

笠間産資源を原料とする釉薬の開発

吉田 博和* 南部 比呂美* 佐藤 剛**

1. はじめに

笠間焼産地では、個々の作り手があらゆる原料や技法を駆使し、自由な作風でオリジナリティに富む幅広い商品が生産されている。一方で、産地全体の特徴を象徴する様な商品群の創出が課題となっている。

笠間焼協同組合では笠間産粘土のみを精製した陶土を「笠間単味」として生産販売しているが、この笠間単味を素地とした陶器商品を特に「純・笠間焼」と称して、笠間焼産地ならではのモノづくり促進や販路拡大を狙った活動を行っている。

当センターでは、この活動に対し、粘土の精製工程や焼成条件の最適化等、素地に関する支援を行ってきたが、今後の「純・笠間焼」の進展を見据えて実施した釉薬の開発について報告する。

2. 目的

笠間焼産地では、最高温度を1250℃前後として本焼成するのが主流であるが、笠間単味は耐火度が低いために「純・笠間焼」では、1230℃以下での焼成を推奨している。

本研究では、「純・笠間焼」の笠間産原料にこだわるというコンセプトに沿った釉薬の開発を目指している。また、「純・笠間焼」への利用とともに、1250℃前後で本焼成する一般的な笠間焼への利用も想定し、1230～1250℃の範囲で使用可能な釉薬を目標とした。

3. 研究内容

3.1 使用原料

「純・笠間焼」は、素地に笠間単味を用いることが唯一の特徴であり、釉薬に関する制約はなく各窯元や工房で任意の釉薬を用いている。そこで、釉薬原料に関しても可能な限り、笠間産資源にこだわった釉薬開発を行っている。本研究で注目した笠間産資源は笠間単味、手越陶石、栗剪定枝灰である。

笠間単味は、通常は素地として用いられ、釉薬原料としてはあまり注目されてこなかった。手越陶石は、笠間市内の手越地区で産出する陶石である。また、笠間市は全国有数の栗生産地であり、圃場では大量の剪定枝が発生している。この焼却灰である栗剪定枝灰(以下、栗灰)を貴重な地域資源ととらえ、「純・笠間焼」用釉薬原料としての利用を試みた。

笠間単味及び手越陶石の前処理として、乾燥後にポットミルで乾式粉碎し、40メッシュの篩を通過したものを用いた。栗灰は、既報¹⁾に従い、炭酸ガスを用いた方法で水簸したものを用いた。笠間産資源以外の釉薬原料は、市販のものをそのまま用いた。表1には、主要な使用原料の蛍光X線による元素分析結果を示した。笠間産資源はいずれも鉄分を比較的多く含み、原料として用いると鉄分に由来する着色をした釉薬が得られると推測できる。

表1 主要な釉薬原料の化学組成(wt%)

	笠間単味	手越陶石	栗灰	福島長石	合成土灰	合成藁灰
LOI	8.0	2.7	33.0	0.3	33.7	1.5
SiO ₂	57.8	71.5	7.6	63.6	17.8	80.7
Al ₂ O ₃	25.3	18.0	4.5	22.9	3.3	7.5
Fe ₂ O ₃	4.6	1.1	1.6	0.1	0.1	0.1
TiO ₂	0.8	0.1	0.2	—	0.1	—
MnO	tr.	tr.	1.3	—	—	—
CaO	0.3	0.4	37.6	0.1	34.5	2.9
MgO	0.7	0.4	7.4	—	7.6	1.2
K ₂ O	1.8	4.5	1.2	10.5	0.2	2.9
Na ₂ O	0.6	1.3	0.2	2.5	0.1	0.9
P ₂ O ₅	tr.	—	4.7	0.1	2.5	2.4

*LOI: Loss On Ignition (強熱減量)

3.2 試験方法

笠間産資源として笠間単味または手越陶石のいずれか1種類を用いた三角座標による試験と、それをベースに開発した釉薬については既報²⁾で報告した。今回は、まず表2の通り笠間産資源を2種類配合した釉薬について、三角座標形式で試験を行い、その結果を踏まえ、必要に応じて添加材を加えて釉調や発色の調整を試みた。

試験片は、まず石膏型を用いて素地を成形し、十分に乾燥させ、電気炉により素焼した。この時、800℃まで100℃/hrで昇温し、30分保持した。素地は、笠間焼協同組合で笠間単味に他産地の原料を配合し販売している「笠間土」を用いた。笠間土は鉄分を多く含むため、本焼成後には赤系の発色をするいわゆる赤土であるが、笠間焼産地でもよく用いられている白土「特漉」でも試験し、素地の違いによる釉調や発色への影響の比較も行った。釉薬は、原料粉末を所定の計量し、遊星回転ボールミルで粉碎・混合した。素焼素地をこの釉薬の泥漿(でいしょう)に浸し施釉したものを本焼成した。本焼成は電気炉を用いて、表3の通り3条件で焼成し、最高温度で1時間保持終了後は自然冷却した。

