

韓半島系土器・楽浪系土器の 発色技術についての基礎的研究

—胎土分析と色調の計量的分析を通じて—

鐘ヶ江賢二¹⁾・福田 匡朗²⁾

●キーワード：韓半島系土器 (Korean style pottery), 楽浪系土器 (Lelang style pottery),
発色技術 (coloring technique), 分光測色計 (spectrophotometer),
蛍光 X 線分析 (X-Ray fluorescence analysis)

1. はじめに

韓半島における原三国時代の土器は、それ以前の無文土器文化の基盤の上に還元焰焼成の技術が取り入れられて構成されており、還元焰焼成のいわゆる瓦質土器は、精良な胎土でやや軟質であり、灰白色、黄灰色、灰黒色など複数の色調の特徴をもつ (c.f. 崔 1982; 申 1982)。このような瓦質土器 (三韓系瓦質土器) にかかわる窯を用いた焼成技術は、紀元前後に日本に先んじて導入されたが、この新しい製陶技術は、楽浪土城出土土器に代表される楽浪土器の製陶技術であると考えられている。そして、4世紀ごろよりより高温で焼成され、硬く焼きしまった陶質土器に移行することが明らかにされている。

この新しい土器製作技術の導入のプロセスと技術的特質、それに関わる社会的・文化的要因は、まだ十分に解決できていない部分が多いと考えるが、新しい土器製作、焼成技術の導入に関する社会的・経済的要因などについて取り組んでいる李盛周の一連の研究は注目される (李 1988 a・1988 b・1991)。韓半島原三

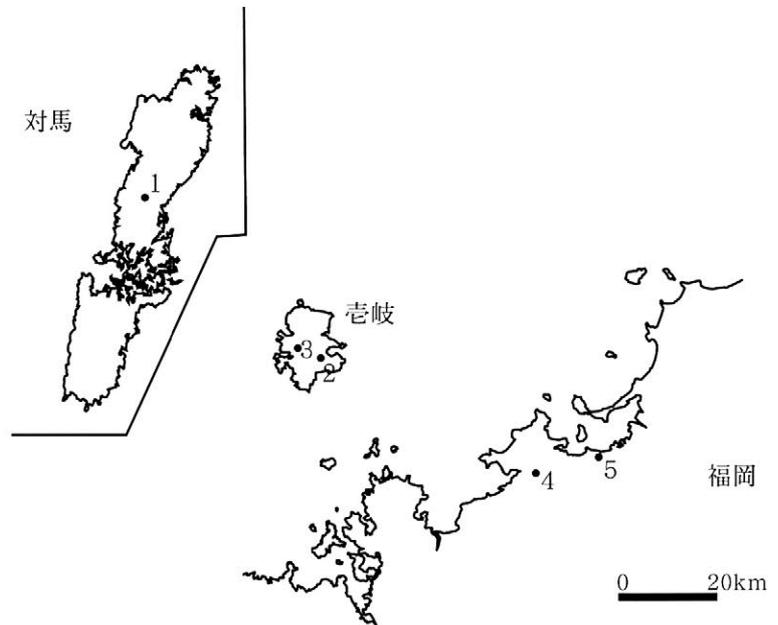


図1 本論で扱う遺跡の位置

1. 三根 2. 原の辻 3. カラカミ 4. 西町 5. 西新町

Fig. 1 Map of the study area in northern Kyushu, Iki, and Tsushima Islands.

1. Mine 2. Harunotsuji 3. Karakami 4. Nishimachi
5. Nishijinmachi.

国時代では、三韓系瓦質土器のほかにも無文土器以来の酸化焰焼成の土器も残存しており、さらに窯焼成による瓦質土器自体にも色調や硬度、胎土などに多様性がみられるが、李の研究では、外形的な特徴にとどまらず、物理

¹⁾ 鹿児島国際大学博物館 〒891-0191 鹿児島県鹿児島市下福元町 8850

²⁾ 熊本県教育庁文化課 〒862-8609 熊本県熊本市水前寺 6-18-1

化学的な性質や化学成分の変異にいたる広範囲の変数を設定する必要性を強調している。そして胎土の質に対して、肉眼観察をもとに三国時代前期土器を赤色土器、軟質土器、硬質土器と区分し、その区分の妥当性を複数の化学的分析によって確認しており、当該期の土器研究の中でも重要な意義をもつものであると評価できる。

李の研究からもうかがえるように、土器製作に使われる粘土の物理的・化学的性質や製作、焼成技術、そして土器の形や器種構成にいたるさまざまな属性の変異は、土器製作と消費システム、社会的、経済的なコンテキストの中で検討されるべきものであり、土器生産と消費システムの変動を促す諸要因を解きほぐす作業が今後必要になる。

本稿では、李の研究の視点に導かれつつ、原三国時代に相当する三韓系瓦質土器、楽浪系土器、および三国時代陶質土器の特徴を構成するさまざまな要素のうち、土器の発色技術に特に注目したい。複雑な様相を見せる三韓系瓦質土器や楽浪系土器の発色のメカニズムは、まだ十分に解明されておらず、土器の発色がどのような技術に起因するのかを検討することは、多様な質の胎土から構成される韓半島原三国時代の土器や楽浪系土器の特質を理解する際の基礎的作業になると思われる。筆者は、北部九州や壱岐、対馬で出土した三韓系瓦質土器や陶質土器、楽浪系土器の胎土分析に携わる機会を得ることができ、分析数としてはまだ十分とはいえないものの、蛍光 X 線分析や岩石学的分析から胎土に関するデータを得ることができた。今後は韓半島で出土した土器に重点を置く必要があるが、本論では日本で出土した三韓系瓦質土器および楽浪系土器、および強還元で硬質焼成の陶質土器の発色にかかわる胎土の性質や土器焼成技術について、現在のデータを軸にして若干の考察を行う。

なお、土器の色調は、胎土の化学組成や焼成方法だけでなく、埋没状況などに影響される可能性もある。そのため、色情報を重要視すべきでないという見解も見受けられる。しかしながら、遺跡から出土した土器の色調は、時代や地域、土器型式や系統によって違いがみられることが多く、本来の色調がまったく失われたものでないことは明らかであり、むしろ色調が時期的・地域的な胎土の違いや焼成技術の違いを示していることは多い。埋没

