

泉山陶石の利用に関する技術支援

崩落石の調査と雛人形の製作

寺崎信・蒲地伸明・白石敦則

川原昭彦・釘島裕洋

有田町に産出する泉山陶石は磁器発祥の原料として知られているが、現在は一部が建材に利用されているだけである。平成 17 年に磁石場の一部が崩落したが、その保存と崩落石の利用を検討するため窯業原料としての価値を調査した結果、建材などの分野では利用できることがわかった。また、雛人形製作の支援で鑄込み成形における性状評価を行い、泉山陶石単味の陶土による磁器製造に関する知見を得ることができた。

1. はじめに

1616 年に有田町泉山で陶石が発見され、それ以後、日本磁器の焼造が始まっている。泉山陶石は有田焼の原点であり、今でも有田焼の伝統を保存していく上で、重要な原料である。しかし、陶土の主要原料が天草陶石に代わり、泉山陶石は一部の分野に利用されているだけであり、利用量が少なく採掘もおこなわれていない。現在では、泉山磁石場は日本の磁器発祥地の観光名所として整備保存されている。

しかし、平成 17 年 2 月泉山磁石場のシンボリックな岩盤が自然に崩落したため、有田町では泉山磁石場の整備と崩落石の利用を検討することとなり、当センターは崩落石の原料としての価値を評価することとなった。また、有田町では毎年 2 月から 3 月まで産業と観光の振興を目的に「有田雛（ひいな）のやきものまつり」が行われているが、有田館等で展示されるやきものの雛人形も盛大になりつつあり、当センターもその製作に協力してきた。平成 20 年度は有田町とドイツマイセン市の交流 30 周年記念事業として、柿右衛門窯の協力による雛人形製作が企画され、当センターは有田焼の原点といえる泉山陶石を利用した素地の製作に技術支援を行った。

2. 調査方法

2.1 磁石場調査

現地での試料採取は有田町、泉山石場組合、当センターの合同で平成 20 年 8 月 11 日に実施した。天候は晴れで、崩落場所の状態は安定した状態にあり、試料

採取に障害はなかった。崩落現場の測量を行った結果、東西に 46m 南北に 15～26m、高さが最大 10m 程度となっていた。平均高さを 5m、現場での岩石の充填率を 35% と仮定すると 4,900 トン程度の量と推定される。

試料採取は、図 1 に示すとおり西側の手前 と奥、中央の手前 と奥、東側の手前 と奥、東側はずれの岩石 と 7 か所から採取した。表 1 には実際に採取した岩石を写真で示しているが、ハンマー等により砕石したものを試料とした。

2.2 陶石の分析

陶石の焼成性状を観察するため、試焼試験は採石片を陶磁器焼成用のガス炉により 1270 で本焼きした。鉱物の結晶相は X 線回折法により同定した。化学組成は蛍光 X 線分析法により測定した。SO₃ は定性分析によるおおよその推定値であるが、その他の 9 成分は定量分析による測定値である。耐火度は耐火度測定炉で測定した。



図 1 陶石の採取場所

3. 結果

3.1 崩落石の評価

採石試料の外観、試焼試験及び耐火度の結果を表 1 に示す。また、スタンパー法により作製された陶土の化学組成の結果を表 2、X 線回折の結果を図 2 に示す。

崩落石 は白く風化も進んでいたが、試焼試験の結果は、褐色であり黒色斑点も認められた。黒色斑点は微量なため X 線回折による同定は困難であったが、過去の文献 1) により硫化鉄と思われる。また、採石には硫黄臭があり、硫化物の存在を裏付けている。本焼きによる試焼の結果は溶化しており、耐火度も SK14 と低かった。化学組成は K_2O 、 Na_2O といった溶化成分が多く、耐火度が低いことを裏付けている。X 線回折からこの K_2O はカリ長石によるものと判断される。 SO_3 が 0.7% 程度あり、硫黄臭が認められたこと及び硫化鉄が存在することを裏付けている。 Al_2O_3 は過去の文献よりはやや多く、16% 以上含有しており、粘土質であることが考えられるが、X 線回折からはマシコバイト及びカオリナイトが確認された。磁器用原料では、 Fe_2O_3 及び TiO_2 が不純物成分であるが、少ない結果であった。

崩落石 は原石に流状構造が確認された。耐火度は SK15 と低く、焼成状態も溶化しただけでなく、黒色斑点が確認された。化学組成では溶化成分がやや多いが、 Al_2O_3 成分が少なく、 SiO_2 が多いケイ酸質の陶石である。X 線回折でもマシコバイトのピークが弱く確認できるだけで、カオリナイトは確認できない。また、石英のピークは強く検出され、ケイ酸質であることを裏付けている。

崩落石 の外観、焼成状態、化学組成、耐火度及び X 線回折の結果は崩落石 と同様な結果であった。

崩落石 の焼成状態は白く、硫化鉄と考えられる黒色斑点もない。焼成状態も過度の溶化ではなく磁器化した状態であった。耐火度も SK20 と原料単味で利用することもできる結果であった。化学組成でも Fe_2O_3 、 SO_3 は少なく硫化鉄などの不純物が少ないことが伺える。ただ、 Al_2O_3 も少なく、 SiO_2 が多いケイ酸質な陶石となっている。図 2 の X 線回折図でも粘土鉱物の検出は弱く、石英ピークが強い結果となっている。

崩落石 も崩落石 と同様の性状を示している。た

だ、 K_2O などの溶化成分は少なく、このため、耐火度も SK26 と現在普通に利用されている天草陶石と同程度を示している。崩落石 と同様に良質原料であることが期待されるが、X 線回折でも確認できるように粘土鉱物が少ない点が気かりである。

