

九州の陶石資源と成因の考察

Resource of 'Toseki: pottery stone' in Kyushu and the hypothesis on its ore genesis.

長崎県窯業技術センター：武内浩一

Senior Researcher, Ceramic Research Center of Nagasaki: Koichi Takeuchi

Phone: 0956-85-3140, e-mail: takeuchi@pref.nagasaki.lg.jp

1. はじめに

窯業は明治時代から呼称されたことばで、経済産業省の工業分類にも窯業・土石という大項目が存在している。経済的な内容はファインセラミックス製品の出荷額が大半を占めているが、中項目に陶磁器という昔ながらの窯業分野も健在である。陶磁器産業の製品はタイル・衛生陶器・磚子と食器で、これらは地殻の構成物質（岩石や鉱物）に化学的な処理をほとんど加えず直接利用する産業で、地球科学に最も近い産業として発展してきたといえる。ここでは日本独特の陶磁器原料である陶石について、現在主力の産地である九州の資源状況を報告する。また、私なりの成因モデルをご紹介して、皆様のご意見をいただければありがたいと存じます。さらに、現在産総研と実施中の共同研究と、可塑性セリサイト資源としてポテンシャルが期待される土橋セリサイトの特長について紹介する。

2. 九州の陶石資源

陶石という言葉調べると、「単味で焼成して陶磁器になる岩石」という説明が見られるが、実際に陶石として採掘されている原料には、より幅広い種類の岩石が含まれている。例えば、対州陶石は石英と曹長石で構成された岩石で、長石の代用原料として重要であるが、粘土鉱物を含んでいないため単味で陶磁器を作ることはできない。

九州の窯業原料の分布を図1に示す¹⁾。九州ではセメント原料としての石灰石と珪石の生産が9割近くを占め、陶石は数%程度である。しかし、陶石は江戸時代初期に日本で最初の白磁の原料として利用されて以来、400年の長きにわたり生産され続け、西九州（いわゆる肥前地区）の磁器生産に大きく貢献した原料で、現在においても必須の存在となっている。

これまでに採掘された主な陶石産地は以下のとおりであるが、多くは資源量枯渇や需要減少のため生産活動を停止している。現在生産されているのは、天草陶石（3社）と対州陶石（1社）である。

・天草陶石、泉山陶石、三股陶石、対州陶石、白川山土、八代陶石

3. 天草陶石

(1) 地質学的課題

天草陶石は熊本県天草下島の西海岸に産出する

陶磁器用原料で、統計によると1975年以降約150万トンが生産された。それ以前の高度成長期にもほぼ同程度の生産量が推計できるので、戦後だけでも300万トン以上が生産されたと考えられる。陶磁器製品の販売量減少に伴って、1970年代をピークとして生産量は減少を続けており、20年前に8社が操業していた陶石採石業者は現在3社となっている。

陶石鉱床は幅5~10m、延長4~5kmのほぼ直立した岩脈状で、皿山脈など数本の鉱床が存在する。陶石を構成する鉱物は、石英・カオリナイト・雲母族粘土鉱物（以下セリサイト）・曹長石・菱鉄鉱・方解石などである。原岩は流紋岩質の岩脈であると推定され、これまでに多くの研究が行われてきた。しかし、原岩から陶石化するプロセス、例えば変質温度・塩濃度・二酸化炭素分圧など、変質を引き起こした流体の物理化学的性質のデータは少なく、長大な岩脈がまるごと陶石に変質するような鉱床生成過程についてはほとんど解明されていない。講演では他地域の鉱床の成因と比較しながら、天草陶石は一般的な熱水変質作用では説明が難しく、「天草タイプ」の仮説を提案してみたい²⁾(図2)。

