

花崗岩の加工中に廃出する浮遊粉（碎石粉）利用による陶磁器への研究

安藤 康生* 鷲野谷 昇* 仁平 敬治*

1. はじめに

笠間市稲田地区は花崗岩の採石鉱山やその花崗岩を利用した加工工場が多数あり、石材業の一大産地を形成している。花崗岩を加工する際に廃棄される屑石等を使用して砕き、壁材用等の粒材を製品とする工場がある。その花崗岩を砕く時に細かい粉末が空中に浮遊するので、工場では従事者の環境上、この粉末をダクトで集めている。（70トン/月）この粉末は母岩の花崗岩と同質であり、一方、笠間焼で利用する粘土の母岩も花崗岩である。（花崗岩が永年にわり少しずつ風化して出来たのが笠間粘土）このように碎石の際にできる粉末（以下から碎石粉）を笠間焼粘土（素地）および釉薬として利用化の検討をした。

2. 碎石粉の性状

碎石粉の鉱物組成はX線回折装置の図-1に示すとおり長石、珪石及び雲母からなる、また、化学分析は表-1に示す通りからも同様に推測できる。一方、岩石を砕く方法により形状が鱗片状になり、これは粘土鉱物中のカオリナイトと同じ形状で、丸い粒子より可塑性が出やすい傾向がある。さらに図-2の粉末の粒度分布が示すとおり、細かい粒度構成になっている。

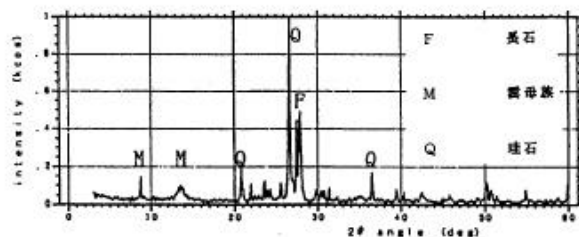


図-1 碎石粉の鉱物組成

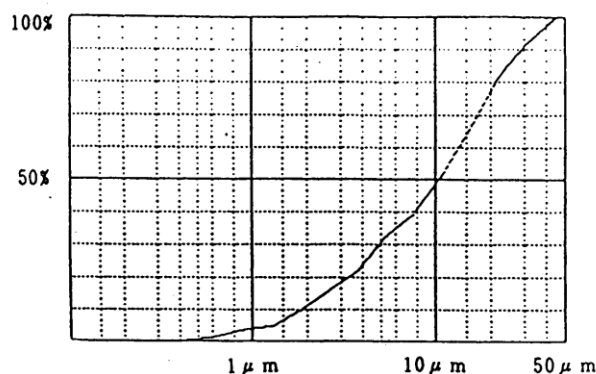


図-2 粒度分布

表-1 化学分析結果

組織 試料名	化 学 成 分 (%)											
	I g. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Total
県北(原土)	7.86	67.82	20.37	1.56	0.92	0.00	0.08	0.43	0.59	0.77	0.02	100.42
県北(水簾)	10.61	52.36	28.52	3.88	1.17	0.00	0.21	1.09	1.41	0.86	0.03	100.14
大淵(原土)	6.72	61.93	18.91	6.85	1.05	0.03	0.18	1.17	2.21	1.12	0.03	100.20
大淵(水簾)	7.61	59.52	20.82	6.37	1.12	0.03	0.21	1.27	2.19	1.09	0.02	100.25
笠間組織 (坏土)	7.54	62.59	20.18	4.90	0.98	0.01	0.31	1.12	1.73	1.04	0.04	100.44
グラニット 素地	3.68	66.66	19.09	1.70	0.53	0.00	1.69	0.35	3.40	2.77	0.05	99.92
奥村蛙月	11.29	51.88	31.11	1.83	0.90	0.00	0.06	0.62	1.41	0.75	0.03	99.88
磁器土	6.71	57.15	25.46	1.74	0.70	0.00	0.20	0.43	5.52	1.90	0.03	99.84
碎石粉 (ミカゲ)	0.40	73.76	13.86	1.65	0.30	0.00	2.19	0.26	4.10	3.39	0.05	99.96
蛙目	12.19	48.03	33.60	1.67	1.00	0.00	0.14	0.55	1.04	0.76	0.03	99.01
木節	12.51	48.78	33.94	1.46	0.95	0.00	0.15	0.40	1.09	0.74	0.02	100.04

