

古代釉の成分と原料

吉村 睦志

はじめに

従来、我国における古代釉は、奈良三彩に代表される鉛釉と、木灰を原料とした灰釉の二種類とするのが定説となっている。しかし筆者が行った各種の古代釉の検討結果から、これらの釉の他に、古墳時代末の須恵器に施された鉄釉の存在が明らかとなり、また灰釉にあっても木灰単味のもの以外に、長石などの石粉を配合した釉がみられ、変化に富んだ釉の存在が知られた。この結果から、我国の古代釉の種類が増加するとともに、施釉技法も多岐にわたることが明らかとなり、当時、すでに高度な施釉の技術と知識を有していたことが窺える。

今回、須恵器、灰釉陶器ならびに緑釉陶器などに施された釉の分析結果について報告するとともに、使用原料とその割合についての推定も行ったので、あわせて報告したい。

1. 古代釉の成分

古代釉の成分については、山崎一雄氏ならびに筆者らによって分析結果が報告され、その成分は、ほぼ明らかにされている。以下に筆者の行った分析結果について報告する。

(1) 分析結果

釉の分析には、「X線マイクロアナライザー(EPMA)」を使用し分析を行ったが、本装置は試料に電子線を照射することにより発生する、特性X線を測定する元素分析装置である。

(a) 須恵器釉の分析結果

○ 試料№1～№6

本試料は、カメ胴部に施釉された古墳時代末の須恵器で、釉の性状は黒色、あるいは暗褐色を呈し、焼成不十分な釉では赤色や黄土色を呈している。なお、試料№5と№6は、同一試料の表面(№5)と裏面(№6)に塗布された釉を分析試料としたものである。

分析は、主要成分について定量分析を行ったもので、表2にその結果を示す。分析の結果は、 SiO_2 (珪酸)が67.6%～49.9%含まれ、ついで Al_2O_3 (酸化アルミニウム)が14.4%～28.5%含まれている。特に Fe_2O_3 (酸化第二鉄)は、最大20.9%、最小6.8%の量が検出され、灰釉の鉄分に比し非常に多く含まれている。一方、 CaO (酸化カルシウム)は、0.2%～0.5%の量が

表 1. 釉分析試料一覧表

Table 1 Data of excavated ancient glazes

種類	試料 №	釉の色調	出土地	時代		
				古墳	飛鳥	奈良
須恵器釉 (1)	1	黄土色	細口古窯	○		
	2	灰黄土色	〃	○		
	3	赤色(丹色)	〃	○		
	4	黒色	千種区 城山町	○		
	5	黒色(表面)	千種区 日和町	○		
	6	赤褐色(裏面)	〃	○		
須恵器釉 (2)	7	緑褐色	篠岡 SN-10		○	
	8	緑褐色	〃 SN-2		○	
	9	暗褐色	〃 SO-2		○	
	10	黄褐色	天白区 細口下		○	
	11	黄土色	篠岡 18D-1			○
	12	黒色	〃 18D-2			○

(考古学研究№113 に発表)

(注) 試料№5, 6 は同一須恵器の表面と裏面の釉を試料とした。

表 2. 須恵器釉(1)の分析結果

Table 2 Compositions of SUEKI glazes

試料	分析値										計
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Mn	P ₂ O	Ti	S	
1	58.5	28.5	10.0	0.2	0.8	1.5	—	—	0.6	—	100.1
2	59.0	26.7	6.8	0.2	1.1	3.7	1.9	—	0.6	—	100.1
3	49.9	25.6	20.9	0.1	0.8	1.9	—	—	0.9	—	100.1
4	47.6	14.4	7.4	0.5	0.6	8.9	0.1	—	0.6	—	100.1
5	65.2	17.0	12.1	0.2	1.0	3.7	—	0.1	0.6	0.1	100.0
6	51.1	25.2	19.3	0.4	0.9	1.9	0.1	0.1	0.9	0.1	100.0

(考古学研究№113 に発表)

検出されているが、灰釉より大巾に少ない値となっており、 Fe_2O_3 とともに本試料を特徴づけている成分である。釉の色調と成分量の関係は、赤色、あるいは赤褐色を呈する釉には鉄分が多く含まれ、光沢が少ない。これに反し、光沢のある黒色の釉では、鉄分は少なくなっている。

以上の結果から、本須恵器釉は灰釉にみられない程多くの鉄分が含まれ、また、鉄釉とされている天目釉の鉄分（8%～10%）以上の量が含まれることから、鉄釉と呼ぶに十分なものがある。この結果、我国の古代釉には灰釉や鉛釉の他に、鉄分の多い鉄釉の存在したことが明らかとなった。

。 試料№7～№12

本試料は、7世紀末～8世紀頃の須恵器蓋杯に施された釉で、通常灰釉と称されている釉である。試料は、施釉された多くの須恵器片のなかから、特に色調の濃いものを選び分析試料とした。

表 3. 須恵器釉(2)の分析結果

Table 3 Compositions of SUEKI glazes (2)

試料	分 析 値										計
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Mn	P_2O	Ti	Ba	
7	61.3	10.3	3.6	21.3	0.1	2.1	0.3	0.3	0.5	0.2	100.0
8	57.1	12.1	4.0	22.1	0.1	2.7	0.7	0.4	0.4	0.2	100.0
9	57.7	15.7	9.3	5.9	0.2	10.3	0.2	0.1	0.4	0.2	100.0
10	61.4	10.0	3.8	20.0	0.1	2.9	0.7	0.4	0.4	0.2	99.9
11	56.4	11.2	5.1	18.1	0.2	7.3	0.8	0.6	0.4	0.1	100.2
12	62.7	12.5	7.4	1.1	0.2	15.1	0.2	0.2	0.4	0.2	100.0

