

釉薬原料としてのキビ灰の利用（第1報）

仲 村 三 雄

1. 緒 言

灰釉が焼きものの発達に重要な役割を果たしてきたことは論ずるまでもないが、特に釉薬原料の乏しい県下では、灰は釉薬の主原料であり灰を使用した釉が大半を占めている。近年燃料体系の変革や水稲などの衰微から従来使用されてきた土灰及びびわら灰が入手し難い状態にありそれらにかわる原料としてキビ灰が注目されている。キビ灰は、主として失透性の緑釉（青織部に近似）を得るために一部の陶芸家によつて利用されているにすぎず陶器業界一般に普及するまでにはいたっていない。

キビ灰の釉薬としての幅広い利用方法の確立は、原料不足の解消はもとより産業工芸品の生産にも興味深い課題である。

2. 供試原料及び試験片

2.1 県内産原料

○ キビ灰

沖縄県経済連製糖工場（具志川市在）の副産物であるバガスを灰化し、1mmの篩を通過せしめ、水篩したもの。

○ 喜瀬粘土

名護市喜瀬に産する白色粘土で、化粧土や釉薬原料として使用されているもので、水篩物である。

2.1.2 化学分析結果

化学分析の結果を表-1に示す。

表-1 化学分析結果

(単位 %)

化学組成 原料名	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Ig Loss
キビ灰	45.56	0.29	8.29	3.83	14.19	2.07	3.98	0.64	1.33	17.71
喜瀬粘土	59.82	1.30	23.03	2.30	—	0.02	4.56	1.12	tr	6.82

2.1.3 その他の原料

名古屋工業技術試験所保有の原料で、その主な原料名と化学組成（100g中のモル数）を表-2に示す。

表-2 原料100g中のモル数

化学組成 原料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
キビ灰	0.759	0.081	0.253	0.052	0.042	0.010
喜瀬粘土	0.997	0.225	—	—	0.018	0.048
釜戸長石	1.294	0.126	—	—	0.040	0.060
嵐石灰石	—	—	0.980	—	—	—
朝鮮カオリン	0.760	0.370	—	—	—	—
韓国珪石	1.640	—	—	—	—	—
骨灰	—	—	0.937	—	—	—
わら灰	0.845	0.007	0.041	0.007	0.021	0.012
福島長石	1.111	0.182	—	—	0.110	0.058
桃色タルク	1.090	—	—	0.820	—	—
ドロマイト	0.078	—	0.588	0.442	—	—

2.2 試験片

県内産の素地に近似せしめるため、信楽中荒粘土（乾物）にベンガラを3%添加し、石膏型にて、たて4.5cm、よこ3.2cm、厚さ0.5cmに成形し、半分を喜瀬粘土で化粧した後、素焼した。

