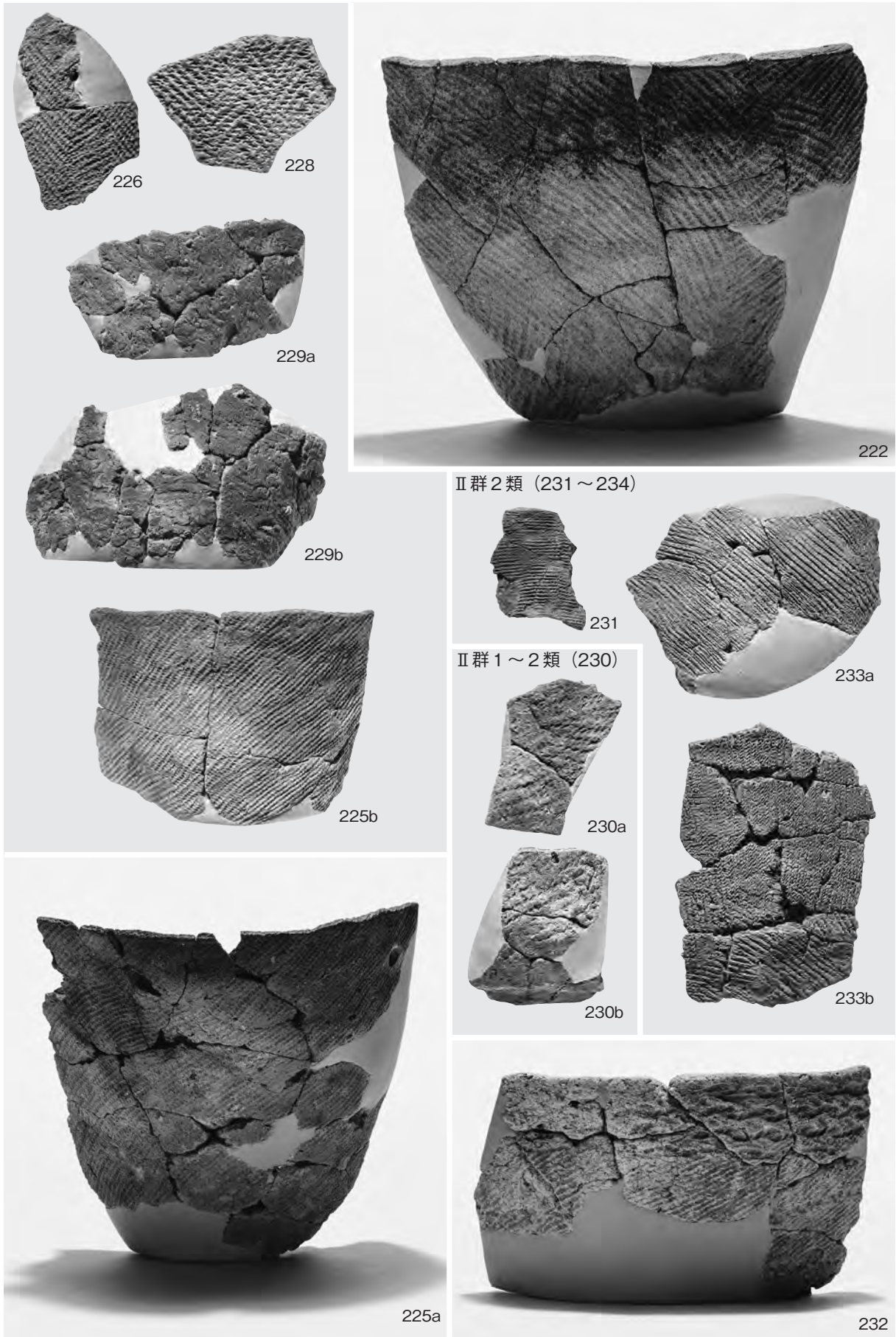


II 群 1 類 (208 ~ 229)

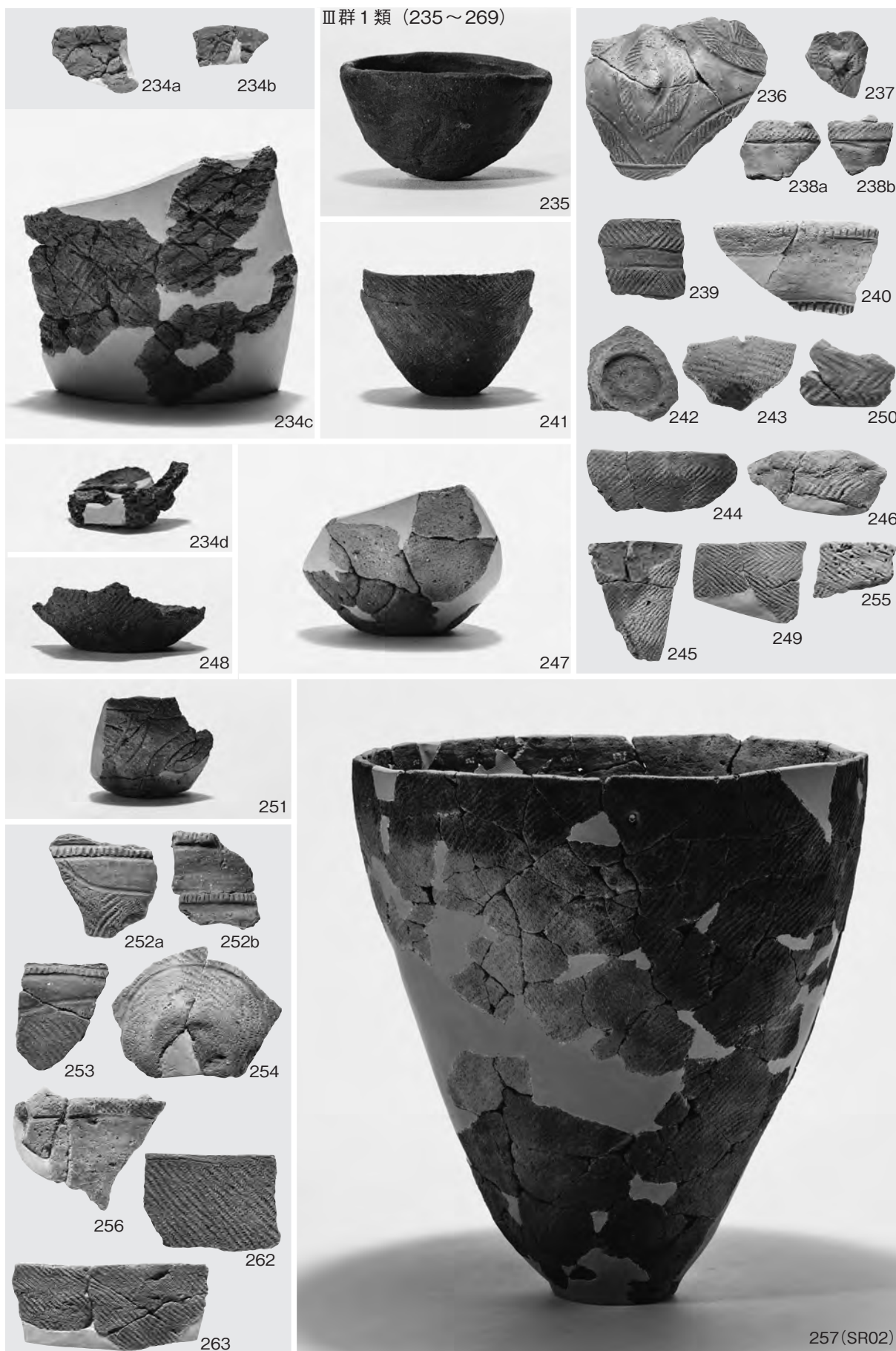




写真图版 106 土器 (12)



写真図版 107 土器 (13)



写真図版 108 土器 (14)



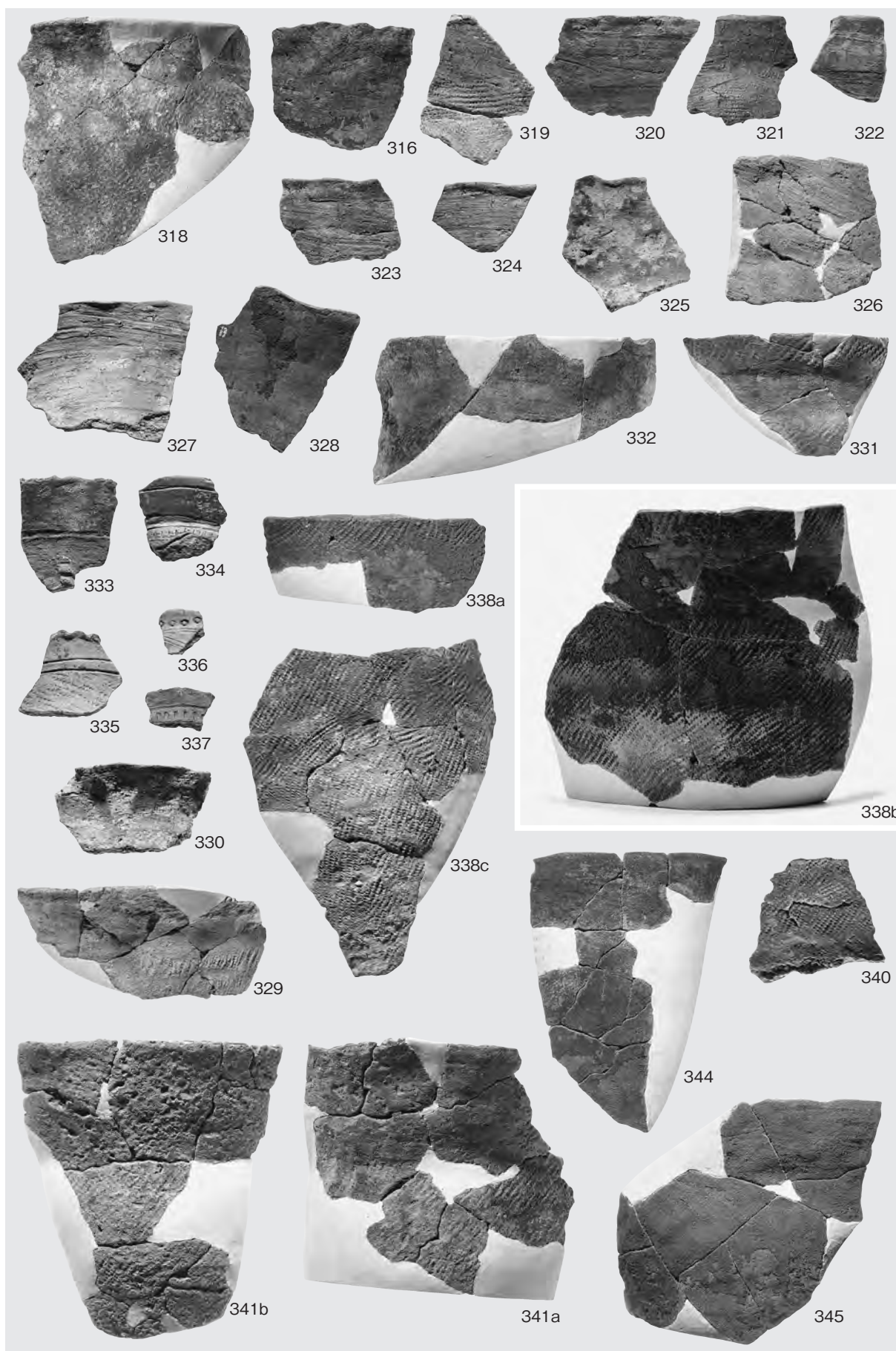
写真図版 109 土器 (15)



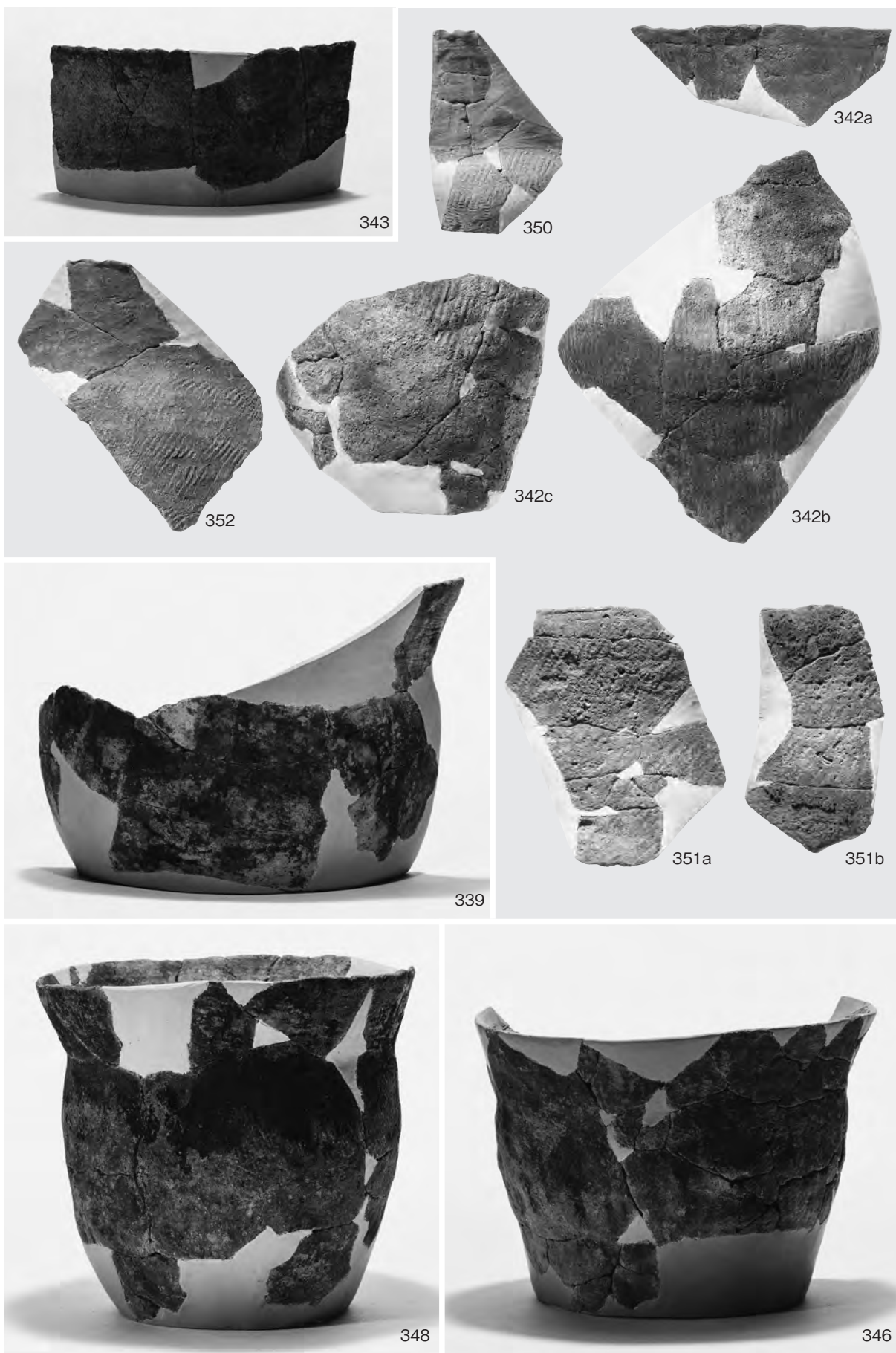
写真図版 110 土器 (16)



写真図版 111 土器 (17)



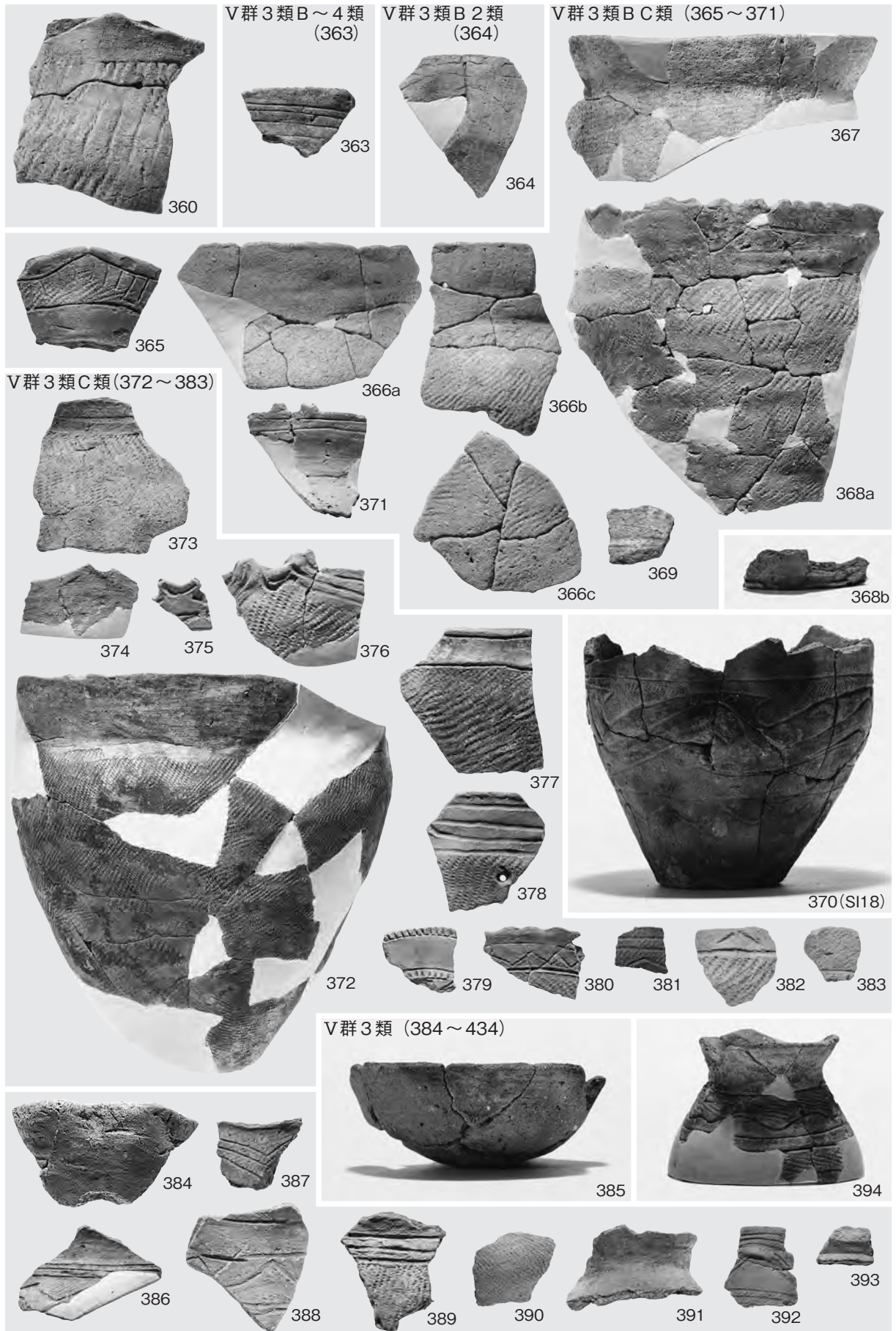
写真図版 112 土器 (18)



写真図版 113 土器 (19)



写真図版 114 土器 (20)



写真図 115 土器 (21)



写真図版 116 土器 (22)

V群又は皿群1類 (435)



435

V群3~4類B (437)



437

V群3~5類 (442~451)



443

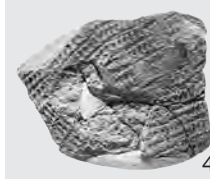


444

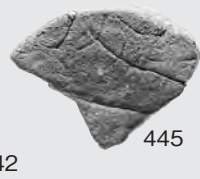


450

451



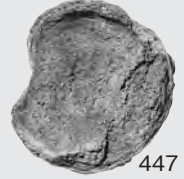
442



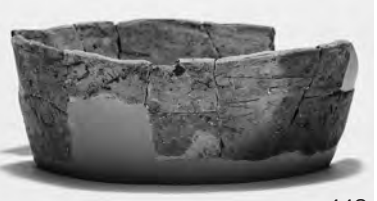
445



446



447



448

V群4類B (452,453)



452



453

V群4類B, C (454)

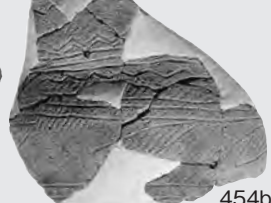


454b

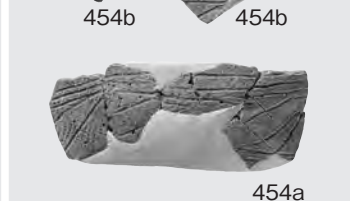
454b

454b

454b



454b



454a

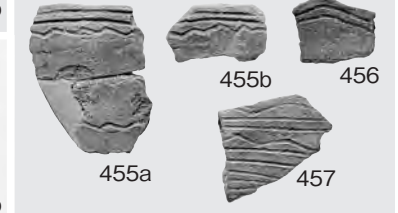


454b



449

V群4類 (455~457)



455b

456

455a

457

V群5類B (459)



459

V群4~5類 (458)

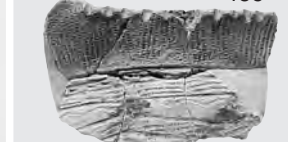


458

V群5類 (460~463)



460



461



462



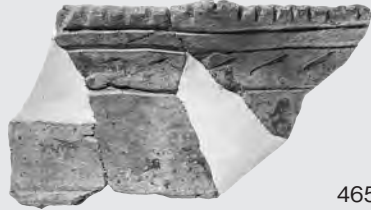
463

V群5類B 2 (464)



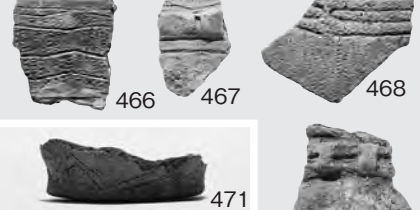
464

V群5類C (465)