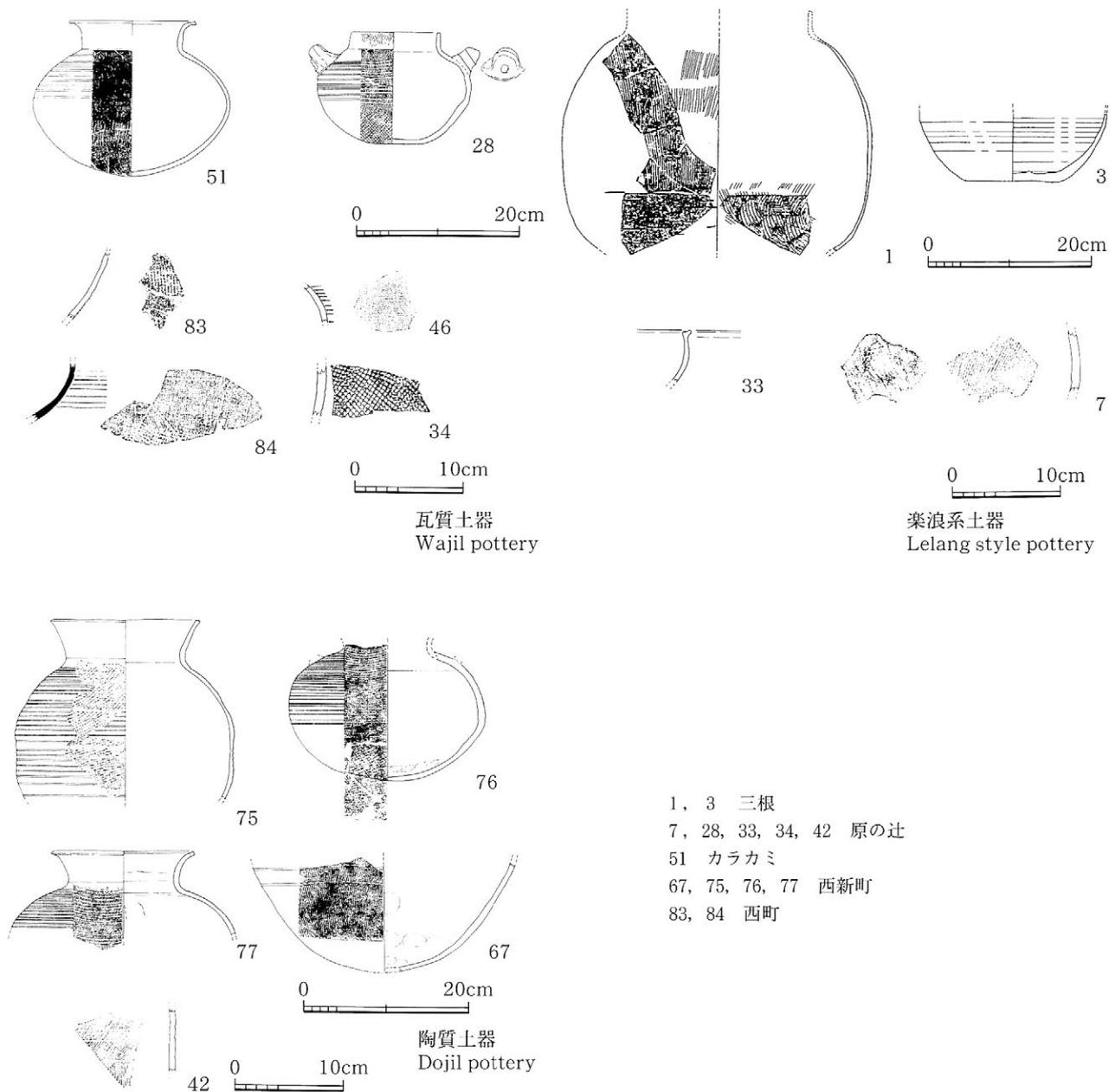
中の影響を考えるにしても、まず色調やそれに関連する胎土の化学組成についてのデータを蓄積させることが必要であり、その上で埋没環境の状況がどのような色調の変質をもたらすのか、という部分を検討していくことが、色調に関する議論を建設的にすすめることにつながると考える。色調のデータは、本論では基本的には胎土に含まれる鉄分と焼成時の雰囲気にかかわるものとみなし、色調に対する埋没中の影響については改めて論じることにしたい。

2. 分析資料

今回の分析で扱うのは、主に壱岐と対馬の各遺跡（図 1）で出土した韓半島系土器と楽浪系土器を中心とする。韓半島系土器および楽浪系土器のうち、対馬市三根遺跡（峰町教育委員会・峰町歴史民俗資料館編 2002）、長崎県壱岐市原の辻遺跡（安楽ほか編 2000；小石・松崎編 2002；杉原編 1999・2000；杉原・藤村編 2001；副島・山下編 1995）・カラカミ遺跡（韓・小田編 1991）、前原市西町遺跡（前原市教育委員会 2003）出土土器である（図 2・表 1）。また福岡市西新町遺跡 12 次調査出土韓半島系土器（福岡県教育委員会編 2002）、および原の辻遺跡出土土器の一部は色調のみを計測し、西新町遺跡については三辻利一によって蛍光 X 線分析が実施されているので（三辻 2002）、胎土に関してはそのデータを援用することにした。本論中の「瓦質土器」や「楽浪系土器」の定義は、申敬澈や崔鍾圭、谷豊信の定義にしたがう（申 1982；崔 1982；谷 1984・1985・1986）。「瓦質土器」や「陶質土器」の用語は、時期的差異を表す場合にも用いられ、またその概念には、実際にはさまざまな質感の土器が含まれている。この点については韓国側で論争も行われているが、本論では混乱を避けるため、従来の用法を踏襲した。したがって、「瓦質土器」とされる土器の中には、「新式瓦質土器」と呼称される時期的に後出する硬質な焼成のものが含まれていることがあることに注意されたい。

3. 分析方法

土器の色調の計測には、色情報を正確に、定量的に把握するため、分光測色系（X-Rite 社 SP 60）を用いた。



- 1, 3 三根
- 7, 28, 33, 34, 42 原の辻
- 51 カラカミ
- 67, 75, 76, 77 西新町
- 83, 84 西町

図2 分析の対象とした主な土器（各報告書および筆者実測図より作成）
Fig. 2 Sherds of pottery for examination

色調を測定する場所は、基本的に外面としたが、外面と内面の色調差が著しい場合には両面を測定した。一個体内でも表面の色調にばらつきがみられるものもあるが、自然釉などの影響があるような場所は避け、全体の色調の傾向を表すような場所を選んで測定した。瓦質土器や楽浪系の中には、表面に燻しなどの黒色化がみとめられるものがあるが、今回それらは計測からはずすことにした。

色の表示は、CIE（国際照明委員会）のL*a*b*表色計

を用いる。L*は明るさ、a*は赤・緑色のバランス、b*は黄・青色のバランスを示す。さらに、さまざまな波長の光の反射率が含まれている色情報に対して、分光反射率の曲線の形状からも色調の読み取りを行う。

そして、粘土中のさまざまな元素のうち、発色に最も大きく関わる元素である鉄（Fe）と色調との関係性を検討する。胎土中の鉄の量を把握するための蛍光X線分析は、鹿児島国際大学客員教授の三辻利一氏にご協力をいただいた。Feの値は、三辻がこれまで行ってきた

表1 分光測色計によるL*a*b*計測値, および鉄分量 (JG-1による標準化値)

Table. 1 L*a*b* value of the pottery by the spectrophotometer, and value of Fe (normalized by JG-1)