(考古学研究№113に発表)

分析結果を表3に示すが、 SiO_2 が平均で59.4%含まれ、須恵器釉で多くみられた Al_2O_3 は、平均12%で CaO （酸化カルシウム）より少なくなっている。また Fe_2O_3 は、3.6%～9.3% 検出され、特に試料№9と№12はそれぞれ9.3%、7.4%もの量が検出されていて、鉄釉相当の鉄分が含まれている。またこの二点の CaO は、5.9%、1.1%であり他の四点の試料に較べ少ない値となっており、他方 K_2O （カリウム）は、10.3%、15.1%と他の四点の試料より数倍も多く検出されている。このことから、№9と№12の試料は、他の四点の試料とは性格が大きく異なり、灰釉的性格とともに、多分に鉄釉的性格を有していることが窺える。

以上、須恵器釉の分析結果について概観したが、№1～№6の試料は鉄分の多い鉄釉の性格を有し、試料№7～№12は、№9と№12の試料を除いて灰釉的性格の釉であることが知られた。

(b) 灰釉陶器釉の分析結果

灰釉の成分については、山崎一雄氏により愛知県小牧市上末、篠岡第5号窯出土の灰釉陶器釉の分析結果が報告されている。¹⁾ 以下に山崎氏の分析結果と筆者の行った分析結果について報告する。

分析試料は、愛知県豊明市、九左山古窯出土灰釉陶器釉、愛知県小牧市、上末古窯出土灰釉陶器釉ならびに名古屋市緑区、神ノ倉古窯出土の灰釉陶器釉を用い分析を行った。

表 4. 灰釉陶器釉の分析結果

Table 4 Compositions of ash glazes

試料	分 析 値								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O	
* 13	篠岡第5号窯	62.49	15.69	1.90	14.41	痕 跡	3.50	0.26	14.8
14	九左山古窯	63.7	16.1	1.5	14.7	—	3.2	1.3	—
15	〃	67.5	16.0	2.2	9.6	—	4.0	0.8	—
16	〃	64.3	16.4	3.2	2.1	—	12.3	1.8	—
17	〃	61.6	16.9	3.6	9.1	—	7.2	1.7	—
18	〃	62.7	13.2	1.5	17.7	—	3.8	1.2	—
19	小牧古窯	63.1	22.8	2.1	2.5	—	8.9	0.7	—
20	〃	66.5	19.7	1.9	7.7	—	3.7	0.5	—
21	〃	66.8	17.3	1.3	4.9	—	9.0	0.8	—
22	神ノ倉古窯	59.2	23.8	3.0	7.2	—	6.0	0.9	—

(*印 山崎一雄氏分析値)

(考古学研究 Ⅷ 99 に発表)

表4に分析結果を示すが、最も多く検出された成分はSiO₂で、平均値で63.4%、ついでAl₂O₃の18.2%である。K₂Oは7.4%、Na₂Oは1.4%で、K₂OがNa₂Oより多く含まれている。また試料Ⅷ16、Ⅷ19、Ⅷ21は、K₂OがCaOより多く検出されたことから、長石などの石粉を配合した釉と考えられる。なお、石粉配合の釉の存在については、すでに報告済みである。²⁾

(c) 緑釉陶器釉の分析結果

緑釉陶器は、唐三彩や奈良三彩などとともに、酸化鉛を主成分とした低火度釉である。緑釉の成分については、すでに山崎氏により多くの分析例が知られ、その組成を知ることができる。以下に筆者の行った分析結果について報告する。

分析試料は、名古屋市緑区、熊ノ前古窯出土の緑釉陶器釉である。出土遺物は、緑釉陶器の他に

表 5. 緑釉の分析結果

Table 5 Compositions of RYOKUYU glazes (lead glazes)

試料	色調	出土地	分 析 値								
			PbO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	CuO	TiO ₂	P ₂ O ₅
1	濃緑色	瑞穂グラウンド	46.6	41.8	6.4	1.1	0.6	0.6	2.2	0.1	0.6
2	黄褐色	熊の前2号窯	42.1	51.5	3.9	0.5	0.7	0.1	0.4	0.1	0.7
3	緑色	熊の前1号窯	48.6	42.2	7.3	0.6	0.2	0.1	0.7	0.1	0.2
4	緑褐色	〃	46.5	45.1	5.3	0.9	0.3	0.6	0.9	0.1	0.3

(考古学研究 Ⅷ 110 に発表)

素焼きの陰花文陶器、灰釉陶器、行基焼陶器などが出土している。³⁾

緑釉の分析結果を表5に示すが、主成分はPbO(酸化鉛)とSiO₂で、各々40%~50%含有されている。ついでAl₂O₃が3.9%~7.3%含まれ、灰釉や鉄釉とは、その組成は大きく相違する。着色剤としては、CuO(酸化銅)が1%~2%検出され、またFe₂O₃が1%未満検出されている。このFe₂O₃は、褐色釉の着色剤として配合されるものであるが、今回の分析試料では、特に色調上での影響はみられない。

試料Ⅲ3の褐色の色調は、他の試料と成分上での差異は認められないことから、窯内雰囲気の影響によるものと考えられる。その他にCaO、K₂O、TiO₂、P₂O₅が含まれるが、いずれも1%未満の含有率である。