3. 試験方法

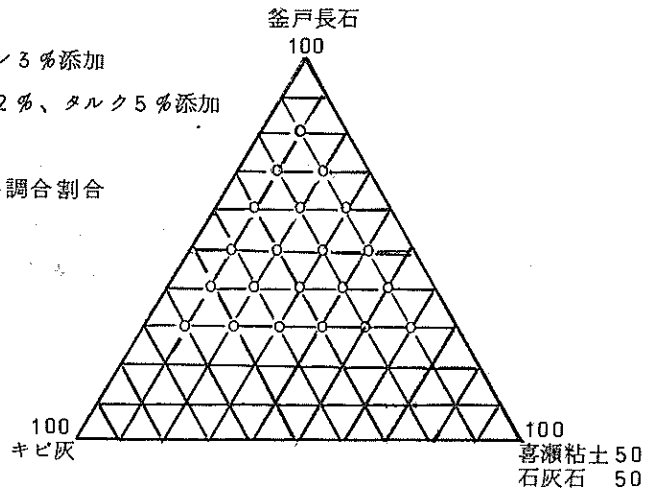
3.1 釉調合

3.1.1 キビ灰—釜戸長石—（喜瀬粘土—石灰石）系

図-1により原料調合を行い、つぎの項目について試験した。

- (1) 添加物なし
- (2) ベンガラ5%添加
- (3) ベンガラ8%、酸化チタン3%添加
- (4) ベンガラ13%、骨灰12%、タルク5%添加

図-1. 原料調合割合

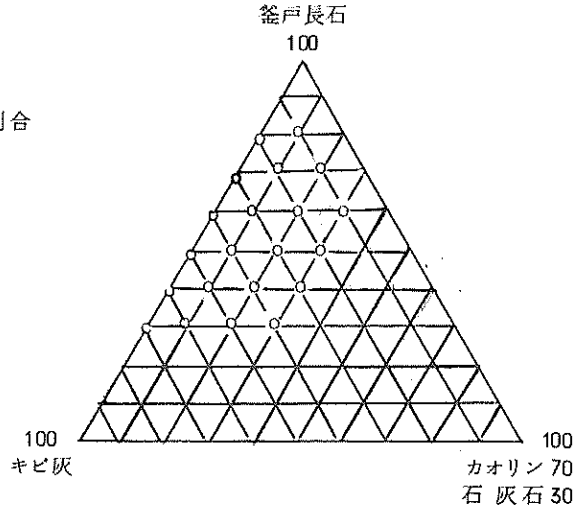


3.1.2 キビ灰-釜戸長石-(カオリン-石灰石)系

図-2により原料調合を行い、つぎの項目について試験した。

- (1) 添加物なし
- (2) ベンガラ10%添加
- (3) 酸化銅5%添加

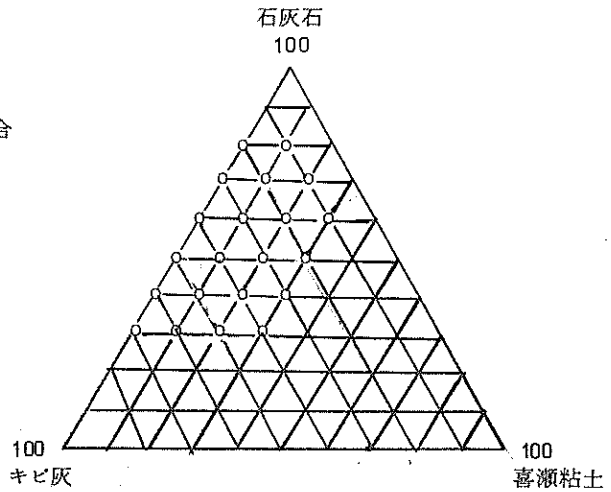
図-2 原料調合割合



3.1.3 キビ灰-石灰石-喜瀬粘土系

図-3により釉調合を行う

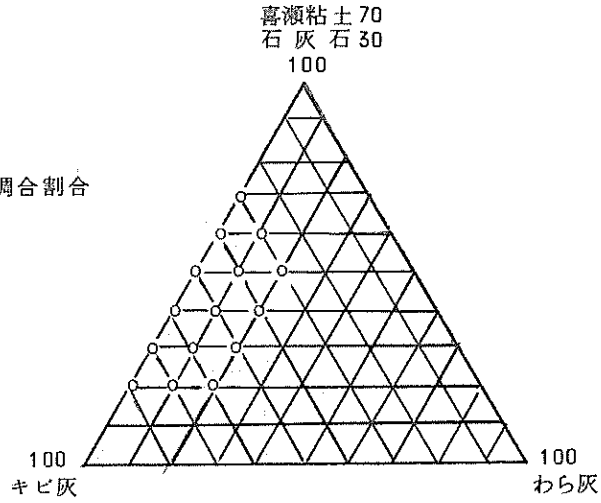
図-3 原料調合割合



3.1.4 キビ灰 - (喜瀬粘土 - 石灰石 - わら灰) 系

