

— 経常研究 —

はりつき指導事業

陶磁器科 大串邦男・小林孝幸・諸隈彰一郎
研究開発科 山口英次

1. はじめに

本事業では、付加価値が高い製品を歩留まり良く製造するため、欠点の発生等、緊急的対応が必要な技術課題が生じたとき、窯業技術センターから専任の指導担当者を企業に派遣して、長期間（約3ヶ月間）の技術指導や工程の管理を行った。平成15年度は、11企業に対し、焼成、釉薬、顔料及び陶土の項目で技術指導を行った。その中からいくつかの指導事例を取り上げ以下に報告する。

2. 内容

2.1 素地中の鉄粉

生地製造業者が窯元に納入した製品（ロクロ成形）から鉄粉が30%以上発生しているとメーカーから報告された。生地成形は通常通りに作業を行っており、その原因がつかめないとの相談が持ち込まれた。

(1) 検証

持ち込まれた6個の製品を観察すると、表側4ヶ所と裏側に3ヶ所、鉄粉がある。また、強い光を当てて見ると素地中にも1ヶ所、黒い陰が見られた。その鉄粉の表面と断面をデジタルマイクロスコープで観察し図1 aに示す。その結果、切断面を観察すると素地中の鉄粉が還元焼成により溶けて釉面に現れたものや、鉄粉が製品表面に降り、釉層中に溶けたものなどが観察（図1 b）された。また、ロクロ成形した陶土の残量4 kgに水と分散材を加え、攪拌機で分散させ微粒を除去。更に粗粒を除去するため、ビーカーの底に磁石を置き、水を加えながら除去した。その残渣は図1 cのように磁性体が含まれていた。

(2) 対策

① 茶褐色の斑点部を観察すると陶土中に鉄粉が含まれている可能性が高いものや、鉄粉が釉と反応し釉層のみ変色している物もある。そこで、定期的に鉄粉の割合と鉄粉が表側か裏側か素地中なのかの検

査を行う事により、どの工程で混入したか、おおよその判断が可能となり、対策が図れた。

② 納入した陶土に日付を書き約1 kgを約1ヶ月間保存すること。今回は、成形した残りの陶土を水簸分級により陶土中に鉄粉があり決定的な原因究明ができた。

③ 降り物の鉄粉は釉と反応し釉層のみ変色している物。また、釉層から素地まで変色している物もあり、定期的な検査が必要である。

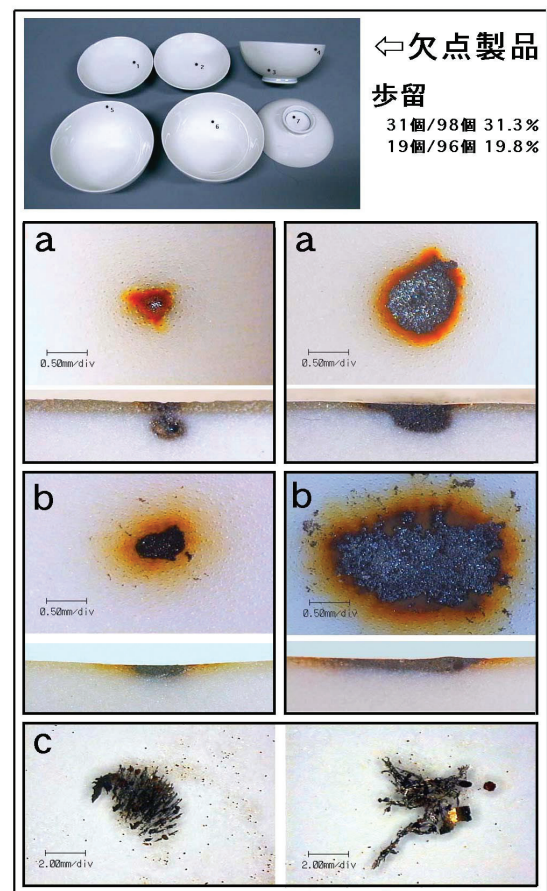


図1 製品と陶土の鉄粉 (a 素地中の鉄粉：b 釉中の鉄粉：c 陶土中の鉄粉)

