

ICP発光分光分析による九谷A遺跡出土色絵磁器片の生産地推定に関する基礎的研究

二宮修治・曾方絵里・菊池一弥・新免歳靖(東京学芸大学)

はじめに

九谷古窯址付近の九谷A遺跡から出土した数点の色絵磁器片が出土している。本研究では、九谷A遺跡から出土した磁器17片について分析化学的手法による胎土の化学組成からこれらの生産地に関する検討結果を報告する。

本研究では、九谷A遺跡から出土した陶磁器片を中心に、関連資料である生産地資料である九谷古窯跡、肥前(有田地区・嬉野地区・波佐見地区)古窯跡、消費地遺跡である東京大学本郷構内遺跡理学部7号館地点遺跡出土磁器(古九谷様式、伊万里様式)を含めて、分析化学的に検討した。

ここでは、微量の試料量で、主成分元素から微量成分元素までの多元素同時定量が可能なICP(誘導結合プラズマ: Inductively Coupled Plasma)発光分光分析(AES: Atomic Emission Spectrometry)を、遺跡出土陶磁器の生産地推定への適用を試みた。さらに、山崎一雄他(1993)により報告されている九谷古窯跡(1号窯、2号窯、吉田屋窯)若杉古窯跡、肥前古窯跡(有田、伊万里地区、嬉野地区、波佐見地区)出土陶磁器胎土の主成分元素存在量による検討を行った。

分析資料

九谷A遺跡出土片

分析に供した磁器片資料は全17点で、推定年代は17世紀と19世紀代のものである(第1表)。

第1表 分析に供した九谷A遺跡出土色絵磁器片資料一覧

	調査年次	推定年代	器種	出土地点	表記法
1	4次	17世紀	皿	区焼土地点	九谷A遺跡
2	6次	19世紀	丸碗	V 1区3号土坑	九谷A遺跡
3	6次	19世紀	折縁鉢	V 1区3号土坑	九谷A遺跡
4	6次	19世紀	折縁鉢	V 1区西焼土ブロック土	九谷A遺跡
5	6次	17世紀	平鉢	I 1区	九谷A遺跡
6	6次	19世紀	折縁鉢	V区石垣4	九谷A遺跡
7	6次	17世紀	鉢	2区北	九谷A遺跡
8	6次	19世紀	皿	V 2区	九谷A遺跡
9	7次	17世紀	香炉	A 3区	九谷A遺跡
10	7次	17世紀	皿	B 2区SD08裏	九谷A遺跡
11	7次	19世紀	碗 or 瓶	B 5区SD05	九谷A遺跡
12	7次	17世紀	鉢 or 大皿	C区北部	九谷A遺跡
13	8次	19~20世紀	皿	左岸3区南半部	九谷A遺跡
14	8次	17世紀	平鉢	左岸3区南西端部	九谷A遺跡
15	8次	19世紀	碗	左岸3区	九谷A遺跡
16	3次	17世紀	大平鉢	皿区中央 - 3溝	九谷A遺跡
17	6次	17世紀	皿	区焼土地点	九谷A遺跡

九谷古窯跡出土片

分析に供した九谷古窯出土磁器片は、1号窯出土3点、2号窯出土1点、計4点で、推定年代は17世紀代である（第2表）。

第2表 分析に供した九谷古窯跡出土磁器片資料一覧

	資料番号	推定年代	出土地点	器種	表記法
1	88091	17世紀後半	第1号窯	白磁皿	九谷古窯
2	88093	17世紀	第1号窯	茶入れ底部	九谷古窯
3	88094	17世紀後半	第1号窯	白磁鉢	九谷古窯
4	88096	17世紀後半	第1号窯	白磁鉢	九谷古窯

肥前地域古窯跡出土片

肥前には多数の古窯跡が在しており、有田地区、嬉野地区、波佐見地区の3地区から8窯跡を選択し、その出土磁器片を資料とした。分析に供した磁器片資料は計12点であり、有田地区の山辺田窯3点、楠木谷窯1点、長吉谷窯1点、嬉野地区の吉田窯1点、不動山皿屋谷窯2点、波佐見地区の三股古窯2点、辺後の谷窯1点、計12点を用いた。推定年代はいずれも17世紀代である。分析に供した肥前地域における出土磁器片16試料の一覧表を第3表に示す。

第3表 分析に供した肥前古窯跡出土片試料一覧

地区	資料番号	推定年代	出土窯跡	器種	表記法
有田地区	87156	1650～60年代	山辺田1号窯	白磁大皿	有田・山辺田
	87159	1640年代頃	山辺田3号窯	色絵素地大皿	有田・山辺田
	87160	1640～50年代	山辺田4号窯	白磁大皿	有田・山辺田
	87181	1650～60年代	楠木谷窯	白磁中皿	有田・楠木谷
	87185	1650～60年代	長吉谷窯	白磁大皿	有田・長吉谷
嬉野地区	89251	1650～60年代	吉田窯	色絵皿	吉田窯
	87198	1660～80年代	不動山皿屋谷窯	白磁大皿	不動山
	87199	1660～80年代	不動山皿屋谷窯	白磁大皿	不動山
波佐見地区	89224	1630～40年代	三股古窯	青磁大皿	波佐見・三股
	89225	1630～40年代	三股古窯	(青)白磁大皿	波佐見・三股
	89227	1630～40年代	畑ノ原窯	染付皿	波佐見・畑ノ原
	89229	1655～80年代	辺後の谷窯	染付碗	波佐見・辺後の谷

東京大学本郷構内遺跡理学部7号館地点山土磁器片

分析に用いた出土磁器片は古九谷様式2点、伊万里産とされる1点、計3点で、推定年代は17世紀前半である（第4表）。

第4表 分析に供した東京大学本郷構内遺跡理学部7号館地点出土磁器片資料一覧

	試料番号	推定年代	推定産地	器種	出土地点	表記法
1	87146	1640～50年代	古九谷様式	色絵大鉢	1号土坑	古九谷様式
2	87147	1640～50年代	古九谷様式	色絵大鉢	4号井戸	古九谷様式
3	87150	1640～50年代	肥前・伊万里	色絵大皿	142号土坑	伊万里様式