三根	No.	器種	系統	L*	a*	b*	部位	硬度	Fe	報告書頁	報告書No.	文献	
	1	壺	楽浪系土器	70.29	2.31	17.2	外面	軟質	2.22		116	1	
	2	壺	楽浪系土器	72.82	2.42	18.02	外面	軟質	2.78			1	
	3	鉢	楽浪系土器	63.49	7.52	22.4	外面	軟質	2.86		110	1	
	4	壺	三韓系瓦質土器	50.36	0.68	6.41	外面	軟質	3.49			1	
原の辻													
	5	壺	陶質土器	47.84	0.67	7.05	外面	硬質		48		74	6
	6	壺	陶質土器	50.23	0.67	8.60	外面	硬質		48		83	6
	7	壺	楽浪系土器	62.62	0.98	8.34	外面	軟質		48		77	6
	8	壺	三韓系瓦質土器	52.80	1.85	10.72	外面	軟質		48		79	6
	9	壺	三韓系瓦質土器	45.52	3.16	9.33	外面	硬質		48		81	6
	10	壺	陶質土器	48.18	1.75	10.25	外面	硬質		62		15	4
	11	壺	陶質土器	46.75	-0.18	5.85	外面	硬質		62		16	4
	12	壺	陶質土器	45.59	2.67	10.08	外面	硬質		62		17	4
	13	壺	陶質土器	47.69	1.23	8.69	外面	硬質		62		18	4
	14	壺	陶質土器	63.83	4.23	20.09	外面	硬質		139		2	5
	15	壺	陶質土器	47.09	0.81	3.72	外面	硬質		139		6	5
	16	壺	陶質土器	44.30	1.37	5.58	外面	硬質		139		11	5
	17	壺	陶質土器	45.89	1.06	6.87	外面	硬質		139		3	5
	18	鉢	三韓系瓦質土器	54.06	1.48	9.43	外面	軟質		85		38	5
	19	壺	三韓系瓦質土器	60.07	0.97	7.67	外面	軟質		85		39	5
	20	壺	陶質土器	52.00	3.60	13.96	外面	硬質		85		40	5
	21	壺	三韓系瓦質土器	56.19	10.38	22.81	外面	軟質		83		1	5
	22	壺	三韓系瓦質土器	45.97	0.75	4.04	外面	軟質		84		35	5
	23	壺	三韓系瓦質土器	57.36	0.68	4.12	外面	軟質		84		20	5
	24	壺	三韓系瓦質土器	49.55	0.94	6.2	外面	軟質		84		36	5
	25	壺	楽浪系土器	51.54	1.21	6.27	外面	軟質					12
	26	壺	楽浪系土器	55.47	1.08	10.25	外面	軟質					12
	27	壺	三韓系瓦質土器	65.62	0.39	8.25	外面	軟質		170		18	8
	28	壺	三韓系瓦質土器	47.62	0.34	2.13	外面	硬質		31		107	8
	29	壺	三韓系瓦質土器	49.71	1.15	5.87	外面	軟質		83		2	4
	30	壺	陶質土器	41.63	-0.03	2.16	外面	軟質		48		73	6
	31	壺	三韓系瓦質土器	64.28	4.95	20.31	外面	軟質	1.72	35		158	8
	32	壺	三韓系瓦質土器	65.50	1.57	11.72	外面	軟質	2.45	35		155	8
	33	鉢	楽浪系土器	55.54	1.71	10.98	外面	軟質	3.37	35		152	8
	34	壺	三韓系瓦質土器	72.01	2.75	12.36	内面	軟質	1.43	34		136	8
	35	壺	三韓系瓦質土器	74.31	1.5	9.24	外面	軟質		34		136	8
	36	壺	三韓系瓦質土器	56.82	8.9	22.89	外面	軟質	3.18	182		9	2
	37	壺	三韓系瓦質土器	38.41	0.32	2.41	内面	軟質					
	37	壺	三韓系瓦質土器	37.72	3.12	6.50	外面	軟質	2.42	182		10	2
	38	鉢	楽浪系土器	41.61	0.54	3.02	外面	軟質	2.31				3
				52.02	0.77	5.10	内面	軟質					
	39	鉢	楽浪系土器	63.22	0.80	10.46	外面	軟質	2.76				7
				60.97	0.54	9.41	内面	軟質					
	40	鉢	楽浪系土器	58.52	0.77	6.66	外面	軟質	2.94				7
				59.03	0.95	7.33	内面	軟質					
	41	鉢	楽浪系土器	57.95	1.62	11.93	内面	軟質	3.85				
	42	壺	陶質土器	42.82	-0.40	5.12	外面	硬質	4.09	48		82	6
				51.72	0.43	15.91	内面						

43	壺	三韓系瓦質土器	47.29	0.18	5.84	外面	硬質	3.96	50	7	6
			50.50	-1.80	1.62	内面					
44	甕	三韓系瓦質土器	42.52	1.27	5.26	内面	軟質	0.736			6
45	壺	三韓系瓦質土器	55.09	1.39	9.29	外面	軟質	2.8			6
			57.18	1.34	9.68	内面					
46	壺	三韓系瓦質土器	66.09	1.95	10.61	外面	軟質	0.92			7
			67.8	1.32	9.71	内面					
47	壺	三韓系瓦質土器	60.48	1.50	8.58	内面	軟質	2.2	186	5	2
48	壺	三韓系瓦質土器	65.74	1.13	11.2	外面	軟質	3.67	184	9	2
			67.81	0.93	10.3	内面					
49	壺	三韓系瓦質土器	55.22	1.09	5.22	外面	軟質	2.86			
			55.17	1.11	5.26	内面					
50	壺	三韓系瓦質土器	43.30	0.80	4.57	外面	硬質	2.88			
			46.34	1.22	5.51	内面					

カラカミ

51	壺	三韓系瓦質土器	51.23	3.47	13.8	外面	硬質	2.19			9
			37.64	1.34	5.77	内面					

西新町

52	壺	陶質土器	61.98	6.57	22.68	外面	中程度		163図	14	10
53	壺	陶質土器	51.88	-0.36	3.41	外面	中程度		163図	7	10
54	壺	陶質土器	46.99	1.36	8.58	外面	中程度		170図	29	10
55	壺	陶質土器	53.53	1.49	10.72	外面	中程度		170図	32	10
56	壺	陶質土器	44.61	-0.01	2.84	外面	中程度		61図	51	10
57	壺	陶質土器	70.13	2.46	15.76	外面	中程度		120図	58	10
58	壺	陶質土器	53.40	4.5	16.99	外面	中程度		170図	30	10
59	壺	陶質土器	60.32	5.17	24.68	外面	硬質		373図	308	10
60	壺	陶質土器	52.50	5.56	22.1	外面	硬質		373図	312	10
61	壺	陶質土器	53.54	2.82	14.73	外面	硬質		373図	313	10
62	壺	陶質土器	55.64	1.22	12.41	外面	硬質		373図	314	10
63	壺	陶質土器	55.26	1.83	13.43	外面	硬質		373図	317	10
64	壺	陶質土器	59.52	8.56	19.84	外面	中程度		374図	319	10
65	壺	陶質土器	59.08	9.33	25.39	外面	中程度		374図	320	10
66	壺	陶質土器	55.75	4.53	19.01	外面	中程度		374図	322	10
67	壺	陶質土器	57.90	4.64	20.11	外面	硬質		374図	323	10
68	壺	陶質土器	42.36	9.29	11.88	外面	硬質		374図	324	10
69	壺	陶質土器	57.97	2.09	12.99	外面	中程度		374図	334	10
70	壺	陶質土器	59.37	1.87	12.75	外面	中程度		374図	341	10
71	壺	陶質土器	61.84	7.58	22.18	外面	中程度		374図	342	10
72	壺	陶質土器	42.28	6.36	11.13	外面	硬質		374図	344	10
73	壺	陶質土器	47.47	1.27	11.03	外面	硬質		374図	354	10
74	壺	陶質土器	53.68	1.27	10.05	外面	硬質	2.9	54図	74	10
75	壺	陶質土器	43.86	0.02	5.75	外面	硬質	3.44	54図	75	10
76	壺	陶質土器	52.88	1.06	11.09	外面	硬質	2.78	71図	41	10
77	壺	陶質土器	47.53	1.04	8.77	外面	軟質	2.7	81図	27	10
78	壺	陶質土器	52.94	13.5	24.58	外面	中程度	2.65	94図	12	10
80	壺	陶質土器	49.54	1.93	10.54	外面	硬質	2.64	195図	115	10
81	壺	陶質土器	53.40	4.5	16.99	外面	硬質		170図	30	10
82	壺	陶質土器	50.01	0.39	7.11	外面	硬質		362図	269	10

83	壺	三韓系瓦質土器	65.48	0.88	7.52	外面	軟質	2.866	15	35	11
84	壺	三韓系瓦質土器	65.90	2.35	17.27	外面	軟質	3.4	15	36	11

文献

- (1) 峰町教育委員会・峰町歴史民俗資料館2002 (2) 副島・山下編1995 (3) 宮崎ほか編1999
 (4) 杉原編1999 (5) 安楽ほか編2000 (6) 杉原編2000 (7) 町田編2002 (8) 小石・松崎編2001
 (9) 小田・韓編1991 (10) 吉田編2002 (11) 江崎編2003 (12) 2002年県道報告分

分析法にしたがい(三辻 1983 ほか), それぞれの試料の X 線強度に対して JG-1 の X 線強度を用いて標準化された数値を用いている。表に示した標準化値自体のデータは, 報告書, および拙稿に基づくものである(鐘ヶ江 2005)。

また, 土器の硬さは, 主に焼成温度に関係すると考えられるが, 粘土の化学組成に影響される面もあり, 単純に焼成温度が高いものは硬いというわけではないことにも留意すべきであろう (e. g. Shepard 1956)。それでも, 弥生土器と須恵器の硬度の違いから焼成温度の差は一目瞭然であるように, 硬度は焼成状態を推測するのに重要な属性である。そこで硬度と色調との関係にも注目してみたい。硬さの表示は, モース硬度計を基準とし, モース硬度 4 以上を硬質とした。そして硬度 4 未満のものを軟質としたが, どちらとも判断しがたい硬度のものもあり, それに対しては軟質と硬質との間の中間的な評価を与えている。中間的な硬度のものは, 焼成状態に対する評価が難しいため, 今回は詳細な検討を行っていない。

