

### 3) 低温焼成磁器の製品化技術の研究

寺崎 信、堤 靖幸

本研究は低温焼成磁器の普及推進のための技術開発を目的としたもので、本年度は素地の焼成変形を少なくするための焼腰の向上と既存素地の改良および釉薬の調合試験を行った。天草撰中陶土の1300℃焼成体と比較して焼腰の強い調合の低温焼成用陶土が得られた。また釉薬の調合試験では有用な原料の知見が得られた。

#### 1.はじめに

県内の陶磁器産業は長期低迷の中、脱食器に取り組み一定の成果をあげているが、主力製品である食器での回復が期待されている。また、地球温暖化防止への関心は高まっており、陶磁器産業でも地球温暖化ガスの排出抑制は取り組むべき必須課題となっている。またガス燃料が高騰しており、省エネルギー技術が求められている。

一方、陶磁器の製造工程における二酸化炭素排出およびエネルギー消費の割合は焼成工程が大半を占める。そのため、二酸化炭素排出量削減と省エネルギー化には低温焼成技術の推進が重要である。現在、県内陶磁器産業で用いられている陶土や釉薬には多くの種類があり、それらから多様な製品が作られている。しかし、これまで取り組んできた低温焼成磁器<sup>1)2)3)4)</sup>は素材の種類が少なく、更なる広がりや事業化を妨げる一因となっている。他方、食器には付加価値を高めるために、多様な形状の器や伝統的な釉調、土物の風合いなど製品の差別化を求めるニーズがある。また、素地の焼腰を向上できれば焼成による軟化変形が少なくなり、形状の自由度が増す。

これらのことから低温焼成磁器の普及推進を目的として低温焼成磁器において素地の焼腰の向上、土物風磁器の開発および、それらに適合した釉薬のバリエーションを拡げる研究開発を行う。本年度は焼腰を向上させる素地の調合試験と釉薬の調合試験を行った。

#### 2.実験方法

低温焼成素地の焼腰を向上させるための調合を行った。原料は皿山と浜平の天草低火度陶石を配合したローラミル粉砕物、益田長石、本山蛙目粘土(特級)、SPカオリン、珪石を用いた。原料の重量による調合割合を表1に示す。

原料を1バッチ500gで秤量し、水分率28%、珪酸ナトリウム0.3%となるように水と珪酸ナトリウムを加えたものをミキサーとポットミルを使って十分に混合し泥漿とした。この泥漿で試験体を作成した。成形法は鑄込み成形で形状は20×7×125mmの板状に成形した。これを0.1m<sup>3</sup>のガス窯で還元焼成し、焼成体の諸物性を評価した。焼成温度は温度計の指示温度で1150～1250℃の範囲で行い、試験体付近にリファサーモを配置し焼成後に温度を確認した。焼成品の焼腰の強さは図1に示す10cmスパンのベンディング台に乗せた試験体の焼下がり量(mm)と吸水率から評価した。焼腰が強かった試料については曲げ強度試験、熱膨張係数測定、白色度測定、X線回折による結晶相の確認などを行った。これまでに開発し、使われている低温焼成陶土A40の改良試験も同様に行った。釉薬の調合試験として、これまでに開発している釉薬は熔融性の高い透明釉であるが、釉薬スラリーの安定性を改善するため、CaO-MgO-BaO系の調合試験を行った。

表1 使用した原料と調合割合

(%)	K202	K203	K205	K206	K207	K208	K209
低火度陶石	31.8	31.8	36.4	40.0	40.0	50.0	66.0
益田長石	27.3	27.3	22.7	20.0	12.0	6.0	6.0
本山蛙目粘土(特級)	9.1	4.5	9.1	10.0	12.0	12.0	12.0
SPカオリン	27.3	31.8	27.3	26.0	32.0	32.0	16.0
珪石	4.5	4.5	4.5	4.0	4.0	-	-
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

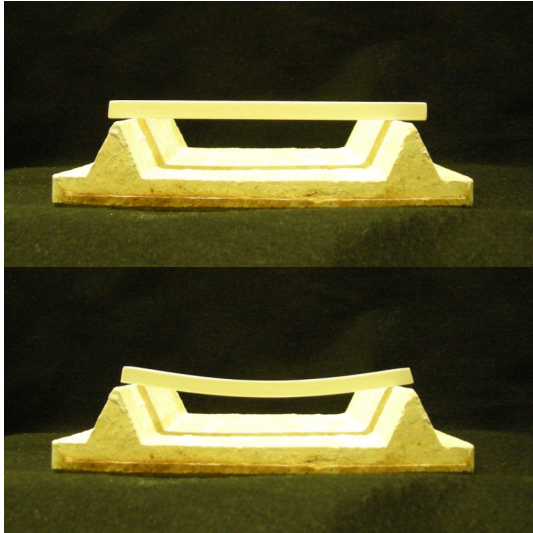


図1 ベンディング試験(上:焼成前、下:焼成後)。

### 3.結果と考察

#### 3.1 素地の焼成性状

K202、K203 およびK205 の各焼成温度での焼き下がり量と吸水率を表2と表3に示す。焼成温度はリファサーモの指示温度である。

表2 焼成温度と焼き下がり量 1.

