附　章　当山東原遺跡の自然科学分析結果について

附章1

当山東原遺跡の自然科学分析（1）

パリノ・サーヴェイ株式会社

はじめに

当山東原遺跡は、浦添グスクが構築された丘陵の崖下に立地する。これまでの調査により、14～17世紀の倉庫跡や建物跡などが検出され、鍍金金具の一部や華南三彩の水滴などの特殊な遺物が出土している。そのため、浦添グスクの盛衰の中にあって300年間も勢力を保ち続けた有力者の屋敷跡と考えられる。

1．調査課題

今回の自然科学分析調査は、遺構の年代や遺構の用途に関しての情報を得るために、以下の調査課題を設定し、実施する。

（1）土坑13に関する調査

土坑13には燃料材の痕跡と思われる炭化材片が混在している。そこで、遺構の年代についての資料を得るために、燃料材と思われる炭化材の放射性炭素年代測定（ＡＭＳ法）を行う。また、燃料材の種類を明らかにするために、樹種同定を実施する。さらに、焼土に燃料材とした草本類（特にイネ科）の灰が混入している可能性も考えられるため，植物珪酸体分析も実施する。

（2）土坑318と土坑86・87・88に関する調査

これらの遺構内容物は当時のゴミと考えられ、その種類を明らかにすることで、当時の生活に関する情報が得られると期待される。そこで、微細遺物の調査（洗出し・同定）と植物珪酸体分析を実施する。また、排出物が混入している可能性も考えられ、寄生虫卵分析も実施する。さらに周辺の植生に関する情報を得るために、花粉分析を実施する。

（3）溝に関する調査

調査区南端で検出された溝２・３は、土壌で埋積しており、その層相から常時滞水していたとは考えにくい。したがって当時の構内の水の有無を明らかにするために、珪藻分析を実施する。また、周辺の植生に関する情報を得るために花粉分析と植物珪酸体分析を実施する。

（4）畑跡に関する調査

調査区の南側では、畑跡が認められる。当時の畑作、特に稲作やイネ科作物の栽培に関する情報を得るために、花粉分析と植物珪酸体分析を実施する。

2．試料

調査対象とした遺構と試料について、以下に述べる。

（1）土坑13

土坑13覆土は、ブロック状の焼土や炭化材片が暗褐色シルトと混在している。また、掘り込み

の痕跡が認められないため、他から廃棄されたものである可能性も示唆される。放射性炭素年代測定（ＡＭＳ法）に覆土中の炭化材１点を選択する。この炭化材については、樹種同定も実施して種類を明らかにする。また、焼土３点を試料番号１～３で採取し、植物珪酸体分析に焼土の混入が比較的多い試料番号２・３の２点を選択する。

（２）土坑318と集石土坑

土坑318は17世紀頃のものと考えられている。内部には、多量の石炭岩片が見られ、牛骨とみられる骨片や磁器片が混在し、斜面上方から廃棄された様子がうかがえる。この中から、分析試料として土壌２点を試料番号１・２として採取した。また、土坑86、87、88は３基並んで検出され、直径10cm大の石炭岩片が多量に見られ、炭化材片や焼土が微量に認められた。試料は、各土坑から土壌１点ずつ、試料番号１～３の３点を採取した。この中から、花粉・寄生虫卵分析と植物珪酸体分析に、土坑318の試料番号１・２の２点、土坑86、87、88の試料番号１を選択する。また、微細遺物の調査（洗出し・同定）に土坑318の試料番号１・２の２点を選択する。

（３）溝２・３

排水溝とされる溝の内部は、微少な炭化材片や赤褐色粒子を含む土壌が埋積している。試料として、溝内の覆土断面２ヶ所から土壌５点を採取した。一方の断面では試料番号１～４、他方では試料番号５である。このうち、試料番号３・５が底部に相当する。珪藻分析と花粉分析、植物珪酸体分析に、溝が機能していた当時の堆積物と考えられる試料番号５（底部）を選択する。なお、併せて、土坑318との比較資料とするために寄生虫卵分析も実施する。

（４）畑跡

畑跡の検出面（平面）には、いわゆる地山の黄褐色シルトに付けられたクワ跡や耕土と考えられる暗色層が見られた。また、検出面（平面）とは数メートル離れた土層断面においても、前記の検出面より10cmほど上位で同様な耕土の可能性がある暗色土層が見られ、前記の畑作後に全面的に耕起・撹乱された痕跡と考えられる。

試料は、検出面（平面）から耕作土を試料番号１・２、対照試料としていわゆる地山を試料番号３、土層断面から耕作土を試料番号４として採取した。この中から、花粉分析と植物珪酸体分析に試料番号１・３・４の３点を選択する。なお、土坑318との比較資料とするため、花粉分析と併せて寄生虫卵分析も実施する。

３．分析方法

（１）放射性炭素年代測定（AMS法）

年代測定は、加速器質量分析計を用いた質量分析（AMS法）により行った。なお、測定に際しては（株）地球科学研究所の協力を得た。

（２）珪藻分析

試料を湿重で７ｇ前後秤量し、過酸化水素水・塩酸処理、自然沈降法の順に物理化学処理して、珪藻化石を濃集する。検鏡に適する濃度まで希釈した後、カバーガラス上に滴下し乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入して、永久プレパラートを作製する。検鏡は、光学顕微鏡で油浸600倍あるいは1000倍で行い、メカニカルステージで任意の測線に沿って走査し、珪藻殻が半分以上残存するものを対象に200個体以上を同定・計数する。種の同定では、Krammer and Lange-Bertalot(1986・1988・1991a・1991b)、Krammer(1992)などを用いる。

結果は、検出された種類とその個数の一覧表で示す。なお堆積環境を考える上で、淡水生種は安藤(1990)やAsai&Watanabe(1995)、陸生珪藻は伊藤・堀内(1991)の環境指標種を参考とした。

（３）花粉・寄生虫卵分析

試料を湿重で約10ｇ秤量し、水酸化カリウム処理、篩別、重液分離（臭化亜鉛、比重2.3)、フッ化水素酸処理、アセトリシス処理、(無水酢酸：濃硫酸＝9:1）の順に物理・科学的な処理を施して花粉・胞子化石を分離・濃集する。処理後の残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作製した後、光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する花粉化石および寄生虫卵について同定・計数を行う。

結果は、同定・計数結果の一覧表として表示する。

（４）植物珪酸体分析

植物体の葉や茎に存在する植物珪酸体は、列などの組織構造を呈している。植物体が土壌中に取り込まれた後は、ほとんどが土壌化や撹乱などの影響によって分離し単体となるが、珪化組織片の状態で残留する場合もある。珪化組織片の出現は、燃料材や住居構築材など植物遺体の種類を調査する際に有効な情報を提供する（例えば、パリノ・サーヴェイ株式会社、1993)。今回も珪化組織片の産状に着目する。以下に、方法を述べる。

湿重５g前後の試料について過酸化水素水・塩酸処理、超音波処理(70W、250KHz、１分間)、沈定法、重液分離法（ポリタングステン酸ナトリウム、比重2.5）の順に物理・化学処理を行い、植物珪酸体を分離・濃集する。これを検鏡し易い濃度に希釈し、カバーガラス上に滴下・乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入してプレパラートを作製する。400倍の光学顕微鏡下で全面を走査し、その間に出現するイネ科葉部（葉身と葉鞘）の葉部短細胞に由来した植物珪酸体（以下、短細胞珪酸体と呼ぶ）および葉身機動細胞に由来した植物珪酸体（以下、機動細胞珪酸体と呼ぶ）を含む組織片について、近藤・佐瀬(1986）の分類に基づいて同定・計数する。

結果は、検出された種類とその個数の一覧表および組織片と植物珪酸体群集図で示す。

（５）炭化材同定

木口（横断面）・柾目（放射断面）・板目（接線断面）の３断面の割断面を作製し、実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて木材組織の特徴を観察し、種類を同定する。

（6）微細遺物（洗出し・同定）

試料約300ccに数％の水酸化ナトリウム水溶液を加えて放置し、試料を泥化させる。0.5㎜の篩を通して水洗し、篩上の残渣を集める。残渣を双眼実体顕微鏡下で観察し、同定可能な微細遺物を抽出・計数する。なお、分析・同定に関しては統計的な情報が得られるよう、行程毎に残渣の量を測定する。

4．結果

（1）放射性炭素年代測定（AMS法）

結果を表1に示す。年代値は340±40 y．B．P．が得られた。

表1　放射性炭素年代測定結果（AMS法）

試料名	樹種	年代値	Code No.
焼土遺構炭化材	マツ属複維管束亜属	340±40	Beta-130704

（1）年代値は、1950年を基点とした値。

（2）年代値は、同位体効果の補正を行った値。

（3）誤差：測定誤差1σ（測定値の68％が入る範囲）を年代値に換算した値。

（4）放射性炭素の半減期は、LIBBYの5568年を使用。

（2）珪藻分析

結果を表2に示す。溝の試料番号5では、水域に生育する Craticula cuspidata、湿地などに生育する Eunotia pectinalis var. minor と Pinnularia 属、陸生珪藻A群の Hantzschia amphioxys と Neidium alpinum の各種類が1個体ずつ産出したに過ぎず、水生珪藻や陸生珪藻など生育環境が異なる種類が混在する。なお、陸生珪藻は多少湿り気のある好気的な環境に生育する種群であり、

表2　珪藻分析結果

種類	生態性 塩分	生態性 pH	生態性 流水	環境指標種	溝 5
Craticula cuspidata (Kuetz.)D.G.Mann	Ogh-ind	al-il	ind	S	1
Eunotia pectinalis var. minor (Kuetz.)Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O	1
Hantzschia amphioxys (Ehr.)Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	RA, U	1
Neidium alpinum Hustedt	Ogh-unk	unk	ind	RA	1
Pinnularia spp.	Ogh-unk	unk	unk		1
淡水生種合計					5
珪藻化石総数					5

凡例
H.R.：塩分濃度に対する適応性　pH：水素イオン濃度に対する適応性　C.R.：流水に対する適応性
Ogh-ind：貧塩不定性種　al-il：好アルカリ性種　ind：流水不定性種
Ogh-hob：貧塩嫌塩性種　ac-il：好酸性種　unk：流水不明種
Ogh-unk：貧塩不明種　unk：pH不明種
環境指標種
O（沼沢湿地付着生種群：安藤，1990），S（好汚濁性種：Asai & Watanabe，1995）
U（広域適応性種：Asai & Watanabe，1995），RA（陸生珪藻A群：伊藤・堀内，1991）

中でも乾燥に耐性のある種群は陸生珪藻A群とされる。（伊藤・堀内、1991）。

（3）花粉・寄生虫卵分析

結果を表3に示す。土坑318および土坑86、87、88、溝2、3、畑跡のいずれの試料からも、花粉化石がほとんど検出されない。わずかに検出される花粉化石も保存状態が悪く、外膜が著しく溶けている。検出される種類は、木本花粉のマツ属、草本花粉のイネ科・キク亜科・タンポポ亜科、シダ類胞子の合計5種類である。また、いずれの試料からも寄生虫卵は全く検出されない。

表3　花粉・寄生虫卵分析結果

種類 ＼ 遺構名	土坑318		土坑 86·87·88	溝 2·3	畑跡	
試料番号	1	2	1	5	1	4
木本花粉						
マツ属	-	5	2	1	31	24
草本花粉						
イネ科	2	1	-	1	-	-
キク亜科	-	-	-	-	1	1
タンポポ亜科	-	-	1	-	-	1
シダ類胞子						
シダ類胞子	21	46	32	230	127	208
合計						
木本花粉	0	5	2	1	31	24
草本花粉	2	1	1	1	1	2
シダ類胞子	21	46	32	230	127	208
総計（不明を除く）	23	52	35	232	159	234

（4）植物珪酸体分析

結果を表4、図1に示す。以下に、遺構毎に産状を述べる。

a）土坑13

いずれの試料からも、珪化組織片が検出される。その種類は、稲籾殻に形成されるイネ属穎珪酸体、イネ属短細胞列、特徴的な形態を有する植物珪酸体を含まない不明組織片、ムギ類の外穎（籾殻）に形成される植物珪酸体（杉山・石井、1989）に類似したもの（以下、ムギ類穎珪酸体類似型と称する）などである。この中では、イネ属穎珪酸体と不明組織片の産出が目立つ。

また、単体の植物珪酸体としてイネ属、タケ亜科、ウシクサ属、イチゴツナギ亜科が認められ、イネ属の産出が目立つ。

b）土坑318と土坑86、87、88

珪化組織片の産状は、いずれの遺構試料も焼土遺構と同様である。すなわち、イネ属穎珪酸体、イネ属単細胞列、不明組織片、ムギ類穎珪酸体類似型が検出され、イネ属穎珪酸体と不明組織片の産出が目立つ。なお、土坑318の試料番号2ではイネ属単細胞列の検出個数も多い。

また、単体の植物珪酸体の産状も同様であり、イネ属の産出が目立ち、タケ亜科、ウシクサ族、イチゴツナギ亜科などが認められる。

c）溝2、3

珪化組織片の産状は他の遺構と同様であり、イネ属穎珪酸体と不明組織片の産出が目立つ。また、単体の植物珪酸体の産状も同様であり、イネ属の産出が目立ち、タケ亜科、ウシクサ族、イチゴツナギ亜科などが認められる。

表4　植物珪酸体分析結果

種　　類	土坑13		土坑318		土坑 86・87・88	溝 2・3	畑跡		
試料番号	2	3	1	2	1	5	1	3	4
イネ科葉部短細胞珪酸体									
イネ族イネ属	57	62	86	102	77	61	1	1	12
タケ亜科	-	4	8	11	10	8	6	-	12
ウシクサ族ススキ属	56	27	5	38	34	39	6	2	18
イチゴツナギ亜科オオムギ族	-	1	4	2	5	7	-	-	-
イチゴツナギ亜科	3	7	8	4	14	16	-	-	1
不明キビ型	55	78	62	67	92	74	12	5	46
不明ヒゲシバ型	27	23	21	26	26	27	4	-	8
不明ダンチク型	29	22	22	24	25	30	4	-	17
イネ科葉身機動細胞珪酸体									
イネ族イネ属	35	31	38	37	41	27	1	1	4
タケ亜科	7	22	15	25	13	21	-	-	3
ウシクサ族	37	26	28	27	30	44	2	-	1
不明	24	32	27	23	22	16	1	1	7
合　　計									
イネ科葉部短細胞珪酸体	227	224	216	274	283	262	33	8	114
イネ科葉身機動細胞珪酸体	103	111	108	112	106	108	4	2	15
総　　計	330	335	324	386	389	370	37	10	129
組織片									
イネ属穎珪酸体	65	133	190	159	82	99	1	-	3
ムギ類穎珪酸体類似型	18	20	6	7	7	5	-	-	-
イネ属短細胞列	12	28	8	34	4	4	-	-	-
イネ属機動細胞列	2	-	2	-	-	-	-	-	-
ススキ属短細胞列	1	3	-	1	2	2	-	-	-
ウシクサ族機動細胞列	-	2	-	-	-	-	-	-	-
不明組織片	50	77	20	59	22	15	-	-	11

d）畑跡

いずれの試料も保存状態が悪く、検出個数も概して少ない。耕作土の試料番号1・4では、イネ属やタケ亜科、ウシクサ族などが認められ、試料番号4ではイネ属の産出が目立つ。地山の試料番号3ではイネ属などがわずかに認められるに過ぎない。

（5）炭化材同定

炭化材は、マツ属複維管束亜属に同定される。以下に、解剖学的特徴などを記す。

・マツ属複維管束亜属（Pinus subgen. Diploxylon）　　マツ科

試料は年輪界で割れており、1年分に満たない。仮道管の早材部から晩材部への移行はやや緩やか。垂直樹脂道及び水平樹脂道が認められる。分野壁孔は窓状となり、放射仮道管内壁には鋸歯状の突出が認められる。反射組織は単列、1～15細胞高。

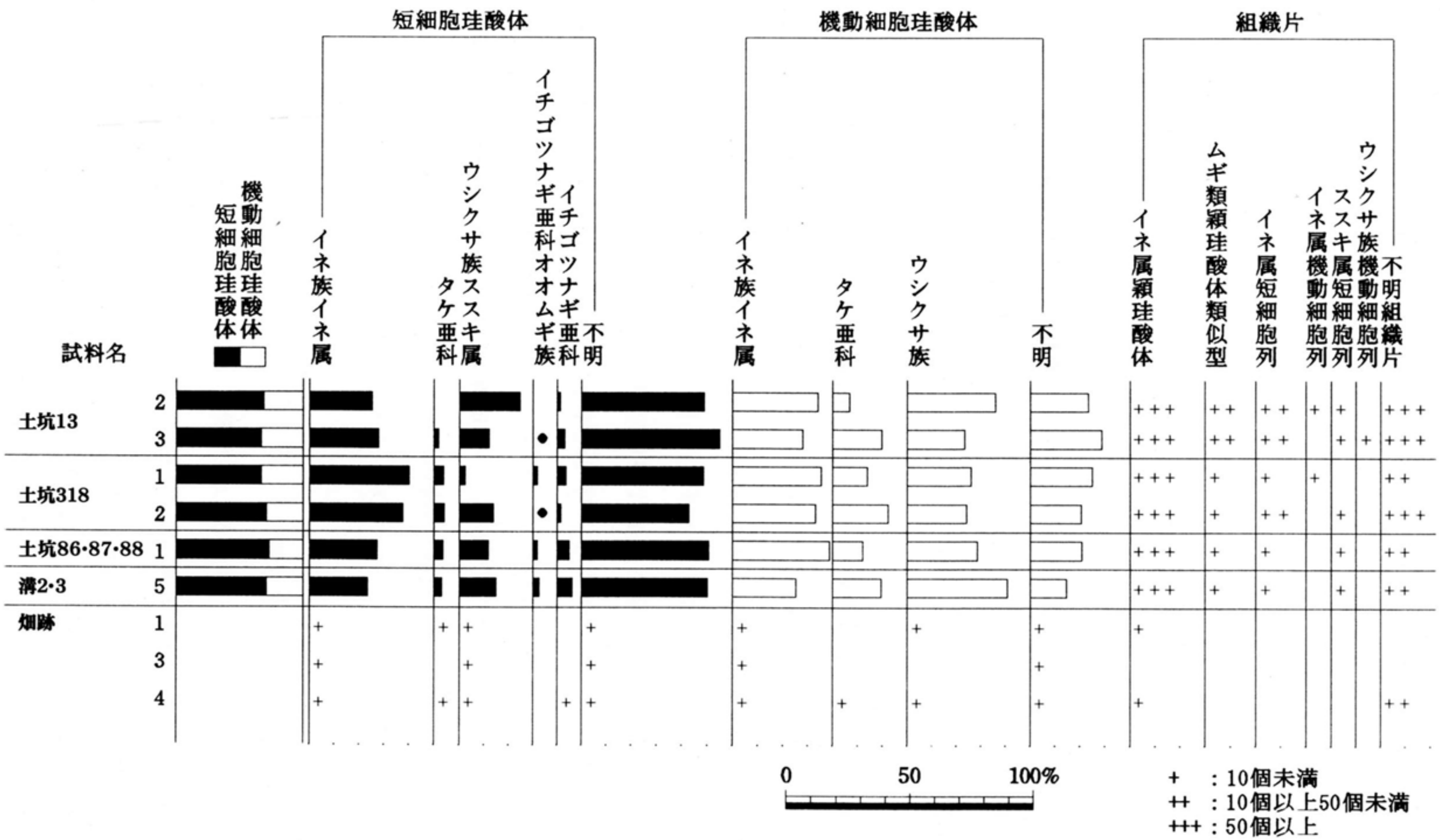


図１　植物珪酸体群集と組織片の産状
出現率は、イネ科葉部短細胞珪酸体、イネ科葉身機動細胞珪酸体の総数を基数として百分率で算出した。なお、●○は１％未満の種類、＋はイネ科葉部短細胞珪酸体で200個未満、イネ科葉身機動細胞珪酸体で100個未満の試料で検出された種類を示す。また、組織片の産状を検出個数により+、++、+++の記号で示す。

（６）微細遺物（洗出し・同定）

結果を表５に示す。残渣のほとんどは、砂礫粒と泥化されなかった固い土塊である。炭化物は、数個ほど認められるに過ぎない。いずれも木材由来と思われるが、１㎜程度と微細であるため、種類を特定することはできない。

表５　微細遺物同定結果

遺構	試料	分析量 (g)	残渣量 (g)	炭化物量 (g)
土坑318	1	360	5.6	+
	2	372	7.2	+

＋は、0.1g以下を示す。

５．考察

（１）土坑13に関する検討

ａ）年代

今回の分析で得られた年代値は、17世紀初めの近世琉球初頭頃にあたる。ちょうど、浦添グスクが薩摩軍に焼き討ちにあった1609年前後である。これは、本遺跡が14世紀後半～17世紀にまで続いた屋敷跡と考えられていることと整合する。

ｂ）燃料材の種類

炭化物は、燃料材の可能性が指摘されている。マツ属複維管束亜属の木材は松脂を多く含んでおり、火力も高く、燃料材としては適材と言える。また、本地域では伐採地などの陽地にマツ属複維管束亜属のリュウキュウマツが広く分布している。今回の結果から、過去においても周辺の陽地にリュウキュウマツが生育しており、燃料材として利用していたことが推定される。

焼土からは、稲籾殻や稲藁などの珪化組織片が検出され、これらの灰が混入していることがうかがえる。この他、特徴的な形態を有する植物珪酸体を含まない不明組織片の産出も目立ち、イネ以外の植物の灰も混入していると思われる。また、ムギ類穎珪酸体類似型も認められた。珪酸体の形態からはオオムギやコムギなどの栽培ムギに由来するものか否かの判別がつきにくいが、栽培ムギであれば、イネの他にも農作物の植物体の灰も混入していたと思われる。以上のことにより、燃料材として木材ではリュウキュウマツ、草木類でイネなどの農作物などが利用されたことがうかがえる。

（２）土坑318と土坑86、87、88の内容物

土坑318からは、土坑13と同様にイネなどの農作物や他の草木類に由来する珪化組織片が検出され、これらの植物体またはその灰が混入していることがうかがえる。したがって、これらが廃棄されたものと思われる。

土坑86、87、88からも同様に組織片が認められた。土坑内には焼土が含まれており、この焼土を形成した際の燃料材の一部にイネなどの農作物の植物体が利用された可能性がある。また、植物体自体が廃棄された可能性もある。

なお、ゴミ溜遺構の微細遺物には微少な炭化物片がわずかに見られたに過ぎず、栽培植物や可

食植物などの痕跡は認められなかった。また、土坑318と土坑86、87、88からは寄生虫卵が全く検出されなかった。堆積物中に寄生虫卵が含まれている場合には、その密度や共産する微細な動植物遺体から糞便堆積物の有無が検討できるとされている（例えば、黒崎ほか、1994)。しかし、今回の産状を見る限り、これらの遺構内に排泄物の痕跡を見いだすことは難しい。

（3）溝内の状態

調査区東端で検出された溝2、3を堆積する土壌からは、少ないながらも水生珪藻や陸生珪藻など生育環境が異なる種類が産出した。発掘調査所見では排水溝のような用途が推定されているが、覆土の層相から常時滞水しているようには見えない。今回の珪藻化石の産状もこれを支持し、構内に一時的に滞水した後に乾くようなことが繰り返されたことを反映しているのかもしれない。また、珪化組織片も他の遺構と同様に認められた。埋積土壌の中には焼土も含まれており、燃料材の灰が廃棄されるなどして、混入したと思われる。

（4）畑跡に関する検討

畑跡から採取された堆積物からは、花粉化石がほとんど検出されなかった。植物珪酸体の検出個数も少なく、その中ではイネ属やタケ亜科、ウシクサ族などが認められ、土層断面に見られた耕土とされる土層ではイネ属の産出が目立った。対照試料のいわゆる地山も、イネ属などがわずかに認められたに過ぎない。この様な産状から見る限り、畑跡でイネが存在したことは考えられるが、農耕が行われていたことを積極的に支持することは難しい。

グスク時代には水田稲作やムギ・アワの畑作、牛の飼育を含めた複合農耕が行われていたとされる。(安里，1996)。また、前述のように、本遺跡においても燃料材のひとつにイネなどの農作物が利用されたことが考えられる。したがって、その生産地が屋敷の周囲に存在し、この畑跡でも稲作や畑作が行われた可能性がある。今後さらに複数地点で微化石の産状を調査する必要があり、検討課題として残される。

（5）周辺の植生

各遺構からは、木本花粉のマツ属、草本花粉のイネ科・キク亜科・タンポポ亜科などがわずかに検出され、少なくとも調査地点の周辺に生育していた母植物に由来する可能性がある。また、イネ属やタケ亜科、ウシクサ族、イチゴツナギ亜科などの植物珪酸体も認められ、遺跡周辺にはこれらのイネ科植物が生育していたことがうかがえる。花粉化石の検出個体数・種類数がともに少なくまた保存状態も悪かったのは、土壌生物の活動や高温・多湿な環境により分解・消失したと思われる。遺跡周辺の古植生については、今後さらに調査事例を蓄積して検討する必要があろう。

引用文献

Asai ,K. end Watanabe ,T. (1995) Statistic Classification of Epilithic Diatom Species into

Three Ecological Groups relating to Organic Water Pollution（2） Saprophilous and saproxenous taxa. Diatom,10, p.35-47.

安里　進（1996）グスク時代の農耕技術．考古学からみた琉球史　上巻ー古琉球世界の形成ー，p.112-120，ひるぎ社．

伊藤良永・堀内誠示（1991）陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用．珪藻学会誌，6，p.23-45．

近藤錬三・佐瀬　隆（1986）植物珪酸体分析，その特性と応用．第四紀研究，25，p.31-64．

krammer,k.（1992）PINNULARIA, eine Monographie der europaischen Taxa. BIBLIOTHECA DIATOMOLOGICA BAND 26. p.1-353. BERLIN・STUTTGART.

krammer, K. and Lange-Bertalot, H.（1986）Bacillariophyceae, Teil 1, Naviculaceae. Band 2/1 von:Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag. Krammer, k. and Lange-Bertalot, H.（1988） Bacillariophyceae, Teil 2, Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. Band 2/2 von:Die Suesswasserf lora von Mitteleuropa, 536p., Gustvav Fischer Verlag.

krammer, K. and Lange-Bertalot, H.（1991a） Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 von:Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 230p., Gustav Fischer Verlag.

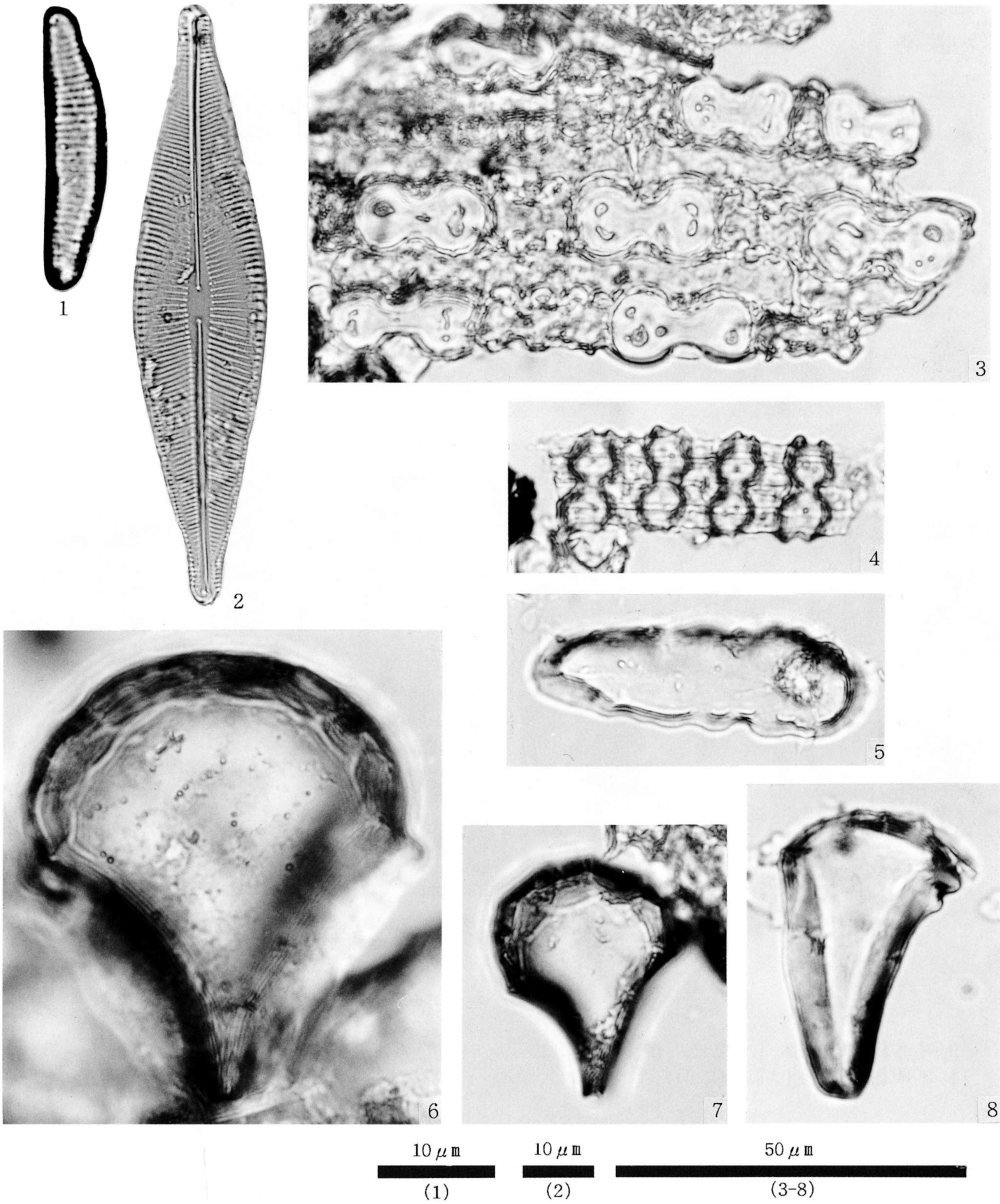
Krammer, K. and Lange-Bertalot, H.（1991b） Bacillariophyceae, Teil 4, Achnanthaceae, Kritische Ergaenzungen zu Navicula（Lineolatae） und Gomphonema. Band 2/4 von:Die Susswasserflora von Mitteleuropa, 248p., Gustav Fischer Verlag.

黒崎　直・松井　章・金原正明・金原正子（1994）トイレの考古学．日本考古学協会第60回総会研究発表要旨，p.49-51，日本考古学協会．

パリノ・サーヴェイ株式会社（1993）自然科学分析からみた人々の生活（1）．慶應義塾藤沢校地埋蔵文化財調査室編「湘南藤沢キャンパス内遺跡　第１巻　総論」，p347-370，慶應義塾．

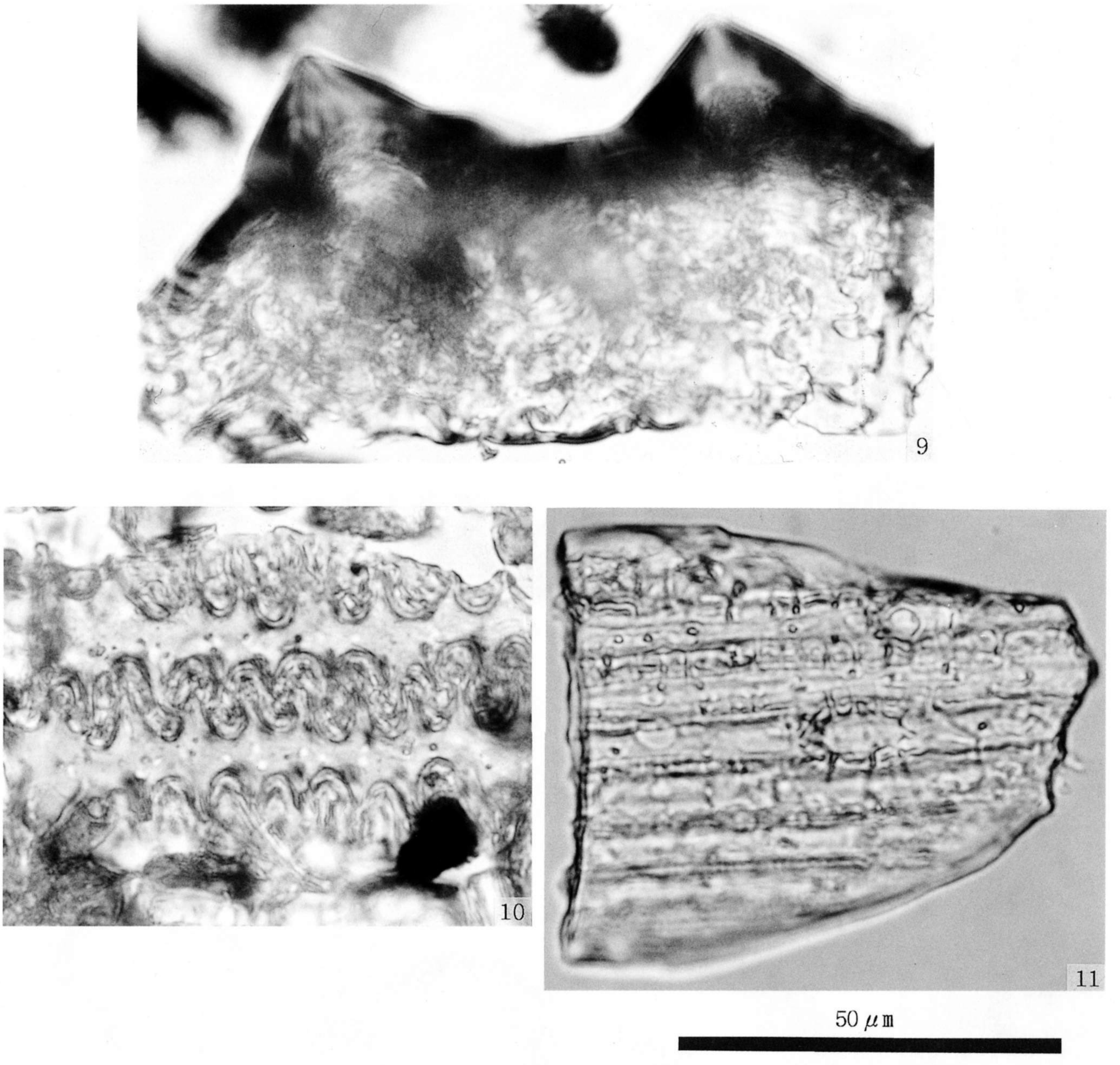
杉山真二・石井克己（1989）群馬県子持村、ＦＰ直下遺跡から検出された灰化物の植物珪酸体（プラント・オパール）分析．日本第四紀学会講演要旨集，p.34-35．

図版１　珪藻化石・植物珪酸体



1. Eunotia pectinalis var. minor (Kuetz.) Rabenhorst（溝；5）
2. Craticula cuspidata (Kuetz.) D.G.Mann（溝；5）
3. ススキ属短細胞列（集石土坑；1）
4. イネ属短細胞列（焼土遺構；3）
5. オオムギ族短細胞珪酸体（集石土坑；1）
6. イネ属機動細胞珪酸体（焼土遺構；3）
7. イネ属機動細胞珪酸体（集石土坑；1）
8. ウシクサ族機動細胞珪酸体（焼土遺構；3）

図版２　珪化組織片

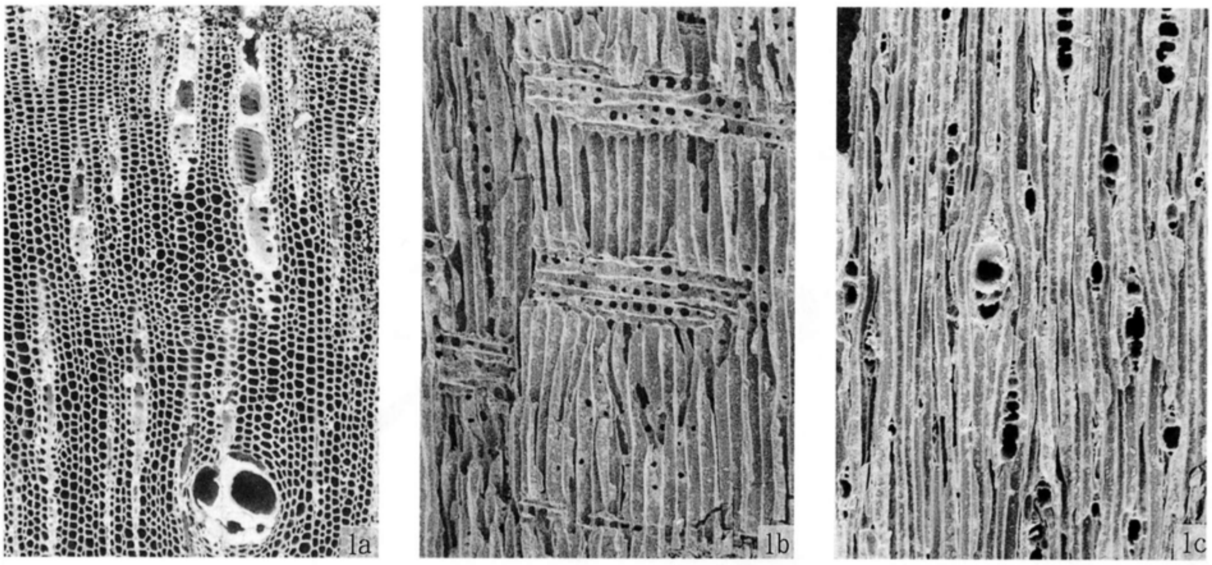


9. イネ属穎珪酸体（土坑13　焼土遺構；3）　　10. ムギ類穎珪酸体類似型（土坑318；2）
11. 不明組織片（土坑318；2）

図版３　花粉分析プレパラート内の状況

1.状況写真（溝2，3；5）　　2.状況写真（土坑318；1）
3.状況写真（土坑318；2）　4.状況写真（畑跡；1）
5.状況写真（畑跡；4）　　　6.状況写真（土坑86，87，88；1）

図版4　炭化材



200μm : a
200μm : b, c

1．マツ属複維管束亜属（土坑13　焼土遺構）
a：木口，b：柾目，c：板目

附章 2
当山東原遺跡の自然科学分析（2）

パリノ・サーヴェイ株式会社

はじめに

当山東原遺跡は、牧港川左岸の石灰岩台地上に位置し、南西側背後には浦添城のあった一段高い石灰岩台地の崖が迫っている。これまでの発掘調査により、屋敷跡や倉庫跡が検出され、また、馬のひづめ骨や鍍金の飾り金具なども出土し、15世紀から17世紀までの300年間にわたり居住した地元の有力者の屋敷があったと考えられている。

今回の発掘調査はこれに隣接する範囲で行われたが、調査の結果、溝状の遺構と植栽痕と考えられる遺構が確認された。本報告では、これらの遺構の機能と用途について、覆土中に含まれる微化石や化学成分および微細構造を観察することにより検証を行う。

1．試料

(1) 溝

検出された溝は、遺跡のある台地を横切る方向に伸びており、上面の幅は約1.5m程度である。この遺構断面が作成されたD-17・18断面では、溝の幅が約2m程に広がっている。溝の覆土には掘り込みも認められ、溝の埋積後に一時期再び小さな溝が作られたことが示唆される。この小さな溝の覆土の上位には、調査区全面を覆う酸化鉄を含む暗褐色の土壌層が堆積し、さらに上位には径1～2cmの角礫を多く含む褐色土壌層と角礫の散在する灰褐色土壌層が堆積し、現在の盛土が覆っている。試料は、D-17・18断面より、試料番号1～22までの22点を採取した。

試料番号1は盛り土直下の角礫を含む層、試料番号2はその下位の角礫を多く含む層からそれぞれ採取した。試料番号3～5、9～11、15～17は溝覆土上位の調査区全面を覆う土壌層から採取した試料であり、それぞれ位置を変えて土壌層の上、中、下部を採取したものである。試料番号6～8は試料番号5の下位で小さな溝の覆土の上、中、下部から採取した試料である。試料番号12～14および試料番号18～20は、それぞれ試料番号11の下位、17の下位で大きな溝の覆土の上、中、下部から採取したものである。試料番号21および22は、いわゆるマージからなる地山から採取した。

(2) ピット列遺構

植栽痕と考えられた遺構、円形の平面形と半円形の断面形を有し、おおよそ東西方向に4列ないし5列並んでいる状況が確認された。平面形の径は20cm程度の小型のもの、径30～40cmの中型のもの、径60cm程度の大型のものがあり、中型の列が3～4列、その両脇に小型の列と大型の列がそれぞれ1列ずつ並んでいる。中型の列では4～6基が確認され、小型および大型の列では3基程度が確認されている。遺構の覆土は黒色土粒、赤色土粒、黒褐色土粒が混在し、全体的に暗灰色を呈する砂混じりのシルトである。

試料は、基本的にはピット1基から覆土1点ずつを採取した。試料を採取した遺構にはピット番号を付けた。これらのうち、SP478は小型であり、後述する軟X線写真撮影用のブロック試料も採取した。SP478，494，491，488，497，485，504，490は中型である。このうち490では、覆土の黒色土の部分と地山のマージが混在している部分とに分けて採取された。481は大型である。

なお、以下の本文では、これらの遺構を現地での通称から「ピット列遺構」と表記するが、「ピット列遺構」という用語についての厳密な定義に基づいて使用しているわけではない。

2．分析方法

溝の検証については、過去の水域環境を示唆する珪藻化石の産状を調べる。対象とする試料は、小さい溝底の試料である試料番号8と大きい溝底の試料である試料番号14の2点である。

ピット列遺構については、花粉および寄生虫卵、植物珪酸体の各微化石の産状を調べるとともに植物体や施肥の痕跡を探る目的で土壌中の腐植含量とリン酸含量を測定する。対象とする試料は、SP481、SP504の各1点ずつとSP490の2点および比較対照試料としてD-17・18断面の試料番号8、14、21の3点の合計7点を選択した。さらに、覆土に残されている可能性のある植物根の痕跡の検出を目的として軟X線写真による土壌構造の観察も行う。これは、SP478から採取されたブロック試料を用いる。以下の各分析方法の処理過程を述べる。

（1）珪藻分析

試料を湿重で7g前後秤量し、過酸化水素水、塩酸処理、自然沈降法の順に物理化学処理を施して、珪藻化石を濃集する。検鏡に適する濃度まで希釈した後、カバーガラス上に滴下し乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入して、永久プレパラートを作製する。検鏡は、光学顕微鏡で油浸600倍あるいは1000倍で行い、メカニカルステージで任意の測線に沿って走査し、珪藻殻が半分以上残存するものを対象に200個体以上同定・計数する。種の同定は、K. Krammer and Lange-Bertalot（1986・1988・1991a・1991b)、K. Krammer（1992）などを用いる。

（2）花粉分析

試料を湿重で約10g秤量し、水酸化カリウム処理、篩別、重液分離（臭化亜鉛，比重2.3)、フッ化水素酸処理、アセトリシス処理（無水酢酸：濃硫酸＝9：1）の順に物理・化学的な処理を施して花粉・胞子化石を分離・濃集する。処理後の残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作成した後、光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する全ての種類について同定・計数を行う。結果は同定・計数結果の一覧表として表示する。

（3）寄生虫卵分析

分析は、金原・金原（1992）を参考にして次の方法で行った。試料を15cc秤量し、蒸留水を加えて篩別（250μ）し、フッ化水素酸処理、アセトリシス処理（無水酢酸：濃硫酸＝9：1）の

順に物理・化学的な処理を施して寄生虫卵を分離・濃集する。処理後の残渣を1ccないし0.5ccに調整する。分析残渣から一定量を採取し、グリセリンで封入してプレパラートを作成する。光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する寄生虫卵の同定・計数を行う。

（4）植物珪酸体分析

湿重5g前後の試料について過酸化水素水・塩酸処理、超音波処理（70w,250KHz,1分間）、沈定法、重液分離法（ポリタングステン酸ナトリウム、比重2.5）の順に物理・化学処理を行い、植物珪酸体を分離・濃集する。これを検鏡し易しい濃度に希釈し、カバーガラス上に滴下・乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入してプレパラートを作製する。

400倍の光学顕微鏡下で全面を走査し、その間に出現するイネ科葉部（葉身と葉鞘）の葉部短細胞に由来した植物珪酸体（以下、短細胞珪酸体と呼ぶ）および葉身機動細胞に由来した植物珪酸体（以下、機動細胞珪酸体と呼ぶ）を、近藤・佐瀬（1986）の分類に基づいて同定・計数する。

結果は、検出された種類とその個数の一覧表で示す。また、検出された植物珪酸体の出現傾向から古植生や稲作について検討するために、植物珪酸体群集図を作成した。各種類の出現率は、短細胞珪酸体と機動細胞珪酸体の珪酸体毎に、それぞれの総数を基数とする百分率で求めた。

（5）土壌理化学分析

a）リン酸含量

分析は、土壌標準分析・測定法委員会編（1986）、土壌養分測定法委員会編（1981）、京都大学農学部農芸化学教室編（1957）、農林水産省技術会議事務局監修（1967）、ペドロジスト懇談会（1984）などを参考にした。以下に、分析方法を示す。

試料を風乾後、軽く粉砕して2.0mmの篩を通過させる（風乾細土試料）。風乾細土試料の水分を加熱減量法（105℃、5時間）により測定する。風乾細土試料2.00gをケルダールフラスコに秤とり、はじめに硝酸(HNO 3) 5mlを加えて加熱分解する。放冷後、過塩素酸(HClO4) 10mlを加えて再び加熱分解を行う。分解終了後、蒸留水で、100mlに定容して、ろ過する。今回は、リン酸含量をリン酸（P205）濃度として測定する。ろ液の一定量を試験管に採取し、リン酸発色液を加えて分光光度計によりリン酸濃度を測定する。

b）腐植含量

粉砕土0.100～0.500gを100ml三角フラスコに秤とり、0.4Nクロム酸・硫酸混液10mlを正確に加え、約200℃の砂浴上で正確に5分間煮沸する。冷却後、0.2%フェニルアントラニル酸液を指示薬に0.2N硫酸第1鉄アンモニウム液で滴定する。滴定値および加熱減量法で求めた水分量から乾土あたりの有機炭素量（Org-C　乾土%）を求め、1.724を乗じて腐植含量を算出する。

（6）軟X線写真観察

土層断面より採取したブロック状の試料から幅7㎝、長さ20㎝、厚さ1㎝の板状の試料をプラスチックケース内に分離、成形して軟X線写真の撮影を行った。撮影はニッテツ・ファインプロ

ダクツ釜石文化財保存処理センターの協力を得た。

3．結果

（1）珪藻分析

試料番号8は無化石、試料番号14は耐乾性の強い陸生珪藻A群（伊藤・堀内,1991）のPinnularia borealisが1個体産出しただけであった。

（2）花粉分析

結果を表1に示す。花粉化石はほとんど検出されない。僅かに検出される花粉化石も保存状態が悪い。検出される種類は、木本花粉のマツ属、草本花粉のイネ科・アカザ科、シダ類胞子の合計4種類である。

表1　花粉分析結果

種　　類	ピット列遺構				D-17・18		
	SP481	SP504	SP490	SP490			
試料番号			マージ混土	黒色土	8	14	21
木本花粉							
マツ属	1	－	－	－	18	5	－
草本花粉							
イネ科	1	－	－	－	－	1	－
アカザ科	－	－	－	－	1	－	－
シダ類胞子							
シダ類胞子	32	6	6	11	70	21	1
合　計							
木本花粉	1	0	0	0	18	5	0
草本花粉	1	0	0	0	1	1	0
不明花粉	0	0	0	0	0	0	0
シダ類胞子	32	6	6	11	70	21	1
総計	34	6	6	11	89	27	1

（3）寄生虫卵分析

各試料とも寄生虫卵は検出されない。

（4）植物珪酸体分析

結果を表2、図1に示す。植栽痕試料では、いずれの試料からも栽培植物であるイネ属の短細胞珪酸体が検出され、特に大型のSP481で検出個数が多い。また、稲籾殻に形成されるイネ属穎珪酸体も認められる。SP504では、植物珪酸体の保存状態が悪く、イネ属やタケ亜科などの短細胞珪酸体がわずかに認められるに過ぎない。SP490のマージ混じり土と黒色土も同様に保存状態が悪く、イネ属の検出個数も少ない。植栽痕試料では、イネ属の他にタケ亜科、ヨシ属、ウシクサ族、イチゴツナギ亜科がわずかに認められる。

D-17・18断面試料のうち、地山の試料番号21ではイネ属やタケ亜科などの短細胞珪酸体がわずかに認められるに過ぎない。溝底部の試料番号14、再び構築された溝の底部である試料番号8ではイネ属の産出が目立つ。穎珪酸体も認められる。また、タケ亜科、ヨシ属、ウシクサ族、イチゴツナギ亜科が認められる。

表２　植物珪酸体分析結果

種　　類　　試料番号	ピット列遺構 SP481	SP504	SP490 マージ混土	SP490 黒色土	D-17・18 8	14	21
イネ科葉部短細胞珪酸体							
イネ族イネ属	105	1	8	9	70	130	1
タケ亜科	25	4	－	15	22	35	2
ヨシ属	2	－	1	－	－	2	－
ウシクサ族コブナグサ属	1	－	－	－	4	1	1
ウシクサ族ススキ属	147	－	5	9	42	90	－
イチゴツナギ亜科	35	－	4	6	4	14	－
不明キビ型	175	1	15	57	138	192	1
不明ヒゲシバ型	13	－	1	1	6	1	－
不明ダンチク型	26	－	4	10	17	20	－
イネ科葉身機動細胞珪酸体							
イネ族イネ属	7	－	－	－	8	17	－
タケ亜科	8	－	－	6	11	35	－
ヨシ属	1	－	－	－	－	1	－
ウシクサ族	16	－	－	6	23	29	－
不明	14	－	－	4	13	22	－
合　　計							
イネ科葉部短細胞珪酸体	529	6	38	107	303	485	5
イネ科葉身機動細胞珪酸体	46	0	0	16	55	104	0
総　計	575	6	38	123	358	589	5
組　織　片							
イネ属穎珪酸体	21	－	－	－	17	33	－

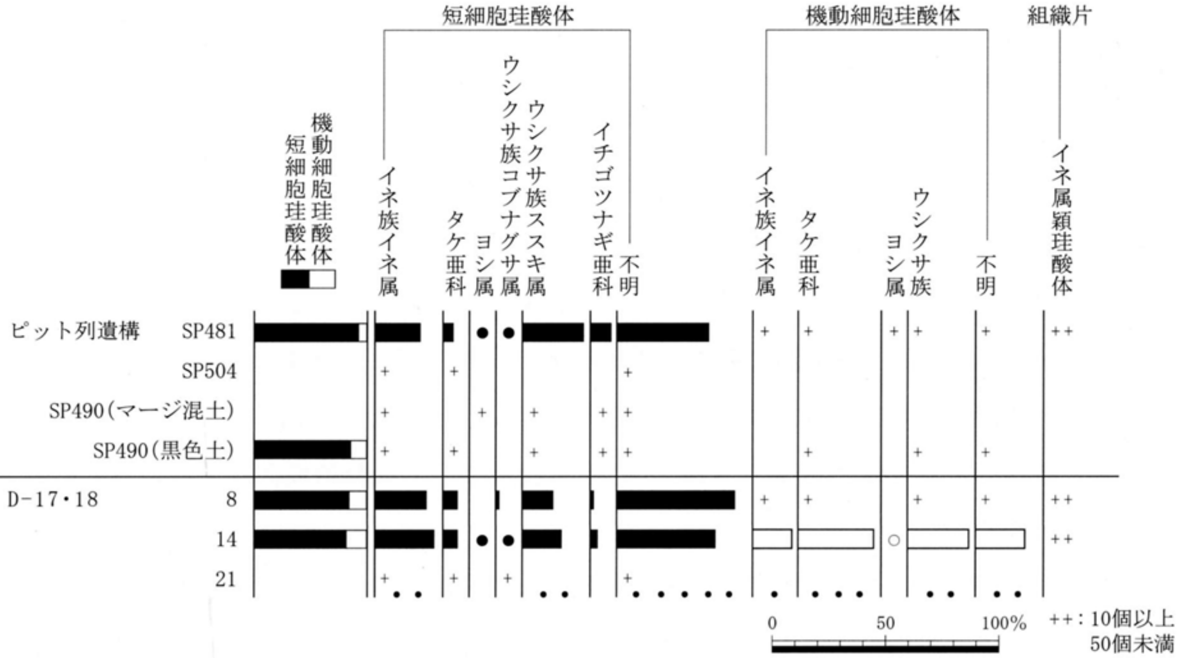


図１　植物珪酸体群集と組織片の産状
出現率は、イネ科葉部短細胞珪酸体、イネ科葉身機動細胞珪酸体の総数を基数として百分率で算出した。なお、●○は１％未満の種類、＋はイネ科葉部短細胞珪酸体で200個未満、イネ科葉身機動細胞珪酸体で100個未満の試料で検出された種類を示す。また、組織片の産状を検出個数により++の記号で示す。

（５）土壌理化学分析

ピット列遺構覆土の腐植含量は、黒色土の多いSP481とSP490黒色土試料でやや高い傾向はあるが、含量は0.8～1.3％と全体的に低い。これは地山であるD-17・18断面試料番号21よりは若干高いが、溝の覆土である同断面試料番号８と14と同程度の含量である。

ピット列遺構覆土のリン酸含量は、概ね6.0～8.0P_2O_5mg/gであり、植栽痕SP490のマージ混じり土のみ10.0P_2O_5mg/gを超えて高い値を示す。一方、溝の覆土のリン酸含量もピット列遺構覆土とほぼ同じ程度であり、ここでも地山試料のD-17・18断面試料番号21は10.0P_2O_5mg/gを超えている。

表3 土壌理化学分析結果

遺構	試料	土性	土色	腐植含量(%)	P2O5(mg/g)
ピット列遺構	SP481	HC	10YR4/3 にぶい黄褐	1.34	6.32
ピット列遺構	SP504	HC	10YR4/4 褐	0.79	6.99
ピット列遺構	SP490 マージ混じり土	HC	10YR4/6 褐	0.80	10.40
ピット列遺構	SP490 黒色土	HC	10YR4/4 褐	1.06	7.81
D－17・18	8	HC	10YR5/4 にぶい黄褐	1.05	7.02
D－17・18	14	HC	10YR5/4 にぶい黄褐	1.26	8.06
D－17・18	21	HC	10YR5/6 黄褐	0.69	10.55

注.（1）土色：マンセル表色系に準じた新版標準土色帖（農林省農林水産技術会議監修，1967）による。
（2）土性：土壌調査ハンドブック（ペドロジスト懇談会編，1984）の野外土性による。
HC･･･重埴土（粘土45～100%、シルト0～55%、砂0～55%）

（６）軟Ｘ線写真観察

ピット列遺構SP478覆土の軟Ｘ線写真を図版2に示す。写真の下位より３～４㎝の層界がピット列遺構の底と考えられる層準に相当し、その層準の下位の堆積物は石炭岩の風化した土壌であるマージからなる。

マージは粘土・シルトの細粒砕屑物からなる。構造は塊状であるが、ペッド状に分離している。各ペッドの端部は角張っていない。このペッドの成因としては、1）ピット列遺構覆土部分より続く、草本植物の縦方向・横方向に根による擾乱作用、2）マージ堆積時の乾痕、3）ピット列遺構構築時の遺構底面の整形、などの可能性が考えられる。1）の擾乱作用だけでは丸みのあるペッドは形成されないと考えることから、2）・3）の可能性など、複数の成因が絡み合って形成されたものと思われる。

ピット列遺構覆土である黒色土は、細礫～粗粒砂大の石灰岩岩片が混じる有機質に富んだ土壌からなる。土性は、埴壌土～埴土に区分される。土壌構造は上位から下位まで粒団構造が確認されるが、底から約５㎝の層準を境として、粒団構造やその他の構造に違いが認められる。

下部は粒団構造が強度に発達している。粒団は副次的な形成過程が窺え、１～２㎜程度の粒団が集合体となって、さらに大きな径５～７㎜程度、最大1.5㎝程度の塊状粒団を形成している。各粒団は孔隙によりほぼ囲まれており、部分的に接するだけである。配向性はランダムであり、

粒団の間を縫うように草本植物の根が認められている。このような構造は畑作土で認められる構造と同様である。また、下部の最下部に粗粒砂や細礫が集中する状況が見られるが、これは覆土の攪乱を示唆している。

上部は、粒団が下部のように発達せず、くずれている状況が窺える。また、層準によっては細礫が水平方向に連続して配列する葉理状の構造が認められる。このような構造は、本来存在した発達する粒団が経年変化の過程で上位から崩れてきてることを示しており、葉理状の構造は遺構機能時に土壌を掘り返し、埋め戻している可能性を示唆する。また、最上部には下に凸な構造が認められることから、間接的な圧密の影響も及んでいることが推定される。

4．考察

（1）溝状遺構について

今回の珪藻化石の産状からは、どちらの溝についても当時の環境を推定することはできない。珪藻化石が検出されなかった理由としては、1）溝には水が流れていなかった、2）溝には水が流れていたが廃絶後の埋積過程において珪藻化石が化学的な条件により溶失してしまったという2通りのことが考えられる。当社の沖縄本島各地における堆積物の珪藻分析例では、水域環境にあった可能性の高い堆積物でも珪藻化石の産出が不良なことがしばしばある。このことを考慮すると今回の場合は2）になる可能性があるが、一方、後述するように覆土中の植物珪酸体の産状から、溝は単に水を流す溝ではなかった可能性もある。今後類例における分析などで検討を重ねたい。

（2）ピット列遺構について

今回の分析結果のうち、花粉化石および寄生虫卵の産状からは特に植栽痕であったことを支持するような情報は得られない。また、腐植含量は、溝覆土と共に地山と比べて高い傾向にあり、何らかの有機物の付加が考えられ、植栽痕であることの根拠と言えそうである。なお、腐植含量が低い地山や植栽痕覆土は、沖縄本島における気候的な条件から腐植の分解と流失が比較的速いことを示唆している。また、今回得られたリン酸含量は、これまでの島尻マージの分析例（渡嘉敷、1993）と比べても特に高いということはなく、一般的な特性であるといえる。

以上の分析結果に対して、植物珪酸体分析では、SP481と溝の覆土においてやや特異な状況が見て取れる。どちらもその産状は、稲籾殻や稲藁が混在していた可能性があることを示唆する。このような産状は、沖縄本島における当社の分析例でも認められている。この遺構は、近世初頭（16世紀代）のピット状遺構であり、土壌に稲藁やイネの籾殻などを混和し、それを堆肥としてピット内に戻して作物を栽培したと推定されている。今回のSP481および溝は、堆肥に係わる何らかの遺構であった可能性がある。

SP481以外のピットについては、植物珪酸体の産状は不良であるが、SP478の覆土の軟Ｘ線観察で特徴的な構造が認められた。覆土の土壌構造は、ピットが人為的な攪乱を強く受けた畑作土

のような良くこなされた土壌であることを示唆している。また、数回にわたって、遺構外に土壌を掘り返し、埋め戻している可能性もあり、本構造の性格を考える上で興味深い結果といえる。また、植物根の状況や土壌構造からみた場合、苗などを植えたものではなく、種まきの植栽痕である可能性が高い。根の形状はマージ部分で横方向に発達するが、これはマージの硬さが根の垂直方向への発達を阻害した可能性がある。

今後も類例が認められた場合は、同様に観察を行うとともに土壌薄片作製観察による微細構造把握なども行い検討していきたい。

さらに、今回分析対象としたのはSP478・SP481・SP504・SP490の4土坑であり、これら以外の土坑も対象とし、資料を蓄積する必要がある。

引用文献

土壌標準分析・測定法委員会編（1986）「土壌標準分析・測定法」. 354p., 博友社.

土壌養分測定法委員会編（1981）「土壌養分分析法」. 440p., 養賢堂.

伊藤良永・堀内誠示（1991）陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用. 珪藻学会誌, 6, p.23-45.

金原正明・金原正子（1992）花粉分析および寄生虫.「藤原京跡の便所遺構ー右京七条ー坊西北坪ー」, p.12-15, 奈良国立文化財研究所.

近藤錬三・佐瀬　隆（1986）植物珪酸体分析, その特性と応用. 第四紀研究, 25, p.31-64.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986) Bacillariophyceae, Teil 1, Naviculaceae. Band 2/1 von: Die Susswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1988) Bacillariophyceae, Teil 2, Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. Band 2/2 von: Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 536p., Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991a) Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilaariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 von: Die Suesswasserflora von Mitteleuropaa, 230p., Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. and Lange-Bedrtalot, H. (1991b) Bacillaariophyceae, Teil 4, Achnanthaceae, Kritsche Ergaenzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Band 2/4 von: Die Suesswasserflora von Mitteleuropa, 248p., Gustav Fischer Varlag.

