

陶石利用技術支援事業

天草陶石の品質調査と泉山陶土の特性改善への取り組み

志波 雄三、嘉村 翔太郎、堤 靖幸
佐賀県窯業技術センター

天草陶石の利用技術に資することを目的に現状の酸処理陶石等の品質調査を行ない、各種陶石の塩素濃度と pH 測定、及び事業開始からのデータとの比較検討を行った。本年度も pH はおおむね 7~8 で推移しており塩素濃度と pH の間に相関性は認められなかったが、現行市販陶土の耐火度は、SK26 と通常の値を示し問題なかった。

泉山陶土の性状改善の対策として陶石中の硫酸痕を低減させることが知られている。令和7年10月から泉山陶石中の硫黄分除去を目的として一定期間流水がある河川に浸漬させる試験を開始した。陶石のサンプリングを行って硫黄分の変化を調べた。

キーワード:酸処理天草陶石、塩素濃度、pH、耐火度、泉山陶石、硫黄含有量

Support for The Porcelain stone utilization

Investigation of the quality of Amakusa acid-treated porcelain stone and Efforts to improve the Properties of Izumiyama porcelain clay.

SHIWA Yuzo, KAMURA Shotaro, TSUTSUMI Yasuyuki
Saga Ceramics Research Laboratory

In order to contribute to technical application of Amakusa porcelain stone, we conducted a quality survey of current acid-treated porcelain stone and others, measured the chlorine concentration and pH of various types of porcelain stone, and compared the results with data from the start of the project. This year, pH levels generally remained between 7 and 8, and no correlation was observed between chlorine concentration and pH; however, the refractoriness of the currently commercially available porcelain clay was SK26, a normal value, and presented no issues.

It is known that reducing sulfuric acid traces in porcelain stone is an effective measure for improving the properties of Izumiyama porcelain clay. To remove sulfur content from Izumiyama porcelain stone, we began a trial in October 2025 involving immersion in a river with a flow of water for a specified period. We collected samples of the porcelain stone to examine changes in sulfur content.

Key Words: Amakusa acid-treated porcelain stone, Chlorine concentration, pH, Refractoriness, Izumiyama porcelain stone, Sulfur content

1. 酸処理天草陶石の品質調査

1.1 支援の背景

天草陶石は数年来、鉄分が少ない高品位陶石の採掘量が減り、また、採掘現場の人手不足の現状から、一定量の陶石の確保に長期間を要する状況が続いている。中でも天草特上陶土・撰上陶土の安定した製造には鉄分の少ない陶石が必要のため、陶土製造業では塩酸処理により陶石中の鉄分の含有量を低減させた酸処理陶石を目的に応じて配合することが行われている。低品位陶石から

鉄分を少なくする塩酸処理は1970年頃から実用化¹⁾されている化学処理法であるが、以前陶土の性状変化を酸処理陶石の洗浄不足とされた時期があり、現在でも一部の利用者においては、酸処理陶石にマイナスイメージが根強く残っている。こうした状況を改善するために、当センターは陶磁器業界の各組合等の協力を得ながら平成29年度(2017年度)から現在まで酸処理陶石を使用した陶土の利用拡大のための支援事業を行ってきた²⁻⁴⁾。

肥前地区の白磁の需要に今後も応じていくためには、

業界に対して酸処理陶石が問題なく利用できることを伝えていく必要があり、裏付けのために酸処理陶石の性状確認を継続して実施する必要がある。本事業では令和3年度(2021年度)から酸処理陶石の定期検査方法の確立を目的とし、化学組成及び耐火度、酸処理陶石を蒸留水に浸漬したときの塩素濃度及びpHの測定を実施している⁵⁻⁸⁾。本年度もこれらの測定を実施したので、その結果について報告する。