ICP発光分光分析法

ICP発光分光分析の主な特長として、超微量域の高感度、高精密度分析が可能であり、分析可能な定量濃度範囲が広く、多くの元素の同時定量ができ、マトリックス（共存元素）の影響が小さい、などが挙げられる。

本研究に使用したICP発光分光分析装置は、セイコー電子工業社製SPS1200Aである。ICP発光分光分析装置は、溶液試料をトーチ内に噴霧して測定するものであるため、前処理として、固体試料である陶磁器片を胎土のみの粉末試料として回収したのちに、高压テフロン分解容器を用いて液体試料化を行った。テフロン製の容器に試料を約10～30mg精秤し、王水（塩酸：硝酸＝3：1）を0.5ml、フッ化水素酸（HF）を3ml加えた後、テフロン製のフタをし、その容器をステンレス・スチール製の分解容器に入れ、電気乾燥器110℃で30～40分加熱した。室温まで冷却し、テフロン製の容器から約20ml程度の純水でテフロンビーカーに移し、ホットプレート上で蒸発乾固を行った（本法ではSi（ケイ素）は揮発するために定量不可）。蒸発乾固後、硝酸3～5mlに、純水を加え、メスフラスコを用いて100ml定容とした。

標準溶液および定量性の検討には、GSJ（Geological Survey of Japan：工業技術院地質調査所）配布のJB-1a、JG-1aを用いた。測定に際しては、他元素の発光線が測定元素に影響を与えないことを確認し、感度の優れた波長を選出した。JB-1a、JG-1aを用いて目的の11元素（主成分元素であるTi、Al、Fe、Mn、Mg、Ca、Na、K、微量成分元素であるSr、Ba、Er）の主要な3波長のそれぞれの波長ごとに試料溶液を用いて測定し、干渉等の妨害を受けず、かつ比較的高感度のよい波長の検討を行なった。本研究で選択した波長は、Ti（チタン）334.9nm、Al（アルミニウム）396.1nm、Fe（鉄）259.9nm、Mn（マンガン）257.6nm、Mg（マグネシウム）279.6nm、Ca（カルシウム）393.4nm、Na（ナトリウム）589.6nm、K（カリウム）766.4nm、Sr（ストロンチウム）407.8nm、Ba（バリウム）455.4nm、Er（エルビウム）337.3nmである。

今回の測定では多元素逐次（シーケンシャル）分析を行った。多元素逐次分析は、試料中に含まれる目的の元素を分析波長の短いものから順次測定していくものである。あらかじめ用いる元素の既知濃度の標準試料との発光強度の比較により試料中の元素濃度を決定した。定量分析用の標準試料にはJB-1a、JG-1aを用い、1試料につき3回測定し、その平均値を定量値とした。

多変量解析 - クラスター分析

クラスター分析とは分類法の一つである。陶磁器の識別、あるいは類似性を知るためには、測定したデータをもとにしたクラスター分析が有効である。本研究では、SPSS Base10.0J for Windows パッケージ・プログラムを用い、階層クラスター分析による分類を行った。Z得点で値の標準化、測定方法として平方ユークリッド距離、クラスター化の方法にはWard法を用いた。変数には検出限界以下の資料が存在したMnを除く10元素を用いた。

結果および考察

ICP発光分光分析による陶磁器片胎土資料の定量結果を第6～9表に示す。主成分元素については、岩石学の慣例に従って酸化物で表記してある。

第5表 九谷A遺跡出土陶磁器片：ICP 発光分光分析（Sr、Ba、Er 以外は%）

	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sr, ppm	Ba, ppm	Er, ppm
1	0.19	34.0	0.92	0.01	0.35	0.63	0.71	4.23	119	1736	1.09
2	0.33	31.0	1.54	0.02	0.38	0.72	0.50	4.40	149	1171	0.57
3	0.20	24.8	2.05	0.03	0.30	0.50	0.69	5.87	162	1616	0.98
4	0.25	30.9	1.71	0.03	0.38	0.47	0.61	5.99	166	1122	1.47
5	0.52	35.3	1.06	0.01	0.44	0.32	0.63	5.02	101	932	2.48
6	0.10	24.8	0.55	0.01	1.28	0.30	0.38	6.88	60	994	0.48
7	0.11	31.9	0.86	0.01	0.28	0.67	0.88	4.66	127	606	0.57
8	0.13	24.7	0.73	0.02	0.35	1.03	1.64	5.78	59	1101	0.69
9	0.27	36.4	3.35	0.06	0.53	1.56	0.94	4.89	181	1224	1.26
10	0.33	40.7	1.24	0.01	0.45	0.54	0.53	5.24	137	1326	1.55
11	0.33	34.1	2.05	0.04	0.58	0.59	0.65	6.15	153	1001	1.56
12	0.21	35.1	0.81	0.01	0.27	0.27	0.43	4.46	104	1047	0.97
13	0.02	30.9	1.04	0.01	0.28	0.40	0.79	5.19	131	1043	0.60
14	0.13	33.0	0.85	0.01	0.27	0.34	0.77	4.75	132	682	0.66
15	0.22	24.9	0.84	0.00	0.20	0.42	1.02	5.72	81	988	1.01
16	0.16	26.9	0.80	0.01	0.22	0.28	0.51	4.43	101	975	0.71
17	0.15	36.8	0.88	0.00	0.43	1.23	1.11	4.06	125	556	0.90