瓦質土器や楽浪系土器については, X 線回折や偏光顕微鏡による観察で焼成温度の影響を加味しながら, 発色技術について検討する。偏光顕微鏡による分析は, 土器片を器壁断面に沿って垂直に切断し, 表面を研磨した後, 熱硬化性エポキシ系接着剤(ペトロポキシ-154)と硬化剤を混合した樹脂を用いてスライドグラスに接着させ, 約 0.03 mm の厚さまで研磨し, 偏光顕微鏡下で胎土組織の観察を行った。X 線回折分析は, 福岡教育大学の上野禎一教授にご協力いただいた。

4. 分析結果

4.1 三韓系瓦質土器, 楽浪系土器の色調

まず, モース硬度が 4 未満の軟質の焼成がなされた瓦

質土器や楽浪系土器について検討する(図 3)。色調の計測値は, 外面を使用した。L*の値, すなわち明るさについては, L*は 70 付近を示すものがあり, 明度が高いものを一定量含んでいることがわかる。しかし, 40 付近に分布するものもあり, 明るい色調とやや暗い色調のものがみとめられ, ばらつきがある。なお, 三根遺跡出土楽浪系土器は L*が高い値に分布し, 原の辻遺跡の楽浪系土器とは違いがある。製作地の違いを暗示しているかもしれない。

次に L*と Fe の量との関係を見ると, 明るさの度合いは Fe の量と明確な相関関係を示していないようである。Fe の増加にともなって L*の値が減少しているようにみえるが, Fe が少量であっても L*が 40 付近と離れて分布するものがみとめられ, Fe 量と明度との関係性は弱いように見受けられる。

赤と緑のバランスを示す a*についてもデータの分布をながめると, やはり a*の値と Fe の量との関係性は弱いようである。a*値が 8 付近と高い値を示すものもみられるが, 他は 1 から 2 付近に分布し, 全体に赤みが少なく, やや緑色を含んだ色調であることが読み取れる。

黄色と青色のバランスを示す b*も同様に, Fe の量との明確な相関関係を示さないようである。b*の値は特にばらつきが大きく, 色調変化と鉄の量との関係性は読み取りにくい。

次に, それぞれの土器の色調を, 400~700 nm の範囲の反射率のスペクトル曲線で検討すると(図 4), 軟質焼成の三韓系瓦質土器や楽浪系土器は, 反射率が低いものと高いものがあり, 全体的には反射率にばらつきがある。楽浪系土器の中で全体に反射率が高いものがあるが, これは三根遺跡出土の楽浪系土器である。また瓦質土器の中で反射率が高く, はずれた曲線をもつものがあるが, これは格子目タタキがなされた壺形土器である。

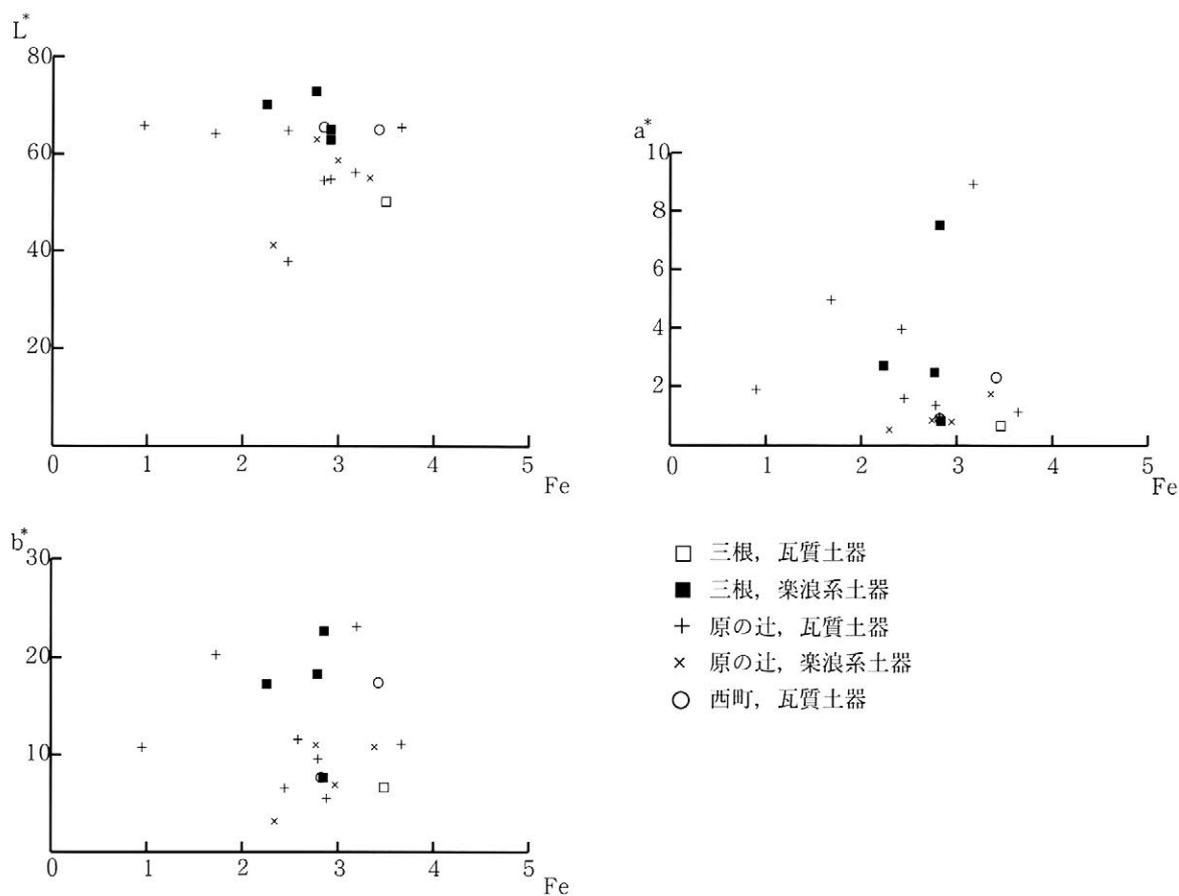


図3 韓半島系軟質土器, および楽浪系土器における Fe と L*a*b* との関係性

Fig. 3 Plot of the value of Fe and L*a*b* showing variation of the surface color and Iron of the soft sherds of Korean and Lelang style pottery.