1.2 調査原料

調査原料は、肥前陶土工業協同組合ほか陶土製造企業の協力を得て、現在流通している天草酸処理陶石を2026年1月にサンプリングした。その原料は皿山系の酸処理陶石及び低火度酸処理陶石、海岸脈系の浜平酸処理陶石、木山酸処理陶石、木山低火度酸処理陶石、同じく海岸脈系の共立マテリアル酸処理陶石及び低火度酸処理陶石である。比較用の陶石として、酸処理を行っていない皿山系低火度4等陶石、海岸脈系の木山3等陶石、共立マテリアル4等陶石を用いた。また、現行流通中の陶土として市販天草撰上陶土(細工用及び鑄込用)の性状も調べた。なお、市販陶土は上述の陶石をサンプリングした陶土業者に協力を依頼し提供していただいた。

1.3 調査項目

原料物性として、耐火度及び化学組成について調査した。耐火度測定は耐火度測定装置(戸田超耐火物製、TODA'S ミニファーネス)により行い、化学組成分析は蛍光X線分析装置(Rigaku 製、ZSX PrimusII)を用いてガラスビードによる検量線法で行った。

原料試料を蒸留水に浸漬させた上澄み液のpH及び塩素濃度の調査を行った。まず原料陶石を小型スタンプミル(日陶科学製、ANS143型)により粒子が1mm以下程度になるまで粉碎し、粉碎粉末30gを量り採ってビーカーに入れ、蒸留水を加えて300gとし30分間攪拌した後、一昼夜程度静置させて上澄み液を採取した。陶土についても粉末30gを量り採り同様の操作によって上澄み液を採取した。静置させた上澄み液は約200mL分取し、冷却高速遠心機(コクサン製、H-2000A2)により回転数5000rpmで20分間遠心分離を行い、これを測定用溶液とした。

塩素濃度はICP発光分光分析装置(島津製作所製、ICPS-8100CL)を用いて検量線法により、pHはpHメータ(東亜ディーケーケー製、HM-42X)により測定した。

1.4 天草酸処理陶石の性状結果

表1に各原料上澄み液の塩素濃度及びpHを示す。塩素濃度の比較サンプルとして当センターの水道水の値も併せて示す。

最も高い塩素濃度を示したのは水道水の10.4ppmで、次に木山低火度酸処理陶石の4.9ppmであった。水道水は例年と変わらず10ppm程度で、昨年度の木山酸処理陶石の18.0ppmのような突出した値はなかった。その他の原料の値は比較的lowく2ppm以下であった。最も低い値は浜平酸処理陶石が0.2ppmであったが、ほかの酸処理陶石、無処理陶石との差はあまり見られず0.7~2.0ppmの間で推移した。市販陶土は昨年度と同程度で細工用が2.3ppm、鑄込用が0.7ppmであった。

pHは、昨年度のような6未満の突出した値はなく全体で7.1~8.3の間で推移し、酸処理陶石、無処理陶石間で特徴的な傾向は見られなかった。

表1 各陶石上澄み液の塩素濃度及びpH

原料名	塩素濃度 (ppm)	昨年度 塩素濃度 (ppm)	pH	昨年度 pH
皿山酸処理陶石	0.7	0.3	7.5	5.8
皿山低火度酸処理陶石	1.8	0.9	7.6	7.1
浜平酸処理陶石	0.2	1.0	8.0	7.5
木山酸処理陶石	1.9	18.0	8.3	8.3
木山低火度酸処理陶石	4.9	2.5	7.3	7.4
共立酸処理陶石	1.1	1.6	8.3	8.2
共立低火度酸処理陶石	0.9	3.4	7.1	8.0
皿山低火度4等陶石	1.0	0.8	7.5	8.1
木山3等陶石	0.8	0.8	7.7	8.2
共立4等陶石	0.9	0.2	8.0	8.2
市販撰上陶土(細工用)	2.3	2.2	7.4	7.8
市販撰上陶土(鑄込用)	0.7	0.3	7.4	7.9
水道水	10.4	11.4	7.3	7.4