(mm)	1132℃	1169℃	1206℃
K205	5.1	6.1	7.1
K203	5.7	6.4	8.1
K202	4.9	6.5	7.8

表3 焼成温度と吸水率.

(%)	1132℃	1169℃	1206℃
K205	2.49	0.14	0.10
K203	1.96	0.11	0.08
K202	2.22	0.12	0.09

同試験による天草陶土の1300℃焼成体の焼き下がり量は7mm程度である。1132℃では焼き下がり量は小さいが焼き縮まっていない。1169℃および1206℃では焼き縮まってはいるものの焼き下がり量は1169℃で6mm強であり満足する焼腰の向上は得られなかった。次にK205～K209の各焼成温度の焼き下がり量を表4に示す。1168℃ではK205以外は6mm未満であった。表5にK206～K209の1168℃焼成体の諸物性を示す。K206のみ吸水率、嵩比重とも良好な値で焼腰の向上が認められた。

表4 焼成温度と焼き下がり量 2.

(mm)	1168℃	1222℃
K209	5.0	6.2
K208	3.6	3.6
K207	3.5	4.4
K206	5.5	6.5
K205	6.0	7.5

表5 試験素地焼成体の諸物性.

	吸水率 (%)	嵩比重	曲げ強度 (MPa)
K209	1.96	2.32	62.14
K208	1.48	2.37	57.20
K207	0.47	2.39	66.54
K206	0.13	2.41	75.65

図2にX線回折パターンを示す。K206は1168℃焼成体で天草は天草撰中陶土の1300℃焼成体である。K206でもムライトの生成が認められ、十分に焼結が進んでいることがわかる。

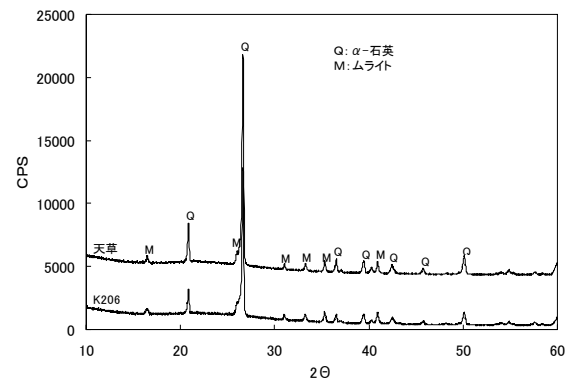


図2 試験素地焼成体のX線回折パターン.

図3にK206の1168℃焼成体の熱膨張パターンを示す。650℃での熱膨張係数が $7.44 \times 10^{-6}/K$ と大きくも小さくもなく適度な値であり低温焼成釉薬と合わせ易い。白色度は83.46、曲げ強度は75.65MPaで天草撰中陶土の1300℃焼成体と同程度である。

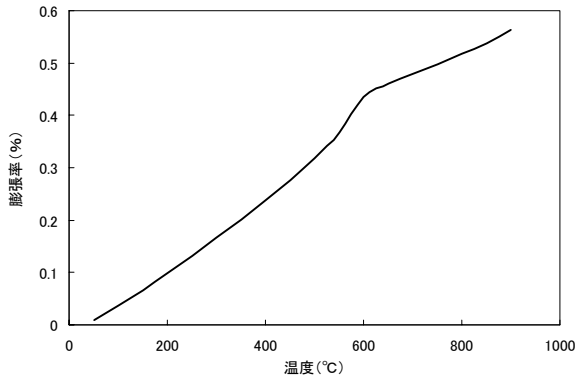


図3 試験素地焼成体の熱膨張曲線

### 3.2A40素地の改良

図4には軟化変形を評価するため、焼下がりを示している。M9及びM10は、か焼カオリンを添加したものであるが、焼き下がりはいずれの焼成温度でも小さくなり、軟化変形に改善が認められる。また、図5には焼成体の吸水率を示す。M9及びM10は酸化雰囲気焼成では十分に焼ききっていないが、1200°C以上の還元雰囲気焼成では吸水率が小さくなり、磁器化が認められる。

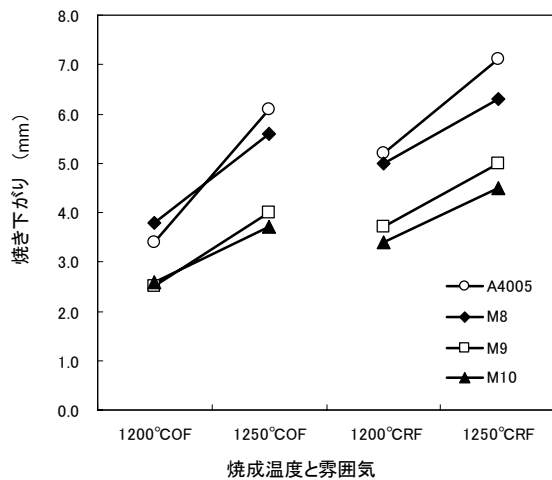


図4 改良した素地の軟化変形

### 3.3 釉薬の調合試験

フリットを使わない生合せの釉調合を行った。図6にアルカリ土類成分を変化させた釉薬の調合を示す。低温焼成であるため熔融不足の調合が多かったが、一部の領域で1200°C焼成に適する調合を見出した。また、MgO系の原料は、タルクよりはドロマイトが良好な結果を得ている。

