

## 一 経常研究 一

# 製品のカラフル化に対応する釉薬の多色化技術の研究

## 一市場のニーズに対応した色釉の開発とそれを用いた製品の品質管理技術の確立一

陶磁器科 河野 将明、吉田 英樹

## 要 約

安定した色釉製品製造技術の支援や色釉カラーバリエーションの提供、適切な品質管理技術の支援を目的として、釉薬の多色化、天草素地の品質管理および量産焼成窯による焼成管理技術の開発を行った。その結果、釉薬の種類、色、顔料添加量、焼成温度、焼成雰囲気、焼成炉の種類に基づく1530種の色釉試料を得ることができた。また、天草素地の品質管理においては、陶土メーカーごとに各種焼成条件に基づく焼成呈色データを、量産焼成窯による焼成管理においては、企業が保有するシャトル窯、省エネタイプシャトル窯、及びローラーハースキルンにおける焼成特性をそれぞれ把握することができた。

キーワード：陶磁器、色釉、カラーバリエーション、天草素地、品質管理

## 1. はじめに

経済産業省の工業統計に基づく長崎県の陶磁器製和飲食器出荷額とシェアの推移を図1に示す。出荷額は対前年比10%前後の減少が続いたが、平成23年を境に増加に転じ、回復傾向を示している。一方、シェアは平成23年に落ち込みはあるものの年々増加しており、平成15年に11.5%だったシェアが平成29年には17.4%まで伸びている。これは、従来の伝統的なデザインから近年のカジュアル志向にマッチしたカラフルなデザインにいち早く転換したことが大きな要因と考えられる。

しかし、カラフルなデザインを支える色釉の発色の不安定性や、色釉を使用したことによる製品の破損や亀裂の発生などが顕在化している。また、色釉の原料となる着色顔料メーカーの廃業や釉薬原料鉱山の閉山など、原料入手の不安定化も危惧されている。

そこで本研究では、安定した色釉製品製造技術の支援や色釉カラーバリエーションの提供、適切な品質管理技術の支援を目的として、釉薬の多色化、釉薬と天草素地の品質管理および製品の焼成管理技術の開発を行った。

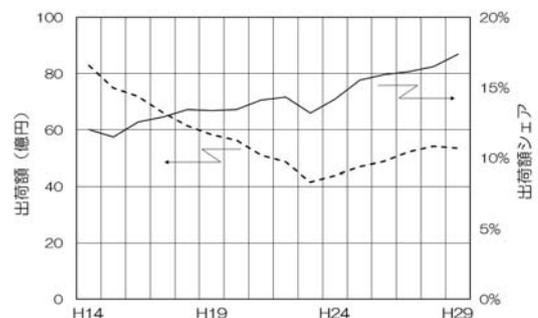


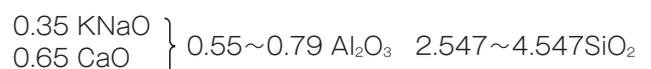
図1 長崎県の陶磁器製和飲食器出荷額とシェアの推移

## 2. 試験方法

## 2-1 色釉の多色化試験

## 2-1-1 色釉テストピースの作製

本研究で用いる基礎釉は、光沢釉とマット釉の2種類とした。それらの組成は当センターが保有する釉薬データベースを参考に、以下のゼーゲル式で示す範囲から選定した。



原料には、益田長石、石灰石、ニュージーランドカオリン、珪石を用いた。

表1に色釉テストピースの作製条件を示す。

表1 色釉テストピースの作製条件

釉薬の種類	色	顔料添加量	焼成温度	焼成雰囲気	焼成炉の種類
光沢釉 (石灰釉)	赤	0.5%	1300℃	還元雰囲気	シャトル窯
	橙	1.0%	1280℃		ローラーハースキルン
	黄	1.5%	1250℃		
艶消し釉 (マット釉)	青	5.0%	1230℃	酸化雰囲気	シャトル窯
	灰	7.5%	1200℃		電気炉
		10.0%			