図-4.に より 釉 調 合 を 行 う

図-4 原料調合割合



3.2 潰釉

攪拌揺器で15分間粉細混合し、0.5 mm ~ 1.0 mmの厚さで浸し掛けをする。

3.3 焼成

還元焼成用電気炉にてSK 9 (1280℃)で8時間還元焼成を行った。図-5は昇温カーブを示す。

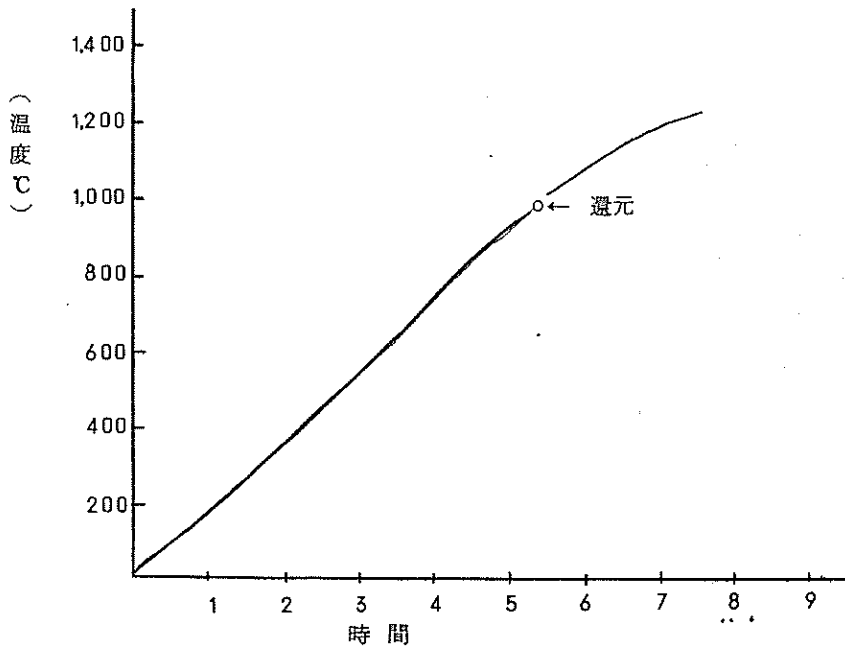


図-5 温度曲線 (SK 9 RF)

4. 試験結果及び考察

4.1 キビ灰-釜戸長石-(喜瀬粘土+石灰石)系

(1) 添加物なし

図-6のような釉性状を示し、主として透明光沢釉が得られ素地により釉調が異なる。すなわち含鉄素地では灰緑色の高麗青磁に類似した釉になり、鉄の少ない素地では青磁となる。また喜瀬粘土上には青紫色の月白釉が得られる。

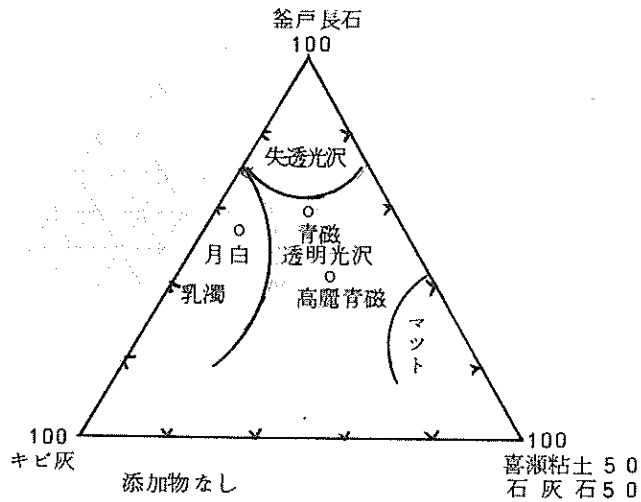


図-6 釉性状図

つぎに釉調の良好な原料調合割合と釉式を示す。

○ 青磁釉

{	釜戸長石	60	}	0.49 Al ₂ O ₃ 4.36 SiO ₂	
	キビ灰	20			0.33 KNaO
	喜瀬粘土	10			0.63 CaO
	石灰石	10			0.04 MgO