第6表 九谷古窯跡、肥前古窯跡出土陶磁器片：ICP 発光分光分析（Sr、Ba、Er 以外は%）

	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sr, ppm	Ba, ppm	Er, ppm
88091	0.30	41.6	1.17	0.01	0.48	0.72	1.01	5.03	156	1217	1.34
88093	0.26	30.3	1.33	0.03	1.47	3.04	4.79	3.10	676	697	1.21
88094	0.19	37.8	1.04	0.02	0.38	0.48	0.73	1.91	124	1119	0.88
88096	0.37	39.3	2.23	0.02	0.68	0.46	0.41	4.84	128	1148	1.71
87156	0.06	28.3	1.80	0.04	0.65	0.39	1.46	6.64	42	431	0.30
87159	0.06	27.6	1.47	0.03	0.61	0.48	1.73	5.62	12	384	0.28
87160	0.07	25.0	1.84	0.03	0.64	0.49	1.38	5.74	50	402	0.32
87181	0.05	23.5	0.52	0.02	0.13	0.30	0.69	3.97	40	361	0.24
87185	0.05	24.3	0.90	0.02	0.25	0.43	1.02	4.78	49	434	0.27
87251	0.43	24.9	1.38	0.01	0.65	0.72	2.91	4.09	48	386	2.06
87198	0.36	31.4	1.59	0.01	1.24	0.27	0.63	5.06	63	1397	1.73
87199	0.41	33.7	1.76	0.01	1.33	0.26	0.62	5.54	61	1464	1.91
89224	0.17	24.4	1.47	0.02	0.65	0.45	1.53	5.58	49	590	0.32
89225	0.15	24.4	1.65	0.02	0.66	0.45	1.56	5.32	56	652	0.71
89227	0.06	30.6	1.30	0.03	0.77	0.50	0.52	9.48	100	1023	0.27
89229	0.05	20.8	0.50	0.01	0.92	0.13	0.50	5.08	73	467	0.23

第 7 表 東京大学本郷構内遺跡理学部 7 号館地点出土片：I C P 発光分光分析(Sr、Ba、Er 以外は%)

	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sr, ppm	Ba, ppm	Er, ppm
87146	0.06	25.8	1.20	0.02	0.37	0.53	1.55	6.10	47	404	0.28
87147	0.05	26.2	1.15	0.02	0.54	1.00	1.61	5.67	59	664	0.25
87150	0.06	26.5	1.83	0.04	0.47	0.50	1.68	4.31	39	371	0.30

九谷 A 遺跡出土 17 試料のクラスター分析の結果を樹形図として第 1 図に示す。九谷 A 遺跡出土 17 試料のクラスター分析の結果では、全体的に大きく 2 グループに分類されている。今回、分析に供した資料数が少ないために明確には断定できないが、さらに、3 ないし 4 グループ以上に細分化される可能性も認められた。

九谷 A 遺跡出土片 17 点、九谷古窯跡出土片 4 点、肥前地域古窯跡出土片 12 点、東京大学本郷構内遺跡理学部 7 号館地点出土片 3 点、合計 36 点のクラスター分析の結果を樹形図として第 2 図に示す。クラスター分析の結果、九谷 A 遺跡出土片 17 点および九谷古窯 4 点、計 21 点は、以下の 6 グループに分類された。

- (A) 九谷 A 遺跡
- (B) 九谷 A 遺跡 . . + 九谷古窯
- (C) 九谷 A 遺跡 (+ 肥前：波佐見)
- (D) 九谷 A 遺跡 . . . + 九谷古窯 .
- (E) 九谷 A 遺跡
- (F) 九谷古窯

グループ (C) の九谷 A 遺跡 資料と肥前・波佐見地区辺後の谷窯と同一のクラスターを形成しているが、元素存在量を比較すると類似しているものの、いくつかの元素存在量に違いが認められる。ほぼ同じ窯でまとまっているグループ (B) (D) においては、九谷古窯跡出土資料が含まれていることから、九谷 A 遺跡と九谷古窯跡は陶磁器生産、あるいは消費に大きな関与があると考えられる。グループ (A) は、九谷 A 遺跡 8 資料のみでクラスターを形成しており、九谷古窯の詳細な調査により明確にされるものと思われる。グループ (E) (F) とともに、九谷 A 遺跡および九谷古窯出土資料がそれぞれ単独で存在している。九谷 A 遺跡出土 17 点について、推定製作年代 (第 1 表) と胎土の化学組成との関連を見出すには至らなかった。

クラスター分析の結果から、全体的に肥前地域古窯跡、九谷 A 遺跡、九谷古窯跡は、それぞれ、ある程度まとまって存在している。今回分析に供した九谷 A 遺跡出土陶磁器は、主たるクラスターから外れた数点が、果たしてどのような性質のものなのか、九谷古窯での多様性に起因しているものと考えられ、九谷古窯の総合的な分析が望まれる。また、原料陶石から素地土の調整工程も大きく関与しているものと推察され、具体的に検討する必要がある。

今後の研究の方向性を見出すために、山崎一雄他 (1993) の江戸時代の陶磁器の分析結果との主成分元素存在量の比較に基づく検討を行った。なお、定量値については、今回の I C P 発光分光分析では定量できないケイ素、検出限界以下の資料が存在するマンガンとマグネシウムを除く主成分 6 元素を用いた (第 8、9 表)。