3. 素地の試験

3.1 原料の前処理

3.1.1 笠間の組合杯土及びグラニット素地（田中杯土）はそのまま状態

3.1.2 県北粘土及び笠間大河粘土は水で解粒しフルイで60mesh 以下とした粘土と、水敏による粘土の2種とした。蛙目粘土及び木節粘土は市販の水簸物を使用し、30分と5分間の2種にし、ポットミルで湿式粉碎をした。3.1.3 蛙目粘土、木節粘土及び奥村蛙目粘土単味のみはフルイより20mesh 以下に粉碎した。

3.2 試験体の作成

試験体を作りやすい状態の練り土にして約2×12×1cm の試験体を石膏型により成形した。

3.3 配合

原料の配合は表-2 にしめす。

3.4 乾燥性状

乾燥は室温にて乾燥し、乾燥収縮率を表-3 にしめす。

3.5 焼成条件

350℃ まで5 時間、所定の温度まで200℃/h で昇温し、最高温度で30 分間の保持した。焼成炉はシリコニット電気炉で焼成した、温度は1230, 1250, 1270℃と30KW 電気炉にて1250℃ で焼成した。

3.6 焼成試験結果について

焼成試験結果の全収縮率、煮沸吸水率を表-3 にしめす。

表-2 原料の配合

品番	原 料 名	原 料 名	原 料 名	原 料 名	備 考
16	砕 石 粉 7	県 北 粘 土 3			粘土解粒
17	” 7	大 淵 粘 土 3			”
18	組 合 坏 土 10				練り土
19	大 淵 粘 土 10				粘土水簸
20	県 北 粘 土 10				”
21	砕 石 粉 7	大 淵 粘 土 3			”
22	” 7	県 北 粘 土 3			”
23	” 7	蛙 目 粘 土 3			ポットミル30分
24	” 7	” 2	大 淵 粘 土 1		”
25	” 6	” 3	” 1		”
26	” 6	” 2	” 2		”
27	” 7	木 節 粘 土 3	—		”
28	” 7	” 2	” 1		”
29	” 6	” 3	” 1		”
30	” 6	” 2	” 2		”
31	” 7	” 1	蛙 目 粘 土 3		”
32	” 7	” 1	大 淵 粘 土 1	蛙 目 粘 土 2	”
33	” 7	” 1	” 1	” 3	ポットミル5分
34	” 7	—	” 1	” 4	”
35	” 7	—	” 1	” 5	”
36	グラニット素地（田中坏土）				練り土
37	奥 村 蛙 目 10				—20mesh粒
38	木 節 粘 土 10				—20mesh粒
39	蛙 目 粘 土 10				—20mesh粒