青磁釉は磁器釉に鉄を1~3%添加して還元焼成を行い淡青緑色を呈する釉であり、天草陶石の多い磁器素地で良好な結果を得ることが知られている。

本試験で青磁が得られたのはキビ灰と喜瀬粘土に含まれる鉄に起因するものであり、それらの原料からもちこまれる鉄の量は約1%である。

○ 高麗青磁

{	釜戸長石	40	}	0.35 Al ₂ O ₃ 2.72 SiO ₂	
	キビ灰	20			0.20 KNaO
	喜瀬粘土	20			0.77 CaO
	石灰石	20			0.03 MgO

○ 月白釉

{	釜戸長石	50	}	0.30 KNaO	0.43 Al ₂ O ₃	4.09 SiO ₂		
	キビ灰	40					0.61 CaO	
	喜瀬粘土	5						0.09 MgO
	石灰石	5						

還元焼成によって得られる釉で、一見銅青磁に似ているが、それよりは青味の強い釉をいい、本試験ではキビ灰が乳濁的性質をもつためであろう。

(2) ベンガラ5%添加

黒天目釉、飴釉、伊良保釉、海鼠釉を得た。釉調は素地の影響をあまり受けない。図-7に釉の性状を示し、つぎに釉調合比を示す。

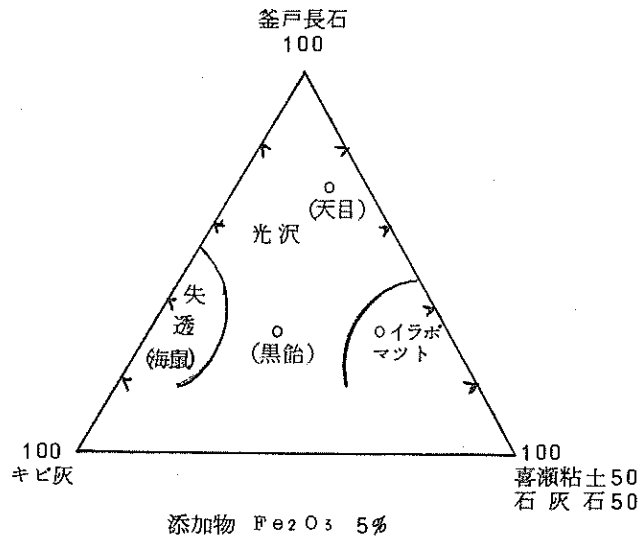


図-7 釉性状図

○ 黒天目

{	釜戸長石	70	}	0.39 KNaO	0.57 Al ₂ O ₃	5.15 SiO ₂		
	キビ灰	10					0.39 CaO	
	喜瀬粘土	10						0.02 MgO
	石灰石	10						

Fe₂O₃ 5%

黒天目釉は鉄による純黒の光沢性の釉で、ぬげが濁色となり、長石釉、石灰マグネシヤ釉を基礎としてベンガラを8~10%添加して安定した釉調が得られるのが普通である。

○ 飴 釉

{	釜戸長石	30	}	0.19 KNaO	0.32 Al ₂ O ₃	2.53 SiO ₂		
	キビ灰	40					0.75 CaO	
	喜瀬粘土	15						0.06 MgO
	石灰石	15						

Fe₂O₃ 5%

鉄による黄茶ないし茶褐色の光沢透明釉で、このように石灰の多い組成にできやすく、含鉄素地では黒味を増し黒鉛釉となる。

○ 伊羅保釉

{	釜戸長石	30	}	0.16	KNaO	}	0.30	Al ₂ O ₃	2.18	SiO ₂
	キビ灰	20		0.82	CaO		Fe ₂ O ₃	5%		
	喜瀬粘土	25		0.02	MgO					
	石灰石	25								