第8表 九谷古窯出土陶磁器片の化学組成（％）：山崎一雄他（1993）より

		出土窯名	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	データ番号
1	K05	九谷1号窯	0.23	26.7	0.81	0.095	0.48	3.76	九谷1号窯
2	K06	九谷1号窯	0.15	26.1	0.69	0.072	0.45	3.87	九谷1号窯
3	K08	九谷1号窯	0.12	22.9	0.66	0.16	0.64	3.18	九谷1号窯
4	K09	九谷1号窯	0.20	24.3	0.88	0.52	0.36	4.13	九谷1号窯
5	K11	九谷1号窯	0.42	26.0	0.82	0.17	0.29	3.99	九谷1号窯
6	K12	九谷1号窯	0.30	22.2	0.99	1.76	3.10	2.80	九谷1号窯
7	K13	九谷1号窯	0.28	25.3	0.73	0.97	0.69	3.60	九谷1号窯
8	K15	九谷1号窯	0.40	24.2	0.78	0.34	0.62	4.08	九谷1号窯
9	K16	九谷1号窯	0.50	25.4	0.72	0.29	0.61	4.10	九谷1号窯
10	K18	九谷1号窯	0.26	20.6	0.94	1.67	1.91	3.93	九谷1号窯
11	K19	九谷1号窯	0.11	23.7	0.67	0.30	0.53	3.69	九谷1号窯
12	K23	九谷1号窯	0.13	24.9	0.67	0.17	0.42	3.63	九谷1号窯
13	K24	九谷1号窯	0.96	27.6	3.31	0.19	0.45	2.80	九谷1号窯
14	K25	九谷1号窯	0.95	26.1	3.62	0.18	0.33	2.78	九谷1号窯
15	K29	九谷1号窯	0.29	26.8	0.70	0.14	0.31	3.90	九谷1号窯
16	K30	九谷1号窯	0.82	21.6	4.70	0.50	0.38	3.76	九谷1号窯
17	K31	九谷2号窯	0.92	25.1	2.74	0.14	0.28	3.42	九谷2号窯
18	K33	九谷2号窯	0.64	30.6	1.76	0.09	0.33	3.50	九谷2号窯
19	K34	九谷2号窯	0.18	25.5	0.62	0.052	0.57	3.90	九谷2号窯
20	K35	九谷2号窯	0.23	24.7	0.67	0.045	0.37	4.10	九谷2号窯
21	K37	九谷2号窯	0.23	24.3	0.66	0.04	0.28	4.17	九谷2号窯
22	K38	九谷2号窯	0.55	28.4	1.65	0.18	0.40	3.83	九谷2号窯
23	K39	九谷2号窯	0.48	26.7	2.01	0.14	0.28	3.59	九谷2号窯
24	K44	吉田屋窯	0.50	23.9	2.52	0.32	0.46	4.80	吉田屋窯
25	K45	吉田屋窯	0.41	23.4	2.19	0.32	0.58	5.20	吉田屋窯
26	K47	吉田屋窯	0.22	19.8	1.54	0.14	0.52	5.36	吉田屋窯
27	K50	吉田屋窯	0.45	30.0	2.36	0.14	0.38	5.07	吉田屋窯
28	K51	若杉窯	0.20	19.2	1.56	0.09	0.51	4.85	若杉古窯
29	K52	若杉窯	0.10	19.4	0.51	0.07	0.26	5.26	若杉古窯
30	K53	若杉窯	0.09	20.0	0.57	0.09	0.23	6.53	若杉古窯
31	K55	若杉窯	0.11	19.6	0.55	0.68	0.19	5.35	若杉古窯
32	K56	若杉窯	0.13	22.3	0.38	0.56	0.19	5.80	若杉古窯
33	K57	若杉窯	0.10	19.4	0.46	1.25	0.34	5.34	若杉古窯

第9表 肥前古窯跡出土陶磁器片の化学組成(%) : 山崎一雄他(1993)より

		出土窯名	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	データ番号
34	H01	原 明 窯	0.066	17.1	1.23	0.54	0.52	3.22	有田：原明窯
35	H02	原 明 窯	0.065	16.9	1.20	0.14	0.57	3.32	有田：原明窯
36	H03	原 明 窯	0.065	17.7	1.22	0.10	0.66	3.38	有田：原明窯
37	H04	原 明 窯	0.049	16.0	1.15	0.34	0.54	2.76	有田：原明窯
38	H05	小 溝 上 窯	0.038	14.8	0.71	0.085	0.59	3.51	有田：小溝上窯
39	H06	小 溝 上 窯	0.044	17.2	0.75	0.33	0.84	4.80	有田：小溝上窯
40	H07	小 溝 上 窯	0.043	17.5	0.74	0.27	0.97	4.80	有田：小溝上窯
41	H08	小 溝 上 窯	0.039	17.0	0.77	0.19	0.66	4.09	有田：小溝上窯
42	H09	百 間 窯	0.07	19.1	1.26	0.39	0.34	3.96	有田：百間窯
43	H10	百 間 窯	0.10	19.8	1.06	0.11	0.33	3.81	有田：百間窯
44	H11	百 間 窯	0.018	22.0	1.86	0.14	0.47	4.59	有田：百間窯
45	H12	百 間 窯	0.15	22.5	1.70	0.08	0.41	4.85	有田：百間窯
46	H13	ダンバギリ窯	0.054	17.2	1.20	0.19	0.82	3.99	有田：ダンバギリ窯
47	H14	ダンバギリ窯	0.06	18.3	0.94	0.12	0.79	4.14	有田：ダンバギリ窯
48	H15	ダンバギリ窯	0.065	18.0	0.83	0.39	0.69	4.52	有田：ダンバギリ窯
49	H16	窯 ノ 辻 窯	0.073	19.7	1.24	0.22	0.82	4.33	有田：窯ノ辻窯
50	H17	窯 ノ 辻 窯	0.074	20.2	1.22	0.15	0.77	4.17	有田：窯ノ辻窯
51	H18	窯 ノ 辻 窯	0.07	18.6	0.86	0.31	0.72	4.05	有田：窯ノ辻窯
52	H19	窯 ノ 辻 窯	0.096	18.4	1.38	0.15	0.70	3.76	有田：窯ノ辻窯
53	H20	猿 川 窯	0.038	17.4	1.18	0.29	0.58	4.72	有田：猿川窯
54	H21	猿 川 窯	0.045	18.0	0.94	0.25	0.82	4.83	有田：猿川窯
55	H22	猿 川 窯	0.054	19.6	0.80	0.26	0.85	4.02	有田：猿川窯
56	H23	猿 川 窯	0.050	17.2	0.90	0.30	0.92	3.74	有田：猿川窯
57	H24	長 吉 谷 窯	0.046	17.2	0.53	0.24	0.62	3.60	有田：長吉谷窯
58	H25	長 吉 谷 窯	0.046	17.5	0.39	0.15	0.54	3.56	有田：長吉谷窯
59	H26	長 吉 谷 窯	0.06	18.9	0.93	0.14	0.89	4.16	有田：長吉谷窯
60	H27	長 吉 谷 窯	0.05	18.2	0.78	0.25	0.88	4.46	有田：長吉谷窯
61	H28	下 白 川 窯	0.058	19.6	0.75	0.29	0.66	5.40	有田：下白川窯
62	H29	下 白 川 窯	0.054	18.2	0.49	0.19	0.32	4.96	有田：下白川窯
63	H30	下 白 川 窯	0.059	19.6	0.63	0.15	0.78	4.50	有田：下白川窯
64	H31	下 白 川 窯	0.19	23.8	3.42	0.16	0.30	2.92	有田：下白川窯
65	H32	柿 右 衛 門 窯	0.048	17.8	0.39	0.22	0.44	3.70	有田：柿右衛門窯
66	H33	柿 右 衛 門 窯	0.06	19.0	1.02	0.25	0.80	4.32	有田：柿右衛門窯

