

— 経常研究 —

食器洗浄乾燥機に対応した釉による加飾技術の開発

陶磁器科 兼石哲也・吉田英樹・小林孝幸・山口英次
研究開発科 久田松 学

要 約

食器洗浄乾燥機で使用する食器の、上絵に替わる落剥や退色しない加飾技術の開発を目的に、釉を彩色材料とし、スクリーン印刷技術を用いた太白上・生釉上への転写法による加飾技術を開発した。釉薬は、前年度行った実験¹⁾をもとに、赤・黄・緑・青・紫及びこれらの中間色や濃淡を含め45色の色釉を開発した。この内の5色（黄、黄緑、緑、青、紫）及びこれと同等色の上絵具（市販の無鉛盛り絵具、有鉛盛り絵具各5色）をそれぞれ印刷・焼成して食器洗浄乾燥機及び恒温器を用いた試験によって比較し、色釉は退色などの変化を起こさないことを確認した。開発した色釉は上絵で用いる盛り絵具として使用し、合わせて色釉を効果的に使用するための絵具として輪郭線用絵具（上絵の書き黒に相当）、イングレース（上絵の洋絵具に相当）についても検討し、これら3者それぞれを太白上、生釉上に転写・本焼成して色見本を作製した。これら3者を組み合わせた具体的なパターン（模様）によって試作品を開発した。試作品では7種類のパターンを用い、盛り（釉薬による）、線画（輪郭線・イングレースによる）、ハーフトーン（イングレースによる）を組み合わせた製版・印刷を行い、皿、鉢など6種類の素地に展開して効果的な利用化の方向を示した。

キーワード：スクリーン印刷技術、転写、釉薬、食器洗浄乾燥機

1. はじめに

食器洗浄乾燥機（以下食洗機）庫内はアルカリ性洗剤と約80℃の温水によって繰り返し洗浄されるため、低温で焼付けられた上絵具には過酷な条件となる。現に、上絵具が退色、変色したというクレームが寄せられており、食洗機の普及に対応した、食洗機で使用可能な上絵と同等の多色でカラフルな加飾技術の開発が必要となっている。

これらの問題を解決するため、釉を彩色材料とし、さらに、上絵と同等の表現を得るために輪郭線（上絵の書き黒に相当）、イングレース（上絵の特に花などの表現に相当）を合わせて開発し、これらの組合せによって、耐摩耗性・耐薬品性を付加すると同時に、精度良く反復生産を可能とするスクリーン印刷による加飾技術を開発する。

2. 実験方法

前年度得られた基礎¹⁾をもとに、釉については

多色化をはかり、食洗機及び恒温器による耐久試験を行った。また色釉を上絵と同等の表現効果を得るための材料として輪郭線及びイングレースについて検討し、これら3者のサンプル（色見本）を作製した。さらに、具体的な効果を見るための試作品を開発した。その後色釉については上絵盛絵具と同等の厚みを得るための再調整を行った。

2.1 釉の多色化

昨年度開発した基礎釉に赤・黄・緑・青・紫の基本5色及びこれらの中間色を得るために、市販の顔料、酸化金属を混合し、以下の条件（前年同）によって転写紙に印刷し、転写・焼成して発色や透明度を評価し、最終的な絵具として選択した。

○多色化（調合）：市販の酸化物（クローム、コバルト）、スピネル顔料（陶試紅、本窯赤、本窯ヒワ、トルコ青、本窯ライラック）、インクルージョン顔料（赤・オレンジ・黄）、の単品もしくは混合物を

基礎釉と調合。

- テストパターン：溶融した釉の厚みや透明度を判断するために、輪郭線を釉の下に印刷して構成。
- 版：・感光乳剤：SD-90A（栗田化学研究所製）
 - ・紗：T-80S（NBC工業製）
 - ・版厚（総厚）：255 μ m
- 印刷：釉に対し、オイル（OS-1000・互応化学工業製）40%を混合・混練、3回の重ね印刷とした。
- 転写・焼成：印刷された転写紙を生釉上（素焼に施釉後コーティング処理した上）及び太白上（素焼に施釉後一度本焼成した上）へ転写し、1300 $^{\circ}$ Cで還元焼成。

2.2 耐久試験

得られた色釉の中から5色（黄、黄緑、緑、青、紫）を2-1の条件で、またこれらと同等色の上絵具（市販の無鉛、有鉛上絵盛り絵具各5色）を、釉と同じく輪郭線を印刷した上に版厚205 μ mの版で印刷し、転写、焼成したものを以下の条件により試験を行った。

