

浪岡町埋蔵文化財緊急発掘調査報告書 第10集

青 森 県 浪 岡 町

野 尻 (4) 遺 跡

大釈迦工業団地開発事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書

(第 1 分 冊)

2 0 0 4

浪岡町教育委員会

訂正のお願い

『浪岡町埋蔵文化財緊急発掘調査報告書第10集 野尻(4)遺跡 大釈迦工業団地開発事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書』の中で、下位の部分を訂正ください。

訂正分冊・訂正頁	行数・項目	誤	訂正内容
第1分冊・236頁	11行・発行年月日	西暦 2003年12月10日	西暦 2004年1月30日
第2分冊・168頁	16行・規模	深0CM	深0cm
第2分冊・201頁	1行	SI049 (第VI - 64 図)	SI101 (第VI - 64 図)
第2分冊・201頁	2行	SI049 観察表	SI101 観察表
第2分冊・214頁	1行	SI063 (第VI - 83 図)	SI109 (第VI - 83 図)
第2分冊・214頁	2行	SI063 観察表	SI109 観察表
第2分冊・214頁	5行	深0~27CM	深0~27cm
第2分冊・238頁	5行	深0CM	深0cm
第2分冊・290頁	1行	SI142 (第VI - 197 図)	SI143 (第VI - 197 図)
第2分冊・328頁	SI167 観察表 建物「平面形」と「方向」の間に「規模」を付加		NS4.6~5.06×EW4.47 ~5.37m×深0cm

浪岡町埋蔵文化財緊急発掘調査報告書 第10集

青 森 県 浪 岡 町

野 尻 (4) 遺 跡

大釈迦工業団地開発事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書

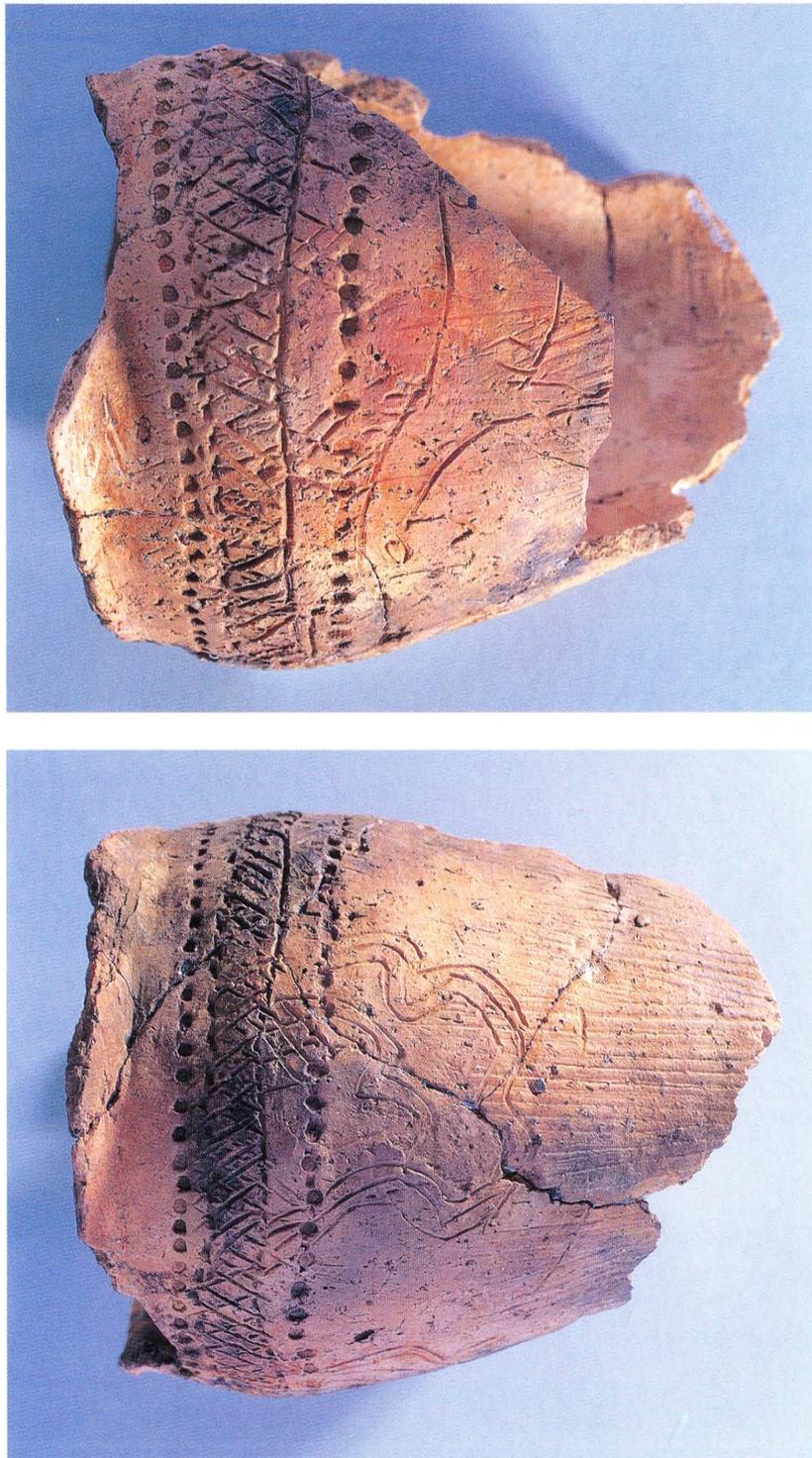
(第 1 分 冊)

2 0 0 4

浪岡町教育委員会



野尻(4)遺跡航空写真



馬の線刻画の描かれた刻線文土器

発刊にあたって

浪岡町は古代遺跡の宝庫である。開発側からすれば「やっかいもの」の遺跡も、郷土学習の面からすれば、これに勝る教科書はない。本報告書は、平成12年から14年まで足掛け3年を要した野尻(4)遺跡の調査成果であり、津軽における古代集落理解の白眉である。当初、大釈迦工業団地造成に伴い本遺跡に対する発掘調査の話が来た時、対象面積7万㎡にも驚き、さらに2年間で実施して欲しいという依頼にも頭を抱えた記憶がある。なぜなら、平成12年の段階で、国道7号バイパス建設に伴い発見された古代環壕集落・高屋敷館遺跡の国指定の作業と、すでに国史跡となっていた浪岡城新館地区における保存管理計画の策定作業が、同時並行の状態が進もうとしていたからである。

そのため、当教育委員会は直営の発掘調査を断念し、「調査会」方式による発掘調査として実施することとなった。調査会の会長には町文化財審議会会長・三浦貞栄治氏、調査顧問には弘前大学名誉教授・村越潔氏、現場の指揮監督は長く神奈川県で調査団長を務めていた高杉博章氏にお願いすることとなった。

「浪岡町大釈迦工業団地調査会」は、調査経緯で示した通り、たび重なる問題点を克服しながら無事に発掘調査業務を終了し、平成15年3月をもって組織の解散をした。以後の報告書作成業務は当教育委員会で実施することになったが、調査成果に関しては、2002年全国巡回展に出品された「馬の刻線文土器」の出土など、津軽の古代史解明に対する基礎資料を提示してきた。本報告書を刊行することで教育委員会の責任の一端を果たすことができたと思う。

しかしながら、当初予定していた報告書の内容を、財政難という理由からかなりの面で割愛せざるを得なくなった。発掘調査に携わった方々や、調査に協力いただいた方々に、文化財担当部局として心からお詫びしなければならない。

本報告書が、発掘作業にあたったみなさんの努力の結晶であることを明記し、発刊の辞とします。

平成15年12月10日

浪岡町教育委員会
教育長 成田 清一

例 言

1. 本報告書は、平成12年度から平成14年度までの3カ年にわたって浪岡町大釈迦工業団地調査会（以下、調査会と略称）が発掘調査を実施した野尻(4)遺跡の発掘調査報告書である。
2. 発掘調査および出土資料整理は、調査会が浪岡町土地開発公社より委託を受け、大釈迦工業団地の開発事業に伴う事前調査として実施し、報告書作成作業は、浪岡町教育委員会が実施した。
3. 本報告書の作成・執筆分担および自然科学的分析の依頼は下記の通りである。なお、依頼原稿については、文頭に執筆者名を記載した。

第I章	工藤 清泰
第II章・第III章第2節・第IV章第1節・第V章第1節・第VII章第1節	高杉 博章
第V章第4節・第VII章第1・2・4～12節	高橋 均
第V章第3節・第VI章第1・4節	長内 孝幸
第V章第2節・第VI章第1～3・5～13節・第VII章第3節	工藤 司
遺跡周辺の地形及び地質（第III章第1節）・石器・石製品の石材鑑定	青森県立浪岡高等学校教諭 山口 義伸
テフラ分析（第IV章第2節）	弘前大学理工学部講師 根本 直樹
植物珪酸体分析（第IV章第3節）	(株)古環境研究所
遺構・遺物に残存する脂肪の分析（第IV章第4節）	(株)ズコーシャ・総合科学研究所
刻文土器・土師器の胎土分析（第IV章第5節）	(株)パレオ・ラボ東海支店
須恵器・土師器・刻文土器の分析（第IV章第6節）	筑波大学大学院 松本 建速
木製品の分析（第IV章第7節）	(株)吉田生物研究所

4. 本報告書の巻頭写真の遺跡航空写真は国際航業株式会社がモザイク写真を作成し、馬の線刻画の描かれた土器は為岡 進（北海道開拓記念館）の撮影によるものである。また、遺構写真は各調査担当者が分担して撮影に当たり、遺物写真は高橋 均・村上章久が撮影した。
5. 本報告書の挿図・写真図版は高杉博章・高橋 均の割り付けをもとに、長内孝幸・工藤 司・東根寛茂・加藤裕也・神 早苗・兼平淳子が作成に当たった。
6. 各遺構の呼称は、次のような略称を用いた。
建物跡（SI）・掘立柱建物跡（SB）・竪穴状遺構（SX）・土坑（SK）・井戸跡（SE）・耕作跡（SA）・焼土跡（SF）・ピット（P）・溝跡（SD・SDX）・円形周溝遺構（SDH）・埋設土器（BP）・炉跡状遺構（SFX）・Tピット（TP）
7. 遺構の調査にあたっては、国家座標に拠って10m×10mを基本単位とするグリッドを設定して発掘調査を実施した。したがって、挿図の方位はすべて真北を指している。
8. 挿図の縮尺は、各図に示す通りである。
9. 発掘調査・出土資料整理・報告書作成にあたっては、多くの方々から御教示・御指導・御協力を受けた。紙数の都合上御芳名の記載は省略させて頂いたが、関係各位には深く感謝の意を表する次第である。

10. 調査会および発掘調査組織の構成は下記の通りである。

顧問	村越 潔	弘前大学名誉教授	
会長	三浦 貞栄治	浪岡町文化財審議会会長	
副会長	小笠原 勲	浪岡町文化財審議会委員	
理事	宇野 栄二	元浪岡町文化財審議会委員	
同	天内 善磨呂	浪岡町建設課長	
監事	雪田 廣志	雪田廣志税理士事務所	
同	村上 孝男	浪岡町会計課長	(～平成14年3月)
	須藤 章輝	同	(平成14年4月～)
事務局長	木村 鐵雄	浪岡町教育委員会生涯学習課長	(～平成13年3月)
同	常田 典昭	同	(平成13年4月～)
事務局次長	鎌田 廣	浪岡町教育委員会生涯学習課長補佐	(平成14年4月～)
参与	工藤 清泰	浪岡町教育委員会生涯学習課文化班長	
同	木村 浩一	浪岡町教育委員会生涯学習課主任主査	
事務局員	長谷川雅昭	浪岡町教育委員会生涯学習課社会教育班長	(～平成13年3月)
	小倉 一謙	同	(平成13年4月～平成14年3月)
	小田桐勝昭	浪岡町教育委員会生涯学習課	
	長内 尚子	同	
	長内 邦彦	同	
	今 寿央	同	
	山上 研一	同	

平成12年度発掘調査(2000年4月～11月)・整理作業(2000年11月～2001年3月)

主任調査員	高杉 博章	整理作業員	對馬 英子 (11月～)
調査員	高橋 均 (10月～)	同	高谷美香子 (同)
同	高橋 昌也	同	東根 寛茂 (同)
同	村上 章久	同	小山 文子 (同)
調査補助員	成田 昭美	同	加藤 裕也 (同)
同	葛西真里子		
同	長内 孝幸		
同	赤平 香織		
同	永洞佐哉子		
同	工藤 司		
事務局員	天内喜代里		
同	木村 亜希		
同	高橋 史絵 (5月～12月)		
作業員	約70名		

平成13年度発掘調査（2001年4月～11月）・整理作業（2001年11月～2002年3月）

主任調査員	高杉 博章	調査補助員	對馬 英子
調査員	高橋 均	同	高谷美香子
同	村上 章久	同	東根 寛茂
主任補助員	成田 昭美	同	小山 文子
同	葛西真里子	同	加藤 裕也
同	竹内絵美子	事務員	天内喜代里
同	長内 孝幸	同	木村 亜希
同	赤平 香織	同	佐藤 美峰
同	永洞佐哉子	作業員	約50名
同	工藤 司		

平成14年度発掘調査（2002年4月～11月）・整理作業（2002年11月～2003年3月）

主任調査員	高杉 博章	整理作業員	一戸しのぶ
調査員	高橋 均	同	兼平 淳子
同	村上 章久	同	高橋 陽子
副調査員	長内 孝幸	同	奈良岡桂子
同	工藤 司	同	成田みどり
主任補助員	成田 昭美	同	長谷川法子
同	葛西真里子	同	神 早苗（11月～）
同	竹内絵美子	事務員	天内喜代里
同	赤平 香織	同	葛西 亜希（旧姓 木村）
同	永洞佐哉子	作業事務員	平野 睦美（～7月）
調査補助員	對馬 英子	同	八戸 史絵（旧姓 高橋、7月～）
同	高谷美香子	作業員	約50名
同	東根 寛茂		
同	小山 文子		
同	加藤 裕也		

平成15年度報告書作成作業（2003年4月～9月）

主任執筆員	高杉 博章	整理補助員	東根 寛茂
執筆員	高橋 均	同	加藤 裕也
同	村上 章久（～4月）	同	神 早苗
副執筆員	長内 孝幸	同	兼平 淳子（5月～）
同	工藤 司		

野 尻 (4) 遺 跡

目 次

第 1 分冊

巻頭図版

発刊にあたって

例言

目次

第 I 章 調査経緯	1
第 II 章 調査概要	
第 1 節 遺跡概観	3
第 2 節 調査方法と経過	3
第 3 節 発掘調査の成果	7
第 III 章 遺跡の環境	
第 1 節 野尻(4)遺跡周辺の地形及び地質	13
第 2 節 遺跡の層序	17
第 IV 章 自然科学的分析	
第 1 節 分析の目的	21
第 2 節 野尻(4)遺跡より産出したテフラについて	23
第 3 節 浪岡町野尻(4)遺跡における植物珪酸体分析	70
第 4 節 野尻(4)遺跡から出土した遺構・遺物に残存する脂肪の分析	77
第 5 節 青森県浪岡町野尻(4)遺跡出土土師器の胎土分析	89
第 6 節 浪岡町野尻(4)遺跡出土土器の成分分析	94
第 7 節 木製品の分析	
(1) 浪岡町野尻(4)遺跡出土木製品の樹種調査結果	106
(2) 浪岡町野尻(4)遺跡出土漆器の塗膜構造調査	117
第 V 章 まとめ	
第 1 節 建物跡の変遷	121
第 2 節 埋葬施設と考えられる遺構について	124
第 3 節 円形周溝について	129
第 4 節 出土鉄製品および鉄滓について	134

写真図版

報告書抄録

付図

第2分冊

目次

遺構凡例

第VI章 検出遺構

第1節 建物跡 (SI)	1
--------------------	---

第3分冊

目次

遺構凡例

第VI章 検出遺構

第2節 掘立柱建物跡 (SB)	1
第3節 竪穴状遺構 (SX)	5
第4節 土坑 (SK)	12
第5節 井戸跡 (SE)	154
第6節 耕作跡 (SA)	161
第7節 焼土跡 (SF)	166
第8節 ピット (P)	176
第9節 溝跡 (SD・SDX)	182
第10節 円形周溝遺構 (SDH)	198
第11節 埋設土器 (BP)	200
第12節 炉跡状遺構 (SFX)	201
第13節 Tピット (TP)	202

第4分冊

目次

遺物凡例

第VII章 出土遺物

第1節 建物跡出土遺物	1
-------------------	---

第5分冊

目次

遺物凡例

第VII章 出土遺物

第2節 竪穴状遺構出土遺物	1
第3節 土坑出土遺物	5
第4節 井戸跡出土遺物	182
第5節 耕作跡出土遺物	201
第6節 焼土跡出土遺物	203
第7節 ピット出土遺物	205
第8節 溝跡出土遺物	208
第9節 円形周溝遺構出土遺物	255
第10節 埋設土器	255
第11節 炉跡状遺構出土遺物	257
第12節 遺構に帰属できない遺物	258

第I章 調査経緯

野尻(4)遺跡の発掘調査は、浪岡町大釈迦第3工業団地造成に伴う記録保存を目的としていた。

平成10年5～10月にかけて町教育委員会は、本遺跡の開発主体者であった浪岡町土地開発公社から業務依頼を受けて、事前に地下レーダー探査を57,000㎡にわたって実施している。委託業者であった応用地質株式会社の示した探査成果は、堅穴建物跡33軒以上、土坑16基以上、溝跡30本以上という数値であり、本報告書で示した建物跡278軒、土坑1072基、溝跡189条という実数と比較した場合、90%以上の遺構を捨象していたことになる。発掘調査を実施するにあたっての積算等は、この地下レーダー探査の成果に基づいて行っていた。そのため、本報告書で提示した結果とは著しい齟齬が生じており、教育委員会側の試掘調査に対する不備を露呈することとなった。

平成12年3月1日、町史編さん室勤務の工藤清泰と中世の館勤務の木村浩一が「大釈迦工業団地発掘事前調査事務」の業務命令を受け、本遺跡の発掘調査事業が始動した。同年4月1日には、生涯学習課に文化班が復活し、同月10日には浪岡町土地開発公社と教育委員会により「大釈迦工業団地地区埋蔵文化財調査に関する協定書」が締結され、経費負担（当初、243,900,000円）、調査体制（当初、「浪岡町大釈迦工業団地調査会」）、調査期間（当初、平成12年4月から平成14年3月までを現地調査、平成15年3月31日までを遺物整理作業）、出土品の取扱いなどを決定した。

同年5月1日付けで浪岡町土地開発公社（理事長 工藤政光）と大釈迦工業団地調査会（会長 三浦貞栄治）は「埋蔵文化財発掘調査委託契約」を前述の協定書及び平成12年度発掘調査要項に基づき締結した。

しかしながら、平成12年8月まで発掘調査を実施したところ、前述した物理探査による遺構数とは大きな違いが出てきたため指定期日内に調査完了が無理な状態になった。調査会は町土地開発公社に対して契約書の条項に基づき、期間延長等について協議を申し入れた。現場では、下表の通り平成12年8月25日現在の現場確認遺構数と物理探査報告と比較した資料を提示して、委託者との協議に備えた。

遺構種類	物理探査報告 (57,000㎡)	現場確認 (30,000㎡)	調査完了数		増減
			完了数	着手数	
建物跡	33軒 + α	110軒 + α	20	36	330%
土坑等	16基 + α	80基 + α	53	77	500%
溝跡	30本 + α	47本 + α	17	28	156%
焼土遺構		40 + α	16	24	4,000%
畝状遺構		7 + α	4	5	700%

（平成12年8月25日現在）

このような無謀とも思える遺構数の増大に対して、開発公社側は予算規模での増加は現状では無理であるとし、期間延長の方向で協議は進んだ。その結果は、期間延長の承認と引き換えに工事工程に

あわせた発掘調査を実施することで双方の合意がなされた。つまり、平成12・13年度で調査を終了し、開発公社に引き渡し予定の50,000㎡におよぶ調査箇所を、造成工事の工程にあわせて5ブロックに分けて引き渡しするというものであり、開発公社としては工事の遅滞を最小限に押さえ、調査会としてはブロックごとの調査をすることによって掘り方から実測作業までの流れを集中して実施できるというメリットがあった。ただし、この工程によって空中写真を5ブロックに分けて撮影した上で一枚に合成するという作業が発生し、デジタルモザイクによって作成したのが巻頭の遺構俯瞰写真である。

また平成12年と同14年の発掘調査は、浪岡町土地開発公社からの委託金のみでなく、緊急地域雇用対策事業の委託金も導入して実施している。

平成13年度は4月2日に「平成13年度埋蔵文化財発掘調査委託契約書」を締結し、調査にあたった。この年の調査では、土坑から馬の刻線文土器が出土した。本土器は、同時代の馬関連資料のなかで注目を浴び、「発掘された日本列島2002（新発見考古速報展）」に出品され、全国を巡回した。

平成14年度は、当初計画では報告書作成作業に終始する予定であったが、土地開発公社及び町企画調整課の要請により、工業団地の拡張部分約10,000㎡を発掘調査することになり、報告書作成は15年度中の作業となった。そのため、教育委員会は4月1日付で「大釈迦工業団地地区埋蔵文化財調査に関する変更協定書」を結び直した上で、調査会は土地開発公社と「埋蔵文化財発掘調査委託契約書」を締結した。協定書の変更内容は、負担金額・調査期間が主なものであり、最終的な負担金額は300,170,000円、遺物の整理作業終了期日は平成16年3月までとなった。

この年度の調査では、南側に存在した沢筋に人工的な工作物や多量の木製品が出土するという成果があり、同年9月開催の「歩き・み・ふれる歴史の道東北ブロック大会」、10月に開催した東北中世考古学会では遺跡見学会の対象地となっている。

平成15年度は、年間を通じて報告書刊行に向けた整理作業を実施する予定であった。ところが、町財政の悪化を理由に、人件費・報告書発刊費等が50%以上の削減という状況となった。これは、平成12年度に立て上げていた「浪岡町大釈迦工業団地調査会」の業務を3年間の暫定措置として対応していたため、平成14年度で調査会は廃止し、平成15年度の報告書作成業務を教育委員会直轄事業として実施せざるを得なかったことに大きな理由があった。

本調査の報告書作成までの発掘費用は1㎡あたり6,040円であり、この額は通常発掘費用の中で多いものなのか少ないものなのか、にわかには判断できない。しかしながら、5万㎡を越える大規模な発掘調査事業であり、なおかつ遺構数は、同時代の青森市・野木遺跡に匹敵できる状況から見ると、ずいぶん少ない経費と想定される。

浪岡町における発掘調査事業は、昭和53年度から始まった史跡浪岡城跡の調査等、これまでは町教育委員会が実質的に担当してきたのに対し、本調査は「浪岡町大釈迦工業団地調査会」を組織しての初めての試みとなった。調査会結成にあたっては、開設までの事務手続きや人選などの煩雑な業務が存在し、それらに対応するためには調査現場と事務現場の相互調整が必要であった。特に教育委員会文化財担当部局と野尻(4)遺跡の発掘現場や整理現場との意思疎通がスムーズに行われた結果、次章以下で記載された内容の通り、「調査会方式」による発掘調査成果を提示できる段階となった。

第Ⅱ章 調査概要

第1節 遺跡概観

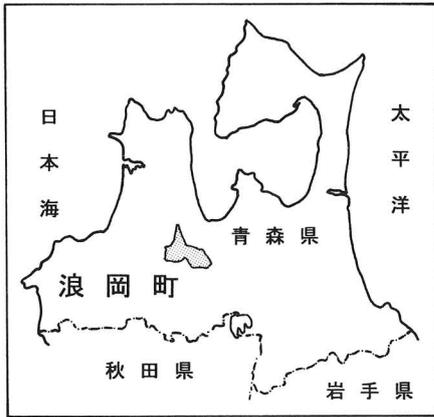
野尻(4)遺跡は青森県南津軽郡浪岡町大字高屋敷字野尻1番地他に所在する周知の遺跡である。本遺跡は浪岡町中心部から北へ約3kmに位置し、大釈迦川右岸の低位段丘上に立地して、後背地の丘陵に面した西から大釈迦川の流れる東への傾斜面に形成されている(第Ⅱ-1・2図)。この大釈迦川右岸沿いには、平安時代、それも9世紀中葉以降から10世紀代にかけての遺跡が濃密に展開している。野尻(4)遺跡もその遺跡群のひとつに数えられ、北方には野尻(1)遺跡(9世紀後半～10世紀前半)、山本遺跡(9世紀後半～10世紀初頭)、南方には野尻(2)遺跡(9世紀中葉～10世紀前半)、野尻(3)遺跡(9世紀後半～10世紀)、高屋敷館遺跡(10世紀中葉～12世紀前半)が隣接し、さらに南には山元(2)遺跡(9世紀前半～10世紀後半)、山元(3)遺跡(9世紀～10世紀前半)が所在し、これらの遺跡は南北約6kmの範囲にわたって連綿と分布している。

今回の調査区域に隣接する東側では、1994年に国道7号線バイパス建設事業に伴う事前の発掘調査が青森県埋蔵文化財調査センターによって実施され、19,800㎡の調査面積で縄文時代のTピット4基、土坑1基、平安時代の建物跡41軒、掘立柱建物跡11棟、土坑86基、井戸跡1基、耕作跡2基、焼土跡4基、溝跡107条、環濠1条、江戸時代(18世紀代)の溝跡2条が検出されているほか、鎌倉時代(12～13世紀代)の白磁が1点、珠洲焼が2点出土し、主体をなす時期は平安時代で9世紀中葉～10世紀前半の約100年にわたって続いた集落跡の一部であることが判明している(青森県埋蔵文化財調査センター1996『野尻(4)遺跡発掘調査報告書』青森県埋蔵文化財調査報告書第186集)。

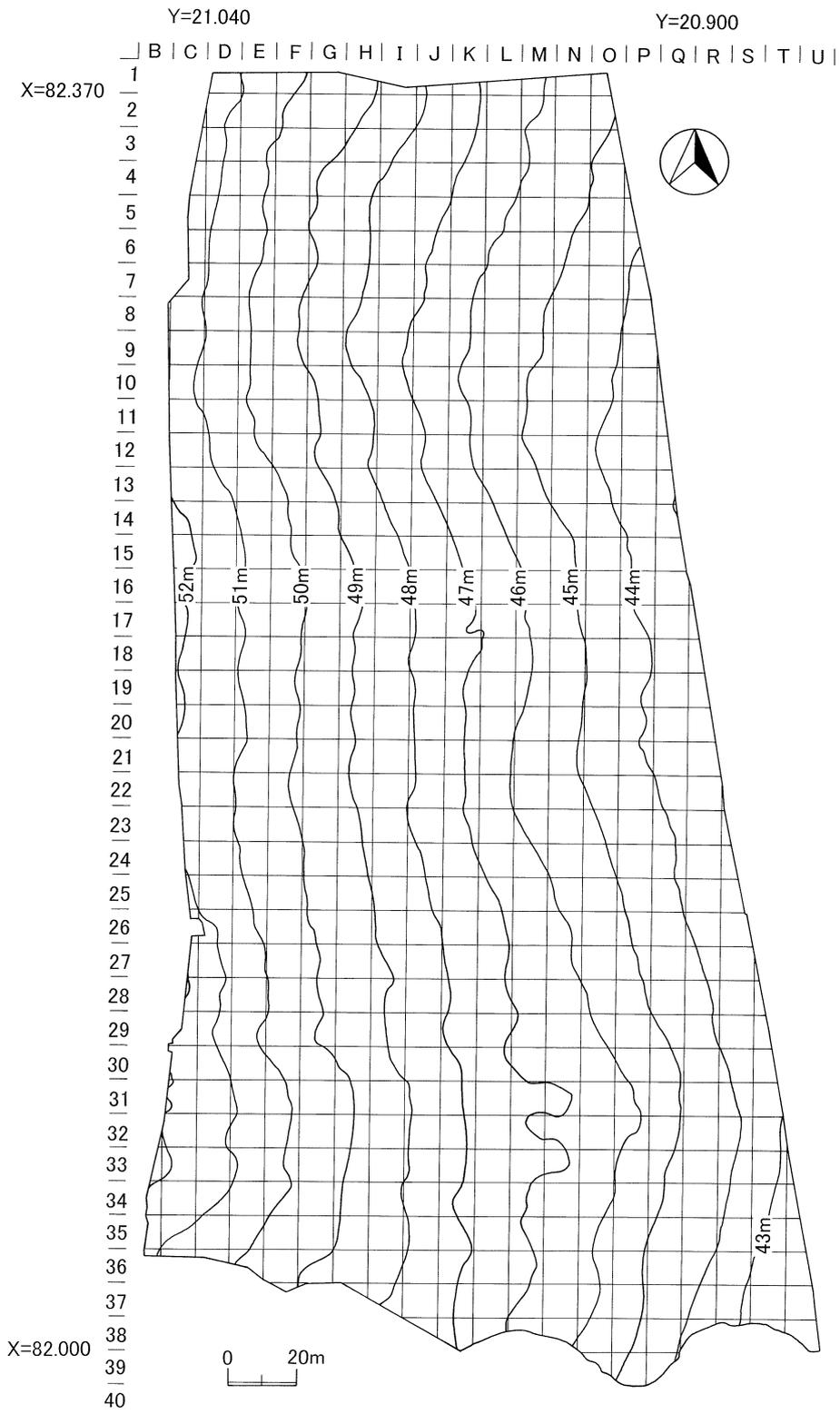
第2節 調査方法と経過

平成12年度、2000年4月24日より開始した発掘調査は、地下レーダー探査の際に設けられたグリッドの軸を利用して5m×5mを基本単位とするグリッドを設定し、まず調査区域北側から人力による升目掘り表土掘削および遺構確認の試掘調査を5月2日まで実施した。5月8日からは、調査区域南半部は引き続き人力による表土掘削および遺構確認作業を行う傍ら、全面本格調査が必要であると判断された対象区域北側から重機による表土掘削を開始した。調査区域の北側半分の表土掘削と遺構確認のほぼ完了した5月30日より、南側半分の表土掘削および遺構確認作業と平行して北側の遺構調査を開始した。6月17日には重機による表土掘削が完了し、次いで7月19日に遺構確認作業を終えて、7月21日には遺跡基本土層図の作成を行った。発掘調査参加者全体が遺構調査に携わることになったのは7月24日である。この時点で、遺構確認面積は約37,000㎡となった。

遺構の発掘調査に際しては、国家座標軸に依拠した10m×10mを基本単位とするグリッドを設定して、西から東へアルファベットでA～U、北から南へ算用数字で1～41というように表記した(第Ⅱ-2図)。



第II-1図 遺跡位置図



第II-2図 グリッド設定図

遺構の記録は、平面図は1 m×1 mの方眼による遣り方測量ないし光波測距器による測量によって作成し、図面修正完了後、直ちに1/200の遺構配置図に記入していった。断面図の土層観察は『新版標準土色帖』（小山正忠・竹原秀雄 1967）によって注記を行い、基本土層の注記はローマ数字（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ…）、遺構の覆土は算用数字（1・2・3…）で表記した。

遺物の記録は、原則としてカマド・床面出土の完形品、土器類は口縁部ないし底部の現存している図上復元可能品、建物跡外周溝先端などに廃棄された復元可能な一括遺物、土坑からまとめて出土した復元可能な遺物に限って測点図（1/20）ないし微細図（1/10）を作成し、その他の破片資料については確認面・上層・中層・下層・床（底）面・掘り方に層位分けして一括で採集することにした。

B～P-1～10区では、建物跡（SI001～018・021～026・031・044）を中心とする遺構の調査を行い、9月30日に第1回目の航空写真撮影を実施した。同30日には、墳墓の可能性が推定された円形周溝遺構（SDH2）の主体部と考えられた土坑および埋設土器（BP1）について、残存脂肪分析のための土壌サンプル採集を行った。

B～R-11～17区では、建物跡（SI019・020・027～030・032～043・045～072）を中心とする遺構の調査を行い、11月14日に第2回目の航空写真撮影を実施した。11月に入ってからも、航空写真撮影準備と併行して遺構の調査は進められたが、平成12年度の予定区域における発掘調査を終了したのは11月22日である。

本年度の調査面積は約21,000m²で、次年度に調査を持ち越した遺構を含めて建物跡70軒、竪穴状遺構3基、土坑189基、井戸跡4基、耕作跡5基、焼土跡61基、ピット27基、溝跡64条、円形周溝遺構2基、埋設土器1基、Tピット1基を検出した。

平成13年度は、前年度に引き続き約28,000m²の本格調査を実施することになったが、造成計画との兼ね合いから調査区域を3分割し、B～G-18～37区を6月末日まで、H～K-18～24区およびH～N-25～38区を8月末日まで、L～S-18～27区を11月中旬までの日程で調査することになった。発掘調査は、前年度保留したK～Q-15～17区の範囲にかかる一部の遺構の継続調査を含めて2001年4月16日から開始した。調査対象区域は、国家座標軸に依拠したグリッドの東西軸B～S区、南北軸18～38区の範囲である。

発掘調査に際しては、前年度の調査で検出された火山灰の分析で白頭山-苦小牧火山灰の他に十和田起源の火山灰が若干存在することが明らかになったこともあり（根本直樹・大友文彦・藤田一世・一戸松郷 2001「野尻(4)遺跡より産出したテフラについて」調査会委託分析報告）、遺構から火山灰が検出された際には必ず採集を行うとともに、同一火山灰層における上位と下位の年代幅の存在を考慮して、可能なかぎり火山灰層の上位と下位の2箇所から採集を行うことにした。また、建物跡のカマドなどから検出された焼土についても微細遺物、特に植物遺体摘出のためのフローテーション用に採集を行った。

B～G-18～37区では、建物跡32軒（重複の捉え方により最終的実数は前後する。以下同じ）、竪穴状遺構6基、土坑162基、井戸跡2基、焼土跡26基、ピット60基、溝跡45条（ただし、溝跡の大部分は各予定地区外にまで延びているので、各地区で表記した検出数は重複する。）を調査し、6月30日に第3回目の航空写真撮影を実施した。

H～K-18～24区およびH～N-25～38区では、建物跡44軒、掘立柱建物跡3棟、竪穴状遺構13基、土坑259基、井戸跡5基、耕作跡5基、焼土跡11基、ピット140基、溝跡27条を調査したが、この地区は完了予定を遅れ、10月7日に第4回目の航空写真撮影を実施した。

L～S-18～27区では、建物跡21軒（SI167は外周溝の一部のみを調査して次年度に繰り越した。）、竪穴状遺構8基、土坑172基、井戸跡1基、耕作跡1基、焼土跡10基、ピット96基、溝跡27条を調査し、11月16日に第5回目の航空写真撮影を実施して平成13年度の予定区域の調査を終了した。

この結果、本年度の検出遺構は建物跡が前年度から継続調査した6軒を含めて合計103軒、掘立柱建物跡3棟、竪穴状遺構27基、土坑が前年度から継続調査した58基を含めて651基、井戸跡8基、耕作跡6基、焼土跡47基、ピット296基、溝跡が前年度からの継続分を含めて85条となった。

平成14年度は、残されていた南東部分の開発予定区域約10,000㎡を本格調査の対象とし、2002年5月13日より発掘調査を開始した。調査対象区域は、国家座標軸に依拠したグリッドの東西軸L～V区、南北軸24～41区の範囲である。発掘調査はL～U-34区で南北に2分割し、北側は建物跡（SI167～202）を中心に8月29日に予定の遺構調査および航空写真撮影準備を終えて、9月1日に第6回目の航空写真撮影を実施した。

調査区域南側は建物跡（SI212まで）および本遺跡の南限と考えられる大溝（SD170）を中心に調査を進めた。大溝は自然地形の沢を利用して掘り込まれたものであるが、発掘前の現況地表面まで平らに埋め立てられており、調査区南東隅における5m×5mの升目掘り調査の結果から判断して、埋め立て土の堆積は相当量であると予想されたため、覆土上面まで重機を用いて掘削を行った。11月4日には第7回目の航空写真撮影を実施し、全調査が完了したのは11月6日である。

本年度の検出遺構は建物跡63軒、竪穴状遺構2基、土坑255基、井戸跡3基、耕作跡3基、焼土跡12基、ピット245基、溝跡53条、性格不明溝跡3条、埋設土器1基、Tピット1基である。

第3節 発掘調査の成果

3か年にわたる本遺跡の発掘調査で検出された遺構をまとめると以下の通りである。

平安時代

建物跡

278軒検出された。ただし、これは建物跡本体の重複数、外周溝の重複数をそれぞれ1軒とみなして算出した最大値である。実際は、1軒の建物跡本体と対になる外周溝は1条である場合と掘り直して複数となる場合、建て替え等による複数の本体と対になる外周溝が1条である場合と複数となる場合等の組み合わせが想定されるが、重複関係や出土遺物の観察からそれらの対応関係を正確に割り出すのは不可能である。したがって、本体1に対して外周溝1を基本単位とし、本体1に対して外周溝 $2 + \alpha$ の場合は $2 + \alpha$ 軒、建物跡本体は削平されて残存していないと判断され、本体0に対して外周溝 $1 + \alpha$ の場合は $1 + \alpha$ 軒というように算出した。

形態的にはこれまで3～4タイプが知られていたが、今回の調査ではさらに多様であることが分かった。また、外周溝は基本的にU字形ないし馬蹄形をとるが、建物跡本体の規格的な形態と比較する

と必ずしも整然としているとは言い難い。当初予測したような下記のA 6タイプが外周溝の祖形になるとは断言できないが、流水によって変形した土坑を掘りつないで溝にしたのではと考えられる形態のものも存在することは事実である。

- A 1. 建物跡本体に外周溝を回らすもの
2. 本体に外周溝を回らして土坑を付設するもの
3. 本体に掘立柱建物跡を付設し、外周溝を回らして土坑を付設するもの
4. 本体に掘立柱建物跡を付設して外周溝を回らすもの
5. 本体にそれよりやや規模の小さい堅穴を付設して外周溝を回らすもの
6. 本体の外周に土坑を回らすもの
7. 本体に掘立柱建物跡を付設するもの
8. 建物跡本体だけのもの

堅穴構造の壁をもたない建物跡については、床面まで削平された建物跡が少なからず存在することは確かである。しかしながら、建物跡本体のなかにはA 5のタイプが存在することから判断しても、単に削平によって壁が失われたのではなく、本来次のような構造をもつタイプのもが存在していたと考えられる。本遺跡の建物跡について「堅穴建物跡」という名称を用いず、「建物跡」とした所以である。

- B 1. 平地に壁溝を回らすもの
2. 区画範囲を示す程度に掘り込まれた浅い壁をもち、壁溝を伴うもの
3. 浅い壁をもつが、壁溝を伴わないもの
4. 明瞭に堅穴を掘り込み、壁溝を伴うもの

掘立柱建物跡

3棟検出された。建物跡とセットになる掘立柱建物跡には2間×1間、1間×1間、2間×2間、3間×2間の側柱式、3間×2間の総柱式が認められたが、独立した掘立柱建物跡は3棟とも側柱式である。

堅穴状遺構

32基検出された。大半は倉庫のような施設であったと考えられるが、個別の建物跡に伴うと考えられるものと独立していると考えられるものがある。SX03としたものは異質で、特徴から判断して別個の遺構として分離した方が妥当だが、便宜上本遺構に含めた。これらは、遺構配置から判断しても、形態的にみても分類可能である。

A 形態

1. 長方形：9基 (SX02・04・06・07・12B・14・16・17・30)
2. 不整長方形：8基 (SX01・05・09・12A・15・19・22・31)
3. 方形：5基 (SX11・18・20・24・27)
4. 隅丸長方形：4基 (SX10・13・23・26)

5. 不整方形：3基 (SX21・25・29)
6. 隅丸方形：2基 (SX08・28)
7. 不整楕円形：1基 (SX03)

B 遺構配置

1. 建物跡に近接して、それに伴う付属施設の可能性が高いもの：9基 (SX06・07・09・12A・12B・13・23・30・31)
2. 建物跡と重複するもの：15基 (SX01・04・05・08・11・15・17・18・19・21・24・26・27・28・29)
3. 位置的にみて、個別の建物跡から独立している可能性が高いもの：7基 (SX02・10・14・16・20・22・25)
4. 性格不明：1基 (SX03)

土坑

時期決定の難しいものが大部分であるが、平安時代と推定した土坑は1071基検出された。平面形は楕円形497基、不整楕円形105基、長楕円形16基、不整長楕円形1基、円形270基、不整円形44基、長方形4基、不整長方形6基、隅丸長方形21基、方形29基、不整方形23基、隅丸方形29基、不整隅丸方形1基、不整形3基、不明22基である。

土坑の性格を反映していると推定される遺物をみると、祭祀的遺物・鉄関連遺物・炭化材等が次のように出土している。

・祭祀的遺物

小型特殊土器

SK0110・0117・0207・0208・0216・0227・0235 (鉄滓1点)・0314・0327 (刻文土器1点)・0380 (鉄滓3点)・0391・0400 (2点・羽口1点)・0461 (2点)・0505 (鉄滓1点)・0543 (鉄滓2点)・0592 (刀子1点)・0750 (2点)・0758・0798・0891・0994 (土玉3点)

土鈴

SK0379 (鉄滓3点)・0494 (鉄滓3点)・0560・0773・1043 (3点)

土玉

SK0389・0520 (鉄滓・刀子1点)・0583・0588 (鉄滓1点)・0969 (錫杖状鉄製品1点)・0975・0994 (3点・小型特殊1点)

埋設土器

SK0954

耳皿

SK0852

刻文土器

SK0155・0327 (小型特殊1点)・0423 (馬線刻画刻線文・鉄滓・羽口1点)・0512

錫杖状鉄製品

SK0956・0969（土玉1点）

・鉄関連遺物

鉄滓

SK0001・0134・0139（砂鉄1袋）・0168・0184（4点・砥石1点）・0226・0235（小型特殊土器1点）・0241・0253・0269（2点）・0270（2点）・0272・0273（2点）・0274（3点）・0281・0283（2点）・0286（2点）・0289（3点）・0292・0298（2点）・0303・0305・0325・0331・0336（2点）・0360（9点）・0361（147点・羽口6点）・0362（2点）・0363（2点・羽口1点）・0364（3点）・0379（3点・土鈴1点）・0380（3点・小型特殊1点）・0385（2点）・0387・0392（羽口1点）・0409・0412・0423（羽口1点・馬線刻画刻線文）・0426（3点）・0427・0440（4点）・0445・0485・0494（3点・土鈴1点）・0508・0520（土玉・刀子1点）・0543（2点・小型特殊1点）・0553（2点）・0588（土玉1点）・0636・0692・0779（2点）・0791（2点）・0803・0818・0821・0823（4点）・0826・0842・0849・0879・0881（炭化材4点）・0882・0884（鉄鍋1点）・0921・0924（2点・羽口1点）・0929・0940・0941（2点）・0951（2点）・0966・0977・1002・1007・1022（127点）・1050

砂鉄

SK0139（鉄滓1点）

羽口

SK0174・0182・0198・0271・0329（2点）・0361（6点・鉄滓147点）・0363（鉄滓2点）・0392（鉄滓1点）・0393・0396（4点）・0400（小型特殊2点）・0423（鉄滓1点・馬線刻画刻線文）・0869（溶着物）・0924（鉄滓2点）・

砥石

SK0184（鉄滓4点）・0414・0522・0600・0670・0862・0964

鋤・鋤先

SK0192・1034

鎌

SK0386

葶引金

SK0905

刀子

SK0371・0469?・0520（土玉・鉄滓1点）・0526・0592（小型特殊1点）・0754・0819

鍋

SK0844

・炭化材

SK0026・0845（30点）・0865（3点）・0881（4点・鉄滓1点）

以上のように、祭祀的遺物同士あるいは祭祀的遺物と鉄関連遺物が共伴すると考えられる事例がみられる。

井戸跡

15基検出された。それらは、掘り方の形態から次のように分類することができる。

1. 円筒状に竪坑を掘り込んだもの (SE02・14)
2. 周縁を円形に浅く掘り、中心部に円筒状に竪坑を掘り込んだもの (SE03)
3. 周縁を円形に浅く掘り、中心部に円筒状に竪坑を掘り込んだ後、上位に裏込めしたもの (SE09・10)
4. 周縁を円形にやや広めに掘り込み、中段からさらに円筒状に竪坑を掘った後、中端に裏込めして、上位を浅く凹めた状態にしたもの (SE07・15)
5. 周縁を方形に掘り込み、中心部に円筒状の竪坑を掘り込んだ後、上位～中端に裏込めしたものの (SE04・05・06・11)
6. 周縁を円形にやや広めに掘り込み、中断からさらに円筒状に竪坑を掘った後、上位～中端に裏込めして、方形の中端を設けた掘り方を外周溝で囲ったもの (SE01)
7. 1に相当する掘り方を半円形の外周溝で二重に囲ったもの (SE13)
8. 3に相当する掘り方を半円形の外周溝で囲ったもの (SE08・12)

耕作跡

14基検出された。2条～14条の細長く浅い畝間が検出されたが、主生業ではなく家庭菜園程度の小規模の畝が耕作されていたと考えられる。SA05とSA13が東西方向をとる以外はほぼ南北に方位をとっている。

焼土跡

117基検出された。主に東西方向にはしる沢状の黒土層に形成されており、便宜上1ブロックを1基として数量を算出したが、本来はひとつながりだったものが途切れて検出されたと判断されるものが多い。平面形は一定しておらず不整形を呈し、焼土の堆積は比較的薄くて明瞭な掘り方はもたない。

ピット (付図)

562基検出された。柱穴列あるいは柵列等明瞭に用途を推定できるものはない。

溝跡

189条検出された。これらのうち、SD041はSE01の南西側の外周溝であると判断された。SE01の北東側はSID020の南側の外周溝を利用している。また、SD042も形態的にみて付随する施設であった可能性が高い。調査区域内を長く複雑に並走するSD005・006・007・048・049・050・052・062・071・072・078あるいはSD104等は、明確に時期を特定できる伴出遺物はないが、重複関係から判断するかぎり建物跡群より新しい。

調査区域南端部では、東西に蛇行する大溝SD170が検出された。この大溝は自然地形の沢を利用して掘り込まれた可能性が高いが、木製品をはじめ多量の遺物が出土し、東側では人為的と思われる木

組みが確認された。このSD170は、野尻(4)遺跡の南限を画するものであったと考えられる。また、この沢の傾斜面にはSD051・176・185等細く短い溝も掘り込まれている。

なお、これらの溝跡のほか他の遺構に付属する施設であった可能性も考えられる性格不明の溝跡(SDX)が3基検出されている。

円形周溝遺構

2基検出された。いずれも調査区域の北東側にあたるO・P-9～11区で検出されているが、この一帯は、東側の県調査区域でも建物跡をはじめとする遺構の密集が途切れている。SDH2の南方約37m、Q-15区では埋設土器(BP1)が検出されており、遺構数は少ないが祭祀的空間が存在した可能性もある。

埋設土器

2基検出された。掘り方から判断しても、BP1は直立、BP2は横位の状態で埋設されたと考えられる。

炉跡状遺構

性格のよくわからない焼土跡が1基検出された。建物跡に付随する施設とも判断できず、鉄等の生産関係の施設と断定できるような遺物も出土していない。年次のまたがる調査区であったため、遺構の確認、見極めに少なからず混乱を生じた。

縄文時代

Tピット

縄文時代のTピットが3基検出された。3基とも傾斜面の地形に沿って東西方向に長軸をとっている。

第Ⅲ章 遺跡の環境

第1節 野尻(4)遺跡周辺の地形及び地質について

青森県立浪岡高等学校教諭 山口 義伸

南津軽郡浪岡町は津軽平野の南東縁に位置する。

津軽半島中央部は、袴腰岳(627m)・大倉岳(677m)・馬ノ神山(549m)・梵珠山(468m)などがほぼ南北に連なって津軽山地をなしており、西の津軽平野と東の陸奥湾に臨む青森平野との分水嶺となっている。浪岡町西方に位置する津軽山地南端部は特に梵珠山系と呼ばれ、標高400m以下の低い山地からなっている。そして梵珠山系周縁には緩やかな前田野目台地が分布し津軽平野に接している。一方浪岡町東方には、津軽山地の南方への延長線にあたる八甲田火山起源の緩やかな火山性丘陵が展開しており、大釈迦丘陵と呼ばれている。

第Ⅲ-1図は浪岡町周辺の等高線図を示したものである。西の梵珠山系から周縁の前田野目台地にかけて標高30~240mの等高線は間隔が広く緩やかに南傾斜する地形であることが読みとれる。東の大釈迦丘陵ではほぼ南北に延びる標高60mを境に等高線の配置に差異が認められる。60~400mの等高線は間隔が広く、また緩やかな丘陵を刻む小谷によって大きく開析されていることが読みとれる。標高60m以下の等高線は大釈迦川流域にみられ、西方に1000分の15~20の緩い勾配を持つ扇状地として分布している。なお、標高60m付近に認められるほぼ南北の線状模様(リニアメント)は高賀野一平賀撓曲を示すものである。

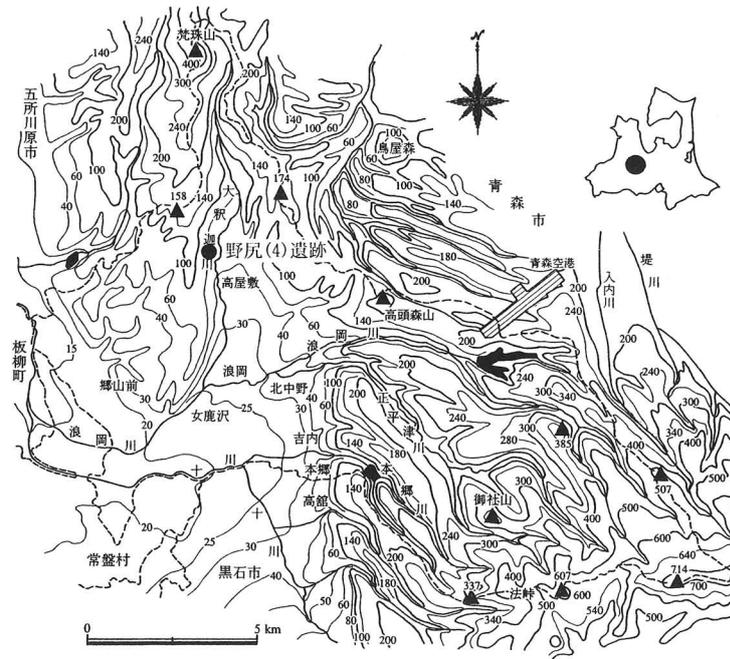
浪岡町を流れる主な河川として大釈迦川、浪岡川、正平津川がある。大釈迦川は梵珠山を源とし、梵珠山系と大釈迦丘陵の境界をなす形でほぼ南流している。なお、梵珠山系の分水嶺西方には梵珠山北方の馬ノ神山を源とする前田野目川もほぼ南流している。

一方、浪岡川は東方の大釈迦丘陵を北西流して平野部に達し、前田野目台地南端の女鹿沢付近で大釈迦川と合流する。合流した後に台地を迂回して板柳付近で十川と合流している。正平津川も大釈迦丘陵に源をもち、北西流して浪岡町五本松付近で浪岡川と最接近し浪岡城跡で合流している。

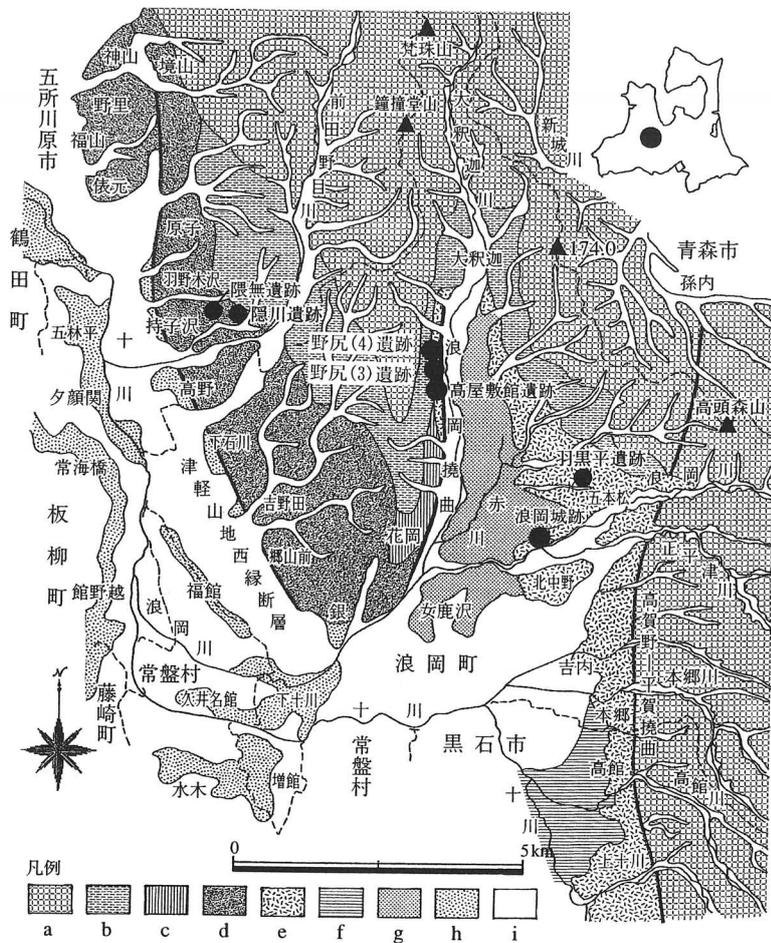
次に、浪岡周辺の地形及び地質について述べる。第Ⅲ-2図には浪岡町周辺の地形分類を示した。

浪岡町周辺の基盤岩は主に梵珠山系に分布するが、流紋岩質溶岩・同凝灰岩(馬ノ神山層)、シルト岩(源八森層)、砂岩(大釈迦層)などの新第三紀層からなる。梵珠山系外縁の狼ノ長根面及び大釈迦丘陵は主に八甲田火山起源の火砕流堆積物で構成され、基盤岩を被覆している。大釈迦川以西の丘陵は基盤の大釈迦層を覆う八甲田第1期火砕流堆積物(約65万年前の流下)と第四紀の前田野目層(細砂・シルト)から構成されている。特に、本遺跡の立地する付近の丘陵では前田野目層が東方の大釈迦川に向かって大きく傾斜しており、この川に沿って延びる浪岡撓曲の影響が反映していると考えられる。一方、大釈迦川以東の構成層は八甲田第1期火砕流堆積物及び第2期火砕流堆積物(40万年前の流下)の厚い堆積物からなっている。

中位段丘に相当する花岡面は大釈迦川にわずかに分布しており、構成層としてローム層直下に有機



第III-1図 浪岡町周辺の等高線図（浪岡町史編集委員会（2000）より転載）



第III-2図 浪岡町周辺の地形分類図（浪岡町史編集委員会（2000）より転載）

質粘土、砂及び砂礫を主体とした扇状地性堆積物が認められる。なお、ローム層最下層には西海岸の鱒ヶ沢付近では指標としての洞爺火山灰が薄く堆積しているが、浪岡町周辺では確認されていない。

低位段丘は津軽山地西縁及び大釈迦丘陵西縁に分布している。津軽山地西縁に展開する樽沢面では丘陵に隣接して標高20～50mの、1000分の20～25の傾斜地として南北に帯状に分布している。平野部とは比高数mの急崖あるいは急斜面で接し、段丘面を刻む小谷の発達でやや起伏に富んでいる。構成層は最上部に低位段丘の指標火山灰である千曳浮石（東北地方第四紀研究グループ、1969）、あるいは碓ヶ関浮石（山口、1993）に比定される降下火山灰が認められ、直下には軟弱な有機質粘土と細粒～中粒砂の互層が堆積している。一方、大釈迦川以東の丘陵縁辺部に展開する羽黒平面では浪岡川流域の五本松付近を扇頂部とする扇状地が展開している。標高35～60mの、1000分の15～20の緩い傾斜地であって、浪岡川や正平津川などによって大きく開折されている。この扇状地は丘陵から供給された砂礫層や有機質粘土、火砕流堆積物で構成されている。火砕流は十和田湖の形成に起因するものであって、約3.2万年前と約1.3万年前に流下したと考えられる。なお、本遺跡が立地する大釈迦川西岸にも小規模ながら後背地からの供給物あるいは火砕流起源と考えられる浮石質粘土及び浮石質砂などが堆積する段丘（樽沢面に相当）が存在している。面上に立地する高屋敷館遺跡で検出された堀跡の壁面及び底面から出土した埋没樹枝の放射性炭素による年代測定を実施したところ、壁面に見られる段丘構成層からは約1.8万年前の、底面の埋没樹枝からは約2.4万年前の数値が得られている。そして、この段丘構成層は大釈迦川に向かってやや傾斜しており、前田野目層と同様に大釈迦川に沿う浪岡撓曲による影響を反映していることを示唆している。

大釈迦川流域の上位沖積面は低位段丘に相当する扇状地前縁部を一部被覆しながら流域沿いに広く分布している。全体的には扇状地面から連続する形で分布することから、その境界部は不明であるが、ほぼ浪岡町中心街がこの面に立地していると考えられる。

本遺跡は浪岡町中心街から北方3.0～3.5kmの地点にあって、大釈迦川西岸に分布する低位段丘上に立地している。調査区域は標高38～42mの段丘末端部に位置し、河床へは比高3～4mの急崖で臨んでいる。

大釈迦川西岸の低位段丘は標高40～60mであって、南北に帯状に展開している。面の開折度が小さく平滑であるが、大釈迦川に向かって500分の20～25とやや大きく傾斜している。本遺跡及び南方に立地する高屋敷館遺跡で確認したところ、段丘構成層である軽石質粘土中に含まれる褐鉄鉍層には周氷河地帯にみられる、波状のインボリューション（融解凍結現象）が認められる。インボリューションの凸部には低位段丘の指標火山灰である千曳浮石（東北地方第四紀研究グループ、1969）、碓ヶ関浮石（山口、1993）に相当する降下火山灰が堆積しているが、凹部には同火山灰の再堆積層である黄褐色軽石質粘土及び同質砂、有機質粘土などからなる湿地性堆積物が縞状に堆積している。なお、褐鉄鉍層は段丘面の傾斜角よりもさらに大きく大釈迦川に向かって傾いているが、これは大釈迦川が浪岡撓曲（活断層研究会、1991）の軸をなす構造谷であって、西岸に分布する低位段丘がその西翼として、継続的な撓曲運動によって傾斜していた事実を示している。

ところで、遺跡内の基本層序をみると、丘陵側では黒色土が薄く大釈迦川寄りでは厚く堆積し、かつ粘土質になっている。また黒色土中には、SD021・039・044・104・162・170・176で確認したよう

に、時として淘汰の悪い砂層が薄く層状に堆積していることが認められる。このような黒色土の堆積状況は段丘背後の丘陵から増水等によって多量の土砂が供給される環境を示しているものと考えられる。したがって、段丘面上にある小谷も有機質粘土とともに砂層で埋積されていることから、全体的に起伏が小さく地表面が緩やかになっている。このような状況は高屋敷館遺跡や野尻(3)遺跡でも確認されている。なお、黒色土中(第Ⅱa層)にはG-1グリッドで確認したように、平安時代の降灰として知られる白頭山-苦小牧火山灰(B-Tm)が薄く堆積し、53軒の建物跡の覆土内でも確認されている。ただ、検出されたすべての建物跡で確認されているわけではないので、建物跡構築時期に差異が存在する可能性が考えられる。

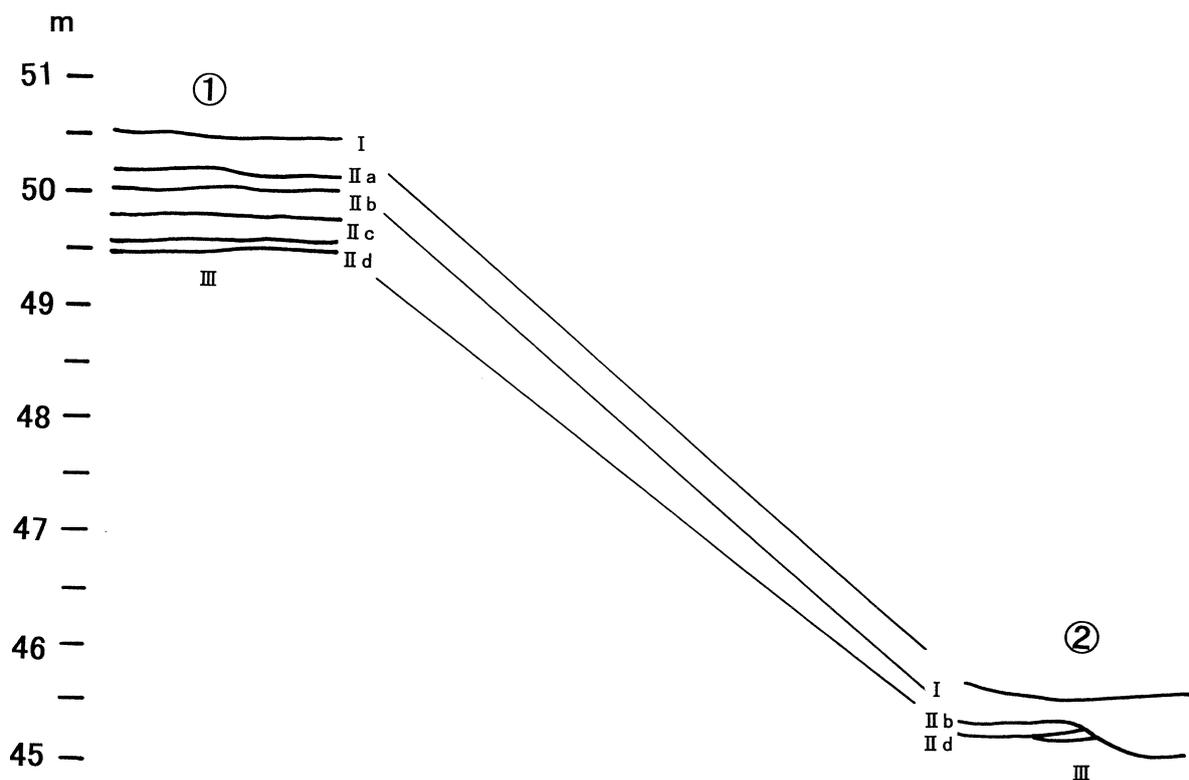
引用文献

- 東北地方第四紀研究グループ(1969) 『東北地方における第四紀海水準変化』「日本の第四紀」 地学団体研究会専報第15号
- 村岡洋文・長谷紘和(1990) 『黒石地域の地質』「地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)」 地質調査所
- 活断層研究会編(1991) 『新編日本の活断層 分布図と資料』 東京大学出版会
- 山口義伸(1993) 『平川流域での十和田火山起源の浮石流凝灰岩について』「年報市史ひろさき」第2号 弘前市
- 浪岡町史編集委員会(2000) 『浪岡町史』第1巻 浪岡町

第2節 遺跡の層序

本遺跡の基本層序は、調査区域の北壁で2箇所、東壁で4箇所の計6地点を選んで作成した。基本的には青森県埋蔵文化財調査センターで実施した調査区域の層位区分に拠ったが、Ⅱ層に対比される黒色土層はほぼ東西方向に幾筋も沢状にやや厚く分布しており、4層に細分された。また、本調査区域Ⅲ層は水成堆積の特徴を示すとされる県調査区域のⅢ層に対比されるであろう。本調査区域北側における東西の比高差は7m前後である。遺構確認は、概ねⅡ層ないしⅢ層上面で行った。

- | | |
|------------------------|---|
| Ⅰ 層：黒褐色土（厚さ15～40cm） | 表土層で、粘性はなく、やや締まりのある耕作土である。 |
| Ⅱ a 層：暗褐色土（厚さ10～15cm） | 上～中位に明黄褐色火山灰（B-Tm）を断続的に挟む。粘性は弱く、やや締まりがある。 |
| Ⅱ b 層：黒 色 土（厚さ10～15cm） | 下半は褐色味を帯び、やや明色を呈する。粘性は弱く、やや締まりがある。 |
| Ⅱ c 層：黒 色 土（厚さ約20cm） | 沢筋に堆積した黒色土である。粘性は弱く、やや締まりがある。 |
| Ⅱ d 層：灰褐色粘質土（厚さ5～10cm） | Ⅲ層への漸移層である。粘性、締まりがある。 |
| Ⅲ 層：淡黄色粘土 | 地山で濃淡があり、黄褐色味が濃くなる部分も見られる。 |



第Ⅲ－3図 土層図

第IV章 自然科学的分析

第Ⅳ章 自然科学的分析

第1節 分析の目的

本遺跡で検出された遺構・遺物から当時の生活を復元するために、遺構・遺物の直接的分析を通してだけでなく、自然科学的分析によってそれら遺構・遺物の性格をより総合的に考察する必要があった。そのため、以下の資料についての分析を意図した。

1. 火山灰の分析

テフラの同定によって、遺構の年代を推定する。形態変化に乏しく、絶対年代を決定できない平安時代の土器の分析に加えて、現在のところ9世紀第1四半期とされる十和田a火山灰と9世紀第2四半期とされる白頭山ー苦小牧火山灰が介在すれば、少なくとも火山灰降下時期の前後に構築年代を推定し、類型化することができる。

2. SDH2およびBP1の残存脂肪の分析

これらが、埋葬施設としての可能性が考えられるか否かを検討する。

分析結果に対して、「残存脂肪分析法」に関する専門知識を持っていない調査スタッフが読み合わせを行ってまとめた疑問点は以下の通りである。

・試料のヒトに由来する残存脂肪の可能性について、ステロール分析では植物体を覆うワックス構成成分に由来する可能性大、脂肪酸組成の数理解析ではヒトの骨油やヒトの骨のみを埋葬したことに関わる遺跡試料の脂肪と類似、免疫法ではヒトに由来というように各分析によって結果が異なっているのではないかと。

・特にステロール法ではかなり否定的な結果が出されているのに対して、総括では免疫法による肯定的な結果が採られているのは、各分析のなかで免疫法の精度が最も高いということの意味すると受け取ってよいか。

・以上の理解に誤りがないとすると、免疫法による分析を行っていないはずの畑内遺跡は確実な比較にはならないと考えてよいか。

これに対して、次のような回答と解析手順の説明を受けた。

・ステロール分析で、残脂肪がすべてワックスに由来するわけではなく、動物由来のコレステロールが試料No.3とNo.5、コプロスタノールがNo.6にある。数理解析で、一概に骨のみと類似とはいえない。

・ステロール法で否定的な結果を出したのではなく、分布比で見ると断っているように、既述の指標値よりは低い値なので、理論上は残存しないことになる。動物由来のコレステロールがNo.3とNo.5、コプロスタノールがNo.6にあるので否定はしない。免疫法の精度について、分析試料が極々微量でも分析が可能ということで、反応の有無で目的とするものの有無がわかるだけで、どれだけあるという量的なものはわからない。また、脂肪酸やステロールとは判別するものが違うので、ヒトなどの判定が正確である。免疫法、その他の分析法という区別はなく、最初に抽出した同じ脂

肪を各分析にすべてに用いる。ただし、抽出した脂肪はその後別々なやり方で各々の分析過程に回される。各分析法は、各々分析している内容が違うので、精度の比較はできない。ただし、検免試験に用いる糖脂質は遺跡試料中には極々わずかしかなかったが、もう少しでも残っていると糖脂質の免疫反応は濃度換算すると脂肪酸やステロール分析よりも500～1000倍も感度が高いので、反応がでるとより正確にヒトの有無が判定できる。

・畑内遺跡の場合は、ヒト遺体の直接埋葬に類似とするにはコレステロール分布量が少ないという点だけが他の分析結果と不一致なだけで、パルミチン酸が主要な脂肪酸で、かつコプロスタノールもかなり多い。通常は脂肪酸とステロールの傾向で比較・考察するというのが一般的なもので、野尻(4)遺跡と畑内遺跡とは年代は異なるが、同じ青森県内のもので、遠く離れた他府県の遺跡と比較するよりは有意な比較ができる。

3. SA03の土壌試料の植物珪酸体分析

家庭菜園程度の規模の畝でどのような植物を栽培して、食糧としていたのかを検討する。ただし、現生種の混在しやすい出土位置や層位等の試料の条件やイネ科植物に限定される分析法のため、結果の解釈は制約される。

4. カマドを中心とする焼土試料のフローテーション

特に植物遺体の摘出によって栽培種・野生種を確認し、食糧や生業について検討する。

5. 種実・果皮の同定

現代種が混在している可能性も考えられたので、それについての判断も含め、食糧としての利用や採取活動について検討する。

6. 炭化材・木製品の樹種同定

遺構に用いられた木材、木製品に用いられていた材質の確認を行い、材質の違いによる利用の傾向や採取活動について検討する。

7. 須恵器・土師器・刻文土器の胎土分析

産地同定、土器胎土の材料の選択の仕方を確認し、土器の製作活動や交易関係について検討する。刻文土器およびそれに伴う土師器については、化学分析のみによる方法と化学分析に加えて青森県内他の比較試料をふまえた考察を行う方法と二通りの分析を呈示することにした。

8. 鉄製品・鉄滓・鍛造剥片の分析

本遺跡では鉄製品の他に多量の鉄滓および台石に伴う鍛造剥片が出土した鍛冶遺構、砂鉄が出土した鉄関連遺構等が検出されており、集落内での製錬作業の有無あるいは鉄供給の有無について検討することにより、古代本州北部における交易の在り方を考察する。

9. 石器・石製品の石材の同定

量的には少ないが、材質によって形態や使用法に違いがみられるかについて検討する。

諸事情により、これらすべてについての分析を実施することはできなかった。以下に分析結果を示すが、期間的な制約もあって、十分検討を加えることが出来なかった。したがって、本遺跡に関する総合的なまとめは別の機会を期する事となった。

第2節 野尻(4)遺跡より産出したテフラについて

根本直樹*1・畑 元子*2・深井 勉*2・藤田一世*2・小笠原 稔*1・
大友文彦*3・一戸松郷*4・吉田善幸*1・山内茂人*2

*1 弘前大学工学部地球環境学科 〒036-8561 弘前市文京町3

*2 弘前大学大学院理工学研究科地球環境学専攻 〒036-8561 弘前市文京町3

*3 元弘前大学大学院理学研究科地球科学専攻

*4 元弘前大学工学部地球環境学科

1. はじめに

テフラ（火山放出物）は、その分布の広域性と堆積の瞬時性から、地質学において極めて良好な同時面を提供する。特に、分布が広い広域テフラは、広域的な地層の対比に極めて有効である。第四紀後期の広域テフラは遺跡を覆っている場合があり、そのようなテフラの同定は、遺跡の年代決定に有効である。本報告では、青森県南津軽郡浪岡町大字高屋敷野尻の野尻(4)遺跡より得られたテフラをEPMAを用いて分析して同定することにより、本遺跡の年代に関する議論に寄与したい。

2. 試料及び分析方法

本報告では、野尻(4)遺跡の90遺構より得られた140試料についてEPMA分析を行った(表1)。試料は超音波洗浄器で水洗後、蒸留水で2度以上洗浄し、80℃以下の乾燥器で乾燥した。その後エポキシ樹脂系接着剤を用いてスライドグラスに接着し、研磨して分析に供した。用いたEPMAは弘前大学工学部所有の日本電子製JXA-8800RL（波長分散型、4チャンネル）である。分析条件は加速電圧15kv、照射電流 3×10^{-9} A、ビーム径は $10 \mu\text{m}$ である。用いた分光結晶および特性X線を表2に示す。補正計算にはZAF法を用いた。

3. 結果および考察

140試料中136試料から分析値が得られた(表3)。SD057-1およびSID014-1は薄片の不良で、SK0079およびSK0194は火山ガラスの含有量の不足で、それぞれ良好な測定値が得られなかった。

分析したテフラを同定するために、町田・新井(1992)に掲載されている白頭山-苦小牧火山灰(B-Tm)の分析値および青木・新井(2000)による十和田起源テフラの分析値と今回得られた分析値を比較した。その結果表、白頭山-苦小牧テフラに同定されるガラスを含む試料、十和田カルデラ起源のテフラに同定されるガラスを含む試料、両者のガラスを含む試料の3つに大別された。白頭山-苦小牧テフラに同定されるガラスを含む試料は、降下火山灰であれば白頭山-苦小牧テフラに同定されるが、その再堆積物の可能性もあり、産状が不明のためどちらかは判断できない。いずれにせよ白頭山-苦小牧テフラ降下時またはそれ以降の堆積物である。十和田カルデラ起源のテフラは白頭山-苦小牧テフラとほぼ同時期の降下テフラであれば十和田aテフラ、火砕流堆積物であれば毛馬内火砕流に同定される。十和田カルデラ起源のテフラは複数あるが、その化学組成は類似する。したがって、

八戸軽石流のようなより古い十和田カルデラ起源のテフラが再堆積した可能性も考えられる。しかし、産状が不明のため初生的テフラなのかテフラの再堆積かは判断できない。白頭山－苫小牧テフラに同定されるガラスと十和田カルデラ起源のテフラに同定されるガラスが混在した堆積物の成因については、以下が考えられる。1) 古土壌や風成層の発達が悪く、十和田 a テフラまたは毛馬内火砕流に白頭山－苫小牧テフラが直接重なり、それらが試料採取の過程で混合した、2) 白頭山－苫小牧テフラ直下の古土壌に十和田カルデラ起源のテフラ由来のガラスが含まれており、白頭山－苫小牧テフラを採取する際にその古土壌を混合してしまった、および3) 両者のガラスが再堆積物で、再堆積の過程で混合した。

今回の分析により野尻(4)遺跡の一部は白頭山－苫小牧テフラまたはその再堆積物に覆われていることが確認された。このことは野尻(4)遺跡の年代が白頭山－苫小牧テフラの降下時期の前後であったことを示す。テフラの産状を明らかにすることにより、さらに詳細な議論ができるであろう。また、十和田カルデラ起源のテフラに関しても、その堆積様式や鉱物組成を検討することにより、野尻(4)遺跡が存在した年代幅に関する議論が可能になるかも知れない。

謝辞 EPMA分析に際しては、弘前大学理工学部の柴 正敏教授に御助言頂いた。記して感謝する。

引用文献

- 青木かおり・新井房夫, 2000, 三陸沖海底コアKH94-3, LM-8の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究, vol. 39, p. 107-120.
- 町田 洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 東京, 276 p.

表 1 - 1 分析試料一覧. B-Tm=白頭山-苫小牧テフラ, To=十和田カルデラ起源のテフラ, B-Tm+To=白頭山-苫小牧テフラと十和田カルデラ起源のテフラの混合.

遺構番号	試料番号	結果	遺構番号	試料番号	結果
SI014	SID014-1	不明	SID075C	11	B-Tm
	SID014-2	To		12	B-Tm
	SID014-3	To	SIB077-P1	13	B-Tm
	SID014-4	To		14	B-Tm
	SID014-5	To		15	B-Tm
SI021	SID021	B-Tm		16	B-Tm
SI033	SID033	B-Tm+To	SIB077-P3	17	B-Tm+To
SI040	SID040	B-Tm+To		18	B-Tm+To
SI043	SID043	B-Tm	SIB077-P4	19	B-Tm
SI051	SI051	B-Tm+To		20	B-Tm
	SID051	B-Tm+To	SIB077-P5	21	B-Tm
SI057	SID057中層	B-Tm+To	SIB077-P6	24	B-Tm
SI063	SI063	B-Tm+To	SIB077-P8	25	B-Tm
	SI064床下	B-Tm+To		26	B-Tm
SI064	SI064	B-Tm	SIB077-P12	28	B-Tm
SK001	SK001	B-Tm+To	SID078	29	B-Tm+To
SK019	SK019	B-Tm+To	SID081	30	B-Tm
SK079	SK079	不明	SI091	31	B-Tm+To
SK109	SK109	B-Tm+To		32	B-Tm+To
SK113	SK113	B-Tm+To		33	B-Tm
SK145	SK145	To		34	B-Tm+To
SK165	SK165	To		35	B-Tm
SK166	SK166	B-Tm+To	SI097	37	B-Tm+To
SK167	SK167	B-Tm+To		38	B-Tm
SK168	SK168	B-Tm+To	SI097-P4	39	B-Tm
SK194	SK194	不明	SI098-P2	40	B-Tm
SK196	SK196	To	SI098-P3	41	B-Tm
SD014	SD014	B-Tm+To		42	B-Tm
SD038	SD038	B-Tm+To	SI098-P4	43	B-Tm
SD057	SD057-1	不明	SI098-P5	45	B-Tm
	SD057-2	B-Tm		46	B-Tm
	SD057-3	B-Tm+To	SID098A	48	B-Tm
SID073	2	B-Tm		49	B-Tm
SI075	3	B-Tm+To		50	B-Tm
	4	B-Tm+To	SID107	51	B-Tm
SI075-SK1	5	B-Tm	SID110 (南)	52	B-Tm
	6	B-Tm		53	B-Tm
SID075A	7	B-Tm	SID110 (西)	54	B-Tm
	8	B-Tm		55	B-Tm
SID075B	9	B-Tm+To	SID113	56	B-Tm
	10	B-Tm	SI117	57	B-Tm+To

表 1 - 2 分析試料一覧 (つづき).

遺構番号	試料番号	結果	遺構番号	試料番号	結果
SI177	58	B-Tm	SK283	88	B-Tm
SID118	59	B-Tm		89	B-Tm+To
	60	B-Tm+To	SK325	92	B-Tm
SID124	61	B-Tm+To	SK331	93	B-Tm+To
	62	B-Tm		94	B-Tm+To
SID126	63	B-Tm	SK349	95	B-Tm
	64	B-Tm+To		96	B-Tm+To
SID129	65	B-Tm		97	B-Tm
	66	B-Tm	SK356	98	To
SID132	67	B-Tm+To	SK386	99	B-Tm
SI135	68	B-Tm+To		100	B-Tm
	69	To	SK400	101	B-Tm
SI137	70	B-Tm		102	B-Tm
SID140	71	B-Tm		104	To
SI141-SIK1	72	B-Tm+To	SK444	105	B-Tm
	73	B-Tm	SK473	106	B-Tm
SID141	74	B-Tm		107	B-Tm
	75	B-Tm	SK508	108	To
SID147	77	B-Tm		109	To
SID151	78	B-Tm	SK519	111	B-Tm
	79	B-Tm+To	SK560	116	B-Tm+To
SID161	80	B-Tm	SK581	120	B-Tm+To
SK113	81	B-Tm+To	SK583	121	B-Tm
SK235	82	B-Tm		122	B-Tm+To
SK240	83	B-Tm+To	SK647	123	B-Tm
	84	B-Tm+To	SK766	130	B-Tm+To
SK246	85	To		131	B-Tm
SK267	86	To	SK784	132	B-Tm
SK274	87	To	SD090	146	B-Tm

表 2 分析に用いた解析結晶および X 線.

解析結晶	X 線
LIFH	MnK α , FeK α
PETH	KK α , CaK α
PETJ	TiK α
TAP	NaK α , MgK α , SiK α , AlK α

表 3 - 1 分析したガラスの化学組成.

試料	SID014-2				SID014-3					
SiO ₂	77.59	77.28	77.88	74.21	71.87	78.58	77.97	67.79	67.83	77.37
TiO ₂	0.25	0.20	0.24	0.32	0.21	0.24	0.10	0.25	0.20	0.19
Al ₂ O ₃	11.56	11.37	11.30	13.68	12.70	11.79	11.90	15.16	15.39	12.86
FeO*	1.36	1.32	1.38	2.03	4.37	1.33	1.19	4.36	4.43	1.34
MnO	0.04	0.18	0.06	0.00	0.13	0.06	0.12	0.00	0.18	0.00
MgO	0.10	0.08	0.19	0.41	0.10	0.04	0.11	0.06	0.06	0.26
CaO	1.23	1.39	1.32	2.26	0.62	1.25	1.31	1.15	0.98	1.92
Na ₂ O	2.88	2.96	2.83	3.03	4.07	2.73	2.82	4.74	5.25	3.09
K ₂ O	2.24	2.25	2.13	1.19	5.15	2.59	2.41	5.62	5.67	1.34
合計	97.24	97.04	97.33	97.13	99.20	98.59	97.93	99.12	99.98	98.36

試料	SID014-3			SID014-4						
SiO ₂	70.44	70.80	76.43	77.42	71.03	76.33	75.01	72.27	73.42	68.92
TiO ₂	0.27	0.29	0.21	0.33	0.28	0.33	0.33	0.33	0.23	0.32
Al ₂ O ₃	15.55	15.45	14.61	12.57	13.95	13.66	13.76	13.09	13.10	15.40
FeO*	4.52	4.64	1.52	1.65	4.75	1.91	1.81	3.93	4.43	4.58
MnO	0.10	0.08	0.09	0.00	0.16	0.07	0.14	0.02	0.11	0.25
MgO	0.06	0.10	0.24	0.28	0.00	0.27	0.31	0.02	0.00	0.05
CaO	0.99	0.92	3.35	1.98	0.76	2.15	2.54	0.53	0.53	1.17
Na ₂ O	4.89	4.81	3.62	2.97	4.50	3.32	3.37	4.09	4.08	4.10
K ₂ O	5.75	5.63	0.69	1.21	5.74	1.38	1.38	5.39	5.37	6.15
合計	102.57	102.72	100.75	98.41	101.16	99.41	98.65	99.67	101.24	100.95

試料	SID014-4										
SiO ₂	70.83	68.21	77.22	77.54	76.19	77.77	69.52	72.73	72.05	71.05	72.25
TiO ₂	0.30	0.30	0.16	0.28	0.45	0.04	0.52	0.40	0.38	0.38	0.44
Al ₂ O ₃	14.56	15.93	11.02	13.72	13.04	10.41	14.93	13.05	14.63	14.44	14.41
FeO*	4.84	4.39	4.02	1.99	1.98	3.52	4.53	4.82	4.64	4.62	4.50
MnO	0.15	0.14	0.18	0.17	0.20	0.02	0.15	0.09	0.16	0.04	0.14
MgO	0.04	0.09	0.00	0.43	0.38	0.01	0.13	0.00	0.13	0.01	0.02
CaO	1.11	1.20	0.19	2.40	2.33	0.22	1.13	0.83	0.81	0.92	0.88
Na ₂ O	4.30	4.01	4.04	3.51	3.65	3.93	4.66	3.83	4.20	4.52	4.22
K ₂ O	5.83	6.02	4.87	1.48	1.42	4.25	5.61	5.75	5.56	5.51	5.93
合計	101.95	100.30	101.69	101.53	99.65	100.17	101.19	101.50	102.56	101.48	102.77

試料	SID014-4		SID014-5							
SiO ₂	76.13	75.50	71.52	76.41	76.01	76.86	75.57	77.41	75.81	74.91
TiO ₂	0.35	0.36	0.13	0.50	0.23	0.18	0.31	0.21	0.11	0.28
Al ₂ O ₃	12.69	12.69	14.28	13.77	12.93	10.87	10.65	10.57	10.41	13.05
FeO*	1.83	2.04	4.01	1.96	1.99	4.04	4.30	4.16	4.25	1.68
MnO	0.00	0.17	0.20	0.12	0.18	0.00	0.06	0.14	0.00	0.13
MgO	0.33	0.32	0.02	0.38	0.36	0.02	0.00	0.01	0.04	0.33
CaO	2.35	2.66	0.69	2.46	2.48	0.24	0.25	0.24	0.24	2.10
Na ₂ O	3.09	3.41	4.32	3.34	3.64	4.63	4.26	4.12	4.17	3.78
K ₂ O	1.28	1.37	5.59	1.20	1.17	4.77	4.83	4.66	4.59	1.33
合計	98.05	98.52	100.77	100.15	98.99	101.61	100.21	101.53	99.61	97.58

試料	SID014-5										SID021
SiO ₂	67.98	74.28	76.12	75.79	77.00	77.42	77.38	76.71	76.12		74.24
TiO ₂	0.38	0.16	0.28	0.24	0.20	0.28	0.35	0.36	0.24		0.12
Al ₂ O ₃	15.60	12.28	10.44	10.64	11.58	12.59	13.16	12.81	12.36		11.03
FeO*	4.82	1.75	4.11	3.92	4.12	1.84	1.57	1.40	1.45		3.74
MnO	0.19	0.19	0.13	0.10	0.06	0.06	0.15	0.17	0.14		0.10
MgO	0.17	0.18	0.00	0.00	0.00	0.39	0.28	0.26	0.40		0.06
CaO	1.30	1.71	0.22	0.24	0.29	1.90	1.86	2.00	1.92		0.28
Na ₂ O	4.80	3.16	4.48	4.37	4.41	3.65	3.51	3.28	3.30		3.88
K ₂ O	5.69	1.38	4.60	4.56	4.81	1.37	1.48	1.32	1.32		4.65
合計	100.93	95.08	100.39	99.85	102.46	99.48	99.73	98.31	97.26		98.09

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-2 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	SID021										
SiO ₂	68.37	68.39	68.59	66.78	68.40	66.93	66.33	67.65	67.80	74.79	73.51
TiO ₂	0.32	0.34	0.35	0.30	0.38	0.23	0.40	0.15	0.22	0.14	0.25
Al ₂ O ₃	15.25	14.92	15.02	15.33	14.99	14.74	14.61	14.49	16.44	10.48	10.93
FeO*	4.38	4.60	4.66	4.29	4.40	4.53	4.74	4.72	3.01	4.14	4.22
MnO	0.08	0.03	0.11	0.10	0.13	0.16	0.15	0.17	0.08	0.21	0.00
MgO	0.02	0.03	0.00	0.16	0.03	0.08	0.11	0.05	0.01	0.06	0.03
CaO	1.07	1.05	1.04	1.00	1.18	1.19	1.08	1.10	0.89	0.55	0.26
Na ₂ O	4.18	4.44	4.17	4.20	4.62	3.67	3.92	4.31	4.24	3.99	4.05
K ₂ O	5.36	5.69	5.70	5.73	5.71	5.72	5.92	5.46	6.77	4.55	4.59
合計	99.03	99.49	99.63	97.90	99.83	97.23	97.24	98.10	99.47	98.90	97.82

試料	SID033										
SiO ₂	76.07	76.65	68.49	78.39	76.33	77.64	78.90	69.83	70.38	68.53	68.21
TiO ₂	0.33	0.39	0.32	0.38	0.32	0.21	0.31	0.33	0.37	0.24	0.22
Al ₂ O ₃	12.96	12.99	15.38	12.98	12.51	12.54	13.37	14.98	12.91	15.72	15.60
FeO*	1.68	1.78	5.21	1.69	1.72	1.72	1.72	4.52	4.52	4.37	5.03
MnO	0.11	0.18	0.13	0.18	0.12	0.12	0.01	0.23	0.13	0.19	0.11
MgO	0.28	0.30	0.13	0.35	0.27	0.32	0.30	0.19	0.02	0.07	0.06
CaO	1.93	1.79	1.15	2.09	1.96	1.97	1.96	1.05	0.74	1.16	1.25
Na ₂ O	2.93	3.10	4.54	3.25	3.68	2.03	1.89	4.32	3.67	4.35	4.29
K ₂ O	1.49	1.48	5.80	1.56	1.53	1.49	1.49	5.22	5.14	5.98	5.76
合計	97.79	98.66	101.14	100.87	98.44	98.04	99.94	100.67	97.88	100.61	100.53

試料	SID033				SID040							
SiO ₂	69.94	69.87	69.95	75.19	76.49	74.77	76.78	76.17	69.92	77.03		
TiO ₂	0.57	0.28	0.32	0.27	0.12	0.22	0.27	0.40	0.33	0.00		
Al ₂ O ₃	14.82	15.05	14.97	13.55	10.28	11.99	10.99	11.53	13.63	11.01		
FeO*	4.57	4.68	4.67	1.77	4.21	4.79	4.10	4.49	5.14	3.90		
MnO	0.07	0.16	0.16	0.01	0.09	0.31	0.17	0.11	0.19	0.00		
MgO	0.06	0.06	0.08	0.42	0.00	0.05	0.00	0.13	0.04	0.04		
CaO	1.01	1.01	1.15	2.19	0.25	0.55	0.22	0.38	0.56	0.33		
Na ₂ O	4.24	4.28	3.53	3.56	3.76	4.06	4.23	4.08	4.83	4.16		
K ₂ O	6.01	5.74	5.81	1.29	4.61	4.95	4.58	5.16	5.52	4.75		
合計	101.28	101.14	100.64	98.24	99.78	101.50	101.34	102.44	100.16	101.22		

試料	SID040											
SiO ₂	78.14	69.91	69.84	76.65	70.96	69.94	68.66	69.85	78.04	77.55	75.95	
TiO ₂	0.20	0.40	0.46	0.17	0.56	0.17	0.46	0.36	0.24	0.19	0.31	
Al ₂ O ₃	10.59	15.46	15.26	11.19	13.56	16.00	15.61	15.85	11.17	11.02	12.47	
FeO*	4.10	4.45	5.01	3.96	5.22	4.42	4.71	4.69	4.41	4.19	1.60	
MnO	0.19	0.14	0.26	0.00	0.18	0.23	0.19	0.13	0.08	0.12	0.08	
MgO	0.06	0.03	0.05	0.00	0.21	0.06	0.06	0.11	0.04	0.04	0.30	
CaO	0.22	1.10	1.10	0.40	1.97	1.09	1.18	1.12	0.22	0.23	1.85	
Na ₂ O	3.94	4.60	4.56	3.81	4.70	4.45	4.35	4.35	3.69	4.13	3.36	
K ₂ O	4.62	6.19	5.81	5.44	5.29	6.02	6.10	6.07	4.57	4.81	1.24	
合計	102.05	102.29	102.35	101.63	102.65	102.37	101.31	102.52	102.45	102.28	97.15	

試料	SID043											
SiO ₂	75.08	69.88	75.69	67.18	69.04	75.03	76.59	69.85	68.48	70.45	75.87	
TiO ₂	0.25	0.28	0.19	0.33	0.41	0.18	0.25	0.26	0.46	0.42	0.29	
Al ₂ O ₃	10.33	14.87	10.53	15.12	14.88	11.65	10.41	15.11	14.51	14.88	10.51	
FeO*	3.92	4.47	3.91	4.72	4.99	4.07	3.99	4.69	4.83	4.62	3.59	
MnO	0.11	0.05	0.03	0.09	0.16	0.00	0.23	0.08	0.19	0.17	0.05	
MgO	0.00	0.16	0.03	0.15	0.07	0.06	0.02	0.04	0.00	0.09	0.09	
CaO	0.15	0.83	0.20	1.06	0.90	0.31	0.26	1.04	0.98	1.02	0.16	
Na ₂ O	4.42	4.46	4.10	4.36	4.71	4.42	4.00	4.23	4.20	4.33	3.92	
K ₂ O	4.72	6.09	4.78	6.01	5.80	5.01	4.50	5.64	5.73	5.90	4.52	
合計	98.97	101.09	99.46	99.10	100.95	100.74	100.23	100.95	99.38	101.88	99.00	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-3 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	SID043						SI051			
SiO ₂	68.07	75.41	76.49	69.43	69.60	70.60	78.16	69.87	77.03	78.13
TiO ₂	0.47	0.19	0.15	0.26	0.34	0.17	0.29	0.42	0.27	0.17
Al ₂ O ₃	15.23	11.90	11.52	15.30	14.70	15.41	10.87	15.23	12.69	12.32
FeO*	4.41	4.23	4.12	4.81	4.67	4.69	4.13	4.31	1.25	1.51
MnO	0.13	0.16	0.00	0.08	0.18	0.13	0.14	0.09	0.02	0.00
MgO	0.15	0.09	0.10	0.12	0.11	0.07	0.00	0.00	0.25	0.27
CaO	0.99	0.43	0.27	0.84	0.73	0.96	0.18	1.01	1.57	1.54
Na ₂ O	4.45	3.89	4.40	4.41	4.39	5.14	4.38	3.95	3.18	3.06
K ₂ O	5.89	4.97	4.84	5.96	5.89	5.63	4.71	5.54	1.23	1.27
合計	99.79	101.26	101.89	101.21	100.59	102.79	102.86	100.41	97.48	98.27

試料	SI051						SI051				
SiO ₂	76.78	77.64	77.77	69.84	78.33	77.17	76.62	77.07	74.04	73.38	75.34
TiO ₂	0.58	0.34	0.34	0.47	0.18	0.22	0.24	0.27	0.24	0.34	0.56
Al ₂ O ₃	14.03	10.78	12.23	15.59	10.76	9.14	12.54	12.46	13.93	14.30	14.50
FeO*	2.36	4.10	1.75	4.59	4.04	4.14	1.68	1.44	4.52	4.12	2.68
MnO	0.08	0.17	0.00	0.16	0.00	0.17	0.15	0.10	0.16	0.04	0.13
MgO	0.51	0.01	0.34	0.07	0.00	0.00	0.36	0.27	0.00	0.01	0.53
CaO	2.53	0.30	2.06	1.14	0.25	0.22	1.77	1.81	0.71	0.67	3.00
Na ₂ O	3.86	4.26	3.06	4.26	4.10	4.21	3.14	2.85	4.98	4.71	3.46
K ₂ O	1.34	4.86	1.53	5.92	5.05	4.78	1.36	1.40	5.36	5.18	1.14
合計	102.06	102.46	99.08	102.04	102.71	100.06	97.87	97.65	103.97	102.75	101.33

試料	SI051				SID051					
SiO ₂	75.39	75.81	76.68	73.58	75.09	78.85	75.36	76.79	78.98	74.32
TiO ₂	0.45	0.18	0.17	0.20	0.28	0.43	0.24	0.34	0.24	0.48
Al ₂ O ₃	14.31	11.19	11.29	13.34	10.19	12.75	10.14	12.14	12.88	13.39
FeO*	2.69	4.08	4.35	4.28	3.77	1.97	3.93	1.46	1.64	2.61
MnO	0.05	0.05	0.00	0.04	0.00	0.02	0.11	0.20	0.13	0.10
MgO	0.57	0.06	0.04	0.00	0.00	0.15	0.01	0.34	0.44	0.71
CaO	2.65	0.16	0.27	0.64	0.18	1.59	0.20	1.57	1.68	3.04
Na ₂ O	3.61	4.33	4.47	4.48	3.71	3.04	3.58	3.22	3.32	3.27
K ₂ O	1.16	4.73	4.59	5.20	4.73	1.49	4.57	1.33	1.24	1.07
合計	100.88	100.59	101.86	101.77	97.95	100.29	98.15	97.38	100.56	98.98

試料	SID051									
SiO ₂	77.42	78.39	77.95	78.47	77.88	78.17	74.56	74.78	76.14	74.23
TiO ₂	0.23	0.24	0.21	0.27	0.29	0.26	0.30	0.25	0.45	0.49
Al ₂ O ₃	12.11	12.54	12.31	12.84	13.08	12.31	9.58	9.33	13.27	14.00
FeO*	1.54	1.89	1.93	1.80	1.75	1.58	4.26	3.89	2.25	2.60
MnO	0.18	0.00	0.06	0.05	0.07	0.07	0.01	0.07	0.05	0.15
MgO	0.30	0.25	0.28	0.42	0.51	0.46	0.02	0.03	0.41	0.68
CaO	1.72	1.71	1.68	2.02	2.17	2.06	0.22	0.22	2.20	2.52
Na ₂ O	3.24	3.22	3.35	3.04	3.05	3.97	3.78	4.00	3.22	3.33
K ₂ O	1.34	1.35	1.22	1.42	1.43	1.36	4.49	4.70	1.15	1.18
合計	98.08	99.59	98.99	100.32	100.23	100.23	97.22	97.27	99.14	99.16

試料	SID057中層						SI063			
SiO ₂	68.37	69.09	69.30	76.07	78.04	77.86	76.35	75.04	75.82	69.56
TiO ₂	0.32	0.35	0.26	0.32	0.29	0.32	0.26	0.11	0.25	0.36
Al ₂ O ₃	15.14	15.66	14.64	12.54	11.91	12.47	12.80	10.84	10.19	14.41
FeO*	4.20	4.88	4.54	1.73	1.40	1.46	1.72	4.11	3.66	4.36
MnO	0.08	0.25	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.10	0.00	0.15
MgO	0.08	0.06	0.05	0.30	0.33	0.18	0.26	0.00	0.00	0.04
CaO	1.16	1.11	0.98	2.02	1.78	1.77	1.92	0.23	0.18	1.08
Na ₂ O	4.59	4.11	4.40	2.91	3.00	2.79	3.16	3.38	3.46	3.76
K ₂ O	6.09	5.82	6.00	1.38	2.53	2.56	1.32	4.68	4.65	6.23
合計	100.02	101.32	100.18	97.29	99.31	99.45	97.80	98.50	98.21	99.95