以上、須恵器釉、灰釉ならびに緑釉について報告したが、ほぼその成分を知ることができた。そして、従来我国の古代釉は、灰釉と鉛釉の二種類とされていたが、今回の分析結果から、須恵器に施された鉄釉の存在が明らかとなり、大きく三種類の釉の存在が認められた。

2. 釉の原料

前項で行った釉の成分分析結果から、古代釉の各成分について知ることができた。しかし、釉の原料については、その配合割合とともに全貌は明らかにされていない。一部、灰釉陶器にあっては、木灰が原料とされ、また三彩釉、緑釉などでは酸化鉛を主成分とする釉であることが知られている。

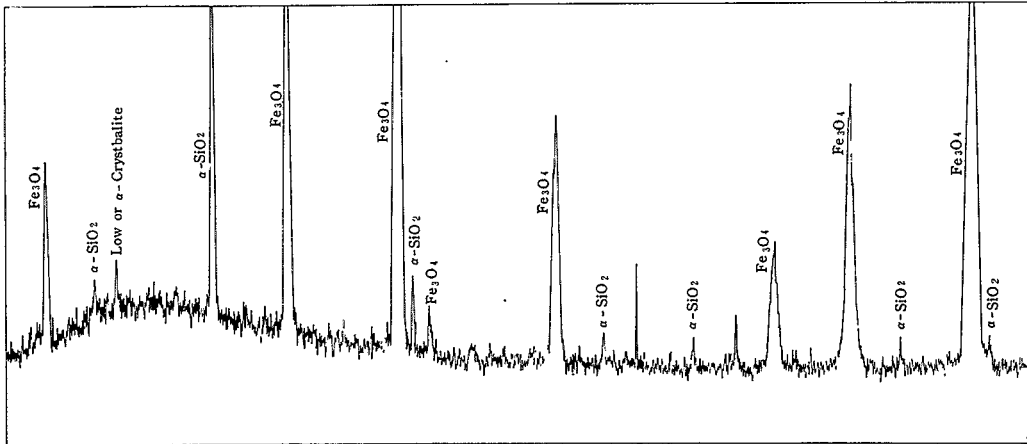
(1) 須恵器釉の原料

須恵器釉については、窯内の燃料灰による自然釉とするのが一般的であるが、いくつかの報文にはベンガラ、あるいは鉄分の多い粘土等を塗布したとする例が報告されている。⁴⁾ 分析結果からも、

鉄分が非常に多いこと、色調が黒色、あるいは赤褐色を呈するなど、自然釉とするにはあまりにも人工的である。また、磁石に付着する釉もあることなどから、鉄分の多い釉の存在が知られた。須恵器釉の原料を明らかにするため、X線回析装置、ならびに赤外分光装置による分析を行った。

○ 分析例 1

本試料は、磁石に付着した釉であるが、X線回析装置の分析結果は、多量の Fe_3O_4 と少量の $\alpha\text{-SiO}_2$ が検出された。 Fe_3O_4 は、天然には、磁鉄鉱として産出するが、ベンガラ (Fe_2O_3) を高温



(考古学研究 No. 113 に発表)

図 1. 細口古窯出土須恵器釉の X線回析スペクトル

Fig. 1 X-ray diffraction spectra of SUEKI glaze excavated at HOSOKUCHI Kiln Site AICHI

加熱することでも得られ、強磁性をもった性質に変化する。本試料が Fe_3O_4 であること、黒色で磁石に付着することなどから、この釉の原料がベンガラであり、かつ高温焼成された釉であることが知られた。

○ 分析例 2

本試料は、分析試料 No. 1 の釉である。X線回析装置の分析結果では、 $\alpha\text{-SiO}_2$ が多量に検出され、鉄分は $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ と Fe_3O_4 として検出されている。

この $\alpha\text{-SiO}_2$ が何から得られたかを知るため、赤外分光装置による分析を行った。その結果、この $\alpha\text{-SiO}_2$ は、珪石によるものであることが明らかとなり、本試料は珪石に少量のベンガラを配合した釉であることが知られた。