- 食洗機による試験
 - ・試験機：食洗機（ナショナル製NP-50SX3）（設定＝パワフル洗浄／高温すすぎ／30分ドライキープ＋汚れはがしミスト／除菌）
 - ・洗剤：PG製ハイウオッシュジョイを標準使用
 - ・被試験体：内絵（18cm皿）、外絵（飯碗）各2個づつをセットし、1回試験ごとに位置を移動。一定の回数ごとに取り出して目視観察。
- 恒温器による試験
 - ・試験機：定温恒温器（ヤマト科学製DK43）
 - ・温度：80 $^{\circ}$ Cに設定
 - ・洗剤：PG製ハイウオッシュジョイ（溶液としてPH11.0）、業務用液体洗剤（溶液としてPH12.6及びPH12.99の2段階）の3種類
 - ・被試験体：試験板に焼きつけた各色を切り出し、プラスチックピーカーに入れた各洗剤溶液に浸せき。経過時間を判断しながら取り出し、表面の液を拭き取って目視観察。

2.3 釉の再調整、輪郭線、イングレース

- ・釉の再調整：サンプル（色見本）作製及び試作品開発の結果として、より厚みを確保するため基礎釉に対し天草選上陶土を仮焼したものを10～30重量%混合して試験用絵具とした。このとき中心

粒径4.1 μ m、9.3 μ mの2段階。印刷条件は2-1による。

- ・輪郭線：市販の顔料（黒系）及びコバルト、マンガ、クローム、鉄、水酸化アルミニウムを材料として合成し、200メッシュの版で印刷し、転写・焼成試験。
- ・イングレース：主に花の表現に用いることを目的に、市販の顔料（陶試紅、本窯赤、インクルージョン顔料、トルコ青）を用い200メッシュの版によって印刷し、転写・焼成試験。

2.4 製品開発

得られた色釉、輪郭線、イングレースを用い、盛り、線画、ハーフトーンによるパターンを構成した。構成したパターンを分解・製版し、印刷した転写紙を素地（生釉上、太白上）へ転写・本焼成した。

3. 結果及び考察

3.1 釉の多色化

釉の下に印刷した輪郭線（3.3を参照）によって、釉の溶け具合や透明感を判断した結果、各色とも一定の透明感を持ち、輪郭線とのコンビネーションは良好であった。この結果に基づき、全ての色を色見本として作製した（図1）。試作品にはこれらの色釉の中からパターン（模様）に適切な色を選択して使用した。

ただし、試作品では複数の色を使ったり重ね印刷となった。このため色釉は、焼成後の厚みを観察すると色見本の独立した印刷・焼成物と比較して、溶融した色釉が素地の釉に溶け込み、厚みが減じて上絵盛りのような“盛り”の特性が損なわれる現象が見られた。このため、できるだけ厚みを確保し、かつ輪郭線もクリアに視認できる透明性を確保するための再調整（3.3参照）を行った。

3.2 耐久試験

○食洗機による試験：

食洗機による洗浄は1回に約2時間を要し、洗浄ごとに目視観察した（図2）。上絵については、有鉛、無鉛、あるいはそれぞれの色によって多少の差はあるが、30回程度から少しずつ表面が失透状態を起し、50回程度ではさらに失透が進み艶消し状態になった。その後、失透、艶消しはさらに進み、あるいは絵具によっては変色を起した。盛り絵具