伊羅保釉は鉄分の多い小砂まじりの荒い素地に薄く釉がかかり肌が焦げあるいは素地のちぢれのようなものができていららした趣を呈するためこの名が起ったといわれ、通常この釉は木灰類を主として調合されている。

○ 海鼠釉

{	釜戸長石	40	}	0.25	KNaO	}	0.38	Al ₂ O ₃	3.50	SiO ₂
	キビ灰	50		0.65	CaO		Fe ₂ O ₃	5%		
	喜瀬粘土	5		0.10	MgO					
	石灰石	5								

鉄のみ、または鉄とコバルトを添加し失透模様のである釉で一重掛と二重掛の施釉の方法があり、それぞれ組成も異なる。

(3) ベンガラ8%、酸化チタン3%添加

柿釉と黒天目釉、伊羅保釉が得られた。図-8に釉性状を示し、つぎに調合比と釉式を示す。

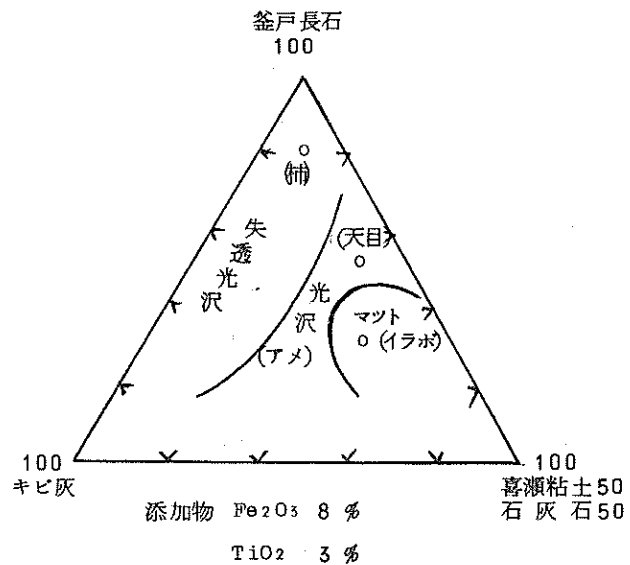


図-8. 釉性状図

釉 釉

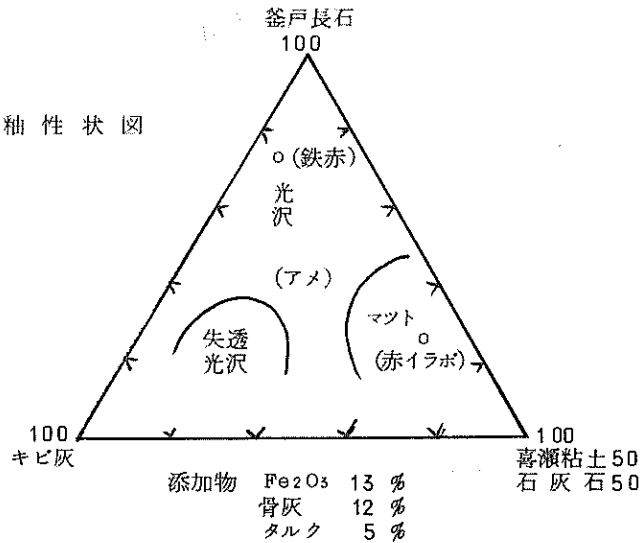
$\left\{ \begin{array}{l} \text{釜戸長石} \\ \text{キビ灰} \\ \text{喜瀬粘土} \\ \text{石灰石} \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} 80 \\ 10 \\ 5 \\ 5 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0.53 \text{ KNaO} \\ 0.44 \text{ CaO} \\ 0.03 \text{ MgO} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0.72 \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ 6.95 \text{ SiO}_2 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 8 \%} \\ \text{TiO}_2 \text{ 3 \%} \end{array} \right\}$
---	---	--	---