2-1-2 色釉の物性評価

色釉の発色性を検討するため、分光測色計（ミノルタ製CM-3700d）を用いて、JIS Z 8781:2016 に準拠した XYZ 表色系に基づく色度座標 xy を測定した。

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

2-2 天草素地の焼成呈色評価

長崎県及び佐賀県の陶土メーカーが販売している撰上、撰中、撰下の天草陶土を一旦110℃で乾燥し、その乾燥粉末をハンドプレス機で直径20mm、高さ8mmの円柱状に成形した。成形体を1200、1230、1250、1280、1300℃でそれぞれ還元及び酸化焼成して試料とした。

焼成呈色は、分光測色計（ミノルタ製CM-3700d）を用いて、次式で求めたハンター白色度により評価した。

2-3 量産焼成窯による色釉試作品の焼成試験

波佐見陶磁器工業協同組合加盟の組合員の協力の下、3種の量産用焼成窯による色釉試作品の焼成試験を実施した。

湯飲みに5色の色釉を施釉した試料を、長崎県内で一般的に用いられているシャトル窯、省エネタイプシャトル窯、及びローラーハースキルンにおいて、普段各社が用いている焼成パターンで焼成を行い、焼成品の発色を目視にて確認した。各量産焼成窯の写真と特徴を図2に示す。

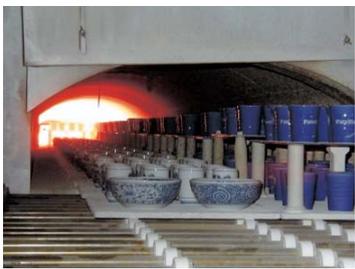
シャトル窯	省エネタイプシャトル窯	ローラーハースキルン
		
内張：耐火レンガ 焼成時間：10～15時間 産地ではもっとも一般的な窯	内張：断熱ボード 昇降温度が速い 燃料ガス使用量がシャトル窯より1/3低減 これから普及が進む窯	24時間連続操業可能 迅速焼成 焼成時間：4～6時間 大量生産向け

図2 各量産焼成窯の写真と特徴

### 3. 結果および考察

#### 3-1 色釉の多色化試験

5色の顔料の割合を変えて添加した光沢釉を施釉した試料を、1300℃で還元及び酸化焼成した試料の写真を図3に示す。

各色とも添加量の増加に伴って、発色濃度が増加している。また、還元焼成と酸化焼成を比較すると、彩度が異なることがわかった。一例として赤色顔料を5%添加した試料の色度測定を行った結果、表2に示すように還元焼成において酸化焼成よりも彩度の指標となる $L^*$ 値が低くなる結果となった。

以上のように、すべての色釉試料について色度測定を行うとともに、新たな顔料メーカーから入手した顔料16種についても同様に多色化試験を実施した結果、最終的に1530種の色釉試料が得られた。

色度分布の一例として1300℃焼成試料の色度分布図を図4に示す。各温度での色度分布が得られたことで、焼成条件に応じた発色の予測や、混色による多色化の効率的な探索などへの活用が期待できる。