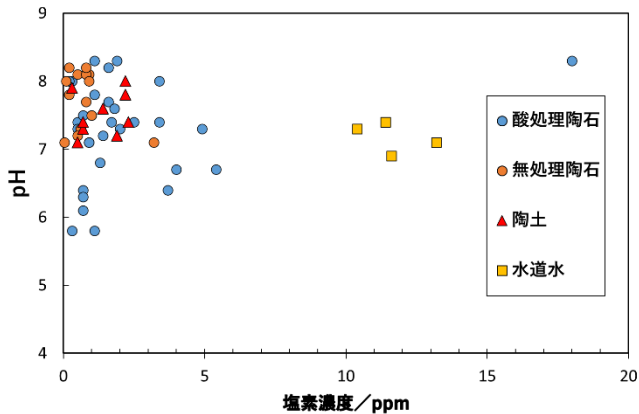


図1 各サンプルの塩素濃度とpHの関係

塩素濃度と pH の値の調査を始めてから昨年度まとめたデータ⁸⁾に、さらに今年度得られたデータを追加して、酸処理陶石、無処理陶石、陶土、水道水についての塩素濃度と pH の値の関係を整理した。その結果を図1に示す。無処理陶石は、今回のデータを加えても塩素濃度はほとんどが1 ppm以下で、pHはすべて7以上であることから、ややアルカリ性側であった。酸処理陶石は処理液である塩酸の影響を考慮すると、塩素濃度が低いとpHが高くなり、塩素濃度が高くなるとpHが低くなるという予測に反し、その傾向は今回も変わらず見られなかった。pHはおおむね7~8で推移しており、特徴的な相関性は見られなかった。市販陶土は昨年度とほぼ同じく塩素濃度が0.5~2.2ppm、pHが7.0~8.0で推移している。また、ほとんどの陶土・陶石の塩素濃度は水道水と比較すると特段に低いことから、使用における問題はないことが確認で

きた。この傾向は今後も大きく変動しないと予想されるので、酸処理陶石等のサンプリングの間隔を伸ばし、隔年程度に変更してもよいかと思われる。

表2に酸処理陶石7種及び現行市販撰上陶土2種の化学組成値及び耐火度の結果を示す。化学組成値の傾向は昨年と大差なかった。低火度ではない陶石においては耐火度が昨年度と同様 SK20 程度という結果であったが、市販の陶土2種はSK26と通常の耐火度であった。これらの陶土には、酸処理陶石が一定の割合で使用されている。今回の耐火度測定の結果においても、陶石から陶土へ精製により、通常の陶土と変わらない耐火度になっていることが確認された。

2. 泉山陶石特性改善試験

2.1 支援の背景

泉山陶石は日本初の磁器原料として佐賀県有田町で発見され、元和年間以降長年にわたり利用されてきた⁹⁾が、明治以降は良質な天草陶石の利用が増え、現在肥前地区で流通している陶土はほぼ天草陶石から調製されている。泉山陶石は現在、ほとんど流通していないが2016年の有田焼創業400年を機に泉山陶石を用いた陶土を産地の「ブランド土」として見直す機運が業界で高まり、製品開発がなされている。これまで有田磁石場組合の主催により令和2年度、令和4~6年度には製品開発及び展示会が行われ、当センターでは泉山陶石の特性調査を行う