④ 欠点の検査結果については陶土、生地、窯元の三社で協議し改善策を図ることが必要である。

⑤ 釉薬に混入した鉄粉は、200メッシュの篩を通す事。また篩残査は小皿に入れ焼成呈色を調べるのが有効である。

(3) 総括

欠点試料の観察の結果、鉄粉は陶土に含まれている物が多いことを窯元、陶土製造業者へ報告させた。その結果、問題が発生した時期の陶土は、真空土練機を清掃した時期と一致するとの陶土製造業者からの回答があった。

※欠点が発生し当所に持ち込まれ、技術相談を受けると、通常のように製造しているとの報告されることが非常に多い。しかしながら、ロクロ成形した残りの陶土から鉄粉が観察され、原因を明らかにすることができた。

2.2 液体顔料の変色

角型蓋物製品の蓋のギボシ上部に塩化コバルトを塗り青く発色させて量産を行っていたが、写真2右側のようにギボシ中心部の色抜けが起こった。普段と変わらない塩化コバルトを使用していたため、その原因が分からず、相談として持ち込まれた。

(1) 検証

まず、塩化コバルトの希釈法について問題がないか否か検討したところ、欠点が発生した製品には、2～3日前に調整した塩化コバルトを使用しており問題はなかった。次に正常なギボシと色抜けしたギボシの断面を観察した。正常に発色したギボシ断面（図2左側）は上部と外周部が青くなっている。しかし、色抜けしたギボシ断面（図2右側）は、上部が白く外周も白い事が分かった。この事から、塩化コバルトの水溶液の浸透量が少ないこと。また、施釉時に塩化コバルトがギボシの内部に移動したことなどが原因としてかんがえられたので、以下の2つの方法で検証した。

(2) 対策

① 薄めた塩化コバルトをギボシに素早く塗布した試料と企業が通常で塗布した試料を乾燥した後、施釉し窯に入れ焼成したところ、青の発色に差は見られなかった。

② それで、塩化コバルトの塗布方法を一定として、ギボシに塗布し、乾燥せずに施釉した試料と乾燥さ

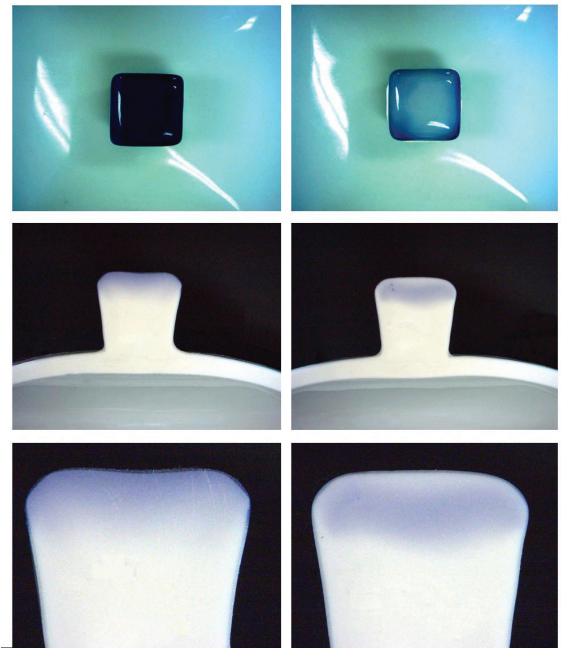


図2 蓋物の蓋のギボシ

せた後、施釉した試料を焼成したところ、乾燥したギボシは目標の青に発色したが、塩化コバルトを塗布した直後、施釉した試料では図2の右側のように色抜けが起こった。このことは、塩化コバルトが乾燥していない状態で施釉すると、ギボシに含まれている塩化コバルトを希釈するように、水が移動し色抜けが起こったものと考えられる。