465

V群5類 (466~485)



466

467

468



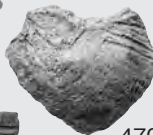
471



469



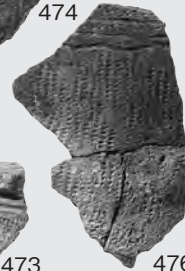
472



470



474



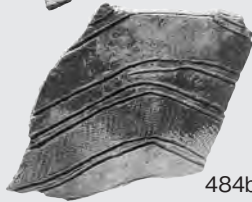
476



473



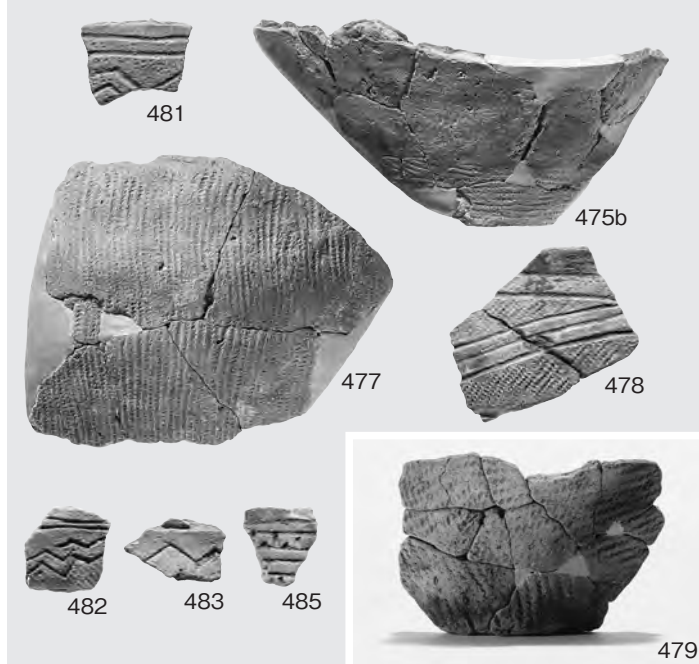
480



484b



475a



481

475b

477

478

482

483

485

479



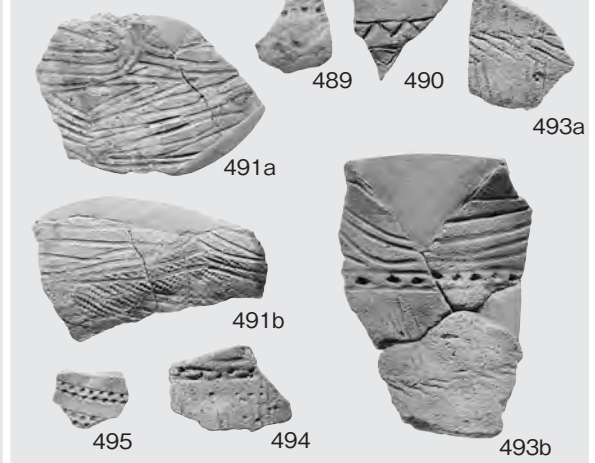
484a

写真図版 118 土器 (24)

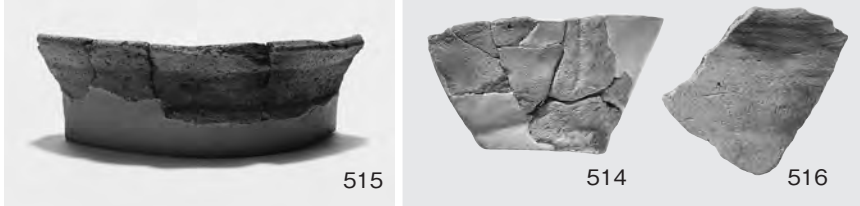
V群5~6類 (486~488)



V群6類 (489~513)

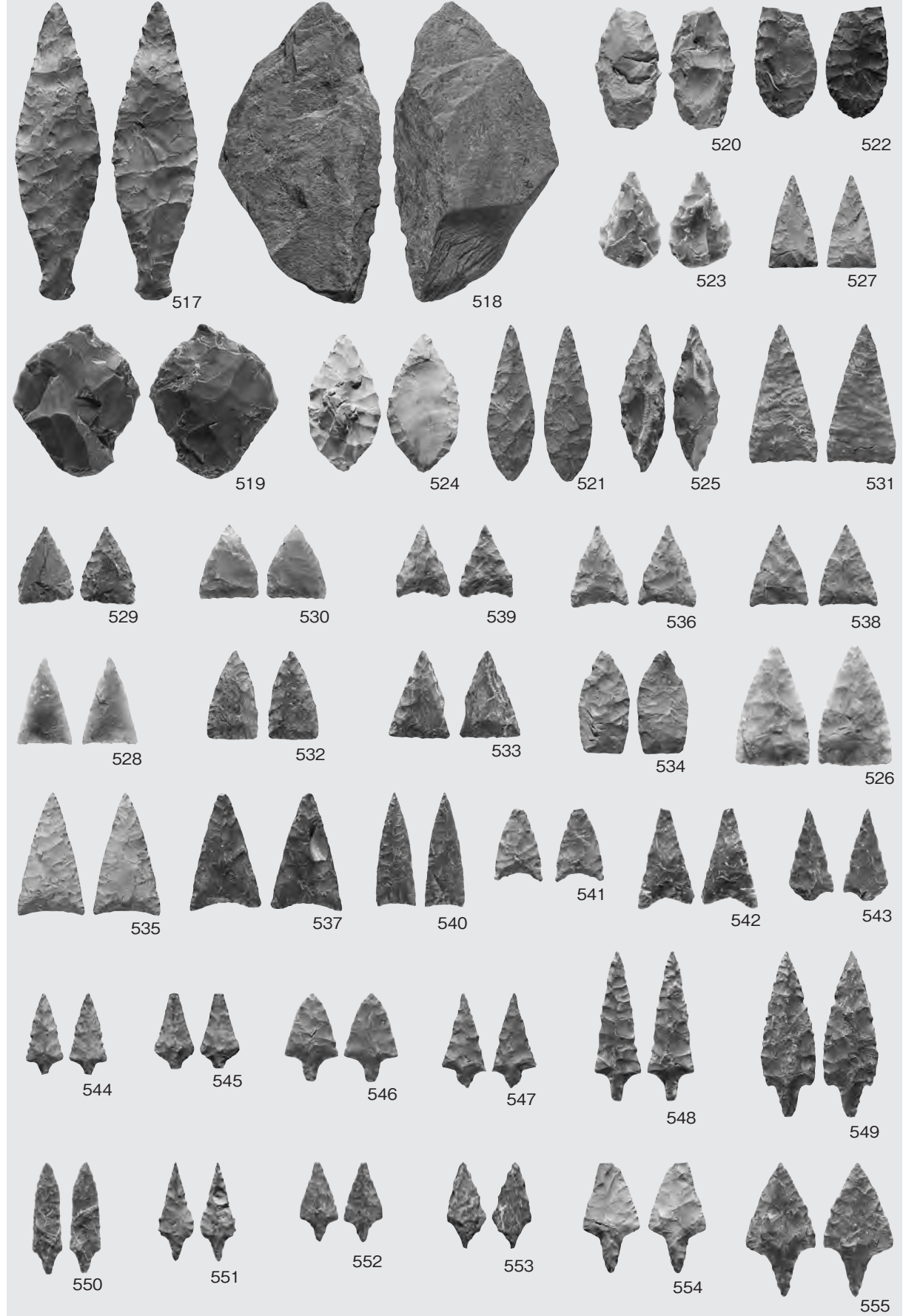


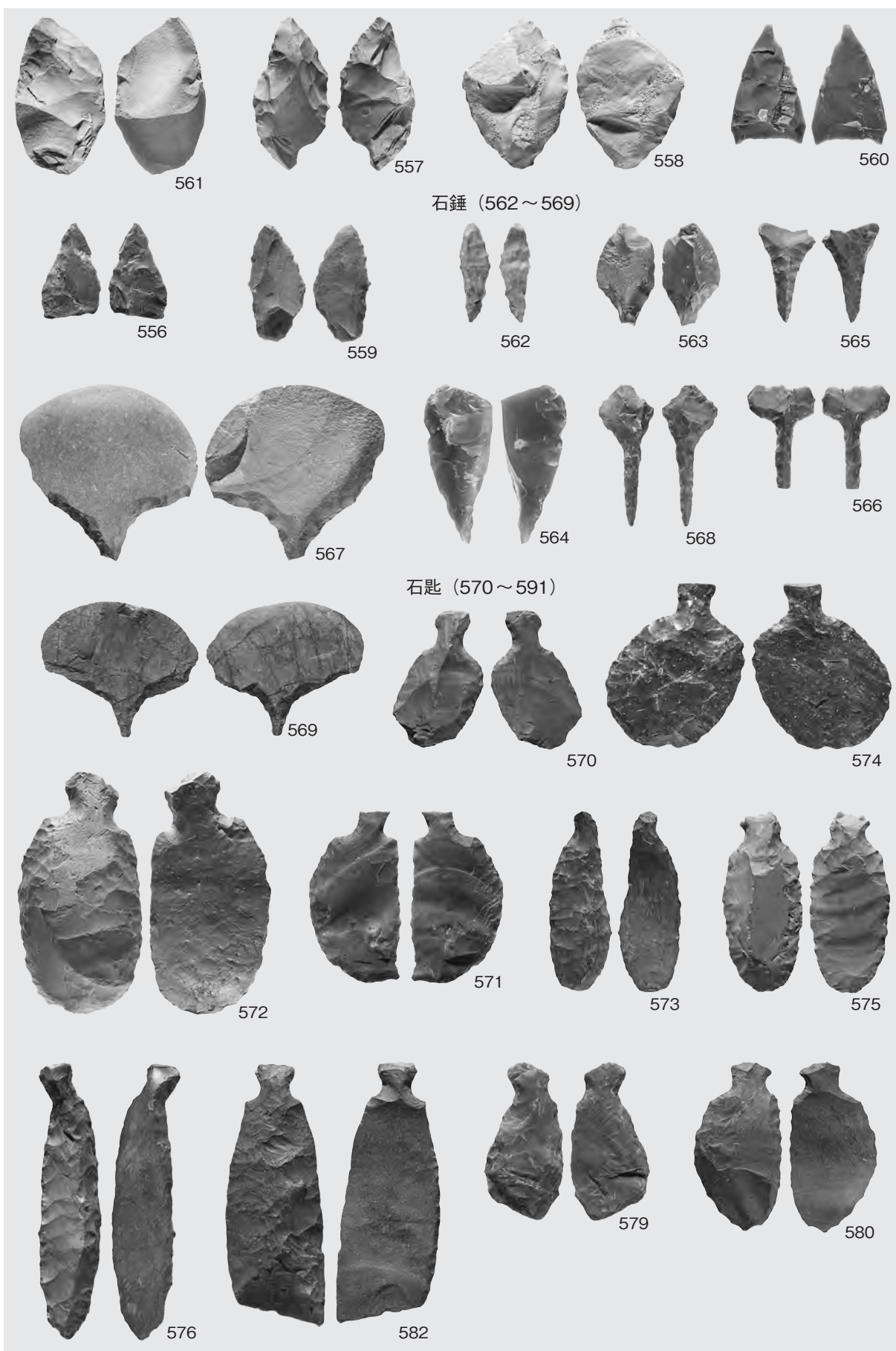
V群6類 (514~516)



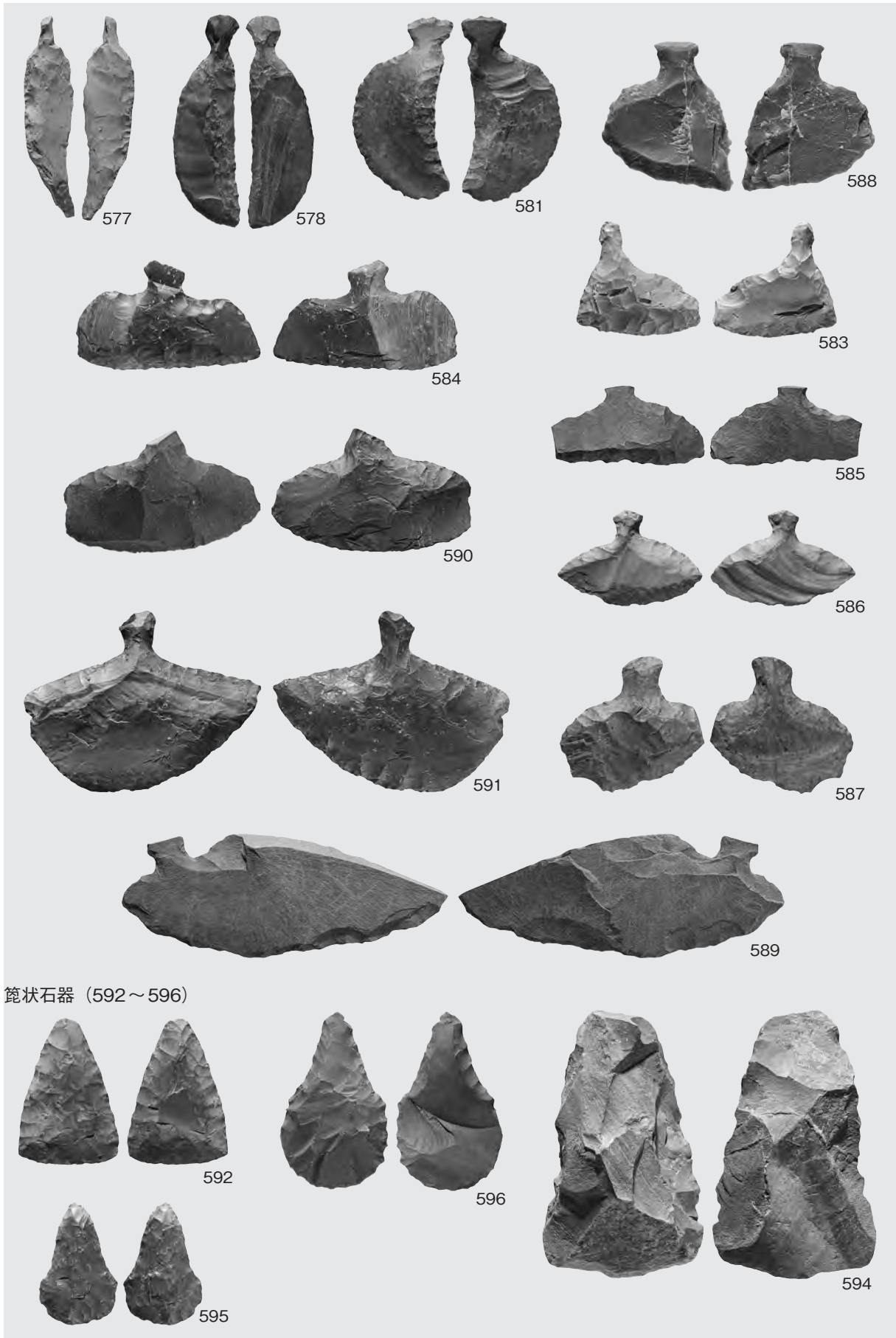
石槍 (517~519)

石鏃 (520~561)



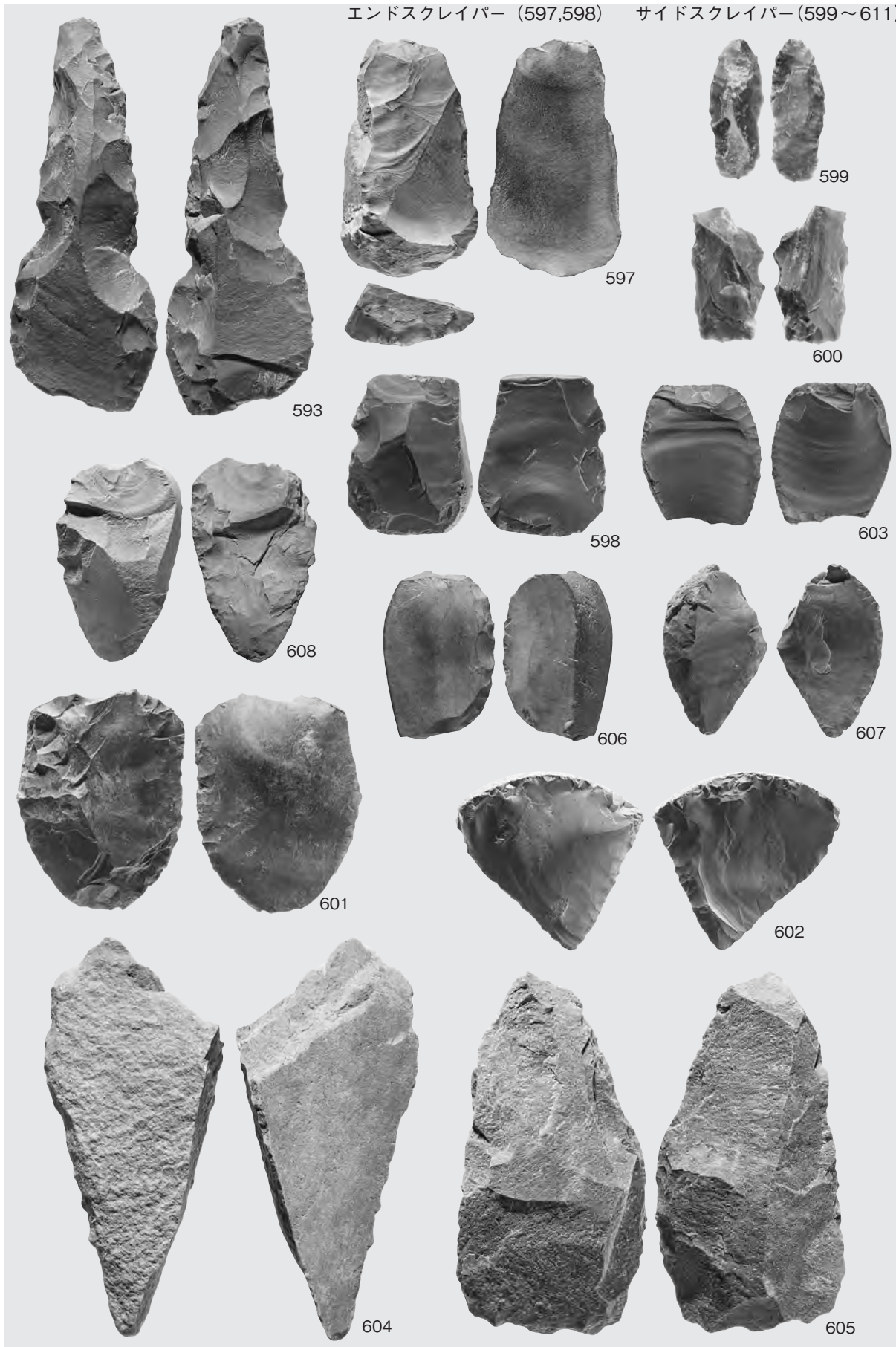


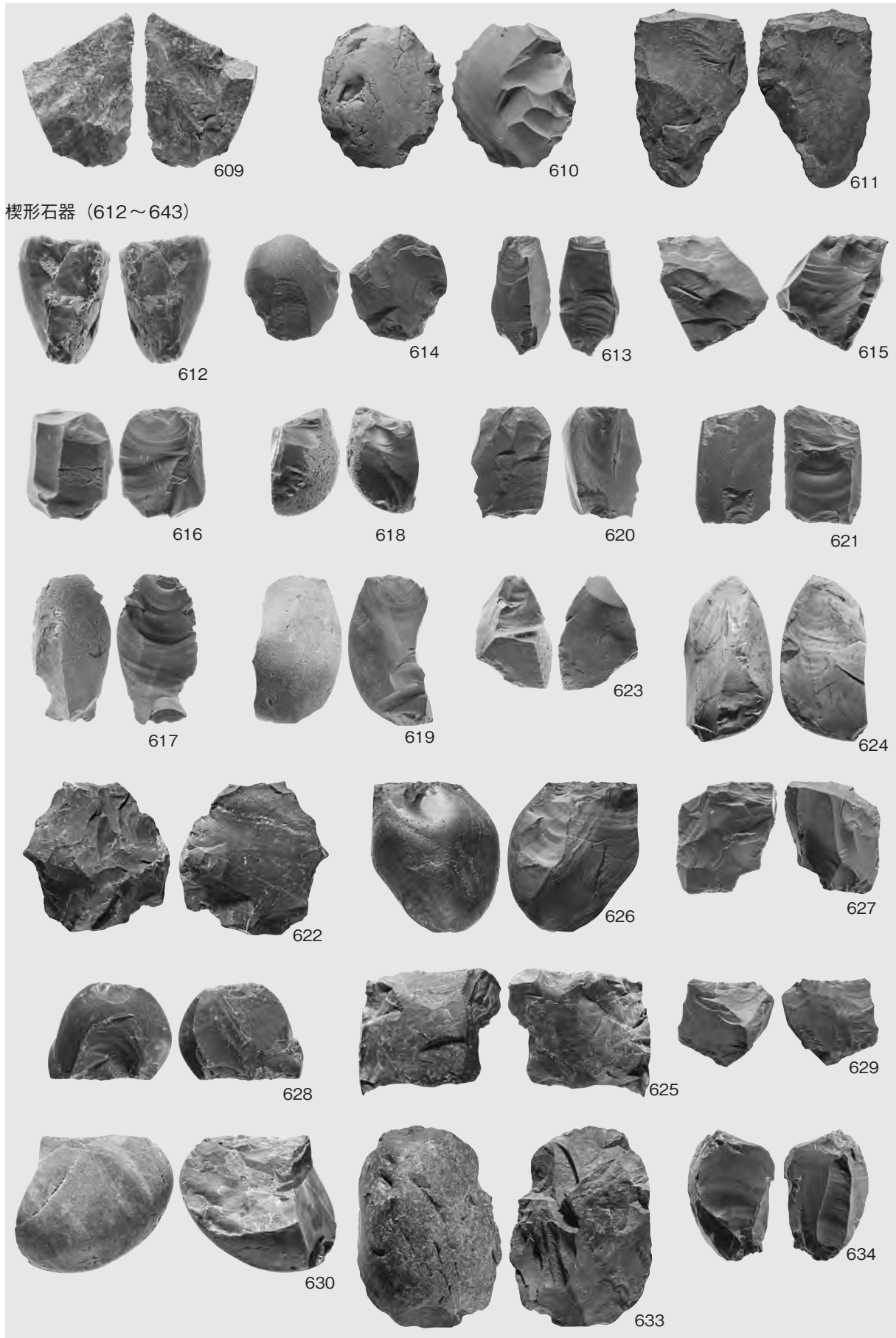
写真図版 121 石器 (2)



