

天草陶石の粉碎にとってスタンプミルが効果的な理由

(長崎県窯業技術センター) ○武内浩一

Why is stamp mill effective in pulverizing the Amakusa pottery stone? / K. Takeuchi (Ceramic Research Center of Nagasaki) / Stamp mill is used widely to pulverize Amakusa pottery stone in Kyushu. The body made by this method has unique particle distribution, bimodal type. The reason why the distribution was made by stamp mill has not been explained clearly yet. Observation of the polished piece of Amakusa pottery stone made by the 'dry method' revealed the precise microstructure and the original texture of the stone has intense influence on the particle distribution of the body. 問合せ先: takeuchi@pref.nagasaki.lg.jp

【概要と結論】九州では陶石の粉碎にスタンプミルが使用されている。その理由は江戸時代以来の坏土の製造方法を踏襲してきた歴史的な経緯もあるが、これまでの研究で工学的な事実も明らかになっている。スタンプミルで製造した坏土は粗粒部と微粒部に分かれた(bimodal)粒度分布を持つ。このためボールミルで製造した場合と比べて「土しまり(粒子充填性)」が良く、可塑性に優れたロクロ成形に向けた特長を持っている。また原料鉱物の研究からは、スタンプミルで作った坏土では、粗粒部分に石英が、微粒部分に粘土鉱物(セリサイト、カオリン)が集まることが示されている¹⁾。

スタンプミルは衝撃圧縮を用いた乾式粉碎方法で、摩擦的な効果も伴われる。一般的には100 μ m程度の中粒子の製造に用いられており、硬い珪石や長石の微粉碎にはあまり適していない。天草陶石の場合、微粉碎に適さないスタンプミルで、なぜサブミクロン粒子が製造できるのか、なぜbimodal 粒度分布となるのかについては、これまで明確な説明がなされていない。

今回「乾式研磨法」を用いて天草陶石の微構造を観察した結果、天草陶石が本来持っている岩石組織が坏土の粒度分布に大きな影響を与えていることが明らかになった。またサブミクロン粒子が生成される理由として、スタンプミルの「強すぎない」粉碎エネルギーで鉱物同士が「摩擦」し、細かく「ほぐれ」ていることが考えられる。

【実験と結果】試料は皿山脈の伊口山採掘場で採取された二等石である。実験は偏光顕微鏡とSEM/EDSによる微構造の観察を行った。特に陶石を構成する鉱物粒子の大きさと形状を観察した。観察試料の作製には産総研が開発した乾式研磨法を用いた²⁾。乾式研磨法で作成した試料は研磨時に鉱物の脱落がなく、陶石の岩石組織を破壊することなく観察することができる。

・石英: Fig. 1でSi濃度が最も高く、Alが分布していない(黒く抜けている)部分が石英粒子に相当する。100 μ m以上の大きな粒子は少なく、多くは20~50 μ m程度で、10 μ m以下の微粒子も少ない。

・セリサイト: Fig. 1でKが分布する部分に相当する。数十 μ mのサイズで板状の形態が明瞭な中粒の結晶と、石英粒子の間隙を充填した微粒の2種類がある。天草陶石の微粒粘土の主要構成鉱物である。

・カオリン: Fig. 1でAlとSiが検出され、Kが検出されていない部分に相当し、反射電子像では暗く写っている。10 μ m程度の中粒の柱状結晶が明瞭な粒子で、柱状方向に直交するへき開面に沿って分離している粒子が認められる。

【まとめ】①乾式研磨法で試料を作製することにより、構成鉱物が脱落することなく微構造を観察することが可能になり、鉱物本来の形状・サイズ・分布が確認できた。②陶石の岩石組織上の鉱物の粒度構成と、坏土の粒度構成に同じ傾向が認められた。石英は微粉碎されず、元々の粒子サイズと形状を保ったまま粗粒子部を構成し、へき解し易いセリサイトは粒子同士の摩擦で、板状に薄く剥がれて微粒子部を構成、カオリンは厚板状にへき解して1~10 μ mの範囲を構成すると考えられる。③これらのことからスタンプミルでは個々の鉱物粒子の微粉碎は行われておらず、弱い粉碎エネルギーによって鉱物同士が「摩擦」し、細かく「ほぐれ」て微粒子が生成されていると考えられる。

【謝辞】乾式研磨法で試料を作製いただいた、産業技術総合研究所地質情報基盤センターの大和田朗氏に謝意を表します。

1) 永田正典ほか: 熊本県工業技術センター研究報告書, No. 23, 33-39, 1985

2) 大和田朗・佐藤卓見・平林恵理: 地質調査研究報告, 64, 221-224, 2013

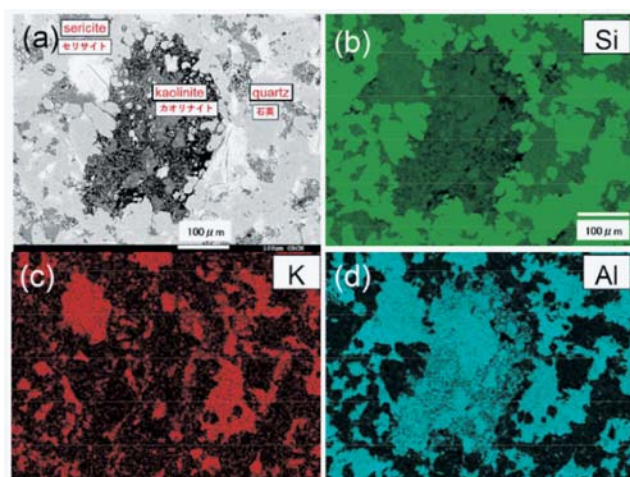


Fig. 1 Microstructure of Amakusa pottery stone. (a) backscattering electron image. Characteristic X-ray images of silicon (b), potassium (c), aluminum(d).