67	H34	柿 右 衛 門 窯	0.062	20.7	0.74	0.15	0.79	4.73	有田：柿右衛門窯
68	H35	柿 右 衛 門 窯	0.050	19.1	1.36	0.10	0.61	4.52	有田：柿右衛門窯
69	H36	樋 口 窯	0.047	17.6	0.53	0.032	0.32	3.30	有田：樋口窯
70	H37	樋 口 窯	0.052	16.6	0.54	0.16	0.60	3.65	有田：樋口窯
71	H38	樋 口 窯	0.054	16.9	0.54	0.082	0.59	3.75	有田：樋口窯
72	H39	鍋 島 藩 窯	0.13	18.3	1.18	0.26	1.85	3.98	有田：鍋島藩窯
73	H40	鍋 島 藩 窯	0.14	20.4	1.23	0.18	1.27	3.81	有田：鍋島藩窯
74	H41	鍋 島 藩 窯	0.11	19.6	1.38	0.17	1.15	3.69	有田：鍋島藩窯
75	H42	不動山皿屋谷2号窯	0.65	25.6	1.16	0.056	0.30	.69	嬉野：不動山皿屋
76	H43	不動山皿屋谷2号窯	0.69	25.1	1.21	0.18	0.57	.40	嬉野：不動山皿屋
77	H44	不動山皿屋谷3号窯	0.75	22.8	1.00	0.18	0.39	3.75	嬉野：不動山皿屋
78	H45	不動山皿屋谷1号窯	0.47	23.5	2.13	0.069	0.15	4.37	嬉野：不動山皿屋
79	H51	吉 田 2 号 窯	0.30	17.4	1.07	0.59	2.02	4.81	嬉野：吉田2号窯
80	H52	吉 田 2 号 窯	0.36	18.5	1.04	0.36	1.53	5.00	嬉野：吉田2号窯
81	H53	吉 田 2 号 窯	0.37	19.6	1.05	0.34	1.52	4.80	嬉野：吉田2号窯
82	H54	吉 田 2 号 窯	0.30	16.9	0.91	0.48	1.87	4.57	嬉野：吉田2号窯
83	H55	吉 田 2 号 窯	0.55	20.0	1.34	0.38	1.45	3.74	嬉野：吉田2号窯
84	H56	吉 田 2 号 窯	0.31	16.0	0.85	0.56	1.95	5.04	嬉野：吉田2号窯
85	H57	吉 田 2 号 窯	0.46	18.9	1.22	0.51	1.67	4.22	嬉野：吉田2号窯
86	H58	吉 田 2 号 窯	0.34	19.1	0.92	0.36	1.58	4.95	嬉野：吉田2号窯
87	H59	吉 田 2 号 窯	0.43	19.5	1.61	0.43	1.38	3.92	嬉野：吉田2号窯
88	H60	吉 田 2 号 窯	0.42	17.9	1.07	0.50	1.82	4.44	嬉野：吉田2号窯
89	H61	吉 田 2 号 窯	0.08	17.5	0.65	0.27	0.95	4.14	嬉野：吉田2号窯
90	H62	吉 田 2 号 窯	0.24	19.3	1.09	0.38	1.09	4.33	嬉野：吉田2号窯
91	H63	吉 田 2 号 窯	0.21	17.1	0.66	0.41	1.65	4.88	嬉野：吉田2号窯
92	H64	吉 田 2 号 窯	0.09	15.8	0.22	0.33	1.35	4.74	嬉野：吉田2号窯
93	H65	吉 田 2 号 窯	0.04	16.4	0.58	0.29	0.74	3.92	嬉野：吉田2号窯
94	H66	吉 田 2 号 窯	0.05	16.9	0.63	0.22	0.83	4.12	嬉野：吉田2号窯
95	H67	吉 田 2 号 窯	0.06	16.7	0.60	0.30	1.06	4.37	嬉野：吉田2号窯
96	H68	吉 田 2 号 窯	0.06	17.2	0.52	0.24	1.01	4.47	嬉野：吉田2号窯
97	H46	三 股 古 窯	0.071	18.4	1.22	0.22	1.03	5.36	波佐見：三股古窯
98	H47	永 尾 本 登 窯	0.12	18.6	0.53	0.021	0.39	4.40	波佐見：永尾本登窯
99	HA 01	永 尾 本 登 窯	0.088	17.0	0.22	0.099	0.22	4.82	波佐見：永尾本登窯
100	HA 02	永 尾 本 登 窯	0.11	17.5	0.37	0.14	0.30	5.44	波佐見：永尾本登窯
101	HA 03	永 尾 本 登 窯	0.104	18.7	0.29	0.26	0.42	5.85	波佐見：永尾本登窯
102	HA 04	辺 後 の 谷 窯	0.08	16.8	0.22	0.26	0.39	5.20	波佐見：辺後の谷窯
103	HA 05	辺 後 の 谷 窯	0.07	14.6	0.21	0.22	1.45	3.74	波佐見：辺後の谷窯

九谷A遺跡出土陶磁器17片(A)と九谷古窯跡(1号窯16片(B1)、2号窯7片(B2)、吉田屋窯4片(B3))、若杉古窯6片(B4)、肥前古窯跡(有田地区41片(C1)、嬉野地区・不動山皿屋谷窯4片(C2)、嬉野地区・吉田2号窯18片(C3)、波佐見地区7片(C4))、計120点について元素存在量の比較を行った。SPSS 統計処理の箱ひげ図として第3図に示す。生産地ごとに元素存在量に特徴が認められる。これら6元素(酸化物)の存在量を変数としてクラスター分析により検討を行った。

九谷A遺跡出土陶磁器17片と九谷古窯跡、若杉古窯跡出土陶磁器片33点、計50点の主成分6元素の酸化物濃度を変数とするクラスター分析の結果、さらに肥前古窯跡出土103点を加えた合計120点のクラスター分析の結果を樹形図として、それぞれ第4図、第5図に示す。

両者クラスター分析においては、母集団が異り、基準化したときの平均値や標準偏差が異なることから、単純には比較できないが、九谷A遺跡出土陶磁器17片は、九谷A遺跡、
のように独立したクラスターを作成するものと主たるグループ(～、～の11点)に大別されている。しかし、いずれの資料も九谷地域での原料を用いて焼成されている可能性が高いものと推定される。