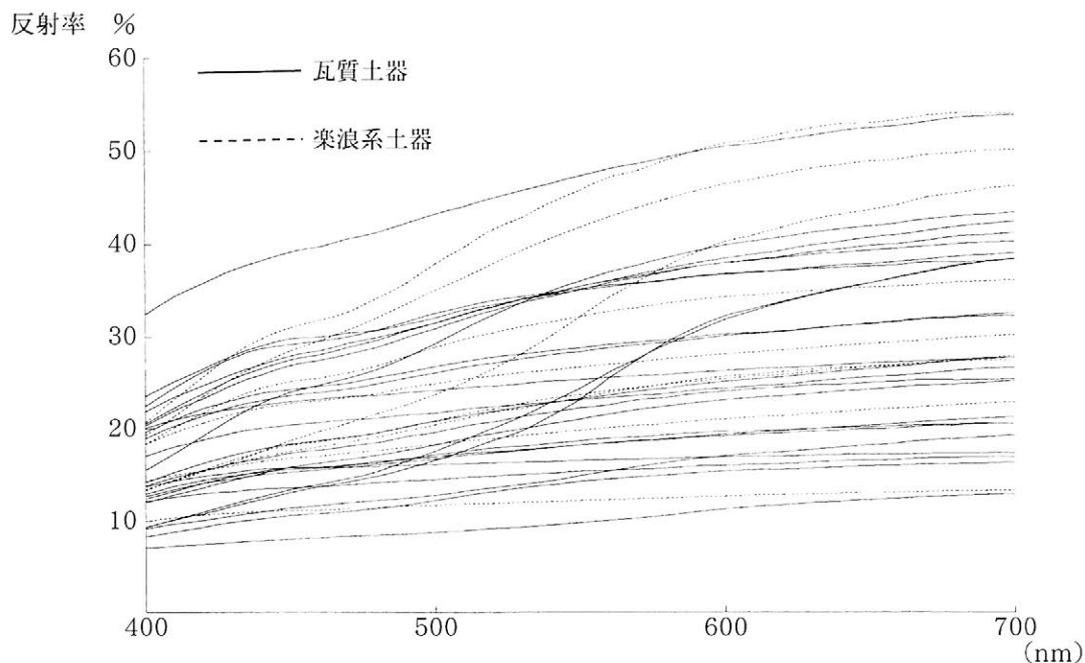
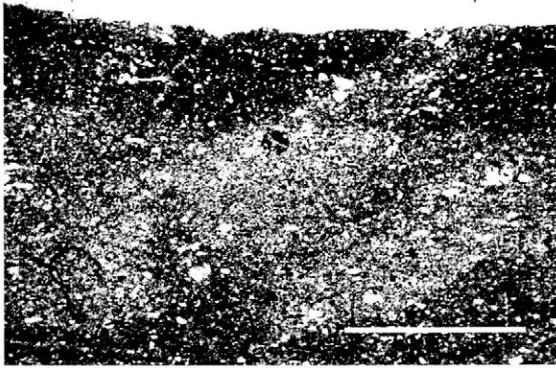
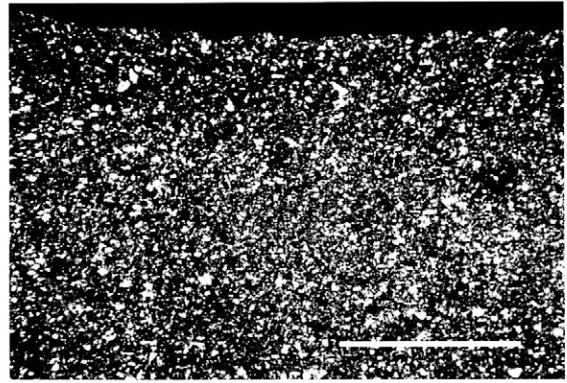


図4 韓半島系・楽浪系軟質土器のスペクトル曲線

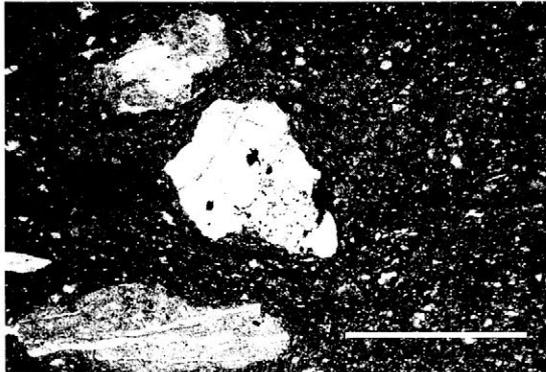
Fig. 4 Spectral curve from samples of Korean and Lelang soft pottery



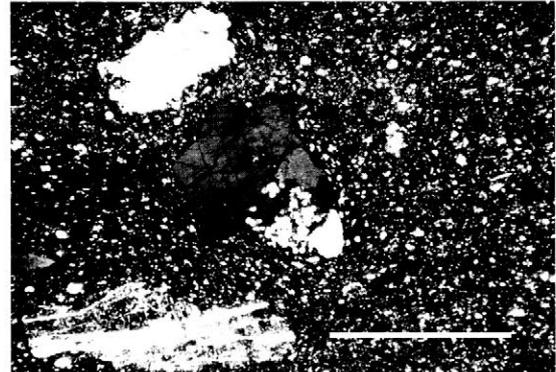
No. 1 開放ポーラ



No. 1 直交ポーラ



No. 84 開放ポーラ



No. 84 直交ポーラ

図5 楽浪系土器（上），および瓦質土器（下）の偏光顕微鏡写真（スケールバー 1.0 mm）
 Fig. 5 Thin section of Lelang style pottery and Wajil style pottery under polarized microscope.

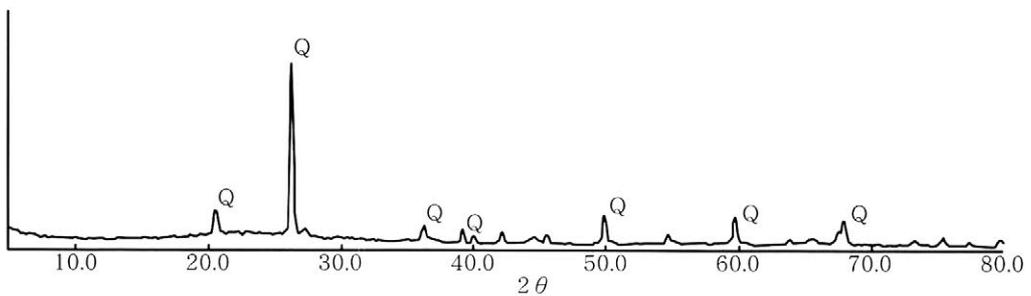
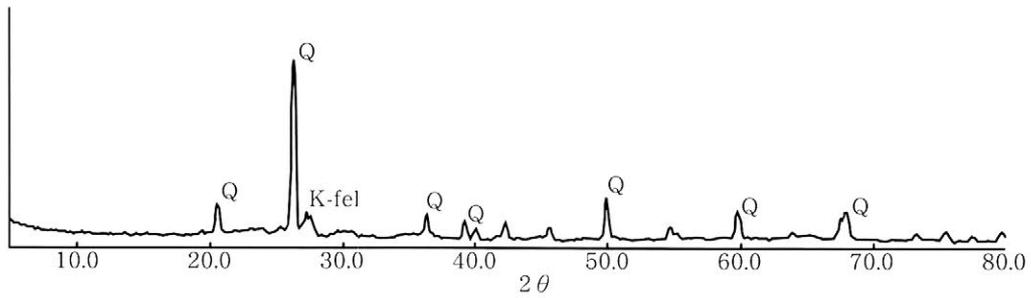


図6 原の辻遺跡出土楽浪系土器（上），瓦質土器（下）のX線回折パターン
 Fig. 6 X-Ray diffraction pattern of pottery from Harunotsuji site, upper : Lelang style pottery, lower : Wajil style pottery

こうした違いは生産地の違いを暗示するものの、全体の特徴を次の陶質土器と比較すれば、陶質土器に近い反射率が低く示されるものが含まれると同時に、600 nm から 700 nm の橙色から赤色の波長の領域で高い反射率を示す一方、500 nm 付近の緑色や青色の反射率も比較的高く、波長に応じた反射率の変化が少ないものが含まれることから、三韓系瓦質土器や楽浪系土器には、暗灰色や灰色、黄灰色などの色調を呈するものが含まれることがうかがえる。そしてスペクトル曲線の形状の変化が少ないので、彩度が低い瓦質土器や楽浪系土器特有の色調を示しているといえよう。

また、軟質の瓦質土器や楽浪系土器の焼成温度については、組織の状態から焼成温度を推測するため、三根遺跡出土楽浪系土器片や、西町遺跡出土の韓半島系土器に対してプレパラートを作成し偏光顕微鏡で観察を行った(図5)。対馬の三根遺跡出土楽浪系土器は、大粒の砂粒がほとんど含まれない精良な組織であり、基質を構成する粘土鉱物の全体的なガラス化がみとめられる。しかし高温で生成されるムライトやクリストバライトは見出すことができなかった。西町遺跡出土瓦質土器は、やや大きめの石英や長石の粒子がみとめられるが、基質はやはり細かな粒子によって精良な胎土組織を形成している。焼成時の熱による変成を受けており、基質の細かな粘土鉱物類はガラス化している状態であったが、一部角閃石が酸化しつつも残存していることも確認できた。そしてムライトなど1000℃を超える高温で生成される鉱物は、顕微鏡下ではみとめられなかった。