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表3-4 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	SI063										
SiO ₂	70.86	70.93	76.90	76.46	70.21	71.14	79.43	81.45	72.92	70.87	70.52
TiO ₂	0.35	0.52	0.19	0.08	0.47	0.28	0.09	0.16	0.24	0.34	0.52
Al ₂ O ₃	15.06	14.94	12.46	10.40	15.21	13.41	11.68	12.44	14.46	15.93	14.76
FeO*	4.68	4.98	1.26	3.91	4.71	4.33	1.44	1.41	4.49	4.38	4.62
MnO	0.14	0.11	0.17	0.07	0.10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.16
MgO	0.02	0.05	0.29	0.00	0.23	0.05	0.09	0.13	0.04	0.07	0.08
CaO	1.15	1.04	1.81	0.22	1.23	0.75	1.04	1.46	0.84	0.99	1.10
Na ₂ O	3.88	4.31	3.02	3.75	4.39	3.95	2.64	2.47	3.66	4.20	3.74
K ₂ O	5.79	5.80	1.31	4.51	5.63	5.41	3.08	2.14	5.66	5.91	6.12
合計	101.93	102.68	97.41	99.39	102.18	99.31	99.48	101.65	102.32	102.75	101.61

試料	SI063			SI063床下							
SiO ₂	77.44	81.13	81.14	69.22	71.09	71.75	71.86	75.03	76.49	75.10	
TiO ₂	0.28	0.20	0.18	0.22	0.29	0.22	0.28	0.03	0.10	0.09	
Al ₂ O ₃	13.57	12.36	11.68	13.54	13.20	14.27	14.33	10.40	10.07	10.48	
FeO*	1.62	1.49	1.42	4.38	4.32	4.24	4.78	4.28	4.15	4.01	
MnO	0.13	0.05	0.06	0.00	0.09	0.18	0.16	0.02	0.15	0.03	
MgO	0.44	0.18	0.14	0.04	0.08	0.17	0.01	0.04	0.00	0.00	
CaO	2.10	1.12	1.14	0.72	0.82	0.84	0.82	0.21	0.22	0.24	
Na ₂ O	3.55	2.68	1.84	4.37	4.02	3.96	4.49	3.97	3.84	4.10	
K ₂ O	1.29	2.37	2.40	5.26	5.31	5.73	5.89	4.64	4.73	4.80	
合計	100.42	101.56	100.00	97.73	99.21	101.36	102.59	98.61	99.74	98.85	

試料	SI063床下										
SiO ₂	77.39	77.77	79.31	78.09	74.09	79.47	79.65	68.88	69.30	69.77	77.47
TiO ₂	0.12	0.28	0.27	0.24	0.22	0.31	0.32	0.39	0.32	0.37	0.26
Al ₂ O ₃	10.97	11.11	11.95	11.97	10.78	13.18	13.24	14.89	15.33	14.96	10.24
FeO*	3.97	1.18	1.42	1.33	4.21	1.69	1.91	4.57	4.77	5.17	4.20
MnO	0.18	0.00	0.10	0.16	0.08	0.00	0.13	0.15	0.10	0.06	0.03
MgO	0.11	0.09	0.18	0.16	0.04	0.38	0.28	0.07	0.10	0.08	0.00
CaO	0.24	1.08	1.09	1.05	0.37	1.69	1.66	0.94	0.82	0.94	0.26
Na ₂ O	4.05	2.70	2.93	2.56	3.96	3.37	3.59	4.41	4.27	4.14	3.73
K ₂ O	4.79	3.03	2.80	2.98	4.80	1.47	1.40	5.97	5.96	6.02	4.44
合計	101.81	97.22	100.05	99.40	98.54	101.56	102.17	100.26	100.96	101.52	100.62

試料	SI063床下					SI064				
SiO ₂	77.81	75.87	76.73	76.88	69.91	70.35	67.24	67.62	68.00	66.86
TiO ₂	0.24	0.33	0.31	0.21	0.30	0.27	0.28	0.20	0.45	0.45
Al ₂ O ₃	10.77	10.26	10.60	10.76	15.84	14.48	14.45	15.26	14.81	14.66
FeO*	4.18	3.87	4.05	4.40	4.97	3.91	4.96	4.27	4.68	4.45
MnO	0.16	0.00	0.03	0.05	0.23	0.09	0.15	0.16	0.18	0.10
MgO	0.00	0.02	0.04	0.00	0.12	0.00	0.14	0.07	0.04	0.07
CaO	0.20	0.18	0.19	0.17	0.91	0.75	1.11	1.13	1.10	1.13
Na ₂ O	4.08	3.93	4.10	4.07	4.08	4.06	4.02	4.22	4.08	4.27
K ₂ O	4.79	4.43	4.56	4.83	5.49	5.50	6.02	5.81	5.92	5.69
合計	102.23	98.89	100.61	101.35	101.83	99.40	98.37	98.74	99.25	97.67

試料	SI064									
SiO ₂	68.25	67.81	67.69	75.42	75.05	75.07	67.62	67.82	67.79	68.17
TiO ₂	0.27	0.22	0.41	0.15	0.13	0.27	0.36	0.38	0.41	0.20
Al ₂ O ₃	15.05	14.90	15.75	9.55	10.20	9.75	15.25	15.05	14.45	14.65
FeO*	4.49	4.45	4.85	3.88	3.93	4.01	4.72	4.33	4.79	4.28
MnO	0.10	0.15	0.12	0.00	0.13	0.00	0.09	0.01	0.19	0.09
MgO	0.01	0.04	0.32	0.02	0.06	0.01	0.11	0.00	0.09	0.04
CaO	1.11	1.24	1.49	0.29	0.21	0.24	1.19	0.97	1.04	1.03
Na ₂ O	3.81	4.15	4.12	4.10	3.84	3.97	4.56	4.03	4.44	4.52
K ₂ O	5.60	5.83	5.77	4.65	4.54	4.57	5.75	5.56	5.94	5.50
合計	98.71	98.77	100.51	98.06	98.09	97.88	99.62	98.15	99.15	98.45

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 - 5 分析したガラスの化学組成 (つづき)。

試料		SK001							SK019	
SiO ₂	75.38	75.12	69.50	70.22	68.81	78.09	74.35	67.92	78.55	80.15
TiO ₂	0.42	0.26	0.30	0.17	0.26	0.12	0.18	0.27	0.22	0.29
Al ₂ O ₃	14.50	14.04	15.45	15.36	15.69	12.59	10.48	14.31	13.37	12.86
FeO*	2.56	2.55	4.67	4.77	4.77	1.51	3.70	4.83	1.71	1.11
MnO	0.14	0.08	0.03	0.06	0.15	0.24	0.03	0.17	0.09	0.02
MgO	0.67	0.80	0.12	0.13	0.09	0.33	0.03	0.15	0.31	0.17
CaO	2.80	2.90	1.12	1.10	1.14	1.93	0.28	1.16	1.92	1.33
Na ₂ O	3.29	3.28	4.99	4.87	4.53	3.55	3.85	4.69	3.12	3.17
K ₂ O	1.18	1.15	5.87	5.90	5.96	1.15	4.54	5.86	2.91	3.17
合計	100.93	100.16	102.05	102.57	101.41	99.50	97.43	99.36	102.20	102.27

試料		SK019					SK109			
SiO ₂	77.21	79.72	81.27	80.28	79.20	79.41	68.93	80.48	78.92	79.40
TiO ₂	0.32	0.43	0.20	0.26	0.19	0.22	0.40	0.36	0.13	0.15
Al ₂ O ₃	12.66	13.61	12.22	11.56	11.31	12.57	15.23	11.33	11.53	11.78
FeO*	1.72	1.65	1.37	1.26	1.63	0.89	4.91	2.29	1.25	1.44
MnO	0.24	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.05	0.18	0.00	0.03
MgO	0.34	0.19	0.22	0.18	0.13	0.08	0.12	0.61	0.08	0.06
CaO	1.97	1.86	1.02	1.12	0.99	0.63	1.17	1.43	0.92	1.03
Na ₂ O	2.27	3.20	3.14	3.55	1.64	2.55	4.32	3.40	3.02	3.02
K ₂ O	4.88	1.60	3.01	2.84	6.37	5.27	5.90	1.56	3.02	3.07
合計	101.61	102.25	102.45	101.07	101.45	101.62	101.04	101.63	98.86	99.98

試料		SK109						SK113		
SiO ₂	77.48	77.55	77.76	77.98	76.73	75.94	76.29	69.38	79.26	75.68
TiO ₂	0.14	0.10	0.17	0.22	0.31	0.28	0.20	0.40	0.20	0.14
Al ₂ O ₃	13.78	14.04	10.11	12.16	12.14	13.15	12.75	14.77	12.76	10.68
FeO*	1.03	1.20	4.00	1.28	1.67	2.05	1.58	4.58	1.68	3.88
MnO	0.11	0.04	0.00	0.07	0.07	0.08	0.20	0.00	0.01	0.16
MgO	0.13	0.09	0.00	0.15	0.27	0.43	0.24	0.07	0.31	0.07
CaO	0.84	0.84	0.21	1.83	1.78	2.67	1.71	1.04	1.88	0.33
Na ₂ O	2.69	2.82	4.20	3.57	3.38	3.12	2.95	4.95	3.61	4.44
K ₂ O	6.35	6.41	5.09	1.54	1.35	1.42	1.45	6.11	1.45	4.92
合計	102.55	103.08	101.55	98.80	97.70	99.14	97.35	101.27	101.15	100.29

試料		SK113									
SiO ₂	76.29	68.08	69.50	77.21	76.70	68.93	73.01	78.69	71.28	62.97	73.96
TiO ₂	0.30	0.30	0.33	0.25	0.21	0.34	0.37	0.34	0.34	0.38	0.36
Al ₂ O ₃	12.43	15.76	15.28	12.11	10.89	14.21	13.81	12.13	14.95	13.80	13.42
FeO*	1.39	4.27	4.77	1.49	4.02	4.93	4.35	1.33	4.40	4.35	4.17
MnO	0.08	0.08	0.20	0.17	0.00	0.07	0.05	0.05	0.13	0.10	0.15
MgO	0.28	0.05	0.01	0.25	0.01	0.13	0.10	0.16	0.16	0.02	0.01
CaO	1.85	1.19	1.08	1.72	0.23	1.07	0.70	0.98	0.92	0.94	0.50
Na ₂ O	3.79	4.45	5.02	3.65	4.58	4.77	4.95	2.92	4.66	3.95	5.07
K ₂ O	1.13	6.02	5.86	1.38	4.76	5.94	5.30	3.20	5.71	5.44	5.09
合計	97.56	100.20	102.04	98.25	101.39	100.38	102.64	99.79	102.54	91.96	102.72

試料		SK113					SK145				
SiO ₂	70.58	75.90	77.75	79.68	69.60	74.50	74.14	76.38	74.61	75.80	
TiO ₂	0.28	0.29	0.21	0.22	0.28	0.27	0.31	0.40	0.59	0.30	
Al ₂ O ₃	15.43	12.30	10.90	11.40	15.34	13.87	15.33	13.03	13.95	13.50	
FeO*	4.78	1.74	4.07	1.47	4.76	1.77	1.64	1.87	2.75	1.82	
MnO	0.12	0.06	0.23	0.13	0.13	0.05	0.23	0.05	0.09	0.04	
MgO	0.10	0.39	0.05	0.13	0.06	0.40	0.31	0.44	0.78	0.49	
CaO	1.11	1.90	0.21	1.01	1.01	2.18	3.03	2.36	2.79	2.24	
Na ₂ O	4.81	3.47	4.54	3.11	4.18	3.18	3.07	3.60	3.34	3.10	
K ₂ O	6.15	1.38	4.78	2.98	5.39	1.43	1.25	1.23	1.31	1.23	
合計	103.36	97.43	102.73	100.14	100.75	97.65	99.30	99.36	100.20	98.53	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 - 6 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	SK165									
SiO ₂	78.11	78.35	78.76	73.98	73.20	78.28	77.43	75.96	77.18	75.82
TiO ₂	0.18	0.10	0.08	0.50	0.32	0.24	0.30	0.23	0.23	0.04
Al ₂ O ₃	10.97	11.60	12.12	13.46	13.38	12.71	12.86	13.11	12.96	12.35
FeO*	1.24	1.22	1.37	2.29	2.42	1.49	1.30	1.80	1.49	0.73
MnO	0.00	0.08	0.05	0.00	0.16	0.11	0.09	0.04	0.00	0.09
MgO	0.20	0.11	0.17	0.48	0.54	0.24	0.14	0.27	0.26	0.04
CaO	1.25	1.26	1.20	2.67	2.80	2.01	1.98	2.08	1.89	0.37
Na ₂ O	3.05	2.86	2.76	3.30	3.14	3.11	3.35	3.15	3.29	3.15
K ₂ O	2.34	2.49	2.34	1.15	1.21	1.43	1.20	1.43	1.44	4.43
合計	97.33	98.07	98.86	97.83	97.18	99.60	98.64	98.07	98.66	97.00

試料	SK166										
SiO ₂	78.21	69.24	70.13	77.69	76.65	80.94	70.55	69.94	76.77	76.13	77.35
TiO ₂	0.17	0.31	0.34	0.20	0.25	0.19	0.33	0.42	0.29	0.22	0.17
Al ₂ O ₃	13.20	15.01	14.64	11.87	12.52	12.09	15.61	15.49	12.11	10.72	11.16
FeO*	1.51	4.73	4.44	1.52	1.83	1.35	4.54	4.49	3.79	4.03	4.21
MnO	0.07	0.23	0.20	0.11	0.05	0.08	0.17	0.29	0.12	0.14	0.03
MgO	0.24	0.18	0.13	0.30	0.34	0.11	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
CaO	1.59	1.02	0.89	1.53	2.14	1.34	0.97	1.01	0.37	0.33	0.20
Na ₂ O	2.87	3.80	4.02	2.87	2.78	2.45	4.21	4.15	4.01	3.89	3.93
K ₂ O	1.28	6.13	5.58	1.44	1.09	2.34	5.61	5.79	4.71	4.80	4.68
合計	99.14	100.63	100.37	97.50	97.66	100.87	101.98	101.57	102.25	100.25	101.72

試料	SK166							SK167		
SiO ₂	77.62	77.30	80.44	81.73	81.13	76.00	69.64	76.43	78.02	75.96
TiO ₂	0.27	0.22	0.18	0.20	0.20	0.27	0.48	0.30	0.39	0.17
Al ₂ O ₃	11.09	10.31	12.35	11.44	12.39	11.94	15.35	12.78	12.15	11.73
FeO*	4.02	4.04	1.63	1.21	1.55	4.23	5.11	1.22	1.74	3.86
MnO	0.08	0.00	0.06	0.01	0.19	0.00	0.22	0.22	0.08	0.16
MgO	0.02	0.02	0.08	0.15	0.14	0.03	0.09	0.34	0.26	0.02
CaO	0.24	0.28	1.47	1.39	1.24	0.51	1.26	1.65	1.70	0.32
Na ₂ O	3.61	4.49	3.30	2.29	2.90	3.73	4.34	3.56	3.26	4.23
K ₂ O	4.84	4.46	2.29	2.26	2.25	5.72	5.69	1.22	1.33	4.99
合計	101.78	101.11	101.79	100.67	101.98	102.44	102.17	97.71	98.93	101.43

試料	SK167						SK168			
SiO ₂	68.55	68.88	75.99	74.91	66.14	74.40	78.29	79.04	75.63	79.44
TiO ₂	0.26	0.30	0.20	0.25	0.38	0.39	0.21	0.12	0.21	0.14
Al ₂ O ₃	14.82	16.06	13.04	10.88	15.20	13.47	11.46	44.65	12.92	10.96
FeO*	4.74	4.60	1.70	3.80	4.53	1.99	1.19	1.26	2.43	4.55
MnO	0.30	0.10	0.08	0.10	0.00	0.11	0.08	0.08	0.12	0.04
MgO	0.13	0.05	0.40	0.00	0.16	0.32	0.14	0.11	0.27	0.00
CaO	1.10	1.15	1.94	0.22	1.17	2.27	1.37	1.30	1.94	0.25
Na ₂ O	4.52	4.48	3.42	4.23	4.82	3.69	2.64	3.13	3.21	1.59
K ₂ O	5.87	5.63	1.45	4.67	5.56	1.12	2.36	2.36	1.35	4.89
合計	100.28	101.27	98.23	99.03	98.06	97.85	97.73	99.06	98.07	101.85

試料	SK168										
SiO ₂	78.61	79.76	79.76	80.20	78.69	78.55	71.80	78.12	77.53	80.82	80.05
TiO ₂	0.26	0.16	0.31	0.30	0.51	0.38	0.21	0.24	0.22	0.14	0.19
Al ₂ O ₃	10.38	12.59	12.56	12.82	13.05	12.77	13.73	10.66	12.78	11.51	13.06
FeO*	3.89	1.57	1.33	1.94	1.88	1.66	4.38	4.30	1.62	1.15	1.64
MnO	0.22	0.01	0.14	0.23	0.07	0.07	0.16	0.12	0.00	0.01	0.09
MgO	0.03	0.29	0.36	0.34	0.33	0.26	0.00	0.09	0.39	0.17	0.29
CaO	0.21	1.81	1.84	1.73	2.10	2.00	0.54	0.25	1.97	1.29	1.75
Na ₂ O	4.05	3.31	3.39	3.25	3.24	3.58	4.25	4.06	3.23	1.78	2.72
K ₂ O	4.83	1.23	1.30	1.23	1.40	1.46	5.04	4.61	1.32	2.29	1.23
合計	102.48	100.72	100.97	102.04	101.27	100.73	100.10	102.46	99.06	99.16	101.03

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-7 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	SK168		SK196								
SiO ₂	78.25	81.10	80.01	78.77	80.29	78.96	80.07	78.54	79.01	79.34	
TiO ₂	0.14	0.33	0.23	0.29	0.22	0.26	0.16	0.16	0.09	0.13	
Al ₂ O ₃	12.78	12.64	12.93	11.96	12.57	12.97	12.82	11.32	11.83	11.94	
FeO*	1.48	1.64	1.67	1.80	1.43	1.55	1.58	1.48	1.52	1.43	
MnO	0.06	0.00	0.00	0.06	0.07	0.08	0.01	0.02	0.05	0.00	
MgO	0.17	0.38	0.29	0.15	0.12	0.24	0.21	0.13	0.18	0.12	
CaO	1.63	1.71	1.88	1.72	1.86	1.82	1.90	1.27	1.22	1.21	
Na ₂ O	2.35	1.63	3.39	3.31	3.48	3.50	3.61	3.08	3.12	2.93	
K ₂ O	1.18	1.21	1.20	1.18	1.32	1.38	1.25	2.12	2.33	2.10	
合計	98.04	100.63	101.60	99.24	101.35	100.76	101.61	98.11	99.34	99.20	

試料	SK196									
SiO ₂	77.68	77.45	76.50	75.88	76.06	77.22	76.14	76.66	76.08	76.61
TiO ₂	0.06	0.29	0.19	0.34	0.31	0.13	0.33	0.50	0.44	0.24
Al ₂ O ₃	12.74	13.28	12.51	13.01	12.33	13.00	12.90	14.56	14.34	12.60
FeO*	0.57	1.56	1.60	1.54	1.77	1.58	1.78	2.77	2.31	1.66
MnO	0.07	0.14	0.01	0.03	0.14	0.17	0.12	0.10	0.07	0.08
MgO	0.10	0.16	0.34	0.22	0.30	0.42	0.47	0.57	0.61	0.23
CaO	0.64	1.87	1.86	1.95	1.84	1.80	1.99	2.99	3.06	1.94
Na ₂ O	3.14	3.01	3.33	2.87	3.08	3.87	3.25	3.19	3.90	3.53
K ₂ O	4.85	1.32	1.25	1.28	1.38	1.32	1.12	1.26	1.26	1.41
合計	99.84	99.08	97.59	97.11	97.21	99.52	98.19	102.60	102.06	98.29

試料	SK196	SD014									
SiO ₂	76.31	75.50	75.94	69.24	68.16	67.52	75.62	75.69	68.51	65.11	
TiO ₂	0.34	0.21	0.26	0.43	0.27	0.71	0.21	0.10	0.35	0.66	
Al ₂ O ₃	12.76	10.26	10.36	15.33	15.54	15.83	10.21	9.99	15.62	15.37	
FeO*	1.97	4.33	4.18	4.81	4.94	4.69	3.55	4.07	4.84	4.73	
MnO	0.05	0.05	0.05	0.11	0.15	0.12	0.09	0.08	0.12	0.17	
MgO	0.43	0.00	0.04	0.12	0.03	0.32	0.02	0.10	0.17	0.11	
CaO	2.22	0.23	0.23	1.11	1.06	1.49	0.20	0.21	1.22	1.29	
Na ₂ O	3.71	3.58	3.50	3.99	4.23	3.67	3.58	3.84	4.95	4.57	
K ₂ O	1.20	4.61	4.73	5.75	6.04	5.91	4.68	4.88	6.08	6.02	
合計	98.98	98.75	99.29	100.88	100.42	100.26	98.16	98.95	101.87	98.03	

試料	SD014				SD038					
SiO ₂	69.83	75.14	75.78	77.47	77.14	69.96	76.99	77.66	78.45	70.21
TiO ₂	0.61	0.30	0.38	0.21	0.12	0.31	0.17	0.17	0.20	0.21
Al ₂ O ₃	15.63	12.01	13.23	13.09	10.92	15.52	11.17	10.78	12.96	15.84
FeO*	4.67	4.45	1.88	2.08	4.08	5.32	4.09	4.06	1.92	4.75
MnO	0.03	0.09	0.08	0.09	0.09	0.00	0.04	0.05	0.11	0.07
MgO	0.18	0.05	0.34	0.33	0.12	0.04	0.00	0.00	0.35	0.11
CaO	1.14	0.43	2.13	2.03	0.27	1.01	0.23	0.21	1.91	1.10
Na ₂ O	3.79	3.82	3.49	3.57	4.49	4.58	4.34	4.26	3.82	4.69
K ₂ O	5.94	4.75	1.25	1.27	4.48	6.11	4.68	4.68	1.48	6.02
合計	101.82	101.03	98.55	100.13	101.69	102.84	101.70	101.85	101.20	102.99

試料	SD038									
SiO ₂	76.79	74.96	76.86	68.57	70.39	77.58	76.52	69.55	68.69	75.48
TiO ₂	0.15	0.29	0.19	0.23	0.04	0.06	0.21	0.24	0.29	0.13
Al ₂ O ₃	10.91	12.19	11.30	16.07	15.72	11.58	10.63	15.53	16.12	10.93
FeO*	4.06	4.30	4.14	4.72	5.05	1.64	4.07	4.70	5.18	3.96
MnO	0.08	0.11	0.17	0.10	0.09	0.00	0.04	0.09	0.20	0.03
MgO	0.00	0.14	0.01	0.15	0.00	0.21	0.04	0.21	0.18	0.00
CaO	0.22	0.50	0.28	1.19	1.03	1.20	0.19	1.07	1.15	0.22
Na ₂ O	4.26	4.03	4.58	4.59	4.52	3.17	4.08	4.73	4.21	3.99
K ₂ O	4.69	5.15	4.86	6.13	5.92	1.58	4.90	5.88	6.20	4.89
合計	101.16	101.68	102.37	101.76	102.74	97.01	100.67	102.00	102.22	99.62

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 - 8 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	SD057-2										
SiO ₂	74.79	73.77	76.33	76.96	77.13	67.05	69.12	74.95	76.93	69.24	68.60
TiO ₂	0.29	0.10	0.30	0.11	0.19	0.27	0.42	0.15	0.22	0.30	0.35
Al ₂ O ₃	10.95	10.81	10.92	11.00	10.99	15.50	13.78	10.41	10.87	14.52	15.17
FeO*	4.26	3.98	4.15	4.12	4.32	4.61	4.51	4.07	3.93	4.89	4.61
MnO	0.05	0.14	0.24	0.13	0.06	0.14	0.09	0.08	0.05	0.03	0.11
MgO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.09	0.00	0.04	0.12	0.13
CaO	0.25	0.24	0.24	0.24	0.26	0.95	0.85	0.21	0.29	1.23	1.23
Na ₂ O	4.35	3.87	3.75	3.85	3.94	3.91	4.10	3.75	3.36	4.05	4.80
K ₂ O	4.59	4.42	4.81	4.72	4.96	5.59	5.61	4.54	4.71	5.86	5.89
合計	99.52	97.32	100.72	101.15	101.13	98.08	98.56	98.16	100.40	100.24	100.89

試料	SD057-2							SD057-3		
SiO ₂	68.64	69.56	69.52	70.23	70.03	76.83	68.87	76.84	77.23	76.10
TiO ₂	0.38	0.31	0.28	0.41	0.23	0.18	0.45	0.12	0.13	0.26
Al ₂ O ₃	15.05	15.03	15.46	14.95	14.80	10.56	14.38	10.61	10.75	9.96
FeO*	4.42	4.87	4.39	4.85	4.23	3.88	4.87	4.14	4.24	4.21
MnO	0.20	0.22	0.14	0.09	0.14	0.28	0.25	0.06	0.00	0.00
MgO	0.10	0.05	0.07	0.10	0.06	0.09	0.06	0.00	0.01	0.00
CaO	1.09	1.14	1.07	1.38	1.12	0.26	1.09	0.19	0.19	0.28
Na ₂ O	3.98	4.59	4.66	4.11	4.28	4.28	4.01	4.52	4.42	4.46
K ₂ O	5.72	5.89	5.80	6.30	6.11	4.76	5.94	4.53	4.79	4.76
合計	99.57	101.66	101.39	102.40	101.04	101.11	99.91	100.99	101.74	100.05

試料	SD057-3										
SiO ₂	75.83	77.88	75.14	70.30	69.88	68.59	78.32	68.67	77.20	70.49	
TiO ₂	0.33	0.31	0.38	0.25	0.24	0.29	0.37	0.45	0.15	0.36	
Al ₂ O ₃	13.05	10.91	12.89	14.77	15.11	15.39	11.89	14.98	10.37	15.14	
FeO*	1.89	4.13	1.72	4.67	4.84	5.05	1.72	4.97	3.91	4.88	
MnO	0.23	0.11	0.01	0.06	0.10	0.04	0.00	0.12	0.14	0.09	
MgO	0.43	0.00	0.44	0.00	0.14	0.15	0.24	0.07	0.00	0.00	
CaO	2.31	0.21	2.08	1.00	1.03	1.07	1.78	1.12	0.22	1.01	
Na ₂ O	3.58	4.17	3.61	4.79	4.82	4.64	2.97	4.73	4.20	4.92	
K ₂ O	1.30	4.76	1.32	6.01	5.60	6.08	1.31	5.79	4.44	5.83	
合計	98.94	102.48	97.58	101.85	101.76	101.30	98.59	100.89	100.65	102.72	

試料	2										
SiO ₂	71.8	67.8	71.8	68.4	68.9	71.1	69.3	67.9	70.8	75.2	70.1
TiO ₂	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.4	0.5	0.2	0.5	0.1	0.3
Al ₂ O ₃	12.2	15.1	12.4	14.2	13.7	13.2	15.3	15.2	15.1	9.4	14.3
FeO*	4.2	5.5	4.8	5.4	4.7	5.1	6.1	5.2	5.1	4.9	5.3
MnO	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1
MgO	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1
CaO	0.5	1.2	0.6	0.9	0.6	0.7	1.2	1.3	1.1	0.1	1.0
Na ₂ O	5.5	5.7	5.5	6.2	6.0	5.8	5.8	5.8	5.9	5.5	6.0
K ₂ O	5.2	5.5	4.9	5.4	5.2	5.2	5.8	5.6	5.7	4.6	5.8
合計	99.8	101.5	100.2	101.0	99.4	101.6	104.3	101.5	104.4	99.9	103.1

試料	2							3		
SiO ₂	68.01	70.05	73.96	67.35	70.71	67.88	71.23	69.42	70.68	62.25
TiO ₂	0.30	0.29	0.22	0.28	0.39	0.37	0.31	0.22	0.22	1.31
Al ₂ O ₃	15.02	13.69	12.11	15.16	14.51	15.37	11.69	14.75	11.75	16.06
FeO*	5.32	4.94	4.93	5.49	5.07	5.39	4.68	5.15	4.48	5.98
MnO	0.27	0.24	0.00	0.11	0.13	0.11	0.15	0.09	0.09	0.00
MgO	0.19	0.09	0.01	0.13	0.15	0.16	0.00	0.09	0.00	1.45
CaO	1.03	0.85	0.15	1.19	1.08	1.10	0.41	1.00	0.51	3.46
Na ₂ O	6.45	5.95	5.54	3.56	6.13	6.45	5.80	5.98	5.69	5.16
K ₂ O	5.45	5.24	5.60	5.71	5.37	5.51	4.66	5.43	4.49	5.42
合計	102.03	101.35	102.51	98.97	103.51	102.32	98.92	102.12	97.89	101.10

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 - 9 分析したガラスの化学組成 (つづき)。

試料	3										
SiO ₂	59.34	68.26	76.24	69.21	66.85	69.17	65.74	69.56	70.85	68.64	76.49
TiO ₂	0.28	0.30	0.20	0.40	0.47	0.31	0.45	0.36	0.35	0.33	0.31
Al ₂ O ₃	11.86	14.34	10.45	15.16	14.72	14.82	15.09	11.87	14.38	14.54	12.66
FeO*	4.27	4.94	4.59	5.59	5.50	5.02	5.62	5.41	5.03	5.31	1.83
MnO	0.03	0.09	0.11	0.25	0.06	0.08	0.14	0.03	0.13	0.10	0.07
MgO	0.02	0.08	0.01	0.12	0.12	0.16	0.21	0.05	0.10	0.12	0.38
CaO	0.76	0.90	0.10	0.99	1.16	1.08	1.26	0.38	0.68	0.89	2.08
Na ₂ O	5.20	5.62	6.18	6.10	6.29	6.02	6.22	2.15	6.26	6.41	4.41
K ₂ O	4.86	5.29	4.43	5.63	5.61	5.47	5.15	3.64	5.37	5.10	1.05
合計	86.62	99.82	102.31	103.44	100.77	102.14	99.87	93.44	103.16	101.42	99.27

試料	3						4			
SiO ₂	68.68	68.48	63.23	71.07	69.19	70.82	67.98	65.59	73.08	66.11
TiO ₂	0.45	0.32	0.58	0.48	0.34	0.23	0.27	0.27	0.30	0.32
Al ₂ O ₃	15.15	15.51	14.30	16.04	14.36	14.70	10.87	14.10	9.98	14.65
FeO*	5.72	5.47	5.16	5.96	5.59	5.35	4.27	4.62	4.22	5.04
MnO	0.19	0.04	0.13	0.09	0.12	0.08	0.02	0.24	0.13	0.08
MgO	0.16	0.08	0.15	0.05	0.07	0.12	0.02	0.08	0.00	0.09
CaO	1.16	1.31	1.06	1.01	0.78	1.02	0.20	1.06	0.16	1.13
Na ₂ O	6.01	6.24	5.20	6.56	6.07	6.13	5.50	5.78	5.17	5.58
K ₂ O	5.48	5.68	5.27	5.63	5.33	5.32	4.20	4.97	4.37	5.39
合計	102.99	103.12	95.07	106.88	101.85	103.76	93.32	96.69	97.40	98.37

試料	4										
SiO ₂	70.42	65.09	68.59	69.20	72.14	70.29	70.78	72.26	71.89	67.54	68.62
TiO ₂	0.32	0.38	0.26	0.30	0.08	0.21	0.19	0.19	0.22	0.17	0.09
Al ₂ O ₃	11.38	14.50	13.66	12.88	10.51	9.82	11.32	9.71	11.48	10.18	9.53
FeO*	1.91	4.67	4.97	4.54	4.58	4.49	1.61	4.35	1.83	3.83	4.27
MnO	0.03	0.14	0.13	0.15	0.20	0.12	0.13	0.13	0.17	0.09	0.16
MgO	0.33	0.19	0.13	0.02	0.00	0.04	0.36	0.00	0.41	0.01	0.00
CaO	1.85	1.26	0.75	0.72	0.23	0.30	1.62	0.20	1.60	0.29	0.19
Na ₂ O	4.07	5.50	5.72	5.32	5.63	5.06	4.36	4.96	3.86	4.77	5.00
K ₂ O	1.17	5.54	4.69	4.89	3.98	4.00	1.01	3.89	1.06	3.93	4.16
合計	91.47	97.28	98.90	98.01	97.35	94.32	91.37	95.67	92.51	90.81	92.03

試料	4		5							
SiO ₂	70.81	72.03	68.07	66.66	73.57	72.47	72.07	73.75	71.16	72.09
TiO ₂	0.27	0.23	0.42	0.55	0.27	0.27	0.29	0.05	0.39	0.15
Al ₂ O ₃	11.45	9.53	14.76	15.00	10.59	10.14	12.79	10.37	11.97	9.86
FeO*	1.25	4.00	6.01	5.79	4.73	4.87	4.94	4.84	5.41	4.63
MnO	0.12	0.00	0.08	0.07	0.01	0.09	0.16	0.03	0.13	0.04
MgO	0.23	0.00	0.08	0.21	0.01	0.00	0.12	0.00	0.11	0.12
CaO	1.72	0.12	1.00	1.32	0.21	0.24	0.56	0.20	0.65	0.30
Na ₂ O	3.93	5.36	6.10	5.74	5.07	5.00	5.46	5.18	5.45	2.98
K ₂ O	1.12	3.69	5.49	5.74	4.73	4.21	5.00	4.48	5.10	4.73
合計	90.89	94.96	102.00	101.07	99.18	97.28	101.40	98.88	100.36	94.89

試料	5								6	
SiO ₂	75.61	76.82	69.12	63.04	73.18	67.32	67.31	69.51	72.60	71.64
TiO ₂	0.22	0.12	0.14	0.46	0.08	0.29	0.52	0.45	0.40	0.16
Al ₂ O ₃	10.65	10.21	10.67	14.70	8.58	11.47	14.60	14.19	12.09	13.09
FeO*	4.61	4.63	4.37	5.61	4.65	4.57	5.77	5.14	5.03	4.24
MnO	0.00	0.00	0.13	0.00	0.10	0.09	0.13	0.09	0.12	0.14
MgO	0.06	0.02	0.00	0.12	0.00	0.07	0.16	0.08	0.12	0.00
CaO	0.17	0.23	0.32	1.32	0.26	0.26	1.16	0.70	0.49	0.53
Na ₂ O	5.53	5.28	5.25	5.28	5.49	5.00	5.96	5.87	5.52	5.48
K ₂ O	4.46	4.30	4.25	5.10	4.42	4.09	5.67	5.19	4.45	4.67
合計	101.28	101.61	94.25	95.63	96.75	93.16	101.28	101.20	100.82	99.95

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-10 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	6										
SiO ₂	75.63	67.56	73.12	68.63	65.90	73.15	65.46	68.18	68.36	69.09	65.95
TiO ₂	0.20	0.42	0.41	0.45	0.26	0.23	0.44	0.40	0.39	0.51	0.54
Al ₂ O ₃	10.49	15.21	10.11	13.96	15.31	11.50	13.98	14.61	14.82	14.38	15.76
FeO*	4.54	5.73	4.55	5.47	5.09	4.68	5.21	5.12	5.15	5.69	5.37
MnO	0.19	0.18	0.08	0.08	0.17	0.04	0.13	0.04	0.01	0.19	0.03
MgO	0.00	0.09	0.03	0.09	0.18	0.05	0.02	0.09	0.18	0.13	0.09
CaO	0.25	1.10	0.28	1.00	1.17	0.29	1.07	0.90	1.03	0.88	1.05
Na ₂ O	5.86	6.09	5.10	5.97	5.98	5.88	5.68	5.68	6.16	5.65	5.96
K ₂ O	4.12	5.27	4.03	5.09	5.31	4.46	5.04	5.37	4.96	5.63	5.62
合計	101.26	101.66	97.71	100.75	99.35	100.28	97.02	100.40	101.06	102.14	100.36

試料	6			7							
SiO ₂	74.57	73.86	68.67	68.66	68.96	70.88	65.40	66.38	67.53	65.89	
TiO ₂	0.16	0.23	0.42	0.48	0.19	0.48	0.46	0.23	0.32	0.30	
Al ₂ O ₃	10.33	10.44	15.19	14.30	14.39	12.07	14.73	14.21	14.66	13.50	
FeO*	4.57	4.63	5.07	4.98	4.93	5.25	5.70	5.22	4.94	5.36	
MnO	0.02	0.04	0.00	0.15	0.08	0.16	0.07	0.06	0.06	0.09	
MgO	0.00	0.05	0.11	0.12	0.11	0.07	0.11	0.07	0.16	0.11	
CaO	0.18	0.32	1.07	1.12	0.73	0.84	1.13	1.08	1.12	0.99	
Na ₂ O	5.24	5.48	5.92	5.68	6.22	4.73	5.60	5.82	6.13	5.43	
K ₂ O	4.25	4.29	5.60	5.08	4.72	5.31	5.31	5.56	5.60	5.32	
合計	99.31	99.33	102.06	100.55	100.32	99.80	98.49	98.62	100.52	96.99	

試料	7								8	
SiO ₂	69.01	70.79	67.24	73.26	68.64	66.35	71.58	73.87	74.05	64.81
TiO ₂	0.19	0.19	0.31	0.37	0.31	0.43	0.06	0.38	0.27	0.19
Al ₂ O ₃	9.84	10.11	13.70	10.10	9.78	15.09	10.31	9.90	10.64	14.91
FeO*	3.89	4.18	4.94	4.48	4.21	5.42	4.29	4.81	4.67	5.84
MnO	0.04	0.00	0.12	0.01	0.13	0.14	0.08	0.00	0.16	0.19
MgO	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.04
CaO	0.26	0.30	0.84	0.21	0.22	1.08	0.18	0.25	0.25	1.12
Na ₂ O	5.22	5.31	5.77	5.44	5.05	5.68	5.18	4.99	5.35	5.49
K ₂ O	3.97	3.74	5.25	3.91	3.78	5.20	3.92	3.97	4.08	5.18
合計	92.42	94.66	98.16	97.77	92.12	99.39	95.62	98.18	99.48	97.75

試料	8										
SiO ₂	73.99	74.88	66.89	66.33	74.37	68.62	71.83	71.86	69.84	68.46	65.32
TiO ₂	0.29	0.15	0.45	0.72	0.15	0.35	0.30	0.20	0.34	0.50	0.54
Al ₂ O ₃	10.13	12.21	14.37	7.30	10.77	14.69	10.10	9.32	13.59	15.25	13.64
FeO*	4.64	1.62	5.01	10.73	4.14	5.19	4.22	4.12	5.06	5.27	4.76
MnO	0.07	0.09	0.05	0.21	0.04	0.07	0.03	0.08	0.13	0.11	0.08
MgO	0.01	0.39	0.09	4.00	0.08	0.08	0.00	0.02	0.11	0.05	0.03
CaO	0.17	1.66	0.98	8.15	0.16	1.06	0.12	0.26	0.78	1.22	1.13
Na ₂ O	5.47	4.62	5.87	3.78	5.51	6.16	5.28	4.87	5.65	6.51	6.01
K ₂ O	4.41	1.27	5.57	2.55	4.52	5.54	4.08	4.24	5.11	5.75	5.90
合計	99.17	96.87	99.29	103.78	99.72	101.75	95.95	94.96	100.61	103.11	97.40

試料	8		9								
SiO ₂	66.185	65.548	74.05	69.07	69.15	69.07	69.05	76.68	70.58	68.28	
TiO ₂	0.339	0.332	0.19	0.28	0.33	0.43	0.23	0.32	0.46	0.43	
Al ₂ O ₃	13.227	14.926	10.52	13.84	15.51	14.70	15.05	12.00	14.47	14.70	
FeO*	4.663	4.756	4.76	5.50	6.03	5.59	5.81	1.50	5.22	5.82	
MnO	0.191	0.158	0.19	0.15	0.09	0.15	0.22	0.13	0.04	0.02	
MgO	0.058	0.151	0.09	0.12	0.12	0.14	0.07	0.43	0.00	0.19	
CaO	1.02	1.21	0.30	1.11	1.18	1.19	1.09	1.67	1.05	1.13	
Na ₂ O	5.201	5.92	5.61	6.07	6.43	6.11	6.34	4.88	6.28	5.53	
K ₂ O	5.182	5.595	4.20	5.46	5.68	5.56	5.24	1.15	5.35	5.55	
合計	96.066	98.596	99.91	101.59	104.53	102.92	103.10	98.75	103.45	101.64	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-11 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	9										
SiO ₂	76.15	76.71	67.29	75.22	77.58	65.02	71.68	69.51	77.38	75.83	75.38
TiO ₂	0.28	0.18	0.47	0.14	0.20	0.40	0.22	0.49	0.18	0.20	0.22
Al ₂ O ₃	10.67	10.94	15.68	10.86	10.66	13.43	13.44	15.29	10.39	10.32	10.34
FeO*	4.99	4.95	5.73	4.97	4.75	4.62	4.89	5.53	4.87	5.19	4.68
MnO	0.11	0.12	0.12	0.03	0.15	0.08	0.29	0.00	0.05	0.09	0.08
MgO	0.00	0.10	0.24	0.02	0.02	0.14	0.00	0.07	0.03	0.02	0.02
CaO	0.26	0.23	1.30	0.26	0.18	0.88	0.54	1.06	0.19	0.29	0.26
Na ₂ O	5.40	5.74	6.53	5.72	5.98	5.91	5.87	6.48	5.45	5.90	6.21
K ₂ O	4.12	3.98	5.69	4.66	4.21	4.57	4.93	5.65	4.60	4.68	4.80
合計	101.97	102.94	103.05	101.86	103.71	95.06	101.86	104.07	103.14	102.51	101.99

試料	9	10									
SiO ₂	66.70	70.52	68.47	65.81	65.85	65.17	66.66	67.69	63.64	67.40	
TiO ₂	0.61	0.17	0.38	0.40	0.35	0.35	0.44	0.30	0.36	0.33	
Al ₂ O ₃	15.65	9.98	14.08	14.15	13.91	14.55	13.42	13.57	14.74	14.12	
FeO*	6.03	4.17	5.66	5.14	4.88	4.62	4.89	4.30	5.99	5.42	
MnO	0.01	0.13	0.15	0.06	0.29	0.22	0.13	0.15	0.20	0.07	
MgO	0.24	0.00	0.15	0.09	0.02	0.16	0.08	0.02	0.07	0.04	
CaO	1.46	0.25	1.11	0.92	1.01	1.07	0.89	0.61	1.06	0.95	
Na ₂ O	6.64	5.29	5.66	5.78	5.78	5.74	5.86	5.84	6.47	6.06	
K ₂ O	6.05	4.25	5.54	5.02	5.72	5.24	4.60	4.71	5.38	4.91	
合計	103.39	94.76	101.19	97.37	97.80	97.12	96.97	97.19	97.91	99.28	

試料	10										
SiO ₂	73.68	65.70	68.55	68.53	54.77	72.54	74.03	64.66	67.30	71.78	68.10
TiO ₂	0.24	0.06	0.22	0.20	0.00	0.24	0.11	0.38	0.41	0.30	0.42
Al ₂ O ₃	10.21	18.10	12.76	12.22	27.54	10.55	10.03	15.87	14.88	10.84	13.03
FeO*	4.71	0.30	4.32	4.79	0.60	4.56	4.78	5.17	5.41	4.62	4.77
MnO	0.09	0.00	0.05	0.04	0.05	0.15	0.06	0.12	0.08	0.02	0.03
MgO	0.04	0.00	0.09	0.05	0.08	0.04	0.02	0.29	0.13	0.02	0.01
CaO	0.18	0.29	0.66	0.59	9.58	0.23	0.18	1.24	0.86	0.25	0.70
Na ₂ O	5.57	6.47	5.68	5.45	5.30	5.15	5.23	6.09	5.87	5.69	6.47
K ₂ O	4.37	6.93	4.87	4.86	0.12	4.22	4.51	5.54	5.30	4.42	4.73
合計	99.07	97.84	97.19	96.71	98.03	97.68	98.94	99.36	100.24	97.96	98.25

試料	11										
SiO ₂	74.18	72.77	66.46	65.39	66.49	74.52	71.72	66.38	74.18	75.49	69.74
TiO ₂	0.22	0.20	0.40	0.24	0.28	0.32	0.33	0.39	0.07	0.24	0.40
Al ₂ O ₃	10.42	10.91	15.10	14.48	14.58	12.01	13.18	13.39	10.54	9.51	14.67
FeO*	4.84	4.94	5.50	5.35	5.30	5.69	4.71	4.13	5.00	5.08	5.75
MnO	0.03	0.06	0.19	0.12	0.15	0.17	0.23	0.04	0.09	0.04	0.12
MgO	0.08	0.00	0.15	0.14	0.00	0.01	0.01	0.13	0.04	0.00	0.06
CaO	0.26	0.32	1.19	0.97	1.20	0.62	0.83	0.49	0.25	0.25	1.03
Na ₂ O	5.26	5.32	6.07	6.25	5.76	5.93	5.76	5.98	5.63	5.48	6.26
K ₂ O	4.41	4.35	5.89	5.29	5.41	4.55	4.87	4.86	4.33	4.19	5.19
合計	99.71	98.86	100.95	98.23	99.17	103.81	101.63	95.79	100.14	100.30	103.22

試料	11										
SiO ₂	73.60	75.11	67.41	76.00	74.31	64.38	67.65	74.58	65.61	69.38	75.23
TiO ₂	0.29	0.18	0.43	0.33	0.31	0.51	0.38	0.17	0.39	0.19	0.23
Al ₂ O ₃	10.95	10.24	15.42	9.59	10.47	15.16	15.58	11.04	15.13	13.86	9.95
FeO*	4.54	4.54	5.47	4.40	4.77	5.12	4.89	4.61	5.74	5.38	4.53
MnO	0.00	0.03	0.15	0.10	0.19	0.10	0.01	0.09	0.16	0.25	0.17
MgO	0.00	0.05	0.13	0.05	0.05	0.00	0.06	0.00	0.01	0.01	0.01
CaO	0.28	0.20	1.26	0.24	0.18	1.16	1.00	0.30	0.99	0.90	0.23
Na ₂ O	6.09	5.82	5.90	5.21	5.82	5.89	6.25	5.41	5.88	5.74	5.28
K ₂ O	4.30	4.26	5.54	4.38	4.52	5.31	5.59	4.04	5.50	5.64	4.87
合計	100.05	100.43	101.71	100.29	100.61	97.62	101.41	100.23	99.41	101.35	100.49

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 -12 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	11		12							
SiO ₂	71.93	67.86	74.99	73.09	69.16	73.22	74.87	66.54	67.96	68.10
TiO ₂	0.30	0.46	0.24	0.19	0.43	0.26	0.24	0.50	0.36	0.46
Al ₂ O ₃	9.60	15.76	10.73	10.36	15.40	11.18	10.39	15.15	15.28	14.79
FeO*	4.74	5.76	4.49	4.63	5.49	4.55	4.43	5.53	5.86	5.48
MnO	0.00	0.24	0.08	0.05	0.01	0.19	0.00	0.10	0.14	0.12
MgO	0.00	0.12	0.02	0.01	0.18	0.11	0.08	0.14	0.12	0.09
CaO	0.23	1.01	0.33	0.25	0.99	0.35	0.25	1.32	1.17	1.04
Na ₂ O	5.02	6.56	4.91	5.61	5.90	5.09	5.51	6.18	5.97	6.59
K ₂ O	4.36	5.73	4.66	4.53	5.67	4.96	4.17	5.40	4.86	5.21
合計	96.19	103.49	100.45	98.72	103.22	99.91	99.94	100.86	101.72	101.87

試料	12										
SiO ₂	68.08	69.30	71.04	68.33	70.17	69.95	73.12	65.17	75.36	69.14	69.41
TiO ₂	0.33	0.15	0.31	0.48	0.48	0.25	0.12	0.45	0.22	0.20	0.41
Al ₂ O ₃	13.90	12.57	11.51	14.47	12.85	14.05	10.16	14.97	10.31	15.31	14.93
FeO*	5.70	4.88	5.56	5.90	5.02	5.05	4.96	5.26	4.46	5.74	5.83
MnO	0.01	0.00	0.24	0.07	0.28	0.10	0.10	0.00	0.17	0.22	0.11
MgO	0.00	0.07	0.05	0.04	0.03	0.12	0.00	0.18	0.00	0.11	0.09
CaO	0.95	0.86	0.43	1.00	0.59	1.00	0.32	0.95	0.21	1.21	0.96
Na ₂ O	5.61	5.47	4.61	6.08	6.20	6.26	4.84	6.10	5.59	6.29	5.81
K ₂ O	5.01	5.07	4.41	5.21	5.12	4.96	4.33	5.22	4.20	4.92	5.02
合計	99.60	98.36	98.15	101.56	100.73	101.74	97.95	98.31	100.52	103.14	102.55

試料	12	13									
SiO ₂	69.35	75.06	71.55	70.10	69.64	69.36	67.31	68.61	75.00	68.74	
TiO ₂	0.42	0.19	0.32	0.38	0.29	0.31	0.29	0.52	0.09	0.35	
Al ₂ O ₃	15.18	10.54	13.36	14.69	14.06	13.10	14.67	14.88	10.04	15.14	
FeO*	5.81	5.06	4.94	5.62	5.16	4.46	5.34	5.59	4.67	5.79	
MnO	0.20	0.00	0.19	0.11	0.17	0.13	0.12	0.09	0.00	0.23	
MgO	0.12	0.05	0.11	0.16	0.05	0.12	0.01	0.10	0.00	0.16	
CaO	1.01	0.13	0.75	0.91	0.78	0.58	1.10	1.04	0.11	1.00	
Na ₂ O	3.42	5.12	5.79	5.59	5.85	5.90	6.26	6.32	5.32	6.52	
K ₂ O	5.98	4.25	4.83	5.38	5.36	5.02	5.09	5.70	4.24	5.49	
合計	101.48	100.40	101.84	102.94	101.36	98.97	100.17	102.85	99.47	103.41	

試料	13										
SiO ₂	68.27	66.50	69.51	72.27	75.29	66.50	67.33	67.33	67.54	67.75	69.57
TiO ₂	0.44	0.45	0.40	0.23	0.32	0.39	0.32	0.45	0.28	0.24	0.57
Al ₂ O ₃	14.31	14.68	14.31	12.03	9.99	15.83	14.62	15.35	14.91	14.58	15.05
FeO*	5.72	5.71	5.24	4.56	5.52	4.71	5.41	5.70	5.56	5.27	5.14
MnO	0.24	0.04	0.15	0.05	0.04	0.11	0.14	0.12	0.16	0.10	0.12
MgO	0.00	0.17	0.06	0.02	0.04	0.11	0.13	0.08	0.07	0.03	0.14
CaO	1.14	1.05	0.81	0.60	0.10	1.07	1.14	1.12	1.08	1.13	1.12
Na ₂ O	5.73	5.78	5.69	5.78	5.26	6.36	6.11	5.94	4.35	6.36	5.98
K ₂ O	5.31	5.34	5.25	4.90	4.45	5.83	5.58	5.79	6.00	4.83	4.91
合計	101.17	99.73	101.42	100.44	101.01	100.91	100.78	101.88	99.93	100.28	102.60

試料	14										
SiO ₂	69.30	67.98	66.67	66.12	66.09	68.85	67.34	73.38	66.39	67.62	73.98
TiO ₂	0.26	0.43	0.93	0.38	0.48	0.25	0.29	0.17	0.42	0.30	0.10
Al ₂ O ₃	14.14	14.29	14.02	13.64	14.88	14.60	14.82	10.33	14.02	14.37	10.31
FeO*	4.74	4.82	5.88	5.61	5.16	5.20	5.40	4.20	5.16	5.76	4.33
MnO	0.22	0.10	0.00	0.03	0.06	0.15	0.18	0.12	0.10	0.18	0.15
MgO	0.09	0.00	0.62	0.35	0.10	0.00	0.11	0.04	0.13	0.12	0.06
CaO	0.78	1.23	1.86	1.71	1.22	0.88	1.06	0.28	1.01	1.03	0.15
Na ₂ O	5.79	6.14	5.43	5.43	5.61	6.38	6.23	4.90	5.50	6.07	5.39
K ₂ O	4.85	5.12	4.73	4.86	5.36	5.41	5.34	4.16	5.32	5.61	4.28
合計	100.16	100.12	100.15	98.14	98.96	101.71	100.77	97.57	98.06	101.05	98.74

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-13 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	14					15				
SiO ₂	69.28	68.76	69.39	68.64	69.31	66.63	67.95	67.94	63.31	67.71
TiO ₂	0.20	0.43	0.54	0.27	0.34	0.32	0.49	0.31	0.27	0.44
Al ₂ O ₃	14.33	14.13	14.29	13.51	13.89	15.14	14.51	14.87	13.59	13.91
FeO*	4.73	5.38	5.73	5.75	5.10	5.01	5.49	5.20	5.34	5.77
MnO	0.07	0.04	0.18	0.15	0.08	0.26	0.21	0.19	0.11	0.15
MgO	0.07	0.04	0.09	0.12	0.05	0.12	0.09	0.14	0.08	0.17
CaO	0.84	1.04	0.93	0.98	0.77	1.28	0.97	1.16	1.07	1.09
Na ₂ O	6.04	5.75	3.14	6.16	3.43	5.67	5.82	6.16	5.97	5.76
K ₂ O	5.25	5.45	5.74	5.35	5.29	5.39	5.09	5.71	5.33	4.61
合計	100.81	101.02	100.03	100.92	98.26	99.83	100.63	101.68	95.05	99.60

試料	15										
SiO ₂	74.56	68.32	70.04	67.52	73.18	74.74	65.11	73.38	68.04	69.66	74.19
TiO ₂	0.12	0.37	0.15	0.39	0.30	0.37	0.54	0.19	0.52	0.33	0.01
Al ₂ O ₃	9.91	13.80	9.55	13.40	10.15	10.52	13.95	10.51	14.90	12.30	10.56
FeO*	4.26	5.58	4.48	5.59	4.72	4.72	6.19	4.78	5.57	4.75	5.15
MnO	0.06	0.22	0.00	0.17	0.01	0.21	0.17	0.00	0.01	0.12	0.05
MgO	0.00	0.08	0.01	0.12	0.04	0.05	0.41	0.00	0.16	0.19	0.03
CaO	0.26	0.90	0.24	0.96	0.10	0.23	1.81	0.22	1.01	0.64	0.26
Na ₂ O	5.21	6.29	5.32	6.27	5.17	5.41	5.83	5.24	6.75	5.94	3.26
K ₂ O	4.01	4.34	3.66	4.33	3.67	4.28	4.96	3.66	4.72	4.11	4.24
合計	98.40	99.90	93.43	98.73	97.33	100.54	98.97	97.96	101.67	98.03	97.74

試料	15			16						
SiO ₂	72.48	70.07	74.24	64.27	65.52	64.04	72.82	72.08	72.16	73.26
TiO ₂	0.23	0.23	0.20	0.45	0.40	0.30	0.27	0.18	0.32	0.27
Al ₂ O ₃	9.92	12.64	9.89	14.77	14.17	17.95	9.92	9.85	9.41	9.65
FeO*	5.02	4.44	4.50	5.56	5.23	2.89	4.50	4.58	4.57	4.58
MnO	0.05	0.10	0.00	0.13	0.27	0.10	0.08	0.09	0.03	0.10
MgO	0.02	0.06	0.06	0.12	0.15	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.17	0.52	0.09	1.14	0.98	1.26	0.21	0.24	0.29	0.36
Na ₂ O	5.45	5.73	5.27	5.96	6.26	6.13	5.56	5.06	5.26	5.05
K ₂ O	3.77	4.23	3.83	5.32	4.98	3.88	3.03	3.14	2.98	3.02
合計	97.12	98.01	98.10	97.74	97.97	96.74	96.39	95.21	95.02	96.29

試料	16										
SiO ₂	66.18	72.70	71.88	66.78	67.39	63.78	67.01	67.01	72.61	66.31	68.81
TiO ₂	0.67	0.27	0.27	0.36	0.35	1.06	0.36	0.30	0.17	0.39	0.20
Al ₂ O ₃	14.48	9.91	10.58	14.20	13.29	14.41	14.71	14.41	9.74	13.56	13.97
FeO*	5.26	4.37	4.45	5.39	4.90	5.98	5.34	5.01	4.44	5.32	4.06
MnO	0.03	0.00	0.10	0.17	0.19	0.10	0.14	0.17	0.14	0.14	0.13
MgO	0.10	0.00	0.08	0.05	0.12	0.94	0.11	0.09	0.01	0.04	0.05
CaO	1.18	0.21	0.40	0.97	0.68	3.25	1.02	1.08	0.23	0.97	0.32
Na ₂ O	5.83	5.50	5.51	6.26	5.61	5.40	5.61	5.61	5.55	6.13	6.29
K ₂ O	3.66	3.05	3.03	3.62	3.48	3.36	3.84	3.83	2.99	3.98	3.87
合計	97.37	96.00	96.30	97.79	96.01	98.28	98.13	97.51	95.87	96.84	97.68

試料	16	17								
SiO ₂	72.67	67.02	63.17	74.85	67.30	66.11	66.44	74.97	72.91	66.94
TiO ₂	0.13	0.48	1.20	0.32	0.54	0.59	0.30	0.22	0.19	0.57
Al ₂ O ₃	9.75	15.59	15.86	10.07	15.02	15.41	14.87	10.68	9.31	15.30
FeO*	5.12	5.66	7.01	5.00	5.79	6.20	5.46	4.41	4.65	5.31
MnO	0.19	0.10	0.07	0.04	0.04	0.21	0.11	0.01	0.09	0.14
MgO	0.04	0.22	1.27	0.02	0.06	0.33	0.12	0.00	0.02	0.06
CaO	0.31	1.32	4.05	0.25	1.16	1.45	1.50	0.17	0.26	1.09
Na ₂ O	5.26	5.85	6.78	5.35	5.92	5.59	6.07	5.16	5.60	6.03
K ₂ O	2.98	5.51	4.40	4.29	5.13	5.70	5.65	4.72	4.24	5.33
合計	96.45	101.74	103.81	100.21	100.94	101.59	100.51	100.34	97.26	100.79

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-14 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料		17									
SiO ₂	68.22	73.62	72.79	65.52	73.00	68.93	67.63	70.21	68.40	69.05	
TiO ₂	0.27	0.24	0.32	0.41	0.25	0.54	0.45	0.36	0.42	0.51	
Al ₂ O ₃	14.54	9.91	11.37	15.32	9.75	15.47	15.00	13.03	15.29	12.86	
FeO*	5.30	4.27	5.00	5.78	4.58	5.78	5.33	4.93	5.64	2.85	
MnO	0.00	0.06	0.01	0.11	0.10	0.15	0.17	0.12	0.20	0.11	
MgO	0.04	0.00	0.01	0.07	0.00	0.06	0.23	0.12	0.14	0.77	
CaO	0.98	0.20	0.49	1.20	0.25	0.93	1.08	0.79	1.11	2.58	
Na ₂ O	6.24	5.26	5.68	5.66	5.15	6.26	6.08	5.73	5.87	4.73	
K ₂ O	5.33	3.95	4.43	5.73	4.31	5.06	5.52	4.88	5.39	1.30	
合計	100.91	97.50	100.09	99.79	97.38	103.19	101.50	100.16	102.47	94.76	

試料		18									
SiO ₂	65.67	67.39	73.65	65.86	68.06	66.40	73.72	73.39	74.06	72.78	73.03
TiO ₂	0.38	0.46	0.19	0.45	0.28	0.33	0.20	0.11	0.09	0.11	0.19
Al ₂ O ₃	13.79	14.73	9.97	15.10	14.21	14.67	10.12	9.98	9.91	10.44	10.26
FeO*	5.63	5.30	4.33	5.65	5.47	5.75	4.57	4.51	4.44	4.62	4.85
MnO	0.12	0.13	0.06	0.10	0.27	0.05	0.06	0.07	0.20	0.11	0.22
MgO	0.09	0.15	0.00	0.20	0.08	0.15	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02
CaO	1.17	1.03	0.19	1.20	1.06	1.00	0.26	0.23	0.21	0.31	0.16
Na ₂ O	6.58	5.64	5.46	6.11	6.11	6.72	5.58	5.49	5.38	5.32	5.32
K ₂ O	5.34	5.48	4.36	5.53	5.73	5.39	4.24	4.25	4.32	4.65	4.44
合計	98.76	100.30	98.21	100.20	101.28	100.46	98.75	98.01	98.61	98.43	98.48

試料		18			19						
SiO ₂	72.83	74.16	68.20		72.28	72.45	65.89	73.16	71.61	73.33	70.48
TiO ₂	0.23	0.25	0.28		0.18	0.15	0.25	0.38	0.09	0.23	0.19
Al ₂ O ₃	11.20	10.32	13.15		10.78	9.54	14.91	9.76	9.82	9.59	11.46
FeO*	1.59	4.85	4.61		4.54	4.45	5.17	4.52	4.91	4.78	5.03
MnO	0.06	0.16	0.23		0.11	0.17	0.13	0.04	0.16	0.23	0.10
MgO	0.29	0.00	0.04		0.06	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.09
CaO	2.01	0.22	0.69		0.49	0.24	1.20	0.23	0.13	0.27	0.50
Na ₂ O	4.14	2.44	6.07		5.67	4.65	5.24	5.27	5.25	5.29	4.94
K ₂ O	1.32	4.46	4.15		4.41	4.07	5.79	4.33	4.35	4.46	5.26
合計	93.67	96.85	97.43		98.52	95.71	98.69	97.69	96.31	98.19	98.06

試料		19									
SiO ₂	70.68	63.68	70.01	65.99	67.24	65.69	67.80	66.05	73.92	61.38	66.69
TiO ₂	0.14	0.30	0.28	0.40	0.24	0.42	0.36	0.40	0.19	0.42	0.58
Al ₂ O ₃	10.49	13.40	11.72	14.23	14.51	14.43	14.54	12.60	10.16	13.30	13.30
FeO*	4.58	5.12	4.20	4.66	5.24	5.14	4.97	5.19	4.48	5.26	4.77
MnO	0.17	0.07	0.00	0.22	0.08	0.19	0.24	0.17	0.08	0.00	0.05
MgO	0.01	0.08	0.05	0.06	0.06	0.05	0.11	0.19	0.14	0.11	0.10
CaO	0.33	1.22	0.66	1.19	1.09	1.06	0.95	0.99	0.19	1.19	1.03
Na ₂ O	5.01	5.37	5.32	5.68	6.03	5.78	6.08	5.98	5.23	5.86	5.76
K ₂ O	4.38	5.17	4.91	5.73	5.33	5.36	5.73	5.72	4.20	5.04	4.64
合計	95.81	94.39	97.14	98.15	99.82	98.10	100.78	97.29	98.58	92.56	96.91

試料		20									
SiO ₂	68.08	71.71	67.00	68.73	68.52	67.47	67.86	70.56	75.14	75.22	64.92
TiO ₂	0.42	0.36	0.00	0.46	0.51	0.42	0.34	0.32	0.21	0.29	0.38
Al ₂ O ₃	14.70	12.19	19.47	15.24	15.03	15.53	14.33	15.45	9.73	10.25	14.96
FeO*	5.60	5.18	0.11	5.70	5.33	5.70	6.12	5.68	4.40	4.96	5.86
MnO	0.13	0.16	0.04	0.25	0.10	0.10	0.06	0.06	0.00	0.12	0.14
MgO	0.12	0.00	0.00	0.26	0.14	0.09	0.13	0.09	0.00	0.05	0.10
CaO	1.01	0.58	0.77	1.25	1.23	0.95	1.27	1.08	0.18	0.22	1.11
Na ₂ O	6.50	5.79	6.35	4.54	6.28	5.97	5.87	6.44	5.55	5.74	6.02
K ₂ O	5.36	5.09	6.89	5.62	5.15	5.19	5.21	5.31	4.30	4.30	5.39
合計	101.91	101.07	100.62	102.04	102.28	101.41	101.19	104.97	99.52	101.15	98.86

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-15 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	20									
SiO ₂	67.61	69.63	67.16	75.51	65.59	70.44	70.76	67.09	69.10	68.89
TiO ₂	0.04	0.20	0.27	0.34	0.46	0.47	0.48	0.39	0.40	0.52
Al ₂ O ₃	15.97	15.84	15.27	10.73	14.38	14.56	14.78	15.50	15.59	15.09
FeO*	2.43	6.07	5.64	5.40	5.41	5.57	5.24	5.12	5.57	6.27
MnO	0.15	0.15	0.06	0.06	0.01	0.07	0.15	0.10	0.04	0.25
MgO	0.08	0.07	0.11	0.01	0.05	0.06	0.10	0.12	0.11	0.06
CaO	0.42	0.81	1.29	0.35	1.13	0.93	0.88	0.98	1.06	1.10
Na ₂ O	6.37	6.05	6.48	5.98	5.90	5.82	6.33	6.16	4.22	6.56
K ₂ O	6.34	5.56	5.74	4.46	4.90	5.11	5.16	5.68	5.37	5.68
合計	99.41	104.38	102.01	102.84	97.83	103.02	103.89	101.13	101.46	104.42

試料	21										
SiO ₂	77.54	67.52	66.80	67.29	65.88	66.88	70.99	72.88	74.15	69.74	67.73
TiO ₂	0.24	0.35	0.56	0.45	0.36	0.33	0.51	0.19	0.19	0.26	0.41
Al ₂ O ₃	11.44	15.27	15.62	14.26	13.93	14.69	13.89	9.70	10.25	12.39	15.36
FeO*	1.75	5.52	5.75	6.01	5.12	4.83	4.97	4.47	4.63	4.87	5.51
MnO	0.08	0.19	0.06	0.25	0.10	0.06	0.13	0.23	0.00	0.04	0.05
MgO	0.29	0.21	0.30	0.05	0.13	0.08	0.24	0.00	0.04	0.03	0.13
CaO	1.01	1.33	1.20	1.02	1.11	1.00	0.73	0.18	0.15	0.58	1.17
Na ₂ O	3.77	5.61	5.80	5.75	6.15	5.94	5.69	5.15	5.09	5.68	5.91
K ₂ O	2.70	5.55	5.57	5.45	5.52	5.53	5.04	4.46	4.71	4.84	5.77
合計	98.80	101.53	101.66	100.54	98.30	99.35	102.19	97.26	99.21	98.42	102.03

試料	21					24				
SiO ₂	68.24	74.53	66.82	74.36	72.16	69.43	67.33	66.93	67.40	73.97
TiO ₂	0.46	0.15	0.06	0.01	0.19	0.34	0.39	0.43	0.52	0.33
Al ₂ O ₃	14.96	10.04	18.22	10.67	11.79	14.66	15.03	14.88	15.04	10.08
FeO*	5.80	4.08	0.11	4.43	4.31	5.43	5.49	5.49	5.12	4.60
MnO	0.09	0.07	0.00	0.13	0.18	0.25	0.05	0.20	0.08	0.10
MgO	0.28	0.01	0.04	0.00	0.06	0.00	0.12	0.19	0.03	0.04
CaO	1.18	0.10	0.45	0.26	0.41	0.94	1.10	0.95	1.26	0.30
Na ₂ O	4.38	5.41	5.91	5.59	4.97	6.01	5.56	5.79	5.79	5.40
K ₂ O	5.53	4.35	7.02	4.44	4.80	5.61	5.39	5.81	5.78	4.40
合計	100.93	98.74	98.62	99.88	98.86	102.67	100.45	100.68	101.03	99.21

試料	24										
SiO ₂	68.15	75.35	67.76	72.19	74.35	75.11	73.31	72.77	73.56	73.99	73.11
TiO ₂	0.66	0.15	0.19	0.15	0.48	0.09	0.13	0.21	0.16	0.28	0.11
Al ₂ O ₃	15.87	10.23	13.81	10.08	11.87	10.19	9.88	10.83	10.55	10.21	10.08
FeO*	5.53	4.41	5.51	4.85	5.12	4.31	4.37	5.14	4.26	4.62	4.84
MnO	0.08	0.07	0.15	0.10	0.10	0.16	0.06	0.05	0.13	0.22	0.04
MgO	0.20	0.04	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00
CaO	1.06	0.27	1.22	0.18	0.42	0.25	0.29	0.31	0.14	0.31	0.20
Na ₂ O	5.96	5.39	5.87	5.04	5.44	5.03	5.38	5.56	5.20	5.24	5.83
K ₂ O	5.53	4.59	5.65	4.47	4.79	4.26	4.87	4.65	4.86	4.62	4.45
合計	103.04	100.50	100.19	97.07	102.60	99.39	98.28	99.52	98.89	99.53	98.67

試料	24		25								
SiO ₂	65.95	66.27	71.77	67.20	64.56	66.83	73.97	74.34	72.52	68.65	
TiO ₂	0.39	0.31	0.37	0.23	0.48	0.31	0.20	0.18	0.22	0.41	
Al ₂ O ₃	14.01	13.23	11.52	15.19	14.02	14.71	10.56	10.21	9.77	14.28	
FeO*	5.40	4.89	4.86	5.87	5.49	5.46	4.40	4.64	4.68	5.64	
MnO	0.19	0.04	0.06	0.10	0.22	0.30	0.06	0.00	0.03	0.14	
MgO	0.11	0.12	0.04	0.08	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12	
CaO	1.07	1.07	0.41	1.12	1.08	1.27	0.34	0.21	0.19	1.17	
Na ₂ O	5.92	6.07	5.90	6.52	5.48	5.68	5.50	5.19	5.06	5.60	
K ₂ O	5.44	5.66	4.54	5.52	4.91	4.97	4.45	4.26	3.99	5.34	
合計	98.47	97.65	99.47	101.82	96.25	99.65	99.48	99.03	96.45	101.34	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-16 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	25										26	
SiO ₂	73.25	74.67	69.64	65.72	66.98	67.71	65.52	67.04	67.40		74.19	
TiO ₂	0.18	0.23	0.24	0.35	0.45	0.43	0.35	0.23	0.23		0.28	
Al ₂ O ₃	10.56	9.34	14.54	15.09	13.98	14.88	15.14	14.96	14.49		11.69	
FeO*	4.45	4.61	5.50	5.56	5.43	5.44	5.17	5.72	6.02		4.75	
MnO	0.10	0.21	0.13	0.12	0.21	0.29	0.20	0.15	0.13		0.04	
MgO	0.08	0.00	0.16	0.10	0.11	0.04	0.16	0.07	0.16		0.01	
CaO	0.23	0.29	1.15	1.05	1.17	1.12	1.05	1.21	1.27		0.35	
Na ₂ O	5.43	5.48	5.87	6.26	5.80	5.92	6.14	6.05	5.86		5.99	
K ₂ O	4.15	4.44	4.89	5.21	5.39	5.43	5.47	5.14	4.93		4.18	
合計	98.42	99.28	102.12	99.46	99.53	101.27	99.21	100.57	100.48		101.48	
試料	26											
SiO ₂	72.13	67.47	73.65	74.72	77.53	69.22	68.65	67.49	59.64	69.28	68.15	
TiO ₂	0.35	0.43	0.42	0.18	0.20	0.00	0.37	0.24	1.74	0.30	0.63	
Al ₂ O ₃	11.27	13.49	11.26	10.65	11.13	19.22	16.04	13.21	16.14	15.36	13.68	
FeO*	4.72	4.30	4.87	4.43	4.80	0.36	5.86	6.25	6.56	5.91	6.08	
MnO	0.07	0.00	0.12	0.14	0.00	0.00	0.25	0.16	0.08	0.16	0.23	
MgO	0.13	0.01	0.00	0.06	0.00	0.03	0.13	0.05	1.13	0.15	0.26	
CaO	0.60	0.86	0.38	0.31	0.26	0.06	1.28	0.68	3.72	1.03	1.55	
Na ₂ O	6.30	6.54	5.52	5.54	6.08	7.28	6.79	6.27	5.55	6.57	6.79	
K ₂ O	4.20	4.91	5.04	4.38	4.28	6.59	5.31	4.74	4.54	4.87	5.16	
合計	99.76	98.02	101.26	100.40	104.28	102.75	104.67	99.09	99.08	103.64	102.52	
試料	26						28					
SiO ₂	70.33	76.87	76.53	75.03	68.93	67.37	69.00	73.41	69.07	69.36		
TiO ₂	0.46	0.21	0.21	0.10	0.28	0.51	0.41	0.19	0.39	0.03		
Al ₂ O ₃	15.07	10.06	10.29	10.80	14.54	15.09	15.53	11.57	16.06	18.46		
FeO*	5.58	4.94	4.44	4.46	5.07	5.08	5.41	4.69	5.68	0.91		
MnO	0.18	0.14	0.10	0.12	0.14	0.25	0.16	0.12	0.13	0.09		
MgO	0.17	0.02	0.07	0.06	0.05	0.11	0.19	0.03	0.13	0.00		
CaO	0.99	0.20	0.28	0.34	1.03	0.90	1.14	0.26	1.17	0.03		
Na ₂ O	7.22	5.72	5.63	6.18	6.34	6.31	5.75	6.04	6.25	7.38		
K ₂ O	5.18	3.89	4.18	4.04	5.13	5.17	5.43	4.56	5.42	6.75		
合計	105.16	102.05	101.72	101.13	101.49	100.79	103.00	100.86	104.30	103.01		
試料	28											
SiO ₂	70.32	74.09	67.55	75.61	75.53	75.54	68.05	73.12	68.59	68.64	69.16	
TiO ₂	0.51	0.26	0.41	0.20	0.30	0.24	0.68	0.17	0.40	0.43	0.26	
Al ₂ O ₃	14.76	10.34	15.05	10.39	10.76	10.33	15.92	10.21	14.72	13.44	15.97	
FeO*	5.13	5.08	5.57	4.75	4.43	4.77	5.70	5.21	5.51	4.27	5.41	
MnO	0.20	0.02	0.16	0.08	0.11	0.04	0.19	0.18	0.00	0.19	0.22	
MgO	0.13	0.00	0.09	0.04	0.00	0.00	0.46	0.04	0.15	0.00	0.14	
CaO	1.01	0.27	0.84	0.26	0.24	0.15	1.56	0.30	1.27	0.79	1.08	
Na ₂ O	5.97	5.65	6.18	5.34	5.57	5.80	5.53	5.70	5.97	5.92	5.89	
K ₂ O	5.66	4.58	5.69	4.58	4.60	4.51	5.29	4.62	5.70	4.97	5.26	
合計	103.68	100.27	101.54	101.25	101.55	101.37	103.38	99.54	102.29	98.65	103.39	
試料	28		29									
SiO ₂	69.30	67.70	74.74	78.11	76.22	73.74	68.86	74.55	77.17	69.67		
TiO ₂	0.52	0.39	0.16	0.41	0.29	0.18	0.32	0.21	0.49	0.34		
Al ₂ O ₃	14.42	15.60	12.13	12.37	11.92	12.03	15.54	11.97	12.58	13.13		
FeO*	6.00	5.68	1.69	1.99	1.80	1.81	5.91	1.66	2.25	4.92		
MnO	0.18	0.15	0.06	0.03	0.09	0.14	0.15	0.17	0.06	0.17		
MgO	0.13	0.21	0.34	0.27	0.33	0.43	0.17	0.33	0.56	0.07		
CaO	1.18	1.17	1.92	1.74	1.81	1.99	1.14	1.55	2.38	0.82		
Na ₂ O	6.14	6.26	4.19	4.99	4.53	4.10	6.04	4.34	4.45	6.78		
K ₂ O	5.06	5.22	1.16	1.12	1.19	1.13	5.53	1.17	1.17	3.81		
合計	102.93	102.37	96.39	101.02	98.18	95.55	103.67	95.96	101.11	99.72		

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-17 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	29					30				
SiO ₂	69.92	75.85	73.97	68.86	75.19	68.51	67.18	68.85	70.15	70.01
TiO ₂	0.33	0.38	0.37	0.34	0.21	0.16	0.32	0.32	0.35	0.15
Al ₂ O ₃	14.45	12.17	12.73	14.62	11.81	14.90	14.96	14.02	14.04	13.69
FeO*	4.96	1.78	2.34	5.01	1.55	5.25	5.30	5.05	4.72	5.20
MnO	0.22	0.03	0.07	0.13	0.11	0.16	0.00	0.03	0.19	0.09
MgO	0.09	0.48	0.48	0.07	0.35	0.20	0.08	0.03	0.13	0.04
CaO	0.74	1.77	2.26	0.96	1.75	1.09	0.97	0.76	0.69	0.86
Na ₂ O	6.07	3.81	4.30	5.74	4.42	5.93	3.90	6.28	3.93	5.52
K ₂ O	5.29	1.84	1.05	5.54	1.24	5.28	5.46	5.10	5.02	5.38
合計	102.07	98.11	97.55	101.27	96.62	101.48	98.16	100.44	99.24	100.94

試料	30										
SiO ₂	67.31	70.53	74.59	68.54	73.10	67.86	68.93	74.82	74.85	65.99	67.97
TiO ₂	0.44	0.43	0.24	0.43	0.13	0.59	0.38	0.25	0.19	0.52	0.32
Al ₂ O ₃	14.83	14.17	9.99	13.66	10.56	15.00	14.87	10.41	10.00	15.46	14.46
FeO*	4.98	5.37	4.85	5.30	4.24	5.85	5.52	4.43	4.44	5.94	5.45
MnO	0.03	0.07	0.05	0.03	0.23	0.18	0.22	0.00	0.07	0.22	0.18
MgO	0.18	0.09	0.00	0.13	0.03	0.22	0.10	0.00	0.00	0.27	0.06
CaO	1.18	0.79	0.31	0.83	0.30	1.18	1.04	0.19	0.34	1.37	0.88
Na ₂ O	6.19	6.11	5.18	3.90	5.61	6.03	6.04	5.50	2.39	6.20	6.44
K ₂ O	5.28	5.13	4.06	5.40	4.32	4.86	4.95	3.81	3.69	4.84	4.53
合計	100.41	102.69	99.26	98.21	98.52	101.78	102.05	99.40	95.98	100.82	100.28

試料	30	31								
SiO ₂	75.84	66.41	72.18	65.43	63.59	66.47	65.62	72.77	72.75	75.45
TiO ₂	0.25	0.23	0.22	0.35	0.15	0.42	0.18	0.14	0.21	0.21
Al ₂ O ₃	10.07	14.35	9.73	13.20	17.30	14.82	14.05	9.84	10.22	9.97
FeO*	4.54	5.19	3.85	4.01	2.27	5.54	4.61	4.17	3.90	4.04
MnO	0.08	0.20	0.18	0.02	0.00	0.11	0.04	0.17	0.08	0.12
MgO	0.00	0.11	0.01	0.09	0.03	0.27	0.09	0.01	0.00	0.01
CaO	0.23	1.05	0.21	0.65	0.65	1.11	0.83	0.23	0.22	0.25
Na ₂ O	5.63	6.22	5.75	6.49	6.82	6.24	6.21	5.58	5.37	5.18
K ₂ O	4.07	5.32	4.08	4.58	4.96	5.23	5.15	4.09	4.28	4.75
合計	100.71	99.08	96.21	94.81	95.76	100.20	96.76	96.99	97.04	99.97

試料	31						32			
SiO ₂	68.02	71.85	67.34	73.76	76.44	71.96	69.69	69.14	68.32	69.24
TiO ₂	0.35	0.18	0.06	0.38	0.16	0.12	0.38	0.72	0.41	0.42
Al ₂ O ₃	13.61	12.46	19.31	12.53	10.19	10.30	14.88	15.88	15.46	15.63
FeO*	4.51	1.84	0.34	1.66	4.85	4.12	5.29	5.84	5.73	5.42
MnO	0.26	0.14	0.00	0.06	0.00	0.02	0.18	0.10	0.24	0.08
MgO	0.00	0.54	0.01	0.38	0.09	0.00	0.16	0.12	0.16	0.01
CaO	0.61	2.06	0.43	1.78	0.13	0.21	1.01	1.01	1.18	1.20
Na ₂ O	6.05	4.70	6.64	4.46	5.52	5.15	5.90	6.74	6.05	6.21
K ₂ O	4.80	1.24	7.43	1.25	4.52	4.48	5.45	5.73	5.59	5.31
合計	98.20	95.01	101.56	96.24	101.91	96.36	102.93	105.27	103.13	103.52

試料	32										
SiO ₂	74.35	74.70	69.75	75.41	68.94	74.40	66.74	70.10	70.21	66.94	69.18
TiO ₂	0.36	0.22	0.38	0.16	0.48	0.42	0.37	0.27	0.35	0.31	0.33
Al ₂ O ₃	10.96	11.29	14.38	10.52	15.28	12.84	15.17	14.36	14.51	14.50	15.01
FeO*	5.16	4.68	4.84	4.26	5.53	2.11	5.59	4.57	5.07	5.27	5.28
MnO	0.11	0.14	0.10	0.00	0.00	0.07	0.22	0.05	0.09	0.18	0.13
MgO	0.00	0.07	0.07	0.07	0.20	0.37	0.08	0.03	0.16	0.07	0.12
CaO	0.20	0.25	0.80	0.22	1.08	2.16	1.03	0.79	0.86	1.15	1.15
Na ₂ O	5.47	5.77	6.20	5.35	6.30	4.62	6.09	3.71	6.36	6.06	5.84
K ₂ O	4.68	4.77	5.08	4.61	5.69	1.08	5.51	5.40	5.14	5.08	5.07
合計	101.26	101.90	101.60	100.60	103.48	98.07	100.78	99.28	102.75	99.56	102.12

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-18 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	32			33						
SiO ₂	74.30	74.83	67.82	74.05	67.60	68.58	74.04	76.39	67.72	67.69
TiO ₂	0.35	0.43	0.48	0.14	0.51	0.39	0.37	0.20	0.44	0.32
Al ₂ O ₃	11.58	12.02	15.10	9.11	14.98	15.08	10.38	10.29	14.96	15.09
FeO*	1.60	2.08	6.00	4.90	5.55	5.16	4.80	5.01	5.12	5.76
MnO	0.08	0.00	0.02	0.14	0.29	0.17	0.03	0.01	0.22	0.16
MgO	0.41	0.26	0.15	0.05	0.21	0.09	0.06	0.03	0.00	0.12
CaO	1.66	1.85	1.29	0.26	1.12	1.10	0.22	0.19	1.28	1.20
Na ₂ O	3.74	2.59	6.07	5.76	5.95	6.48	5.63	5.41	6.11	5.85
K ₂ O	1.05	0.99	5.06	4.36	5.66	5.38	4.50	4.34	5.49	5.56
合計	94.77	95.04	101.99	98.76	101.86	102.42	100.03	101.86	101.33	101.73

試料	33									
SiO ₂	77.42	68.53	68.36	68.26	71.78	65.94	69.77	75.39	75.72	76.34
TiO ₂	0.28	0.38	0.43	0.32	0.20	0.47	0.55	0.36	0.21	0.20
Al ₂ O ₃	10.45	14.64	14.86	14.41	14.64	15.76	15.40	9.93	10.99	10.57
FeO*	4.77	5.13	5.30	5.53	4.70	5.79	5.46	4.60	4.81	4.59
MnO	0.21	0.15	0.13	0.28	0.02	0.12	0.23	0.19	0.17	0.04
MgO	0.00	0.11	0.15	0.10	0.20	0.09	0.11	0.00	0.00	0.01
CaO	0.21	0.92	0.91	1.11	0.95	1.14	0.99	0.25	0.22	0.19
Na ₂ O	5.47	6.21	6.12	6.23	6.06	5.92	6.12	5.39	5.66	5.64
K ₂ O	4.31	5.99	5.28	5.37	5.10	5.48	5.40	4.46	4.57	4.50
合計	103.12	102.07	101.54	101.60	103.66	100.70	104.02	100.56	102.36	102.08

試料	34										
SiO ₂	70.56	68.62	71.31	73.56	71.55	75.59	75.93	73.65	75.69	76.29	75.91
TiO ₂	0.40	0.28	0.24	0.13	0.42	0.20	0.10	0.14	0.34	0.31	0.18
Al ₂ O ₃	14.64	14.36	9.92	10.41	15.34	10.52	11.54	10.54	11.49	13.33	11.34
FeO*	5.22	6.01	4.69	4.11	6.01	4.83	4.89	4.24	1.65	1.97	5.17
MnO	0.14	0.23	0.17	0.29	0.20	0.05	0.00	0.00	0.18	0.11	0.14
MgO	0.15	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.05	0.32	0.63	0.03
CaO	0.93	1.07	0.15	0.23	1.05	0.23	0.41	0.12	1.59	2.03	0.30
Na ₂ O	6.19	6.21	5.51	5.56	5.21	6.22	5.40	4.87	4.42	4.76	5.81
K ₂ O	5.56	5.32	4.30	4.36	5.35	4.53	4.83	4.83	1.28	1.33	4.21
合計	103.78	102.13	96.29	98.65	105.11	102.22	103.14	98.44	96.95	100.76	103.08

試料	34					35				
SiO ₂	69.47	75.94	67.91	68.78	69.41	71.56	65.79	71.62	68.88	69.31
TiO ₂	0.27	0.25	0.28	0.43	0.40	0.11	0.47	0.07	0.35	0.38
Al ₂ O ₃	14.60	11.13	15.71	14.90	15.72	10.42	15.14	11.81	14.46	15.30
FeO*	5.17	4.90	5.17	5.32	5.94	4.98	5.12	4.85	4.77	5.17
MnO	0.20	0.16	0.16	0.21	0.06	0.00	0.03	0.09	0.17	0.11
MgO	0.01	0.00	0.10	0.04	0.21	0.00	0.11	0.01	0.04	0.21
CaO	1.03	0.15	1.02	1.07	1.17	0.25	1.01	0.49	0.93	0.96
Na ₂ O	5.83	6.30	6.17	6.27	6.57	5.11	5.86	5.07	5.61	5.83
K ₂ O	5.36	4.45	5.32	4.95	4.91	4.21	5.62	4.61	5.64	5.77
合計	101.93	103.29	101.84	101.97	104.39	96.63	99.15	98.61	100.84	103.04

試料	35									
SiO ₂	73.79	68.29	73.98	67.17	67.57	74.68	69.81	64.14	68.60	64.54
TiO ₂	0.24	0.41	0.23	0.44	0.33	0.21	0.54	0.49	0.22	0.48
Al ₂ O ₃	10.39	14.77	9.40	14.94	14.68	10.01	13.66	14.29	14.50	15.24
FeO*	4.43	5.14	4.55	5.15	5.18	4.49	5.32	5.48	5.46	5.62
MnO	0.00	0.00	0.00	0.12	0.19	0.00	0.08	0.19	0.22	0.16
MgO	0.01	0.16	0.00	0.10	0.17	0.00	0.10	0.05	0.15	0.29
CaO	0.20	1.10	0.22	1.05	1.00	0.18	0.87	1.05	0.85	1.35
Na ₂ O	4.95	5.56	4.88	5.68	5.90	5.16	5.72	5.54	5.28	5.35
K ₂ O	4.40	5.45	4.44	5.44	5.41	4.38	5.65	5.25	5.09	5.74
合計	98.40	100.88	97.71	100.08	100.43	99.10	101.76	96.47	100.37	98.75

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-19 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	37										
SiO ₂	72.74	72.79	71.44	74.93	67.19	67.63	65.91	71.11	73.60	62.60	63.61
TiO ₂	0.35	0.19	0.36	0.16	0.30	0.45	0.77	0.00	0.27	0.61	0.25
Al ₂ O ₃	12.19	10.40	11.67	9.85	14.22	14.79	15.61	14.79	9.65	8.18	17.45
FeO*	1.97	4.57	2.12	4.59	5.89	5.83	6.38	0.83	4.72	13.54	0.21
MnO	0.07	0.06	0.00	0.11	0.12	0.00	0.13	0.09	0.23	0.39	0.05
MgO	0.43	0.00	0.38	0.01	0.04	0.21	0.56	0.00	0.06	0.91	0.00
CaO	1.79	0.11	1.80	0.34	1.04	0.85	1.90	0.00	0.25	7.57	0.07
Na ₂ O	4.45	5.72	3.44	5.62	6.22	6.09	6.21	5.13	5.51	4.25	8.12
K ₂ O	1.08	4.28	1.38	4.47	5.27	5.29	4.74	6.92	4.26	2.91	4.53
合計	95.07	98.12	92.60	100.08	100.29	101.13	102.21	98.85	98.55	100.96	94.28
試料	37										
SiO ₂	73.00	64.62	67.57	67.17	65.79	73.36	72.86	68.06	72.33		69.56
TiO ₂	0.18	0.39	0.43	0.21	0.35	0.32	0.16	0.36	0.06		0.29
Al ₂ O ₃	10.19	15.00	14.76	14.39	14.41	11.87	11.70	14.78	11.75		14.22
FeO*	4.28	5.45	4.85	5.46	5.05	1.80	1.37	5.26	1.34		5.36
MnO	0.08	0.13	0.26	0.10	0.00	0.00	0.09	0.00	0.08		0.15
MgO	0.00	0.15	0.12	0.06	0.12	0.44	0.30	0.09	0.27		0.09
CaO	0.27	1.11	1.08	1.09	1.03	1.91	1.56	1.03	1.69		1.06
Na ₂ O	5.29	6.00	6.03	5.75	5.98	4.29	4.60	6.06	4.29		6.46
K ₂ O	4.26	5.39	5.34	5.62	5.37	1.16	1.18	5.77	1.33		5.01
合計	97.56	98.25	100.43	99.84	98.10	95.16	93.82	101.40	93.12		102.20
試料	38										
SiO ₂	74.58	72.98	69.15	75.02	68.48	67.28	73.41	74.30	75.65	74.32	72.31
TiO ₂	0.10	0.30	0.23	0.04	0.29	0.52	0.20	0.22	0.20	0.09	0.40
Al ₂ O ₃	10.46	11.33	14.26	10.99	14.82	15.01	10.77	10.05	10.44	10.27	12.07
FeO*	4.75	4.89	5.33	4.46	5.58	5.06	4.49	4.47	4.44	4.95	4.88
MnO	0.12	0.13	0.00	0.09	0.21	0.12	0.03	0.09	0.16	0.05	0.16
MgO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.12	0.12	0.03	0.08	0.00	0.02	0.01
CaO	0.09	0.26	1.03	0.32	1.03	1.08	0.34	0.22	0.21	0.23	0.58
Na ₂ O	5.70	5.45	5.72	5.57	5.98	6.31	5.57	5.54	5.40	5.61	5.77
K ₂ O	4.23	4.41	5.25	4.29	5.81	5.55	4.38	4.51	4.61	4.45	4.72
合計	100.03	99.75	100.98	100.77	102.32	101.04	99.22	99.47	101.11	99.97	100.90
試料	38					39					
SiO ₂	73.75	72.19	68.21	73.58	67.88	67.13	73.54	72.62	66.78	72.42	
TiO ₂	0.25	0.29	0.39	0.25	0.44	0.48	0.23	0.25	0.42	0.35	
Al ₂ O ₃	10.38	12.96	14.52	10.67	14.99	15.09	9.42	10.16	14.51	10.29	
FeO*	4.72	4.59	5.04	4.94	6.00	5.75	4.80	4.46	5.26	4.28	
MnO	0.21	0.00	0.21	0.03	0.19	0.17	0.05	0.09	0.21	0.03	
MgO	0.00	0.01	0.16	0.03	0.12	0.17	0.00	0.00	0.14	0.00	
CaO	0.30	0.32	0.97	0.40	1.16	1.24	0.32	0.25	1.04	0.22	
Na ₂ O	5.23	6.07	6.15	5.64	5.87	6.19	4.98	5.19	5.98	5.14	
K ₂ O	4.48	4.81	5.27	4.51	5.53	4.91	4.21	4.14	5.28	4.23	
合計	99.31	101.24	100.93	100.05	102.18	101.12	97.55	97.17	99.62	96.97	
試料	39										
SiO ₂	65.38	71.55	66.47	65.72	72.97	64.96	71.52	72.03	66.78	65.17	72.95
TiO ₂	0.32	0.27	0.50	0.41	0.14	0.36	0.23	0.24	0.19	0.32	0.25
Al ₂ O ₃	14.63	10.86	14.15	14.60	10.57	15.03	11.11	10.15	14.56	14.51	10.16
FeO*	5.61	4.53	4.83	5.08	4.32	5.23	4.72	4.16	5.62	4.90	4.26
MnO	0.03	0.03	0.26	0.11	0.08	0.11	0.00	0.03	0.09	0.09	0.05
MgO	0.09	0.03	0.05	0.19	0.00	0.10	0.11	0.06	0.02	0.13	0.00
CaO	0.97	0.32	1.00	1.02	0.28	1.24	0.55	0.27	0.88	1.07	0.17
Na ₂ O	5.68	4.88	5.56	5.62	5.54	5.86	4.86	5.32	6.00	5.30	5.27
K ₂ O	5.23	4.22	5.19	5.59	4.60	5.20	4.13	4.30	5.35	5.71	4.20
合計	97.95	96.70	98.01	98.33	98.49	98.09	97.23	96.55	99.51	97.20	97.30

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 -20 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	39	40								
SiO ₂	71.99	62.55	71.57	71.13	69.20	70.92	70.75	68.17	71.71	65.88
TiO ₂	0.21	0.45	0.07	0.21	0.20	0.20	0.19	0.17	0.13	0.35
Al ₂ O ₃	10.34	14.18	9.60	9.84	9.47	9.82	9.60	9.72	9.68	14.67
FeO*	4.33	4.70	4.41	4.33	4.67	4.00	4.94	4.50	4.25	5.50
MnO	0.11	0.12	0.07	0.16	0.15	0.12	0.00	0.07	0.04	0.23
MgO	0.00	0.08	0.08	0.01	0.00	0.03	0.04	0.01	0.00	0.04
CaO	0.25	1.08	0.22	0.25	0.23	0.26	0.21	0.31	0.20	0.88
Na ₂ O	5.12	5.63	5.04	5.70	5.44	5.44	4.88	5.03	4.92	5.33
K ₂ O	4.27	5.19	4.30	4.01	4.33	4.22	4.32	4.31	4.19	4.91
合計	96.63	93.97	95.36	95.63	93.67	95.01	94.92	92.29	95.12	97.78

試料	40							41		
SiO ₂	62.10	65.76	63.18	71.41	63.50	65.75	64.64	64.83	70.06	62.53
TiO ₂	0.48	0.32	0.29	0.16	0.44	0.40	0.39	0.22	0.29	0.44
Al ₂ O ₃	14.22	13.14	14.16	9.40	14.06	14.23	14.39	13.53	9.60	14.25
FeO*	5.09	4.15	5.51	4.17	4.88	5.01	5.17	5.11	4.23	5.00
MnO	0.21	0.07	0.20	0.00	0.01	0.24	0.12	0.05	0.09	0.15
MgO	0.10	0.08	0.16	0.00	0.15	0.09	0.15	0.13	0.02	0.12
CaO	1.24	0.76	0.97	0.34	0.94	0.93	1.12	0.95	0.20	0.97
Na ₂ O	5.64	5.30	5.93	5.25	5.84	5.44	5.54	5.40	5.20	5.99
K ₂ O	4.77	4.75	4.82	4.13	5.20	4.79	5.21	5.56	4.14	5.05
合計	93.85	94.32	95.23	94.85	95.01	96.90	96.72	95.77	93.84	94.49

試料	41									
SiO ₂	63.81	64.83	63.18	64.51	64.30	70.34	66.49	72.10	66.76	66.36
TiO ₂	0.39	0.30	0.33	0.36	0.41	0.27	0.18	0.31	0.37	0.31
Al ₂ O ₃	13.80	13.84	13.68	14.12	14.66	9.54	14.81	10.37	13.18	13.84
FeO*	5.16	4.73	4.98	5.32	5.11	4.50	5.00	4.38	4.89	4.50
MnO	0.07	0.05	0.13	0.24	0.06	0.03	0.13	0.00	0.07	0.17
MgO	0.11	0.04	0.15	0.00	0.13	0.01	0.11	0.00	0.05	0.08
CaO	1.04	1.05	0.90	1.04	1.02	0.16	0.98	0.18	0.79	0.79
Na ₂ O	5.17	5.31	4.86	5.54	5.31	4.85	5.86	5.38	5.10	5.17
K ₂ O	5.29	5.17	4.92	5.02	5.21	3.95	5.32	3.99	4.40	5.15
合計	94.84	95.31	93.13	96.15	96.20	93.64	98.89	96.70	95.60	96.35