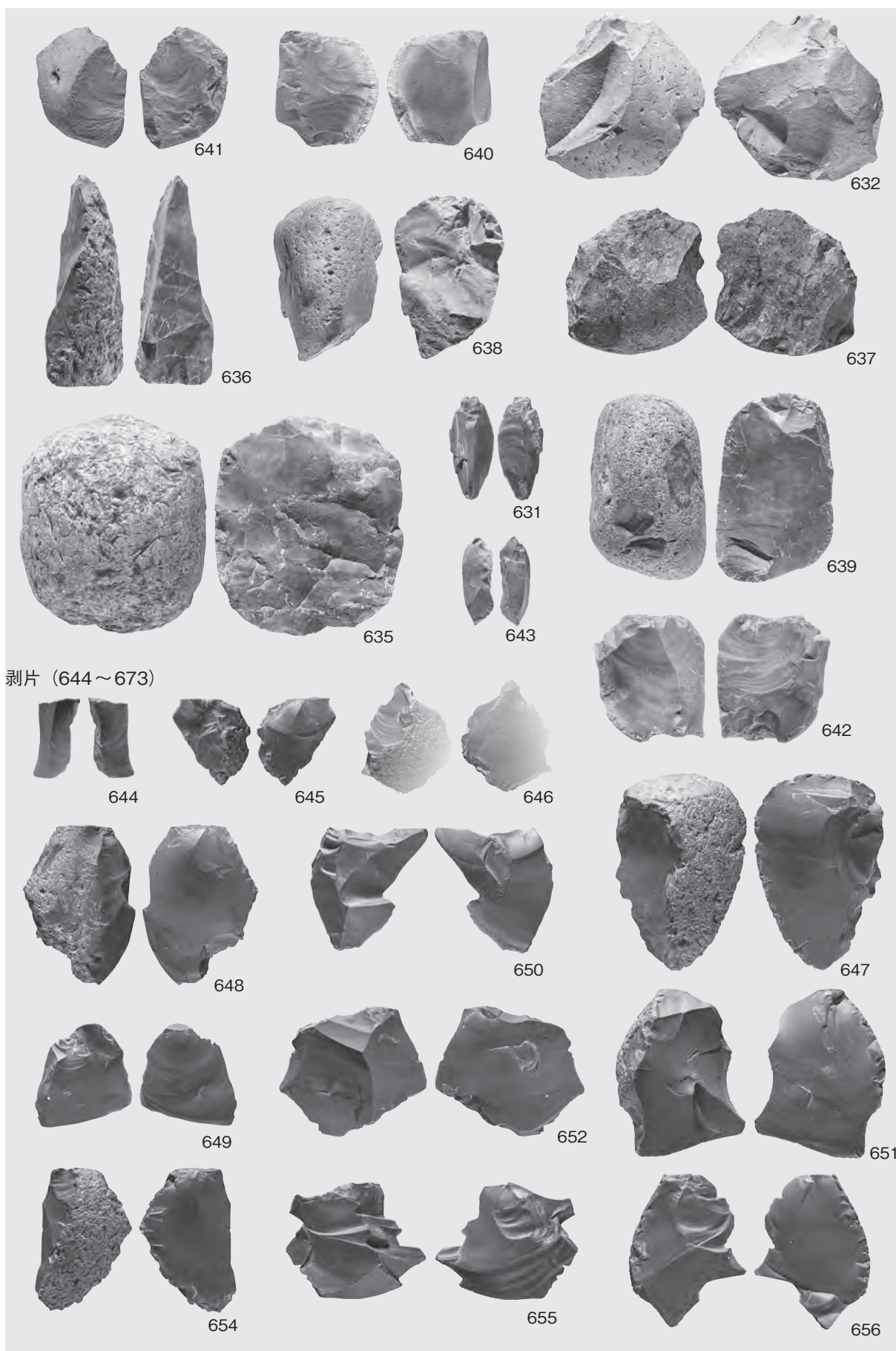
写真図版 122 石器 (3)

エンドスクレイパー (597,598) サイドスクレイパー (599~611)

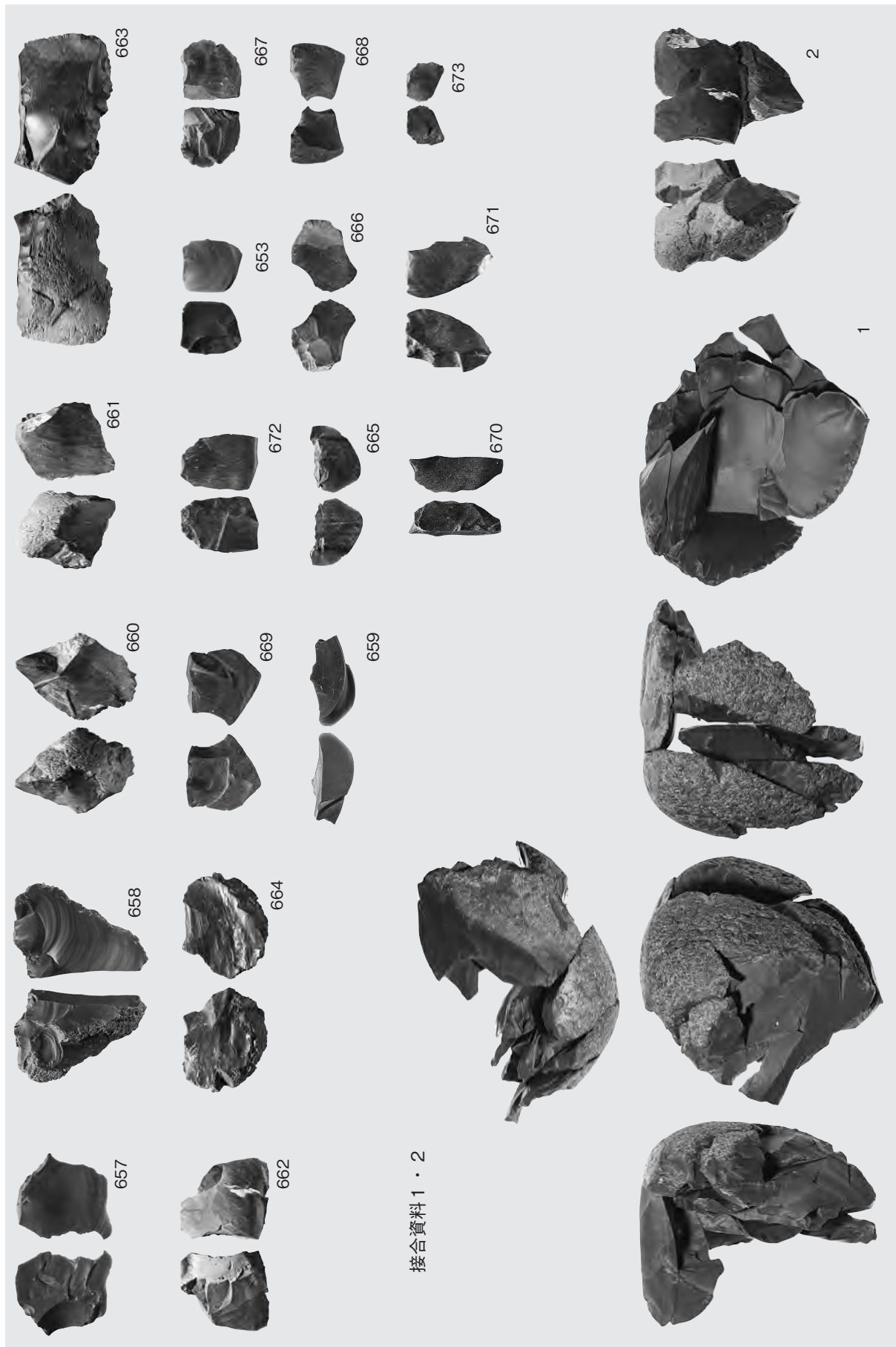




写真図版 124 石器 (5)

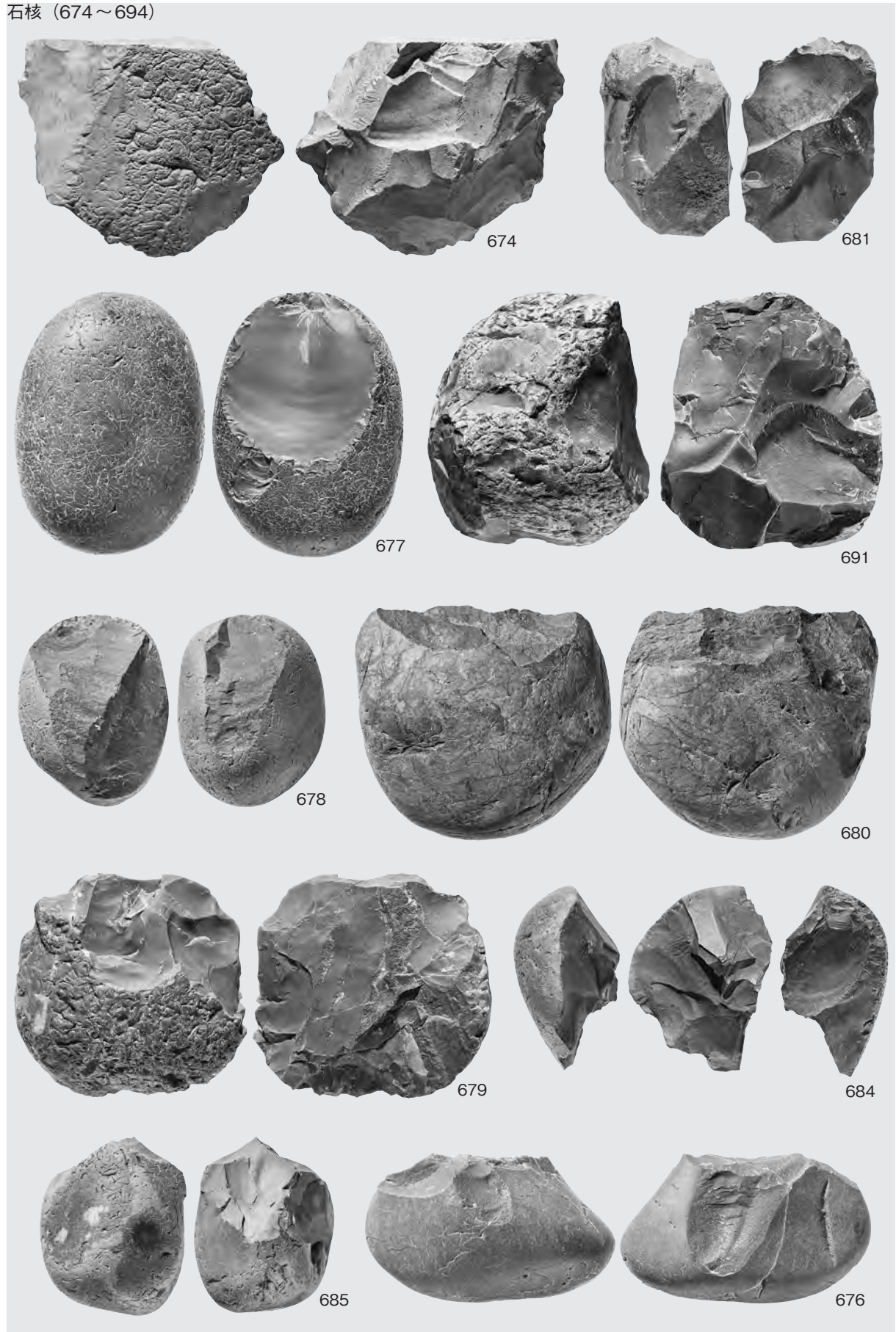


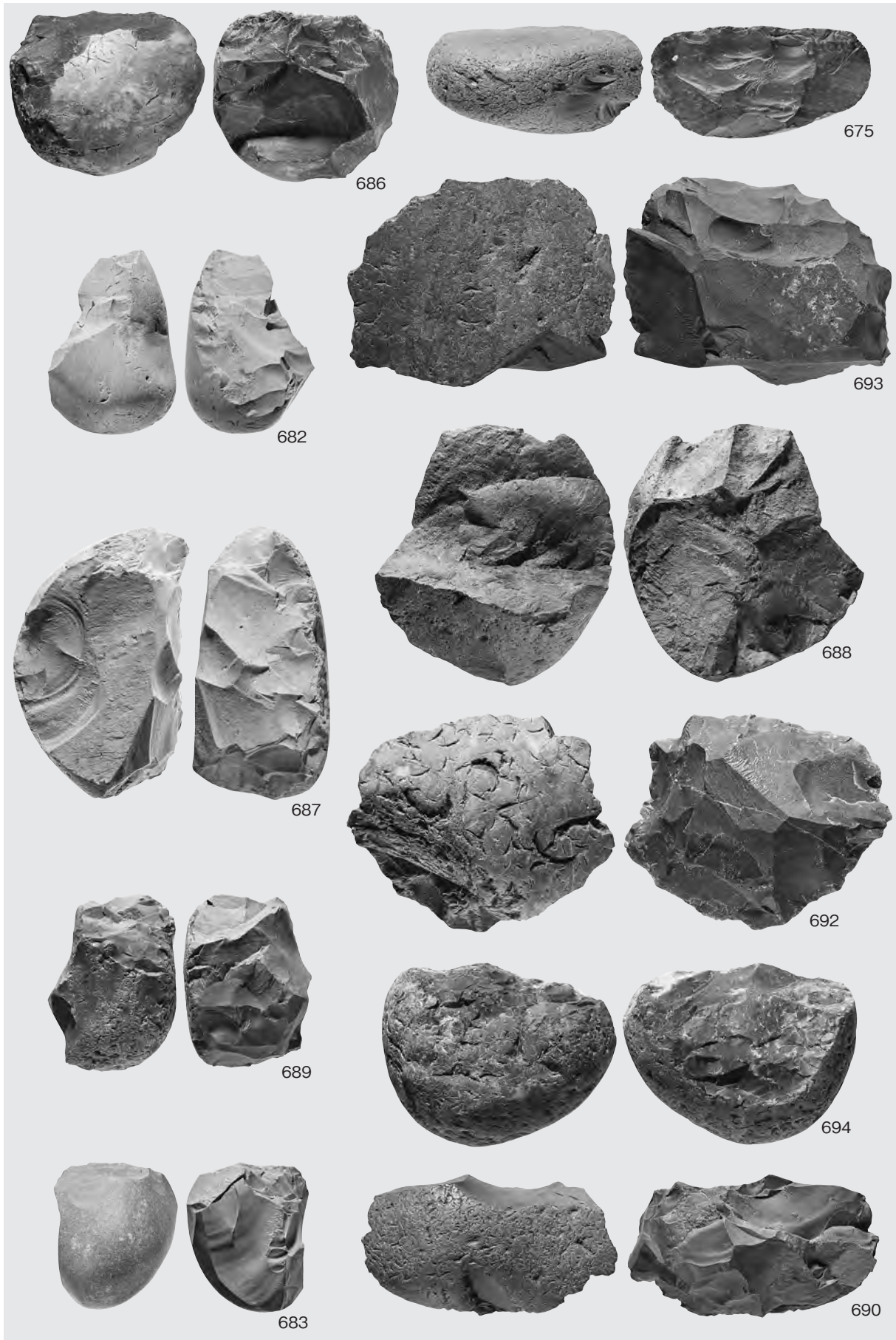
写真图版 125 石器 (6)



写真図版 126 石器 (7)

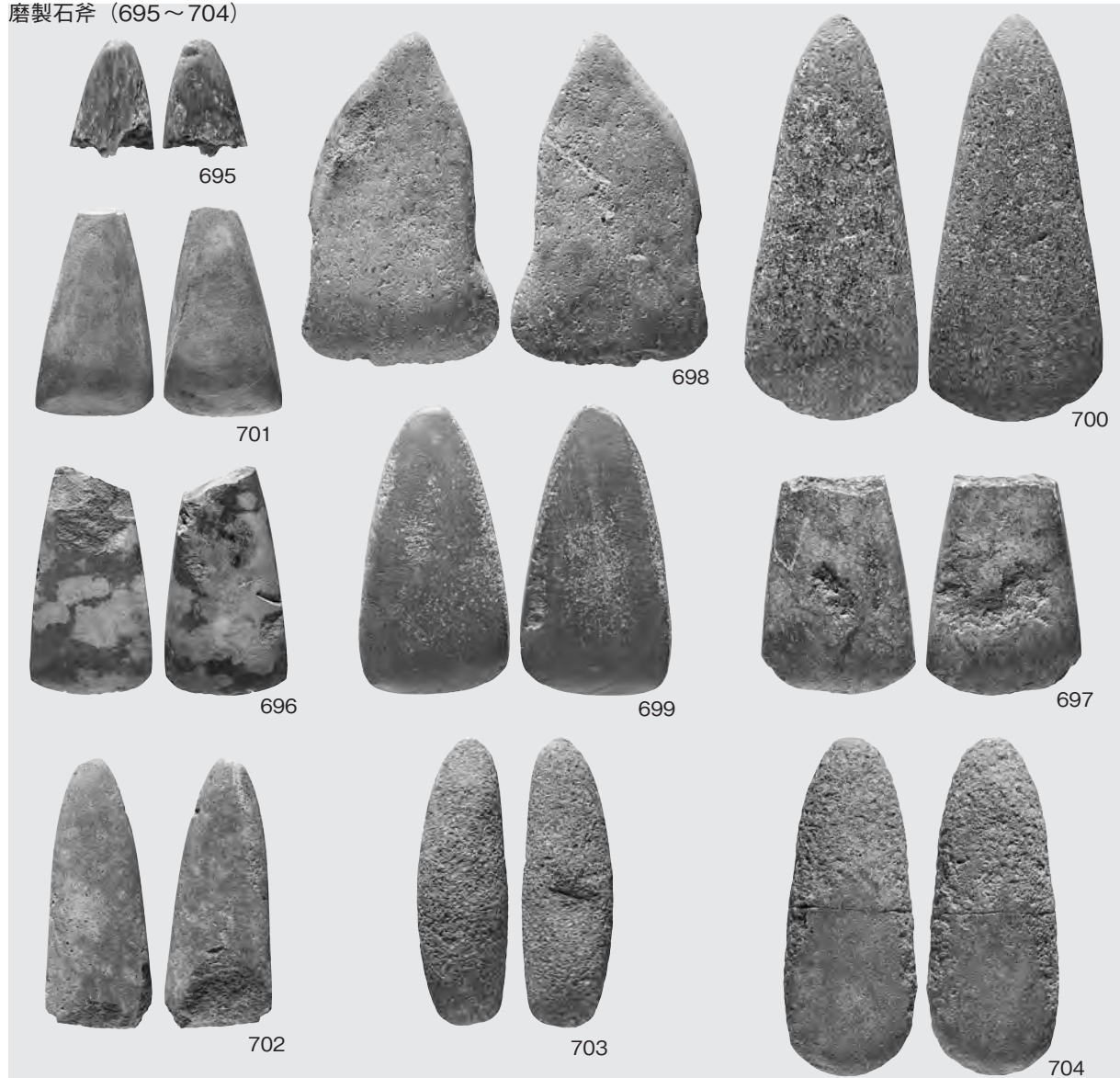
石核 (674~694)



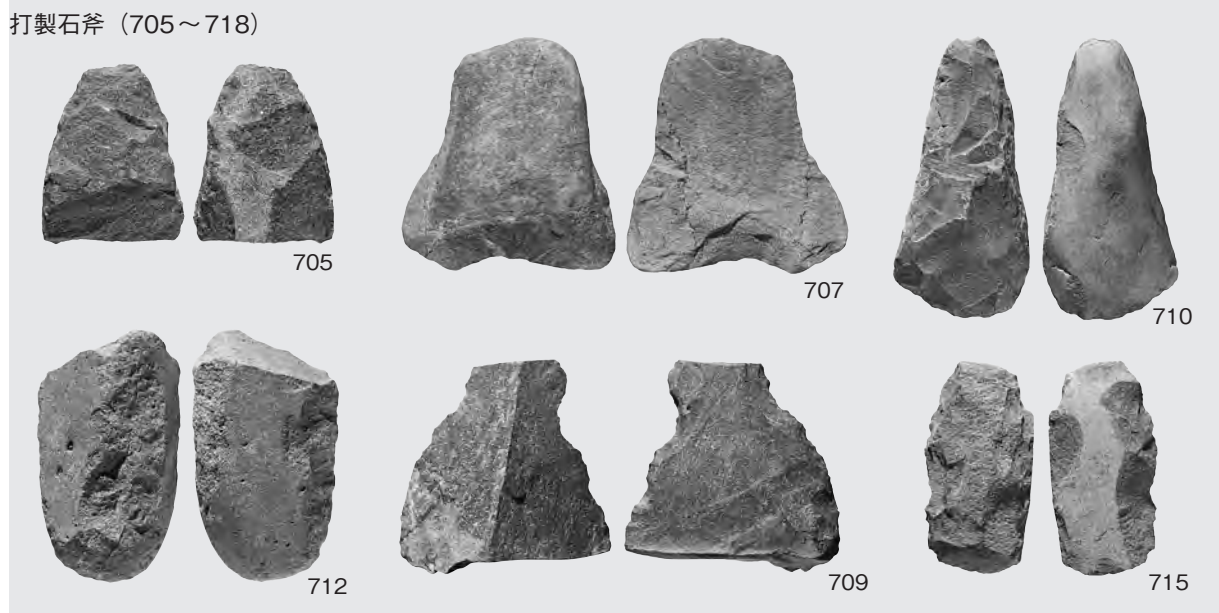


写真图版 128 石器 (9)