さらに原の辻遺跡出土の三韓系瓦質土器と楽浪系土器の一部に、X線回折分析を実施した(図6)。楽浪系土器に関しては、コヨウ調査地点出土の表面が黒色処理された壺形土器に対して実施したが(小石・松崎編2002, 34頁No.138)、石英が多くピークとして検出され、一部カリ長石類も検出された。しかしながら、ムライトやクリストバライトのような高温で生成される鉱物は検出されなかった。これは、弥生土器のX線回折のパターンとも比較的類似しているものである。瓦質土器についても、石英を中心としてピークがみとめられ、高温で生成される鉱物はみられない。

したがって、モース硬度が2から3程度の軟質焼成の

瓦質土器や楽浪系土器は、顕微鏡下において鉱物の変成やガラス化がみられることから、900℃から1000℃前後で焼成されたと推測されるものの、1000℃を大きく超えるような高温で焼成されたわけではなかったと考えられる。そして、色調についてみると、鉄の量との関係性は明確な相関関係を示さなかったため、軟質の瓦質土器や楽浪系土器の発色の要因は、粘土に含まれる鉄の量以外の要素が大きく関与したことが想定される。

4.2 三国時代陶質土器、瓦質土器(硬質)の色調

次に、モース硬度4以上の硬質のもので、高温の還元焰焼成の瓦質土器および陶質土器における色調変化と鉄の量との関係についてみてみたい(図7)。ここでは、西新町遺跡の三国系陶質土器や、硬質な焼成の原の辻遺跡やカラカミ遺跡出土三韓系瓦質土器を対象とした。焼成温度の推定に関する分析は行っていないが、韓半島側の研究事例では、X線回折によってムライトやクリストバライトが検出されていることから(李1988aほか)、陶質土器の焼成温度はおよそ1000℃以上の須恵器の焼成温度と同程度とみてよいであろう。

明度を示す L^* は、軟質の瓦質土器や楽浪系土器に比べると低い値でまともまっていることがわかる。そして色調とFeとを比較すると、 L^* はFe量が多くなると低くなるように見受けられる。 L^* に関しては、Feが多含まれるほど明度が低く暗い色合いになる傾向がみられる。

また、 a^* は、Feが増えると値が0に近づき、Feが4を超えるとマイナスを示すものもみられ、Feが多くなるほど緑色の割合が増すことを示している。 b^* も同様に、Feの量が増えるほど値が低くなる負の相関を示し、青みが強くなることがわかる。

このような結果をみると、陶質土器は、胎土に含まれる鉄の量が多いほど赤色、黄色味が少なく、暗く緑色、青色の割合が強まることがうかがえる。胎土の化学組成が、土器の発色に影響を及ぼしている傍証であろう。そこで、強還元焰焼成で硬度の高い土器は、粘土中の鉄の量が土器の発色のかなりの部分を左右していることが推測される。

次に、陶質土器の色調の分光反射率のスペクトル曲線をみると(図8)、全体に反射率が低く、また曲線の形

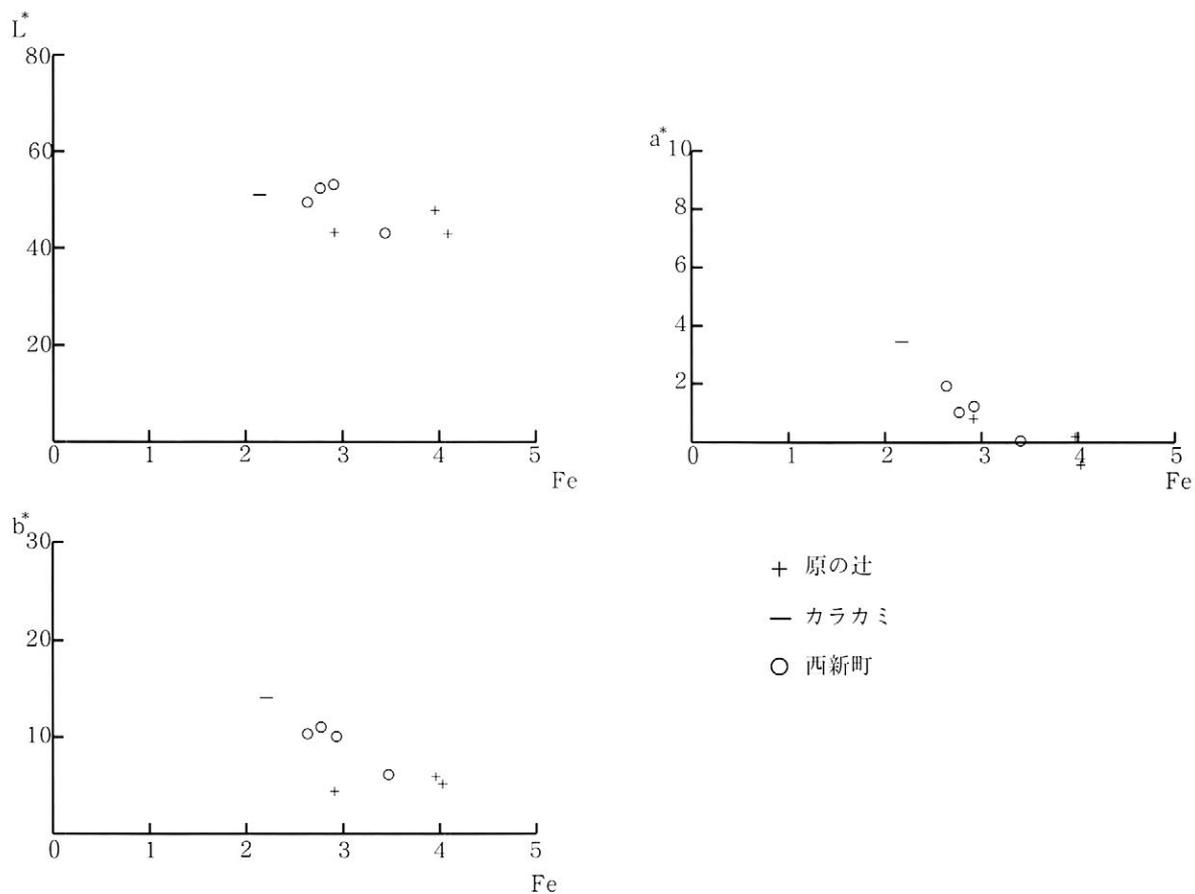


図7 韓半島系硬質土器における Fe と L*a*b*との関係性

Fig. 7 Plot of the value of Fe and L*a*b* showing variation of the surface color and Iron of hard sherds of Korean style pottery.

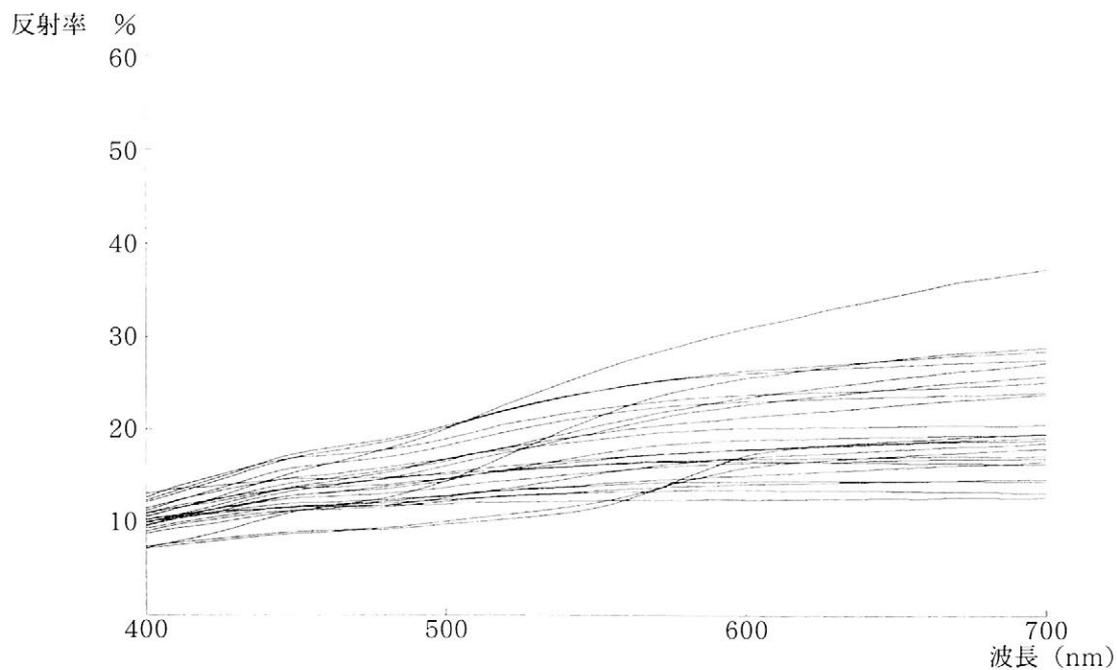


図8 韓半島系硬質土器のスペクトル曲線

Fig. 8 Spectral curve from samples of Korean hard pottery

状が平坦で起伏が乏しいのがわかる。これは須恵器や陶質土器のような暗灰色や青灰色のやや暗い色調の特徴をよく示すものであり、強還元の硬質焼成の場合、暗い色合いになることが、分光反射率のグラフからも読み取ることができる。

