

赤絵に適した新規フリットの量産試作と技術普及活動

窯業系チーム 稲田 博文, 天野智恵美, 岡崎 友紀, 田口 肇,
橋田 章三, 荒川 裕也, 鈴木 芳直, 高石 大吾

要 旨

赤絵は上絵の一種であり、その技術は陶磁器の主要な加飾技法として用いられている。赤絵に適した新規無鉛フリットを開発し、量産スケールでの試作を行った。100 kg の量産スケールで作製した新規フリットは、数 kg の試作スケールと同様に赤絵用フリットとして使用可能であることがわかった。また、作製したフリットをベンガラ（ヘマトイト）と複合化することで赤絵具を作製し、それらを産技研釉薬技術移転・実用開発事業を活用して普及させる活動を行った。

1. 緒 言

「仁清」や「颯川」に代表される京都の伝統的色絵陶磁器に使用されている赤絵の技術は、陶磁器の主要な加飾技術の一つであり、ガラスマトリックス中にヘマトイト粒子を分散させることで光沢のある赤色が表現される。窯業系チームでは、京焼・清水焼用の無鉛フリットの開発を行い、2種類の透明無鉛フリット（京無鉛台ぐすり、京無鉛楽フリット）を製品化した。しかし、開発したフリットで赤絵を作製すると、いくつかの不具合が生じる。例えば、京無鉛台ぐすりは化学的耐久性に乏しいため、ちぢれが生じやすい。京無鉛楽フリットでは、条件によっては赤でなく黄土色になる場合があった。これらの問題を解決するために、京都市産業技術研究所（以下、産技研）、工学院大学及び岡山大学との共同研究により、無鉛赤絵に関する研究を進めている。共同研究の結果、高彩度な赤絵磁器を得るためには、ヘマトイトを溶解させない、有色結晶が生成しない、さらにはヘマトイトの粒成長を促進させない無鉛フリットを設計することが望ましいとの知見を得た。得られた科学的知見と窯業系チームが有する伝統技術・技法を活用し、ハンドリングが容易で鮮やかな赤色を実現できる無鉛フリットの開発を進め、その結果、所望の無鉛フリットの開発に成功し（特許出願中）、試作品を供することができた。平成29年度には、量産スケールでのフリットの試作を行い、ヘマトイトと複合化することで新規赤絵具を作製した。

2. 新規フリットを用いた赤絵具の

作製及び赤絵試片の作製

赤絵用の顔料には、渋みのある赤色が得られる錦龍ベ

ンガラ（株京都イワサキ）を、無鉛フリットには開発した新規フリットを用いた。フリットの比較試料として楽フリット（株京都イワサキ）を用いた。産技研が独自に組成設計をした新規フリットのパルク体をフリット受託メーカーにて試作し、楽フリットと同様の手法で粉碎することで粉末試料を得た。フリット100 gに対して金龍ベンガラ10, 15, 20, 30 gをそれぞれ加えた後、自動乳鉢にて5時間乾式混合することで、ヘマトイト濃度の異なる赤絵具を作製した。作製した赤絵具にお茶を混合し、磁器に絵付けした後に780°Cで焼成することで赤絵試片を得た。

3. 赤絵試片の作製結果

3.1 無鉛フリットの組成が赤絵試片の色彩に及ぼす影響

作製した赤絵試片の外観写真を図1に示す。楽フリットを用いて作製した赤絵試片（図1a）では、錦龍ベンガラの濃度に依存して色彩が大きく変化した。錦龍ベンガラ濃度10%では、赤絵試片の外観は薄い黄土色で下地が透けて見え、15%では透明な部分が減少し、20%では不透明の黄土色になり、さらに30%では暗い赤色になった。ヘマトイトの濃度が低いときに赤絵層が透明の黄土色になったのは、フリットにヘマトイトが溶解したためであると考えられる。20%において黄土色になったのはフリットに含まれる亜鉛と溶出した鉄イオンが反応して亜鉛フェライトが生成したためと考えられる。亜鉛フェライトの生成量は焼成条件や赤絵層の膜厚によって変化するため、亜鉛フェライトの生成により赤絵の色彩制御が困難になる。新規フリット（図中では、京都産技研フリットと表記）を用いて作製した赤絵試片の色彩（図1b）は、錦龍ベンガラの濃度に依存しなかったが、