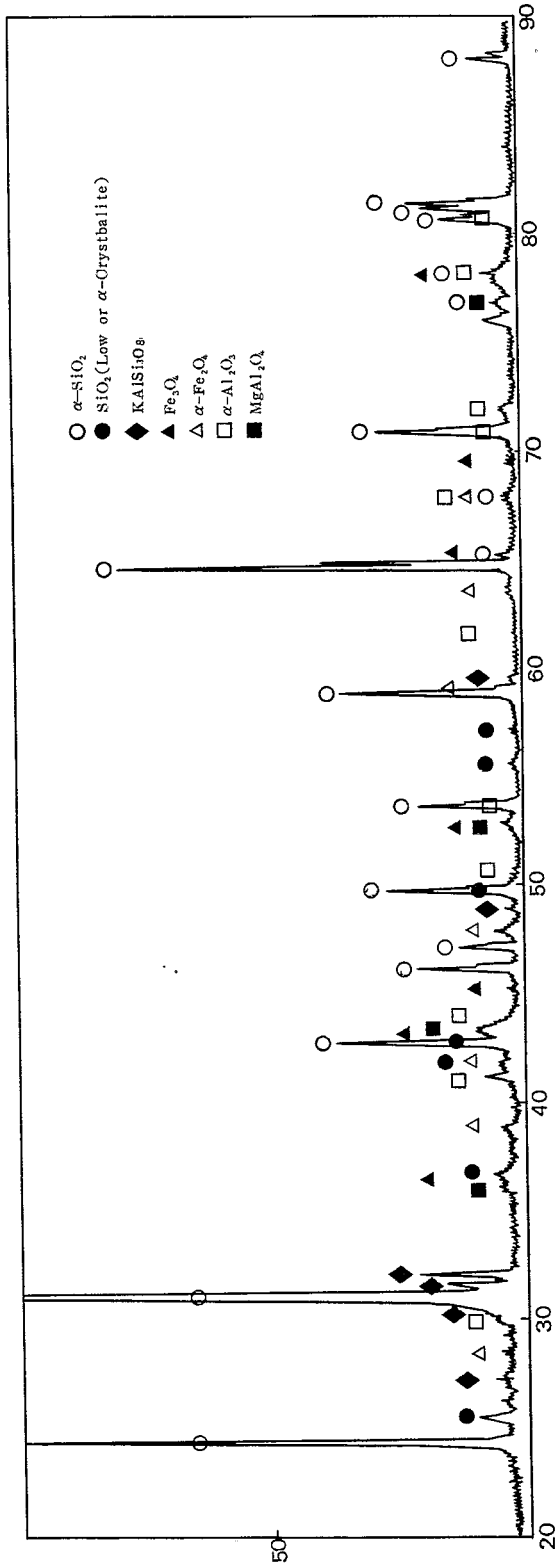


図2 細口古窯出土須恵器釉のX線回析スペクトル

Fig. 2 X-ray diffraction spectra of SUEKI glaze excavated at HOSOKUCHI Kiln site AICHI

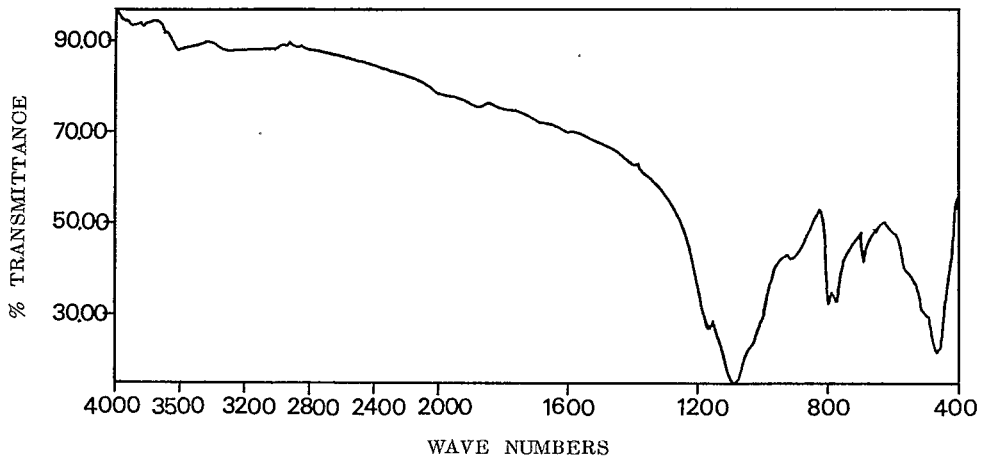


図3. FT-IR法による赤外スペクトル

Fig. 3 FT-IR Spectrum of SUEKI Glaze

(2) 灰釉の原料

灰釉の原料について山崎氏は、「釉中に燐分が比較的多いことであって、これはこの釉薬が植物灰を原料にしていることを示すものである」⁵⁾と述べられて、木灰を原料として用いていたことを指摘されている。しかし、成分分析の結果から、筆者は木灰単味の釉の他に、長石を配合した改良型灰釉の存在について指摘しておいた。しかし、木灰と長石の配合割合などについては明らかではなく、また、石質原料が長石であるのか、あるいは珪石であるのかもはっきりしなかった。以下に、各釉の成分値と、原料(木灰、長石、珪石、鬼板、素地等)の成分値とから、配合された原料とその割合を計算により推定した。

(a) 計算による原料の推定

<計算式>

木灰の成分： $a_1 \sim a_6$

長石の成分： $b_1 \sim b_6$

素地の成分： $c_1 \sim c_6$

釉の成分： $u_1 \sim u_6$

求める木灰の含有量の推定値： Xa

求める長石の含有量の推定値： Xb

求める素地の含有量の推定値： Xc

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \\ a_4 & b_4 & c_4 \\ a_5 & b_5 & c_5 \\ a_6 & b_6 & c_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \\ u_5 \\ u_6 \end{pmatrix}$$

即ち $a_1 x_1 + b_1 x_2 + c_1 x_3 = u_1$ SiO_2
 $a_2 x_1 + b_2 x_2 + c_2 x_3 = u_2$ Al_2O_3
 $a_3 x_1 + b_3 x_2 + c_3 x_3 = u_3$ Fe_2O_3
 $a_4 x_1 + b_4 x_2 + c_4 x_3 = u_4$ CaO
 $a_5 x_1 + b_5 x_2 + c_5 x_3 = u_5$ MgO
 $a_6 x_1 + b_6 x_2 + c_6 x_3 = u_6$ K_2O

未知数 3, 式 6 を最小二乗法で解いた。

$$(a_1 x_1 + b_1 x_2 + c_1 x_3 - u_1)^2 + \dots + (a_6 x_1 + b_6 x_2 + c_6 x_3 - u_6)^2 = \min$$