こうした結果から、陶質土器の色調は、胎土に含まれる鉄の量に影響されるものであり、安定した高温と還元焰の状態では、色調の変異は胎土の化学組成から促される部分が多いことがわかる。またL*の変化やスペクトル曲線の形状から、窯の密閉度の高い強還元焼成は、全体に暗い発色に結びつくことが理解される。

5. 考察

以上の結果から、瓦質土器と楽浪系土器、そして陶質土器との間には焼成技術の違いがあり、その焼成技術の違いは土器の発色にあらわれていると評価することができよう。

まず、陶質土器のような高温焼成の還元焰焼成土器では、発色には鉄の量に影響を与えるようである。すなわち、鉄が多く含まれるほど暗く緑、青色を帯びた色調となる。弥生土器についても、色調とFe量との関係を指摘したことがあるが(鐘ヶ江 2003)、陶質土器においても、胎土に含まれる鉄が発色のメカニズムに関与していることがうかがえる。

高温焼成で還元焰の土器の発色が鉄化合物に影響されるという点は、すでに須恵器の焼成技術復元のための焼成実験を精力的に行っている佐々木幹雄らによって指摘されている(佐々木 2003; 佐々木・余語 2004)。佐々木らの実験的研究の成果によれば、須恵器の青灰色や灰黒色は、窯内で発生する煤というよりも、胎土に含まれる酸化第二鉄(Fe₂O₃)から酸化第一鉄(FeO)への変化、すなわち鉄化合物の還元反応の結果であるという。同様に、鉄化合物の土器の色調への作用が論じられている研究もみられる(c.f. 大沢ほか 1978)。本論における色調と胎土の化学組成との対応関係をみると、陶質土器の発色は鉄の量と関わりがあることが示唆されたが、これは窯の内部の密閉度が高く、安定した還元焰の焼成状態が保たれた陶質土器や須恵器では、酸化第一鉄への還元作用が安定的であるがゆえに、発色が鉄の量に左右さ

れることを示唆すると考えられる。韓半島の陶質土器は須恵器とほぼ同様の技術で焼成されたと想定できることから、この結果は、佐々木による須恵器の発色の復元実験に基づく見解を傍証するものであるといえよう。

なお、陶質土器の発色に関連して、陶質土器の製作のための粘土の採取の際には、意図的な選択がなされたのであろうか。李の研究によると、三国時代前期土器のうち、酸化焰焼成の軟質土器と還元焰焼成の硬質土器との間では、化学組成が比較的類似しているが、その一方で、陶質土器におけるSiO₂の量は、三国時代より前段階の無文土器に比べて少なく、それ以外のFeやMg、Kなどの成分が多く含まれていることが指摘されている(李 1988 a)。

窯による高温焼成の際には、石英粒子が膨張し、焼成過程で破裂し失敗する恐れがある。そこで、陶質土器にFe、Mg、Kのような成分が含まれることに関して、それらの成分の存在は、比較的低い温度でも粘土鉱物のガラス化を促進するものであり、1000°Cを大きく超えるような高温に達しなくとも硬質な焼き具合が得られる、安全な粘土を意図したものである可能性が指摘されている(李 *ibid.*)。こうした李の指摘について、日本側の資料からまだ十分な検討はできていないが、窯による高温焼成に耐える物理的性質を備える粘土が使用されたという評価を視野に入れつつ、今後焼成技術と胎土との関係を考えていく必要がある。

次に、陶質土器よりも焼成温度は高くなかったと考えられる瓦質土器や楽浪系土器は、明るさや赤み、黄色みの度合いが鉄の量と相関を明瞭に示さなかった。瓦質土器や楽浪系土器のように、やや軟質な焼成がなされた土器の色調は、鉄による影響よりも、鉄化合物の変化を促す窯内部の酸化・還元の雰囲気の微妙な違いや、胎土の炭素の影響を反映している可能性が高い。いずれにせよ、窯の中の焼成状態の違いが、色調の違いとして大きく現れているものと理解できる。このような発色の特徴は、陶質土器ほど高温焼成には至らなかった瓦質土器や楽浪系土器の焼成技術の特質を示すものであり、窯による還元焰焼成を目指しながら、焼成状態の不安定さ、不完全さも残す、過渡期的な技術であるといえるかもしれない。

このような発色の技術的な違いは、窯構造の違いによ

るものが大きいと考えられる。陶質土器の窯は、日本の須恵器の源流となるもので、傾斜がある長い煙道を備えた登窯の完成された形態を備えており、安定した還元状態を得られる技術である。一方瓦質土器や楽浪系土器に関しては、全羅南道の大谷里遺跡などの窯の検出例からもうかがえるように、焼成部の傾斜が弱く、陶質土器や須恵器の窯とは異なるものであると考えられる。さらに、焼成のプロセスに関しても、佐々木らが指摘するような（佐々木・余語 2004）最終的に還元焔の状態を得るために必要となる操作が十分でなく、その結果十分な還元状態に達せず、酸化焔に近い状態で焼成されたことも少なくなかったと考えられる。そのような構造や焼成のプロセスが、発色を左右していたことが推測できる。

ただし、そこで瓦質土器や楽浪系土器の焼成技術が未熟なものであると即断はできないであろう。たとえば三韓系瓦質土器の中には、いわゆる巾着形土器のように、白色の発色が顕著にみとめられる器種もある。これに対しては、まだ胎土分析が実施されていないが、本稿の分析結果から勘案すれば、白色の発色を目指し、粘土の採取時から鉄分の少ない粘土を選んだと同時に、さほど高温でなく還元度の低い焼成が行われたと推測する。陶質土器や須恵器のような強還元焼成は、瓦質土器や楽浪系土器に比べて酸化第二鉄から酸化第一鉄への鉄化合物の変化によって暗い発色をもたらすがゆえに、白色の発色を得ることは難しく、焼成は酸化焔の状態に近いほうが、巾着形土器の白色の発色には適している。楽浪系土器にも、白色を呈する土器が一定量を占めており、焼成方法と無関係ではなからう。さらに、大型で均質な焼成の土器の大量生産が求められた陶質土器の生産と比較すれば、焼成にかかるコストも低く抑えられたと考えられ、経済的な要因も関係していたかもしれない（李 1988 a）。このように、さまざまな色合いの器を作り、使い分ける土器生産と消費システムに焼成技術が適合しているかどうか、どの程度のコストであれば土器生産と消費システムに適合するか、という側面も、原三国時代の土器や楽浪系土器の焼成技術を決定づける要因として挙げられるのではなからうか。

6. おわりに

以上のように、土器の発色のメカニズムを解明することを目指して分析を行った結果、複雑な様相を示す原三国時代の韓半島系や楽浪系土器の韓半島系土器や楽浪系土器の技術的な特質を理解する手がかりが得られたと考える。しかしながら、今後もさまざまな角度から検討を行う必要があることはいうまでもない。それでも、土器の形態や文様のような属性にとどまらず、色合いや質感など、これまで十分に扱われてこなかった属性に対して、それがどのような要因やメカニズムによって決定されたものであるのかということを追及することが、土器研究の新たな展開の開拓につながる可能性をもつと考える。