Krammer, K. (1992) PINNULARIA, eine Monographie der europaischen Taxa. BIBLIOTHECA DIATOMOLOGICA BAND 26, p.1-353., BERLIN・STUTTGART

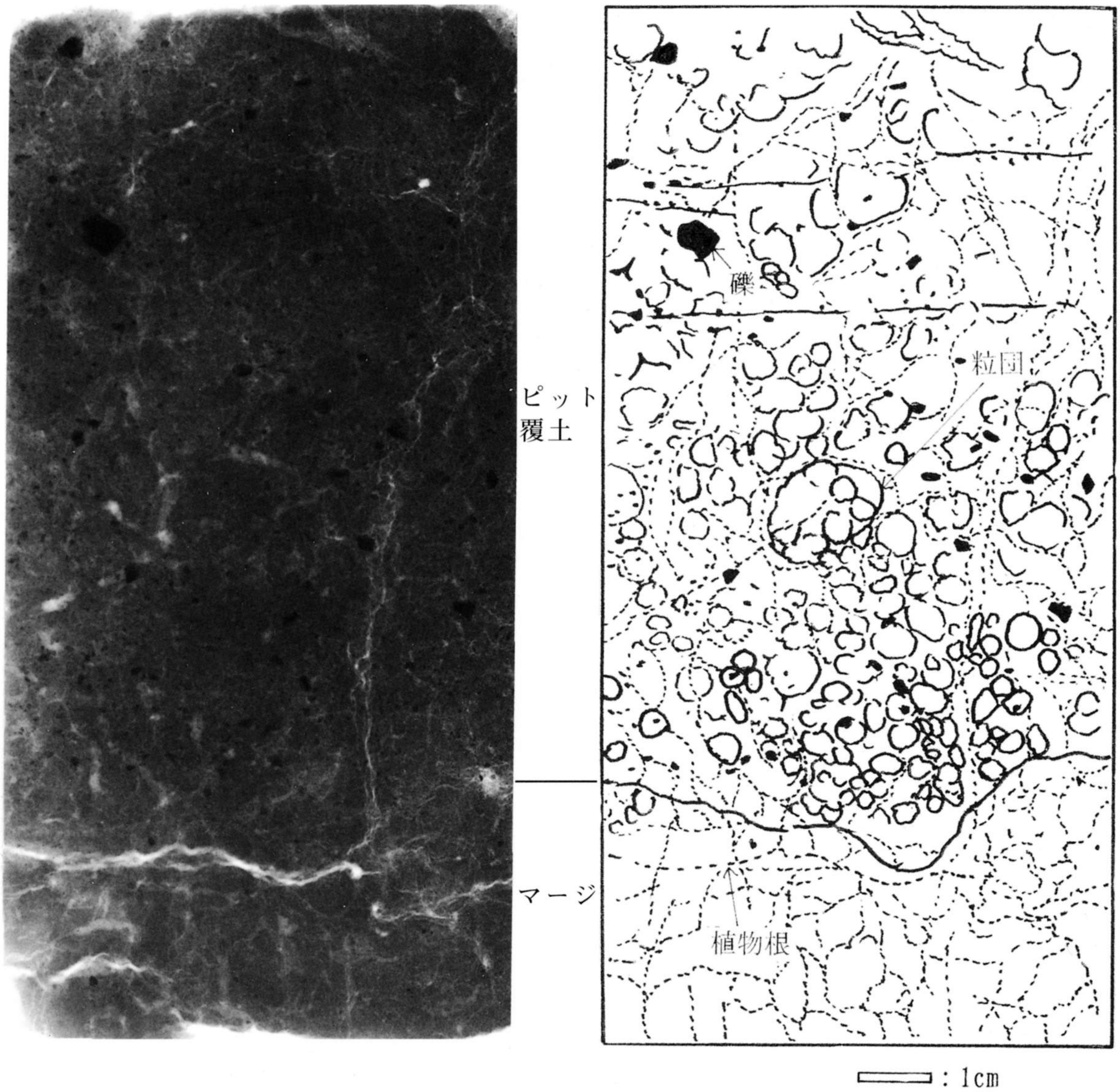
京都大学農学部農芸化学教室編（1957）「農芸化学実験書　第1巻」. 411p., 産業図書.

農林省農林水産技術会議事務局監修（1967）新版標準土色帖.

ペドロジスト懇談会（1984）野外土性の判定．ペドロシスト懇談会編「土壌調査ハンドブック」，p. 39-40，博友社．

渡嘉敷義浩（1993）沖縄に分布する島尻マージおよびジャーガルの土壌特性．ペドロジスト，37, p. 99-112.

図版２　SP478の軟Ｘ線写真材



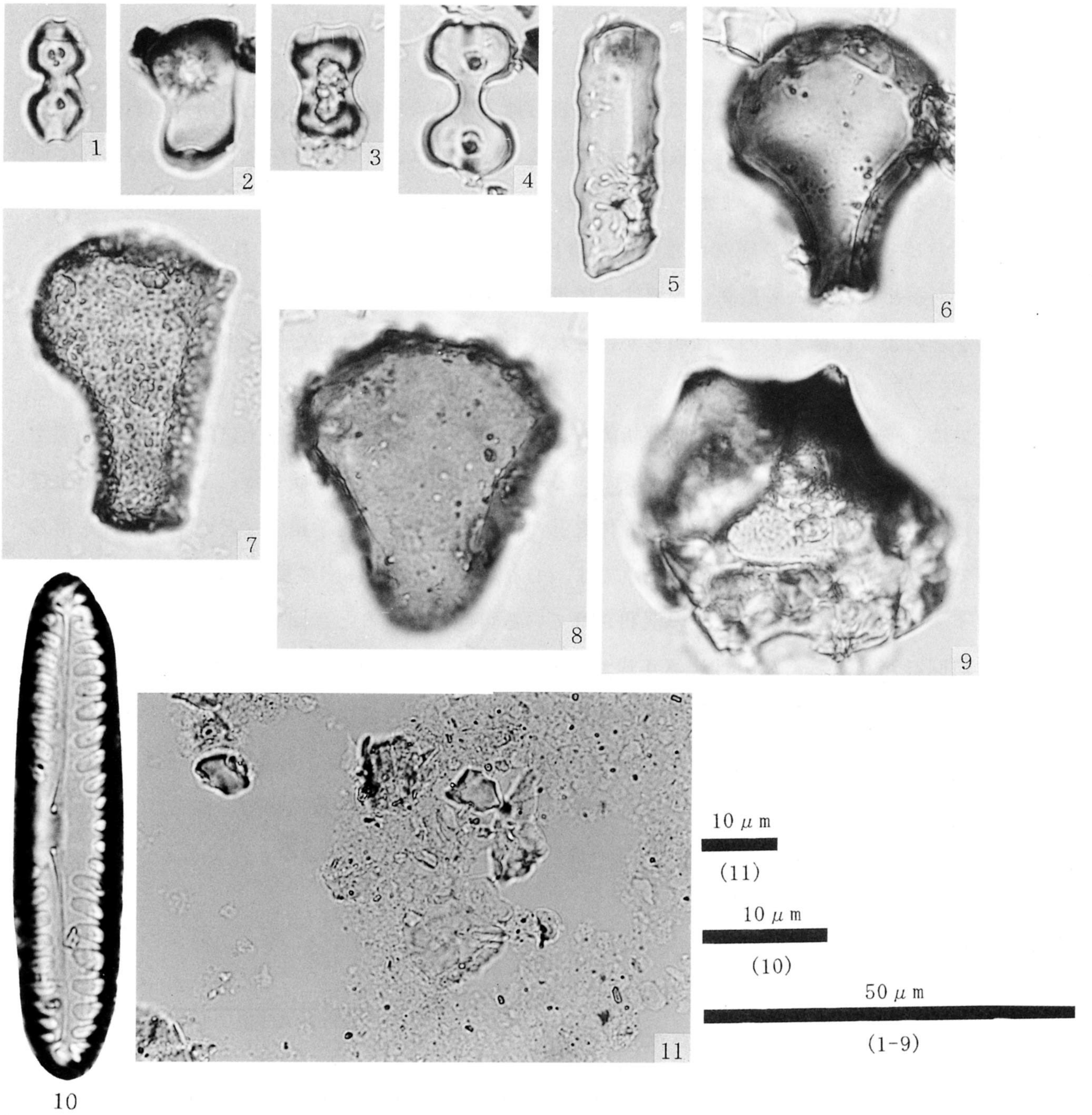
マージ部分：塊状構造を示すが、何らかの要因によりペッド状に分離している。各ペッドの形状は角張っていない。

ピット覆土：細礫～粗粒砂大の石灰岩岩片が混じる有機質に富んだ土壌からなる。上部から下位まで粒団構造に違いが認められる。

下部は粒団構造が強度に発達している。副次的な粒団の形成過程が窺え、１～２㎜程度の粒団が集合体となって、さらに大きな径５～７㎜程度、最大1.5㎝程度の塊状粒団が形成されている。各粒団は孔隙によりほぼ囲まれており、部分的に接するだけである。配向性はランダムであり、粒団の間を縫うように草本植物の根が認められる。

上部は、粒団が下部のように発達せず、くずれている状況が窺える。数層準に細礫が水平方向に連続して配列する葉理状の構造が認められる。最上部には下に凸な構造が認められる。

図版１　植物珪酸体・珪藻化石



1. イネ属短細胞珪酸体（SP481）
2. タケ亜科短細胞珪酸体（D-17・18断面;14）
3. コブナグサ属短細胞珪酸体（D-17・18断面;8）
4. ススキ属短細胞珪酸体（SP481）
5. イナゴツナギ亜科短細胞珪酸体（SP481）
6. イネ属機動細胞珪酸体（SP481）
7. タケ亜科機動細胞珪酸体（D-17・18断面;14）
8. ウシクサ族機動細胞珪酸体（SP481）
9. イネ属穎珪酸体（SP481）
10. Pinnularia borealis Ehrenberg（D-17・18断面;14）
11. 珪藻分析プレパラート内の状況写真（D-17・18断面;8）

附章3
当山東原遺跡におけるピット列遺構の自然科学分析

パリノ・サーヴェイ株式会社

はじめに

浦添市に所在する当山東原遺跡では、石灰岩台地上に厚く堆積する赤色土壌層（いわゆる島尻マージ）を掘り込んだピット群が検出されている。ピットは、ほぼ円形を呈し、間隔をあけて列をなしているようにみえる。また、ピットの経は30cm程度のものが多いが、中には径50〜60cmほどの大型のピット、および経20cm程度の小型ピットも認められている。これら各種のピットは、これまでの検出例などから農耕に関連する遺構と考えられ、植栽痕とも称されている。現時点では、何をどのように植えたのかは明らかにされておらず、その具体的な性格の解明が待たれている。

当社では、平成11年度の自然科学分析調査において、小型のピットの覆土に堆積物微細形態学を応用した調査を実施し、それが畑土壌である可能性が高いことを指摘した。また、中型および大型のピット覆土については、植物珪酸体などの微化石の産状と化学組成などの土壌特性を得ることができた。特に大型のピットについては、イネ属の植物珪酸体が多量に検出されたことから、稲藁やイネの籾殻などによる堆肥の混和されている可能性があると指摘した。本年度の分析調査では、前回行わなかった放射性炭素年代測定を行い、ピットの年代に関する資料を得る。次に、より多くのピットについて平成11年度と同様の分析を行うことにより、ピットの特性の全体的な傾向を明らかにし、それが「植栽痕」である可能性について検討する。主な検討項目は、1）ピット内の覆土の土壌特性による由来の推定、2）植栽痕とした場合の栽培植物の推定、3）ピットのタイプ別（大型、中型、小型）に特性の違いがあるかどうかの確認の3点である。

1．試料

試料は、各ピットから採取された覆土土壌である。今回の分析対象としたピットは、SP470、SP478、SP481、SP485、SP488、SP492、SP494、SP497、SP500、SP504の10基である。図1に各ピットの位置を示す。これらのうち、SP478は小型のピットであり、SP481は大型のピットである。他のピットは全て中型である。また、前回試料採取を行ったピットは、順にSP478、SP494、SP491、SP498、SP497、SP485、SP481、SP504、SP490になる。これらのうち、前回の分析対象としたピットは、SP481、SP504、SP490の3基であり、

表1　試料・分析項目一覧

ピット		14C	花粉；寄生虫	植物珪酸体	種子洗い出し	土壌分析	軟X線	土壌薄片
SP470			●	●	●	●		
SP478	小型		●	●	●	●		●
SP481	大型	●			●			
SP485			●	●	●	●		
SP488			●	●	●	●		
SP492		●	●	●	●	●		
SP494			●	●	●	●	●	
SP497			●	●	●	●		
SP500			●	●	●	●		
SP504					●			
計		2	8	8	10	8	1	1

小型のピットSP478については、採取したブロック試料の軟X線写真による土壌構造の観察を行った。

2．分析方法

ピットの年代資料は、ピットの覆土から採取した炭化物の放射性炭素年代を測定することにより得る。年代測定の対象としたピットは、比較的炭化物を多く含む覆土が採取されたSP481とSP492の2基である。

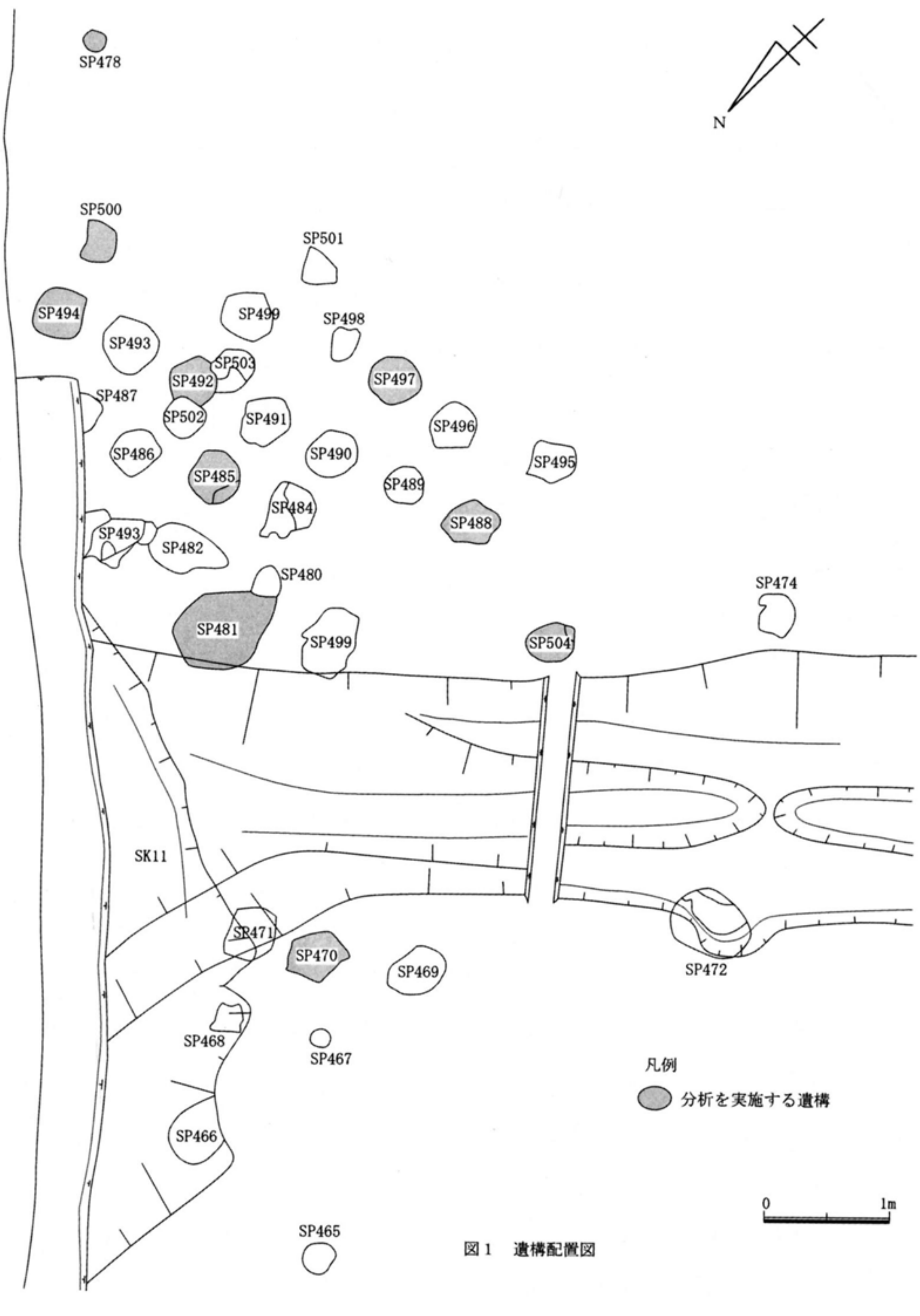


図1　遺構配置図

「植栽痕」である可能性については、前回用いた花粉および寄生虫卵、植物珪酸体の各微化石分析と土壌中の腐植含量とリン酸含量の各分析に加えて、珪藻分析と洗い出しによる微細な種実などの検出も行う。今回対象としたピットは、上記の10基のピットである。ただし、前回の分析を行っているSP481とSP504については、種実などの検出のみを行う。さらに今回は、中型のピットSP494について軟X線写真による土壌構造の観察を行い、前回に軟X線写真の観察を行ったSP478については、土壌薄片による土壌微細構造の観察を行う。

以上述べた分析一覧を表1に示し、以下に各分析方法の処理過程を述べる。

（1）放射性炭素年代測定

試料は微量であったため、微量試料でも測定可能な加速器質量分析計（AMS）による放射性炭素年代の測定を行った。測定は株式会社地球科学研究所の協力を得た。

測定年代および同位体補正年代はA.D.1950年を基点とする年代（BP）であり、誤差は1σである。また、半減期はLIBBYの5568年が用いられている。

（2）珪藻分析

湿重で7g前後秤量し、過酸化水素水、塩酸処理、自然沈降法の順に物理・化学処理を施して、珪藻化石を濃集する。検鏡に適する濃度まで希釈した後、カバーガラス上に滴下し乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入して、永久プレパラートを作製する。

検鏡は、光学顕微鏡で油浸600倍あるいは1000倍で行い、メカニカルステージで任意の測線に沿って走査し、珪藻殻が半分以上残存するものを対象に200個体以上同定・計数する（化石の少ない試料はこの限りではない）。

（3）花粉・寄生虫卵分析

試料を湿重で約10g秤量し、水酸化カリウム処理、篩別、重液分離（臭化亜鉛，比重2.3）、フッ化水素酸処理、アセトリシス処理（無水酢酸：濃硫酸＝9：1）の順に物理・化学的な処理を施して花粉・胞子化石を分離・濃集する。処理後の残渣をグリセリンで封入してプレパラートを作成した後、光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する全ての種類について同定・計数を行う。結果は、同定・計数結果の一覧表として表示する。

寄生虫卵分析は、金原・金原(1992)を参考にして次の方法で行った。試料を15cc秤量し、蒸留水を加えて篩別（250μ）し、フッ化水素酸処理、アセトリシス処理（無水酢酸：濃硫酸＝9：1）の順に物理・化学的な処理を施して寄生虫卵を分離・濃集する。処理後の残渣を1ccないし0.5ccに調整する。分析残渣から一定量を採取し、グリセリンで封入してプレパラートを作成する。光学顕微鏡下でプレパラート全面を走査し、出現する寄生虫卵の同定・計数を行う。

（4）植物珪酸体分析

湿重5g前後の試料について過酸化水素水・塩酸処理、超音波処理（70w、250KHz、1分間）、沈定法、重液分離法（ポリタングステン酸ナトリウム，比重2.5）の順に物理・化学処理を行い、

植物珪酸体を分離・濃集する。これを検鏡しやすい濃度に希釈し、カバーガラス上に滴下・乾燥させる。乾燥後、プリュウラックスで封入してプレパラートを作製する。

400倍の光学顕微鏡下で全面を走査し、その間に出現するイネ科葉部（葉身と葉鞘）の葉部短細胞に由来した植物珪酸体（以下、短細胞珪酸体と呼ぶ）および葉身機動細胞に由来した植物珪酸体（以下、機動細胞珪酸体と呼ぶ）を、近藤・佐瀬（1986）の分類に基づいて同定・計数する。

結果は、検出された植物とその個数の一覧表で示す。また、検出された植物珪酸体の出現傾向から古植生や稲作について検討するために、植物珪酸体群集と珪化組織片の分布図を作成した。各種類の出現率は、短細胞珪酸体と機動細胞珪酸体の珪酸体毎に、それぞれの総数を基数とする百分率で求めた。

（5）種実同定

今回は、全体的に試料が少なかったため、複合している他の分析も考慮しながら最大限採取できるようにつとめた。各試料の分析量に関しては、結果表に示す。試料に数%の水酸化ナトリウム水溶液を加えて一昼夜放置し、泥化を行う。0.5㎜の篩を通して水洗し、残渣を集める。残渣を双眼実体顕微鏡下で観察し、その形態的特長から同定可能なものを拾いだし、種類を同定する。

（6）土壌理化学分析

腐植はチューリン法、リン酸は硝酸・過塩素酸分解ーバナドモリブデン酸比色法でそれぞれ行った。（土壌標準分析・測定法委員会編，1986）。以下に各項目の操作工程を示す。

a）腐植含量

風乾細土試料の水分を、加熱減量法（105℃、5時間）により測定する。風乾細土試料の一部を粉砕し、0.5㎜φのふるいを全通させる。（微粉砕試料）。

微粉砕試料0.100～0.500gを100ml三角フラスコに正確に秤りとり、0.4Nクロム酸・硫酸混液10mlを正確に加え、約200℃の砂浴上で正確に5分間煮沸する。冷却後、0.2%フェニルアントラニル酸液を指示薬に、0.2N硫酸第1鉄アンモニウム液で滴定する。滴定値および加熱減量法で求めた水分量から、乾土あたりの有機炭素量（Org-C乾土%）を求める。これに1.724を乗じて、腐植含量（%）を算出する。

b）リン酸含量

試料を風乾後、軽く粉砕して2.00㎜の篩を通過させる。（風乾細土試料）。風乾細土試料の水分を、加熱減量法（105℃、5時間）により測定する。風乾細土試料2.00gをケルダール分解フラスコに秤量し、はじめに硝酸（HNO_3）約5mlを加えて加熱分解する。放冷後、過塩素酸（$HClO_4$）約10mlを加えて再び加熱分解を行う。分解終了後、水で100mlに定容してろ過する。ろ液の一定量を試験管に採取し、リン酸発色液を加えて分光光度計により、リン酸（P_2O_5）濃度を測定する。測定値と加熱減量法で求めた水分量から、乾土あたりのリン酸含量（P_2O_5mg/g）を求める。

（７）軟Ｘ線写真観察・土壌薄片作製観察

ａ）軟Ｘ線写真観察

土層断面より採取したブロック状の試料から、幅７㎝、長さ20㎝、厚さ１㎝の板状の試料をプラスチックケース内に分離、成形して軟Ｘ線写真の撮影を行った。撮影はニッテツ・ファインプロダクツ釜石文化財保存処理センターの協力を得た。

ｂ）土壌薄片作製観察

上述の軟Ｘ線写真撮影用の試料と同様のものに樹脂を含浸させ、固化する。固化した試料を、縦120㎜、横90㎜のサイズに切断、両面を研磨して薄片を作製した。

３．結果

（１）放射性炭素年代測定

測定結果を表２に示す。SP481の試料は約500年前、SP492の試料は約600年前の年代を示す。

（２）珪藻分析

８試料とも無化石であった。

（３）花粉・寄生虫分析

結果を表３に示す。花粉化石はほとんど検出されない。僅かに検出される花粉化石も保存状態が悪い。検出される種類は、木本花粉のマツ属とシダ類胞子のみである。

（４）植物珪酸体分析

結果を表４に示す。各試料からは植物珪酸体が検出されるものの、検出個数が少ない。また保存状態も悪く、表面に多数の小孔（溶食痕）が認められる。

前回の分析結果と同様に、栽培植物であるイネ属が検出される。SP488、SP492、SP494、SP500では稲籾殻に形成されるイネ属穎珪酸体や葉部に形成される短細胞珪酸

表２　放射性炭素年代測定結果

ピット	試料の質	測定年代	δ13C（‰）	同位体補正年代	測定番号
SP481	炭化物	510±50	-26.4	490±50	Beta-152992
SP492	炭化物	660±40	-27.4	620±40	Beta-151568

注．(1)年代値：1,950年を基点とした値。
(2)誤差：標準偏差（ONE　SIGMA）に相当する年代
(3)δ13C：試料炭素の13C／12C原子比を質量分析器で測定し、標準にPDBを用いて同様に算出した値

表３　花粉分析結果

種　類	SP470	SP478	SP485	SP488	SP492	SP494	SP497	SP500
木本花粉								
マツ属	-	-	-	-	-	-	1	-
シダ類胞子								
シダ類胞子	4	2	8	6	3	3	1	6
合　計								
木本花粉	0	0	0	0	0	0	1	0
草本花粉	0	0	0	0	0	0	0	0
不明花粉	0	0	0	0	0	0	0	0
シダ類胞子	4	2	8	6	3	3	1	6
総計（不明を除く）	4	2	8	6	3	3	2	6

表４　植物珪酸体分析結果

種　類	SP470	SP478	SP485	SP488	SP492	SP494	SP497	SP500
イネ科葉部短細胞珪酸体								
イネ族イネ属	1	-	2	18	3	3	2	3
タケ亜科	9	1	7	10	25	12	3	14
ヨシ属	-	-	-	-	-	-	-	3
ウシクサ族ススキ属	3	6	5	10	11	13	1	13
イチゴツナギ亜科	-	3	2	5	1	9	-	3
不明キビ型	11	15	22	37	38	33	10	33
不明ヒゲシバ型	-	-	-	1	5	3	3	5
不明ダンチク型	3	1	5	4	11	6	5	10
イネ科葉身機動細胞珪酸体								
イネ族イネ属	-	-	-	4	1	6	-	1
タケ亜科	1	6	4	8	20	33	1	23
ヨシ属	-	-	-	-	-	4	-	4
ウシクサ族	1	7	14	17	19	54	-	33
不明	9	40	15	19	40	44	4	39
合　計								
イネ科葉部短細胞珪酸体	27	26	43	85	94	79	24	84
イネ科葉身機動細胞珪酸体	11	53	33	48	80	141	5	100
総　計	38	79	76	133	174	220	29	184
組　織　片								
イネ属穎珪酸体	-	-	-	2	1	2	-	3
樹木起源Ⅲ	-	3	2	6	4	10	-	4
樹木起源Ⅳ	-	-	-	-	-	2	-	-

体、あるいは機動細胞珪酸体が検出される。SP470、SP485、SP497でもイネ属の短細胞珪酸体が検出される。ただし、前回調査したSP481でイネ属の穎珪酸体や短細胞珪酸体の多産が見られたことと比較すれば、今回は残留しにくい状態にあったと言える。

イネ属の他には、タケ亜科、ヨシ属、ウシクサ族、イチゴツナギ亜科がわずかにあるいは稀に認められる。また、樹木起源珪酸体第Ⅲグループや第Ⅳグループ（近藤・ピアスン、1981）もわずかに、あるいは稀に検出される。第Ⅲグループは「Y」あるいは「く」の字状の形態を呈し、大部分の樹木葉部に観察される。第Ⅳグループは網目模様の付いた紡錘形を呈し、第Ⅲグループと同様に大部分の樹木葉部で観察される。

（5）種実同定

結果を表5に示す。分析の結果、残渣のほとんどが泥化できなかった土塊で、岩片を少量含む。炭化物はいずれも1㎜程度の微細なものがほとんどで、量も0.1g以下と少ない。木材に由来する可能性が高いが、微細のため種類を特定することはできない。種実に関してはSP494からミカン科（Rutaceae）と思われる破片が検出されている。表面が細かい網目模様をしているため、サンショウの仲間であると思われるが、破片のため全体の形状がわからないので、種の判別はできない。SP504からは、ムギ類の炭化した胚乳が検出されている。5㎜程度の楕円形で、保存が極めて悪い。縦方向に深い溝が入っているのがかろうじて確認できるためムギ類としたが、種の判別は難しい。

表5　種実同定結果

ピット名	重量	種類名				備考
		ミカン科?	ムギ類	不明	材破片	
SP470	409g	-	-	-	+	種実なし
SP478	418g	-	-	-	+	種実なし
SP481	918g	-	-	破	+	
SP485	348g	-	-	-	+	種実なし
SP488	412g	-	-	-	+	種実なし
SP492	424g	-	-	-	+	種実なし
SP494	1070g	破	-	-	+	
SP497	445g	-	-	-	-	種実なし
SP500	420g	-	-	-	+	種実なし
SP504	1239g	-	2	-	+	

+は細片が微量（0.1g以下）検出。

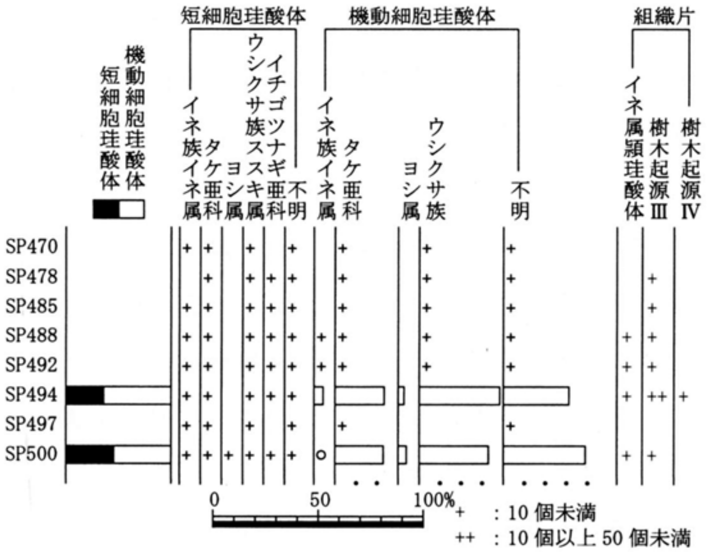


図2　植物珪酸体群集と組織片の産状
出現率は、イネ科葉部短細胞珪酸体、イネ科葉身機動細胞珪酸体の総数を基数として百分率で算出した。なお、○は1％未満の種類、＋はイネ科葉部短細胞珪酸体で200個未満、イネ科葉身機動細胞珪酸体で100個未満の試料で検出された種類を示す。
また、組織片の産状を検出個数により +、++ の記号で示す。

（６）土壌理化学分析

分析結果を表６に示す。各試料は、島尻マージの大きな特徴の重粘質であり、土性はHC（重植土）に区分される。また、土色は湿潤亜熱帯に属する沖縄気候を反映し、褐色から黄褐色を呈す。したがって、これらの腐植含量は0.76～1.22％と全体的に低い傾向が認められる。一方、リン酸含量は、概ね6.0～7.0P_2O_5mg/gであり、SP488のみ9.39P_2O_5mg/gとやや高い値を示した。

表6　土壌理化学分析結果

ピット名	土性	土色	腐植含量(%)	P2O5(mg/g)
SP470	HC	10YR4/6　褐	0.98	6.61
SP478	HC	10YR4/4　褐	1.11	6.90
SP485	HC	10YR4/4　褐	1.08	7.06
SP488	HC	10YR4/3　にぶい黄褐	1.11	6.70
SP492	HC	10YR4/4　褐	1.08	6.49
SP494	HC	10YR4/3　にぶい黄褐	1.17	6.07
SP497	HC	10YR5/4　にぶい黄褐	0.76	9.39
SP500	HC	10YR4/4　褐	1.22	6.66

土色：マンセル表色系に準じた新版標準土色帖（農林省農林水産技術会監修，1967）による。
土性：土壌調査ハンドブック（ペドロジスト懇談会編，1984）の野外土性によ
HC･･･重埴土（粘土45～100%、シルト0～55%、砂0～55%）

（７）軟Ｘ線写真観察・土壌薄片作製観察

ａ）軟Ｘ線写真観察

SP494覆土の軟Ｘ線写真を、図版３に示す。前回と同様にピットの底を示す層界が認められ、覆土と地山であるマージの両者の構造が観察される。

前回でも述べたように、マージの構造は塊状であり、ペッド状に分離している。各ペッドの端部は角張っていない。ペッドは、根による攪乱作用、乾痕、遺構構築時の遺構底面整形などの成因が絡み合って形成されたものと思われる。

覆土の土壌構造は、上位から下位まで粒団（ペッド）構造が確認されるが、上部と下部とでペッド構造やその他の構造に違いが認められる。下部（層準Ａ～Ｂ）はペッド構造が強度に発達し、径１～２㎜程度のペッドが集合体となって、５㎜前後の塊状粒団を形成している。各ペッドは孔隙によりほぼ囲まれており、部分的に接するだけである。配向性はランダムであり、ペッドの間を縫うように断続的な草本植物の根が認められる。このような構造は、畑作土で認められる構造と同様である。上部（層準Ａの上位）は、ペッドが下部のように発達せず、くずれている状況が窺える。また、前回の観察でも指摘したが、遺構機能時に土壌を掘り返し、埋め戻している可能性を示唆する。炭化物・細礫が斜め方向に連続して配列する。

ｂ）土壌薄片作製観察

SP478覆土の薄片写真を、図版４に示す。基本的に、軟Ｘ線写真で確認された構造と同様の構造が薄片でも確認される。マージの構造は塊状であり、ピット底に接する部分ではペッド状に分離している。各ペッドの端部は角張っていない。覆土の土壌構造は、上位から下位までペッド構造が認められるが、上部と下部とでペッド構造やその他の構造に違いが認められる。下部（層準Ａ～Ｂ）はペッド構造が強度に発達し、炭化物・マージ由来の土壌からなる副次的な５㎜前後の塊状ペッドを形成している。各ペッドは、孔隙によりほぼ囲まれている。配向性はランダムであり、粒団間には断続的な縦・横方向の草本植物の根が認められる。上部（層準Ａの上位）は、粒団が下部のように発達せず、くずれている状況が窺える。なお、遺構機能時に土壌を掘り返し、埋め戻している可能性を示唆する、炭化物・細礫が水平方向に連続して配列する（層準Ａ）。な

お、前回本層準の軟X線の記載では、細礫が水平方向に配列すると記載したが、炭化物も含まれていることを、本稿をかりて追加・訂正する。

4．考察

（1）遺構の年代について

後述するようにピットの覆土は、ピットが種捲きなどに関わる遺構であった可能性のあることから、それが機能していた時の堆積物である可能性が高く、したがってそれに含まれる炭化材の放射性炭素年代によって得られた年代値は、遺構が機能していた時期を示す可能性がある。今回得られた放射性炭素年代測定結果は、約500年前～600年前であることから、遺構の時期は14世紀から15世紀頃のものである可能性がある。ただし、放射性炭素年代については、遺物の記録や文献史料などに基づく「暦年代」とのずれが存在する。これは、放射性炭素年代の測定方法自体に起因する測定値のバラツキや、測定の前提条件である大気中の14Cの濃度が過去から現在に至るまで一定ではなかったことなどによるものである。放射性炭素年代と暦年代とのずれは、主に年輪ごとの放射性炭素年代測定により較正が試みられている。一例として東村（1990）にある年輪年代のデータをみると、ずれの幅とずれの方向（新しい方か古い方か）は、年代によって異なるが、今回得られた放射性炭素年代で500年前から600年前までの間では、放射性炭素年代と年輪年代とが比較的近接している傾向が読み取れる。したがって、暦年とのずれを考慮しても、遺構の時期は14世紀から15世紀までの時期に入る可能性が高い。

なお、浦添グスクの歴史では、14世紀は察度王統の時期に相当し、グスクが最も栄えた時期といわれている。一方、15世紀は、その初期に尚巴志によって察度王統は滅ぼされており、グスクが荒廃した時期とされている。当山東原遺跡で検出されたピット群がどちらの時期に機能していたものであるかは、ピットの性格等を考える上で重要な要素であるが、今回の２点のみの年代測定結果のみで判断することはできない。今後、これらピット群に関わる多数の試料について放射性炭素年代測定を行うとともに、遺構からの出土遺物や試料との共伴関係について考古学的検証を行い総合解析する中で評価する必要がある。

（2）「植裁痕」の可能性について

今回の分析結果でも、花粉化石および寄生虫卵の産状からは、特に植裁痕であったことを支持するような情報は得られなかった。また、珪藻化石についても同様である。これらの微化石は、おそらくピット内の環境が風雨寒暖にさらされるような環境であったため、保存されなかったと考えられる。一方植物珪酸体では、今回調査したピット8基のうち、7基からはイネ属が検出され、さらに4基では稲籾殻の痕跡である穎珪酸体が認められた。前回の分析結果では、大型のピットのSP481に多量の珪酸体が認められ、稲藁やイネの籾殻などを混和した堆肥の存在が想定された

が、今回の分析結果により、中型のピットについても同様な状況が示唆される。また、前回の分析で土壌構造を観察した小型のピットSP478では、今回の分析によりイネ属植物珪酸体を認めることはできなかったが、他のピットの状況を考慮すれば、おそらく同様に稲藁やイネの籾殻などの混和があった可能性はある。

種実では、ムギ類とミカン科の細片を検出することができた。ムギ類については、ムギの背丈や栽培方法から考えると、栽培跡がこのようなポット状の遺構にはならないと思われることから、ピットがムギ類の植栽痕跡であるとは考えにくい。したがって、ムギ類の種実遺体は、周囲で栽培されていたものが、遺構が埋積される際に混入したものと思われる。ミカン科の種実は、サンショウの仲間であると考えられる。これらは小径木であることから、ピットの大きさとは調和的であり、また有用性という意味からも栽培されていた可能性はある。しかし、種実は細片であり種類の特定が難しい点、サンショウの仲間には有用にならない野生種も多く存在する点などから、現状では断定はできない。

ところで、沖縄の土壌はその気候的条件によって腐植の分解と流失が比較的早い傾向があるが、島尻マージと呼ばれる石灰岩を母材とする土壌はジャーガル、フェイチシャ、国頭マージ等他の沖縄地域の土壌の中で比較的高い腐植を含有する土壌であり、渡嘉敷(1993) によれば島尻マージの平均的な腐植含量は作土層で1.6%、下層土で0.8%である。したがって、今回対象とした各遺構覆土の腐植含量は、下層土と比べ腐植含量が多く、有機物等が富化された痕跡と受けとめられる。一方、リン酸含量は腐植含量と密接な関係があり、有機物供給量を判断する指標の一つである。前述した渡嘉敷の報告による沖縄本島における島尻マージのリン酸含量は、作土層で2.7P_2O_5mg/g、下層土で3.3P_2O_5mg/gであることから、ピット覆土は全体的にリン酸含量が高い傾向を示していると捉えられる。しかし、島尻マージの中には、稀にリン酸含量が高い傾向を示す土壌も認められることから、単純に平均的なリン酸含量をもって評価を行うことは難しい。実際に、前回の分析では溝遺構の地山試料としたD-17・18の試料番号21でも、10P_2O_5mg/g以上の高いリン酸含量値が得られている。したがって、今後の遺跡周辺の土地利用条件によるリン酸分布を調査し、結果の評価・検討を加えておく必要がある。

ピット群の覆土の土壌構造は、調査を行った2基とも、前回の分析で指摘したように人為的な攪乱を強く受けた畑作土のように良くこなされた土壌であることが窺える。また、数回にわたって、遺構外に土壌を掘り返し、埋め戻している可能性のある構造も2基のピットで認められたことから、その利用状況はピット間で共通していた可能性がある。このような構造から、本ピットの機能・用途として耕作に伴う遺構（植裁痕）である可能性が高い。植物根の状況や土壌構造からみた場合、栽培されていた植物の種類は木本植物の可能性は低く、草本植物でかつ縦・横方向に根が延びる植物である可能性が高い。ただし、根の形状はマージ部分で、その硬さのため根の垂直方向への発達を阻害した可能性もあるため、根の形状のみから植物の種類を特定することは

難しい。また、土壌薄片で観察されたように覆土中には、炭化物が多く取り込まれており、覆土上部ではその配置に配向性が認められた。このような状況は覆土の掘り返し、埋め戻し時に意図的に炭化物が混じる灰などを混入させていることを示しているのかもしれない。

以上、分析項目ごとに植栽痕の可能性について述べたが、これらを以下にまとめる。

1）ピットの覆土中の植物微化石は保存状態が悪く、花粉・珪藻化石はほとんど検出されず、植物珪酸体はある程度含まれているのみであった。成分組成は、全体的な腐植含量やリン酸含量も多い傾向にあることから、有機物を充填した土壌とみることができる。

2）ピットの覆土中からは、イネ属植物珪酸体とムギ類およびミカン科の種実が検出されたが、これらのうち、イネ属植物珪酸体は稲藁や稲籾を使用した堆肥の混和を示唆し、ミカン科の種実はサンショウの仲間である可能性を呈示した。しかし、ミカン科の植物が植栽されていたか否かは断定できない。

3）ピット覆土における微化石の産状や土壌特性などは、大型、中型、小型の各タイプ間では顕著な違いは認められない。これは、小型と中型について観察した土壌微細形態においても同様である。

4）土壌微細形態学を応用した軟X線写真および土壌薄片観察では、前回と同様に耕作を示唆する構造が認められた。したがって、ピット群は何らかの農耕に関連する遺構である可能性が高い。

5）ピット群の年代は14～15世紀である可能性が高く、これらが農耕等に直結する遺構であった場合には、浦添グスクを支える生産基盤を示す一端であるのか、その関連性が問題となると考えられる。

6）上記1)～5)までの成果は、現在沖縄県内で相次いで発見されている類似する遺構との比較検討資料になると考えられる。また今後は、本分析結果を含め類似する遺構についても同様な分析調査を実施し考古学的検証を含め総合評価することで、これらピット群の性格・用途が明らかとなるとともにグスク時代の一様相を解明する貴重な事例となることが期待される。

引用文献

土壌標準分析・測定法委員会編（1986）土壌標準分析・測定法．354p.， 博友社．

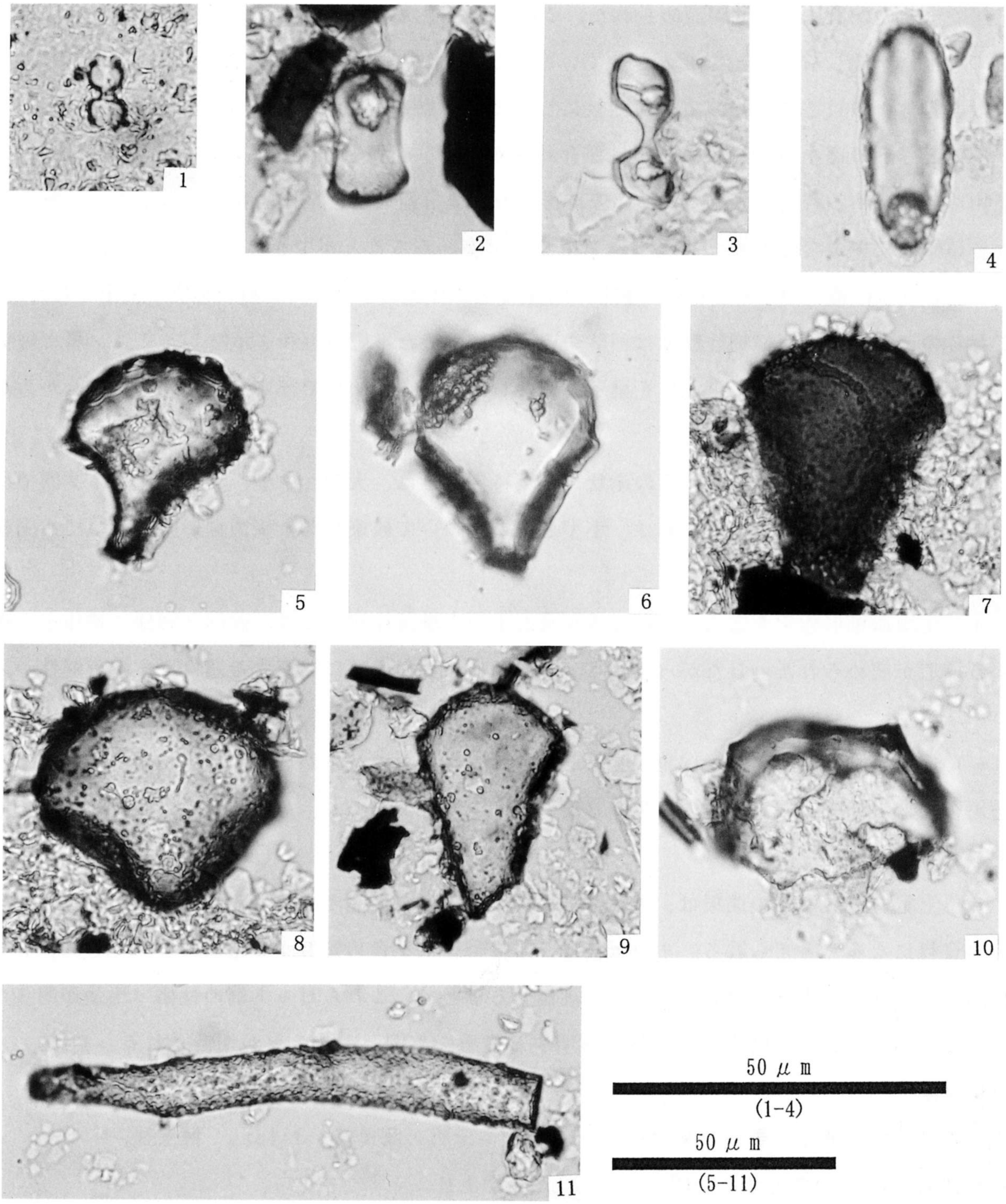
東村武信（1990）考古学と物理化学．212p.，学生社．

近藤錬三・佐瀬　隆（1986）植物珪酸体分析，その特性と応用．第四紀研究，25，p.31-64.

近藤錬三・ピアスン友子（1981）樹木葉のケイ酸体に関する研究（第２報）双子葉被子植物樹木葉の植物ケイ酸体について．帯広畜産大学研究報告，12， p.217-229.

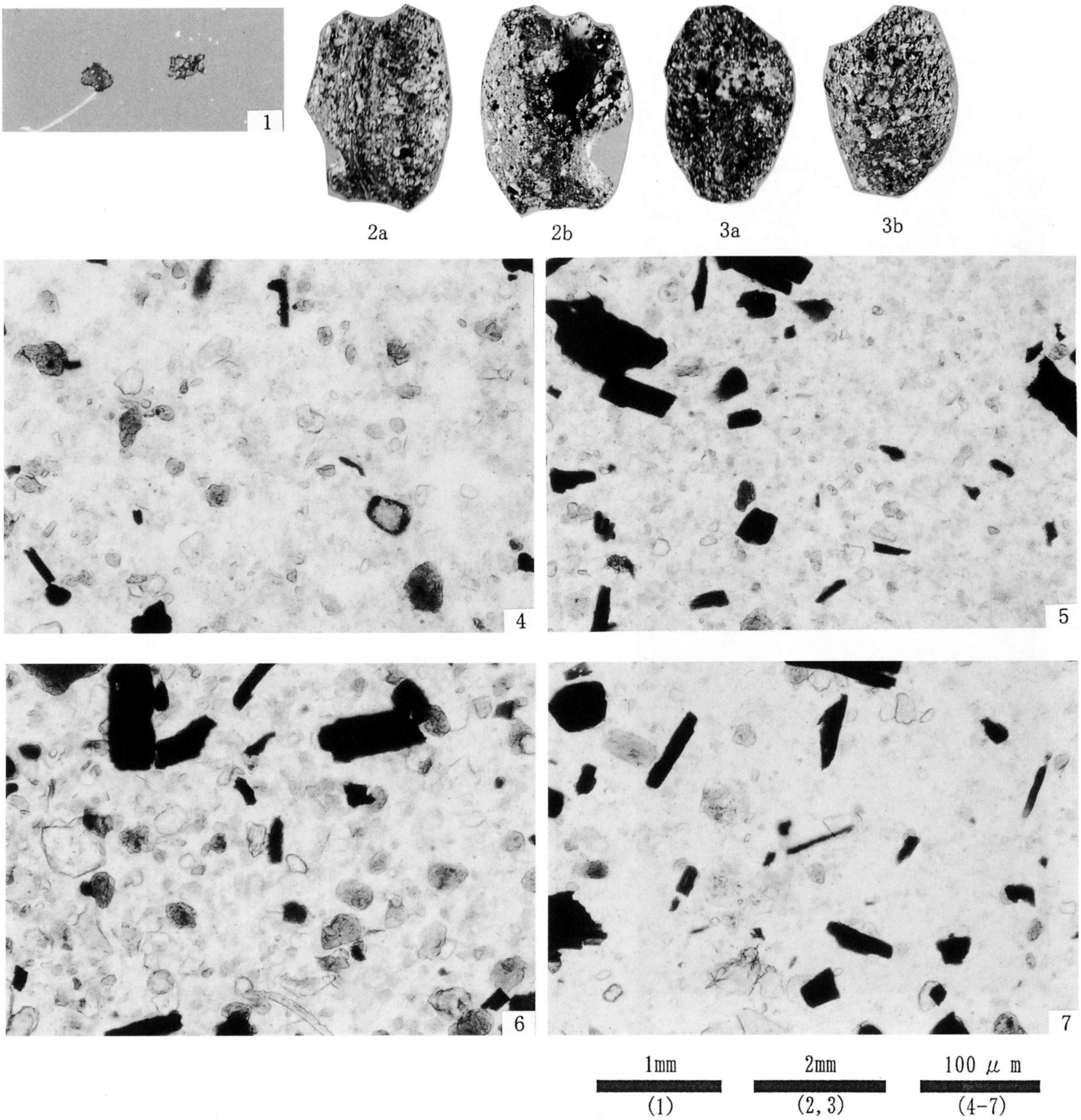
渡嘉敷善浩（1993）沖縄に分布する島尻マージおよびジャーガルの土壌特性．ペドロジスト，37，第２号，p.99-112

図版１　植物珪酸体



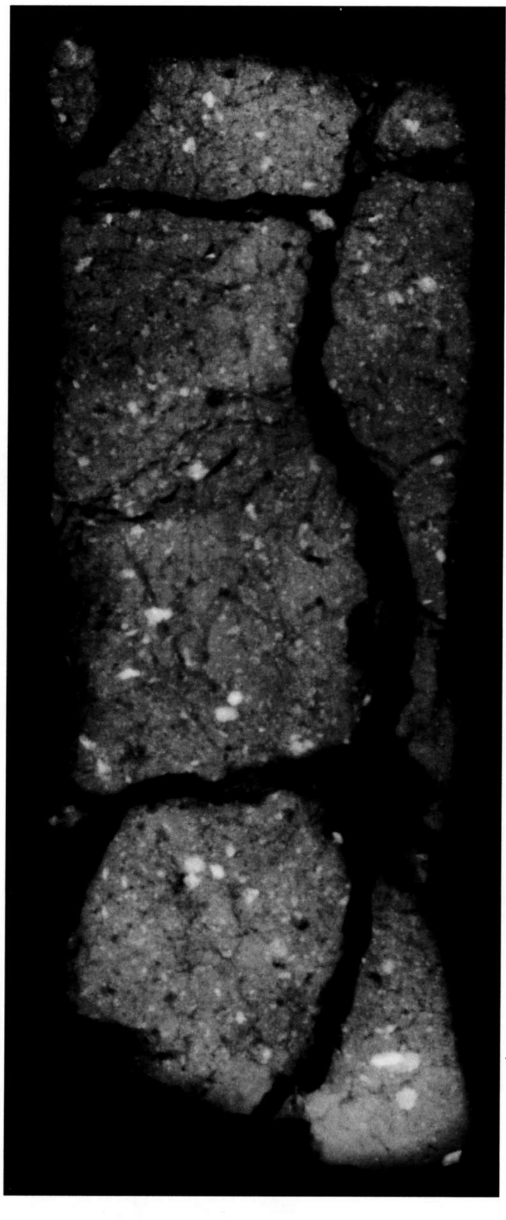
1. イネ属短細胞珪酸体（SP488）
2. タケ亜科短細胞珪酸体（SP494）
3. ススキ属短細胞珪酸体（SP494）
4. イチゴツナギ亜科短細胞珪酸体（SP494）
5. イネ属機動細胞珪酸体（SP494）
6. イネ属機動細胞珪酸体（SP494）
7. タケ亜科機動細胞珪酸体（SP494）
8. ヨシ属機動細胞珪酸体（SP494）
9. ウシクサ族機動細胞珪酸体（SP494）
10. イネ属穎珪酸体（SP494）
11. 樹木起源（第Ⅲグループ）（SP494）

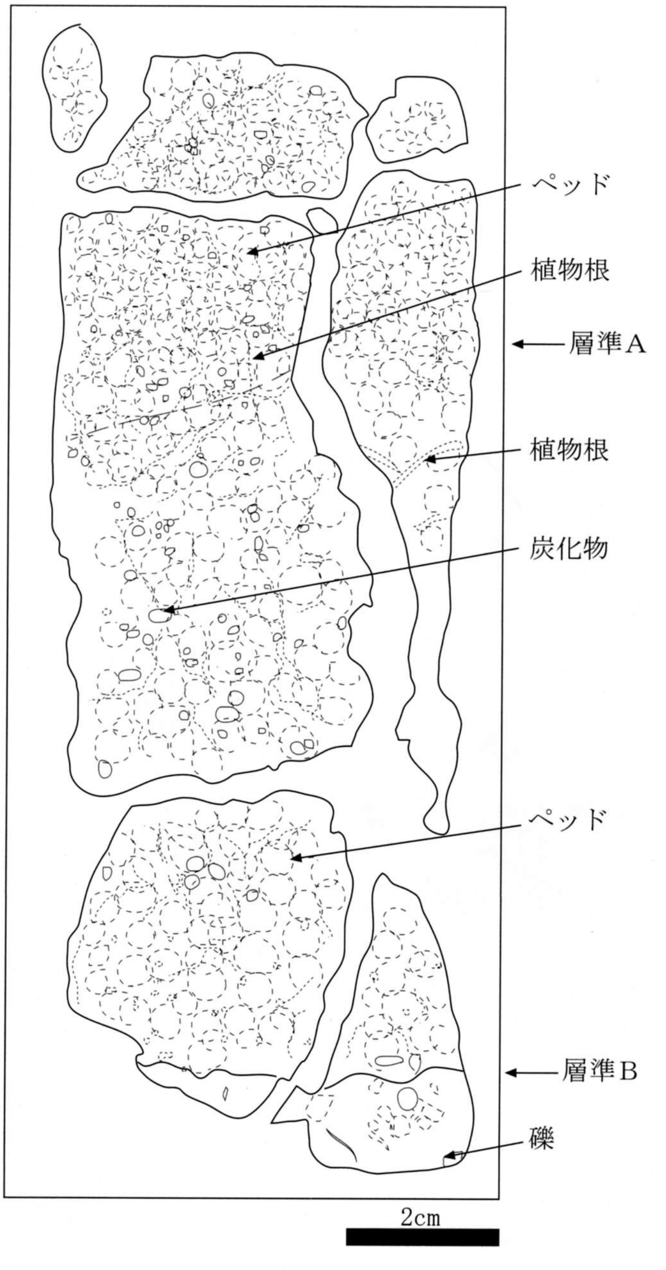
図版２　種実遺体・花粉分析プレパラート内の状況



1. ミカン科？（SP494）
2. ムギ類（SP504）
3. ムギ類（SP504）
4. 花粉分析プレパラート内の状況写真（SP478）
5. 花粉分析プレパラート内の状況写真（SP485）
6. 花粉分析プレパラート内の状況写真（SP488）
7. 花粉分析プレパラート内の状況写真（SP492）

図版3　軟X線写真

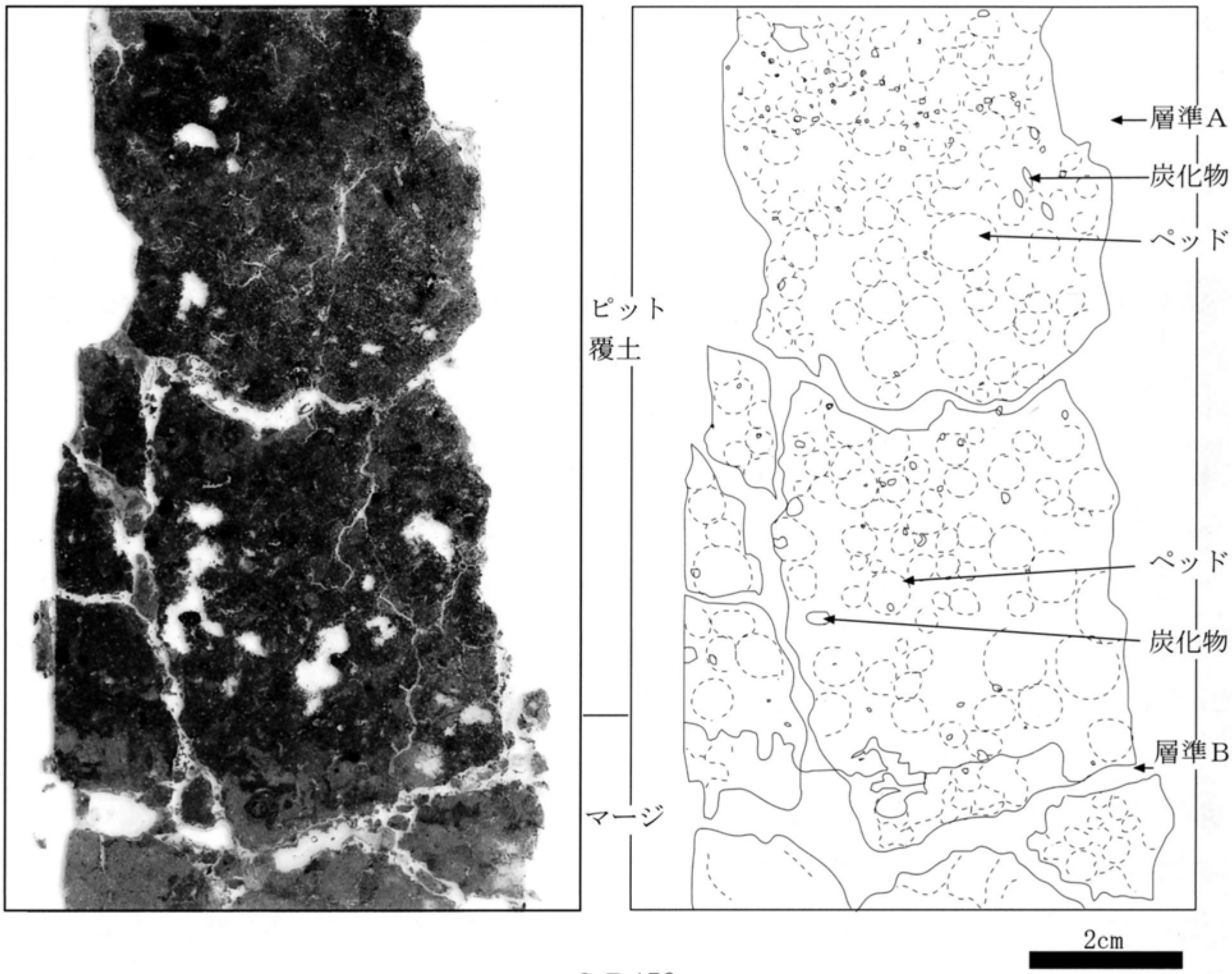




S P494

マージ部分：塊状であり、ペッド状に分離し、各ペッド状の構造の端部は角張っていない。

ピット覆土：全体に粒団構造が確認されるが、上部と下部とで粒団構造やその他の構造に多少の違いが認められる。下部（層準A～B）は粒団構造が強度に発達し、径1～2㎜程度の粒団が集合体となって5㎜前後の塊状粒団を形成している。各粒団は孔隙によりほぼ囲まれており、部分的に接するだけである。配向性はランダムであり、粒団の間を縫うように草本植物の根が認められる。上部（層準Aの上位）は、粒団が下部のように発達せず、くずれている状況が窺える。また、層準Aには、細礫・炭化物が斜め方向に連続して配列する。



ＳＰ478

マージ部分：塊状。ピット底に近い部分ではペッド状に分離する。各ペッド状の構造の端部は角張っていない。

ピット覆土：全体にペッド（粒団）構造が認められる。上部と下部とでペッド構造やその他の構造が多少変化する。下部（層準Ａ～Ｂ）は粒団構造が強度に発達する。炭化物・マージの小ブロック・腐植土からなる５㎜前後の塊状のペッドを形成している。各ペッドは孔隙によりほぼ囲まれている。配向性はランダムであり、粒団の間を縫うように断続的な草本植物の根が認められる。上部（層準Ａの上位）は、粒団がくずれている状況が窺える。また層準Ａなど炭化物・砂礫が水平方向に連続して配列する層準が認められる。

附章 4
当山東原遺跡から出土した遺構に残存する脂肪の分析

帯広畜産大学生物資源科学科　中野益男
㈱ズコーシャ・総合科学研究所　中野寛子，清水　了
門　利恵，星山賢一

動植物を構成している主要な生体成分にタンパク質，核酸，糖質，（炭水化物）および脂質（脂肪・油脂）がある．これらの生体成分は環境の変化に対して不安定で、圧力，水分などの物理的作用を受けて崩壊してゆくだけでなく，土の中に棲んでいる微生物による生物的作用によっても分解してゆく．これまで生体成分を構成している有機質が完全な状態で遺存するのは，地下水位の高い低地遺跡，泥炭遺跡，貝塚などごく限られた場所にすぎないと考えられてきた．

最近，ドイツ新石器時代後期にバター脂肪が存在していたこと[1]，古代遺跡から出土した約2千年前のトウモロコシ種子[2]，約5千年前のハーゼルナッツ種子[3]に残存する脂肪の脂肪酸は安定した状態に保持されていることがわかった．このように脂肪は微量ながら比較的安定した状態で千年・万年という長い年月を経過しても変化しないで遺存することが判明した[4]。

脂質は有機溶媒に溶けて，水に溶けない成分を指している．脂質はさらに構造的な違いによって誘導脂質，単純脂質および複合脂質に大別される．これらの脂質を構成している主要なクラス（種）が脂肪酸であり，その種類，含量ともに脂質中では最も多い．その脂肪酸には炭素の鎖がまっすぐに延びた飽和型と鎖の途中に二重結合をもつ不飽和型がある．動物は炭素数の多い飽和型の脂肪酸，植物は不飽和型の脂肪酸を多く持つというように，動植物は種ごとに固有の脂肪酸を持っている．ステロールについても，動物性のものはコレステロール，植物性のものはシトステロール，微生物はエルゴステロールというように動植物に固有の特徴がある．従って，出土遺物の脂質の種類およびそれらを構成している脂肪酸組成と現生動植物のそれとを比較することによって，目に見える形では遺存しない原始古代の動植物を判定することが可能となる．