式が n, 未知数 m とした時

$$n \geq m$$

の関係がある。

上記計算式にもとづく計算を容易にするため、計算式をプログラムに組み、計算機により計算を行った。

表 6. 釉原料成分表

Table 6 Compositions of raw materials of glazes

種類	成分	分 析 値								
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO_2	P_2O_5
1	檜 灰	63.71	3.87	0.88	22.59	1.32	1.35	0.33	1.09	4.86
2	釜戸長石	76.63	14.29	0.06	0.06	0.15	4.31	4.64	—	—
3	三雲長石	78.19	13.05	0.04	0.64	0.18	4.12	3.30	—	—
4	川俣長石	66.17	16.81	0.41	0.33	0.45	10.54	4.78	—	—
5	福島珪石	98.62	0.56	0.03	0.39	0	0.05	0.28	—	—
6	四条礫珪石	98.86	0.28	0.11	0.24	0.10	0.07	0.23	—	—
7	本山木節	50.08	34.85	0.43	0.33	0.48	0.81	0.42	—	—
8	水野粘土	70.82	19.73	0.54	0.14	0.14	1.36	0.13	—	—
9	枝下木節	49.00	33.01	1.99	0.23	0.20	0.12	—	—	—
10	鬼 板	10.88	24.35	40.61	2.12	3.40	—	—	6.95	痕 跡
11	水打粘土	54.90	7.40	20.13	0.30	1.71	1.31	0.71	0.15	1.40

1, 2, 3, 4, 5, 6 田賀井秀夫「入門やきものの科学」より引用

7, 8, 9 近藤善教「東海地方の窯業原料」セラミック 10(1975)より引用

10, 11 内藤 匡「古陶磁の科学」より引用

表 7. 釉原料と配合割合一覽表

Table 7 Per cents of raw materials for glazes

区分	試料	原 料					素 地	残 渣
		木 灰	長 石	珪 石	鬼 板	水打粘土		
須 惠 器 釉 (1)	No. 1			24 (b)	24		65 (a)	1.4
	No. 2			6 (a)		33	70 (a)	7.3
	No. 3		43 (b)		51		22 (a)	3.0
	No. 4		61 (a)			32	5 (b)	39.6
	No. 5			49 (a)	29		28 (a)	12.4
	No. 6			55 (c)		45	18 (a)	20.6
須 惠 器 釉 (2)	No. 7	84					18 (a)	15.7
	No. 8	77					20 (c)	43.3
	No. 9		54 (c)			35	8 (a)	55.5
	No. 10	69	16 (c)				13 (a)	10.3
	No. 11	67	11 (c)				15 (a)	57.9
	No. 12		60 (a)			30	2 (a)	151.0
灰 釉 陶 器 釉	No. 13	67					39 (a)	7.6
	No. 14	68					40 (a)	6.2
	No. 15	23	46 (c)				23 (a)	6.5
	No. 16	5	92 (c)				1 (a)	21.6
	No. 17	35	43 (c)				22 (a)	14.8
	No. 18	76					29 (a)	7.9
	No. 19	8	63 (c)				34 (a)	12.7
	No. 20	37	36 (c)				36 (a)	6.2
	No. 21	21	71 (c)				13 (a)	9.3
	No. 22	26	27 (c)				50 (a)	14.0

木灰 = 檜 灰

長石 a = 釜戸長石

b = 三雲長石

c = 川俣長石

珪石 a = 福島珪石

b = 四条礪珪石

素地 a = 本山木節

b = 水野粘土

c = 枝下木節

計算は釉の成分値と、主原料と思われる原料の成分値を入力し算出したもので、須恵器釉と灰釉について行った。その結果を表6に示すが、須恵器釉(1)と他の釉とでは、明確にその相違がみられた。

須恵器釉(1)では、珪石、あるいは長石と鬼板など、鉄分の多い原料の配合が行われている結果であった。なお、X線回析装置や赤外分光装置で、 SiO_2 が多く検出された試料№1は、珪石と鬼板を等量配合したとする計算結果が出されているが、これはベンガラのかわりに鬼板の成分をインプットしたためであって、分析結果から考えて鬼板を配合したものではなく、ベンガラを配合したものとする。なお、他の試料では水打粘土との配合がよく対応することから、鉄分の多い粘土との配合が考えられる。

須恵器釉(2)にあつては、№9と№12を除いては、木灰と長石を原料とした釉と推定することができ、しかも木灰が長石より多く配合された灰釉であることが窺えた。

№9と№12の試料は、須恵器釉(1)の№4と類似し、須恵器釉(1)の釉と同種のものともみることができる。

灰釉陶器にあつては、木灰と長石が釉原料として用いられ、うち№13、№14、№18は、木灰のみの釉と推定できる。他の試料では、長石の多い釉と、木灰と長石が同量の釉の二種類がみられ、木灰と長石を混じた釉の存在が計算結果からも裏付けられたものといえる。

(b) 灰釉と鉄釉

灰釉と鉄釉を区分するには、釉成分の相関を求め考察することで容易に区別することが可能である。これについてはすでに報告済みであるが、⁶⁾ 前項で算出した計算結果の傾向と、釉成分との関わりについて考察するため、既報文⁷⁾のなかから必要な個所について引用し概観したい。

表8. 主要成分間の相関係数(0.700以上)

Table 8 Correlation coefficients between main constituents ($r > 0.700$)

成 分 \ 釉	鉄 釉	灰 釉 (1)	灰 釉 (2)
$\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$	- 0.753		
$\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3$	- 0.827		
$\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$	0.771		
$\text{CaO} - \text{K}_2\text{O}$	0.714	- 0.963	- 0.825
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$	- 0.810		
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$		0.903	
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$		0.840	