韓半島の原三国時代は、窯による新たな焼成技術を漢から取り入れた時代であり、技術革新は、従来の社会組織や経済関係から、信念にまでおよぶさまざまなハードルを克服して達成される（Arnold 1985）。土器の胎土の性質や焼成技術と、発色のメカニズムとの関係を検討することは、複合的な性質をもつ土器製作技術、ひいては土器文化全体を理解する助けとなるものであり、このような研究の蓄積が、先史時代の技術革新のプロセスや意義の理解に一定の貢献を果たすことになると考えられる。

謝 辞

本論は、以前鐘ヶ江が発表した研究成果（鐘ヶ江 2003）と福田が発表した研究成果（福田 2005）を合わせ、全体の構成は鐘ヶ江がまとめたものである。今回の蛍光 X 線分析および X 線回折分析の際には、鹿児島国際大学の三辻利一客員教授、福岡教育大学の上野禎一教授に全面的にご協力いただいた。分光測色計に関しては、京都市文化財研究所の宮原健吾氏、（有）ダットの小川紋弘氏にご教示いただいた。深く感謝したい。また、九州大学大学院人文科学研究院の宮本一夫教授、対馬市峰町歴史民俗資料館の阿比留伴次氏、俵 寛司氏、早田利宏氏、原の辻遺跡調査事務所の安楽勉氏、高野晋司氏、前原市教育委員会の江崎靖隆氏、福岡県教育委員会の今井涼子氏、（株）埋蔵文化財サポートシステムの小石龍

信氏、武広正純氏には貴重な資料を分析に提供していただき、また資料調査の際にご配慮いただいた。さらに九

州大学大学院の榊原俊行氏には、資料調査に同行していただいた。記して感謝いたします。

文 献

- 安楽 勉・宮崎貴夫・杉原敦史編 2000「原の辻遺跡発掘調査事務所調査報告書第18集 原の辻遺跡」
- 大沢眞澄・幸田恵美子・奥井雅子・二宮修治 1978「土器・古瓦の鉄含有量—とくに色との関係について」
東京学芸大学紀要 30 pp.151-156
- 小田富士雄・韓 炳三編 1991『日韓交渉の考古学 弥生時代編』六興出版
- 鐘ヶ江賢二 2003「色調変化からみた九州弥生土器の地域色」『認知考古学とはなにか』pp.87-104 青木書店
- 鐘ヶ江賢二 2003「弥生土器・韓半島系土器の胎土分析からみた発色技術の検討」日本考古学協会第69回
総会研究発表要旨
- 鐘ヶ江賢二 2005「胎土分析からみた九州弥生土器文化の研究」(平成16年度九州大学博士学位論文)未
刊
- 鐘ヶ江賢二・三辻利一 2003「前原西町遺跡出土韓半島系土器の胎土分析」前原市文化財調査報告書第84
集 前原西町遺跡 pp.25-28
- 小石龍信・松崎卓郎編 2002『原の辻遺跡保存等協議会調査報告書第3集 原の辻遺跡』
- 佐々木幹雄 2003「還元焰土器の焼成技術—陶質土器の焼成実験を通じて—」三韓・三国時代の土器生産
技術 第7回福泉博物館国際学術大会 pp.35-64
- 佐々木幹雄・余語琢磨 2004「須恵器の色—実験的技術復元と理化学的分析に関する考察—」古代 112
pp.12-150
- 杉原敦史編 1999「原の辻遺跡発掘調査事務所調査報告書第16集 原の辻遺跡」
- 杉原敦史編 2000「原の辻遺跡発掘調査事務所調査報告書第19集 原の辻遺跡」
- 杉原敦史・藤村 誠編 2001「原の辻遺跡発掘調査事務所調査報告書第21集 原の辻遺跡」
- 副島和明・山下英明編 1995「長崎県文化財調査報告書第124集 原の辻遺跡」
- 谷 豊信 1984「楽浪土城址出土の土器(上)—楽浪土城研究その2—」東京大学文学部考古学研究室研究
紀要 3 pp.41-58
- 谷 豊信 1985「楽浪土城址出土の土器(中)—楽浪土城研究その3—」東京大学文学部考古学研究室研究
紀要 4 pp.159-188
- 谷 豊信 1986「楽浪土城址出土の土器(下)—楽浪土城研究その4—」東京大学文学部考古学研究室研究
紀要 5 pp.73-124
- 福田匡朗 2005「西日本における弥生時代後期から古墳時代初頭にみられる韓半島系土器の様相—分光測
色計の考古学への応用事例から—」日本情報考古学会第19回発表要旨 pp.99-104
- 町田利幸編 2002「原の辻遺跡発掘調査事務所調査報告書第24集 原の辻遺跡」
- 三辻利一 1983『古代土器の産地推定法』ニューサイエンス社
- 三辻利一 2002「西新町遺跡第12次調査出土土器の蛍光X線分析」福岡県文化財調査報告書168集 西新
町遺跡IV pp.265-271
- 峰町教育委員会・峰町歴史民俗資料館編 2002「三根遺跡山辺区略報・凶版編」対馬と韓国—弥生・中世—
峰町日韓共同遺跡発掘交流事業日韓文化講演会発表資料集

宮崎貴夫・安楽 勉・西 信男・杉原敦史編 1999「原の辻遺跡調査事務所調査報告書第11集 原の辻遺跡」

Arnold, D. 1985 *Ceramic Theory and Cultural Process*. Cambridge University Press

Shepard, A. O. 1956 *Ceramics for the Archaeologist*. Carnegie Institution of Washington

崔 鍾圭 1982「陶質土器出現前夜と展開」韓国考古学報 12 pp.213-243

李 盛周 1988「三国時代 前期 土器の研究－嶺南地方出土土器を中心に－」韓国上古史学報 1 pp.93-187

李 盛周 1988「原三国時代 胎土の類型」嶺南考古学 5 pp.19-41

李 盛周 1991「原三国時代 土器の類型，系譜，編年，生産体制」韓国古代史論叢 2 pp.235-297

申 敬澈 1982「釜山・慶南出土瓦質系土器」韓国考古学報 12 pp.39-87

(2005年9月20日受付，2005年12月19日受理)

Basic Study of Coloring Technique of Korean Style Pottery and Lelang Style Pottery

Kenji KANEGAE¹⁾ and Masaaki FUKUDA²⁾

¹⁾ Archaeological museum, the International University of Kagoshima, 8850 Shimofukumoto-cho, Kagoshima City, Kagoshima 891-0191, Japan

²⁾ Board of Education, Kumamoto prefecture, 6-18-1 Suizenji, Kumamoto City, Kumamoto 862-8609, Japan

The aim of this paper is to examine technical factor of the variation of surface colors of Korean and Lelang style pottery, from Northern Kyusyu, Iki, Tsushima Islands dated 1st to 4th century A. D. Variations of color of Korean style pottery and Lelang style pottery suggest that pottery was fired by kilns under various condition. But more significant issues such as how chemical composition of sherds affect color, and how oxidized or reduced condition relate brightness or redness of clay texture, have not sufficiently been cleared.

To clarify these problems, surface color of pottery was measured by the spectrophotometer, and represented in the values of CIE Lab system. Then the values of L*a*b* were compared with the hardness of pottery, and amount of iron. The amount of Iron was analyzed by X-Ray fluorescence analysis, and expressed in normalized values by standard rock sample of JG-1.

The result indicates that colors of soft pottery such as Korean Wajil pottery and Lelang style pottery, probably fired at relatively low temperature by 900°C, were not reflected by the amount of Fe. Rather, it is supposed that firing condition in the kiln affected color of soft pottery. On the other hand, dark grayish color of hard pottery such as Korean Dojil pottery, fired at high temperature above 1000°C, was probably affected by the amount of Iron. Based on these results, we conclude that differences of color of pottery were derived from the technique of firing and chemical composition of sherds, and the system of making and using vessels.