10%で一部下地が透けて見えたことから、低濃度ではヘマタイトがフリットに溶解したと考えられる。X線回折測定の結果から、何れのヘマタイト濃度でも亜鉛フェライトの生成は確認されなかった。以上の結果から、新規フリットを用いることによりヘマタイトが赤絵層中で安定に存在でき、良好な赤色が得られることがわかった。また、赤絵層の厚さを変化させて赤絵試片を作製し色の比較を行った結果、錦龍ベンガラの最適濃度を20%とした。

3.2 新規フリットと錦龍ベンガラからなる赤絵具を用いた赤絵の試作

錦龍ベンガラ20%の赤絵具を作製し、平成29年度産技研釉薬技術移転・実用開発事業にて試料として提供した。また、伝統産業技術後継者育成研修陶磁器コース・陶磁器応用コースの講師にも試作実験にご協力いただいた。試作品を図2に示す。無鉛赤絵具としては良好な書き味であるとのコメントをいただいた。

4. まとめ、及び今後の技術支援について

京焼・清水焼の窯元では、市販の赤絵具を組み合わせたり、独自にベンガラとフリットを調合したりすることで、窯元独自の赤絵を表現している。今回開発した新規フリットでは、焼成時にヘマタイトが安定に存在する特徴があるため、業界で幅広く利用されることが期待される。一方、赤絵の色彩は、フリットの組成に加えて、フリットの粒子径、ヘマタイトの組成、ヘマタイトの粒子径、ヘマタイトの分散状態及び赤絵具の作製条件にも大きく影響を受ける。例えば、黄色味を帯びた鮮やかな赤色が得られる寺田薬泉工業製のベンガラ（AFシリーズ）では、赤絵具作製条件によっては褐色になる場合もある（図3左）。赤絵具の作製条件を最適化することにより、右側のように鮮やかな赤黄色が得られる。当チームでは、赤絵に関する包括的研究を、工学院大学の橋本英樹助教を中心としたグループと共同で実施している。今後、伝統技術・技法の暗黙知として存在する知恵を紐解くと同時に、先進技術も融合させることで、業界で広く受け入れられる、使い勝手の良い無鉛赤絵具の開発を進める。あわせて、本技術に関して、地元業界の課題及び要望に的確かつ迅速に対応できる技術支援体制を構築したいと考えている。

5. 謝 辞

本報告内容の一部は、工学院大学及び岡山大学との共同研究により実施されたものです。赤絵の試作においては、伝統産業技術後継者育成研修陶磁器コース・陶磁器応用コース講師の清水明先生及び八木美詠子先生にご協力いただきました。関係各位に心より感謝の意を表します。

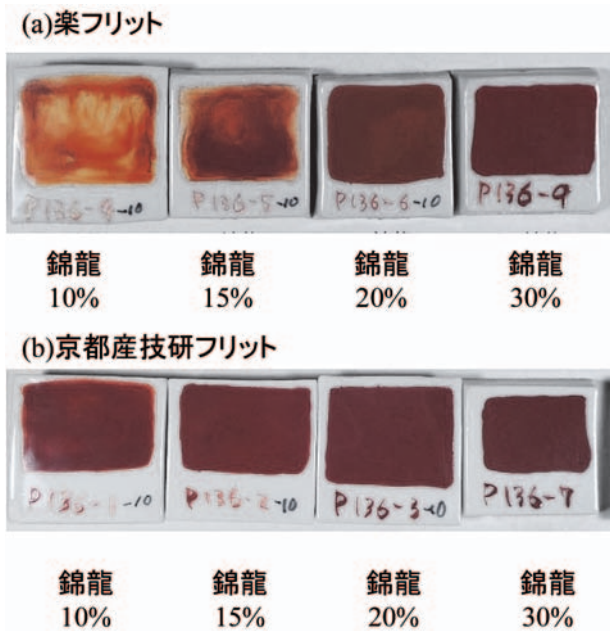


図1 各種赤絵試片の外観。(a) 楽フリット及び錦龍ベンガラを用いて作製した赤絵試片。(b) 京都産技研フリット及び錦龍ベンガラを用いて作製した赤絵試片。



図2 京都産技研フリット及び錦龍ベンガラを用いて作製した赤絵試作品



図3 京都産技研フリット及びAFシリーズを用いて作製した赤絵試作品。左：最適化前赤絵具で作製した試作品。右：新製法による赤絵具で作製した試作品