(考古学研究№113に発表)

表8から須恵器釉(1), 須恵器釉(2), 灰釉陶器釉の三者に共通して相関のみられた成分は, K_2O-CaO であることが知られる。この相関係数の分布図を図4に示す。この分布から, 次の四つのグループに類別することができる。

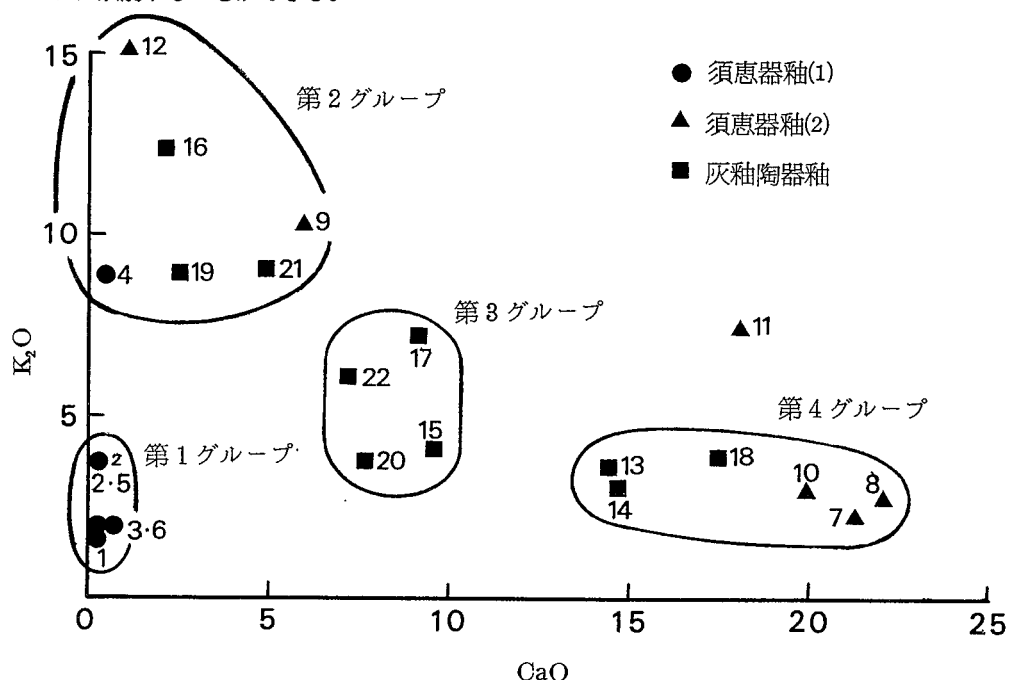


図4. K_2O-CaO 相関図 (考古学研究 No. 113 に発表)

Fig. 4 Correlation between K_2O and CaO in ancient glazes

- 第1グループ K_2O , CaO とも少ない。
- 第2グループ CaO が少なく, K_2O が多い。
- 第3グループ K_2O , CaO とも中間的なもの。
- 第4グループ CaO が多く, K_2O が少ないもの。

つぎに, 前項で行った釉原料の推定計算の結果を整理し, 表9のようにまとめることができる。この表9と図4の K_2O-CaO 相関図を比較してみると, この両者がよく対応していることが分る。

- 第1グループは, 石粉と鉄分を配合した釉で, 試料 No. 1, No. 2, No. 3, No. 5, No. 6 の5試料が含まれる。
- 第2グループには, 須恵器釉の No. 4, No. 9, No. 12 が含まれ, 灰釉陶器釉では長石に木灰を少量配合した試料 No. 16, No. 19, No. 21 が含まれている。
- 第3グループには, 長石と木灰のほぼ等量の釉で, 試料 No. 15, No. 17, No. 20, No. 22 が含まれる。

表9. 釉原料の配合と釉の分類

Table 9 Per cents of raw materials for various glazes

グループ	試料	原料			素地	残渣	備考	区分
		木灰	石粉	鉄分				
第1グループ	No. 1		24 (K)	24 (O)	65	1.4	石粉と鉄分を配合した釉	鉄
	No. 2		6 (K)	33	70	7.3		
	No. 3		43	51 (O)	22	3.0		
	No. 5		49 (K)	29 (O)	28	12.4		
	No. 6		55	45 (O)	18	20.6		
第2グループ	No. 4		61	32	5	39.6		
	No. 9		54	35	8	55.5		
	No. 12		60	30	2	151.0		
	No. 16	5	92		1	21.6	●長石に木灰を配合した釉	改良
	No. 19	8	63		34	12.7		
	No. 21	21	71		13	9.3		
第3グループ	No. 15	23	46		23	6.5	●長石と木灰がほぼ等量の釉	型灰釉
	No. 17	35	43		22	14.8		
	No. 20	37	36		36	6.2		
	No. 22	26	27		50	14.0		
第4グループ	No. 7	84			18	15.7	木灰のみの釉	灰
	No. 8	77			20	43.3		
	No. 10	69	16		13	10.3		
	No. 11	67	11		15	57.9		
	No. 13	67			39	7.6		
	No. 14	68			40	6.2		
	No. 18	76			29	7.9		