試料	42										
SiO ₂	73.16	65.32	74.17	67.17	73.56	74.71	74.14	67.93	75.29	68.02	73.62
TiO ₂	0.19	0.40	0.21	0.26	0.37	0.19	0.22	0.41	0.21	0.22	0.06
Al ₂ O ₃	9.89	14.65	10.29	14.44	10.05	9.63	9.89	14.36	10.37	14.57	9.61
FeO*	4.27	5.76	4.69	4.96	4.81	4.87	4.57	5.74	4.69	5.45	4.28
MnO	0.03	0.03	0.00	0.22	0.04	0.11	0.21	0.20	0.00	0.17	0.11
MgO	0.01	0.04	0.00	0.10	0.00	0.00	0.07	0.08	0.02	0.13	0.03
CaO	0.18	1.11	0.22	1.07	0.25	0.20	0.18	1.05	0.20	1.01	0.19
Na ₂ O	4.75	5.56	5.11	6.09	4.61	5.19	5.43	6.00	5.82	5.87	5.08
K ₂ O	4.77	5.52	4.35	5.32	4.61	4.24	4.27	5.39	4.44	5.35	4.55
合計	97.26	98.38	99.03	99.64	98.31	99.14	98.97	101.16	101.03	100.79	97.52

試料	42						43			
SiO ₂	71.50	66.87	73.04	67.97	72.37	74.26	73.98	67.25	63.85	72.58
TiO ₂	0.32	0.23	0.22	0.25	0.17	0.23	0.13	0.38	0.82	0.21
Al ₂ O ₃	12.11	15.36	9.93	14.91	10.07	10.12	10.04	14.44	15.06	9.67
FeO*	5.19	5.38	4.86	5.12	4.56	4.57	4.63	5.28	5.84	4.76
MnO	0.25	0.18	0.05	0.13	0.01	0.00	0.07	0.19	0.17	0.05
MgO	0.06	0.14	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.07	0.63	0.03
CaO	0.65	1.13	0.21	0.90	0.18	0.28	0.25	1.05	2.00	0.34
Na ₂ O	5.75	6.25	5.12	5.98	5.04	5.66	5.33	6.42	5.08	5.24
K ₂ O	4.85	5.72	4.47	5.59	4.29	4.36	4.37	5.22	4.38	4.33
合計	100.67	101.23	97.90	100.87	96.70	99.47	98.79	100.30	97.83	97.18

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-21 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	43										
SiO ₂	73.35	75.09	68.19	72.75	68.41	67.55	65.98	68.48	66.89	71.04	67.72
TiO ₂	0.19	0.17	0.39	0.23	0.42	0.39	0.26	0.47	0.40	0.24	0.35
Al ₂ O ₃	10.54	10.32	14.20	10.97	14.50	15.17	14.22	14.69	14.97	9.80	14.98
FeO*	4.55	4.55	5.60	4.26	4.93	5.64	5.09	5.04	4.89	4.44	5.33
MnO	0.11	0.13	0.21	0.09	0.09	0.07	0.12	0.11	0.00	0.15	0.11
MgO	0.00	0.07	0.04	0.00	0.11	0.10	0.09	0.20	0.06	0.00	0.01
CaO	0.30	0.16	1.02	0.29	0.94	1.11	1.19	1.00	0.99	0.24	1.03
Na ₂ O	5.40	3.10	5.65	5.16	6.03	5.92	5.68	6.00	6.07	5.02	6.10
K ₂ O	4.25	4.55	5.32	4.48	5.29	5.18	5.17	5.50	5.81	4.69	5.20
合計	98.69	98.13	100.62	98.23	100.73	101.12	97.82	101.50	100.09	95.61	100.83
試料	43				45						
SiO ₂	67.52	74.14	74.99	74.87	74.68	67.51	76.32	68.10	74.86	66.39	
TiO ₂	0.43	0.12	0.26	0.25	0.17	0.44	0.26	0.37	0.12	0.45	
Al ₂ O ₃	13.98	10.47	10.15	10.16	10.58	15.19	10.58	15.84	10.18	14.70	
FeO*	5.15	4.44	4.48	4.52	4.58	6.00	4.71	5.36	5.09	5.41	
MnO	0.18	0.09	0.04	0.00	0.06	0.20	0.07	0.22	0.12	0.08	
MgO	0.06	0.04	0.01	0.06	0.02	0.09	0.07	0.19	0.00	0.22	
CaO	0.89	0.19	0.15	0.30	0.19	1.17	0.22	1.26	0.19	1.15	
Na ₂ O	5.99	5.57	5.37	4.94	5.39	5.78	5.42	5.77	5.69	4.43	
K ₂ O	5.09	4.08	4.34	4.23	4.74	5.61	4.60	5.51	4.47	5.52	
合計	99.27	99.12	99.80	99.31	100.41	102.00	102.25	102.63	100.71	98.35	
試料	45										
SiO ₂	76.50	74.82	75.98	72.70	71.71	69.16	74.07	69.30	69.29	74.09	67.65
TiO ₂	0.36	0.15	0.12	0.19	0.24	0.52	0.34	0.31	0.57	0.17	0.44
Al ₂ O ₃	11.07	9.39	10.02	10.43	10.35	15.07	11.75	14.77	15.14	10.36	15.03
FeO*	4.99	4.92	4.60	5.05	4.81	5.40	4.98	5.52	5.43	4.74	5.75
MnO	0.00	0.10	0.00	0.09	0.06	0.03	0.12	0.12	0.13	0.01	0.20
MgO	0.03	0.00	0.02	0.00	0.07	0.07	0.00	0.09	0.13	0.00	0.12
CaO	0.13	0.30	0.13	0.22	0.25	1.22	0.24	1.17	1.04	0.28	1.35
Na ₂ O	3.35	5.44	5.76	5.53	5.48	5.83	5.58	6.01	6.41	5.53	5.92
K ₂ O	4.60	4.29	4.60	4.75	4.43	5.33	4.90	5.44	5.42	4.38	5.87
合計	101.02	99.41	101.23	98.95	97.38	102.62	101.97	102.73	103.54	99.56	102.31
試料	45							46			
SiO ₂	68.90	67.95	75.31	67.72	74.77	68.42	76.15	66.65	74.84	70.43	
TiO ₂	0.35	0.48	0.25	0.35	0.19	0.50	0.08	0.42	0.20	0.40	
Al ₂ O ₃	15.08	14.53	10.39	15.15	10.09	15.23	9.88	14.73	10.65	14.40	
FeO*	5.33	5.90	4.02	5.69	4.33	5.46	4.72	5.70	5.02	4.67	
MnO	0.08	0.16	0.18	0.18	0.19	0.19	0.07	0.11	0.07	0.02	
MgO	0.08	0.16	0.00	0.09	0.00	0.16	0.00	0.14	0.00	0.02	
CaO	1.10	1.28	0.20	0.93	0.33	1.14	0.12	1.05	0.22	0.80	
Na ₂ O	5.69	5.92	5.90	4.09	5.29	6.04	5.20	5.82	5.17	6.26	
K ₂ O	5.56	5.50	4.29	5.32	4.14	5.46	4.55	4.52	3.53	4.49	
合計	102.16	101.88	100.54	99.52	99.33	102.60	100.77	99.13	99.70	101.48	
試料	46										
SiO ₂	66.82	67.27	74.22	67.86	71.49	67.48	74.34	66.97	75.51	71.10	66.23
TiO ₂	0.32	0.46	0.26	0.45	0.22	0.50	0.00	0.52	0.22	0.23	0.34
Al ₂ O ₃	15.41	13.99	9.77	14.93	11.20	14.49	10.64	15.06	10.50	10.81	14.89
FeO*	5.49	5.42	4.19	4.93	4.09	5.45	4.35	5.54	4.56	4.26	4.56
MnO	0.23	0.14	0.05	0.21	0.08	0.03	0.08	0.17	0.02	0.07	0.17
MgO	0.08	0.04	0.06	0.17	0.01	0.11	0.03	0.16	0.00	0.01	0.00
CaO	1.13	1.13	0.22	1.14	0.34	1.08	0.23	1.10	0.32	0.26	1.06
Na ₂ O	6.04	6.48	4.95	5.99	5.71	6.25	5.23	5.92	5.50	5.38	5.45
K ₂ O	4.54	4.91	3.66	4.28	3.83	4.84	3.40	4.52	3.48	3.41	4.38
合計	100.07	99.84	97.38	99.96	96.95	100.21	98.31	99.95	100.11	95.53	97.07

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-22 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	46				48						
SiO ₂	66.35	68.29	74.57	74.60	62.18	70.72	70.91	64.12	64.92	63.66	
TiO ₂	0.43	0.30	0.16	0.11	0.26	0.04	0.14	0.13	0.07	0.30	
Al ₂ O ₃	15.54	14.41	11.18	10.23	13.93	9.65	9.69	13.39	13.46	14.19	
FeO*	6.01	5.72	4.98	4.32	4.27	3.55	3.90	4.10	4.03	4.19	
MnO	0.15	0.13	0.08	0.09	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	
MgO	0.22	0.13	0.07	0.00	0.02	0.01	0.00	0.05	0.00	0.03	
CaO	1.20	1.24	0.40	0.13	1.04	0.19	0.29	0.95	1.00	0.95	
Na ₂ O	6.11	5.61	5.45	5.29	4.60	4.72	4.39	4.99	5.25	4.96	
K ₂ O	4.74	4.70	3.65	3.55	5.36	4.49	4.20	5.54	5.09	5.67	
合計	100.75	100.52	100.54	98.32	91.78	93.37	93.51	93.30	93.81	93.99	

試料	48										49
SiO ₂	67.99	63.02	63.08	63.56	64.30	65.13	71.06	70.42	65.80		62.69
TiO ₂	0.12	0.23	0.19	0.26	0.05	0.13	0.05	0.05	0.21		0.23
Al ₂ O ₃	9.54	12.90	13.99	13.13	13.13	12.66	9.98	9.66	13.33		14.27
FeO*	3.86	3.92	4.55	4.44	4.44	3.97	3.88	3.38	4.24		4.57
MnO	0.00	0.00	0.02	0.07	0.05	0.03	0.00	0.01	0.00		0.06
MgO	0.02	0.09	0.01	0.03	0.05	0.04	0.00	0.04	0.02		0.07
CaO	0.33	0.68	0.90	0.93	0.88	0.71	0.15	0.27	0.87		1.20
Na ₂ O	4.57	4.84	4.67	4.89	5.36	5.14	4.95	4.16	5.22		5.83
K ₂ O	4.34	4.89	5.16	5.08	4.88	4.69	3.87	4.64	5.22		5.45
合計	90.77	90.57	92.55	92.39	93.15	92.49	93.94	92.62	94.93		94.37

試料	49										
SiO ₂	68.67	65.85	70.31	66.72	64.08	70.59	67.07	64.14	60.62	72.04	64.37
TiO ₂	0.14	0.12	0.13	0.10	0.13	0.23	0.10	0.37	0.04	0.14	0.10
Al ₂ O ₃	9.55	13.42	9.78	13.48	14.34	9.71	10.23	13.97	17.98	10.73	14.16
FeO*	3.71	4.35	3.71	3.89	4.21	3.59	3.71	4.33	0.22	3.81	4.07
MnO	0.00	0.11	0.00	0.11	0.00	0.01	0.09	0.10	0.00	0.05	0.00
MgO	0.02	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	0.27	0.86	0.24	0.74	1.20	0.24	0.31	1.00	0.57	0.27	1.11
Na ₂ O	4.86	5.57	5.08	3.65	4.16	5.25	5.21	5.34	6.01	4.79	5.34
K ₂ O	4.46	5.41	4.56	5.25	6.21	4.58	4.85	5.57	6.95	4.31	5.24
合計	91.69	95.79	93.81	93.92	94.38	94.19	91.56	94.84	92.38	96.14	94.39

試料	49				50						
SiO ₂	65.36	71.87	66.42	69.98	67.36	64.66	71.51	66.26	64.95	69.84	
TiO ₂	0.17	0.06	0.20	0.12	0.02	0.11	0.19	0.09	0.19	0.00	
Al ₂ O ₃	13.87	10.14	11.47	10.95	11.62	14.14	9.13	13.62	14.00	9.73	
FeO*	4.43	3.89	3.74	3.99	4.19	4.55	3.55	3.79	4.45	3.49	
MnO	0.00	0.05	0.06	0.03	0.07	0.13	0.13	0.03	0.14	0.00	
MgO	0.05	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00	
CaO	1.12	0.27	0.52	0.44	0.55	0.83	0.34	0.97	1.04	0.32	
Na ₂ O	5.23	4.93	5.22	4.91	5.11	5.14	4.25	4.61	4.93	4.50	
K ₂ O	5.30	4.27	4.94	4.50	4.96	5.23	4.40	5.13	5.52	4.30	
合計	95.52	95.53	92.62	94.98	93.87	94.79	93.53	94.50	95.28	92.18	

試料	50										
SiO ₂	71.40	64.41	65.30	66.26	70.66	71.31	67.60	71.74	71.10	70.65	65.46
TiO ₂	0.16	0.12	0.13	0.27	0.16	0.11	0.18	0.08	0.11	0.04	0.31
Al ₂ O ₃	10.21	13.40	14.41	14.44	11.58	9.42	13.06	9.72	10.44	10.67	14.75
FeO*	3.89	4.54	4.46	4.05	3.92	3.90	4.39	4.00	4.03	3.65	4.07
MnO	0.08	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.07
MgO	0.01	0.02	0.05	0.05	0.14	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03
CaO	0.35	1.17	1.21	0.97	0.47	0.28	0.74	0.23	0.30	0.18	0.96
Na ₂ O	4.48	4.96	5.17	4.99	4.74	4.13	5.19	4.57	4.82	4.95	4.94
K ₂ O	5.03	5.58	5.88	5.50	4.98	4.43	5.72	4.37	4.66	4.69	5.35
合計	95.60	94.22	96.61	96.53	96.69	93.63	96.87	94.71	95.49	94.88	95.93

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-23 分析したガラスの化学組成 (つづき)。

試料		51									
SiO ₂	70.57	66.00	63.56	63.04	70.06	65.56	64.34	64.74	68.42	72.31	64.61
TiO ₂	0.14	0.15	0.20	0.21	0.19	0.22	0.08	0.25	0.26	0.07	0.34
Al ₂ O ₃	10.07	13.25	13.73	13.68	10.05	13.67	13.72	13.75	12.59	10.06	13.85
FeO*	3.38	3.92	4.66	4.30	3.72	4.27	4.05	4.23	3.87	3.98	4.69
MnO	0.02	0.03	0.04	0.00	0.02	0.07	0.00	0.03	0.00	0.06	0.05
MgO	0.03	0.11	0.05	0.05	0.03	0.02	0.06	0.07	0.00	0.00	0.02
CaO	0.22	0.85	0.96	1.15	0.26	0.87	0.93	1.14	0.58	0.17	0.83
Na ₂ O	5.00	5.07	5.59	5.55	5.11	5.77	5.61	5.81	5.27	5.30	5.69
K ₂ O	4.42	5.24	5.59	5.36	4.54	5.54	5.42	5.58	5.05	4.02	5.26
合計	93.86	94.61	94.37	93.34	93.98	95.98	94.21	95.60	96.03	95.98	95.33

試料		52									
SiO ₂	73.12	62.19		67.66	64.93	67.23	63.59	62.04	60.98	54.68	64.82
TiO ₂	0.00	0.35		0.17	0.14	0.13	0.19	0.33	0.27	0.40	0.28
Al ₂ O ₃	9.69	14.16		12.71	13.72	12.59	14.26	12.33	13.29	12.08	13.22
FeO*	3.67	4.31		4.19	4.21	4.48	4.45	4.70	3.98	4.00	4.53
MnO	0.00	0.04		0.05	0.00	0.17	0.00	0.11	0.05	0.11	0.00
MgO	0.00	0.00		0.02	0.00	0.03	0.02	0.17	0.10	0.10	0.02
CaO	0.21	1.26		0.63	0.96	0.65	0.99	1.29	0.91	0.86	0.94
Na ₂ O	5.06	5.75		4.93	5.17	5.12	5.54	5.60	5.35	4.16	5.12
K ₂ O	4.52	5.24		4.74	5.17	5.01	5.31	4.72	5.42	4.87	5.59
合計	96.26	93.30		95.09	94.31	95.41	94.34	91.28	90.33	81.24	94.52

試料		52							53		
SiO ₂	69.84	69.48	64.59	65.10	65.59	62.90	64.78	71.43		68.92	68.95
TiO ₂	0.08	0.19	0.23	0.21	0.16	0.24	0.17	0.04		0.08	0.08
Al ₂ O ₃	9.63	11.47	14.36	14.41	14.76	13.76	13.70	9.44		11.54	10.99
FeO*	3.86	3.94	4.60	4.65	4.60	4.23	3.99	3.88		4.04	3.30
MnO	0.00	0.00	0.12	0.13	0.11	0.00	0.05	0.04		0.00	0.08
MgO	0.00	0.00	0.04	0.08	0.03	0.03	0.06	0.03		0.00	0.00
CaO	0.21	0.45	1.19	1.00	1.12	0.98	0.74	0.32		0.46	0.27
Na ₂ O	4.65	4.97	5.38	5.61	5.49	5.33	5.17	4.63		4.88	5.01
K ₂ O	4.55	4.79	5.36	5.31	5.61	5.17	5.20	5.04		4.77	4.78
合計	92.82	95.28	95.86	96.52	97.48	92.64	93.86	94.84		94.70	93.46

試料		53									
SiO ₂	60.95	63.97	63.86	68.96	65.07	63.07	64.26	68.06	66.41	65.71	70.60
TiO ₂	0.48	0.21	0.26	0.28	0.21	0.05	0.09	0.16	0.34	0.15	0.10
Al ₂ O ₃	13.26	13.83	13.45	10.92	13.78	14.10	14.54	9.34	13.42	13.13	10.27
FeO*	4.88	4.50	4.49	4.20	4.09	4.70	4.71	4.08	4.13	4.33	3.86
MnO	0.02	0.00	0.05	0.06	0.00	0.08	0.08	0.08	0.05	0.05	0.00
MgO	0.24	0.16	0.04	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	1.99	0.93	1.07	0.54	0.90	1.05	1.03	0.25	0.94	0.89	0.24
Na ₂ O	4.25	5.31	5.08	5.21	5.21	5.45	5.09	4.63	5.43	5.73	5.06
K ₂ O	4.86	5.42	5.48	4.58	5.12	5.53	5.45	4.44	5.26	5.02	4.35
合計	90.92	94.32	93.78	94.74	94.39	94.08	95.25	91.04	95.97	95.01	94.47

試料		54									
SiO ₂	65.14	64.79		71.82	70.52	68.75	68.51	67.52	74.24	69.36	76.12
TiO ₂	0.06	0.19		0.14	0.23	0.09	0.19	0.34	0.13	0.15	0.14
Al ₂ O ₃	13.98	13.83		12.86	13.69	14.22	13.97	13.77	9.06	13.82	10.21
FeO*	4.81	4.14		4.58	4.13	4.31	4.74	3.59	4.08	4.67	3.58
MnO	0.01	0.03		0.08	0.00	0.01	0.01	0.05	0.08	0.00	0.00
MgO	0.05	0.06		0.00	0.08	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.00
CaO	0.98	1.04		0.44	0.81	0.97	1.02	0.55	0.23	0.99	0.21
Na ₂ O	5.25	5.73		6.17	5.42	5.50	6.42	5.37	4.47	5.38	5.34
K ₂ O	5.49	5.43		4.55	5.33	5.31	5.08	5.47	4.17	5.61	4.39
合計	95.77	95.23		100.64	100.21	99.16	99.98	96.67	96.48	99.99	99.99

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-24 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	54										55
SiO ₂	68.92	68.48	77.14	69.55	69.77	66.29	72.81	67.50	73.19		72.99
TiO ₂	0.19	0.24	0.22	0.33	0.28	0.13	0.32	0.35	0.13		0.15
Al ₂ O ₃	14.28	14.97	10.28	12.65	14.69	14.86	10.26	14.69	12.48		11.69
FeO*	4.78	4.71	4.08	4.57	4.72	4.86	4.06	4.80	4.40		1.22
MnO	0.08	0.18	0.00	0.01	0.00	0.13	0.02	0.00	0.03		0.14
MgO	0.00	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01		0.08
CaO	0.95	1.21	0.25	0.79	1.06	1.05	0.28	1.24	0.66		1.74
Na ₂ O	5.65	5.43	4.89	5.55	6.02	5.55	5.11	5.25	5.55		3.90
K ₂ O	5.65	5.48	4.88	5.26	5.23	5.86	4.91	5.77	4.91		1.10
合計	100.49	100.72	101.77	98.75	101.80	98.72	97.77	99.60	101.35		92.99

試料	55										
SiO ₂	72.21	65.93	68.18	67.05	68.59	70.21	74.28	67.98	66.83	76.45	66.49
TiO ₂	0.00	0.28	0.22	0.27	0.15	0.22	0.13	0.34	0.11	0.00	0.09
Al ₂ O ₃	11.17	14.60	15.26	15.03	14.41	14.58	10.64	15.04	14.35	10.99	14.25
FeO*	3.99	4.59	4.57	4.95	4.72	4.20	4.34	4.25	4.80	4.03	5.13
MnO	0.16	0.03	0.03	0.02	0.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
MgO	0.01	0.13	0.02	0.02	0.01	0.00	0.08	0.00	0.02	0.03	0.05
CaO	0.34	1.11	1.28	1.04	1.04	0.79	0.31	0.84	1.04	0.22	1.09
Na ₂ O	5.25	5.34	5.70	6.22	5.90	5.35	5.07	5.54	5.75	5.38	6.02
K ₂ O	4.33	5.68	5.70	5.56	5.44	5.42	4.79	5.57	5.84	4.89	5.72
合計	97.46	97.67	100.95	100.15	100.36	100.86	99.64	99.56	98.75	101.99	98.88

試料	55					56				
SiO ₂	68.77	73.79	68.56	70.02	68.44	69.35	73.84	74.95	67.29	73.26
TiO ₂	0.16	0.04	0.12	0.13	0.19	0.15	0.08	0.10	0.26	0.19
Al ₂ O ₃	14.35	10.38	14.53	12.51	15.56	14.58	10.05	9.96	15.48	10.06
FeO*	4.37	4.31	4.49	2.00	4.84	4.79	4.12	4.08	4.77	4.27
MnO	0.05	0.12	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.11	0.04	0.06
MgO	0.04	0.01	0.00	0.27	0.04	0.06	0.01	0.00	0.07	0.00
CaO	1.06	0.26	0.90	2.37	1.13	0.46	0.21	0.16	0.58	0.12
Na ₂ O	6.16	5.27	5.50	3.95	5.63	5.60	5.23	5.66	6.19	4.96
K ₂ O	5.56	4.80	5.73	1.22	5.57	5.68	4.91	4.40	5.86	4.70
合計	100.51	98.95	99.83	92.47	101.40	100.69	98.47	99.42	100.53	97.60

試料	56										
SiO ₂	75.12	70.91	67.70	74.72	68.57	65.61	67.94	66.99	71.06	66.66	74.30
TiO ₂	0.08	0.13	0.35	0.19	0.22	0.20	0.27	0.22	0.11	0.01	0.16
Al ₂ O ₃	10.20	12.28	13.80	10.29	14.28	13.88	14.21	14.09	10.74	18.54	9.68
FeO*	3.99	4.27	4.92	3.91	4.44	4.51	4.78	4.67	3.75	0.34	3.97
MnO	0.07	0.00	0.16	0.11	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.13	0.00
MgO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.09	0.01	0.09	0.06	0.02	0.00	0.07
CaO	0.07	0.33	0.56	0.11	0.54	0.43	0.63	0.57	0.13	0.16	0.13
Na ₂ O	3.97	3.47	5.54	5.14	5.55	5.76	3.46	5.86	4.87	6.44	4.51
K ₂ O	4.60	5.50	5.67	4.84	5.88	5.45	5.83	5.69	4.55	6.79	4.36
合計	98.10	96.90	98.71	99.30	99.60	95.84	97.21	98.17	95.22	99.07	97.17

試料	56					57				
SiO ₂	75.74	74.60	74.59	74.54	69.05	65.66	58.98	70.03	68.21	70.20
TiO ₂	0.16	0.08	0.23	0.15	0.24	0.16	0.19	0.10	0.22	0.24
Al ₂ O ₃	10.00	10.70	10.27	10.41	13.95	14.02	9.63	9.24	12.67	12.51
FeO*	4.06	4.13	3.91	3.65	4.34	4.62	9.88	3.88	3.96	1.92
MnO	0.05	0.11	0.04	0.00	0.00	0.16	0.08	0.00	0.00	0.06
MgO	0.00	0.06	0.06	0.00	0.03	0.05	0.50	0.00	0.05	0.16
CaO	0.10	0.12	0.10	0.16	0.54	1.01	7.42	0.16	0.77	2.31
Na ₂ O	5.08	5.48	5.09	4.53	5.41	5.49	4.21	4.28	5.65	3.76
K ₂ O	4.06	4.31	4.89	5.04	5.88	4.69	2.62	3.37	4.12	0.90
合計	99.24	99.58	99.16	98.49	99.46	95.85	93.53	91.06	95.65	92.06

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-25 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	57					58				
SiO ₂	69.34	64.18	66.86	66.84	69.49	69.41	69.88	75.38	71.88	74.71
TiO ₂	0.11	0.29	0.13	0.17	0.00	0.17	0.18	0.11	0.00	0.11
Al ₂ O ₃	12.18	14.20	13.29	13.79	9.59	14.08	13.11	10.13	10.34	10.02
FeO*	1.60	4.65	3.87	4.27	3.67	4.72	4.26	4.12	3.87	3.87
MnO	0.14	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.08
MgO	0.20	0.05	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	2.02	1.13	0.60	0.93	0.18	1.03	0.64	0.31	0.26	0.18
Na ₂ O	3.76	5.15	5.34	5.56	4.15	5.29	5.47	5.75	3.83	5.58
K ₂ O	0.89	4.20	4.14	4.08	3.37	5.75	5.04	4.37	4.74	4.62
合計	90.24	93.91	94.24	95.67	90.46	100.47	98.60	100.21	94.94	99.16

試料	58					59				
SiO ₂	70.75	73.46	68.71	74.40	71.79	65.66	69.12	67.49	68.90	68.07
TiO ₂	0.22	0.10	0.20	0.10	0.17	0.12	0.14	0.26	0.32	0.20
Al ₂ O ₃	11.62	9.77	14.48	10.43	9.98	15.50	14.78	15.21	14.39	14.63
FeO*	4.18	4.21	4.55	3.82	3.92	5.13	4.97	4.91	4.53	4.66
MnO	0.11	0.05	0.15	0.00	0.04	0.08	0.03	0.08	0.08	0.08
MgO	0.07	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.06	0.07	0.01	0.03
CaO	0.64	0.17	1.06	0.26	0.20	1.21	1.13	1.03	0.92	1.10
Na ₂ O	5.72	5.23	5.85	5.24	5.21	6.64	5.97	5.83	5.67	5.93
K ₂ O	5.04	4.62	5.45	4.58	4.53	5.60	5.83	5.80	5.57	5.76
合計	98.35	97.64	100.46	98.83	95.87	99.96	102.03	100.68	100.39	100.45

試料	59										
SiO ₂	68.04	75.81	69.63	68.97	71.02	64.82	67.43	68.08	69.10	75.52	68.78
TiO ₂	0.24	0.13	0.12	0.22	0.02	0.24	0.36	0.31	0.22	0.07	0.10
Al ₂ O ₃	15.37	10.17	13.72	13.86	13.08	14.98	14.19	15.71	15.34	10.48	14.25
FeO*	4.98	4.04	4.37	3.90	4.41	4.74	4.67	5.41	4.65	3.90	5.08
MnO	0.07	0.00	0.10	0.00	0.06	0.00	0.14	0.07	0.08	0.11	0.00
MgO	0.02	0.06	0.05	0.02	0.07	0.00	0.04	0.09	0.02	0.00	0.07
CaO	1.32	0.25	0.79	1.04	0.74	1.31	1.53	1.48	1.10	0.41	1.06
Na ₂ O	5.75	5.11	6.15	5.83	5.68	5.93	5.49	6.22	6.31	5.27	5.95
K ₂ O	5.73	4.54	5.36	5.67	5.25	5.52	5.80	5.96	5.65	4.28	5.69
合計	101.52	100.10	100.29	99.52	100.33	97.52	99.66	103.32	102.47	100.04	100.99

試料	59		60								
SiO ₂	67.81	76.74	67.44	67.53	68.45	67.45	73.10	65.97	67.01	67.81	
TiO ₂	0.32	0.17	0.23	0.31	0.26	0.24	0.01	0.30	0.47	0.20	
Al ₂ O ₃	14.86	10.38	13.84	13.93	13.22	14.69	10.14	14.98	15.00	14.77	
FeO*	4.81	3.90	4.25	4.83	4.18	4.41	3.99	4.70	4.99	4.47	
MnO	0.14	0.09	0.08	0.02	0.14	0.11	0.00	0.06	0.07	0.07	
MgO	0.00	0.00	0.07	0.05	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	
CaO	1.17	0.26	1.01	1.09	0.70	0.98	0.16	1.22	1.23	1.13	
Na ₂ O	6.12	5.48	5.06	5.66	5.96	6.06	5.35	5.46	6.07	5.55	
K ₂ O	5.49	4.81	5.11	5.44	5.18	5.25	4.43	5.79	5.15	5.21	
合計	100.73	101.82	97.09	98.86	98.09	99.26	97.19	98.48	99.99	99.20	

試料	60										61
SiO ₂	67.84	68.16	67.22	63.03	67.78	65.87	73.85	66.68	67.74		65.01
TiO ₂	0.29	0.19	0.39	0.38	0.25	0.06	0.20	0.23	0.19		0.22
Al ₂ O ₃	14.03	13.68	14.77	13.29	13.56	14.00	10.62	14.51	14.75		13.67
FeO*	4.16	4.39	4.06	4.70	4.26	4.29	1.74	4.23	4.47		4.04
MnO	0.04	0.08	0.06	0.07	0.00	0.07	0.08	0.06	0.00		0.12
MgO	0.02	0.07	0.03	0.01	0.04	0.07	0.12	0.03	0.07		0.06
CaO	1.20	0.92	0.97	1.32	1.00	0.93	1.61	1.01	1.06		0.96
Na ₂ O	5.88	5.45	5.93	5.48	5.89	5.56	3.44	5.67	5.74		5.66
K ₂ O	5.52	5.22	5.05	6.14	5.58	5.39	1.13	5.26	5.25		5.13
合計	98.98	98.14	98.48	94.41	98.37	96.24	92.78	97.66	99.27		94.87

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-26 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	61										
SiO ₂	70.56	60.47	67.77	71.89	72.17	69.77	66.29	65.47	64.23	72.23	64.87
TiO ₂	0.12	0.26	0.04	0.00	0.20	0.05	0.13	0.19	0.28	0.15	0.22
Al ₂ O ₃	9.47	14.90	13.73	10.16	10.43	9.97	13.35	13.59	14.36	10.93	12.78
FeO*	3.80	4.30	4.03	3.53	4.09	3.63	3.94	4.35	4.31	1.45	4.73
MnO	0.07	0.00	0.15	0.00	0.15	0.01	0.00	0.12	0.01	0.00	0.00
MgO	0.00	0.09	0.01	0.00	0.12	0.00	0.00	0.09	0.19	0.08	0.00
CaO	0.24	1.08	0.79	0.12	0.24	0.15	0.79	0.87	1.12	1.72	0.89
Na ₂ O	4.59	5.46	4.97	4.58	5.41	5.07	5.34	5.43	4.72	3.80	5.09
K ₂ O	3.86	4.97	4.87	3.92	4.00	4.12	5.15	5.35	4.96	1.19	4.96
合計	92.71	91.53	96.36	94.21	96.81	92.77	94.98	95.46	94.19	91.55	93.53

試料	61					62				
SiO ₂	72.22	66.45	71.58	73.16	62.32	75.95	67.32	66.74	66.44	67.45
TiO ₂	0.07	0.25	0.10	0.02	0.00	0.15	0.19	0.22	0.24	0.33
Al ₂ O ₃	9.86	14.27	9.25	9.82	11.33	9.52	15.43	12.92	14.29	14.29
FeO*	3.79	4.19	4.00	4.31	3.61	3.84	2.48	4.23	4.74	4.78
MnO	0.03	0.13	0.05	0.02	0.02	0.00	0.01	0.07	0.01	0.08
MgO	0.00	0.09	0.00	0.06	0.07	0.05	0.00	0.07	0.06	0.06
CaO	0.10	1.05	0.24	0.18	0.72	0.29	0.42	0.78	1.04	1.04
Na ₂ O	4.91	5.83	5.34	5.37	4.20	5.57	7.19	6.15	5.69	5.77
K ₂ O	4.14	5.26	4.22	4.11	4.56	4.21	4.40	5.01	5.49	5.61
合計	95.12	97.51	94.77	97.03	86.82	99.58	97.44	96.16	98.00	99.40

試料	62										
SiO ₂	72.24	67.30	73.85	74.25	79.44	65.60	68.19	66.31	74.37	73.63	66.07
TiO ₂	0.10	0.11	0.08	0.05	0.14	0.33	0.09	0.28	0.15	0.16	0.23
Al ₂ O ₃	9.62	14.62	10.88	9.97	9.26	15.06	14.15	14.80	10.39	11.85	14.91
FeO*	3.71	5.12	3.93	4.24	0.47	4.66	4.55	4.82	3.64	3.90	4.75
MnO	0.00	0.00	0.04	0.11	0.03	0.09	0.00	0.04	0.06	0.01	0.08
MgO	0.00	0.03	0.10	0.02	0.02	0.03	0.08	0.11	0.00	0.06	0.04
CaO	0.25	1.13	0.34	0.27	1.61	1.35	1.05	1.10	0.28	0.36	1.17
Na ₂ O	4.29	5.83	5.00	5.23	3.18	5.83	6.26	6.08	5.14	5.26	5.39
K ₂ O	4.72	5.59	4.76	4.43	0.61	6.05	5.47	5.68	4.90	4.64	5.91
合計	94.92	99.72	98.97	98.56	94.75	99.01	99.83	99.20	98.93	99.86	98.54

試料	62	63								
SiO ₂	66.93	75.62	70.55	67.54	68.44	69.97	60.93	73.10	66.38	67.97
TiO ₂	0.14	0.01	0.28	0.32	0.31	0.20	0.10	0.06	0.27	0.24
Al ₂ O ₃	14.99	10.35	13.60	15.01	15.24	14.13	11.50	9.52	14.65	14.23
FeO*	4.12	4.11	4.66	5.55	5.33	4.96	4.35	4.06	4.74	5.10
MnO	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.04	0.06	0.05	0.04
MgO	0.09	0.07	0.06	0.07	0.04	0.04	0.03	0.00	0.02	0.00
CaO	1.11	0.17	0.97	1.30	1.22	1.00	0.75	0.17	0.95	1.05
Na ₂ O	4.90	5.69	5.80	5.75	6.01	5.95	5.84	5.27	6.00	6.04
K ₂ O	5.71	4.46	5.16	5.96	6.17	5.48	4.33	3.70	4.91	5.29
合計	98.04	100.49	101.07	101.50	102.77	101.79	87.86	95.95	97.97	99.95

試料	63										64
SiO ₂	73.50	69.03	69.26	66.92	69.37	68.25	74.47	74.73	71.42		77.47
TiO ₂	0.04	0.31	0.22	0.25	0.06	0.36	0.15	0.32	0.11		0.11
Al ₂ O ₃	9.47	14.12	15.02	15.44	15.03	14.91	11.24	10.55	13.07		12.70
FeO*	3.91	5.08	4.67	5.07	3.94	4.85	4.01	4.21	2.85		2.23
MnO	0.00	0.07	0.02	0.12	0.00	0.05	0.00	0.04	0.12		0.12
MgO	0.01	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.06
CaO	0.16	1.03	1.15	1.18	0.87	1.27	0.23	0.17	0.14		2.24
Na ₂ O	4.33	6.34	5.99	5.96	5.76	6.06	5.93	5.45	6.51		4.63
K ₂ O	3.86	5.03	5.53	5.56	5.42	5.52	4.67	3.88	5.18		1.69
合計	95.28	101.03	101.86	100.52	100.45	101.28	100.70	99.34	99.38		101.24

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-27 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	64										
SiO ₂	69.95	73.12	68.93	74.54	73.13	71.47	73.76	68.11	75.47	74.31	74.11
TiO ₂	0.37	0.04	0.28	0.17	0.18	0.00	0.06	0.10	0.07	0.01	0.20
Al ₂ O ₃	14.53	10.66	15.00	10.45	9.59	9.61	10.13	15.30	9.80	9.69	10.99
FeO*	4.80	3.60	4.76	3.90	3.97	4.08	4.14	5.05	4.01	3.83	4.15
MnO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.01	0.00	0.02	0.06	0.06	0.03
MgO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	0.88	0.18	1.00	0.19	0.23	0.20	0.19	1.11	0.35	0.22	0.47
Na ₂ O	5.87	4.79	6.01	3.84	5.14	5.16	5.11	5.28	4.72	4.87	4.36
K ₂ O	5.63	4.50	5.31	4.53	4.60	4.38	4.50	5.88	4.69	4.49	5.39
合計	102.03	96.88	101.29	97.65	96.91	94.91	97.88	100.87	99.17	97.48	99.70

試料	64							65		
SiO ₂	68.20	68.69	66.05	69.74	67.75	70.56	68.79	65.29	65.82	66.87
TiO ₂	0.07	0.22	0.27	0.29	0.27	0.26	0.24	0.14	0.19	0.25
Al ₂ O ₃	14.16	15.32	15.00	14.41	14.18	14.09	14.15	13.54	14.35	14.05
FeO*	4.99	4.70	4.40	4.43	4.63	4.08	4.71	4.40	4.20	4.20
MnO	0.08	0.10	0.12	0.13	0.08	0.03	0.18	0.06	0.00	0.12
MgO	0.02	0.06	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	1.09	1.01	1.17	0.97	1.07	0.79	0.83	1.07	0.87	1.00
Na ₂ O	6.02	6.12	5.70	5.90	5.57	5.90	5.32	5.18	4.71	5.49
K ₂ O	5.84	5.73	5.69	5.51	5.76	5.47	6.06	5.50	5.63	5.55
合計	100.46	101.93	98.45	101.39	99.31	101.16	100.27	95.17	95.78	97.53

試料	65										
SiO ₂	68.68	66.67	72.01	68.71	68.31	65.05	68.49	73.28	66.53	66.85	66.19
TiO ₂	0.06	0.14	0.14	0.20	0.05	0.19	0.06	0.06	0.27	0.17	0.19
Al ₂ O ₃	9.78	14.29	10.86	10.12	9.49	13.79	9.89	9.87	14.44	14.53	14.24
FeO*	3.94	4.60	3.57	3.73	3.67	4.12	3.79	3.83	4.55	4.58	4.41
MnO	0.00	0.18	0.07	0.04	0.11	0.13	0.13	0.00	0.10	0.03	0.01
MgO	0.06	0.03	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.01	0.04	0.01	0.10
CaO	0.31	1.17	0.25	0.37	0.27	1.06	0.22	0.20	0.90	0.95	1.02
Na ₂ O	4.69	5.47	5.15	4.87	4.36	5.00	4.71	4.49	5.32	5.29	5.86
K ₂ O	4.69	5.52	4.76	4.61	4.77	5.45	4.59	4.52	5.39	5.67	5.59
合計	92.20	98.08	96.80	92.72	91.01	94.82	91.88	96.25	97.54	98.07	97.60

試料	65			66							
SiO ₂	64.96	66.47	66.67	74.44	74.92	69.08	74.86	66.23	69.12	64.48	
TiO ₂	0.15	0.13	0.17	0.17	0.15	0.21	0.04	0.34	0.17	0.30	
Al ₂ O ₃	15.20	13.64	14.31	9.31	9.80	14.34	10.90	15.35	13.68	11.99	
FeO*	4.45	4.61	4.27	3.96	3.94	4.62	4.05	4.70	4.32	7.92	
MnO	0.11	0.08	0.04	0.00	0.00	0.09	0.02	0.08	0.08	0.11	
MgO	0.00	0.04	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.11	0.07	0.15	
CaO	0.88	0.95	1.33	0.11	0.20	1.04	0.24	1.18	0.74	4.12	
Na ₂ O	5.21	5.47	4.88	4.46	4.95	5.64	4.99	5.82	5.55	5.21	
K ₂ O	5.68	5.20	5.35	4.45	4.34	5.90	4.59	5.74	5.62	5.08	
合計	96.64	96.60	97.08	96.89	98.34	100.92	99.69	99.54	99.34	99.36	

試料	66										
SiO ₂	64.71	68.29	67.07	64.96	75.36	68.17	73.61	73.19	66.97	65.35	
TiO ₂	0.22	0.15	0.00	0.24	0.10	0.21	0.02	0.11	0.14	0.21	
Al ₂ O ₃	13.83	14.58	19.08	14.37	10.33	14.55	10.82	9.33	14.67	14.65	
FeO*	4.44	4.86	0.26	5.03	4.12	4.70	3.78	3.94	4.90	4.75	
MnO	0.10	0.10	0.00	0.04	0.03	0.10	0.07	0.00	0.00	0.09	
MgO	0.00	0.10	0.00	0.04	0.00	0.03	0.03	0.00	0.06	0.00	
CaO	0.96	1.03	0.58	0.98	0.26	1.11	0.17	0.24	1.11	1.08	
Na ₂ O	5.18	5.96	5.48	5.60	4.96	5.40	5.43	4.72	5.45	5.56	
K ₂ O	5.32	5.57	8.04	5.78	4.60	5.77	4.46	5.08	5.75	5.69	
合計	94.76	100.63	100.50	97.02	99.75	100.03	98.37	96.61	99.04	97.38	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-28 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	67										
SiO ₂	73.89	72.80	74.86	77.03	74.83	71.57	74.01	74.29	73.72	73.82	73.93
TiO ₂	0.19	0.20	0.15	0.15	0.22	0.36	0.13	0.07	0.01	0.31	0.11
Al ₂ O ₃	9.79	11.68	12.54	11.73	12.18	13.58	11.74	9.36	11.19	11.97	11.43
FeO*	1.08	1.17	1.63	1.41	1.15	3.05	1.28	1.48	1.13	1.99	1.53
MnO	0.00	0.16	0.00	0.03	0.06	0.07	0.00	0.12	0.05	0.00	0.03
MgO	0.06	0.11	0.12	0.04	0.02	0.32	0.15	0.03	0.16	0.18	0.11
CaO	0.94	1.80	1.88	1.28	1.12	3.01	1.88	1.34	1.59	2.34	1.69
Na ₂ O	3.56	4.18	4.36	4.12	3.90	4.42	4.05	4.46	4.30	4.61	3.90
K ₂ O	3.19	1.26	1.14	2.40	2.58	1.35	1.29	1.56	1.15	1.20	1.13
合計	92.71	93.36	96.69	98.19	96.04	97.71	94.52	92.70	93.28	96.43	93.87

試料	67					68				
SiO ₂	71.19	75.62	75.13	73.64	77.69	76.15	77.76	77.98	77.25	69.15
TiO ₂	0.20	0.23	0.22	0.16	0.15	0.19	0.00	0.10	0.16	0.34
Al ₂ O ₃	11.22	11.09	12.02	12.21	11.32	11.06	10.56	10.87	12.19	14.87
FeO*	2.00	1.54	1.58	1.93	1.20	4.03	3.77	4.58	1.39	4.94
MnO	0.13	0.01	0.00	0.00	0.20	0.11	0.06	0.08	0.10	0.00
MgO	0.08	0.12	0.22	0.13	0.00	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00
CaO	1.72	2.09	1.81	2.07	1.22	0.26	0.27	0.18	1.89	1.23
Na ₂ O	4.36	4.49	4.09	3.92	3.74	4.84	5.05	5.74	4.14	5.85
K ₂ O	1.51	1.23	1.10	1.26	2.39	4.56	4.25	4.60	1.01	5.80
合計	92.42	96.43	96.16	95.31	97.90	101.20	101.74	104.12	98.19	102.19

試料	68										
SiO ₂	69.78	75.57	76.54	72.43	69.40	76.40	76.00	74.49	72.74	76.67	71.83
TiO ₂	0.12	0.03	0.07	0.23	0.33	0.07	0.20	0.00	0.16	0.15	0.14
Al ₂ O ₃	15.20	10.33	10.66	14.23	15.22	10.73	10.80	10.58	13.07	10.40	12.18
FeO*	4.86	4.49	4.33	4.51	4.50	3.82	4.22	4.00	4.67	4.26	5.01
MnO	0.04	0.00	0.02	0.03	0.07	0.04	0.02	0.17	0.03	0.04	0.08
MgO	0.07	0.03	0.05	0.05	0.11	0.07	0.00	0.00	0.01	0.07	0.01
CaO	1.05	0.16	0.26	0.68	1.39	0.19	0.29	0.18	0.71	0.41	0.65
Na ₂ O	5.76	5.22	5.33	6.03	5.85	5.25	4.97	5.37	5.71	5.54	5.28
K ₂ O	6.15	4.66	4.72	5.34	5.88	4.46	4.77	4.77	5.40	4.77	5.48
合計	103.04	100.49	101.97	103.52	102.74	101.03	101.26	99.56	102.50	102.31	100.64

試料	69										
SiO ₂	73.63	74.99	74.20	75.47	77.89	70.15	73.88	73.60	75.01	74.87	74.50
TiO ₂	0.36	0.23	0.22	0.13	0.17	0.04	0.32	0.18	0.18	0.28	0.09
Al ₂ O ₃	13.80	12.57	13.46	12.91	12.05	16.27	12.08	11.67	11.52	12.38	11.82
FeO*	2.62	1.50	2.11	2.01	1.94	1.44	1.52	1.92	1.39	1.57	1.80
MnO	0.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
MgO	0.18	0.16	0.10	0.14	0.22	0.13	0.12	0.21	0.18	0.04	0.15
CaO	2.61	1.93	2.15	2.29	2.17	4.07	1.96	1.85	1.77	2.05	1.87
Na ₂ O	4.56	4.28	4.41	4.31	4.47	5.16	3.74	4.13	4.19	4.25	3.97
K ₂ O	1.16	1.41	1.35	1.29	1.32	1.02	1.32	1.17	1.44	1.45	1.23
合計	98.99	97.06	98.00	98.55	100.25	98.33	94.95	94.73	95.68	96.88	95.41

試料	69	70									
SiO ₂	75.39	67.15	65.66	74.62	72.22	68.98	72.69	68.46	73.62	68.79	
TiO ₂	0.26	0.15	0.12	0.15	0.05	0.25	0.07	0.02	0.27	0.16	
Al ₂ O ₃	11.76	13.99	14.15	10.26	10.22	13.02	9.98	14.81	10.23	14.02	
FeO*	1.92	4.16	4.47	4.23	4.24	4.22	4.30	4.57	3.82	4.45	
MnO	0.14	0.06	0.12	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.10	0.09	
MgO	0.12	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	
CaO	1.94	0.75	1.26	0.24	0.18	0.78	0.15	0.86	0.13	0.76	
Na ₂ O	4.12	5.84	5.26	5.37	4.94	5.38	4.78	5.88	5.03	5.81	
K ₂ O	1.23	5.12	5.77	4.75	4.34	5.51	4.68	5.15	4.00	4.94	
合計	96.86	97.21	96.82	99.63	96.18	98.22	96.66	99.79	97.18	99.02	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-29 分析したガラスの化学組成 (つづき)。

試料	70								71	
SiO ₂	67.19	67.98	75.13	68.90	74.62	68.18	67.40	70.27	61.73	73.00
TiO ₂	0.14	0.19	0.16	0.06	0.13	0.14	0.12	0.29	0.52	0.09
Al ₂ O ₃	13.86	14.08	10.88	13.78	9.81	14.22	13.82	13.55	12.84	10.54
FeO*	4.89	4.82	4.30	4.20	4.00	4.57	4.47	4.30	5.86	3.74
MnO	0.01	0.00	0.02	0.05	0.11	0.02	0.04	0.13	0.05	0.19
MgO	0.03	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.07	0.85	0.03
CaO	1.13	0.85	0.23	0.76	0.20	0.92	0.94	0.74	4.65	0.28
Na ₂ O	5.11	5.46	5.41	5.96	5.16	5.52	5.90	5.93	4.52	5.46
K ₂ O	5.27	5.33	4.86	5.23	4.13	5.45	5.32	5.28	4.49	4.89
合計	97.63	98.70	101.00	98.95	98.16	99.02	97.99	100.53	95.52	98.21

試料	71											
SiO ₂	67.57	66.65	73.46	66.72	73.54	71.42	66.85	71.55	72.70	70.60	63.53	
TiO ₂	0.09	0.20	0.10	0.26	0.12	0.04	0.26	0.17	0.00	0.14	0.12	
Al ₂ O ₃	13.80	13.45	10.26	13.57	9.59	9.57	14.26	10.20	9.94	11.98	16.02	
FeO*	4.48	4.23	4.08	4.51	3.93	3.47	4.48	3.62	4.16	4.45	3.40	
MnO	0.19	0.00	0.00	0.09	0.09	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	
MgO	0.01	0.00	0.00	0.11	0.00	0.02	0.06	0.04	0.00	0.01	0.03	
CaO	0.77	0.67	0.20	1.03	0.22	0.23	1.04	0.29	0.16	0.61	0.85	
Na ₂ O	5.74	5.27	4.61	5.84	5.21	4.66	5.71	4.66	5.06	5.28	5.38	
K ₂ O	5.26	5.34	4.95	5.49	4.65	4.44	5.44	4.55	4.49	4.79	5.55	
合計	97.90	95.81	97.66	97.62	97.34	93.95	98.09	95.07	96.51	97.85	94.88	

試料	71			72							
SiO ₂	68.09	72.31	63.79	71.17	68.02	70.79	66.90	66.98	72.53	67.40	
TiO ₂	0.24	0.10	0.58	0.11	0.17	0.11	0.19	0.22	0.14	0.27	
Al ₂ O ₃	13.05	10.16	14.81	10.09	14.07	11.28	14.70	15.10	11.22	14.12	
FeO*	4.32	3.90	4.98	3.76	4.80	4.00	4.91	5.16	3.29	4.53	
MnO	0.06	0.01	0.07	0.00	0.04	0.10	0.10	0.04	0.06	0.00	
MgO	0.00	0.00	0.15	0.02	0.07	0.03	0.00	0.03	0.00	0.12	
CaO	0.82	0.26	1.88	0.21	1.08	0.47	1.15	1.17	0.16	0.99	
Na ₂ O	5.82	5.42	5.31	5.30	5.72	5.24	5.19	5.50	5.53	5.89	
K ₂ O	5.05	4.21	5.37	4.18	4.90	4.14	4.89	5.84	4.41	5.36	
合計	97.44	96.35	96.93	94.83	98.86	96.16	98.02	100.03	97.34	98.66	

試料	72										73
SiO ₂	67.88	66.76	66.52	72.48	75.83	66.24	66.40	67.14	73.66		61.94
TiO ₂	0.35	0.32	0.11	0.21	0.17	0.21	0.18	0.33	0.00		0.19
Al ₂ O ₃	14.13	14.01	14.70	9.72	11.89	14.38	14.31	13.84	10.48		13.85
FeO*	4.55	4.35	4.61	3.99	1.81	4.73	4.77	4.82	4.28		4.33
MnO	0.08	0.03	0.05	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.16		0.03
MgO	0.00	0.04	0.06	0.01	0.15	0.00	0.02	0.05	0.00		0.00
CaO	1.03	1.15	1.16	0.21	2.08	1.05	1.25	1.07	0.16		0.97
Na ₂ O	5.20	5.38	5.64	5.37	4.09	5.50	5.77	5.84	4.71		5.84
K ₂ O	5.34	5.27	5.56	4.41	1.24	5.54	5.88	5.69	4.96		3.34
合計	98.55	97.29	98.41	96.41	97.28	97.71	98.58	98.78	98.42		90.48

試料	73											
SiO ₂	64.10	63.38	65.76	65.18	65.04	72.74	63.53	66.17	63.95	64.06	70.05	
TiO ₂	0.17	0.09	0.15	0.19	0.21	0.11	0.17	0.34	0.20	0.24	0.05	
Al ₂ O ₃	14.13	13.87	13.99	13.95	13.86	11.75	13.95	13.11	13.51	14.06	10.30	
FeO*	4.19	4.51	4.14	4.16	4.12	1.74	3.89	4.07	4.21	4.02	3.50	
MnO	0.00	0.00	0.20	0.04	0.06	0.01	0.07	0.03	0.03	0.13	0.07	
MgO	0.14	0.00	0.02	0.03	0.00	0.13	0.07	0.00	0.00	0.02	0.00	
CaO	1.06	0.93	1.01	1.08	0.92	1.79	1.10	0.96	0.92	1.03	0.24	
Na ₂ O	5.42	5.42	5.19	5.27	4.55	4.00	5.70	5.40	5.33	5.44	4.53	
K ₂ O	3.25	3.56	3.51	3.41	3.36	0.63	3.68	3.41	3.32	3.51	2.76	
合計	92.46	91.74	93.96	93.30	92.10	92.89	92.17	93.48	91.46	92.51	91.48	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-30 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	73			74							
SiO ₂	71.90	71.02	63.03	65.43	65.65	63.56	65.04	64.97	64.53	65.62	
TiO ₂	0.20	0.06	0.17	0.28	0.25	0.37	0.20	0.22	0.15	0.14	
Al ₂ O ₃	9.77	9.22	14.63	14.54	13.71	13.55	14.33	13.59	14.63	14.09	
FeO*	3.30	3.39	4.54	4.59	4.59	4.59	4.49	4.76	4.83	4.42	
MnO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.03	0.06	
MgO	0.09	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.03	0.01	0.08	0.11	
CaO	0.25	0.23	0.94	1.12	0.96	1.05	1.09	1.03	1.25	1.09	
Na ₂ O	5.00	4.93	5.56	5.60	5.01	5.29	5.22	5.42	5.43	5.55	
K ₂ O	2.74	2.67	3.43	5.30	5.51	5.05	5.28	5.24	4.45	4.58	
合計	93.27	91.51	92.31	96.87	95.70	93.46	95.69	95.42	95.36	95.66	

試料	74										75
SiO ₂	64.76	66.13	65.57	64.91	70.86	65.59	64.22	66.26	72.85		65.23
TiO ₂	0.17	0.13	0.30	0.35	0.06	0.10	0.18	0.20	0.11		0.18
Al ₂ O ₃	14.27	13.69	13.86	14.48	9.26	13.92	12.88	14.48	10.02		14.12
FeO*	4.10	4.26	4.59	4.58	3.54	4.55	3.97	4.08	3.37		4.76
MnO	0.07	0.18	0.08	0.16	0.05	0.10	0.00	0.09	0.00		0.18
MgO	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.08	0.04	0.10	0.01		0.12
CaO	1.10	0.81	1.13	1.16	0.25	1.12	0.80	1.08	0.16		1.15
Na ₂ O	4.90	5.28	5.83	5.61	4.92	5.37	5.17	6.00	5.14		4.97
K ₂ O	4.40	4.45	4.42	4.22	3.53	4.37	3.94	5.53	4.28		5.47
合計	93.81	94.93	95.78	95.47	92.47	95.20	91.19	97.82	95.93		96.17

試料	75											
SiO ₂	67.00	67.69	74.51	66.97	73.58	70.81	72.17	70.27	70.86	65.98	65.85	
TiO ₂	0.07	0.26	0.05	0.12	0.05	0.00	0.08	0.06	0.08	0.32	0.30	
Al ₂ O ₃	13.39	13.92	9.34	13.89	10.08	9.98	10.04	11.40	9.77	13.23	14.05	
FeO*	4.46	4.57	3.90	4.19	3.80	4.03	3.85	4.06	3.38	4.28	4.32	
MnO	0.01	0.13	0.08	0.09	0.12	0.00	0.02	0.00	0.14	0.00	0.00	
MgO	0.08	0.07	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.08	0.02	0.07	0.03	
CaO	0.92	1.07	0.15	1.02	0.29	0.28	0.21	0.49	0.24	0.85	1.09	
Na ₂ O	5.68	5.27	4.95	5.32	4.68	4.66	5.11	5.35	4.65	5.79	5.37	
K ₂ O	5.10	5.33	5.07	5.49	4.67	4.21	4.30	4.72	4.48	5.13	5.05	
合計	96.72	98.31	98.05	97.18	97.27	93.97	95.77	96.44	93.61	95.64	96.05	

試料	75						77					
SiO ₂	66.20	66.10	64.88	65.93	68.84	66.65	64.77	65.08	64.97	64.14		
TiO ₂	0.08	0.29	0.19	0.06	0.16	0.00	0.20	0.30	0.19	0.12		
Al ₂ O ₃	13.43	13.57	14.55	13.31	11.57	12.51	14.01	13.70	14.40	13.55		
FeO*	4.25	4.29	4.52	4.03	3.86	4.14	4.48	4.53	4.22	4.12		
MnO	0.06	0.07	0.07	0.19	0.06	0.05	0.10	0.11	0.00	0.07		
MgO	0.01	0.00	0.06	0.01	0.01	0.06	0.00	0.00	0.09	0.05		
CaO	0.97	0.93	1.35	0.86	0.51	0.90	1.03	1.01	1.06	0.91		
Na ₂ O	4.99	5.49	5.91	5.34	4.88	5.41	4.84	5.40	5.45	5.37		
K ₂ O	4.95	5.34	4.98	5.00	4.91	5.07	5.10	4.99	5.28	4.74		
合計	94.92	96.09	96.51	94.72	94.79	94.79	94.53	95.12	95.67	93.07		

試料	77											
SiO ₂	71.60	64.14	66.20	71.15	64.77	66.01	71.10	65.13	69.78	72.81	70.81	
TiO ₂	0.13	0.13	0.12	0.17	0.19	0.26	0.08	0.21	0.00	0.10	0.15	
Al ₂ O ₃	10.07	12.87	14.07	10.17	13.38	13.02	9.53	14.26	10.01	9.97	9.69	
FeO*	3.21	3.94	4.24	3.93	4.79	4.29	4.14	4.43	3.57	3.54	3.84	
MnO	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.09	0.04	
MgO	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.07	0.00	0.08	0.00	
CaO	0.33	0.82	1.09	0.27	0.95	0.96	0.15	0.95	0.19	0.23	0.26	
Na ₂ O	4.41	5.16	5.00	4.89	4.90	4.68	4.75	3.14	4.71	4.38	4.16	
K ₂ O	4.67	5.02	5.00	4.39	5.45	4.99	4.35	5.50	4.16	4.34	4.31	
合計	94.52	92.11	95.75	94.97	94.42	94.25	94.10	93.70	92.50	95.52	93.25	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-31 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	77										
SiO ₂	65.76		65.69	68.41	68.03	63.82	72.44	72.38	67.15	71.65	67.44
TiO ₂	0.27		0.22	0.29	0.17	0.04	0.26	0.32	0.35	0.06	0.19
Al ₂ O ₃	13.92		14.96	14.15	13.33	18.92	9.97	11.05	13.42	9.92	14.84
FeO*	4.33		4.70	4.86	4.61	0.15	3.61	3.67	4.33	3.61	4.53
MnO	0.04		0.06	0.15	0.00	0.00	0.07	0.09	0.03	0.14	0.01
MgO	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.08
CaO	0.96		1.08	1.12	0.89	1.00	0.20	0.42	0.87	0.20	0.99
Na ₂ O	5.44		5.84	5.73	5.42	5.60	4.87	4.75	5.11	4.50	5.19
K ₂ O	5.31		6.04	5.53	5.79	7.44	4.61	4.80	5.56	4.32	5.29
合計	96.02		98.59	100.24	98.24	96.97	96.02	97.46	96.83	94.42	98.57

試料	78						79			
SiO ₂	66.30	70.33	67.13	63.13	71.97	67.24	71.81	65.05	65.47	69.84
TiO ₂	0.22	0.08	0.21	0.24	0.07	0.04	0.05	0.26	0.24	0.06
Al ₂ O ₃	14.34	10.05	14.01	13.17	10.18	13.81	9.76	13.89	13.59	12.47
FeO*	4.40	3.75	4.38	4.05	3.80	4.52	3.62	3.89	4.07	1.81
MnO	0.08	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.13
MgO	0.03	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.06	0.03	0.11
CaO	1.03	0.21	1.07	0.99	0.36	1.07	0.24	0.87	0.79	2.02
Na ₂ O	5.83	4.74	5.47	4.90	4.81	5.45	5.03	5.60	5.61	4.28
K ₂ O	5.42	4.86	5.48	5.65	4.58	5.52	4.32	5.25	4.84	1.26
合計	97.64	94.02	97.75	92.23	95.76	97.65	94.81	94.88	94.67	91.96

試料	79										
SiO ₂	71.42	68.86	64.09	71.58	70.59	69.39	63.94	69.75	71.16	69.98	70.67
TiO ₂	0.10	0.16	0.16	0.08	0.06	0.04	0.19	0.07	0.21	0.06	0.15
Al ₂ O ₃	9.52	9.87	13.34	9.11	9.64	10.67	14.25	11.34	9.55	10.47	8.94
FeO*	3.63	3.93	4.74	3.64	3.83	3.69	4.41	1.49	3.64	3.74	3.53
MnO	0.04	0.09	0.10	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.01	0.05	0.06
MgO	0.05	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.03	0.26	0.01	0.00	0.03
CaO	0.21	0.34	1.03	0.16	0.21	0.27	1.01	1.99	0.21	0.28	0.21
Na ₂ O	4.58	4.80	5.53	5.14	4.97	5.09	5.26	4.00	5.49	4.49	4.96
K ₂ O	4.30	4.89	5.38	4.18	4.43	4.60	5.47	1.21	4.19	5.01	4.30
合計	93.83	92.93	94.38	93.93	93.72	93.78	94.56	90.16	94.47	94.07	92.85

試料	79		80								
SiO ₂	65.85		69.14	66.35	69.35	68.63	67.96	73.99	67.48	73.67	68.90
TiO ₂	0.08		0.12	0.23	0.23	0.19	0.08	0.21	0.21	0.16	0.23
Al ₂ O ₃	13.54		14.23	15.48	14.66	15.27	14.78	10.98	14.87	10.72	15.03
FeO*	3.96		4.80	4.99	4.53	4.83	4.86	4.34	5.44	4.18	4.98
MnO	0.04		0.00	0.08	0.00	0.08	0.09	0.07	0.11	0.00	0.13
MgO	0.06		0.07	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.09
CaO	0.81		1.01	1.13	0.97	1.04	1.11	0.22	1.36	0.28	0.92
Na ₂ O	5.26		5.60	5.73	6.16	6.08	6.06	5.00	5.92	5.46	5.69
K ₂ O	5.05		5.44	6.19	5.42	5.30	5.83	4.95	5.50	4.79	5.59
合計	94.65		100.40	100.18	101.35	101.41	100.78	99.75	100.95	99.26	101.55

試料	80							81		
SiO ₂	73.35	69.64	69.80	76.12	76.30	68.38	77.17	69.31	74.68	73.71
TiO ₂	0.18	0.18	0.27	0.00	0.19	0.16	0.12	0.27	0.10	0.31
Al ₂ O ₃	11.11	14.00	14.60	9.67	10.52	14.26	10.03	10.96	11.76	11.48
FeO*	5.29	4.88	4.92	4.20	4.32	4.72	4.13	1.55	1.70	2.01
MnO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.08	0.06	0.09	0.06	0.00	0.00
MgO	0.00	0.01	0.07	0.00	0.03	0.04	0.06	0.07	0.23	0.11
CaO	0.36	0.95	0.94	0.14	0.22	0.96	0.23	1.64	1.83	1.67
Na ₂ O	5.95	5.75	5.69	5.17	5.44	5.84	5.21	2.08	4.13	4.00
K ₂ O	4.62	5.47	6.04	4.63	4.83	4.72	3.89	4.12	1.39	1.36
合計	100.87	100.90	102.33	99.92	101.93	99.13	100.93	90.05	95.82	94.65

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-32 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	81										
SiO ₂	73.72	75.72	73.06	74.55	75.01	75.00	75.52	76.38	70.48	75.29	76.06
TiO ₂	0.10	0.20	0.11	0.15	0.26	0.38	0.28	0.13	0.28	0.22	0.10
Al ₂ O ₃	12.29	12.15	12.33	12.54	12.45	12.42	12.27	12.31	10.69	11.28	11.95
FeO*	1.83	1.56	1.35	1.98	1.73	1.79	1.78	1.62	1.66	1.68	1.96
MnO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.07	0.00	0.06	0.17	0.11	0.00
MgO	0.14	0.14	0.09	0.11	0.18	0.16	0.17	0.14	0.08	0.09	0.15
CaO	1.72	1.67	1.74	1.69	1.71	1.85	1.75	1.89	1.82	1.73	1.93
Na ₂ O	4.17	4.32	4.17	4.44	4.17	4.34	4.47	4.07	2.39	3.97	4.11
K ₂ O	1.35	1.28	1.22	1.45	1.49	1.31	1.21	1.45	1.47	1.50	1.28
合計	95.31	97.04	94.07	96.96	97.03	97.31	97.45	98.04	89.04	95.86	97.54

試料	81		82								
SiO ₂	74.12	62.65	70.94	62.06	72.16	64.58	66.17	67.82	71.39	63.92	
TiO ₂	0.27	0.05	0.11	0.28	0.00	0.16	0.15	0.04	0.04	0.15	
Al ₂ O ₃	11.98	20.59	9.62	15.43	10.10	14.51	14.86	9.90	9.97	14.01	
FeO*	1.87	0.83	3.79	4.56	3.76	4.49	4.47	3.44	3.51	3.94	
MnO	0.11	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.10	
MgO	0.13	0.04	0.01	0.06	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00	0.03	
CaO	1.92	5.41	0.28	1.16	0.14	1.25	1.20	0.21	0.25	1.16	
Na ₂ O	4.50	5.76	5.33	5.54	5.11	5.38	5.24	4.91	5.39	4.89	
K ₂ O	1.30	0.59	4.06	5.26	4.64	5.67	5.26	4.41	4.06	5.75	
合計	96.20	95.91	94.13	94.36	95.94	96.11	97.34	90.80	94.60	93.93	

試料	82										83
SiO ₂	65.21	71.62	71.45	65.73	62.18	70.67	72.37	72.54	65.58		72.04
TiO ₂	0.36	0.10	0.14	0.09	0.00	0.09	0.13	0.07	0.02		0.12
Al ₂ O ₃	14.30	9.39	9.57	12.95	17.80	10.22	10.28	9.36	13.82		10.88
FeO*	4.71	3.91	3.49	3.89	1.88	3.66	3.55	4.12	4.24		1.32
MnO	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.10	0.11	0.13	0.00		0.03
MgO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.07		0.12
CaO	0.98	0.20	0.27	0.88	0.90	0.22	0.20	0.16	0.92		1.67
Na ₂ O	5.64	4.58	4.52	5.30	6.38	5.27	4.87	4.67	5.97		4.26
K ₂ O	5.14	4.27	4.33	5.15	6.33	4.55	4.78	4.41	5.48		1.21
合計	96.38	94.10	93.82	94.03	95.51	94.83	96.28	95.49	96.09		91.63

試料	83										
SiO ₂	70.25	64.62	67.17	65.65	73.91	73.08	65.21	66.42	66.37	73.18	73.31
TiO ₂	0.25	0.19	0.14	0.20	0.12	0.06	0.19	0.26	0.29	0.21	0.17
Al ₂ O ₃	12.79	14.07	14.53	13.98	10.03	9.59	14.43	14.82	14.56	11.85	8.88
FeO*	4.72	4.46	4.73	4.56	4.16	4.10	5.00	4.90	5.00	1.78	3.88
MnO	0.08	0.01	0.13	0.01	0.11	0.00	0.13	0.14	0.08	0.11	0.14
MgO	0.02	0.08	0.06	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.11	0.01
CaO	0.59	1.03	1.01	1.00	0.18	0.17	1.00	1.18	1.08	1.93	0.27
Na ₂ O	5.27	5.77	5.61	5.62	4.93	5.03	5.16	5.81	5.61	3.79	5.12
K ₂ O	5.26	5.92	5.24	4.90	4.05	3.95	5.09	5.26	5.31	1.33	4.01
合計	99.23	96.16	98.61	95.96	97.52	95.99	96.21	98.79	98.28	94.28	95.79

試料	83					84				
SiO ₂	72.03	73.75	72.78	71.47	68.21	64.07	65.84	64.12	66.28	63.95
TiO ₂	0.19	0.23	0.10	0.12	0.20	0.00	0.24	0.44	0.02	0.26
Al ₂ O ₃	11.80	9.83	12.15	11.14	13.83	17.99	12.71	9.82	13.15	14.10
FeO*	1.63	3.95	1.77	3.65	4.26	0.13	4.05	6.85	4.20	4.20
MnO	0.02	0.00	0.00	0.01	0.04	0.05	0.00	0.07	0.00	0.09
MgO	0.13	0.00	0.13	0.00	0.06	0.02	0.00	0.90	0.00	0.12
CaO	1.68	0.19	1.93	0.42	0.61	0.37	0.71	5.76	0.77	1.00
Na ₂ O	3.79	5.26	4.02	5.40	5.62	5.73	4.93	4.25	5.10	5.09
K ₂ O	1.08	4.24	1.03	4.09	4.41	7.50	4.81	3.76	5.48	5.52
合計	92.35	97.45	93.91	96.29	97.23	95.86	93.28	95.96	95.00	94.34

* 鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-33 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	84									85
SiO ₂	74.41	73.93	64.81	71.99	65.58	71.52	70.04	67.27	71.69	74.21
TiO ₂	0.15	0.09	0.23	0.20	0.20	0.01	0.06	0.26	0.17	0.13
Al ₂ O ₃	11.71	10.53	14.94	9.64	14.50	10.33	9.75	14.09	12.00	11.74
FeO*	1.75	3.89	4.88	3.81	4.08	4.07	3.90	4.68	1.71	1.72
MnO	0.00	0.12	0.05	0.00	0.07	0.07	0.05	0.00	0.03	0.06
MgO	0.14	0.02	0.08	0.02	0.00	0.00	0.05	0.04	0.18	0.16
CaO	1.75	0.21	1.17	0.28	1.17	0.32	0.24	0.91	2.04	1.90
Na ₂ O	3.96	5.02	5.32	5.07	5.61	4.98	4.86	5.55	3.51	3.91
K ₂ O	1.54	4.29	5.97	4.25	5.53	4.55	4.34	5.44	1.01	1.43
合計	95.40	98.09	97.45	95.25	96.73	95.84	93.29	98.23	92.34	95.26

試料	85										
SiO ₂	71.72	74.75	75.67	72.14	74.49	72.94	74.28	75.40	75.45	74.55	76.66
TiO ₂	0.08	0.24	0.29	0.21	0.19	0.08	0.20	0.22	0.27	0.00	0.18
Al ₂ O ₃	11.49	11.73	12.18	12.14	12.02	11.63	11.99	12.36	12.44	11.64	11.65
FeO*	1.46	1.64	1.82	1.61	1.79	1.76	1.73	1.65	1.83	1.79	1.78
MnO	0.11	0.04	0.03	0.11	0.07	0.09	0.14	0.00	0.14	0.00	0.02
MgO	0.19	0.10	0.11	0.22	0.05	0.11	0.17	0.08	0.16	0.08	0.06
CaO	1.61	1.68	1.78	1.85	1.62	1.65	1.63	1.89	1.99	1.84	1.80
Na ₂ O	4.26	3.95	3.95	3.74	3.76	3.80	4.17	4.15	4.24	4.17	4.50
K ₂ O	1.35	1.46	1.38	1.34	1.40	1.28	1.34	1.33	1.23	1.40	1.41
合計	92.27	95.58	97.21	93.35	95.37	93.34	95.66	97.06	97.74	95.46	98.06

試料	85				86						
SiO ₂	72.10	74.74	76.24	75.81	76.14	76.53	73.77	76.06	76.28	75.02	
TiO ₂	0.10	0.11	0.23	0.28	0.08	0.04	0.15	0.12	0.30	0.27	
Al ₂ O ₃	12.07	12.12	12.20	12.25	11.94	12.19	12.31	12.26	11.83	12.19	
FeO*	1.27	1.87	2.09	1.83	1.89	1.61	1.53	1.66	1.71	1.85	
MnO	0.00	0.07	0.01	0.08	0.08	0.10	0.03	0.09	0.00	0.06	
MgO	0.08	0.13	0.15	0.17	0.19	0.14	0.11	0.14	0.10	0.15	
CaO	1.80	1.86	1.74	1.89	1.77	1.79	1.78	1.69	1.80	1.98	
Na ₂ O	3.77	4.48	4.88	3.84	4.17	3.87	4.16	4.18	4.34	4.52	
K ₂ O	1.19	1.46	1.53	1.29	1.29	1.31	1.30	1.30	1.34	1.35	
合計	92.39	96.83	99.08	97.44	97.54	97.58	95.14	97.49	97.70	97.38	

試料	86										
SiO ₂	77.43	75.74	76.88	74.29	75.32	74.44	73.11	71.51	75.07	74.24	71.47
TiO ₂	0.17	0.19	0.29	0.17	0.27	0.15	0.14	0.18	0.23	0.11	0.07
Al ₂ O ₃	12.82	12.56	12.28	12.71	12.45	11.66	12.25	11.77	11.98	12.11	11.66
FeO*	1.57	1.76	2.00	1.77	1.82	1.55	1.73	1.87	1.98	1.55	2.16
MnO	0.00	0.07	0.21	0.07	0.10	0.00	0.09	0.08	0.01	0.00	0.06
MgO	0.13	0.18	0.09	0.13	0.12	0.05	0.18	0.16	0.09	0.12	0.20
CaO	1.82	1.74	1.80	1.78	1.95	1.91	1.87	1.91	1.59	1.74	1.86
Na ₂ O	4.32	4.06	4.17	4.26	4.21	4.03	4.68	3.77	4.22	3.98	4.30
K ₂ O	1.42	1.36	1.29	1.25	1.36	1.39	1.36	1.25	1.47	1.45	1.14
合計	99.69	97.66	99.01	96.42	97.61	95.18	95.40	92.50	96.65	95.28	92.92

試料	87										
SiO ₂	69.05	70.20	70.01	69.11	69.68	69.68	71.85	70.22	70.49	68.84	69.75
TiO ₂	0.22	0.27	0.22	0.22	0.08	0.18	0.23	0.15	0.18	0.14	0.15
Al ₂ O ₃	10.81	10.97	11.72	11.20	10.68	12.49	10.52	11.21	11.00	11.01	11.76
FeO*	1.32	1.40	1.75	1.61	1.34	1.26	1.29	1.53	1.58	1.65	1.60
MnO	0.09	0.00	0.02	0.00	0.08	0.20	0.00	0.07	0.01	0.05	0.01
MgO	0.17	0.07	0.08	0.05	0.00	0.06	0.14	0.08	0.13	0.13	0.13
CaO	1.70	1.80	1.82	1.69	1.55	2.44	1.53	1.71	1.76	1.83	2.00
Na ₂ O	3.69	3.77	3.44	3.43	4.21	3.97	3.28	3.87	3.64	3.09	3.80
K ₂ O	1.17	1.31	1.22	1.22	1.41	0.98	1.34	1.19	1.27	1.25	1.13
合計	88.20	89.80	90.29	88.53	89.03	91.26	90.19	90.03	90.06	87.99	90.33

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-34 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	87						88			
SiO ₂	68.48	72.28	65.42	69.09	69.59	69.86	61.51	67.48	67.22	62.38
TiO ₂	0.33	0.06	0.39	0.15	0.23	0.33	0.03	0.11	0.06	0.29
Al ₂ O ₃	11.04	12.44	9.15	10.38	11.25	11.51	13.78	8.30	9.06	13.12
FeO*	1.60	1.23	3.45	1.40	1.43	1.15	4.63	3.25	3.23	4.17
MnO	0.14	0.00	0.16	0.09	0.00	0.00	0.10	0.00	0.03	0.01
MgO	0.14	0.09	0.78	0.11	0.18	0.12	0.04	0.00	0.00	0.00
CaO	1.92	2.05	4.28	1.91	1.71	1.91	1.01	0.21	0.24	1.03
Na ₂ O	3.63	4.08	3.49	3.40	4.10	3.80	4.85	4.31	4.54	5.13
K ₂ O	1.40	1.30	0.90	1.09	1.53	1.13	5.16	3.73	4.00	4.96
合計	88.67	93.52	88.02	87.61	90.02	89.80	91.12	87.37	88.38	91.10

試料	88											
SiO ₂	57.88	62.19	68.37	68.28	67.84	62.45	62.35	67.93	61.43	61.65	64.42	
TiO ₂	0.24	0.25	0.00	0.19	0.21	0.21	0.23	0.21	0.12	0.26	0.14	
Al ₂ O ₃	12.96	12.86	8.85	9.79	9.34	13.61	13.47	9.33	13.70	12.59	12.92	
FeO*	3.86	3.97	3.07	3.58	3.24	4.24	4.49	3.46	4.58	3.78	3.73	
MnO	0.04	0.10	0.06	0.08	0.00	0.24	0.00	0.08	0.02	0.06	0.09	
MgO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.07	0.03	
CaO	0.84	1.12	0.17	0.27	0.21	0.96	1.08	0.21	1.04	0.91	0.75	
Na ₂ O	4.36	4.14	4.16	4.08	4.16	5.05	5.01	4.59	4.97	4.98	5.25	
K ₂ O	4.67	4.48	3.84	4.21	4.10	5.26	5.30	4.49	5.42	5.06	4.88	
合計	84.84	89.10	88.51	90.52	89.10	92.06	91.99	90.30	91.28	89.35	92.22	

試料	89											
SiO ₂	70.37	65.16	70.03	68.63	68.27	65.26	70.85	72.36	65.40	65.08	65.53	
TiO ₂	0.22	0.14	0.09	0.13	0.21	0.22	0.06	0.07	0.24	0.30	0.26	
Al ₂ O ₃	11.24	14.16	9.06	10.34	12.48	14.02	9.73	9.45	13.86	13.50	14.60	
FeO*	3.71	4.15	3.76	3.85	4.52	4.19	3.44	3.57	4.33	4.72	4.46	
MnO	0.18	0.12	0.00	0.01	0.11	0.03	0.00	0.06	0.15	0.03	0.02	
MgO	0.06	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07	
CaO	0.30	1.01	0.25	0.23	0.72	0.96	0.21	0.16	0.92	0.97	1.36	
Na ₂ O	4.90	5.59	4.81	4.87	5.19	5.39	4.53	4.98	5.18	5.59	5.35	
K ₂ O	4.53	5.46	4.55	4.90	5.20	5.52	4.49	4.61	5.61	5.15	5.41	
合計	95.50	95.77	92.63	92.94	96.70	95.59	93.31	95.27	95.72	95.35	97.05	

試料	89						92			
SiO ₂	71.23	69.34	74.16	68.42	73.27	73.42	72.25	64.96	70.72	70.49
TiO ₂	0.18	0.00	0.24	0.20	0.40	0.17	0.03	0.00	0.11	0.15
Al ₂ O ₃	10.19	12.25	10.13	11.63	12.13	11.50	10.03	13.18	9.83	9.52
FeO*	3.94	4.08	3.79	3.81	2.26	1.44	3.99	4.05	3.68	3.58
MnO	0.00	0.04	0.08	0.01	0.09	0.09	0.01	0.09	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.08	0.25	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.38	0.70	0.22	0.63	2.43	1.43	0.24	0.89	0.24	0.21
Na ₂ O	5.03	5.30	5.11	4.97	4.19	4.01	4.58	5.25	4.41	3.93
K ₂ O	4.51	4.78	4.34	4.85	1.42	1.25	4.37	5.84	4.48	4.13
合計	95.44	96.49	98.08	94.60	96.43	93.40	95.48	94.25	93.47	91.99

試料	92											
SiO ₂	63.37	64.75	64.72	65.78	65.50	71.53	67.20	66.90	65.40	66.24	63.58	
TiO ₂	0.26	0.15	0.10	0.15	0.20	0.13	0.26	0.19	0.16	0.22	0.14	
Al ₂ O ₃	14.14	14.62	13.30	14.07	14.06	10.07	13.53	13.47	14.34	13.66	13.82	
FeO*	4.22	4.61	4.49	4.62	4.55	3.42	4.48	3.71	4.08	3.90	4.38	
MnO	0.02	0.02	0.05	0.09	0.05	0.01	0.10	0.10	0.06	0.00	0.13	
MgO	0.00	0.00	0.03	0.07	0.10	0.00	0.03	0.00	0.02	0.02	0.03	
CaO	1.18	1.02	1.11	1.06	1.08	0.15	0.91	0.75	1.06	0.85	1.03	
Na ₂ O	4.98	4.52	4.76	5.22	5.07	4.41	4.85	5.07	4.98	5.25	4.66	
K ₂ O	5.36	5.65	5.73	5.23	5.86	4.32	5.69	5.08	5.46	5.48	5.41	
合計	93.52	95.33	94.30	96.29	96.45	94.04	97.04	95.28	95.56	95.61	93.18	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 -35 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	92		93							
SiO ₂	62.27	63.89	63.52	65.68	62.84	68.91	69.53	68.63	68.84	61.60
TiO ₂	0.22	0.13	0.15	0.32	0.07	0.02	0.17	0.13	0.14	0.07
Al ₂ O ₃	12.95	14.01	13.40	12.19	14.06	9.53	9.84	9.52	8.99	13.70
FeO*	4.30	4.47	3.69	4.16	3.68	3.80	3.36	3.57	3.58	4.65
MnO	0.10	0.15	0.00	0.00	0.04	0.00	0.06	0.00	0.03	0.11
MgO	0.15	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
CaO	0.86	1.03	0.91	0.62	1.01	0.29	0.28	0.17	0.16	1.12
Na ₂ O	5.00	4.88	4.75	4.60	4.47	4.41	4.52	4.31	4.20	4.28
K ₂ O	5.21	5.77	4.60	4.66	5.45	4.27	4.06	4.19	4.10	5.10
合計	91.07	94.37	91.01	92.24	91.62	91.24	91.83	90.53	90.05	90.65

試料	93								94	
SiO ₂	69.62	64.63	61.54	61.58	61.92	73.82	70.28	69.97	71.78	64.98
TiO ₂	0.06	0.15	0.66	0.18	0.10	0.09	0.13	0.15	0.10	0.22
Al ₂ O ₃	9.53	12.97	14.40	13.57	13.28	11.14	11.77	11.77	10.32	15.01
FeO*	3.69	3.92	4.54	4.19	4.32	1.12	1.48	1.77	3.94	4.95
MnO	0.05	0.02	0.06	0.09	0.00	0.01	0.05	0.06	0.09	0.00
MgO	0.00	0.06	0.19	0.00	0.00	0.07	0.10	0.22	0.00	0.09
CaO	0.19	0.85	1.75	0.95	1.02	1.23	1.89	1.96	0.19	1.27
Na ₂ O	4.02	4.68	4.44	4.54	4.85	3.34	3.43	3.37	4.96	5.49
K ₂ O	4.36	4.98	5.04	5.58	4.90	1.70	1.03	1.25	4.50	5.33
合計	91.51	92.25	92.61	90.67	90.39	92.52	90.15	90.51	95.88	97.33

試料	94										
SiO ₂	63.82	63.94	71.13	67.10	65.58	65.78	67.12	71.38	73.40	63.94	66.40
TiO ₂	0.31	0.08	0.00	0.15	0.12	0.17	0.10	0.16	0.06	0.20	0.17
Al ₂ O ₃	14.37	14.01	9.35	14.60	13.44	14.44	14.12	10.41	10.21	14.18	13.23
FeO*	4.25	4.50	3.63	4.44	4.17	4.45	4.54	3.61	3.41	4.24	3.95
MnO	0.10	0.02	0.00	0.01	0.17	0.00	0.00	0.04	0.03	0.17	0.12
MgO	0.02	0.03	0.02	0.00	0.09	0.06	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
CaO	1.10	1.05	0.24	0.82	0.82	1.12	1.00	0.29	0.15	0.92	0.85
Na ₂ O	5.42	5.31	4.66	5.53	4.97	5.13	5.26	5.22	4.93	4.94	4.91
K ₂ O	5.49	5.32	4.38	5.49	5.21	5.84	5.49	4.18	4.27	4.96	5.22
合計	94.88	94.27	93.41	98.12	94.56	96.98	97.63	95.34	96.44	93.54	94.87

試料	94			95							
SiO ₂	70.50	74.30	72.98	72.61	68.60	66.41	68.11	73.57	75.21	68.74	
TiO ₂	0.10	0.11	0.12	0.12	0.18	0.24	0.06	0.17	0.00	0.31	
Al ₂ O ₃	11.59	10.93	10.72	11.03	14.23	14.13	15.02	10.16	10.17	14.41	
FeO*	1.65	1.53	1.11	3.70	4.58	4.20	4.63	3.70	3.59	4.61	
MnO	0.05	0.05	0.04	0.09	0.04	0.01	0.10	0.00	0.09	0.07	
MgO	0.14	0.10	0.14	0.03	0.00	0.09	0.01	0.08	0.08	0.00	
CaO	1.81	1.45	1.58	0.20	1.01	1.14	0.96	0.24	0.19	1.15	
Na ₂ O	4.19	3.78	3.66	5.05	5.34	4.99	5.72	5.09	5.35	5.41	
K ₂ O	1.11	1.17	1.27	4.49	5.43	5.16	5.31	4.67	4.15	5.61	
合計	91.13	93.41	91.62	97.33	99.40	96.36	99.90	97.68	98.84	100.31	

試料	95										
SiO ₂	63.96	67.13	70.55	72.45	72.22	69.75	71.26	73.31	68.35	65.45	
TiO ₂	0.28	0.20	0.15	0.06	0.00	0.10	0.17	0.16	0.17	0.24	
Al ₂ O ₃	15.57	19.18	10.12	10.68	10.36	13.75	9.90	9.92	14.63	14.70	
FeO*	4.71	0.20	3.81	4.09	3.78	4.22	3.87	4.11	4.37	4.85	
MnO	0.09	0.00	0.03	0.00	0.03	0.05	0.00	0.03	0.07	0.00	
MgO	0.09	0.06	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	
CaO	1.07	0.64	0.33	0.72	0.32	0.74	0.31	0.16	1.08	1.08	
Na ₂ O	5.61	5.82	4.64	4.18	4.95	5.63	5.59	4.68	5.56	6.23	
K ₂ O	6.09	7.14	3.93	4.83	4.45	4.74	4.54	4.38	5.55	5.70	
合計	97.49	100.36	93.54	97.00	96.11	98.98	95.64	96.73	99.78	98.24	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 -36 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料		96									
SiO ₂	67.90	74.20	70.63	66.82	67.78	66.49	73.11	69.60	74.17	72.17	73.17
TiO ₂	0.22	0.09	0.26	0.17	0.33	0.19	0.08	0.04	0.11	0.19	0.12
Al ₂ O ₃	14.17	10.71	11.02	14.25	10.94	15.53	10.34	9.74	10.19	9.92	10.39
FeO*	4.30	3.88	3.83	4.58	4.55	4.83	3.97	3.64	3.69	4.00	3.79
MnO	0.00	0.00	0.10	0.08	0.16	0.06	0.04	0.05	0.03	0.08	0.06
MgO	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	0.06	0.00	0.00	0.06	0.06	0.01
CaO	0.64	0.42	0.48	0.82	0.86	1.23	0.12	0.35	0.22	0.24	0.24
Na ₂ O	4.88	4.94	4.86	5.65	5.53	5.34	4.75	4.20	4.96	4.81	4.99
K ₂ O	5.34	4.57	4.97	5.24	5.49	5.49	4.38	4.26	4.64	4.56	4.56
合計	97.45	98.81	96.17	97.66	95.69	99.23	96.77	91.88	98.08	96.04	97.34

試料		96					97				
SiO ₂	67.76	66.20	73.66	69.80	73.23	70.77	67.97	68.92	69.42	69.34	
TiO ₂	0.13	0.17	0.12	0.29	0.24	0.16	0.08	0.07	0.05	0.09	
Al ₂ O ₃	16.22	14.70	10.75	11.00	11.78	9.45	9.30	9.39	9.23	9.66	
FeO*	3.50	4.68	3.78	3.79	0.41	3.24	3.73	3.45	3.44	3.38	
MnO	0.04	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.19	0.03	0.06	0.03	
MgO	0.02	0.06	0.00	0.05	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
CaO	1.08	1.28	0.22	0.38	1.80	0.14	0.21	0.35	0.21	0.16	
Na ₂ O	5.92	5.46	4.51	4.26	4.13	3.97	4.51	4.33	4.71	4.65	
K ₂ O	6.02	5.85	4.15	4.68	1.21	4.00	4.07	4.19	4.02	4.25	
合計	100.69	98.41	97.19	94.36	93.95	91.73	90.06	90.73	91.14	91.55	

試料		97									
SiO ₂	69.01	61.19	69.61	63.52	70.34	66.60	63.04	71.46	62.75	69.16	
TiO ₂	0.27	0.14	0.19	0.33	0.16	0.11	0.34	0.06	0.10	0.16	
Al ₂ O ₃	9.04	13.64	9.02	13.89	9.50	13.61	13.62	9.09	12.74	9.48	
FeO*	3.35	3.90	3.76	4.70	3.87	4.14	4.31	3.50	4.50	3.40	
MnO	0.00	0.09	0.00	0.04	0.02	0.03	0.00	0.08	0.05	0.02	
MgO	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	
CaO	0.15	0.95	0.18	1.11	0.19	0.96	1.16	0.18	0.98	0.25	
Na ₂ O	4.59	4.66	4.43	4.44	4.54	4.81	4.64	4.28	4.92	4.18	
K ₂ O	4.05	5.50	4.28	4.97	4.22	5.20	5.16	4.30	5.12	4.30	
合計	90.46	90.11	91.48	93.01	92.85	95.46	92.26	92.99	91.16	90.95	

試料		98									
SiO ₂	72.22	73.72	73.66	74.37	74.05	72.79	73.85	73.00	74.38	71.95	72.59
TiO ₂	0.17	0.18	0.17	0.20	0.29	0.37	0.15	0.25	0.35	0.08	0.14
Al ₂ O ₃	12.54	11.72	12.09	12.18	11.66	11.93	11.75	12.20	11.98	11.88	11.60
FeO*	1.50	1.85	1.73	1.50	1.39	1.58	1.48	1.55	1.71	1.57	1.78
MnO	0.01	0.00	0.04	0.06	0.04	0.24	0.02	0.04	0.07	0.00	0.04
MgO	0.22	0.13	0.07	0.12	0.05	0.09	0.04	0.15	0.15	0.13	0.17
CaO	1.93	1.86	1.68	1.70	1.76	1.81	1.51	2.01	1.66	1.84	1.85
Na ₂ O	3.65	3.70	3.69	3.74	3.44	3.60	4.09	3.62	3.99	4.00	3.88
K ₂ O	1.51	1.20	1.44	1.34	1.28	1.50	1.38	1.29	1.29	1.16	1.24
合計	93.74	94.35	94.57	95.21	93.96	93.90	94.28	94.10	95.58	92.60	93.27

試料		98		99							
SiO ₂	72.22	71.62		71.79	71.25	68.28	73.08	71.94	65.97	65.88	72.48
TiO ₂	0.10	0.15		0.20	0.08	0.21	0.10	0.07	0.04	0.24	0.08
Al ₂ O ₃	11.73	11.47		10.71	9.83	14.22	10.10	9.71	14.19	14.12	10.46
FeO*	1.75	1.67		3.81	3.73	4.35	3.98	3.77	4.32	4.73	3.73
MnO	0.04	0.03		0.02	0.07	0.07	0.00	0.10	0.12	0.06	0.01
MgO	0.14	0.07		0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00
CaO	1.73	1.99		0.22	0.20	0.89	0.24	0.28	0.92	0.91	0.24
Na ₂ O	3.76	3.57		4.54	4.55	5.32	4.40	4.08	5.18	5.28	4.65
K ₂ O	1.28	1.29		4.39	4.27	4.99	4.13	4.71	5.58	5.72	4.85
合計	92.75	91.87		95.67	93.96	98.35	96.03	94.66	96.35	96.95	96.50

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-37 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	99							100		
	SiO ₂	64.55	67.44	66.72	73.71	72.18	68.43	63.72	64.67	63.98
TiO ₂	0.19	0.20	0.18	0.07	0.17	0.12	0.31	0.30	0.19	0.08
Al ₂ O ₃	14.20	12.09	14.47	10.55	9.83	13.43	13.09	13.74	14.87	9.83
FeO*	4.47	4.42	4.18	3.89	3.59	4.43	4.70	4.13	4.39	3.50
MnO	0.00	0.10	0.04	0.08	0.00	0.11	0.14	0.00	0.08	0.00
MgO	0.00	0.02	0.08	0.00	0.09	0.00	0.10	0.00	0.06	0.00
CaO	1.02	0.77	0.99	0.28	0.32	0.82	1.56	0.90	1.23	0.25
Na ₂ O	5.02	5.04	5.28	4.70	4.45	5.26	4.35	5.09	4.96	4.71
K ₂ O	5.81	5.17	5.27	4.60	4.30	5.42	5.11	4.90	5.50	4.36
合計	95.26	95.26	97.21	97.88	94.92	98.02	93.09	93.72	95.25	93.63

試料	100										
	SiO ₂	65.25	62.32	69.27	71.17	65.24	65.01	70.67	66.29	66.22	70.33
TiO ₂	0.05	0.22	0.13	0.14	0.32	0.22	0.25	0.22	0.23	0.06	0.17
Al ₂ O ₃	13.57	14.46	12.26	9.16	14.25	14.02	9.58	13.94	13.57	9.93	13.62
FeO*	3.99	4.73	4.08	4.00	4.09	4.52	3.77	4.53	4.52	3.86	4.47
MnO	0.05	0.04	0.00	0.07	0.07	0.02	0.00	0.12	0.02	0.10	0.12
MgO	0.03	0.06	0.03	0.06	0.06	0.01	0.02	0.05	0.00	0.04	0.02
CaO	0.96	1.42	0.72	0.27	1.18	0.99	0.18	0.94	1.07	0.30	0.93
Na ₂ O	5.06	4.75	5.36	4.87	5.04	4.71	4.76	5.16	5.55	4.95	5.38
K ₂ O	5.85	5.56	5.21	4.42	5.46	5.27	4.17	5.55	5.46	4.58	5.52
合計	94.81	93.54	97.07	94.17	95.70	94.77	93.40	96.80	96.64	94.16	96.56

試料	100		101								
	SiO ₂	66.46	72.13	72.91	68.92	70.06	66.76	67.35	64.50	67.48	63.84
TiO ₂	0.27	0.13	0.02	0.24	0.04	0.10	0.09	0.12	0.10	0.27	
Al ₂ O ₃	14.40	9.81	9.97	12.54	9.89	13.59	13.77	13.87	14.45	14.22	
FeO*	4.74	3.68	3.71	4.07	3.91	4.67	4.60	4.62	4.20	4.10	
MnO	0.10	0.00	0.07	0.12	0.10	0.18	0.00	0.07	0.19	0.02	
MgO	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	
CaO	0.94	0.20	0.24	0.63	0.32	0.88	0.69	1.09	1.06	1.04	
Na ₂ O	6.02	4.94	4.91	5.04	4.44	5.95	5.48	5.39	5.34	5.67	
K ₂ O	5.77	4.04	3.86	4.82	4.17	4.58	4.97	5.33	6.17	5.91	
合計	98.68	94.92	95.68	96.38	93.00	96.70	96.95	94.99	99.01	95.12	

