

川平陶石の利用技術に関する研究

与座範弘、花城可英

1 緒言

石垣島は独特な地質構造を有しており、陶磁器原料として利用可能な資源が賦存している。その一つである川平陶石は、沖縄県八重山支庁の窯業資源調査（平成9年度及び10年度）¹⁾において埋蔵量の推定や基礎性状が明らかにされるなど、磁器原料として有望とされている。こうしたことから、当センターでも平成12年に川平陶石を用いた鑄込成形技術に関する移転研究²⁾を実施し、川平陶石を利用した磁器素地の鑄込性を明らかにしている。

一方、島内では小規模であるが既に磁器製造を行っており、今後も磁器製造に関わる企業も増えることが予想される。しかし、島内における磁器製造の歴史は浅く、本格的な磁器の事業化に向けては技術的な蓄積が必要とされており、今後も川平陶石を利用した素地の特性や釉薬についての検討が必要と思われる。

そこで本研究では、粉碎方法の異なる川平陶石について鑄込成形性や素地の乾燥性状及び焼成性状について検討したので報告する。

2 実験方法

2-1 原材料及び川平陶石の処理方法

試験に供した川平陶石と蛙目粘土の化学組成を表1に示す。川平陶石は、ポットミルにより24時間粉碎したものと試験用小型スタンプミルにより30分間粉碎したものをそれぞれ目開きが0.125mmのフルイを通過させたものを使用した。これらの粒度組成は図1のとおりである。また、川平陶石は石英やカリ長石のほか、カオリン鉱物、斜長石などの鉱物から構成されていることがわかっている¹⁾。

2-2 鑄込性試験

川平陶石のポットミル粉碎物とスタンプミル粉碎物の鑄込性状とスタンプミル粉碎物に蛙目粘土を5%、10%、20%とそれぞれ添加（外割）したときの鑄込性状につい

て試験した。試験では原料に水及び分散剤として水ガラスを添加して鑄込泥漿を調製し、以下の項目について測定した。

- ・流動性・・・鑄込泥漿50mlの流出時間（秒）を測定した。
- ・着肉性・・・石膏型を用いて試験体（40φ/30φ×50mm）を作成し、乾燥後の成形体の厚みを測定した。
- ・排泥性・・・鑄込成形後に泥漿の排出状態を目視で評価した。
- ・離形性・・・成形体の型離れのし易さについて官能的に評価した。
- ・分散性・・・24時間放置した泥漿について沈降の有無や攪拌の容易性を官能的に評価した。

2-3 乾燥性状

鑄込成形により棒状（10φ×100mm）の試験体を作成し、乾燥後の収縮率と強度を求めた。以下にその方法を示す。

- ・乾燥収縮率・・・試験体に80mmの基準線を印し、乾燥前後の間隔の変化を求めて算出した。
- ・乾燥強度・・・精密卓上万能試験機を用いてスパン距離60mm、加圧速度0.5mm/minで破壊加重を測定し、曲げ強度を算出した。

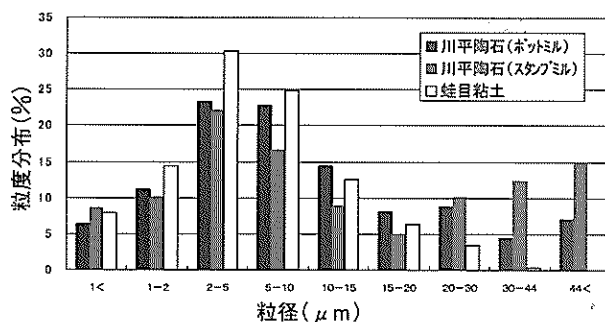


図1 原材料の粒度組成

表1 原材料の化学組成

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. Loss
川平陶石	76.5	14.8	0.87	0.08	-	0.12	0.51	4.49	3.39
蛙目粘土	49.8	33.7	1.37	0.77	0.13	0.29	1.25	0.14	12.3

(単位: %)

2-4 焼成性状

鑄込成形により作成した棒状試験体及び板状試験体(37×37×9mm)を小型L.P.G炉を用いて1,240℃、1,260℃及び1,280℃で還元焼成した。焼成時間は約14時間、最高温度での保持時間は30分とした。焼成後、吸水率、焼成収縮率及び曲げ強度を測定した。以下にその方法を示す。