石粉 K = 珪石 無記号 = 長石

鉄分 O = 鬼板 無記号 = 水打粘土

○第4グループは、木灰の多い釉で、試料№7、№8、№10、№11、№13、№14、№18の7試料が含まれる。

また、図5から鉄釉と灰釉を明確に区分することができる。即ち、鉄釉では、 Fe_2O_3 が6%以上、 SiO_2 は60%前後の範囲に分布する。一方、灰釉では、 Fe_2O_3 は5%以下、 SiO_2 は60%前後の範囲に分布し、 Fe_2O_3 5%を境に鉄釉と灰釉を区分することができる。なお、図4で試料№4、№9、№12は、第2グループに入っているが、本相関図では鉄釉のグループに含まれ、これら試料は鉄釉とすることができる。

以上、須恵器釉ならびに灰釉陶器釉について、種々考察を進めてきたが、これらの釉の原料は、珪石、長石、鬼板、鉄分の多い粘土、ならびに木灰などが用いられていたことが推定された。

そして、釉の種類として、鉄釉と灰釉に大別でき、更に細分するならば、鉄釉では珪石系鉄釉と長石系鉄釉に区分でき、灰釉では木灰のみの灰釉と、長石と木灰を配合した長石系灰釉に区分できる。

(3) 緑釉の原料

緑釉陶器の主原料は、成分分析結果から酸化鉛であることが知られている。また緑釉の原料につ

いては、正倉院に伝わる「正倉院文書」のなかに記されている「造仏所作物帳」の記録からその一端を知ることができる。

「造仏所作物帳」は、上中下の三巻からなり、天平五年(733年)から一ヶ年にわたって行われた興福寺西金堂の造営に関する記録であることが、福山敏男博士の研究によって明らかになっている。⁸⁾

その内容は、当時の仏教関係の各種工作物における原材料の購入費、運搬に要した費用、工人への支給物などが記録されている。このなかで、中巻と推定される部分に、瓷埴(鉢)を製造するための原材料と量が記されており、すでに、酸化鉛を主成分とした奈良三彩などの鉛釉陶器が作られていたことが明らかになっている。参考までに、造瓷に関する部分を『大日本古文書』から抜粋し掲げておく。⁹⁾

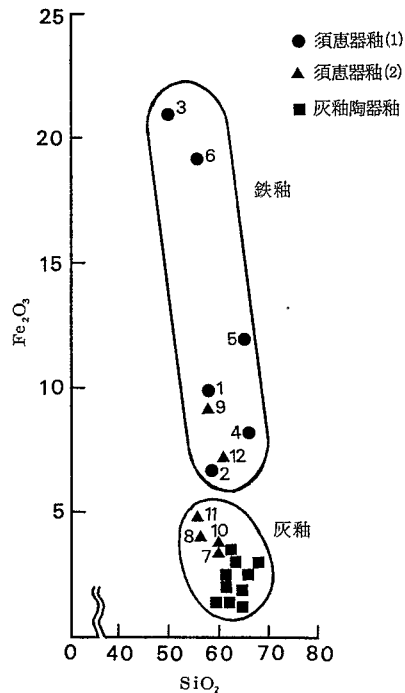


図5. $Fe_2O_3 - SiO_2$ 相関図
(考古学研究№113に発表)

Fig. 5 Correlation between Fe_2O_3 and SiO_2 in ancient glazes

造瓷鉢四口 別口径八寸

瓷油坏三千一百口 別口径四寸

用黒鉛一百九十九斤 熬得丹小二百卅四斤

緑青小十七斤八両 丹和合料

赤土小一斤四両 一升丹和合料

白石六十斤 丹和合料

猪脂一升 鉛熬調度

塩二升七合 鉛腊料

膠二斤四両 丹并緑青等和合料

紗四尺 丹篩料

綿三尺 石篩料

葛布六尺 土篩料

本記録については、先学により種々考察され、記載された原料の用途がほぼ明らかにされている。以下に簡単にその用途をまとめておく。¹⁰⁾

- 黒鉛 酸化鉛で、三彩釉、緑釉などの主原料。
- 緑青 酸化銅で、緑色の着色剤。
- 赤土 酸化鉄で、褐色の着色剤。
- 白石 酸化鉛とともに主原料となるもの。
- 猪脂 釉原料をコロイド状に保つ比重調整剤。
- 塩 鉛を粉末にする場合の細粉剤。

金属鉛の表面に塩化物が作られることから、酸化促進剤の役割を果す。さらに、ナトリウム分の供給源として、釉調を良好に保つ働きをする。

なお、緑釉ならびに褐色釉、白釉について再現実験を行ったが、一定の条件下で容易に再現することができた。¹¹⁾

3. 古代釉の種類と起源

(1) 釉の種類

我国の古代釉について、種々検討してきたが、その結果は従来の灰釉と鉛釉のみとした古代の釉は、新たに鉄釉が加わるとともに、釉原料とその配合割合から、さらに数種の釉に細分することができる。

鉄釉では、珪石や長石にベンガラや鉄分の多い粘土等を配合した釉が施されており、他方、灰釉

表 10. 古代釉の種類

Table 10 Kinds of ancient glazes

釉の種類		主原料	陶器
鉄釉	珪石系	珪石 + { 酸化鉄(ベンガラ) 鉄分の多い粘土 }	須恵器
	長石系		
灰釉	灰釉	・木灰のみ	須恵器・灰釉陶器
	長石系灰釉	・木灰+石粉(長石)	灰釉陶器
鉛釉	多彩釉	・酸化鉛+石英+酸化銅, 酸化鉄	三彩陶器, 二彩陶器
	単彩釉	・酸化鉛+石英+酸化銅, 酸化鉄	緑釉陶器, 褐釉陶器