試料	101							102		
	SiO ₂	68.55	70.34	71.84	68.51	63.51	71.83	64.71	63.23	65.90
TiO ₂	0.15	0.09	0.12	0.23	0.18	0.09	0.18	0.26	0.22	0.28
Al ₂ O ₃	13.12	10.05	9.12	14.70	14.79	9.20	13.31	14.47	13.91	14.91
FeO*	4.52	3.53	3.44	4.57	4.70	3.75	4.40	4.41	4.70	4.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10	0.09	0.00	0.03	0.08	0.04
MgO	0.09	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.01	0.06	0.07	0.00
CaO	0.88	0.19	0.22	1.07	1.14	0.24	0.82	1.13	1.15	1.00
Na ₂ O	5.33	4.18	4.05	5.61	5.60	5.07	4.14	5.70	5.22	5.01
K ₂ O	5.19	4.32	4.90	5.65	5.16	4.27	5.29	5.31	5.88	5.25
合計	97.81	92.68	93.68	100.43	95.17	94.54	92.86	94.60	97.13	96.28

試料	102										
	SiO ₂	60.23	64.26	70.91	62.64	68.53	65.66	69.93	63.97	65.31	62.67
TiO ₂	1.42	0.31	0.06	0.13	0.09	0.27	0.13	0.13	0.28	0.27	0.09
Al ₂ O ₃	14.32	14.68	9.56	12.91	10.31	13.08	9.25	14.24	13.09	14.35	13.87
FeO*	10.10	3.96	3.82	3.84	3.59	3.94	3.73	4.22	4.53	4.01	3.89
MnO	0.14	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
MgO	0.06	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.02	0.07	0.05
CaO	1.04	0.87	0.29	1.12	0.30	0.83	0.18	0.99	0.97	1.10	0.81
Na ₂ O	5.47	5.25	4.77	5.37	4.59	5.79	3.88	5.42	5.56	5.26	4.69
K ₂ O	4.92	5.47	4.15	4.99	4.44	4.86	4.99	5.07	4.99	4.68	5.08
合計	97.71	94.85	93.57	91.05	91.86	94.42	92.09	94.10	94.75	92.42	93.79

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-38 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料 102			104								
SiO ₂	67.01	62.88	72.26	72.12	72.35	72.05	72.27	71.38	73.17	72.58	
TiO ₂	0.23	0.13	0.18	0.16	0.24	0.11	0.07	0.17	0.04	0.03	
Al ₂ O ₃	12.00	13.56	10.23	10.57	10.80	11.01	10.71	10.96	10.77	10.90	
FeO*	4.32	4.24	1.08	1.22	2.42	0.83	1.35	1.26	1.09	1.30	
MnO	0.00	0.03	0.00	0.04	0.07	0.04	0.13	0.06	0.07	0.00	
MgO	0.00	0.03	0.09	0.04	0.06	0.03	0.08	0.08	0.06	0.02	
CaO	0.72	0.75	1.15	1.27	2.00	0.91	1.06	1.13	1.16	1.13	
Na ₂ O	4.79	5.02	3.49	3.56	2.96	2.99	3.83	3.89	3.48	3.06	
K ₂ O	4.24	5.13	2.13	2.10	1.79	2.20	1.47	1.41	2.05	2.15	
合計	93.30	91.77	90.60	91.07	92.68	90.17	90.97	90.34	91.89	91.16	

試料			104			105				
SiO ₂	71.72	71.82	69.94	71.95	71.65	69.93	61.96	64.11	63.57	64.05
TiO ₂	0.09	0.15	0.24	0.25	0.01	0.00	0.17	0.26	0.00	0.15
Al ₂ O ₃	10.62	9.85	11.37	10.87	10.26	9.46	13.82	12.79	17.57	13.99
FeO*	1.35	1.15	1.38	0.34	1.22	3.51	4.46	3.67	0.17	3.95
MnO	0.12	0.03	0.00	0.00	0.06	0.02	0.15	0.10	0.00	0.14
MgO	0.10	0.09	0.12	0.00	0.13	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01
CaO	1.20	1.18	1.85	1.11	1.19	0.22	1.21	0.95	0.73	0.89
Na ₂ O	3.59	3.75	3.88	3.35	3.56	4.51	5.76	4.83	6.61	5.12
K ₂ O	1.42	2.17	1.25	2.33	2.09	4.16	5.04	5.42	6.04	4.95
合計	90.20	90.18	90.01	90.19	90.16	91.81	92.63	92.13	94.68	93.26

試料			105								
SiO ₂	68.88	61.16	63.95	68.91	62.76	69.00	68.28	68.35	68.64	61.68	69.49
TiO ₂	0.15	0.00	0.00	0.20	0.34	0.04	0.03	0.04	0.05	0.31	0.09
Al ₂ O ₃	9.76	17.63	17.47	9.23	13.89	11.09	9.45	9.61	9.87	13.37	9.20
FeO*	3.29	0.30	0.24	3.51	4.30	3.42	3.28	3.42	3.62	3.91	3.68
MnO	0.00	0.01	0.03	0.10	0.00	0.04	0.04	0.00	0.02	0.01	0.08
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.05	0.03	0.00	0.03	0.06
CaO	0.34	0.42	0.13	0.18	1.14	0.20	0.28	0.24	0.31	1.11	0.25
Na ₂ O	4.71	5.16	6.11	4.52	5.55	5.04	4.79	4.61	4.64	5.08	4.62
K ₂ O	3.82	6.22	6.31	3.99	5.51	4.59	4.12	4.44	4.50	5.25	4.29
合計	90.95	90.91	94.23	90.65	93.48	93.44	90.31	90.74	91.64	90.75	91.75

試料			106								
SiO ₂	73.75	67.02	72.62	67.64	66.47	66.77	70.20	74.10	73.54	73.33	72.73
TiO ₂	0.19	0.23	0.10	0.29	0.19	0.25	0.11	0.18	0.13	0.10	0.13
Al ₂ O ₃	9.49	14.44	10.41	15.21	14.67	15.00	9.20	10.20	10.43	10.58	9.89
FeO*	3.73	4.32	4.05	4.57	4.53	4.15	3.72	4.09	4.11	4.09	3.80
MnO	0.01	0.04	0.00	0.00	0.14	0.10	0.00	0.09	0.11	0.06	0.06
MgO	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05
CaO	0.10	1.05	0.24	1.07	1.24	1.27	0.27	0.21	0.20	0.19	0.21
Na ₂ O	5.01	5.65	5.24	5.97	5.40	5.82	4.70	4.88	5.29	5.41	5.09
K ₂ O	4.55	5.40	4.65	5.35	5.72	5.30	4.44	4.41	4.45	4.56	4.29
合計	96.83	98.15	97.35	100.09	98.36	98.72	92.64	98.16	98.25	98.33	96.25

試料			106				107			
SiO ₂	68.40	73.55	68.79	73.57	75.27	74.23	64.84	65.42	71.65	66.44
TiO ₂	0.25	0.09	0.13	0.00	0.04	0.01	0.34	0.04	0.13	0.25
Al ₂ O ₃	14.35	10.12	14.34	10.38	10.83	10.71	13.49	14.01	9.53	13.36
FeO*	4.61	4.25	4.22	3.28	3.64	4.74	4.55	4.72	3.89	4.49
MnO	0.07	0.00	0.13	0.03	0.00	0.14	0.04	0.07	0.06	0.03
MgO	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	0.08	0.00	0.07
CaO	1.09	0.28	0.85	0.25	0.25	0.27	0.97	0.93	0.17	0.93
Na ₂ O	5.89	5.00	5.73	5.27	5.32	5.23	5.13	5.24	4.83	5.49
K ₂ O	5.76	4.42	5.56	4.86	4.52	4.75	5.57	5.69	4.54	5.31
合計	100.45	97.74	99.75	97.64	99.87	100.13	94.99	96.18	94.79	96.36

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-39 分析したガラスの化学組成 (つづき)。

試料	107										
SiO ₂	70.22	66.21	70.67	63.36	66.80	72.14	72.10	72.92	71.78	70.51	69.96
TiO ₂	0.10	0.07	0.04	0.18	0.29	0.22	0.08	0.06	0.01	0.01	0.14
Al ₂ O ₃	9.55	14.05	9.87	14.38	13.56	10.20	9.65	9.57	9.78	8.79	9.67
FeO*	3.89	4.30	3.90	4.44	4.26	3.56	3.57	3.95	3.79	3.79	3.71
MnO	0.00	0.00	0.02	0.12	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.00	0.18
MgO	0.00	0.04	0.03	0.09	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02
CaO	0.33	0.97	0.19	0.95	0.97	0.27	0.13	0.16	0.26	0.23	0.18
Na ₂ O	4.64	5.82	4.38	5.48	5.39	5.29	5.14	4.97	5.10	4.99	5.26
K ₂ O	4.66	5.20	4.23	5.37	5.18	4.70	4.53	4.59	4.39	4.39	4.21
合計	93.38	96.66	93.31	94.37	96.46	96.39	95.29	96.27	95.10	92.72	93.32

試料	107				108						
SiO ₂	71.49	70.76	71.21	72.43	71.71	75.10	72.34	73.55	74.13	75.43	
TiO ₂	0.02	0.04	0.13	0.01	0.13	0.14	0.20	0.16	0.23	0.26	
Al ₂ O ₃	10.66	9.59	9.11	9.83	11.84	12.27	11.50	12.42	12.07	12.35	
FeO*	4.10	3.76	4.05	3.89	1.49	1.81	1.91	1.68	1.70	1.72	
MnO	0.04	0.10	0.06	0.00	0.01	0.03	0.14	0.00	0.06	0.01	
MgO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.12	0.12	0.10	0.19	0.18	0.08	
CaO	0.31	0.20	0.22	0.28	1.65	1.59	1.93	1.81	1.72	1.73	
Na ₂ O	5.52	4.66	4.60	4.84	3.96	3.77	4.20	4.19	3.72	4.09	
K ₂ O	4.80	4.59	4.20	4.40	1.40	1.20	1.39	1.40	1.19	1.40	
合計	96.94	93.72	93.58	95.68	92.30	96.03	93.70	95.39	95.00	97.07	

試料	108										109
SiO ₂	74.34	76.08	75.37	75.91	71.99	73.82	74.65	73.46	75.91		73.21
TiO ₂	0.12	0.20	0.25	0.17	0.15	0.02	0.19	0.12	0.15		0.34
Al ₂ O ₃	12.37	12.54	11.95	12.28	11.19	11.32	12.07	12.29	12.03		11.84
FeO*	1.78	1.72	1.75	1.89	1.61	1.53	1.31	2.08	1.93		1.52
MnO	0.07	0.00	0.05	0.00	0.08	0.06	0.00	0.00	0.04		0.00
MgO	0.09	0.12	0.12	0.08	0.22	0.08	0.05	0.20	0.14		0.11
CaO	1.65	1.68	1.70	1.92	1.80	1.83	1.74	2.34	2.01		1.65
Na ₂ O	4.21	4.11	3.96	4.66	3.49	4.30	3.93	4.47	4.47		4.12
K ₂ O	1.46	1.48	1.39	1.25	1.44	1.24	1.41	1.13	1.36		1.32
合計	96.09	97.92	96.53	98.17	91.96	94.19	95.35	96.09	98.05		94.10

試料	109										
SiO ₂	73.26	73.95	64.74	73.97	73.96	74.56	73.21	74.36	75.31	74.45	70.72
TiO ₂	0.21	0.24	0.08	0.14	0.18	0.13	0.27	0.17	0.13	0.26	0.15
Al ₂ O ₃	12.20	11.64	13.13	11.76	11.93	11.98	11.57	11.30	12.56	11.11	16.63
FeO*	1.93	1.81	3.39	1.78	1.58	1.43	1.63	1.66	1.66	2.71	1.08
MnO	0.04	0.04	0.19	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
MgO	0.15	0.10	0.91	0.16	0.13	0.10	0.09	0.14	0.10	0.04	0.06
CaO	2.02	1.98	5.39	1.73	1.94	2.05	1.97	1.96	1.84	1.62	3.48
Na ₂ O	4.01	4.18	3.79	3.93	3.77	4.38	3.92	4.11	4.03	4.57	4.87
K ₂ O	1.41	1.37	0.80	1.50	1.39	1.01	1.35	1.26	1.45	1.38	0.90
合計	95.22	95.28	92.40	94.98	94.87	95.64	94.05	94.97	97.08	96.13	97.88

試料	109			111							
SiO ₂	73.30	73.34	73.56	74.58	69.55	70.17	70.24	69.06	69.18	75.71	
TiO ₂	0.15	0.20	0.08	0.08	0.14	0.10	0.12	0.18	0.08	0.07	
Al ₂ O ₃	12.24	11.45	11.10	10.19	14.39	14.43	13.49	14.24	15.30	10.30	
FeO*	1.52	1.77	1.65	4.04	4.60	4.57	4.32	4.53	4.64	3.84	
MnO	0.00	0.08	0.00	0.00	0.14	0.07	0.11	0.05	0.17	0.09	
MgO	0.21	0.20	0.10	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	
CaO	2.06	1.84	2.11	0.25	0.98	0.82	0.80	0.81	1.15	0.27	
Na ₂ O	4.02	4.06	3.80	5.11	5.67	6.14	5.23	5.82	5.15	4.90	
K ₂ O	1.23	1.44	1.32	4.55	5.58	5.25	5.42	5.29	6.08	4.65	
合計	94.73	94.38	93.73	98.82	101.09	101.54	99.74	99.97	101.81	99.84	

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-40 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	111										116
SiO ₂	69.05	69.91	68.54	67.42	67.95	69.62	72.97	71.96	66.43		72.53
TiO ₂	0.28	0.08	0.10	0.26	0.23	0.17	0.00	0.03	0.30		0.41
Al ₂ O ₃	15.18	13.80	14.62	15.41	14.43	13.51	10.02	13.12	14.72		11.02
FeO*	5.06	4.78	4.87	5.00	4.50	4.15	3.78	4.32	4.30		1.65
MnO	0.08	0.07	0.00	0.05	0.05	0.08	0.00	0.03	0.17		0.01
MgO	0.02	0.00	0.05	0.06	0.03	0.10	0.00	0.08	0.01		0.31
CaO	1.01	0.87	1.12	1.11	1.07	0.81	0.23	0.83	1.30		1.55
Na ₂ O	5.87	5.54	5.77	5.74	6.02	5.32	4.83	5.47	5.29		3.93
K ₂ O	5.70	5.18	5.26	6.13	5.56	5.40	4.12	5.36	5.84		1.03
合計	102.25	100.22	100.33	101.18	99.83	99.17	95.94	101.20	98.35		92.45

試料	116										
SiO ₂	67.82	72.58	72.01	73.39	67.89	69.68	73.38	70.54	75.14	71.93	69.74
TiO ₂	0.39	0.48	0.39	0.21	0.49	0.15	0.38	0.31	0.06	0.25	0.32
Al ₂ O ₃	14.67	12.82	12.07	12.08	15.32	17.64	12.36	11.39	10.28	9.91	14.66
FeO*	4.95	2.76	2.23	1.75	5.21	1.25	1.77	4.72	4.31	4.60	1.53
MnO	0.17	0.10	0.06	0.18	0.14	0.08	0.03	0.05	0.11	0.02	0.04
MgO	0.07	0.65	0.47	0.44	0.06	0.26	0.43	0.00	0.04	0.00	0.40
CaO	1.19	2.73	2.29	1.82	1.10	4.57	1.85	0.52	0.26	0.13	3.40
Na ₂ O	5.95	4.34	4.48	4.56	6.11	5.14	4.59	5.55	4.99	5.28	4.38
K ₂ O	5.06	1.08	1.11	1.25	4.96	0.70	1.24	4.57	4.14	4.23	0.82
合計	100.26	97.55	95.11	95.67	101.28	99.48	96.02	97.65	99.34	96.34	95.27

試料	116	120									
SiO ₂	70.14	73.56	69.94	73.83	67.22	68.69	67.45	67.21	66.86	74.63	
TiO ₂	0.23	0.17	0.46	0.30	0.42	0.39	0.50	0.52	0.44	0.18	
Al ₂ O ₃	12.90	11.03	11.52	11.24	15.44	12.09	15.19	15.61	15.52	9.94	
FeO*	4.98	4.55	2.15	1.52	5.67	6.22	5.28	5.40	6.15	4.82	
MnO	0.00	0.06	0.16	0.07	0.21	0.13	0.10	0.19	0.23	0.16	
MgO	0.11	0.05	0.35	0.28	0.07	0.00	0.11	0.09	0.18	0.01	
CaO	0.73	0.21	2.07	1.46	1.11	0.52	1.17	1.16	1.21	0.22	
Na ₂ O	5.65	5.51	1.14	4.14	5.71	5.71	6.04	5.71	6.00	5.36	
K ₂ O	5.51	4.60	2.77	1.23	5.38	4.53	5.36	5.81	4.36	3.29	
合計	100.24	99.74	90.54	94.07	101.22	98.29	101.20	101.70	100.95	98.61	

試料	120										121
SiO ₂	73.89	68.15	69.51	69.41	74.19	67.39	75.70	69.87	64.77		75.71
TiO ₂	0.19	0.40	0.38	0.47	0.33	0.35	0.26	0.30	0.90		0.18
Al ₂ O ₃	9.60	15.12	14.81	15.03	12.01	14.97	9.63	14.37	15.86		10.17
FeO*	4.81	5.23	5.24	5.57	1.74	5.33	4.84	4.61	5.91		4.67
MnO	0.05	0.19	0.20	0.12	0.03	0.13	0.14	0.14	0.12		0.09
MgO	0.00	0.16	0.18	0.05	0.35	0.04	0.00	0.02	0.44		0.00
CaO	0.13	0.94	1.04	1.32	1.65	1.11	0.28	0.91	1.75		0.24
Na ₂ O	5.32	5.56	5.30	5.50	4.02	5.50	5.35	5.48	5.57		5.14
K ₂ O	3.25	3.92	4.07	4.25	0.90	4.25	3.42	3.69	4.35		4.34
合計	97.24	99.65	100.73	101.71	95.22	99.08	99.60	99.38	99.66		100.54

試料	121										
SiO ₂	68.33	70.06	76.20	70.78	72.36	68.67	76.02	63.81	75.25	76.22	66.67
TiO ₂	0.02	0.41	0.29	0.42	0.40	0.41	0.24	0.49	0.24	0.15	0.27
Al ₂ O ₃	19.00	14.93	10.10	14.60	9.74	15.36	10.28	14.72	11.17	10.51	15.52
FeO*	0.28	6.30	4.98	4.96	4.95	5.44	4.80	5.75	4.67	4.41	5.74
MnO	0.00	0.09	0.20	0.06	0.08	0.14	0.07	0.13	0.07	0.05	0.00
MgO	0.01	0.09	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.13	0.02	0.00	0.16
CaO	0.59	0.86	0.43	0.79	0.26	0.99	0.19	1.26	0.19	0.25	1.12
Na ₂ O	6.22	6.09	5.15	5.61	5.30	6.19	5.75	5.95	5.25	5.59	6.03
K ₂ O	8.20	5.69	4.64	5.40	4.19	5.52	4.72	5.82	4.60	4.46	5.59
合計	102.64	104.51	102.02	102.65	97.30	102.74	102.11	98.07	101.45	101.64	101.10

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3 -41 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	121							122		
SiO ₂	73.42	70.94	68.68	70.05	75.29	67.77	69.94	72.95	69.44	67.48
TiO ₂	0.22	0.27	0.37	0.60	0.13	0.41	0.30	0.44	0.38	0.37
Al ₂ O ₃	10.46	14.87	15.06	15.89	10.66	15.55	14.42	14.03	15.53	15.35
FeO*	4.19	5.21	5.81	5.67	5.14	5.85	5.34	3.00	5.54	5.82
MnO	0.00	0.19	0.00	0.08	0.00	0.23	0.00	0.14	0.14	0.11
MgO	0.00	0.13	0.08	0.16	0.04	0.15	0.10	0.64	0.05	0.16
CaO	0.20	0.97	1.14	1.22	0.28	1.05	1.08	2.81	0.91	1.07
Na ₂ O	5.46	5.76	6.06	6.33	4.91	5.83	6.23	4.60	5.99	6.39
K ₂ O	4.54	5.17	5.65	5.50	4.71	5.82	5.23	1.29	5.64	5.42
合計	98.49	103.51	102.85	105.49	101.15	102.67	102.64	99.89	103.62	102.16

試料	122										
SiO ₂	73.99	69.74	67.70	67.59	73.21	65.69	75.71	75.90	74.69	74.63	74.32
TiO ₂	0.36	0.40	0.50	0.43	0.19	0.40	0.33	0.22	0.19	0.02	0.12
Al ₂ O ₃	10.90	14.50	15.73	14.76	11.84	15.06	12.67	10.27	10.58	11.55	10.89
FeO*	4.66	5.33	5.53	5.55	5.09	5.77	1.77	4.57	4.91	1.63	4.87
MnO	0.00	0.02	0.13	0.06	0.02	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.13
MgO	0.08	0.16	0.20	0.15	0.00	0.14	0.40	0.02	0.00	0.02	0.02
CaO	0.27	0.94	1.30	0.98	0.48	1.17	1.89	0.21	0.24	0.51	0.31
Na ₂ O	5.76	6.25	5.77	5.87	5.80	6.62	4.51	5.26	5.43	3.10	5.51
K ₂ O	4.54	5.39	5.41	5.03	4.64	5.14	1.25	4.34	4.43	4.56	4.10
合計	100.55	102.73	102.26	100.41	101.27	100.05	98.53	100.86	100.46	96.02	100.27

試料	122			123							
SiO ₂	73.85	76.66	70.23	74.36	74.37	74.39	74.21	72.37	67.52	68.99	
TiO ₂	0.30	0.29	0.38	0.20	0.21	0.19	0.12	0.08	0.35	0.25	
Al ₂ O ₃	11.64	12.04	13.78	10.25	10.79	10.85	10.72	9.87	14.61	15.35	
FeO*	5.34	1.93	5.05	4.42	4.18	4.59	4.77	4.39	5.11	5.50	
MnO	0.00	0.03	0.10	0.13	0.14	0.17	0.00	0.07	0.28	0.14	
MgO	0.09	0.38	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.14	
CaO	0.42	1.94	0.79	0.16	0.28	0.31	0.19	0.24	1.19	1.02	
Na ₂ O	5.33	4.66	5.99	5.49	5.41	5.22	3.61	5.37	5.90	6.57	
K ₂ O	4.53	1.27	5.47	4.27	4.14	4.42	4.26	4.53	5.31	5.35	
合計	101.49	99.20	101.93	99.26	99.52	100.15	97.89	96.94	100.32	103.30	

試料	123										
SiO ₂	67.86	67.37	70.39	73.91	67.87	72.02	68.42	65.53	76.01	68.02	
TiO ₂	0.32	0.35	0.45	0.21	0.38	0.13	0.41	0.43	0.15	0.44	
Al ₂ O ₃	15.25	14.93	13.90	10.29	15.19	9.75	14.46	14.95	9.99	15.28	
FeO*	6.15	5.68	5.56	4.87	5.41	4.44	5.28	5.62	4.65	5.82	
MnO	0.16	0.17	0.10	0.00	0.20	0.14	0.17	0.24	0.17	0.09	
MgO	0.19	0.19	0.17	0.00	0.15	0.00	0.05	0.07	0.00	0.11	
CaO	1.16	1.27	1.24	0.23	1.21	0.22	0.96	1.30	0.22	1.23	
Na ₂ O	6.43	5.94	6.50	5.28	5.62	4.98	5.76	5.34	5.78	6.18	
K ₂ O	5.20	5.45	5.38	4.56	5.75	4.56	5.59	5.65	4.26	5.79	
合計	102.72	101.34	103.69	99.34	101.79	96.22	101.09	99.12	101.23	102.95	

試料	130										
SiO ₂	60.15	67.57	72.72	72.93	73.22	65.23	68.30	74.71	73.91	73.85	73.18
TiO ₂	1.28	0.34	0.42	0.62	0.45	0.41	0.07	0.32	0.30	0.30	0.35
Al ₂ O ₃	11.89	13.69	11.62	13.10	13.44	14.70	17.80	12.14	11.74	11.39	11.43
FeO*	7.34	4.99	1.94	2.90	3.17	5.20	1.02	1.88	1.79	2.10	1.65
MnO	0.18	0.11	0.23	0.03	0.00	0.19	0.10	0.17	0.06	0.02	0.12
MgO	2.80	0.19	0.40	0.95	0.90	0.08	0.02	0.37	0.40	0.42	0.39
CaO	5.76	0.79	1.75	2.80	2.77	1.09	0.32	1.70	1.46	1.57	1.65
Na ₂ O	4.48	5.96	4.13	4.07	4.40	5.32	6.15	4.26	4.20	4.17	4.06
K ₂ O	3.54	4.83	1.09	1.22	1.26	5.33	7.48	1.43	1.59	1.51	1.24
合計	97.43	98.46	94.30	98.62	99.60	97.55	101.26	96.98	95.45	95.33	94.06

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-42 分析したガラスの化学組成 (つづき).

試料	130					131				
SiO ₂	72.39	75.12	68.90	68.17	67.21	65.57	63.98	72.29	71.32	60.97
TiO ₂	0.12	0.54	0.15	0.19	0.32	0.40	0.43	0.28	0.13	0.95
Al ₂ O ₃	10.99	12.12	16.19	13.79	14.47	14.10	13.84	10.82	9.22	14.54
FeO*	1.95	2.31	1.60	5.01	5.08	4.85	4.94	4.22	4.78	4.34
MnO	0.07	0.18	0.09	0.00	0.11	0.03	0.00	0.14	0.15	0.06
MgO	0.39	0.32	0.44	0.08	0.07	0.06	0.06	0.02	0.00	0.86
CaO	1.64	1.68	3.58	0.81	1.02	0.96	0.78	0.29	0.25	3.53
Na ₂ O	4.24	4.40	4.95	6.36	6.24	5.45	5.50	5.55	4.96	6.00
K ₂ O	1.55	1.38	0.91	4.64	5.18	5.37	5.42	4.04	4.57	3.48
合計	93.35	98.04	96.80	99.04	99.69	96.81	94.95	97.65	95.39	94.72

試料	131										
SiO ₂	65.94	71.19	71.91	72.23	70.51	65.69	68.47	68.29	66.06	71.18	63.79
TiO ₂	0.27	0.31	0.19	0.17	0.19	0.44	0.25	0.30	0.37	0.25	0.03
Al ₂ O ₃	14.49	9.97	9.80	9.68	9.86	14.32	8.80	12.53	14.09	10.15	18.45
FeO*	5.27	4.29	4.79	4.66	4.33	5.39	4.62	4.76	5.09	4.39	0.24
MnO	0.00	0.05	0.10	0.04	0.08	0.21	0.11	0.28	0.10	0.12	0.11
MgO	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.05	0.09	0.04	0.03
CaO	1.00	0.21	0.22	0.18	0.17	1.08	0.22	0.64	1.03	0.20	0.97
Na ₂ O	5.51	4.56	5.27	5.18	4.98	5.75	5.36	5.54	5.82	4.96	7.09
K ₂ O	4.95	4.15	4.18	4.09	4.02	5.54	4.21	4.71	5.18	4.18	5.70
合計	97.52	94.73	96.46	96.23	94.12	98.57	92.03	97.10	97.82	95.46	96.41

試料	131		132							
SiO ₂	66.33	70.46	66.79	76.32	75.54	67.88	67.74	68.87	67.04	70.03
TiO ₂	0.30	0.27	0.35	0.14	0.19	0.38	0.43	0.55	0.50	0.25
Al ₂ O ₃	14.28	9.68	15.25	10.35	10.19	13.86	15.48	15.59	15.50	14.26
FeO*	4.97	4.54	4.98	4.43	4.12	5.40	5.89	5.52	5.81	4.41
MnO	0.25	0.03	0.18	0.19	0.19	0.07	0.19	0.14	0.09	0.09
MgO	0.04	0.03	0.20	0.01	0.00	0.05	0.15	0.17	0.14	0.08
CaO	0.95	0.17	1.12	0.26	0.08	1.02	1.19	1.22	1.33	0.92
Na ₂ O	5.63	5.02	6.47	5.60	5.41	6.38	5.92	6.99	4.57	6.08
K ₂ O	5.18	4.48	5.55	4.43	4.13	5.38	5.66	5.67	6.13	5.27
合計	97.91	94.68	100.88	101.73	99.84	100.41	102.65	104.72	101.10	101.39

試料	132							146		
SiO ₂	71.22	69.69	70.78	67.69	70.29	72.95	73.98	67.88	66.71	70.66
TiO ₂	0.19	0.27	0.22	0.44	0.21	0.49	0.22	0.38	0.57	0.28
Al ₂ O ₃	9.59	14.91	13.48	14.29	13.57	12.84	10.32	13.20	14.54	10.44
FeO*	4.62	5.69	4.75	5.17	4.89	1.78	5.02	4.99	5.78	4.85
MnO	0.09	0.14	0.09	0.28	0.14	0.04	0.13	0.07	0.08	0.12
MgO	0.05	0.12	0.05	0.11	0.01	0.34	0.00	0.00	0.08	0.01
CaO	0.23	0.92	0.60	1.07	0.79	1.99	0.29	0.67	1.02	0.43
Na ₂ O	4.88	6.17	5.91	6.12	5.70	4.66	5.30	6.22	5.77	5.73
K ₂ O	4.71	5.26	4.67	5.61	5.22	1.25	4.17	4.53	5.02	4.37
合計	95.57	103.17	100.54	100.78	100.81	96.33	99.43	97.93	99.56	96.90

試料	146										
SiO ₂	68.44	73.07	69.28	68.37	73.64	68.16	65.40	66.74	68.02	67.34	67.00
TiO ₂	0.29	0.32	0.26	0.26	0.25	0.16	0.48	0.45	0.50	0.34	0.57
Al ₂ O ₃	14.89	10.03	13.99	14.58	10.23	14.73	15.08	15.25	14.16	14.19	15.34
FeO*	5.09	3.88	5.09	5.42	4.25	5.23	5.17	5.44	5.15	5.06	5.24
MnO	0.13	0.02	0.09	0.12	0.00	0.10	0.19	0.23	0.06	0.10	0.17
MgO	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.14	0.11	0.15	0.10	0.12
CaO	1.07	0.20	0.89	1.09	0.16	0.92	1.14	1.12	1.23	0.87	1.17
Na ₂ O	6.28	5.13	5.63	5.91	4.97	5.44	5.80	6.13	5.79	5.52	6.02
K ₂ O	5.28	4.18	5.15	5.51	4.67	5.21	5.38	5.62	5.38	5.39	5.16
合計	101.54	96.91	100.48	101.33	98.24	100.03	98.76	101.09	100.45	98.91	100.79

*鉄は全てFeOとして計算した。単位は重量%。

表 3-43 分析したガラスの化学組成(つづき).

試料	146		
SiO ₂	68.17	75.30	74.36
TiO ₂	0.25	0.18	0.11
Al ₂ O ₃	14.27	10.13	10.23
FeO*	5.03	4.79	4.78
MnO	0.08	0.04	0.10
MgO	0.07	0.02	0.02
CaO	0.93	0.23	0.32
Na ₂ O	6.00	5.28	5.10
K ₂ O	5.21	4.63	4.26
合計	100.00	100.61	99.28

*鉄は全てFeOとして計算した.単位は重量%.

第3節 浪岡町野尻(4)遺跡における植物珪酸体分析

(株)古環境研究所

1. はじめに

植物珪酸体は、植物の細胞内にガラスの主成分である珪酸 (SiO_2) が蓄積したものであり、植物が枯れたあとも微化石 (プラント・オパール) となって土壤中に半永久的に残っている。植物珪酸体分析は、この微化石を遺跡土壌などから検出する分析であり、イネをはじめとするイネ科栽培植物の同定および古植生・古環境の推定などに応用されている (杉山, 2000)。

2. 試料

分析試料は、第3号畝状遺構 (SA03) の畝部や畝間部などから採取された計7点である。試料採取箇所を分析結果の柱状図に示す。

3. 分析法

植物珪酸体の抽出と定量は、プラント・オパール定量分析法 (藤原, 1976) をもとに、次の手順で行った。

- 1) 試料を105℃で24時間乾燥 (絶乾)
- 2) 試料約1gに直径約40 μm のガラスビーズを約0.02g添加 (電子分析天秤により0.1mgの精度で秤量)
- 3) 電気炉灰化法 (550℃・6時間) による脱有機物処理
- 4) 超音波水中照射 (300W・42KHz・10分間) による分散
- 5) 沈底法による20 μm 以下の微粒子除去
- 6) 封入剤 (オイキット) 中に分散してプレパラート作成
- 7) 検鏡・計数。

同定は、イネ科植物の機動細胞に由来する植物珪酸体をおもな対象とし、400倍の偏光顕微鏡下で行った。計数は、ガラスビーズ個数が400以上になるまで行った。これはほぼプレパラート1枚分の精査に相当する。試料1gあたりのガラスビーズ個数に、計数された植物珪酸体とガラスビーズ個数の比率をかけて、試料1g中の植物珪酸体個数を求めた。

また、おもな分類群についてはこの値に試料の仮比重と各植物の換算係数 (機動細胞珪酸体1個あたりの植物体乾重、単位: 10^{-3}g) をかけて、単位面積で層厚1cmあたりの植物体生産量を算出した。イネ (赤米) の換算係数は2.94 (種実重は1.03)、ヒエ属 (ヒエ) は8.40、ヨシ属 (ヨシ) は6.31、ススキ属 (ススキ) は1.24、クマザサ属 (チシマザサ節・チマキザサ節) は0.75、ミヤコザサ節は0.30である。タケ亜科については、植物体生産量の推定値から各分類群の比率を求めた。

4. 分析結果

分析試料から検出された植物珪酸体の分類群は以下のとおりである。これらの分類群について定量を行い、その結果を表1および図1に示した。主要な分類群について顕微鏡写真を示す。

[イネ科]

イネ、ヒエ属型、エノコログサ属型、キビ族型、ヨシ属、ススキ属型（おもにススキ属）、ウシクサ族A（チガヤ属など）、ウシクサ族B（大型）、シバ属

[イネ科－タケ亜科]

クマザサ属型（チシマザサ節やチマキザサ節など）、ミヤコザサ節型（おもにクマザサ属ミヤコザサ節）、未分類等

[イネ科－その他]

表皮毛起源、棒状珪酸体（おもに結合組織細胞由来）、未分類等

5. 考察

(1) イネ科栽培植物の検討

植物珪酸体分析で同定される分類群のうち栽培植物が含まれるものには、イネをはじめオオムギ族（ムギ類が含まれる）、ヒエ属型（ヒエが含まれる）、エノコログサ属型（アワが含まれる）、キビ属型（キビが含まれる）、ジュズダマ属（ハトムギが含まれる）、オヒシバ属型（シコクビエが含まれる）、モロコシ属型、トウモロコシ属型などがある。このうち、本遺跡の試料からはイネ、ヒエ属型、エノコログサ属型が検出された。以下に各分類群ごとに栽培の可能性について考察する。

1) イネ

イネは、I層（表土、試料1、5）から検出された。密度はいずれも700個/gと低い値であり、稲作跡の検証や探査を行う場合の判断基準としている3,000個/gを下回っている。イネの密度が低い原因としては、稲作が行われていた期間が短かったこと、採取地点が耕作面以外であったこと、および他所からの混入などが考えられる。

2) ヒエ属型

ヒエ属型は、I層（表土、試料1、5）、畝間覆土（試料2、3）、II層（試料4、6）から検出された。密度は1,000個/g前後と低い値であるが、ヒエ属は葉身中における植物珪酸体の密度が低いことから、植物体量としては過大に評価する必要がある。ヒエ属には栽培種のヒエの他にイヌビエなどの野生種が含まれるが、両者の差異は植物分類上でも不明確であるため、現時点では植物珪酸体の形態からこれらを識別することは困難である（杉山ほか、1988）。ここでは畝跡と見られる畝状遺構の試料から検出されていることから、栽培種に由来するものである可能性が高いと考えられる。

3) エノコログサ属型

エノコログサ属型は、畝部のI層（試料5）とII層（試料6、7）から検出された。密度は1,000

個/g未満と低い値であるが、エノコログサ属は葉身中における植物珪酸体の密度が低いことから、植物体量としては過大に評価する必要がある。エノコログサ属には栽培種のアワの他にエノコログサなどの野生種が含まれるが、両者の差異は植物分類上でも不明確であるため、現時点では植物珪酸体の形態からこれらを識別することは困難である（杉山ほか，1988）。ここでは畝跡と見られる畝状遺構の試料から検出されていることから、栽培種に由来するものである可能性が高いと考えられる。

4) その他

イネ科栽培植物の中には未検討のものもあるため、その他の分類群の中にも栽培種に由来するものが含まれている可能性が考えられる。キビ族型にはヒエ属やエノコログサ属に近似したものも含まれている。これらの分類群の給源植物の究明については今後の課題としたい。なお、植物珪酸体分析で同定される分類群は主にイネ科植物に限定されるため、根菜類などの畝作物は分析の対象外となっている。

(2) 植物珪酸体分析から推定される植生と環境

上記以外の分類群では、全体的にクマザサ属型が極めて多量に検出され、ウシクサ族A、シバ属、ミヤコザサ節型なども検出された。おもな分類群の推定生産量によると、全体的にクマザサ属型が圧倒的に卓越していることが分かる。

以上の結果から、当時の遺跡周辺はクマザサ属（チシマザサ節やチマキザサ節）などのササ類が繁茂する状況であったと考えられ、部分的にチガヤ属やシバ属なども生育していたと推定される。チシマザサ節やチマキザサ節は現在でも日本海側の寒冷地などに広く分布しており、積雪に対する適応性が高いとされている（室井，1960）。遺跡周辺に豊富に存在したササ類は、燃料や建築材、肥料などとして盛んに利用されていたと考えられる。

6. まとめ

植物珪酸体分析の結果、第3号畝状遺構（SA03）では、ヒエ属型（ヒエが含まれる）やエノコログサ属型（アワが含まれる）が検出され、これらが栽培されていた可能性が認められた。当時の遺跡周辺はクマザサ属（チシマザサ節やチマキザサ節）などのササ類が繁茂する状況であったと推定される。

文献

杉山真二（1987）タケ亜科植物の機動細胞珪酸体．富士竹類植物園報告，第31号，p.70-83.

杉山真二・松田隆二・藤原宏志（1988）機動細胞珪酸体の形態によるキビ族植物の同定とその応用—古代農耕追究のための基礎資料として—．考古学と自然科学，20，p.81-92.

杉山真二（2000）植物珪酸体（プラント・オパール）．考古学と植物学．同成社，p.189-213.

藤原宏志（1976）プラント・オパール分析法の基礎的研究(1)—数種イネ科栽培植物の珪酸体標本と定量分析

法一．考古学と自然科学，9，p.15-29.

室井緯（1960）竹笹の生態を中心とした分布．富士竹類植物園報告，5，p.103-121.

表 1 浪岡町、野尻(4)遺跡における植物珪酸体分析結果

検出密度 (単位: ×100個/g)

分類群	学名	地点・試料						
		1	2	3	4	5	6	7
イネ科	Gramineae (Grasses)							
イネ	<i>Oryza sativa</i> (domestic rice)	7				7		
ヒエ属型	<i>Echinochloa</i> type	7	7	6	7	7	15	7
エノコログサ属型	<i>Setaria</i> type					7	7	7
キビ族型	Panicaceae type	34	66	31	43	43	44	74
ヨシ属	<i>Phragmites</i> (reed)							15
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type			6				7
ウシクサ族A	Andropogoneae A type	61	15	43	14	29	29	15
ウシクサ族B	Andropogoneae B type				7			
シバ属	<i>Zoisia</i>	20	7	6		21		
タケ亜科	Bambusoideae (Bamboo)							
クマザサ属型	<i>Sasa</i> (except <i>Miyakozasa</i>)	823	1074	1099	1290	1128	1317	1680
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Miyakozasa</i>	94	51	111	87	14	44	45
未分類等	Others	27	73	43	14	14	44	22
その他のイネ科	Others							
表皮毛起源	Husk hair origin	20	22	12	29	36	29	22
棒状珪酸体	Rod-shaped	175	146	141	116	100	146	74
未分類等	Others	101	15	135	174	193	234	156
植物珪酸体総数	Total	1369	1475	1633	1783	1599	1910	2118

おもな分類群の推定生産量 (単位: kg/m²・cm)

イネ	<i>Oryza sativa</i> (domestic rice)	0.20				0.21		
ヒエ属型	<i>Echinochloa</i> type	0.57	0.61	0.52	0.61	0.60	1.23	
ヨシ属	<i>Phragmites</i> (reed)							0.94
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type			0.08				0.09
クマザサ属型	<i>Sasa</i> (except <i>Miyakozasa</i>)	6.17	8.05	8.24	9.67	8.46	9.88	12.60
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Miyakozasa</i>	0.28	0.15	0.33	0.26	0.04	0.13	0.13

タケ亜科の比率 (%)

メダケ節型	<i>Pleiblastus</i> sect. <i>Medake</i>							
ネザサ節型	<i>Pleiblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	96	98	96	97	99	99	99
クマザサ属型	<i>Sasa</i> (except <i>Miyakozasa</i>)							
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Miyakozasa</i>	4	2	4	3	1	1	1

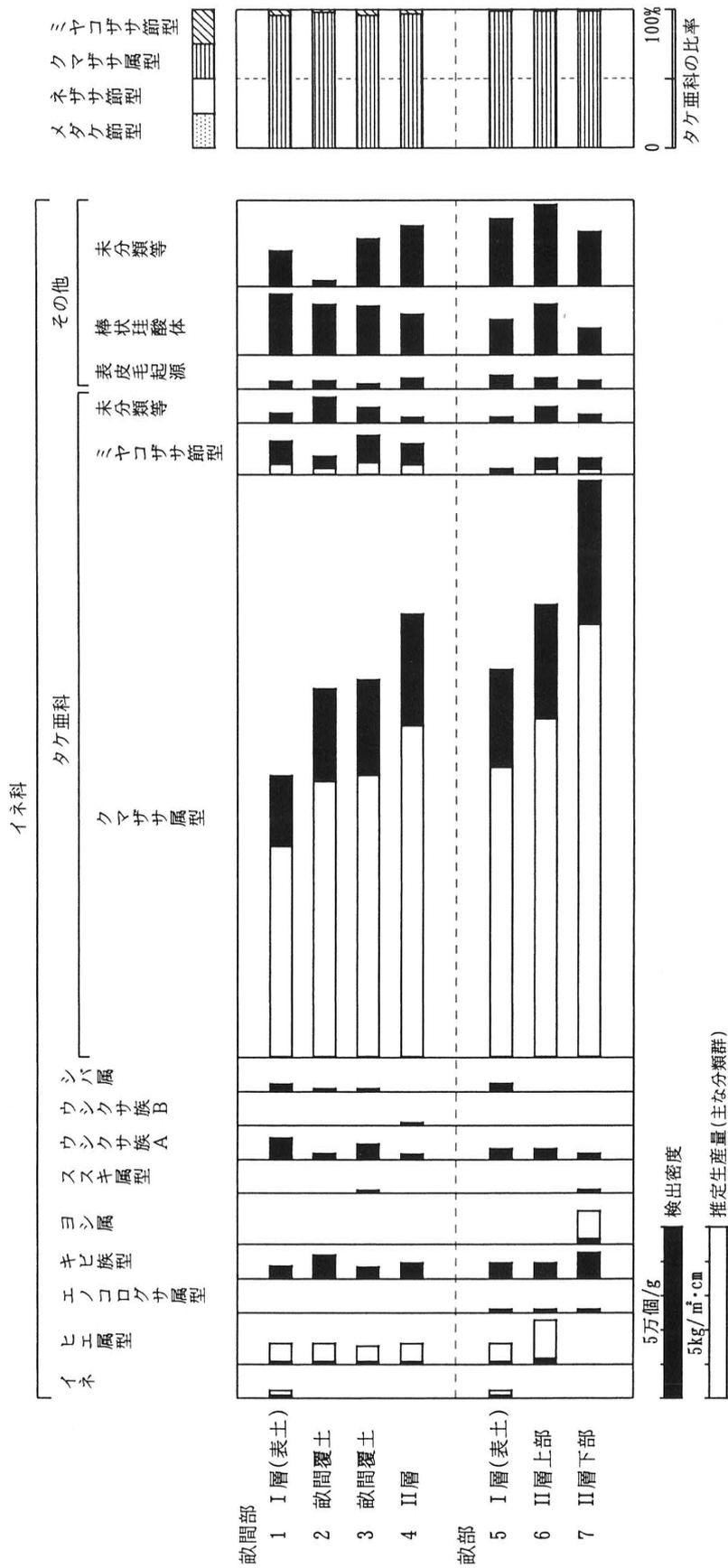
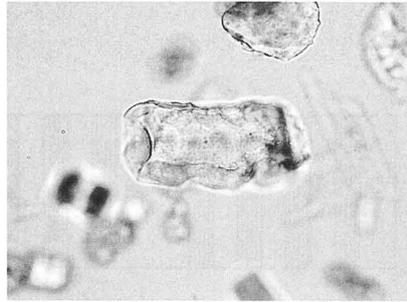


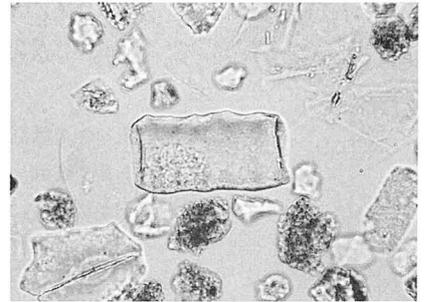
図1 野尻(4)遺跡、第3号畝状遺構(SA03)における植物珪酸体分析結果



イネ
5



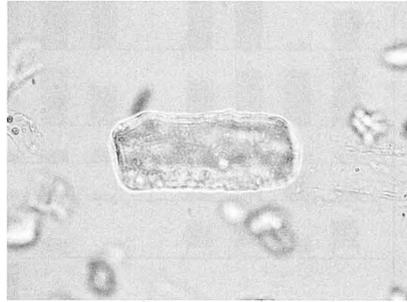
ヒエ属型
1



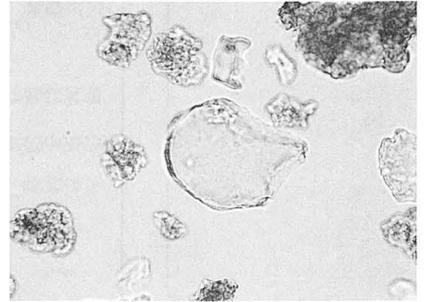
ヒエ属型
5



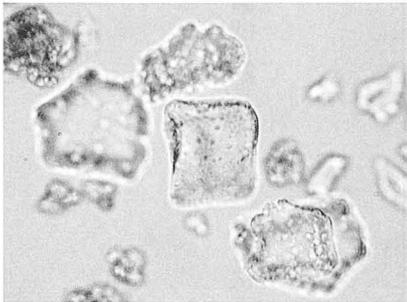
エノコログサ属型
7



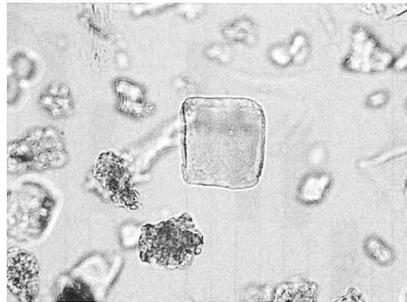
キビ族型
2



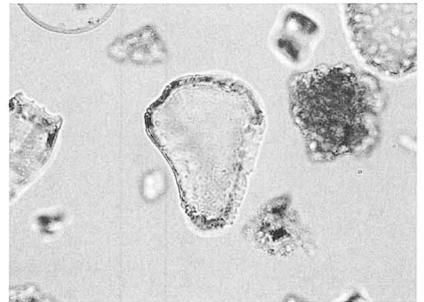
ヨシ属
7



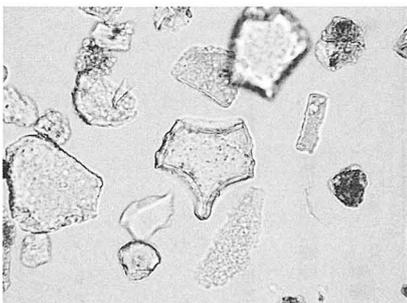
ススキ属型
7



ウシクサ族A
3



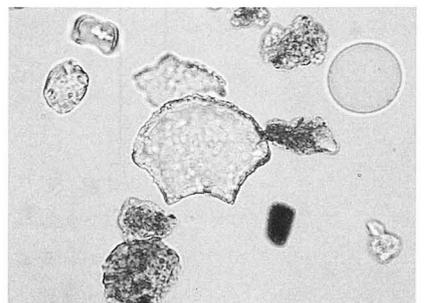
ウシクサ族B
4



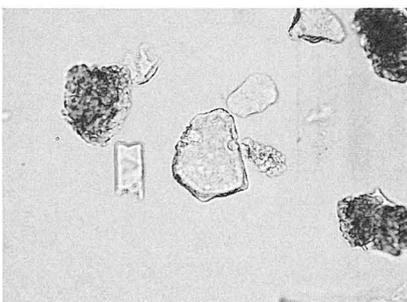
シバ属
1



クマザサ属型
2



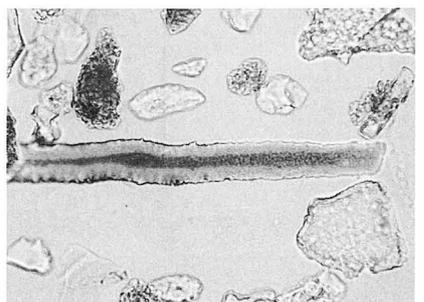
クマザサ属型
7



ミヤコザサ節型
6



表皮毛起源
4



棒状珪酸体
5

第4節 野尻(4)遺跡から出土した遺構・遺物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

(株)ズコーシャ・総合科学研究所

中野寛子、清水 了

門 理恵、星山賢一

動植物を構成している主要な主体成分にタンパク質、核酸、糖質（炭水化物）および糖質（脂肪・油脂）がある。これらの主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、動物性のはコレステロール、植物性の物はシトステロール、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、出土遺構・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織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」を用いて野尻(4)遺跡から出土した遺構・遺物の性格を解明しようとした。

1. 土壌試料

青森県南津軽郡浪岡町に所在する野尻(4)遺跡は、9世紀後半から10世紀にかけてのものと推定されている。この遺跡から出土した円形周溝墓SDH2内外と埋設土器BP1内の土壌試料を分析した。遺跡内での円形周溝墓と埋設土器の配置状況および円形周溝墓内外、埋設土器内での試料採取地点を図1に示す。試料No.1～No.7は円形周溝遺構のもので、No.1～No.6を周溝墓内、No.7を周溝墓外から採取した。このうち試料No.1と、No.2を中層部、No.3～No.5を下層部、No.6を底部から、No.7を周溝墓外北側の地山から、No.8とNo.9は埋設土器のもので、No.8を土器内上、・中層部、No.9下層部から、それぞれ採取した。

2. 残存脂肪の抽出

土壌試料547～935gに3倍量のクロロホルム-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-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%塩化ナト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0.0020～0.0149%、平均0.0054%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。しかし、周溝墓試料と埋設土器試料に分けた平均抽出率は周溝墓試料が0.0028%、埋設土器試料が0.0147%で、埋設土器試料の抽出率は周溝墓試料のそれよりも5倍くらい高かった。

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リセロールに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、ヘキサノーエチルエーテル-酢酸(80:30:1)またはヘキサノーエチルエーテル(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12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)、エルシン酸(C22:1)、リグノセリン酸(C24:0)、ネルボン酸(C24:1)の10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。

試料中の脂肪酸組成をみると、すべての試料がほぼ同一の組成パターンを示していた。このうち炭素数18までの中級脂肪酸はオレイン酸が最も多く、全脂肪酸の約半分近く分布しており、次いでパルミチン酸が多かった。パルミチン酸は周溝墓外対象試料中に他の試料中でよりもやや多く分布していた。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し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つの合計含有率が周溝遺構内外試料で約7～11%、埋設土器内試料で17%と24%であった。通常の遺跡出土土壤中でのアラキジン酸、ベヘン酸、リグノセリン酸の高級飽和脂肪酸3つの合計含有率は約4～10%であるから、周溝墓内外試料中のそれは通常の遺跡出土土壤中の植物腐植土並で、埋設土器内試料中では多めであった。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有量が多く、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、野尻(4)遺跡のすべての試料はほぼ同一の組成パターンで、オレイン酸が全脂肪酸のほぼ半分を占め、次いでパルミチン酸が多いことがわかった。パルミチン酸は周溝墓外試料中に他の試料中よりもやや多めに分布していることもわかった。高級飽和脂肪酸は周溝墓内外試料中には通常の遺跡出土土壤中の植物腐植土並に、埋設土器内試料中には多めに分布していることもわかった。

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18～21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. 3に約11%、No. 5に約8%、他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、試料No. 3とNo. 5のコレステロール含有量はやや多いが、他のすべての試料中のそれは通常の遺跡出土土壤中の植物腐植土並であった。

植物由来のシトステロールはすべての試料中に約28～41%分布していた。通常の遺跡出土土壤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、すべての試料中でのシトステロール含有量は通常の遺跡出土土壤中の植物腐植土並にわずかに少なめであった。特に、埋設土器試料中での含有量はわずかに少なめであった。

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No. 7に約15%、他すべての試料中に約5～8%、スチグマステロールがすべての試料中に約6～10%分布していた。通常の遺跡出土土壤中には、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、試料中のカンペステロール、スチグマステロール含有量はカンペステロールが試料No. 7でやや多めである他は、すべて通常の遺跡出土土壤中の植物腐植土並であった。

微生物由来のエルゴステロールはすべての試料中に2%前後分布していた。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、この程度の量は単に土壌微生物の存在による結果と考えられる。

哺乳動物の腸および糞便中に特異的に分布するコプロスタノールは、試料No. 6に3%、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⁾。今回のコプロスタノール含有量は試料No. 6でわずかに多く、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であった。従って、試料No. 6には哺乳動物の腸もしくは糞便由来の脂肪がわずかではあるが残存している可能性がある。

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壌で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、分布比はすべての試料が0.6以下であった。また、分布比は周溝墓外の対象試料で特に低いということもなかった。従って、分布比で見るとすべての試料中に動物遺体もしくは動物由来の脂肪が残存していないことになる。

以上、野尻(4)遺跡の試料中には動物由来のコレステロールが周溝墓内下層部試料No. 3とNo. 5にやや多く、哺乳動物由来のコプロスタノールが周溝墓内底部試料No. 6にわずかに多く、堅果植物由来のカンペステロールが周溝墓外対照試料No. 7にやや多めである他は、すべて通常の遺跡出土土壌中の植物腐植土並みか少なめに含まれていることがわかった。コレステロールとシトステロールの分布比はすべての試料が0.6以下で、分布比でみる限りではすべての試料中に動物遺体もしくは動物由来の脂肪が残存していないことになる。また、分布比は周溝墓外対照試料が特に低いということもなかった。ステロール分析の結果を考え合わせると、脂肪酸分析で埋設土器内試料中に多めに含まれてい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成分に由来するものである可能性が高い。

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資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資料の類似度を調べた。同時に残存する脂肪と類似遺跡で、出土した土器に残存する脂肪はヒト遺体を直接埋葬した場合に残存する脂肪と類似していると判定した畑内遺跡⁽¹⁰⁾、野尻(1)遺跡⁽¹¹⁾、出土した埋設土器に残存する脂肪は植物腐植土の中に骨部分も含むヒト遺体全般の脂肪が入り混じった形態のものと類似しており、土器の大きさから判断すると幼児である可能性が高いと判定した蟹沢(2)遺跡⁽¹²⁾、出土した土坑に残存する脂肪はヒト遺体を直接埋葬した場合に残存する脂肪と類似していると判定した弥次郎窪遺跡⁽¹³⁾、三内丸山(6)遺跡⁽¹⁴⁾、出土土坑や埋設土器に残存する脂肪がヒトの骨のみを埋葬したことに関わる遺跡の資料やヒトの骨油資料に残存している脂肪と類似していると判定した板子塚遺跡⁽¹⁵⁾、上蛇沢(1)遺跡⁽¹⁶⁾、餅ノ沢遺跡⁽¹⁷⁾、出土した火葬墓や集石遺構に残存する脂肪はヒト遺体を直接埋葬し火葬にした場合の脂肪と類似してい

ると判定した十三湊遺跡⁽¹⁸⁾、出土土壌を土壙墓と判定した兵庫県寺田遺跡⁽¹⁹⁾、出土土器を幼児埋葬用甕棺と判定した静岡県原川遺跡⁽²⁰⁾、出土土壌を再葬墓と判定した宮城県摺萩遺跡⁽²¹⁾、ヒトの体脂肪、ヒトの骨油、ヒトの胎盤試料など、各種遺跡試料や現生試料の脂肪酸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、野尻(4)遺跡のすべての試料はヒトの骨油、餅ノ沢遺跡、上蛇沢(1)遺跡、蟹沢(2)遺跡、板子塚遺跡、摺萩遺跡の試料と共に相関行列距離0.1以内でA群を形成し、よく類似していた。他の対照試料はB～D群を形成した。

以上、野尻(4)遺跡のすべての試料中に残存する脂肪はヒトの骨油やヒトの骨のみを埋葬したことに関わる遺跡試料の脂肪と類似していることがわかった。しかし、周溝墓試料に関してはこの結果では周溝墓内底部試料中に哺乳動物由来のコプロスタノールがわずかに残存し、遺体そのものも存在すると推定した結論と一致しない。

6. 脂肪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。この比例配分により、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、野尻(4)遺跡のすべての試料は第3象限を主として第2象限から第3象限にかけての位置に分布した。この分布位置は大半が植物腐植土である中に高等動物の体脂肪や骨油がわずかに入り混じった形態のものに由来することを示唆している。

以上、野尻(4)遺跡のすべての試料中に残存する脂肪は、大半が植物腐植土である中に高等動物の体脂肪や骨油がわずかに入り混じった形態のものと類似していることがわかった。

7. 免疫法による糖脂質の認定

哺乳類動物赤血球膜は特異な糖脂質群(古代ガングリオシド、古代ヘマトシド)で構成されている。表3に見られるように、主要な糖脂質の化学構造、特に、糖鎖構造は動物種ごとに異なる。また、表4に見られるように、ヒト赤血球膜には糖鎖構造の異なる糖脂質がいくつもある。この糖鎖の違いを抗原抗体反応によって読み取り、動物種を認定することができる。この反応の測定には特異な酵素を標識した抗体を用い、薄層クロマトグラフィー上で染色する免疫染色法とプレート上で反応させる酵

素抗体法 (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay:ELISA法) を用いた^(22,23)。この方法は糖質が 5×10^{-8} gしか分布していなくても、それを検出できる超微量分析法である。今回はこの円形周溝墓SDH2内に埋葬されたのがヒトであることの確認と可能ならばそのヒトの血液型も判定するために、糖脂質群のうち比較的多く分布すると考えられるGM1,血液A型物質、血液B型物質、血液H型物質について抗原抗体反応を行った。GM1の分布状況を調べると、ヒトの胎盤、脳、血液などに由来する糖脂質の有無が判定でき、血液A型・B型・H型物質の分布状況を調べると、対象となるヒトの血液型が判定できる。残存脂肪分析を実施した試料のうち、動物由来のコレステロール含有量が多いか、他の試料よりは多めであり、また、周溝墓内の下層部か底部から採取した試料No. 3 ~No. 6 を免疫試験に用いた。

残存糖脂質の分析方法を図6-1に示す。各資料から最終的に得られた2画分であるFolch上層中性スフィンゴ糖脂質画分とFolch下層酸性スフィンゴ糖脂質画分を高感度薄層クロマトグラフ (HPTLC) 上でクロロホルム-メタノール-0.2%塩化カルシウム (65:36:8) を用いて展開させ、オルシノール硫酸試薬による化学発色と抗ヒト血液型物質A、B、Hおよび抗GM1に対する免疫染色を行った。また、各画分の酵素抗体反応を96穴プレート上で行った。

残存糖脂質の薄層クロマトグラフィー化学発色の結果を図6-2に示す。中性糖脂質画分では5糖以上の長鎖糖脂質に相当する領域でわずかに陽性反応が見られたが、酸性糖脂質画分では陽性反応はみられなかった。糖脂質画分はアルカリ処理により植物性の糖脂質を除去しているため、陽性反応がみられたということは、周溝墓内に動物由来の糖脂質が残存していることを示唆している。

残存糖脂質の薄層クロマトグラフィー免疫染色の結果を図6-3に示す。今回の分析試料は使用した抗体に対してすべて陰性であった。

残存糖脂質の酵素抗体反応の結果を図6-4および表5に示す。今回の分析試料は抗ABO式血液型糖脂質に対してすべて陰性であった。しかし、抗GM1に対しては微陽性の反応がみられ、その中では7層の試料No. 3の活性が最も高かった。

以上、野尻(4)遺跡の周溝墓内試料No. 3 ~No. 6の薄層クロマトグラフィー化学発色では、中性糖脂質画分の5糖以上の長鎖糖脂質に相当する領域でわずかに陽性反応がみられたが、酸性糖脂質画分では陽性反応がみられないことがわかった。免疫染色ではすべての分析試料が陽性反応を示すことがわかった。酵素抗体反応ではすべての分析試料が抗ABO式血液型糖脂質に対し陽性反応を示すが、抗GM1に対しては微陽性反応を示すことがわかった。このことは試料No. 3周辺にヒトの脳、血液、胎盤などに由来する糖脂質が含まれており、この周溝墓内にはヒトが埋葬されていたことが実証されたことになる。しかし、今回の分析試料は抗ABO式血液型糖脂質には反応を示さなかったため、ヒトの血液型は判定できなかった。

8. 総括

野尻(4)遺跡から出土した円形周溝墓と埋設土器の性格を判定するために、周溝遺構内外と土器内の土壌試料の残脂肪分析を行った。残存する脂肪の脂肪酸分析、ステロール分析、脂肪酸組成の分布に基づく数理解析の結果、円形周溝墓と埋設土器に残存する脂肪は、大半が植物腐植土である中に骨部分をよく含むヒト遺体全般の脂肪が入り混じった形態のものと類似していることがわかった。この

うち円形周溝墓の残存脂肪は免疫法による糖脂質分析の結果、ヒトに由来するものであることはわかったが、そのヒトの血液型までは判定できなかった。埋設土器の残存脂肪は、既述の結論と土器の大きさから判断すると、ヒトの遺体であれば幼児の埋葬、ヒト成人であれば骨のみの埋葬に関わるものと類似している可能性があるとして推測される。今回は土器内の土壌のみを分析し、土器そのものは分析していないので、土器そのものを分析するか、円形周溝墓のように免疫試験を行うと詳細が判明したかも知れない。

参考文献

- (1) R.C.A.Rottländer and H.Schlichtherle: 「Food identification of samples from archaeological sites」, 『Archeo Physika』, 10巻, 1979, pp260.
- (2) D.A.Priestly, W.C.Galinat and A.C.Leopold: 「Preservation of polyunsaturated fatty acid in ancient Anasazi maize seed」, 『Nature』, 292巻, 1981, pp146.
- (3) R.C.A.Rottländer and H.Schlichtherle: 「Analyse frühgeschichtlicher Gefäß-inhalte」, 『Naturwissenschaften』, 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.Fischer: 「The Glycolipids of *Lactobacillus casei* DSM20021」, 『Hoppe-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」, 『脂質生科学研究』, 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, 福島道広, 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, 菅原利佳, 長田正宏: 「畑内遺跡から出土した土器に残存する脂肪の分析」, 『畑内遺跡Ⅳ』, 青森県埋蔵文化財調査報告書第211集, 青森県教育委員会, 1997, pp175.
- (11) 中野益男, 中野寛子, 清水 了, 門 利恵, 星山賢一: 「第301号土器埋設遺構に残存する脂肪の分析」, 『野尻(1)遺跡Ⅲ』, 青森県埋蔵文化財調査報告書277集, 青森県教育委員会, 2000, pp153
- (12) 中野益男, 中野寛子, 清水 了, 門 利恵, 星山賢一: 「蟹沢(2)遺跡から出土した埋設土器に残存する脂肪の分析」, 『未発表』, 青森県埋蔵文化財調査センター.
- (13) 中野益男, 中野寛子, 長田正宏: 「弥次郎窪遺跡から出土した遺構・遺物に残存する脂肪の分析」, 『弥次郎窪遺跡Ⅱ』, 青森県埋蔵文化財調査報告書第238集, 青森県教育委員会, 1998, pp303.
- (14) 中野益男, 中野寛子, 清水 了, 門 利恵, 星山賢一: 「三内丸山(6)遺跡から出土した土坑に残存する脂肪の分析」, 『三内丸山(6)遺跡Ⅱ』, 青森県埋蔵文化財調査報告書第279集, 第二分冊, 青森県教育委員会, 2000, pp224.

- (15) 中村益男,中野寛子,菅原利佳,長田正宏:「板子塚遺跡から出土した土坑に残存する脂肪の分析」,『板子塚遺跡』,青森県埋蔵文化財調査報告書第180集,青森県教育委員会,1994,pp233.
- (16) 中野益男,中野寛子,長田正宏:「第1号埋設土器に残存する脂肪の分析」,『上蛇沢(1)遺跡発掘調査報告書』,青森県埋蔵文化財調査報告書第198集,青森県教育委員会,1996,pp37.
- (17) 中野益男,中野寛子,清水了門,利恵,星山賢一:「餅ノ沢遺跡から出土した遺構に残存する脂肪の分析」,『餅ノ沢遺跡』,青森県埋蔵文化財調査報告書第278集,青森県教育委員会,2000,pp341.
- (18) 中野益男,中野寛子,長田正宏:「十三湊遺跡から出土した遺構に残存する脂肪の分析」,『十三湊遺跡』,市浦村埋蔵文化財調査報告書第9集,青森県市浦村教育委員会・富山大学人文学部考古学研究室,1998,pp85.
- (19) 中野益男,中野寛子,福島道広,長田正宏:「寺田遺跡土壙墓状遺構に残存する脂肪の分析」,『未発表』,兵庫県芦屋市教育委員会.
- (20) 中野益男,幅口剛,福島道広,中野寛子,長田正宏:「原川遺跡の土器棺に残存する脂肪の分析」,『原川遺跡I』,静岡県埋蔵文化財調査研究所調査報告第17集,(財)静岡県埋蔵文化財調査研究所,1988,pp79.
- (21) 中野益男,福島道広,中野寛子,長田正宏:「摺萩遺跡の遺構に残存する脂肪の分析」,『摺萩遺跡』,宮城県埋蔵文化財調査報告書第132集,宮城県教育委員会・宮城県土木部水資源開発課,1990,pp929.
- (22) 内貴正治,佐内豊,岩森正夫,滝孝雄,鈴木明身,楠進:「免疫学的手法」,『続生化学実験講座・複合糖質研究法II』,第4巻,東京化学同人,1986,pp95.
- (23) 中村和生,榎泰典:「糖脂質の薄層クロマトグラフィーによる免疫染色法」,『基礎生化学実験法—脂質・糖質・複合脂質』,第5巻,日本生化学会編,東京化学同人,2000,pp154.

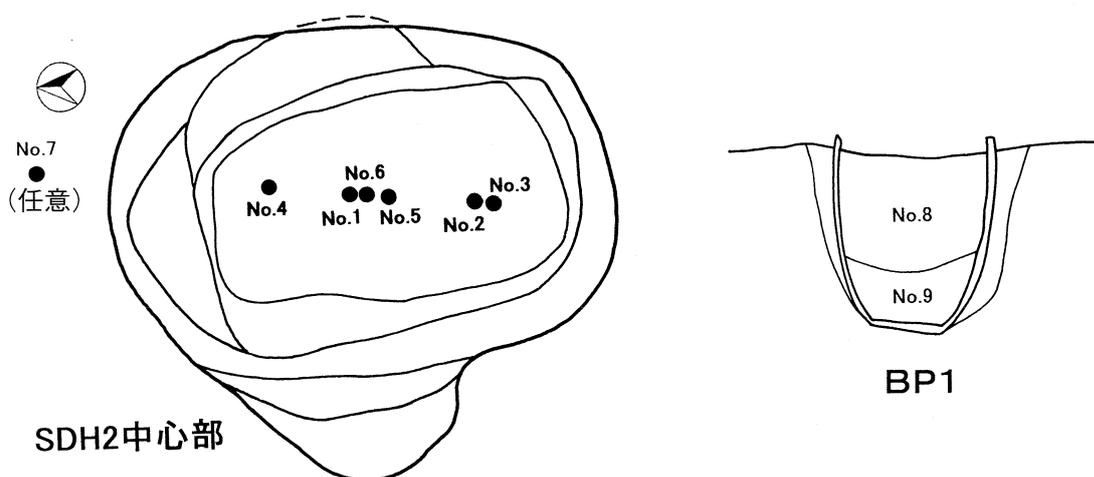


図1 試料採取地点

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	SDH002 6層	864.5	21.8	0.0025
2	" 5層	898.8	25.5	0.0028
3	" 7層	911.4	18.4	0.0020
4	" 9層	899.1	30.5	0.0034
5	" 8層	934.9	27.4	0.0029
6	" 10層	547.2	22.6	0.0041
7	" 対照試料	895.5	18.2	0.0020
8	BP001 1層	863.9	124.2	0.0144
9	" 2層	878.9	130.7	0.0149

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	1.64	5.43	36.83	0.15
2	1.08	5.87	40.98	0.14
3	2.07	10.61	28.90	0.37
4	2.03	5.71	30.76	0.19
5	1.39	7.50	30.11	0.25
6	2.68	6.40	38.70	0.17
7	1.33	6.18	34.86	0.18
8	1.07	3.69	27.51	0.13
9	1.56	5.10	29.38	0.17

表3 哺乳動物赤血球の主要糖脂質の化学構造

GalNAcβ1-3Galα1-4Galβ1-4Glcβ1-1Cer	: ヒト, ブタ
GalNAcβ1-4Galβ1-4Glcβ1-1Cer	: モルモット
GalNAcα1-3GalNAcβ1-3Galα1-4Galβ1-4Glcβ1-1Cer	: ヤギ, ヒツジ
Galα1-3Galβ1-3GlcNAcβ1-3Galβ1-4Glc1-1Cer	: ウサギ
NeuNGcα2-3Galβ1-4Glcβ1-1Cer	: ウマ
NeuNAcα2-3Galβ1-4Glcβ1-1Cer	: イヌ
NeuNGcα2-8NeuNGcα2-3Galβ1-4Glcβ1-1Cer	: ネコ

Cer:セラミド, Gal:ガラクトース, Glc:グルコース, GalNAc:N-アセチルガラクトサミン
 GlcNAc:N-アセチルグルコサミン, NeuNAc:N-アセチルノイラミン酸
 NeuNGc:N-グリコリルノイラミン酸

表4 ヒト赤血球膜の糖脂質群

GM1	: Galβ1-3GalNAcβ1-NeuAcα2 > ⁴ / ₃ Galβ1-4Glcβ1-Cer
血液A型物質	: GalNAcα1-Fucα1 > ³ / ₂ Galβ1-4GlcNAcβ1-3Galβ1-4Glcβ1-1Cer
血液B型物質	: Galα1-Fucα1 > ³ / ₂ Galβ1-4GlcNAcβ1-3Galβ1-4Glcβ1-1Cer
血液H型物質	: Fucα1-2Galβ1-4GlcNAcβ1-3Galβ1-4Glcβ1-1Cer

Cer:セラミド, Gal:ガラクトース, Glc:グルコース, GalNAc:N-アセチルガラクトサミン
 GlcNAc:N-アセチルグルコサミン, Fuc:フコース, NeuNAc:N-アセチルノイラミン酸

表5 残存糖脂質の酸素抗体反応

試料No.	O. D. at 450nm			
	Anti A	Anti B	Anti H	Anti GM1
3	0.001 (-)	0.001 (-)	-0.002 (-)	0.068 (+)
4	-0.002 (-)	0.001 (-)	0.000 (-)	0.042 (+)
5	-0.001 (-)	0.001 (-)	0.000 (-)	0.039 (+)
6	0.000 (-)	0.000 (-)	0.001 (-)	0.018 (±)
STD	1.126	1.002	1.316	1.035

標品および試料の数値はBlankの数値を差し引いた値である。

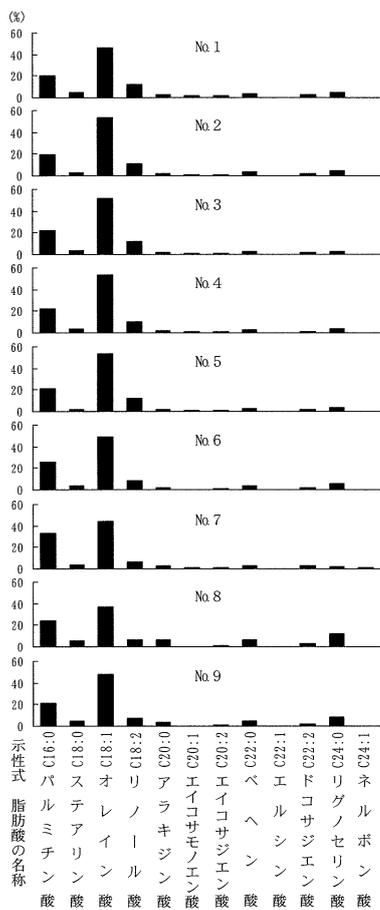


図2 試料中に残存する脂肪の脂肪酸組成

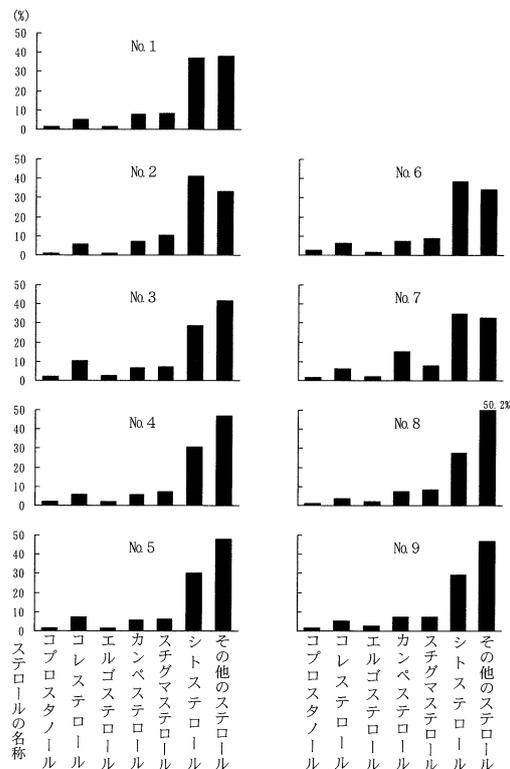


図3 試料中に残存する脂肪のステロール組成

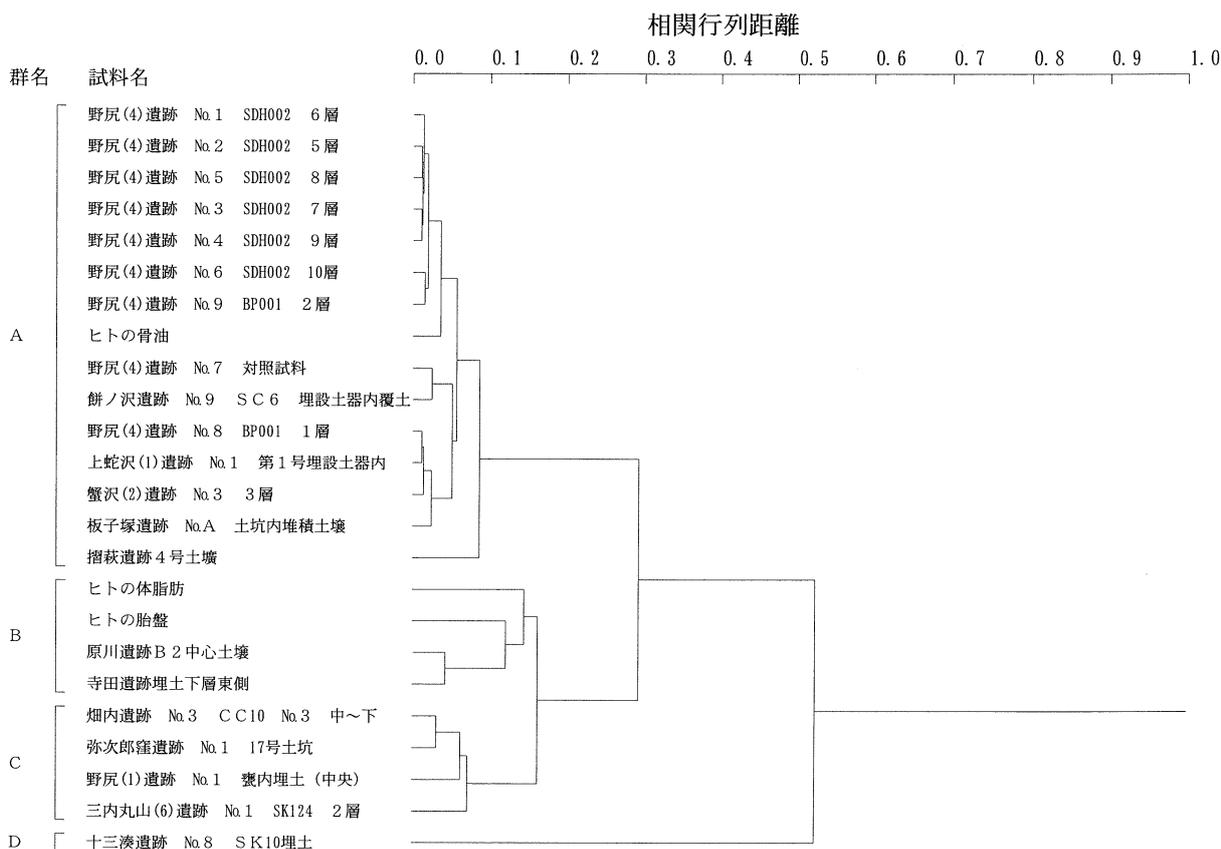


図4 試料中に残存する脂肪の脂肪酸組成樹状構造図

飽和脂肪酸
—
不飽和脂肪酸

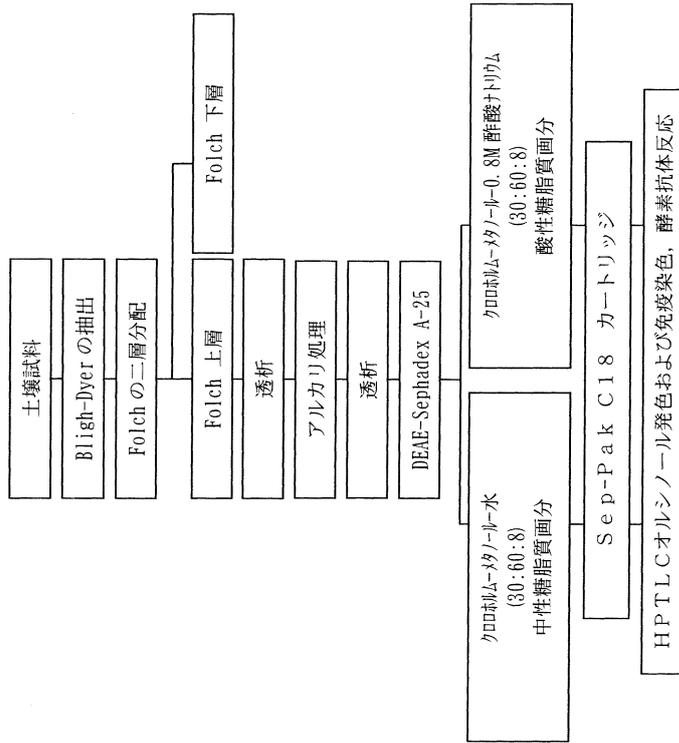
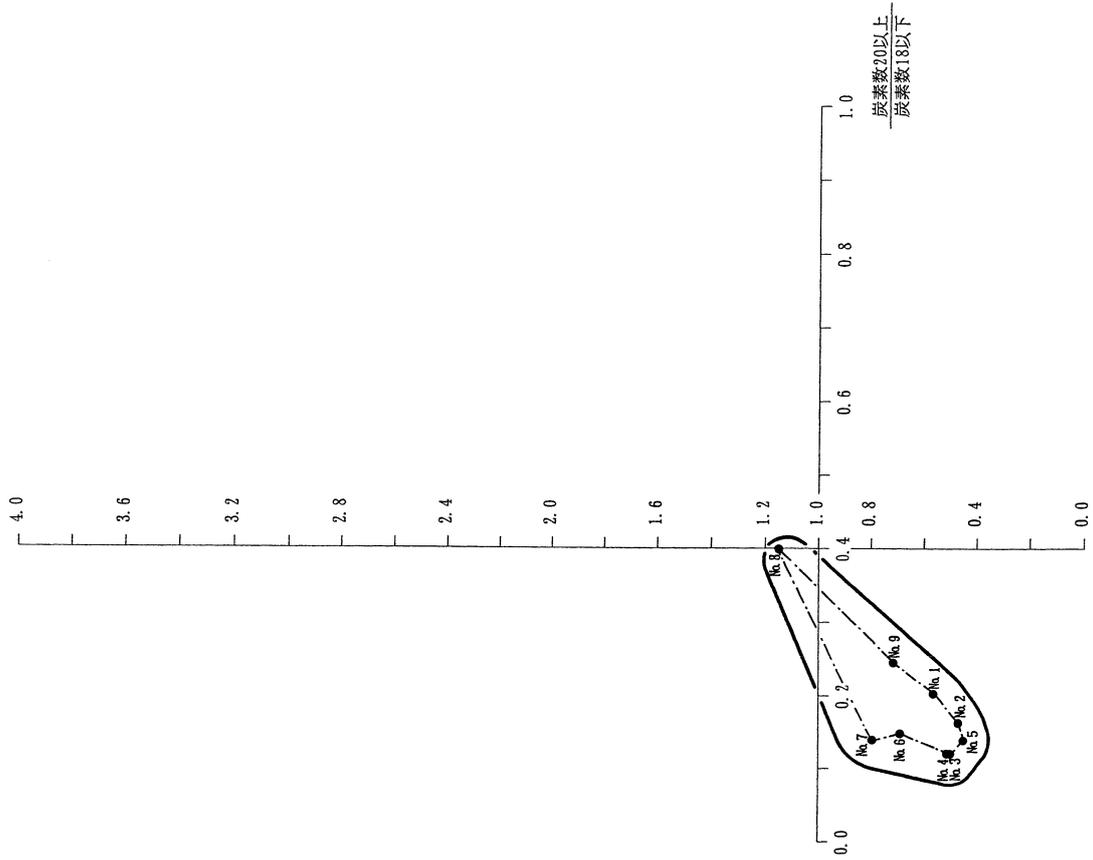


図 6 - 1 残存糖脂質の分析方法

図 5 試料中に残存する脂肪の脂肪酸組成による種特异性相関

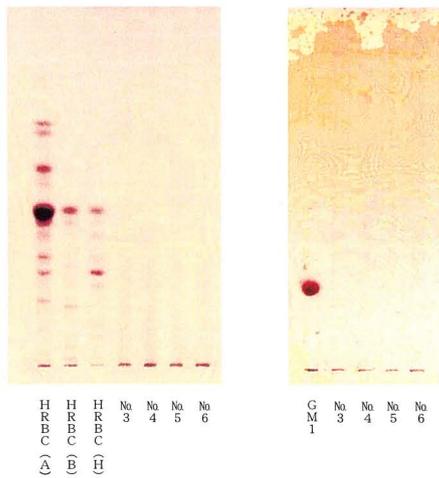


図 6-2 残存糖脂質の薄層クロマトグラフィー化学発色

展開溶媒：クロロホルム-メタノール-0.2%塩化カルシウム水溶液 (6.5 : 3.5 : 8)
発色試薬：オルシノール硫酸試薬

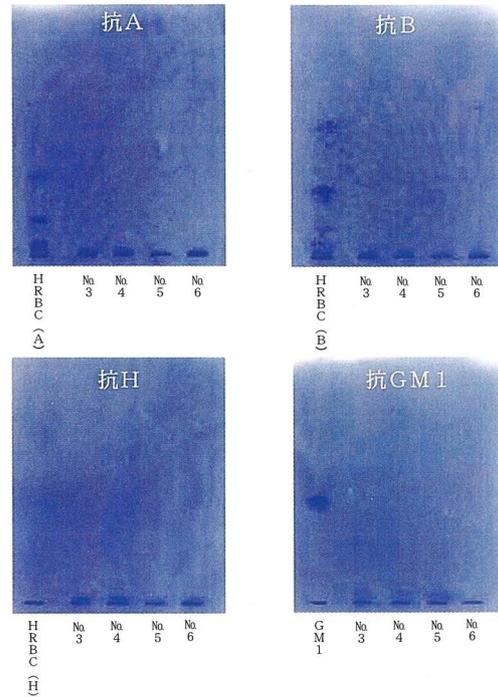


図 6-3 残存糖脂質の薄層クロマトグラフィー免疫染色

展開溶媒：クロロホルム-メタノール-0.2%塩化カルシウム水溶液 (6.5 : 3.5 : 8)
一次抗体：抗ヒト血液型物質 (A、B、H) マウス 1 gM、抗GM1 マウス 1 gM
二次抗体：ペルオキシダーゼ標識抗マウス 1 gM
発色基質：コニカイムノスチンキット

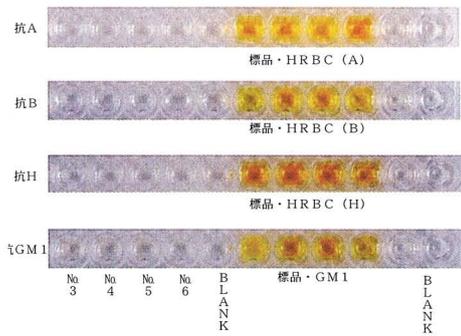


図 6-4 残存糖脂質の酵素抗体反応

一次抗体：抗ヒト血液型物質 (A、B、H) マウス 1 gM、抗GM1 マウス 1 gM
二次抗体：ペルオキシダーゼ標識抗マウス 1 gM、発色基質：DAKO・TMB+

第5節 青森県浪岡町野尻(4)遺跡出土土師器の胎土分析

(株)パレオ・ラボ 小村美代子

1. はじめに

今回、浪岡町野尻(4)遺跡より出土した刻文土器3点(No.1:SK0423出土、No.2:SE06出土、No.3:SID027出土)と同遺跡内で出土した土師器10点(No.4~9:SK0423出土、No.10~13:SE06出土)との化学組成を比較するため、蛍光X線分析による胎土分析を行った。

2. 試料と方法

試料は野尻(4)遺跡より出土した刻文土器3点(No.1:SK0423出土、No.2:SE06出土、No.3:SID027出土)、土師器10点(No.4~9:SK0423出土、No.10~13:SE06出土)の計13点である。試料の詳細については表1に記す。これらを約1.5g岩石カッターで切り出し、超音波洗浄した後自然乾燥させ、セラミック乳鉢(成分 Al_2O_3 :93.4%、 SiO_2 :5%)で粉碎し粉末化した。次にビードサンプラー(株東京科学製NT-2000型)を用いて、試料1.000gに無水四ホウ酸リチウム($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)5.000gを加え、1:5のガラスビードサンプルを作成した。

測定は、波長分散型蛍光X線分析装置(株リガク製System3080)を使用し、データ処理システムDATAFLEX-152(検量線法)を用いて定量分析を行った。検量線はJA-1、JA-2、JA-3、JB-1a、JB-2、JB-3、JG-1a、JG-2、JG-3、JGb-1、JR-1、JR-2、NBS、NISTを用いて作成した。測定元素は、主成分元素(Na_2O 、 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 P_2O_5 、 K_2O 、 CaO 、 TiO_2 、 MnO 、 Fe_2O_3)と微量元素(Rb、Sr)である。

なお、解析については松本(2001)の手法を引用した。こちらに東北北部、北海道南部の遺跡出土土器のデータがないこと、松本氏が東北北部、北海道南部の遺跡出土土器を大量に分析しておりデータを保持しているため、今までの松本氏の報告書掲載のデータと比較しやすくするためである。

3. 分析結果

分析結果を表2に示す。全元素の大部分を構成する SiO_2 は55.66~65.70%と最大約10%の差が見られた。これに次いで Al_2O_3 が20.78~26.19%、 Fe_2O_3 が4.65~7.27%となっていく。また、これらの分析結果から、松本(2001)の手法による $\text{K}/(\text{Ca}+\text{Na})$ — $\text{Ca}/(\text{Na}+\text{K})$ 相関図、 $\text{K}/(\text{Ca}+\text{Na})$ — $\text{Ti}/(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mg})$ 相関図を図1及び図2を作成した。

この図1、図2の相関図により、SK0423出土No.4~9の土師器、SE06出土No.10~13の土師器は全体に近い位置に分布するものの、遺構ごとに分類されることが分かった。No.1、3はSK0423出土土師器、SE06出土土師器の群の中間的位置に分布する。No.2はSE06出土刻文土器であるが、図1、図2ともにSK0423出土土師器の群内に位置し、SE06出土土師器の群に属さないことが分かった。

4. 考察

[遺構ごとの比較]

No 1～3の刻文土器の分析結果による解釈については色々挙げられるが、SK0423、SE06出土土師器は、考古学的見解ではほぼ確実に在地産、遺跡近辺から粘土材料を採集して製作した可能性が考えられている。このことを合わせると、SK0423、SE06出土土師器の群の違いは、同地域でも若干異なる層の粘土を使用したため表れたことが可能性の1つとして挙げられる。

No 2は図1、図2よりSK0423出土土師器と同じ粘土材料を使用したものと思われる。No 1、3はSK0423、SE06出土土師器の隣接する群の中間に位置することから、全く異なる場所で製作したというよりむしろ、SK0423、SE06出土土師器どちらにも属する可能性があり、同地域で製作したものと思われる。

[材料について]

図3にはSiO₂-Al₂O₃分布図を示す。一般的に土壌はSiO₂が高いほど砂粒分が多く、Al₂O₃が高いほど粘土分が多くなる傾向がある。図3より、SiO₂が約55～66%、Al₂O₃は約22～26%の範囲に集中して分布している。特にNo13はAl₂O₃が26.19%でかなり粘土分の高い粘土を土器材料として使用していたことが考えられる。また、須恵器や山茶碗など1つの窯跡から出土した、同じ型式の焼物のSiO₂とAl₂O₃の分析値を大量に調べると、SiO₂が高くなるほどAl₂O₃が低くなる、直線的な負の比例関係が見られることが分かっている(小村・藤根、2001)。これを踏まえて図3のSK0423出土土師器(No4～9)を見てみると、近似曲線に沿って比較的直線的に分布することが分かる。このことから、SK0423出土土師器(No4～9)は同一起源の粘土を用いて製作されたことが予想される。

引用文献

松本建速(2001)、「大川遺跡出土土師器の胎土分析」、『大川遺跡における考古学的調査』IV、北海道余市町教育委員会、367-376p.

小村美代子・藤根 久(2001)、「須恵質土器胎土中の砂粒分の化学的評価」、『日本文化財科学会第18回大会研究発表要旨集』、114-115p.