表一3 乾燥及び焼成性状

品 番	温 度 (°C)	乾燥縮小 (%)	全収縮 (%)	煮沸吸水 (%)
1 6	1, 2 3 0	1. 0	6. 8	フクレ
1 7	1, 2 3 0 1, 2 5 0	1. 8 2. 0	7. 3 8. 6	2. 7 フクレ
1 8	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	6. 5 6. 5 6. 2	1 2. 8 1 2. 5 1 2. 6	4. 5 4. 1 2. 0
1 9	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	8. 0 8. 6 7. 6	1 4. 2 1 5. 9 1 4. 0	5. 0 4. 4 0. 5
2 0	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	4. 8 5. 0 4. 5	1 1. 5 1 2. 6 1 2. 0	4. 2 3. 0 1. 5
2 1	1, 2 3 0	1. 0	7. 0	フクレ
2 2	1, 2 3 0	2. 0	8. 1	フクレ
2 3	1, 2 3 0 1, 2 5 0	3. 6 3. 7	1 0. 9 1 0. 1	0. 5 フクレ
2 4	1, 2 3 0 1, 2 5 0	2. 6 3. 0	1 0. 8 5. 2	フクレ
2 5	1, 2 3 0 1, 2 5 0	4. 0 3. 3	9. 2 9. 8	0. 6 フクレ
2 6	1, 2 3 0 1, 2 5 0	3. 6 3. 6	1 2. 0 7. 9	0. 7 フクレ
2 7	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	5. 0 4. 0 5. 0	1 1. 8 1 0. 0 1 2. 3	1. 8 0. 3 フクレ
2 8	1, 2 3 0 1, 2 5 0	2. 4 2. 8	1 0. 4 4. 0	1. 0 フクレ
2 9	1, 2 3 0 1, 2 5 0	3. 1 2. 9	1 0. 8 5. 0	0. 8 フクレ
3 0	1, 2 3 0 1, 2 5 0	4. 8 4. 0	1 2. 3 1 0. 5	1. 0 フクレ
3 1	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	3. 0 3. 1 3. 3	8. 0 9. 3 1 0. 4	1. 6 0. 5 0. 6
3 2	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	4. 6 4. 0 5. 0	1 2. 3 1 1. 6 9. 9	0. 8 0. 3 フクレ
3 3	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	6. 0 5. 0 4. 6	1 0. 2 1 0. 1 1 1. 3	3. 2 1. 9 1. 2
3 4	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	3. 3 4. 1 4. 2	1 0. 3 1 0. 2 1 2. 0	3. 3 2. 3 1. 0
3 5	1, 2 3 0 1, 2 5 0 1, 2 7 0	4. 9 5. 0 4. 2	1 2. 0 1 2. 1 1 2. 8	1. 9 1. 4 0. 7

4. 試作試験

上記の試験結果から、成形性の良好な配合物について実際にロクロ成形を行い、さらには試作用の窯にて焼成とした。(図-3) また、35, 36 (田中素地) の素地は鑄込も実施した。(図-4)