- ・吸水率・・・乾燥重量並びに試験体を3時間以上煮沸した後の飽水重量から算出した。
- ・強度・焼成収縮率・・・乾燥性状の測定方法に準じた。

3 実験結果と考察

3-1 素地の鑄込性

図2に粉碎方法の異なる川平陶石を用いた鑄込泥漿の流動性について示す。スタンプミル粉碎物は水分添加量37%の時に水ガラス添加量0.4%において良好な流動性を示すが、ポットミル粉碎物は多量の水分及び水ガラスを必要とするため鑄込泥漿としては適当でないことがわかった。また、川平陶石のスタンプミル粉碎物だけでは鑄込成形体の強度が低いことが予想されたので²⁾、粘土分として蛙目粘土を添加したときの鑄込性について試験した。

図3に川平陶石のスタンプミル粉碎物に対して蛙目粘土添加量及び水ガラス添加量を変えたときの泥漿の流動性について示す。このときの水分添加量は、37%とした。図3では良好な流動性を示すときの水ガラス添加量は

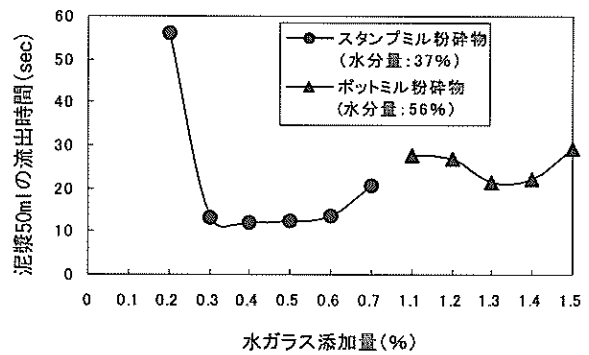


図2 粉碎方法の異なる川平陶石を用いた鑄込泥漿の流動性

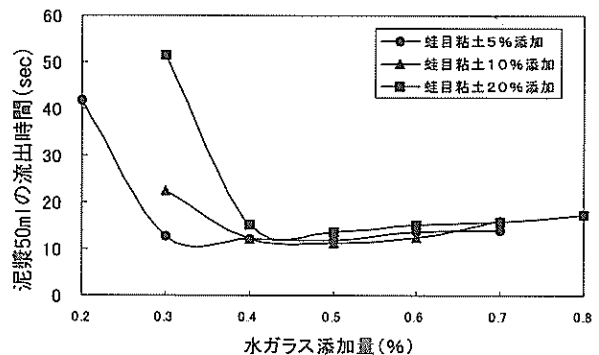


図3 川平陶石(スタンプミル粉碎物)に蛙目粘土を添加した鑄込泥漿の流動性 (水分添加量: 37%)

表2 川平陶石の蛙目粘土添加量及び水ガラス添加量の違いによる鑄込性の変化

素地	測定項目	水ガラス添加量 (%)						
		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
川平陶石 100% 蛙目粘土 5%	排泥性	×	×	×	○	○	○	—
	脱形性	×	×	○	○	○	○	—
	分散性	△	△	×	×	×	×	—
	着肉性	—	8.5	7.4	7.2	7.3	6.7	—
川平陶石 100% 蛙目粘土 10%	排泥性	—	×	○	○	○	○	—
	脱形性	—	○	○	○	○	○	—
	分散性	—	○	○	×	×	×	—
	着肉性	—	—	5.7	5.5	5.2	5.9	—
川平陶石 100% 蛙目粘土 20%	排泥性	×	×	○	○	○	○	○
	脱形性	×	○	○	○	○	○	○
	分散性	△	○	○	○	×	×	×
	着肉性	—	—	5.3	5.1	5.1	4.4	4.0

(凡例) ○:良好 △:普通 ×:不可 *着肉性の単位はmm

0.4%~0.5%であり、また、表2に示す排泥性や脱型性、分散性等の結果から川平陶石に蛙目粘土10%または20%添加した時に良好な鑄込成形性が得られることがわかった。

3-2 素地の乾燥性状

川平陶石に蛙目粘土添加量を10%及び20%とした鑄込成形素地の乾燥収縮率と乾燥強度を測定した。その結果を表3に示す。

表3から乾燥収縮率及び乾燥強度とも蛙目粘土添加量20%の場合が大きな値を示していることがわかる。しかし、得られた値はそれぞれ0.99MPa、1.27MPaと一般的な陶磁器の乾燥強度(2.9MPa~7.8MPa)³⁾と比較して低いため、今後は乾燥強度の向上について検討する必要がある。

表3 乾燥収縮率と乾燥強度

素地の種類	乾燥収縮率(%)	曲げ強度(MPa)
川平陶石(100%) 蛙目粘土(10%)	3.0	0.99
川平陶石(100%) 蛙目粘土(20%)	4.5	1.27