表 1 試料一覧

(色) は断面を観察して記載している。(砂粒) は十が多いほど砂粒の量が相対的に多いことを示す。

No	遺物	遺構名・番号	遺物番号	出土層位	日付	色相	明度	彩度	色	砂粒	最大粒径	その他の特徴
1	刻文土器	SK 423	PX0	覆土	01.07.10	10YR6/1	~10YR7/4		褐灰~にぶい黄橙	+	φ 1mm	
2	刻文土器	SE 006	1・2	覆土中層 (BTmより下層)	01.06.25	2.5Y5/2			暗灰黄	++	φ 1mm	
3	刻文土器	SID 027	PX3・4	覆土上層	00.08.17	7.5YR7/6			橙	++	φ 1mm	
4	ロクロ土師器坏口縁部		PX1	覆土中層	01.07.10	7.5YR7/4			にぶい黄	++	φ 1mm	内側が黒い
5	ロクロ土師器坏底部		PX2	覆土中層	01.07.10	7.5YR1.7/1	~10YR7/3		黒~にぶい黄橙	++	φ 2mm	
6	ロクロ土師器甕胴部	SK 423	PX3	覆土	01.07.23	10YR4/1	~7.5YR5/3		褐灰~にぶい橙	+	φ 3mm	内側が灰色
7	ロクロ土師器甕胴部		PX4	覆土	01.07.23	7.5YR7/6	~10YR7/3		橙~にぶい黄橙	+	φ 1mm	中黒層有り
8	非ロクロ土師器甕胴部		PX5	覆土中層	01.07.10	7.5YR7/6			橙	++	φ 2mm	外側がやや茶褐色
9	非ロクロ土師器甕胴部		PX6	覆土中層	01.07.10	7.5YR6/4			にぶい橙	++	φ 1mm	
10	ロクロ土師器坏底部		PX1	覆土中層 (BTmより下層)	01.06.25	5YR5/6			明赤褐	++	φ 2mm	
11	非ロクロ土師器甕胴部	SE 006	PX2	覆土中層 (BTmより下層)	01.06.25	7.5YR4/3			褐	+	φ 1mm	
12	ロクロ土師器坏体部		PX3	覆土	01.06.25	10YR7/3			にぶい黄橙	++	φ 1mm	
13	非ロクロ土師器甕胴部		PX4	覆土	01.06.25	7.5YR6/6			橙	++	φ 2mm	

表 2 蛍光 X 線分析による主成分元素 (単位:%)、微量元素 (単位:ppm)

(化学組成) [主成分元素] Na₂O: 酸化ナトリウム、MgO: 酸化マグネシウム、Al₂O₃: 酸化アルミニウム、SiO₂: 酸化ケイ素、P₂O₅: 酸化リン、K₂O: 酸化カリウム、CaO: 酸化カルシウム、TiO₂: 酸化チタン、MnO: 酸化マンガン、Fe₂O₃: 酸化鉄 [微量元素] Rb: ルビジウム、Sr: ストロントリウム

No	遺物	遺構名・番号	遺物番号	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	TOTAL	Rb	Sr
1	刻文土器	SK 423	PX0	1.32	0.64	23.25	61.63	0.317	0.99	1.03	0.94	0.027	5.18	95.31	65	105
2	刻文土器	SE 006	1・2	1.29	0.55	21.96	59.32	0.771	0.79	1.16	1.01	0.039	7.27	94.15	44	112
3	刻文土器	SID 027	PX3・4	1.07	0.71	24.97	55.66	0.080	0.98	1.05	0.92	0.043	6.57	92.04	79	95
4	ロクロ土師器坏口縁部		PX1	1.57	0.49	23.84	63.26	0.342	0.78	1.70	0.74	0.031	5.21	97.97	45	145
5	ロクロ土師器坏底部		PX2	1.18	0.81	25.57	56.65	0.173	0.94	1.35	0.98	0.038	5.15	92.82	59	115
6	ロクロ土師器甕胴部	SK 423	PX3	1.44	0.60	22.10	60.50	0.130	0.93	1.17	1.05	0.041	6.06	94.02	69	115
7	ロクロ土師器甕胴部		PX4	1.48	0.69	24.23	60.31	0.361	1.04	1.32	0.87	0.031	5.10	95.43	58	123
8	非ロクロ土師器甕胴部		PX5	1.67	1.01	20.78	65.70	0.065	1.01	1.80	0.95	0.038	6.17	99.18	53	152
9	非ロクロ土師器甕胴部		PX6	1.43	0.54	22.32	63.06	0.156	0.87	1.38	1.05	0.020	4.65	95.47	45	126
10	ロクロ土師器坏底部		PX1	1.75	0.68	23.96	62.50	0.513	1.48	1.35	1.00	0.036	5.28	98.54	57	128
11	非ロクロ土師器甕胴部	SE 006	PX2	1.10	0.59	24.83	58.19	0.545	1.08	0.82	0.90	0.080	7.15	95.28	46	85
12	ロクロ土師器坏体部		PX3	1.14	0.71	25.05	63.44	0.051	1.17	0.99	1.20	0.023	5.46	99.22	62	100
13	非ロクロ土師器甕胴部		PX4	1.35	0.87	26.19	60.62	0.633	2.04	1.72	0.82	0.055	5.89	100.18	57	133
				平均値	1.37	0.68	23.77	60.83	0.318	1.29	0.96	0.039	5.78		57	118
				最大値	1.75	1.01	26.19	65.70	0.771	1.80	1.20	0.080	7.27		79	152
				最小値	1.07	0.49	20.78	55.66	0.051	0.78	0.74	0.020	4.65		44	85

表3 胎土成分元素比率

No	遺物	遺構名・番号	遺物番号	K/ (Ca+Na)	Ca/ (Na+K)	Ti/ (Al+Fe+Mg)	
1	刻文土器	SK 423	PX0	0.4223	0.4426	0.0322	
2	刻文土器	SE 006	1・2	0.3228	0.5566	0.0340	
3	刻文土器	SID 027	PX3・4	0.4600	0.5149	0.0285	
4	ロクロ土師器坏口縁部	SK 423	PX1	0.2398	0.7233	0.0251	
5	ロクロ土師器坏底部		PX2	0.3719	0.6355	0.0310	
6	ロクロ土師器甕胴部		PX3	0.3583	0.4903	0.0365	
7	ロクロ土師器甕胴部		PX4	0.3704	0.5220	0.0291	
8	非ロクロ土師器甕胴部		PX5	0.2897	0.6725	0.0339	
9	非ロクロ土師器甕胴部		PX6	0.3083	0.6003	0.0381	
10	ロクロ土師器坏底部		SE 006	PX1	0.4760	0.4179	0.0334
11	非ロクロ土師器甕胴部			PX2	0.5623	0.3776	0.0275
12	ロクロ土師器坏体部			PX3	0.5485	0.4275	0.0384
13	非ロクロ土師器甕胴部	PX4		0.6651	0.5080	0.0248	

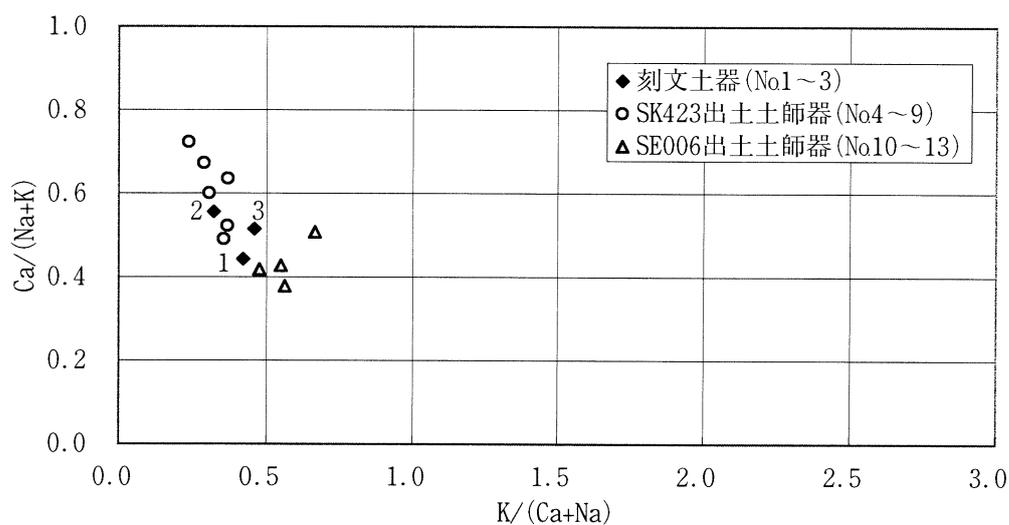


図1 K/ (Ca+Na) - Ca/ (Na+K) 相関図

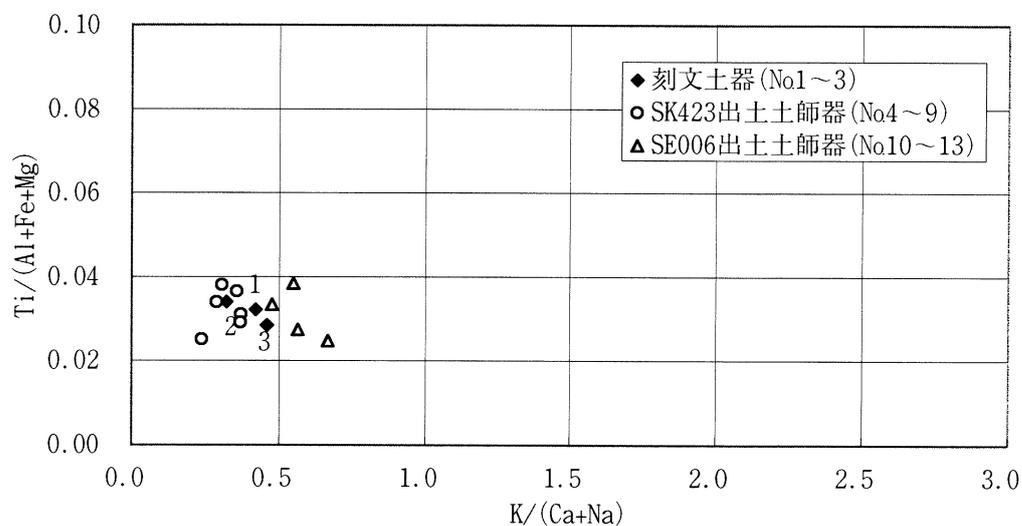


図2 K/ (Ca+Na) - Ti/ (Al+Fe+Mg) 相関図

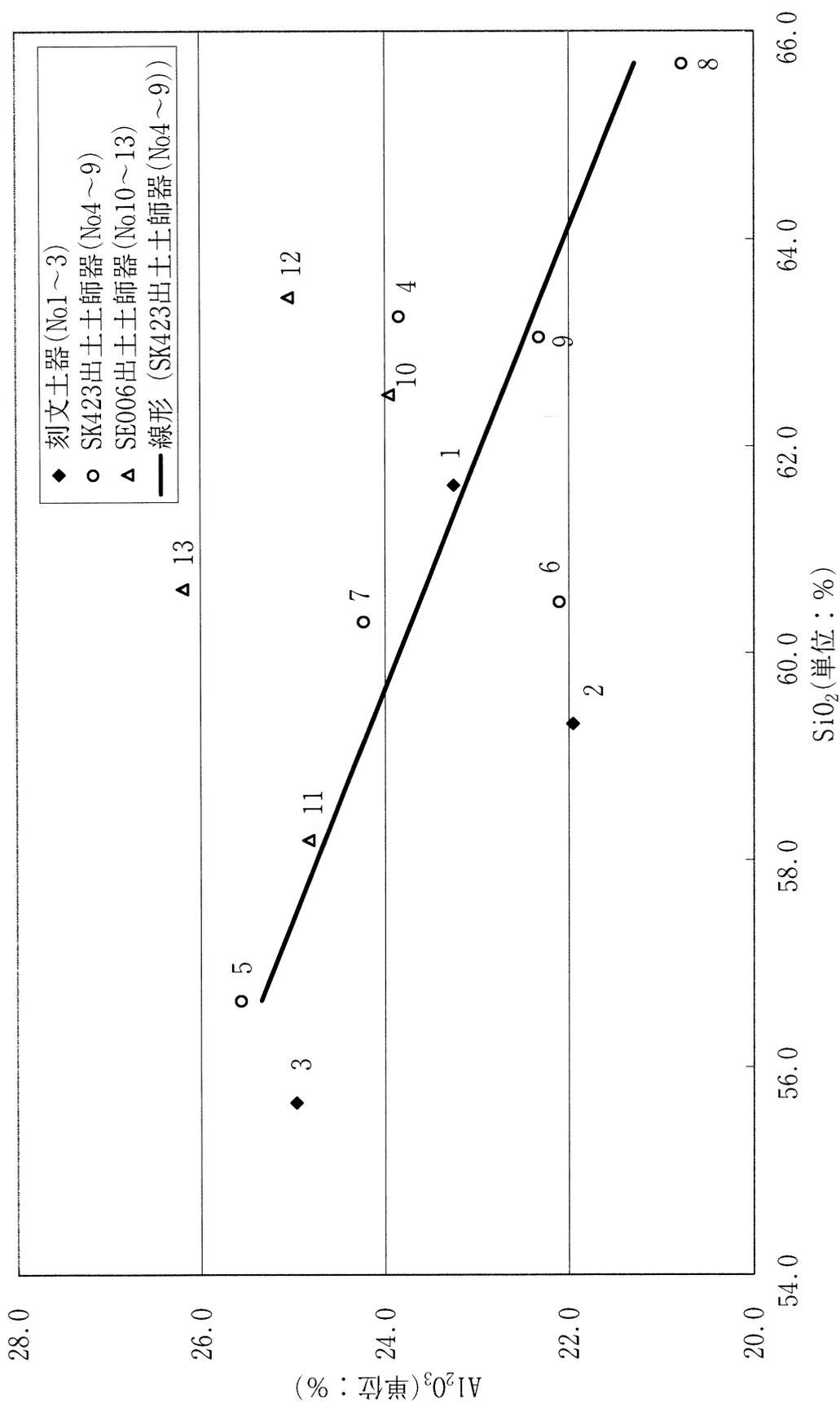


图 3 SiO₂-Al₂O₃分布图

第6節 浪岡町野尻(4)遺跡出土土器の成分分析

筑波大学大学院 松本建速

1. はじめに

青森県五所川原市には五所川原須恵器窯跡群と呼ばれる多くの須恵器窯がある。その操業期間は9世紀後葉頃から11世紀代と考えられているが、操業終了時期はいまだ確実には把握されていない。また、窯跡は多数知られているが、調査とその成果が明瞭に公表されている遺跡は少ない。それでも、形態や焼成状態から五所川原産と推定される須恵器は、9世紀後葉～11世紀代の集落遺跡から多数出土しており、その分布範囲は東北北部から北海道一円である。

ただし、ほぼ同時期には新潟県佐渡島小泊窯跡群、秋田県能代市十二林窯といった須恵器窯が日本海側には複数存在している。しかも、小泊窯製品が津軽地方や北海道にも分布していると報告された例(三辻1990・1993など)もある。したがって、北部日本の歴史叙述をおこなううえでも、各須恵器窯製品の分布状況を正確に把握しておく必要がある。

今回調査された浪岡町野尻(4)遺跡からも多数の須恵器が出土している。そして、野尻(4)遺跡は、五所川原市の須恵器窯跡群のある地域に非常に近い。遺跡西方の低い津軽山地の尾根を越えると、そこはもう須恵器窯跡群である。そのような位置にある野尻(4)遺跡における須恵器がどこの産地のものなのかを明らかにするために、胎土の化学成分の分析をおこなった。

また、今回の分析には、目的がもう一つある。それは、須恵器・土師器・擦文土器(本稿では器表面の調整が土師器様の土器でも器表面に文様が刻まれた土器を擦文土器と呼んだ)の胎土の違いがあるか否かを考えることである。野尻(4)遺跡からは馬の絵が器表面に描かれた擦文土器をはじめ、多くの土師器といくらかの擦文土器が出土している。野尻(4)遺跡付近の粘土試料の分析値との比較もおこない、須恵器・擦文土器・土師器の胎土選択のあり方も考察する。

2. 試料

野尻(4)遺跡から出土した須恵器21点、土師器10点、擦文土器3点の合計34点を試料とした。それらは本報告書本文中に図示されている。本文中の挿図No.、胎土混入物、器における試料採取位置などの諸属性は表1に記した。

3. 方法

分析は誘導結合プラズマ発光分光分析法—Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry(以下ではICP-AESと略す)—によった。装置は筑波大学分析センター設置の日本ジャーレル・アッシュ社製ICAP-757Vである。

4. 分析

(1) 試料作成

土器の破損部から1～2cm四方ほどの破片を採取する。土器破片表面を電動やすりで研磨し、土器表面の付着物を取り除く。1cm四方ほどの土器破片を瑪瑙乳鉢で粉碎し、すり潰す。すり潰された粉末を0.05g秤量し、蓋付きのテフロン容器に入れる。それに、硝酸0.5cc、過塩素酸0.5cc、フッ化水素酸1.0ccを、この順に加える。蓋を閉め、容器ごとホットプレート上に置き、100℃で6時間以上熱する。次に、蓋を開け、200℃に加熱し、蒸発乾固させる。乾固された試料に6規定蒸留塩酸1.0ccを加え、200℃で再び蒸発させる。しばらく放冷後、1規定硝酸を加え、100℃ほどで緩やかに加熱する。試料が完全に溶けていることを確かめた後、1規定硝酸を加え、1000倍に希釈し、50.00gの溶液試料を得る。

また、分析対象土器のほとんどの胎土中に炭素が染み込んでいたので、乳鉢の粉碎・すり潰しの後、マッフル炉を用いて500℃で2時間加熱し、炭素を除いたものを試料とした。炭素を除いた理由は次の二つである。炭素は酸に溶けづらいので、炭素を残したままでは良い試料が得られないことと、炭素は本来の素地にも入っているが、土器焼成時や煮沸具としての使用中にもしみ込み、土器制作の後に染み込んだ炭素の量は固体によって異なることである。以上のように炭素が入っていると土器制作時の本来の成分組成を測定できない。筆者が測定した例では、炭素が入ったまま測定すると、素地中にもともと多く含まれる成分ほど含有量の誤差が大きくなる傾向があった。

(2) 実験

得られた溶液試料をICP-AESで定量分析した。定量に用いた標準試料は、地質調査所発行のJA1、JB1a、JG1a、JG1b、JR1、JSd1である。測定した元素は、Ti、Al、Fe、Mn、Mg、Ca、Na、K、P、Ba、Cr、Cu、La、Li、Sc、V、Y、Zn、Zrの20元素である。これらの元素は、Masonの地殻平均（松井・一国訳1970）で存在度が高いとされる元素のうち、20ppm以上含まれる元素のほとんどを含むので、地質的背景を考えながら土器胎土成分の地域差を考察するのに利用できる。

5. 結果

分析結果は、主要元素については重量%、微量元素をppmで示した（表1）。測定したすべての元素について濃度別にグラフを5つ作り、図示した（図1）。その結果を次にまとめる。

(1) 【10～13%ほど含まれる元素】：Al

須恵器で11.2～13.2%、擦文土器・土師器で10.5～13.0%含まれる。

(2) 【2～8%ほど含まれる元素】：Fe

須恵器で2.4～8.4%含まれ、5%前後のものが多い。擦文土器・土師器で3.2～4.1%含まれる。

(3) 【0.2～2.0%ほど含まれる元素】：K・Na・Ca・Mg・Ti

K須恵器では0.7～1.7%、擦文土器・土師器で0.7～2.0%含まれる。Naは須恵器で0.3～1.0%、擦文土器・土師器で0.8～1.3%含まれる。Caは須恵器で0.2～0.6%、擦文土器・土師器で0.4～1.3%含まれる。Mgは須恵器で0.4～0.9%、擦文土器・土師器で0.3～0.6%ほど含まれる。Tiは須恵器で0.5～0.7%、擦文土器・土師器で0.4～0.7%ほど含まれる。

(4) 【0.03～0.35%ほど含まれる元素】：P

Pは須恵器で0.03～0.08%ほど含まれており、多くは0.04%前後である。擦文土器・土師器には0.03～0.35%ほど含まれ、0.04%前後のもの、0.1%以上のもの、2分できる。

(5) 【79～650ppmほど含まれる元素】：Mn・Ba

Mnは須恵器で79～340ppm、擦文土器・土師器で114～623ppm含まれる。Baは須恵器で245～652ppm、擦文土器・土師器で343～511ppm含まれる。

(6) 【60～140ppmほど含まれる元素】：Zr・V・Cr・Sr・Zn

Zrは須恵器で153～199ppm、擦文土器・土師器で130～184ppm含まれる。Vは須恵器で125～190ppm、擦文土器・土師器で75～160ppm含まれる。Crは須恵器で47～124ppm、擦文土器・土師器で40～66ppm含まれる。Srは須恵器で52～119ppm、擦文土器・土師器で77～137ppm含まれる。Znは須恵器で70～98ppm、擦文土器・土師器で62～89ppm含まれる。

(7) 【13～50ppmほど含まれる元素】：Li・Y・La・Cu・Sc

Liは須恵器で19～50ppm、擦文土器・土師器で13～25ppm含まれる。Yは須恵器で21～37ppm、擦文土器・土師器で18～30ppm含まれる。Laは須恵器で18～33ppm、擦文土器・土師器で16～26ppm含まれる。Cuは須恵器で13～32ppm、擦文土器・土師器で14～26ppm含まれる。Scは須恵器で21～25ppm、擦文土器・土師器で19～27ppm含まれる。

6. 考察

(1) 堆積の後に土器に沈着する可能性のある元素

鉱物が風化すると化学成分が溶脱する。土器も同様である。製作された当時の土器胎土と土中における堆積を経た土器とでは、化学組成が異なる場合がある。だが、これはあくまでも風化があった場合のことである。したがって、風化する可能性が高い器表面や風化により土器自体がもろくなったものを試料としなければ、風化による胎土成分の変化は無視できる範囲になると考えられる。そこで、今回は風化していない部分を選択し、しかも器表面を除去した芯の部分を試料としたので、風化による化学成分の溶脱については無視して考察を進める。

だが、素焼き土器の場合、それらが土中に堆積している間に土器胎土中に沈着しやすい元素がある。Ca・P・Sr・Baなどである。特にPに関しては、600～800度ほどで焼かれた素焼き土器の場合にそのような現象が起きることがDuma（1972）によって確かめられている。ただし、それらの元素の沈着がおこるのは、それらの元素を特別多く含む環境に土器が堆積していた場合である（松本2002）。それらの元素は動物や植物に多く含まれているので、有機質が多く含まれる場所に土器が存在したときにはそれらの元素が沈着する可能性がある。

今回の試料では擦文土器や土師器といった素焼き土器に0.2%を超すPを含むものがある。松本（2001）によれば、青森県内各地の第四紀層粘土に含まれるPは0.15%以下である。地殻平均では0.1%である。今回の試料の場合、須恵器・土師器ともPの値は0.05%以下が多い。そこで、今回の試料では、0.15%以上のPを含む試料の場合、土器が堆積している間にPが沈着したと見なした。

そのようなPが高い試料は、擦文土器に2点、ロクロ土師器に3点、土師器に2点ある。一方、そ

これらのCa・Ba・Srの値は、Pが低い試料のそれらの値とあまり違いはない。したがって、Pが土中から沈着した場合でも、Ca・Ba・Srらの付加はなかったと考えられる。そこで、今回の試料では、土中での沈着の可能性のあるPについては考察では用いないが、それ以外の元素はそのような影響を受けていないとみなして考察を進める。

(2) 指標①と②に基づく土器胎土の差

地殻を構成する鉱物は大きくは無色鉱物（フェルシク鉱物とも言う）と有色鉱物（マフィック鉱物とも言う）に分けることができる。そして、無色鉱物の代表に、地殻の60%を構成する（地学団体研究会編1995,110頁）長石がある。したがって、長石を構成する元素組成が地域ごとに特徴を持つならば、それは土器胎土の産地測定をおこなうにはかなり有効となる。これまでに須恵器を中心に数多くの胎土分析を実施してきた三辻利一の産地測定法でも、長石を構成する元素を指標に用いており（三辻1983・1999など）、有効な場合が多い。そこで、松本（2001）では、長石を構成する主要な元素であるCa・Na・Kを用いた2つの指標を作った。K/Na+Ca、Ca/Na+Kである。そして、その2つの指標をまとめて指標①と呼んだ。

指標①は長石の化学成分の特徴に基づいている。一般的に、長石はカリ長石（ KAlSi_3O_8 ）、曹長石（ $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ）、灰長石（ $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$ ）の3つを端成分とする固溶体である。そして、牛来・周藤（1997,18頁）によれば、長石における3つの端成分の混合比には制限があり、ある特定範囲内の混合比の長石しか存在せず、普通、長石は曹長石と灰長石を端成分とする斜長石とカリ、長石とアルバイトを端成分とするアルカリ長石に大別される。カリ長石と曹長石を端成分とする固溶系列は天然には見いだされない。以上のことに基づいて、斜長石を構成するNaとCaに対するK（これはアルカリ長石に含まれる成分である）の比率を見たのがK/Na+Caである。

指標①は無色鉱物の成分の違いを見るものであったが、有色鉱物を構成する主要な元素であるTi・Fe・Mgと、粘土鉱物を構成する主要な元素であるAlを組み合わせるとTi/Al+Fe+Mgという指標を作った。これを指標②と呼ぶ。そして、指標①と②を用いて相関図を作り、それぞれの土器に含まれる無色鉱物と有色鉱物の特徴をつかむことにした。

図2には野尻(4)遺跡出土の須恵器・擦文土器・土師器の指標①②の値を掲載した。土師器はロクロ土師器とロクロを用いていない土師器に2分して記し、ロクロを用いていない土師器を単に土師器と表記してある。図2によると、大きくは、須恵器とそれ以外の土器に2分することができる。特に無色鉱物の差を見る指標①で両者の違いは顕著である。

これは、須恵器と土師器などの素焼き土器との焼成環境の違いに対応した胎土性質の違いであろう。須恵器は土師器よりも高温焼成に耐える胎土が使われなくてはならない。中川（1995）によると、現在の窯業で原料として用いられる長石はカリ長石と曹長石であるが、「カリ長石は曹長石に比べて、加熱時に広い温度にわたって徐々に溶融が進み、粘性が高く焼成中の軟化変形が少ないので陶磁器用原料として使用しやすい（65-66頁）」という。須恵器の燃焼環境は陶器の焼成に近いので、両者は類似した原料が用いられた可能性が考えられる。図1-2を見ると、須恵器と土師器類とでK濃度の違いはあまりないが、CaやNaの濃度は須恵器の方が断然低い。このように、指標①の違いは、野尻

(4) 遺跡出土試料の場合には、単にそれらの原料産地の違いを示すだけではない。須恵器と土師器類といった焼き物種類の違いによる焼成環境の違いに対応した原料の違いを示していると推測される。

(3) 同時期の東北北部地域の土師器との比較

図3は、松本（2001・2003）で用いた五所川原市隠川（4）（12）遺跡（以下では隠川遺跡と記す）出土土師器試料・浪岡町高屋敷館遺跡出土土師器試料・野尻（1）遺跡南露頭と野尻（4）遺跡内の第四紀層の粘土試料・五所川原市大溜池床第四紀層の粘土試料と野尻（4）遺跡の試料とを比較したものである。これらの図では、須恵器と隠川遺跡出土土師器の一部・五所川原市大溜池床粘土の値がほぼ同じであり、野尻（4）遺跡の土師器等と高屋敷館遺跡・隠川遺跡出土土師器の一部の値がほぼ同じとなる。野尻（1）遺跡南露頭の粘土は指標②では値が一致しない。野尻（4）遺跡内の第四紀層の粘土のうち1点だけ分析値がおおよそ重なる試料がある。平安時代の遺物包含層直下の地山層である（松本2001,表4,20頁）。

浪岡町の野尻（1）遺跡南露頭は野尻（4）遺跡から直線距離にして400mほど北西にある前田野目層である。前田野目層は根本（2000）によれば65万年前に堆積した鶴ヶ坂層と25万年前以降に堆積した八甲田凝灰岩層に挟まれて堆積した粘土層である。五所川原市の大溜池床粘土は、吾妻（1995）で、9～10万年前に降下した洞爺火山灰降下以降の底海水準期に形成されたとされる層である。

野尻（4）遺跡内の地山上部層が土師器等の値に近かったが、その直下の灰白色粘土層の場合、指標②の値がいくらか異なっていた。以上のことから、野尻（4）遺跡周辺でも、前田野目層のように古い層ではなく、10万年より新しい時代の灰白色系の粘土が土器製作に利用されていた可能性がある。

また、(2)の最後に述べたように、土師器と須恵器とでは利用される原料の成分に違いがある。図3でも、大方の土師器の胎土よりも須恵器の胎土の方が $K/Na+Ca$ の値が大きい。須恵器の中で $K/Na+Ca$ の値が最も低いものでもその値は0.74である。

$K/Na+Ca$ 0.74の線でその左右を見ると、五所川原市の隠川遺跡出土の土師器には須恵器とほぼ同じ胎土の製品と他の土師器類と同じ胎土の製品が多くあるが、浪岡町の高屋敷・野尻（4）の両遺跡には須恵器と同じ胎土の土師器類はほとんど無い。しかしながら、野尻（4）遺跡の土師器試料32と34が須恵器に近い値である（図2）。この点には注目しておくべきであろう。

隠川遺跡では須恵器やロクロ土師器の焼成前段階の生産がおこなわれていた（青森県教委1997）ので、須恵器と同じ胎土が用いられた土師器も作られていたのであろう。そして、五所川原市には須恵器・土師器どちらの製作にも利用できる粘土層と、土師器にしか利用されない粘土層があったことが推測される。一方、浪岡町の大多数の土師器類が須恵器とは異なる土である点から、浪岡町の粘土類の大部分は土師器製作だけに利用できるタイプのものであることが予想されるのだが、先に強調しておいたが、指標①②から見ると、土師器試料32・34は五所川原市の須恵器に利用されたタイプの粘土類であった。この点をどう考えるべきであろうか。

これまでは、主要元素を用いて成分の比較をおこなってきたのだが、次には微量元素を見る。図1・4～6によると、須恵器に比べて $V \cdot Cr \cdot Li$ の濃度が低いのが土師器の特徴である。試料32・34も例外ではない。したがって、試料32・34は $Ca \cdot Na \cdot K$ の値は、五所川原市の製品の値に比較的近いが、

やはり同じ土層の粘土類を用いたものとは言えないのではなからうか。図3-3によると、野尻(4)以外の遺跡や粘土でも、Liの値が低いものも比較的多くあるし、野尻(4)遺跡試料21の須恵器もLiの値が低い。このことから、浪岡町の粘土にはLiの値が低いものが普通だが、そのような例は五所川原市にもあり、そのような粘土は須恵器原料には普通は用いられないが、土師器や須恵器の一部に使われることがあることがわかる。そして、その粘土層は、隣接する浪岡町に続いている可能性があるのではなからうか。

(4) 同時期の東北地方西部の須恵器窯との比較

今回試料とした野尻(4)遺跡出土の須恵器は、坏・鉢・壺である。それらは形態からも、五所川原須恵器窯跡群の製品であると推定できるが、胎土の化学成分の特徴からも、その可能性が高い。ただ、三辻(1990)では、津軽地方の鯉ヶ沢町空沢遺跡にも新潟県佐渡島の小泊窯須恵器が入っていると推定される。そこで、ここでは小泊窯や秋田県能代市の同時期の窯跡の製品の化学成分との比較からも、野尻(4)遺跡出土の須恵器が五所川原産であると判断できることを簡単に示しておく。

筆者は、秋田県能代市十二林窯、新潟県佐渡郡羽茂町小泊窯群の須恵器試料を複数分析し、それと五所川原須恵器窯跡群試料との比較をおこない、現在その論考を準備中である。無色鉱物を構成する元素を中心に考察されている三辻(1900・1993)などでは五所川原窯製品と小泊窯出土製品との違いが明瞭にされていなかったが、3地域の窯跡出土の須恵器の化学成分を比較した結果、Fe・Mg・Tiなどの有色鉱物を構成する主要元素や、Sc・Yといった微量元素でそれらの3地域の須恵器窯成分を分離することができることがわかった。

3地域の須恵器と野尻(4)遺跡出土試料を比較したグラフを図4に示した。無色鉱物を構成する元素で作った指標①では土師器と須恵器を2分できるが、3地域の須恵器の分離はできない。特に、小泊窯と五所川原窯の製品は値がほぼ重なっている。だが、有色鉱物を構成する元素で作った指標②とFe/Mgの値を示した図4-3では、小泊窯・十二林窯・五所川原窯製品を大雑把には区別できる。

ただし、図4-3の野尻(4)遺跡出土の須恵器には十二林窯製品の値に近いものが3点(試料1・4・11)ある。そこでScとYの相関図(図4-4)を見る。筆者のこれまでの分析によると、ScとYは五所川原の須恵器には相対的に多く含まれ、能代市十二林窯、佐渡島小泊窯へと南下するにしたがって、その濃度が下がる。図4-4でも野尻(4)遺跡出土の須恵器は、Scが20ppm以上、Yが21ppm以上あり、十二林窯製品よりも高い。また、図4-3の値が十二林窯製品の値に近かった試料1・4・11は、Sc・Yともに十二林窯製品よりもだいぶ高い。それらの3試料は、やはり五所川原窯製品と考えるべきである。

(5) 製作技法別・遺構別の土師器類の胎土の違い

最初に製作技法と胎土との関係を見る。図2によると、成分の類似から次の5つのグループに細分できる。①SK0423の土師器29・30、②SE06の土師器32・34、③擦文土器22~24とSK0423のロクロ土師器26~28、④SK0423の25、⑤SE06のロクロ土師器31・33である。同じ遺構から出土した土師器類でも、細かく見れば土師器とロクロ土師器とでは素地が異なっていたことがわかる。そして、ロクロ

土師器と土師器だけに限定して大雑把に見るならば、高杉（2002）でも指摘されているように、SK0423とSE06とを、その成分で分けることができる。特に、ロクロを用いていない土師器のSK0423の30と32・34とで、胎土の化学組成がかなり異なることは注目に値する。そして、試料32・34は須恵器試料1・4・11に近く、五所川原産須恵器だが、この違いが何に由来するかについては、土器の形態・整形技法・遺構の時期等を合わせながら考える必要がある。

次に、野尻(4)遺跡の出土の馬の絵が器表面に刻まれた擦文土器22（以下では馬絵擦文土器と呼ぶ）の胎土について述べる。馬絵擦文土器は図2-1・2で③グループに入れたが、その中でも特に胎土成分が似るのは他の2点の擦文土器とロクロ土師器28とである。ロクロ土師器28は津軽地域の一般的な形態の製品である。したがって、馬絵擦文土器も野尻(4)遺跡周辺の土で作られたと考えられる。

7. おわりに

今回分析した野尻(4)遺跡出土の須恵器21点はすべて五所川原産と考えられた。野尻(4)遺跡から出土した全須恵器を実見していないので、今回分析した試料のことしか述べられないが、壊が多い点と壺が徳利様である点から、白頭山-苦小牧火山灰降下前の操業である犬走窯（工藤ほか1998）とほぼ同時期の製品と推定できる。

また、分析した野尻(4)遺跡出土土師器13点の中には、馬絵擦文土器22があった。擦文土器は他に2点を分析したが、胎土の化学成分は、刻文が施されない土師器やロクロ土師器の胎土と異なるものではなかった。それらの土師器のCa・Na・Kの値は野尻(4)遺跡周辺の第四紀層の粘土に近かった。それらの擦文土器も、おそらくは遺跡周辺の粘土を用いて作られたものである。

ただし、土師器類の胎土の原料が採取された土層がどこのどの層準のものかは、完全に把握できていない。今後、遺跡周辺および近隣地域の第四紀層の粘土を系統的に採取し分析する必要がある。それをおこなうことにより、土師器製作者たちの活動をより深く考察できるようになるであろう。

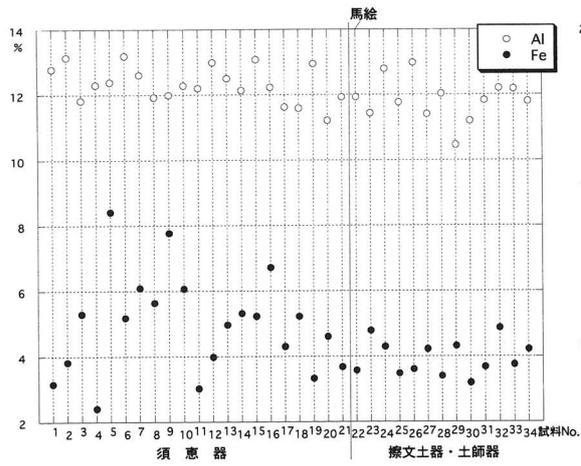
引用・参考文献（五十音順）

- 青森県教育委員会 1997『隠川(4)遺跡・隠川(12)遺跡I』青森県埋蔵文化財調査報告書 第244集
- 吾妻 崇 1995「地殻変動からみた津軽半島の地形発達史」『第四紀研究』34 75-89頁 日本第四紀学会
- 工藤清泰ほか 1998『犬走須恵器窯跡発掘調査報告書』五所川原市埋蔵文化財調査報告書 第21集
- 牛来正夫・周藤賢治 1997『地殻・マントル構成物質』 共立出版
- 高杉博章 2002「本州北部における土師器と擦文土器の接触関係について」『北海道考古学』38 47-63頁
北海道考古学会
- 地学団体研究会編 1995『新版地学教育講座③鉱物の科学』 東海大学出版会
- Duma,G. 1972 Phosphate Content of Ancient Pots Indication of Use,*Current Anthropology*. 13,pp.127-130.
- 中川善兵衛 1995「3.窯業の原料」『窯業の事典』 45-90頁 朝倉書店
- 根本直樹 2000「第2節 地質・地史」『浪岡町史』1 40-47頁 浪岡町
- 松井義人・一国雅巳訳 1970『一般的地球科学』 岩波書店
- 松本建速 2001「五所川原産須恵器の胎土分析」『物質文化』71号 1-21頁 物質文化研究会

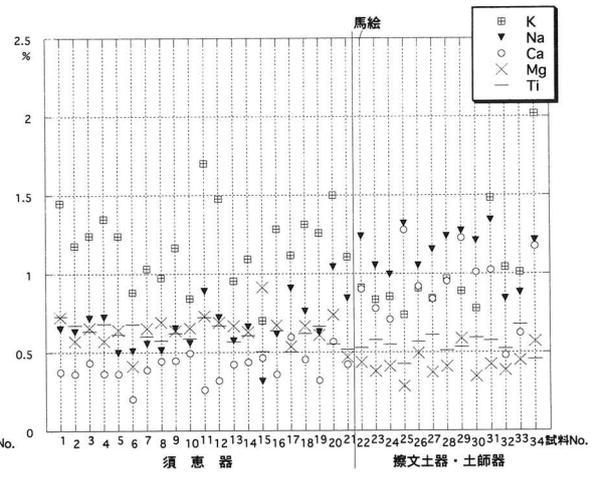
- 松本建速 2002「礼文島浜中2遺跡・利尻島種屯内遺跡出土土器の胎土分析」『筑波大学先史学・考古学研究』13号 1-15頁
- 2003「誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）による東北北部古代土器の胎土分析」『第四紀研究』42巻1号 1-12頁 日本第四紀学会
- 三辻利一 1983『古代土器産地推定法』ニュー・サイエンス社
- 1990「空沢遺跡出土須恵器の蛍光X線分析」『空沢遺跡』507-512頁 青森県埋蔵文化財調査報告書 第130集 青森県教育委員会
- 1993「札幌市内の遺跡出土須恵器、土師器の蛍光X線分析」『K435遺跡』369-381頁 札幌市埋蔵文化財調査報告書XLⅡ 札幌市教育委員会
- 1999「②元素分析による須恵器の産地推定」『④考古学と年代測定学・地球科学』241-313頁 同成社

表 1 分析値と試料の諸属性

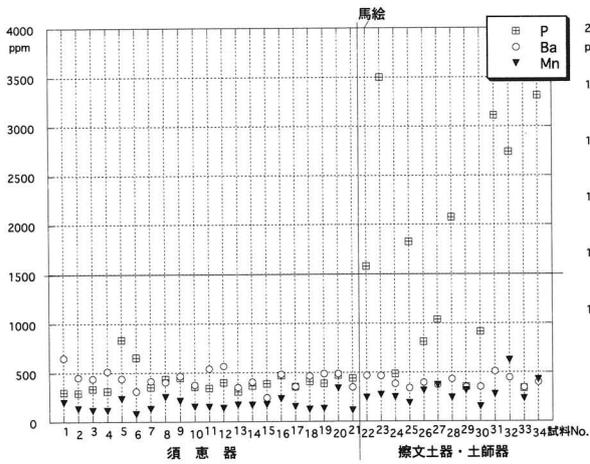
試料名	器種・分析部位	試料注記・出土遺構・層位	単位：Ti~K (%)・Mn~Zr (ppm)																					実測図No			
			Ti	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Mn	P	Ba	Cr	Cu	La	Li	Sc	Sr	V	Y	Zn	Zr	Ti/Al+Fe+Mg		K/Na+K	Fe/Mg	
No.01	須恵器 坏胴部	SID021-3 覆土上層	0.7276	12.7886	3.1654	0.7218	0.3753	0.6495	1.4499	200	302	652	89	32	33	45	25	98	181	33	98	181	0.0436	1.4148	0.1788	4.3857	第Ⅴ-19図-3
No.02	須恵器 坏胴下部	SID125-14 覆土上層	0.6716	13.1498	3.8352	0.5708	0.3633	0.6313	1.1767	134	296	455	77	22	27	36	23	79	173	29	85	186	0.0383	1.1831	0.2010	6.7186	第Ⅴ-106図-14
No.03	須恵器 鉢胴部	SIO26-14 覆土中層	0.6342	11.8272	5.3041	0.6540	0.4349	0.7153	1.2419	114	338	442	85	22	30	34	22	88	166	37	71	164	0.0357	1.0797	0.2222	8.1108	第Ⅴ-26図-14
No.04	須恵器 坏口縁	SIO97-2 pit5覆土	0.6799	12.3049	2.4190	0.5708	0.3652	0.7226	1.3483	116	314	514	78	27	32	36	24	88	162	33	86	189	0.0445	1.2395	0.1763	4.2379	第Ⅴ-78図-2
No.05	須恵器 坏胴下部	SE06-1覆土B-Tm・3層以下	0.6139	12.3895	8.4199	0.6397	0.3641	0.4984	1.2404	234	834	442	102	23	29	34	23	74	183	28	95	172	0.0286	1.4382	0.2094	13.1625	第Ⅴ-278図-1
No.06	須恵器 坏胴部	SII17-16床面	0.6791	13.1966	5.1843	0.4123	0.2031	0.5081	0.8813	79	654	313	82	24	24	19	22	52	186	24	86	189	0.0361	1.2391	0.1462	12.5755	第Ⅴ-96図-16
No.07	須恵器 坏胴下部	SE06-2覆土B-Tm・3層以下	0.6010	12.6155	6.0991	0.6525	0.3889	0.5548	1.0327	132	355	416	80	22	28	32	23	74	160	31	79	175	0.0310	1.0943	0.2450	9.3476	第Ⅴ-278図-2
No.08	須恵器 坏胴下部	SID009-10 覆土上層	0.5743	11.9271	5.6439	0.6905	0.4443	0.5138	0.9742	254	435	406	76	19	26	24	21	78	152	29	81	165	0.0314	1.0168	0.2986	8.1737	第Ⅴ-8図-10
No.09	須恵器 壺胴下部	SII63-8 覆土	0.6213	11.9911	7.7745	0.6374	0.4484	0.6533	1.1655	214	447	466	92	26	31	39	23	82	190	34	87	172	0.0305	1.0579	0.2466	12.1978	第Ⅴ-152図-8
No.10	須恵器 坏口縁	SID163-1 覆土	0.5874	12.2834	6.0743	0.6541	0.4946	0.5586	0.8431	153	357	377	76	24	26	29	22	78	153	27	86	177	0.0309	0.8006	0.3528	9.2871	第Ⅴ-151図-1
No.11	須恵器 壺頸部	SIO87-10 掘り方	0.7219	12.2031	3.0281	0.7297	0.2611	0.8895	1.7039	152	344	542	124	32	33	51	25	92	183	26	70	170	0.0452	1.4809	0.1007	4.1500	第Ⅴ-69図-10
No.12	須恵器 壺胴部	SIO65A-11 掘り方	0.6703	12.9947	3.9918	0.6890	0.3204	0.7208	1.4776	139	400	566	112	30	33	50	25	89	185	30	86	174	0.0379	1.4191	0.1458	5.7937	第Ⅴ-55図-11
No.13	須恵器 坏口縁	SID043-1 覆土中層	0.5688	12.5040	4.9707	0.6663	0.4227	0.5745	0.9534	171	307	353	60	13	23	34	21	76	141	35	74	169	0.0314	0.9560	0.2767	7.4604	第Ⅴ-40図-1
No.14	須恵器 鉢胴部	SID125-21 覆土	0.6065	12.1375	5.3221	0.6283	0.4377	0.6614	1.0924	170	366	407	63	18	19	28	22	83	157	26	75	165	0.0335	0.9939	0.2496	8.4704	第Ⅴ-107図-12
No.15	須恵器 坏口縁	SID003-6 西側覆土上層	0.5042	13.0849	5.2324	0.9126	0.4647	0.3169	0.7010	177	387	245	47	18	18	27	23	62	131	35	98	199	0.0262	0.8970	0.4565	5.7335	第Ⅴ-3図-6
No.16	須恵器 壺肩部	SID122-15 覆土	0.6379	12.2354	6.7223	0.6712	0.3600	0.6159	1.2845	234	470	482	92	25	30	39	22	78	185	30	86	178	0.0325	1.3162	0.1894	10.0159	第Ⅴ-102図-15
No.17	須恵器 壺胴上部	SID127-32 覆土中層	0.5007	11.6292	4.3092	0.5374	0.5973	0.9087	1.1169	154	356	359	67	26	27	23	23	94	125	26	87	177	0.0304	0.7417	0.2949	8.0184	第Ⅴ-117図-32
No.18	須恵器 長頸壺肩部	SID014-21 覆土中層	0.6190	11.5890	5.2282	0.6664	0.4540	0.7599	1.3147	125	410	465	87	26	33	35	21	92	165	37	74	166	0.0354	1.0831	0.2189	7.8454	第Ⅴ-12図-21
No.19	須恵器 坏口縁	SID014-8 覆土中層	0.6650	12.9524	3.3313	0.6094	0.3220	0.6298	1.2590	132	390	487	78	31	31	42	25	78	160	33	96	191	0.0394	1.3227	0.1705	5.4661	第Ⅴ-11図-8
No.20	須恵器 坏口縁	SID015B-4 覆土中層	0.5521	11.2185	4.6095	0.7372	0.5669	1.0435	1.5011	340	473	487	84	23	26	30	20	119	147	21	94	153	0.0333	0.9321	0.2228	6.2525	第Ⅴ-13図-4
No.21	須恵器 坏胴下部	SID033-9 中層	0.5194	11.9325	3.6890	0.4712	0.4230	0.8434	1.1070	114	442	351	61	22	23	13	21	82	129	23	84	176	0.0323	0.8741	0.2169	7.8287	第Ⅴ-30図-9
No.22	擦文土器 壺胴 馬絵	SK0423-5	0.5291	11.9310	3.5852	0.4354	0.9037	1.2381	0.9118	245	1576	470	41	21	19	21	22	109	103	22	85	154	0.0332	0.4257	0.4203	8.2344	第Ⅴ-222図243-5
No.23	擦文土器 壺 胴下半	SE6-4a 覆土中層	0.5786	11.4356	4.7937	0.3806	0.7782	1.0532	0.8356	273	3500	467	46	22	21	15	22	106	154	18	81	156	0.0348	0.4563	0.4120	12.5938	第Ⅴ-278図-4a
No.24	擦文土器 壺 胴部	SID027-3 覆土中層	0.5498	12.8036	4.3028	0.4111	0.7095	0.9954	0.8535	249	485	388	63	26	24	25	24	93	135	22	89	184	0.0314	0.5006	0.3838	10.4664	第Ⅴ-28図27-3
No.25	ロクロ土師器 坏口縁	SK0423 壺 胴部	0.4254	11.7734	3.4895	0.2847	1.2781	0.9189	0.9077	315	812	398	58	26	26	17	27	102	144	30	79	179	0.0274	0.2840	0.6215	12.2560	—
No.26	ロクロ土師器 坏底部	SK0423-1 覆土中層	0.5666	12.9896	3.6163	0.4944	0.9189	1.0513	0.9077	315	812	398	58	26	26	17	27	102	144	30	79	179	0.0331	0.4607	0.4691	7.3152	第Ⅴ-222図423-1
No.27	ロクロ土師器 坏底部	SK0423-3 覆土	0.6101	11.4133	4.2301	0.3730	0.8400	1.1537	0.8420	370	1038	374	49	22	20	18	22	103	145	22	62	165	0.0381	0.4223	0.4209	11.3423	第Ⅴ-222図423-3
No.28	ロクロ土師器 坏底部	SK0423-2 覆土	0.5106	12.0298	3.4044	0.4102	0.9520	1.2383	0.9677	241	2075	433	40	25	20	17	23	113	96	23	71	166	0.0322	0.4418	0.4315	8.2988	第Ⅴ-222図423-2
No.29	ロクロ土師器 壺胴部	SK0423-4 覆土中層	0.5334	10.4733	4.3190	0.5868	1.2277	1.2725	0.8886	317	354	352	43	15	16	15	21	137	113	18	67	130	0.0347	0.3554	0.5681	7.3605	第Ⅴ-222図423-4
No.30	土師器 壺胴部	SK0423 壺 胴部	0.5925	11.2070	3.1978	0.3459	1.0107	1.2103	0.7779	150	914	354	42	24	20	16	22	115	129	25	62	136	0.0402	0.3502	0.5084	9.2451	—
No.31	ロクロ土師器 坏底部	SE06覆土B-Tm・3層以下	0.5746	11.8311	3.6886	0.4242	1.0230	1.3417	1.4826	278	3113	511	50	20	23	15	23	128	108	26	81	154	0.0360	0.6270	0.3622	8.6952	—
No.32	土師器 壺胴部	SE06覆土B-Tm・3層以下	0.5226	12.2034	4.8802	0.3857	0.4800	0.8407	1.0408	623	2741	447	50	22	21	14	23	77	122	29	82	165	0.0299	0.7881	0.2551	12.6529	—
No.33	ロクロ土師器 坏胴部	SE06 覆土	0.6767	12.1841	3.7600	0.4491	0.6234	0.8791	1.0107	232	340	346	66	14	25	22	19	94	160	29	68	170	0.0413	0.6727	0.3299	8.3732	—
No.34	土師器 壺胴部	SE06 覆土	0.4562	11.8016	4.2241	0.5690	1.1754	1.2134	2.0165	426	3314	401	38	18	21	13	24	131	99	29	87	163	0.0275	0.8442	0.3639	7.4235	—



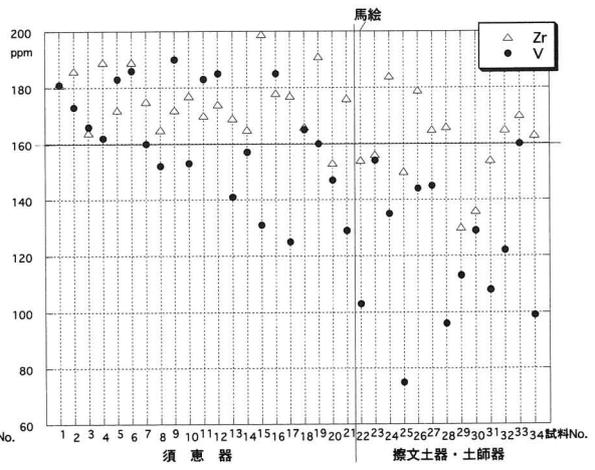
1. Al・Fe



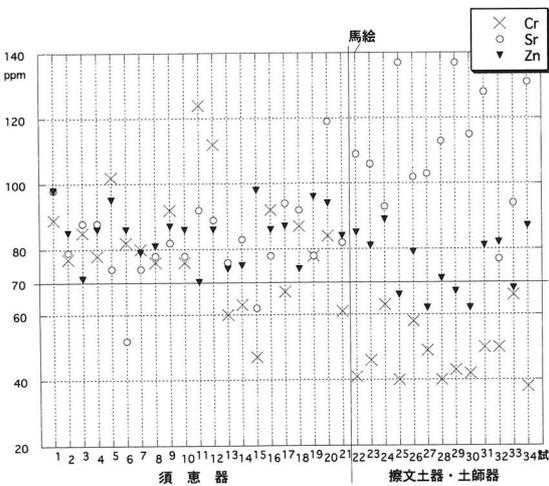
2. K・Na・Ca・Mg・Ti



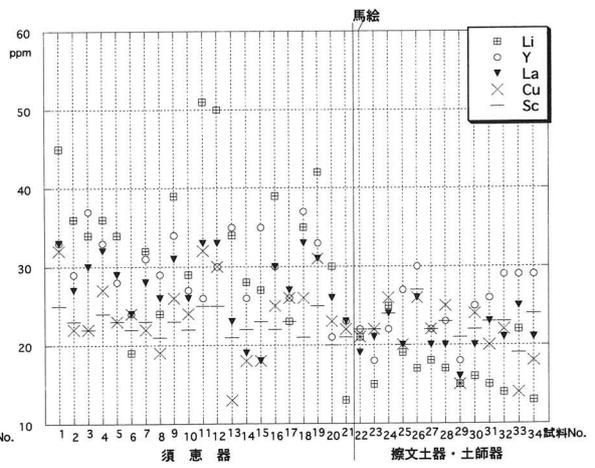
3. P・Ba・Mn



4. Zr・V



5. Cr・Sr・Zn



6. Li・Y・La・Cu・Sc

図1 野尻(4)遺跡 試料別元素濃度

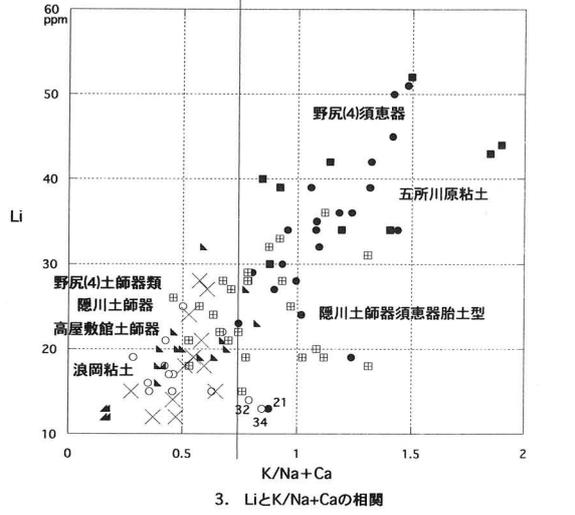
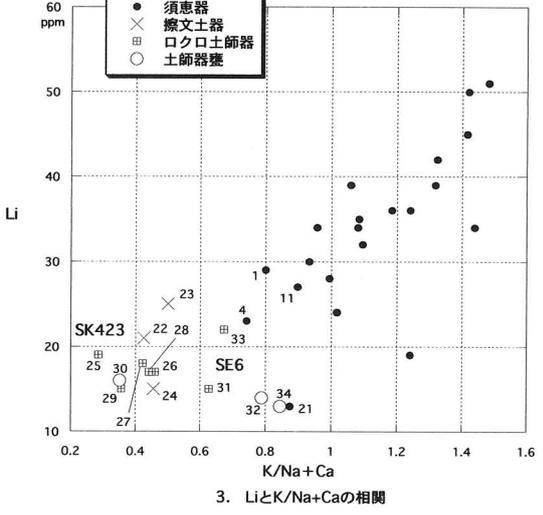
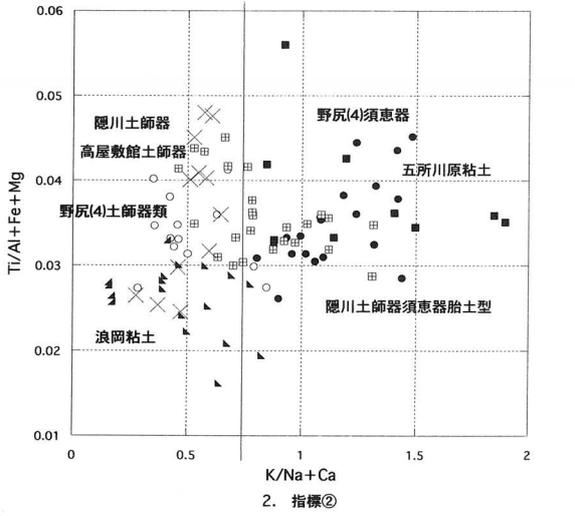
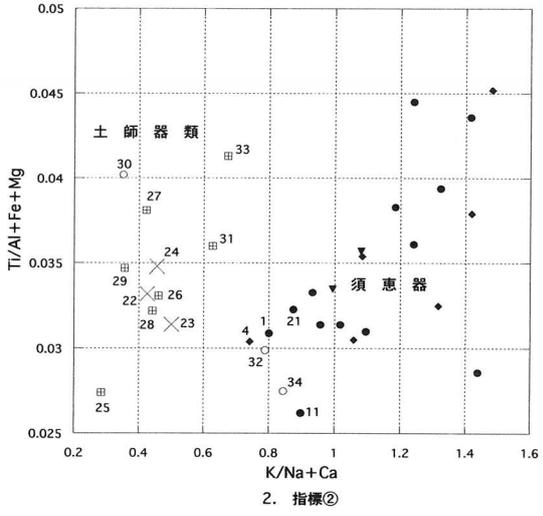
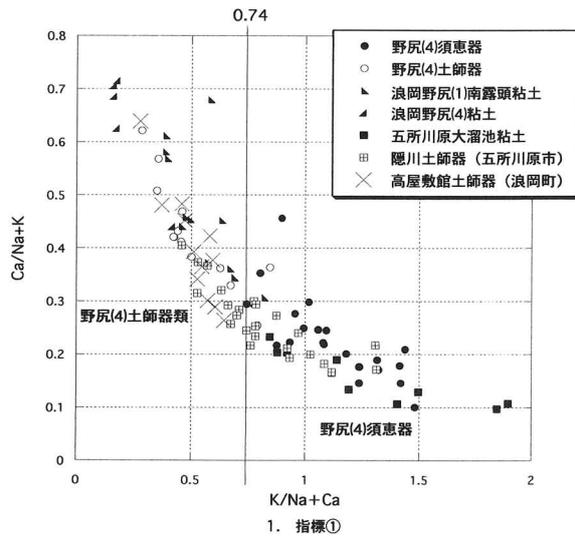
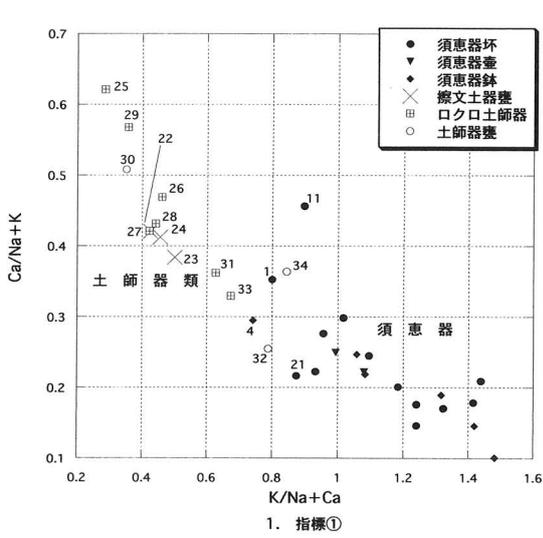


図2 野尻(4)遺跡 試料の化学成分の特徴

図3 青森県内各地の土器・粘土と野尻(4)遺跡試料との比較

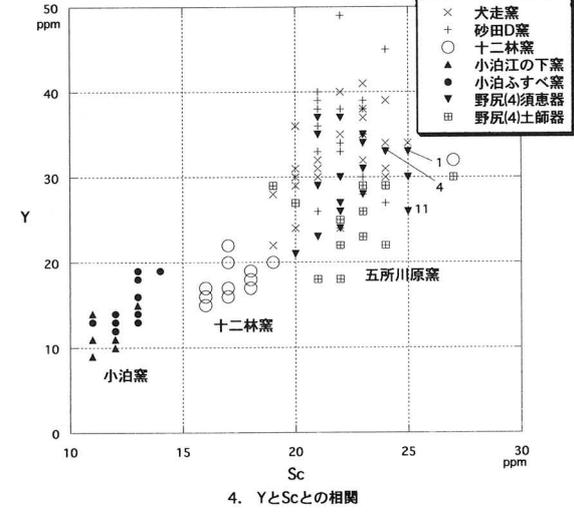
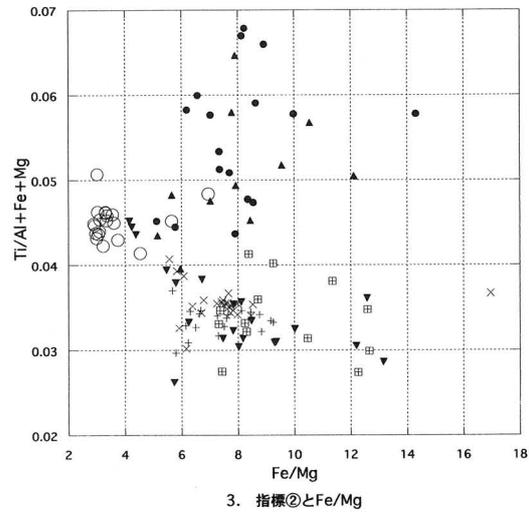
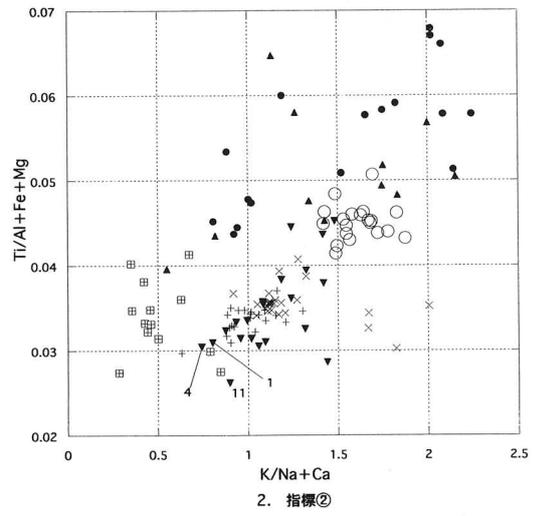
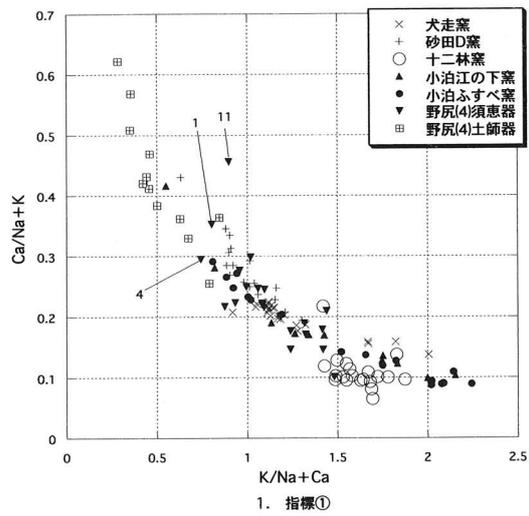


図4 東北地方西部の須恵器と野尻(4)遺跡出土須恵器との比較

第7節 木製品の分析

(1) ー1 浪岡町野尻(4)遺跡出土木製品の樹種調査結果

(株)吉田生物研究所

1. 試料

試料は浪岡町野尻(4)遺跡から出土した容器8点、食器具3点、農具4点、用途不明品1点の合計16点である。

2. 観察方法

剃刀で木口(横断面)、柁目(放射断面)、板目(接線断面)の各切片を採取し、永久プレパラートを作製した。このプレパラートを顕微鏡で観察して同定した。

3. 結果

樹種同定結果(針葉樹3種、広葉樹1種)の表と顕微鏡写真を示し、以下に各種の主な解剖学的特徴を記す。

1) スギ科スギ属スギ (*Cryptomeria japonica* D.Don)

(遺物No.1)

(写真No.1)

木口では仮道管を持ち、早材から晩材への移行はやや急であった。樹脂細胞は晩材部で接線方向に並んでいた。柁目では放射組織の分野壁孔は典型的なスギ型で1分野に1~3個ある。板目では放射組織はすべて単列であった。樹脂細胞の末端壁はおおむね扁平である。スギは本州、四国、九州の主として太平洋側に分布する。

2) ヒノキ科アスナロ属 (*Thujopsis* sp.)

(遺物No.7.8.10.12)

(写真No.7.8.10.12)

木口では仮道管を持ち、早材から晩材への移行は緩やかであった。樹脂細胞は晩材部に散在または接線配列である。柁目では放射組織の分野壁孔はヒノキ型からややスギ型で1分野に2~4個ある。板目では放射組織はすべて単列であった。数珠状末端壁を持つ樹脂細胞がある。アスナロ属にはアスナロ(ヒバ、アテ)とヒノキアスナロ(ヒバ)があるが顕微鏡下では識別困難である。アスナロ属は本州、四国、九州に分布する。

3) ヒノキ科クロベ属クロベ (*Thuja standishii* Carr.)

(遺物No.2,4,9,11,13,14,16)

(写真No.2,4,9,11,13,14,16)

木口では仮道管を持ち、早材から晩材への移行はやや急であった。樹脂細胞は晩材部に偏って接線状に存在する。柾目では放射組織の分野壁孔はスギ型で1分野に2～6個ある。放射柔細胞の水平壁が接線壁と接する際に水平壁は山形に厚くなり、接線壁との間に溝のような構造(インデンチャー)ができ、よく発達しているのが認められる。板目では放射組織はすべて単列であった。数珠状末端壁を持つ樹脂細胞がある。クロベは本州、四国に分布する。

4) ブナ科クリ属クリ (*Castanea crenata* Sieb. Et Zucc.)

(遺物No.3,5,6,15)

(写真No.3,5,6,15)

環孔材である。木口では円形ないし楕円形で大体単独の大道管(～500 μ m)が年輪にそって幅のかなり広い孔圏道管を形成している。孔圏外は急に大きさを減じ薄壁で角張った小道管が単独あるいは2～3個集まって火炎状に配列している。柾目では道管は単穿孔と多数の有縁壁孔を有する。放射組織は大体において平伏細胞からなり同性である。板目では多数の単列放射組織が見られ、軸方向要素として道管、それを取り囲む短冊形柔細胞の連なり(ストランド)、軸方向要素の大部分を占める木繊維が見られる。クリは北海道(西南部)、本州、九州に分布する。

◆参考文献◆

島地 謙・伊東隆夫「日本の遺跡出土木製品総覧」 雄山閣出版(1988)

島地 謙・伊東隆夫「図説木材組織」 地球社(1982)

伊東隆夫 「日本産広葉樹材の解剖学的記載I～V」 京都大学木質科学研究所(1999)

木村四郎・村田 源「原色日本植物図鑑木本編I・II」 保育社(1979)

深澤和三 「樹体の解剖」 海青社(1997)

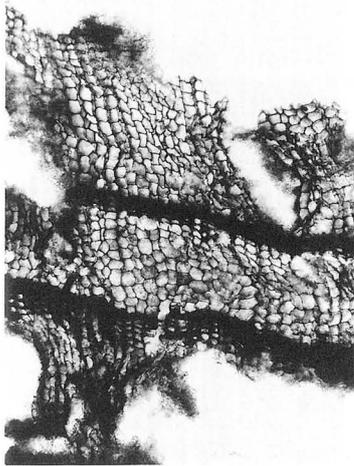
◆使用顕微鏡◆

Nikon

MICROFLEX UFX-DX Type 115

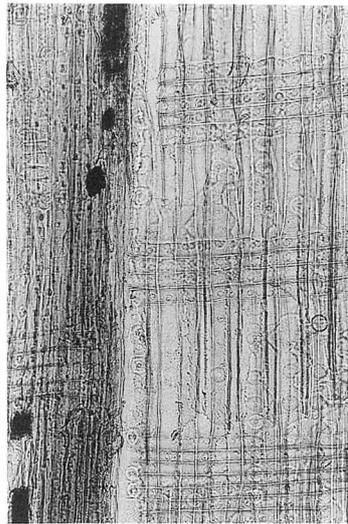
浪岡町野尻(4)遺跡出土木製品同定表

No	遺物No	品名	樹種
1	SE06-8	曲物底板	スギ科スギ属スギ
2	SE08-12	箸	ヒノキ科クロベ属クロベ
3	SE08-16	鍬膝柄木製品	ブナ科クリ属クリ
4	SE08-15	曲物底板	ヒノキ科クロベ属クロベ
5	SE08-18	鍬膝柄木製品	ブナ科クリ属クリ
6	SE08-17	鍬膝柄木製品	ブナ科クリ属クリ
7	SE08-13	箸	ヒノキ科アスナロ属
8	SE08-14	箸	ヒノキ科アスナロ属
9	SE09-7	曲物底板	ヒノキ科クロベ属クロベ
10	SE09-9	曲物底板	ヒノキ科アスナロ属
11	SE12-3	曲物底板	ヒノキ科クロベ属クロベ
12	SE12-1	曲物底板	ヒノキ科アスナロ属
13	SE12-4	曲物底板	ヒノキ科クロベ属クロベ
14	SE12-2	曲物底板	ヒノキ科クロベ属クロベ
15	SE12-5	鍬膝柄木製品	ブナ科クリ属クリ
16	SE12-6	用途不明品	ヒノキ科クロベ属クロベ

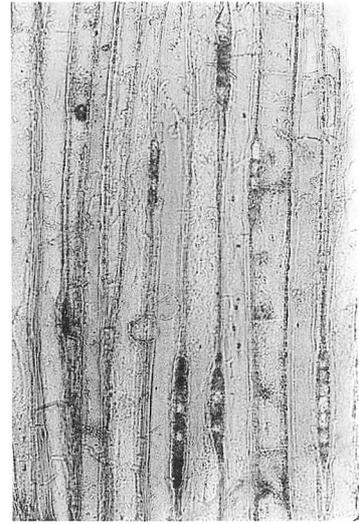


木口×40

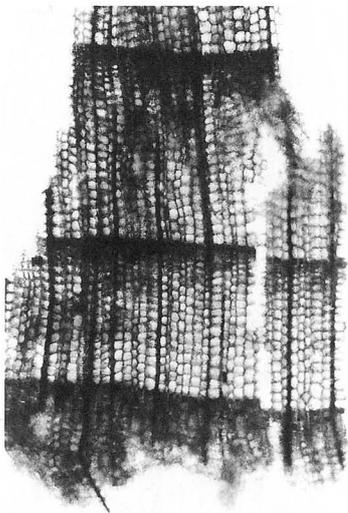
No-1 スギ科スギ属スギ



杵目×100

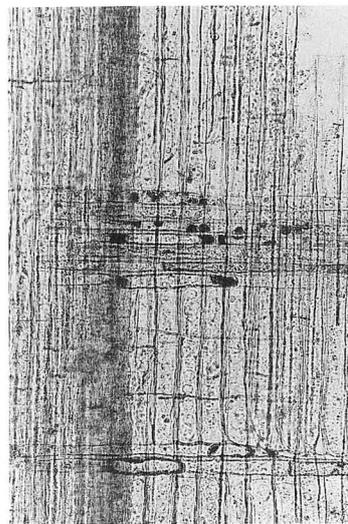


板目×100

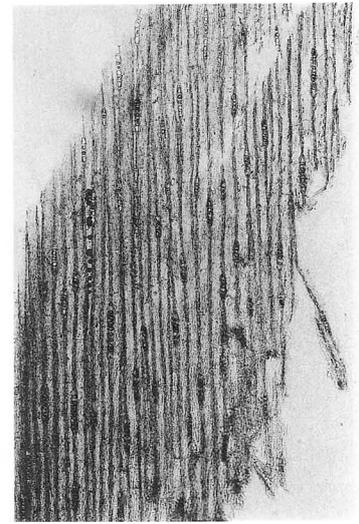


木口×40

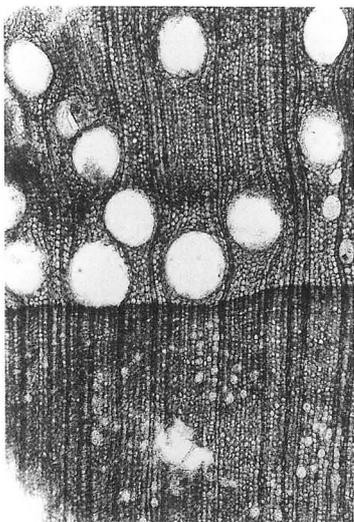
No-2 ヒノキ科クロベ属クロベ



杵目×100



板目×40

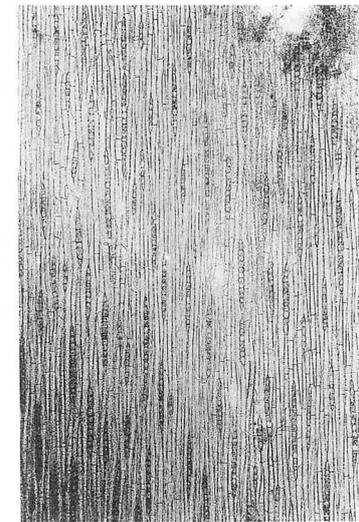


木口×40

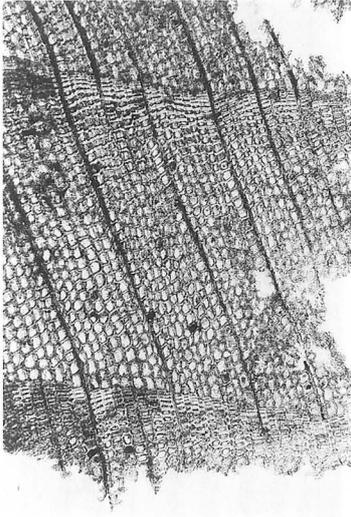
No-3 ブナ科クリ属クリ



杵目×40

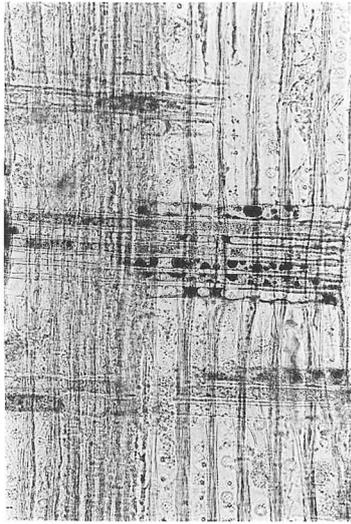


板目×40

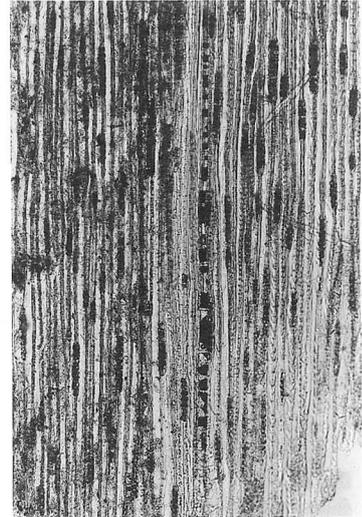


木口×40

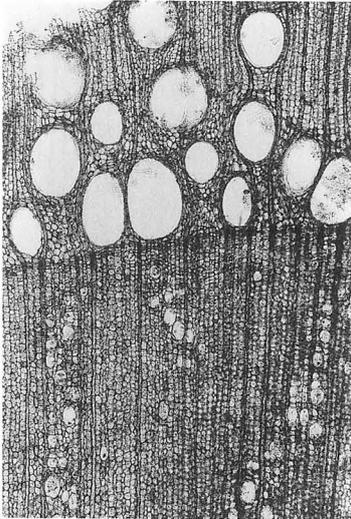
No-4 ヒノキ科クロベ属クロベ



沓目×100

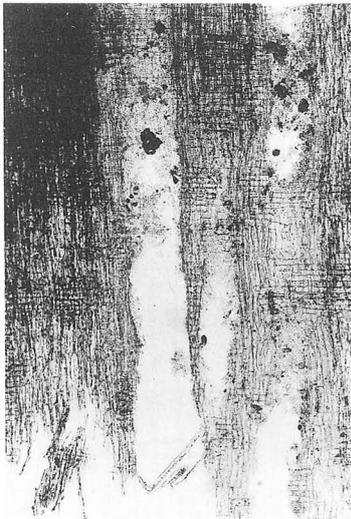


板目×40

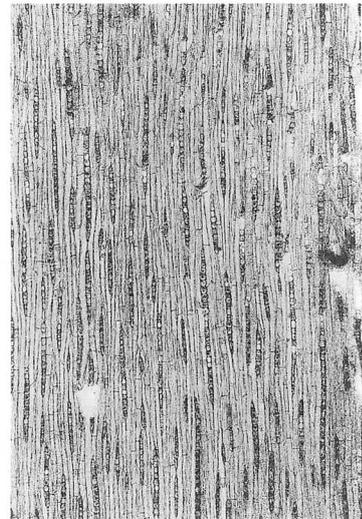


木口×40

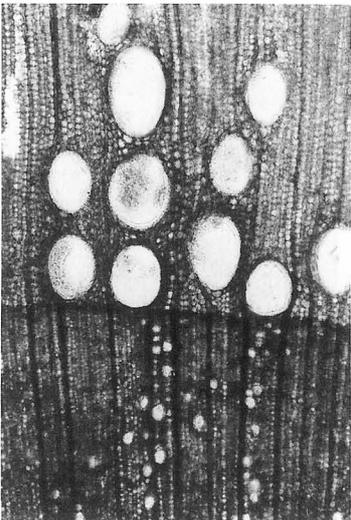
No-5 プナ科クリ属クリ



沓目×40

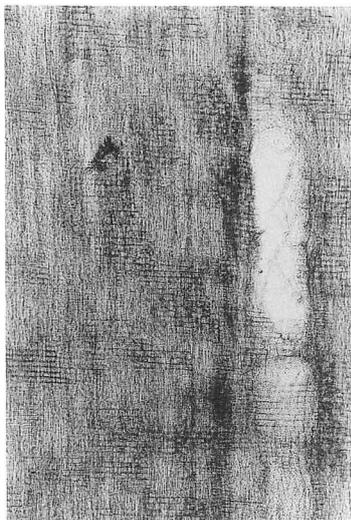


板目×40

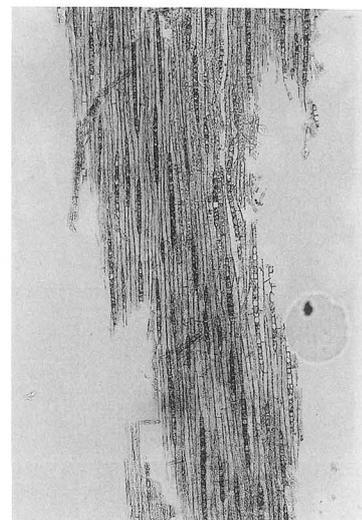


木口×40

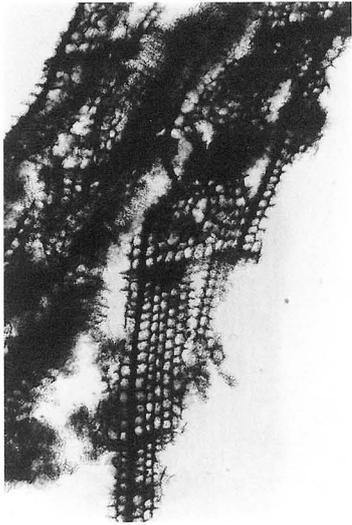
No-6 プナ科クリ属クリ



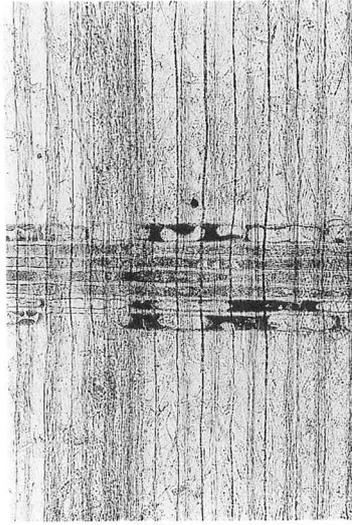
沓目×40



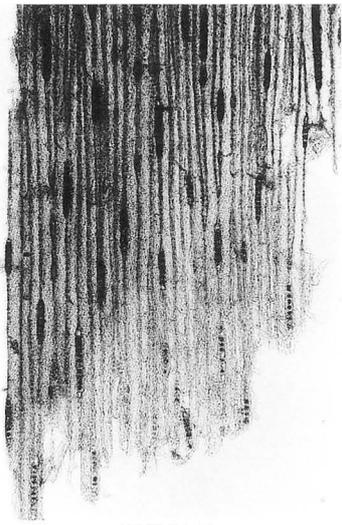
板目×40



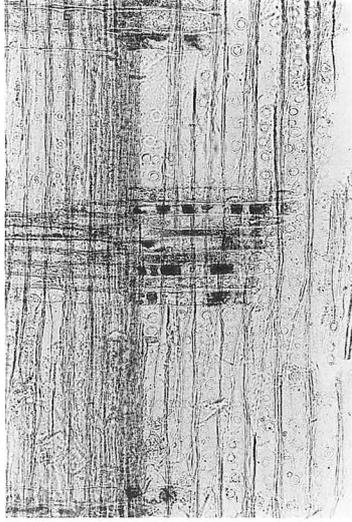
No-7 木口×40
ヒノキ科アスナロ属



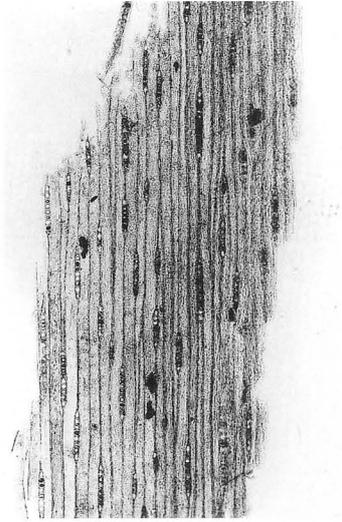
柁目×100



板目×40

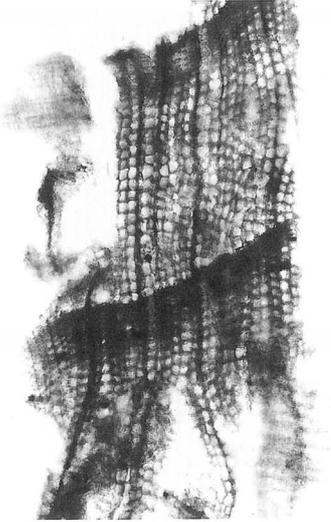


柁目×100

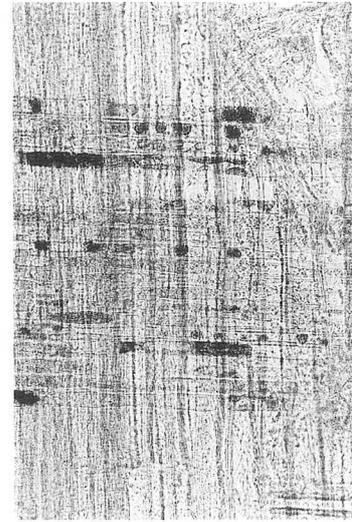


板目×40

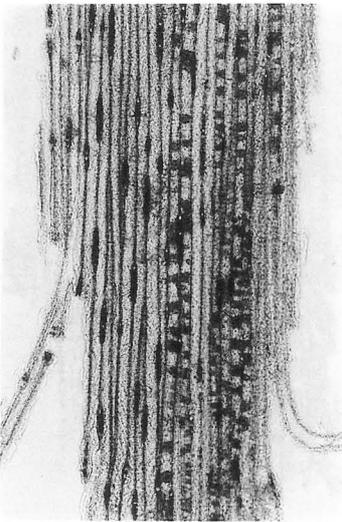
No-8 ヒノキ科アスナロ属



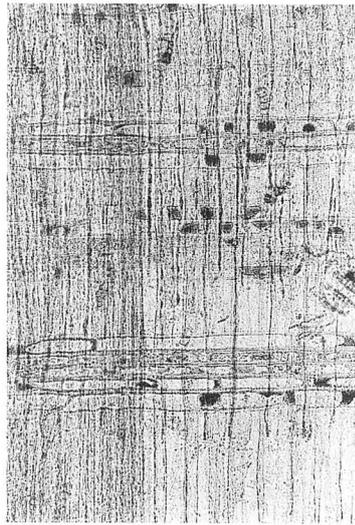
No-9 木口×40
ヒノキ科クロベ属クロベ



柁目×100



板目×40

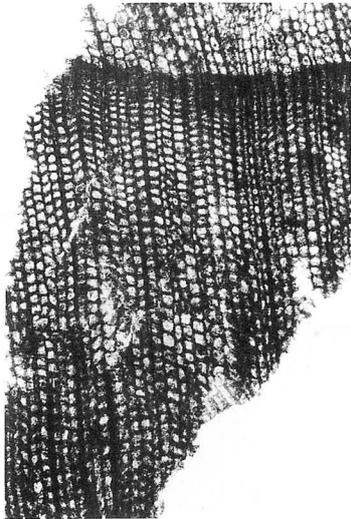


柁目×100

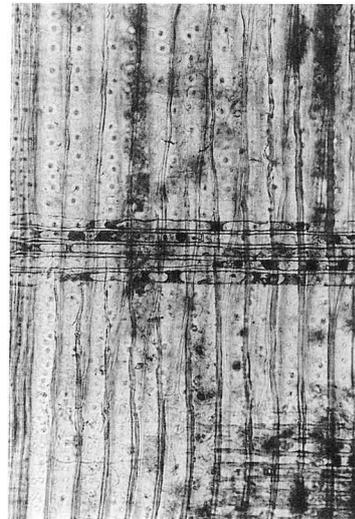


板目×40

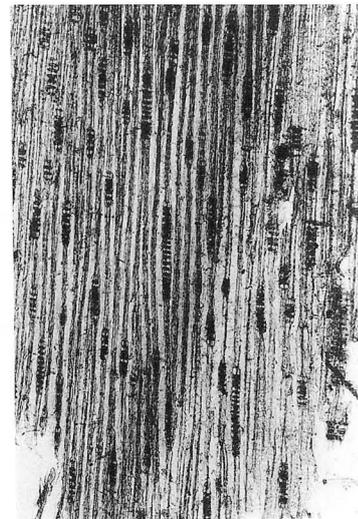
No-10 ヒノキ科アスナロ属



木口×40

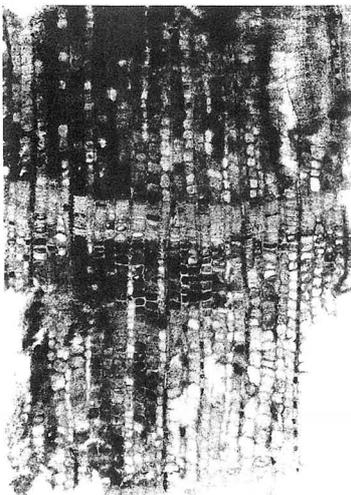


柁目×100

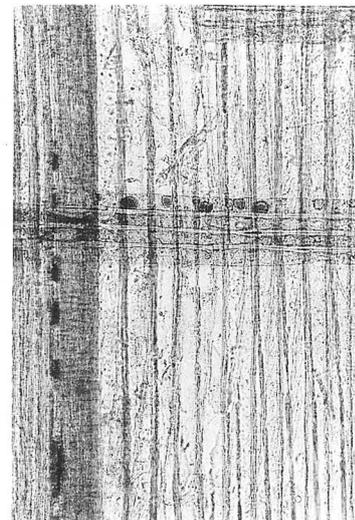


板目×40

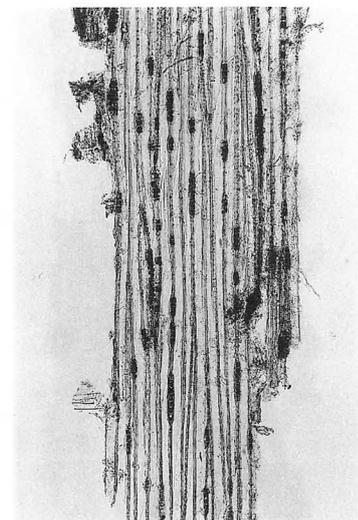
No-11 ヒノキ科クロベ属クロベ



木口×40

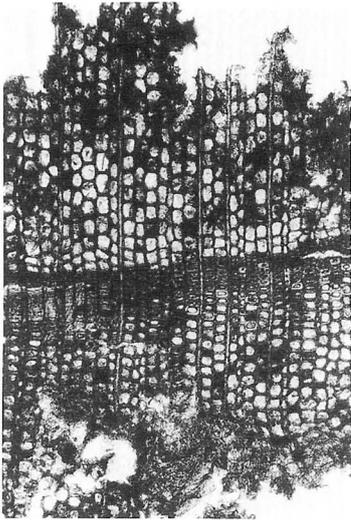


柁目×100

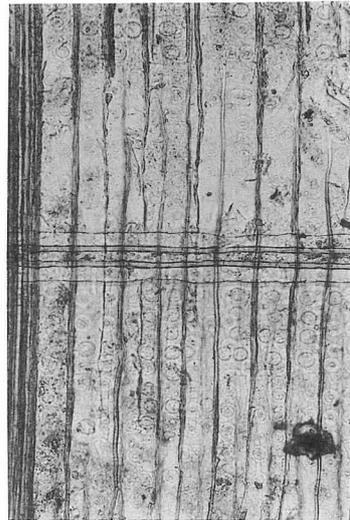


板目×40

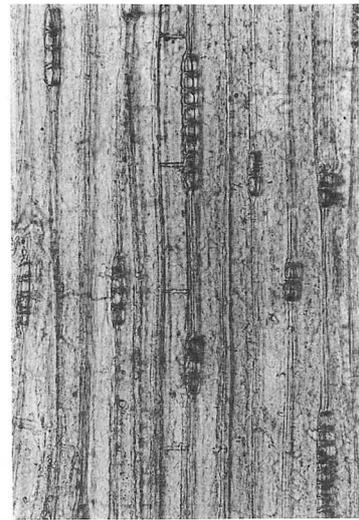
No-12 ヒノキ科アスナロ属



木口×40

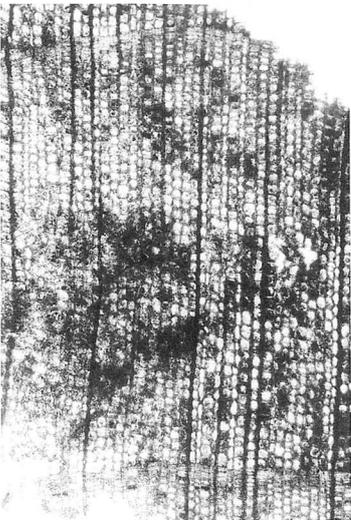


杵目×100

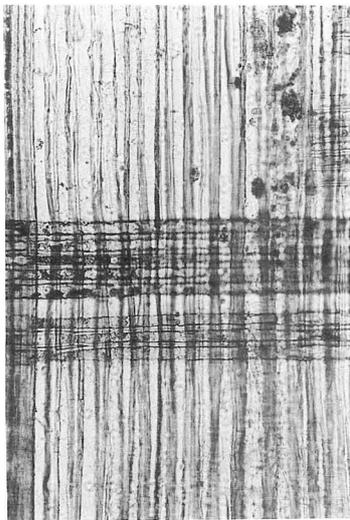


板目×100

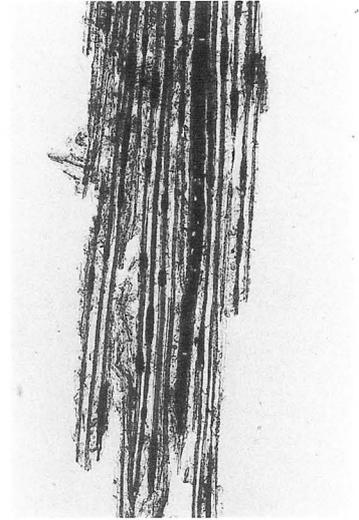
No-13 ヒノキ科クロベ属クロベ



木口×40

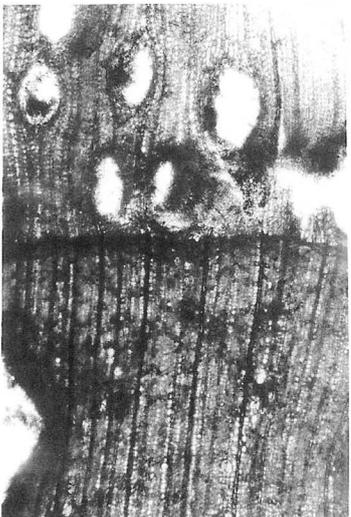


杵目×100



板目×100

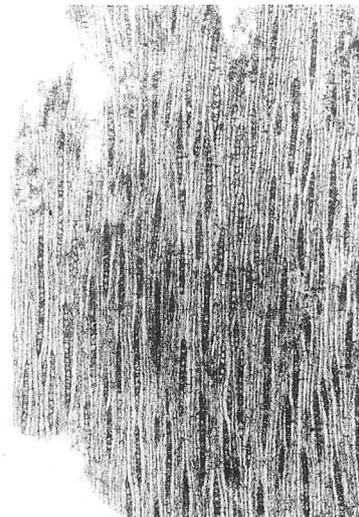
No-14 ヒノキ科クロベ属クロベ



木口×40

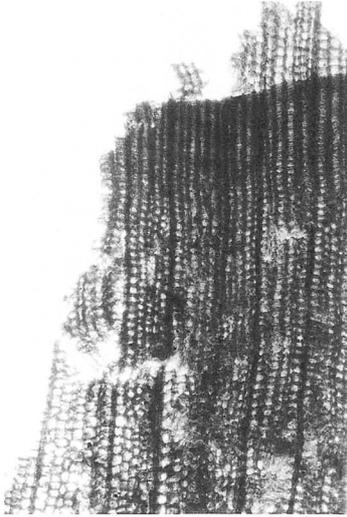


杵目×100

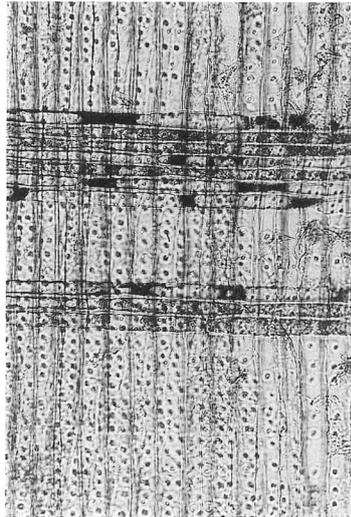


板目×40

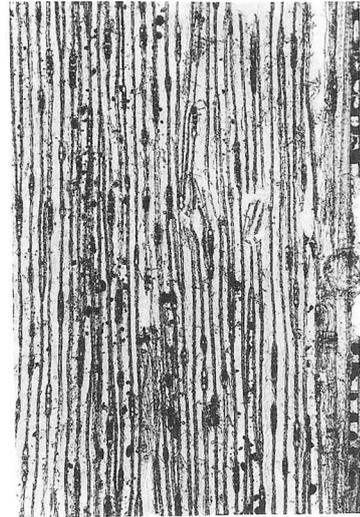
No-15 ブナ科クリ属クリ



木口×40



杵目×100



板目×40

No-16 ヒノキ科クロベ属クロベ

(1) 一2 浪岡町野尻(4)遺跡出土木製品の樹種調査結果

(株)吉田生物研究所

1. 試料

試料は浪岡町野尻(4)遺跡から出土した木製品1点である。

2. 観察方法

剃刀で木口(横断面)、柾目(放射断面)、板目(接線断面)の各切片を採取し、永久プレパラートを作製した。このプレパラートを顕微鏡で観察して同定した。

3. 結果

樹種同定結果(広葉樹1種)の表と顕微鏡写真を示し、以下に各種の主な解剖学的特徴を記す。

1) ニレ科ケヤキ属ケヤキ (*Zelkova serrata* Makino)

(遺物No.1)

(写真No.1)

環孔材である。木口ではおおむね円形で単独の大道管($\sim 270\mu\text{m}$)が1列で孔圏部を形成している。孔圏外では急に大きさを減じ、多角形の小道管が多数集まって円形、接線状あるいは斜線状の集団管孔を形成している。軸方向柔細胞は孔圏部では道管を鞘状に取り囲み、さらに接線方向に連続している(イニシアル柔組織)。放射組織は1~数列で多数の筋として見られる。柾目では大道管は単穿孔と側壁に交互壁孔を有する。小道管はさらに螺旋肥厚も持つ。放射組織は平伏細胞と上下縁辺の方形細胞からなり異性である。方形細胞はしばしば大型のものがある。板目では放射組織は少数の1~3列のものと大部分を占める6~7細胞列のほぼ大きさの様な紡錘形放射組織がある。紡錘形放射組織の上下端の細胞は、他の部分に比べ大型である。ケヤキは本州、四国、九州に分布する。

◆参考文献◆

島地 謙・伊東隆夫「日本の遺跡出土木製品総覧」雄山閣出版(1988)

島地 謙・伊東隆夫「図説木材組織」地球社(1982)

伊東隆夫「日本産広葉樹材の解剖学的記載I~V」京都大学木質科学研究所(1999)

北村四郎・村田 源「原色日本植物図鑑木本編I・II」保育社(1979)

深澤和三「樹体の解剖」海青社(1997)

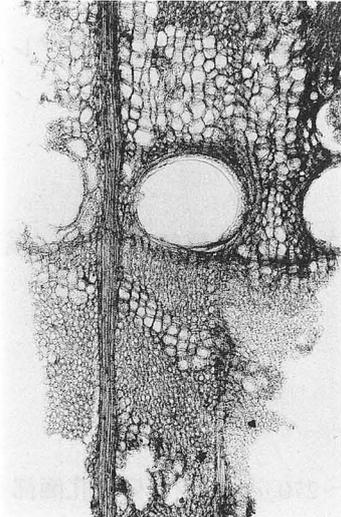
◆使用顕微鏡◆

Nikon

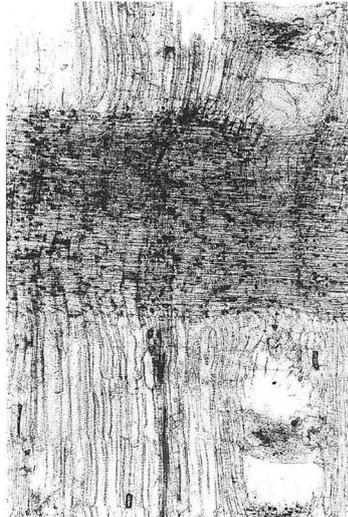
MICROFLEX UFX-DX Type 115

浪岡町野尻(4)遺跡出土木製品同定表

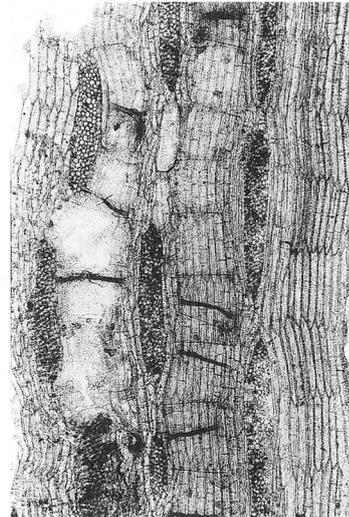
No.	品名	樹種
1	木製品 1	ニレ科ケヤキ属ケヤキ



木口×40



柁目×40



板目×40

No.1 ニレ科ケヤキ属ケヤキ

(2) 浪岡町野尻(4)遺跡出土漆器の塗膜構造調査

(株)吉田生物研究所

1. はじめに

浪岡町に所在する野尻(4)遺跡から出土した漆器1点について、その製作技法を明らかにする目的で塗膜構造調査を行ったので、以下にその結果を報告する。

2. 調査資料

調査した資料は、表1に示す漆器1点である。

表1 調査資料

No.	器種	保存処理 No.	樹種*	概要
1	椀	1	ケヤキ*	口径約16cm,高台径約11cmの椀。口縁部の一部を欠くがほぼ完形の内外両面黒色漆塗り椀である。体部はやや腰が張り斜め上方に立ち上がり口縁端部が外反する。体部内面には特にロクロ目が顕著である。高台裏には中央とその周縁4箇所に一方向に並ぶロクロの爪の痕跡が見られる。

*：樹種については別稿の樹種同定報告書を参照のこと。

3. 調査方法

表1の資料本体の内外面から数mm四方の破片を採取してエポキシ樹脂に包埋し、塗膜断面の薄片プレパラートを作製した。これを落射光ならびに透過光の下で検鏡した。

4. 断面観察結果

塗膜断面の観察結果を表2に示す。

表2 断面観察結果表

No.	器種	部位	写真 No.	塗膜構造 (下層から)		
				下地		漆層構造
				膠着剤	混和材	
1	椀	内面	1,2	柿渋	木炭粉	透明漆1層
		外面	3,4	柿渋	木炭粉	透明漆1層