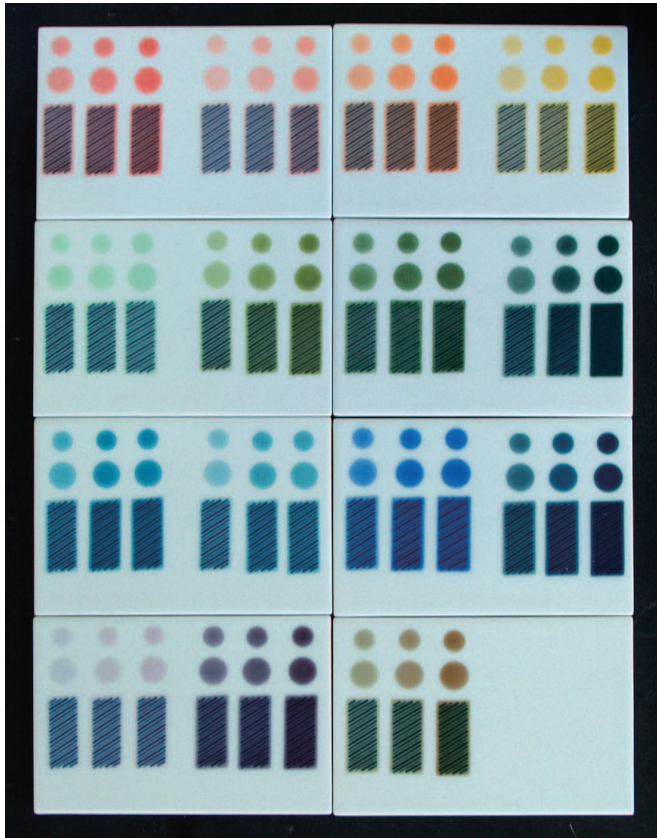


図1 色見本（多色釉）

は一定の厚みがあるため、色がなくなるといことはなく、表層から少しずつ変化していくことが観察された。この試験は、100回で終了した。開発した色釉は素地の透明釉と同じく変化はなかった。

○恒温器による試験

上絵は2時間後では変化は見られなかったが、5時間後には営業用洗剤においてごくわずかにマット化や失透が認められた。20時間後には家庭用洗剤でも同じ状態となり、絵具によっては液を拭き取ったウエスに色移りするものがあり、以後マット化、失透あるいは変色が進み、表層から少しずつ変化していくことが観察された。このため、162時間で終了した。開発した色釉は素地の釉と同じく変化はなかった。

3.3 釉の再調整、輪郭線、イングレース

・釉の再調整：

印刷再現においては粗い粒度（中心粒径9.3μm）で調整した釉が良好であった。粘性のない原料を用いることによって印刷における画像再現と印刷厚を確保することを意図したが、粒度が小さいと



図2 食洗機による耐久試験

厚みが確保できずまたベタリを生じやすかった。

また焼成後の透明度、厚み（盛り具合）を見ると、基礎釉に対して天草選上陶土の仮焼物を10～30重量%混合した全ての範囲で利用可能であるが、厚みを保ると同時に透明感を得るには天草選上陶土の仮焼物20重量%の混合が適当と考える。天草選上陶土の仮焼物20重量%混合した粗い粒度による釉の熱膨張係数は6.2であった。

・輪郭線：

当初、市販の黒系顔料を用いて試験したが、全てにじみやぼけを生じクリアな輪郭線を得ることができなかった。このため、酸化金属と水酸化アルミニウムによる合成を行った結果クリアな輪郭線を得ることができた。しかしいずれもコバルトの発色が強く青みが濃いものであった。このためより黒みを得る目的で鉄を加えて合成した。しかし焼成したものを観察するとにじんだ線となりクリアな線は得られなかった。この結果から、青みはあってもクリアな線を用いることとした。これらの色見本を図3に示す。

・イングレース：

インクルージョン3色及びトルコ青に媒溶剤として白釉0～30%を混合したものをスクリーンオイル30～60%の範囲で混練した各色は、特に問題なくそれぞれ利用可能な濃度・発色を示した。これらのサンプルを図4に示す。