このような出土遺構・遺物に残存する脂肪を分析する方法を「残存脂肪分析法」という．この「残存脂肪分析法」を用いて当山東原遺跡から出土した遺構の性格を解明しようとした．

1．土壌試料

沖縄県浦添市に所在する当山東原遺跡は14～18世紀のものと推定されている．このうち年代が推定できる遺物が出土していないので正確な年代は不明であるが，同時代の遺構と推定されている土壌からは14～15世紀の遺物が出土している．小ピット列遺構内外の土壌試料を分析した．遺構内での遺構の配置状況および各遺跡内での土壌試料採取地点を図1に示す．試料№1～№8を遺構中のピットから，№9を基本層序中の土壙11から，それぞれ採取した．

2．残存脂肪の抽出

土壌試料15～911gに3倍量のクロロホルムーメタノール（2:1）混液を加え，超音波浴槽中で30分間処理し残存脂肪を抽出した．処理液をろ過後，残渣に再度クロロホルムーメタノール混液を加え，再び30分間超音波処理をする．この操作をさらに2回繰り返して残存脂肪を抽出した．得られた全抽出溶媒に1％塩化バリウムを全抽出溶媒の4分の1容量加え，クロロホルム層と水層に分配し，下層のクロロホルム層を濃縮して残存脂肪を分離した．

残存脂肪の抽出量を表1に示す．抽出率は0.0011～0.0146％，平均0.0039％であった．この値は全国各地の遺跡から出土した土壌，石器，土器などの試料の平均抽出率0.0010～0.0100％の範囲内のものであった．

残存脂肪をケイ酸薄層クロマトグラフィーで分析した結果，脂肪は単純脂質で構成されていた．その中では遊離脂肪酸が最も多く，次いでグリセロールと脂肪酸が結合したトリアシルグリセロール（トリグリセリド），ステロールエステル，ステロールの順に多く，微量の長鎖炭化水素も存在していた．

3．残存脂肪の脂肪酸組成

分離した残存脂肪の遊離脂肪酸とトリアシルグルセロールに5％メタノール性塩酸を加え，125℃封管中で2時間分解し，メタノール分解によって生成した脂肪酸メチルエステエルを含む画分をクロロホルムで分離し，さらにジアゾメタンで遊離脂肪酸を完全にメチルエステル化してから，ヘキサンーエチルエーテルー酢酸（80:30:1）またはヘキサンーエチルエーテル（85:15）を展開溶媒とするケイ酸薄層クロマトグラフィーで精製後，ガスクロマトグラフィーで分析した[5]。

残存脂肪の脂肪酸組成を図2に示す．残存脂肪から10種類の脂肪酸を検出した．このうちパルミチン酸（C16:0），ステアリン酸（C18:0），オレイン酸（C18:1），リノール酸（C18:2），アラキジン酸（C20:0），エイコサモノエン酸（C20:1），ベヘン酸（C22:0），リグノセリン酸（C24:0）の8種類の脂肪酸をガスクロマトグラフィー—質量分析により同定した．

各試料中の脂肪酸組成をみると，試料No.9を除くすべての試料がほぼ同一の組成パターンを示した．このうち炭素数18までの中級脂肪酸は，試料No.1，No.4，No.7，No.8ではパルミチン酸とオレイン酸がほぼ同程度，No.2ではオレイン酸が最も多く，No.3，No.5，No.6ではパルミチン酸が最も多かった．試料No.9ではパルミチン酸が突出して多く，全脂肪酸の半分以上を占めていた．一般に考古遺物にはパルミチン酸が多く含まれている．これは長い年月の間にオレイン酸，リノール酸といった不飽和脂肪酸の一部が分解し，パルミチン酸を生成するためで，主として植物遺体の土壌化に伴う腐植物から来ていると推定される．オレイン酸の分布割合の高いものとしては，動物性脂肪と植物性脂肪の両方が考えられ，植物性脂肪は特に根，茎，種子に多く分布するが，動物性脂肪の方が分布割合は高い．オレイン酸はまた，ヒトの骨のみを埋葬した再葬墓試料などにも

多く含まれている．ステアリン酸は動物体脂肪や植物の根に比較的多く分布している．リノール酸は主として植物種子・葉に多く分布する．

一方，高等動物，特に高等動物の臓器，脳，神経組織，血液，胎盤に特徴的にみられる炭素数20以上のアラキジン酸，ベヘン酸，リグノセリン酸などの高級飽和脂肪酸は，それら３つの合計含有率が試料No.1，No.2，No.4，No.8で約5～9%，他のすべての試料中で約11～15%であった．通常の遺跡出土土壌中でのアラキジン酸，ベヘン酸，リグノゼリン酸の高級飽和脂肪酸の３つの合計含有率は約4～10%であるから，試料No.1，No.2，No.4，No.8での高級飽和脂肪酸含量は通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土並みで，他のすべての試料中での高級飽和脂肪酸含有量はわずかに多めであった．この高級飽和脂肪酸含有量を全試料でみると，通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土のそれに近いものであった．高級飽和脂肪酸含有量が多い場合としては，試料中に高等動物の血液，脳，神経組織，臓器などの特殊な部分が含まれている場合と，植物の種子・葉などの植物体の表面を覆うワックスの構成分が含まれている場合とがある．高級飽和脂肪酸が動物，植物のどちらかに由来するかはコレステロールの分布割合によって決めることができる．概して，動物に由来する場合はコレステロール含量が多く，植物に由来する場合はコレステロール含有量が少ない。

以上，当山東原遺跡のすべての遺構内試料中の主要な脂肪酸はパルミチン酸かオレイン酸、またはパルミチン酸とオレイン酸が同程度含まれているかのいずれかで，対照試料No.9のそれはパルミチン酸で全脂肪酸の半分以上を占めていることがわかった．高級飽和脂肪酸はすべての試料中で通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土並みか，わずかに多い程度であることがわかった．コレステロール含有量を考え合わすと，脂肪酸分析でわずかに多めに検出された高級飽和脂肪酸は植物体の表面を覆うワックスの構成分に由来する可能性が高い．

４．残存脂肪のステロール組成

残存脂肪のステロールをヘキサン－エチルエーテル－酢酸（80:30:1）を展開溶媒とするケイ酸薄層クロマトグラフィーで分離・精製後、ピリジン－無水酢酸（1:1）を窒素気流下で反応させてアセテート誘導体にする。得られた誘導体をもう一度同じ展開溶媒で精製してから、ガスクロマトグラフィーにより分析した。残存脂肪の主なステロール組成を図３に示す。残存脂肪から11～19種類のステロールを検出した。このうちコプロスタノール、コレステロール、エルゴステロール、カンペステロール、スチグマステロール、シトステロールなど８種類のステロールをガスクロマトグラフィー－質量分析により同定した。

試料中のステロール組成をみると，動物由来のコレステロールは試料No.1とNo.7に約14～16%，No.2に約8%，他のすべての試料中に約4～6%分布していた．通常一般的な植物腐植土中にはコレステロールは2～6%分布している．従って，コレステロール含有量は試料No.1とNo.7でかなり多く，No.2でやや多く，他のすべての試料中で通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土並みであった．

植物由来のシトステロールはすべての試料中に約4～18%分布していた．通常の遺跡出土土壌中にはシトステロールは30～40%，もしくはそれ以上に分布している．従って，シトステロール含有量はすべての試料中で通常の遺跡出土土壌の植物腐植土中でよりも少なめであった．

クリ、クルミなどの堅果植物由来のカンペステロール，スチグマステロールは，カンペステロールが試料№2，№5，№6に約13～15%，他のすべての試料中に約4～10%，スチグマステロールが№2と№4に約11～15%，他のすべての試料中に約3～9%分布していた．通常の遺跡出土土壌中にはカンペステロール，スチグマステロールは1～10%分布している．従って，カンペステロール，スチグマステロール含有量は試料№2，№5，№6でカンペステロールが，№2と№4でスチグマステロールが多めで，他のすべての試料中で通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土並みであった．

微生物由来のエルゴステロールは試料№1，№2，№4，№5，№7に痕跡程度，他のすべての試料中に約0.4～2.0%分布していた．通常の遺跡出土土壌中にはエルゴステロールは数%分布している．従って，この程度の量は土壌微生物の存在による結果と考えられる．

哺乳動物の腸もしくは糞便中に特異的に分布するコプロスタノールは，試料№1～№3，№7，№9に約3～6%，他のすべての試料中に約1～2%分布していた．コプロスタノールは通常の遺跡出土土壌中には分布していないが，1～2%程度の量は検出されることがある．また，コプロスタノールの分布により試料中での哺乳動物の存在を確認することができる他に，コプロスタノールが10%以上含まれていると，試料中に残存している脂肪の持ち主の動物種や性別，また遺体の配置状況などが特定できる場合がある[6] コプロスタノールとコレステロールの分布比はヒト男性4.25，ヒト女性2.75，ウシ0.42～0.88，ウマ0.36，ヒツジ3.0，イヌが0.89である．今回は試料№1～№3，№7，№9で通常の遺跡出土土壌中でよりもわずかに多かったが，脂肪の持ち主の動物種が判定できるほどの量ではなかった．しかし，コプロスタノールとコレステロールの分布比がウシ，ウマなどの動物の値に近い量のコプロスタノールがわずかではあるが含まれているということは，それらの試料中に哺乳動物の腸および糞便由来の脂肪が残存している可能性があることを示唆している．また，試料№1にはコプロスタノールの主要な代謝産物であるコプロスタノンが約26%も含まれていた．従って，この試料№1にも哺乳動物の腸および糞便由来の脂肪が残存していたと考えられる．

一般に動物遺体の存在を示唆するコレステロールとシトステロールの分布比の指標値は土壙で0.6以上[7]，土器・石器・石製品で0.8～23.5である[8,9]．試料中のコレステロールとシトステロールの分布比を表２に示す．表からわかるように，分布比は試料№1，№3，№7，№9が0.6以上であった．他のすべての試料の分布比は0.6以下ではあったが約0.4で，かなりの指標値の0.6に近いものであった．従って，分布比は試料№1，№3，№7，№9には動物由来の脂肪が残存しており，他の試料中にもその可能性がわずかにあることを示唆していた．

以上，当山東原遺跡の試料中に含まれている各種ステロール類は，動物由来のコレステロール

がSP480試料No.1とSP497試料No.7にかなり多く，SP481試料No.2にもやや多く，哺乳動物由来のコプロスタノールがSP480試料No.1，SP481試料No.2，SP488試料No.3，SP497試料No.7，対照試料No.9にわずかに多く，コプロスタノールの主要な代謝産物であるコプロスタノンがSP480試料No.1に非常に多く，堅果植物由来のカンペステロールがSP481試料No.2，SP493試料No.5，SP494試料No.6にスチグマステロールがSP481試料No.2とSP491試料No.4に多く，他のステロール類は通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土並みか少なめであることがわかった．コレステロールとシトステロールの分布比はSP480試料No.1，SP488試料No.3，SP497試料No.7対照試料No.9が0.6以上で，これらの試料中には動物由来の脂肪が残存している可能性があることがわかった．また，他の遺構中の試料も分布比は0.6以下であったが約0.4を示し，指標値の0.6にかなり近い値であり，これらの試料中にもその可能性がわずかにあることもわかった．

5．脂肪酸組成の数理解析

残存脂肪の脂肪酸組成をパターン化し，重回帰分析により各試料間の相関係数を求め，この相関係数を基礎にしてクラスター分析を行って各試料の類似度を調べた．同時に試料中に残存する脂肪の持ち主を特定するために，出土遺構は水田跡であると推定されている京都府長岡京左京第270次調査[10]，京都府内里八丁遺跡[11]，出土遺構を便所跡と判定した岩手県平泉柳之御所跡[12]，秋田県秋田城跡[12]，石川県石動山大宮坊厠跡[12]，岡山県岡山城跡[12]，福岡県鴻臚館跡[13]，出土した集落跡の家畜小屋と推定されている所でウシが飼育されていたと判定した群馬県西組遺跡[14]，同様に家畜小屋でウマが飼育されていたり，畠には馬糞が施肥されていたと判定した群馬県黒井峯遺跡[14]，出土土坑に残存する脂肪はウシの糞便の脂肪と類似しており，この土坑は牛舎跡であったと推測した三重県上惣作遺跡[15]，出土した水田跡のような遺構に残存する脂肪は，以前に出土遺構を水田跡と推定した遺跡試料と類似していると判定した福岡県三沢蓮輪遺跡[16]の試料との類似度も比較した．予めデータベースの脂肪酸組成と試料中のそれとでクラスター分析を行い，その中から出土状況を考慮して類似度の高い試料を選び出し，再びクラスター分析によりパターン間距離にして表したのが図4である．

図からわかるように当山東原遺跡の試料No.1～No.8はそれらのみで相関行列距離約0.05以内でA群を形成し，非常によく類似していた．当山東原遺跡の試料No.9は長岡京左京第270次調査，内里八丁遺跡，三沢蓮輪遺跡，溜池遺跡の試料と共に相関行列距離0.05以内でB群を形成し、非常によく類似していた．他の対照試料はC～H群を形成した．これらの群のうちB群とC群は相関行列距離約0.1の所にあり，互いによく類似していた．A群は相関行列距離的に非常に近い所に類似する群がなかったが，B，C群とは相関行列距離約0.2の所にあり，他の対照試料が形成する群よりは類似していた．

以上，当山東原遺跡のすべての遺構内試料は相関行列距離的に非常に近い所に類似する試料が

なかったが，遺構内試料どうしは非常によく類似していることがわかった．遺構外対照試料中に残存する脂肪は，出土遺構を水田跡と推定した遺跡試料中の脂肪と類似していることがわかった．遺構内試料ではなく，遺構外対照試料の方が特徴ある遺跡試料とより類似していたが，この理由は不明である．

6．脂肪酸組成による種特異性相関

残存脂肪の脂肪酸組成から種を特定するために，中級脂肪酸（炭素数16のパルミチン酸から炭素数18のステアリン酸，オレイン酸，リノール酸，リノレン酸まで）と高級脂肪酸（炭素数20のアラキジン酸以上）との比をX軸に，飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸との比をY軸にとり種特異性相関を求めた．この比列配分により第1象限の原点から離れた位置に高等動物の血液，脳，神経組織，臓器などに由来する脂肪，第1象限から第2象限の原点から離れた位置にヒト胎盤，第2象限の原点から離れた位置に高等動物の体脂肪，骨油に由来する脂肪がそれぞれ分布する．第2象限から第3象限にかけての原点付近に植物と微生物，原点から離れた位置に植物腐植土，第3象限から第4象限にかけての原点から離れた位置に海産動物に由来する脂肪が分布する．

土壌試料の残存脂肪から求めた種特異性相関を図5に示す．図からわかるように当山東原遺跡の試料№9を除くすべての試料は，ほぼ第2象限内に分布しA群を形成した．A群のうち試料№2のみがわずかに第3象限内に入っていた．当山東原遺跡の試料№9は同じ第2象限内ではあるがA群の試料よりもかなりY軸上の上方で単独でB群を形成した．これらの群の分布位置は試料№9と№2が若干傾向を異にしてはいるが，試料中に残存する脂肪が高等動物の体脂肪や骨油に由来することを示唆している．

以上，当山東原遺跡のすべての試料中に残存する脂肪は高等動物の体脂肪や骨油に由来することがわかった．しかし，その中ではSP481試料№2と対照試料№9がやや傾向を異にすることがわかった．しかし，遺構の形状，配置状況などを考え合わすと，残存する脂肪が高等動物の体脂肪や骨油に由来するとは推定しにくい．

7．総括

当山東原遺跡から出土したピット列遺構の性格を判定するために，遺構内外の土壌試料の残存脂肪分析を行った．残存する脂肪の脂肪酸分析，ステロール分析の結果，脂肪酸組成の分布に基づく数理解析の結果，当山東原遺跡のピットSP480，SP481，SP488，SP491，SP493，SP494，SP497，SP504に残存する脂肪は，わずかに出土遺構を水田跡と推定した遺跡試料中の脂肪と類似していることがわかった．しかし，今回は遺構外対照試料の方がそれら出土遺構を水田跡と推定した遺跡試料中の脂肪と，より類似していることもわかった．また，今回は動物由来のコレステロールがSP480とSP497試料中にかなり多かったが，その理由については不明である．糞便由

来のコプロスタノールはSP491，SP493，SP494，SP504では少ないが，その他のSP480，SP481，SP488，SP497にはわずかに多く含まれていて，コプロスタノールとコレステロールの分布比もウシ，ウマなどの動物の指標値の範囲内にあるので，遺構内にはウシ，ウマに類する動物の糞便が混入していた可能性も推測される．また，クラスター分析の結果では遺構内試料ではなく，遺構外対照試料の方が特徴ある遺跡試料とより類似していたが，この理由は不明である．

参考文献

(1) R. C. A. Rottlander and H. Schlichtherle：「Food identification of samples from archaeological sites」,『Archaeo Physika』, 10巻, 1979, pp260.

(2) D. A. priestley, W. C. Galinat and A. C. Leopold：「Preservation of polyunsaturaated fatty acid in ancient Anasazi maize sseed」,『Nature』, 292巻, 1981, pp146.

(3) R. C. A. Rottlander and H. Schlichtherle：「Anaslyse fruhgeschichtlicher Gefabinhalte」,『Natur-wissenscaften』, 70巻, 1983, pp33.

(4) 中野益男：「残存脂肪分析の現状」,『歴史公論』, 第10巻(6), 1984, pp124.

(5) M. Nakano and W. Fiscer：「The Glycolipids of Lactobacillus casei DSM 20021」,『Ho-ppe-Seyler's Z. Physiol. Chem』, 358巻, 1977, pp1439.

(6) 中野益男：「残留脂肪酸による古代復元」,『新しい研究法は考古学になにをもたらしたか』, 田中　琢, 佐原　眞編, クバプロ, 1995, pp148.

(7) 中野益男, 伊賀　啓, 根岸　孝, 安本教博, 畑　宏明, 矢吹俊男, 佐原　眞, 田中　琢「古代遺跡に残存する脂質の分析」,『脂質生化学研究』, 第26巻, 1984, pp40.

(8) 中野益男：「真脇遺跡出土土器に残存する動物油脂」,『真脇遺跡』, 石川県鳳至郡能都町教育委員会・真脇遺跡発掘調査団, 1986, pp401.

(9) 中野益男, 根岸　孝, 長田正宏, 福島道宏, 中野寛子：「ヘロカルウス遺跡の石器製品に残存する脂肪の分析」,『ヘロカルウス遺跡』, 北海道文化財研究所調査報告書第3集, 北海道文化財研究所, 1987, pp191.

(10) 中野益男, 中野寛子, 長田正宏：「長岡京左京第270次調査」,『未発表』, 京都市埋蔵文化財研究所.

(11) 中野益男, 中野寛子, 長田正宏：「内里八丁遺跡」,『未発表』, (財) 京都府埋蔵文化財調査研究センター.

(12) 中野益男：「トイレの化学」，『みちのく古代トイレ（便所）シンポ』，秋田考古学協会，1995，pp17.

(13) 中野益男，中野寛子，明瀬雅子：「鴻臚館」，『未発表』，福岡県福岡市教育委員会.

(14) 中野益男，中野寛子，福島道広，長田正広：「西組遺跡・押手遺跡・黒井峯遺跡の遺構群に残存する脂肪の分析」，『未発表』，群馬県北群馬郡子持村教育委員会.

(15) 中野益男，中野寛子，清水　了，門　利恵，長田正広：「上惣作遺跡C地区から出土した土坑に残存する脂肪の分析」，『未発表』，三重県埋蔵文化財センター.

(16) 中野益男，中野寛子，清水　了，門　利恵，星山賢一：「三沢蓮輪遺跡から出土した遺構に残存する脂肪の分析」，『未発表』，福岡県小郡市埋蔵文化財調査センター.

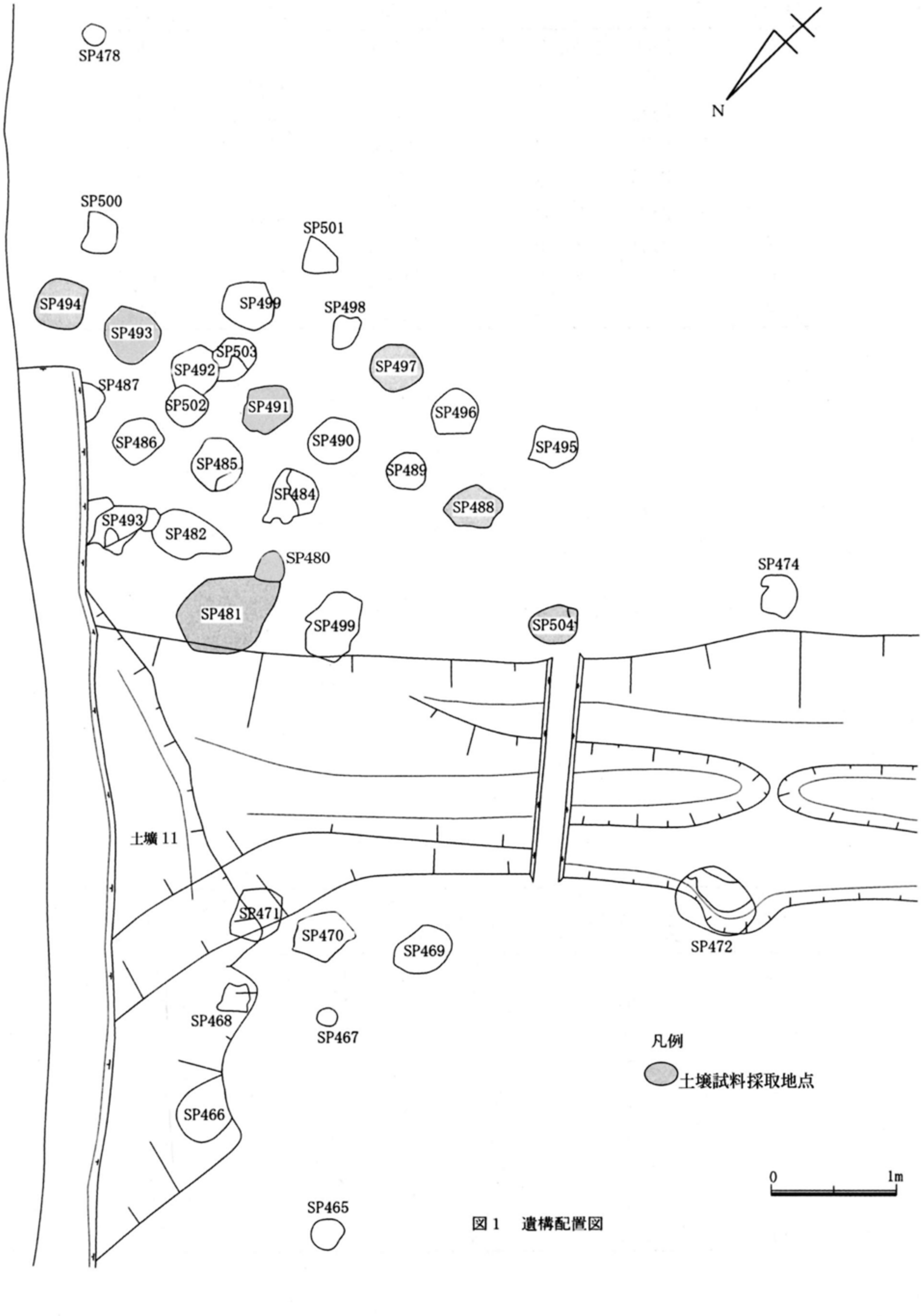

N
SP478
SP500
SP501
SP494
SP493
SP499
SP498
SP503
SP492
SP497
SP487
SP502
SP491
SP496
SP486
SP490
SP495
SP485
SP489
SP484
SP488
SP493
SP482
SP480
SP474
SP481
SP499
SP504
土壙 11
SP471
SP470
SP469
SP472
SP468
SP467
凡例
土壌試料採取地点
SP466
0
1m
SP465

図１　遺構配置図

表１　土壌試料の残存脂肪抽出量

試料No.	試　料　名		湿重量(g)	全脂質(mg)	抽出率(%)
1	SP480	植栽痕ｂ－２	129.1	2.0	0.0015
2	SP481	〃　⑦	910.7	10.4	0.0011
3	SP488	〃　④	161.1	6.1	0.0038
4	SP491	〃　③	379.4	11.6	0.0031
5	SP493	〃　ｄ－６	123.2	4.9	0.0040
6	SP494	〃　②	1016.1	17.7	0.0017
7	SP497	〃　⑤	107.5	3.8	0.0035
8	SP504	〃　⑧	700.1	10.2	0.0015
9	土壙11	22	15.1	2.2	0.0146

表２　試料中に分布するステロールの割合

試料No.	コプロスタノール(%)	コレステロール(%)	シトステロール(%)	コレステロール/シトステロール
1	3.67	14.03	6.78	2.07
2	2.81	8.27	18.20	0.45
3	4.16	3.73	4.06	0.92
4	1.75	4.05	9.70	0.42
5	1.49	5.69	15.98	0.36
6	0.95	3.84	11.08	0.35
7	5.65	16.08	11.90	1.35
8	1.36	5.50	11.19	0.49
9	5.27	5.96	7.55	0.79

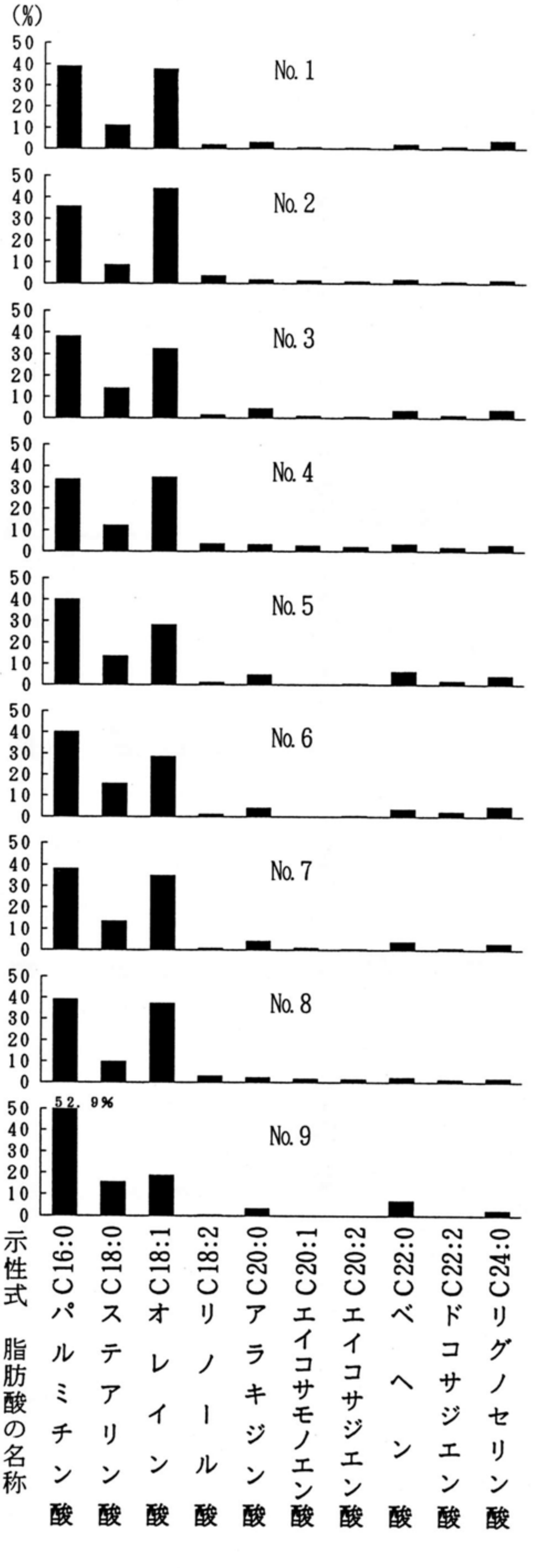


図 2　試料中に残存する脂肪の脂肪酸組成

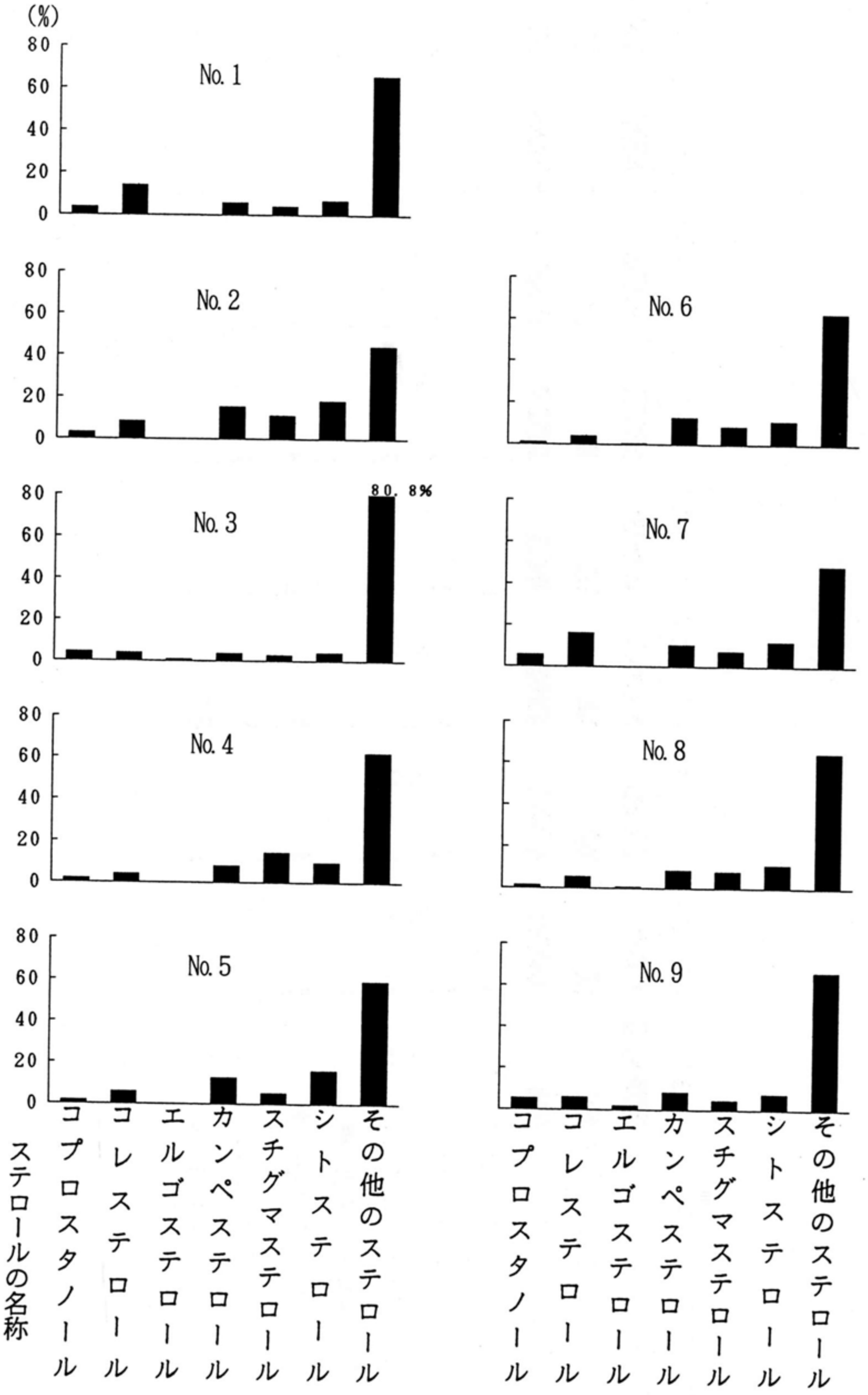


図3　試料中に残存する脂肪のステロール組成

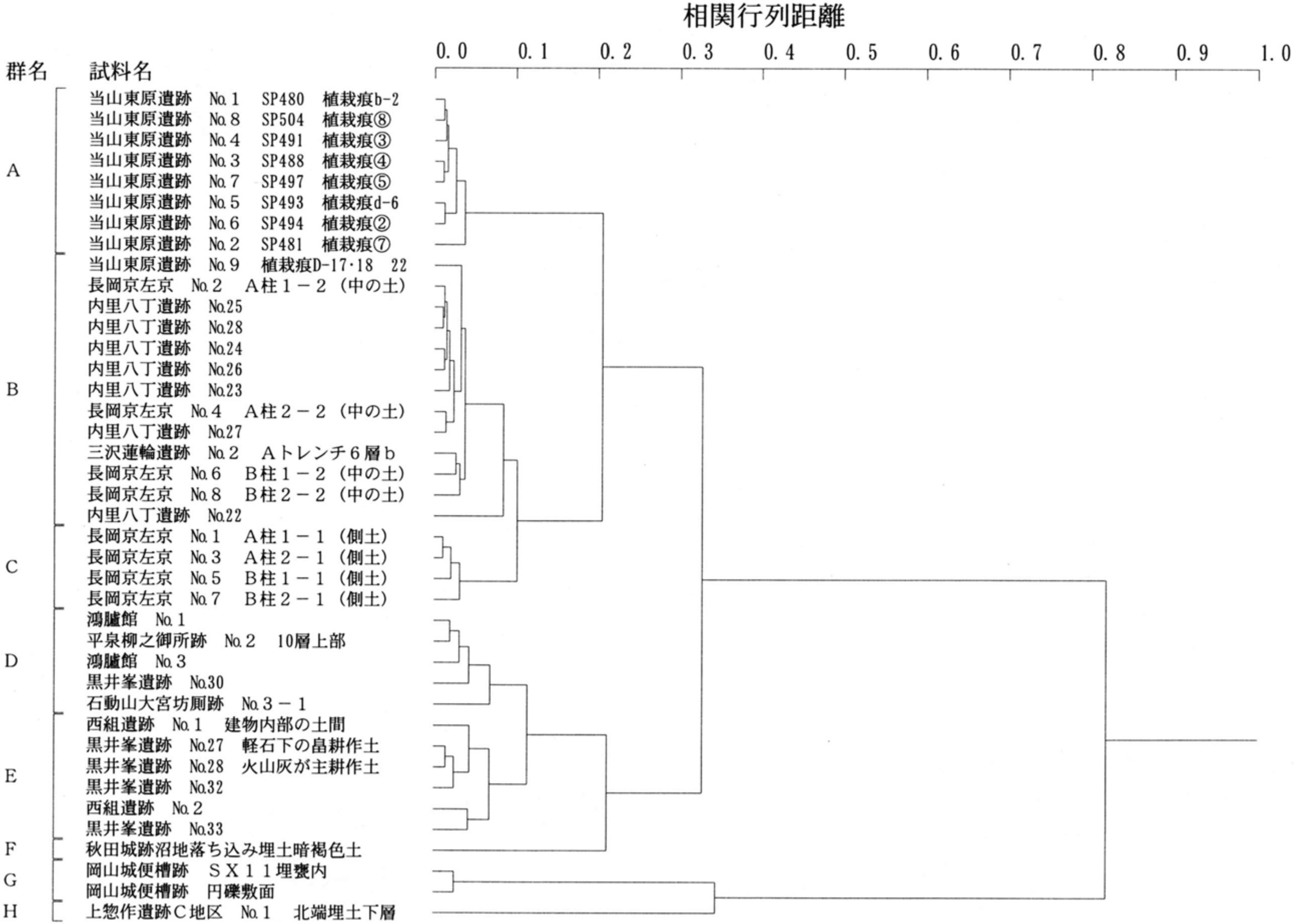


図４　試料中に残存する脂肪の脂肪酸組成樹状構造図

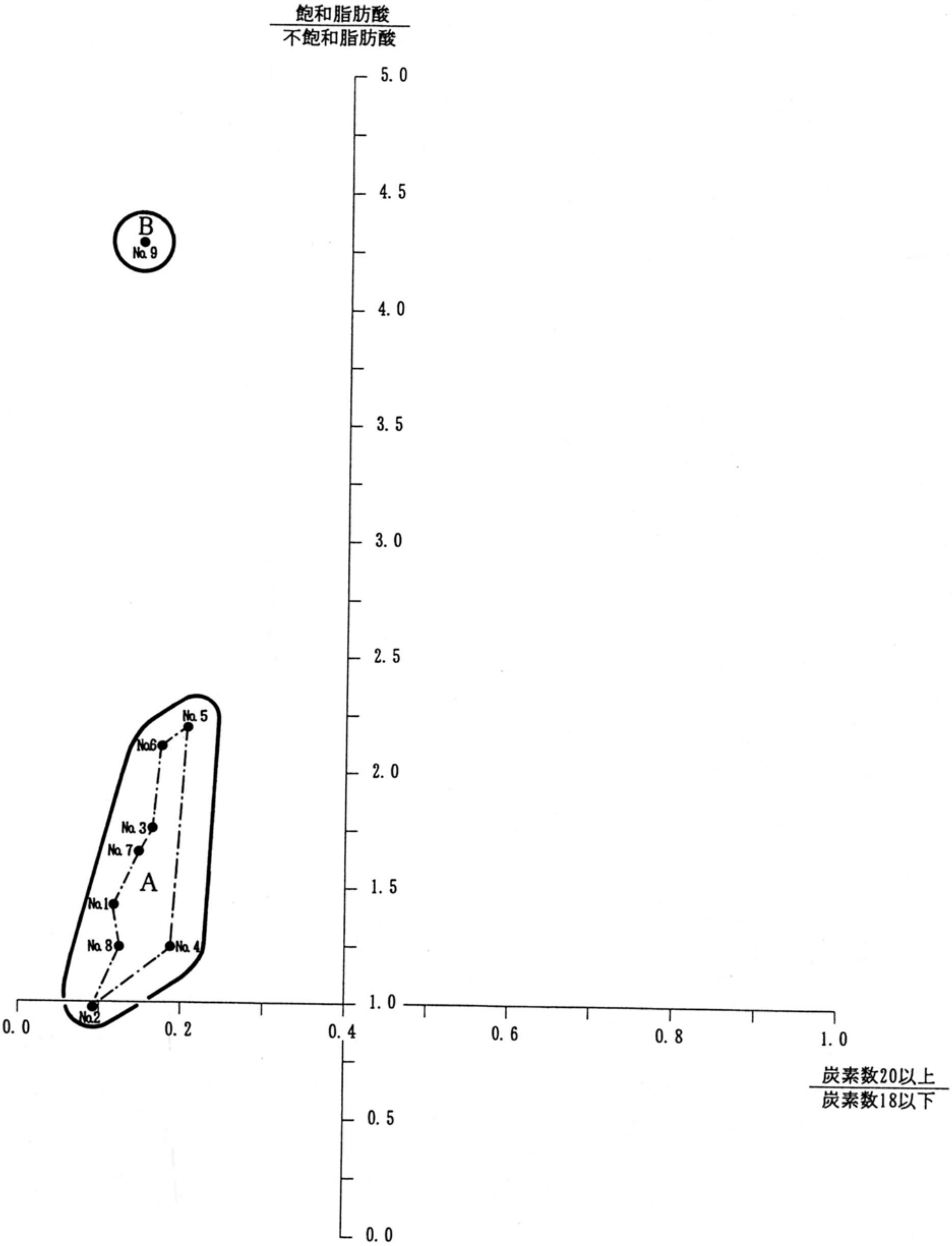


図５　試料中に残存する脂肪の脂肪酸組成による種特異生相関

附章5
当山東山遺跡出土銅釘と鉄滓の金属学的調査

大澤正己・鈴木瑞穂

要旨

14～17世紀に属する当山東山遺跡出土の釘と鉄滓を調査して、次の点が明らかとなった。

(1)釘は純銅の鍛造品であった。釘の金属組織は、基地銅に灰褐色微細楕円点状の亜酸化銅（Cuprite：Cu_2O）を点在させ、最表層には結晶粒界からの腐食による網目模様を露出する。定量分析値は、94.3%CU-5.6%Oであった。

(2)鉄滓は、鍛冶炉の炉底に堆積形成された含鉄の椀形鍛冶滓の破片である。鉱石系鉄素材について、折り返し曲げ鍛接の高温作業で排出された鍛錬鍛冶滓に分類される。なお、鍛冶原料鉄は、滓中に落下した鉄粒（6mm径）の金属組織からみて、全面パーライト（pearlite：フェライトとセメンタイトが交互に重なり合って構成された層状組織）の析出した共析鋼（C：0.77%）クラスであった。刃物制作の可能性をもつ。

1．調査方法

1－1．試料

試料は釘と鉄滓各1点である。（表1）。なお、試料名は整理の都合上、各々ＴＹＨ－1・ＴＹＨ－2と付した。

1－2．調査方法

（1）肉眼観察

試料の状態を肉眼で観察し、特徴を記載する。

（2）マクロ組織（Macro structure）

銅釘は長軸方向全側面（5倍）を、鉄滓は含鉄部分を金属探知器で狙いをつけて切り出し、顕微鏡埋め込み試料全面（10倍）を投影機で撮影して示した。顕微鏡検査によるよりも広い範囲にわたって観察できる利点があり、組織の分布状態、形状、大きさなどの情報が得られる。

（3）顕微鏡組織

銅釘は長軸側面を全面、鉄滓は含鉄部分を切出して、ベークライト樹脂に埋込み、エメリー研磨紙の#150，#240，#320，#600，#1000と順を追って研磨し、最後は被研磨面をダイヤモンドの3μと1μで仕上げて光学顕微鏡観察を行った。なお、金属鉄は、ナイタル（5%硝酸アルコール液）で腐食（Etching）している。

（4）ビッカース断面硬度

金属銅と鉄の組織、鉄滓の鉱物組成の同定を目的として、ビッカース断面硬度計（Vickers Hardness Tester）を用いて、硬さの測定を行った。試験は鏡面研磨した試料に136°の頂角をもっ

たダイヤモンドを押し込み、その時に生じた窪みの面積をもって、その荷重を除した商を硬度値としている。試料は、顕微鏡試料を併用した。

(5) ＣＭＡ（computerAidedX-rayMicroAnalyzer）調査

ＥＰＭＡ（Electron Probe Micro Analyzer）にコンピューターを内蔵させた新鋭分析機器である。旧式装置は、別名Ｘ線マイクロアナライザーとも呼ばれる。分析の原理は、真空中で試料面（顕微鏡試料併用）に電子線を対照し、発生する特性Ｘ線を分光後に画像化し、定性的な結果を得る。更に標準試料とＸ線強度との対比から元素定量値をコンピューター処理して、データ解析を行う方法である。化学分析を行えない微量試料や鉱物組織の微小域の組織同定が可能である。

(6) 化学組成分析

鉄滓の分析は、次の方法で実施した。

全鉄分（Total Fe），金属鉄（Metallic Fe），酸化第１鉄（FeＯ）：容量法。

炭素（Ｃ），硫黄（Ｓ）：燃焼容量法，燃焼赤外吸収法。

二酸化珪素(SiO_2)，酸化アルミニウム(Al_2O_3)，酸化カルシウム(CaO)，酸化マグネシウム(MgO)，酸化カリウム(K_2O)，酸化ナトリウム(Na_2O)，酸化マンガン(MnO)，二酸化チタン(TiO_2)，酸化クロム(Cr_2O_3)，五酸化燐(P_2O_5)，バナジウム(Ｖ)，銅(Cu)：ICP(Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer) 法：誘導結合プラズマ発光分光分析。

２．調査結果

(1) ＴＹＨ－１：釘

①肉眼観察：現存長さ30㎜で先端を欠き、10×８㎜断面で、頭部の一端を折り曲げてある。全面が淡褐色の酸化土砂に覆われて、僅かに湾曲する。先端破面や表面剥落部は緑青を吹く。

②マクロ組織：図版３の①に示す。銅釘の全長側面の全体組織である。メタルの遺存度は良好であるが、一度使用されて緊結状態から、釘抜きなどで引き抜かれたのか欠損した先端の15㎜前後の箇所で僅かに折れ曲がり、その箇所での腐食銹化が著しく黒色斑点が目立つ。また、銅釘断面の最表層側に銹化による網目状の模様が認められる。銹化は表面側から始まったことを示す。

③顕微鏡組織：図版１の①～⑨に示す。①～③は釘頭部の組織である。基地銅全面に灰褐色微細楕円点状の亜酸化銅（Cuprite：Cu_2O）が散在し、表層部には繊維状に伸びた結晶粒の腐食酸化線が認められる。④・⑤は釘基部（胴部）側の表層の結晶粒界を示す。こちらは網目状に再結晶化されている。この状況は、おそらく銅素材は鍛打により釘状に成型された後、一度再結晶する温度で焼鉄し、その後に頭部の折り曲げ加工がなされたと推定される。

④ビッカース断面硬度：図版１の⑧は表層部の自然酸化腐食を受けた箇所の硬度測定の圧痕を、また⑨は内部の点状に亜酸化銅の散在する組織の圧痕を示す。硬度値は、前者は酸化されて若

表１　供試材の履歴と調査項目

符　号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	計測値		メタル度	調査項目								備考
					大きさ（mm）	重量（g）		マクロ組織	顕微鏡組織	ビッカース断面硬度	X線回析	CMA	化学分析	耐火度	カロリー	
TYH-1	当山東原	お-11 Ⅲ層60/80	銅釘	14～17c	30×10×8	5.6	なし	○	○	○		○				
TYH-2	当山東原	Pit No.30	含鉄椀形鍛冶滓	14～17c	46×27×18	28.8	L(●)	○	○	○		○	○			

表２　供試材の化学組成

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	全鉄分 (Total Fe)	金属鉄 (Metallic Fe)	酸化第1鉄 (FeO)	酸化第2鉄 (Fe_2O_3)	* 二酸化珪素 (SiO_2)	* 酸化アルミニウム (Al_2O_3)	* 酸化カルシウム (CaO)	* 酸化マグネシウム (MgO)	* 酸化カリウム (K_2O)	* 酸化ナトリウム (Na_2O)	酸化マンガン (MnO)	二酸化チタン (TiO_2)	酸化クロム (Cr_2O_3)	硫黄 (S)	五酸化燐 (P_2O_5)	炭素 (C)	バナジウム (V)	銅 (Cu)	Σ* 造滓成分	造滓成分 / Total Fe	TiO_2 / Total Fe	注
TYH-2	当山東原	Pit No.30	含鉄椀形鍛冶滓	14～17c	50.68	0.74	51.59	14.07	25.22	2.76	3.94	0.24	0.43	0.12	0.12	0.20	0.09	0.01	0.36	0.07	0.08	0.012	32.71	0.645	0.004	

表３　出土遺物の調査結果のまとめ

符号	遺跡名	出土位置	遺物名称	推定年代	顕微鏡組織	調査項目								所見
						Total Fe	Fe_2O_3	塩基性成分	TiO_2	V	MnO	ガラス質成分	Cu	
TYH-1	当山東原	お-11 Ⅲ層60/80	銅釘	14～17c	銅素地に亜酸化銅点在	－	－	－	－	－	－	－	－	純銅の鍛造品（94%Cu－6%O）組成
TYH-2	当山東原	Pit No.30	含鉄椀形鍛冶滓	14～17c	鉄滓鉱物組成：W＋F、金属鉄：共析鋼	50.68	14.07	4.18	0.20	0.08	0.12	32.71	0.012	鉱石系鍛錬鍛冶滓（刃物製作か）

亜酸化銅：Cuprite(Cu_2O)、W：Wüstite(FeO)、F：Fayalite($2FeO \cdot SiO_2$)、共析鋼：Eutec toid steel(0.77%C)

図１　銅釘（ＴＹＨ−1-1）銅素地のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果（図版４に対応）

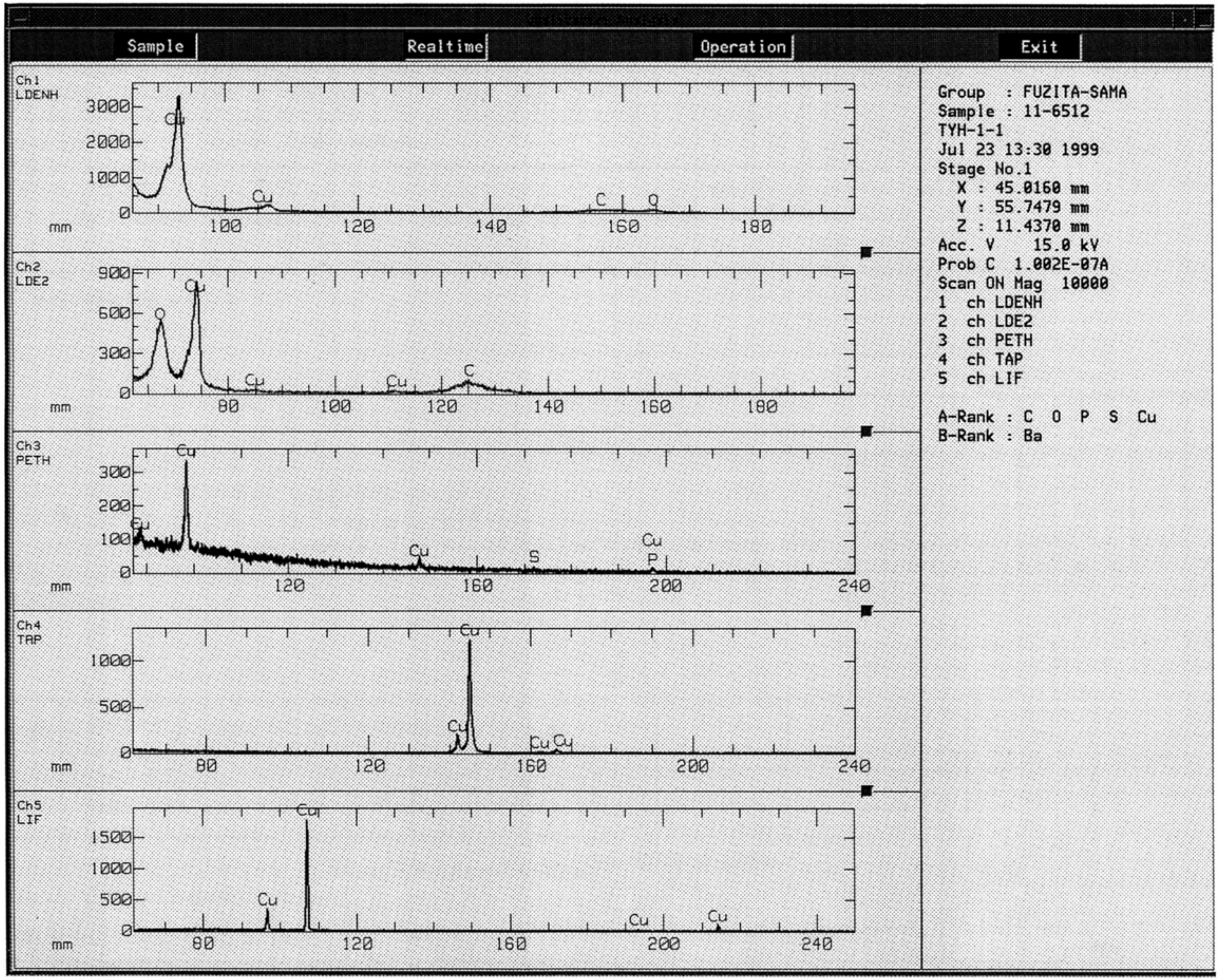


図２　銅釘（ＴＹＨ－1-2）銅素地のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果（図版４に対応）

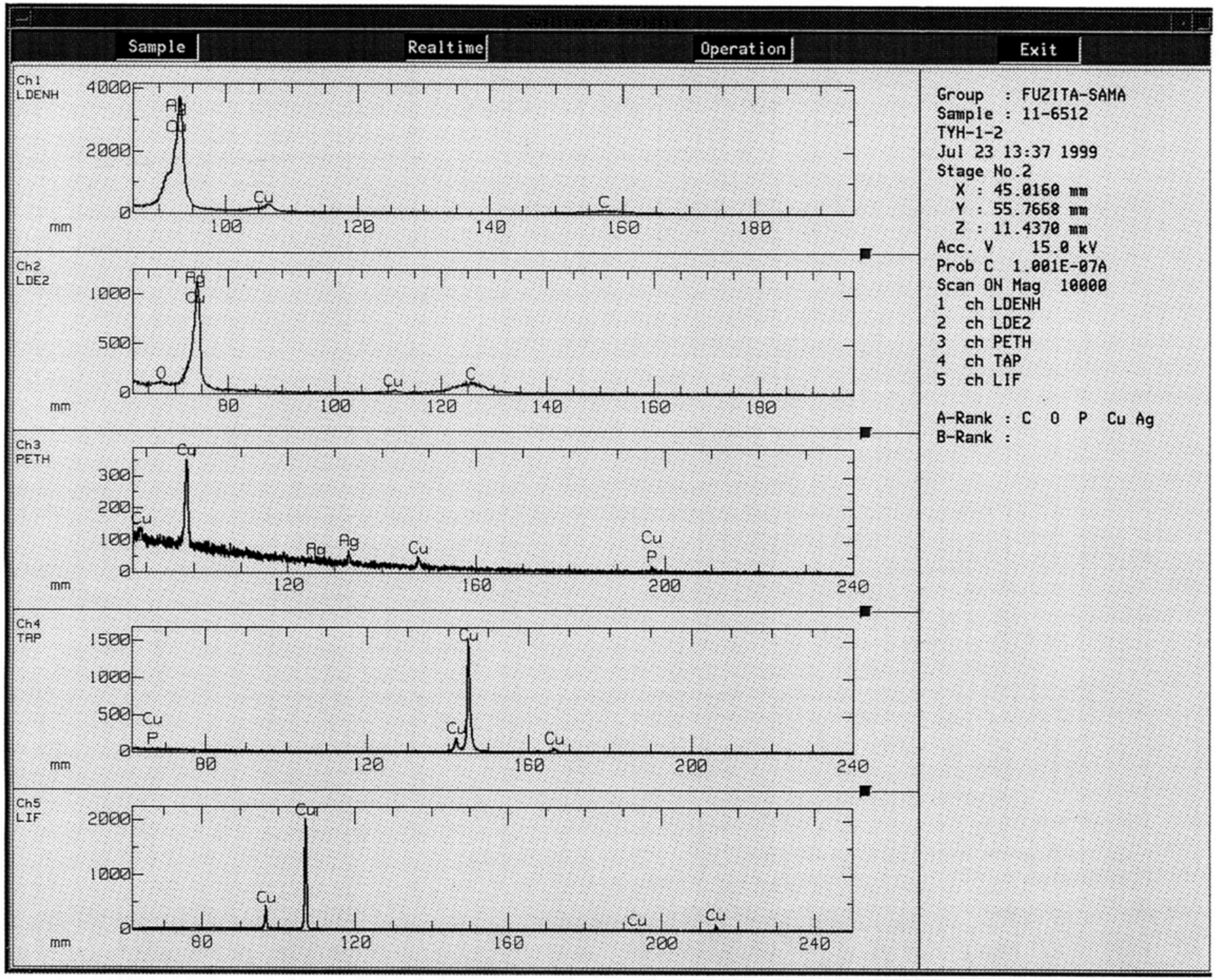
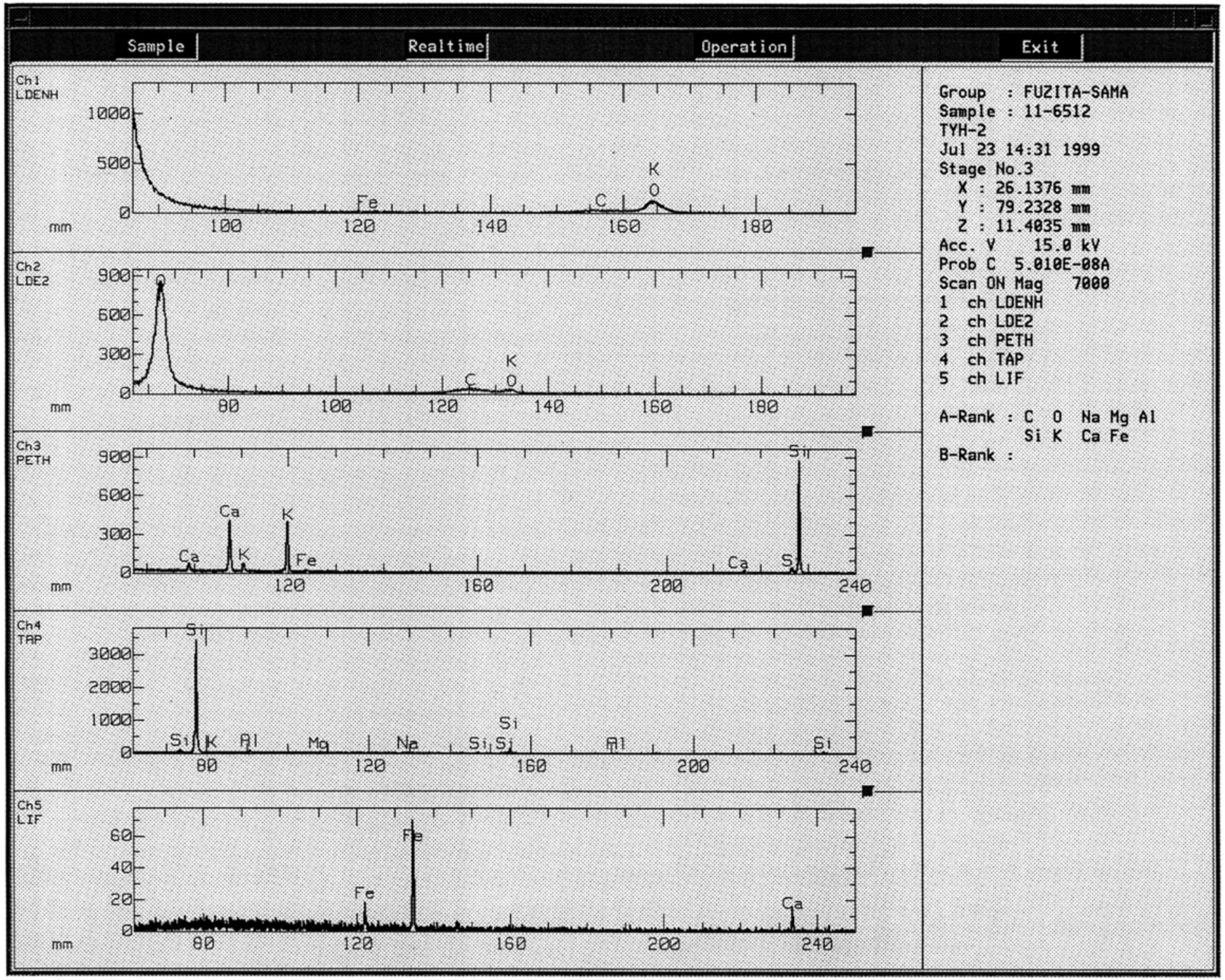


図３　含鉄椀形鍛冶滓（ＴＹＨ－２）鉄中非金属介在物のコンピュータープログラムによる高速定性分析結果（図版５に対応）



干硬質の76Hv，後者は軟質の66Hvで純銅を表明する値であった。

⑤ＣＭＡ調査：図版４のCOMP（反射電子像）にみられる銅素地と、灰褐色微細楕円点状模様の高速定性分析結果を図版４に示す。両者は、A-Rankで検出される元素として、銅（Cu），酸素（Ｏ），燐（Ｐ），硫黄（Ｓ）が認められた。表１はCOMPにみられる全体の視野と、表２はCOMPの１の番号をつけた灰褐色微細楕円点状模様のみにスポットをあてた分析結果である。両者には検出元素に差異がなかった。この結果を視覚化した面分析の特性Ｘ線像と定量分析結果が図版４である。特性Ｘ線像は、分析元素の存在を白色輝点の集中度により読み取ることになる。COMPに１の番号をつけた灰褐色楕円点状模様に白色輝点が集中するのは銅（Cu）と酸素（Ｏ）であり、定量分析値は、94.3％Ｃｕ－5.6％Ｏ組成が得られて、亜酸化銅（Cuprite：Cu_2O）の発生を知ることとなる。また、COMPの２の番号が付いた銅素材からは、99.1％Cuの定量分析値が得られて純銅が同定される。

銅釘は錫（Sn）の添加はなくて青銅化はなされていない。錫（Sn）の添加は、材質を硬化させるが、高価であるのでコスト的見地から合金化の採用はとりやめている。

(2)ＴＹＨ－２：鉄滓（含鉄椀形鍛冶滓）

①肉眼観察：鍛冶炉の炉底に堆積形成された小型含鉄椀形鍛冶滓の破片である。直径５㎝前後で、表面と側面の一部が破面となる。破面は気泡がなく暗灰色緻密質である。生きた面は裏面から側面の一部であり、流動状の垂下痕（滴下状）と細かい木炭痕を残す。なお、含鉄は金属探知器の弱設定で反応した。

②マクロ組織：図版３の②に示す。比較的気泡の少ない滓に囲まれて６×７㎜径の鉄粒が存在する。鍛冶作業中の原料鉄の落下に伴うものである。

③顕微鏡組織：図版２の①～⑨に示す。①は鉄滓と鉄粒の共伴状況を、②は鉄滓の鉱物組成でヴスタイト（Wustite：FeO）の凝集晶出具合が観察できる。ヴスタイトの粒間には淡灰色不定形結晶のファイヤライト（Fayalite：２ FeO・SiO_2）も認められる。この種の晶癖は、鉄素材の折返し曲げ鍛接に対する高温作業で排出された鍛錬鍛冶滓に分類される。

次に④から⑨に鉄粒の金属組織を示す。⑥は鉄粒の中央でみられる全面パーライト析出の共析鋼域(0.77％Ｃ）で、また⑧は網状セメンタイトを析出した過共析鋼域(0.77％Ｃ以上）である。一方、この共析綱を主体とする鉄粒の表層は、高温加熱により針状フェライトを晶出するウイッドマンステッテン組織を呈する箇所をもち、若干の熱履歴変動を有するものであった。そうはいっても共析綱は硬綱（高炭素綱）であり刃金であって、貴重な鋼にあり、刃物製作の処理における派生品の可能性をもつ。

④ビッカース断面硬度：図版２の③は鉄滓の鉱物組成であるヴスタイトの硬度測定の圧痕である。硬度値は硬質の434Hvであった。ヴスタイトの文献硬度値は450～500Hvであり（日刊工業新聞社，1968)、その下限値を若干割ってはいるが、ヴスタイトに同定できる。

⑤ＣＭＡ調査：鉄中の非金属介在物（鉄鋼中に介在する固形体の非金属性不純物、つまり鉄やマンガン，珪素および燐などの酸化物，硫化物，珪酸塩などを総称して非金属介在物という）を調査した。介在物は、鉄の履歴を語るものでDNAに匹敵する異物である。図版５のCOMP（反射電子像）にみられる球状の非金属介在物の高速定性分析結果を表２に示す。A—Rankで検出される元素は、鉄（Fe）をはじめとして、ガラス質成分（Si+Al+Ca+Mg+K+Na），酸素（O）等である。

次にこの結果を視覚化した特性X線像と定量分析結果を図版５に示す。COMPに３の番号を付けた箇所から、その分析元素の存在を表す白色輝点の集中はガラス質成分（Si+Al+Ca+K）であり、定量分析値は81.8％SiO_2－2.0％Al_2O_3－3.0％CaO＋3.8％K_2O組成の珪酸塩が同定される。9.5％のFeOの固溶があるのは、微細ファイヤライト（$2FeO \cdot SiO_2$）の現れであろうか。該品は、砂鉄特有元素のチタン(Ti)，バナジウム（V），ジルコニウム（Zr）の検出はなく、鉱石系鍛冶原料鉄と推定される。なお、当非金属介在物が球状化状態で検出されたことは、鉄素材は鍛打されていない原料鉄であることも裏付ける。

⑥化学組成分析：表３に示す。全鉄分（Total Fe）は50.68％に対して金属鉄（Metallic Fe）0.74％，酸化第１鉄（FeO）51.59％主体で、酸化第２鉄（Fe_2O_3）14.07％の割合である。ガラス質成分（SiO_2＋Al_2O_3＋CaO＋MgO＋K_2O＋Na_2O）は32.71％で、このうち塩基性成分（CaO＋MgO）を4.18％含む。赤熱鉄素材の表面酸化防止に粘土汁を塗布したことが現れている。砂鉄特有元素の二酸化チタン（TiO_2）0.20％，バナジウム（V）0.08％は低めで、鍛冶原料鉄は鉱石系の可能性が高い。また、酸化マンガン（MnO）0.12％，銅（Cu）0.012％レベルは磁鉄鉱系鉄素材あたりが鍛冶原料の候補となろう。

３．おわりに

今回の調査では、当山東原遺跡から出土した釘および鉄滓について金属学的調査を実施した。その結果、釘と鉄滓は異なった金属材料からなり、前者が純銅の鍛造品、後者が鍛冶炉の炉底に堆積形成された含鉄の椀形鍛冶滓の破片に由来することが明らかとなった。

県内では首里城京の内で鋳銅関連の遺構が検出されて多数の遺物も出土している。そのうち銅釘が含まれて、これも純銅であったことを過去に報告している。その時の定量分析値は、96.6％Cu－3.4％O組成であった（大澤正己，1998）。また、浦添城跡から出土した14～15世紀代の精錬鍛冶滓と鍛錬鍛冶滓は、沖縄では数少ない砂鉄系鉄素材の処理滓であったが（大澤正己，1987）、当山東原遺跡の鍛錬鍛冶滓は鉱石（磁鉄鉱）系に分類された。沖縄県内での、鍛冶製作に当たっての原料鉄は、日本からの南下ルートや揚子江流域からのルートなど多方面からの搬入が想定されている（三島格・大澤正己，1994）。今後、分析例を蓄積することにより、当時の手工業生産の実態解明につながると考える。

引用文献

三島格・大澤正己（1994）沖縄の鉄滓資料，南島考古，第14号（学会創立25周年記念特集号），p.103-112，沖縄考古学会.

