

笠間産粘土をブレンドした陶芸素地の物性に関する調査研究

吉田 博和* 曾我部 雄二* 新島 佐知子*

寺門 秀人* 常世田 茂** 根本 達志**

1. はじめに

市販されている陶磁器用素地の多くは複数の粘土をブレンドしている。一種類の粘土だけからなる素地では欠点を持つことが多く、ブレンドすることによって短所を補ったり、長所を引き出したりするためである。笠間産粘土については、笠間産粘土のみからなる「笠間単味」と、他の粘土をブレンドした「笠間ブレンド土」を笠間焼協同組合が製造販売している。

また、笠間焼産地では笠間ならではのモノづくりが課題となっている。そのためのひとつの方策として、笠間単味を素地とした陶磁器を純・笠間焼と称し、これを推進する取り組みを笠間焼協同組合が行っている。他方、「笠間ブレンド土」以外の笠間産粘土を含むブレンド素地を用いたい場合、それぞれの製陶所や工房が独自に素地開発をしなければならない状況にあり、その必要性が高まっている。

2. 目的

本研究では、笠間産粘土に市販素地をブレンドした独自の素地開発を支援するため、基礎的な物性に関するデータの蓄積を行うこととした。具体的には、笠間焼業界でも多く使用されている市販素地を6種類選択し、笠間単味と重量比を変化させながらブレンドした素地の乾燥性状及び焼成性状を調査した。

3. 研究内容

3.1 使用原料

笠間単味にブレンドする市販素地として、特漉、並漉、急熱急冷粘土、赤土1号(中目)、赤土2号(中目)、古陶(大)の6種を選択した。蛍光X線分析装置(島津製作所製XRF-1700)による元素分析(FP法による簡易定量)の結果を表1に示す。笠間単味は、鉄分(Fe₂O₃)が多いのが特徴的である。

全ての素地は40℃に設定した乾燥機内で乾燥したものをジョークラッシャー及びスタンプミルで粉碎して乾粉とした。これを目開き250μmのふるいに通した後、表2に示した配合比で粉末を計量し、含水率が20~25%となるように水を加えながら混練した。これを1週間以上放置してから収縮率・吸水率測定用及び曲げ試験用の試験体を成形した。

3.2 試験片作製と評価方法

収縮率・吸水率の試験体は、石膏型により125×25×10mmの板状に成形した。この成形直後に付けたノギスの印の長さの変化から乾燥収縮率、焼成収縮率、全収縮率を算出した。曲げ強度の試験体は金型を用いて80×30×12mmの角棒に加圧成形した。表3の6条件で焼成し、煮沸吸水率や曲げ強度を測定した。

表1 原料の化学組成 (wt%)

	笠間単味	特漉	並漉	急熱急冷粘土	赤土1号	赤土2号	古陶大
LOI	7.1	8.2	7.6	7.5	6.7	7.4	6.3
SiO ₂	59.4	63.7	65.0	65.9	64.5	64.3	67.0
Al ₂ O ₃	25.1	23.7	23.2	23.2	22.8	22.5	23.1
Fe ₂ O ₃	4.2	0.9	1.0	0.8	2.1	2.6	0.9
TiO ₂	0.8	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7
CaO	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
MgO	0.8	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.3
K ₂ O	1.8	1.7	1.4	1.2	1.9	1.4	1.4
Na ₂ O	0.5	0.7	0.5	0.2	0.7	0.4	0.2

表2 原料配合比 (wt%)

	笠間単味	特漉	並漉	急熱急冷粘土	笠間単味	赤土1号	赤土2号	古陶大
A	100				E1	20	80	
B1	20	80			E2	30	70	
B2	30	70			E3	40	60	
B3	40	60			E4	50	50	
B4	50	50			E5	60	40	
B5	60	40			F1	20		80
C1	20		80		F2	30		70
C2	30		70		F3	40		60
C3	40		60		F4	50		50
C4	50		50		F5	60		40
C5	60		40		G1	20		80
D1	20			80	G2	30		70
D2	30			70	G3	40		60
D3	40			60	G4	50		50
D4	50			50	G5	60		40
D5	60			40				

表3 焼成条件

	種類	焼成雰囲気	最高温度(°C)	昇温速度
1	電気炉	酸化	1210	①最高温度まで100°C/h, ②1h保持
2	電気炉	酸化	1230	
3	電気炉	酸化	1250	
4	電気炉	酸化	1270	
5	電気炉	酸化	1290	
6	電気炉	還元	1250	①950°Cまで100°C/h, ②950°Cから50°C/h(還元雰囲気), ③1h保持

4. 結果と考察

4.1 乾燥性状

笠間単味 (A) 及び特澆・並澆をブレンドした素地 (B・C) の乾燥収縮率を図1に示した。既報¹⁾によると、「笠間ブレンド土」の乾燥収縮率は5.4%である。B～Gの全系列で笠間単味の配合比が40%までの場合は「笠間ブレンド土」と同等程度の数値を示した。しかし、笠間単味の配合比が高くなるほど乾燥収縮率が大きくなり、50%を超えると「笠間ブレンド土」より顕著に大きくなる傾向が見られた。