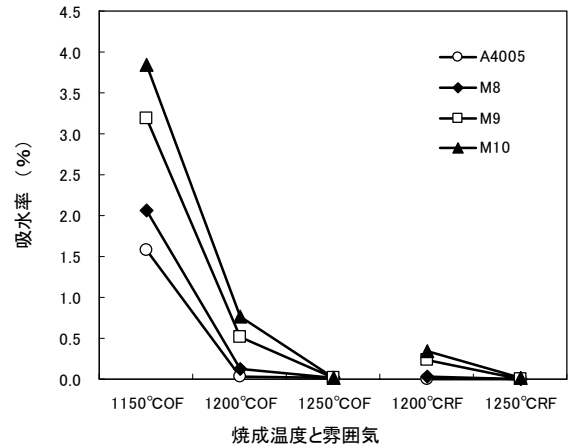


図5 改良した素地の吸水率

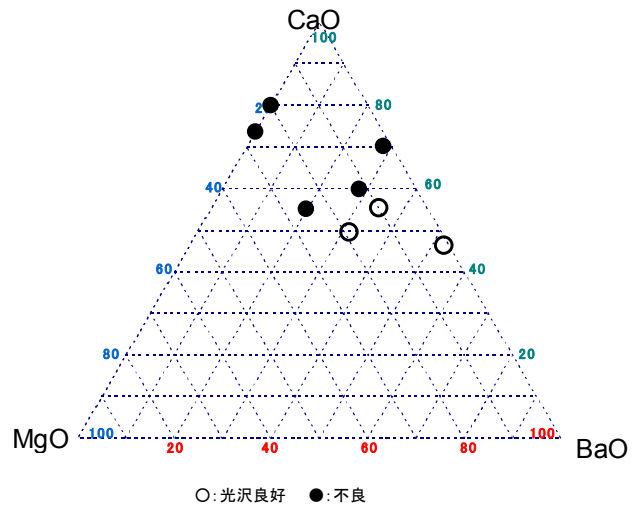


図6 試験釉のアルカリ土類成分

### 3.4 試作

H20年度に開発したスタンパー粉砕法により作製した低温焼成陶土L6は手ろくろ成形向けに調整している。これまでに湯のみ、小鉢などを製作していたが、より大物の製作を試みた。図7は手ろくろにより製作した染付の八寸皿である。できあがりには職人の技術に負うところが大きいですが、成形性には問題はなかった。しかし、焼き上がりの釉調は窯元の嗜好もあり、多くのバリエーションが必要かと思われる。

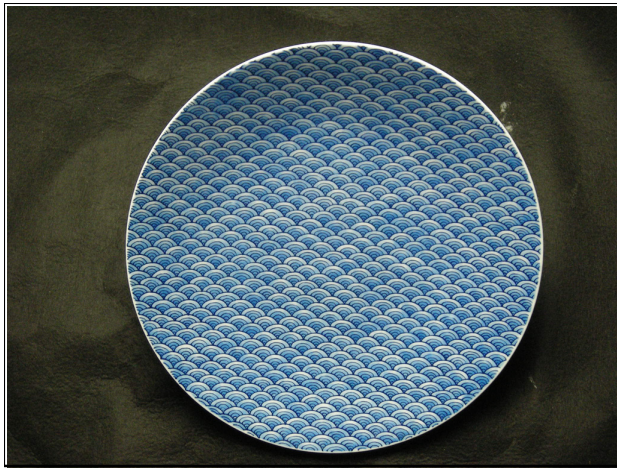


図7 手ろくろ成形による試作(八寸皿).

#### 4.まとめ

焼腰の強い素地の調合試験では天草低火度陶石として皿山と浜平の混合物を用い、さらにカオリンを増やすことでアルミナを添加せずに素地の焼腰を向上できた。この陶土の 1169℃焼成体は天草撰中陶土 1300℃焼成体の物性と比較して遜色ないものであった。次年度は1ロット 10kg～100kg程度にスケールアップし、圧力鑄込み成形で試作を行う。

釉薬については、CaO-MgO-BaO 系調合において有益な知見を得た。また、これまでに開発したろくろ用陶土を使い、やや大きなサイズの八寸皿を製作することができた。

#### 参考文献

- 1) 堤 靖幸、寺崎 信、佐賀県窯業技術センター 平成 20 年度研究報告書、1-4 (2009)
- 2) 堤 靖幸、寺崎 信、佐賀県窯業技術センター 平成 19 年度研究報告書、6-9 (2008)
- 3) 堤 靖幸、寺崎 信、佐賀県窯業技術センター 平成 18 年度研究報告書、4-7 (2007)
- 4) 寺崎 信、佐賀県窯業技術センター 平成 9 年度業務報告書、67-71 (1997)