5. 柚葉試験

5.1 碎石単味の温度別試験をシリコニット電気炉で単味を



図-3 ロクロ成形の試作

1210℃ から1310℃ まで20℃ 間隔で焼成した, その結果について図-5 にしめす。

5.2 粘葉配合比較試験

現在窯業指導所で利用されている柚葉中の長石分を碎石粉に置き換えて配合試験を実施した, その結果について図-6 にしめす。

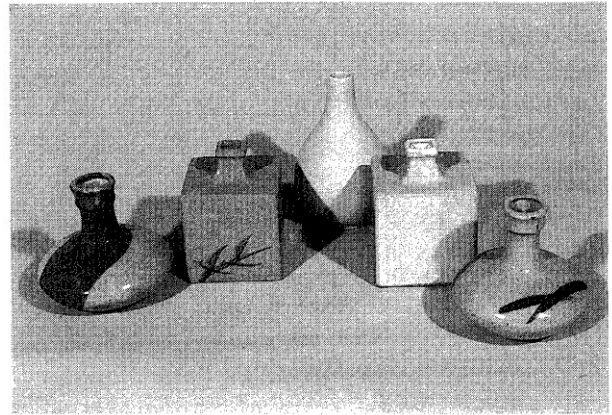


図-4 鑄込成形の試作品

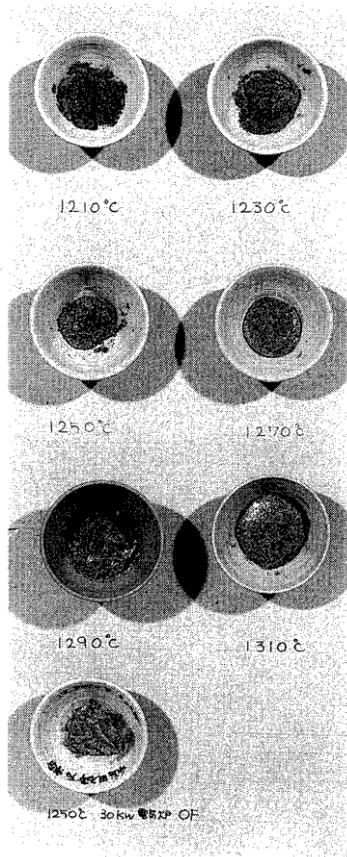


図-5 碎石粉の温度別性状

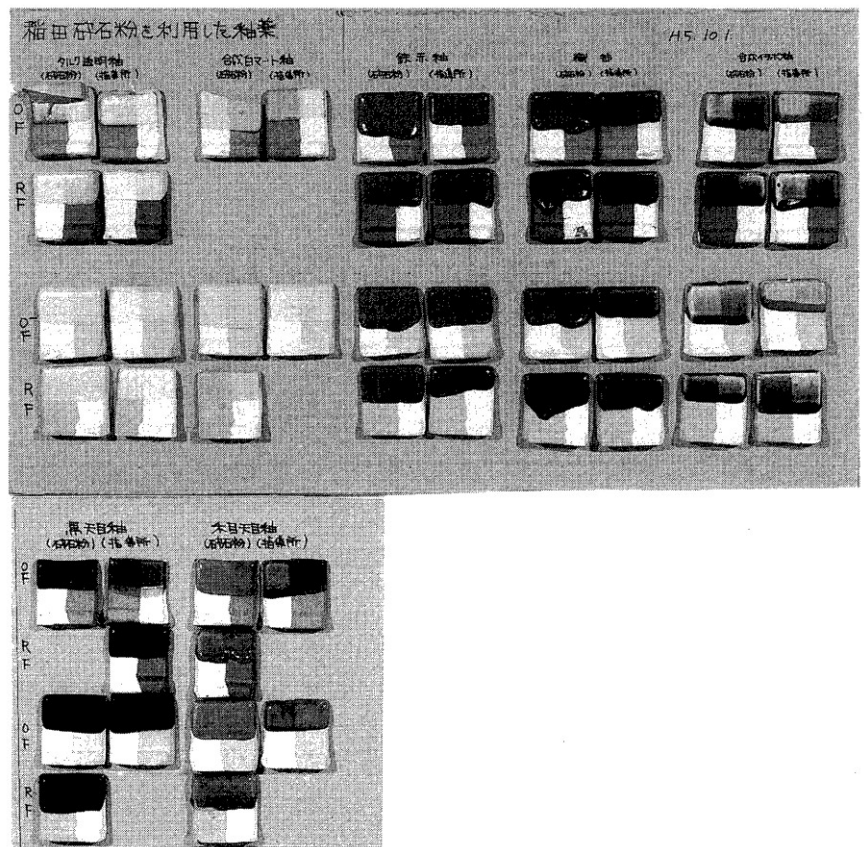


図-6 長石を碎石粉に置き換えた柚葉配合試験

6. 結果のまとめ

以上の試験結果から碎石粉は花岡岩の持つ、鉱物組成及び化学分析結果より長石、珪石及び雲母からなり、1250℃以上の高温で焼成すると釉薬に近い状態をしめす。

今回の目的の一つである素地の利用としては、当所で使用している原料（大河、県北、木節、蛙目の各粘土）との配合試験結果では、耐火度の低い大河粘土、県北粘土等では碎石粉の添加によりポットミル湿式粉碎及び水簸処理では素地は発泡してしまう。

一方、耐火度の高い蛙目粘土に粘性の高い木節粘土を加えて40～50%位にして、これに対して、色つけに地元の大河粘土10%程度をいれて、残りの量を碎石粉にすることにより、耐火度と成形性を補うことができ、素地として利用化が可能となる。これは収縮率が少なくなり、乾燥性状も向上するし、さらには素地の焼き締め状況も向上した。

ただし、出来上がった素地が碎石粉がペースのため、可

塑性が少なく、磁器と同程度の成形性と思われ、粘性の高い素地に馴れている、笠間焼業界ではロクロにる製品の作り始めには戸惑いがあるが、馴れば可能と思われる。

一方、鑄込による試作では碎石粉ベースに蛙目粘土が添加されていることにより、鑄込専用の素地より劣るが鑄込成形は可能であったが、また、焼成時の温度より鑄込素地の肉厚と形状により素地が変形することが確認をした。

釉薬としての利用法は長石とほぼ同程度の性状を示しており、粉碎された長石として実用化が期待される。

このように新たに碎石粉が笠間焼の素地および釉薬として利用が可能となったことにより、碎石粉利用のリサイクルが可能となり、稲田石材業界の環境問題解決の一助として期待される。さらには現在までにない笠間産の新しい柘器質素地が生まれ、今後、笠間焼の展開に一翼を担う素地として期待される。