鉄による褐色釉で石灰マグネシヤ釉のややアルミナ分の多い組成にできやすいことが知られているが、ここでは長石組成が多くアルミナ分の多い組成で釉調が良い。

(4) ベンガラ13%、骨灰12%、タルク5%添加

石灰マグネシヤ釉に鉄と骨灰を添加して得られる鉄赤釉と、図-9におけるマツト域では赤伊羅保が得られる。これらは酸化焼成によりなお良好な結果が期待できる。

図-9. 釉性状図



○ 鉄赤釉

$\left\{ \begin{array}{l} \text{釜戸長石} \\ \text{キビ灰} \\ \text{喜瀬粘土} \\ \text{石灰石} \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} 70 \\ 20 \\ 5 \\ 5 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0.39 \text{ KNaO} \\ 0.59 \text{ CaO} \\ 0.02 \text{ MgO} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0.57 \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ 5.15 \text{ SiO}_2 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 13 \%} \\ \text{骨灰 12 \%} \\ \text{タルク 5 \%} \end{array} \right\}$
---	---	--	---

○ 赤伊羅保

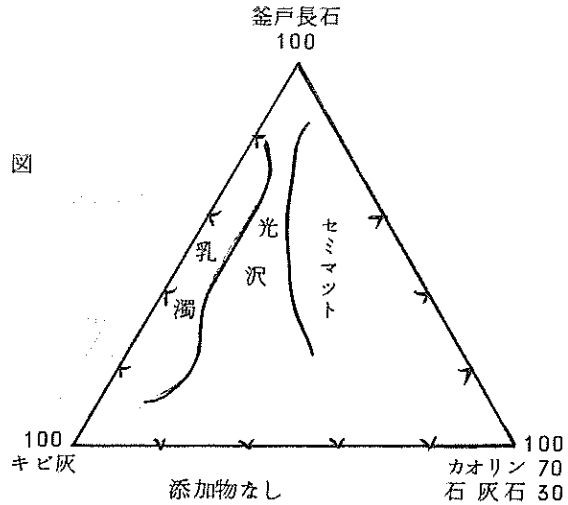
$\left\{ \begin{array}{l} \text{釜戸長石} \\ \text{キビ灰} \\ \text{喜瀬粘土} \\ \text{石灰石} \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} 30 \\ 10 \\ 30 \\ 30 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0.15 \text{ KNaO} \\ 0.84 \text{ CaO} \\ 0.01 \text{ MgO} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0.28 \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ 2.01 \text{ SiO}_2 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 13 \%} \\ \text{骨灰 12 \%} \\ \text{タルク 5 \%} \end{array} \right\}$
---	---	--	---

4.2 キビ灰-釜戸長石-(カオリン-石灰石)系

(1) 添加物なし

釉性状は図-10に示すとおりであり、灰乳濁の白萩釉が得られた。白萩釉は高麗焼きに端を発し、帰化朝鮮人陶工によって山口県萩に伝えられ「萩焼」となったものである。白っぽい乳濁色を得るには酸化焼成が良いとされ、本試験では還元焼成のためやや茶味を帯びている。