図3 色釉の多色化試験結果

表2 赤色顔料を5%添加した試料の色度測定結果

	還元焼成	酸化焼成
$L^*$	36.32	46.40
$a^*$	30.89	42.32
$b^*$	18.36	22.83

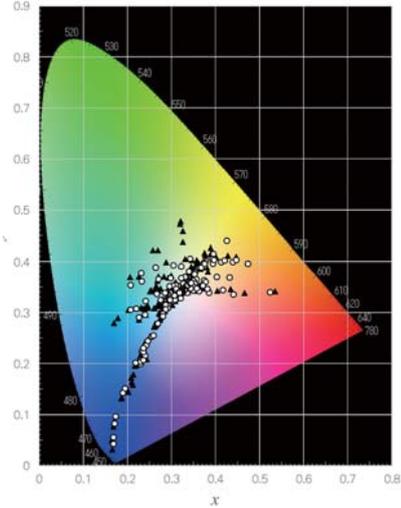


図4 1300℃焼成した色釉試料のxy色度分布

#### 3-2 天草素地の焼成呈色評価

1300℃で還元及び酸化焼成した試料の写真を図5に示す。陶土のグレードが同じであっても陶土メーカーによって焼成呈色が異なることを把握することができた。

横軸に酸化焼成、縦軸に還元焼成した試料の白色度をプロットしたグラフを図6に示す。

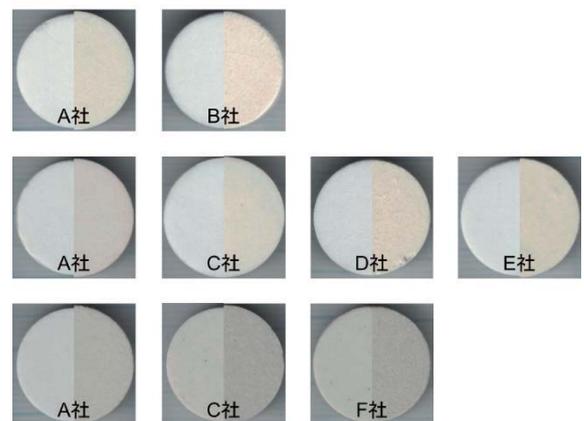


図5 天草陶土の1300℃焼成における焼成呈色 (写真の右半分が還元焼成、左半分が酸化焼成)

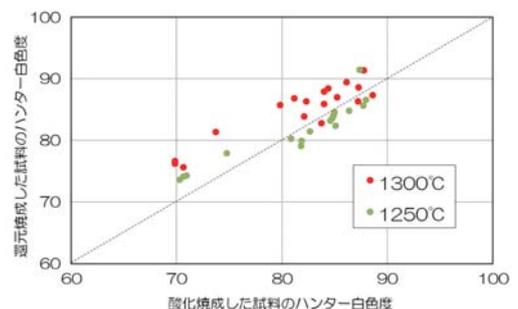


図6 還元および酸化焼成した試料の白色度

1250℃で焼成した試料は、焼成雰囲気による違いはあまりなかったが、1300℃焼成試料では還元焼成の方の白色度が高くなることがわかった。すなわち、還元焼成する場合、焼成温度が高い方がより白く焼き上がることが示された。

### 3-3 量産焼成窯による色釉試作品の焼成試験結果

図7に3種類の量産焼成窯で焼成した色釉試作品の写真を示す。

シャトル窯および省エネタイプシャトル窯では、焼成温度が低いほど発色は鮮やかで、光沢釉は製品化に



(a) シャトル窯

(b)省エネタイプシャトル窯



(c)ローラーハースキルン

図7 量産焼成窯で焼成した色釉試作品

問題なかったが、ローラーハースキルン焼成では発色に変化が見られた。以上の結果を基に色釉原料の諸物性データをデータベース化した。

## 4. まとめ

- 1) 安定した色釉製品製造技術の支援や色釉カラーバリエーションの提供、適切な品質管理技術の支援を目的として、釉薬の多色化、天草素地の品質管理および量産焼成窯による焼成管理技術の開発を行った。
- 2) 釉薬の多色化技術においては、釉薬の種類、色、顔料添加量、焼成温度、焼成雰囲気、焼成炉の種類に基づく1530種の色釉試料を得ることができた。
- 3) すべての色釉試料の色度データから色度分布が得られたことで、焼成条件に応じた発色の予測や、混色による多色化の効率的な探索などへの活用が期待できる。
- 4) 天草素地の品質管理においては、陶土メーカーごとに各種焼成条件に基づく焼成呈色データを把握することができた。
- 5) 量産焼成窯による焼成管理においては、企業が保有するシャトル窯、省エネタイプシャトル窯、及びローラーハースキルンにて焼成試験を行い、それぞれの窯の焼成特性を把握することができた。