表2 各陶石等の化学組成(mass%)及び耐火度

原料名	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	耐火度	昨年度耐火度
皿山酸処理陶石	2.61	79.68	13.83	0.31	Tr.	0.04	0.04	0.16	2.95	SK20	SK19 ⁺
皿山低火度酸処理陶石	2.30	77.38	14.65	0.33	0.01	0.04	0.05	1.28	3.49	SK18	SK17 ⁺
浜平酸処理陶石	3.33	79.10	14.05	0.32	0.01	0.08	0.03	0.17	2.41	SK19 ⁺	SK20-
木山酸処理陶石	3.70	78.46	14.42	0.35	Tr.	0.19	0.03	0.21	2.25	SK20	SK18
木山低火度酸処理陶石	2.48	77.93	14.57	0.28	0.01	0.04	0.04	1.06	3.28	SK15	SK15 ⁺
共立酸処理陶石	3.36	78.59	14.34	0.31	0.01	0.16	0.04	0.33	2.41	SK20-	SK19
共立低火度酸処理	2.58	77.74	14.69	0.33	0.01	0.04	0.04	1.28	2.98	SK16-	SK15 ⁺
市販撰上陶土(細工用)	3.41	76.25	16.03	0.46	0.01	0.07	0.07	0.17	3.14	SK26	SK26
市販撰上陶土(鑄込用)	4.01	73.27	18.00	0.48	0.01	0.08	0.06	0.51	3.14	SK26	SK28

とともに、泉山陶石を用いた製品の製作支援を行ってきた¹⁰⁻¹³⁾。今後もこのような動向は続くものと思われる。しかしながら泉山陶土は、特に鑄込成形において泥しろうが安定しないことが課題とされている。以前の調査¹³⁾でこの原因は陶石中の硫酸痕に起因することが明らかになっており、このとき脱硫処理を十分に考慮する必要性を提案してきた。かつては、泉山鉱床では陶石を放置し風化による黄鉄鉱の消失、二次富鉄化を待って利用したとも伝えられている¹⁴⁾。こうしたことから今回、有田磁石場組合の主導で、陶石を一定期間流水がある河川に浸漬することで陶土性状改善に取り組むこととなり、当センターは陶石を定期的にサンプリングして硫黄分の含有量変化を調査することになった。本報告では令和7年10月から開始された経過と現状得られているデータについて報告する。



図2 泉山陶石の採取箇所A及び河川水採取箇所。

2.2 調査原料と浸漬状態について

調査原料は、有田磁石場組合所有の泉山陶石約2トン
を陶土業者により数cm大まで粉碎し、濾布製の袋に小分けしたものが、図2、3に示すように泉山磁石場構内の河川水に浸漬された。また図2、3に陶石および河川水の採取箇所を示す。

2.3 調査項目

令和7年10月に浸漬を開始したことについて磁石場組合から報告を受け、陶石および河川水をサンプリングした。本報告での陶石試料は開始時の原鉄陶石、1ヵ月後(令和7年11月)に浸漬場所から3カ所、同じく3ヵ月後(令和8年1月)も同様にサンプリングした。また河川水もそれぞれ同時採取した。調査項目として陶石中の硫黄分と採取水の硫黄分をICP発光分光分析装置(島津製作所製、ICPS-8100CL)により定量分析した。また陶石の耐火度を耐火度測定装置(戸田超耐火物製、TODA'S ミニフアーネス)で測定した。

2.4 結果および考察

表3に各泉山陶石の硫黄(三酸化硫黄)の含有量を示す。原鉄陶石が0.24 mass%であった。1ヵ月後、3ヵ月後の値は、採取箇所でAで0.30 mass%、0.27 mass%であった。B、Cの場所では0.06~0.13 mass%と低下した。既報¹³⁾にお



図3 泉山陶石の採取箇所B、C。

表3 採取した各泉山陶石の硫黄(三酸化硫黄)含有量(mass%)

	原鉄	1ヵ月後			3ヵ月後		
		A	B	C	A	B	C
SO ₃	0.24	0.30	0.06	0.07	0.27	0.09	0.13

いても陶石中の三酸化硫黄は0.29 mass%であり、原鉄陶石と同等であった。採取箇所により差が出る結果となった

が、以後継続して含有量の推移を調査する。

表4に採取した河川水の硫黄の濃度を示す。100～130 ppm 程度であり通常の河川より比較的高いと思われる。この理由は泉山磁石場構内にあるため硫酸塩の溶出があることが考えられる。

表5に各陶石の耐火度を示す。SK16程度であり、既報¹³⁾と大差なかった。いずれにしても今後1年程度定期的に陶石のサンプリングを行い、各種調査を実施しデータ推移を見ていく。

表4 採取した各河川水の硫黄含有量(ppm).