陶試紅、本窯赤によるものはより多くの釉を混合しなければ釉中に沈まず、発色の弱いものとなった。

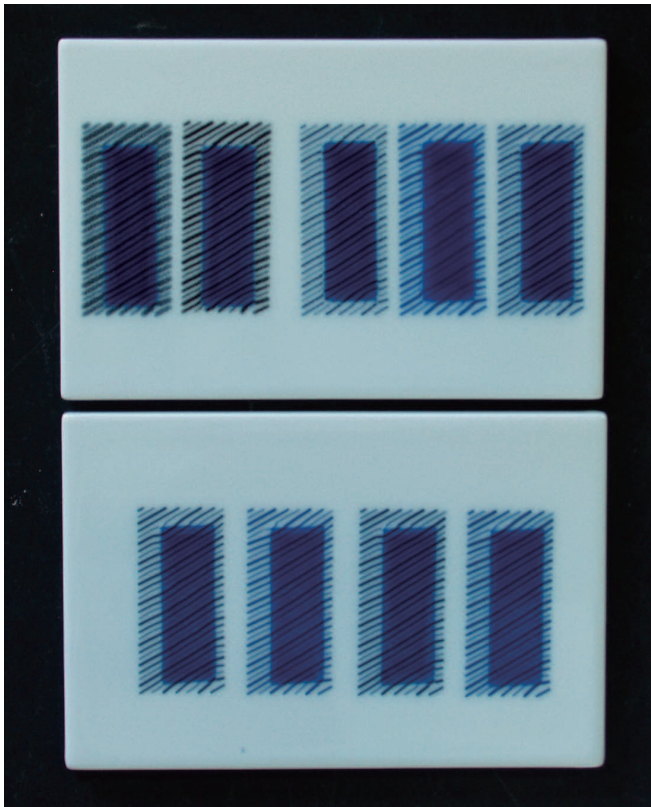


図3 色見本（輪郭線）

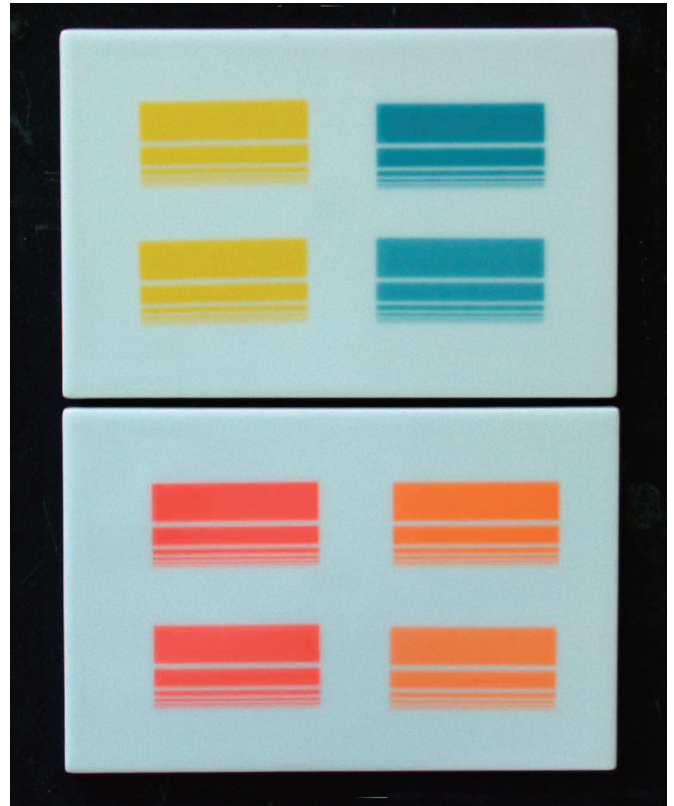


図4 色見本（イングレース）

3.4 製品開発

得られた色釉、輪郭線、イングレースの各色を、それぞれ上絵における盛り絵具、書き黒、洋絵具として組み合わせ、組み合わせの効果を見るために構成した7種類のパターンによって展開した結果、本焼成によるカラフルで効果的な表現を得ることが出来た。また、太白上、生釉上に転写・焼成した結果、太白上、生釉上ともに同等の焼成物が得られた。これらの製品を図5に示す。

ただし、パターン（模様）構成では、色釉（盛り絵具）は単色で印刷したサンプル作製の場合と異なり多色印刷であり、版を重ねるあるいは色を重ねることによって具体的なパターン（模様）が構成されることとなる。このことによって印刷工程での転移された絵の具の厚みにばらつきが生じ、また焼成において厚みが減じて盛り絵の具としての特徴を十分発揮されないものが見られた。このため、色釉についてはできるだけ厚みを減じないための調整（2.3及び3.3の釉の再調整の項を参照）を行った。

4. まとめ

食洗機で使用する食器において、退色を起こさない加飾材料として45色の色釉を作製し、さらに色釉を上絵と同等の表現効果を得るための材料として輪郭線及びイングレースの開発・検討を行い、これらを組み合わせた上絵における盛り絵具、書き黒、洋絵具を組み合わせたカラフルな表現を、スクリーン印刷技術を用いた転写法によって表現することが可能となった。また太白上及び生釉上のどちらにも転写法によって同じ効果を得ることが可能となった。

今後、食洗機対応食器の加飾材料及び方法としてのみならず、これまでの上絵（低温で焼付ける）にかわる、高温焼成の上絵としての一般的な加飾方法として普及を図る。

文 献

- 1) 兼石哲也, 久田松学, 吉田英樹, 小林孝幸, 山口英次, 長崎県窯業技術センター研究報告, No54, pp.22-25(2006).



図5 釉・輪郭線・イングレースによって構成したパターン各種（全体と部分）