3-3 素地の焼成性状

川平陶石に蛙目粘土添加量を20%とした鑄込成形素地を還元焼成し、その焼成収縮率、吸水率及び曲げ強度を測定した。その結果をそれぞれ図4~図6に示す。

図では焼成温度が高くなるにつれて焼成収縮率と曲げ強度は大きくなり、吸水率が低下していることから、焼結が進行していることがわかる。また、各試験体の焼成呈色は概ね白色を呈した。

磁器の性質では吸水率は0%、曲げ強度は39.2MPa~68.6MPa(無釉の場合)が一般的とされている³⁾。しかし、今回の試験では1,280℃焼成において曲げ強度は45.0MPaの値が得られたものの、吸水率は1.7%と磁器素地としての十分な焼結が得られなかった。

4 まとめ

磁器の代表的な原料である天草陶石は、磁器素地を調製するためにスタンプミルによる粉砕が行われていることが知られている⁴⁾。今回、川平陶石のスタンプミル粉砕物に蛙目粘土を20%添加したところ、水分添加量37%、水ガラス添加量0.5%において良好な鑄込成形性が得られ、これによって得られた素地の乾燥性状や焼成性状を明らかにすることができた。しかし、今回の試験では乾燥強度や吸水率について一般的な磁器の特性を得られて

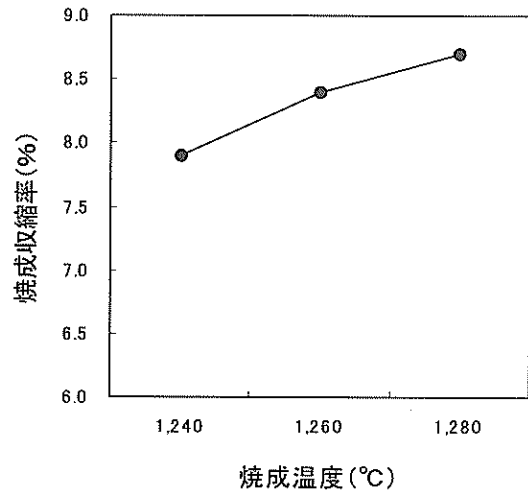


図4 素地(川平陶石100%、蛙目粘土20%)の焼成収縮率の変化

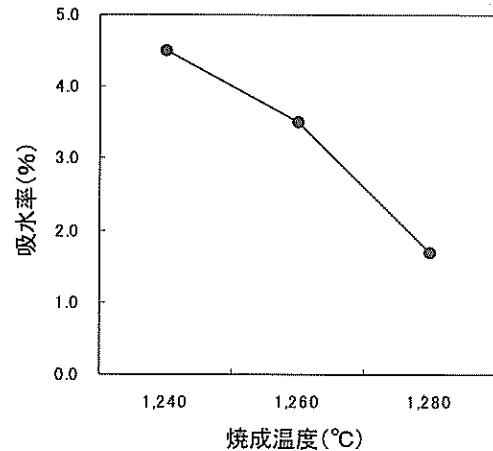


図5 素地(川平陶石100%、蛙目粘土20%)の吸水率の変化

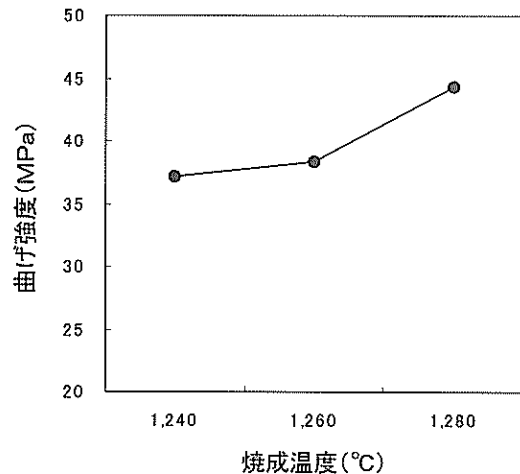


図6 素地(川平陶石100%、蛙目粘土20%)の曲げ強度の変化

おらず、今後の検討課題としたい。

石垣島における磁器製造はまだ始まったばかりであり、品質の高い磁器製品を提供するためには原材料の処理方法をはじめ製造技術において多くの課題があると思われる。また、素地だけでなく磁器釉の開発もその一つと考えており、今後はそれを含めて検討する考えである。

参考文献

- 1) 沖縄県八重山支庁 「石垣島の窯業資源調査（要約版）」 (1999.3)
- 2) 花城可英、中村英二郎、与座範弘 石垣島窯業原料を用いた陶磁器製造技術に関する研究 沖縄県工業技術センター研究報告第3号 pp.67-70 (2001)
- 3) 日本セラミックス協会編 「窯業工学ハンドブック」 技法堂出版株式会社 (1989)
- 4) 素木洋一 わかりやすい工業陶磁器 技法堂出版株式会社 (1986)

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。