図-10 釉性状図



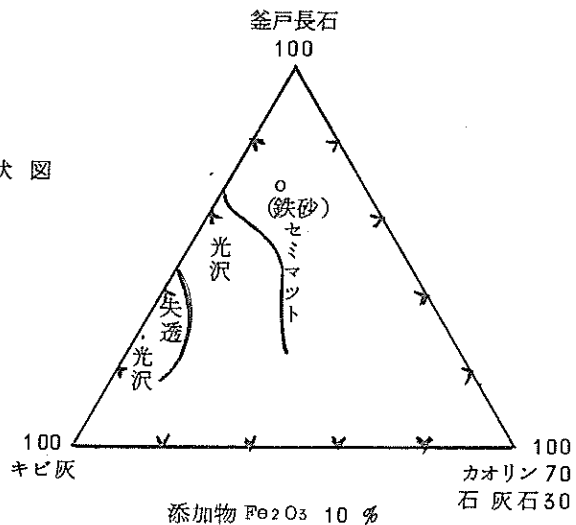
○ 白萩釉

釜戸長石 50	0.33 KNaO	}	0.45 Al ₂ O ₃	4.48 SiO ₂
	0.56 CaO			
キビ灰 50	0.11 MgO			

(2) ベンガラ10%添加

図-11のような釉性状を示し、セミマツト部分に鉄砂が得られる。

図-11 釉性状図



○ 鉄砂釉

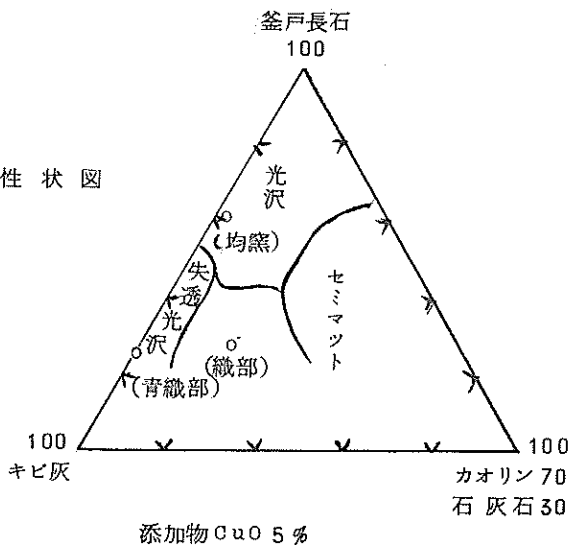
釜戸長石	70	} 0.76 Al ₂ O ₃ 6.54 SiO ₂	
キビ灰	20		0.47 KNaO
カオリン	7		0.47 CaO
石灰石	3		0.06 MgO
			Fe ₂ O ₃ 10%

鉄砂は赤褐色の結晶釉であり普通石灰釉にベンガラを20%程度添加し還元焼成により得られる。

(3) 酸化銅5%添加

図-12に示すように辰砂及び均窯が長石組成の多い部分にでき、失透光沢部分に青織部、透明光沢部分に深緑色の織部ができる。

図-12 釉性状図



○ 辰砂

釜戸長石	80	} 0.94 Al ₂ O ₃ 8.08 SiO ₂	
キビ灰	10		0.59 KNaO
カオリン	5		0.38 CaO
石灰石	5		0.03 MgO
			CuO 5%

辰砂は銅による赤紅色の釉で、長石分の少ない石灰バリウム釉に酸化銅を1~2%と酸化錫3%を添加し還元焼成により得られるのが普通である。

○ 均窯

釜戸長石	60	} 0.53 Al ₂ O ₃ 5.32 SiO ₂	
キビ灰	40		0.40 KNaO
			0.50 CaO
			0.10 MgO
			CuO 5%

銅による赤紫色ないし青紫色の失透釉で、普通は酸化銅1%、酸化錫3%、酸化チタン3%を添加し還元焼成により得られる。

織部

石灰の多い透明釉に銅5%を加え酸化焼成により深緑色の釉が得られる。これは大才的な茶人古田織部の指導によって生まれたもので種類も多い、また珩酸分が多くなり少量の乳濁剤が加わると青織部となる。

織部

釜戸長石	30				
キビ灰	50	0.21	KNaO	}	0.49 Al ₂ O ₃ 3.26 SiO ₂
カオリン	14	0.69	CaO		
石灰石	6	0.10	MgO		
					CaO 5%