塗膜構造：下層から、木地の上に下地、漆層と重なる様子が観察できた。

下地：ケヤキの木地の上に、濃褐色の柿渋に黒色の木炭粉を混和した炭粉渋下地が施されている。

漆層：内外面とも下地の上に黄褐色の透明漆 1 層を重ねている。この透明漆層は塗膜の表面から劣化して、やや濃色に変色し、また層向と垂直方向に亀裂がみられる。

5. 摘要

内外両面黒色の無文漆碗 1 点について塗膜構造調査を行った。

ケヤキの木地の上に下地、漆層 1 層という塗膜構造であった。

下地は柿渋に木炭粉を混和した炭粉渋下地であった。

表面黒色の塗膜は下地の上に特に何も混和しない、黄褐色の透明漆 1 層を重ねるという構造であった。

透明漆層は表面から劣化して、変色し亀裂も観察された。

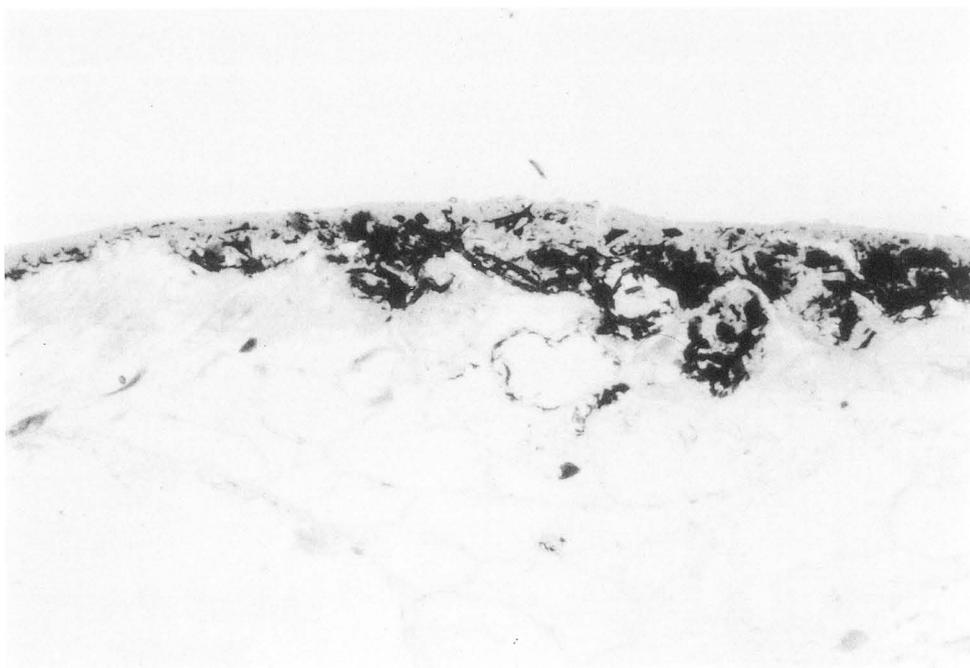


写真 No.1 漆碗内面の塗膜断面(×400)

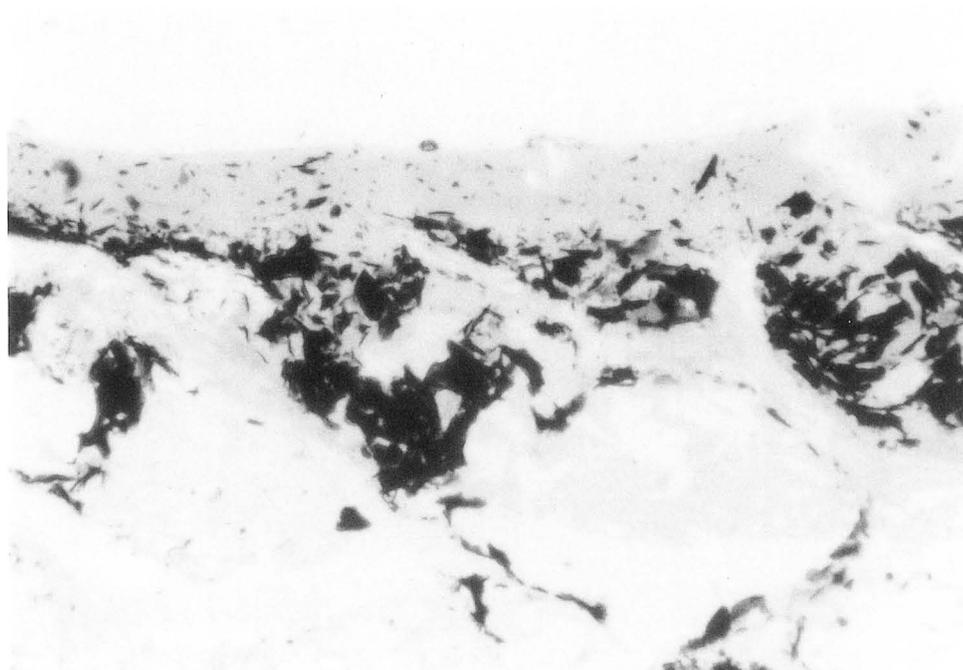


写真 No.2 漆碗内面の塗膜断面(×800)

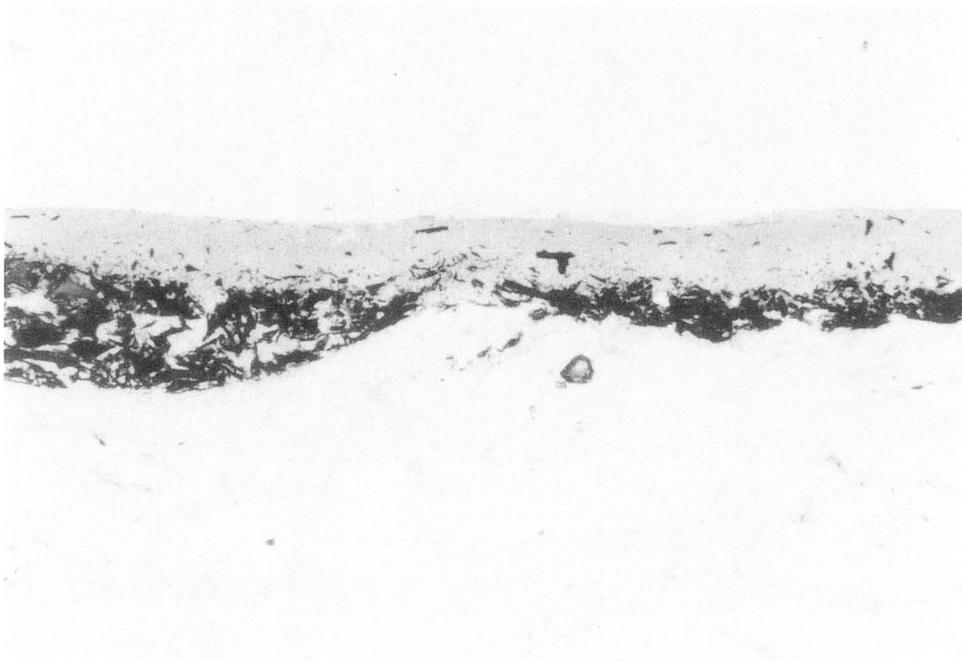


写真 No.3 漆碗外面の塗膜断面(×400)

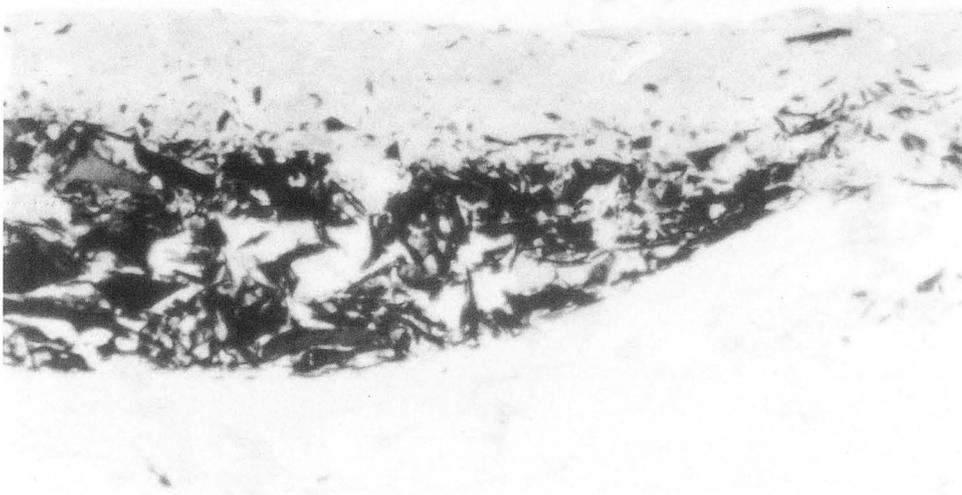
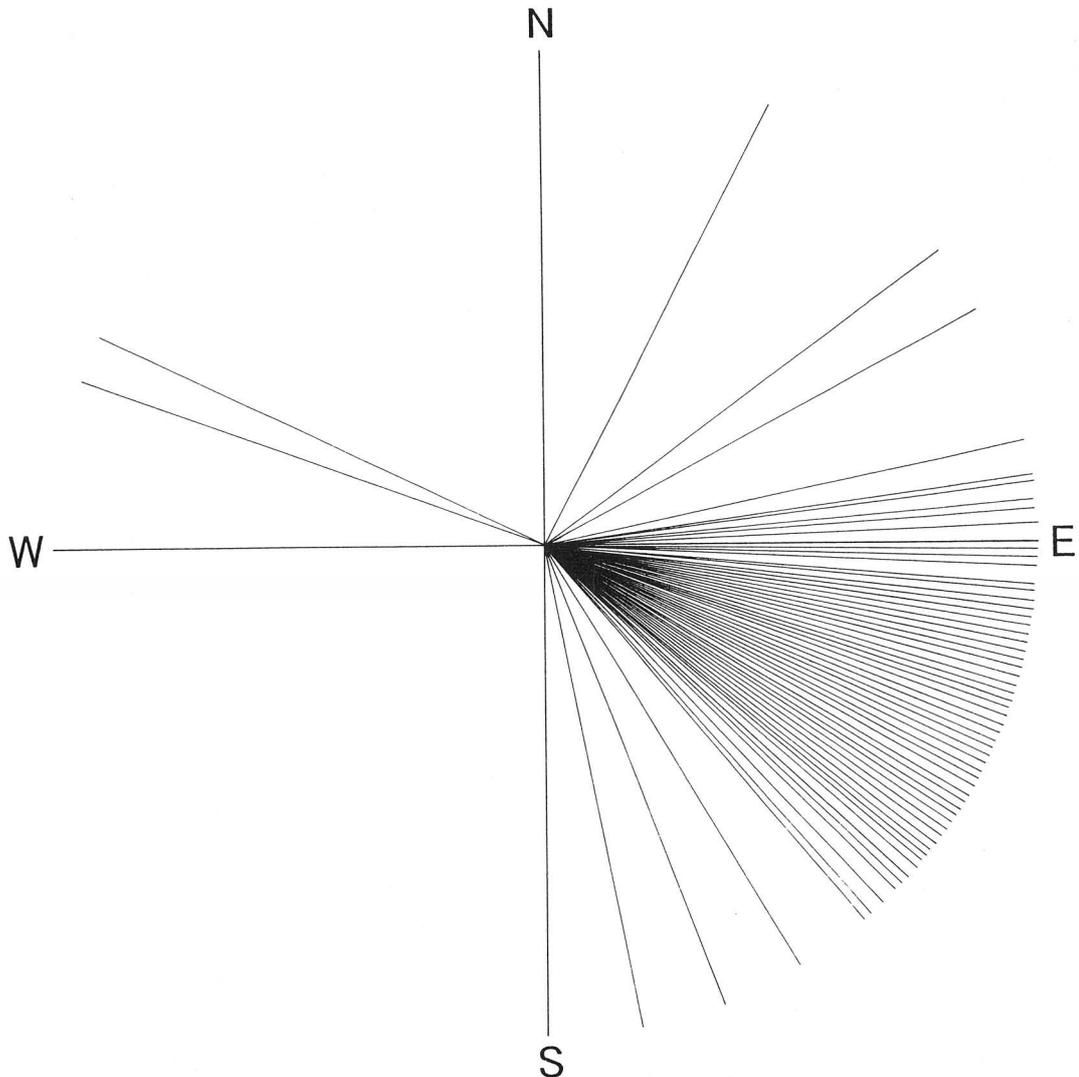


写真 No.4 漆碗外面の塗膜断面(×800)

第V章 ま と め

第1節 建物跡の変遷

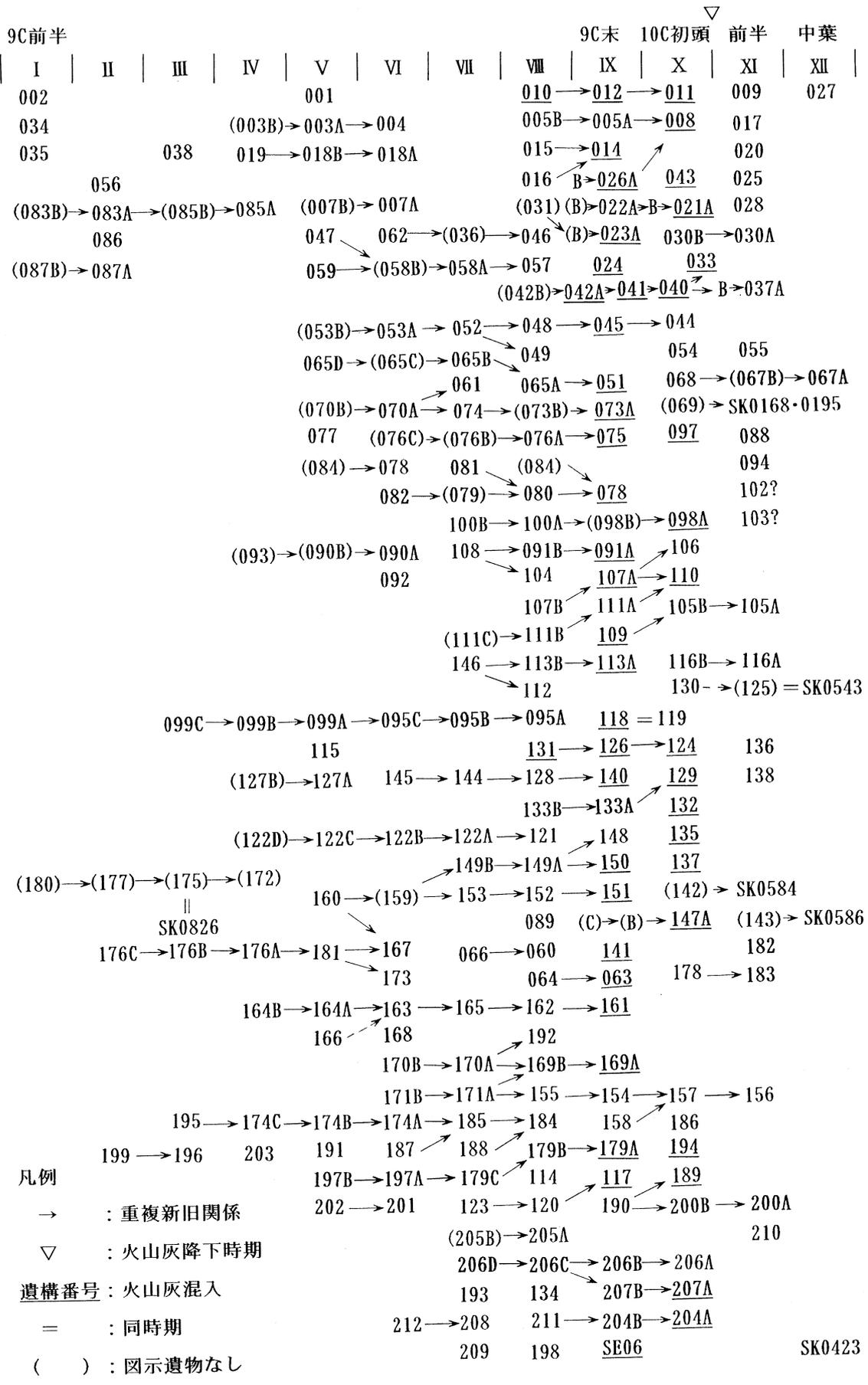
カマドおよび外周溝の開口方位を基準にしてみた場合、本遺跡の建物跡群は東ないし南東方向を向くものが大多数を占めているが、計測不能な35軒を除きほぼN-82°~140°-Eの間に集中する（第V-1図）。この方位からはずれるのがSI021（N-28°-E）、SI014（N-34°-E）、SI006（N-62°-E）、SI206B（N-64°-E）、SI093（N-78°-E）、SI019（N-149°-E）、SI186（N-164°-E）、SI086・172（N-169°-E）の9軒、西カマドをもつSI206B（N-64°-W）、SI133B（N-70°-W）の2軒、およびSW-NEの方位をとるSI203である。



第V-1図 建物跡の主軸方位

次に、図示できる出土遺物のないSI006・013・029・032・039・050・071・072・096・101・139の11軒を除く建物跡の出土土器の特徴を加味し、主に建物跡の重複関係および火山灰混入の有無から本遺跡の建物跡群の推移を示したのが第V-2図である。火山灰については、白頭山-苦小牧火山灰が多数を占め、十和田起源の火山灰も若干含まれていることが判明しているが、再堆積の可能性のあるものも存在する(第IV章第2節参照)。したがって、特に火山灰の混入した建物跡の重複については、必ずしも9世紀末~10世紀初頭の年代で把握することができない。

出土土器の検討を十分行えなかったので今後大幅に修正される余地は残されているが、仮に10年単位で建物跡の変遷を想定したとしても、重複関係からみてゆくと9世紀前半~中葉とみなした時期には1時期10軒未満だった建物跡数が、9世紀後半から急激に増加の傾向を示して1時期20軒を越すようになり、白頭山-苦小牧火山灰が降下する直前の9世紀末から10世紀初頭には、少なくみても30軒前後、単純な想定をすると最大規模で40~50軒前後の軒数にのぼることになる。あるいは、春先の雪解けの時期の流水等による建物の損傷あるいは土砂の堆積による外周溝の埋没の修復というような被害を考慮すると、かなり短期間の周期での建て替えが行われた可能性を推定できるのかもしれない。9世紀後半には北陸系の土師器甕の出土も確認されているうえに、土師器ナベの出土も増加しており、浪岡地域で特有の展開をみる外周溝を伴う建物跡群の存在等も考え併せると、しばしば指摘されるように多数の入植者があった可能性も検討の視野に入れる必要があるだろう。この時期に最盛期を迎えた野尻(4)遺跡の古代集落は、10世紀中葉以降には急激に衰退することになる。



第V-2図 建物跡の変遷

第2節 埋葬施設と考えられる遺構について

はじめに

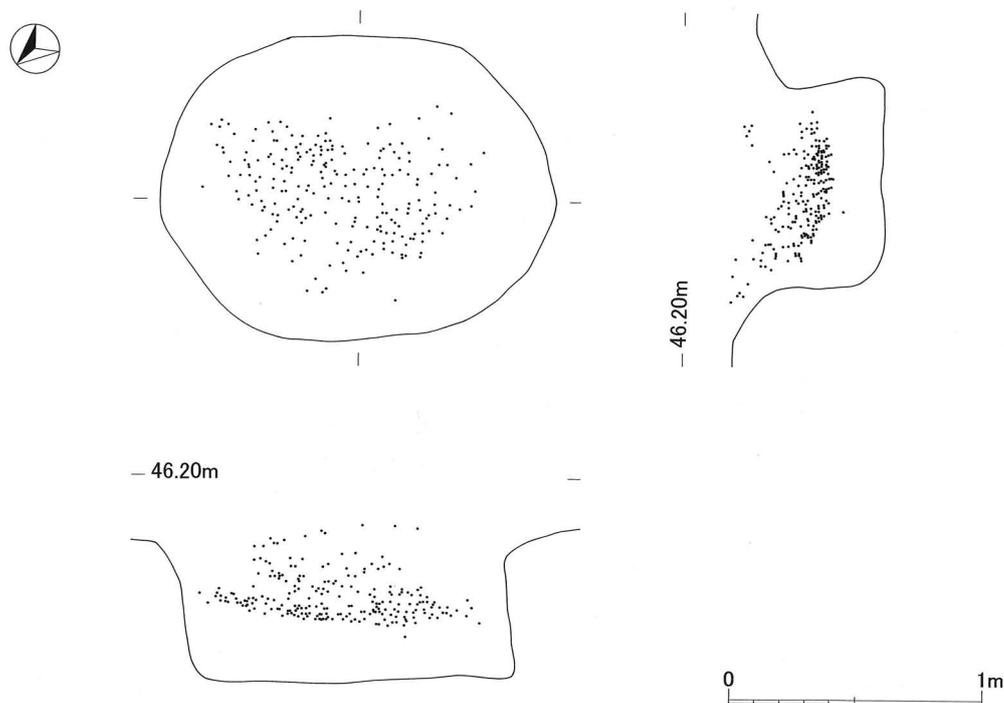
青森県内において9世紀代～10世紀前半に位置付けられる遺跡から検出された埋葬施設と推定される遺構としては、浪岡地域や八戸地域を中心に分布する円形周溝がよく知られ、ほかには土坑墓が単独且つ散発的ではあるが存在する（三浦 1955）。しかし、土坑墓についてはそれを決定付ける人骨や副葬品などの出土例が稀少であることに加え、調査の状況次第では詳細な観察が困難な場合もあり、断定に至らない場合が殆どである。

本遺跡から検出された1072基に及ぶ土坑群の中で、その形態や出土遺物などから土坑墓と考えられるものが4基（SK0881・0954・0994・1029）、また、墓としての機能が考えられる平安時代の埋設土器が2基（BP1・2）、円形周溝が2基（SDH1・2）検出された。本節では円形周溝を除くほかの遺構を取り上げ、詳述するとともに、考察を試みる。円形周溝については第V章第3節に記述してあるので、そちらを参照されたい。

遺構の詳細と考察

・SK0881（第VI-380図・第VII-257～258図）

調査区南側O-32グリッド、標高約46.00mのほぼ平坦面から検出された。N-37°-Eに軸をとり、SI201とSI202を切って構築されている。平面形は確認面で長軸157×短軸120cmの楕円形を呈し確認面からの深さは58cmを測る。20cm程掘り下げた段階で南北116～106×東西66～62cmの不整長方形を呈



第V-3図 SK0881出土遺物分布図

し、南東側は坑底にかけて若干オーバーハングする。遺構確認時には白頭山―苦小牧火山灰と思われる降下火山灰を検出し、覆土は黒褐色土を主体として7層に分層された。1層から火山灰層である3層までは自然堆積と思われる、以下の層については人為的なものと思われる。

本土坑において特徴的なのは、3層直下～4層下面ないし5層上面にかけて300点以上におよぶ多量の土師器坏・甕および須恵器甕・壺の破片が出土したほか、そのほぼ中央には墨書が施された土師器坏（第Ⅶ―257図）が出土し、坑内から出土した遺物の中で唯一略完形を留めていることである。ほかには、不整長方形部分上位の壁付近と中央からは炭化材が若干出土した。火山灰の検出や遺構の重複および出土遺物の特徴から、本土坑は9世紀後半から10世紀前半の所産と思われる。

遺物の出土状態（第Ⅴ―3図・第Ⅵ―380図）をみると、火山灰層を境に上位は自然堆積の様相を示していること、直下から遺物の出土が目立ち、それは下限である4層下面ないし5層上面に顕著でレンズ状を呈し、以下からは遺物の出土がほぼ認められなかったことから、ある程度の土が堆積した状態で多量の土器が坑内に入り、火山灰降下以降の土圧によってレンズ状を形成していったものと考えられる。

接合関係にある土器については、出土位置にまとまりがそれほど認められず、これは調査時に記録した標高値においても同様である。また、前述の墨書が施された土師器坏は、多量の出土遺物の中で唯一略完形を留めていることや、土圧によって原位置から多少なりとも移動したことを考慮しても、ほぼ中央に位置していた可能性はきわめて高い。以上のことから、本土坑から出土した多量の土器は、同様の出土状態に多い一括投棄によるものとは判断し難い。むしろ祭祀行為の痕跡と捉えることができよう。

本土坑の約60m南東から検出されたSK1029は、掘り方の壁および底面が焼けた粘土で覆われ、覆土からは蓋であった可能性がきわめて高い同質の粘土が多量に出土している（高杉 2003）。本土坑の土器は、その出土状態からSK1029と同様に土坑を覆う蓋として故意に敷き詰められた可能性は充分にあるといえ、祭祀行為の痕跡という点を加味すれば、本土坑および出土土器は墓坑とそれを覆う蓋であったと考えられる。

・SK0954（第Ⅵ―386図・第Ⅶ―264図）

調査区南東側T-33グリッド、標高約43.50m～43.30mの南東に傾く緩い斜面から検出された。N-39°-Wに軸をとり、SID196に付設された同時期の土坑と思われる。平面形は長軸136×短軸85cmの楕円形を呈し、確認面からの深さは23～32cmを測る。覆土は黒褐色を主体として6層に分層され、焼土粒と炭化物粒を微量混入する。壁は内湾気味に緩く立ち上がり、坑底面はほぼ平坦であるが、北西壁際の底面を15cm程掘り下げており、そこに口縁部が1/2欠損するほかは完存する土師器甕が正位で埋設されていた。

本遺跡からは平安時代の所産である埋設土器が2基（後述）検出されており、それらと何かしらの区別があったのか判然としないが、おそらくはそれらと同様の機能を持つものと思われる。本土坑は外周溝と同時期であることから本来は外周溝と同様の機能を持つものと考えられるが、外周溝に付設されたと思われる土坑の中には廃絶後は土器やカマド構築材などの廃材ピットとして利用されたと推定できるものも少なくないことから、本土坑においても廃絶後の再利用と思われる。

本土坑は埋設土器の特徴に加え、SID196付設土坑の再利用と思われること、推定されるSI196の機能時期（第V章第1節参照）から9世紀中頃～後半の所産と思われる。

・SK0994（第VI—389図・第VII—267～268図）

調査区南側N—33グリッド、標高約46.40mの平坦面から検出された。8m北東には前述のSK0881が位置しており、両者は非常に近接している。N—58°—Eに軸をとり、他の遺構との重複はない。平面形は長軸186×短軸155cmの楕円形を呈し、確認面からの深さは最大で72cmを測る。底面はやや起伏があり、壁は内湾と外反を繰り返しながら立ち上がる。覆土は人為的な堆積と思われ、黒褐色土を主体として19層に分層された。土坑確認面～中位で117×87cm、底面直上で72×62cmの2つの焼土面が検出され、直上および直下から灰が検出していることから、坑内で火が焚かれた可能性がきわめて高い。出土遺物は土師器坏・甕のほか、上位の焼土検出面のほぼ同位置から土玉が3点、中層のほぼ中央から小型特殊土器（ミニチュア）が1点出土している。本土坑は出土遺物の特徴から9世紀後半から10世紀前半の所産と思われる。

地域の限られた特殊な事例ではあるが、6世紀後半の石川県小松市周辺では埋葬時に軽く火を焚く着火儀礼が確認されており、7世紀代では大阪府、兵庫県などでも確認されている（小嶋 2002）。同様の事例は北海道奥尻島青苗遺跡でも認められ、10世紀代と考えられる石室墓で着火儀礼がおこなわれており、ヒスイ製勾玉のほかヒスイおよびガラス製玉類などの出土から倭人の埋葬であろうと考えられている（小嶋 前掲）。

本遺跡SK0423から出土した馬の線刻画が施された刻線文土器の存在（高杉 2002）やSID012出土の北陸系土器に加え、これまでの研究や調査成果から、平安期の浪岡地域に顕著である他地域の文化の影響は本遺跡にも及ぶことは容易に想定でき、焼土に伴って出土した祭祀遺物の性格を合わせて考えると、本土坑において着火儀礼がおこなわれた可能性は充分にあるといえるだろう。

・SK1029（第VI—392図・第VII—273図）

調査区南東側T—36グリッド、標高約43.50mのほぼ平坦面から検出された。重複する遺構はない。本土坑については、平成14年度野尻（4）遺跡発掘調査関係報告第4章の中で詳細が述べられている（高杉 前掲）。抜粋すると、「平面形は隅丸長方形を呈し、規模は南北137～132cm、東西115～106cm、確認面からの深さは22～33cmを測る。土坑の方位は、ひとまず北を基準としてとらえるとN—7°—Wをとる。北壁は98°の角度で立ち上がり、南壁は北壁よりやや浅く、コーナーは緩い弧を描くように114°の角度で立ち上がる。掘り方の壁および底面は、5～6cmのほぼ均一の厚さの焼けた粘土で覆われており、覆土中からも同じ焼けた粘土が破碎した状態で多量に出土した。この破碎した焼け粘土には規格的に面取りされたと考えられるものが多数認められたので、土坑を覆う蓋であった可能性がきわめて高い」としている。

出土遺物はきわめて少なく時期を決定付けるのは難しいが、土師器および磁器小片のほか土坑南寄りの下層ないし底面からサメ椎骨製品が2点出土しており、「遺構の在り方およびサメの利用状況から判断すると、本州では類例の少ないサメ椎骨製品を伴う墓坑である可能性が濃厚であると考えられ、原位置を保った状態で出土しているとするならば、それが人体の頸部より上位に付けられた耳飾り等の装身具である可能性が高いこと、その腐食の度合いから判断して更に複数が存在していたことが想

定されるならば首飾りの可能性も考えられることから、南頭位（S-7° -E）をとる墓であったとみることのできるであろう。」と指摘している。

・BP 1（第VI-40図・第VII-319図）

調査区はほぼ中央東端Q-15グリッド、標高43.40mの平坦面から検出された。東西に軸をとるものと思われ、重複する遺構はないが、南側約1/3は攪乱によって破壊されている。円筒状の掘り方に土師器甕が正位で埋設されており、甕は口縁部～頸部を欠損するほかは完存する。欠損部分は意図的に欠かれたのか後世の影響によるものか不明である。埋設された甕の特徴から、9世紀前半の所産と思われる。掘り方平面形は現存部分が57×（45）cmで円形を呈するものと思われ、確認面からの深さは29cmを測る。覆土は3層に分層され、3層は土器を安定させるためのものと思われる。甕内の覆土である1・2層からは土壌サンプルを採取して残存脂肪酸分析をおこなっている（第IV章第4節）。併せて参照されたい。

・BP 2（第VI-40図・第VII-319図）

調査区南東側R-29グリッド、標高約43.90mの平坦面から検出された。NW-SEに軸をとり、重複する遺構はないが、SIB174南列のライン上に位置している。両者の関係は不明である。ボール状の浅い掘り方に土師器甕が1個体、口縁が北西を向く横倒しの状態で埋設されていた。甕は口縁部約2/5～底部約2/3を欠損するが、その部分は検出面に相当することから、埋設時には完形だったものが削平などの影響を受けた可能性が考えられる。埋設された甕の特徴から9世紀前半の所産と思われる。掘り方平面形は長軸92×短軸64cmの楕円形を呈し、確認面からの深さは最大で12cmを測る。覆土は3層に分層され、堆積状況から3層は前述のBP 1と同様に土器を安定させるためのものと思われる。なお、BP 2では残存脂肪酸分析をおこなっていない。

青森県内において、遺構に伴わない状態で土師器が埋設された事例は稀少であり、本遺跡から2基検出されたことは特筆できる。野尻(1)遺跡第1号埋設土器は甕1個体の胴部以下が埋設されているが明確な掘り方を持たず、最低限の掘り込みに埋設したもの（青森県教育委員会 1998）という見解に留まっている。第301号土器埋設遺構は土坑の中に横倒しの甕2個体が口縁部をつきあわせて埋設され（青森県教育委員会 2000）、残存脂肪酸分析ではヒト遺体を直接埋葬した場合の試料中の脂肪と類似しているという結果が出ているが、報告者の木村高は考察の中で「とりあえず現時点では、残存脂肪の分析結果を極端に重視する立場からではなく、墓である可能性がある、とだけ認識しておく」としている（木村 2000）。

本遺跡の事例と、野尻(1)遺跡を含む県外で土師器が埋設されていた事例とを比較すれば、これまでの事例は埋設されている甕は2個体ないしそれ以上であり、胴部や底部を穿孔している例もいくつか認められるが、多くは野尻(1)遺跡第301号事例のように一方の甕の口縁部がもう一方の中に入り込んで出土していることから、埋められる段階において中に土が入り込まないように設置されたもの（青森県教育委員会 前掲）と推察される例が多い。本遺跡の事例は2基とも1個体のみの埋設で一方は正立だということ、穿孔の痕跡は認められず、出土状態から甕内に土が入り込むことが容易に想定できることを考慮しても、他と区別して考える必要があるかもしれない。

しかし、沼山源喜治が1985年の論考で指摘した特徴（沼山 1985）と本遺跡の事例は共通する部分

が少なくないこと、これまでの事例からは人骨片などの検出が確認されており、本遺跡の事例もヒト遺体が埋葬された可能性があることから考えれば、同じ性格を持つものとも考えられる。そこで、木村に倣い「土器を埋設した遺構」とすれば、同じ範疇に属する異タイプという分別が可能であることから氏の見解には賛同でき、本遺跡BP1は「単体正立タイプ」、BP2は「単体横倒しタイプ」と認識できる。また、突飛ではあるがSK0954も「単体正立タイプ」と認識できるだろう。

青森県内から検出された、野尻(1)遺跡と本遺跡の合計4基(本遺跡SK0954を含めると5基)の「土器埋設遺構」は、タイプこそ違っても同じ浪岡地域から検出されていることに注目すると、それは古代の当該地において「土器を埋設する」という概念および行為に対する共通認識が存在したことが考えられる。また、その性格が墓であることは県外の検出例や他分野の分析結果を考慮しても十分に推定できることから、青森県の平安期に円形周溝や土坑墓以外の葬制が存在していた可能性はきわめて高いといえるだろう。

おわりに

以上、埋葬施設と思われる遺構について、それぞれの遺構の形態や出土遺物に焦点を置き考察を試みたが、筆者の力量不足に因るところが多分にあり、その断定には至らなかった。諸先達の御叱責・御教示を賜り、今後多面的な視点からさらなる検討をしていきたい。

青森県内の平安期において円形周溝以外にも埋葬施設である可能性を持つ遺構が少なからず存在することはこれまでの調査成果からも明らかである。本節で取り上げた遺構に限らず、多様な葬送儀礼は当時の生活や階層の違いなどの社会的背景が色濃く反映されているという意味でも、青森県の古代の葬制に取り組む積極的な姿勢が必要といえるだろう。

引用文献

- 青森県教育委員会 1998 『野尻(1)遺跡Ⅰ』青森県埋蔵文化財調査報告書 第234集
- 青森県教育委員会 2000 『野尻(1)遺跡Ⅲ』青森県埋蔵文化財調査報告書 第277集
- 三浦圭介 1995 青森県の奈良・平安時代の墓制について『東日本における奈良・平安時代の墓制—墓制をめぐる諸問題—』日本埋蔵文化財研究会栃木大会準備委員会
- 高杉博章 2002 「浪岡町教育委員会本州北部における土師器と擦文土器の接触関係について—青森県浪岡町野尻(4)遺跡出土の刻線文土器をめぐって—」『北海道考古学』第38輯 北海道考古学会
- 2003 「野尻(4)遺跡で検出された土坑(SK1092)について」『平成14年度浪岡町文化財紀要』Ⅲ
- 小嶋芳孝 2002 「古代日本海世界北部の交流」『北の環日本海世界』山川出版社
- 木村 高 2000 「第301号土器埋設遺構について」『野尻(1)遺跡Ⅲ』
- 沼山源喜治 1985 「土師器合口甕棺について—東日本における諸例を中心に—」考古学雑誌 第66巻第4号 日本考古学会

第3節 円形周溝について

はじめに

今回の発掘調査において円形周溝2基（SDH1・2）が検出された。円形周溝は「墳墓」であるという考えが近年定着しつつある遺構である。隣接遺跡の野尻(2)・(3)遺跡（青森県教育委員会 1996）からは馬蹄状、C字状等を呈する30基の円形周溝が検出されており、また同町内からは杉の沢遺跡（青森県教育委員会 1979）、山元(3)遺跡（青森県教育委員会 1994）等からも円形周溝が発見され、開口部を持つものと全周するものが報告されている。本遺跡から発見された円形周溝は周溝が全周するもので、そのうち一基は、中央に主体部である埋葬施設を検出することができた。形態的に近いものは八戸市丹後平古墳（八戸市教育委員会 1990）や阿光坊遺跡（下田町教育委員会 1989）など、中央に長方形の主体部を持ち周溝が全周する7世紀後半から8世紀初頭にかけての末期古墳に良く似ていると思われる。

埋葬施設を伴う円形周溝は原遺跡（尾上町教育委員会 1989）から報告されているが、残念ながら盗掘による攪乱でごく一部の検出にとどまっており、円形周溝が発見されている県内各遺跡から明瞭な埋葬施設は未だ確認されていないというのが現状である。

青森県内における円形周溝としては特異な例であるSDH2と、近位置に構築されたSDH1を調査時の検出状況などを交えながら紹介するとともに、若干の考察を加えたい。

遺構の検出状況

SDH1（第VI-418図・第VII-318図）

調査区北東側O-9・10グリッドから検出された。当初は小規模な外周溝を伴う建物跡としてプラン確認作業を行っていたが、周溝の開口部が確認できなかった為、円形周溝の可能性も念頭に置きながら作業を進めていった。その結果、南東側一部に耕作跡と思われる攪乱があるものの、底面付近には攪乱が及んでおらず周溝部が全周する事を確認できた為、開口部をもたない円形周溝であると確定し調査を進めていった。

遺構確認面や覆土からは土師器の甕、坏の土器片が少量出土したが、副葬品等の祭祀的要素を持つ遺物は出土しなかった。また、周溝中心部の平坦面に埋葬施設、盛り土等の痕跡も確認されていない。これは耕作等による削平の影響も考えられる。

SDH2（第VI-418図・第VII-318図）

調査区北東側P-11グリッドから検出され、SDH1とは12m程しか離れていない。火山灰（B-Tm）を伴うSI043（第VI-57図）と重複関係にあり、それよりも新しい遺構である。プラン確認時点で多数の礫が出土しており、明らかに他の遺構とは異なる雰囲気を持っていた。周溝の一部に攪乱があるものの、近現代の耕作による削平の影響も比較的少ない状態であり、遺存状態は良好であった。周溝は開口部を持っておらず、SDH1よりも全長や直径はやや小さめであるが、深さは平均で10cm程深く、幅はおおよそ2倍の広さを持っている。周溝覆土は一部褐色土が堆積している層もあるが、基本的には黒色土が主体の自然堆積である。

SDH 2の大きな特徴は中央に主体部と考えられる掘り込みを持っていること、またその主体部と周溝部に多量の礫が混入しているところである。礫は確認面や覆土上層に最も多く分布しており、次いで中層に多く、覆土底面からは殆ど出土していない。分布図（第V-4図・1表）から北東側に多く分布していることが見受けられるが、これは地形が南西から北東方向へ傾斜していることに要因があるものと考えている。この礫が遺構構築時にどのように配石されていたか不明であるが、主体部の中層まで礫が混入している事から、またはマウンド状に盛り上げるようなかたちで多量の礫を配石する等が考えられ、年月が経つにつれ少しずつ崩落していったのではないかと推測される。

主体部は長軸130×短軸94×深さ88cmの楕円形を呈している。覆土は周溝部と同様に黒色土が主体であり、1～2層までが自然堆積、3～10層までは人為堆積と考えられる。先に述べた掘り込みの中の礫はこの2層と3層の間に多く混入している。3層からは褐色土や焼土などの混入物が多く含まれるようになり、さらに油分が含まれているような粘性が表れてくる。特に9～10層の粘性はかなり強いものであった。

この主体部の性格を推定するために、土壌に残存する脂肪を分析したところ、ヒトに由来するものであるという結果を得ることができた（第IV章-第4節参照）。この分析結果に基づく限りでは主体部であろう掘り込みは埋葬施設であるということが立証されることとなる。

若干の考察

周溝の形態について

円形周溝は遺構同士の切り合いを持たないものや、遺物の出土量が少ないことが多い。そのため、覆土に年代指標となる火山灰が含まれないものは殆どが構築時期は不明瞭であると報告されている。しかし、県内の報告資料から、覆土に火山灰が含まれている円形周溝は開口部を有する円形の形態が多く、方形に近いものや、楕円形を呈する開口部を持たない周溝には火山灰が含まれる確率が低い傾向があるように感じられた。中野平遺跡（青森県教育委員会 1991）からは火山灰が伴う遺構を切って構築された、不整楕円形を呈する円形周溝が報告されており、SDH 2と同様に10世紀前半以降の所産であることは明らかである。類例が多くないため推論の域を脱することはできないが、火山灰降下以降の円形周溝は開口部を持たない不整な円形・方形を呈する形態に変化しているように思われた。それは10世紀前半頃から、墓制における精神文化に少しずつ変化が表れてくることを意味するのではないだろうか。

埋葬施設について

埋葬施設を持たない円形周溝は「旧地表面に直接置き、遺体の回りを掘り囲んだ周溝の土を用いて盛り上げたもの」、「マウンド状に土を盛り上げ、その後土坑状に掘り下げる」等の説があり、埋葬施設を検出できない理由としては「後世の削平によるもの」と考えられている。確かに平畑(3)(5)遺跡（三沢市教育委員会 1996, 1992）からは十和田a火山灰と白頭山火山灰が堆積しているマウンドが検出されており、マウンド部の土壌からはヒトを埋葬した場所である可能性が高いという残脂肪分析の結果が報告されている。以上のことから、SDH 1もマウンド状に構築し、削平により埋葬施設を検出できなかったと考えることもできる。また、当遺跡は9世紀前半から10世紀中葉にかけて集落が形

成され、特に9世紀中頃か10世紀初頭期と密接な関わりを持つと考えられており、当時遺跡周辺にはかなりの人口増加現象があったことを示している。この増加した人々の中には、様々な宗教や信仰を持つ者が存在しているはずである。埋葬施設をマウンド状に円形周溝を構築する人々の祭祀・宗教的な思想を当地域における本流とするならば、SDH 2は本流からはずれた人々、即ち生活習慣の異なる他地域からの移民者による遺構である可能性も考えられないだろうか。

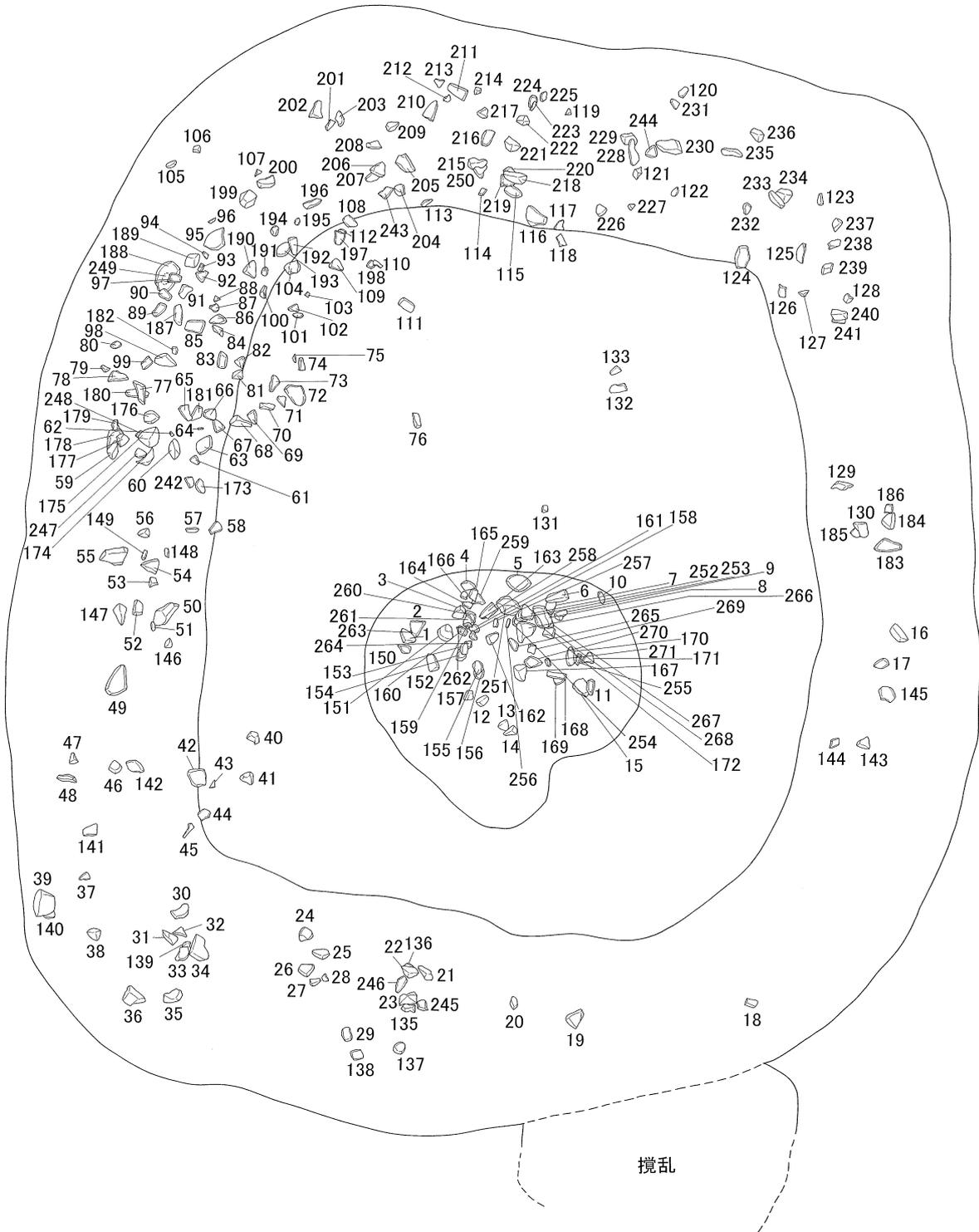
まとめ

以上、円形周溝について述べてきた。双方とも覆土には火山灰は堆積しておらず、SDH 2は切り合い関係から白頭山火山灰(B-Tm)降下以降に構築されたものと考えられる。おそらくSDH 1も出土遺物等から同時期に構築されたと考えているが、判断材料が乏しいため可能性として捉えてもらいたい。

調査区北東側には円形周溝を取り囲むように建物跡の密集度の薄い区域が見られる。これは県で調査した隣接する区域も同様に密集度が薄いことから、墓域等、祭祀的な空間利用がなされていた可能性も考えられる。SDH 2は埋葬施設を伴う円形周溝としては注目すべき遺構であり、9世紀代以降の葬送儀礼の変貌を窺うことができる貴重な資料の一つと言える。

引用・参考文献

- 青森県教育委員会 1979『浪岡町杉の沢遺跡』青森県埋蔵文化財調査報告書第45集
- 青森県教育委員会 1991『中野平遺跡』青森県埋蔵文化財調査報告書第134集
- 青森県教育委員会 1994『山元(3)遺跡』青森県埋蔵文化財調査報告書第159集
- 青森県教育委員会 1996『野尻(2)遺跡Ⅱ・野尻(3)遺跡』『野尻(4)遺跡』
青森県埋蔵文化財調査報告書第186集
- 八戸市教育委員会 1990「丹後平古墳」『八戸新都市区域内埋蔵文化財発掘調査報告書X』
八戸市埋蔵文化財調査報告書第44集
- 八戸市教育委員会 2002「丹後平古墳群」『八戸新都市区域内埋蔵文化財発掘調査報告書XIII』
八戸市埋蔵文化財調査報告書第93集
- 尾上町教育委員会 1989「原遺跡発掘調査報告書」調査報告書第8集
- 下田町教育委員会 1988『阿光坊遺跡』下田町埋蔵文化財調査報告書第1集
- 下田町教育委員会 1989『阿光坊遺跡』下田町埋蔵文化財調査報告書第2集
- 下田町教育委員会 1990『阿光坊遺跡』下田町埋蔵文化財調査報告書第3集
- 三沢市教育委員会 1992『平畑(5)遺跡Ⅱ』三沢市埋蔵文化財調査報告書第9集
- 三沢市教育委員会 1996『平畑(3)遺跡』三沢市埋蔵文化財調査報告書第14集



第V-4图 SDH 2 磔分布图

第V—1表 SDH2 礫標高值

遺物N○	標高值	層位																		
1	46.922	上層	41	46.981	確認面	81	46.820	確認面	121	46.880	中層	161	46.643	中層	201	46.624	中層	241	46.744	中層
2	46.890	上層	42	46.945	確認面	82	46.844	中層	122	46.776	下層	162	46.640	中層	202	46.672	中層	242	46.833	中層
3	46.848	上層	43	46.931	確認面	83	46.799	中層	123	46.822	中層	163	46.882	上層	203	46.459	下層	243	46.707	中層
4	46.858	上層	44	46.940	確認面	84	46.769	中層	124	46.852	確認面	164	46.829	中層	204	46.695	中層	244	46.622	中層
5	46.940	上層	45	46.954	上層	85	46.768	中層	125	46.895	中層	165	46.644	中層	205	46.690	中層	245	46.770	中層
6	46.911	上層	46	46.940	上層	86	46.780	中層	126	46.820	中層	166	46.447	下層	206	46.648	中層	246	46.633	中層
7	46.891	上層	47	46.909	上層	87	46.784	中層	127	46.823	中層	167	46.665	中層	207	46.618	中層	247	46.477	下層
8	46.938	上層	48	46.914	上層	88	46.776	中層	128	46.830	中層	168	46.631	中層	208	46.655	中層	248	46.487	下層
9	46.876	上層	49	46.842	中層	89	46.758	中層	129	46.860	中層	169	46.608	中層	209	46.652	中層	249	46.472	下層
10	46.918	上層	50	46.849	中層	90	46.796	中層	130	46.876	中層	170	46.755	中層	210	46.885	中層	250	46.570	下層
11	46.937	上層	51	46.833	中層	91	46.796	中層	131	46.925	確認面	171	46.779	中層	221	46.546	下層	251	46.825	上層
12	46.988	上層	52	46.850	中層	92	46.813	中層	132	46.898	確認面	172	46.817	上層	212	46.519	下層	252	46.820	上層
13	46.519	中層	53	46.825	中層	93	46.761	中層	133	46.880	確認面	173	46.795	中層	213	46.526	下層	253	46.819	上層
14	46.527	中層	54	46.849	中層	94	46.752	中層	134	46.760	確認面	174	46.563	下層	214	46.573	下層	254	46.782	中層
15	46.790	中層	55	46.835	中層	95	46.756	中層	135	46.919	上層	175	46.650	中層	215	46.675	中層	255	46.630	中層
16	46.859	中層	56	46.866	中層	96	46.771	中層	136	46.756	中層	176	46.646	中層	216	46.454	下層	256	46.737	中層
17	46.780	中層	57	46.880	中層	97	46.783	中層	137	46.467	下層	177	46.750	中層	217	46.447	下層	257	46.513	中層
18	46.900	上層	58	46.895	確認面	98	46.808	中層	138	46.634	中層	178	46.656	中層	218	46.723	下層	258	46.486	中層
19	46.935	上層	59	46.832	中層	99	46.840	中層	139	46.880	中層	179	46.598	中層	219	46.612	中層	259	46.467	中層
20	46.816	中層	60	46.802	中層	100	46.800	中層	140	46.882	中層	180	46.744	中層	220	46.633	中層	260	46.450	下層
21	46.022	上層	61	46.842	中層	101	46.815	確認面	141	46.594	中層	181	46.742	中層	221	46.659	中層	261	46.463	中層
22	47.055	上層	62	46.788	中層	102	46.802	確認面	142	46.668	中層	182	46.490	下層	222	46.653	中層	262	46.667	中層
23	47.026	上層	63	46.825	中層	103	46.784	確認面	143	46.660	中層	183	46.778	中層	223	46.575	下層	263	46.650	中層
24	46.975	上層	64	46.786	中層	104	46.798	確認面	144	46.664	中層	184	46.751	中層	224	46.469	下層	264	46.619	中層
25	46.992	上層	65	46.823	中層	105	46.797	中層	145	46.712	中層	185	46.759	中層	225	46.623	中層	265	46.714	中層
26	46.969	上層	66	46.790	中層	106	46.803	中層	146	46.743	中層	186	46.605	中層	226	46.659	中層	266	46.796	中層
27	46.957	上層	67	46.804	中層	107	46.771	中層	147	46.705	中層	187	46.723	中層	227	46.700	中層	267	46.613	中層
28	46.952	上層	68	46.827	確認面	108	46.818	確認面	148	46.586	下層	188	46.576	下層	228	46.737	中層	268	46.594	中層
29	47.019	上層	69	46.810	確認面	109	46.764	確認面	149	46.483	下層	189	46.540	下層	229	46.687	中層	269	46.768	中層
30	46.947	上層	70	46.875	確認面	110	46.782	確認面	150	46.800	中層	190	46.699	中層	230	46.573	下層	270	46.657	中層
31	46.955	上層	71	46.848	確認面	111	46.853	確認面	151	46.787	中層	191	46.673	中層	231	46.660	中層	271	46.573	中層
32	46.923	上層	72	46.888	確認面	112	46.765	確認面	152	46.579	中層	192	46.690	中層	232	46.754	中層			
33	46.954	上層	73	46.864	確認面	113	46.793	中層	153	46.717	中層	193	46.667	中層	233	46.759	中層			
34	46.950	上層	74	46.872	確認面	114	46.825	中層	154	46.700	中層	194	46.697	中層	234	46.754	中層			
35	46.966	上層	75	46.813	確認面	115	46.768	中層	155	46.648	中層	195	46.675	中層	235	46.630	中層			
36	46.969	上層	76	46.912	確認面	116	46.882	中層	156	46.508	中層	196	46.674	中層	236	46.634	中層			
37	46.925	上層	77	46.810	中層	117	46.846	中層	157	46.287	下層	197	46.733	確認面	237	46.763	中層			
38	46.956	上層	78	46.815	中層	118	46.845	確認面	158	46.724	中層	198	46.733	確認面	238	46.760	中層			
39	46.987	上層	79	46.820	中層	119	46.813	中層	159	46.760	中層	199	46.613	中層	239	46.708	中層			
40	46.960	確認面	80	46.783	中層	120	46.744	下層	160	46.692	中層	200	46.629	中層	240	46.778	中層			

第4節 出土鉄製品および鉄滓について

1. はじめに

野尻(4)遺跡出土遺物の中で出土量は少ないが、集落の生活形態を知るうえで手がかりとなるであろう鉄製品と、鉄製品製造に伴う遺物である鉄滓について述べてみたいと思う。

2. 鉄製品

過去3年間の調査で野尻(4)遺跡から出土した鉄製品は総数186点、鉄製品は全体に錆が激しく、形態を判別できない物も多いが、斧、錫杖状鉄製品、苧引金、紡錘車、鍋、鋤、鎌、刀子、鍬、釘などを出土する。主な鉄製品を器種別に出土遺構を記載すると、

斧 総数8点。建物跡 SI028、SI126、SI140、SI147 各1点。溝 SD049、SD073、074各1点。グリッド、O-23、P-31各1点。

錫杖状鉄製品 総数8点。建物跡 SI075、SI126、SI140、SI147、SI194 各1点。土坑SK0956、SK0969各1点。溝 SD104 1点。

苧引金 総数11点。建物跡 SI004 1点。SI075 4点。SI137 3点。SI140 2点。SK0905 1点。

紡錘車 総数3点。建物跡 SI004 1点。SI155 1点。SI179 1点。

鋤 総数5点。建物跡 SI095C 1点。SI179 1点。土坑 SK0192 1点。SK1034 1点。グリッド S-37、1点。

鎌 総数4点。建物跡 SI140 1点。SI204B 1点。土坑 SK0386 1点。溝 SD049 1点。

刀子 総数34点。建物跡 SI160 1点。SI075 1点。SI106 1点。SI113 1点。SI117 1点。SI121 1点。SI125 1点。SI132 1点。SI140 5点。SI147 1点。SI167 1点。SI169A 1点。SI173 3点。SI179 1点。SI189 2点。SI204 1点。SI206 1点。土坑 SK0371 1点。SK0520 1点。SK0526 1点。SK0592 1点。SK0754 1点。SK0819 1点。SK0905 1点。グリッド、O-32 1点。P-31 1点。R-31 1点。

鍬 SI169A 1点。

釘 総数7点。建物跡 SI065B 1点。SI075 4点。SI136 1点。SI140 1点。

鍋 総数3点。建物跡 SI179 1点。土坑 SK0884 1点。グリッド Q-32 1点。

刀子、釘は錆が激しいため判別が難しく、不明板状、不明棒状とした物の中にも多数含まれていると思われる。刀子とした物も完形品はほとんどなく、部分的に形態を残すのみである。また、年代的には新しいと思われる刀と喰出し鏢をSI179、J-28、J-35グリッドより検出した。

以上、主な鉄製品を記載してみたが、野尻(4)遺跡の中で特徴的な鉄製品としては、錫杖状鉄製品の存在があげられる。建物跡から5点、土坑から2点、溝から1点検出されている。SI126、SI140、SI147からは錫杖状鉄製品に伴って鉄斧が検出され、錫杖状鉄製品と鉄斧はセットになっていたのではとの指摘もされている。本遺跡の遺物を個々にみると

SI075 筒状金具1点、建物跡覆土検出、9世紀中葉。筒状の金具のみ検出。

SI140 羊角状の本体と筒状金具2点、筒状金具1点は側面に約4mmの孔を持つ。建物跡外周溝確認面検出、9世紀末。SI140は焼失家屋で、他にも刀子、鎌、苧引金、斧など多量の鉄製

品を検出する。斧は建物跡覆土炭化材検出面検出。

- SI147 羊角状の本体に環状の金具が付き、筒状の金具がぶら下がる形態と推定する。建物跡覆土中層検出、9世紀末～10世紀初頭。錆が激しく形態判別が難しい。伴出の斧は建物跡壁溝検出。
- SI126 羊角状の本体と筒状金具4点、筒状金具の破損品3点。建物跡掘り方検出、9世紀末。伴出の斧は建物跡外周溝確認面検出。
- SI194 羊角状本体部1点、9世紀末～10世紀初頭。建物跡外周溝火山灰直上検出。
- SK0956 筒状金具2点と板状、棒状金具各1点、覆土検出。SID197切り合い土坑。
- SK0969 筒状金具1点、覆土下層検出。
- SD104 本体部に環状の金具が付く。覆土検出。他の遺物と形態が違い錫杖状鉄製品と断定するには、やや不確定。

錫杖状鉄製品の出土例として、浪岡町では高屋敷館遺跡、源常平遺跡からの出土例があり、青森県内でも野木遺跡、弥栄平(4)遺跡、上七崎遺跡、蓮田大館遺跡、李平下安原遺跡などの出土例がある。野尻(4)遺跡出土の錫杖状鉄製品を県内の他の遺跡と比較すると、年代では9世紀中葉から10世紀初頭とやや遡るものの、形態では羊角状の平板な本体に筒状の金具をぶら下げる同一種である。祭祀具とされる錫杖状鉄製品が野尻(4)遺跡の中でどのような役割を果たしていたのか、祭祀とはどのように行われていたのだろうか。古代人の生活形態、精神観を知るうえでも重要な手がかりになるのではないだろうか。

3. 鉄 滓

過去3年間で野尻(4)遺跡から出土した鉄滓および関連品の量は、鉄滓56.5147kg、流状滓112.5g、ガラス質の付着した屑滓、炉壁、羽口の粘土の付着するもの2.2532kg、その他に関連品としては鞆の羽口があり、関連遺構としてはSI091Bから鍛造剥片を伴って台石(金床石)が検出され、鍛冶遺構と推定する。野尻(4)遺跡の中で明確に鍛冶、製鉄関連の遺構と認定出来るのはSI091Bだけである。出土した鉄滓および関連品はすべて廃棄によるものであると推定する。ただ気になる遺構としてSI100がある。検出時はカマドとしたが、調査を進めると方向も形態もカマドにはならずSIXとした焼土範囲があり、製鉄関連の遺構になるのではと推測したが、明確な判断が下せないままである。廃棄鉄滓の量をグリッド別に分布図にしたものが第V-5図である。この中で1000g以上の鉄滓が検出された遺構を記載すると

- SI095 鉄滓1点、2592.5g、廃棄。
- SI095C 鉄滓2点、476g、廃棄。
- SID194 鉄滓2点、1560g、調査区外にまたがる外周溝の部分的検出、廃棄。
- SK0184 鉄滓4点、2651.5g、廃棄土坑。
- SK0329 鉄滓7点、椀状滓1点、3623.4g、屑滓8点、83.2g、羽口2点伴出SI091Bの廃棄土坑か？
- SK0361 鉄滓52点、1504.5g、屑滓95点、288.4g、羽口7点伴出、廃棄土坑。
- SK0400 鉄滓10点、1307.5g、屑滓5点、53.8g、羽口1点伴出SI091Bの廃棄土坑か？

SK1022 鉄滓95点、3847g、屑滓32点、234g、廃棄土坑

調査区全体で見ると西側～南側にかけて鉄滓の出土が多くなる。特にSI091B周辺の土坑からは多量の鉄滓を検出する。

鉄滓は、大別すると製錬滓と鍛冶滓に分かれる。原鉱石および砂鉄を原料とし、原料内の酸化鉄を1200℃以上の高温で木炭の炭素により還元させ、金属鉄へと変化させる。この工程で、原料中の不純物を分離させた物が製錬滓となる。出来上がった粗製鉄は銑（ずく）、鋳（けら）などと呼ばれる。粗製鉄はまだ不純物が多く、二次精錬（鋼製錬）を行う。この工程で出来上がった鉄（錬鉄）を繰り返し鍛錬を行い農具、工具などに加工する。この二つの工程で鍛冶炉の底部に溜まった不純物が鍛冶滓となる。鍛冶滓は、炉の底部に溜まるため椀状滓と呼ばれる半球状の塊になる。これに対し、製錬作業中に炉排滓口から流れ出た鉄滓を流状滓と呼ぶ。この事から、椀状滓＝鍛冶滓、流状滓＝製錬滓と判断される事があるが、成分分析を行わないと一概に形態だけでは判別出来ない。

野尻(4)遺跡内で出土した鉄滓は、製鉄遺構に伴わないため製錬滓、鍛冶滓の判別、集落内で製錬作業が行われていたのか、または他の地域から粗製鉄を運び鉄製品を製造していたのかは現時点では定かではない。しかし鉄滓の成分分析を行い製錬滓の存在を確認すれば、集落内での製錬作業の有無、原料は砂鉄か鉱石か推定できる。だが、もっとも大事な事は、集落内の製鉄（製錬）遺構の確認である。集落内で製錬作業が行われていたとすれば、多量の木炭の使用が考えられ、炭窯の有無、原料の調達場所などの問題も考えられる。集落内に鍛冶場があり、鍛錬鍛冶が行われていた事は推定出来るが、56kgもの廃棄滓が鍛冶場から鋼製錬、鍛錬によって生成されるのか疑問点は多い。このように、野尻(4)遺跡では多量の鉄滓の出土はあるものの製錬遺構の存在は確認されていない。

4. 小 結

野尻(4)遺跡の鉄製品、鉄滓の出土状況を述べてきたが、遺物の出土状況だけでは古代人の暮らしぶりがなかなか見えてこない。集落内での鉄製品、鉄滓の製造過程が明確になり鉄製品、道具、工具、祭祀具などの使用形態などが解明されれば古代人の生活形態がより生き生きと見えてくるのではないだろうか。



第V-5図 出土鉄滓重量分布図

写真図版



7号建物跡全景（北西より）



7号建物跡カマド（北西より）



11号建物跡全景（西より）



11号建物跡カマド（西より）



19号建物跡全景（北西より）



20号建物跡全景（西より）



20号建物跡カマド（西より）



23号建物跡全景（北西より）



25号建物跡全景（北西より）



26号建物跡全景（北西より）



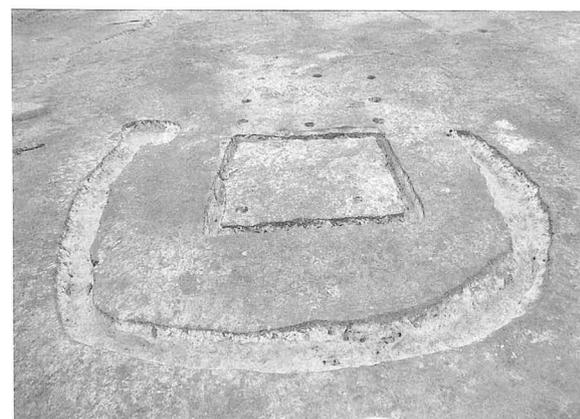
26号建物跡カマド（北西より）



28号建物跡全景（北西より）



28号建物跡カマド（北西より）



35号建物跡全景（西より）



60号建物跡全景（北西より）



61号建物跡全景（北西より）



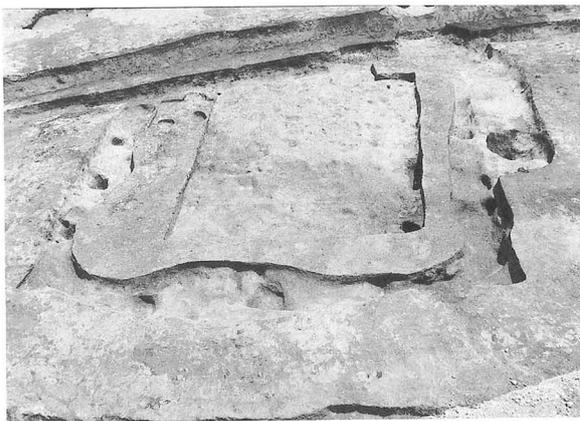
65A・B号建物跡全景（西より）



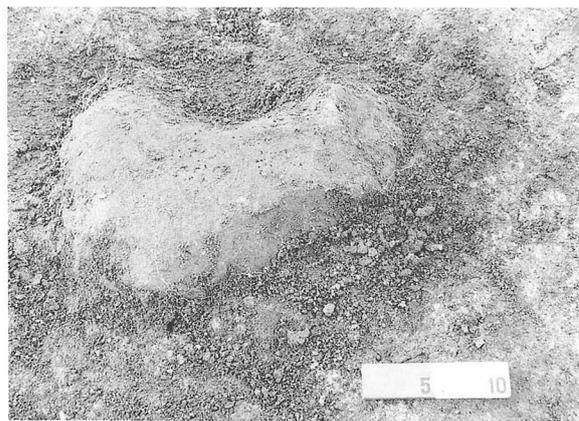
65B号建物跡環状銅製品出土状況（西より）



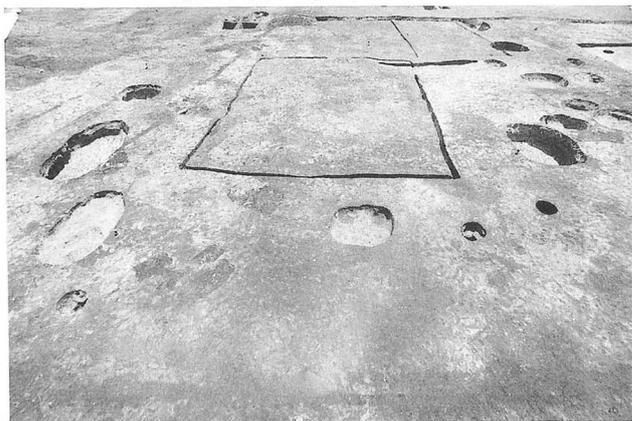
73A号建物跡火山灰出土状況（西より）



91B号建物跡全景（北西より）



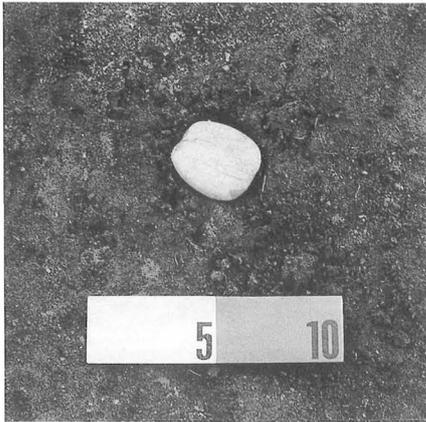
91B号建物跡台石出土状況（南より）



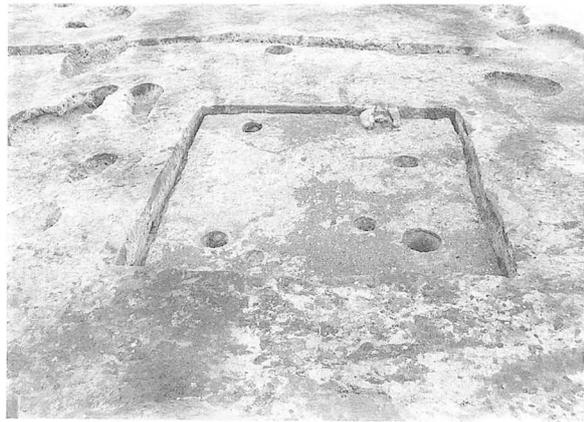
95A号建物跡全景（北西より）



95A号建物跡須恵器壺出土状況（南より）



95A号建物跡ヒスイ大珠出土状況（東より）



97号建物跡全景（西より）



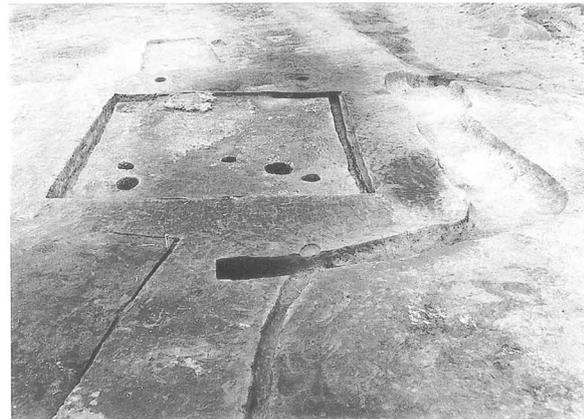
97号建物跡カマド（西より）



97号建物跡カマド掘り方袖芯材出土状況（西より）



97号建物跡カマド掘り方（西より）



100号建物跡全景（北西より）



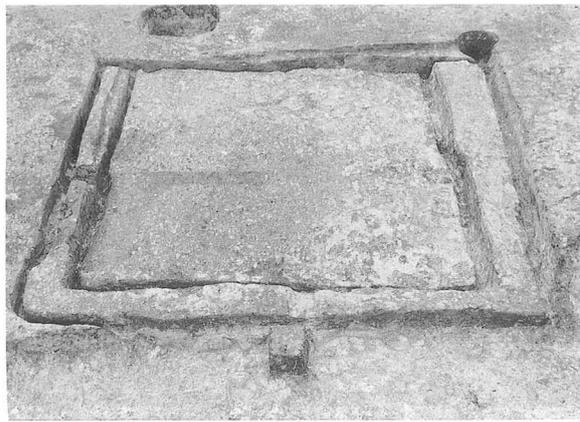
100号建物跡SIX（北西より）



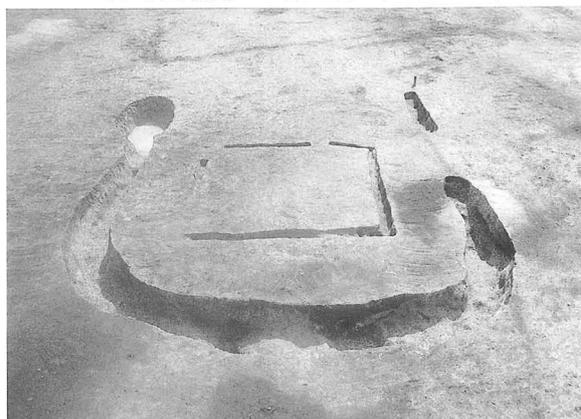
100号建物跡SIX（南西より）



100号建物跡SIX掘り方（北西より）



105A・B号建物跡全景（北西より）



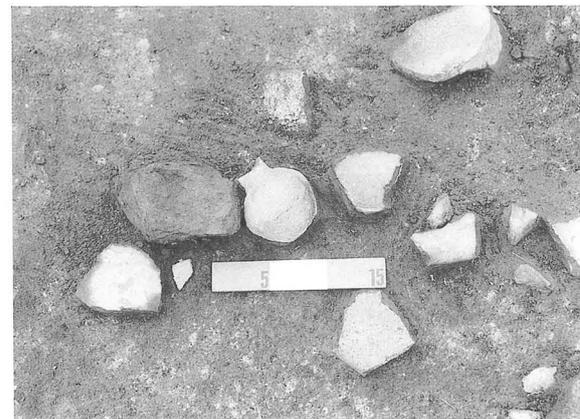
114号建物跡全景（西より）



117号建物跡全景（西より）



117号建物跡須恵器大甕出土状況（西より）



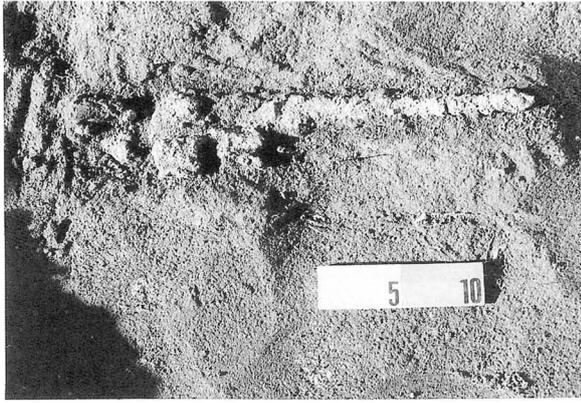
117号建物跡土師器小型壺出土状況（西より）



118・119号建物跡全景（西より）



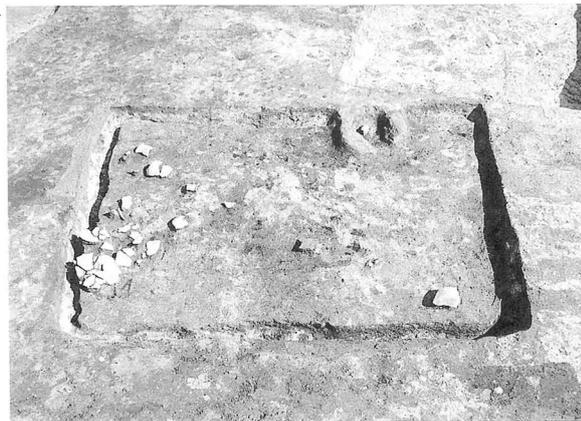
120号建物跡全景（北西より）



126号建物跡錫杖状鉄製品出土状況（南より）



126号建物跡遺物出土状況（北より）



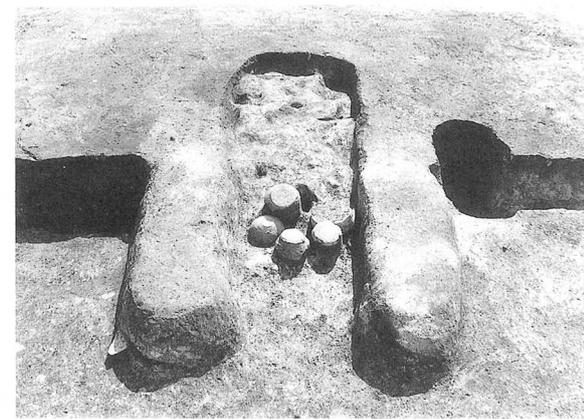
135号建物跡全景（西より）



135号建物跡カマド（西より）



136号建物跡全景（北西より）



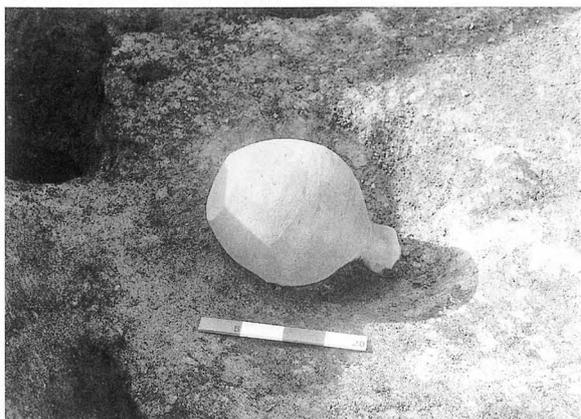
136号建物跡カマド（北西より）



137号建物跡全景（北西より）



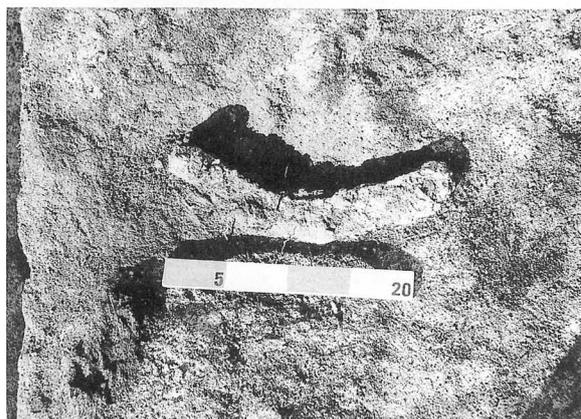
137号建物跡カマド（北西より）



137号建物跡須恵器壺出土状況（東より）



140号建物跡全景（西より）



140号建物跡鎌出土状況（南より）



140号建物跡鉄斧出土状況（南より）



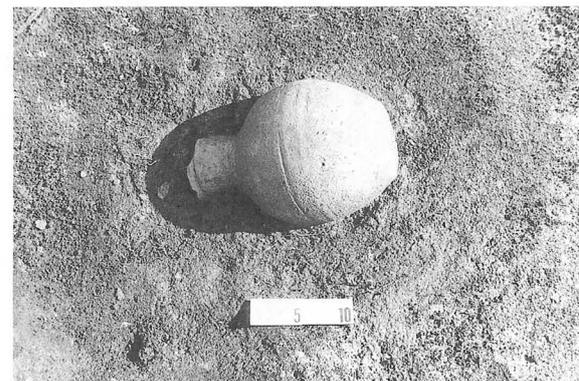
147A号建物跡全景（北西より）



149A・B号建物跡全景（西より）



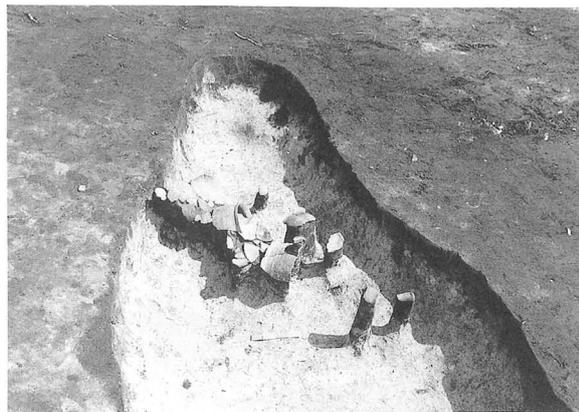
163号建物跡全景（西より）



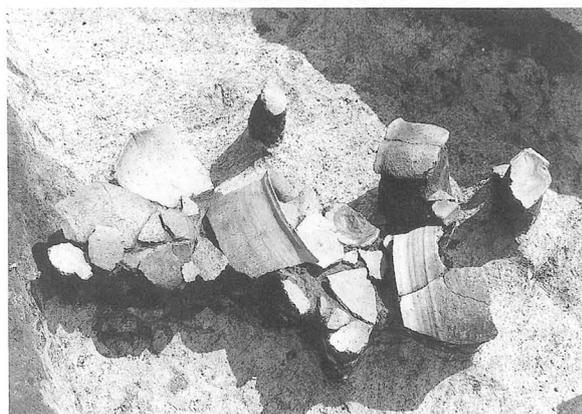
163号建物跡須恵器壺出土状況（西より）



168号建物跡全景（北西より）



168号遺物出土状況（西より）



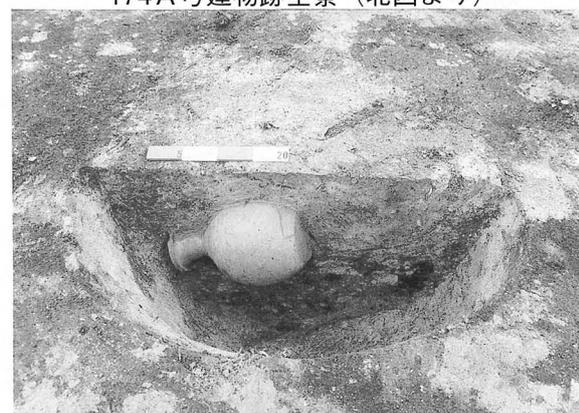
168号建物跡遺物出土状況（西より）



174A号建物跡全景（北西より）



179A号建物跡全景（西より）



179A号ピット3須恵器壺出土状況（南より）



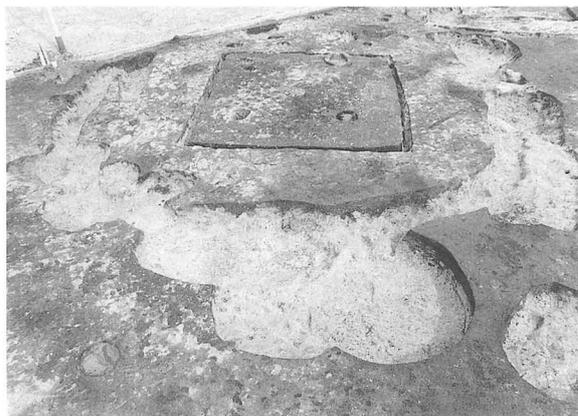
179A号建物跡ピット3須恵器壺出土状況（西より）



179A号建物跡ピット12耳皿出土状況（南より）



185号建物跡全景（北西より）



189号建物跡全景（北西より）



189号建物跡カマド（北西より）



191号建物跡全景（西より）



191号建物跡カマド（西より）



210号建物跡土鈴出土状況（西より）



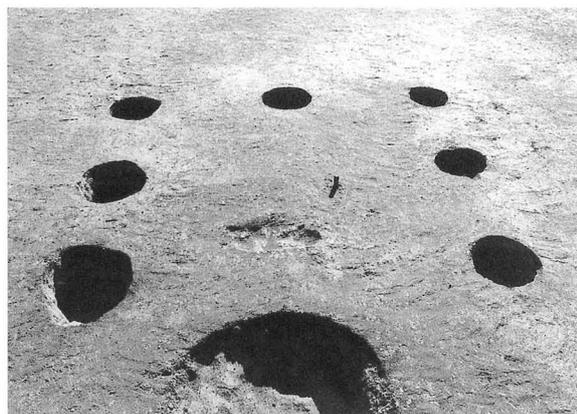
211号建物跡全景（北西より）



211号建物跡カマド（北西より）



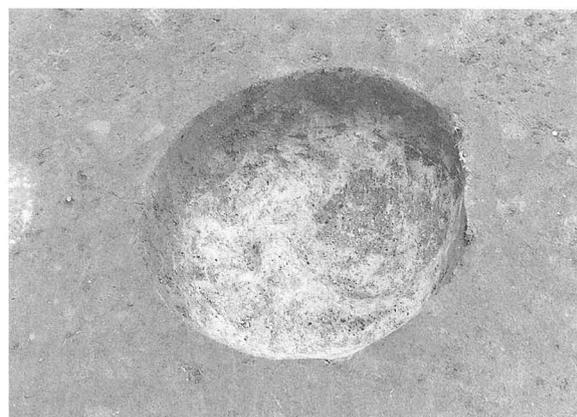
1号掘立柱建物跡全景（西より）



2号掘立柱建物跡全景（西より）



9号竪穴状遺構全景（南より）



19号土坑（北より）



42号土坑（東より）



44号土坑（東より）



74号土坑焼土出土状況（南西より）



80号土坑（南より）



84号土坑（南より）



102号土坑（東より）



198号土坑（南西より）



205号土坑（西より）



206号土坑（東より）



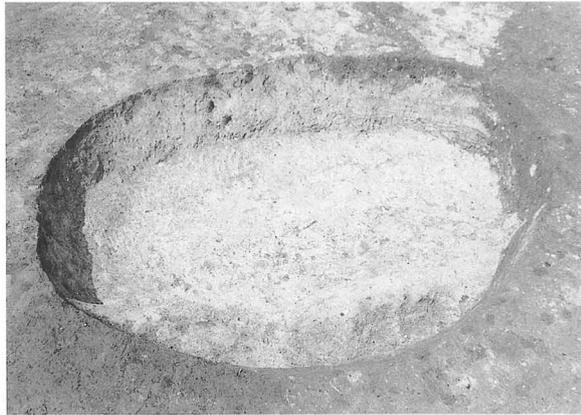
207号土坑（南より）



207号土坑遺物出土状況（南より）



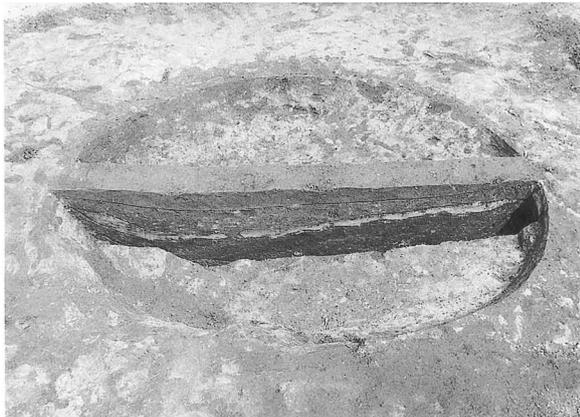
215号土坑（東より）



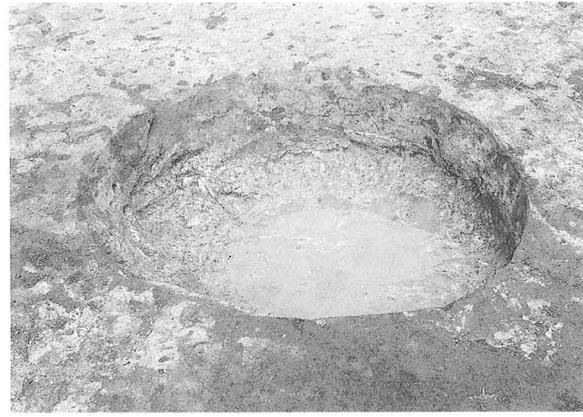
216号土坑（東より）



233号土坑（西より）



240号土坑火山灰出土状況（南より）



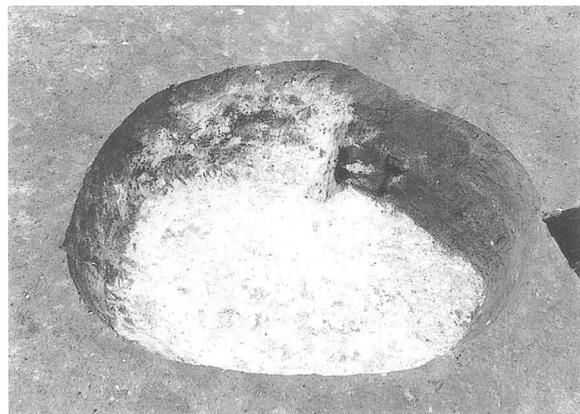
240号土坑（南より）



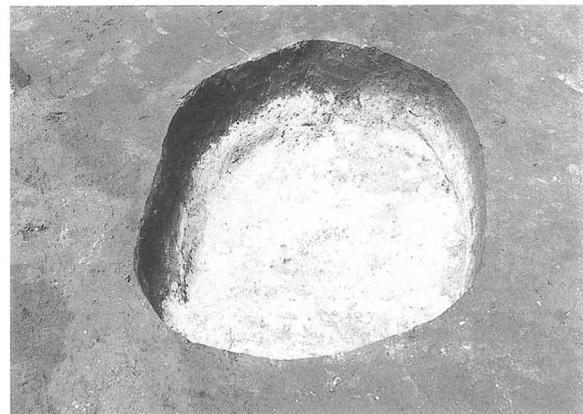
241号土坑火山灰・炭化物出土状況（南より）



241号土坑（西より）



298号土坑（東より）



299号土坑（東より）



307号土坑（東より）



327号、329号土坑（東より）



365号土坑（北より）



370号土坑（西より）



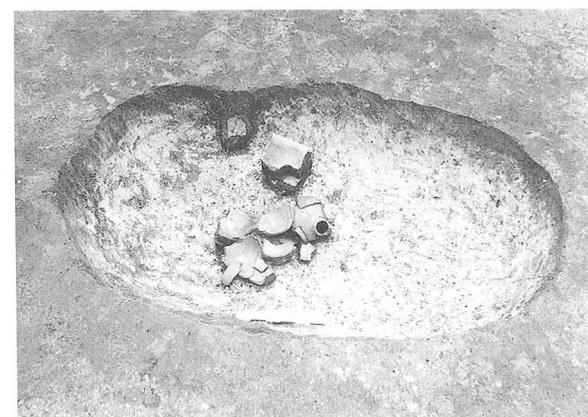
371号土坑（南西より）



371号土坑刀子出土状況（南西より）



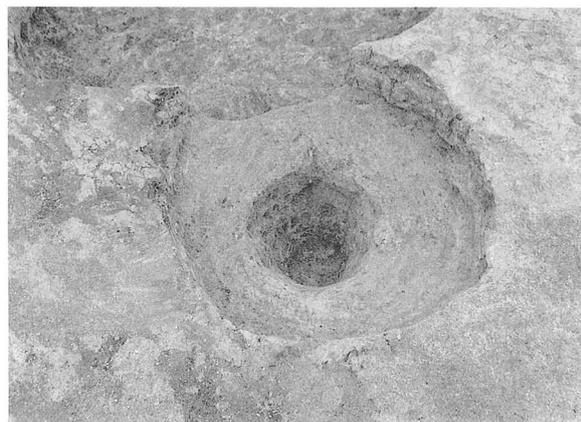
372号土坑（南より）



386号土坑（南より）



418号土坑（西より）



419号土坑（南より）



423号土坑（東より）



433号土坑（北より）



438号土坑（西より）



510号土坑（東より）



512号土坑（南より）



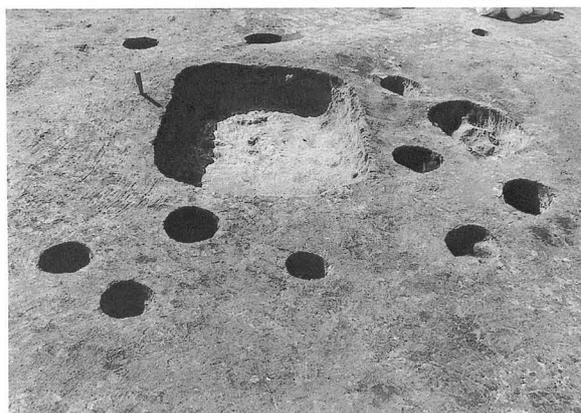
610号土坑（西より）



819号土坑烧土出土状况 (西より)



845号土坑炭化物出土状况 (東より)



838号土坑 (西より)



865号土坑烧土・炭化物出土状况 (南より)



881号土坑火山灰出土状况 (西より)



881号土坑遺物出土状况 (北西より)



954号土坑埋設土器出土状况 (南西より)



954号土坑埋設土器出土状况 (南西より)



969号土坑遺物出土状況（南より）



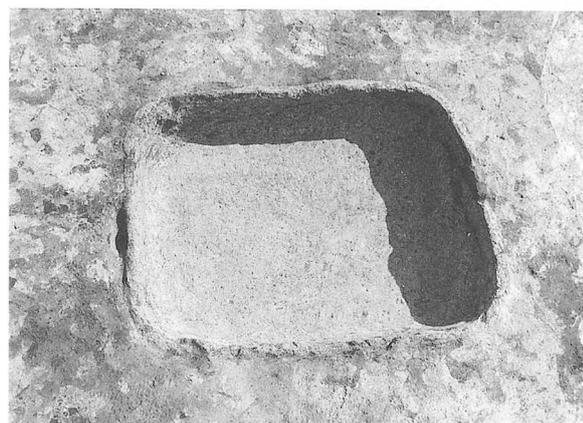
976号土坑炭化物出土状況（西より）



994号土坑焼土・遺物出土状況（南より）



1022号土坑焼土・炭化物・遺物出土状況（西より）



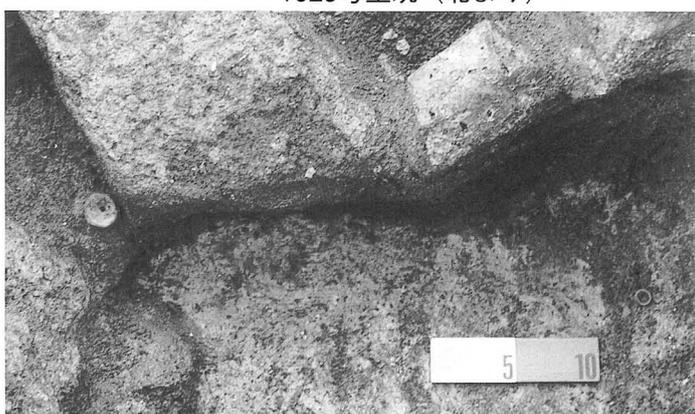
1029号土坑（西より）



1029号土坑（北より）



1029号土坑サメ椎骨装飾品出土状況（西より）



1029号土坑サメ椎骨装飾品出土状況（西より）



1034号土坑 (南より)



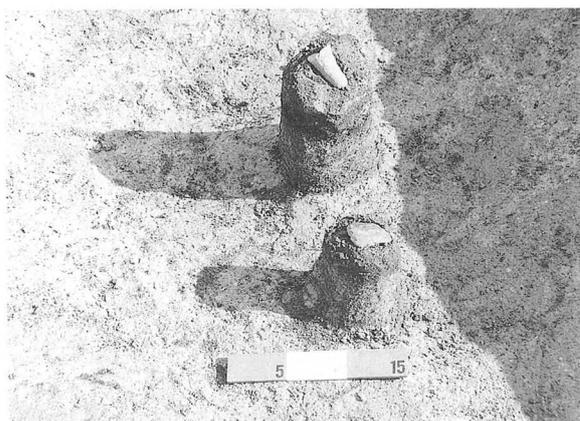
1034号土坑鋤先出土状況 (南より)



1036号土坑遺物出土状況 (北西より)



1043号土坑 (南西より)



1043号土坑土鈴出土状況 (西より)



1号井戸跡 (南より)



3号井戸跡 (西より)



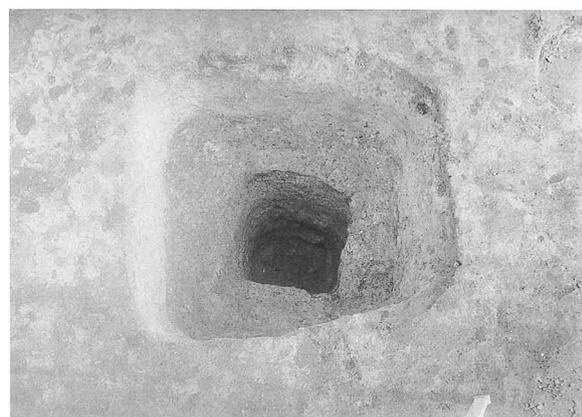
4号井戸跡 (西より)



5号井戸跡（西より）



5号井戸跡土層断面（南より）



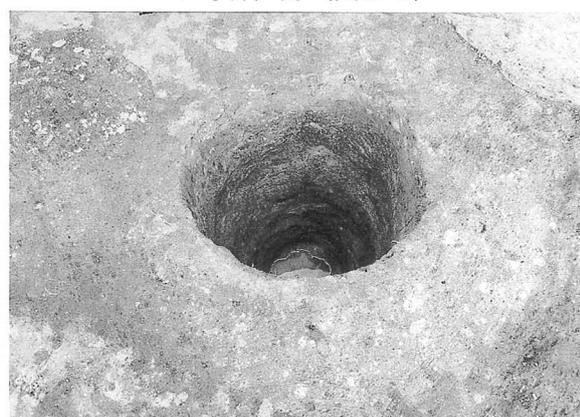
6号井戸跡（北西より）



7号井戸跡（西より）



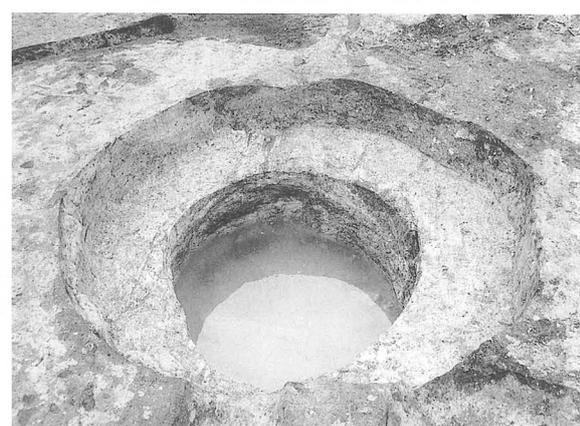
8号井戸跡（西より）



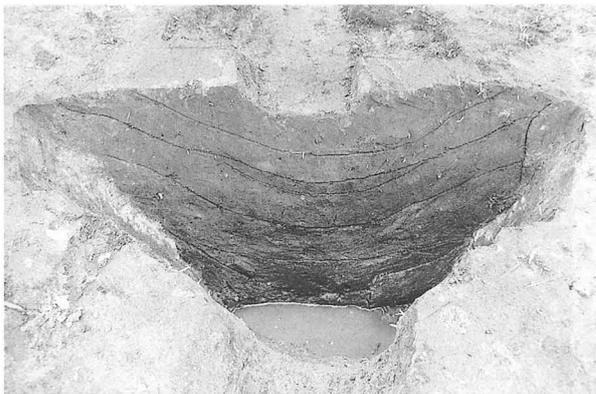
9号井戸跡（西より）



10号井戸跡（西より）



10号井戸跡掘り方（西より）



10号井戸跡土層断面 (西より)