おわりに

本研究では、微量の試料量で、主成分元素から微量成分元素の多元素の同時定量が可能なICP発光分光分析を、九谷A遺跡を中心として、近世遺跡から出土する陶磁器の生産地推定への適用を試みた。ICP発光分光分析により定量された化学組成(元素存在量)による生産地推定においては、まだ、解決しなくてはならない多くの課題がある。

今回の測定での定量性を確認するため、USGS(U.S.Geologica l Survey:アメリカ合衆国地質調査所)配布の標準岩石を用いて、再度、測定を行い、検討している。

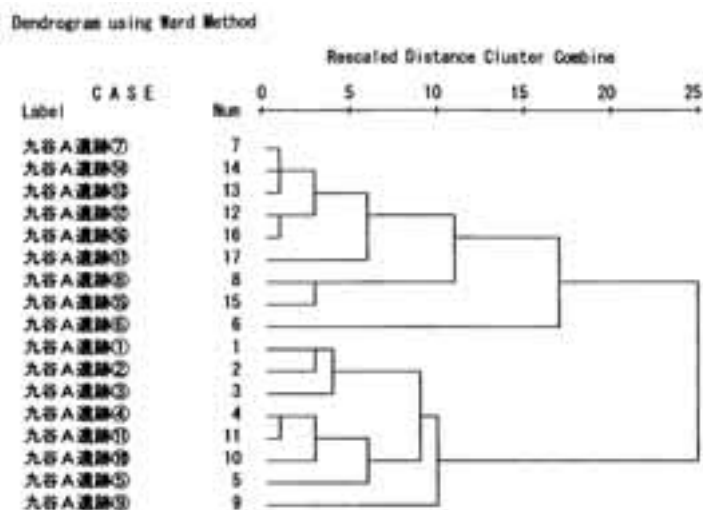
ICP発光分光分析には、必ず試料採取が必要となり、今回は、出土磁器片から分析のための胎土粉末試料を得るために、細片試料を粉碎し実体顕微鏡下でハンド・ピック法による回収や、ダイヤモンド・ドリルなどを用いた削り出しを行った。しかし、出土磁器片によっては、分析のための試料粉末の採取量が限定されてしまうことがある。たとえば、胎土の厚みが薄く、釉薬の影響が懸念されるほど断面が薄い資料などである。本研究では、数点が試料採取困難なため、10mg程度の極微量の試料量で行なった。場合によっては、各元素の検出限界との関係から、定量値が得られにくいことあり指標元素の設定などに留意する必要がある。

本研究では、ICP発光分光分析を用いて、陶磁器の胎土分析による分類を行なった。この分類により、陶磁器における生産地同定が可能であることが明らかになった。今後、ICP発光分光分析法が陶磁器の識別分類や生産地同定の分析法として更なる確立を図りたい。

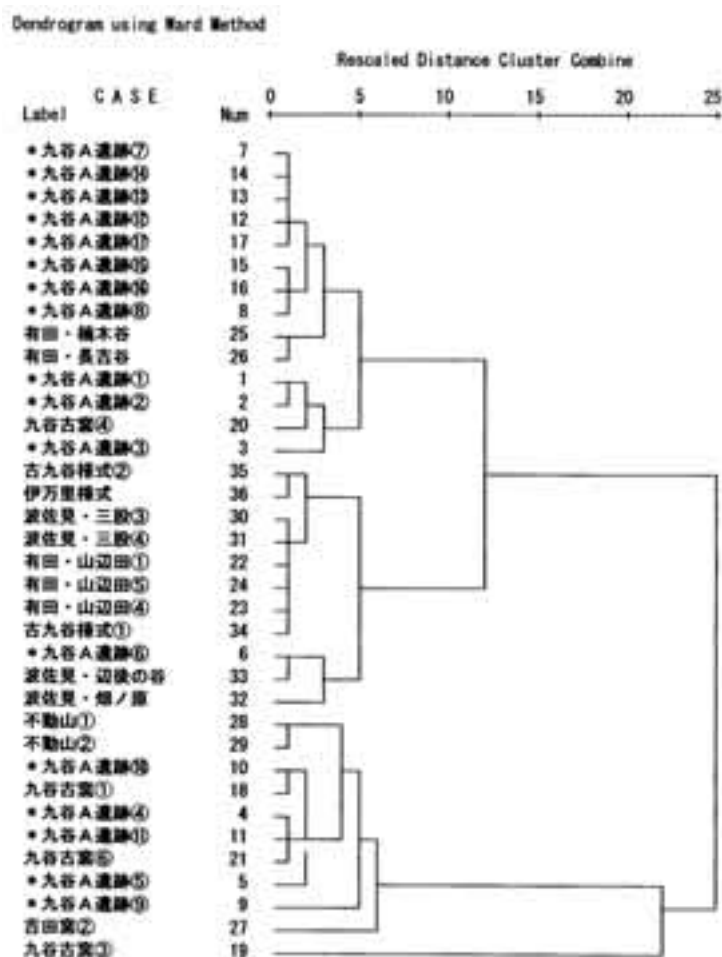
現在では、蛍光X線分析や、放射化分析により生産地同定がなされている。生産地同定については、美術史的観点、流通に関する文献史的、考古学的な考察等を基本に、自然科学的手法も加えて総合的に検討すべきであると考えらる。