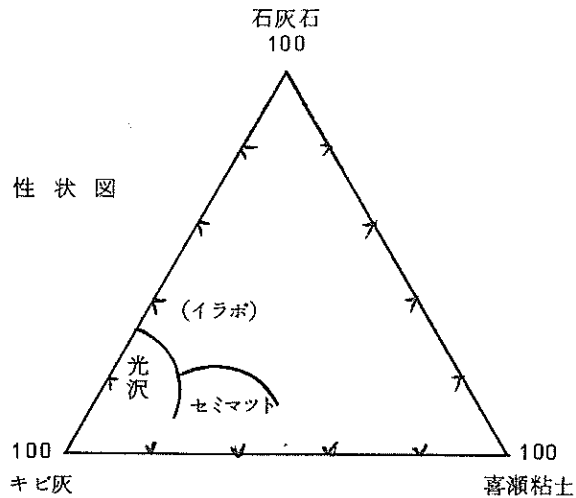
青織部

釜戸長石	30	0.24	KNaO	}	0.34 Al ₂ O ₃ 3.29 SiO ₂
		0.63	CaO		
キビ灰	70	0.13	MgO		
					CaO 5%

4.3 キビ灰 - 喜瀬粘土 - 石灰石系

釉性状図(図-13)に示すように広範囲に伊羅保釉ができ、石灰組成の増加に伴って釉面がザラついてくる。

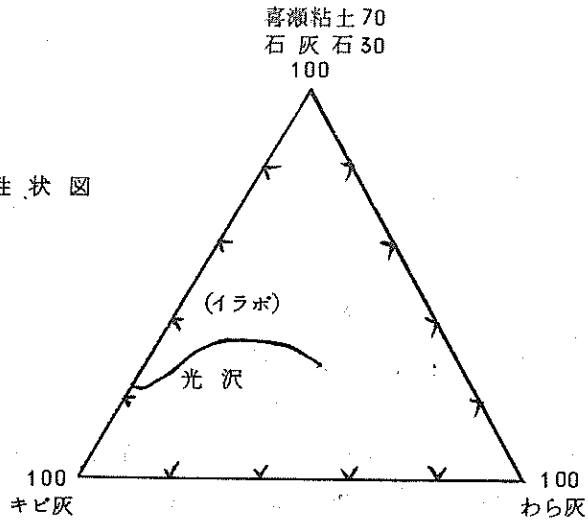
図-13 釉性状図



4.4 キビ灰 - (喜瀬粘土 - 石灰石) - わら灰系

釉性状は図-4に示すとおりであり、キビ灰 - 喜瀬粘土 - 石灰石系に比して伊羅保の範囲が狭くなる。

図-14. 釉性状図



5. 要約

(1) キビ灰-釜戸長石-(喜瀬粘土-石灰石)系において青磁釉、高麗青磁及び月白釉に近似した釉が得られ、また金属酸化物や骨灰などを添加することによりつぎのそれぞれの釉が得られた。

○ベンガラ5%添加；天目釉、飴釉、伊羅保釉、海鼠釉

○ベンガラ8%、酸化チタン3%添加；柿釉

○ベンガラ13%、骨灰12%、タルク5%添加；鉄赤釉、赤伊羅保釉

(2) キビ灰-釜戸長石-(カオリン-石灰石)系で白萩釉を得、色材添加によりつぎの釉を得た。

○酸化銅5%添加；辰砂、均窯釉、織部、青織部

(3) キビ灰-喜瀬粘土-石灰石系並びにキビ灰-(喜瀬粘土-石灰石)-わら灰系においては伊羅保が広範囲にできた。

(4) キビ灰は化学分析結果やこれら釉試験の結果から土灰及びわら灰の中間的性質をもつ溶融幅の広い灰釉原料である。

6. むすび

釉薬原料としてのキビ灰の利用について若干の検討を加えたところ、従来の灰釉にない特徴ある釉調を呈し、興味ある知見を得た。

比較的の多量に産出するキビ灰を釉薬原料として今後とも検討を重ね、キビ灰釉の開発を図っていきたい。本試験は工業技術院・名古屋工業技術試験所第6部の森田四郎技官並びに前田武久技官のご指導のもとに行ったものである。

文 献

1. 加藤悦三 釉調合の基本 窯技社
2. 森田四郎 色釉について 窯技誌30号

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。