採取時期	開始時	1ヵ月後	3ヵ月後
含有量	109	134	111

表5 採取した各泉山陶石の耐火度

採取時期	開始時	1ヵ月後	3ヵ月後
耐火度	SK16 ⁻	SK16 ⁻	SK15 ⁺

3. まとめ

天草陶石の利用技術について今後も続くと思われる業界支援に資することを目的に、現状の酸処理陶石の性状を引き続き調査した。その結果、無処理陶石はややアルカリ性側に分布していることが分かった。また、塩素濃度とpHの相関は今回も変わらず確認できず pHはおおむね7～8で推移していた。なお、今回のpHの変動範囲では酸処理陶石の使用は全く支障がなく、また陶土を含めた耐火度においても影響はなかった。以上のような傾向は今後も大きく変動しないと予想される。

泉山陶土の扱いにくさを改善するため、陶石中の硫酸根を低減させる脱硫処理として 泉山陶石を一定期間流水がある河川に浸漬する試験を有田焼磁石場組合と連携して始めた。令和7年10月より開始し、1ヵ月後、3ヵ月後サンプリングし陶石中の硫黄分などを調査した。陶石中の硫黄分の低下する変化が一部見られたが、採取箇所によってばらつきがあり、今後調査を続けていく予定である。

謝辞

本事業にご協力いただいた肥前陶土工業協同組合、各会員の皆様、有田磁石場組合並びに協力いただいた方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 林文雄, 永田正典, セラミックス 14, No.4, 333-338 (1979).
- 2) 志波雄三, 寺崎信, 佐賀県窯業技術センター平成 29 年度研究報告書・支援事業報告書, 8-11 (2018).
- 3) 志波雄三, 寺崎信, 佐賀県窯業技術センター平成 30 年度研究報告書・支援事業報告書, 19-22 (2019).
- 4) 志波雄三, 寺崎信, 嘉村翔太郎, 佐賀県窯業技術センター令和元年度研究報告書・支援事業報告書, 51-55 (2020).
- 5) 志波雄三, 寺崎信, 嘉村翔太郎, 佐賀県窯業技術センター令和 3 年度研究報告書・支援事業報告書, 42-46 (2022).
- 6) 志波雄三, 嘉村翔太郎, 蒲地伸明, 佐賀県窯業技術センター令和 4 年度研究報告書・支援事業報告書, 20-24 (2023).
- 7) 志波雄三, 嘉村翔太郎, 堤靖幸, 佐賀県窯業技術センター令和 5 年度研究報告書・支援事業報告書, 29-32 (2024).
- 8) 志波雄三, 嘉村翔太郎, 堤靖幸, 佐賀県窯業技術センター令和 6 年度研究報告書・支援事業報告書, 18-21 (2025).
- 9) 中島浩気, “肥前陶磁史(復刻版)”, 名著出版, 85-99 (1974).
- 10) 藤靖之, 蒲地伸明, 鮎川祐太, 佐賀県窯業技術センター平成 30 年度研究報告書・支援事業報告書, 23-25 (2019).
- 11) 寺崎信, 蒲地伸明, 白石敦則, 川原昭彦, 釘島裕洋, 佐賀県窯業技術センター平成 20 年度研究報告書, 84-88 (2009).
- 12) 寺崎信, 蒲地伸明, 吉田秀治, 佐賀県窯業技術センター平成 23 年度研究報告書, 16-22 (2012).
- 13) 蒲地伸明, 佐賀県窯業技術センター令和 2 年度研究報告書・支援事業報告書, 18-22 (2021).

14) 上野三義, 地質調査所月報, 11, 155-172 (1960).