参考文献

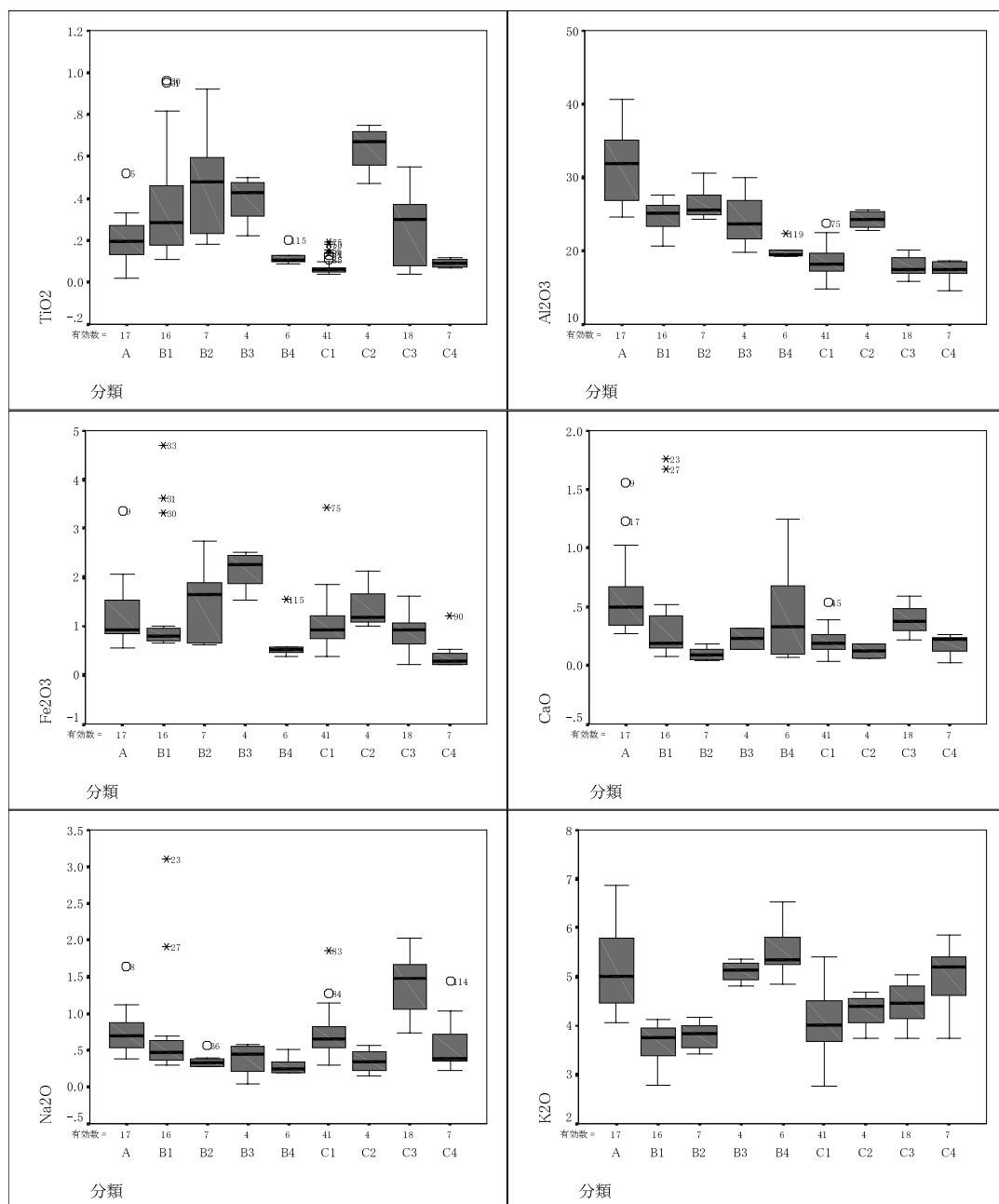
- 二宮修治・羽生淳子・大橋康二：『全面改訂 新しい研究法は考古学になにをもたらしたか』(田中琢・佐原眞編) pp 286 - 305、クバプロ(1995)
山崎一雄・成瀬晃司・堀内秀樹・大橋康二・望月明彦・杉崎隆一・内田哲男・小山睦夫・高田寛弥・藁科哲男・東村武信：「東京大学医学部附属病院地点出土の江戸時代の陶磁器片の材質および産地」、考古学雑誌、79(4) pp 469 (87) - 505(123) (1993)
原口紘彦・寺前紀夫・古田直紀・猿渡英之(共訳)：『微量元素分析の実際』、丸善(1995)



第1図 九谷A遺跡出土陶磁器片胎土（第1表）のクラスター分析
変数：ICP-AESにより定量されたMnを除く主成分7元素（酸化物）と微量成分3元素（第5表）



第2図 九谷A遺跡、九谷古窯、肥前古窯、東京大学理学部構内遺跡
理学部7号館地点出土陶磁器片胎土（第1～4表）のクラスター分析
変数：ICP-AESにより定量されたMnを除く主成分7元素（酸化物）と微量成分3元素（第5～7表）