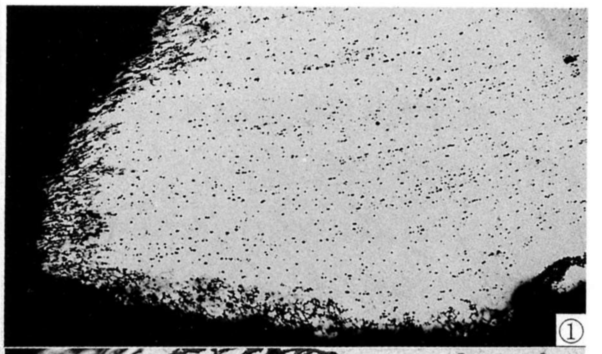
日刊工業新聞社（1968）焼結鉱組織写真および識別法.

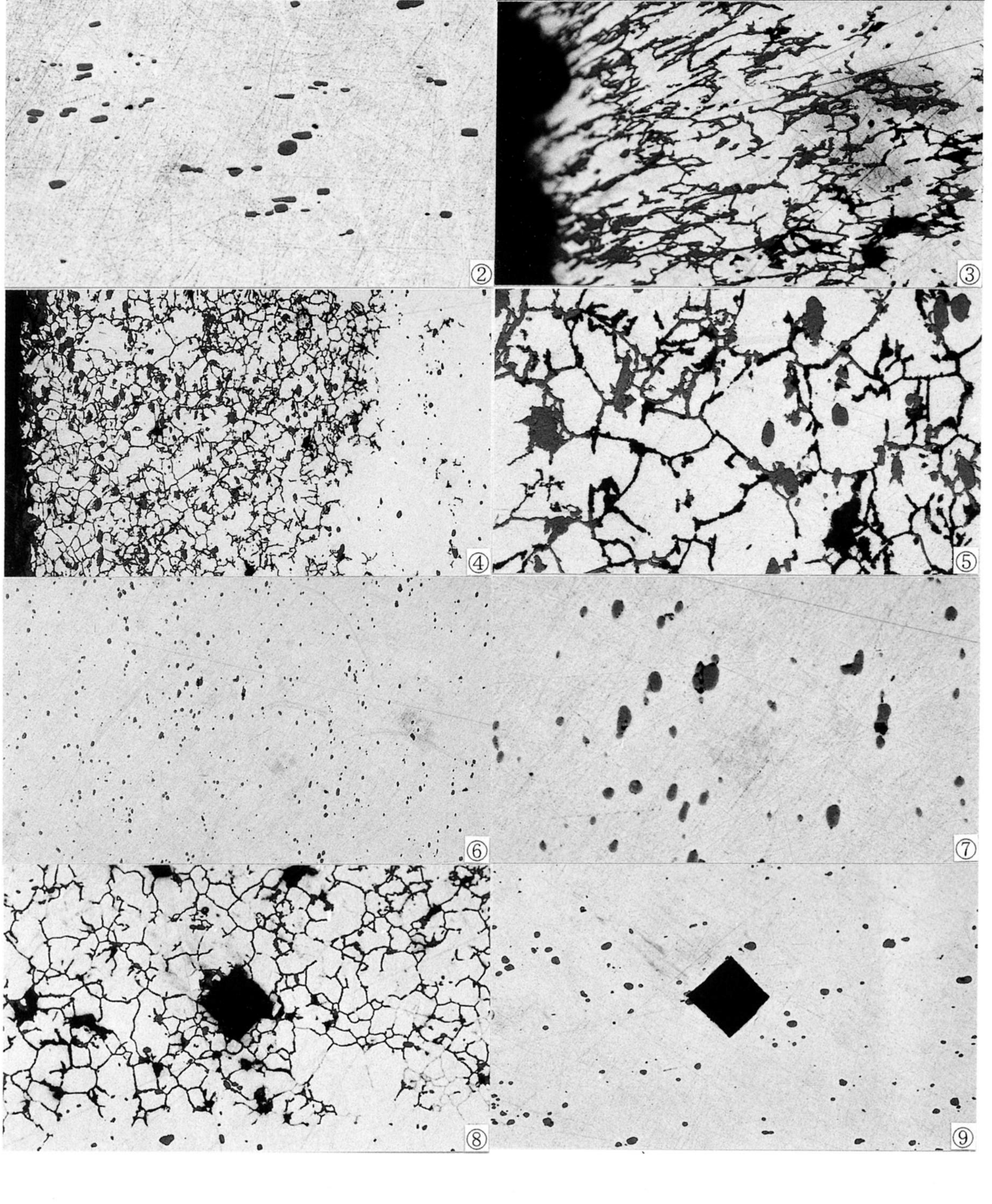
大澤正己（1987）沖縄県我謝遺跡，浦添城跡，フルガツ山出土鉄滓の金属学的調査，「沖縄県教育委員会文化課紀要」，第４号.

大澤正己（1998）首里城内出土の青銅製品の科学分析調査～平成８年度事業～，「首里城跡～京の内跡発掘調査報告書（Ⅰ）～沖縄県文化財調査報告書　第132集」，沖縄県教育委員会.

図版１　銅釘の顕微鏡組織

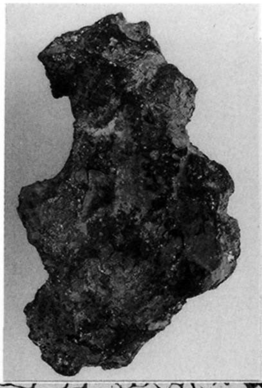
（1）TYH-1
銅釘
①×50、②③×400、頭部
②灰褐色楕円：亜酸化銅
③繊維状結晶粒
④⑥×100、⑤⑦×400、胴部
結晶粒は斉粒（焼なまし）
⑧⑨×200、硬度圧痕
⑧表層酸化：76Hv
⑨内部：66Hv

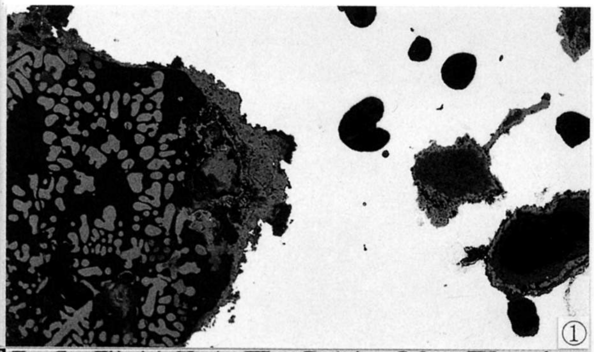




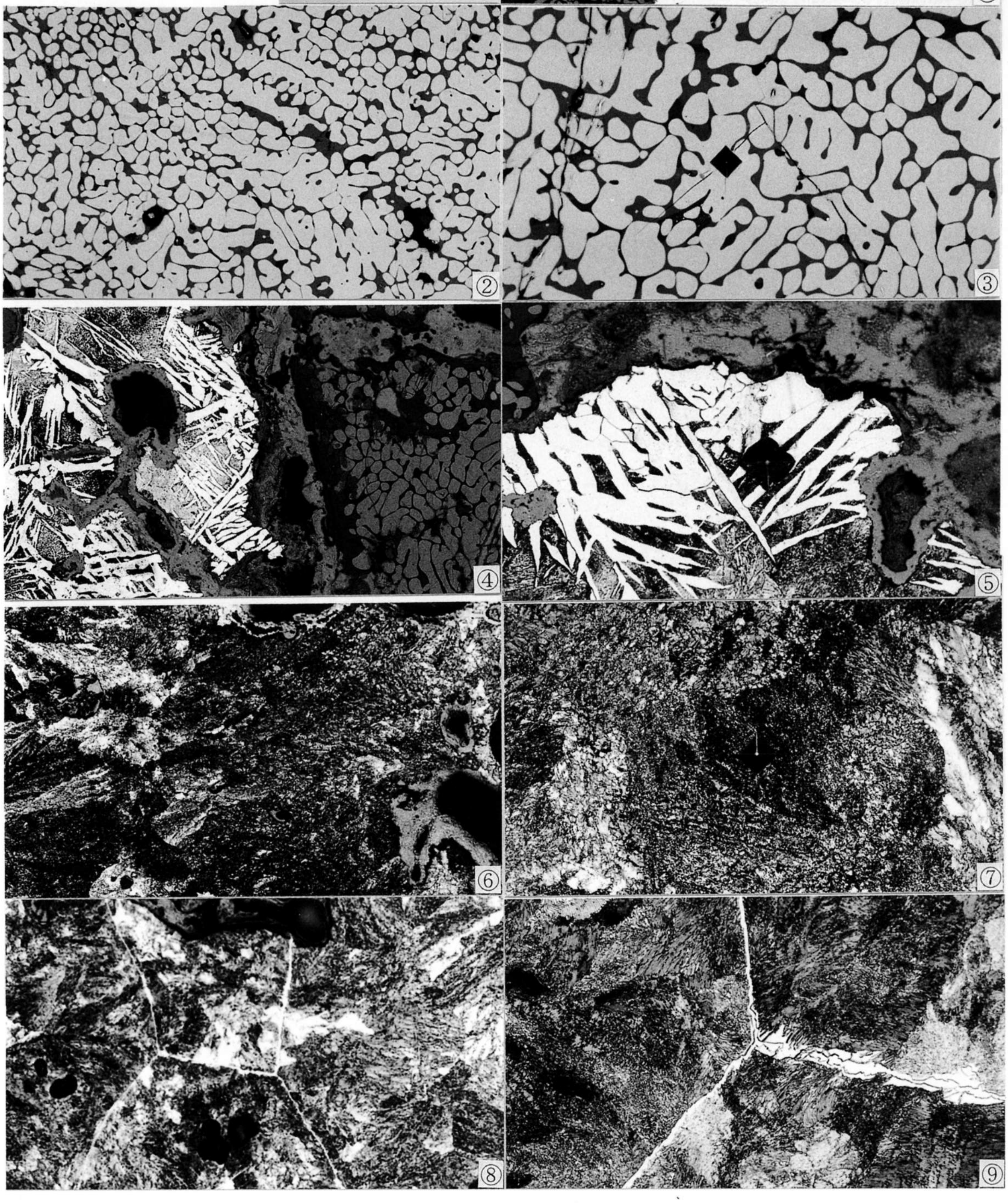
図版２　含鉄椀形鍛冶滓の顕微鏡組織

（1）TYH-2
含鉄椀形鍛冶滓
①×100、鉄滓と金属鉄
金属鉄は研磨まま、no etch
②×100、③×200、硬度圧痕
鉄滓組成：ヴスタイト 434Hv
④～⑨金属鉄、ナイタル etch
④⑥⑧×100、⑨×400
⑤針状フェライト：153Hv
⑥全面パーライト：300Hv

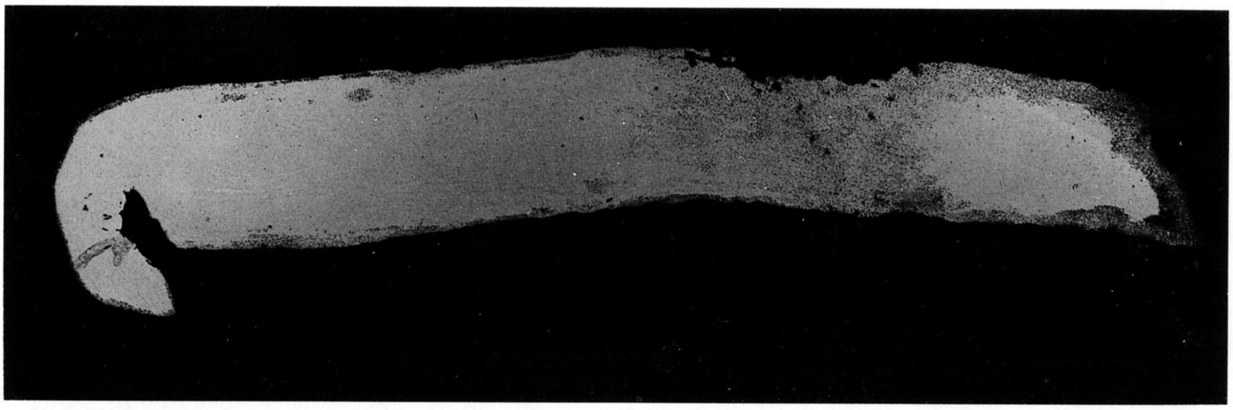




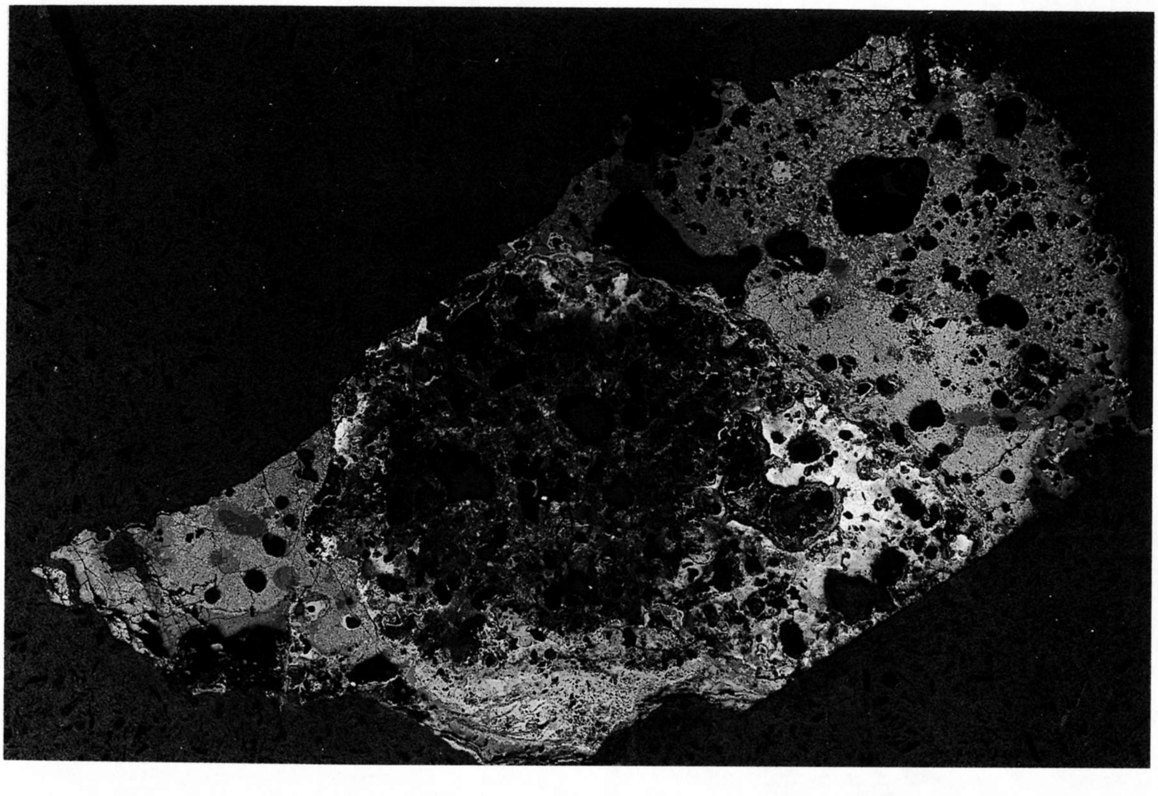
①



②③④⑤⑥⑦⑧⑨



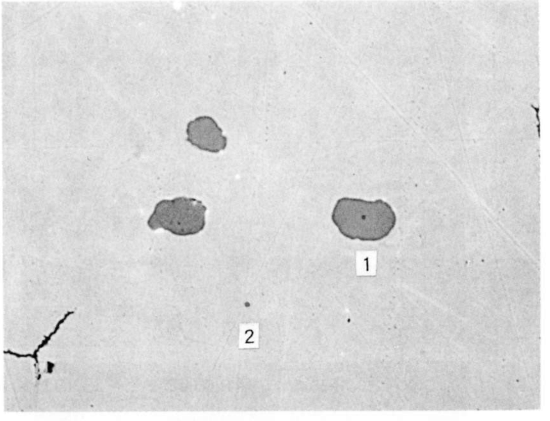
①銅釘（ＴＹＨ－１）×５



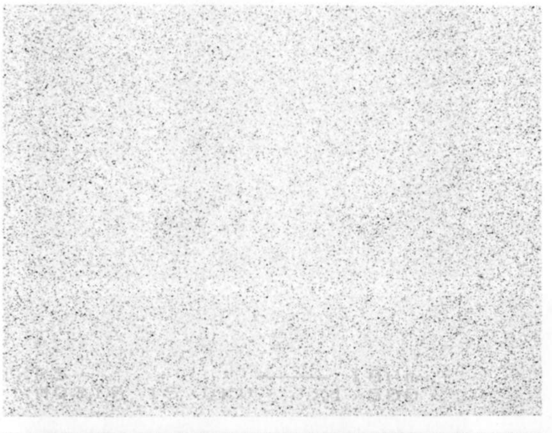
②含鉄椀形鍛冶滓（ＴＹＨ－２）×10　　鉄粒は中央黒色部の６×８㎜径のものである。

図版４　銅釘（ＴＹＨ－１）銅素地の特性Ｘ線像と定量分析値

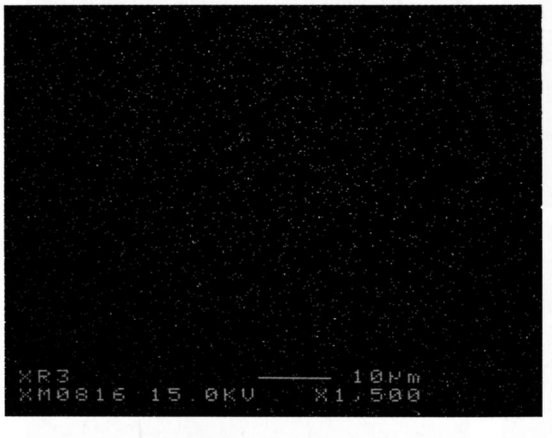
Ｃｏｍｐ



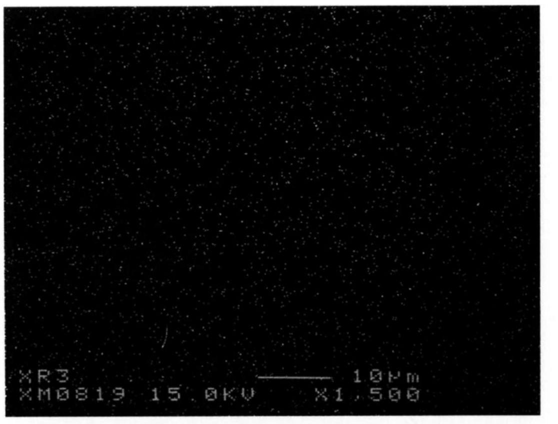
Ｃｕ



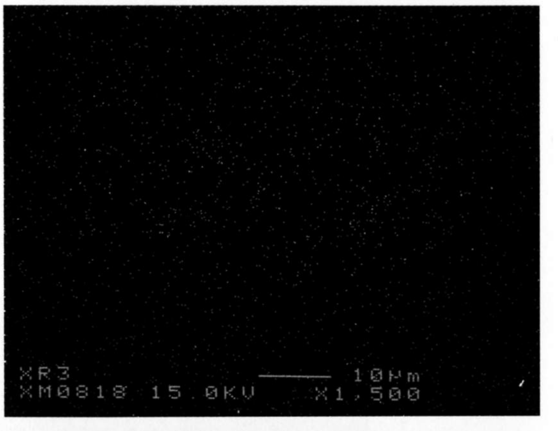
Ａｇ



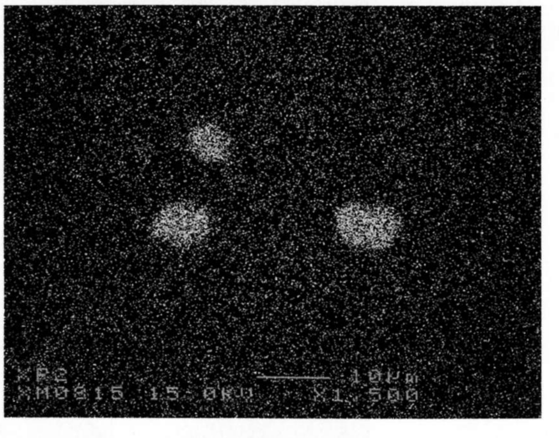
Ｐ



Ｓ



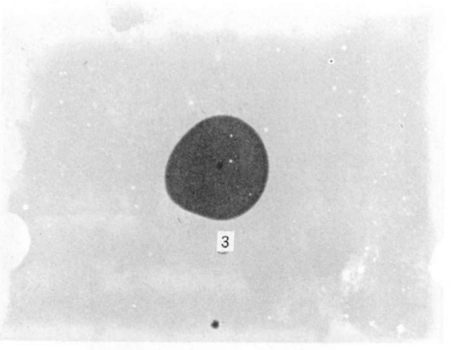
Ｏ



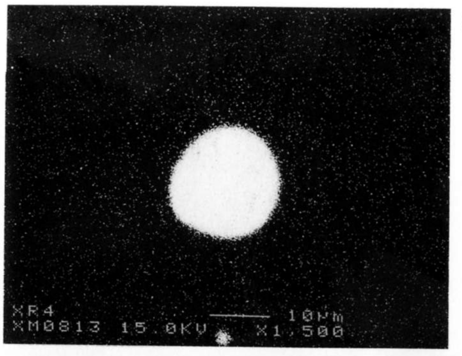
Element	1	2
O	5.581	0.616
P	0.084	0.093
S	0.053	-
Cu	94.283	99.111
Ag	-	0.180
Total	100.001	100.000

図版５　含鉄椀形鍛冶滓（ＴＹＨ－２）鉄中非金属介在物の特性Ｘ線像と定量分析値

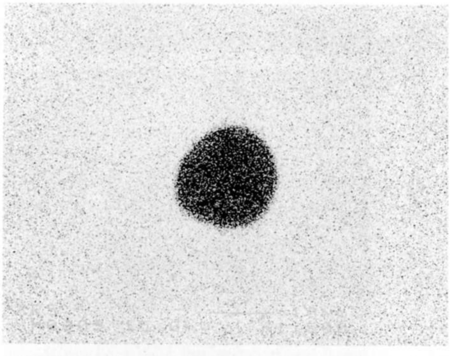
Comp



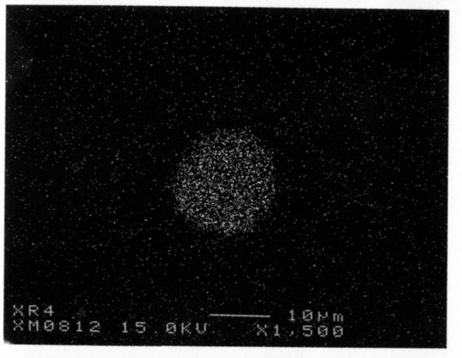
Si



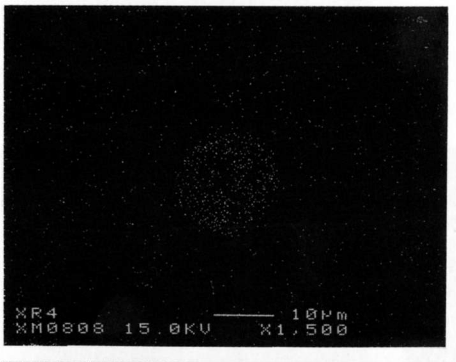
Fe



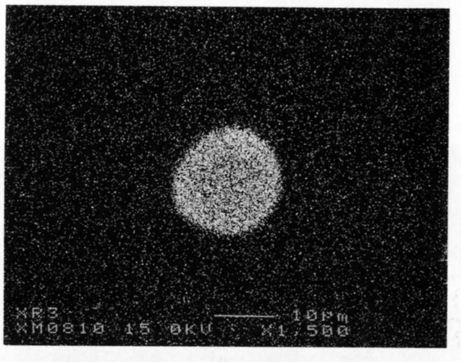
Al



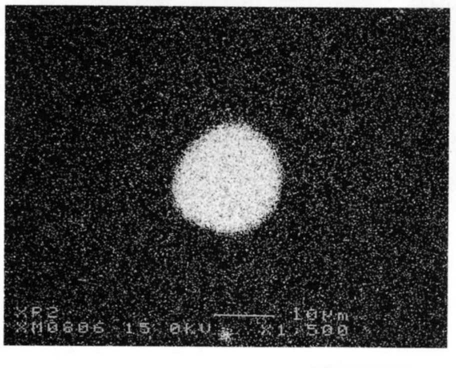
Na



Ca



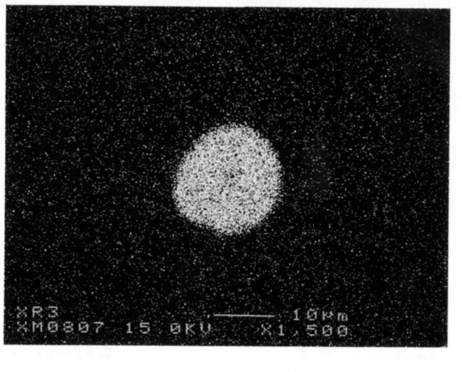
O



Mg

Element	3
F	-
Na_2O	0.646
MgO	0.277
Al_2O_3	1.956
SiO_2	81.768
S	0.012
K_2O	3.795
CaO	3.022
TiO_2	0.176
Cr_2O_3	-
MnO	0.343
FeO	9.499
SrO	0.290
ZrO_2	-
Total	101.781

K



附章6
当山東原遺跡出土資料の材質調査について

比佐陽一郎（福岡市埋蔵文化財センター）

当山東原遺跡から出土した鋳型状の土製品について、その用途解明の手掛かりを得ることを目的として材質調査を行ったので、ここにその結果を記す。

資料は縦1.5cm、横2.0cm、厚さ約0.8cmを計る土製品で、片面に銅銭の文字面が陰刻されている。下半は失われているが、僅かに、上に「洪」と右に「通」の鏡面文字が読めることや、銭文面に緑青が表出していることなどから、洪武通寶の鋳型としての可能性が指摘される資料である。しかし一般的な土製鋳型とはその外観を異にする部分もあり、不明な点も多い。今回は些少でも資料についての手掛かりを得るため、銭文部に付着する物質についての材質調査を試みたものである。また参考資料として、同じ遺跡から出土した模鋳銭である、いわゆる「加治木銭」と、福岡市博多遺跡群で出土した銭の鋳型等についても調査を行った。作業は福岡市埋蔵文化財センターの装置を用い、浦添市教育委員会と共同で実施した。

調査には蛍光X線分析法を用いた。この方法は試料にX線を照射し、試料に含有する各元素から発生する二次X線（特性X線）を検出器でとらえ、X線エネルギー分布と強度をピークとして表すものである。文化財を対象とした調査の場合、非破壊が原則であり、今回も資料に一切手を加えることなく調査を行っている。しかし、この方法ではX線が照射された範囲内の、しかも表面的な組成情報しか得られないため、付着物や腐蝕生成物に覆われた資料や、製造過程での素材偏析がある資料では、得られた結果が必ずしも資料全体の組成を反映しているとは限らず、分析結果の評価には注意が必要である。

装置はエネルギー分散型の微少領域用装置（エダックス：Eagle μprove）を使用し、以下の条件で分析を行った。

対陰極：モリブデン（Mo）／検出器：半導体検出器／印加電圧・電流：40kV・140～240μA／測定雰囲気：真空／測定範囲0.3mmφ／測定時間300秒

なお土製品の分析は状況の異なる場所を複数選択して行った。分析結果は次の通りである。また参考として別表に主要な元素のX線強度値を示す（表－1）。

資料1．鋳型状土製品（当山東原遺跡出土）

point1：緑青の一番濃い部分

アルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、ルビジウム(Rb)、ストロンチウム(Sr)等は粘土鉱物に由来するものと考えられる。また最も強いピークとして鉄(Fe)が検出されるが、この元素は土壌、金属製品双方に含まれる可能性があり、どちらに由来するかの判断は現状では困難である。その他の元素では銅(Cu)が最も強く、次に鉛(Pb)が強

く表れている。青銅の成分の一つである錫(Sn)は見られない。(図-1、2))

point2：灰色の付着物

上記元素の他、砒素(As)Kβ線の部分にピークが観測されており、これが含まれる可能性を示している。但しピーク自体は微弱で、Kα線は鉛のピークと重複しているため、不明瞭な部分が多い。

point3：付着物の無い部分

銅、鉛は若干ピークが低くなるものの検出されている。銭文面では肉眼的には付着物が無くても、これら元素が残留していることを示している。

point4：側面付着物

元素によりピークの高低は見られるが、定性的には、ほぼ同じ内容を示す。

point5：銭文面と反対側（裏面）

銅、鉛はピークとしてほとんど見えなくなるが、多少は検出される。(図-3、4)

なお、point2、3、5において8.6KeV付近にピークが見られる。この部分は亜鉛(Zn)Kα線に相当し、亜鉛は銅合金の素材として用いられる材料の一つではある。しかしピークの高さは銅や鉛の高低と連動しておらず、Kβ線部分ではピークが見られないことなどもあり、実際の有無は不明である。

資料2．模鋳銭（当山東原遺跡出土）

土製品と同じ洪武通寶の文字が鋳出されており、その関連性を調べる目的で分析を行った。外観はやや茶色味を帯びた黒色を呈する。分析は文字面の「洪」の字部分を対象とした。

銅がもっとも強く、次に鉄、砒素と続く。鉛もピークは見られるが砒素に比べると非常に小さい。付着土壌は殆ど見られず、分析の際もできるだけ影響の少なそうな部分を選択したが、非常に強い鉄のピークが観察されている（図-5、6)。これは過去に明らかにされてきた加治木銭の組成（郡司1983）とも類似している。

資料3．銅銭鋳型（福岡市博多遺跡群85次調査出土：大庭1997）

銅銭の鋳型としての用途が想定される資料では、どのような元素が検出されるかを調べるために行った。本資料は土製の鋳型で、鋳造部分は黒灰色を呈する。鋳造使用面の任意の箇所を対象とした。

アルミニウム、ケイ素等の粘土鉱物関連の元素以外では鉛がもっとも強く、他に銅が見られる。亜鉛のものらしきピークも観察される。錫のピークは確認できない。(図-7)

資料4．仏具（歓喜天像）鋳型（福岡市博多遺跡群80次調査出土：吉武1996）

更に参考として、やはり鋳型として用いられたことが想定される資料を分析した。やはり土製で、鋳造部分は黒灰色を呈する。鋳造使用面の任意の箇所を対象とした。

粘土鉱物以外では、鉛がもっとも強く、次に銅がある。それ以外の元素、特に錫は見られない。

（図-8）

この２点を見る限りにおいては、青銅が鋳造されていると仮定すれば、鉛が残留しやすく錫は殆ど残らないことが推測される。

上記をまとめると次のようになる。

・土製品の銭文面に付着している物質は、銅と鉛を主成分とする金属であると考えられる。

・加治木銭の組成とは、鉛や砒素の強度において大きな相違が見られる。

・博多遺跡群出土の鋳型類では、鉛が強く検出される傾向があり、肉眼観察でも緑青状の物質は観察されない。この点では当山東原遺跡のものとは異なる様相を示している。

以上の結果は、本資料が模鋳銭の鋳型であることを積極的に傍証するものとはなっていない。しかし今回の調査のみで、加治木銭以外も含めた鋳型としての可能性が一蹴されるものでもない。今後、別の方法も用いた多角的な検証が必要であり、この調査結果がその際の一助になれば幸いである。

参考文献

大庭康時編1997『博多57』－博多遺跡群第85次調査の概要－　福岡市埋蔵文化財調査報告書第522集　福岡市教育委員会

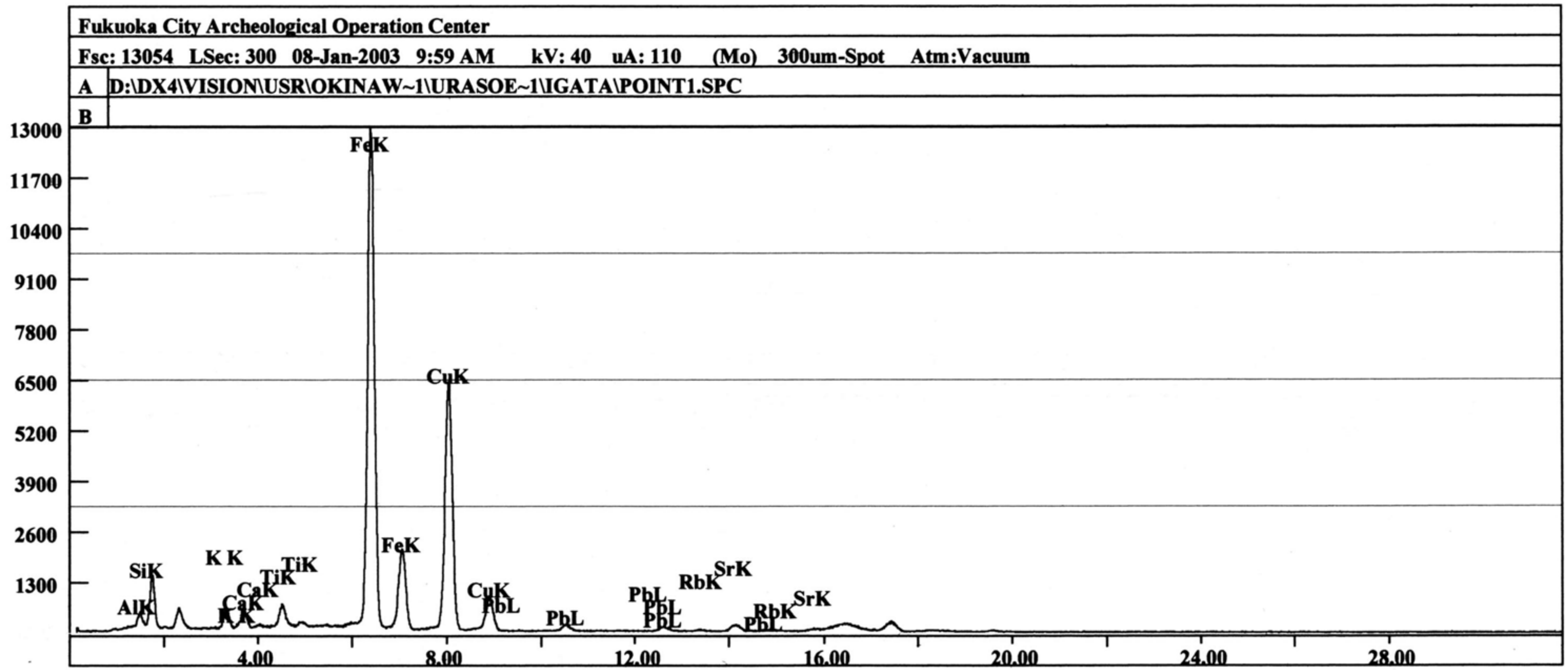
郡司勇夫1983「かじきせん　加治木銭」『国史大辞典』３か　吉川弘文館

吉武学編1996『博多51』－博多遺跡群第80次調査の概要－　福岡市埋蔵文化財調査報告書第448集　福岡市教育委員会

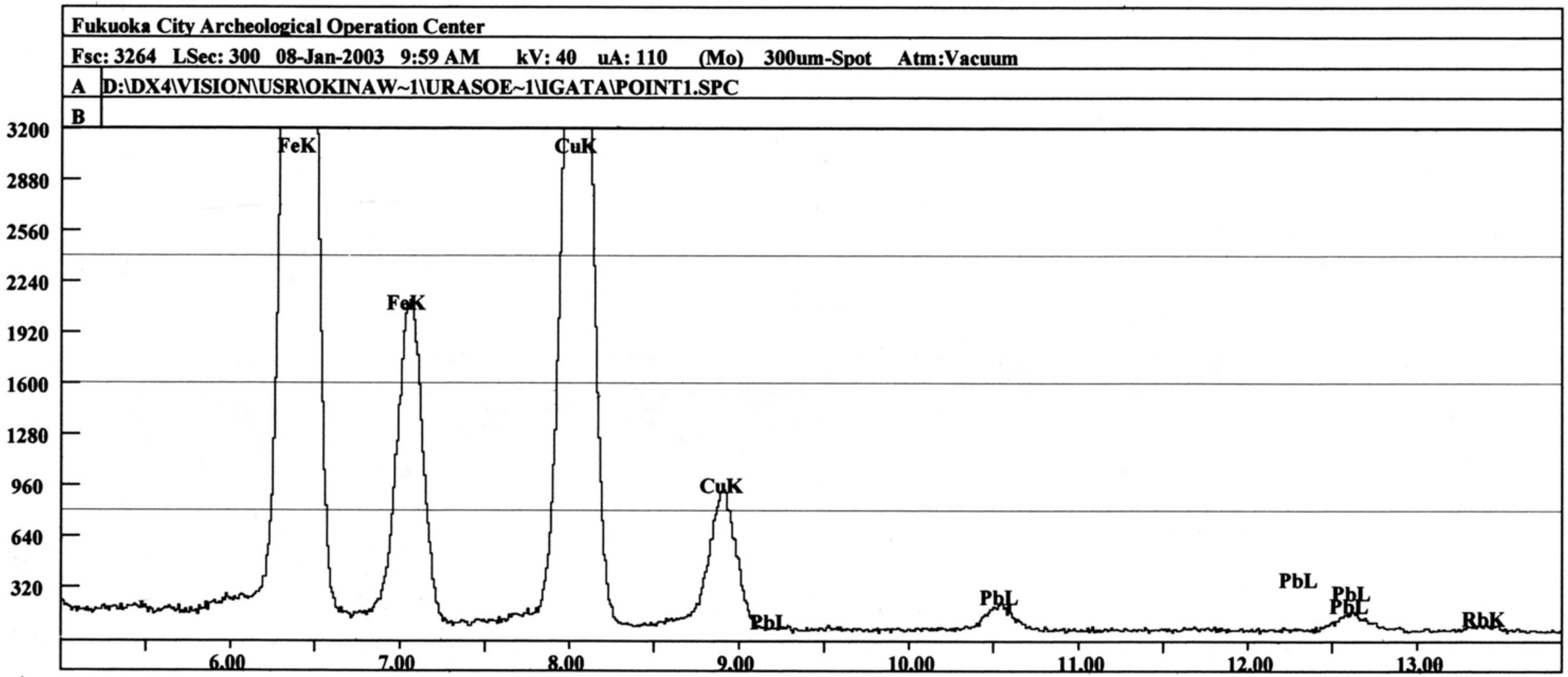
	資料名	分析箇所	分析条件			各元素のX線強度値(cps)									
			電圧(kV)	電流(μA)	時間(秒)	Al-K アルミニウム	Si-K ケイ素	K-K カリウム	Ca-K カルシウム	Ti-K チタン	Fe-K 鉄	Cu-K 銅	Zn-K 亜鉛	Pb-L 鉛	As-K 砒素
資料1	**鋳型状土製品**	point1 緑青の一番濃い部分	40	110	300	67.9	190.7	84.1	75.5	107.5	2519.4	1379.3		32.7	
		point2 灰色の付着物	40	110	300	87.1	266.9	127.0	215.5	125.1	2851.9	655.0		60.0	
		point3 銭文面付着物の無い部分	40	100	300	105.4	340.7	131.9	292.8	91.2	3338.8	67.3		62.8	
		point4 側面付着物	40	90	300	42.4	135.2	86.0	91.4	70.5	3147.4	1586.4		14.7	
		point5 銭文面と反対側	40	80	300	105.8	260.0	149.1	146.7	104.0	4246.5	10.4		13.5	
資料2	**加治木銭**	文字面「洪」部分	38	20	300	8.2	19.3	9.8	10.1		1386.5	4274.8		有り※	466.1
資料3	**銅銭鋳型**	鋳型使用部分	40	120	300	97.6	385.1	104.7	143.0	107.8	2912.6	34.6	18.2	370.2	
資料4	**仏像鋳型**	鋳型使用部分	40	180	300	0.0	6.4	19.6	245.8	19.7	737.6	578.3	17.7	1381.1	有り※

※資料2では鉛が、資料4では砒素がそれぞれ含まれているが、ピークの重複によりX線強度が得られないため、強い方を優先して数値を出している。また重複による数値の補正は行っていない。

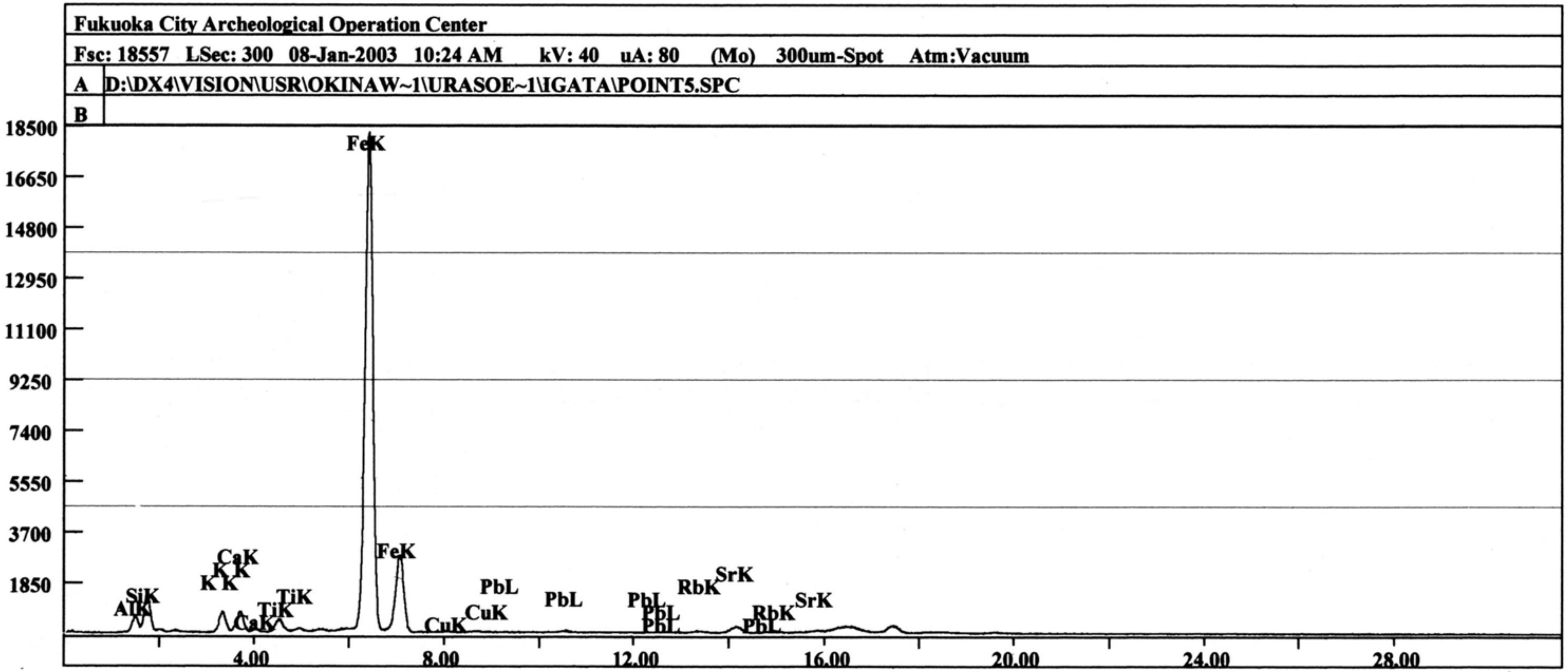
表-1　検出された主要元素のX線強度値


Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 13054 LSec: 300 08-Jan-2003 9:59 AM kV: 40 uA: 110 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\OKINAW~1\URASOE~1\IGATA\POINT1.SPC
B
13000
11700
10400
9100
7800
6500
5200
3900
2600
1300
FeK
CuK
FeK
SiK
AlK
K K
CaK
TiK
CuK
PbL
RbK
SrK
4.00
8.00
12.00
16.00
20.00
24.00
28.00

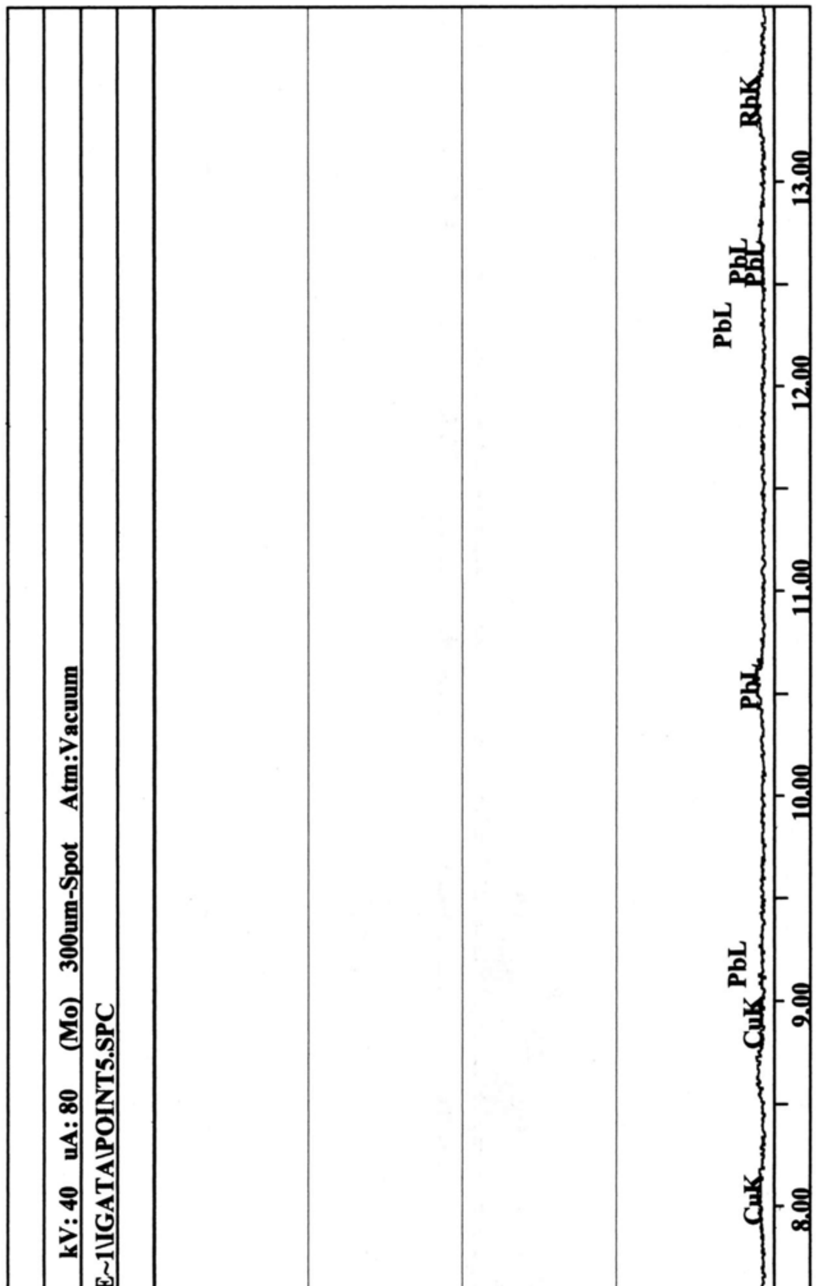
図－1


Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 3264 LSec: 300 08-Jan-2003 9:59 AM kV: 40 uA: 110 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\OKINAW~1\URASOE~1\IGATA\POINT1.SPC
B
3200
2880
2560
2240
1920
1600
1280
960
640
320
FeK
FeK
CuK
CuK
PbL
PbL
PbL
PbL
PbL
RbK
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00

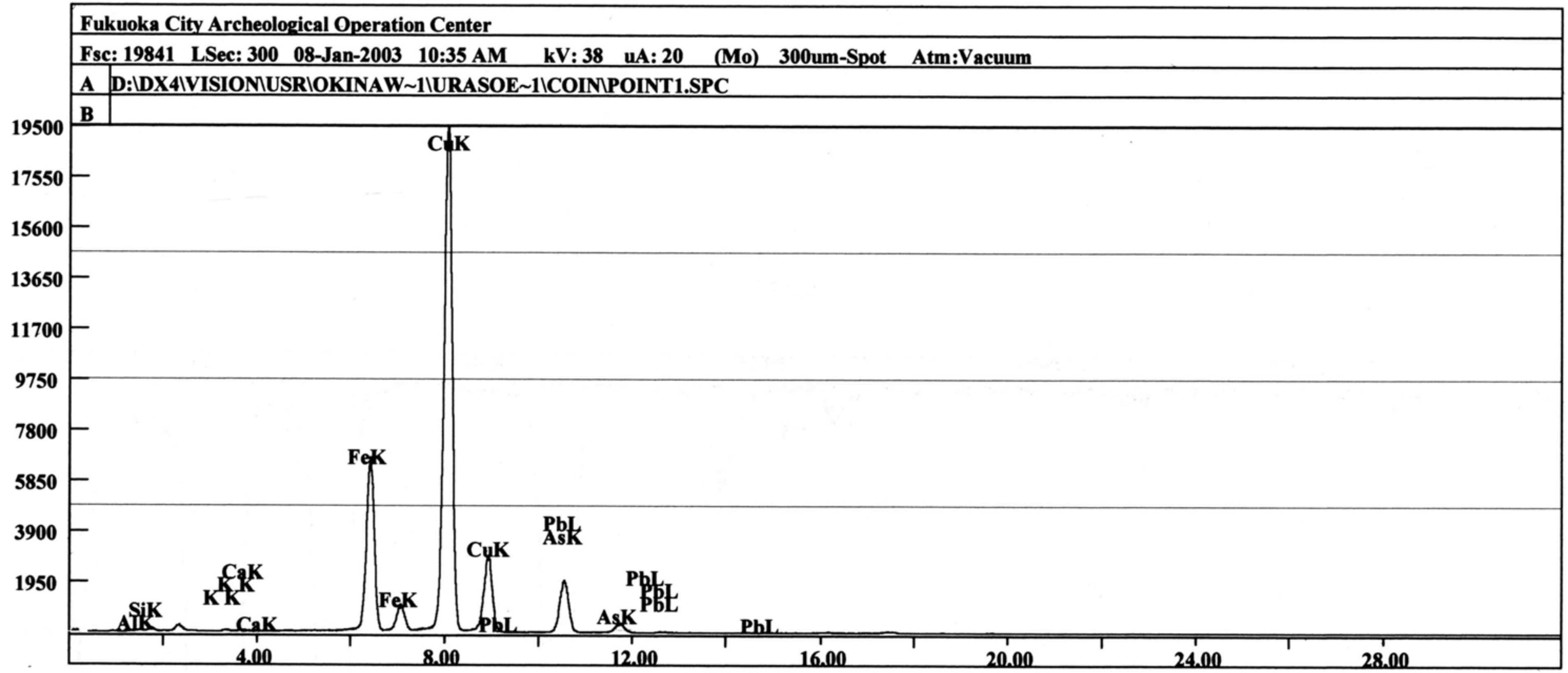
図－2


Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 18557 LSec: 300 08-Jan-2003 10:24 AM kV: 40 uA: 80 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\OKINAW~1\URASOE~1\IGATA\POINT5.SPC
B
18500
16650
14800
12950
11100
9250
7400
5550
3700
1850
FeK
FeK
AlK
SiK
CaK
K
K
TiK
TiK
CaK
CuK
CuK
PbL
PbL
PbL
RbK
SrK
RbK
SrK
4.00
8.00
12.00
16.00
20.00
24.00
28.00

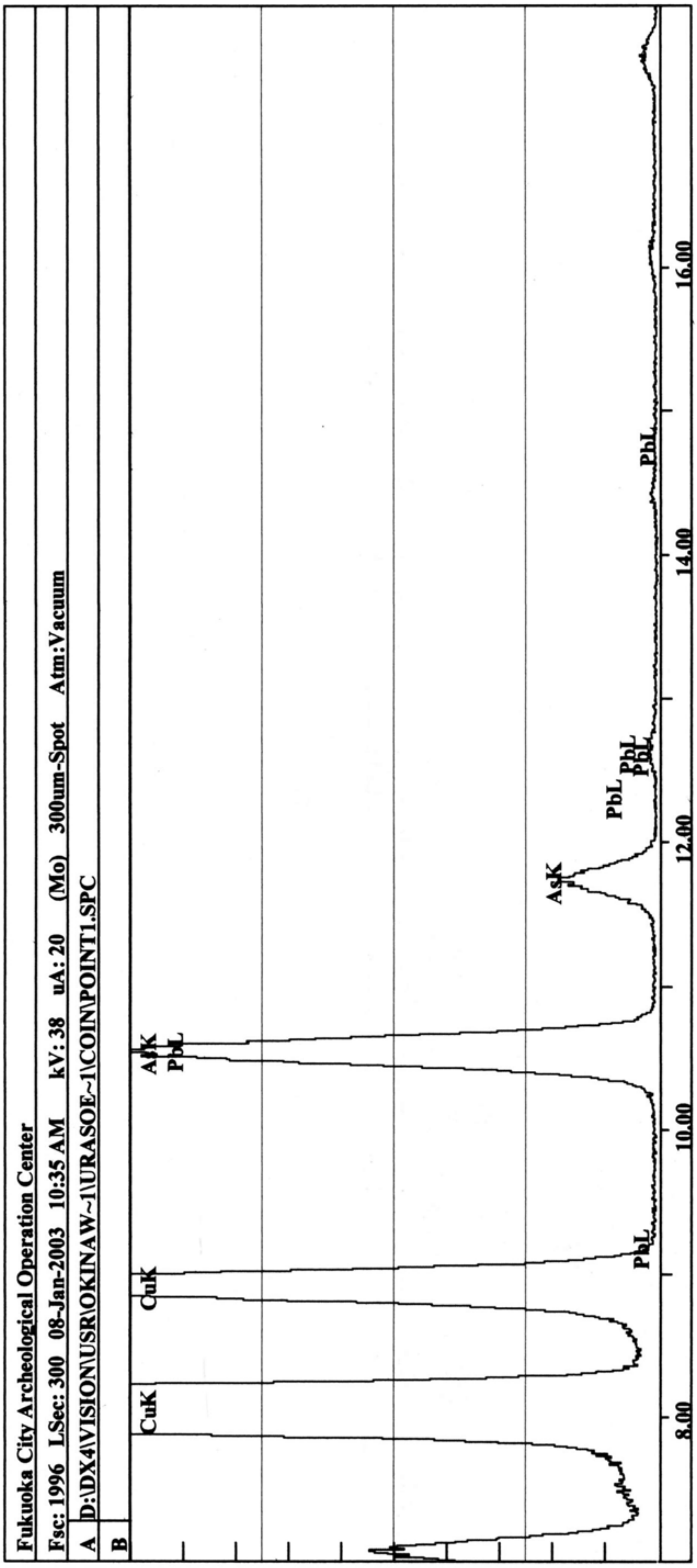
図—3


Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 4601 LSec: 300 08-Jan-2003 10:24 AM kV: 40 uA: 80 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\OKINAW~1\URASOE~1\GATA\POINT5.SPC
B
4500
4050
3600
3150
2700
2250
1800
1350
900
450
FeK
FeK
CuK
CuK
PbL
PbL
PbL
PbL
PbL
RhK
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00

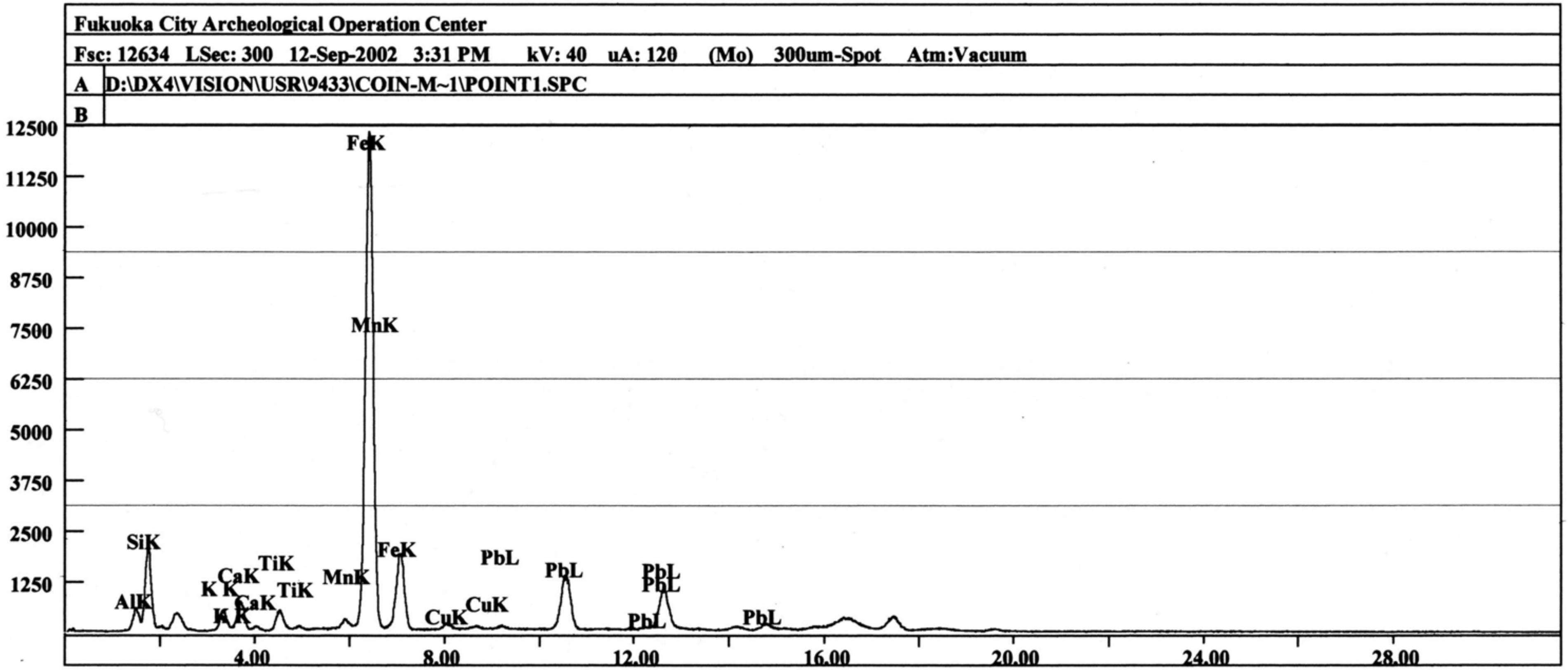
図－4


Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 19841 LSec: 300 08-Jan-2003 10:35 AM kV: 38 uA: 20 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\OKINAW~1\URASOE~1\COIN\POINT1.SPC
B
19500
17550
15600
13650
11700
9750
7800
5850
3900
1950
CuK
FeK
CuK
PbL
AsK
CaK
K K
K K
SiK
AlK
CaK
FeK
PbL
PbL
PbL
PbL
AsK
PbL
4.00
8.00
12.00
16.00
20.00
24.00
28.00