磨製石斧 (695~704)

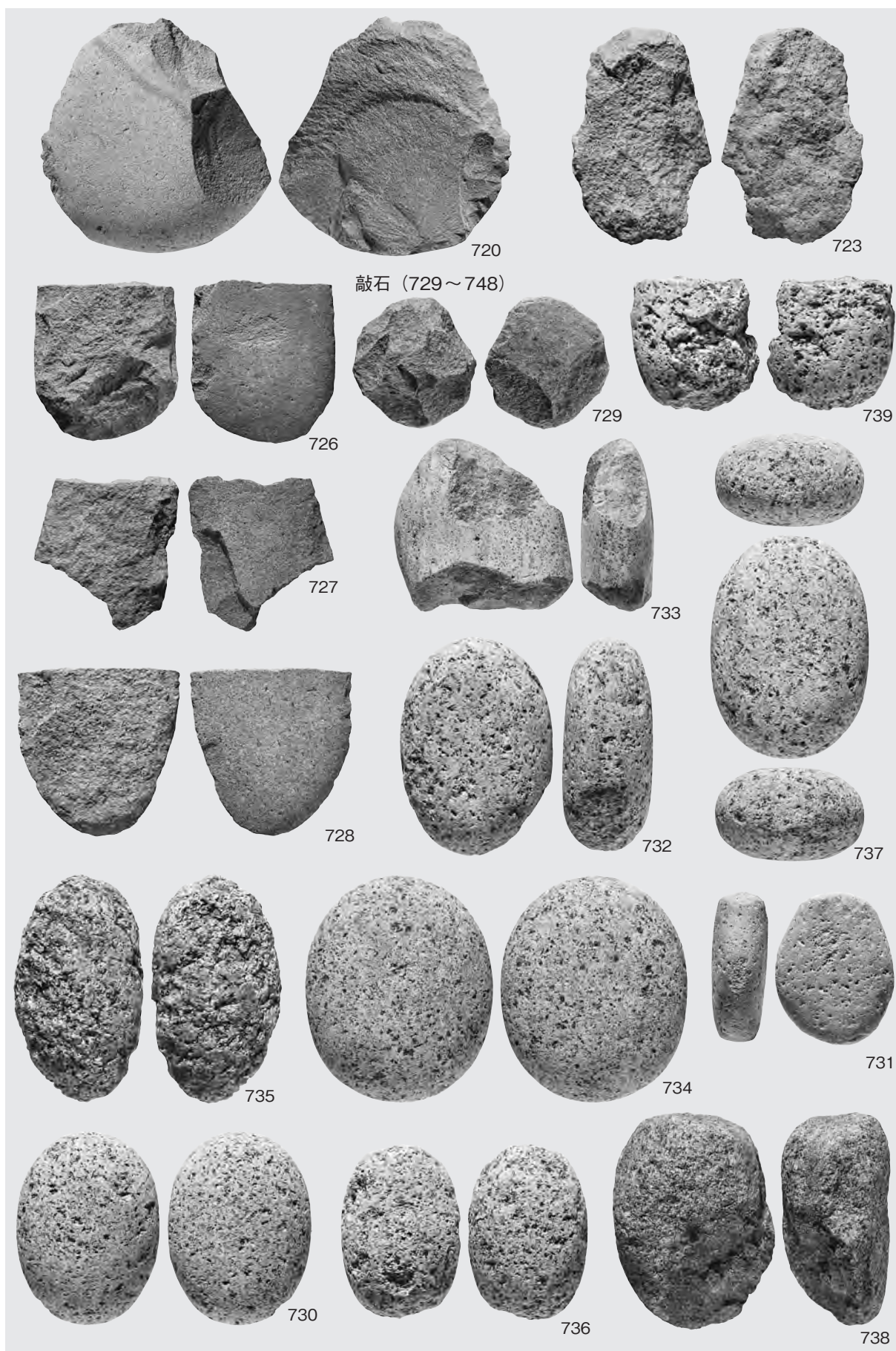


打製石斧 (705~718)





写真図版 130 石器 (11)



写真図版 131 石器 (12)

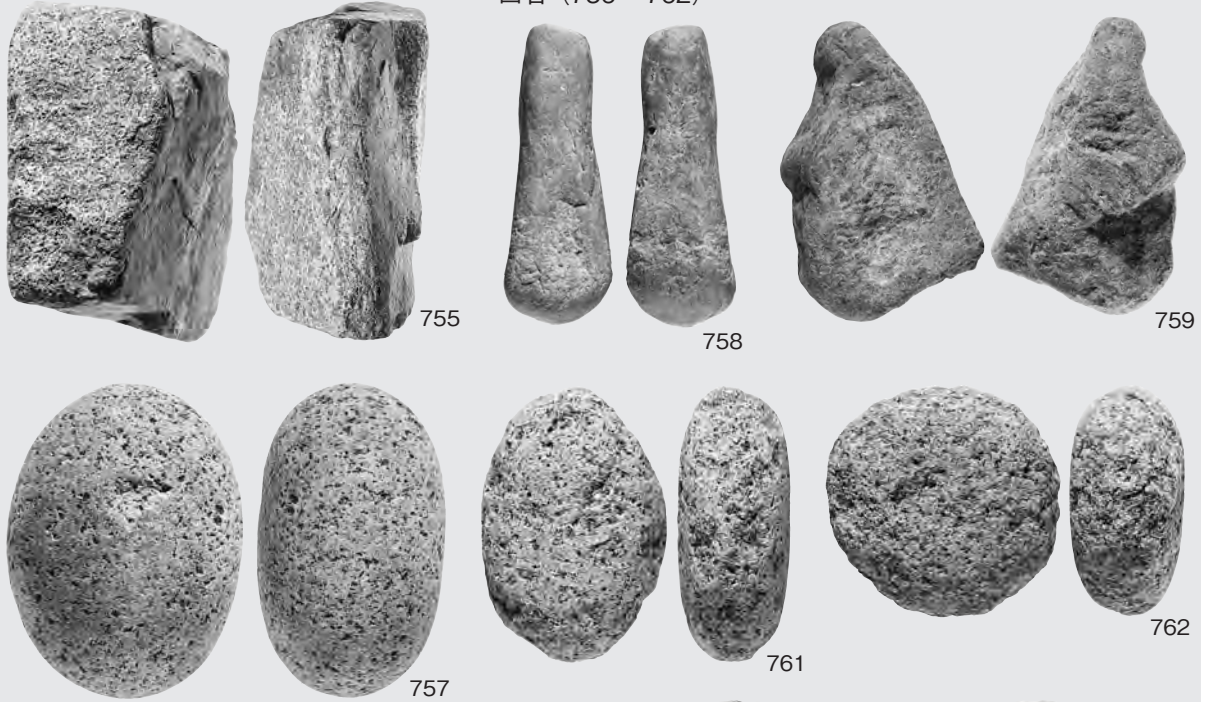


磨石 (749~755)

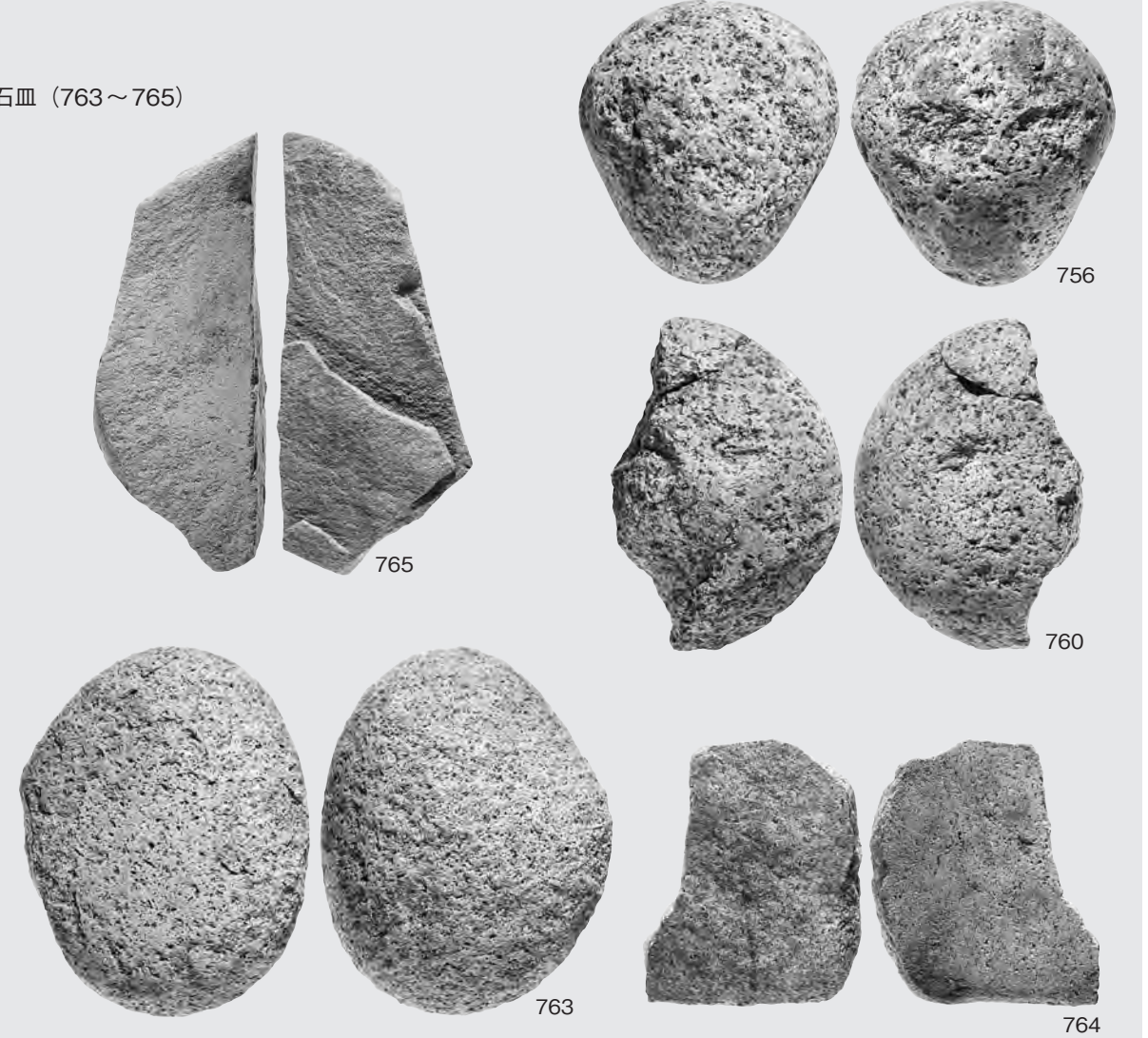


写真図版 132 石器 (13)

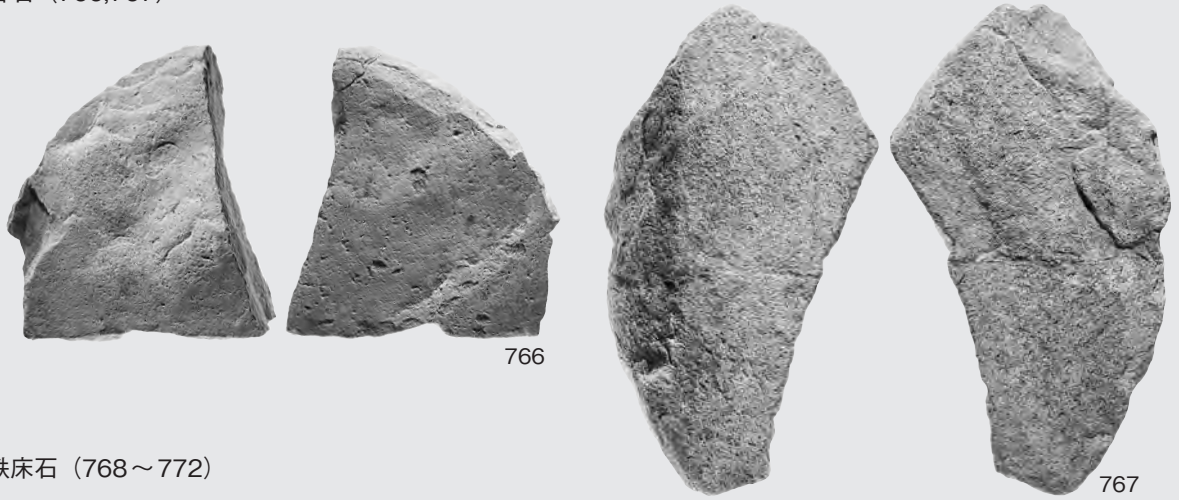
凹石 (756~762)



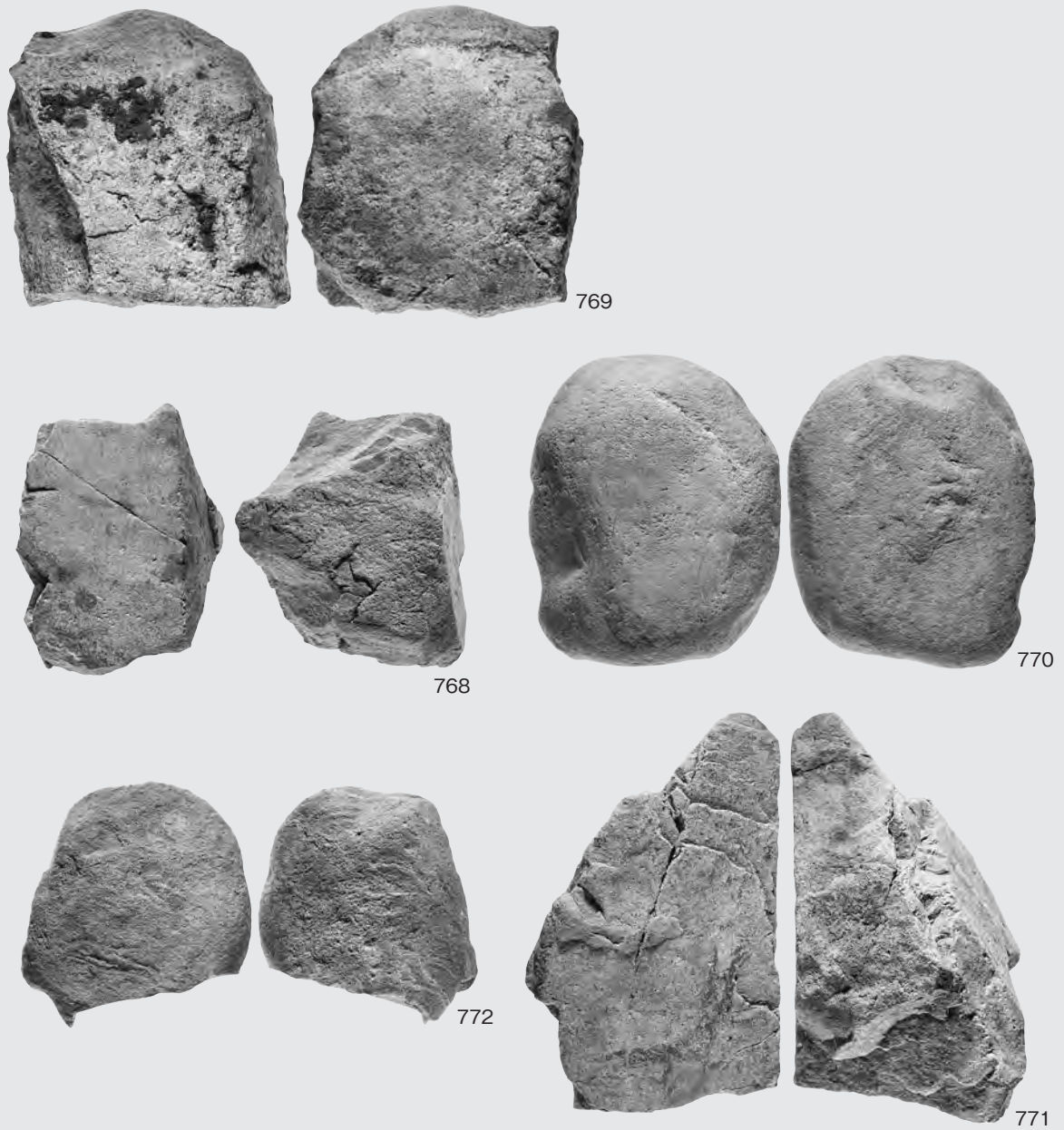
石皿 (763~765)



台石 (766,767)



鉄床石 (768~772)



スタンプ形土製品 (773,774)



土偶 (776,777)



耳栓 (775)



土人形 (783)



783 正面

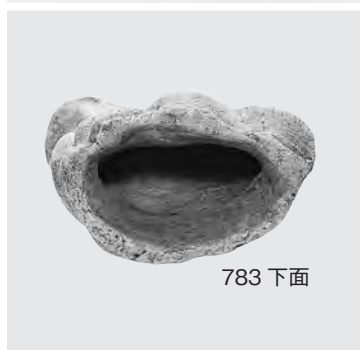


783 裏面

棒状土製品 (778~781)



紡錘車 (782)

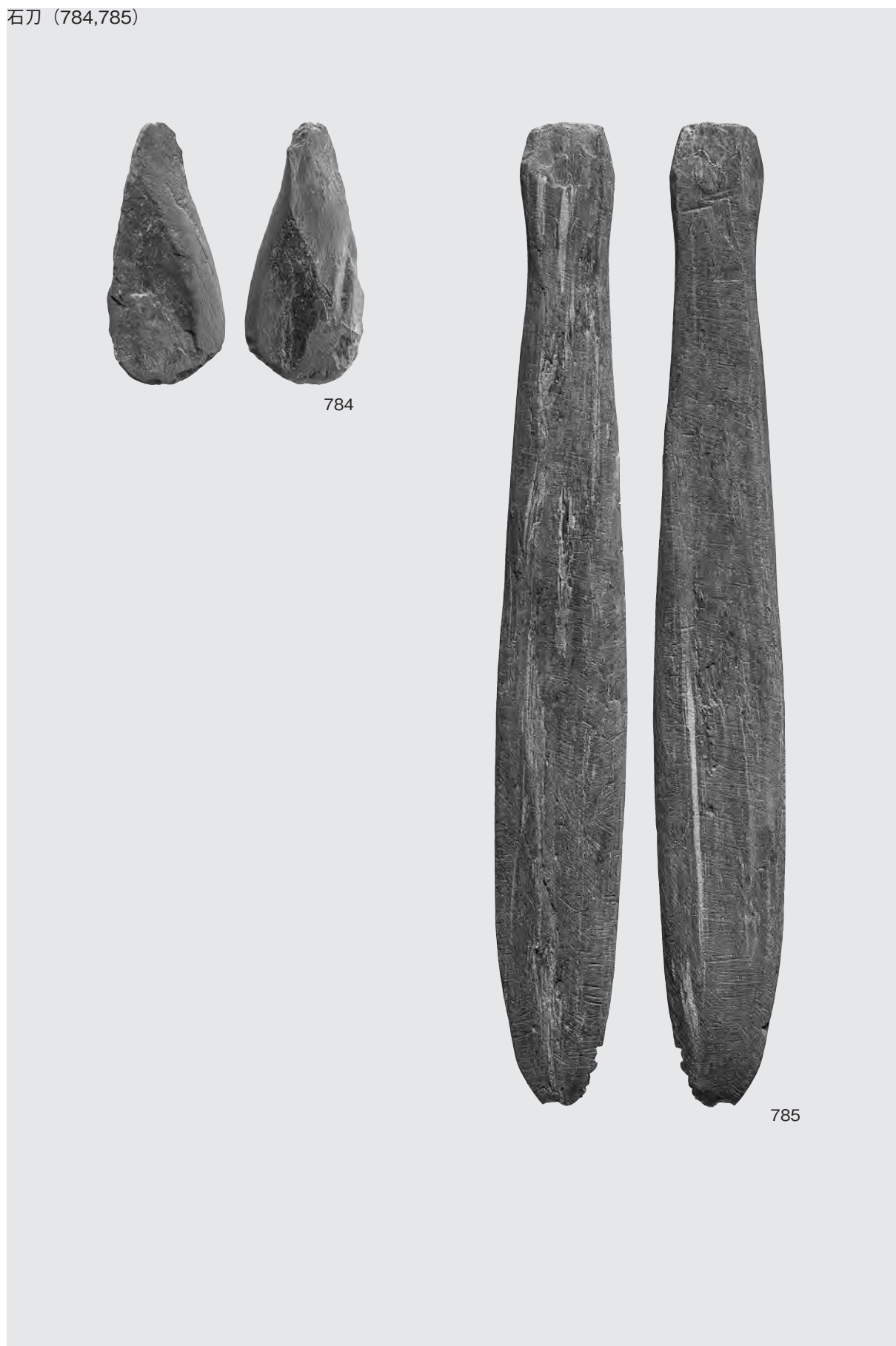


782 下面



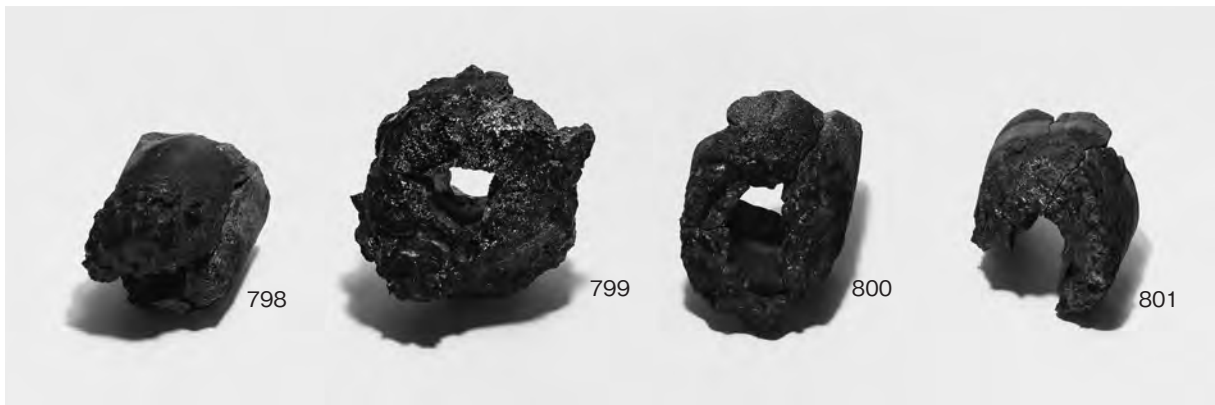
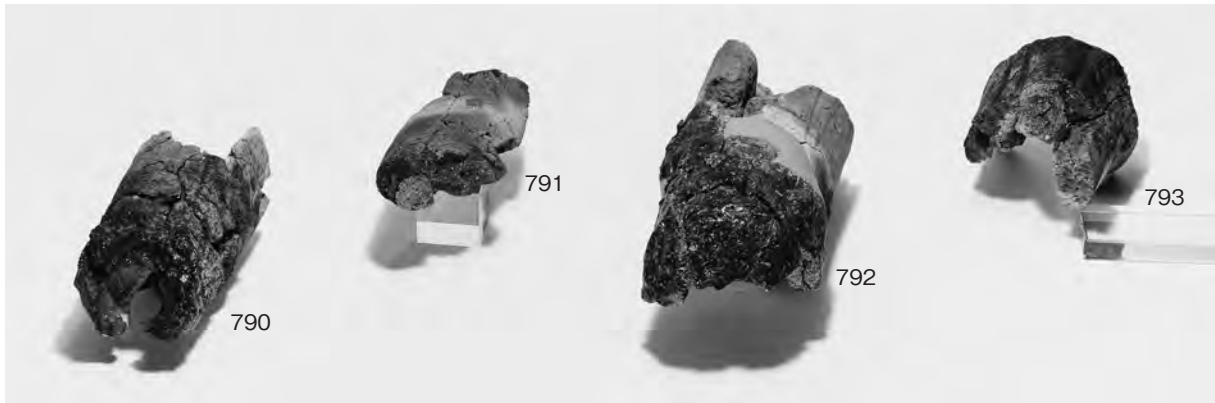
782