第3図 九谷A遺跡出土および生産地遺跡（古窯跡）出土陶磁器胎土の元素存在量の比較（箱ひげ図）

A：九谷A遺跡

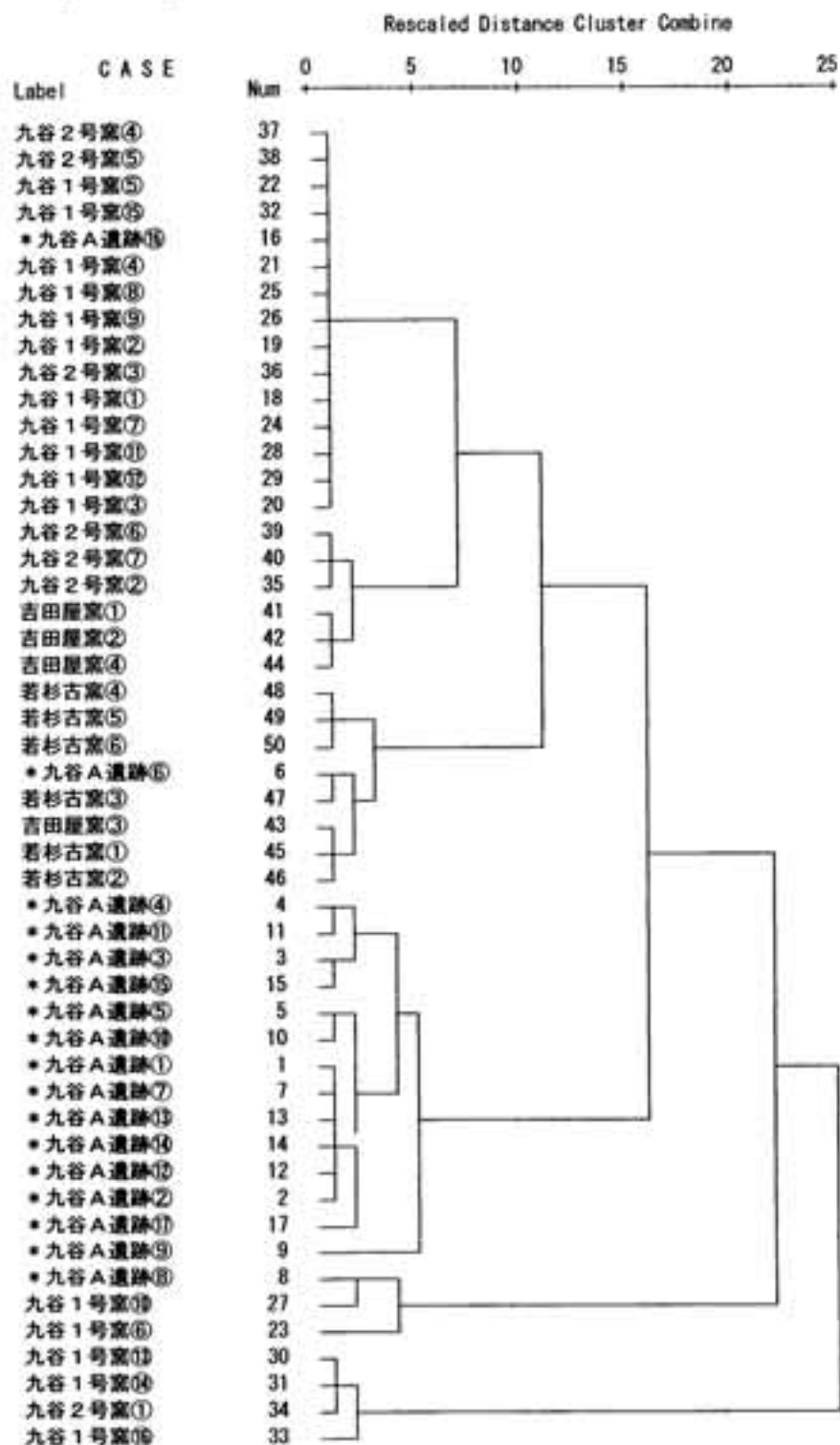
B1：九谷1号窯 B2：九谷2号窯 B3：吉田屋窯 B4：若杉古窯

C1：肥前・有田地区

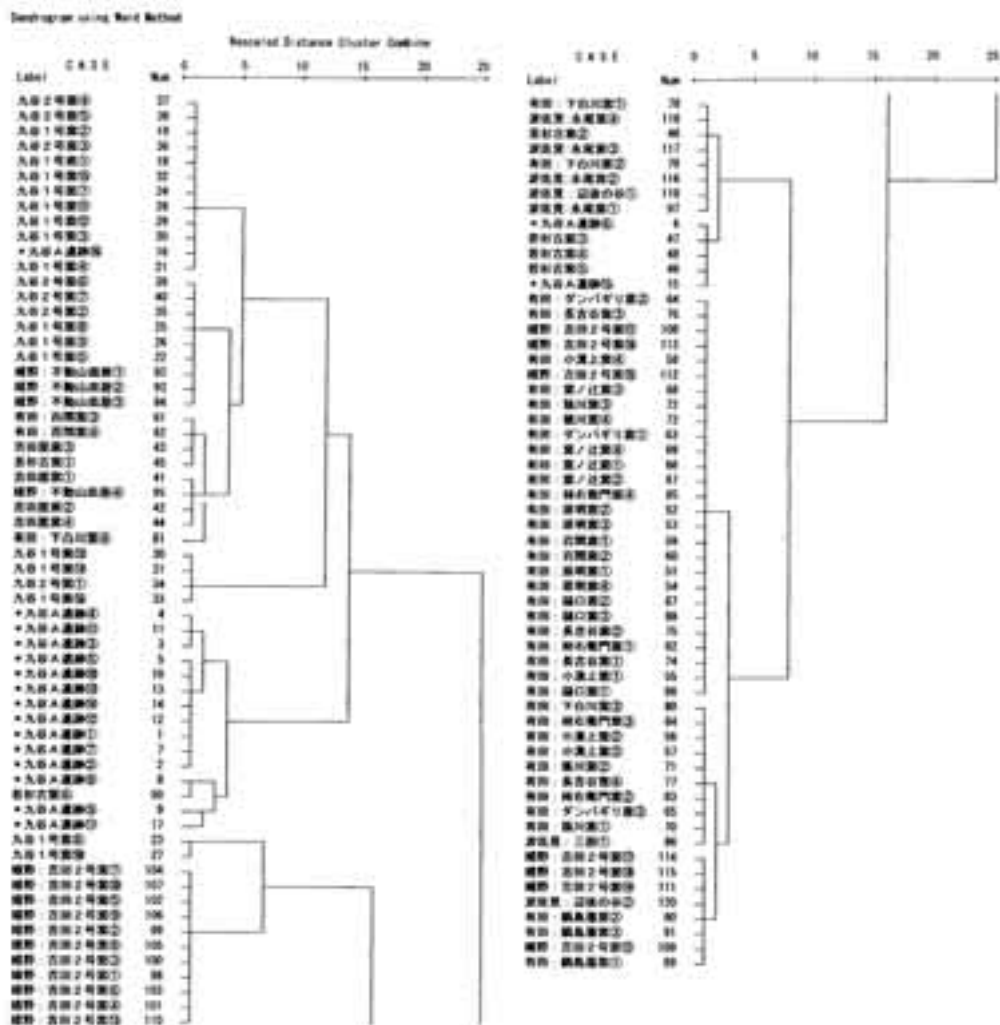
C2：肥前・嬉野地区（不動山皿屋谷窯） C3：肥前・嬉野地区（吉田2号窯）

C4：肥前・波佐見地区

Dendrogram using Ward Method



第 4 図 九谷 A 遺跡(第 1 表)、九谷古窯、若杉古窯出土陶磁器片胎土(第 8 表)のクラスター分析
変数: 主成分 6 元素(酸化物)(第 5、8 表)



第5図 九谷A遺跡（第1表）、九谷古窯、若杉古窯（第8表）、肥前古窯出土（第9表）陶磁器片胎土のクラスター分析
変数：主成分6元素（酸化物）（第5、8、9表）



九谷A遺跡の分析資料