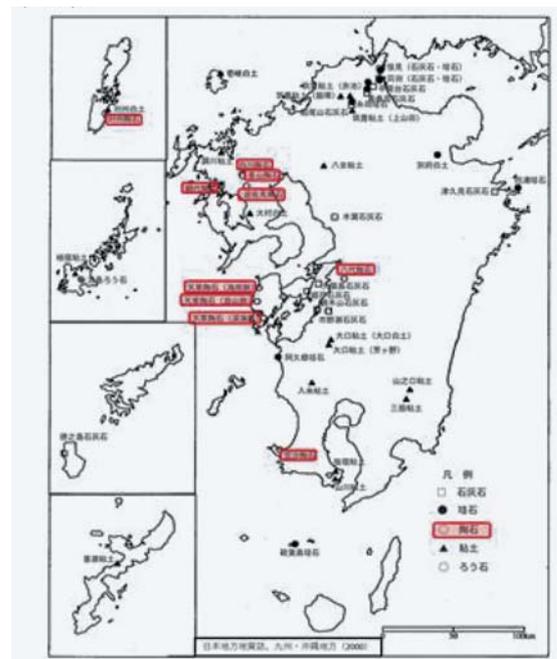


図1 九州の窯業原料産地（陶石鉱床を赤ハッチ）



図2 陶石の生成モデル

(2) 持続的資源としての課題

天草陶石を主原料としている肥前地区の窯元から、「埋蔵量は大丈夫か?」という質問を聞くことがある。1970年代に熊本県工業試験場が開発した「低品位陶石の塩酸脱鉄技術」は、天草陶石の資源量維持に貢献した技術として特筆に値する(図3)。かつては Fe_2O_3 を1%以上含む陶石は白磁製造には使えず、規格外品として野積みされていたが、本技術で鉄分を0.4%以下に減らすことが可能となった。脱鉄処理により累計60万トン以上の低品位陶石が高品質化されて出荷され、今後も天草陶石を有効利用するための重要技術として位置付けられている。さらに耐火度が低いためにこれまで採掘されなかった「低火度陶石」の利用方法も研究されており、この技術が使用されるようになれば資源量は飛躍的に拡大することが見込まれる。

しかしながら、資源の量的確保と原料の安定供給は、単純には結びつかない。企業活動としての原料採掘を考えると「人・もの・金」の安定が重要であるが、需要減退による生産量減少と出荷額の縮小が企業活動を困難にしている。特に陶石採掘業では「人」の確保が難しくなっている。つまり天草陶石での原料供給の課題は資源量確保ではなく、企業としての持続的活動の維持である。生産量を維持・増大する方策、つまり天草陶石の特性を活かした、新しい用途とマーケットの開拓が強く求められている³⁾。

4. 陶石を利用するために(最近の研究紹介)

(1) 乾式研磨法(ここまで見えた陶石の素顔!)

光学顕微鏡やSEM/EDSによる岩石や鉱物の組織観察は、構成鉱物の晶出順序や変質過程を考察する上で重要な手がかりを与えてくれる。しかし、粘土鉱物を多く含む岩石の場合、薄片や研磨片を作製する過程で、研磨に使用する液体が原因で多くの鉱物が脱落して組織が欠損し、岩石が持つ本来の組織を観察することが困難になる場合が多い。産総研が開発した乾式研磨法は試料作製に伴うこれらの欠点を解決する画期的な方法である。

乾式研磨法で作製した試料では、これまで見えなかったさまざまな原岩組織が明らかとなり、陶石の変質過程を考えるための新しい知見を得ることができた(図4)。微細で精細な組織を破壊することなく薄片に作り込むことができる乾式研磨法は、粘土鉱物を多く含む変質岩(窯業原料、地



図3 塩酸脱鉄プラント(木山陶石鋳業所)

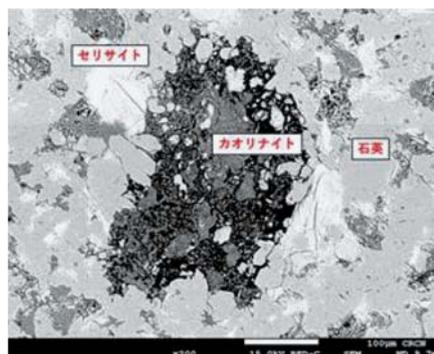


図4 乾式研磨法で作製した天草陶石の断面(反射電子像) 試料: 2等石

熱変質帯、熱水鉱床の母岩)の観察にとって、不可欠の試料作製方法である。

(2) 土橋セリサイト

土橋鉱山は岡山県備前市三石地区の日本有数のロウ石鉱床群の一角を占め、昭和39年から本格的開発が始まった。土橋セリサイトは鉱山では「陶石」と呼称されており、構成鉱物はセリサイトと石英で、主に衛生陶器と高級洋食器に使用されている。

わが国ではセリサイト質原料も閉山が相次いで供給が困難になっている。以前は可塑性に富んだ原料として村上セリサイトが広く利用されていたが、これも入手できなくなった。陶磁器業界では村上セリサイトに替わる原料を求めていたが、スタンプミルと水簸分級で精製した土橋セリサイトが、良好な可塑性を示すことが確かめられた。土橋セリサイトの特長は、 $1\mu\text{m}$ 以下の粒子が45%にもなる極微粒の粒子で構成されていることである。サブミクロン鉱物資源として新しい用途の開発が待たれる。

(参考文献)

- 1) 武内浩一: 熱水性非金属鉱床 熱水性陶石・粘土鉱床, 日本地方地質誌 8 九州・沖縄地方, p527-537 (2010)
- 2) 武内浩一: 天草陶石鉱床の特徴と鉱床生成に関する考察, 岩石鉱物科学 45, 62-71, (2016)
- 3) 尾畑成造, 武内浩一: 陶磁器用原料の現状と課題, セラミックデータブック 2017/18, 80-83, (2017)