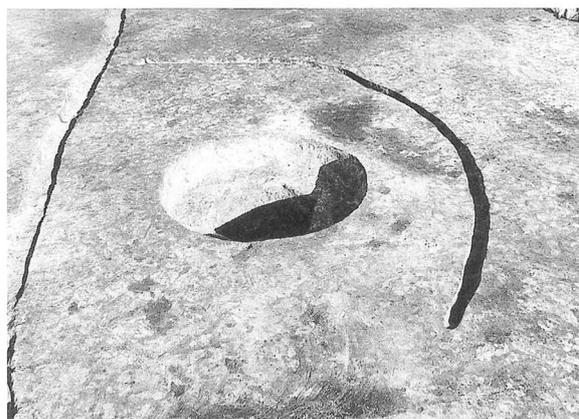
10号井戸跡木製品出土状況 (西より)



10号井戸跡木製品出土状況 (西より)



11号井戸跡 (西より)



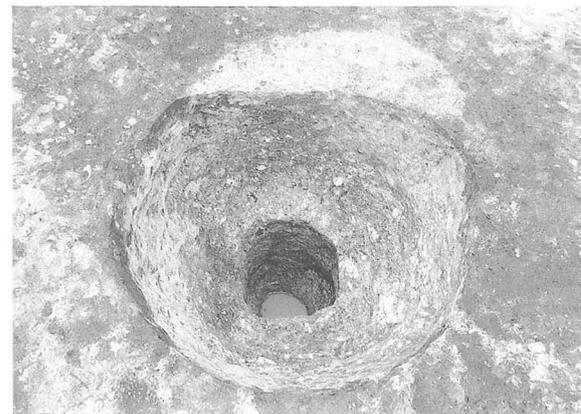
12号井戸跡 (西より)



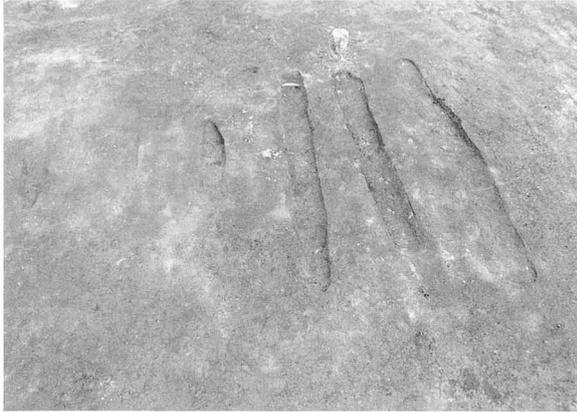
13号井戸跡 (西より)



14号井戸跡 (南より)



15号井戸跡 (南西より)



5号耕作跡（西より）



7号耕作跡（西より）



9号耕作跡（西より）



20号焼土跡（南東より）



70号焼土跡（西より）



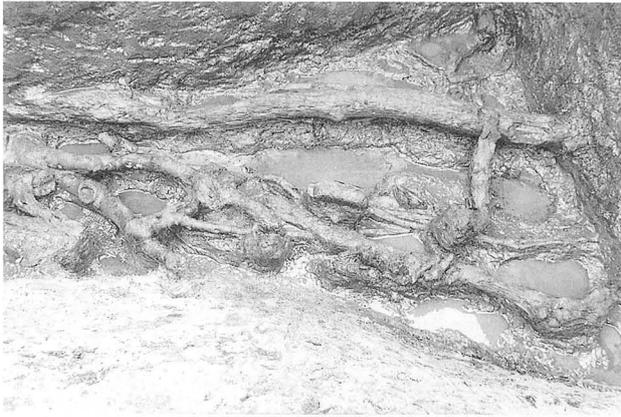
70号焼土跡範囲（東より）



170号溝跡（東より）



170号溝跡（西より）



170号溝跡木材出土（北より）



170号溝跡木材出土状況（北より）



170号溝跡木製椀出土状況（東より）



170号溝跡木製品出土状況（北より）



170号溝跡木槽出土状況（南より）



170号溝跡曲物出土状況（南より）



170号溝跡板材出土状況（南より）



170号溝跡・調査区東壁面（西より）



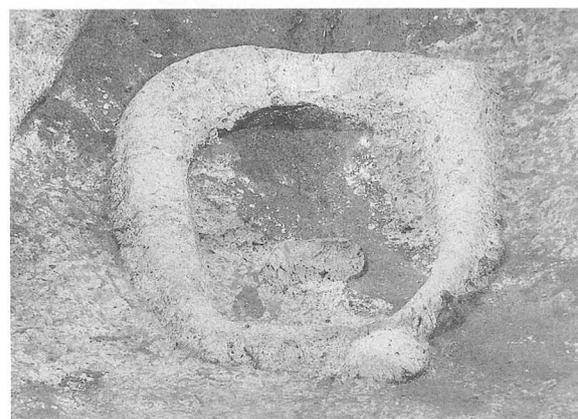
1号円形周溝遺構（東より）



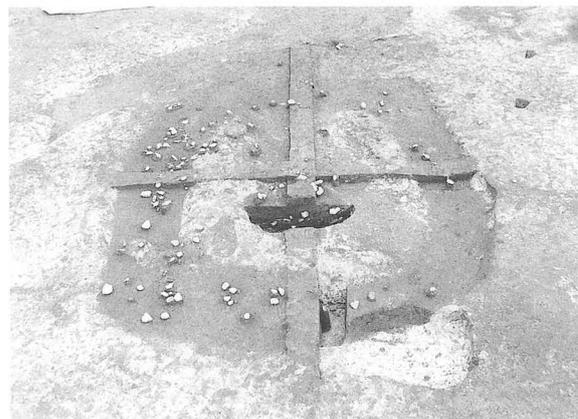
1号円形周溝遺構南側土層断面（西より）



1号円形周溝遺構西側土層断面（南より）



2号円形周溝遺構（東より）



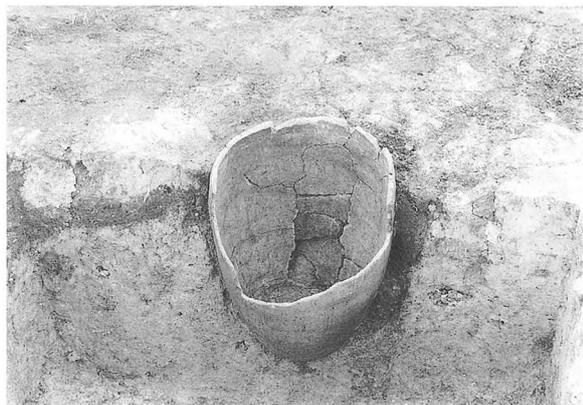
2号円形周溝遺構遺物出土状況（東より）



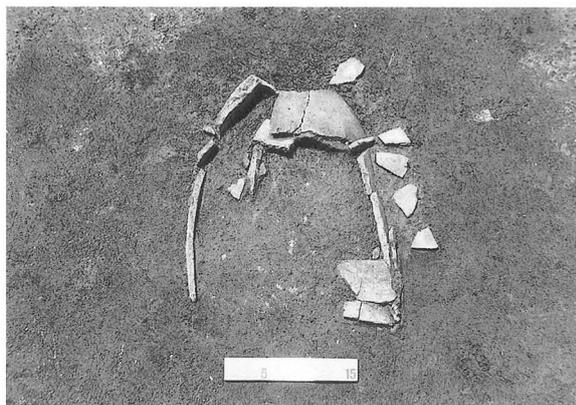
2号円形周溝遺構土坑土層断面（西より）



1号埋設土器出土状況（南より）



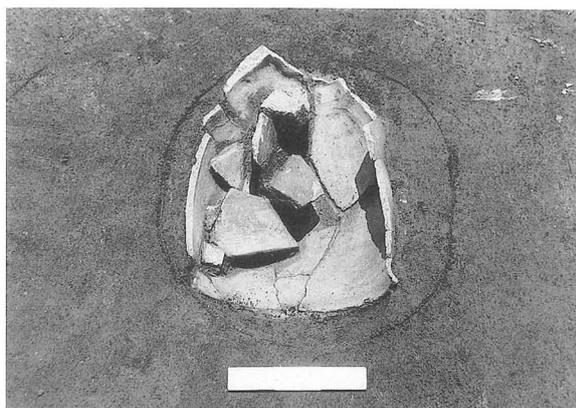
1号埋設土器出土状況（南より）



2号埋設土器出土状況（西より）



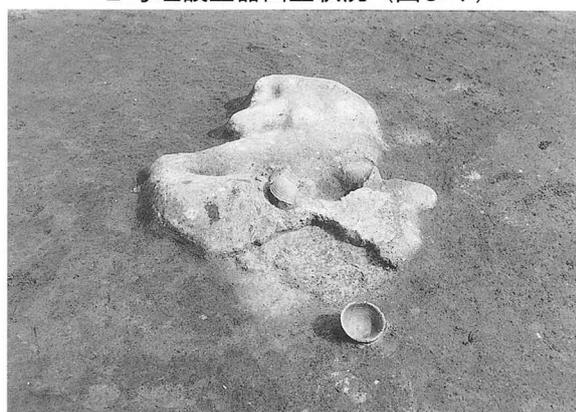
2号埋設土器出土状況（南より）



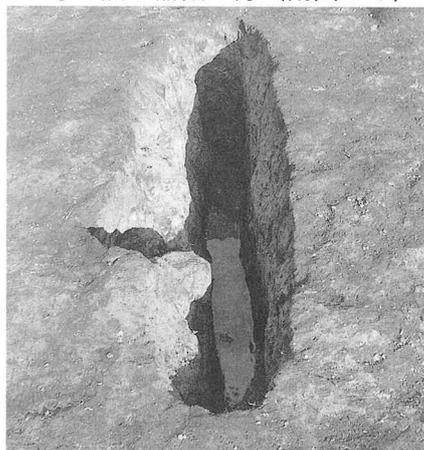
2号埋設土器出土状況（西より）



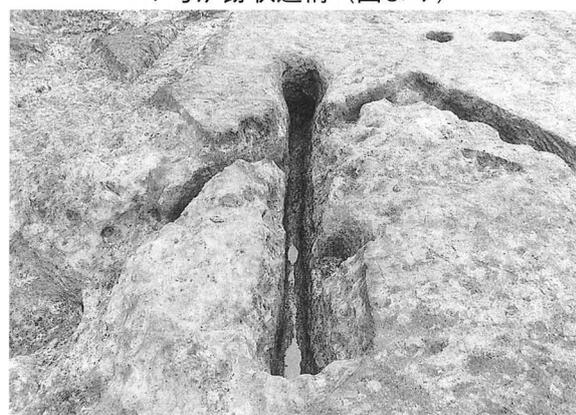
2号埋設土器掘り方（南西より）



1号炉跡状遺構（西より）



1号Tピット（西より）



2号Tピット（東より）



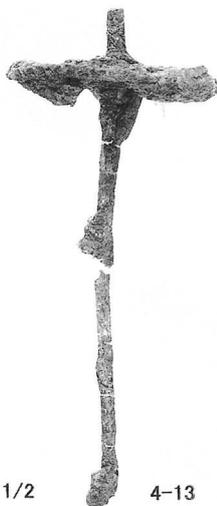
2-1



3-1



3-7



1/2

4-13

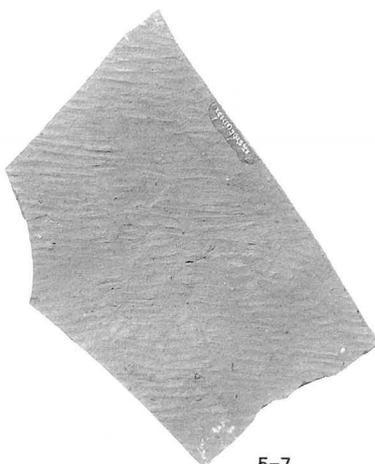
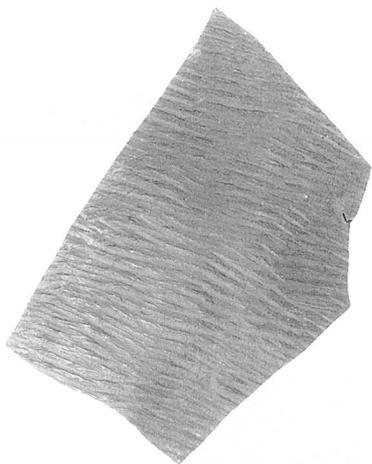


3-6



4-14

1/2



5-7



8-12



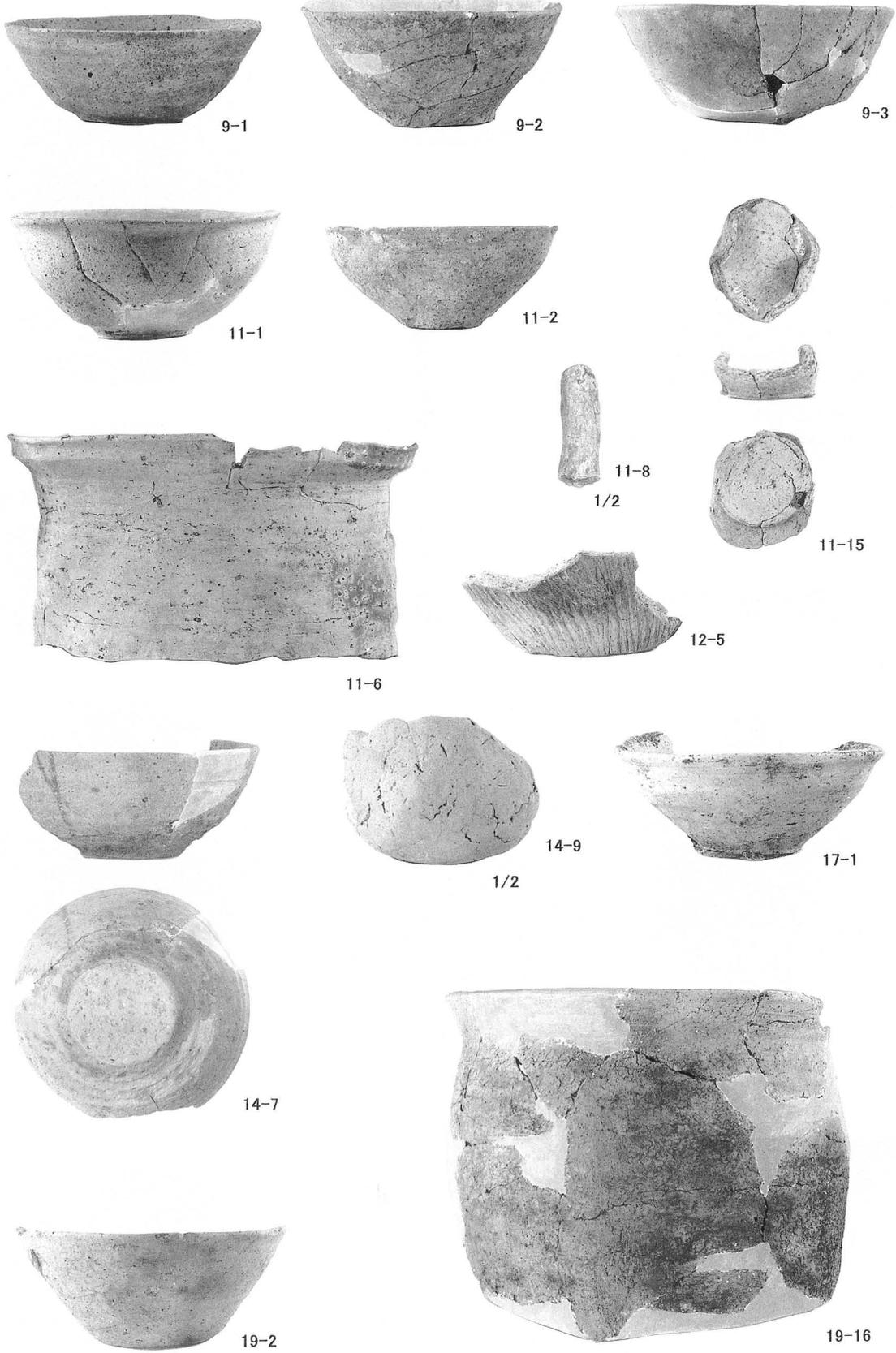
8-18

1/2



7-4

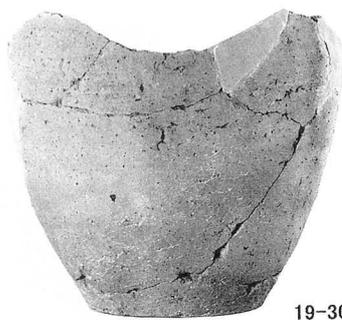
建物跡出土遺物 (1)



建物跡出土遺物 (2)



19-15



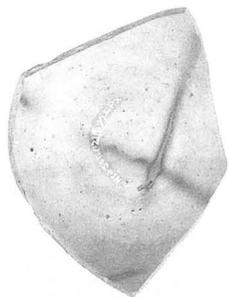
19-30



19-32



20-5



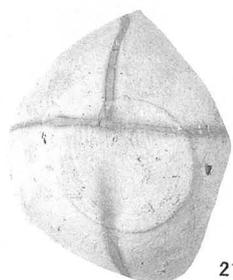
21-3



21-6



21-4



21-3



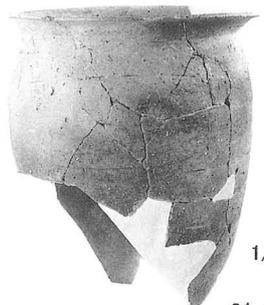
21-9 1/6



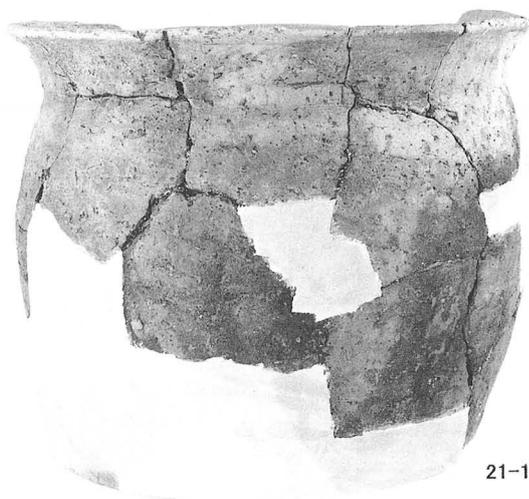
21-8



1/6
21-10

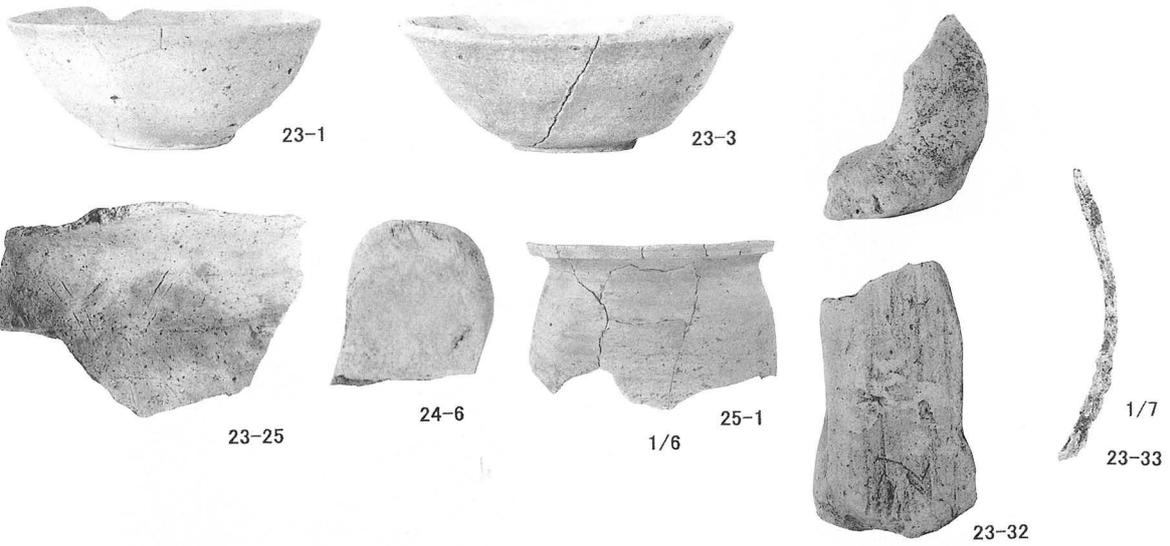
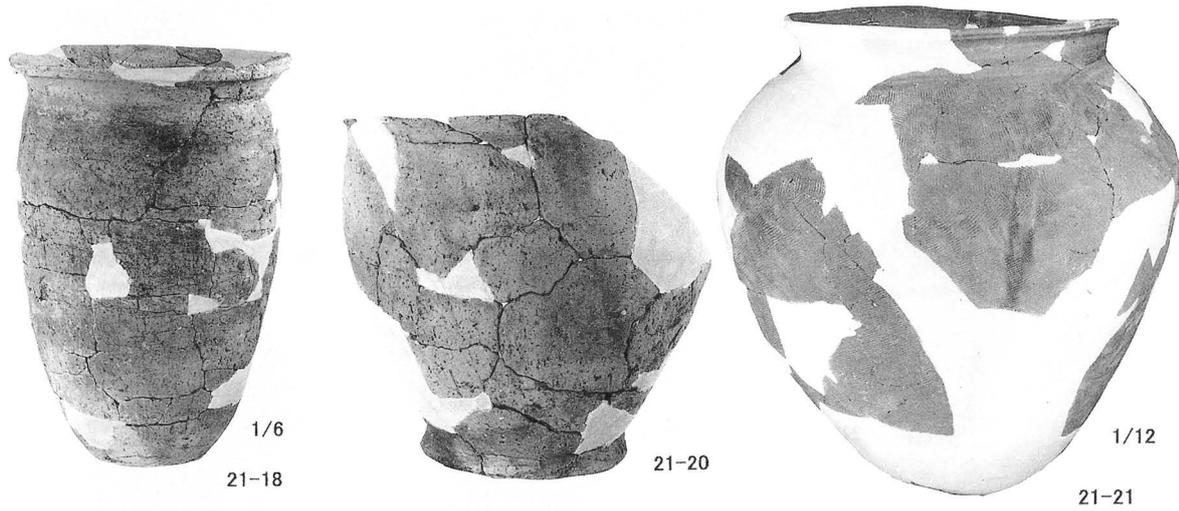
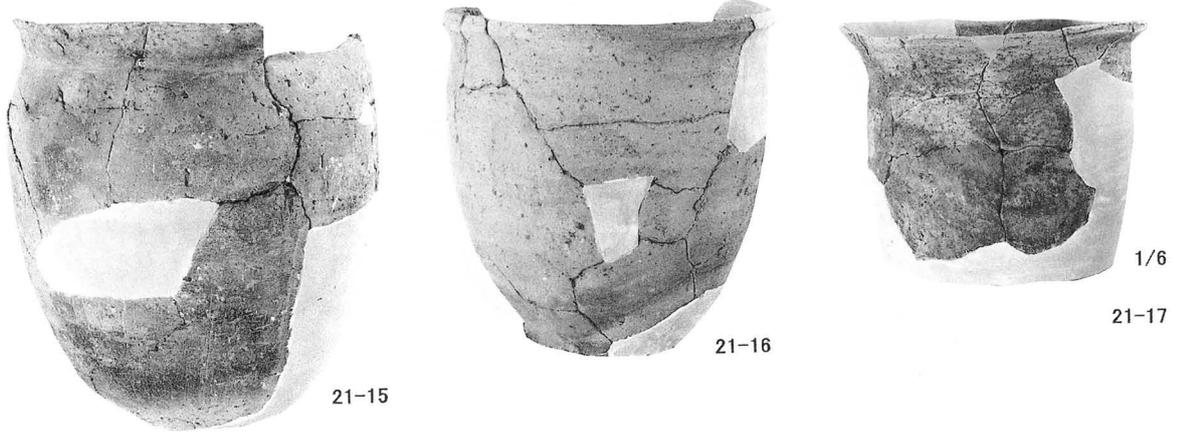


1/6
21-11

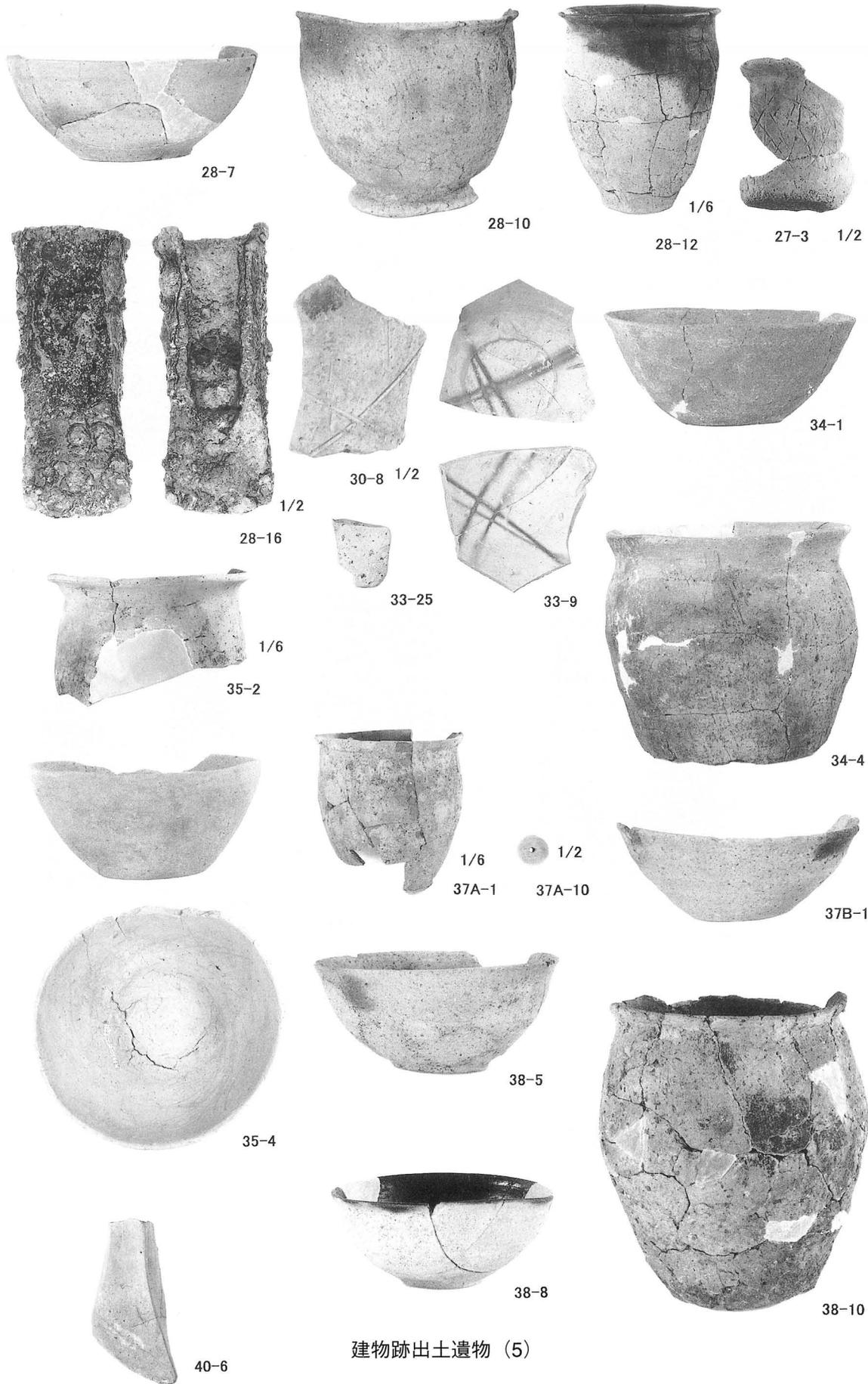


21-13

建物跡出土遺物 (3)



建物跡出土遺物 (4)



建物跡出土遺物 (5)



42-3



42-4



42-5



42-7



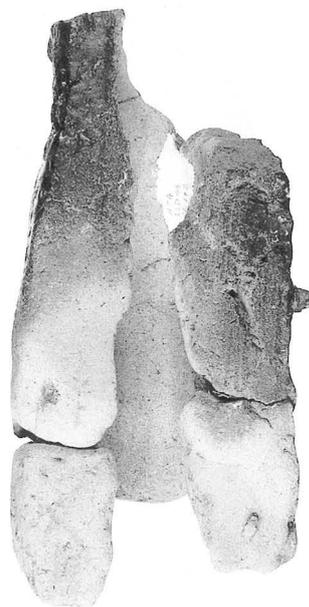
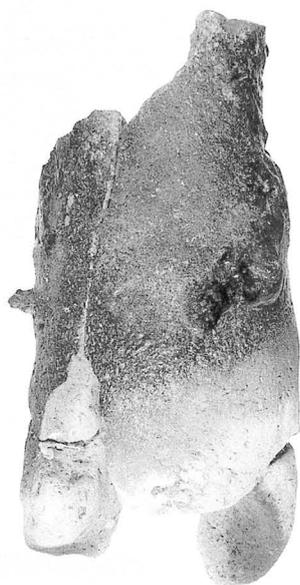
42-10



42-34

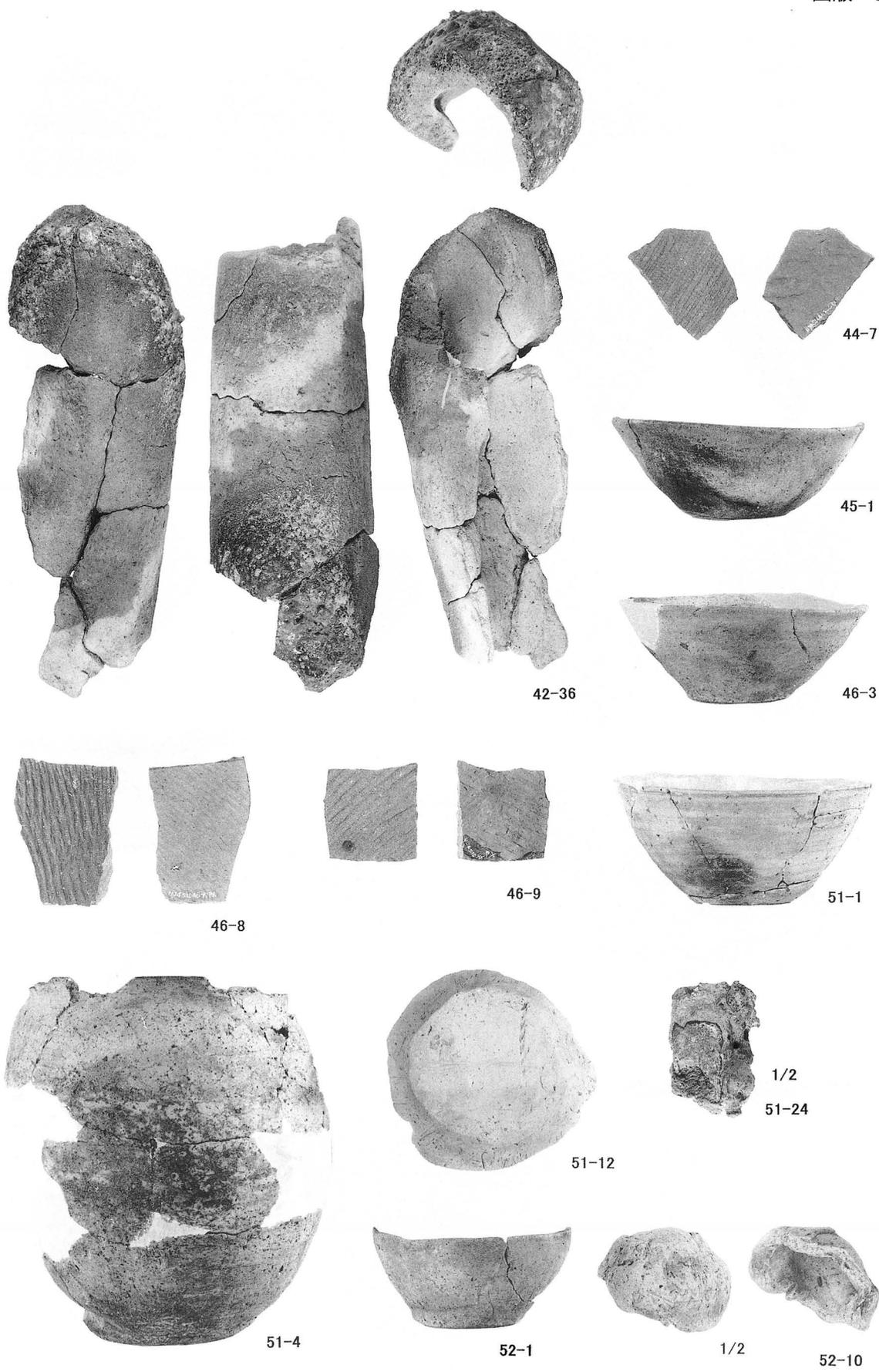


42-23

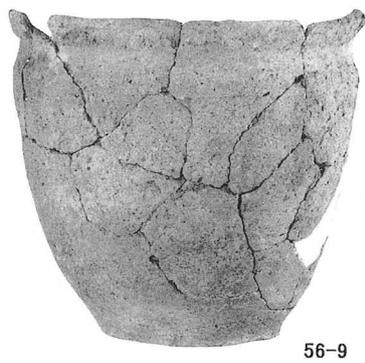
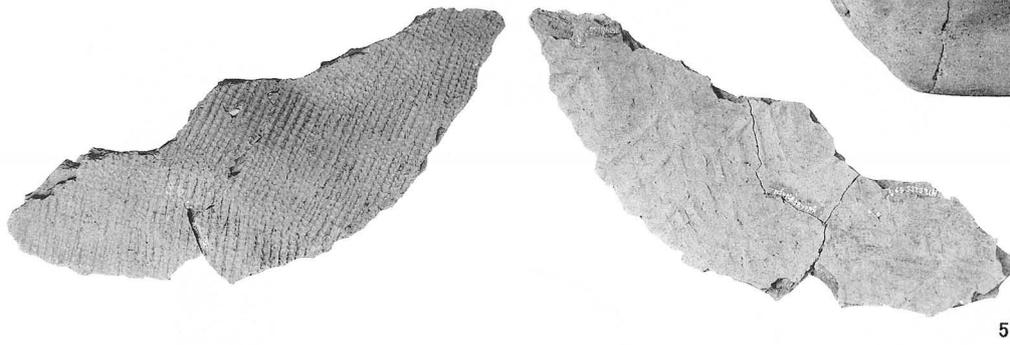
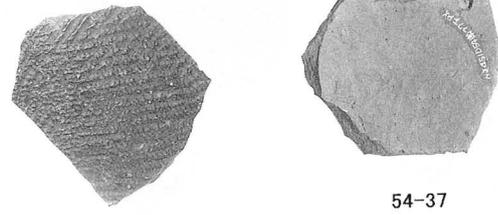
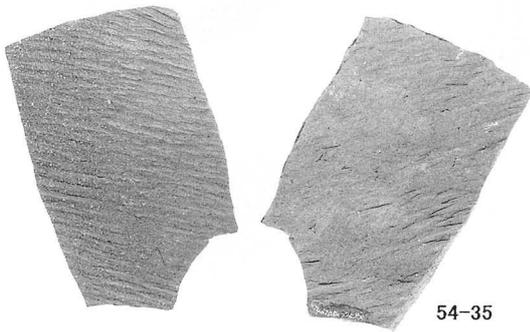
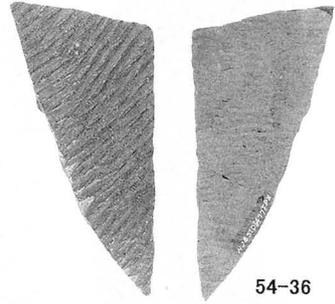
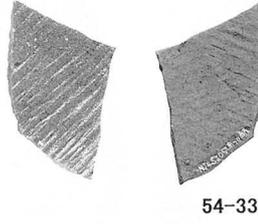
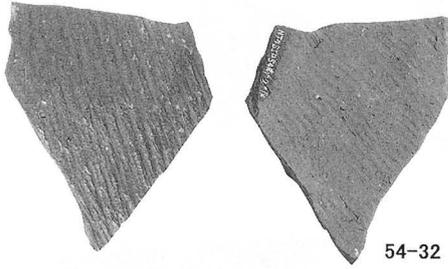
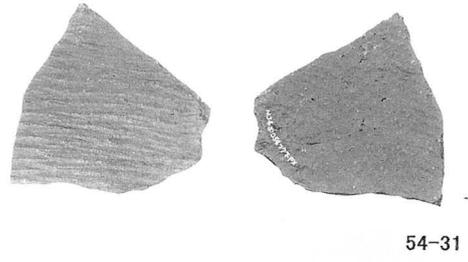
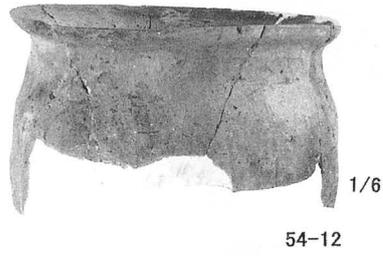


42-35

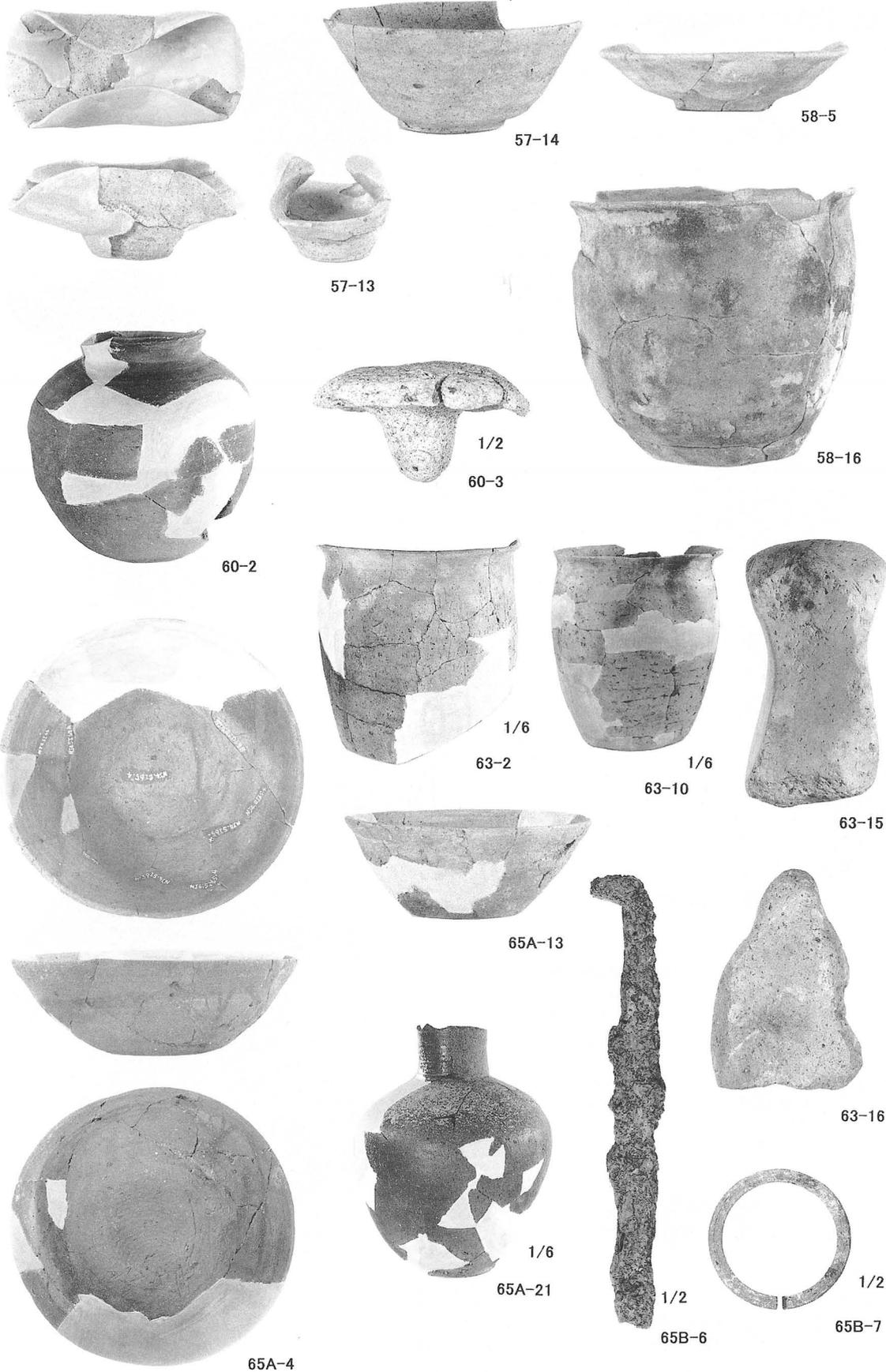
建物跡出土遺物 (6)



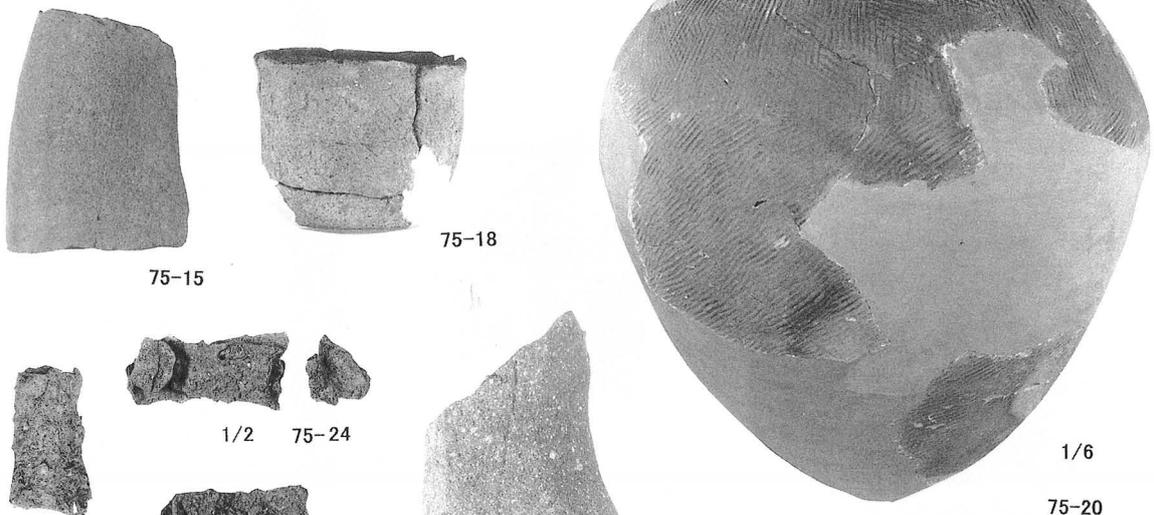
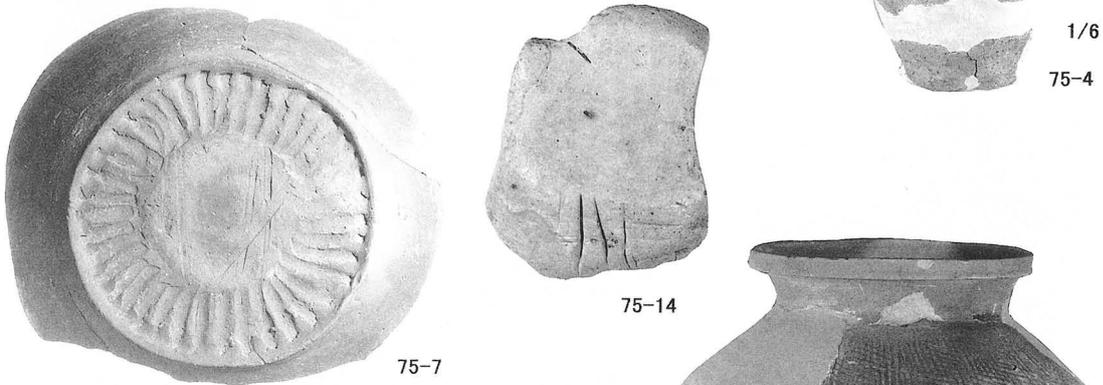
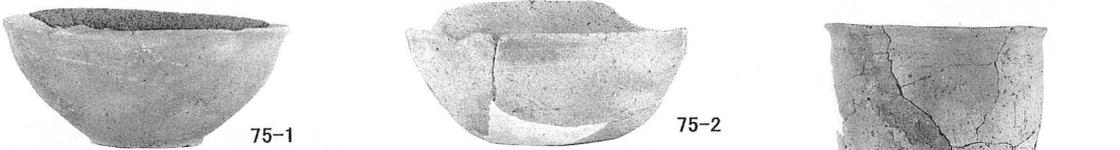
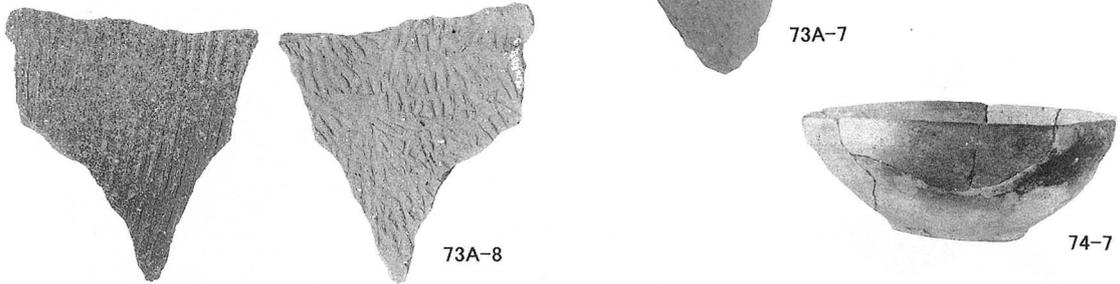
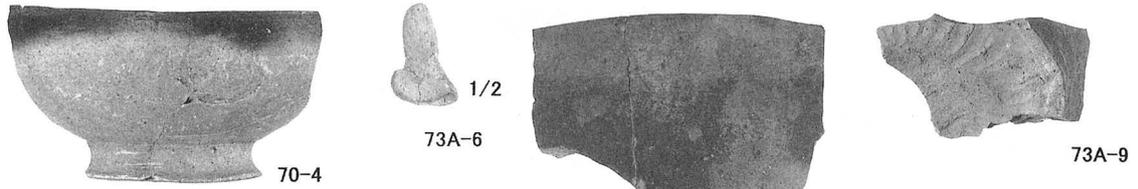
建物跡出土遺物 (7)



建物跡出土遺物 (8)



建物跡出土遺物 (9)



建物跡出土遺物 (10)



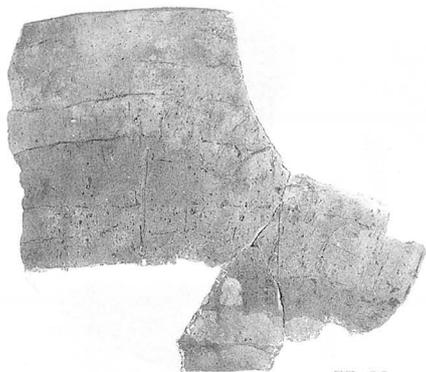
75-27



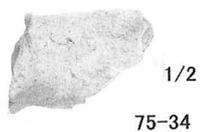
75-28



75-30



75-32



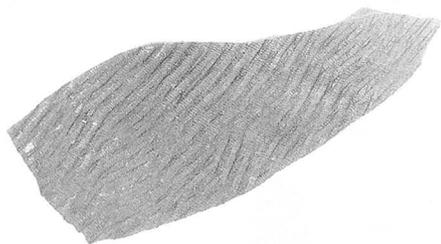
1/2
75-34



75-42



1/2
75-41



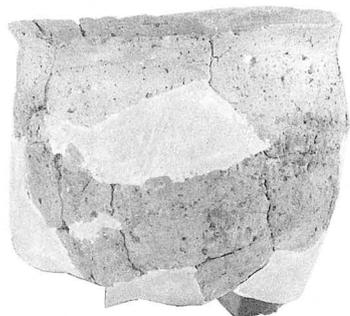
75-38



76-1



78-2



78-6

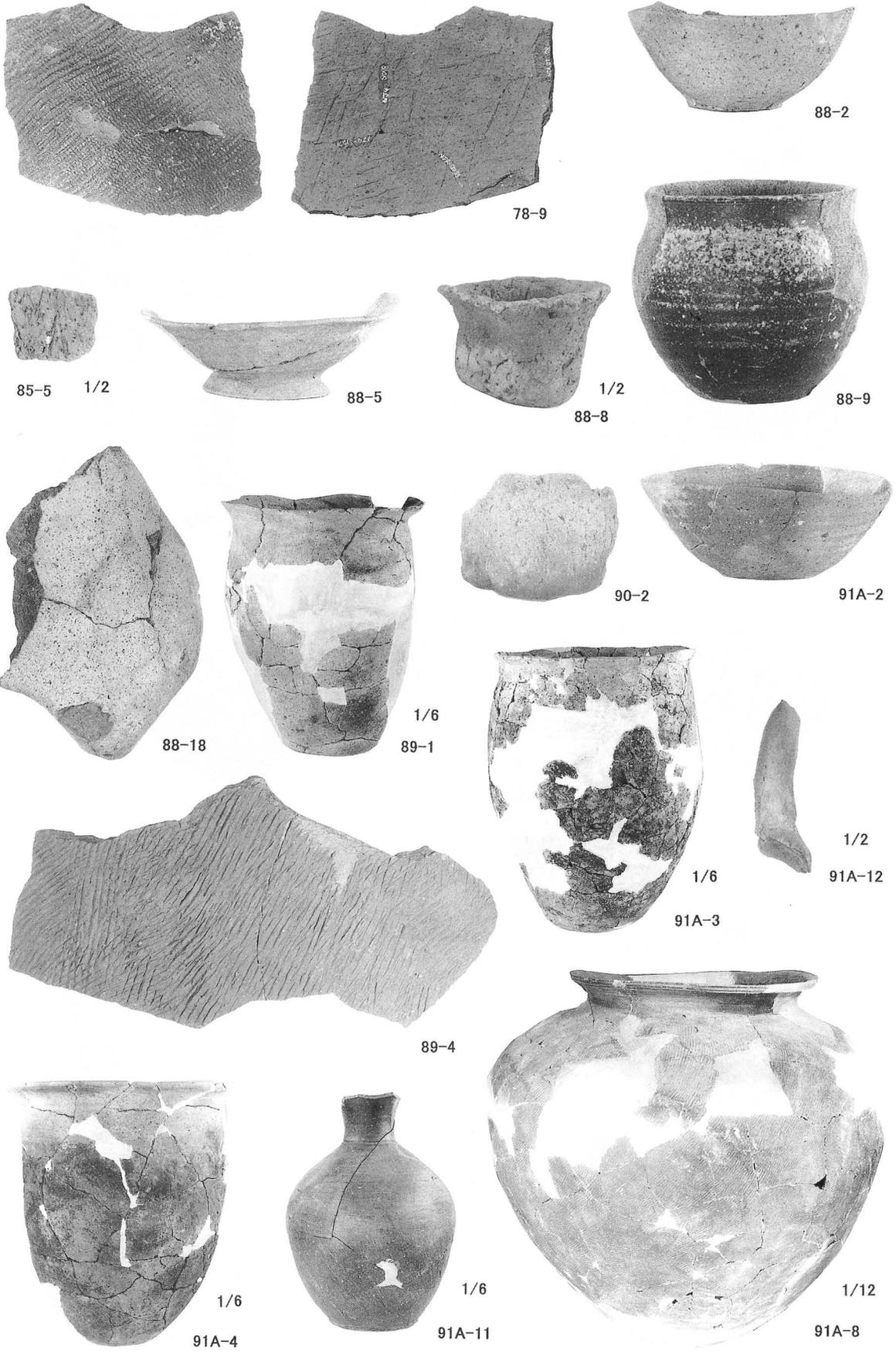


1/2
78-10

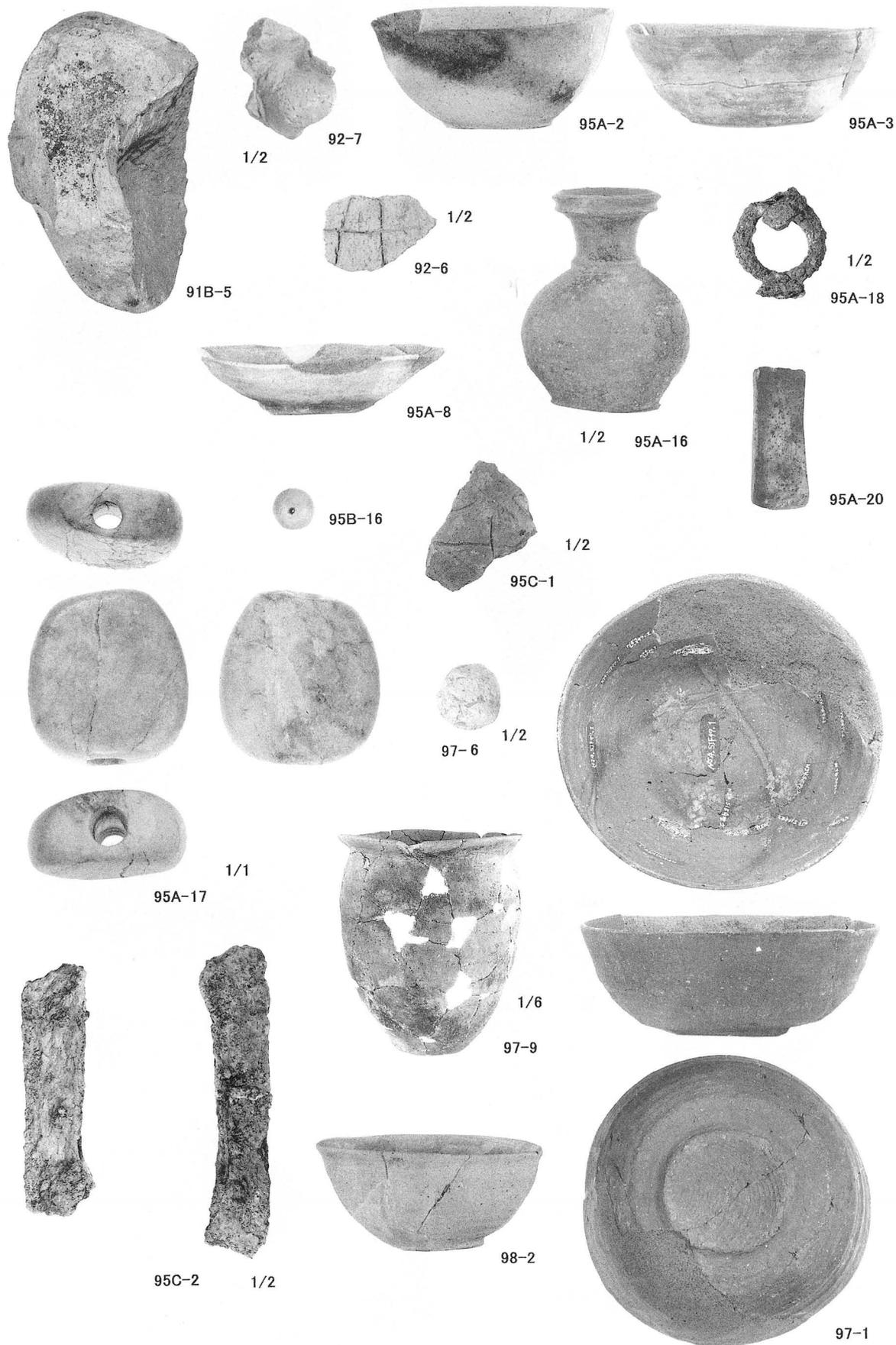


78-3

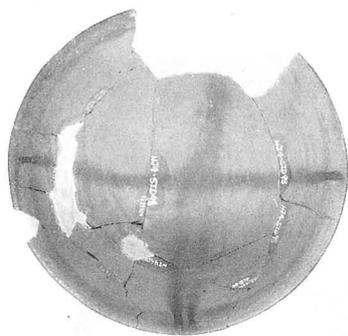
建物跡出土遺物 (11)



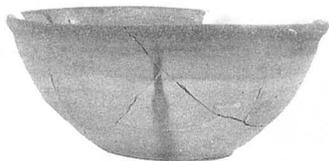
建物跡出土遺物 (12)



建物跡出土遺物 (13)



98-7



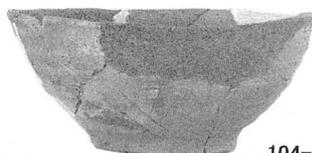
100-6



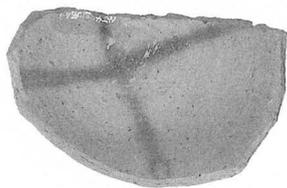
98-4



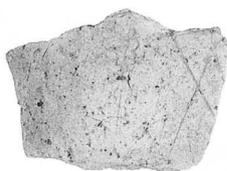
103-4



104-1

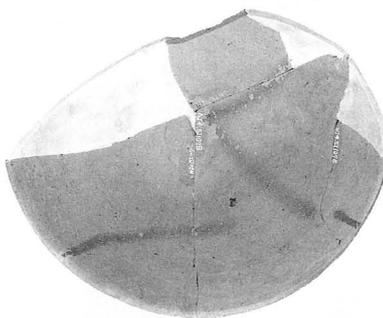


98-5



1/2

103-2



1/6

104-2



1/2

105A-4



106-7

1/2



107B-4

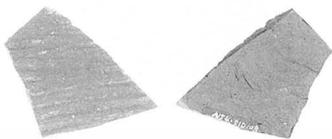


107B-1

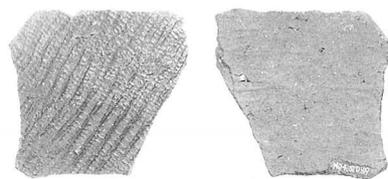
建物跡出土遺物 (14)



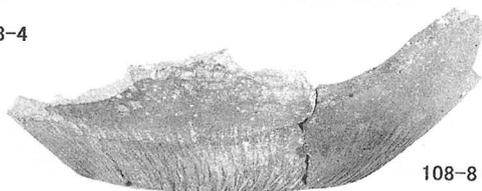
108-4



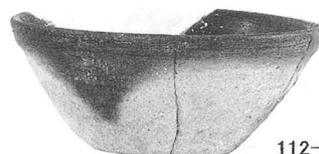
108-7



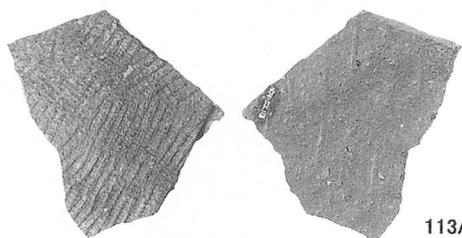
109-17



108-8



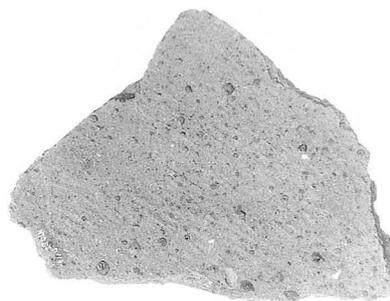
112-1



113A-4



113A-8



113A-20



113A-25



113A-26



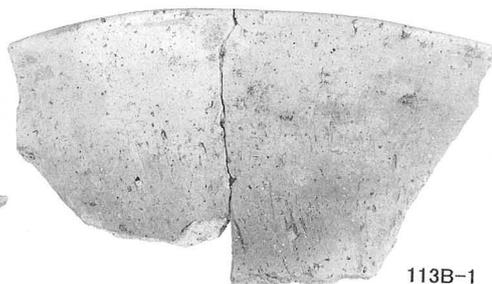
113A-24



113A-7



114-2



113B-1

建物跡出土遺物 (15)



117-1



117-6



117-8



117-9



117-10



117-11

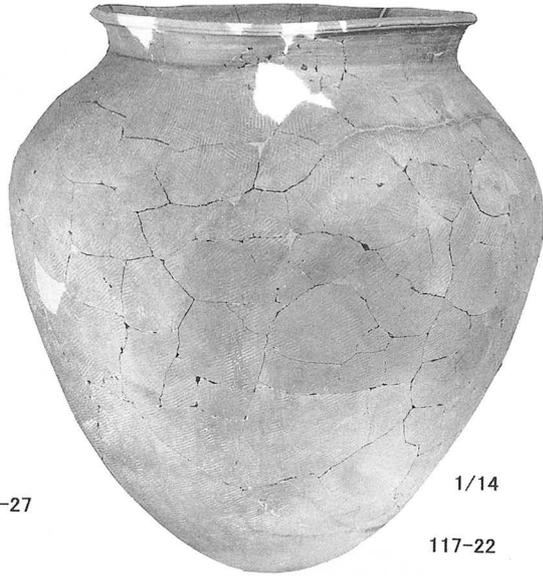


117-12



1/2

117-15



1/14

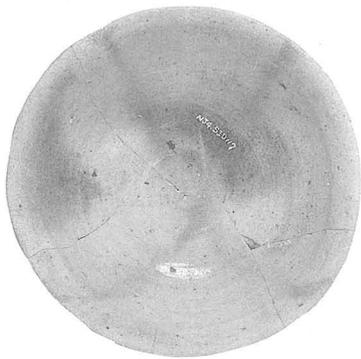
117-22



117-21



117-27



117-35



1/2

117-26



117-30



117-28



117-29



1/2

117-37



1/2

117-40



117-41

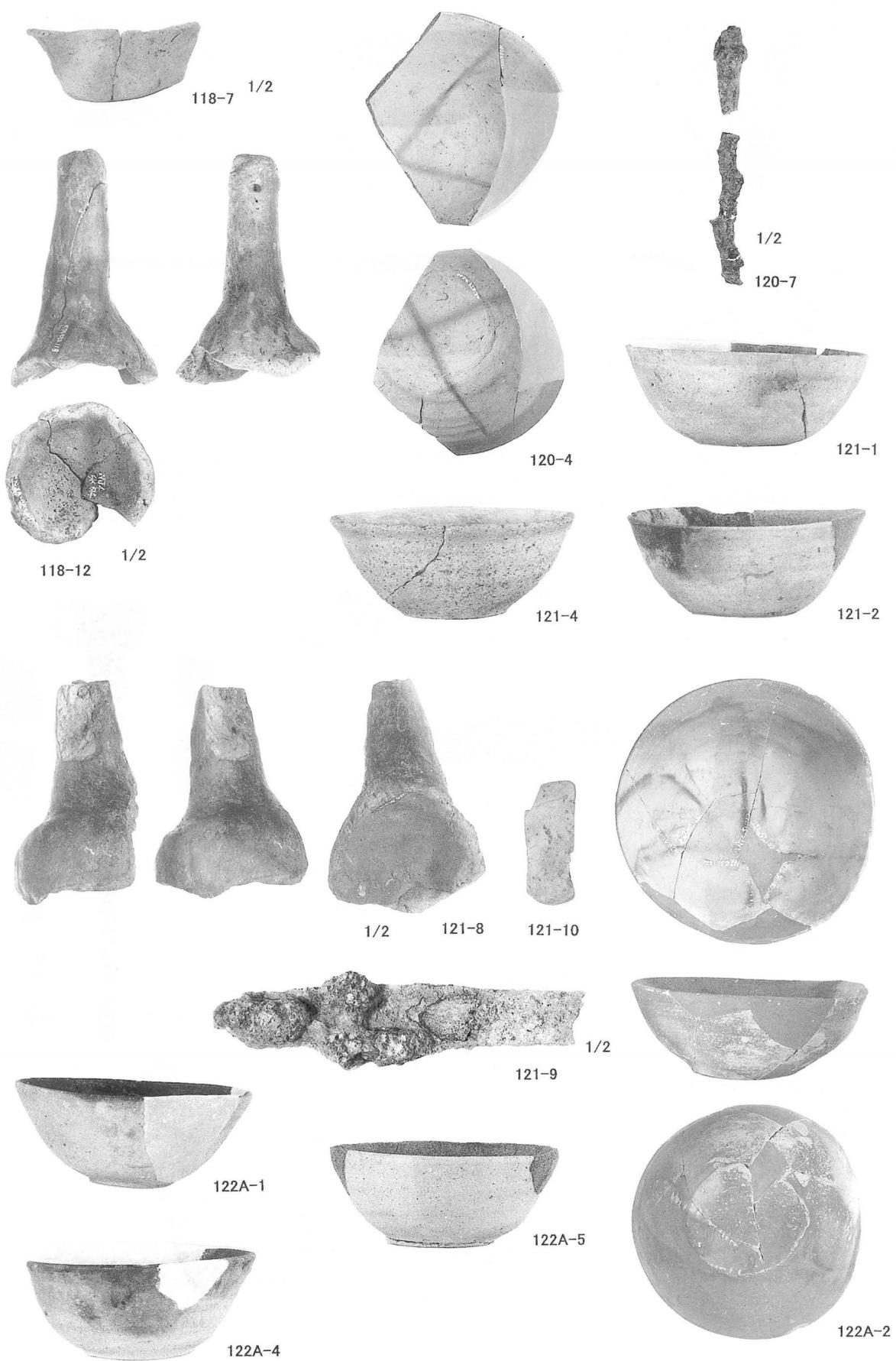
1/2



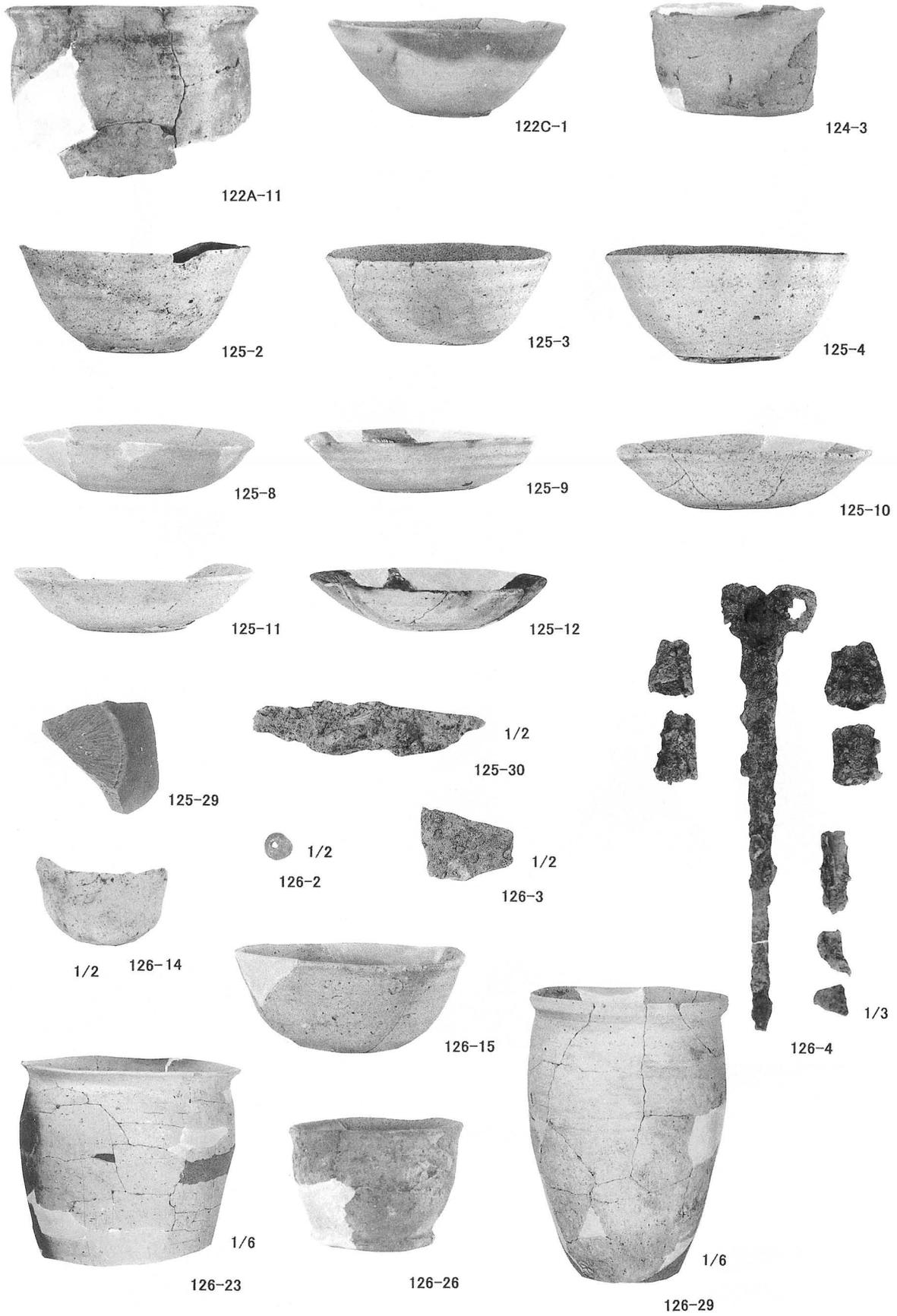
117-42

1/2

建物跡出土遺物 (16)



建物跡出土遺物 (17)



建物跡出土遺物 (18)

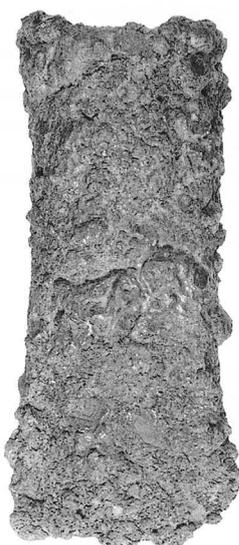


1/6

126-31



126-45



126-44 1/2



127-4



127-5



127-6



127-1



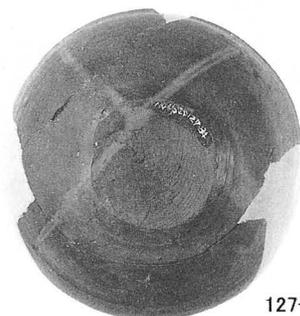
127-7



127-11



127-12



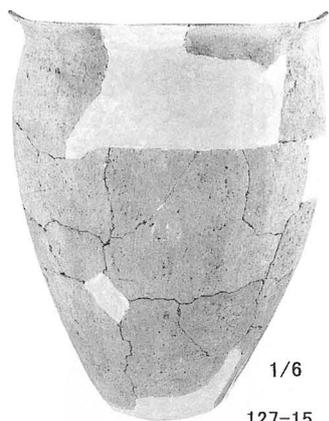
127-10



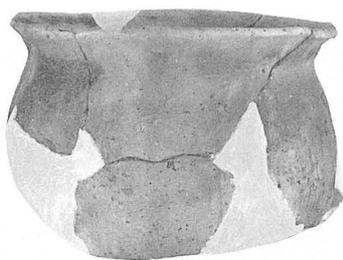
1/2

127-18

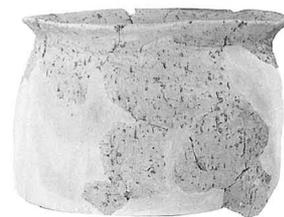
建物跡出土遺物 (19)



1/6
127-15



127-17



1/6
127-18



1/6
127-20



1/6
127-22



127-28



127-32



127-34



1/2
128-5



129-1



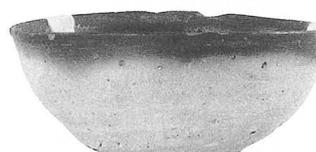
129-3



129-7



129-4



129-6

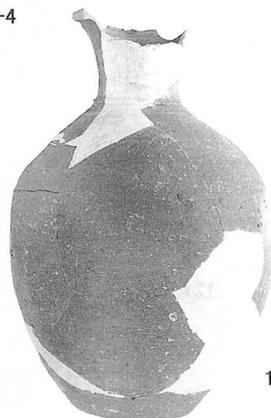


1/6
129-13



1/6

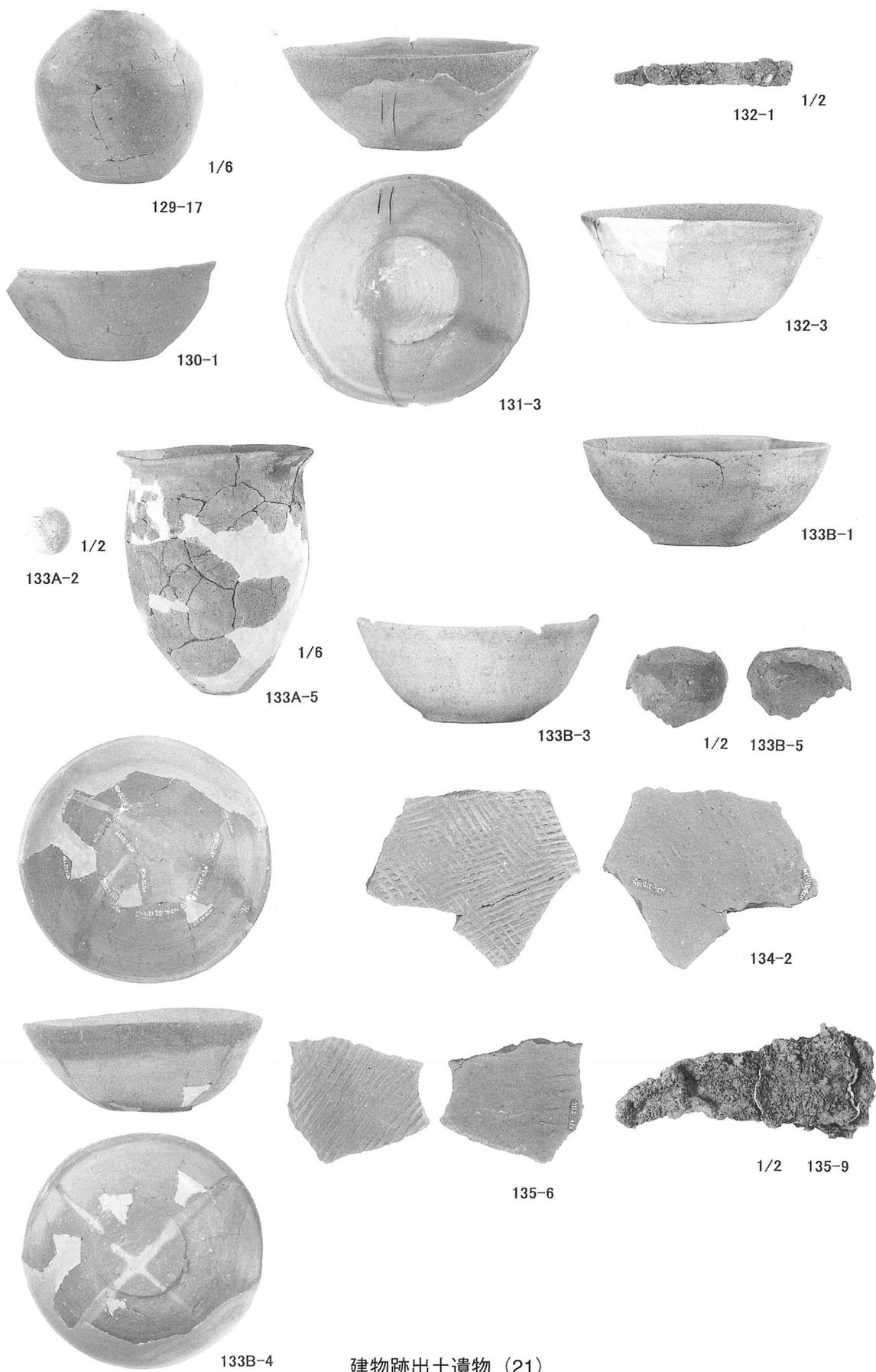
129-15



1/6

129-16

建物跡出土遺物 (20)

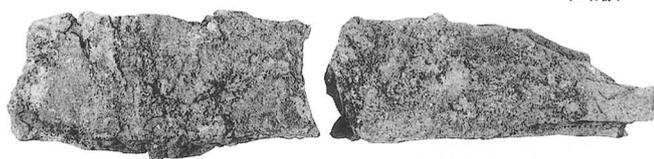


建物跡出土遺物 (21)



1/6

135-4



1/2 136-5



136-4



136-6



136-10



1/2

136-18



137-7



1/6

137-11



1/6

137-12



136-19

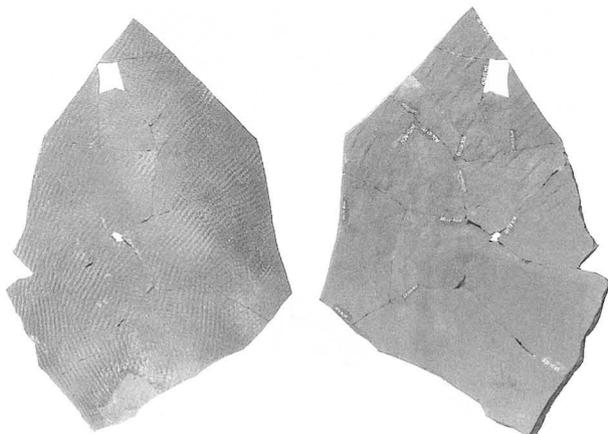


137-13



1/2

136-17



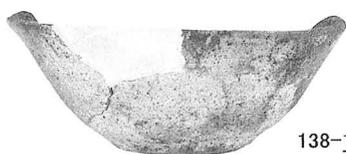
137-10



1/2 137-14

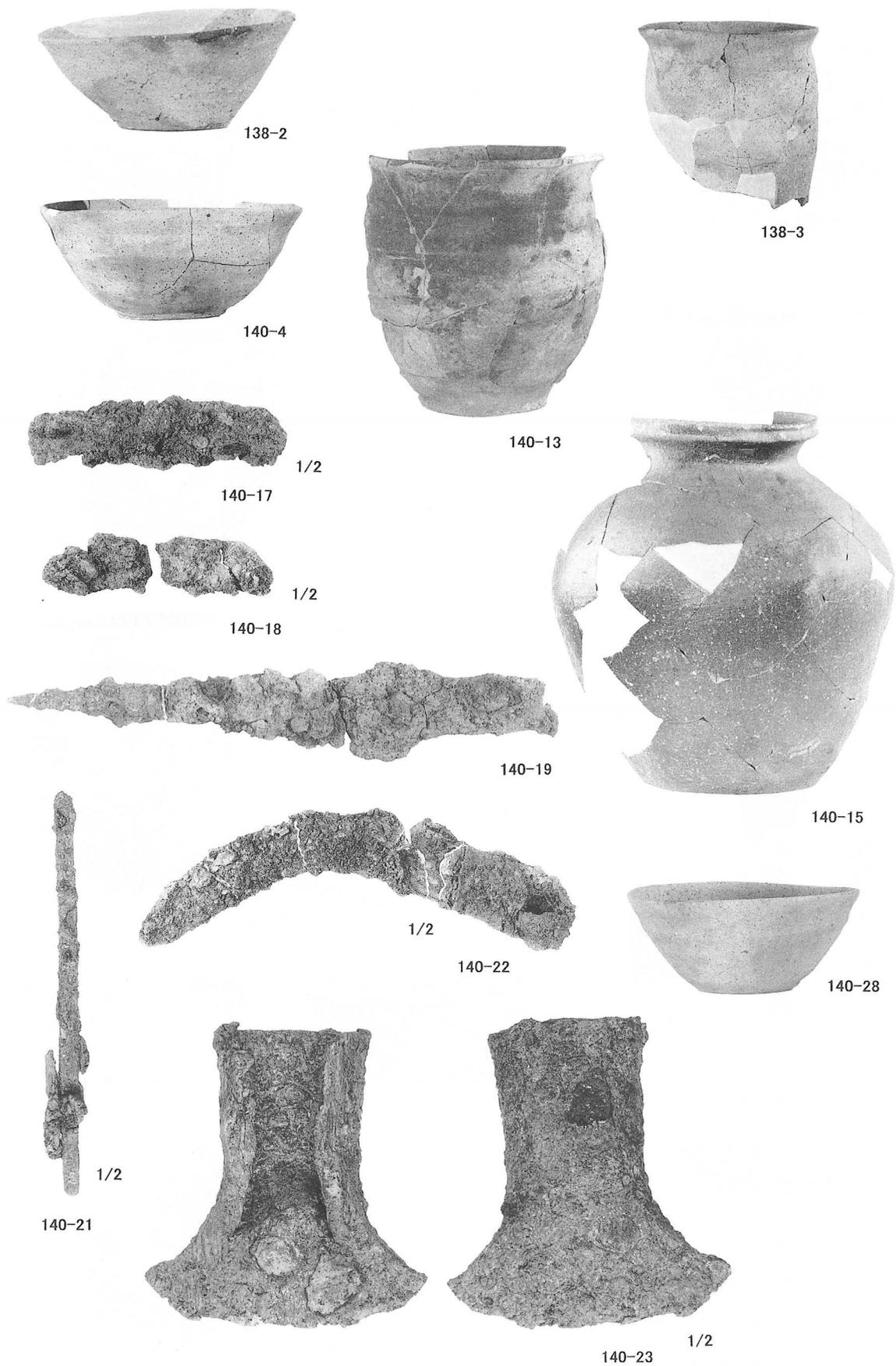


137-15



138-1

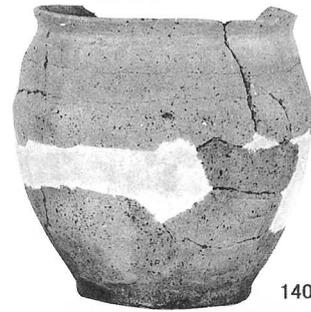
建物跡出土遺物 (22)



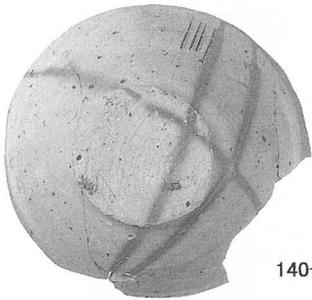
建物跡出土遺物 (23)



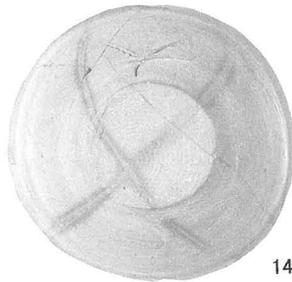
140-39



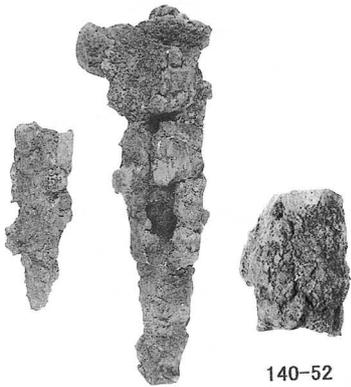
140-40



140-37

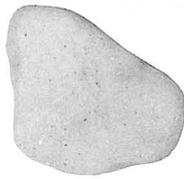


140-38



140-51 1/2

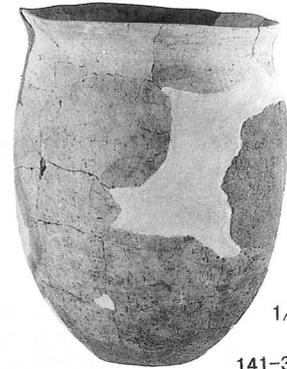
140-52 1/2



140-56



140-55



141-3

1/6



141-18



141-9



1/2

141-30



141-33



141-11



141-20

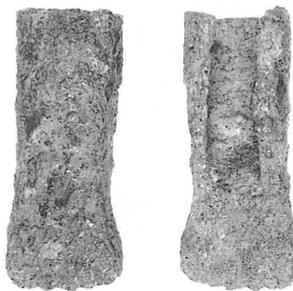
建物跡出土遺物 (24)



146-3

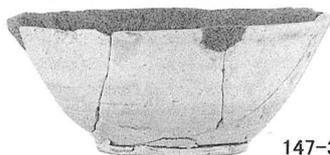


147-1



1/2

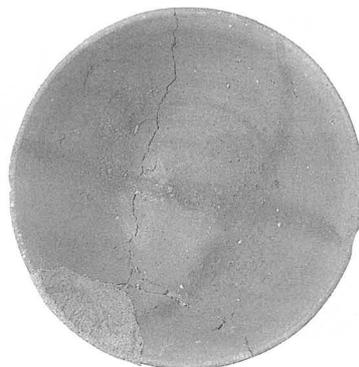
147-2



147-3



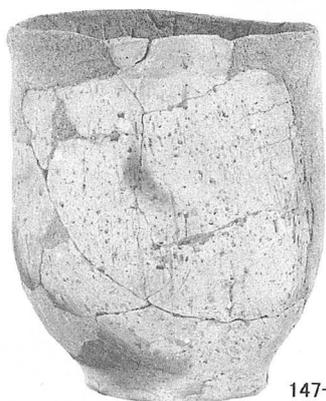
147-8



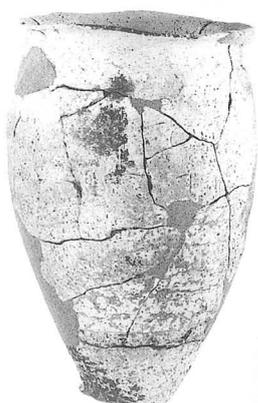
147-6



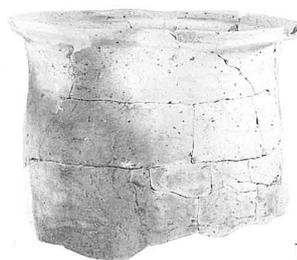
147-5



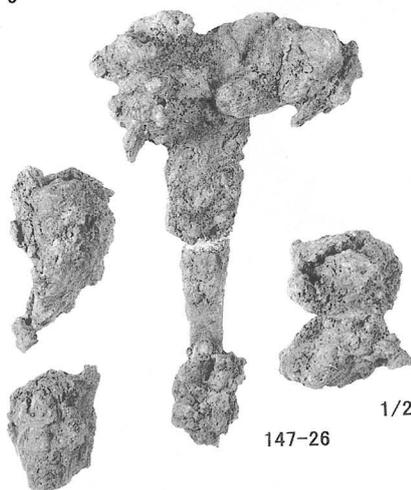
147-9



147-12 1/6



147-15 1/6



147-26 1/2



147-25 1/2

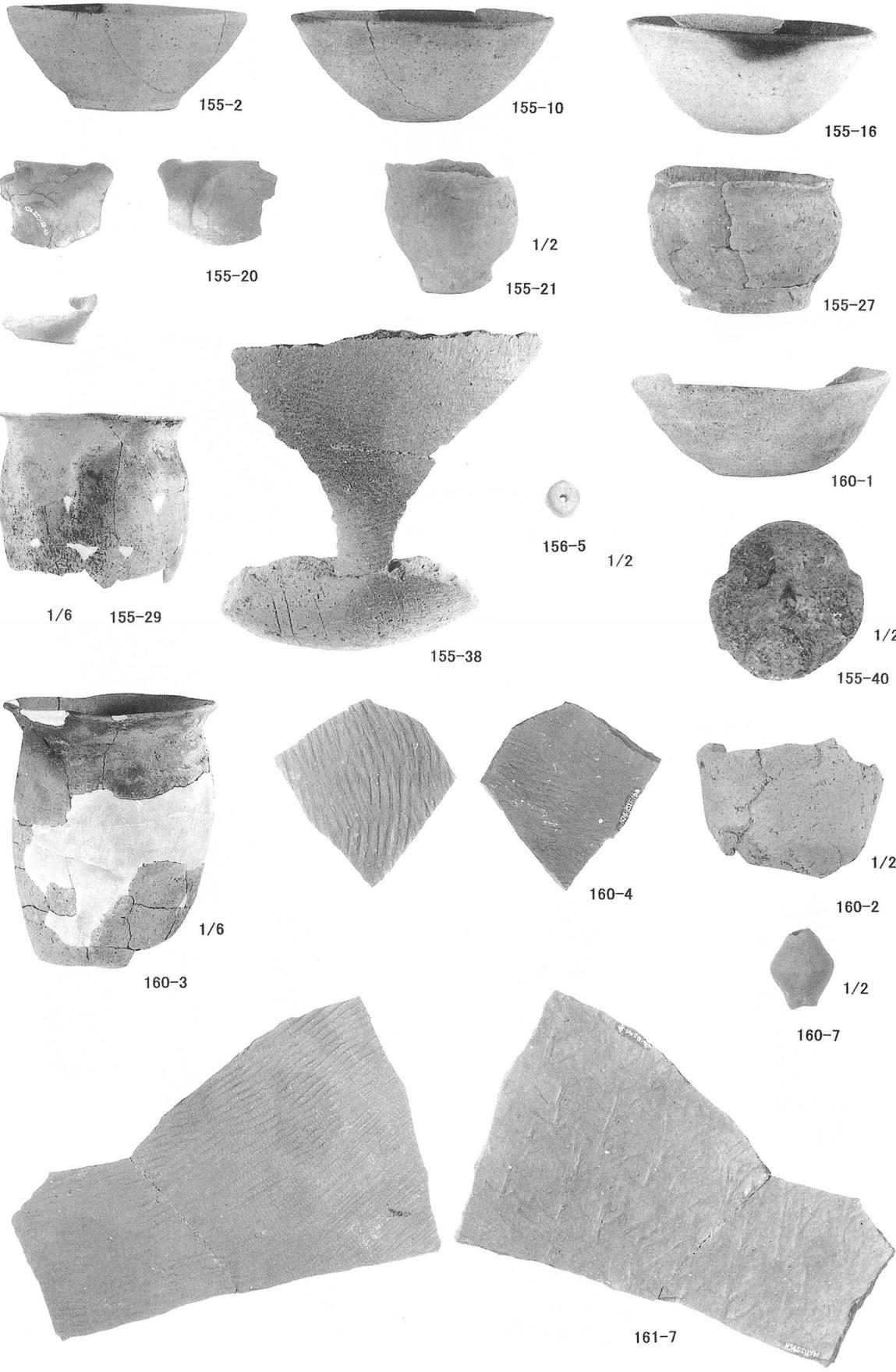


148-1



151-3

建物跡出土遺物 (25)



建物跡出土遺物 (26)



163-7



163-8

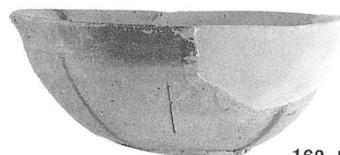


163-9



1/2

165-1



168-5



1/6

168-7



168-10



168-11



1/2

169A-19

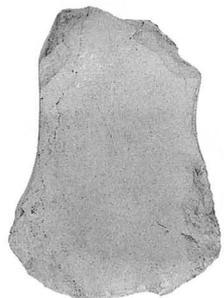


169B-6



1/2

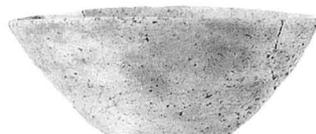
170B-4



170B-10



171-2

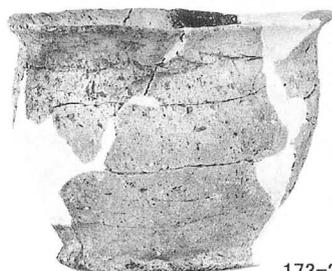


173-5



1/2

173-9



173-20



173-21

建物跡出土遺物 (27)



174A-1



174C-1



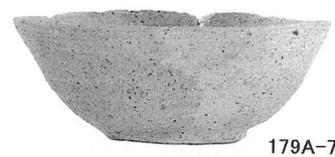
178-6



179A-5



179A-6



179A-7



179A-8



179A-12



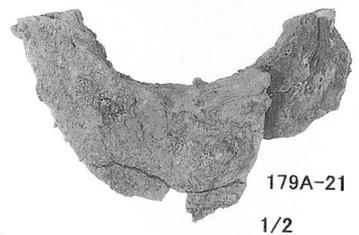
179A-13
1/2



179A-17



179A-18



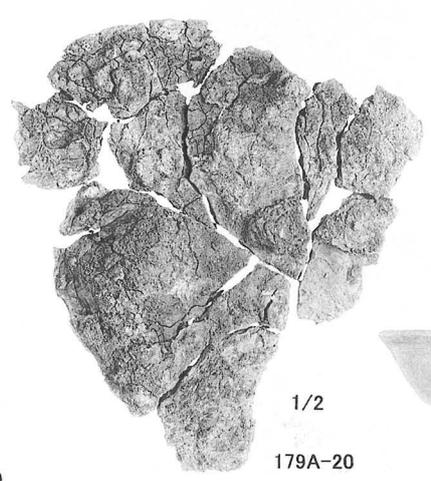
179A-21
1/2



179A-23



179A-19



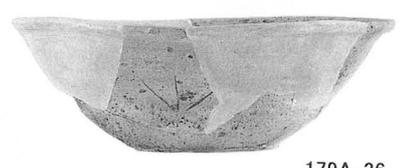
179A-20
1/2



179A-25

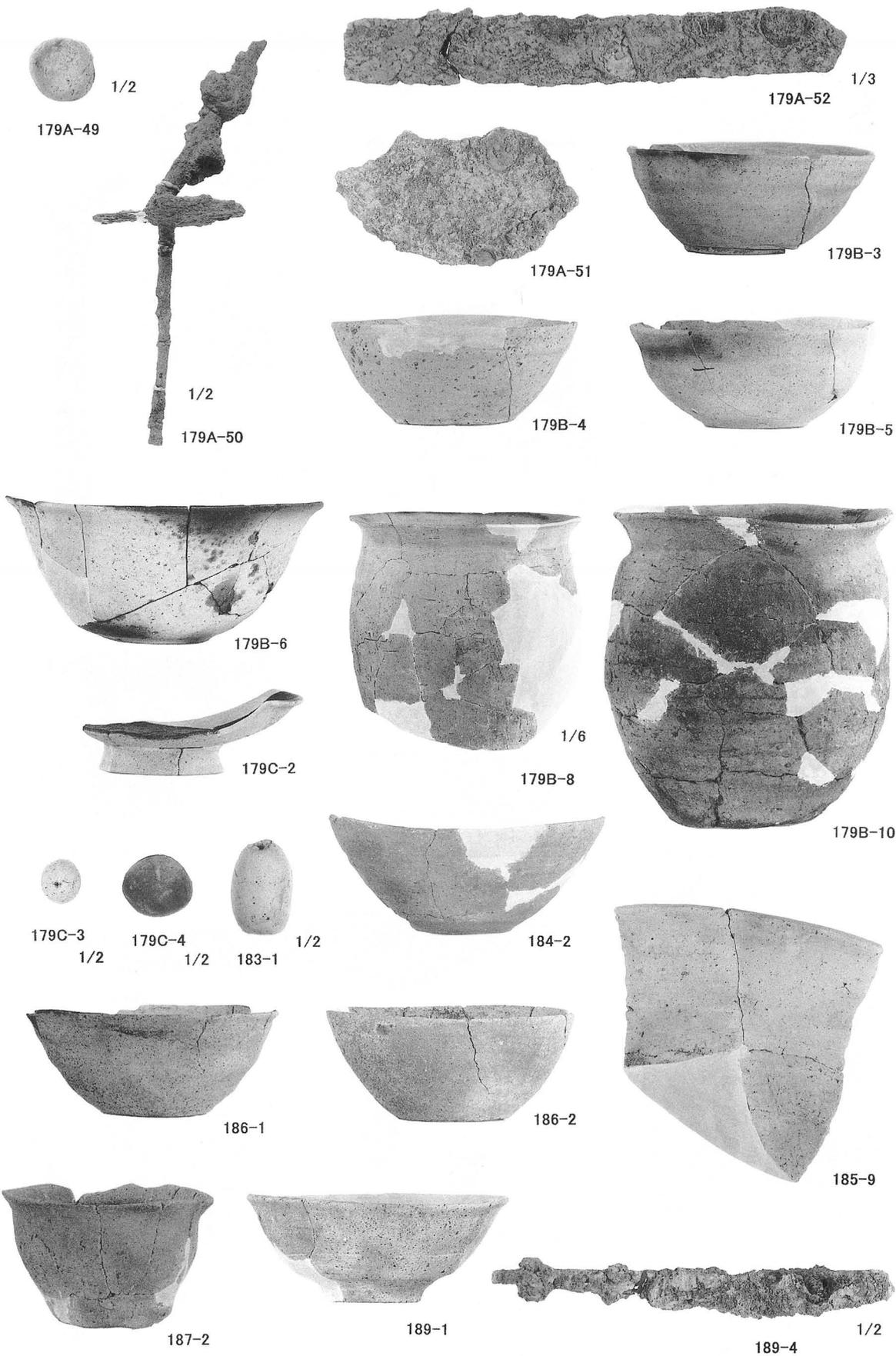


179A-27



179A-36

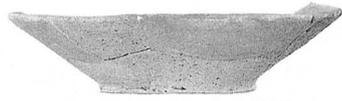
建物跡出土遺物 (28)