石刀 (784,785)



写真図版 136 石製品

羽口
(786~874)

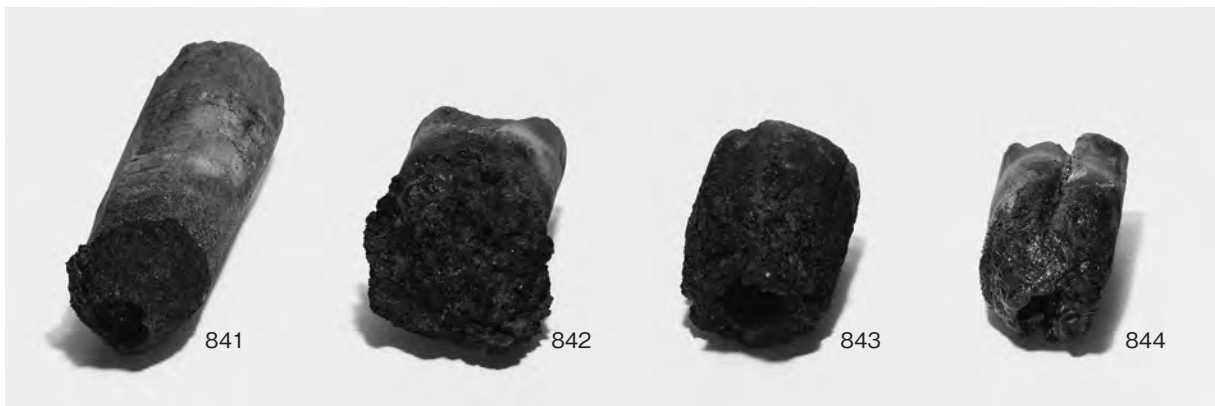
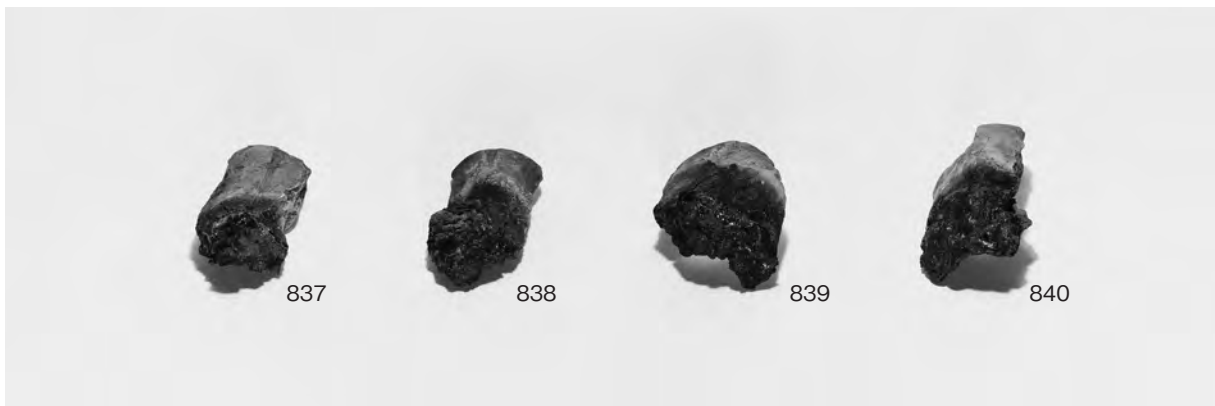




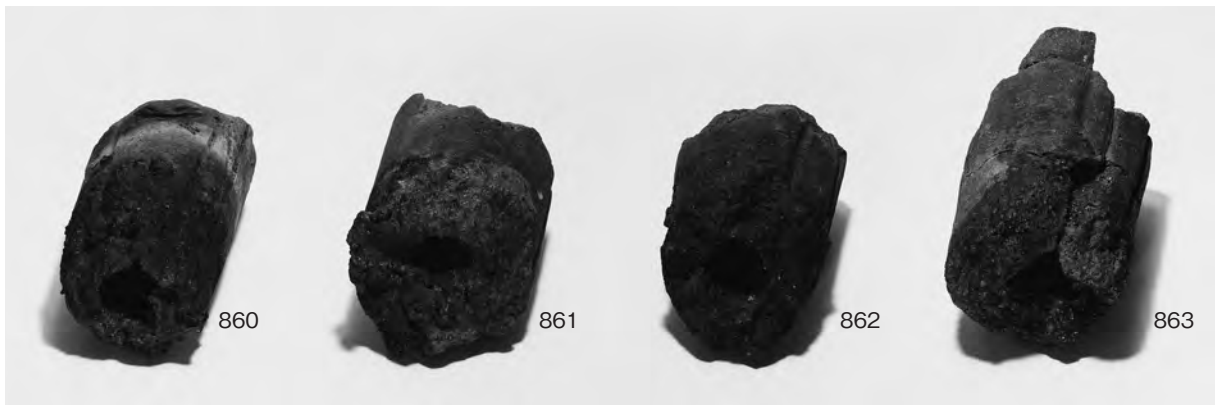
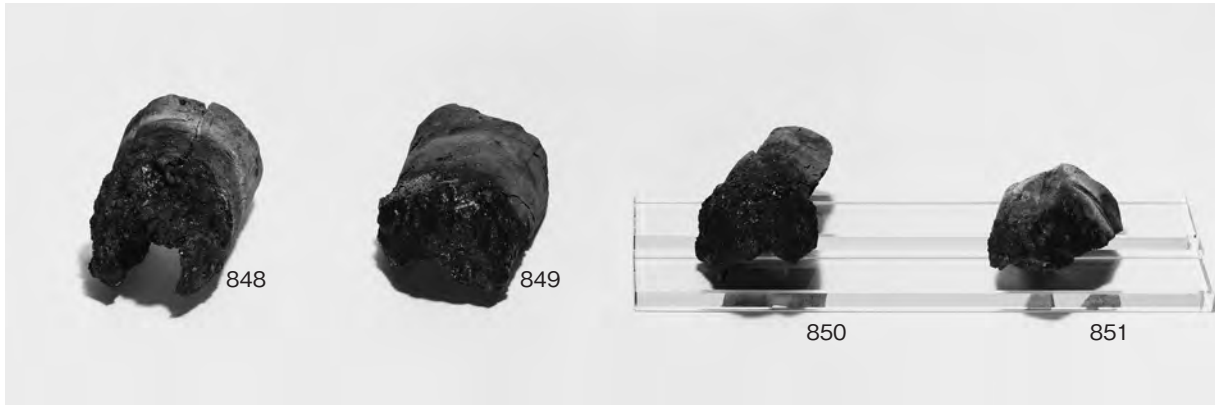
写真図版 138 羽口 (2)



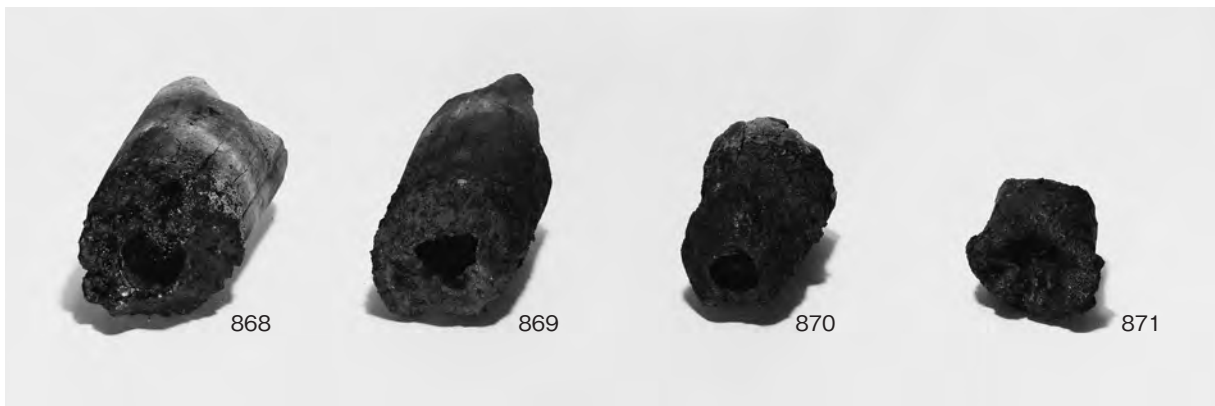
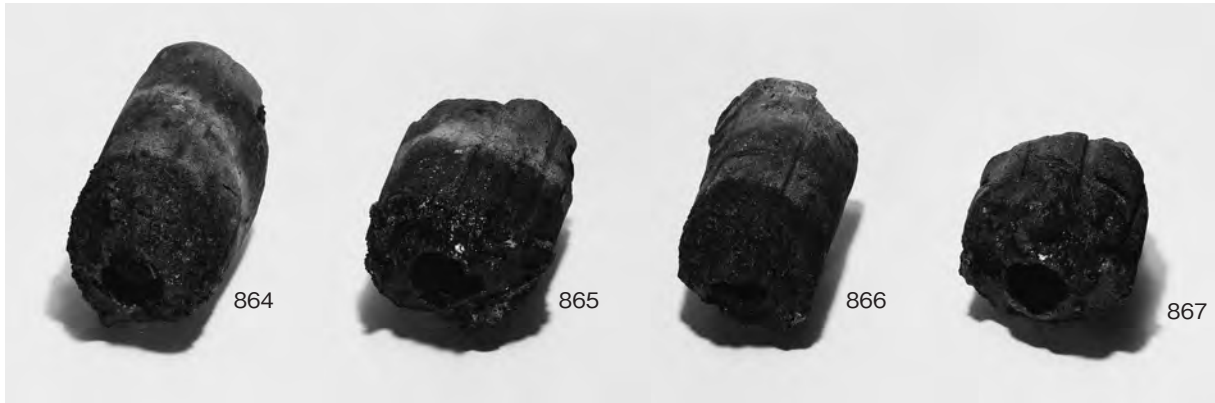
写真図版 139 羽口 (3)



写真図版 140 羽口 (4)



写真図版 141 羽口 (5)

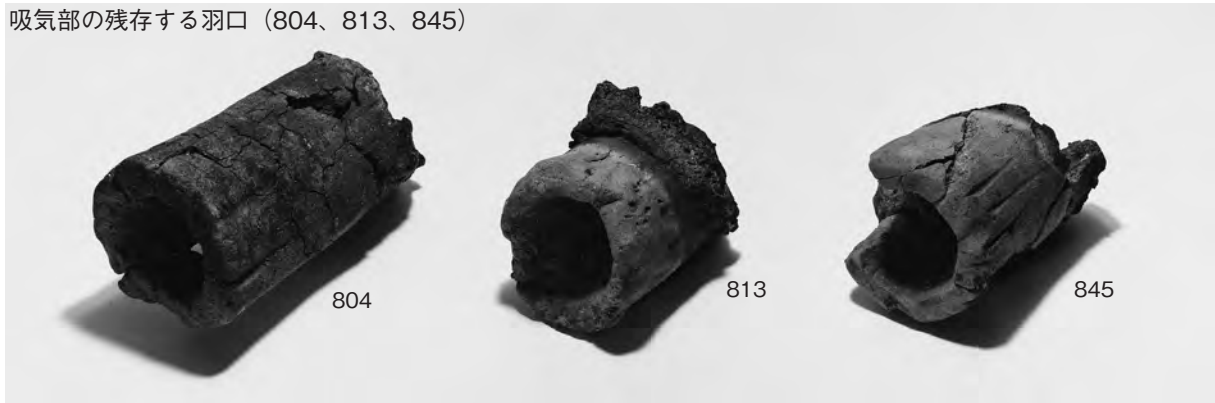


吸気部の残存する羽口 (786、787、799、810)



写真図版 142 羽口 (6)

吸気部の残存する羽口 (804、813、845)



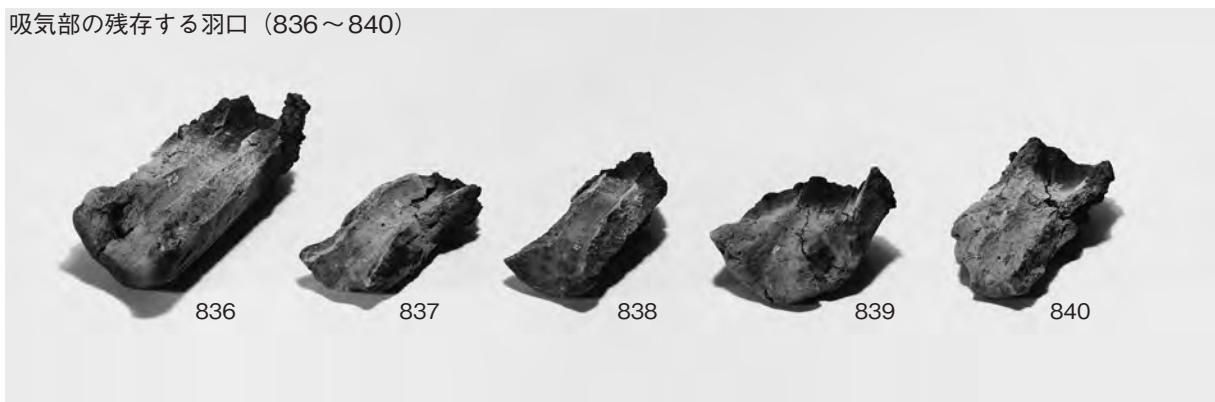
吸気部の残存する羽口 (819、820、825)



吸気部の残存する羽口 (833～835)



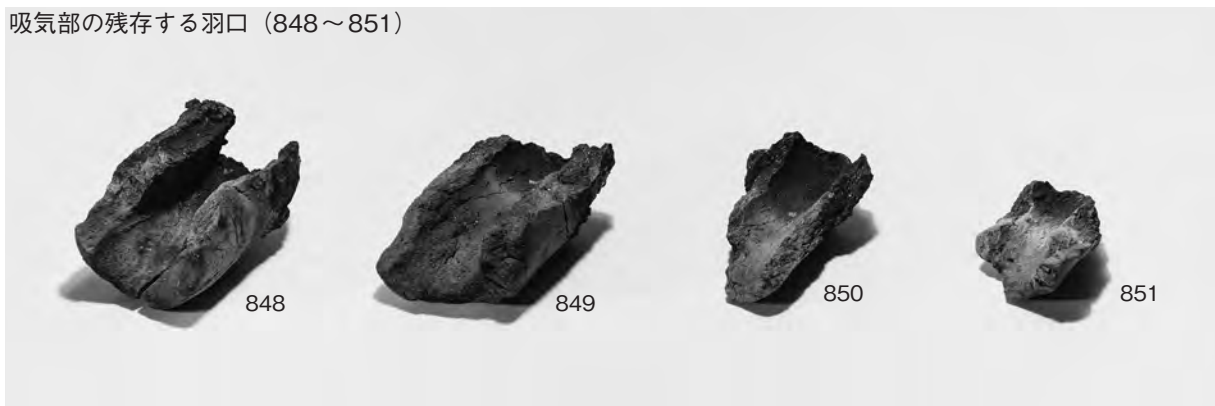
吸気部の残存する羽口 (836～840)



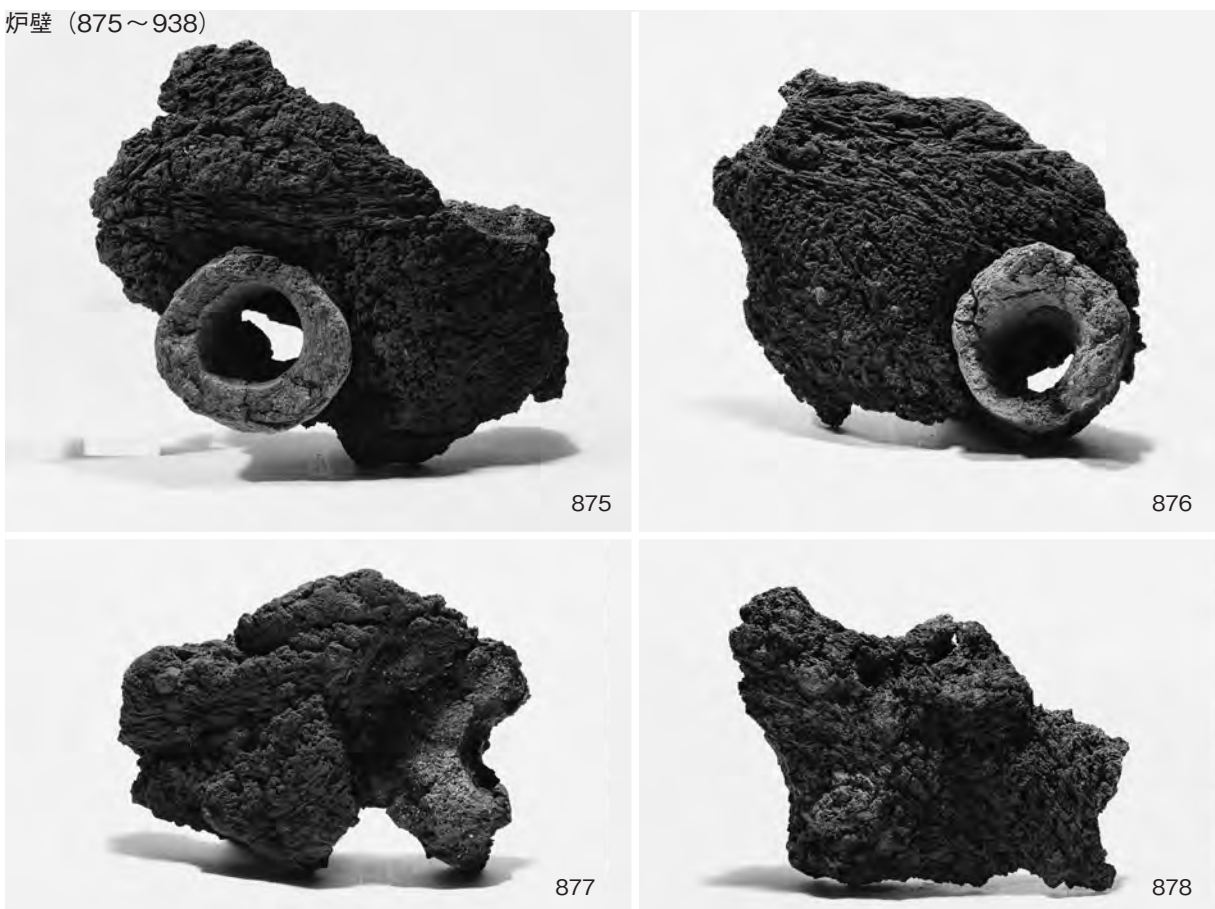
吸気部の残存する羽口 (846、847、854)



吸気部の残存する羽口 (848～851)



炉壁 (875～938)



写真図版 144 羽口 (8)・炉壁 (1)