(3) 総括

① 塩化コバルトを塗った直後に施釉すると色抜けの欠点が発生する。

② 納期や窯詰め量に合わせて、作業を行うことが考えられるため、塩化コバルトの塗布と施釉のタイミングが重要である。

③ 作業工程が微妙に変化した事で、今回のように色抜けが発生するため、欠点が出やすい工程では十分な配慮が必要である。

2.3 天草素地のシバリング

天目釉と青磁釉は自社で配合し、素焼き素地に施釉し量産していたが、最近、貫割れが多く発生するようになった。しかし、同じ素地に石灰釉を施した製品は問題なく焼き上がっており、その原因がつかめないと相談が持ち込まれた。

(1) 検証

天目釉を掛け、貫割れが発生した製品の素地を5mm^φ×20mm^lに切り出した試料と天目釉と石灰釉

をそれぞれ団子状に乾燥させた後、坩堝に入れて焼成した。これらをダイヤモンドで切り出し、その熱膨張を測定した結果を図3及び表1に示す。素地の熱膨張係数（40～700℃）は 7.62×10^{-6} である。それに対し、天目釉と石灰釉は 6.05×10^{-6} と 5.98×10^{-6} で、その差による問題はなかった。しかし、天目釉の転移点670℃の熱膨張係数は 5.83×10^{-6} である。その移転点における素地の熱膨張係数は 7.85×10^{-6} で、その差は 2.02×10^{-6} であった。また、石灰釉の転移点は740℃で熱膨張係数は 6.09×10^{-6} で、素地の熱膨張係数は 7.34×10^{-6} で、その差は 1.25×10^{-6} であった。

(2) 対策

釉薬の熱膨張係数は素地より約 1.0×10^{-6} 小さい値を示すのが理想である。しかし、貫割れが発生した製品の素地と天目釉の熱膨張係数の差を少なくするためには、天草陶土に長石やカオリンを添加し素地の熱膨張係数を小さくした。また、天目釉の転移点を高め、かつ熱膨張係数を大きくするために、長石、珪石を添加して調整した。

(3) 総括

素地と天目釉の熱膨張係数の差が大きいため素地と釉の両面から熱膨張係数を調整した。

① 天目釉の転移点を700℃と、また熱膨張係数は 6.0×10^{-6} 以下を目標とし、珪石及び長石で調整を行った。

② 素地は石灰釉との関係もあり天草陶土に長石やカオリンを添加し熱膨張係数を小さくした。

※ 天目釉と素地の両面から調整した結果、シバリングを止めることができた。

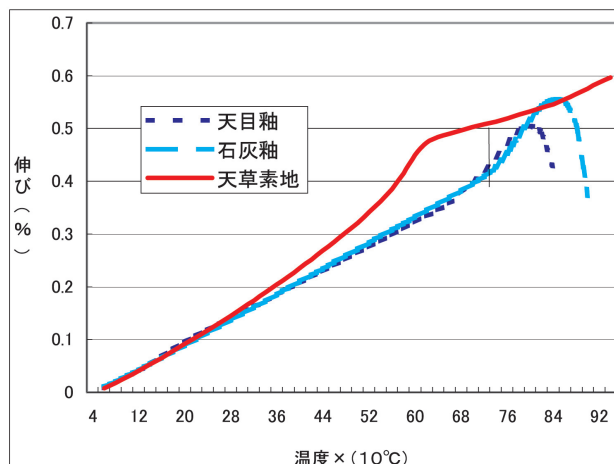


図3 素地と釉の熱膨張曲線

	700℃	670℃	740℃
素地	7.62	7.85	7.34
天目釉	6.05	5.83	—
石灰釉	5.98	—	6.09
素地と釉の差		2.02	1.25

表1 素地と釉の熱膨張曲線 単位 $\times 10^{-6}$