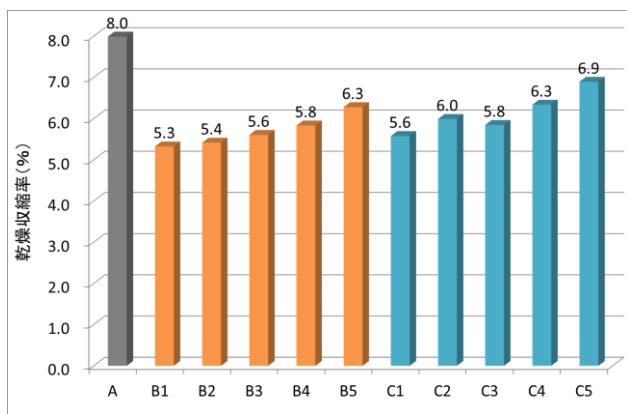


図1 乾燥収縮率

4.2 焼成性状

図2, 3, 4は、焼成温度に対する焼成収縮率, 煮沸吸水率, 曲げ強度である。それぞれの図で、(a)は笠間単味配合比が20%, (b)は笠間単味配合比が50%の素地のものである。

図2で、笠間単味の焼成収縮率は1230℃をピークとして、より高温では急激に低下している。これは、1250℃以上は過焼成の状態にあり素地が膨らむいわゆるブクが発生しているためと考えられる。ブレンド素地 (B～G系列) について、笠間単味の配合比が少ない素地では、図2(a)のように1210～1270℃では温度上昇に伴い焼結が進むため焼成収縮率が大きくなるが、一部の素地では1290℃焼成でブクによる収縮率の低下が見られた。一方、耐火度の低い笠間単味の配合比が増えると、笠間単味の性質が強く発現した。つまり、図2(b)のように1250℃または1270℃以上でブクに起因する収縮率低下が顕著となる傾向が見られた。

笠間単味の煮沸吸水率について、図3のとおり1210℃から1250℃までは下降し、1270℃以上で急激に上昇しているが、この上昇もブクに起因すると考えられる。笠間単味配合比の少ないブレンド素地では、図3(a)のように焼成温度が高くなるにつれて急上昇することなく下降する傾向を示した。しかし、笠間単味の配合比が増えるほどブクが発生しやすくなるため、図3(b)のように1270℃から1290℃にかけて急激な上昇を示す傾向が強くなった。

曲げ強度について、笠間単味は1210℃から1250℃までは焼成温度が高くなるにつれて強度も上昇するが、1270℃以上で低下に転じている (図4)。これもブクに起因すると考えられる。ブレンド素地 (B～G系列) では、笠間単味配合比が少ない場合、図4(a)のように焼成温度が高くなるのにしたが、強度が上昇または横

ばいの傾向を示した。しかし、笠間単味の配合比が増えるほど、図4(b)のように1250℃または1270℃をピークとして、より高温帯ではブクに起因する強度低下の傾向が強くなった。

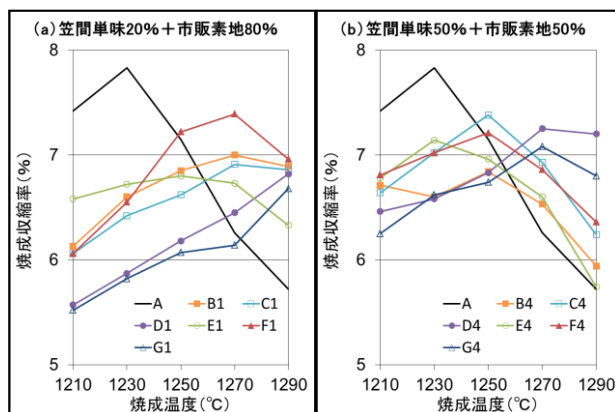


図2 焼成収縮率

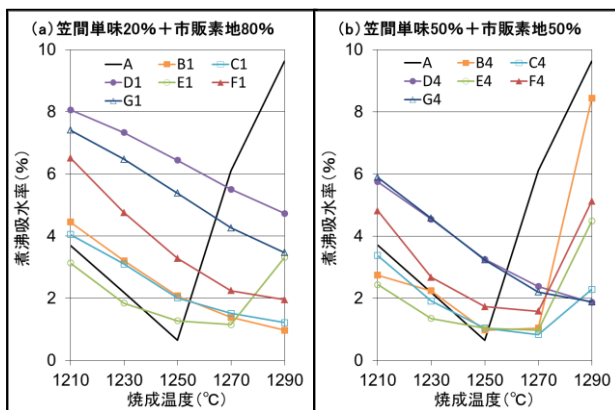


図3 煮沸吸水率

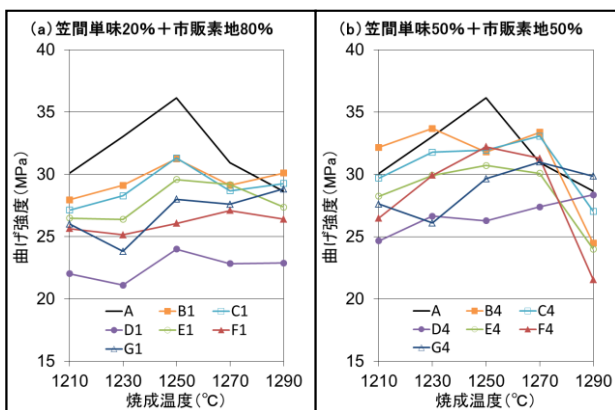


図4 曲げ強度

5. まとめ

- 1) 笠間産粘土と他の市販素地をブレンドした素地の物性を調査し、その特徴や傾向を把握した。
- 2) 笠間産粘土の配合比が50%を超えると、笠間産粘土の特徴が強く発現することを確認した。

6. 参考文献等

- 1) 茨城県工業技術センター研究報告第43号 P43-46(2015)