879



880



881



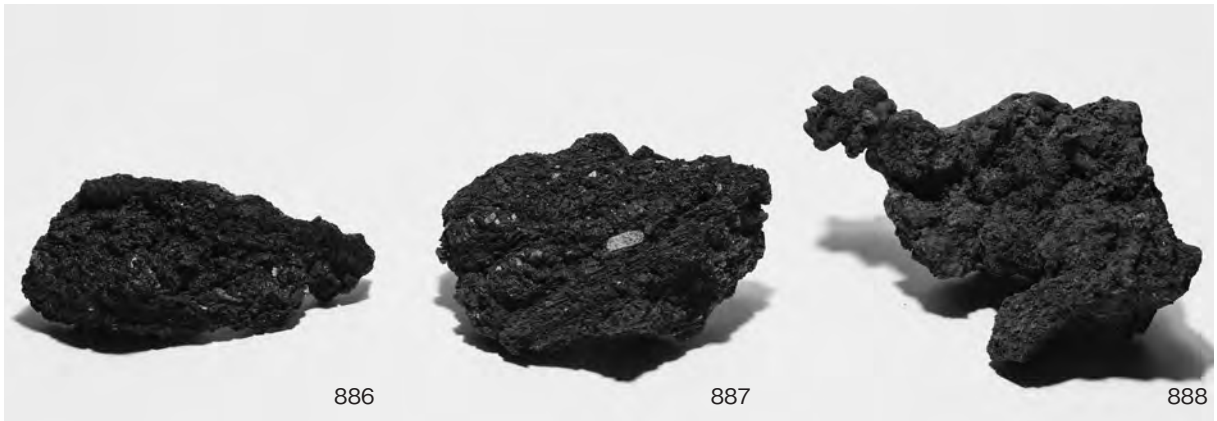
882



883

884

885

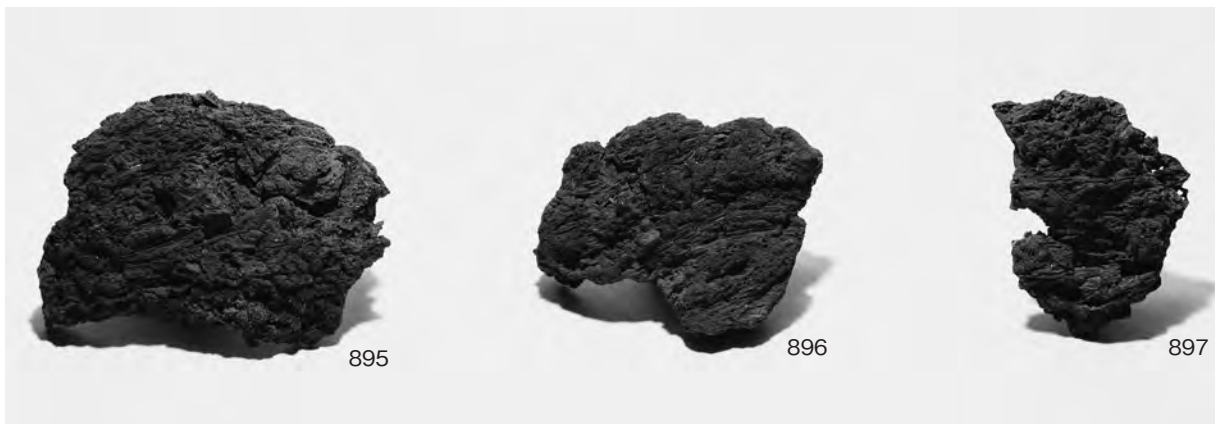
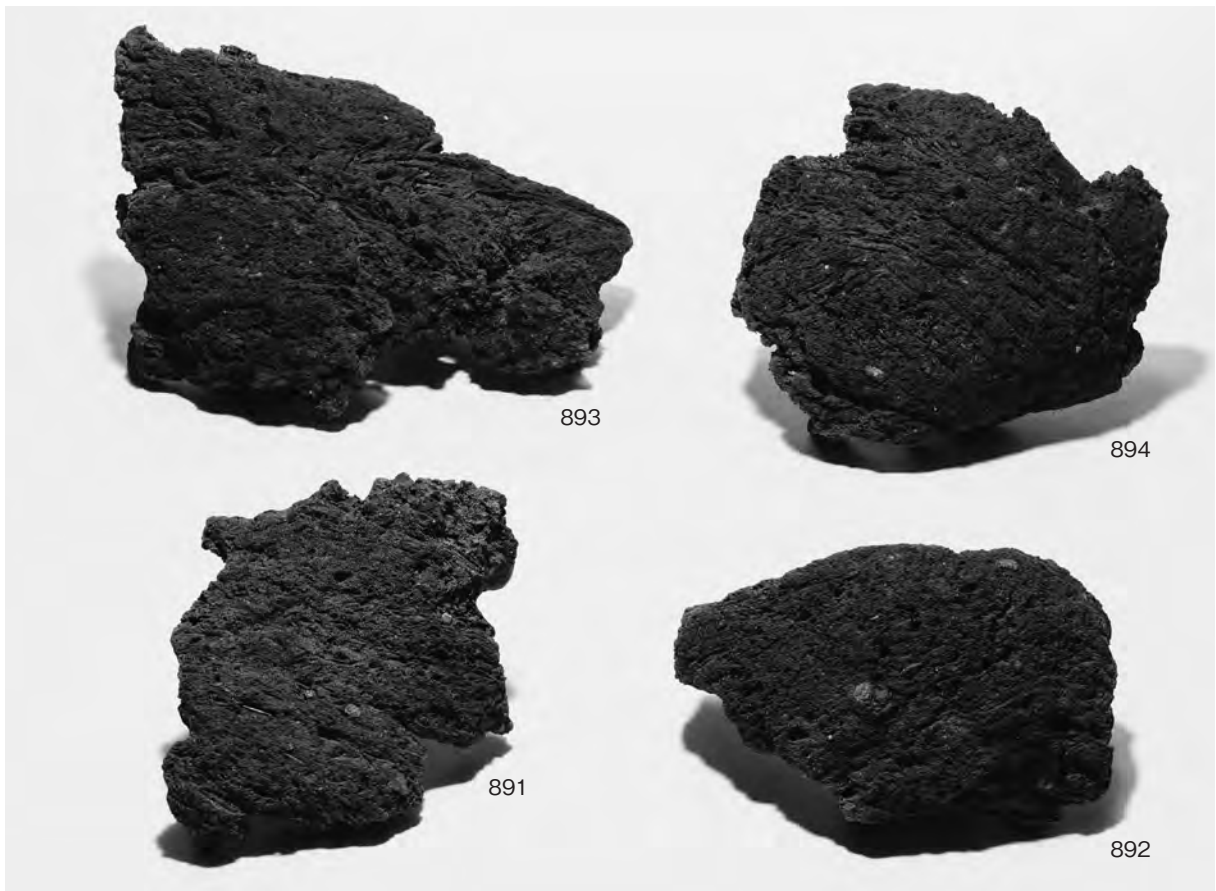
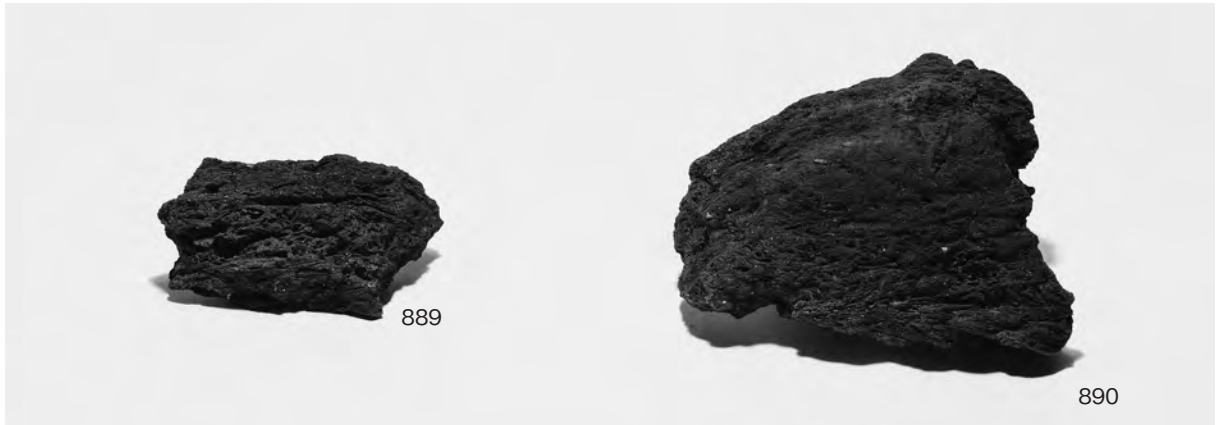


886

887

888

写真図版 145 炉壁 (2)



写真图版 146 炉壁 (3)



写真图版 147 炉壁 (4)



906



907



908



909



910



911



912



913

写真図版 148 炉壁 (5)



写真図版 149 炉壁 (6)



922



923



924



925



926



927



929 正面



929 裏面

写真図版 150 炉壁 (7)



928



930



931



932



933



934



935



936



937 正面



937 裏面



938

鉄滓 (939 ~ 1221)



939 側面

写真図版 152 炉壁 (9)・鉄滓 (1)



939 正面



940



941



942



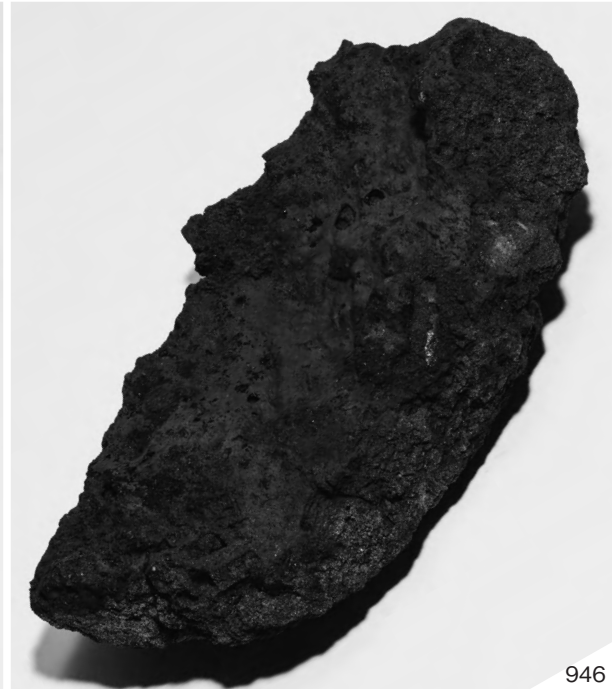
943



944



945



946

写真図版 154 鉄滓 (3)



写真図版 155 鉄滓 (4)



952



953



955



957



956



959



958

写真図版 156 鉄滓 (5)



写真図版 157 鉄滓 (6)



967



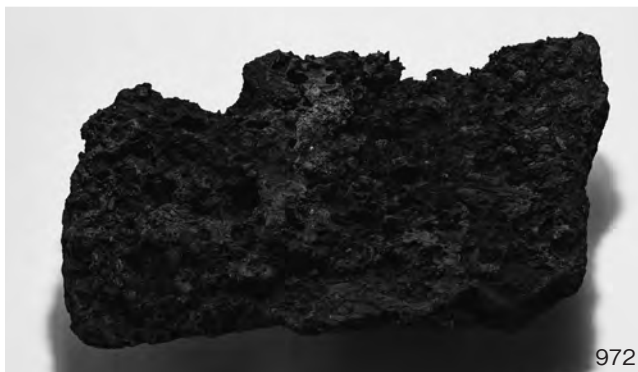
970



969



971



972



973



974



975

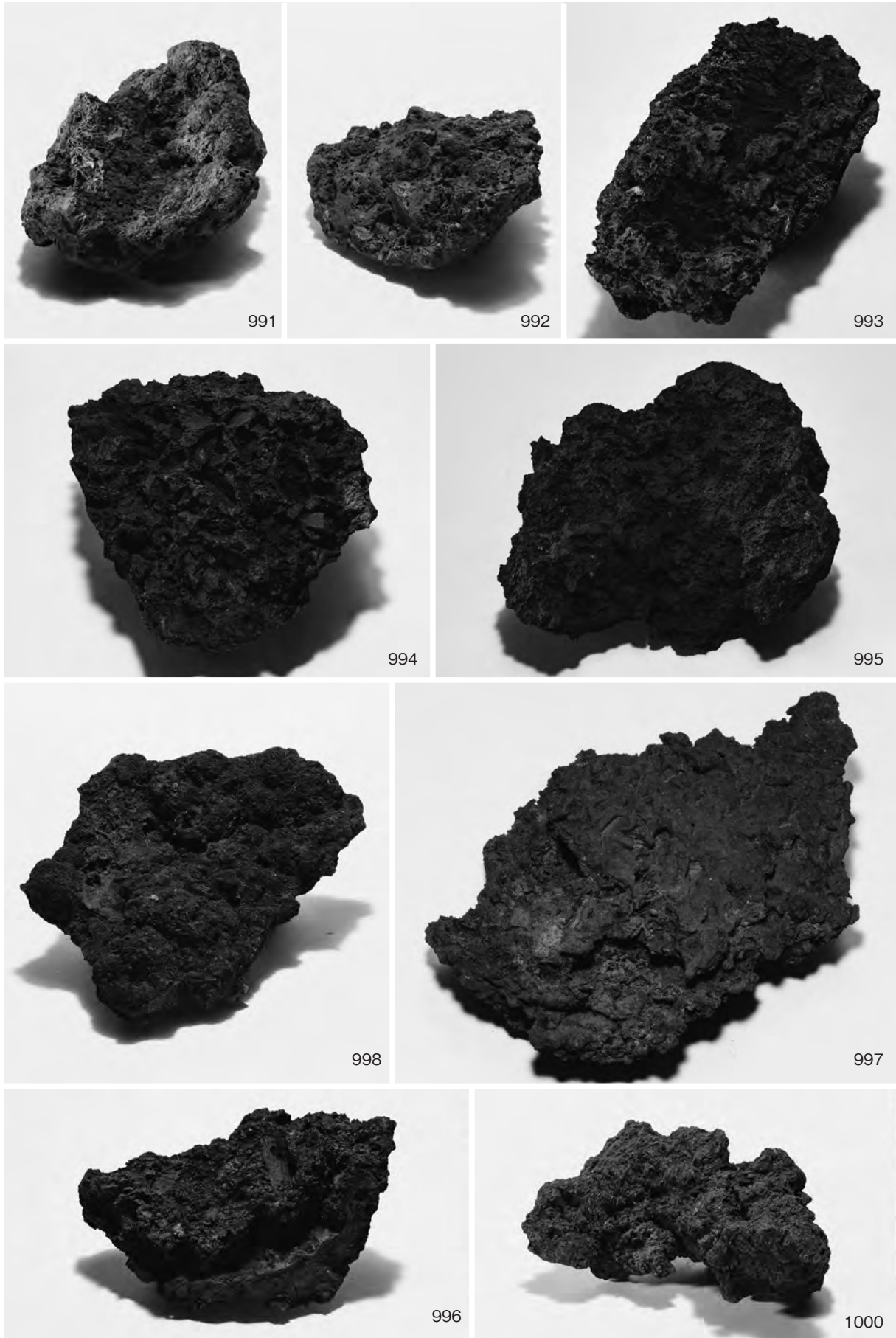
写真図版 158 鉄滓 (7)



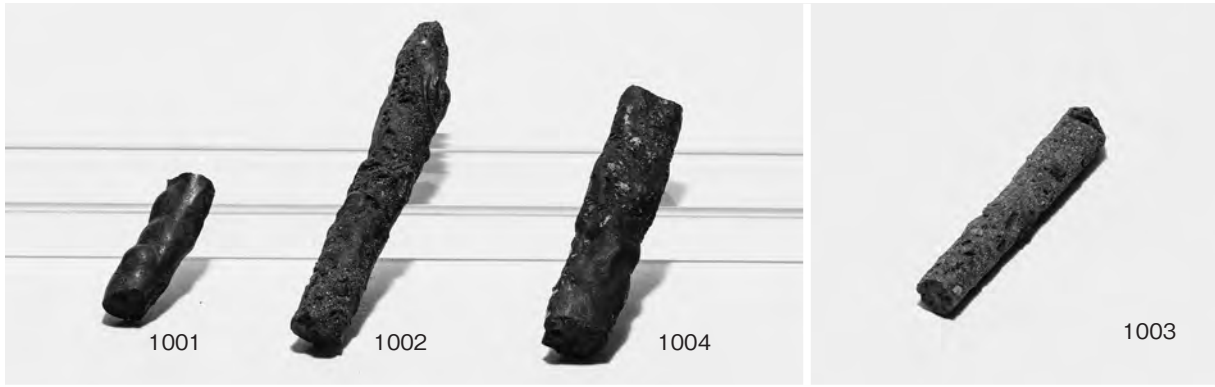
写真図版 159 鉄滓 (8)



写真図版 160 鉄滓 (9)



写真図版 161 鉄滓 (10)



写真図版 162 鉄滓 (11)



写真図版 163 鉄滓 (12)