にあつては、木灰のみの釉の他に、長石と木灰を配合した釉の存在が知られた。そして、両者の配合割合には、長石の多いもの、長石と木灰を等量配合したものなどがみられた。また、鉄釉と灰釉の区分は、鉄分量から比較的容易に区別することができた。

鉛釉にあつては、奈良時代の古文書にその製法が記録されていて、その技法を知ることができる。しかも、記載された原料と技法で容易に再現できたことは、鉛釉の技法が十分計算されたものであつたことが分り、当時の施釉技法が非常に高度なものであつたことが窺える。

(2) 古代釉の起源

我国の古代釉の起源が、いつ頃まで遡り得るかは明確ではない。しかし、今回の検討結果から、現在のところその時期を6世紀後葉頃と推定することができる。そして、須恵器に施された鉄釉の技法は、奈良時代にも絶えることなく続けられるが、その一方では、灰釉の技法が600年代初めに

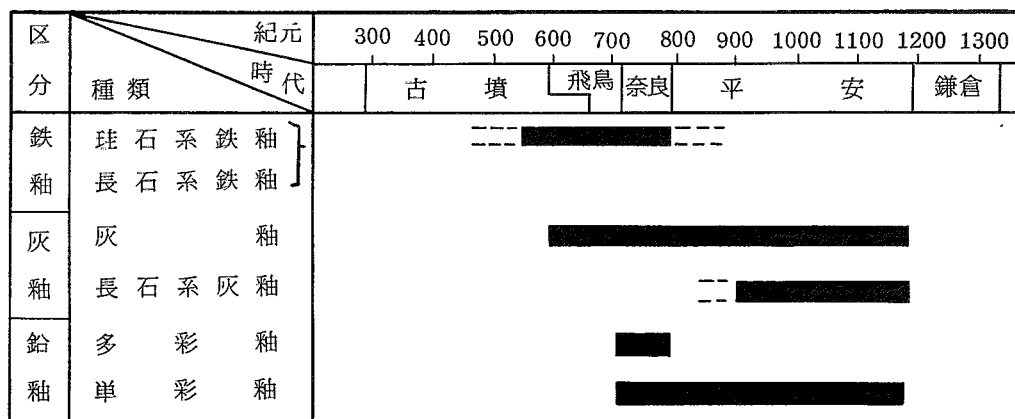


図6. 古代釉の系譜¹²⁾

Fig. 6 Genealogy of ancient glazes

は行われるようになる。施釉技法の初源は、各地での出土資料の詳細な検討が行われたならば、さらに古くに遡り得るものと確信している。

ま と め

今回のテーマとした古代釉の成分と原料について種々検討を行ったが、いくつかの新しい知見を得ることができた。特に、一つの試みとして、計算による釉原料の推定を行ったが、比較的明確に原料の推定ができたのではないかと思う。しかし、まだ多くの未解決な点があり、さらに検討を進めたいと思っている。

なお、小論の記述のなかには、「考古学研究」誌上に発表した内容の一部を適宜引用したことを、おことわりしておく。

終りに、小論をまとめるにあたり、次の方々に種々ご教示、ご協力を頂いた。誌上を借り厚く御礼申し上げます。

豊田中央研究所、上垣外修己博士、颯田耕三博士、広瀬美治研究員、杉浦正治研究員、岡本篤彦研究員。

(註)

- 1) 山崎一雄(1958) 篠岡第5号窯出土緑釉ならびに灰釉陶片の化学分析 付篇I. 愛知県猿投山西南麓古窯址群
- 2) 吉村睦志(1978) 瓷器における施釉技法. 考古学研究 99 : 66
- 3) 吉村睦志(1980) 名古屋市緑区熊の前古窯の緑釉陶. 古代人 36 : 40
- 4) 吉村睦志(1982) 古代釉の起源と鉄釉. 考古学研究 113 : 85-87
- 5) 註1)に同じ
- 6) 註4) : 97
- 7) 註4) : 92 - 98
- 8) 山崎一雄(1957) いわゆる正倉院三彩の科学的考察. 世界陶磁全集第2巻 : 89
- 9) 大日本古文書巻の一 : 573-574
- 10) 吉村睦志(1981) 緑釉の技法. 考古学研究 110 : 111-112
- 11) 註10) : 115-117
- 12) 註4) : 99の図を一部修正

Composition and Raw material of Ancient Glaze

Mutsushi YOSHIMURA

TOYOTA Central Research and Development Laboratories, Inc.

Nagakute-cho, Aichi pref.

The ancient glaze in Japan has generally been classified into two kinds, i. e., lead glaze represented by NARA-SANSAI and ash glaze made of wood ash. The analysis of the glaze of excavated SUEKI, however, has revealed that SUEKI was covered with iron glaze containing 7 to 20 % of iron. It has thus become apparent that the ancient glaze can be classified into iron glaze, lead glaze and ash glaze.

Further, the existence of various kinds of each glaze has been revealed. For example, ash glaze includes one made of wood ash mixed with clay containing much iron such as ONIITA (crop) and MIZUUCHI-NENDO, and a glaze made of wood ash mixed with stone powder such as CHOSEKI (feldspar)

The analyses of these glazes were made through electron probe microanalysis and x-ray diffraction analysis.

Kinds and Contents of glaze materials were also examined. As a result, ancient glaze materials, such as wood ash, CHOSEKI (feldspar), KEISEKI (silica), ONIITA (crop) and MIZUUCHI-NENDO containing much iron, and their content have been recognized.