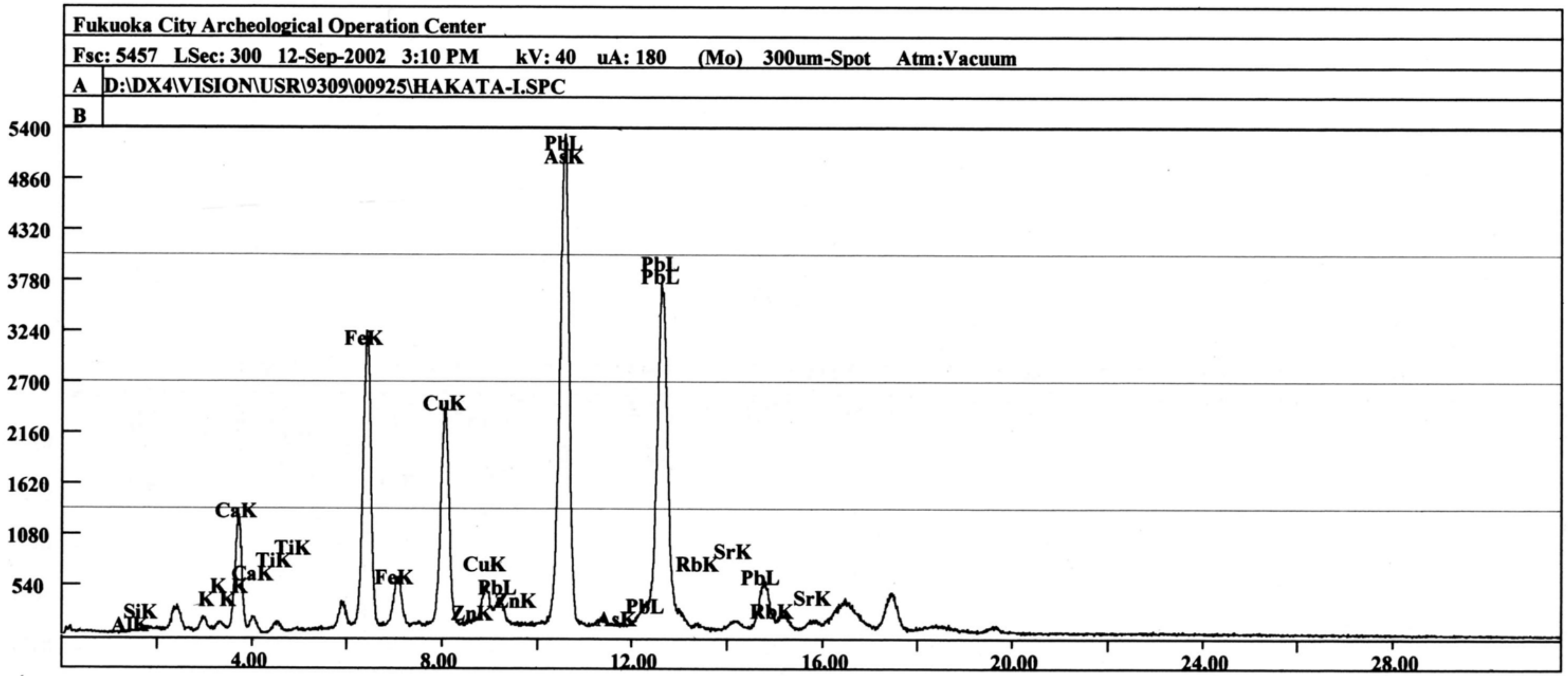
図—5


Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 1996 LSec: 300 08-Jan-2003 10:35 AM kV: 38 uA: 20 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\OKINAW~1\URASOE~1\COIN\POINT1.SPC
B
1900
1710
1520
1330
1140
950
760
570
380
190
CuK
CuK
PbL
AsK
PbL
AsK
PbL
PbL
PbL
PbL
8.00
10.00
12.00
14.00
16.00

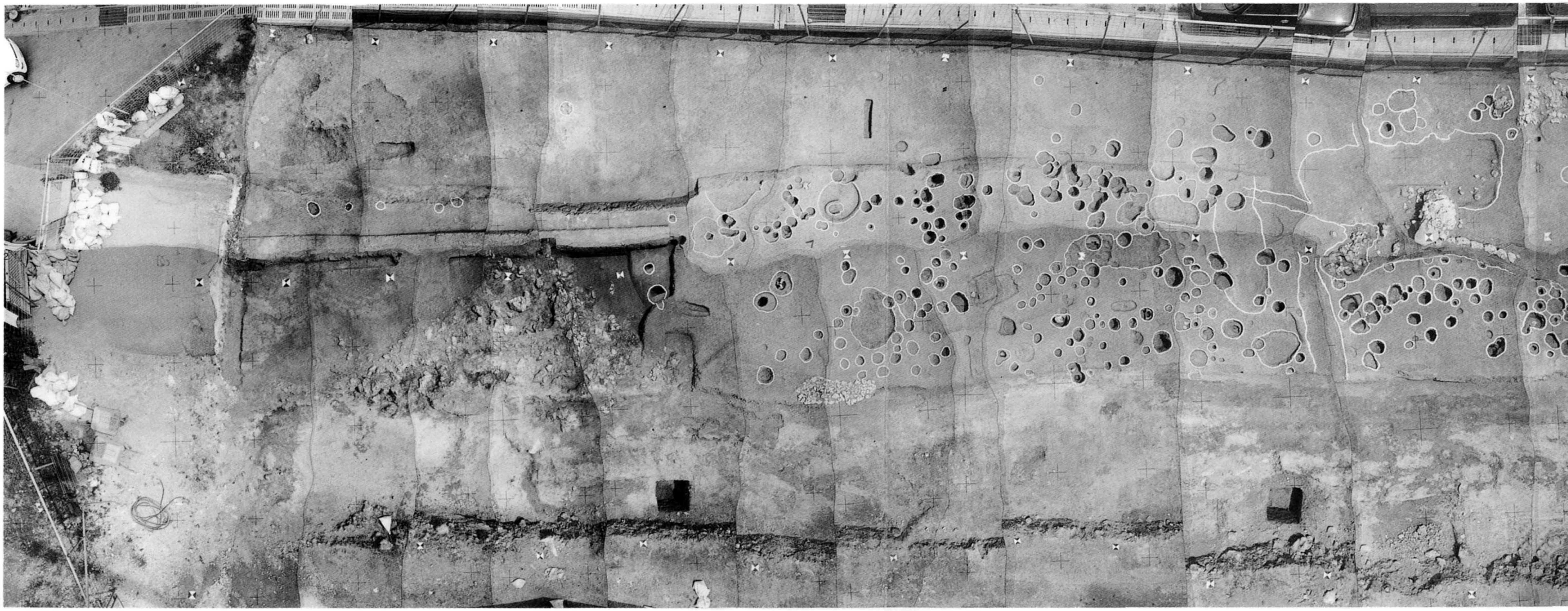
図－6

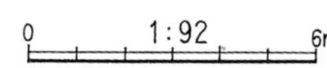

Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 12634 LSec: 300 12-Sep-2002 3:31 PM kV: 40 uA: 120 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\9433\COIN-M~1\POINT1.SPC
B
12500
11250
10000
8750
7500
6250
5000
3750
2500
1250
FeK
MnK
SiK
AlK
K K
CaK
TiK
K K
CaK
TiK
MnK
FeK
CuK
CuK
PbL
PbL
PbL
PbL
PbL
PbL
4.00
8.00
12.00
16.00
20.00
24.00
28.00

図－7

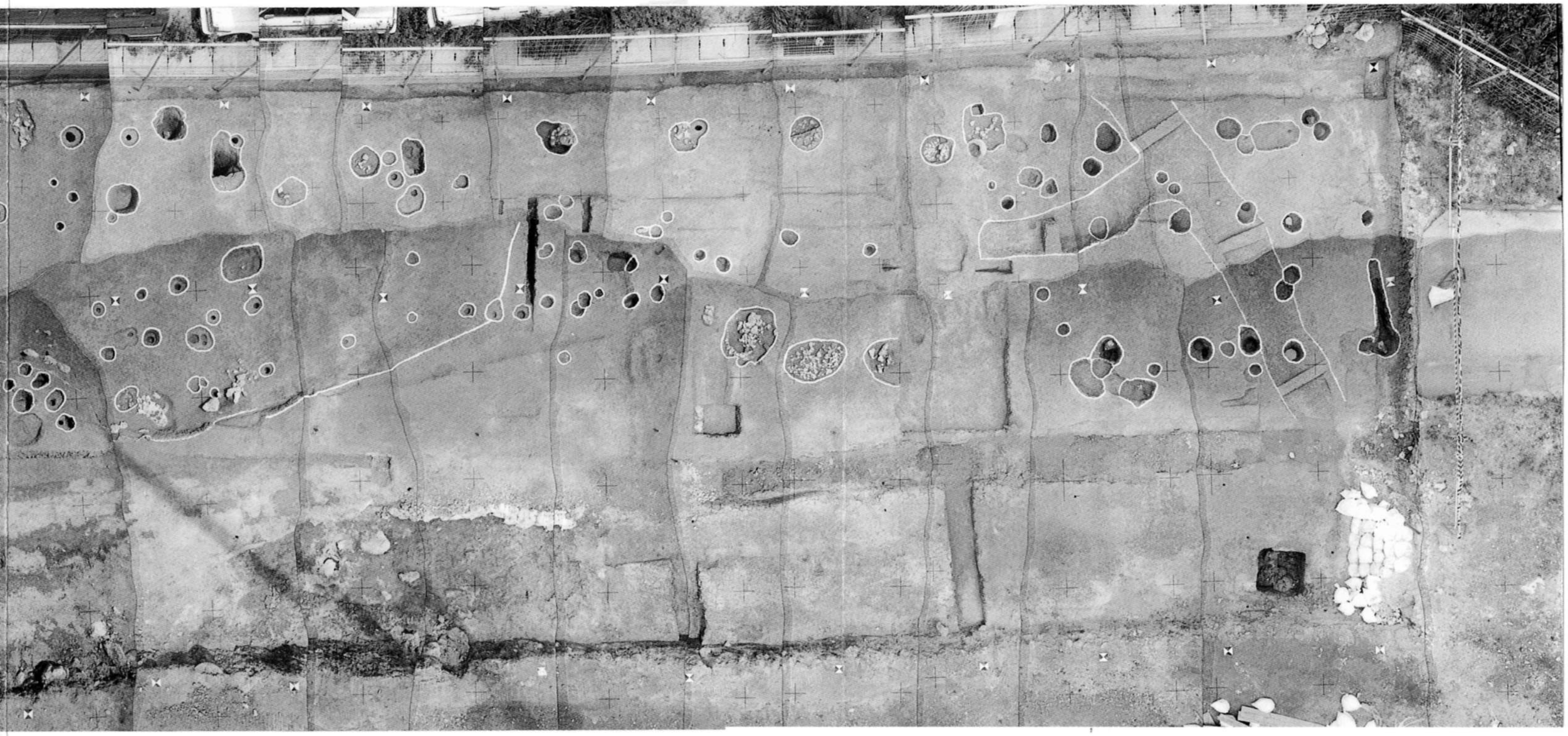

Fukuoka City Archeological Operation Center
Fsc: 5457 LSec: 300 12-Sep-2002 3:10 PM kV: 40 uA: 180 (Mo) 300um-Spot Atm:Vacuum
A D:\DX4\VISION\USR\9309\00925\HAKATA-I.SPC
B
5400
4860
4320
3780
3240
2700
2160
1620
1080
540
4.00
8.00
12.00
16.00
20.00
24.00
28.00
SiK
AlK
K
K
K
CaK
CaK
TiK
TiK
FeK
FeK
CuK
CuK
ZnK
PbL
ZnK
PbL
AsK
AsK
PbL
PbL
PbL
RbK
SrK
PbL
RbK
SrK

図－8





図版１　Ⅰ地区全景　空中写真



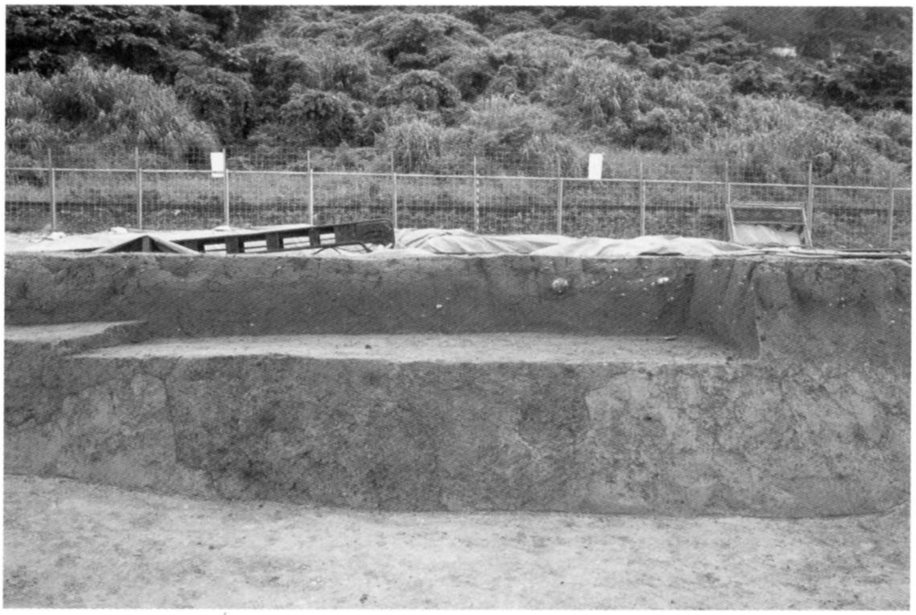
調査地遠景（南東より）

Ⅰ地区遠景（北西より）

掘削前の状況（南東より）

図版２　調査地遠景～Ⅰ地区掘削前


お－2～9　層序（東より）


お－7　層序（北西より）


お－10・11　層序（北より）

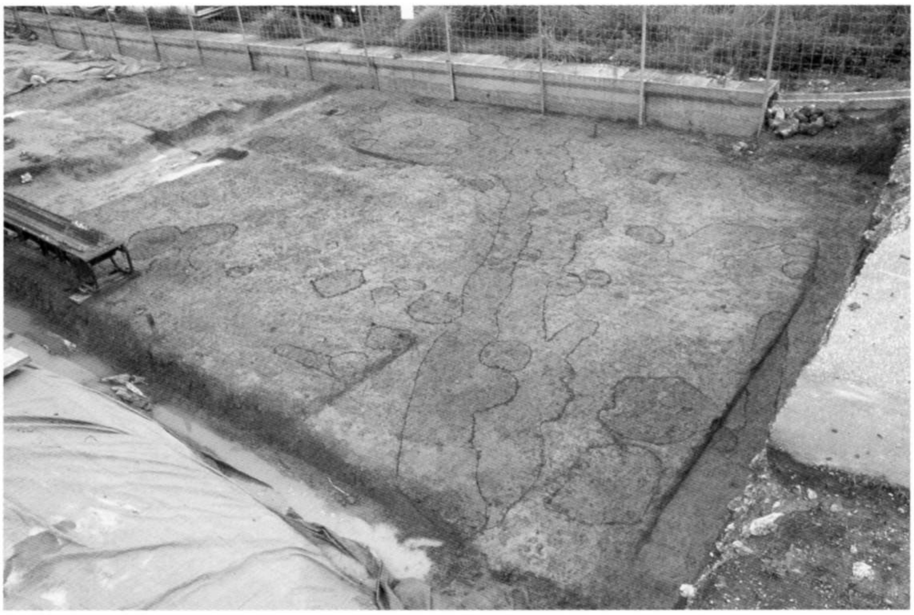
図版3　Ⅰ地区　層序

お－18　層序（北東より）

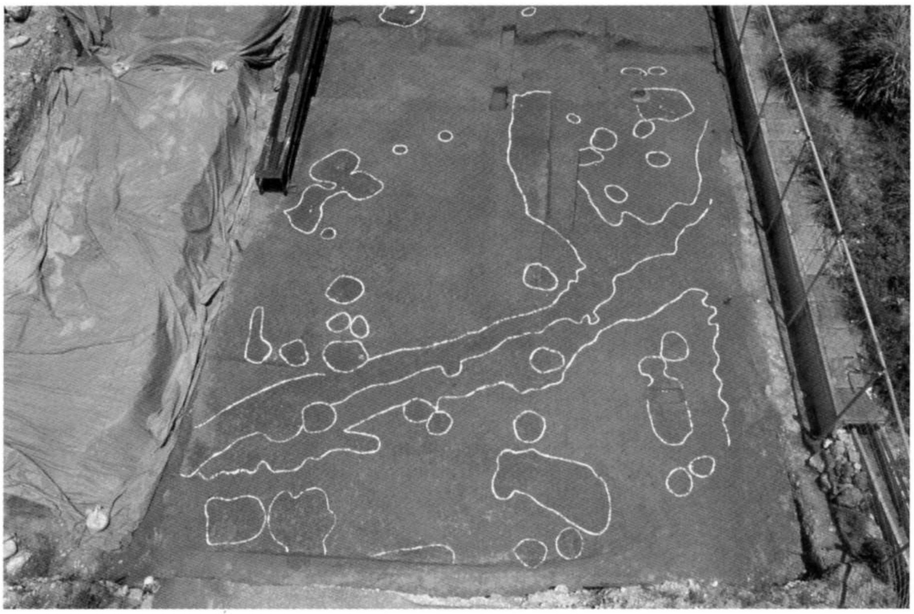
え－10・11
遺構検出状況（北西より）

え・お－17・18
遺構検出状況（南東より）

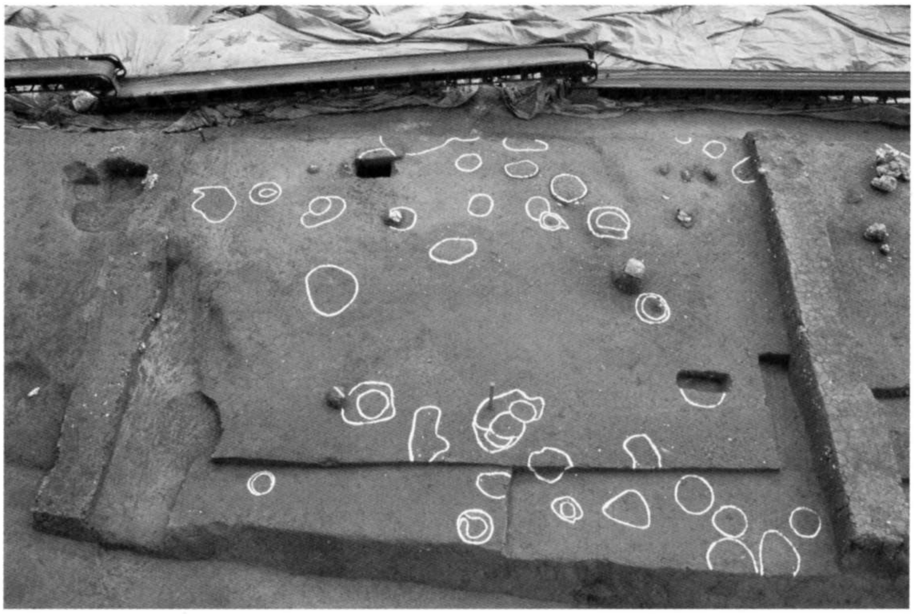
図版４　Ⅰ地区　層序～遺構検出



え・おー17～20
遺構検出状況（南より）



え・おー17～20
遺構検出状況（南東より）



え・おー8・9
遺構検出状況（北東より）

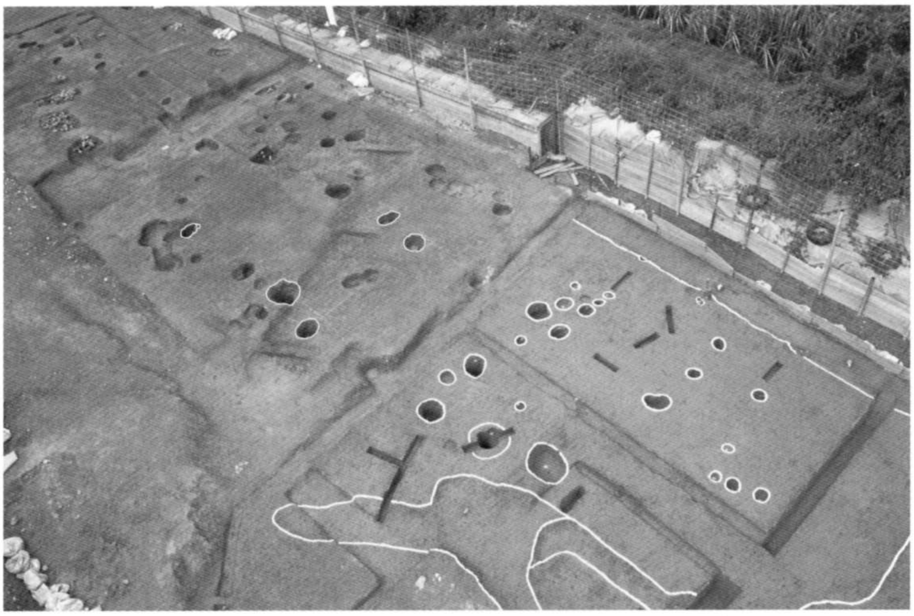
図版5　Ⅰ地区　遺構検出

えー7付近
遺構掘削状況（南東より）

えー7付近
遺構掘削状況（北東より）

平地造成跡　全景（南東より）

図版6　Ⅰ地区　遺構(1)



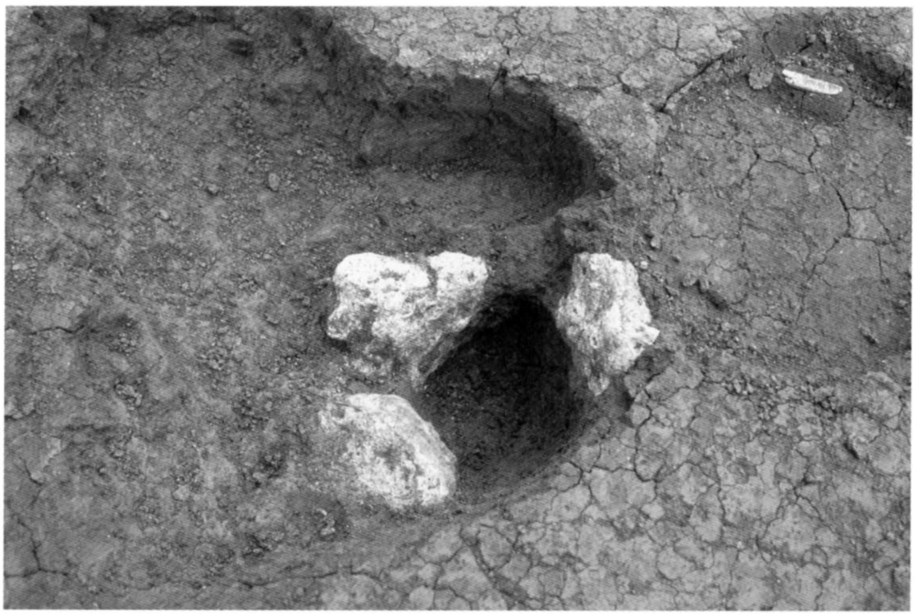
う・え・おー19～24
付近（南より）

溝10　検出状況（北東より）

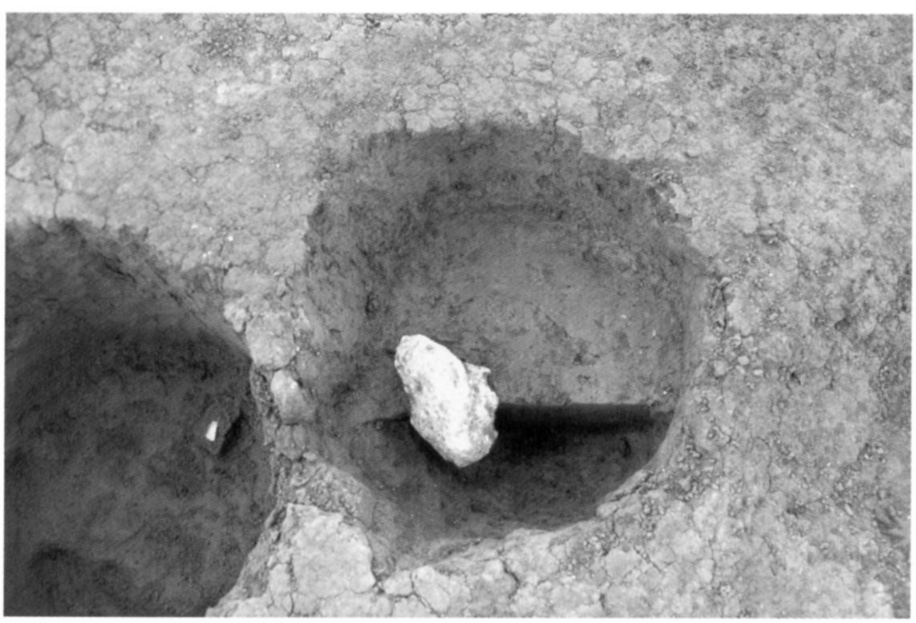
溝11　完掘状況（北より）

図版７　Ｉ地区　遺構(2)

土坑318（北より）

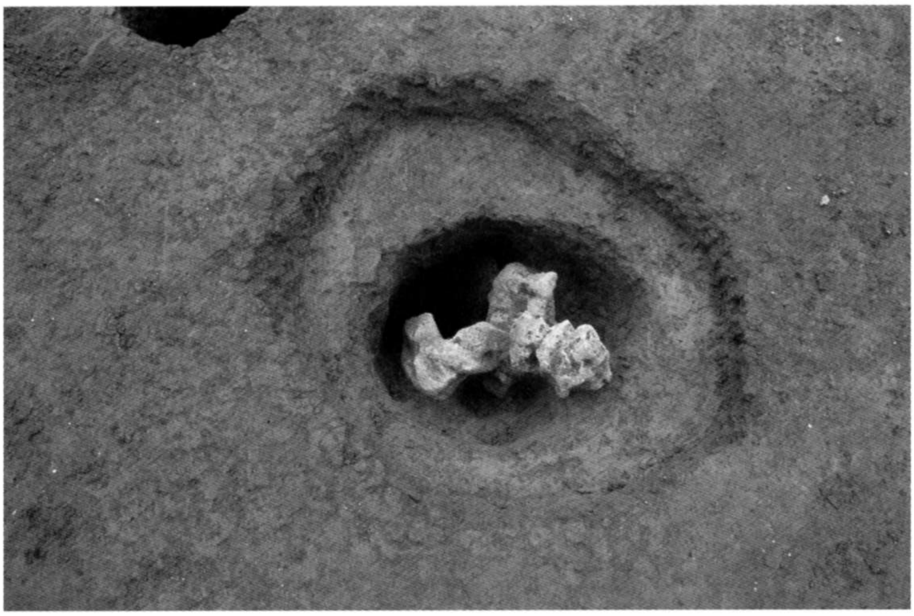


ピット239



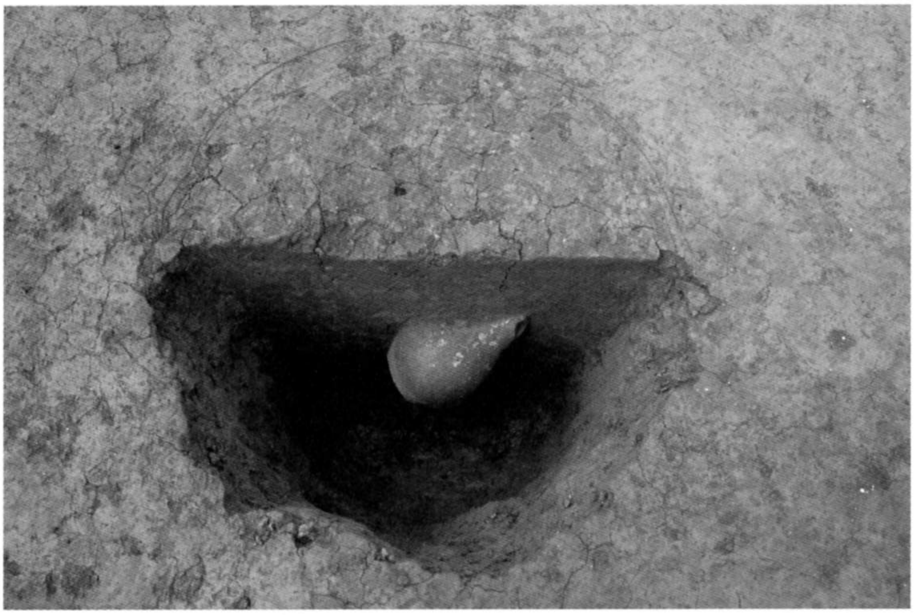
ピット51

図版８　Ｉ地区　遺構(3)



ピット301

ピット56

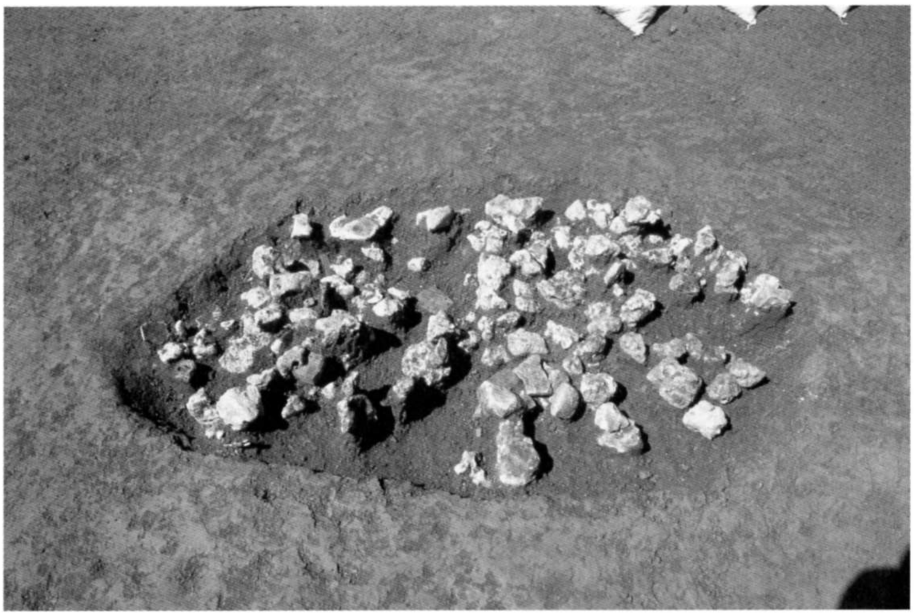


ピット444

図版９　Ｉ地区　遺構(4)

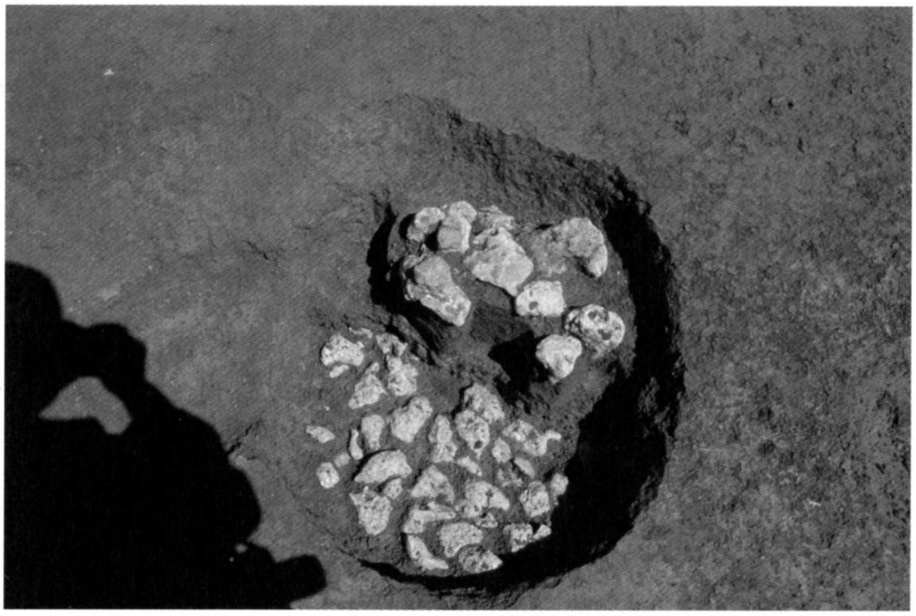
ピット67

土坑86・87・88（北より）



土坑87（北東より）

図版10　Ⅰ地区　遺構(5)



ピット82

溝９　検出状況（北西より）

溝９　蓋石除去後（北より）

図版11　Ｉ地区　遺構(6)


耕具痕（北西より）

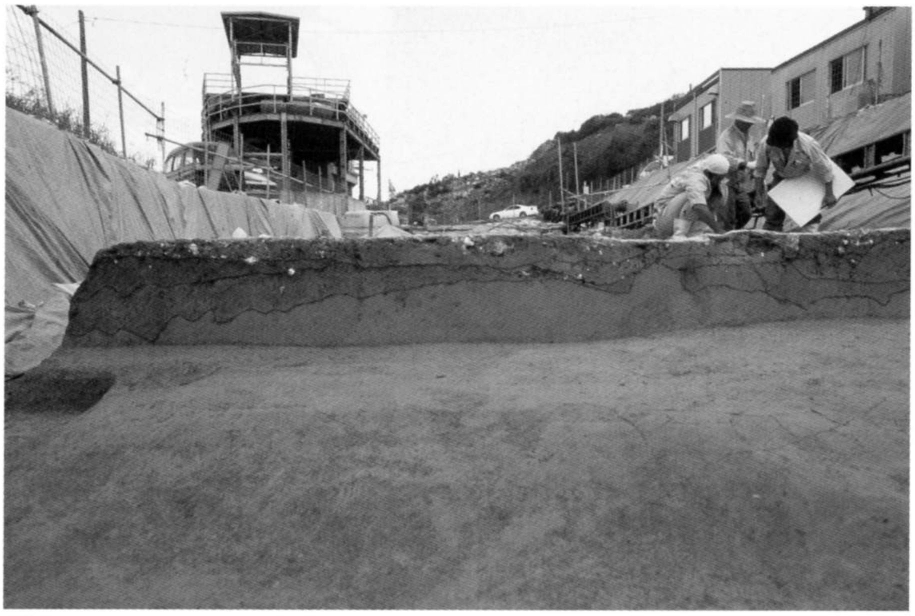

青銅製品（鋲）


現地見学会

図版12　Ⅰ地区　遺構・遺物の出土状況、見学会等

作業風景（北西より）

層序（南より）



D・E・F－22
層序（北西より）

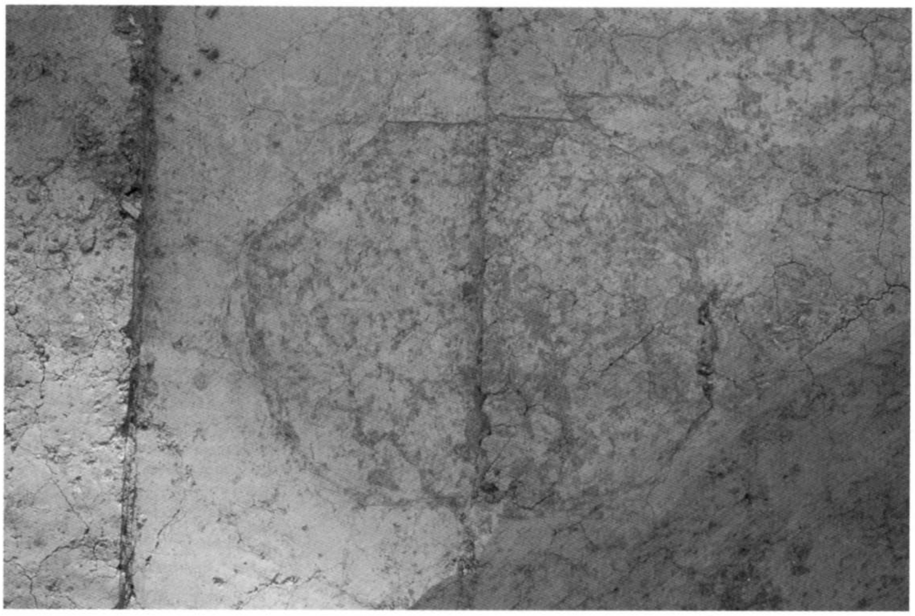
図版13　Ⅱ－A地区　全景～層序

D・E・F－16～18付近
（北西より）

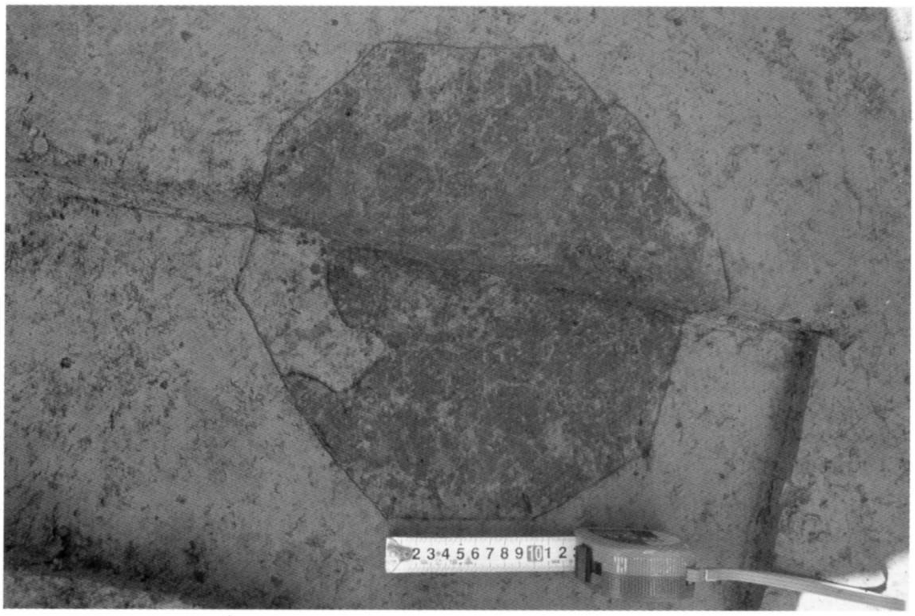
E・F－16～18付近
（南より）

ピット列遺構（北より）

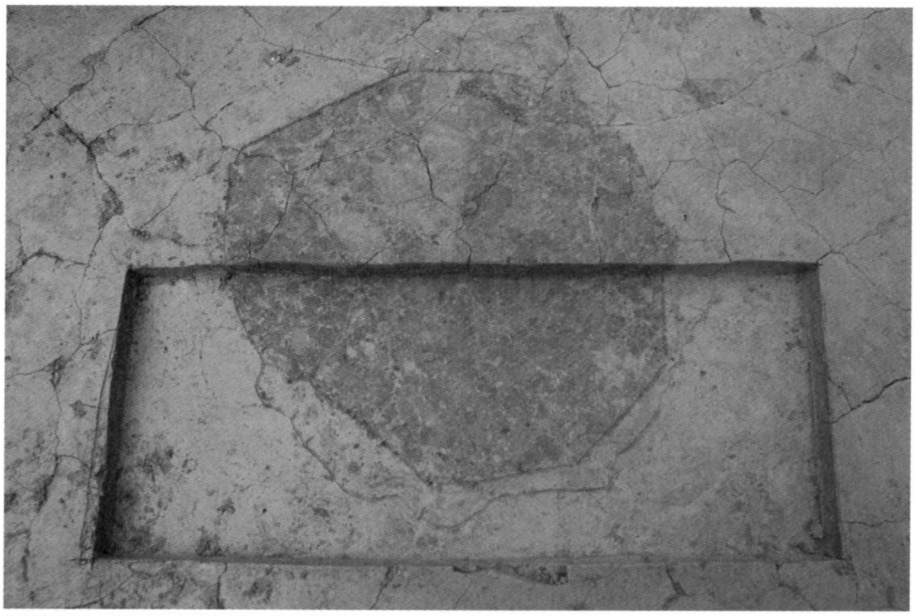
図版14　Ⅱ－A地区　遺構検出



ピット471

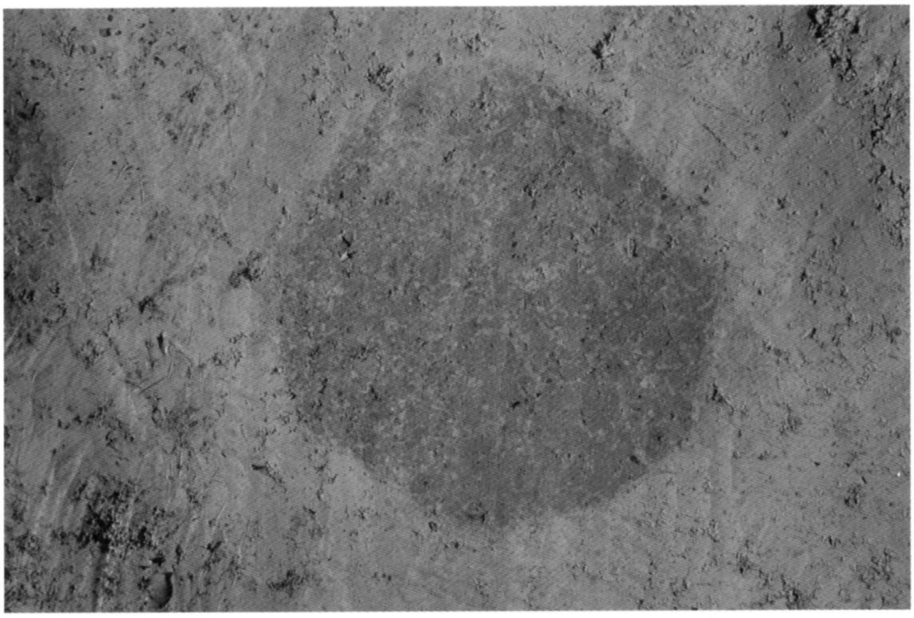


ピット493

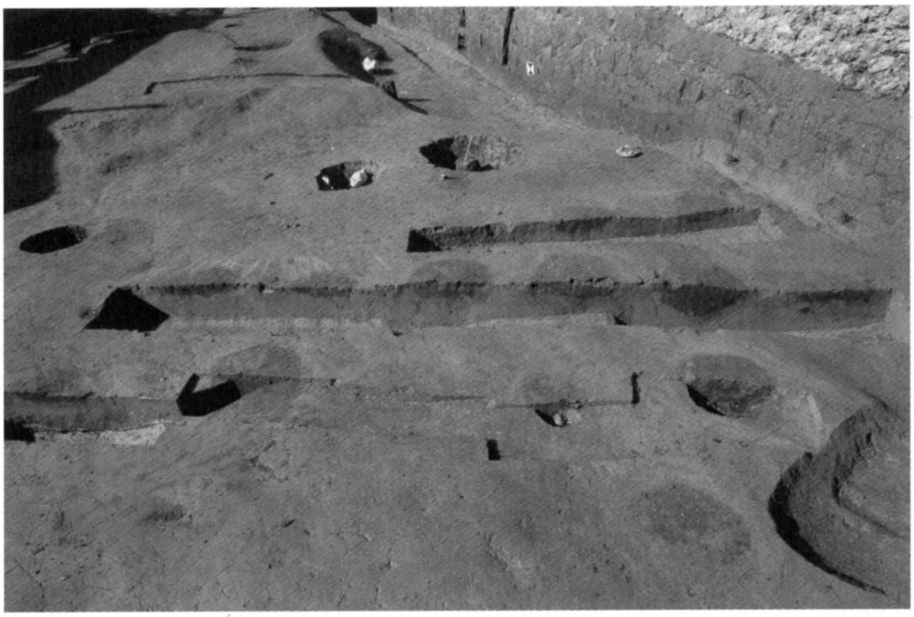


ピット496

図版15　Ⅱ－A地区　遺構検出



ピット493

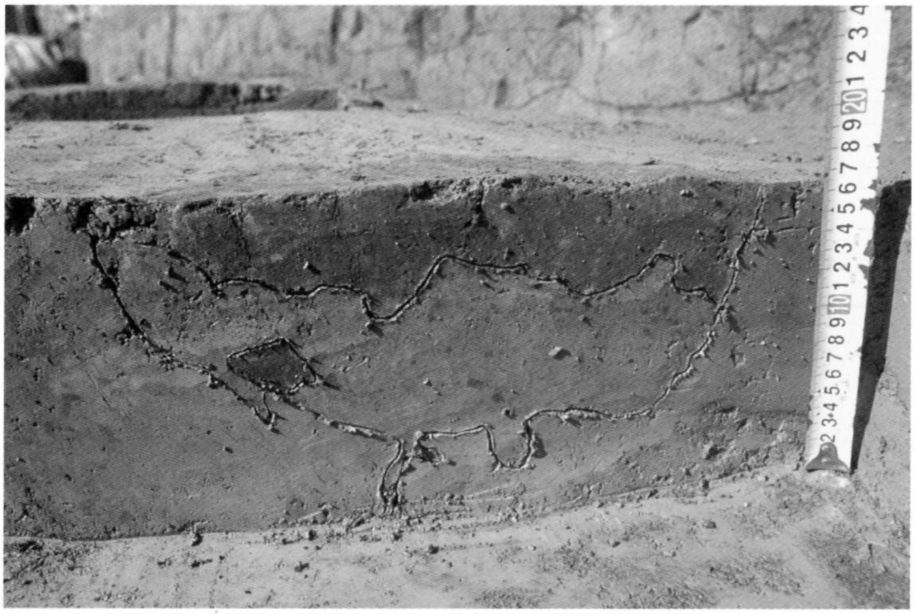


半裁状況（南東より）

ピット492

図版16　Ⅱ－A地区　遺構検出～半裁状況

ピット471

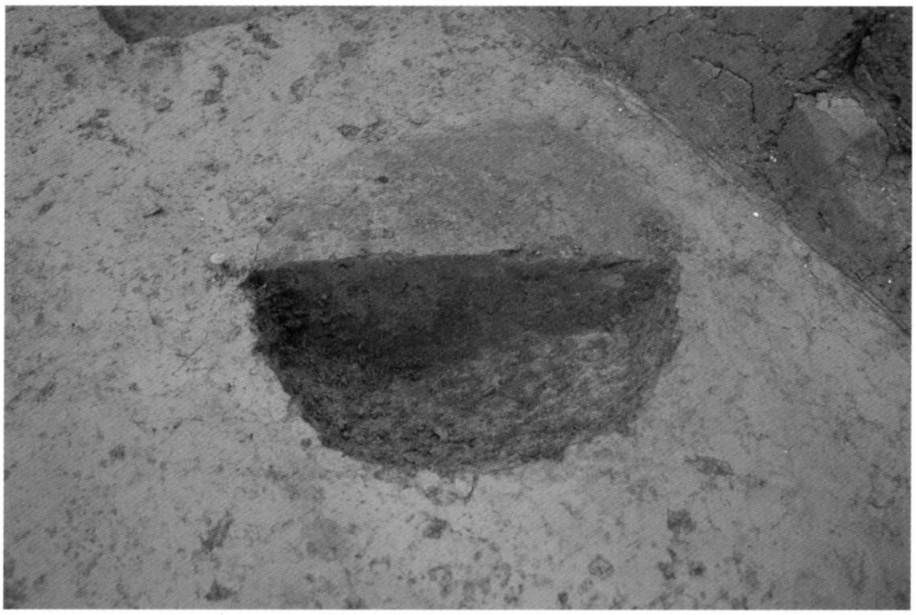


ピット493

ピット500

図版17　Ⅱ－A地区　遺構半裁状況

ピット485



ピット494

建物 7

図版18　Ⅱ－A 地区　遺構半裁～完掘状況

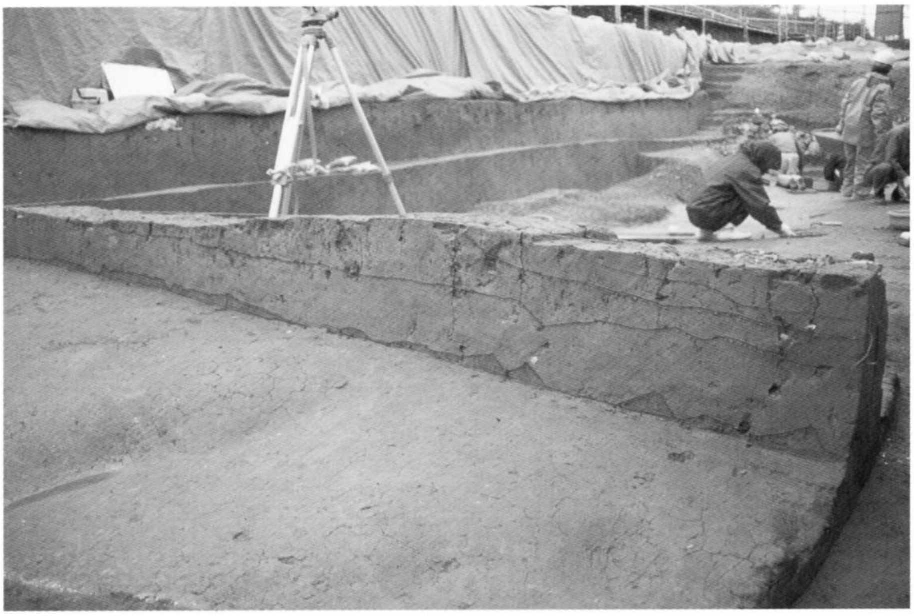

溝16（北西より）


耕具痕（東より）


耕具痕断面

図版19　Ⅱ－Ａ地区　遺構

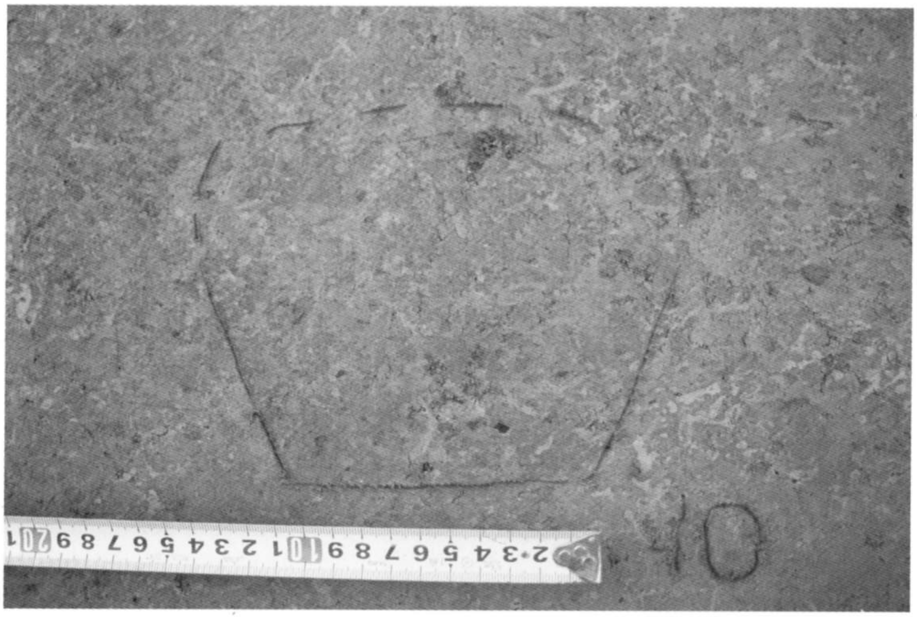

全景（南東より）


D・E－13　層序（東より）


南壁層序（東より）

図版20　Ⅱ－B地区　全景～層序

小ピット群（北東より）



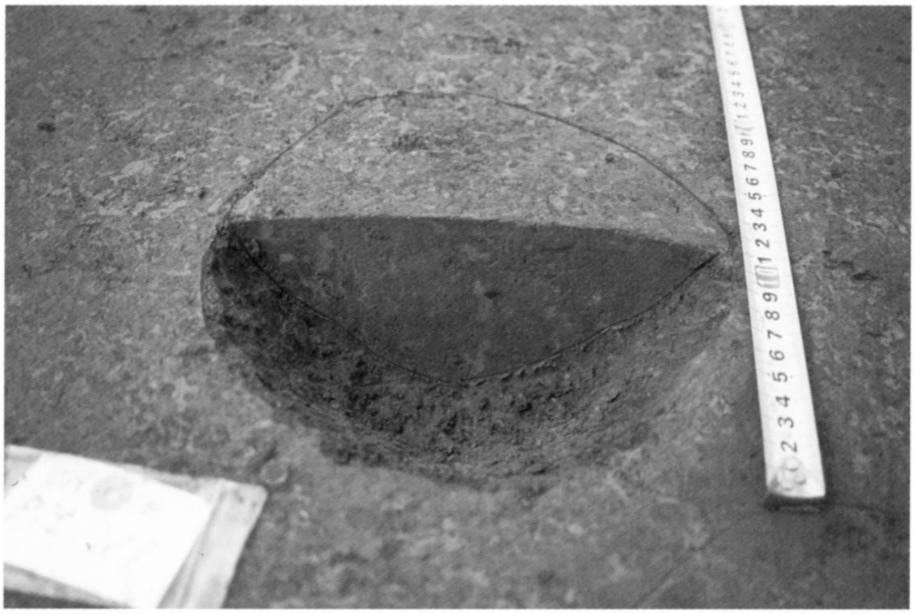
ピット510

ピット576

図版21　Ⅱ－B地区　遺構(1)

ピット513・514

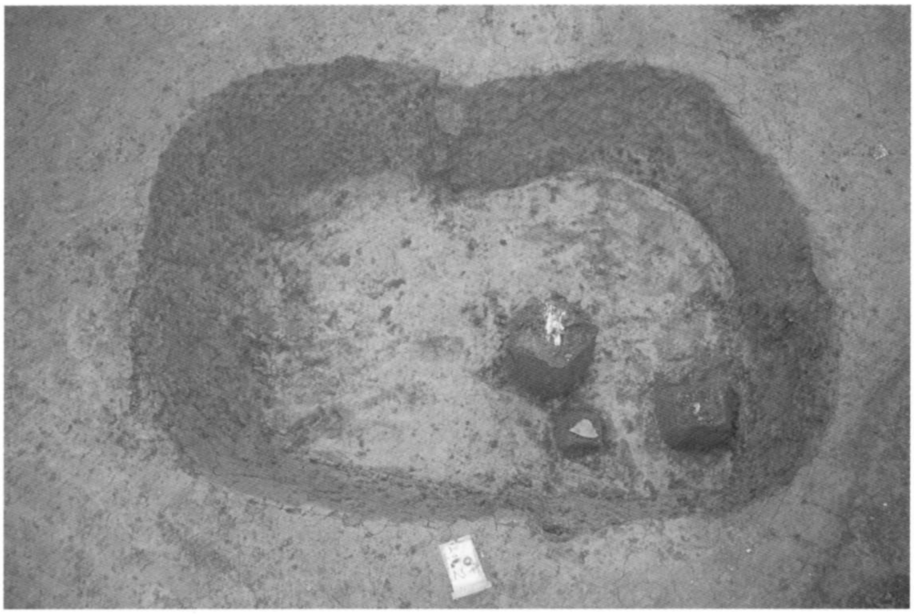
ピット510

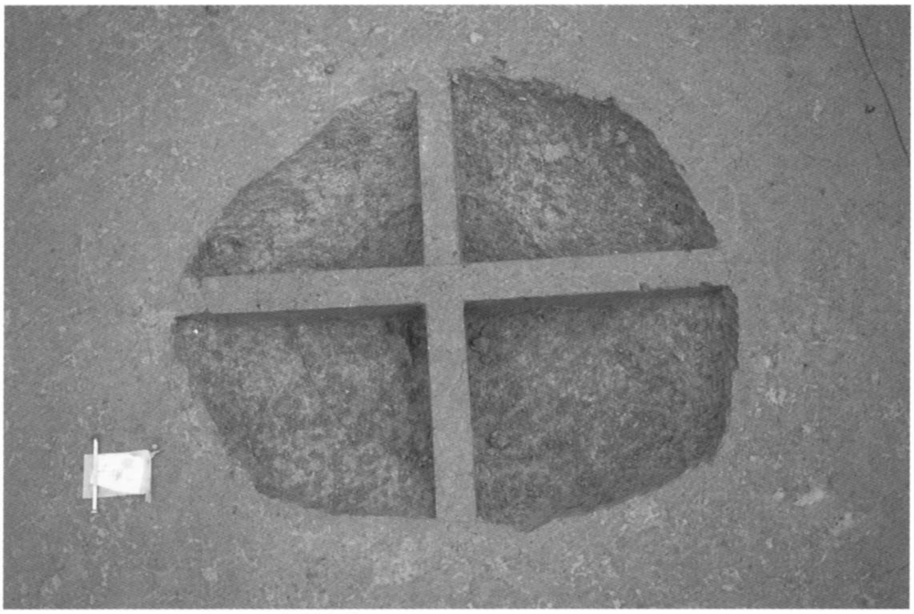


ピット511

図版22　Ⅱ－Ｂ地区　遺構(2)

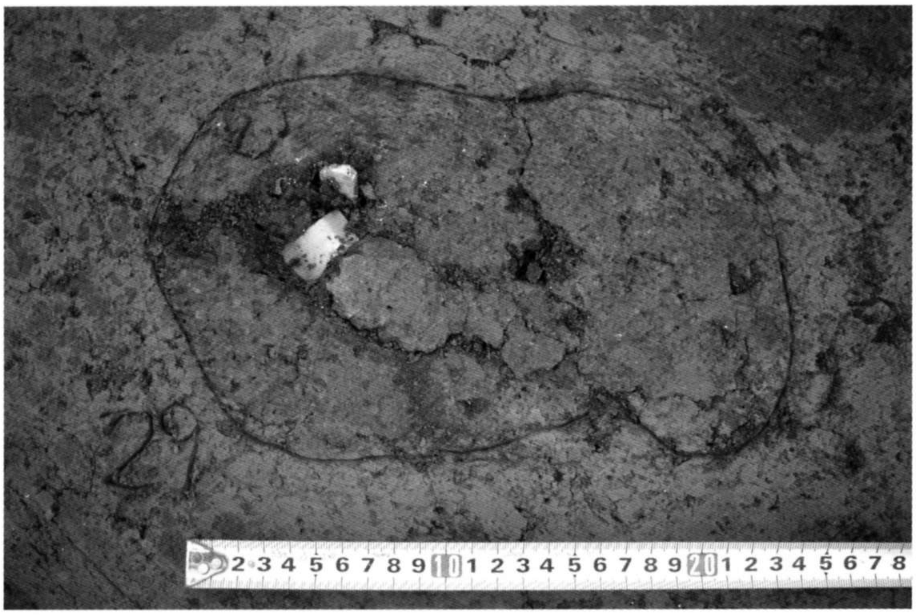

ピット577


土坑538


土坑543

図版23　Ⅱ－B地区　遺構(3)