1017 正面



1017 裏面



1017 側面



1019



1021



1022



1023



1024



1025



1026



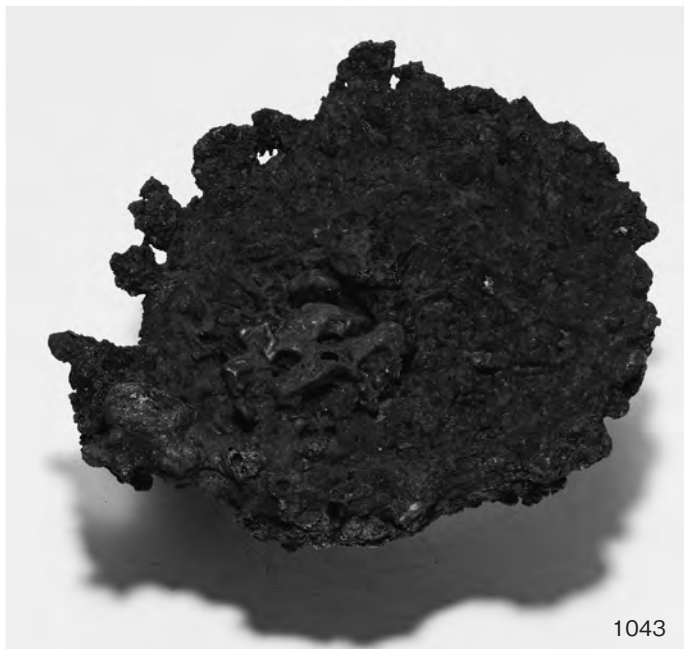
1027

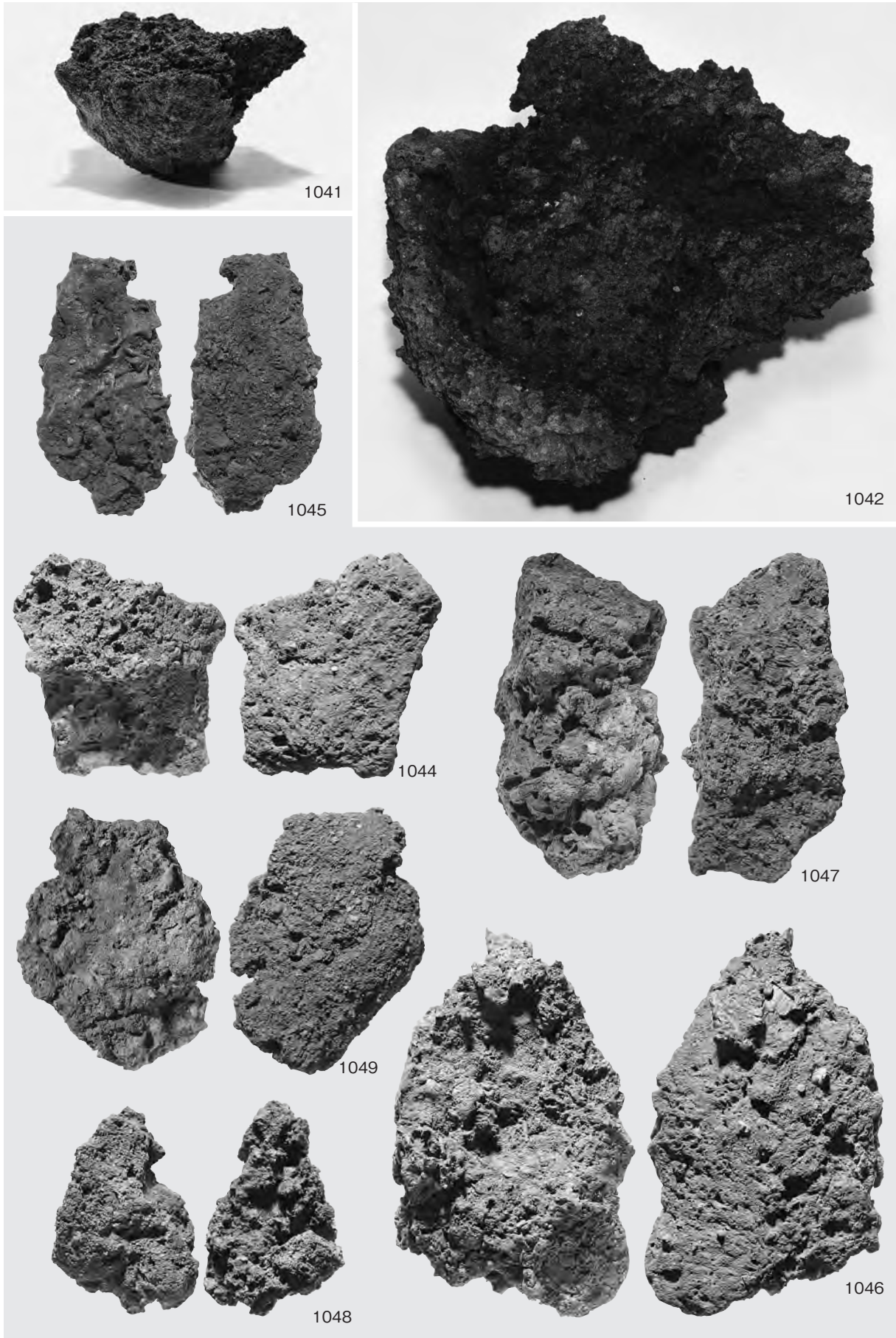


1029

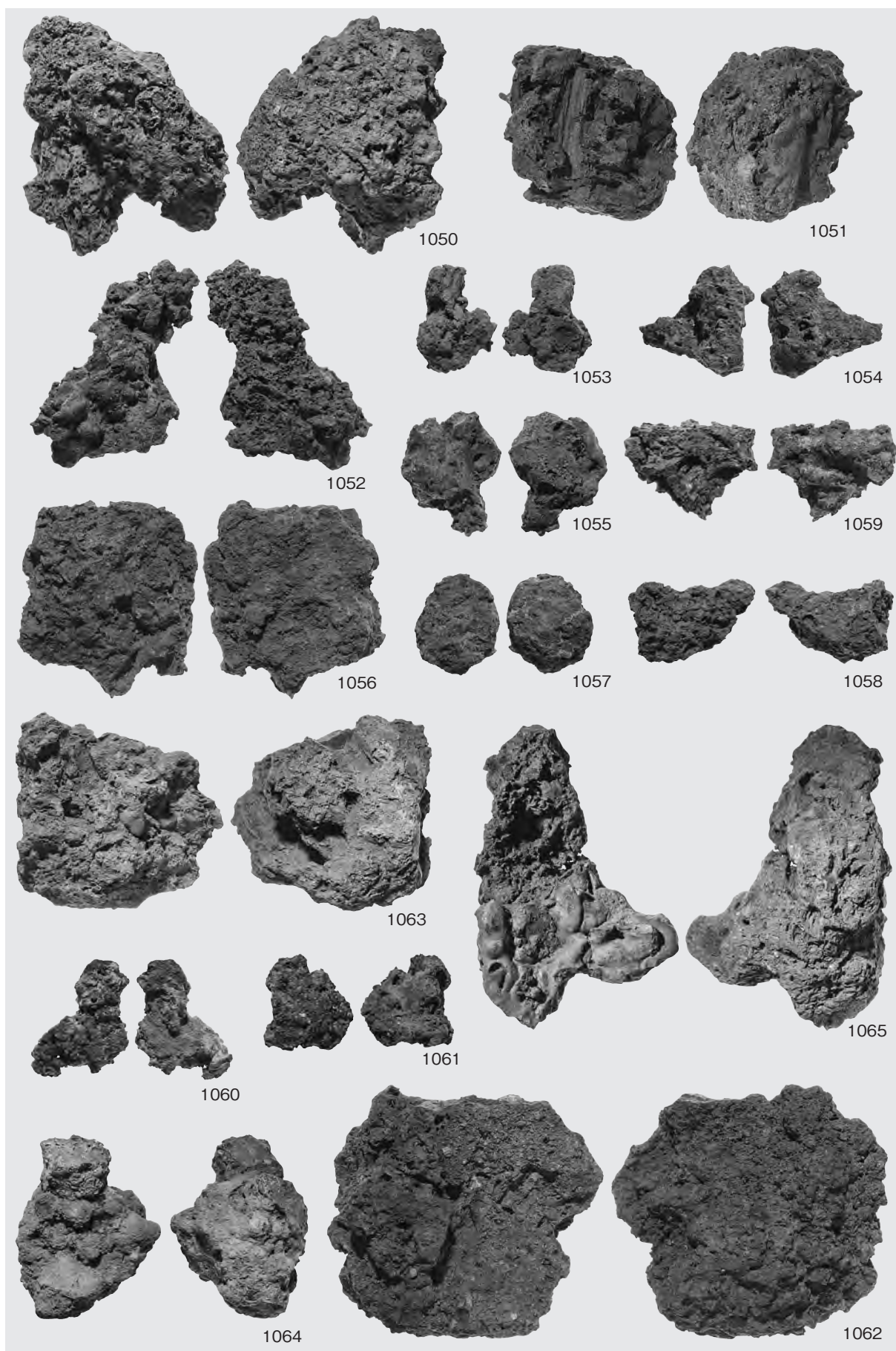


写真図版 166 鉄滓 (15)

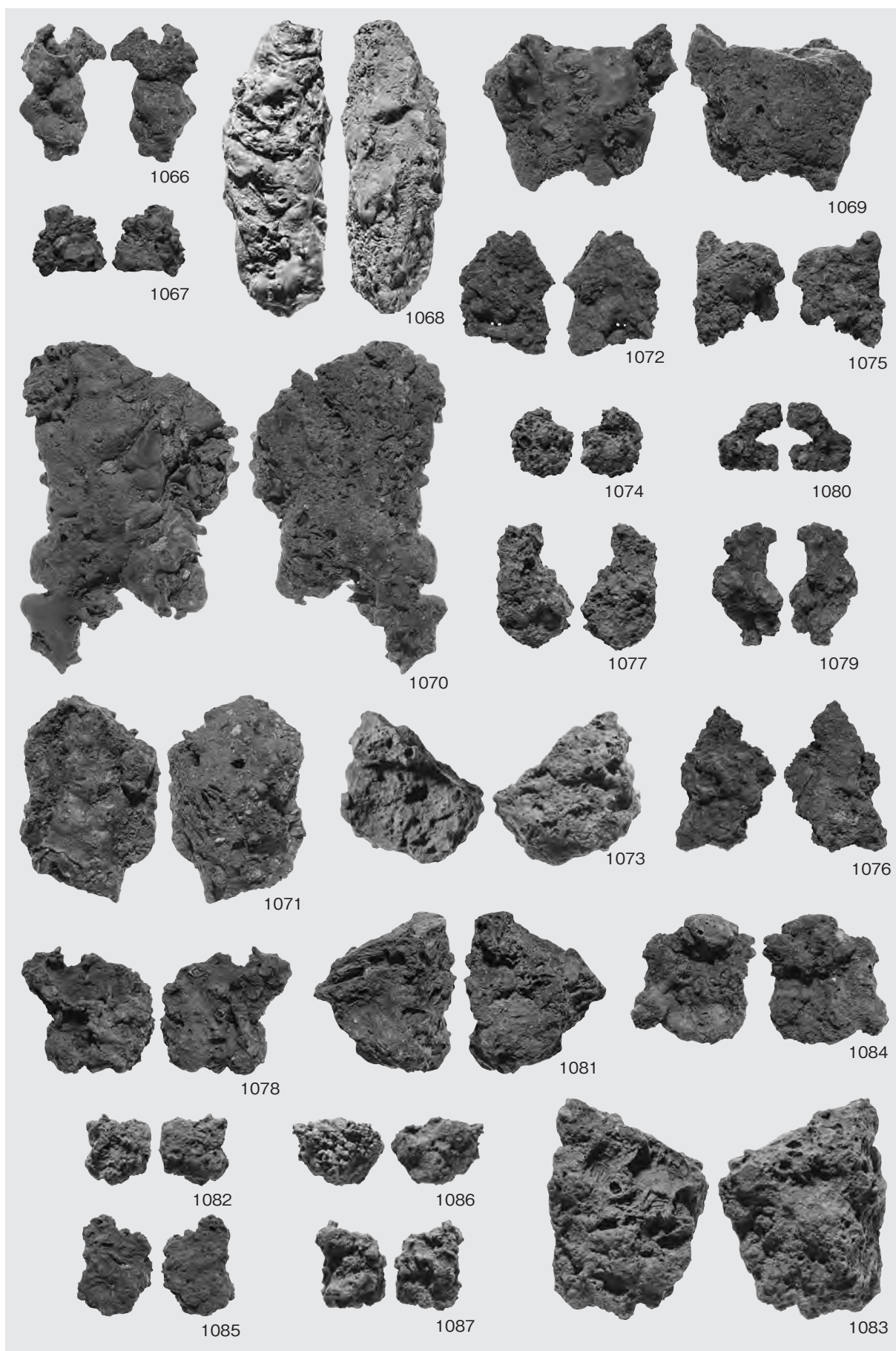




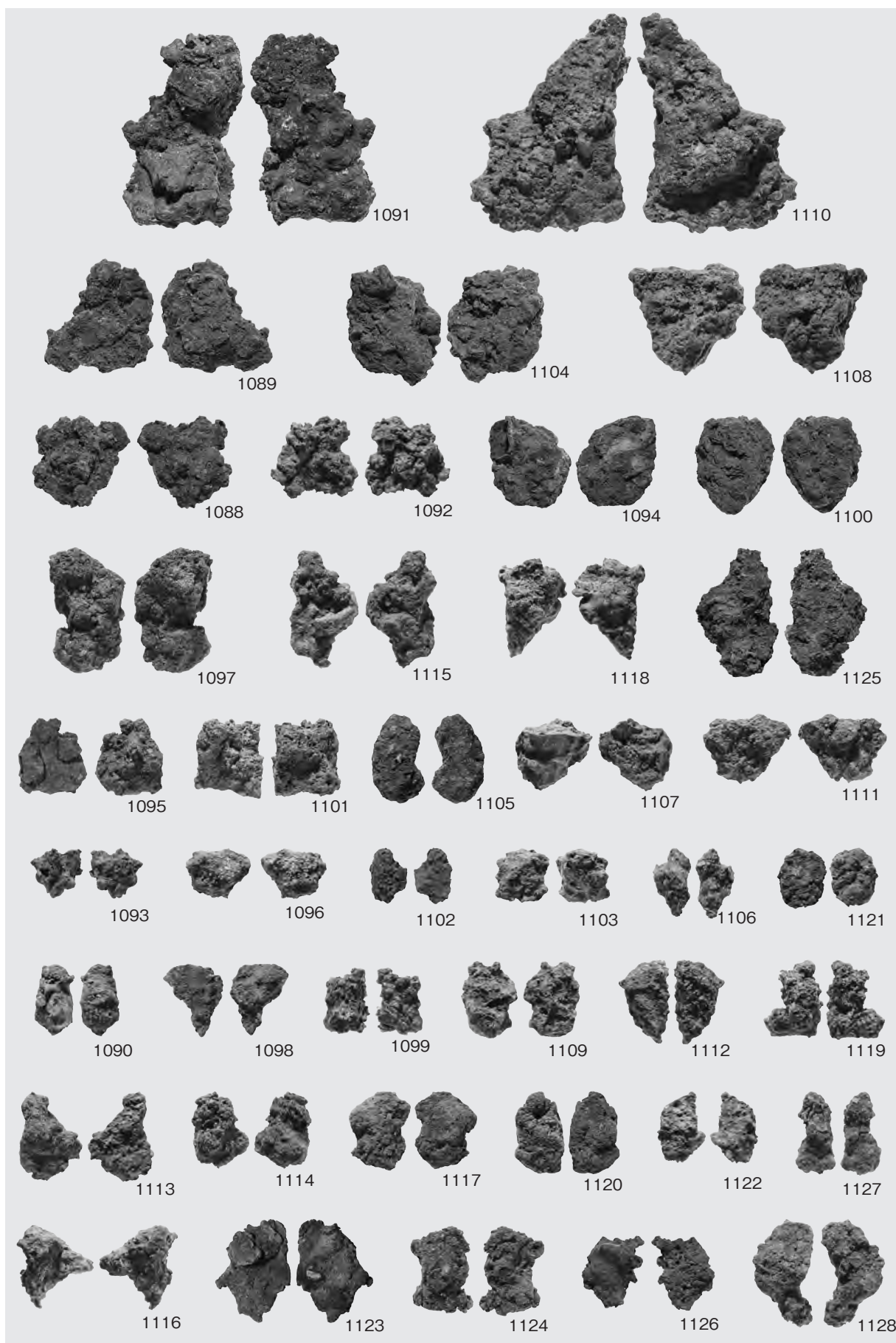
写真図版 168 鉄滓 (17)



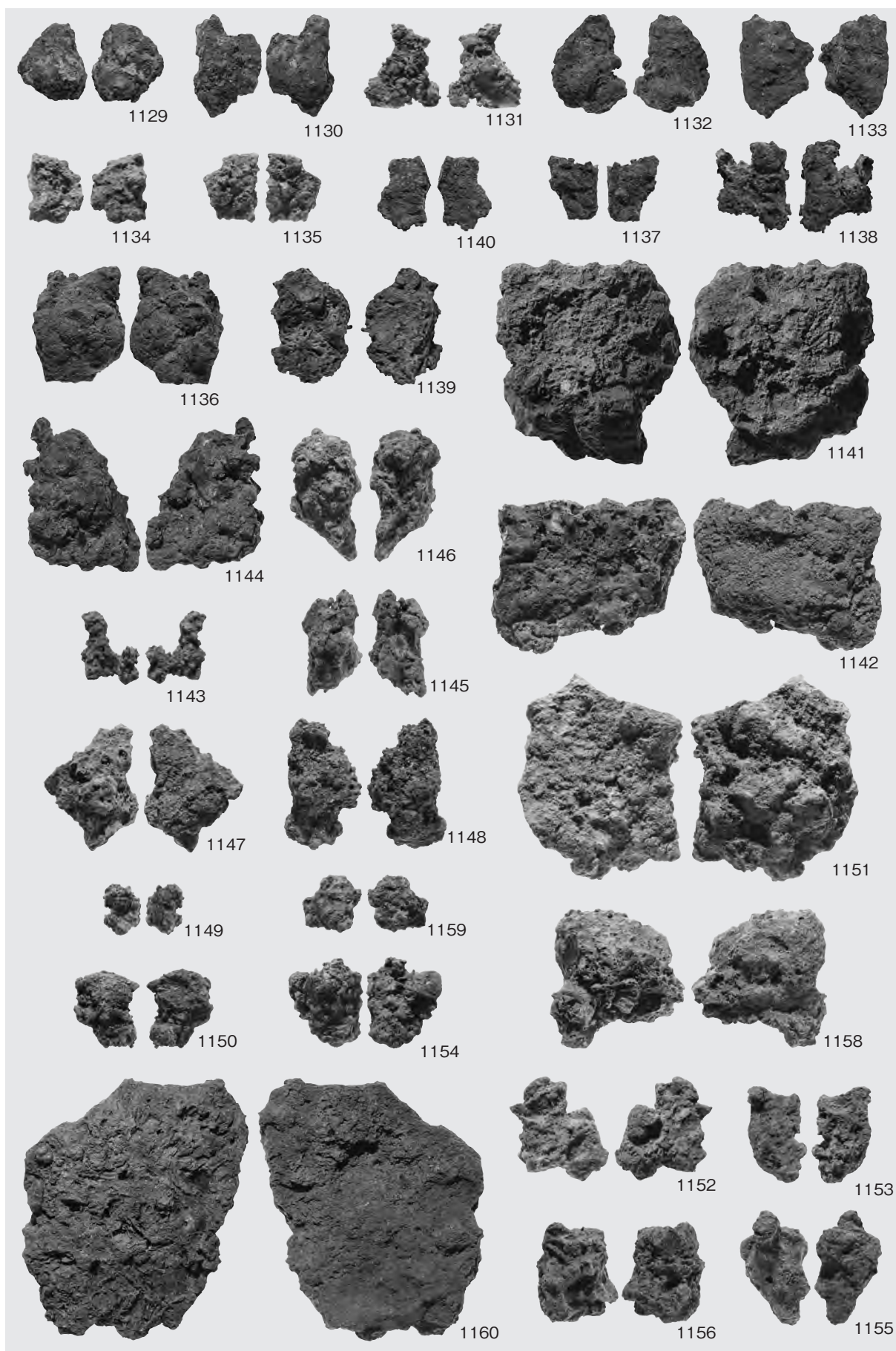
写真図版 169 鉄滓 (18)



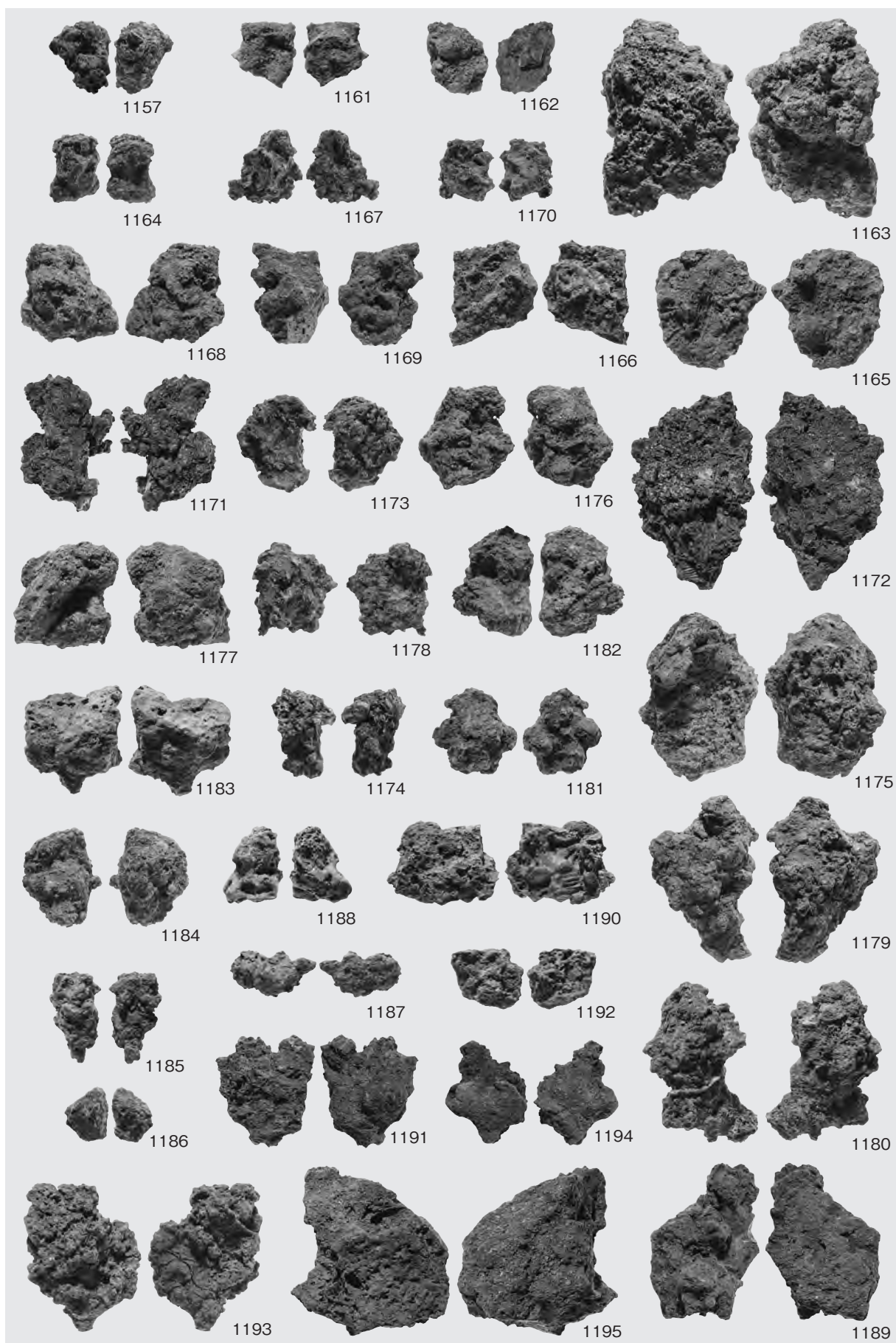
写真図版 170 鉄滓 (19)



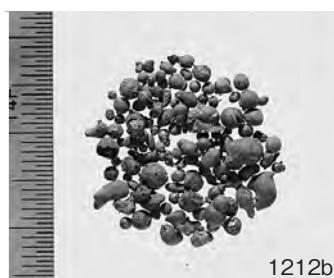
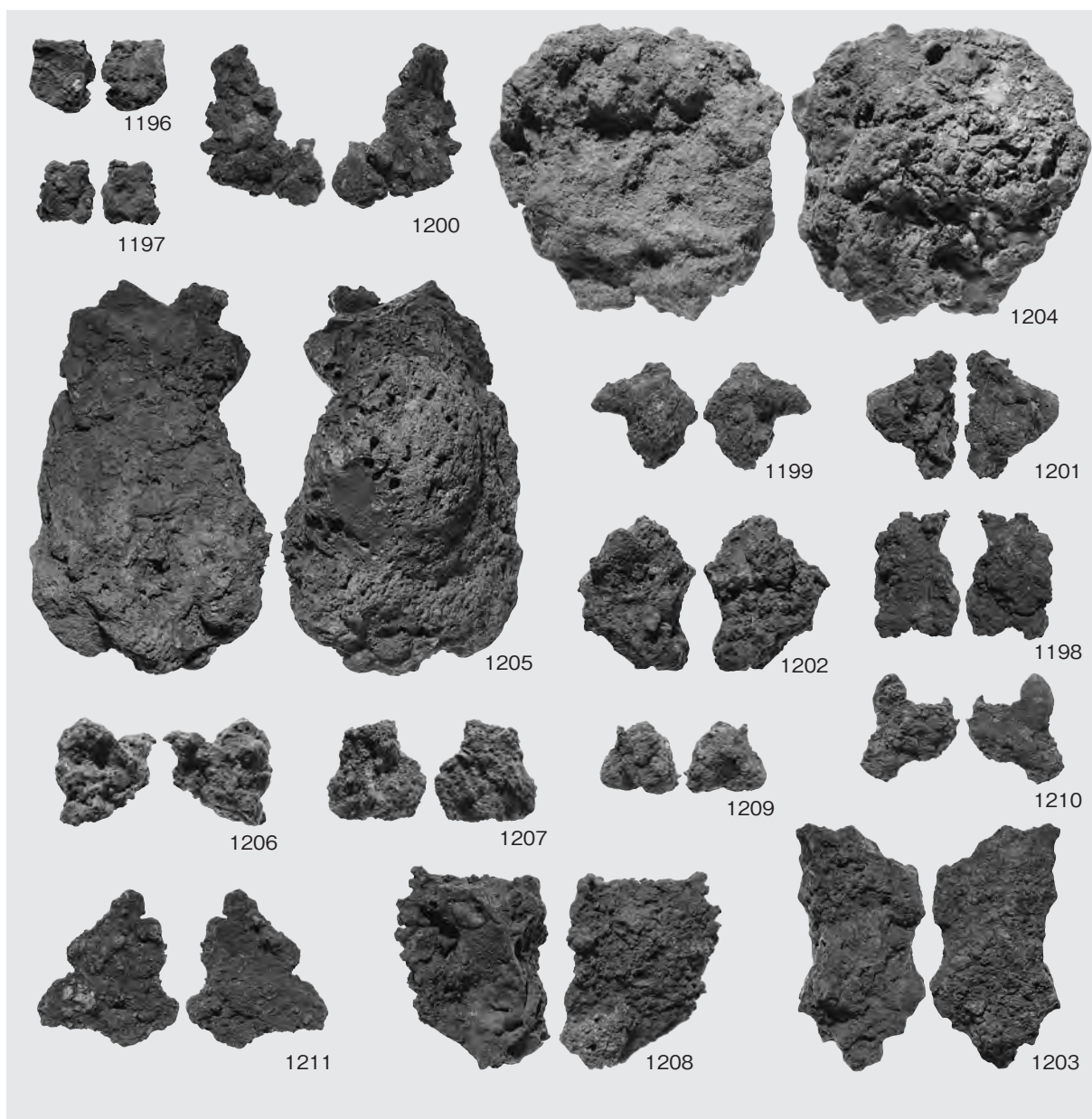
写真図版 171 鉄滓 (20)