崩落石 は崩落石 または と同様な結果であった。しかし、黒色斑点は少なく不純物の介在は少ないと考えられる。耐火度は SK16 と低い、X 線回折では粘土鉱物も認められることからその利用は検討できる。

崩落石 の原石は赤みを帯びていたが、焼成では白色であった。化学分析によれば、他のものに比べ Fe_2O_3 が多いことが原因と考えられる。X 線回折、耐火度、化学分析は崩落石 に似ているが、試料の焼成状態には黒色斑点が確認された。

今回の調査により崩落現場の西側 と 及び中央手前は陶石の耐火度が低く、黒色斑点も確認された。白磁の美術品や食器の原料としては不向きであるが、タイルなどの建材用としては利用も検討できる。中央奥 と東側 及び は黒色斑点が少なく、耐火度が高いことが認められることから白磁を基調とした磁器にも利用が検討できる。

3.2 素地製作

表 2 には崩落石を単味で利用してスタンパー法で作られた陶土の化学組成を示している。また、耐火度は表 1 に示すとおり SK20 である。物性値は良好であるが、成形や焼成などには大きな問題があった。この陶土は平成 19 年に作られ、平成 20 年 8 月ぐらいまでその陶土を使った磁器の試作が窯元や当センターで実施された。当センターの鑄込み成形試験の結果では調泥や鑄込み成形が難しく、成形体を得るには試行錯誤による多くの試験を必要とした。また、焼成体には図 3 に示すような割れ、ケイソウ黒など多くの欠点が生じ、当初の歩留まりは 10% にも満たない結果であった。このような問題は鑄込み成形を行った窯元でも同様な状況を確認している。陶土を製造した工場では、崩落石を粉碎し、長期間自然に晒すことで不要な成分を分離するなど採算を度外視した取り組みがあり、手間と時間をかけた精製がなされている。やはり、陶石単味で

表1 採取試料の外観と諸物性

	採石場所	焼成石/原石	原石の色	硬さ	風化状態	焼成の色	焼成状態	耐火度
崩落石			白色	やや軟質	良	褐色・斑点	やや熔化	SK14
崩落石			白色	硬質	流状	褐色・斑点	やや熔化	SK15
崩落石			白色	やや軟質	良・斑点	白色・斑点	やや熔化	SK15
崩落石			白色	硬質	良	白色	磁器化	SK20
崩落石			白色	硬質	良	白色	磁器化	SK26
崩落石			白色	軟質	良	白色	やや熔化	SK16
崩落石			弱赤味	硬質	良	白色・斑点	磁器化	SK20
泉山陶土(現行品)								SK20

表2 泉山崩落石の化学組成

	L.O.I.(%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO(%)	MgO(%)	Na ₂ O(%)	K ₂ O(%)	Total(%)	SO ₃ (%)
崩落石	2.70	71.40	16.45	0.38	0.03	0.04	0.03	0.31	8.38	99.72	0.7
崩落石	2.06	80.00	12.26	0.44	0.03	0.02	0.07	0.12	4.68	99.68	0.5
崩落石	3.09	69.58	18.94	0.32	0.04	0.03	0.06	0.20	7.53	99.79	0.2
崩落石	2.06	81.20	11.88	0.22	0.04	0.02	0.05	0.10	4.02	99.59	0.1
崩落石	2.54	81.32	12.90	0.20	0.07	0.01	0.07	0.02	2.69	99.82	0.1
崩落石	2.77	74.58	15.73	0.26	0.04	0.02	0.00	0.16	6.05	99.61	0.3
崩落石	2.57	80.09	12.98	0.60	0.03	0.01	0.08	0.06	3.34	99.76	0.2
泉山陶土(現行品)	3.82	74.86	16.01	0.77	0.04	0.03	0.06	0.09	3.99	99.67	-



図3 鑄込成形により作製した素地に見られた欠点
(気孔、鑄込スジ、ブク、ケイソウ黒、割れ、釉ハゲ)

作るには原料の品質の問題が大きいと考えられる。問題の大部分は泥漿が凝集状態になりやすく、鑄込後の生地密度が低いことが原因と判断できた。このため泥漿調整時に炭酸バリウムを加えることで凝集作用の強い可溶性 S 化合物を硫酸バリウムの形で不溶化し、泥漿の状態を改善した。また生地中に残存する S は焼成時にケイソウ黒を誘発するため、乾燥後、生地の S が集中しやすい部分を 1 層削り取ることでケイソウ黒を防止した。

石単味の陶土の利用には多くの手間をかけたが、陶土業や窯元の粘り強い取り組みがあり、図 4 に示すような赤絵付けされた作品を制作するに至った。ろくろ成形は陶芸家の方を中心に製作されていた。ろくろ成形は上手くいったという所見を聞いたが、技術的には卓越した方ばかりで、作りにくい陶土でもこなしてしまうということも考えられ、一般窯元が産業化するための安定した技術が確立できるかとなると難しい面が予測される。また、ろくろ成形とはいえ、乾燥や素焼きで割れが出やすく歩留まりが良くないという所見も聞くところであった。

4. まとめ

泉山崩落石の量はおよそ 4,900 トンと推定される。



図4 柿右衛門窯により製作された雛人形
(雌雛 : 32W × 22D × 28H cm)

分析の結果、品質には多少の問題があるが、窯業原料として利用できる。陶石単味の陶土を利用して白磁の美術品や食器を産業的に作る場合は、製土や成形などの製造に関わる課題があり、実用化は困難と考えられる。しかし、陶芸家の卓越した技術でその分野に利用する場合はこの限りでない。また、タイルなどの建材には配合原料として継続的に使われており、今後とも利用できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 佐賀県窯業試験場, 窯業原料試験報告 (昭和 44 年度)