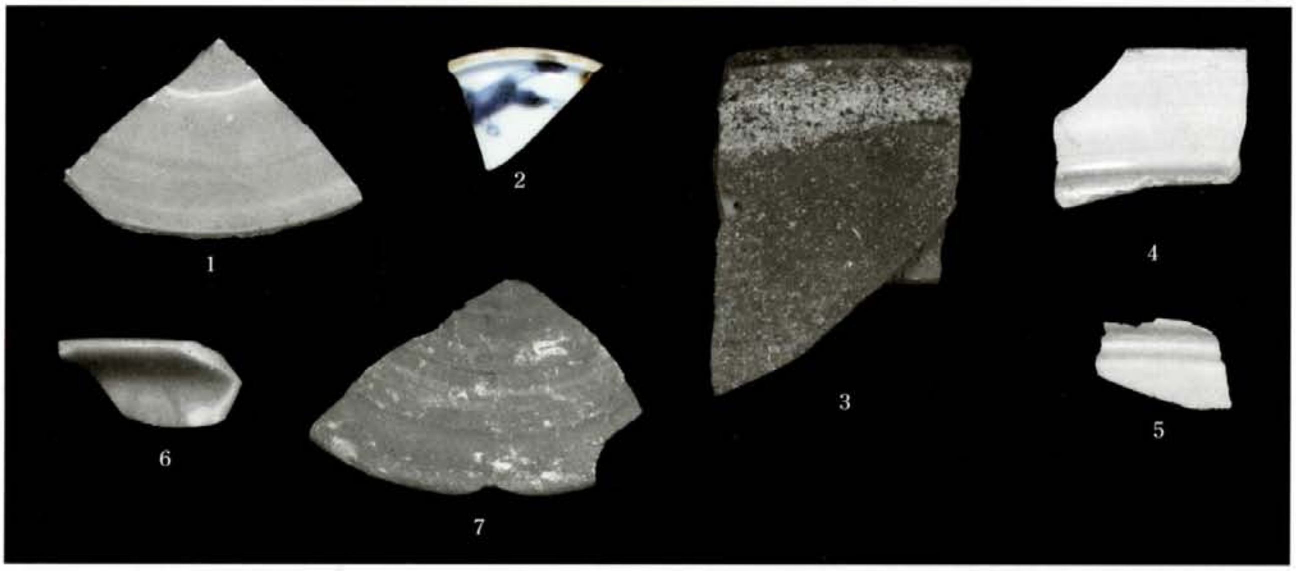
溝17・18（北東より）

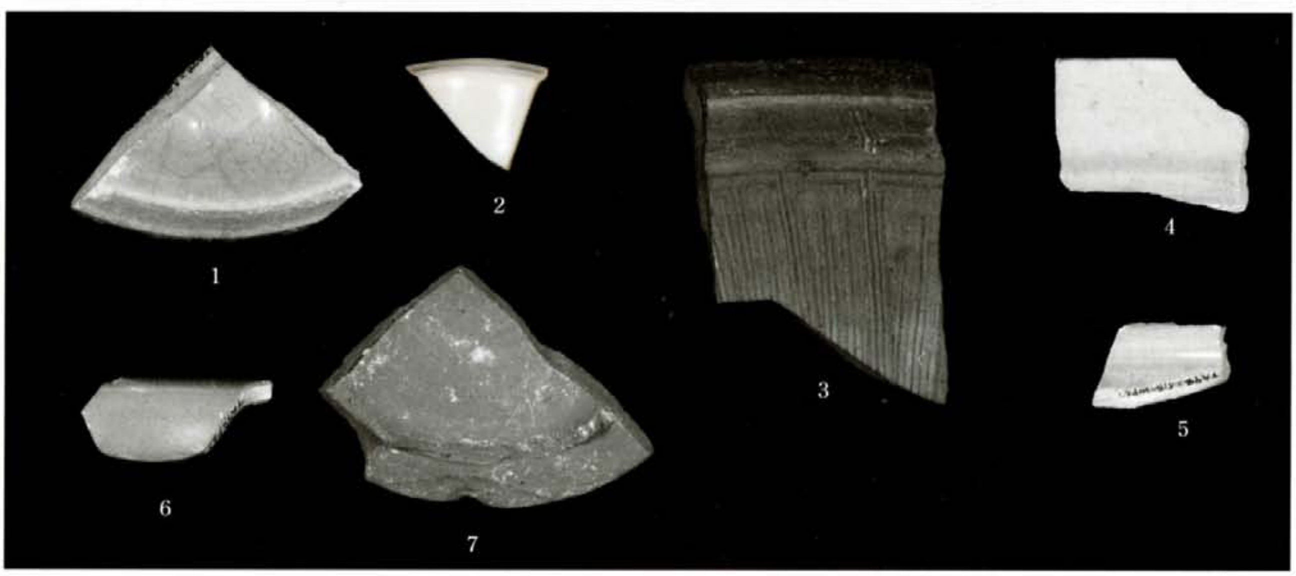


ピット529

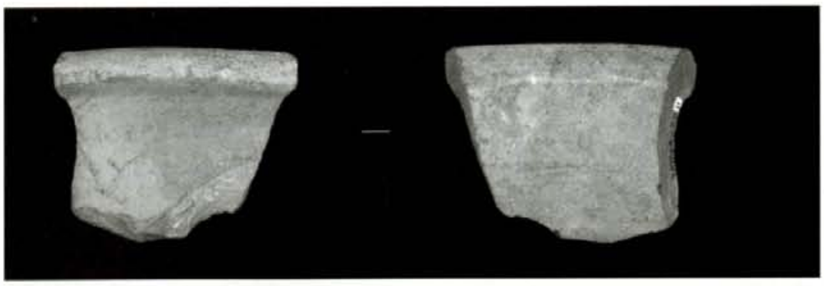
柱穴531

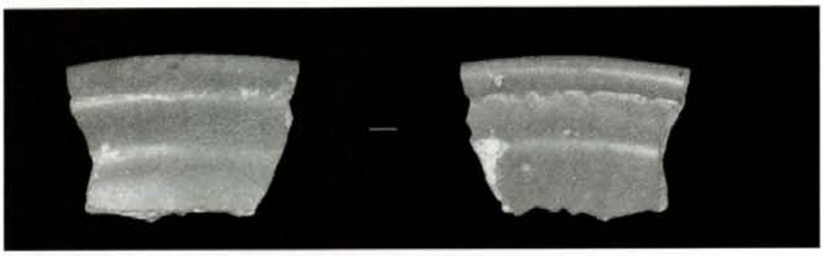
図版24　Ⅱ－B地区　遺構(4)



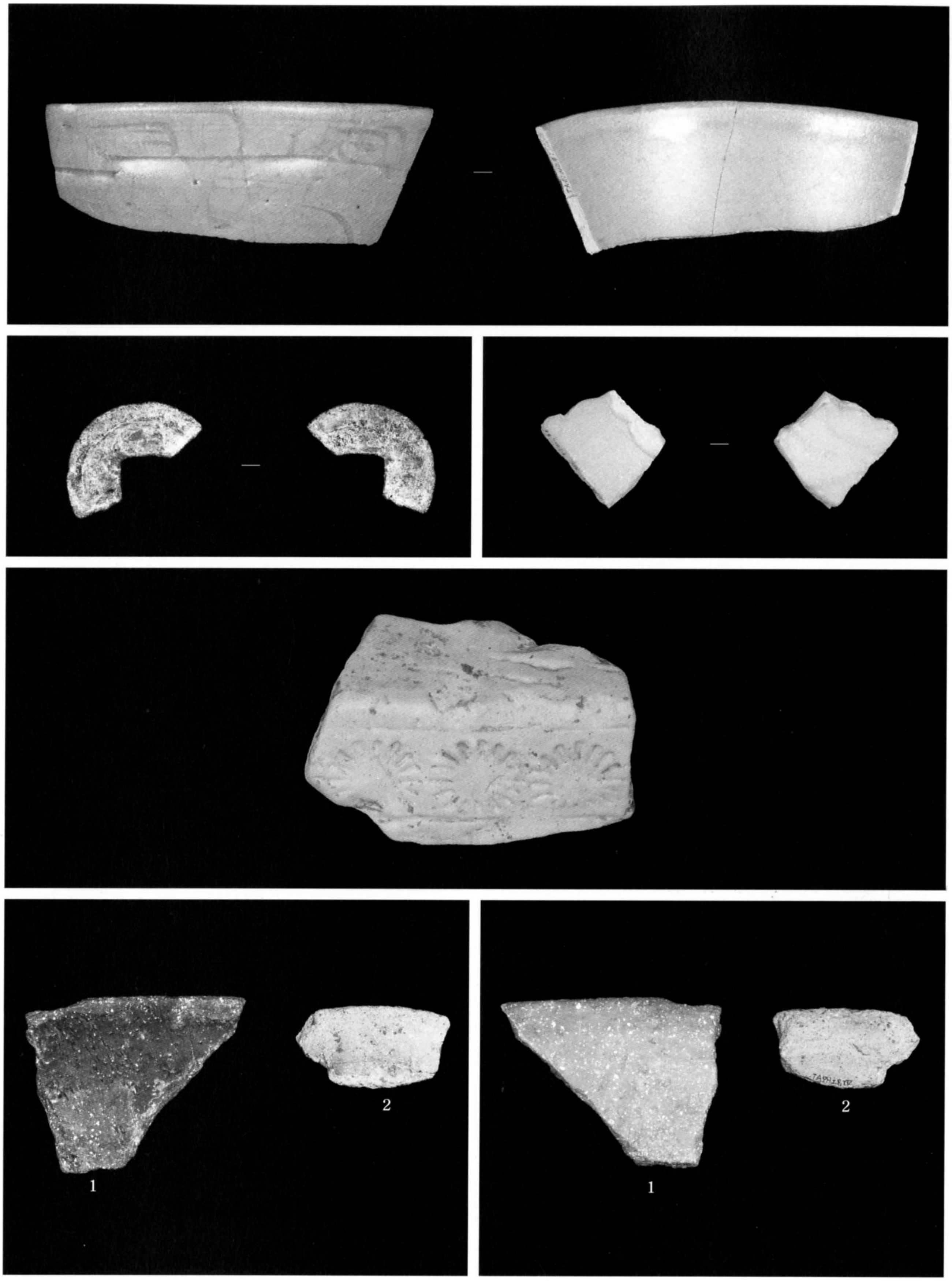


図版25　遺構内出土遺物　上段左：平地造成跡内　**上段右：**柱穴444　**中下段：**建物５柱穴内

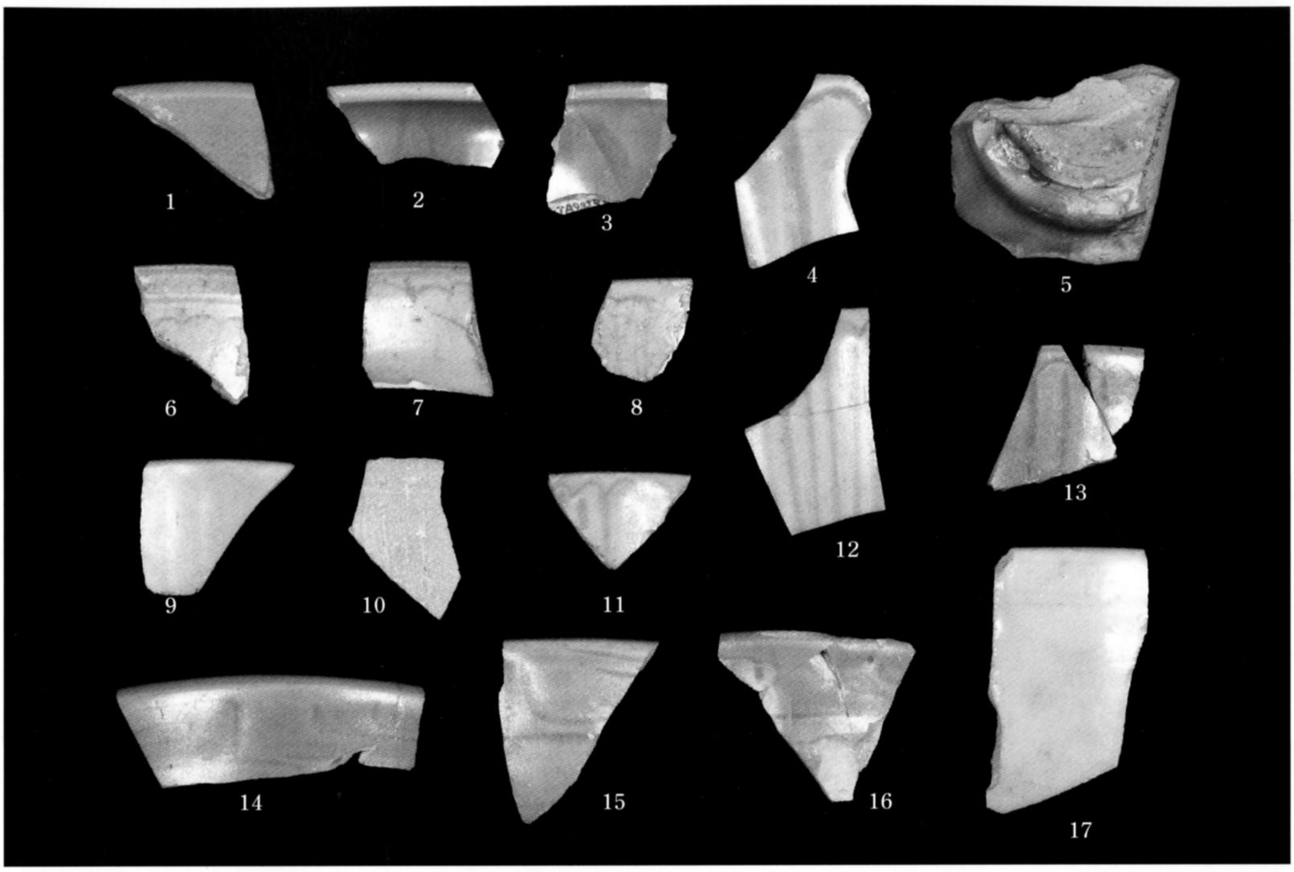


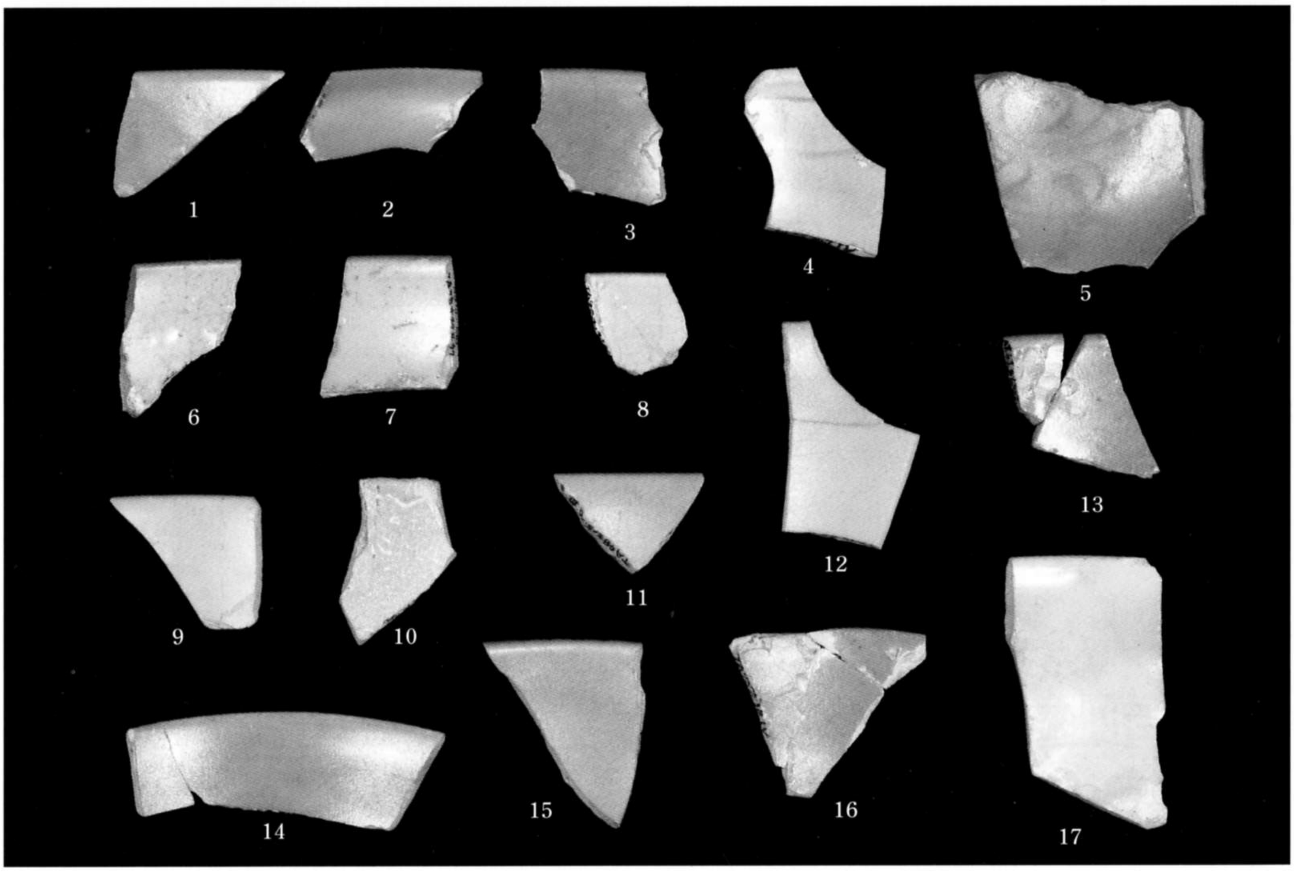


図版26　遺構内出土遺物　上段左上：溝11　**上段左下：**土坑11　**上段右：**ピット348　**中下段：**溝2·3·4

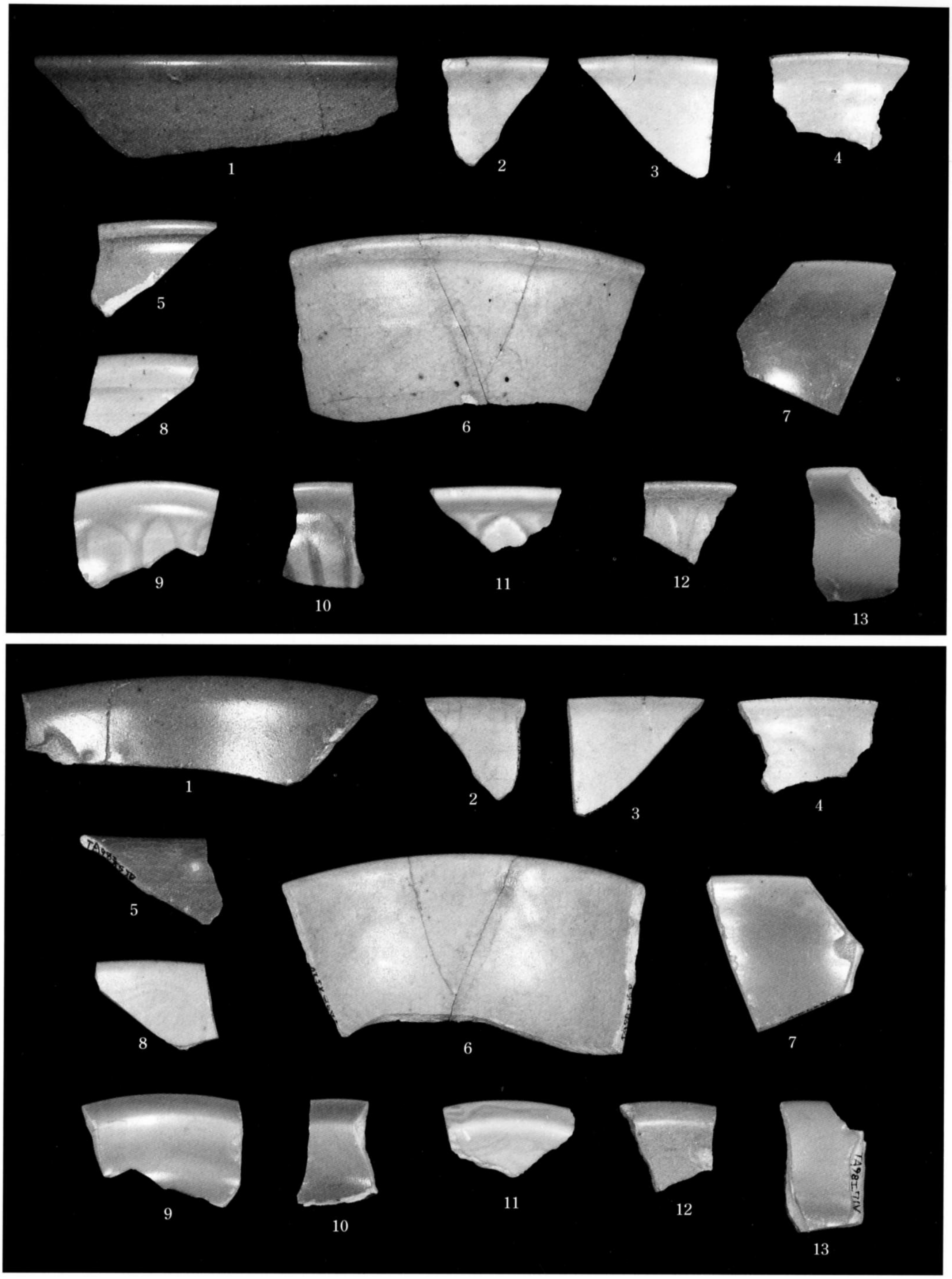


図版27　遺構内出土遺物　上１段：柱穴531　上２段左：土坑538　上２段右：土坑532　中段：土坑569
遺物包含層出土遺物　下段：土器

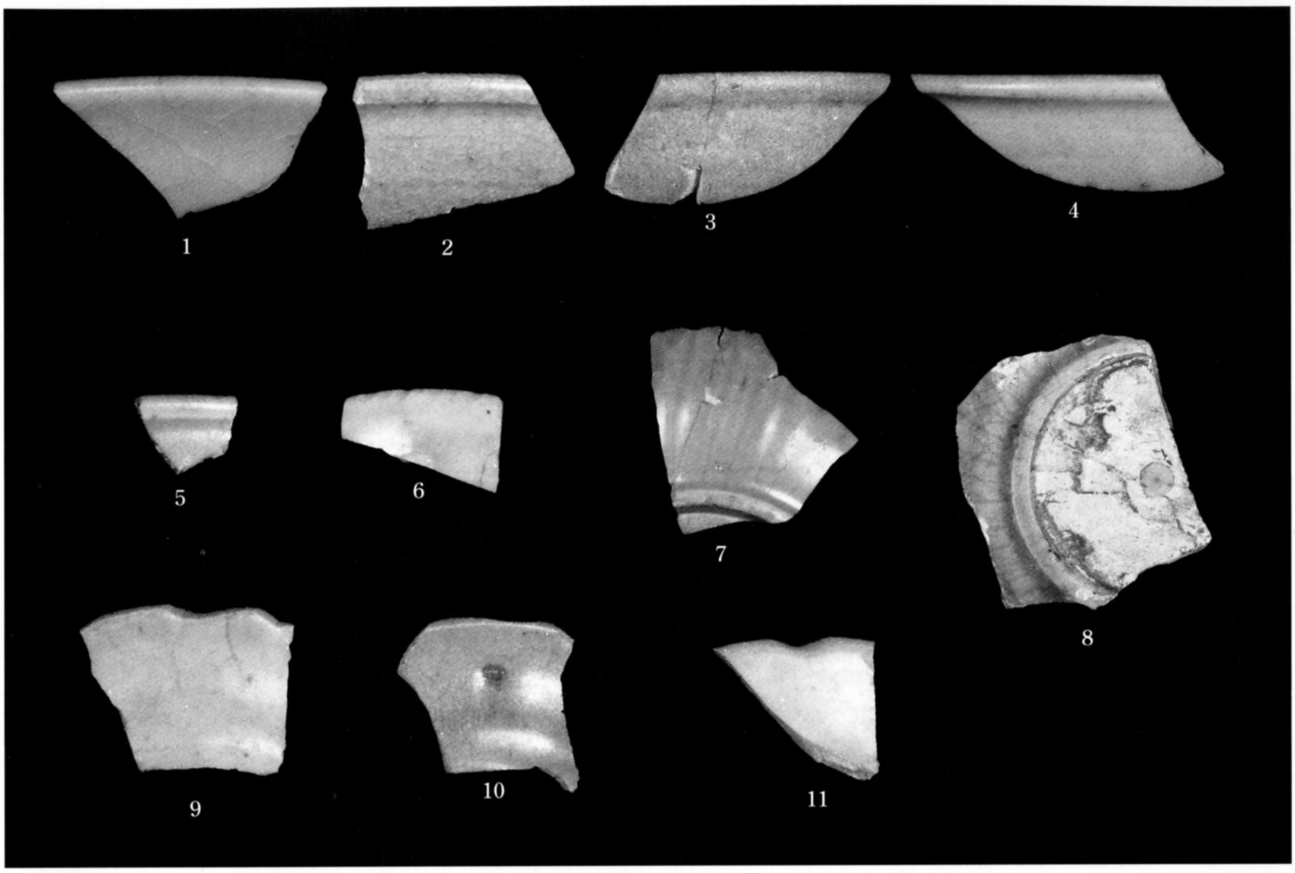

1
2
3
4
5
6
7
8
12
13
9
10
11
14
15
16
17

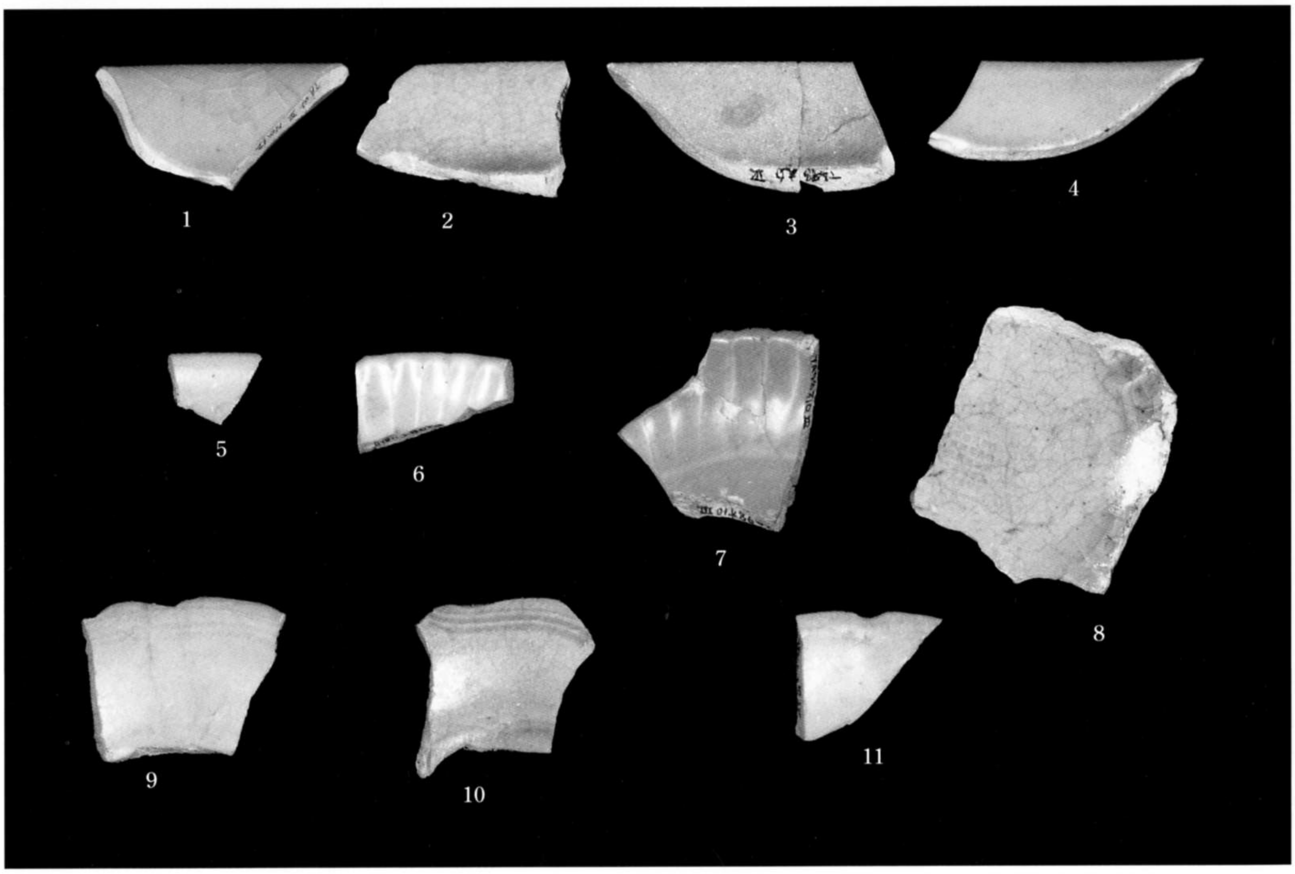

1
2
3
4
5
6
7
8
12
13
9
10
11
14
15
16
17

図版28　青磁(1)

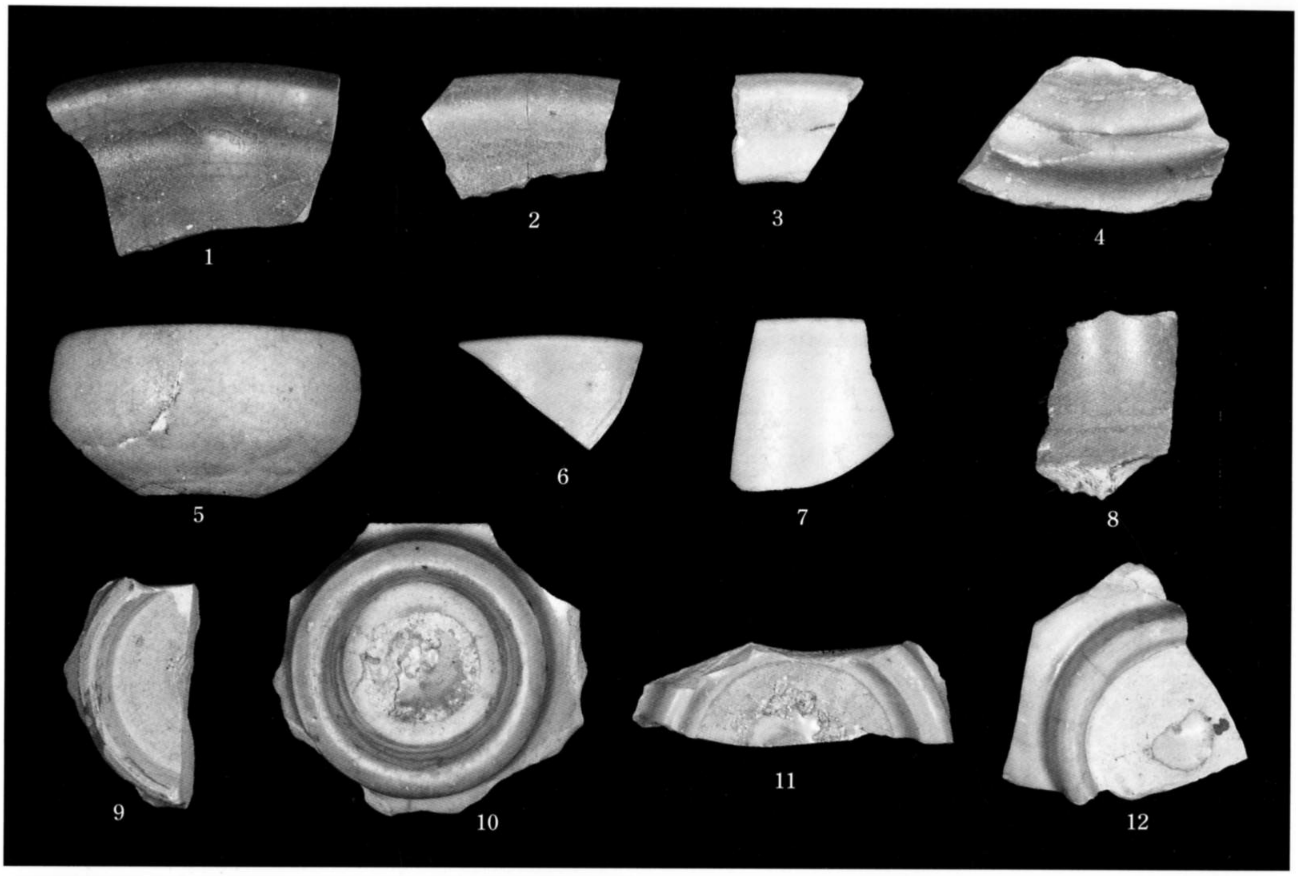


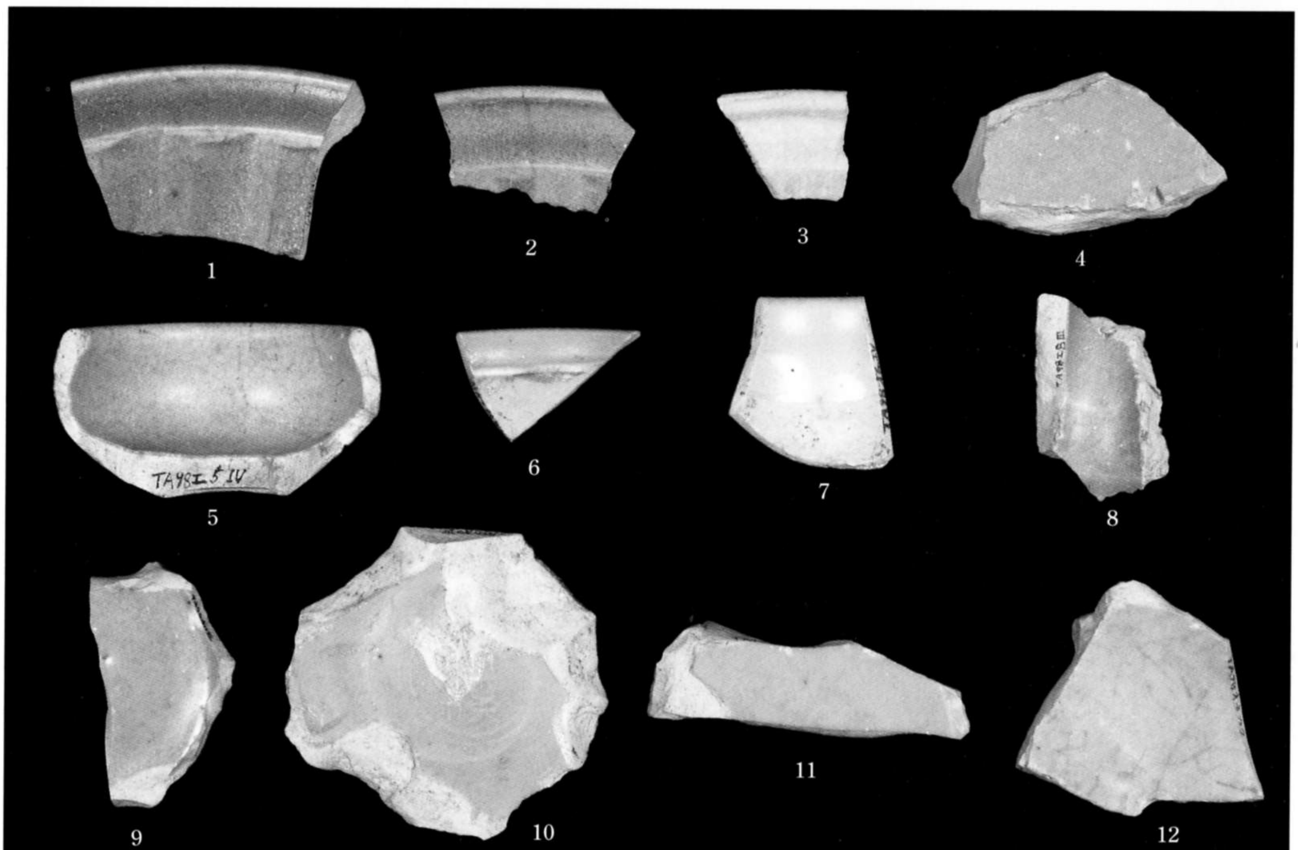
図版29　青磁(2)



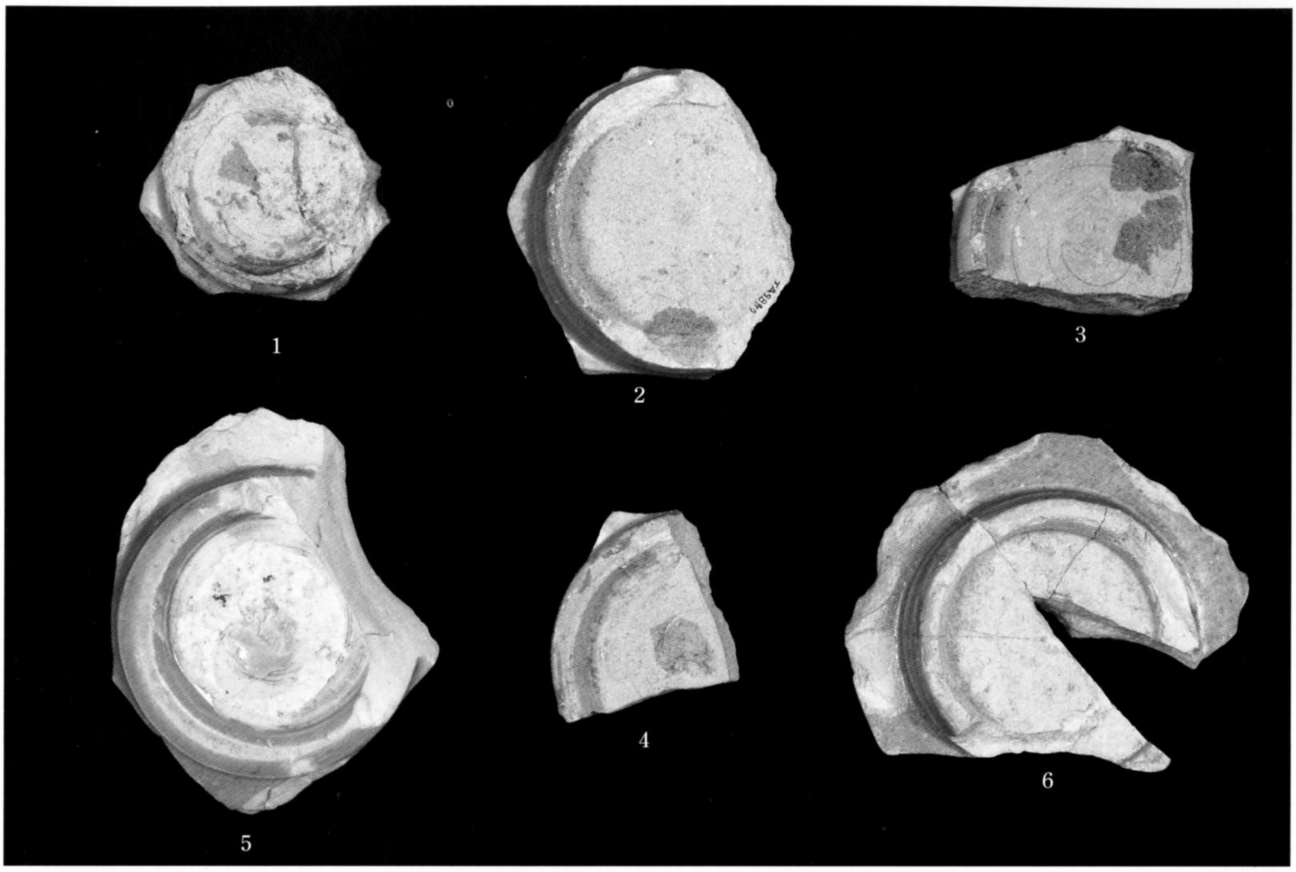


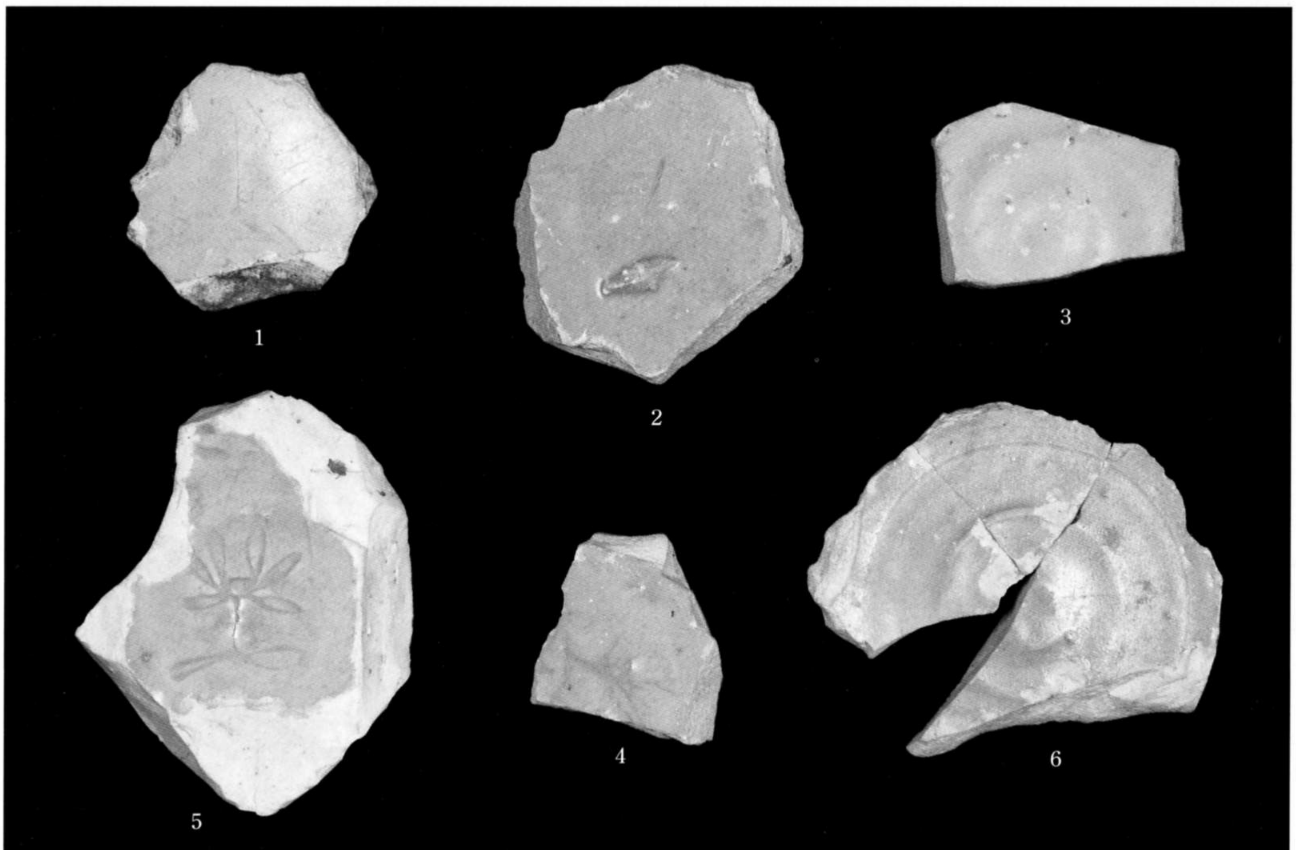
図版30　青磁(3)



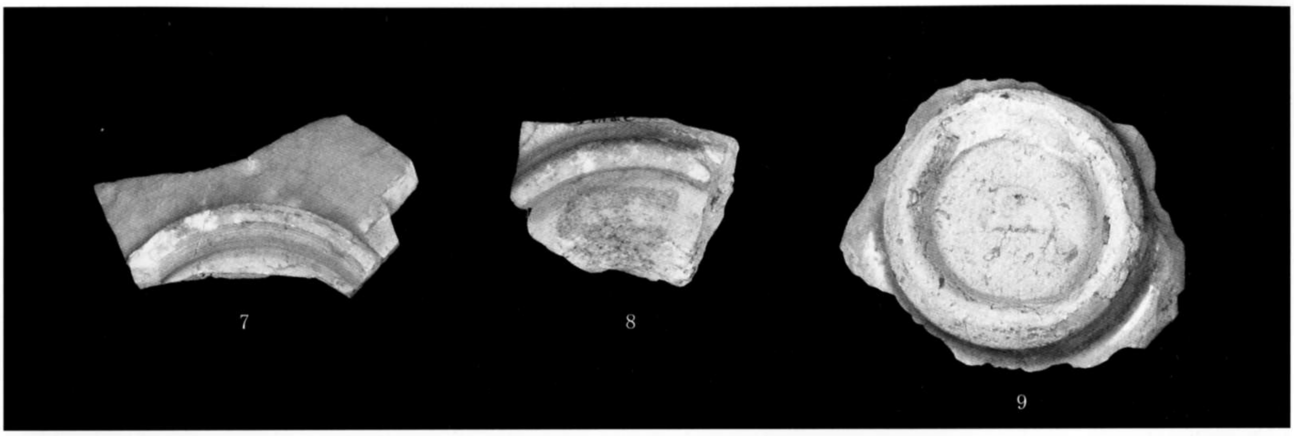


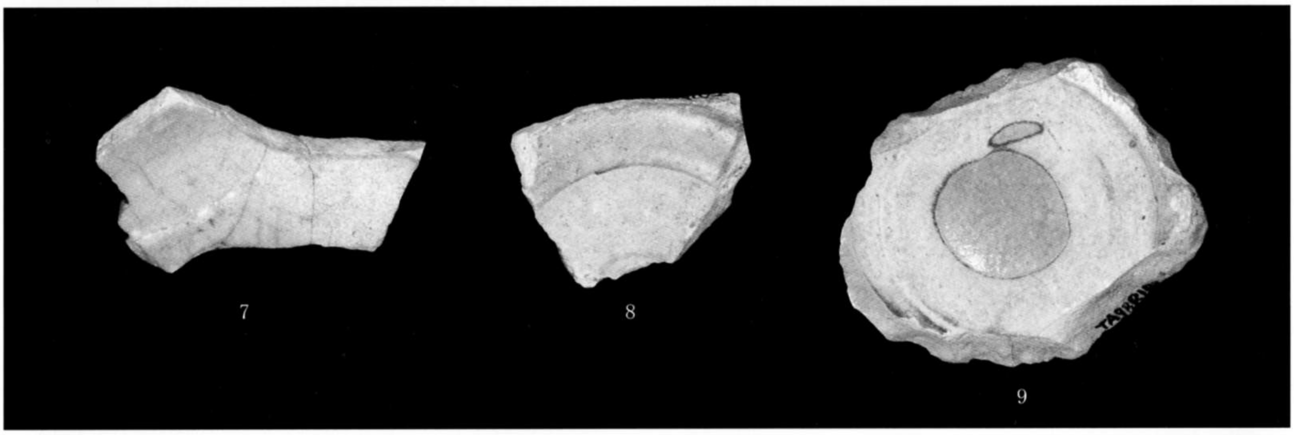
図版31　青磁(4)

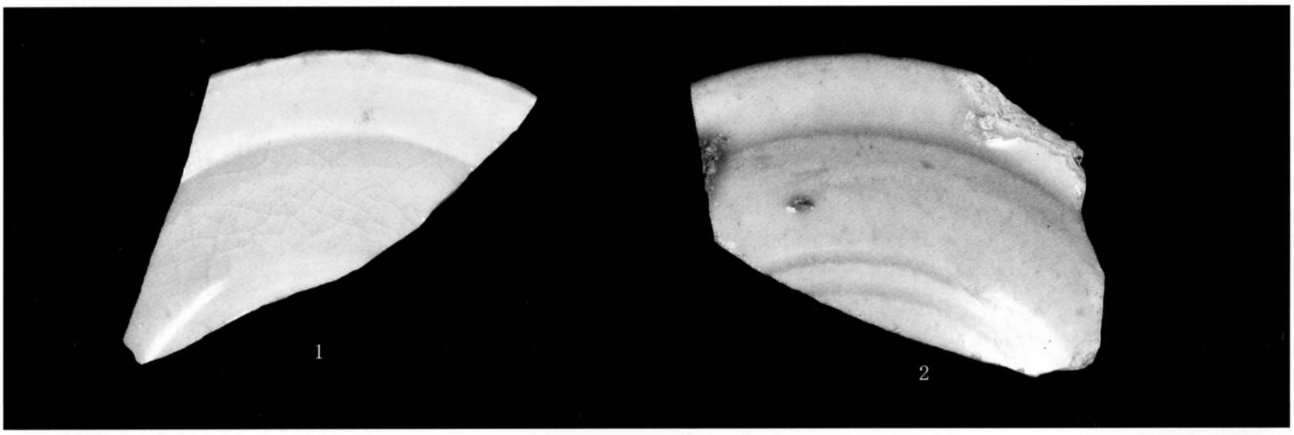


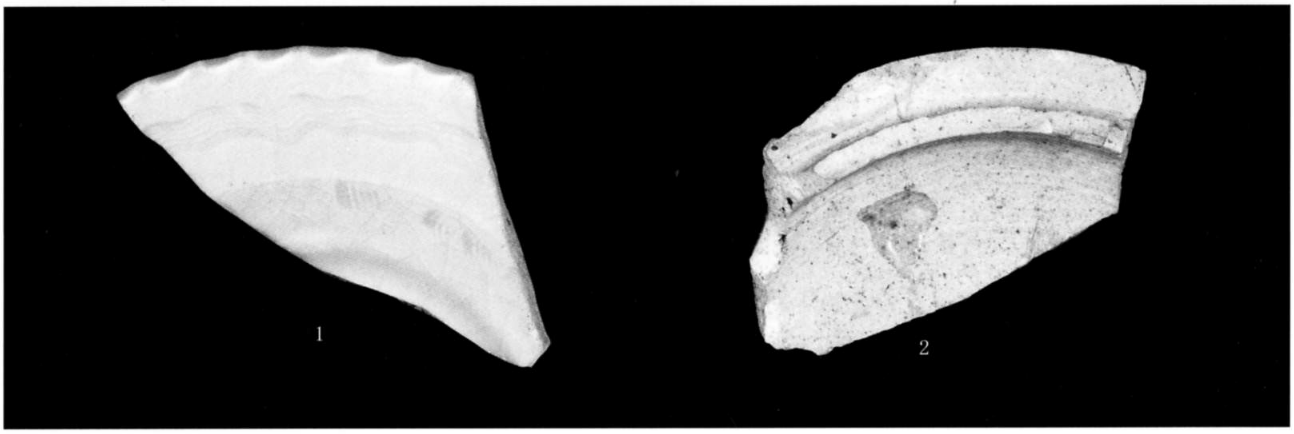


図版32　青磁(5)

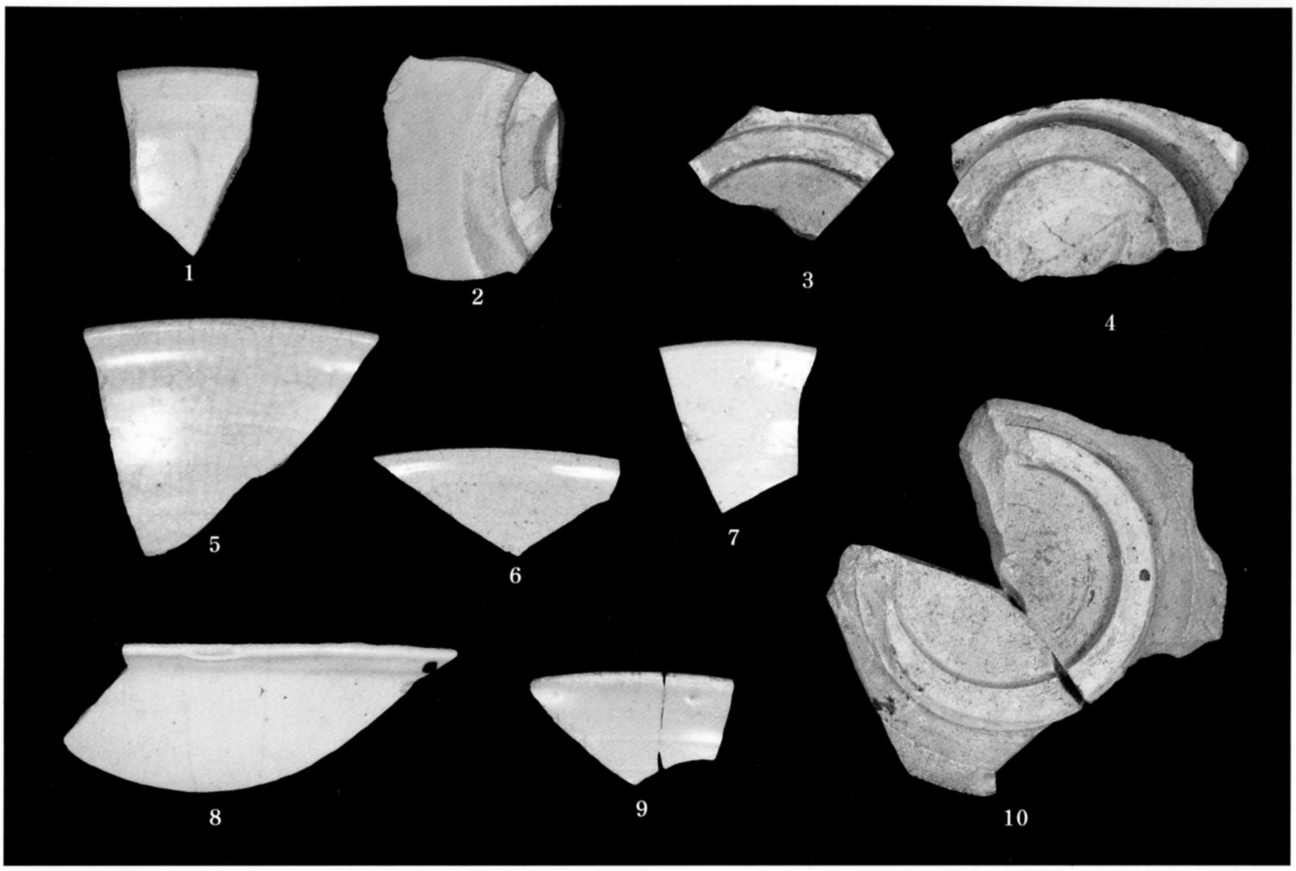


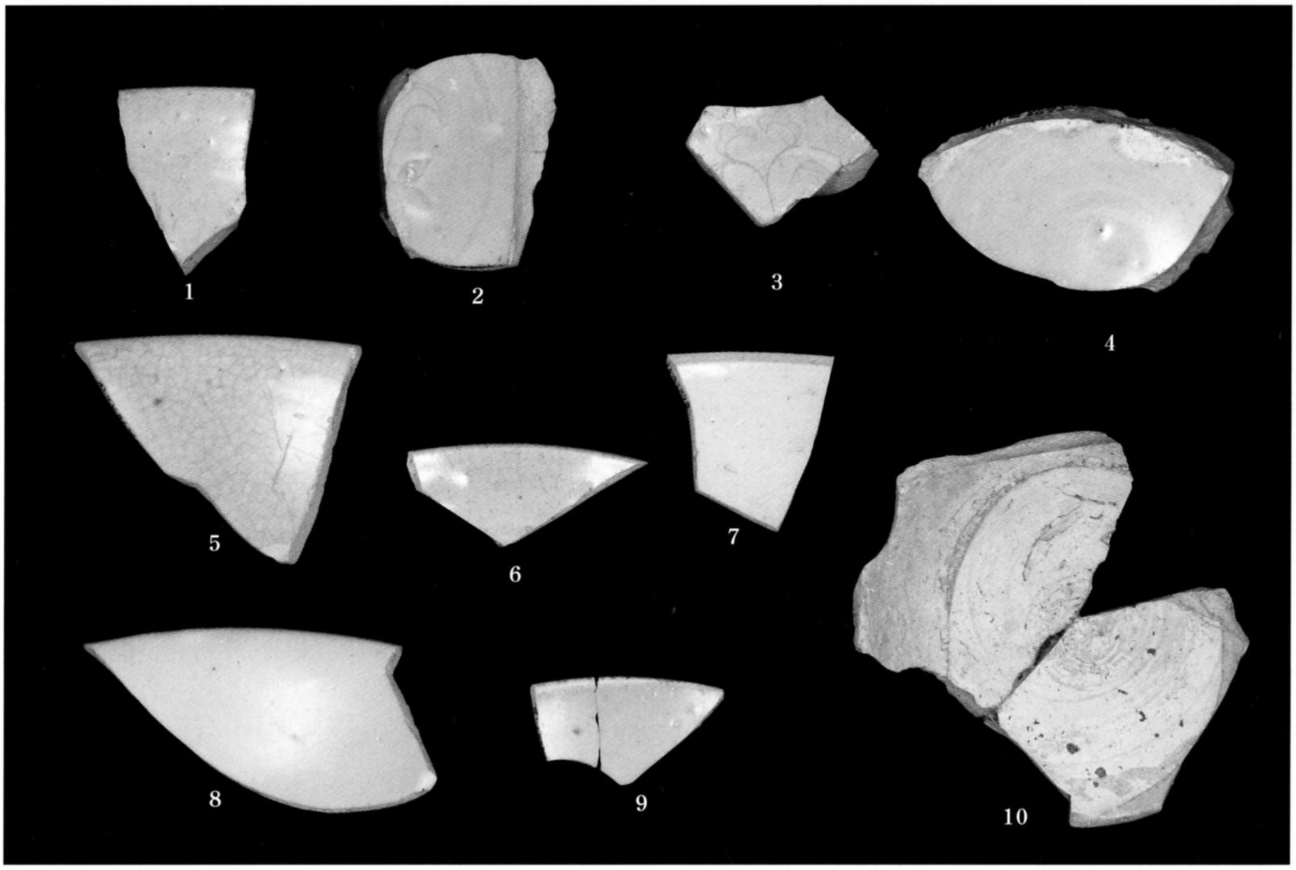




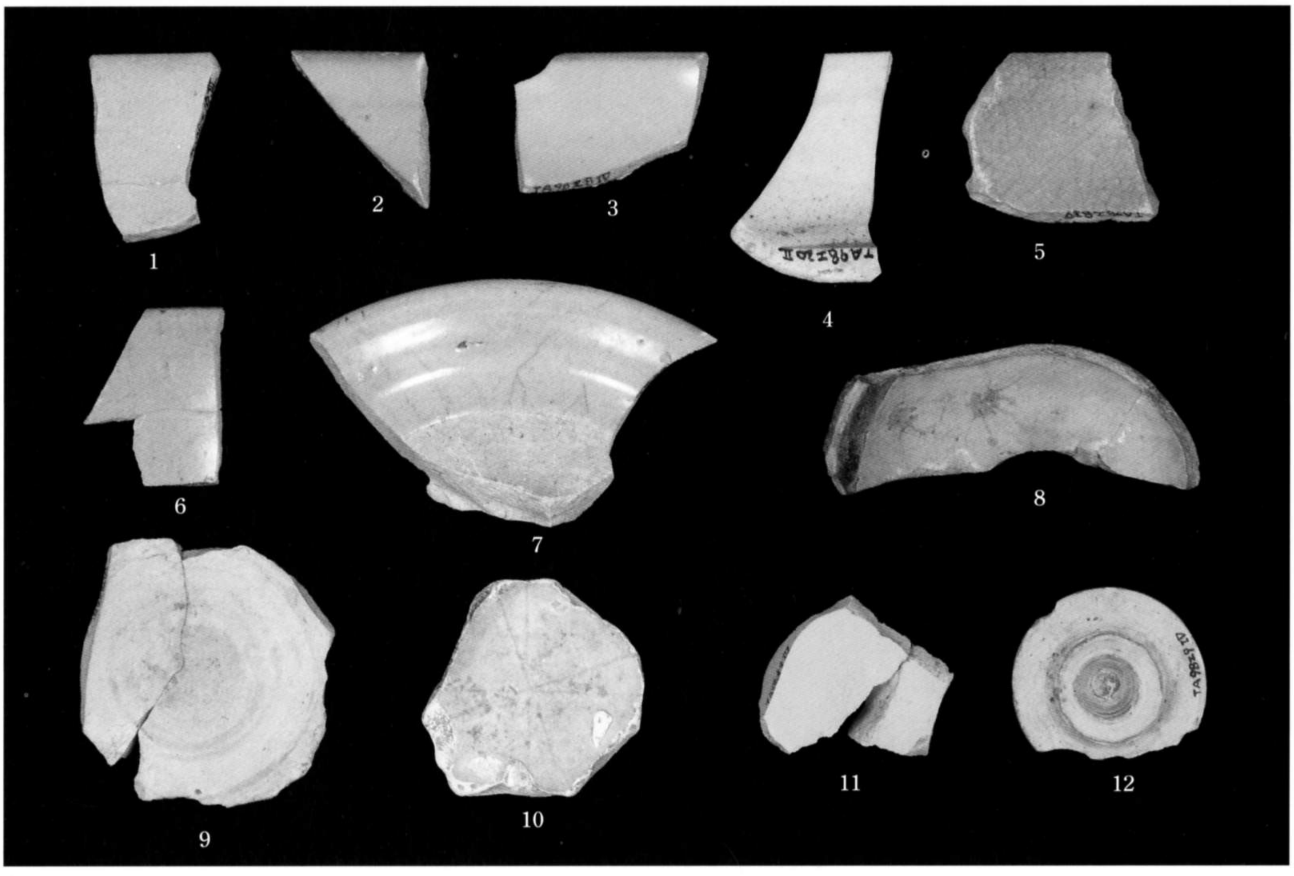


図版33　青磁(6)