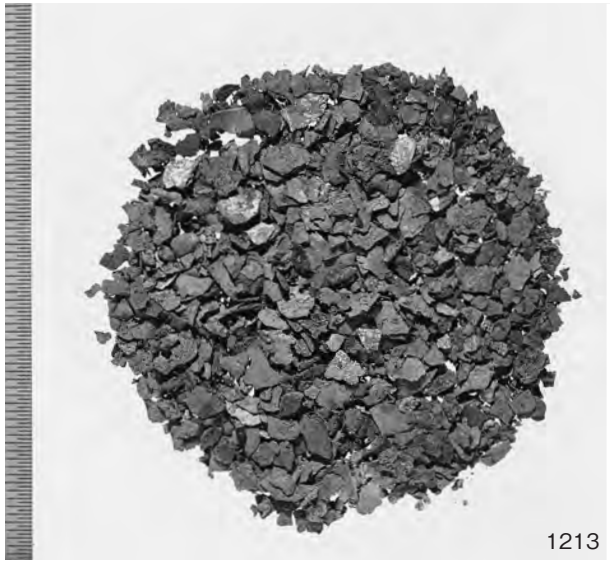
写真図版 172 鉄滓 (21)



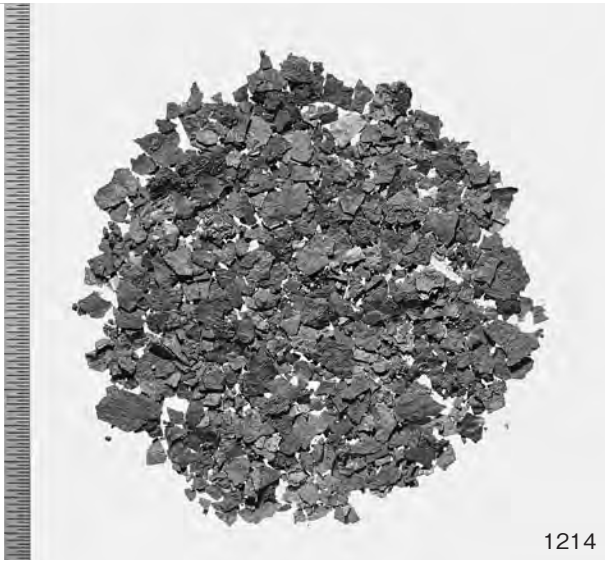
写真図版 173 鉄滓 (22)



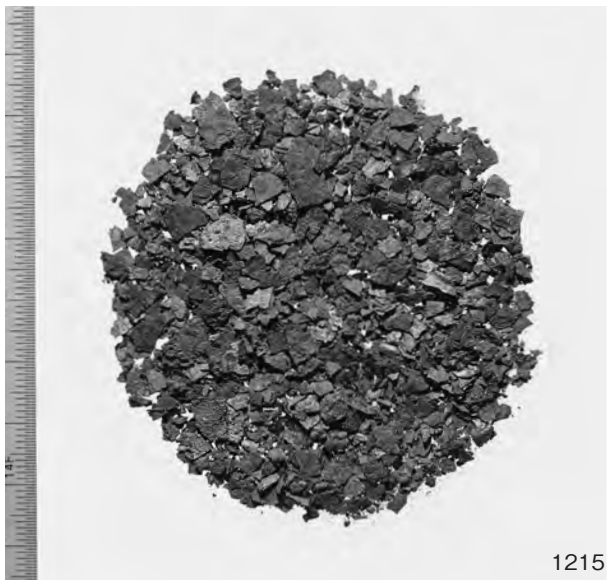
写真図版 174 鉄滓 (23)



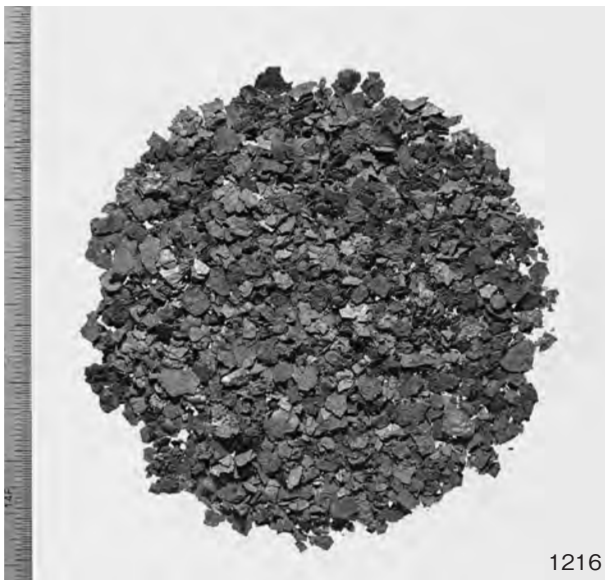
1213



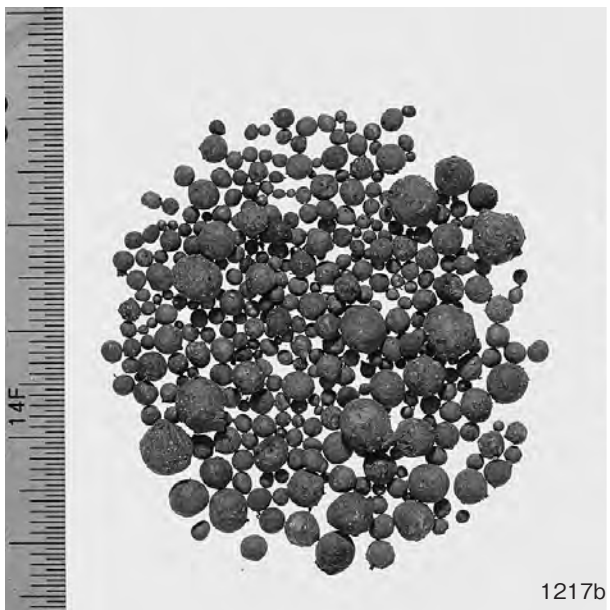
1214



1215



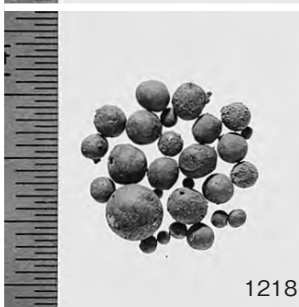
1216



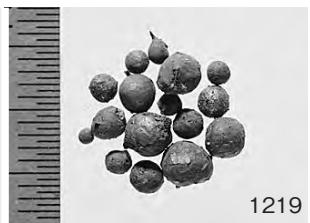
1217b



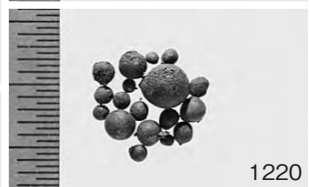
1217a



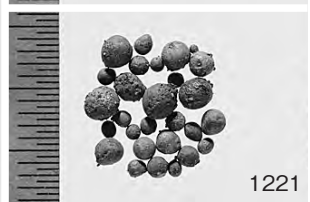
1218



1219

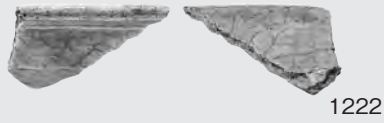


1220

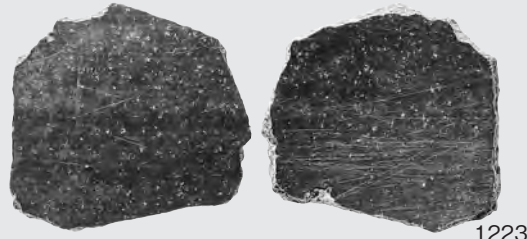


1221

陶磁器 (1222,1223)

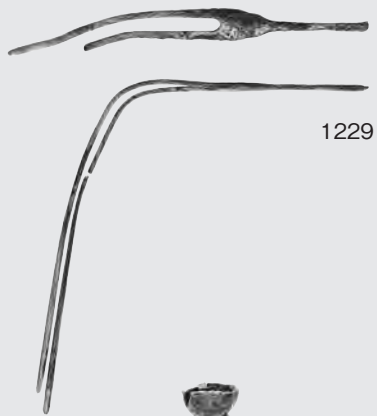


1222



1223

金属製品 (1224~1232)



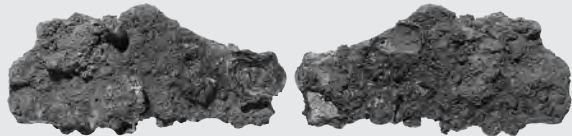
1229



1226



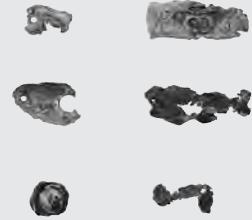
1228



1230



1231

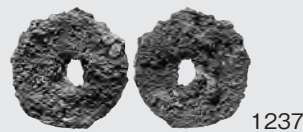


1232

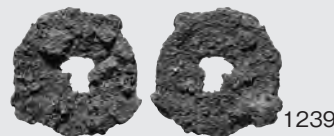
銭貨 (1233~1245)



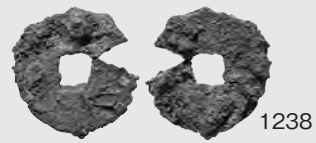
1233~1236



1237



1239



1238



1240



1242



1241



1243

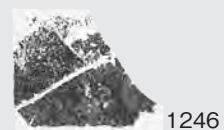


1244



1245

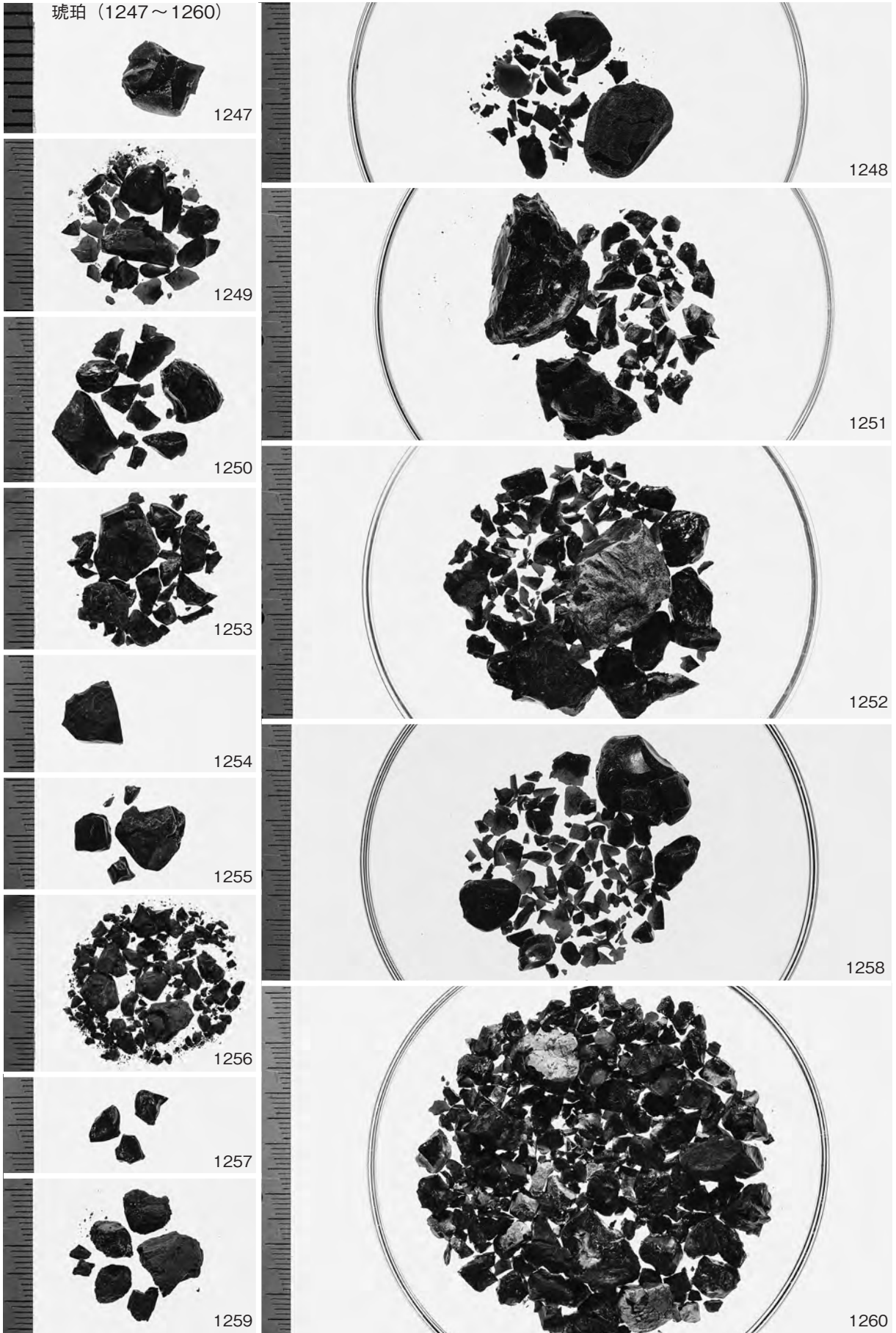
ガラス製品 (1246)



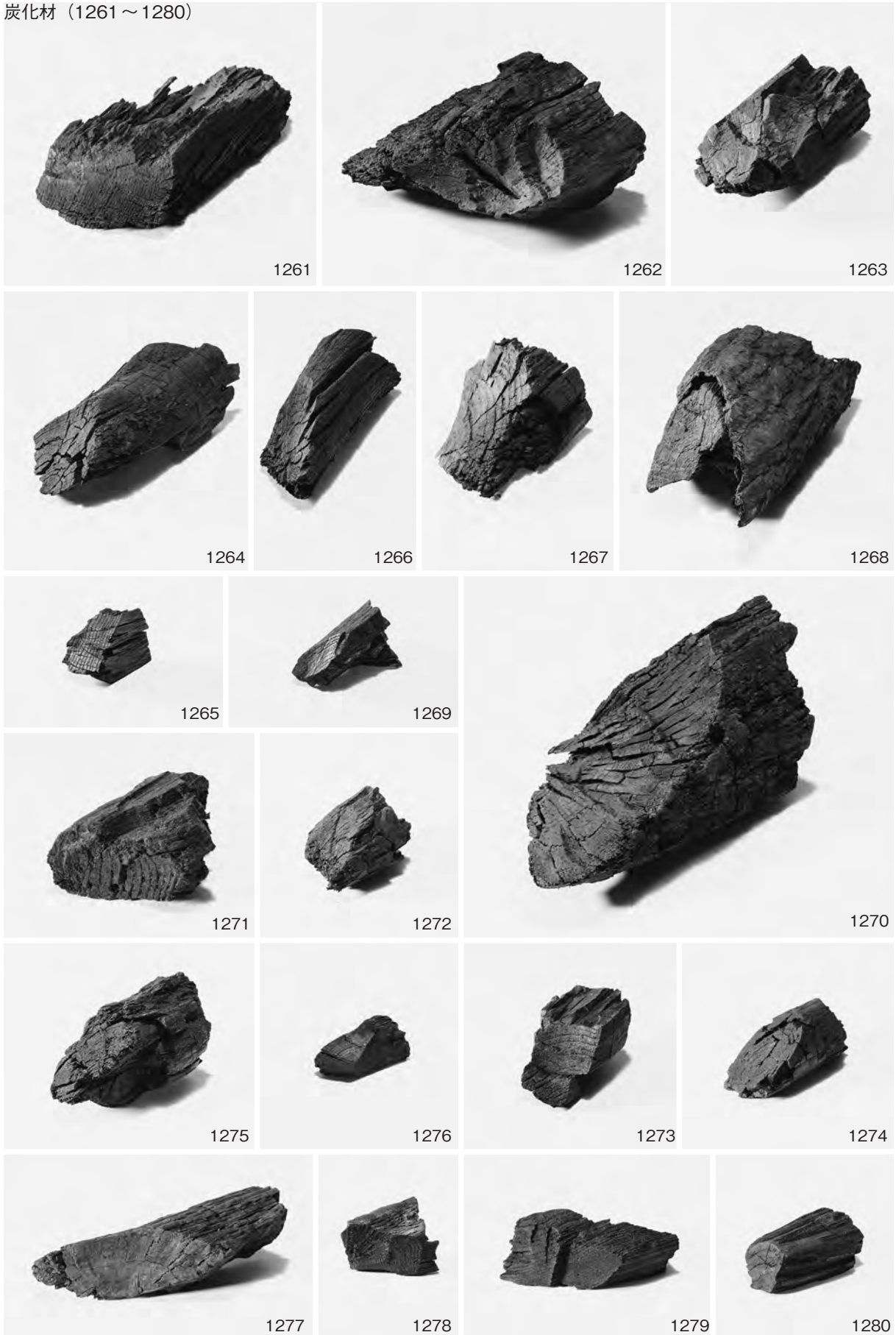
1246

写真図版 176 陶磁器、金属製品、銭貨、ガラス製品

琥珀 (1247~1260)



炭化材 (1261 ~ 1280)



写真図版 178 炭化材

報告書抄録

ふりがな	かみしろかわいせきはくつちようさほうこくしょ							
書名	上代川遺跡発掘調査報告書							
副書名	三陸沿岸道路建設事業関連遺跡発掘調査							
巻次								
シリーズ名	岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書							
シリーズ番号	第713集							
編著者名	北田 勲・大泰司統							
編集機関	(公財)岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センター							
所在地	〒020-0853 岩手県盛岡市下飯岡11地割185番地 TEL (019) 638-9001							
発行年月日	2020年3月13日							
ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード		北緯 〇〇	東経 〇〇	調査期間	調査面積	調査原因
		市町村	遺跡番号					
かみしろかわいせき 上代川遺跡	いわてけんくわのへぐん 岩手県九戸郡 のたむらおおあぎ 野田村大字 たまかわだいち 玉川第5地割 ちない 地内	03503	JG61-2057	40° 05' 02"	141° 49' 23"	2016.04.06 ～ 2016.12.08	8,000㎡	三陸沿岸道路 建設事業
所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物		特記事項		
上代川遺跡	集落跡	縄文時代	土坑 17 基 陥し穴状遺構 16 基 土器埋設遺構 1 基 遺物包含層 1 箇所	縄文土器 (早・前・後・ 晩) 耳栓・土偶・スタ ンプ形・石刀・石器				
		弥生時代	竪穴住居跡 30 棟 土坑 9 基 土器埋設遺構 1 基 焼土遺構 33 基 遺物包含層 1 箇所	弥生土器 (前期・中期 前半～後期中葉) 石器		調査事例の少ない沿岸北部地域 で見つかった中期前半～後期中 葉にかけて営まれた集落跡		
		奈良 ～ 平安時代	竪穴住居跡 2 棟	土師器 土製紡錘車				
		平安時代 後期 ～ 鎌倉時代 前期	製鉄工房跡 6 棟 鍛冶遺構 2 基 木炭焼成遺構 41 基 排滓場 2 箇所 土坑 5 基 焼土遺構 1 基 溝跡 1 条 砂鉄集中範囲 1 箇所	羽口 炉壁 鉄滓 砂鉄 鉄床石 炭化材		11 世紀中頃～13 世紀前半の 大規模な鉄生産関連遺構群		
		中世		陶磁器 (瀬戸美濃大窯期端反 皿片、中国産茶壺片)		16 世紀の遺物が出土		
		近世	墓坑 4 基	人骨 煙管・簪・火打金・玩 具 鬢鏡・寛永通寶				
要約	今回の調査から、縄文・弥生・古代末～中世・近世の各期の遺構・遺物が確認された。特に、弥生時代中期前半～後期中葉の集落は、これまで調査事例が少なかった沿岸北部地域の該期を知る上で大きな手がかりとなった。竪穴住居跡は重複から 1 時期に 5～6 棟が営まれたと見られ、何世代かに亘って小規模な集落が形成されたと考えられる。また、平安時代後期～鎌倉時代前期の鉄生産と木炭生産に関連する遺構群は、中央谷部分を中心とするすべての遺構を確認することができた。製鉄工房跡と木炭焼成遺構は同形状、同配置をすることから短期間に連続して操業されたと考えられる。砂鉄採集から木炭生産、製錬～精錬工程の鉄生産までの一連の工程を知ることができる単一時期の生産遺跡である。							

岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第713集

上代川遺跡発掘調査報告書

三陸沿岸道路建設事業関連遺跡発掘調査

印刷 令和2年3月10日

発行 令和2年3月13日

編集 (公財) 岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センター
〒020-0853 岩手県盛岡市下飯岡11地割185番地
電話 (019) 638-9001

発行 国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所
〒027-0029 岩手県宮古市藤の川4番1号
電話 (0193) 62-1711

(公財) 岩手県文化振興事業団
〒020-0023 岩手県盛岡市内丸13番1号
電話 (019) 654-2235

印刷 (株) 興版社
〒020-0816 岩手県盛岡市中野1-4-14
電話 (019) 624-3456