建物跡出土遺物 (29)



189-17



190-4



190-7



190-23

1/2

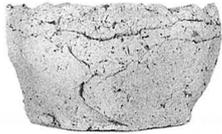


197-1



194-8

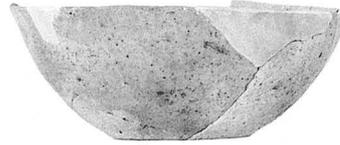
1/2



199-4



199-6

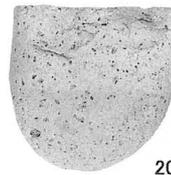


199-1



200A-1

1/2



202-7

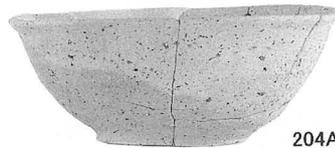


204A-8

1/2



204A-7



204A-9



202-2



204A-10



204B-2

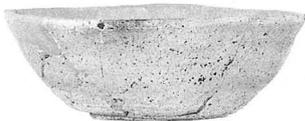
1/2



204A-12



205-12



205-2



206-3

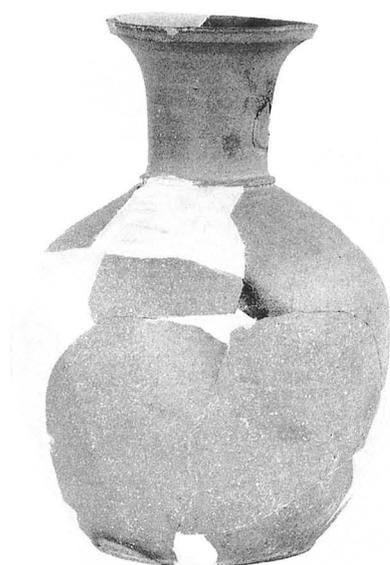


207-3



207-4

建物跡出土遺物 (30)



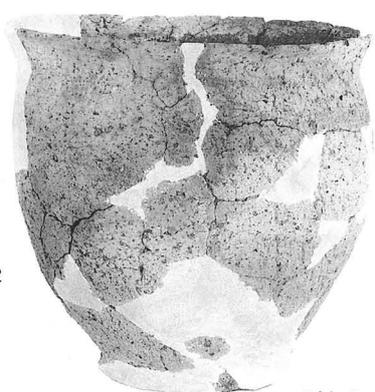
207-10



208-2



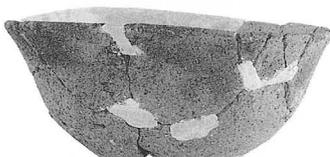
210-4 1/2



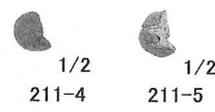
211-2



211-1



211-3



1/2
211-4

1/2
211-5

建物跡出土遺物 (31)



44-1



65-1



118-1



88-2



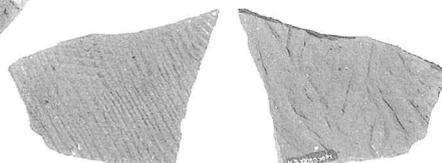
132-5



146-1

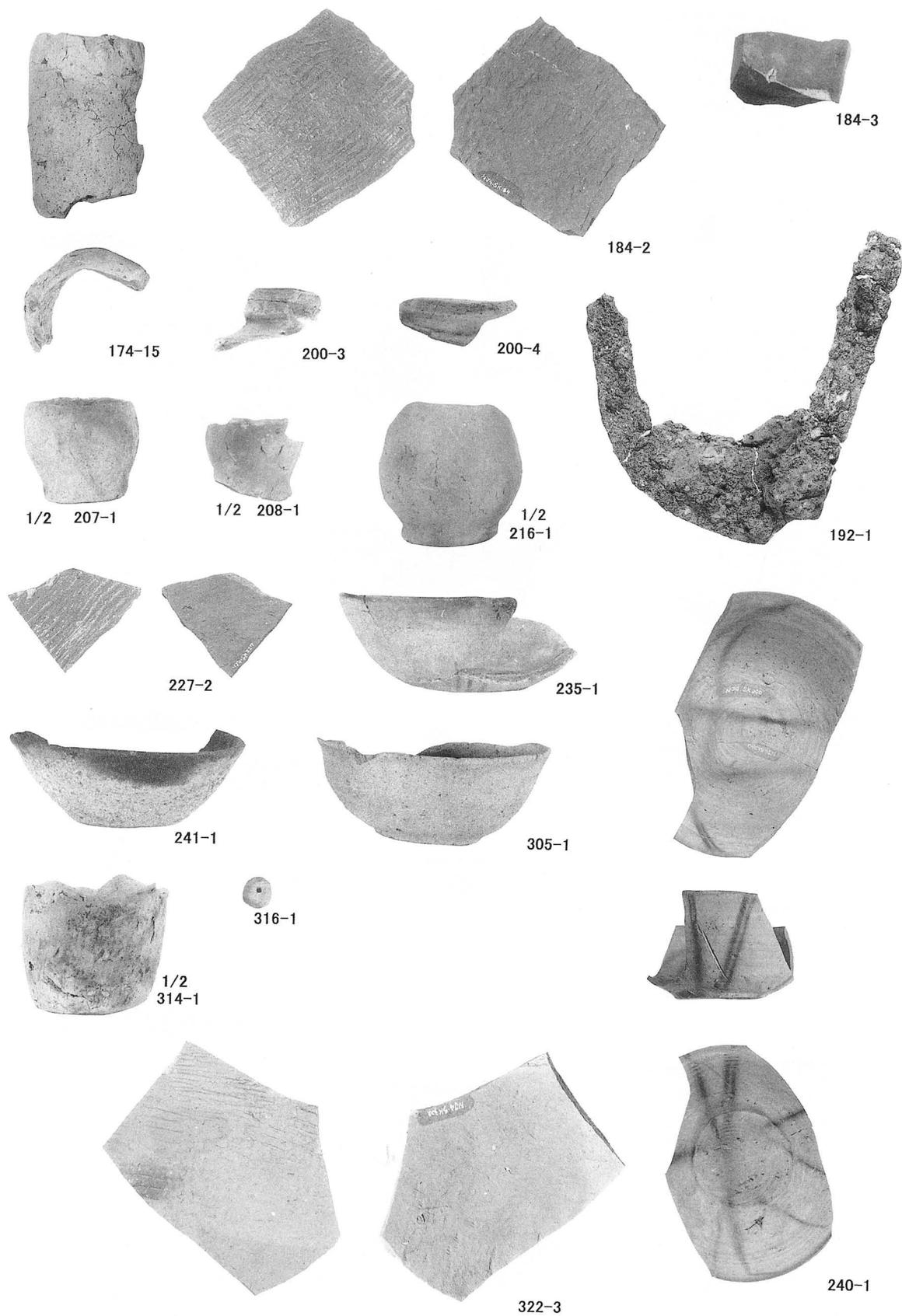


1/2
155-3

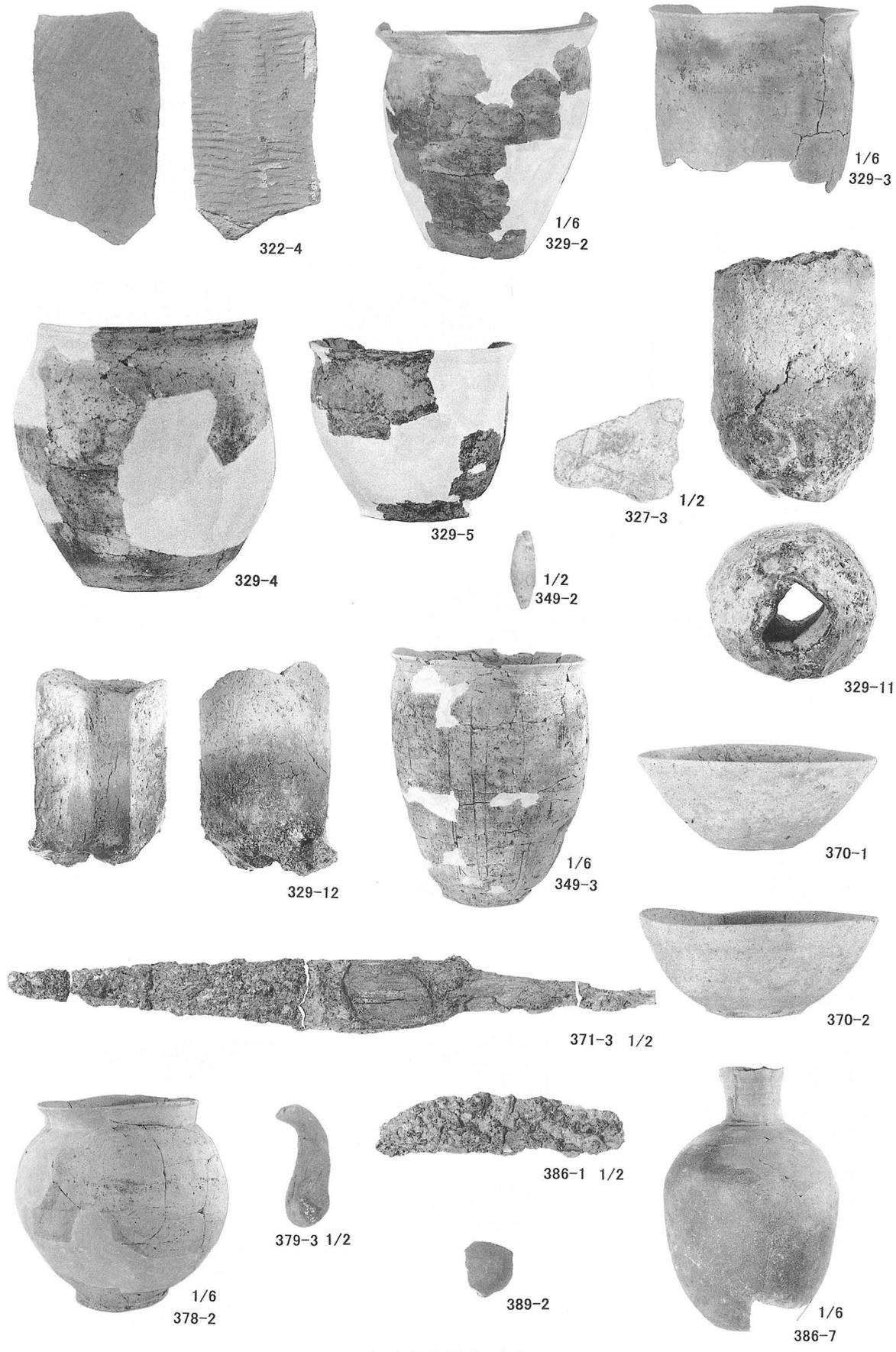


153-7

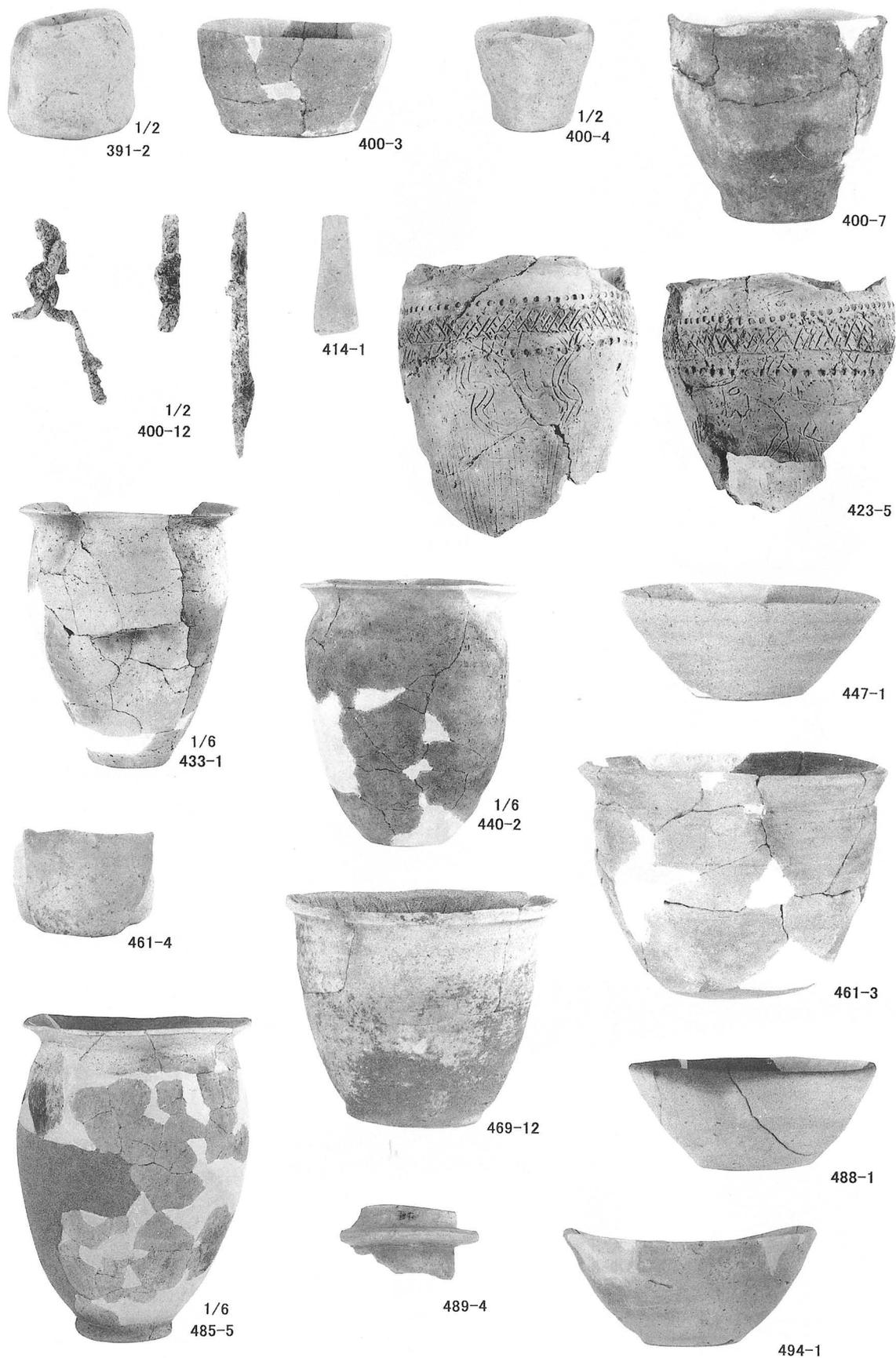
土坑出土遺物 (1)



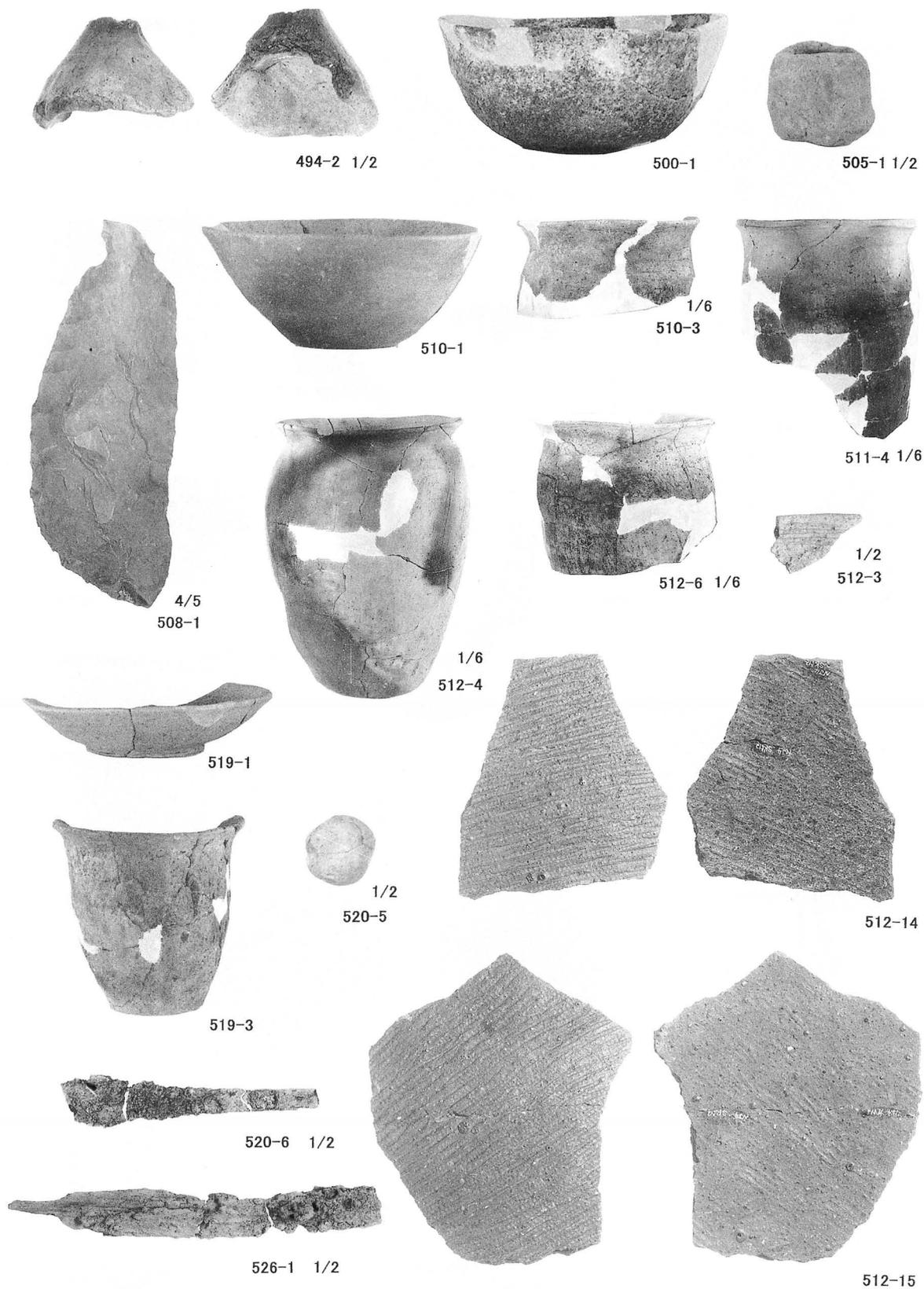
土坑出土遺物 (2)



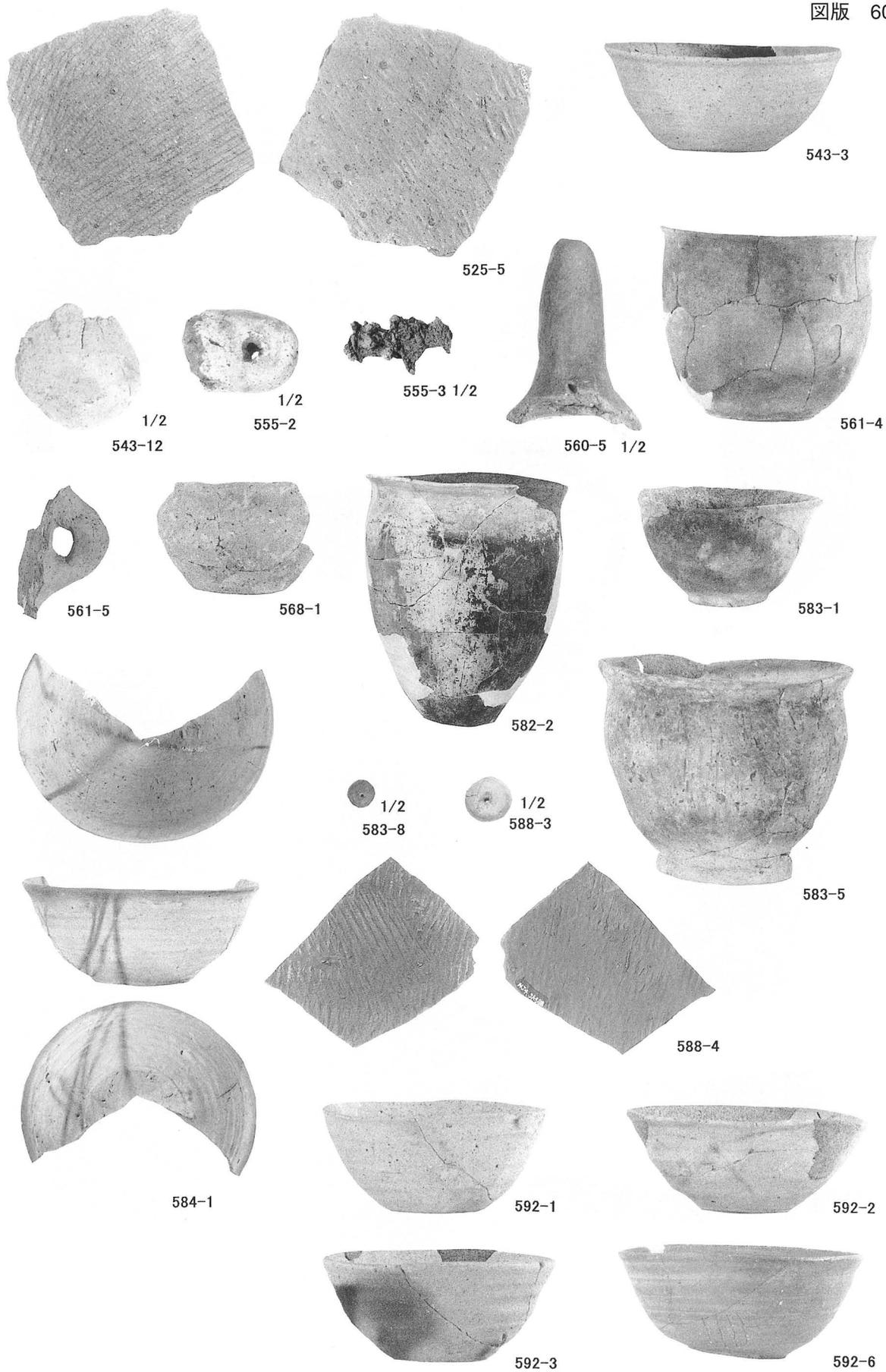
土坑出土遺物 (3)



土坑出土遺物 (4)



土坑出土遺物 (5)



土坑出土遺物 (6)



592-11 1/2



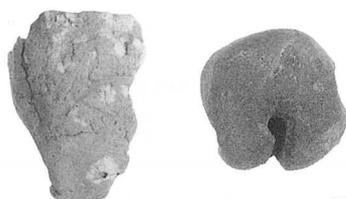
625-1



707-1



1/6
600-5



758-2 1/2

1/2
773-4



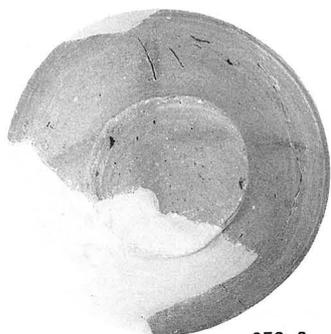
1/2
773-2



774-3



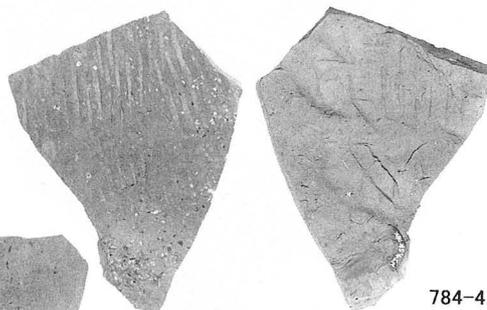
1/6
774-6



658-2



777-2 1/2



784-4



1/6
819-9



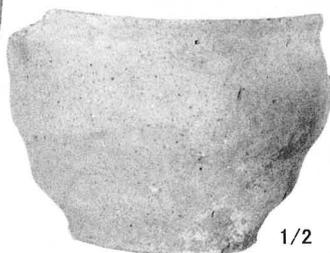
798-4 1/2



813-2 1/2



819-3

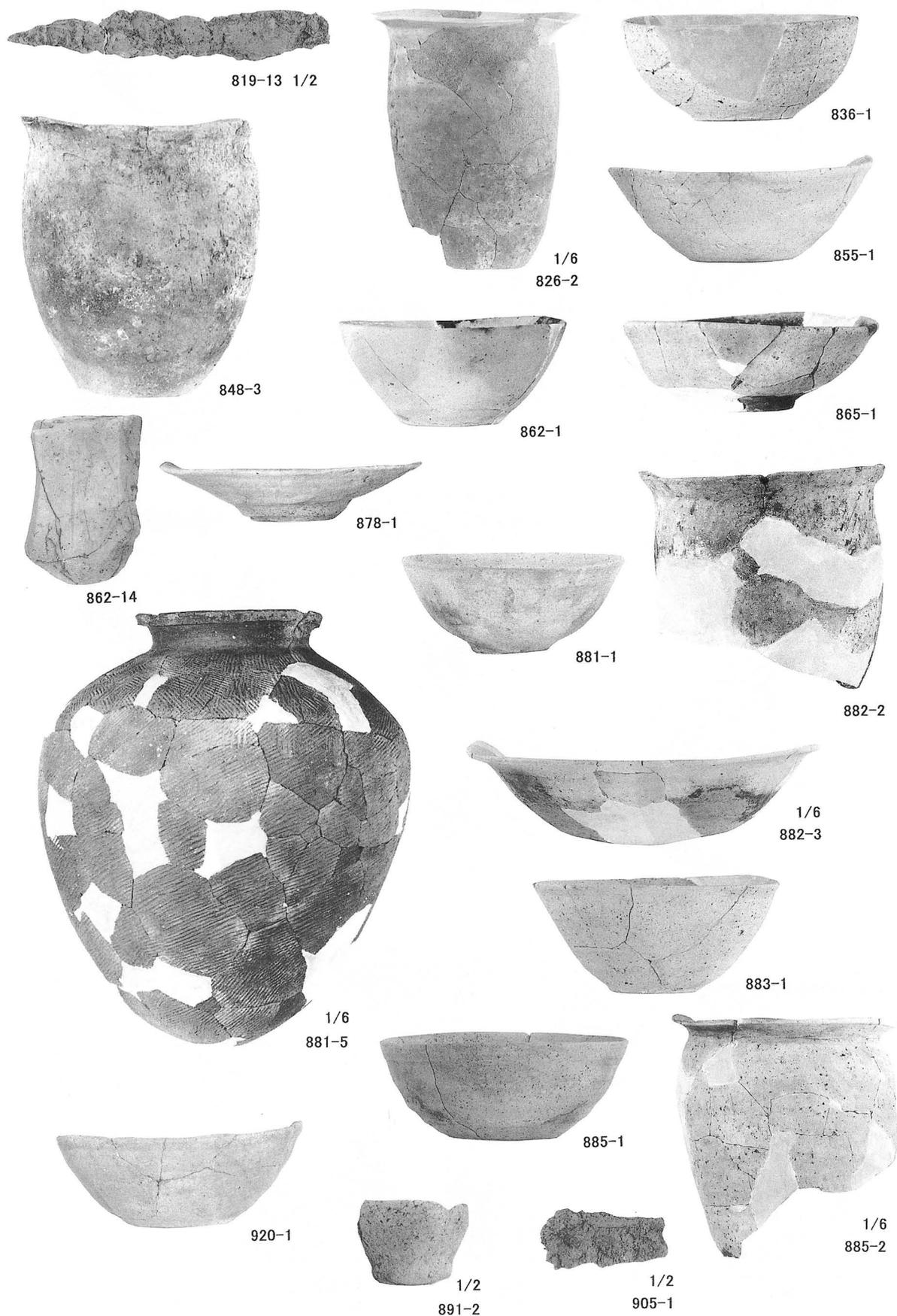


1/2
819-6



1/2
819-8

土坑出土遺物 (7)



土坑出土遺物 (8)



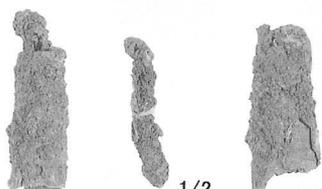
932-1



948-1



1/6
954-1



1/2
956-1

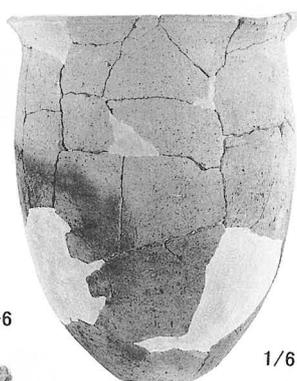
1/2
956-2



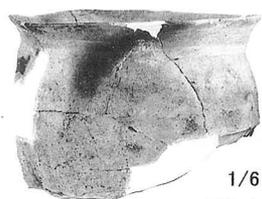
1/2
956-3



964-6



1/6
958-2



1/6
969-4



969-11



969-10



965-1



972-2



972-1



975-2



970-1



1/2
994-6



978-1



1/6
994-7



994-9



994-10



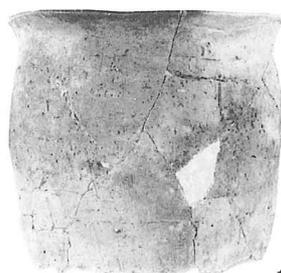
994-11



1/6
1015-4



1022-7



1/6
1022-12



1028-1

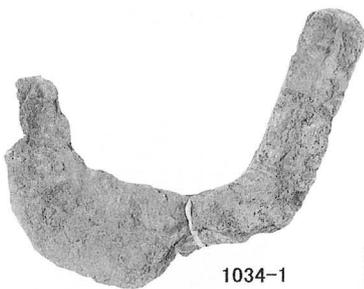
土坑出土遺物 (9)



1029-1 1/1



1029-2 1/1



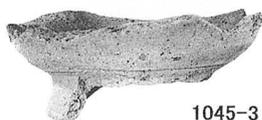
1034-1



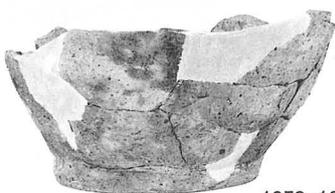
1043-2 1/2



1043-1 1/2



1045-3



1050-13



1050-16

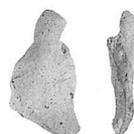
土坑出土遺物 (10)



2-1



2-4



6-3



6-4



6-5



6-6



6-8 1/6



8-12



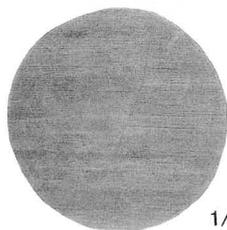
8-13



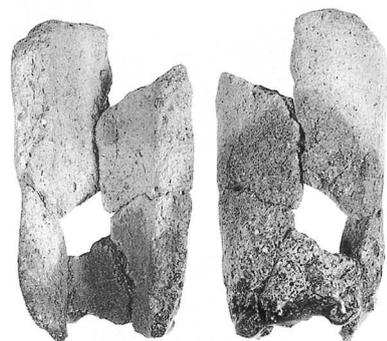
8-14



8-11 1/2



8-15 1/6



7-3

井戸跡出土遺物 (1)



8-15



1/6
8-19



1/6
9-7



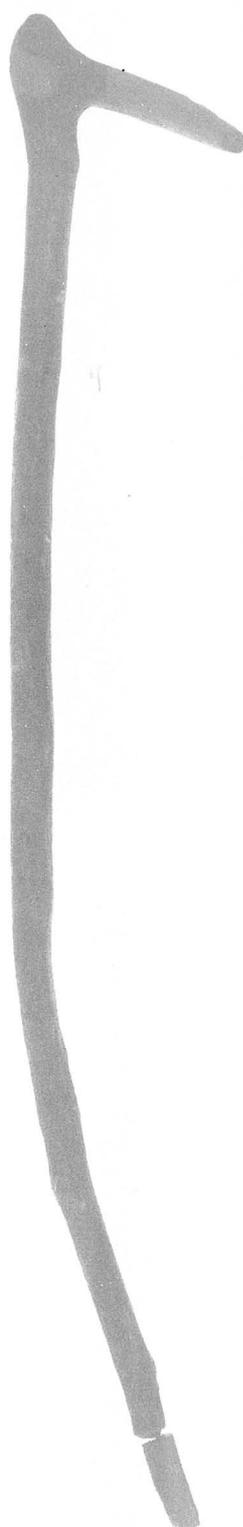
1/6
9-8



1/6
10-1



1/6
10-2



1/6
8-16



1/6
8-17



1/6
8-18

井戸跡出土遺物 (2)



1/6
10-3



1/6
10-4



1/6
10-5



1/6
10-6



1/6
10-7



1/6
10-8



10-9 1/6



1/6
10-10



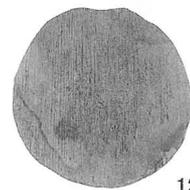
1/6
10-11



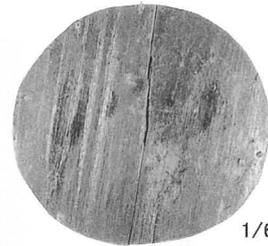
10-12 1/6



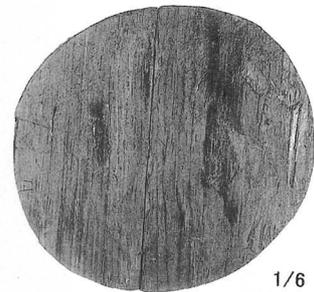
1/6
10-13



1/6
12-1

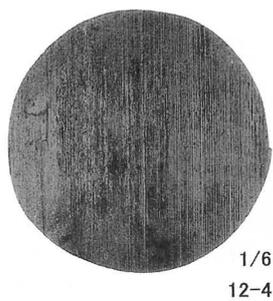


1/6
12-2



1/6
12-3

井戸跡出土遺物 (3)



1/6
12-4



12-5
1/6



1/6
12-6

井戸跡出土遺物 (4)



1/2
14-3

耕作跡出土遺物

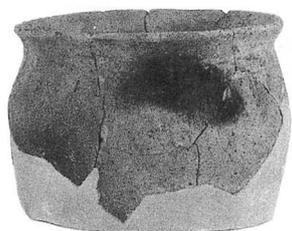


1/2
35-1



1/2
54-1

焼土跡出土遺物



73-1



1/2
201-1



285-1

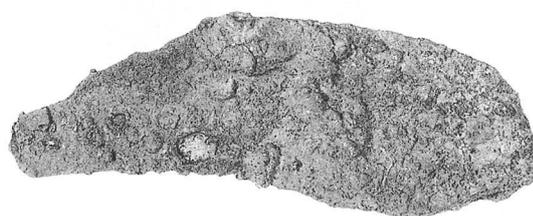
ピット出土遺物



1/2
6-1



49-3 1/2



49-4 1/2

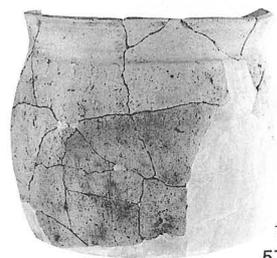


1/2
52-2



52-8

溝跡出土遺物 (1)



1/6
57-21

1/6
57-20



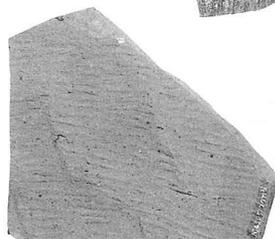
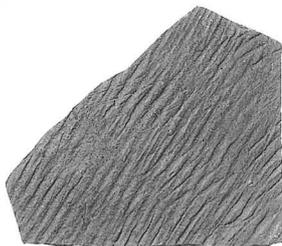
57-45



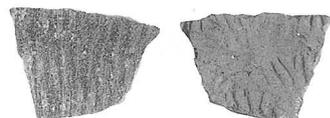
57-46



57-17



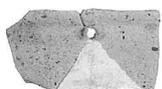
57-49



57-47



57-50



73-2



73-3 1/2



73-4



1/2
75-2



78-1



1/2
87-3



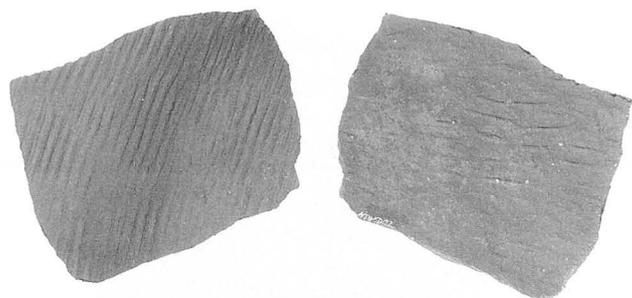
104-1



1/2
104-5



溝跡出土遺物 (2)

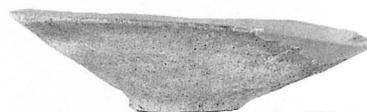


122-4



131-3 1/2

1/2
131-5



156-2



170-2



170-4



170-14



170-21



170-25



170-52



170-40



170-45



170-54 1/2

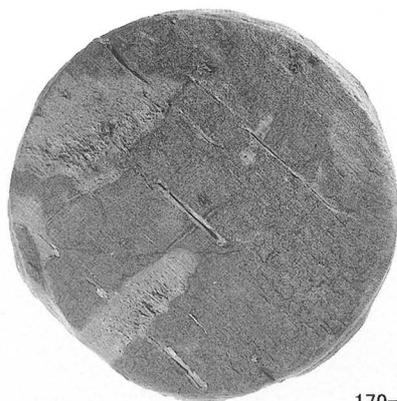
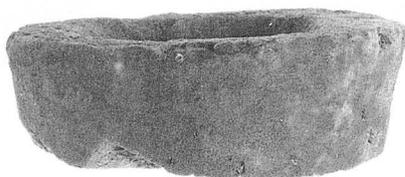


1/2
170-55

溝跡出土遺物 (3)



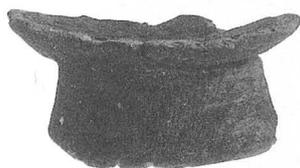
170-56



170-57



170-58

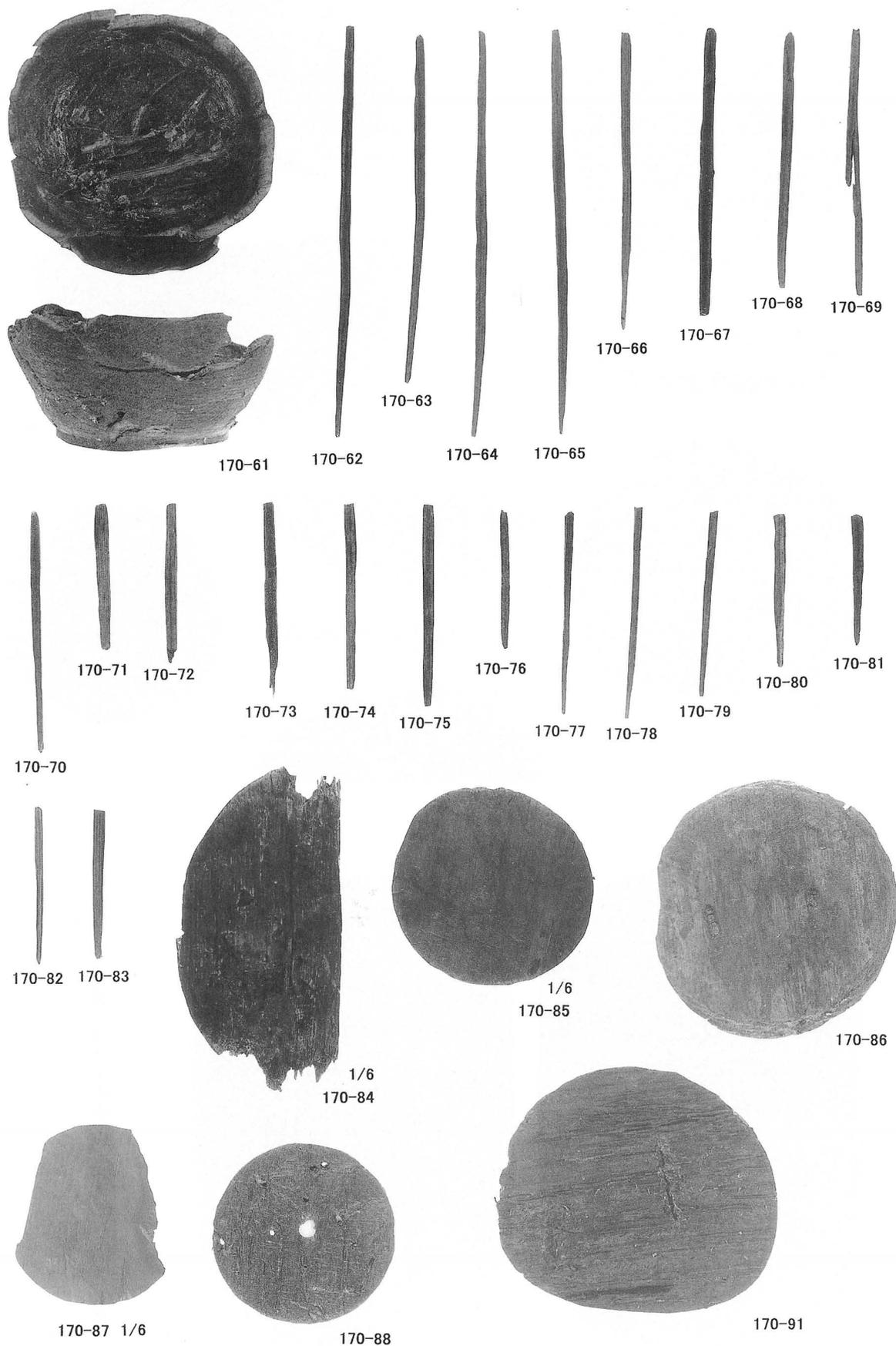


170-59

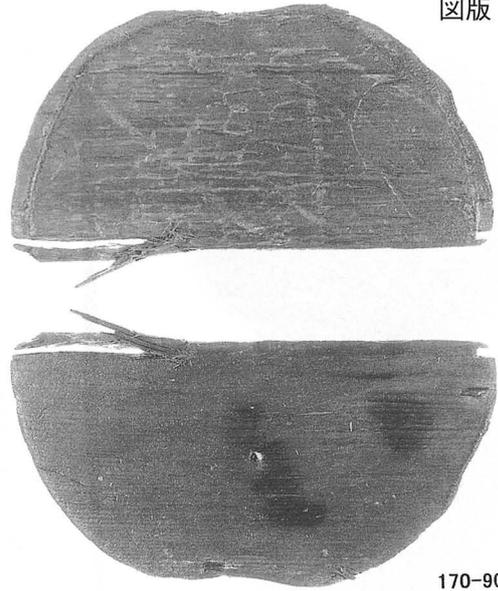
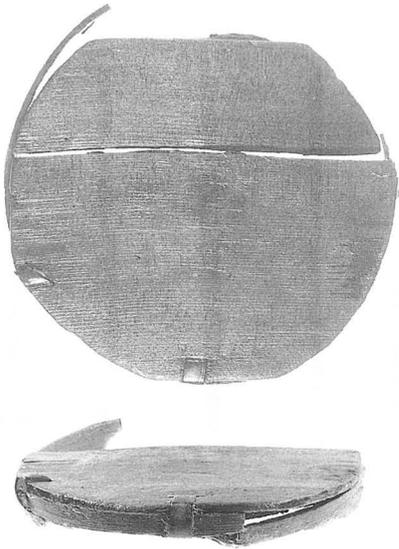


170-60

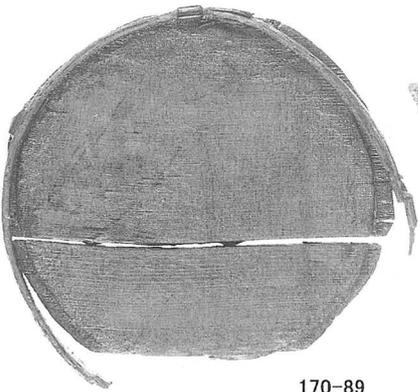
溝跡出土遺物 (4)



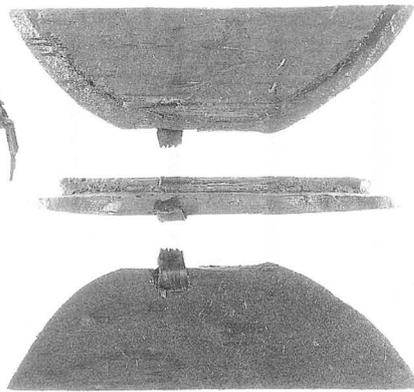
溝跡出土遺物 (5)



170-90



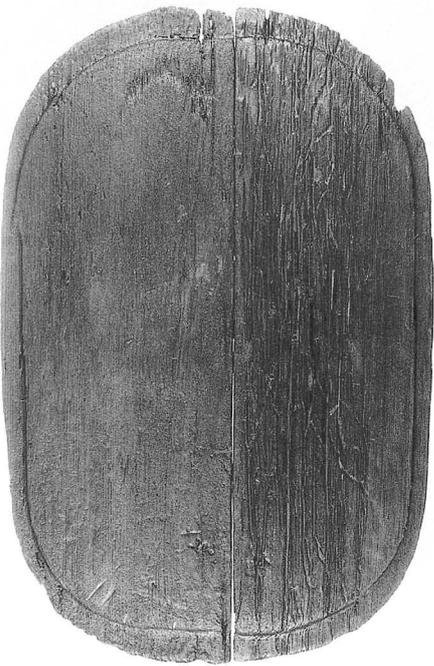
170-89



170-92



170-93

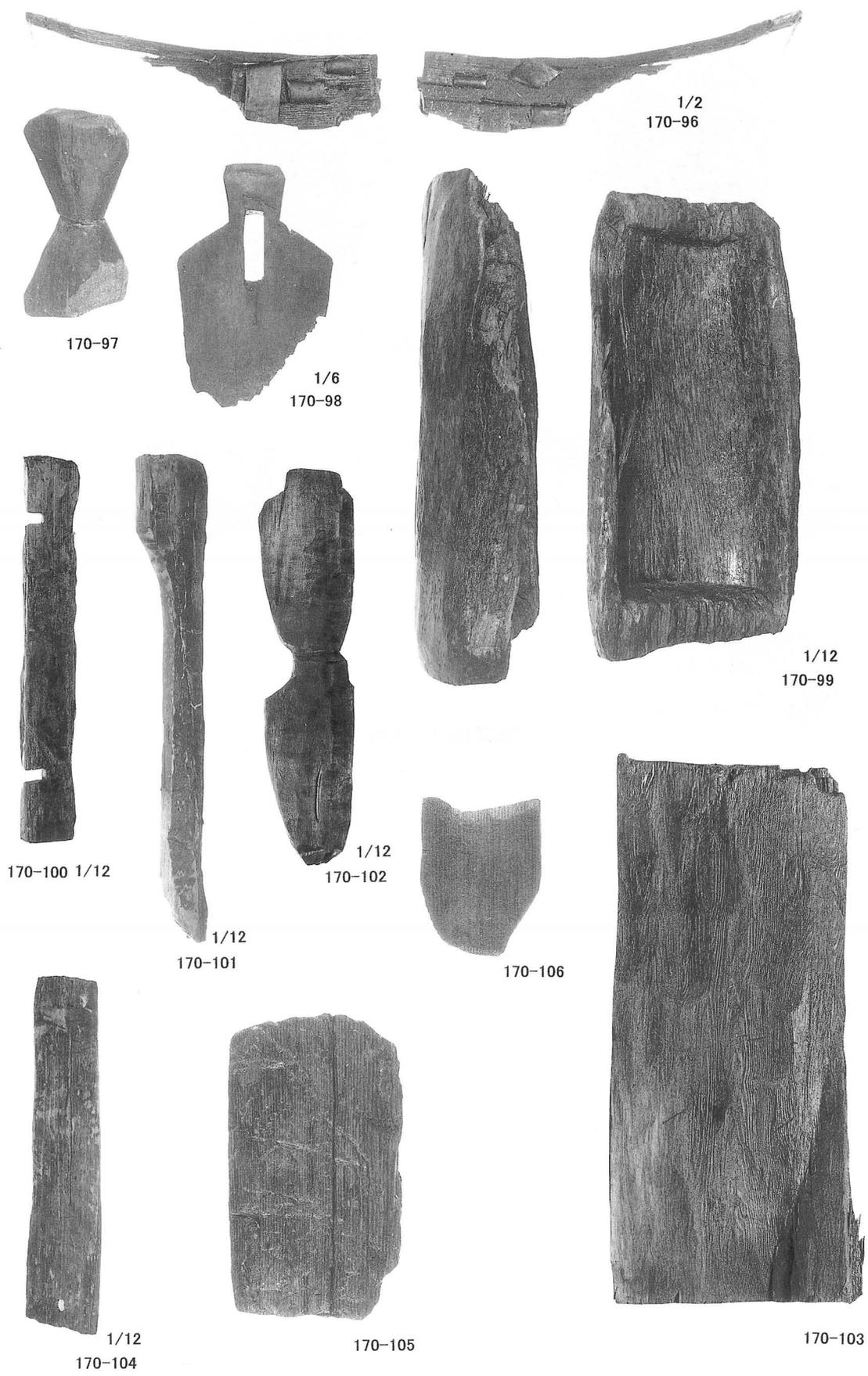


1/6
170-94



1/6
170-95

溝跡出土遺物 (6)



溝跡出土遺物 (7)



1-1

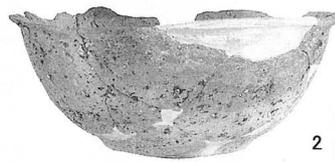


2-1

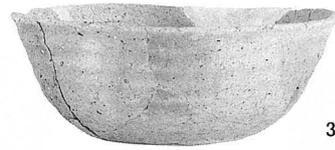
埋設土器出土遺物



1



2

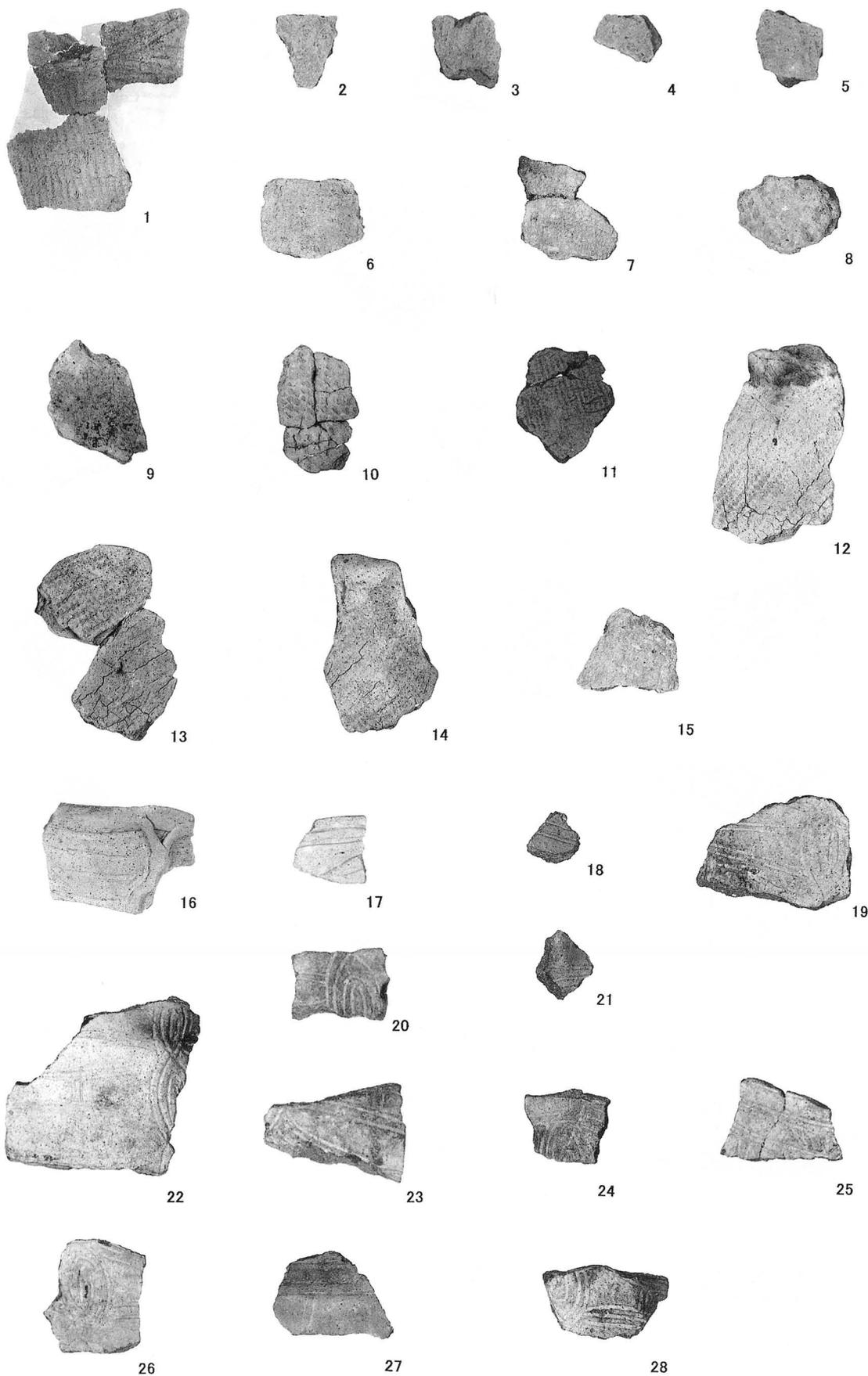


3

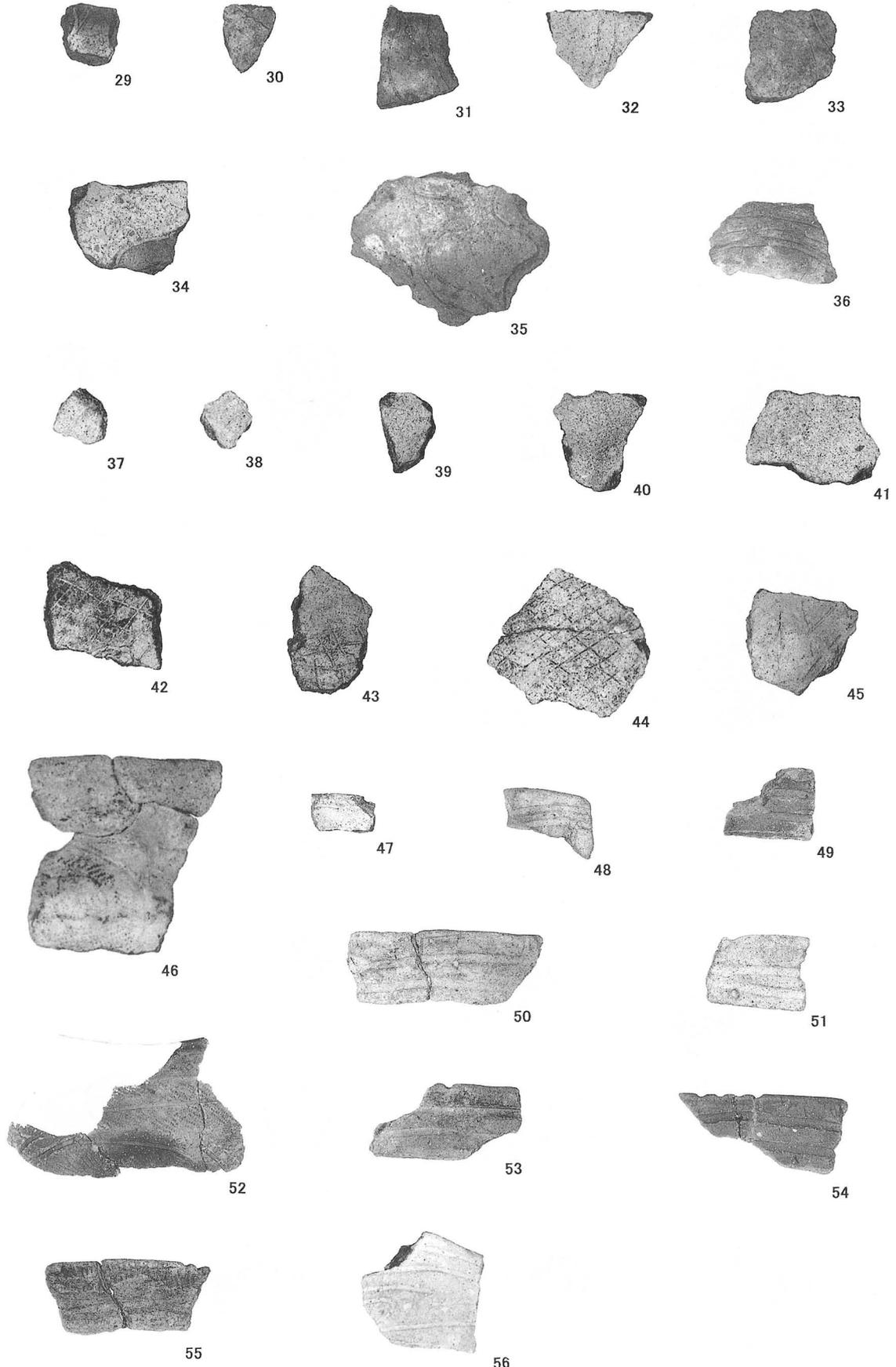


4

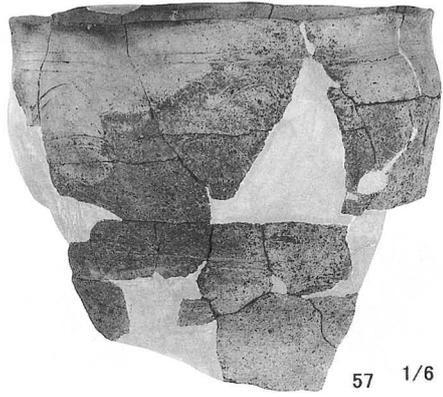
炉跡状遺構出土遺物



縄文土器 (1)



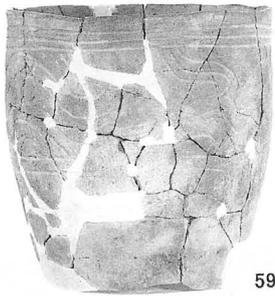
縄文土器 (2)



57 1/6



58 1/6



59 1/6



60



61



62



63



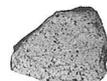
64



65



66



67



68



69



70



71



72



73



74

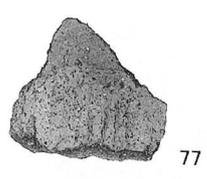


75

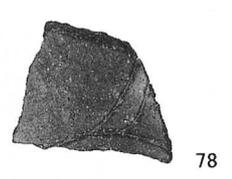


76

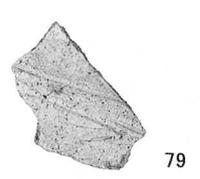
繩文土器 (3)



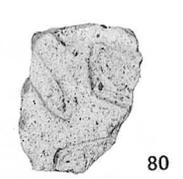
77



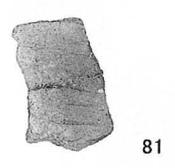
78



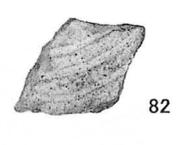
79



80



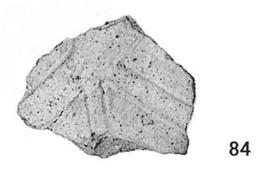
81



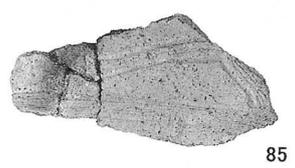
82



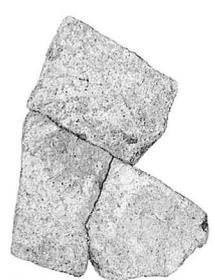
83



84



85



86



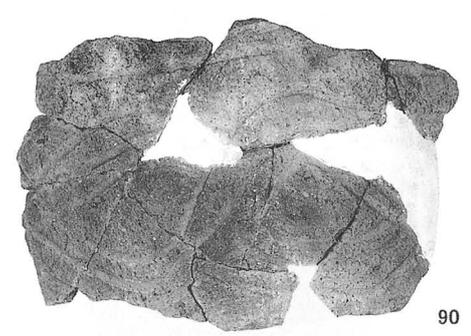
87



88



89



90



91

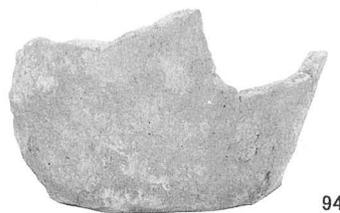


92

縄文土器 (4)



93



94



95



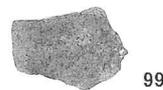
96



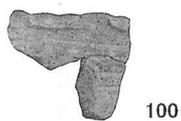
97



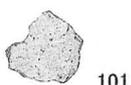
98



99



100



101



102



103



104



105

縄文土器 (5)



1



2



3



4



5



6



7



8



9



11



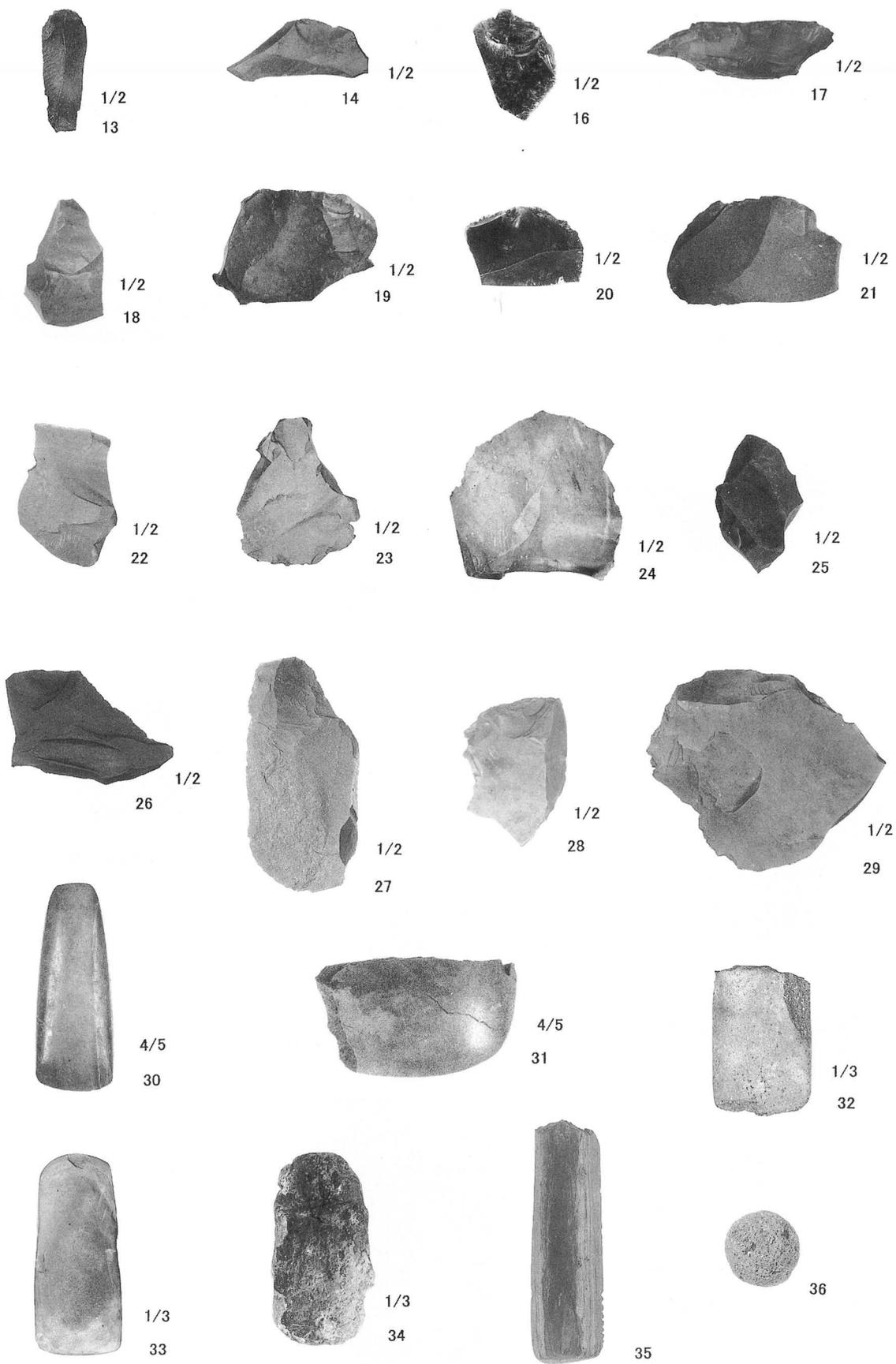
10



12

縮尺4/5

石器 (1)



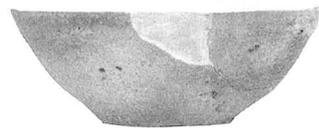
石器 (2)



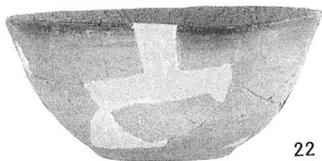
2



4



5



22



33



34

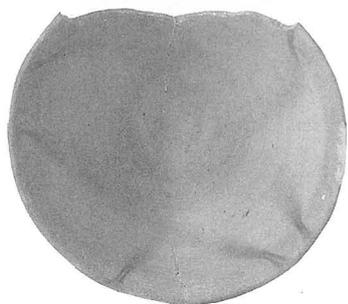


36



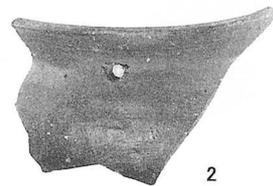
37

土師器 坏・皿



2

外耳土器



2

須恵器 鉢



1/2

4

小型特殊土器



1/2

9



1

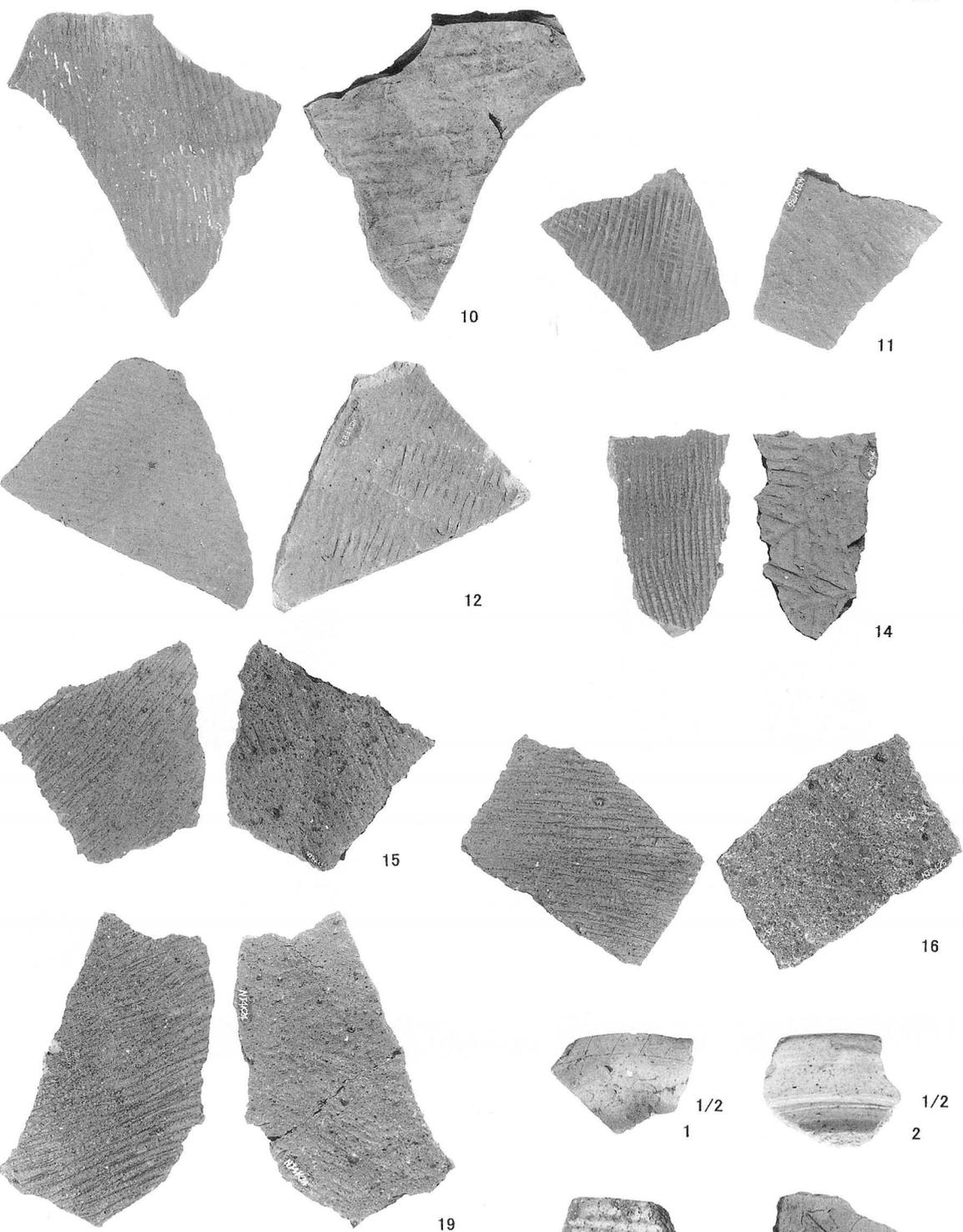
須恵器 坏



1/6

2

土師器 甕

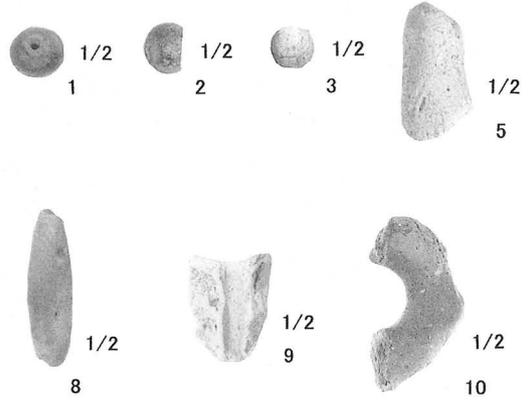


須惠器 甕

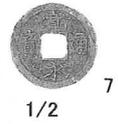
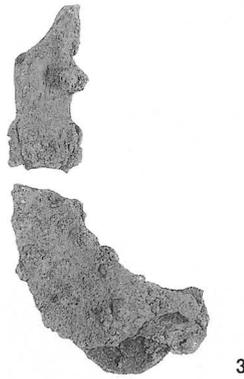
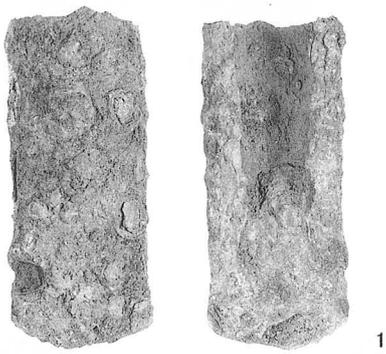
刻文土器



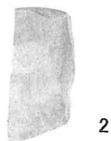
陶磁器



土製品



金属製品



石製品

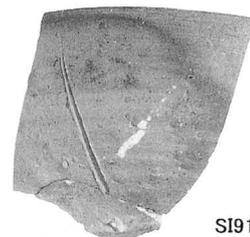
土師器 坏・胴部



SI4-4



SI21-4



SI91A-1



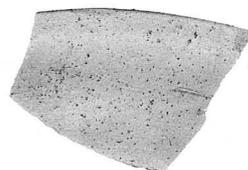
SI104-1



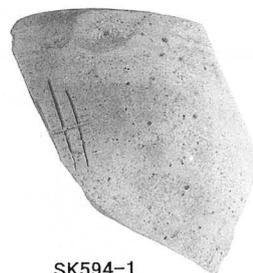
SI136-6



SI211-1



SK492-1



SK594-1



SK773-3



SK793-1



SD170-11

須恵器 坏・胴部



SI7-4



SI9-10



SI14-7



SI21-5



SI65A-5

ヘラ書き (1)

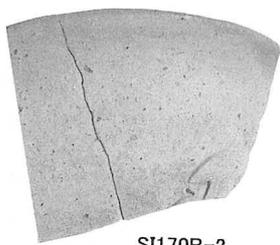


SI78-3

縮尺1/2



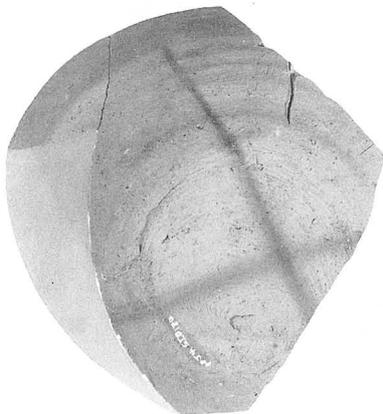
SI98A-5



SI170B-2



SI110-4



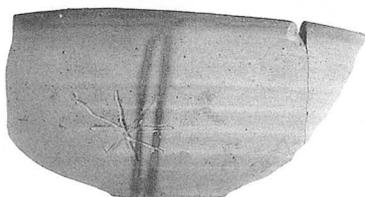
SI120-4



SI122-2



SI125-16



SI125-15



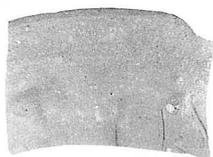
SI126-16



SI127-12



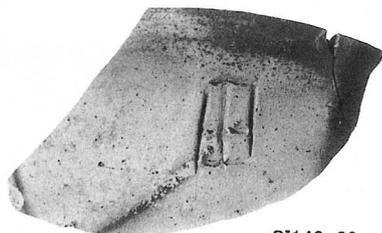
SI131-3



SI135-1



SI140-38



SI140-29

縮尺1/2

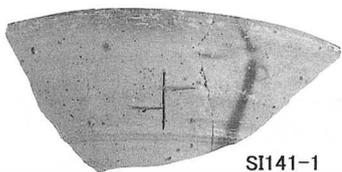
ヘラ書き (2)



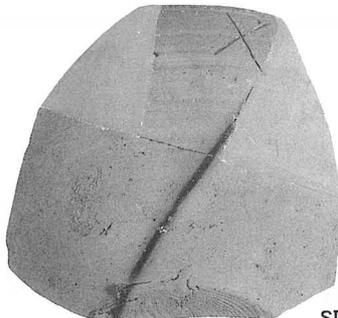
SI140-37



SI141-18



SI141-1



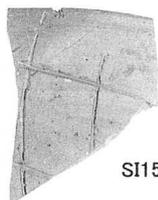
SI141-19



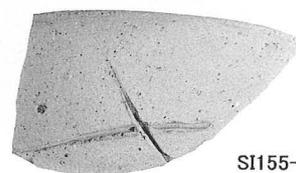
SI145-3



SI147-6



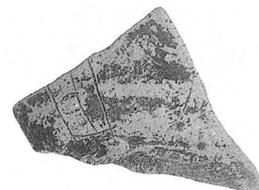
SI150-1



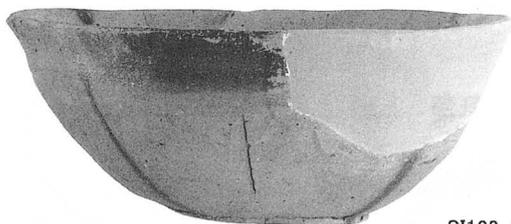
SI155-26



SI155-24



SI162-3



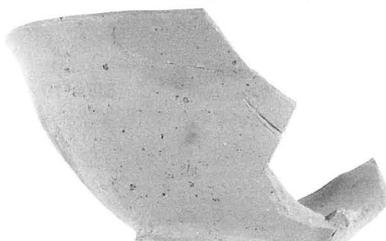
SI168-5



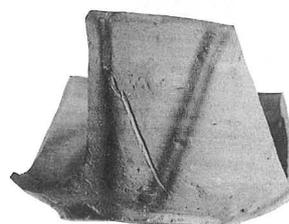
SI179A-36



SI174-3



SI185-3



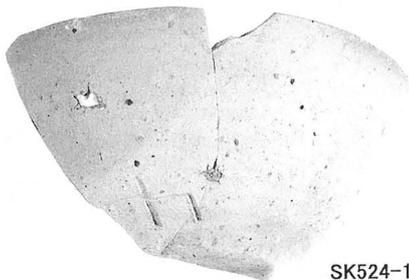
SK240-1

ヘラ書き (3)

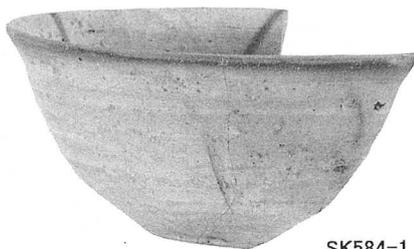
縮尺1/2



SK474-1



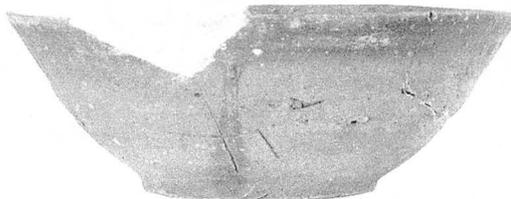
SK524-1



SK584-1



SK592-1



SK685-2



SE6-1



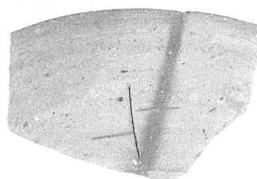
SK1022-1



SD58-3



須恵器坏-6



須恵器坏-4



SD57-15

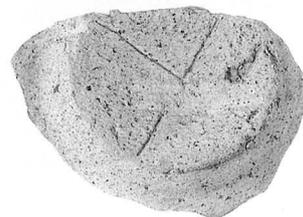


須恵器坏-10

土師器坏底部



SI74-10



SI85-2



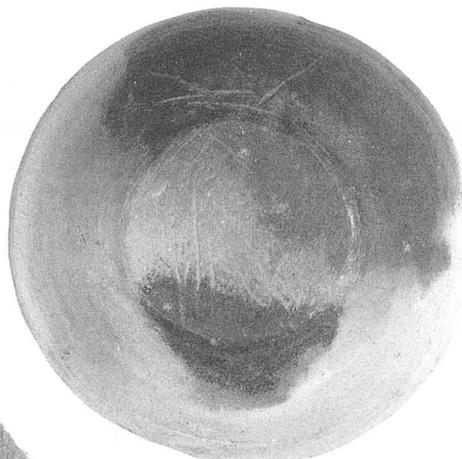
SI87-4

縮尺1/2

ヘラ書き (4)



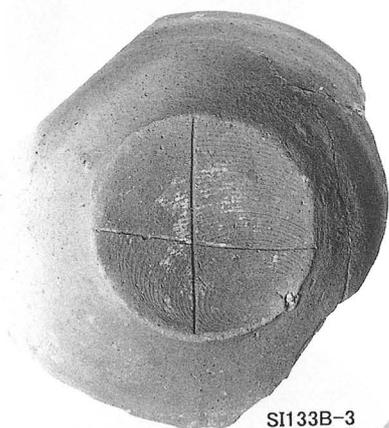
SI95A-3



SI117-2



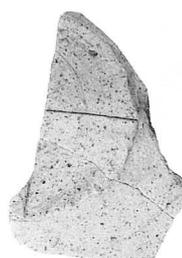
SI113A-2



SI133B-3



SI152-2



SI160-8



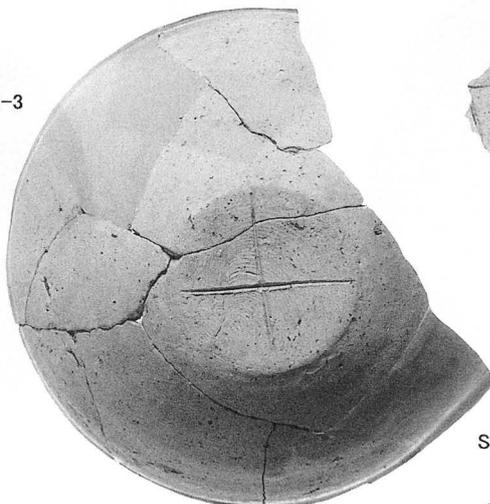
SI174B-1



SI194-2



SK305-2



SI170B-1



SK412-1



SK474-2



SK494-1

ヘラ書き (5)

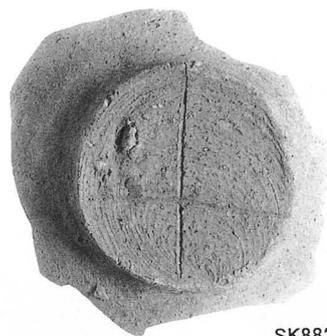
縮尺1/2



SK501-1



SK773-1



SK882-1



SD170-16



SD87-2



土師器坏-33

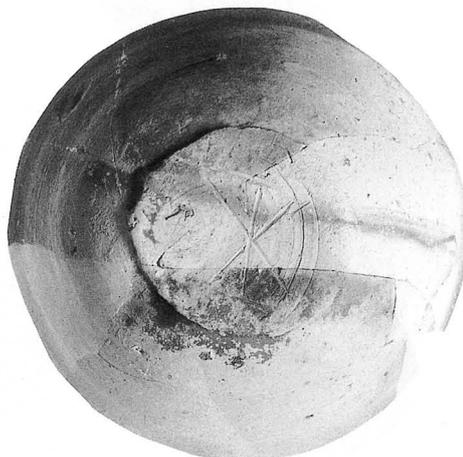
須恵器坏底部



SI107B-1



SI132-5



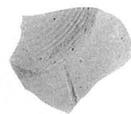
SI141-20



SI179A-14



SI179A-33



SI179A-37

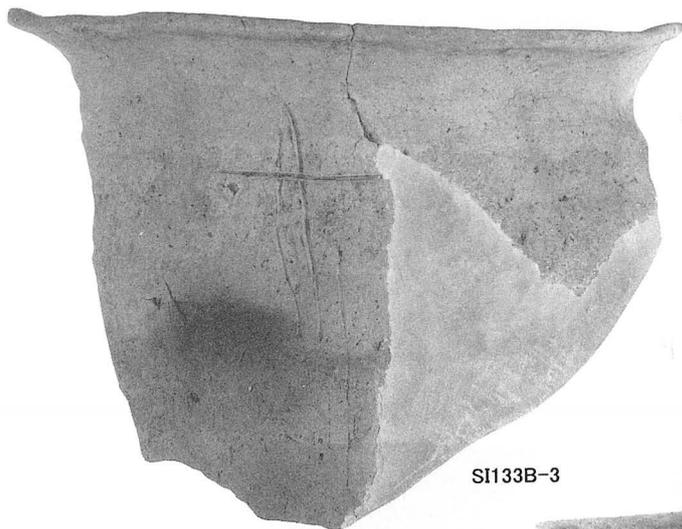


須恵器坏-18

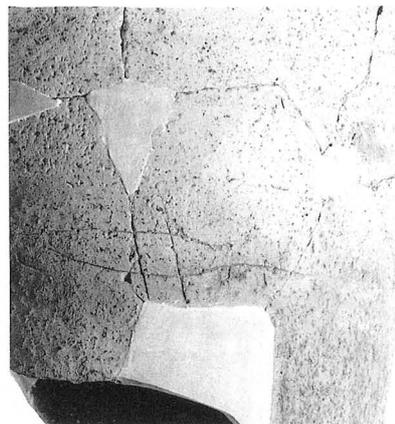
ヘラ書き (6)

縮尺1/2

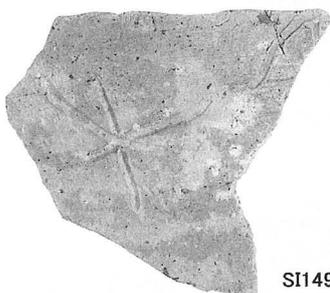
土師器甕胴部



SI133B-3



SI138-3



SI149B-5



SI168-13

土師器甕底部



SI22-3



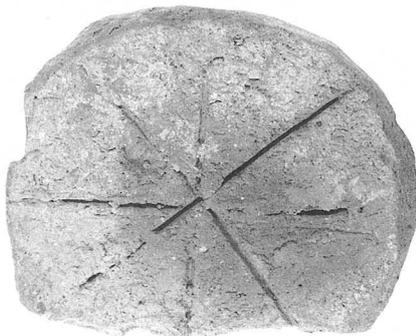
SI133-17



SI148-1



SK511-6



SD52-4

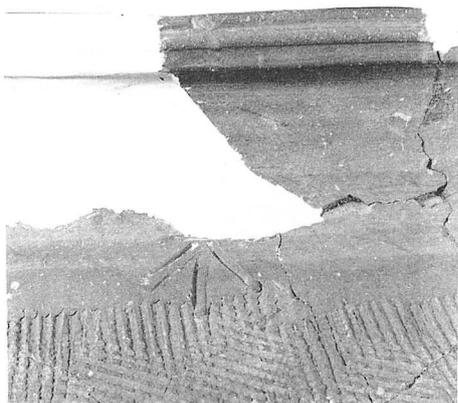


土師器甕-38

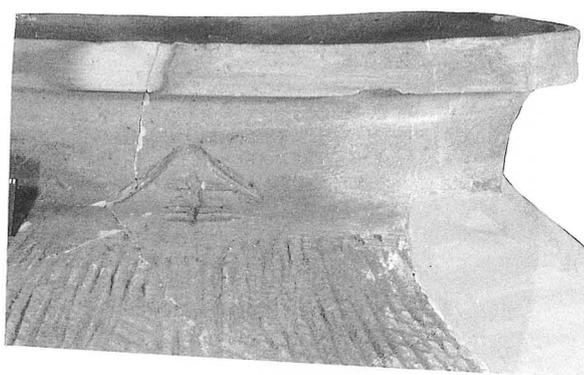
へら書き (7)

縮尺1/2

須恵器甕頸部



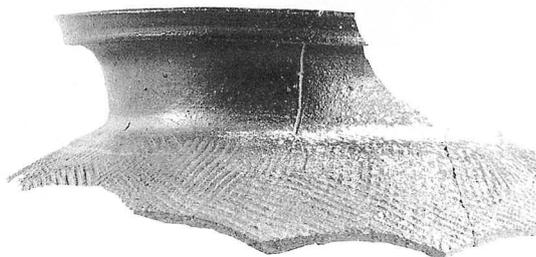
SI21-21



SI75-20



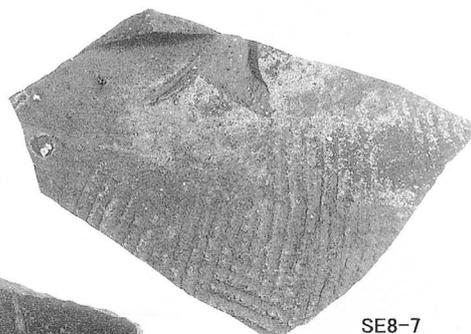
SI135-4



SI206A-4



SD170-48



SE8-7



SD151-1



須恵器甕-2



須恵器甕-3

ヘラ書き (8)

縮尺1/2

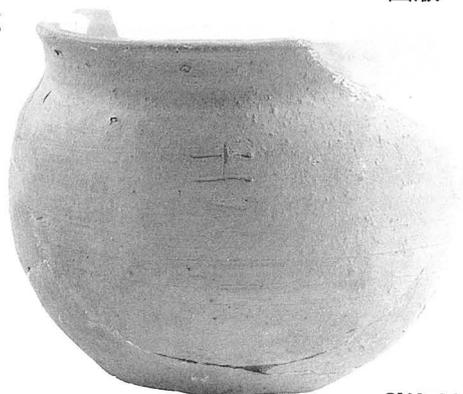
須恵器鉢胴～頸部



須恵器壺-10



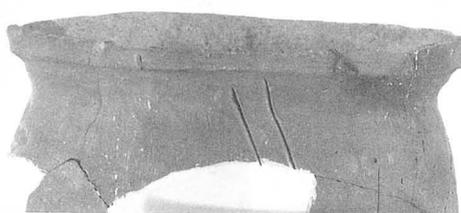
SI18B-2



SI42-34



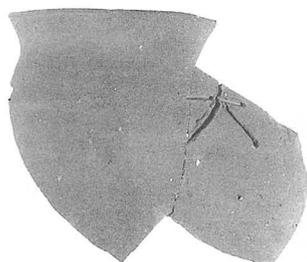
SI100-8



SI117-21



SI179A-39



SK594-2

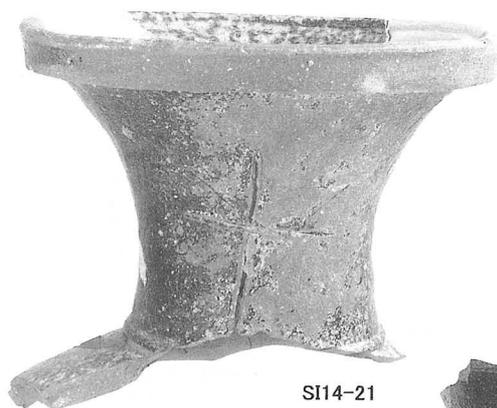


SD170-26



SI140-39

須恵器壺頸部



SI14-21



SI63-7



SI91B-3



SI110-9



SI141-27



SI122-14

ヘラ書き (9)

縮尺1/2



SI166-4



SI168-16



SI179-19



SD49-2



須恵器壺-1



須恵器壺-2



須恵器壺-3

須恵器壺胴部



SI173-11



SK884-5

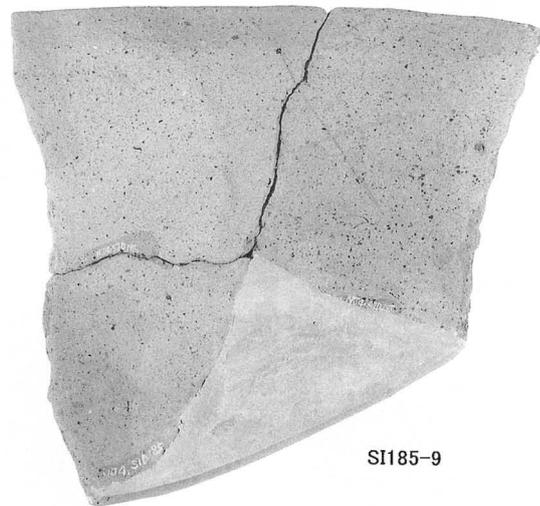


須恵器壺-8

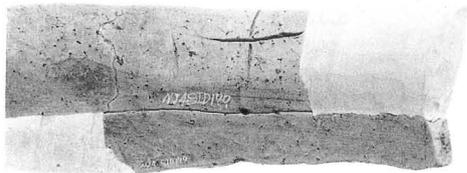
内面ヘラ記号



SI127-18



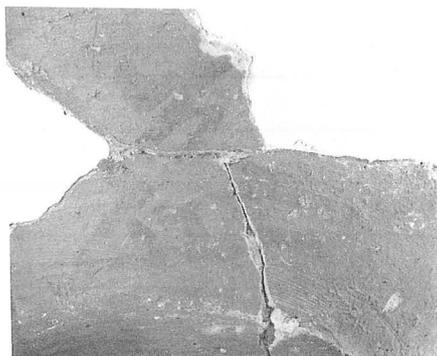
SI185-9



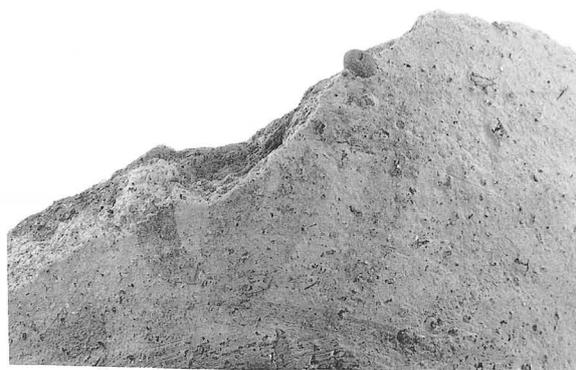
SI179A-42

ヘラ書き (10)

縮尺1/2



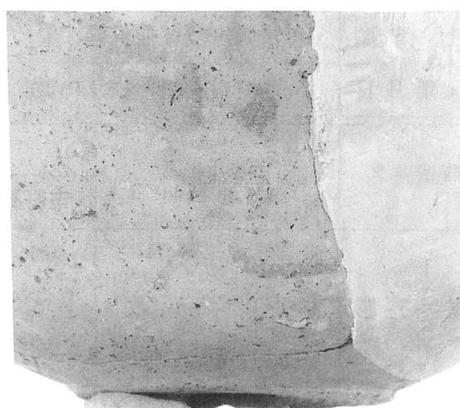
SI18-1



SI42-3



SI121-2



SI122-1



SK235-1



土師器坏-29

縮尺1/1

墨書 (1)

報告書抄録

ふりがな	あおりけんなみおかまちのじり(4)いせき							
書名	青森県浪岡町野尻(4)遺跡							
副書名	大釈迦工業団地開発事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書							
シリーズ名	浪岡町埋蔵文化財緊急発掘調査報告書							
シリーズ番号	第10集							
編著者名	高杉博章 高橋 均 長内孝幸 工藤 司							
編集機関	浪岡町教育委員会							
所在地	〒038-1392 青森県南津軽郡浪岡町大字浪岡字稲村101-1 TEL 0172-62-3004							
発行機関	浪岡町教育委員会							
発行年月日	西暦 2003年12月10日							
所収遺跡名	所在地	コード		北緯	東緯	調査期間	調査面積	調査原因
		市町村	遺跡番号	°′″	°′″			
野尻(4)遺跡	青森県南津軽郡 浪岡町大字高屋敷 字野尻1番地・他	02364	29063	40度	140度	20000424	59,000m ²	工業団地造成
				44分	35分	～		
				26秒	09秒	20021108		
所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構		主な遺物	特記事項		
野尻(4)遺跡	集落跡	平安	建物跡	278軒	土師器	・錫杖状鉄製品・土玉・土鈴 など祭祀遺物の出土が多い。 ・馬の刻線画が描かれ、擦文 土器と土師器の特徴を合わせ 持った深鉢が出土している。 ・調査区域南端で沢を利用し て掘り込まれた大溝が検出さ れ、集落の南限が明らかにな った。 ・建物跡軒数はすべての重複 を各1軒とみた最大値である。		
			掘立柱建物跡	3棟	須恵器			
			竪穴状遺構	32基	刻文土器			
			土坑	1071基	土製品			
			井戸跡	15基	石製品			
			耕作跡	14基	鉄製品			
			焼土跡	117基	木製品			
			ピット	562基				
			溝跡	189条				
			円形周溝遺構	2基				
			埋設土器	2基				
			炉跡	1基				
	野営地	縄文	Tピット	3基	縄文土器 石器	主に後期		
		現代	溝跡	2条		道路跡		
		不明	土坑	1基	骨製品	土坑全体を粘土で被覆		

浪岡町埋蔵文化財緊急発掘調査報告書 第10集

青森県浪岡町

野尻（4）遺跡

大釈迦工業団地開発事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書

（第1分冊）

発行年月日 2004年1月30日

編集・発行 浪岡町教育委員会

〒038-1392

青森県南津軽郡浪岡町大字浪岡字稲村101-1

TEL 0172-62-3004

印刷 東北印刷工業株式会社

〒030-0902 青森市合浦1丁目2-12

付

図

野尻(4)遺跡発掘調査報告書



付図 野尻(4)遺跡遺構配置図