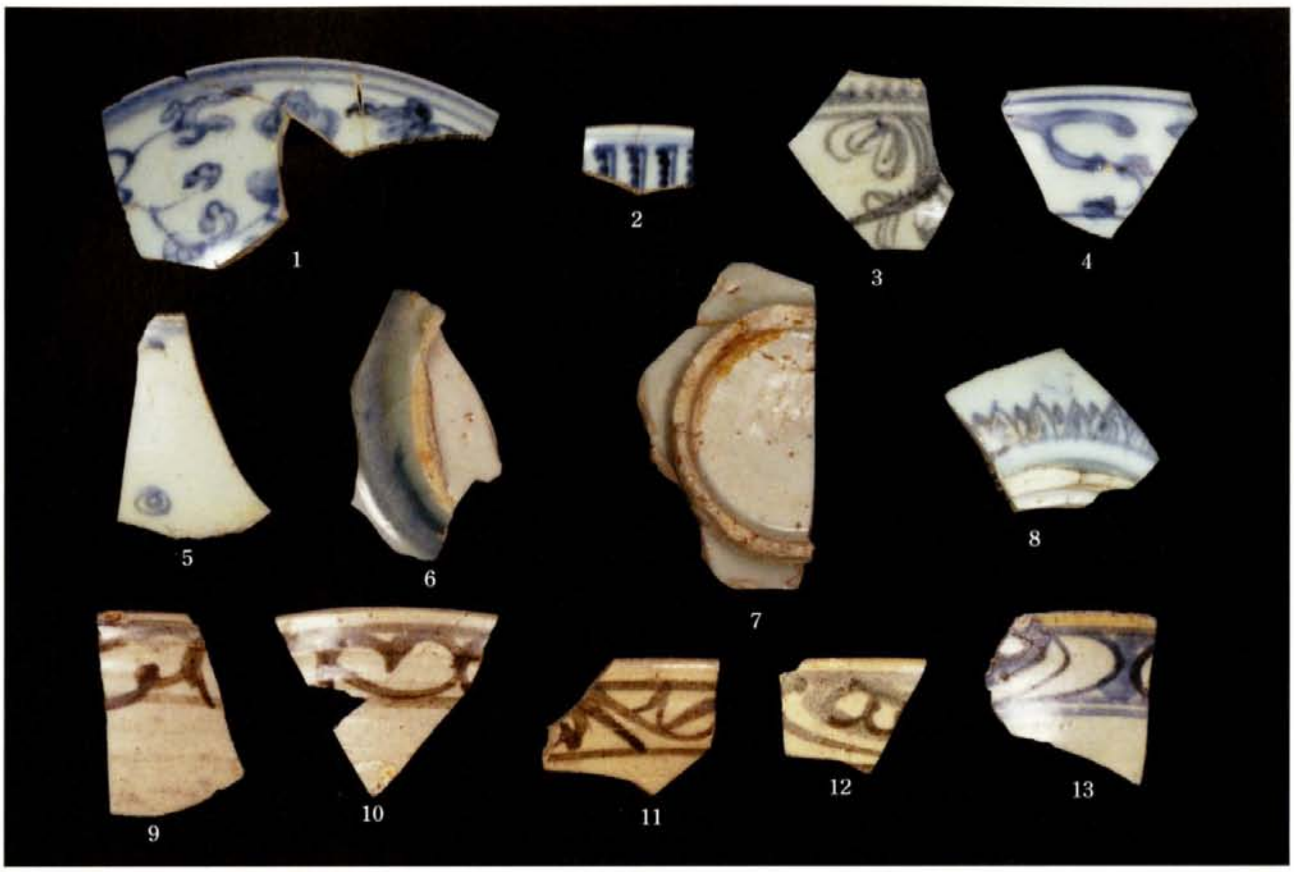


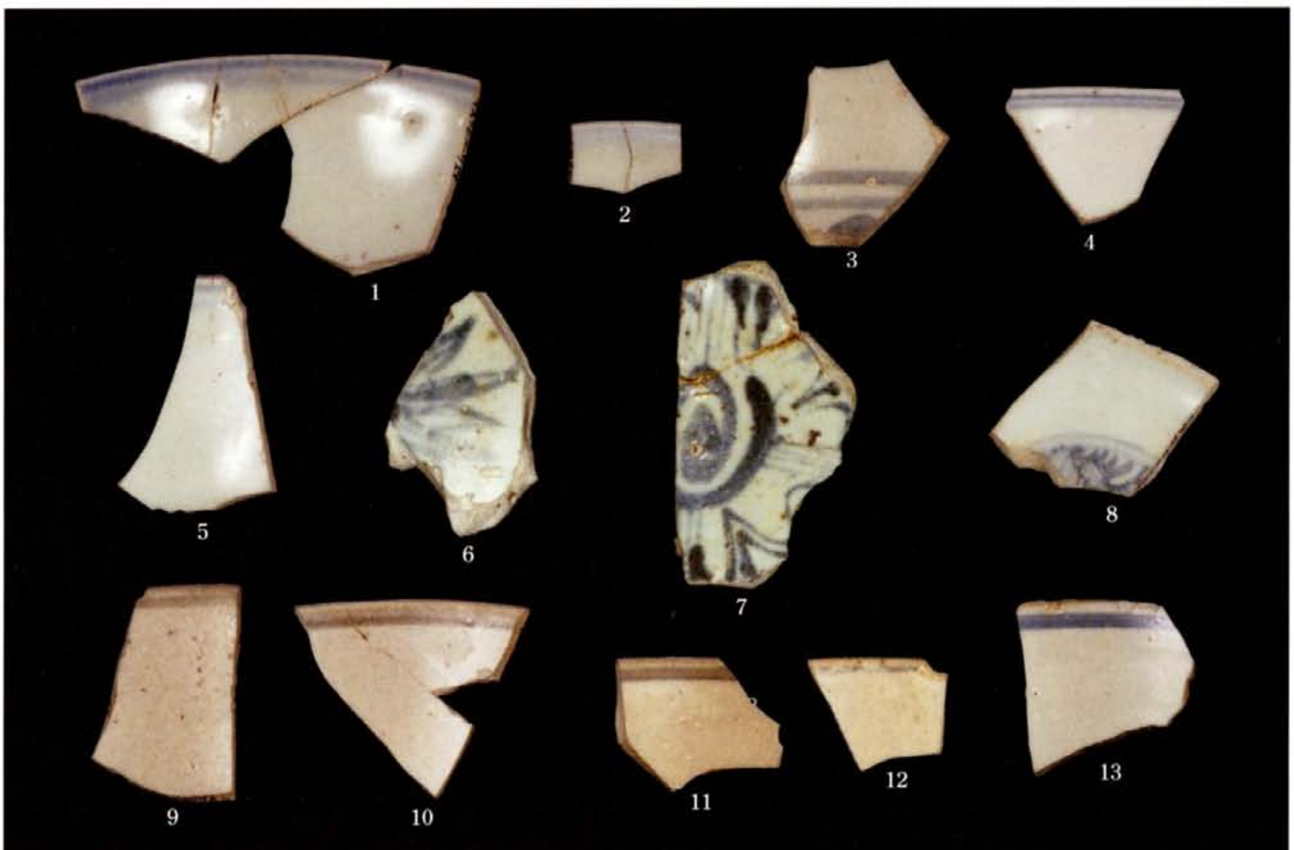


図版34　白磁(1)

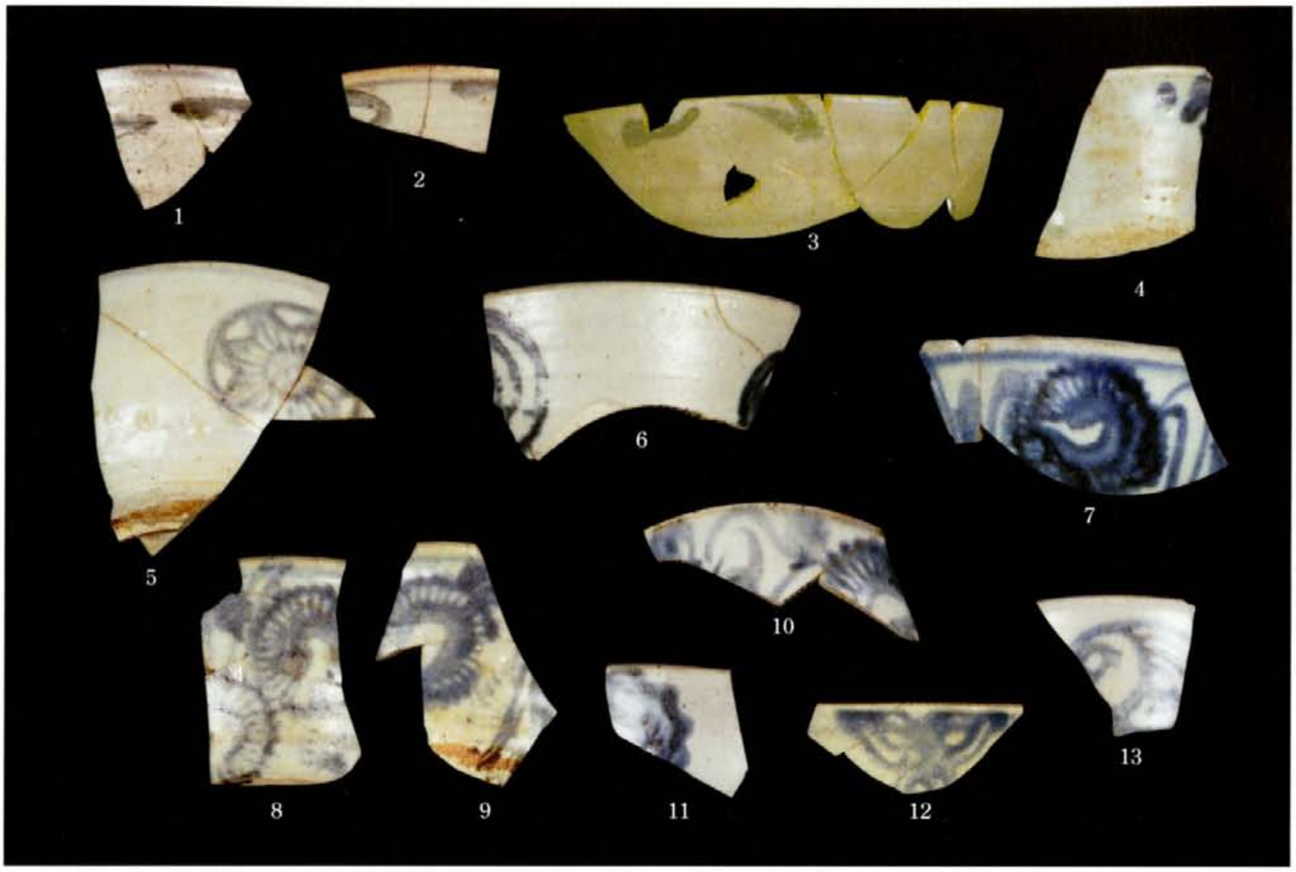


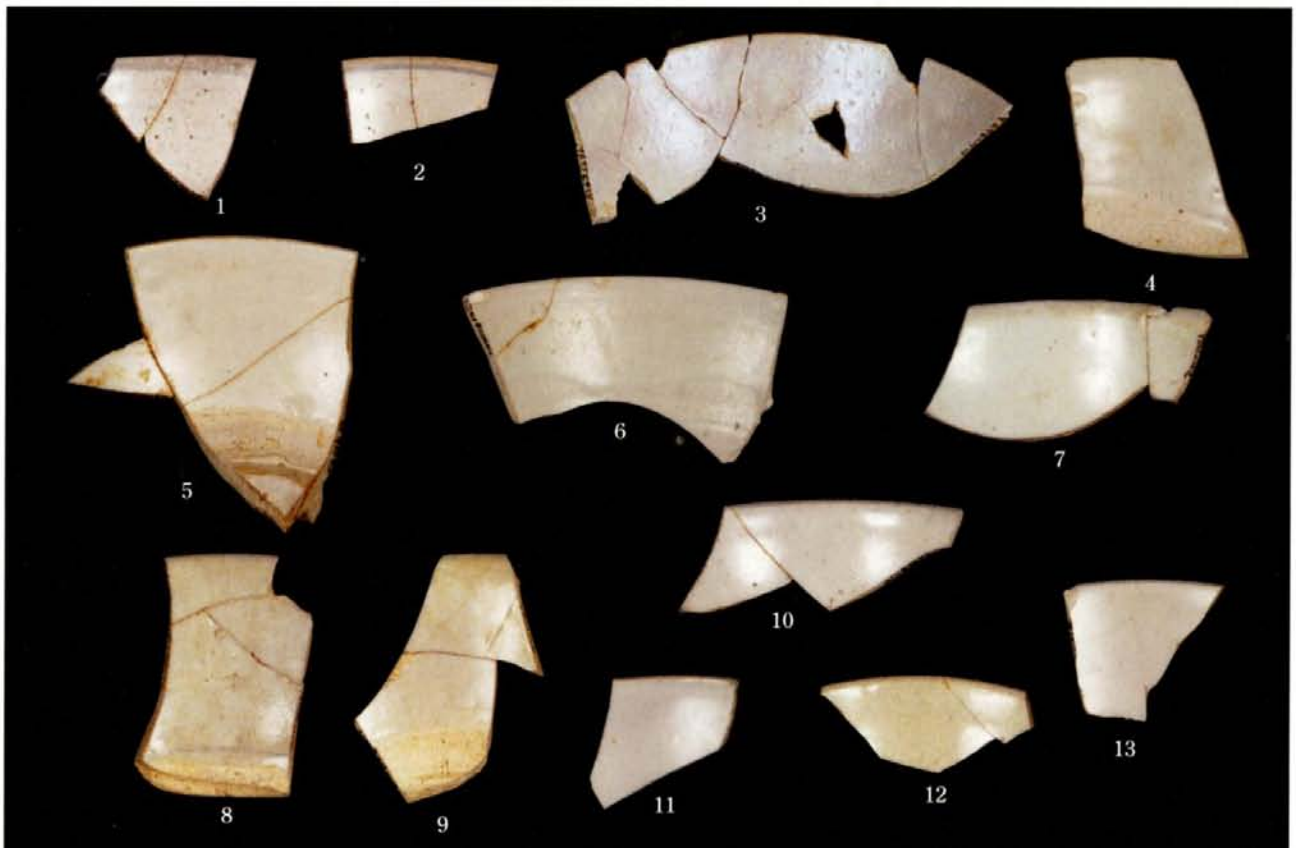
図版35　白磁(2)



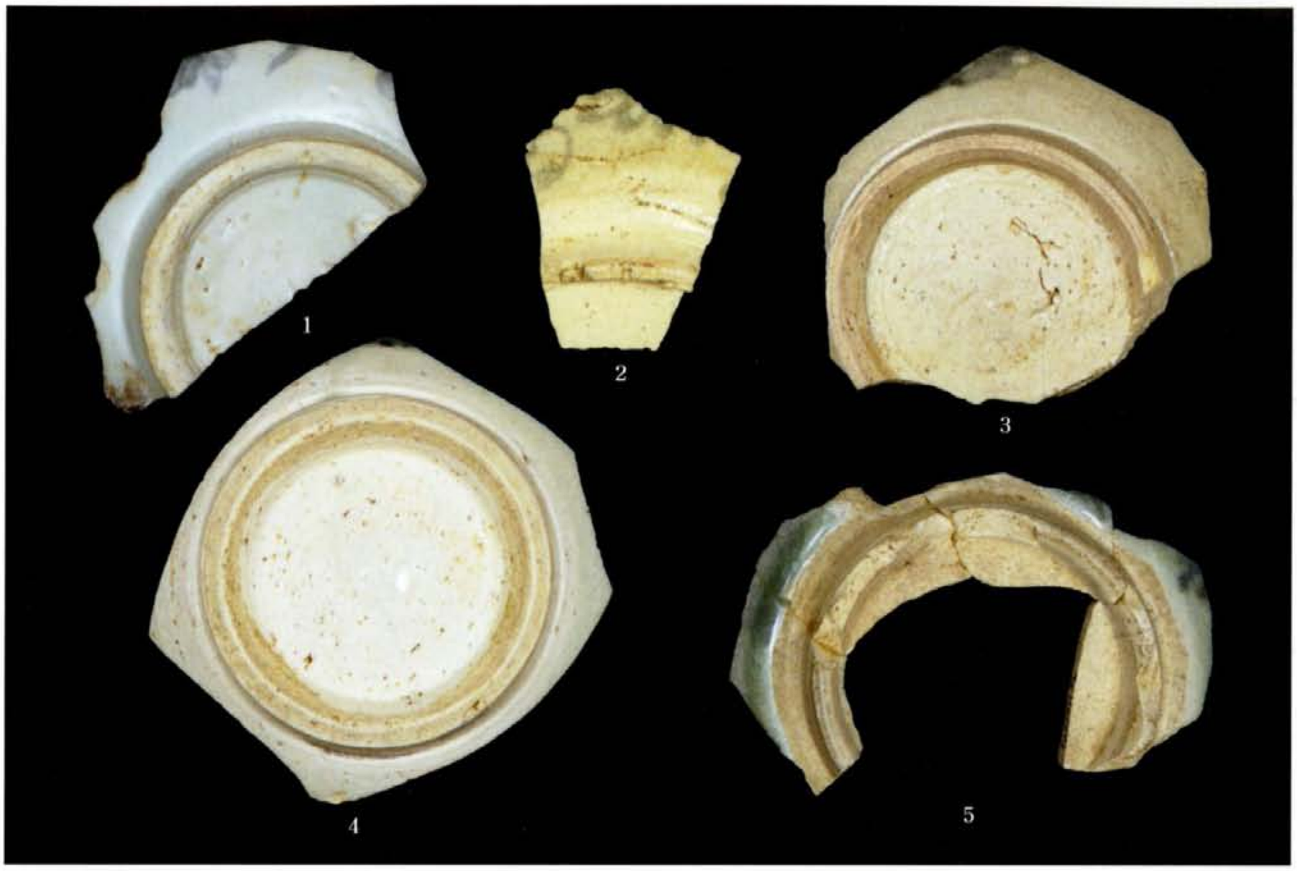


図版36　青花(1)

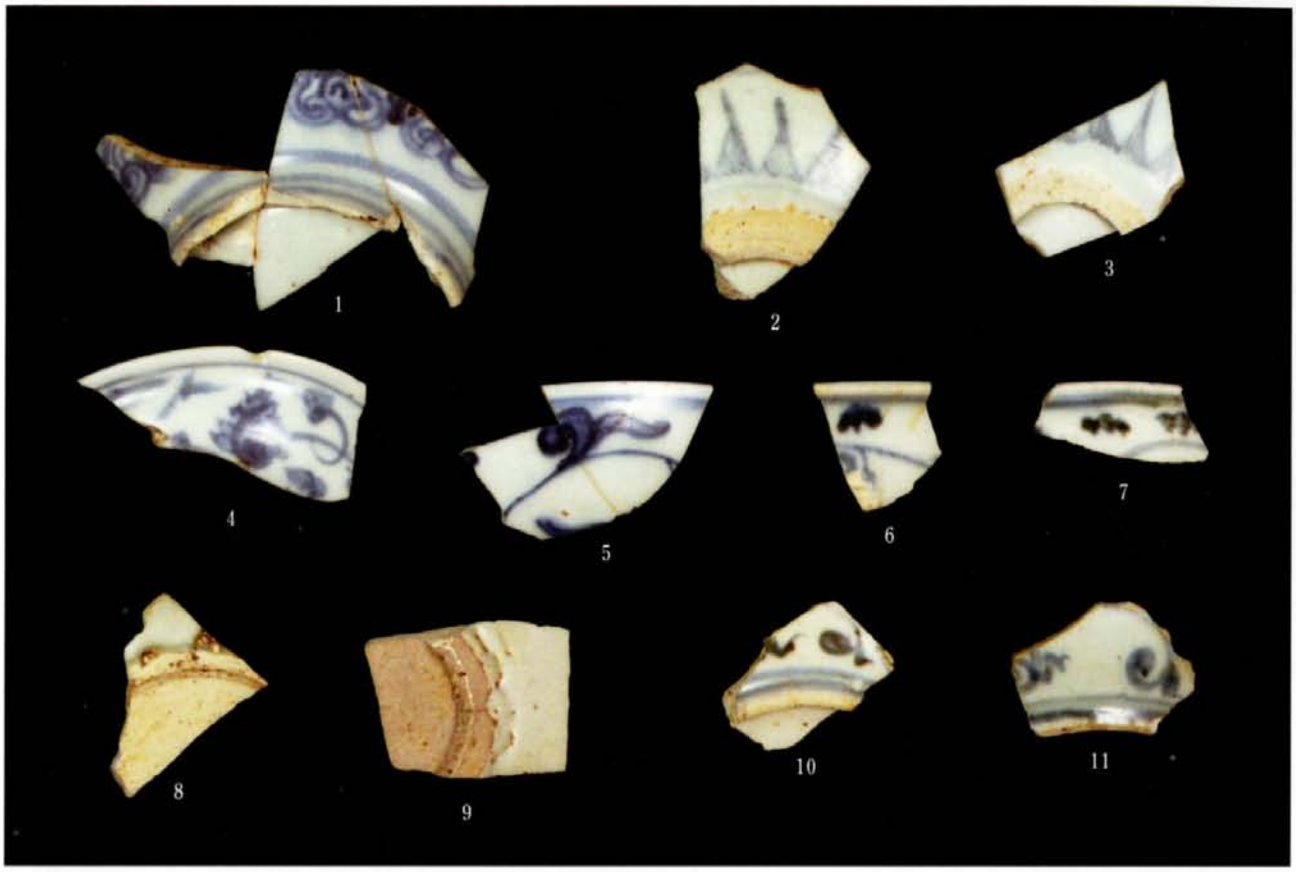


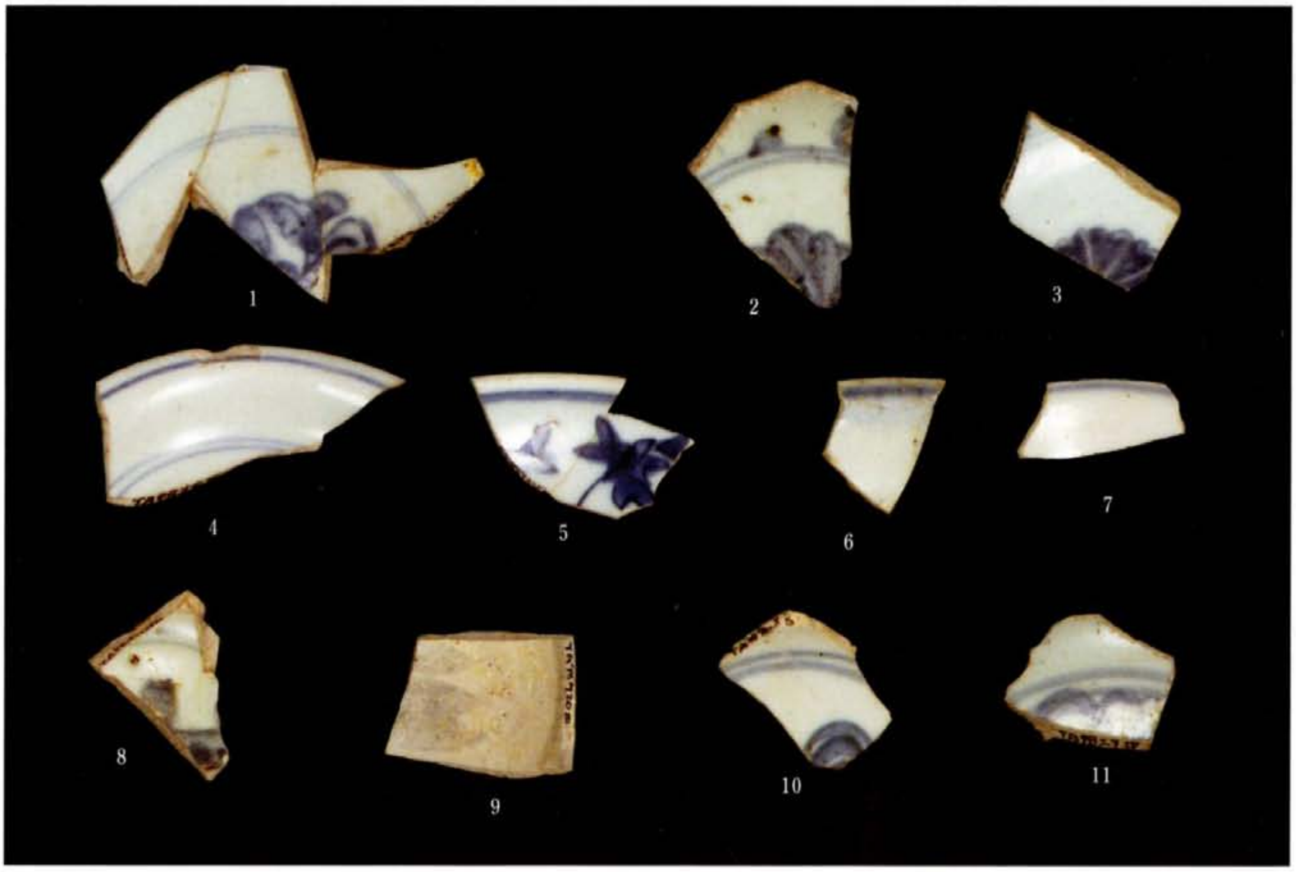


図版37　青花(2)

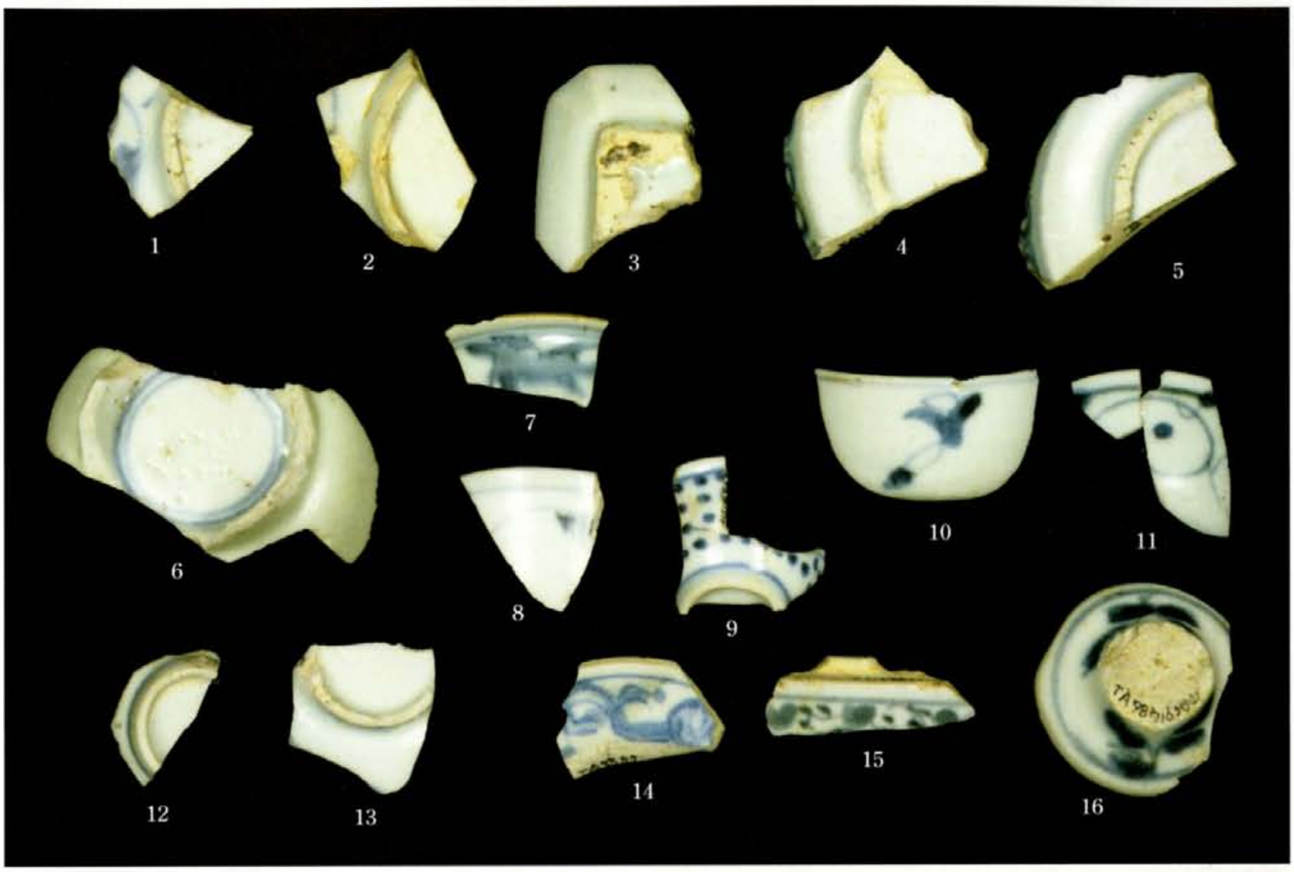


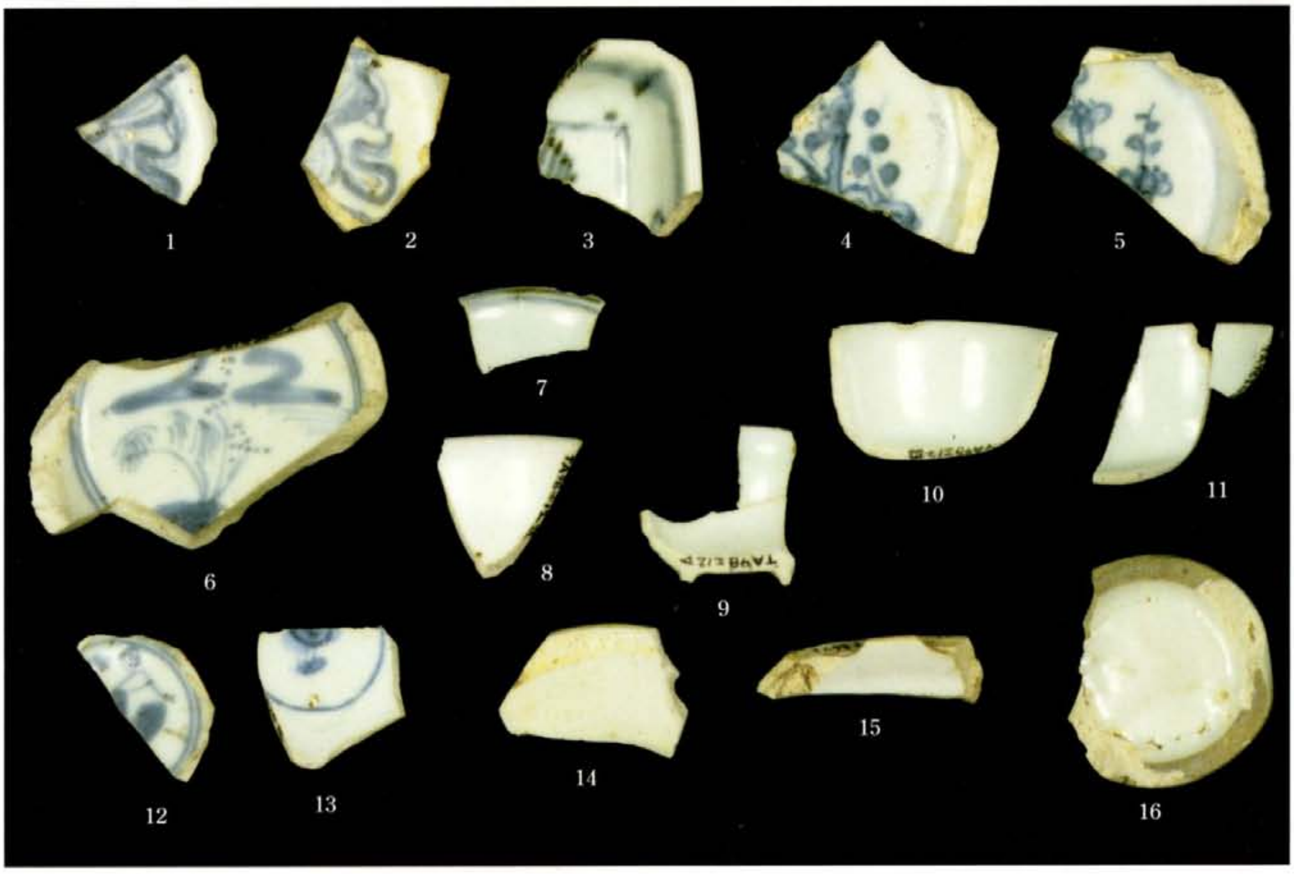
図版38　青花(3)



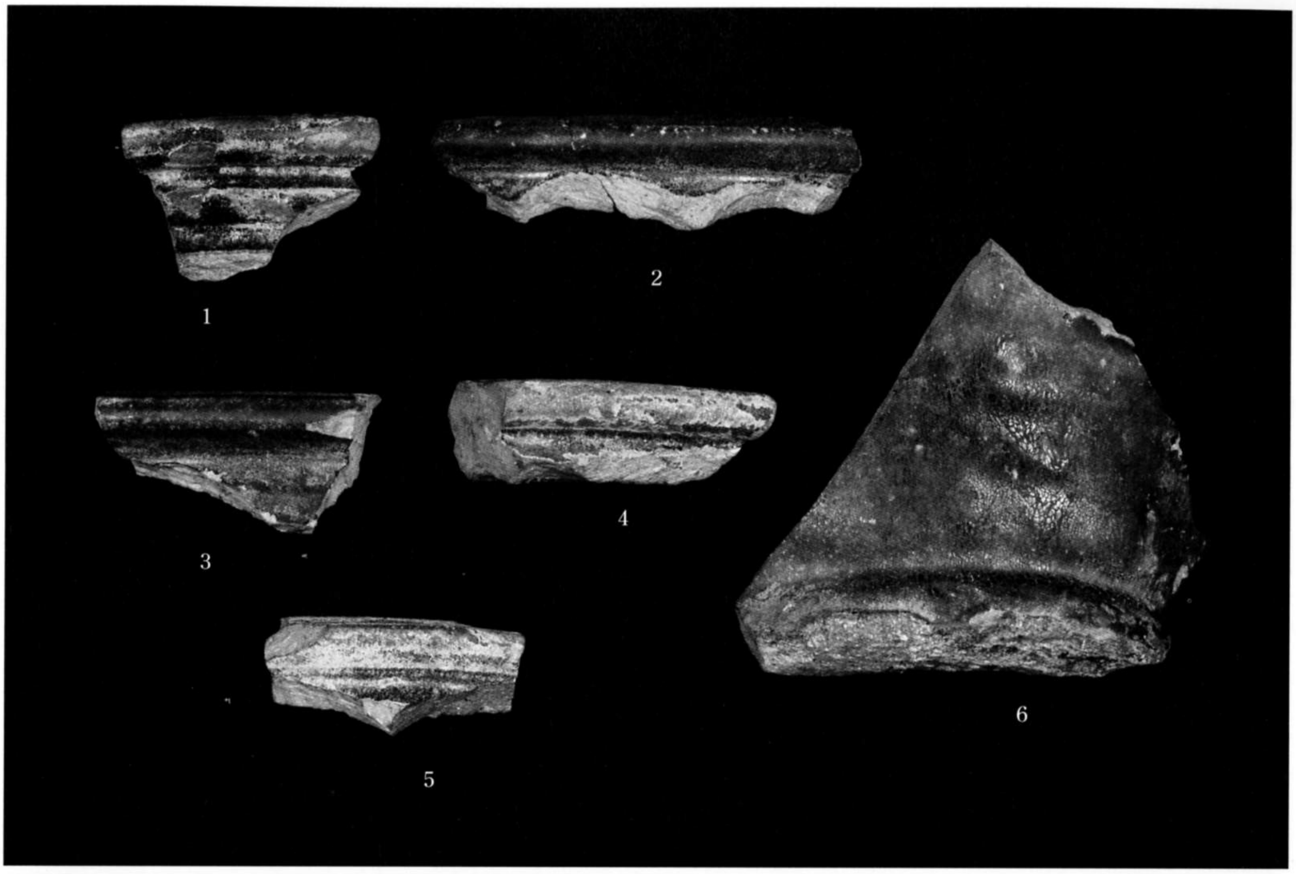


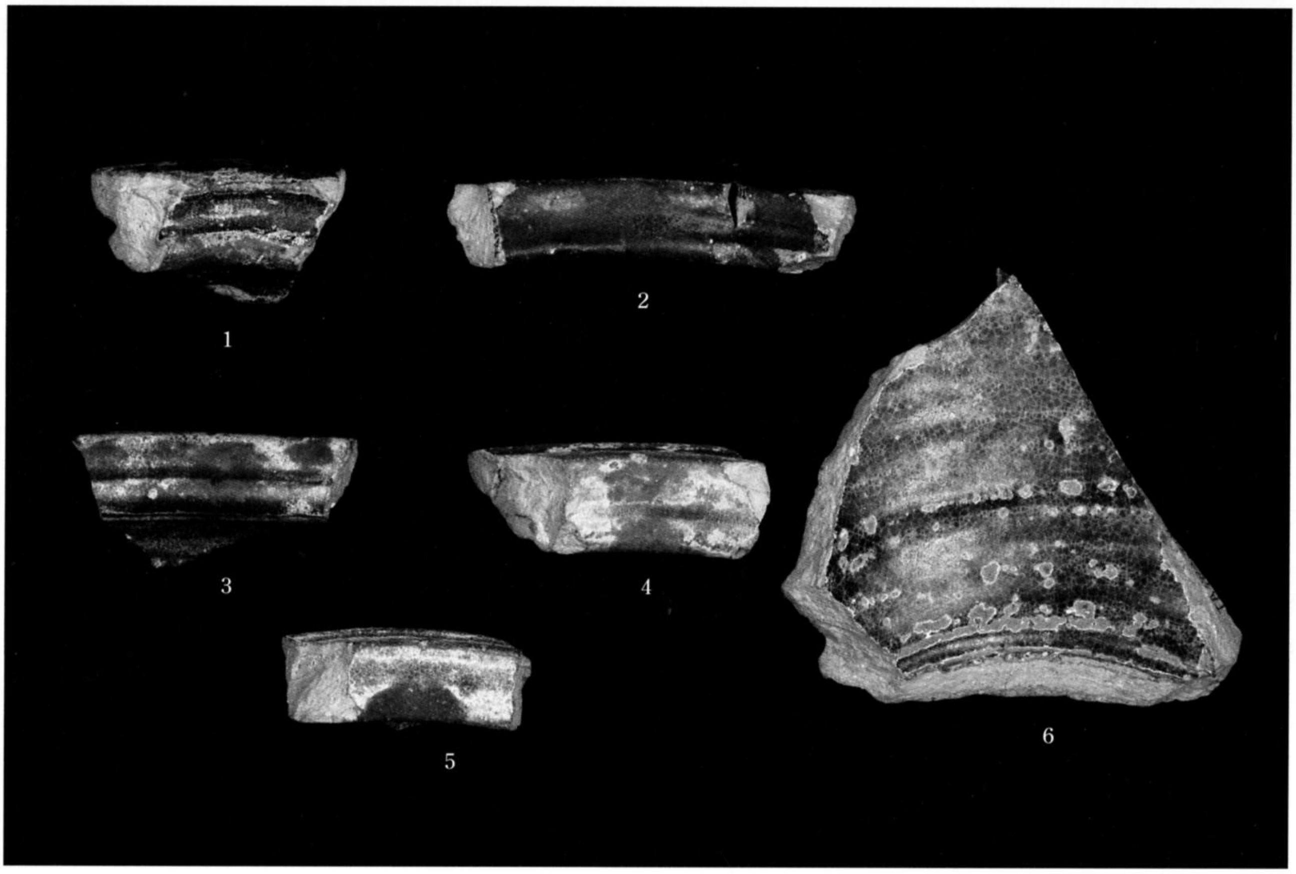
図版39　青花(4)



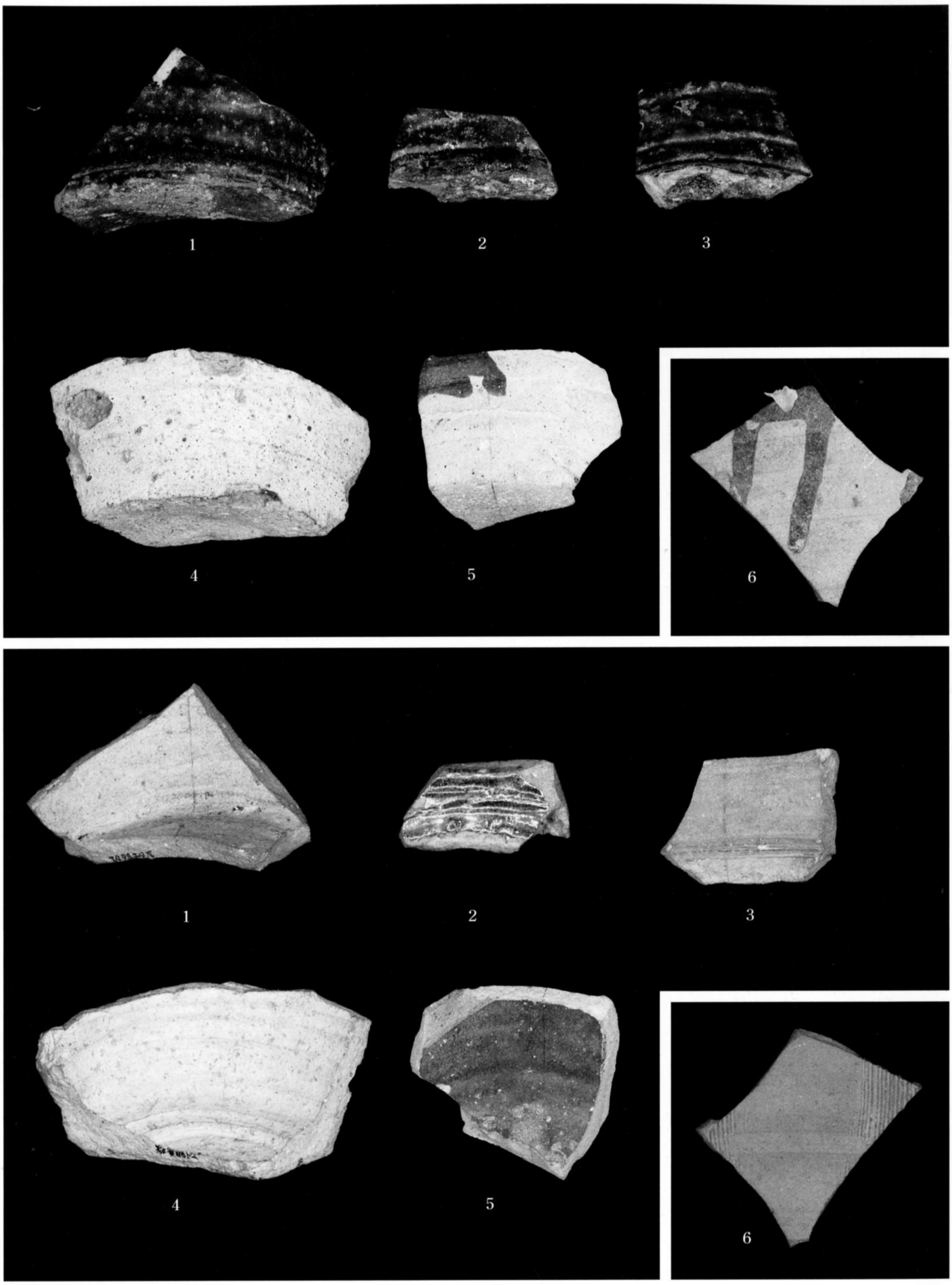


図版40　青花(5)

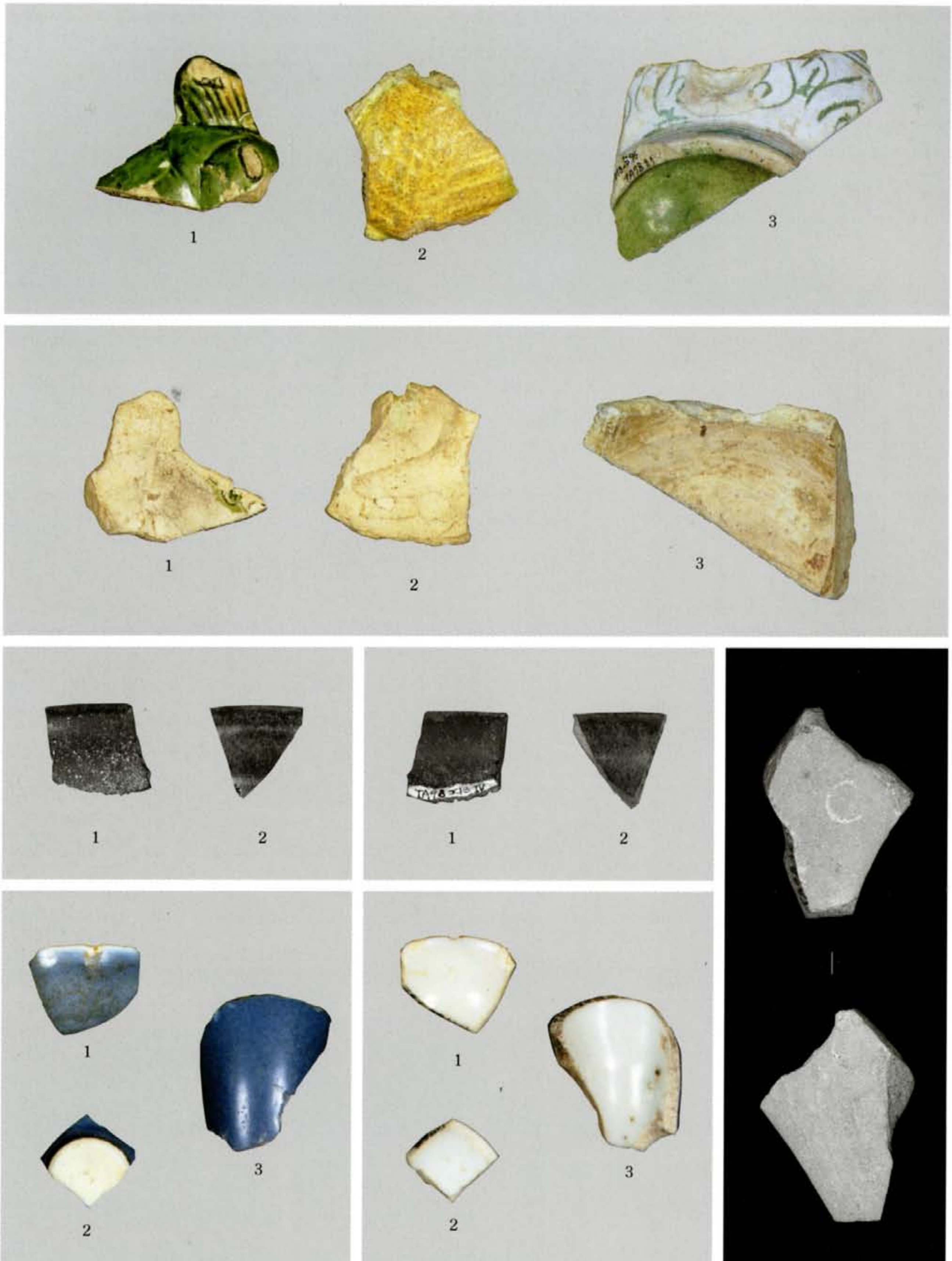




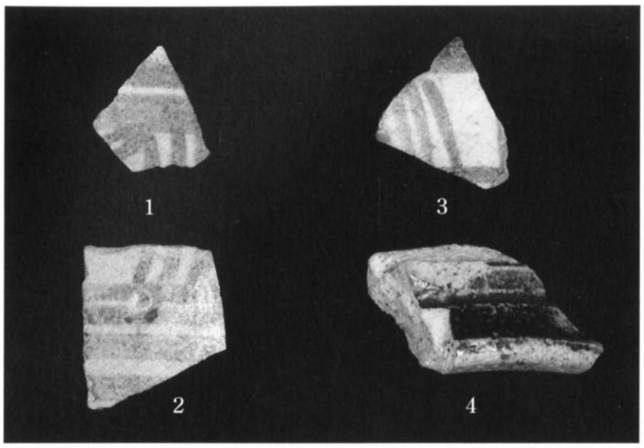
図版41　褐釉陶器(1)

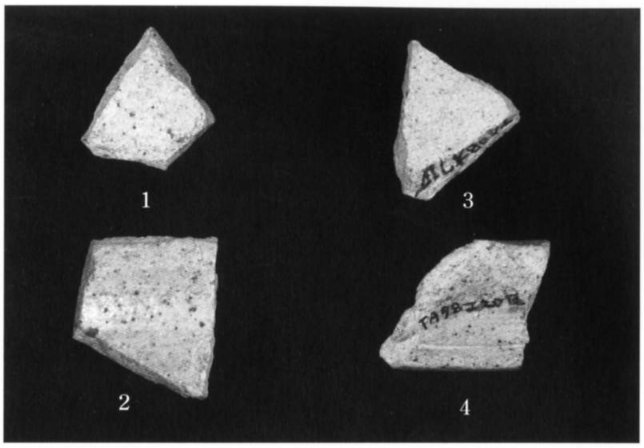


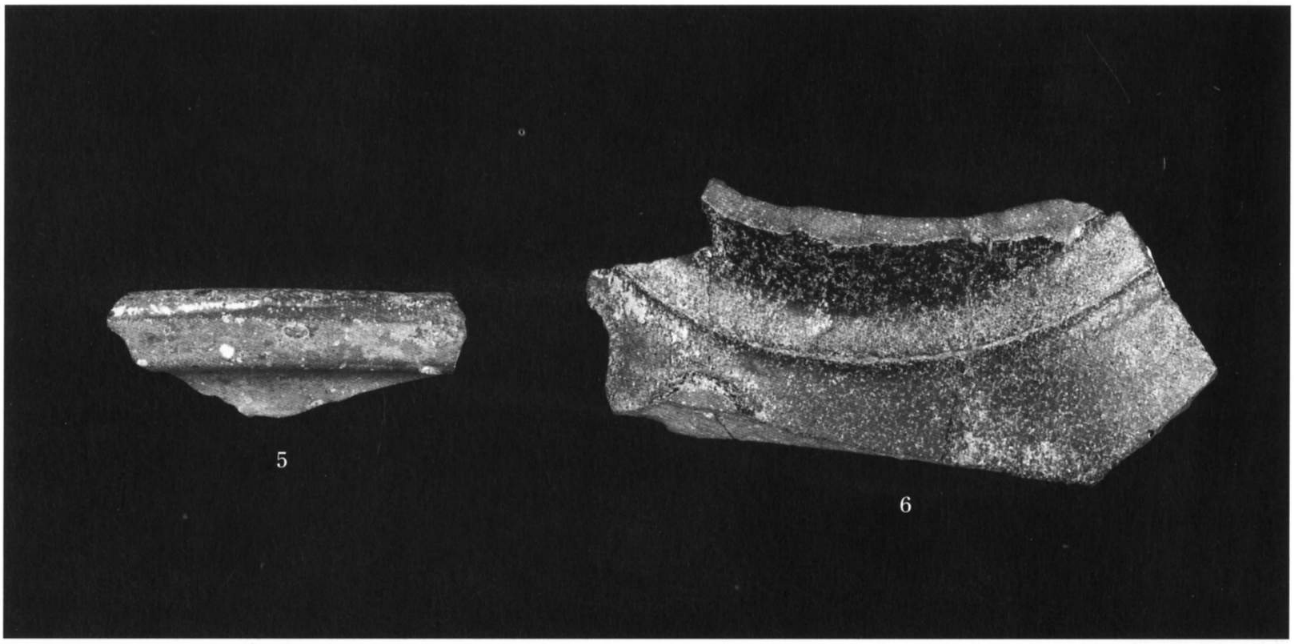
図版42　褐釉陶器(2)

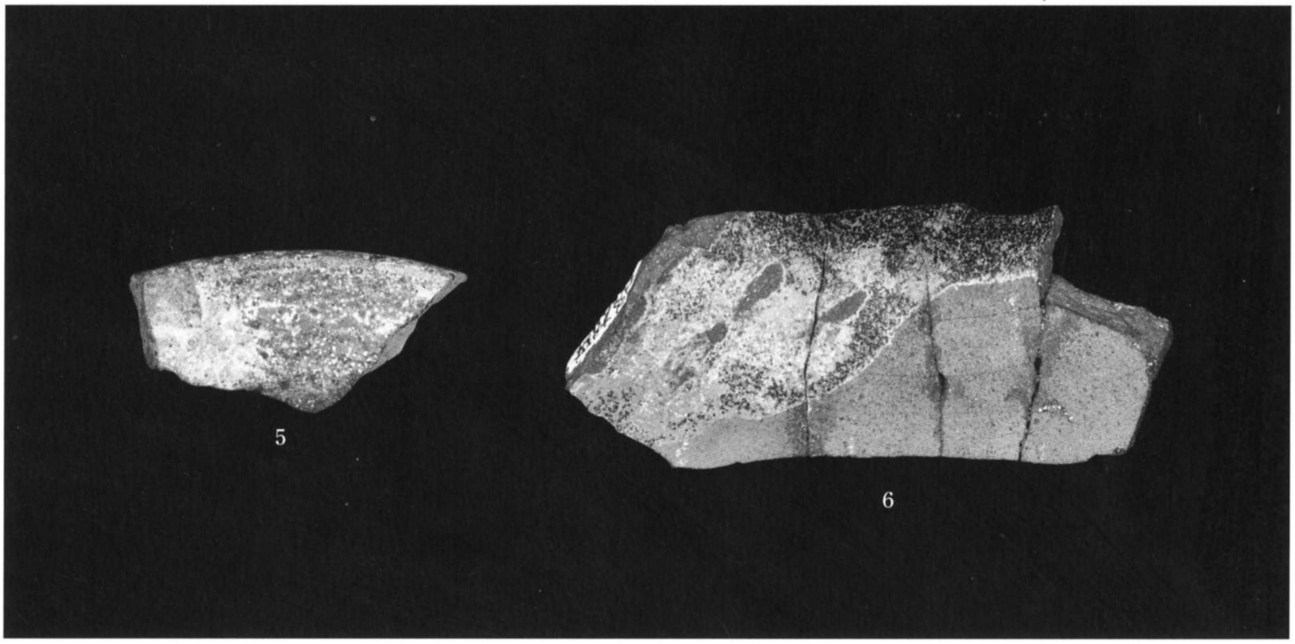


図版43　上段：三彩・翡翠釉　中段左：天目　下段左：瑠璃釉　下段右：高麗青磁

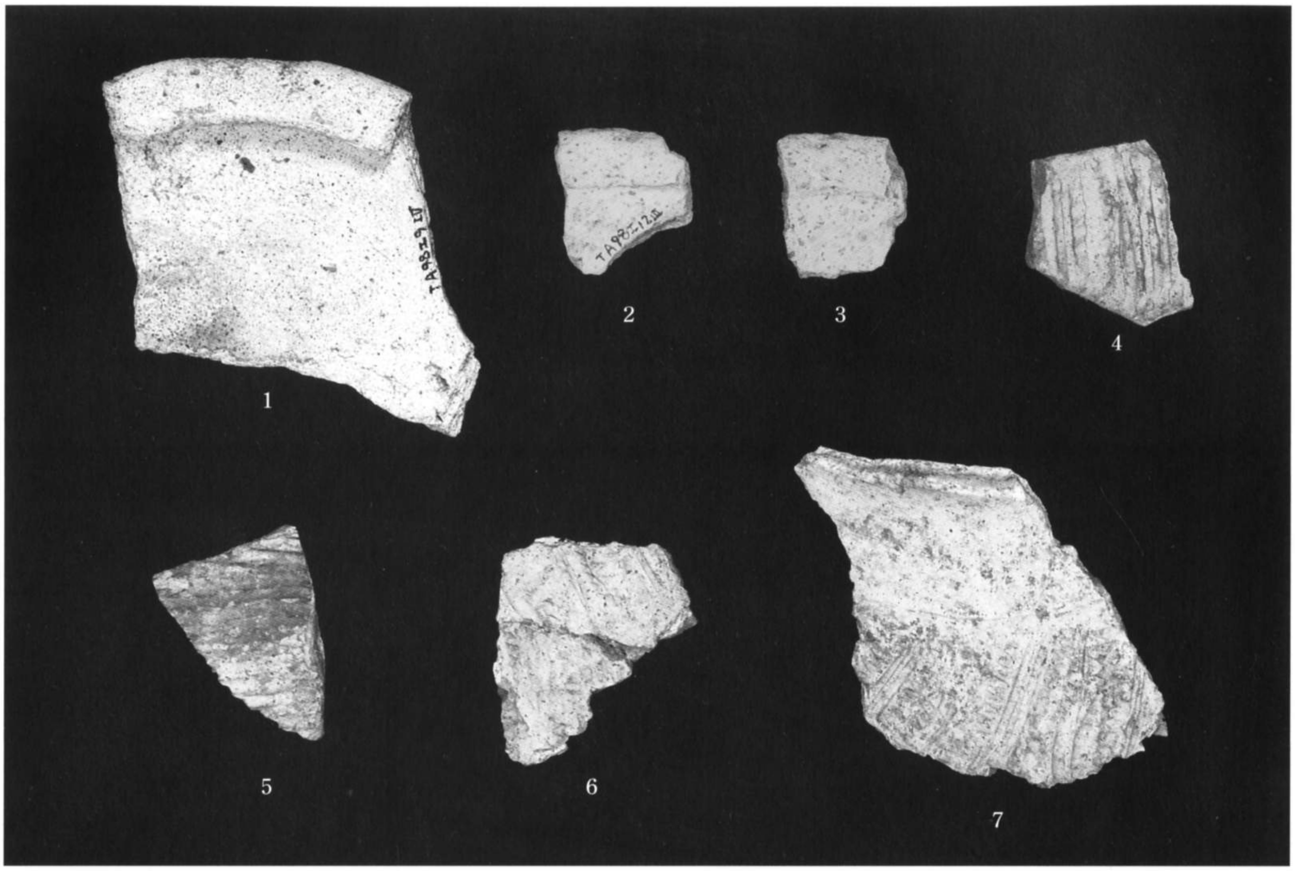


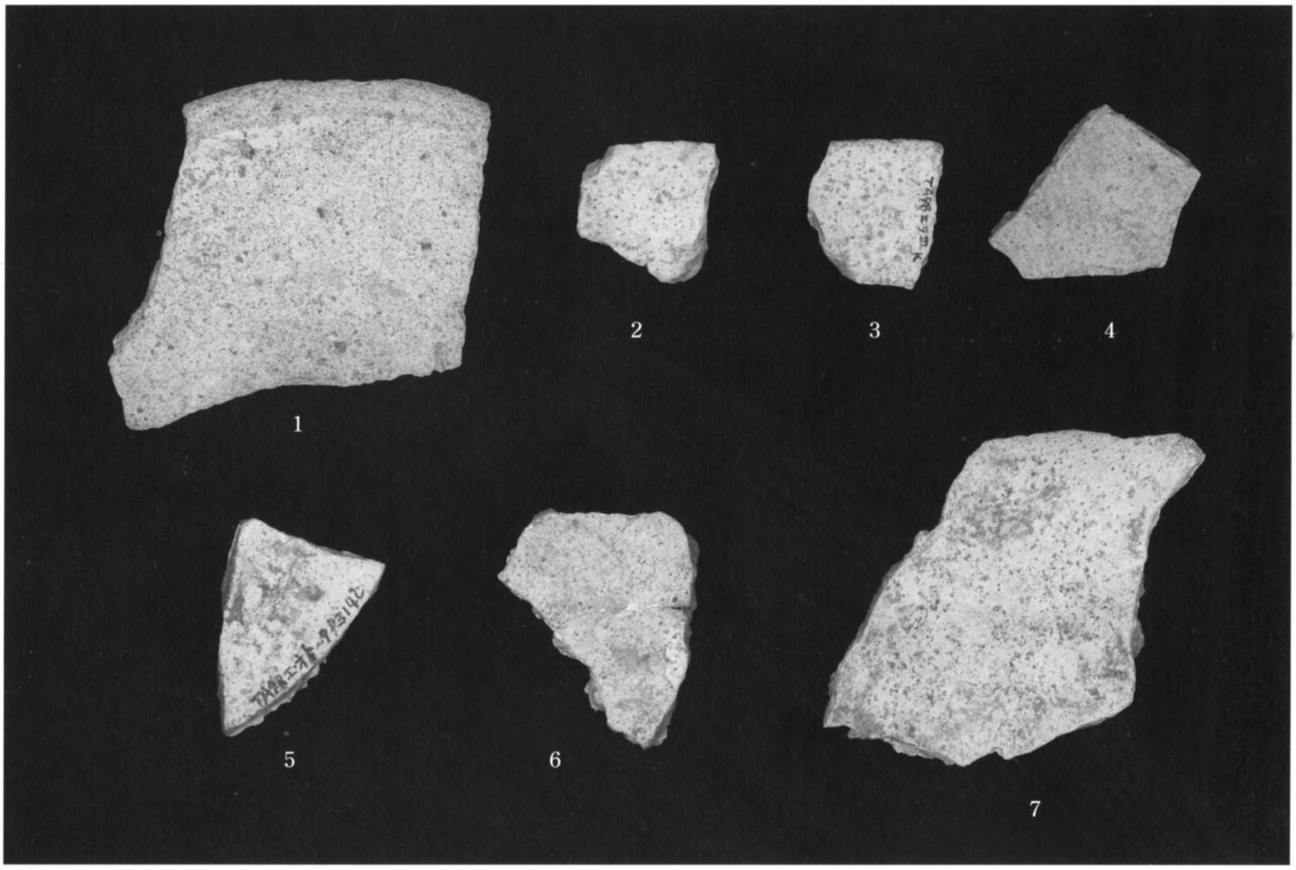




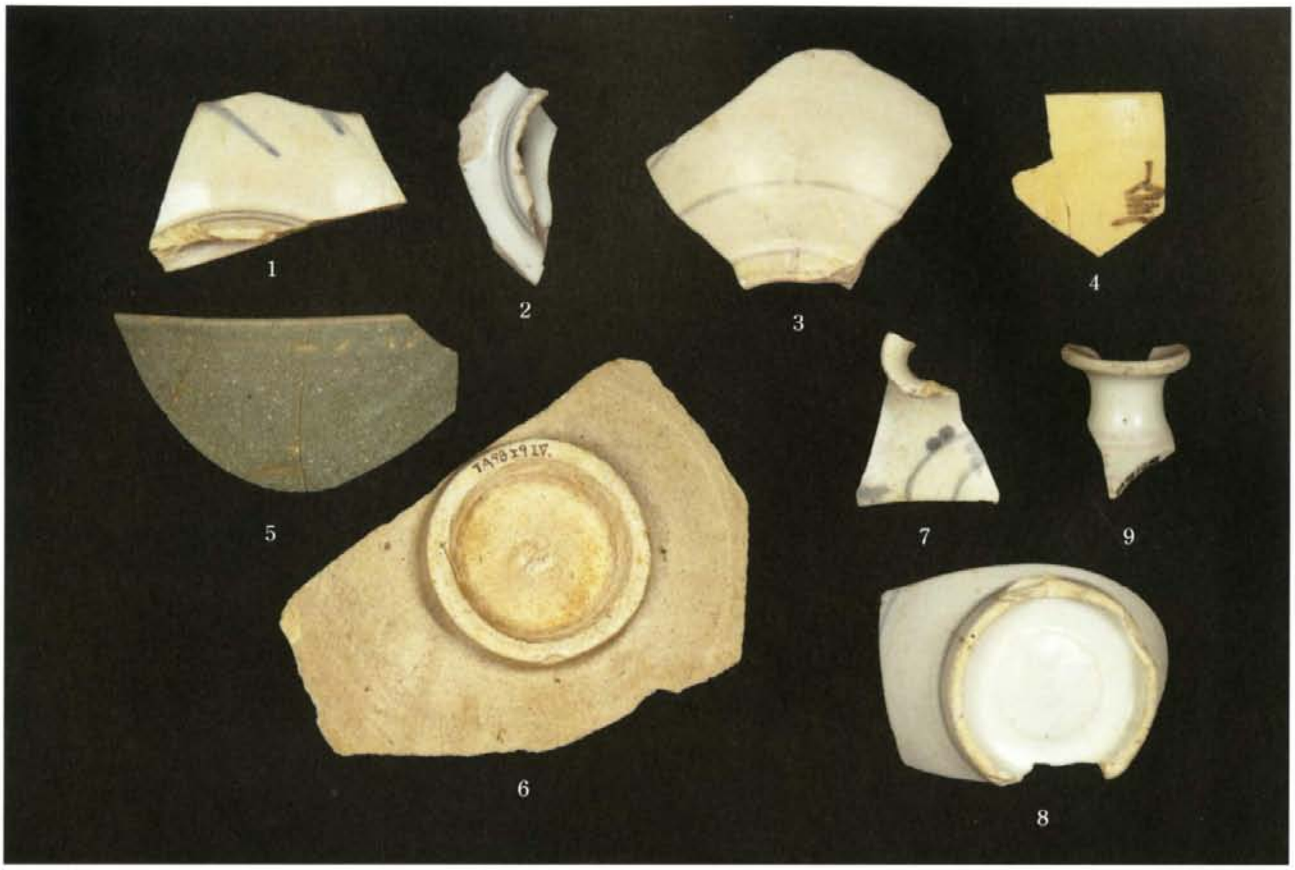


図版44　上段：タイ産鉄絵　**中下段：**タイ産陶器壷

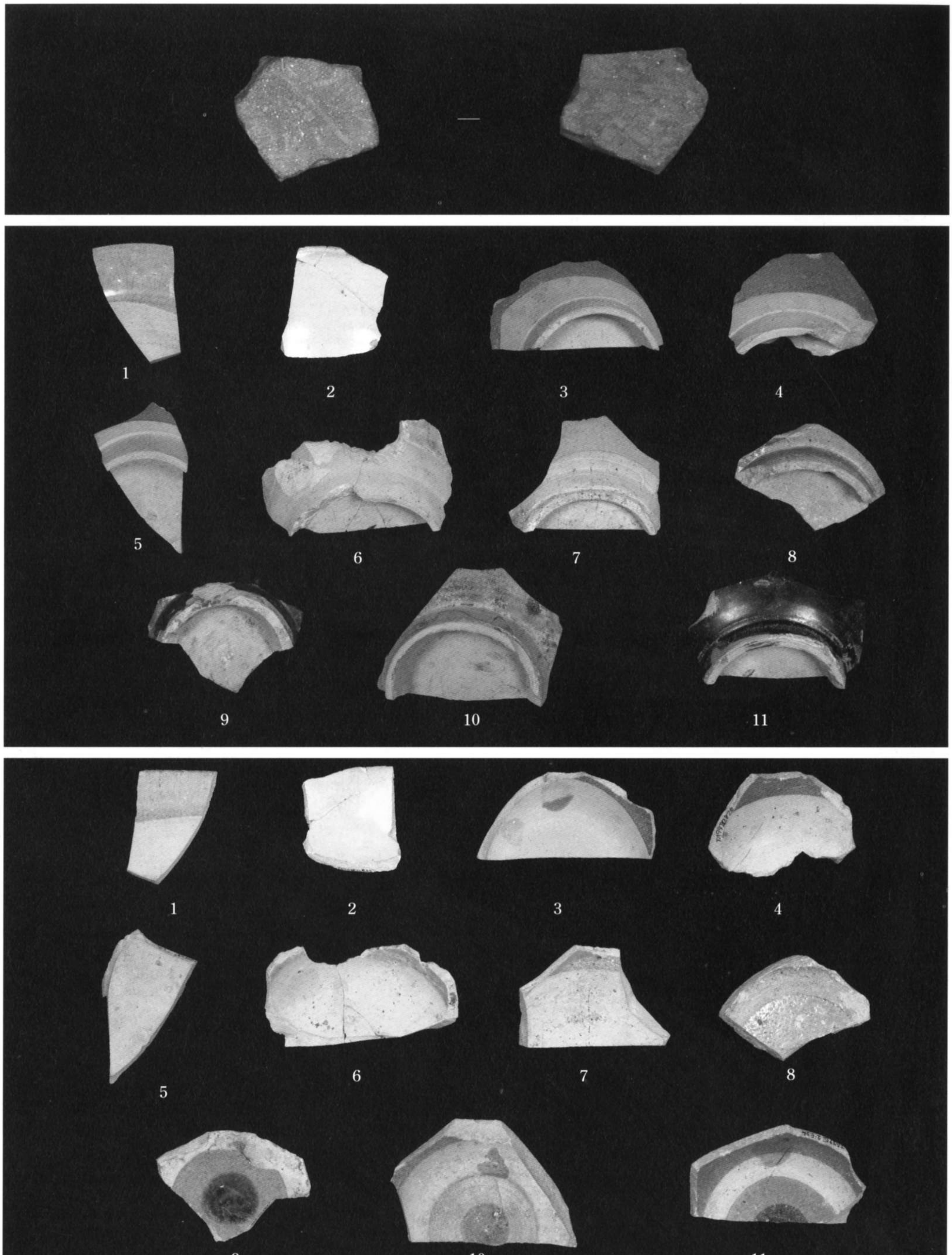




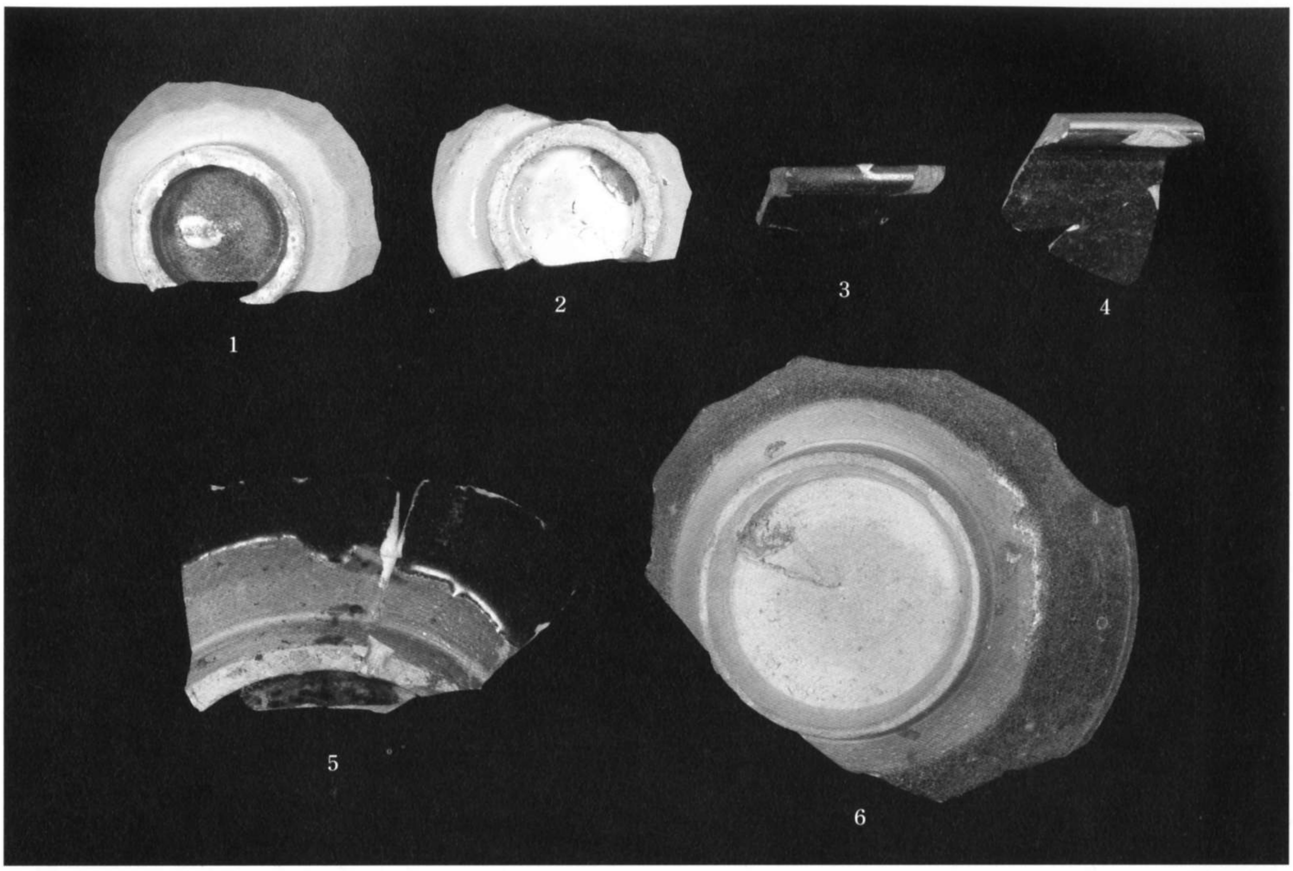
図版45　タイ産半練

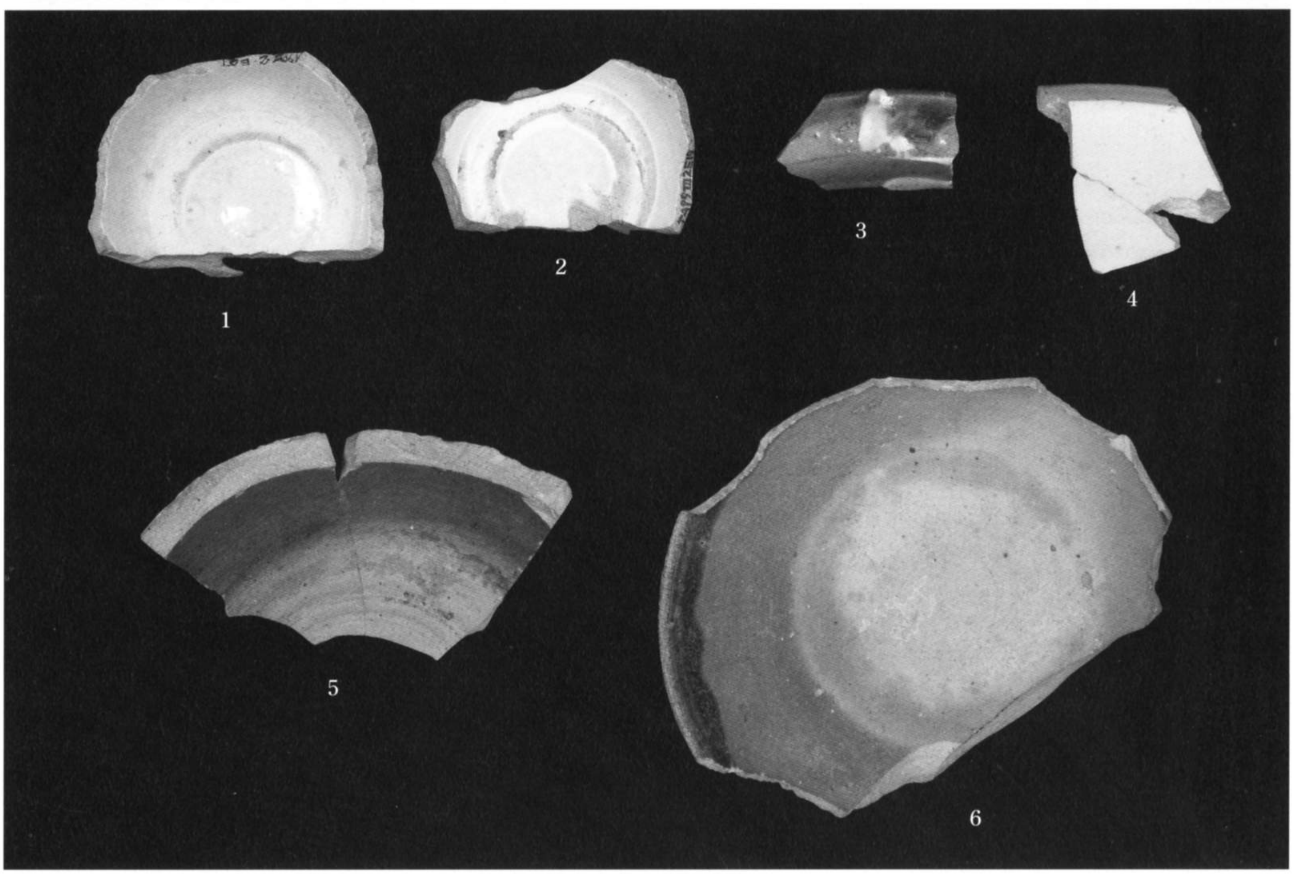


図版46　本土産陶磁器

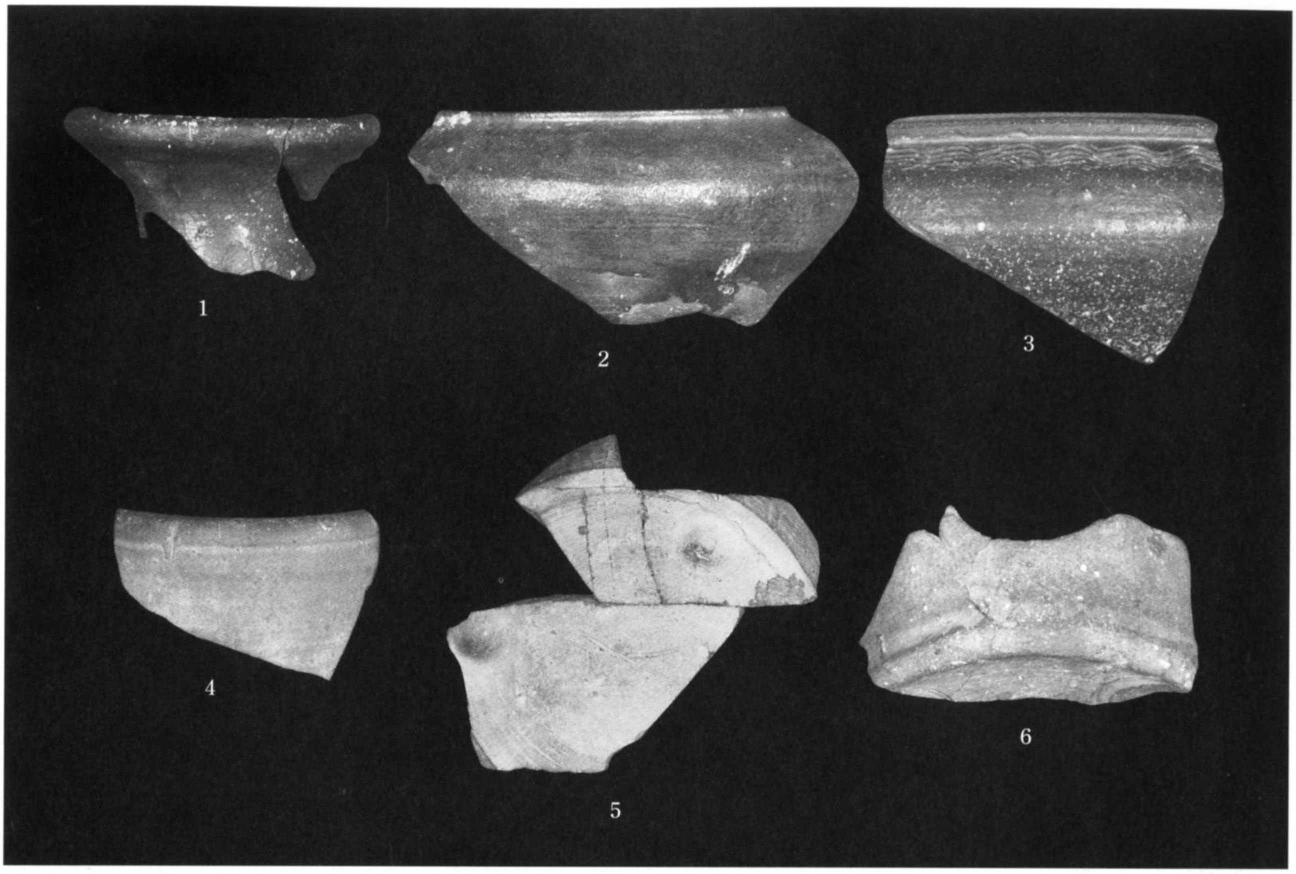


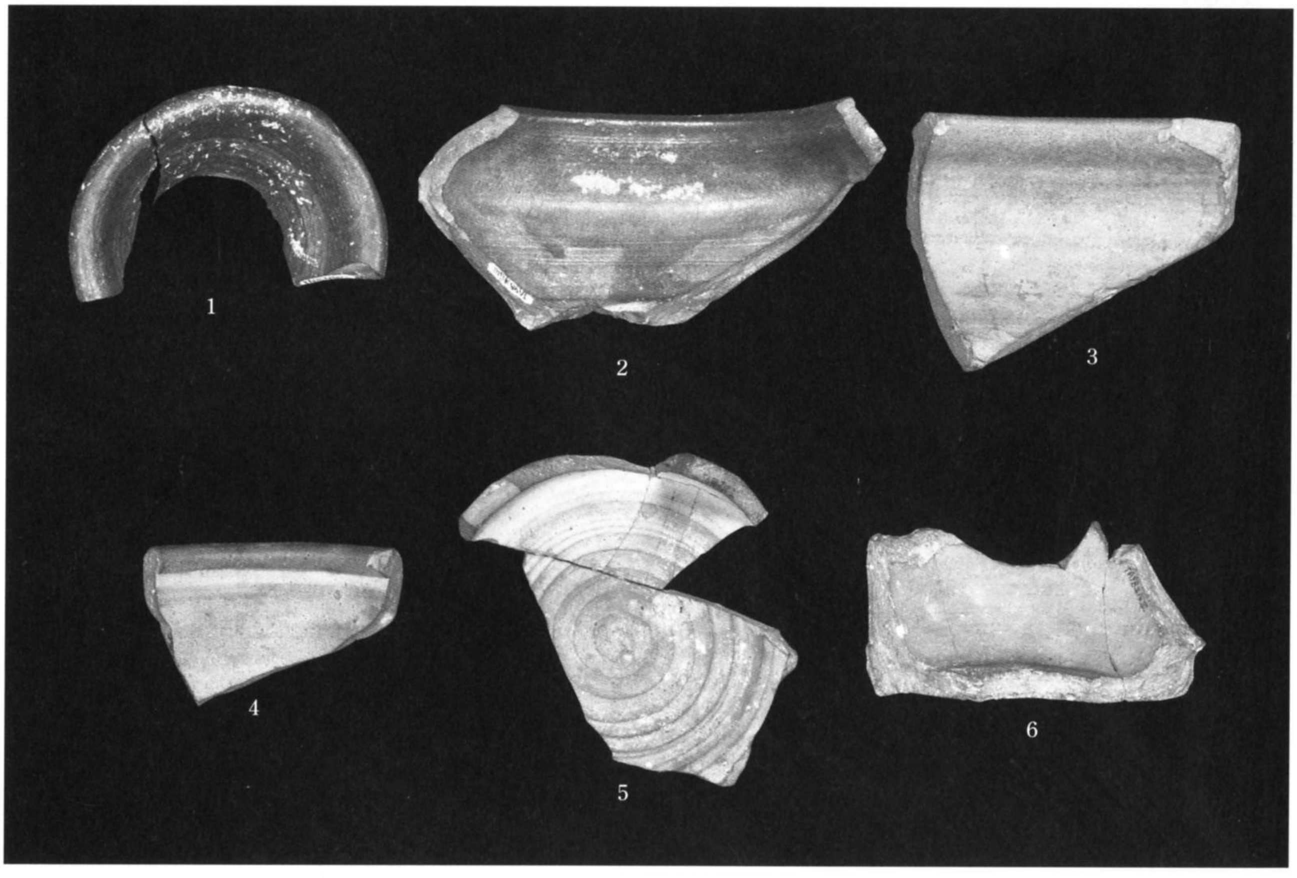
図版47　上段：類須恵器　**中下段：**沖縄産施釉陶器(1)



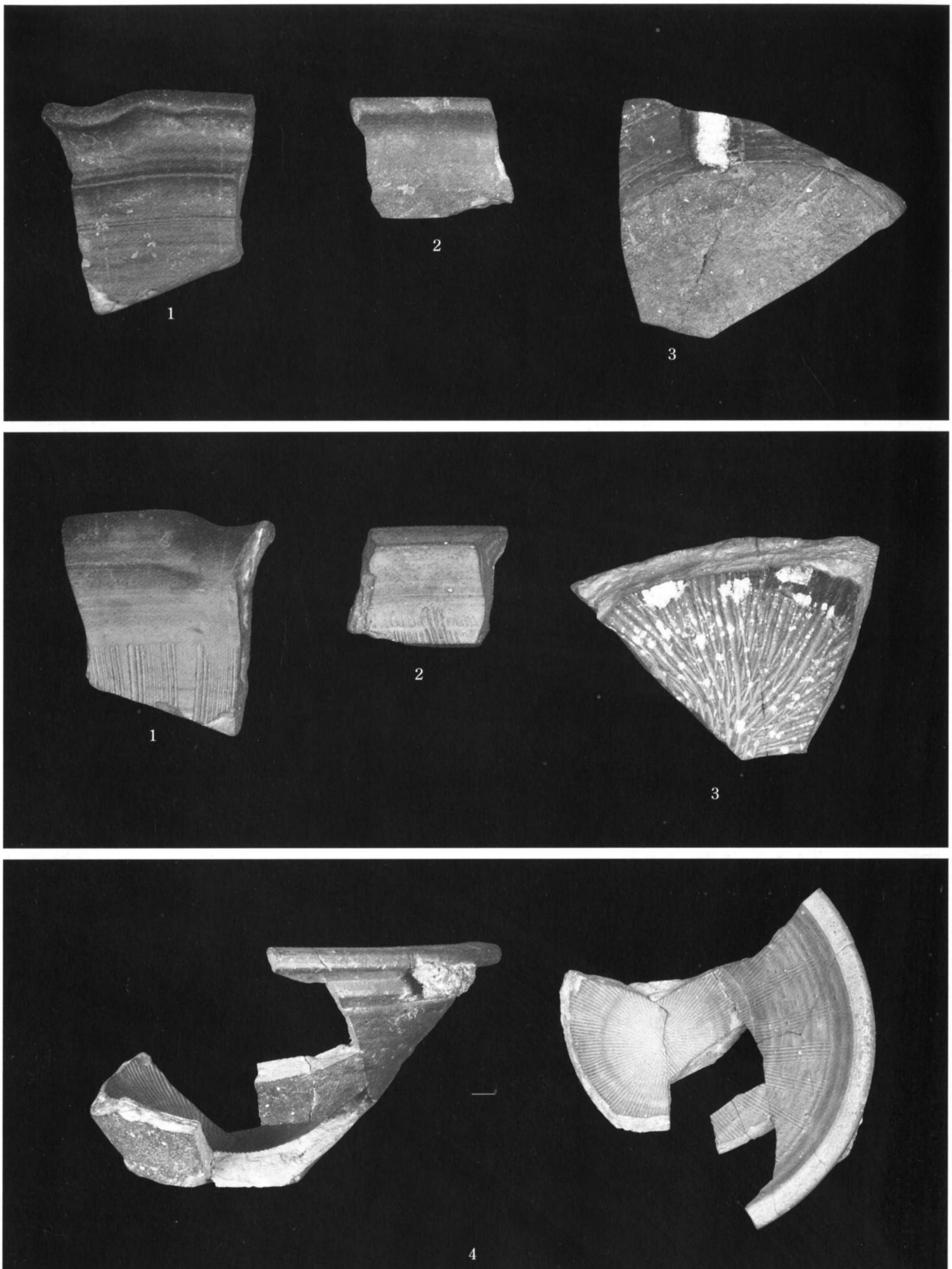


図版48　沖縄産施釉陶器(2)



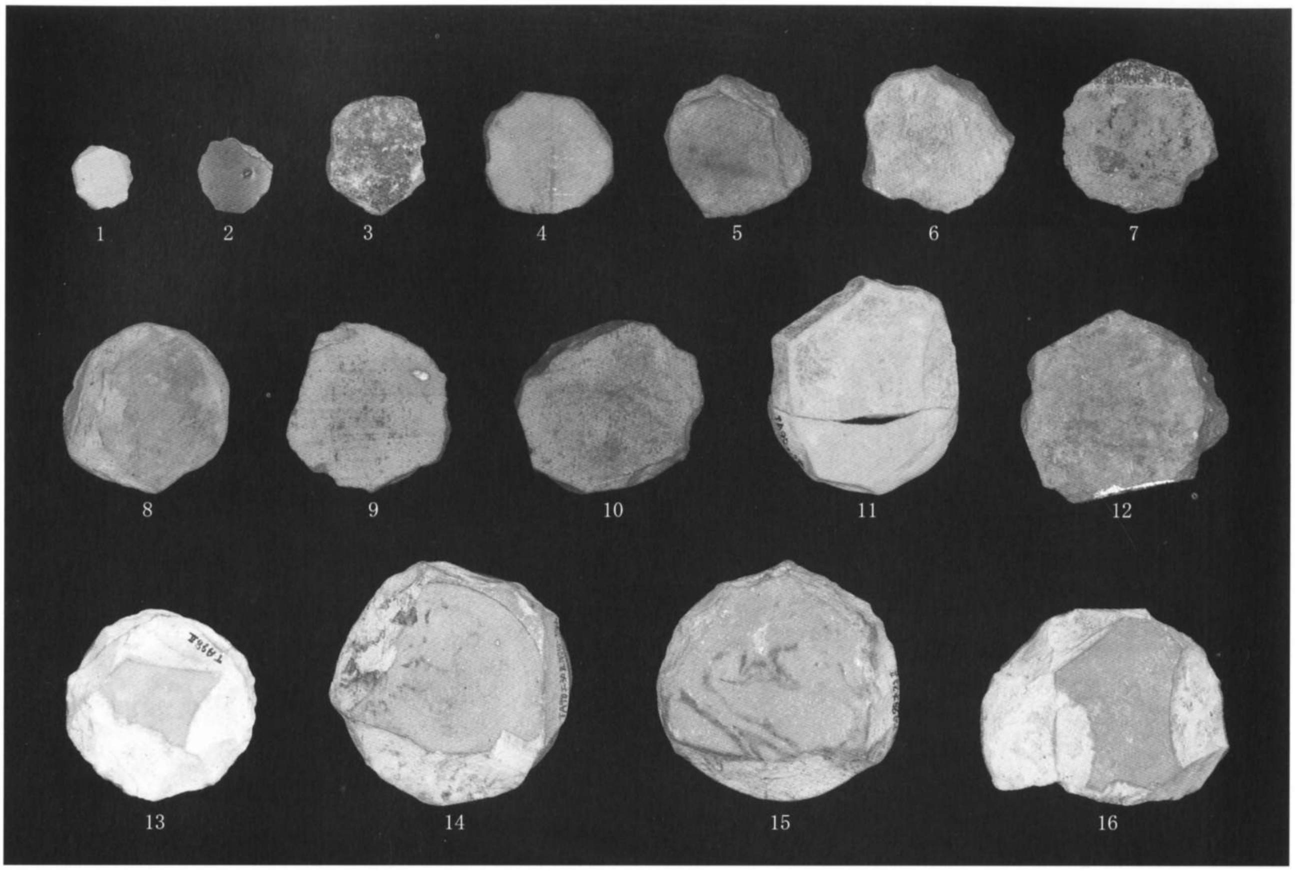


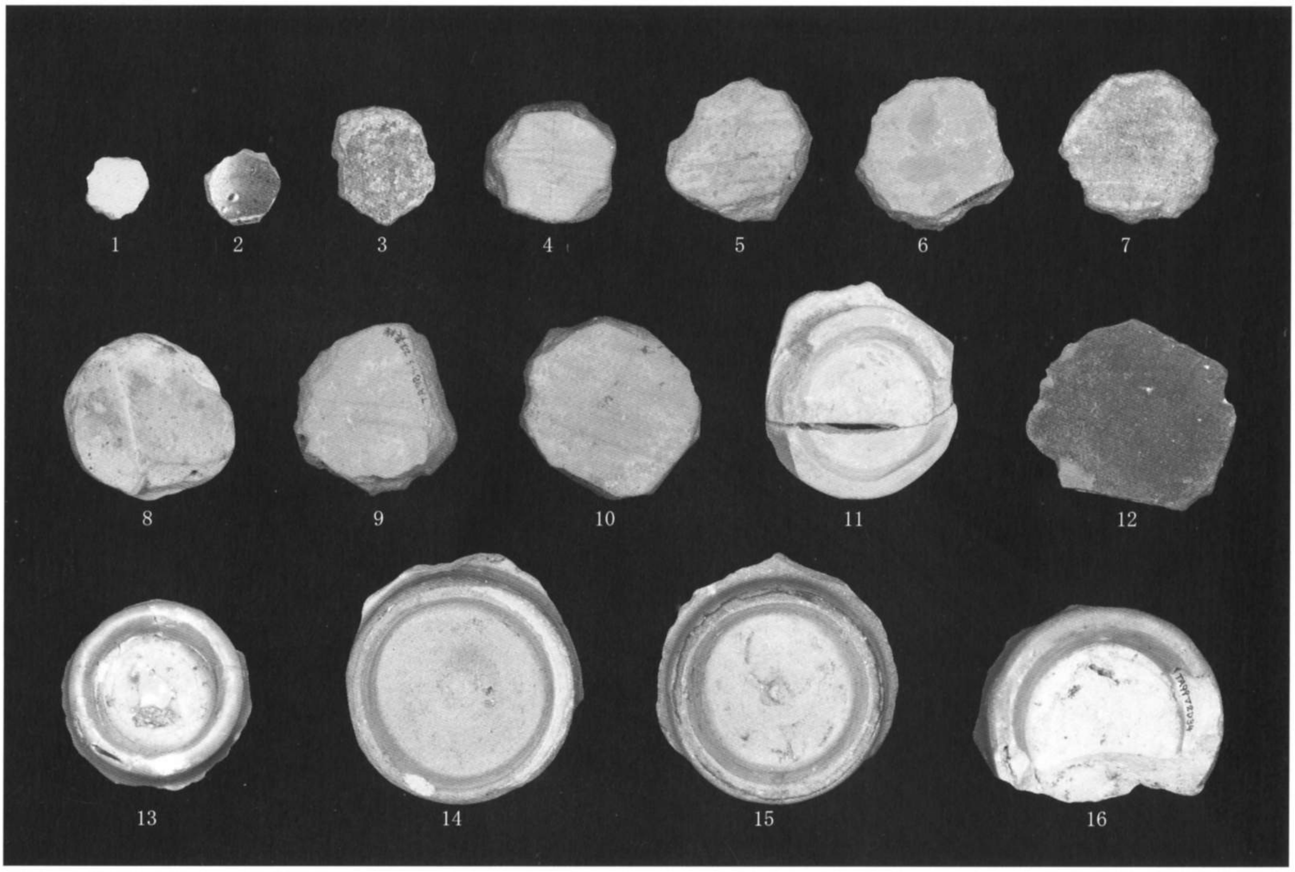
図版49　沖縄産無釉陶器(1)



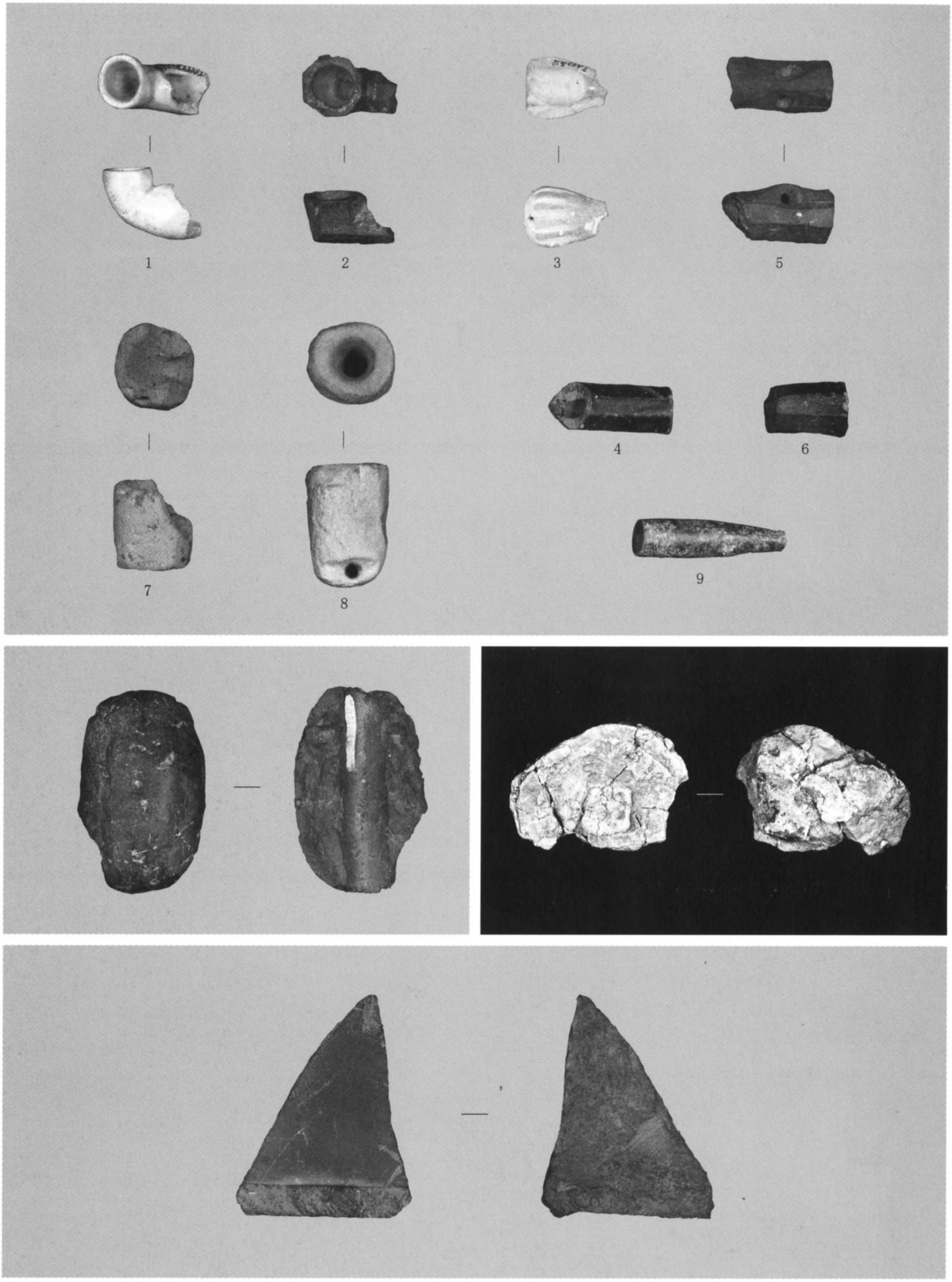
図版50　沖縄産無釉陶器(2)

図版51　沖縄産無釉陶器(3)

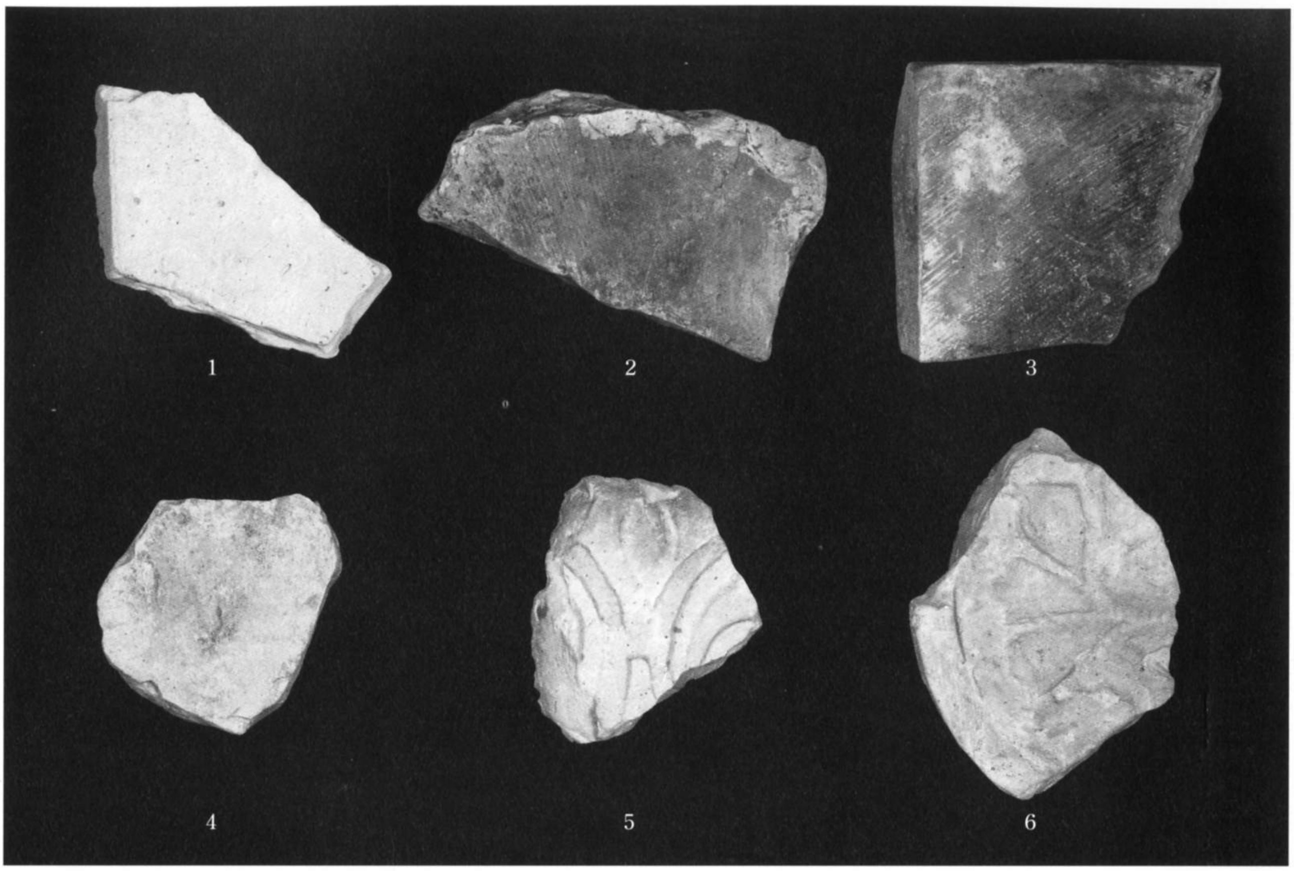


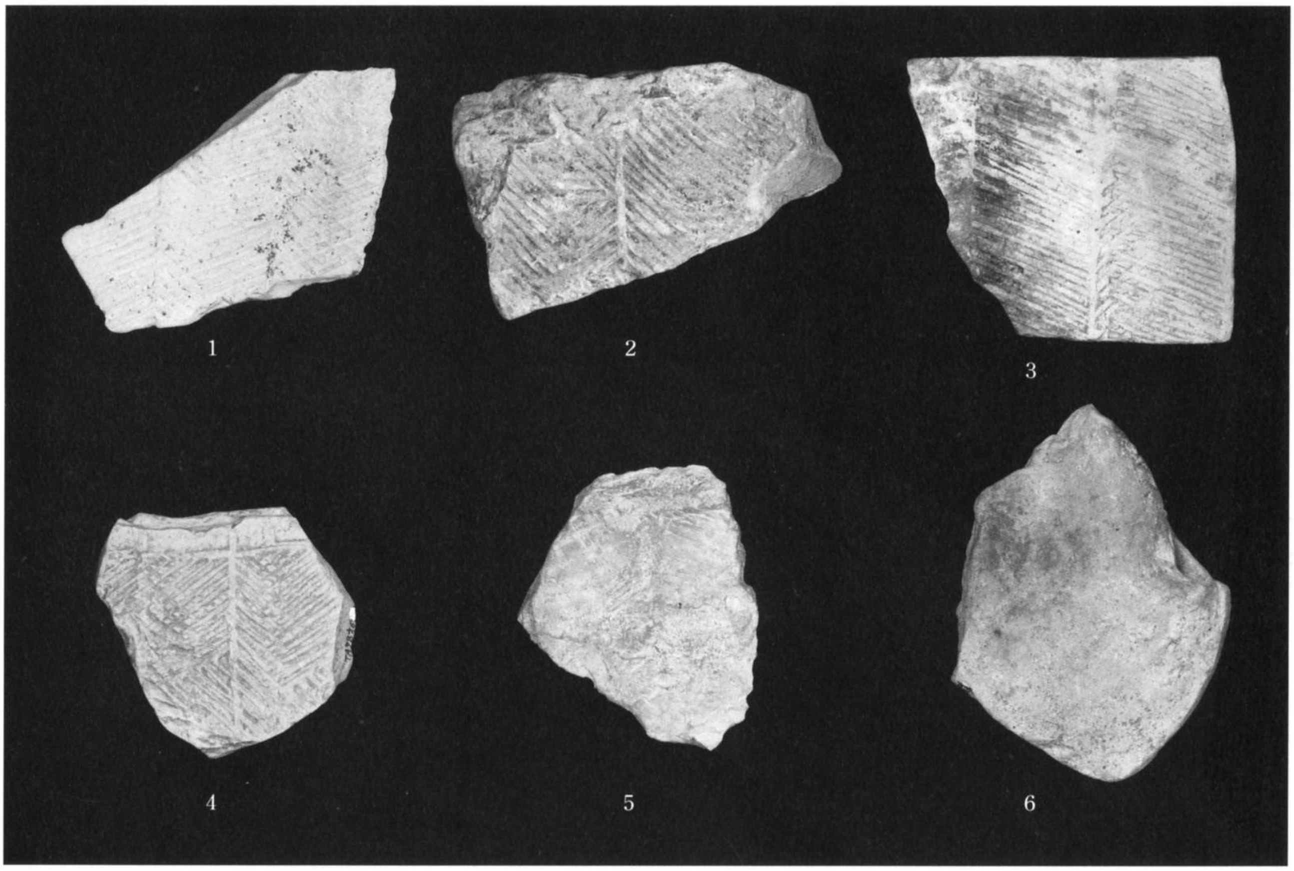


図版52　円盤状製品

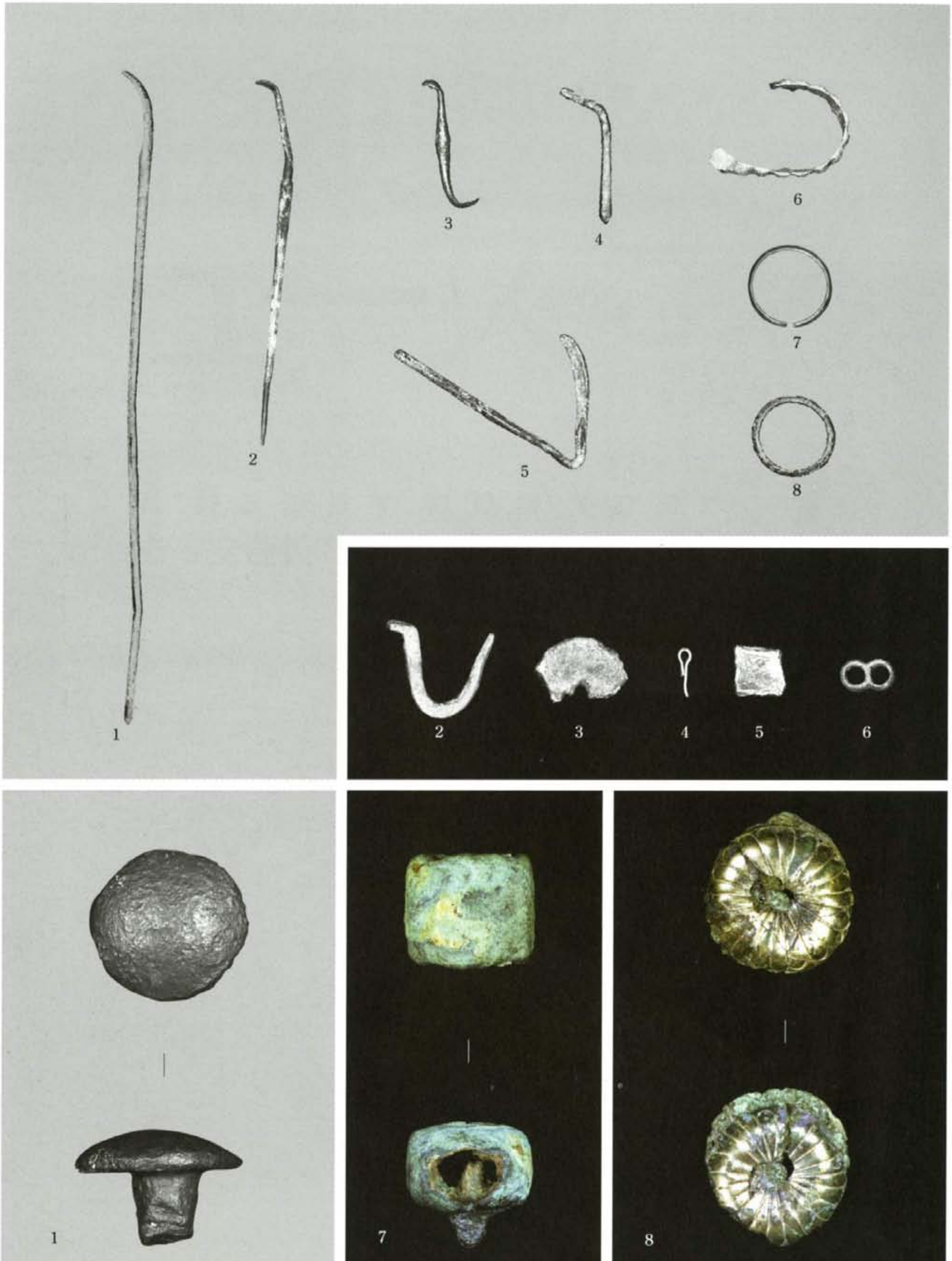


図版53　上段：煙管　**中段：**土製品（左・錘　右・洪式通寶土型）　**下段：**石製品（硯）

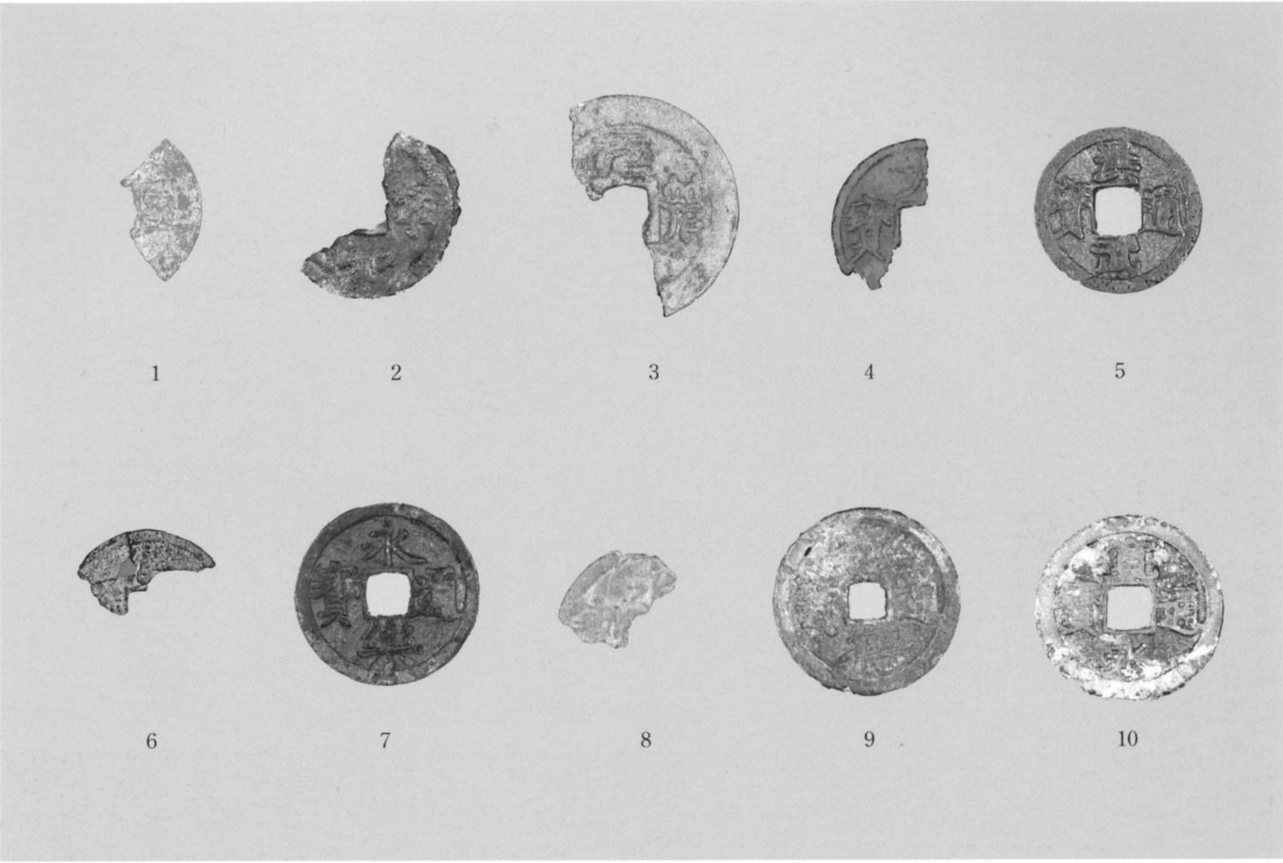


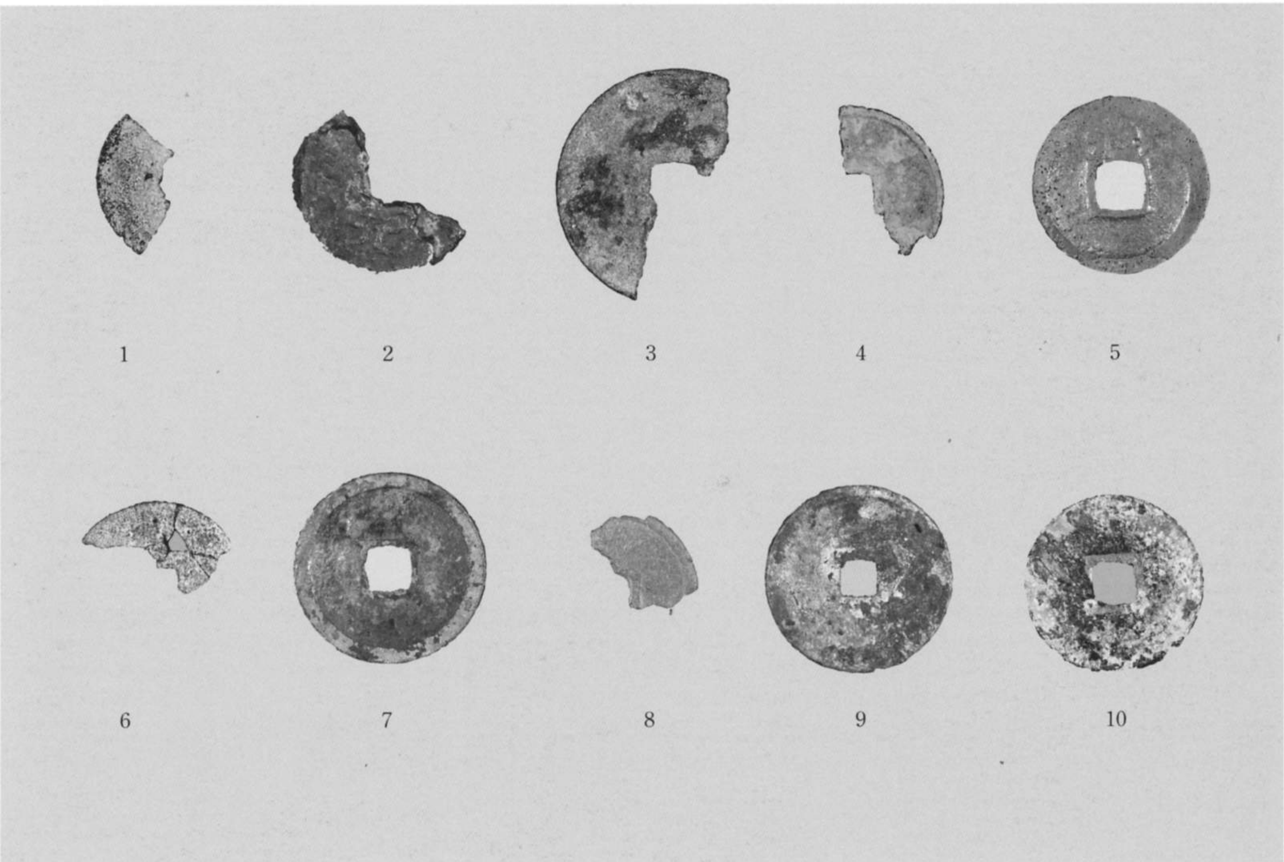


図版54　瓦

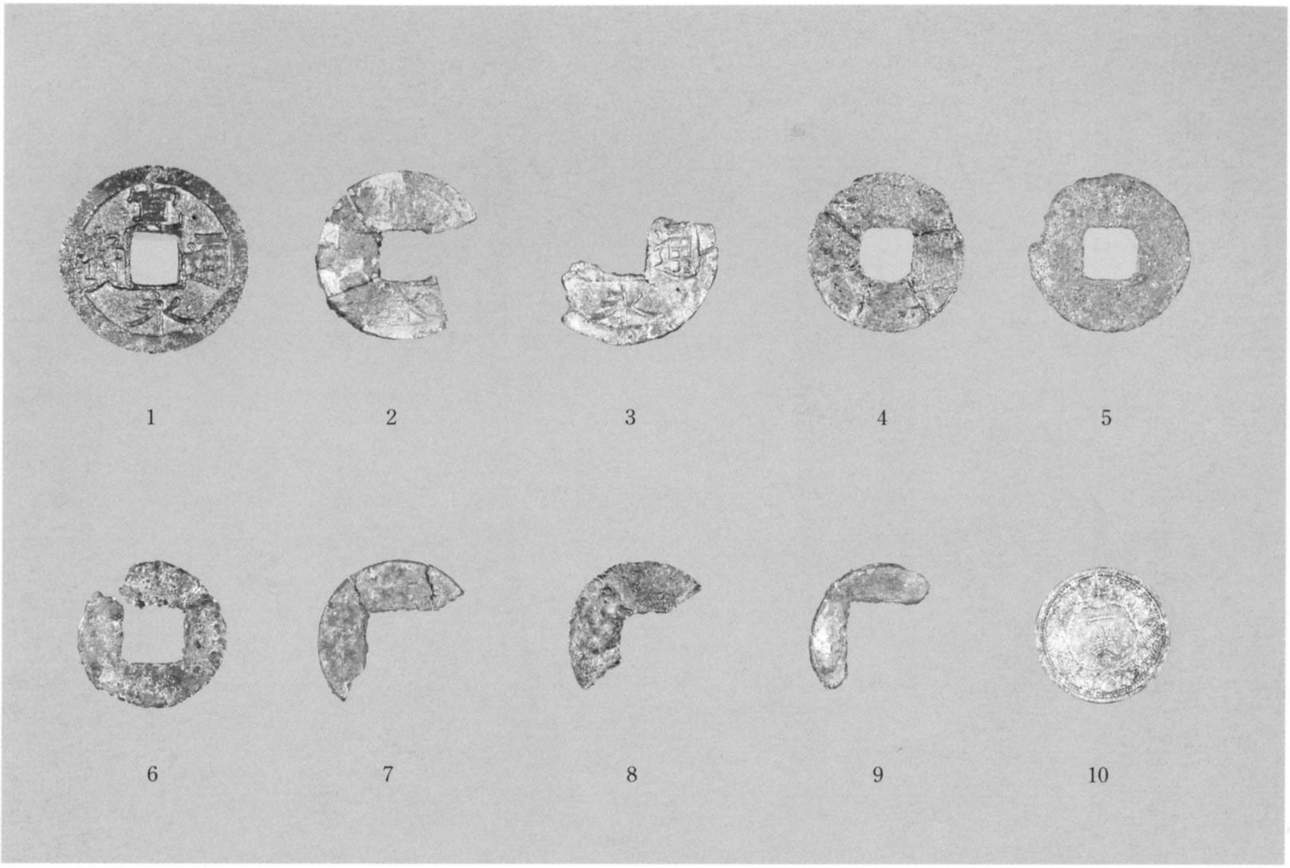


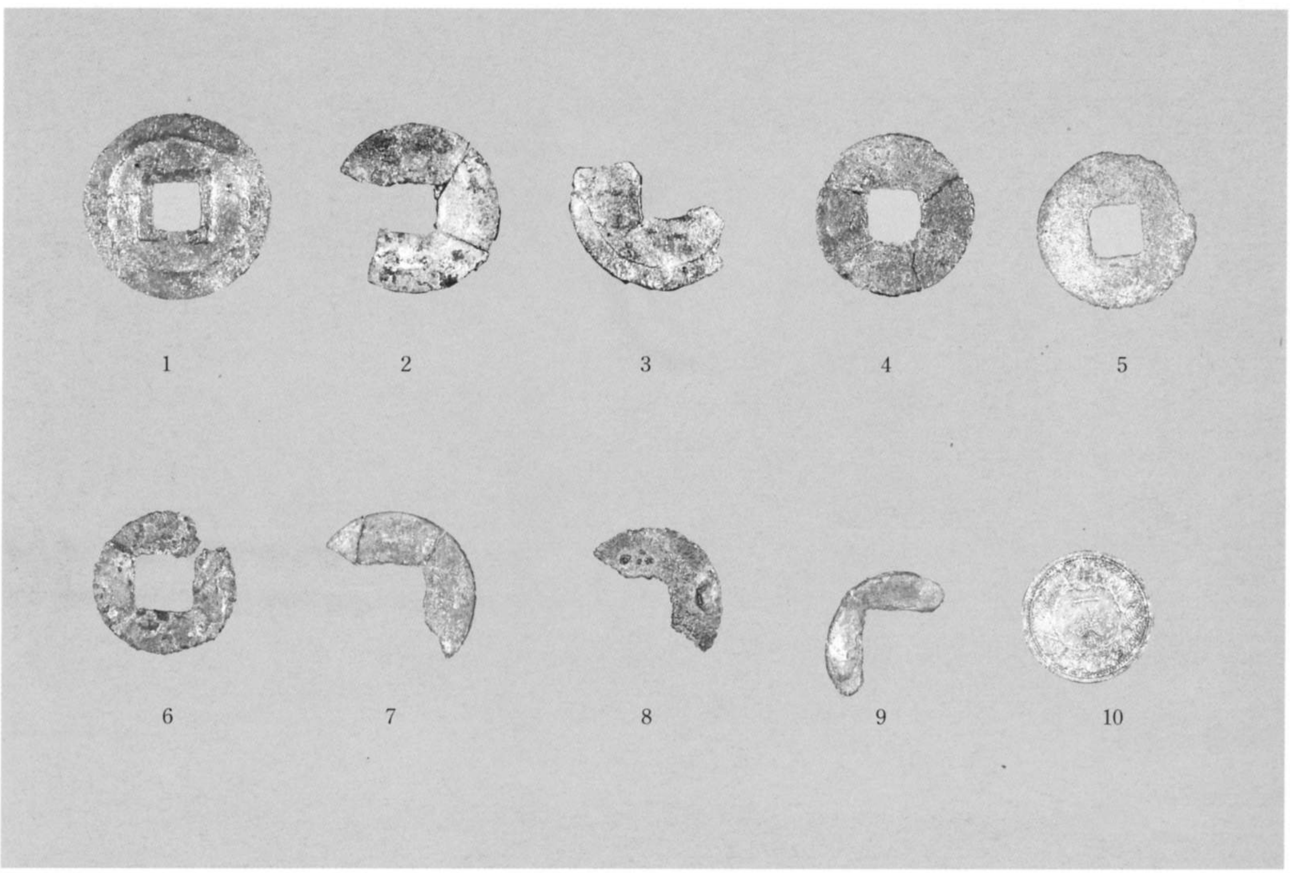
図版55　青銅製品・鍍金青銅製品





図版56　銭貨(1)





図版57　銭貨(2)

図版58　獣骨（刃物痕）

発 掘 調 査 報 告 書 抄 録

ふりがな	とうやまあがりばるいせき
書名	当山東原遺跡
副書名	市道48号線道路改良事業に伴う埋蔵文化財発掘調査
巻次	
シリーズ名	浦添市文化財調査報告書
シリーズ番号	第 33 集
編著者名	渡久地 政嗣
編集機関	浦添市教育委員会
所在地	〒901-2501 沖縄県浦添市安波茶一丁目1-1 TEL 098-876-1234（内線6217）
発行年月日	2003年3月31日

ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード 市町村	 遺跡番号	北緯 ° ′ ″	東経 ° ′ ″	調査期間	調査面積 ㎡	調査原因
とうやまあがりばるいせき 当山東原遺跡	うらそえしあざとうやまこあざあがりばる 浦添市字当山小字東原	47208	−	26° 14′ 37″	127° 44′ 00″	平成9年度(19971103) ～ 平成13年度(20020131)	1,955	市道改良工事

所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項
当山東原遺跡	屋敷跡	室町～江戸時代相当（中～近世）	柱穴、礎石柱の根固遺構、土坑、平地造成遺構、土留石積、溝	グスク土器、宮古式土器、中国青磁、白磁、青花、三彩、緑釉、翡翠釉、瑠璃釉、赤絵、天目、褐釉、タイ産半練、タイ産陶器、高麗青磁、瓦器、軟質陶器、沖縄産陶器、高麗系瓦、銅釘、装飾鍍金金具、銭貨、硯、灯明皿、円盤状製品など	本遺跡は、浦添グスクの北崖下に位置する。発掘によって500基を越える柱穴や多彩な遺物が出土した。浦添グスクと密接な関係をもつ有力者の屋敷跡と考えられる。

浦添市文化財調査報告書　第 33 集

当 山 東 原 遺 跡

市道48号線道路改良事業に伴う埋蔵文化財発掘調査

発行日　2003 年（平成 15 年）　３月

編集・発行　沖縄県浦添市教育委員会

〒 901-2501　浦添市安波茶一丁目１番１号

TEL　098-876-1234（内線 6216・6217）

FAX　098-878-1487

印刷・製本　有限会社　サン印刷