表2 三角座標で試験した原料と範囲

	笠間産資源		その他
三角座標Ⅰ	笠間単味 20～70%	手越陶石 0～60%	合成土灰 20～60%
三角座標Ⅱ	笠間単味 10～80%	栗灰 10～80%	福島長石 10～80%
三角座標Ⅲ	手越陶石 10～80%	栗灰 10～80%	合成藁灰 10～80%

表3 焼成条件

	焼成雰囲気	最高温度	昇温速度
1	酸化	1230℃	100℃/hr
2	酸化	1250℃	
3	還元 (950℃-)	1250℃	室温～950℃：100℃/hr, 950～1250℃：50℃/hr

3.2 釉薬配合試験結果

笠間単味を用いた三角座標Ⅰ、Ⅱにおいて、笠間単味が多い範囲ではマット調の釉薬が多く、笠間単味の鉄分に由来する発色（濃い茶～黒系）の傾向が強くなり、笠間単味の少ない範囲では、光沢感のある釉薬が得られやすく黄色系の発色を示す傾向が見られた。手越陶石と栗灰を配合した三角座標Ⅲでは、合成藁灰の割合が高くなるにつれ、釉調については光沢感が減り透明釉～乳濁釉～不溶性マット釉と変化し、色調は酸化焼成で白～黄～淡黄色を示し、還元焼成では一部に青磁釉に近い釉薬が得られた（図1）。

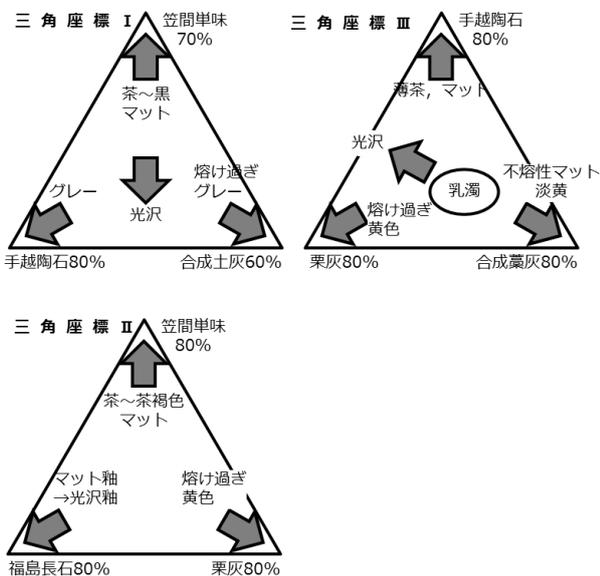


図1 三角座標の試験結果

三角座標による試験結果を踏まえ、笠間産資源それぞれの特徴を活かしながら、笠間焼業界での利用、普及を念頭に釉薬開発を進めた。具体的には、三角座標の試験から選択した基礎釉に、表4に示した原料を適宜添加した。表5に開発した釉薬3種類の原料配合比例とゼーゲル式を示す。

黄色マット釉は、鉄分を多く含む笠間単味を多用しているため、粘土質マットの釉で、暗い黄色～黄土色の釉薬である。灰マット釉は、釉薬の厚みや素地の影響により外見が変化し、施釉方法等を工夫することにより釉調・発色の変化を制御できる釉薬である。象牙色マット釉は、栗灰を多用した釉薬で、他の2つとは異なり塩基性マット釉であり、栗灰に少量含有される鉄分等によって淡い黄色を帯びた釉薬である。それぞれの釉薬を用いて、酸化焼成（最高温度：1250℃）した試作品を図2に示す。

表4 添加材の種類と外割添加量

添加材	添加量(%)	添加材	添加量(%)
弁柄	2, 4	酸化ニッケル	0.5, 1
酸化クロム	0.25, 0.5	酸化チタン	3, 5
ルチル	3, 5	酸化錫	3, 5
酸化マンガン	1, 3	ジルコン	3, 5

表5 開発した釉薬の配合比とゼーゲル式

①黄色マット釉			
笠間単味	60%	0.07KNaO	0.53Al ₂ O ₃
手越陶石	5%	0.69CaO	2.3SiO ₂
合成土灰	35%	0.24MgO	S/A = 4.3
酸化チタン	3%		
②灰マット釉			
笠間単味	40%	0.29KNaO	0.77Al ₂ O ₃
栗剪定枝灰	20%	0.54CaO	3.3SiO ₂
福島長石	40%	0.17MgO	S/A = 4.3
③象牙色マット釉（栗灰釉）			
手越陶石	10%	0.09KNaO	0.17Al ₂ O ₃
栗剪定枝灰	40%	0.70CaO	2.0SiO ₂
合成藁灰	50%	0.21MgO	S/A = 11.8
酸化錫	5%		



図2 開発した釉薬を用いた試作品

4. まとめ

笠間焼産地を象徴する商品群の創出のため、黄色マット釉、灰マット釉、象牙色マット釉の3種類の釉薬を開発した。

今後、開発した釉薬については業界内への配合提案を実施し、商品開発に繋げるべく支援をしていくとともに、笠間産資源の特徴を活かした釉薬の種類を増やすための試験を継続していく予定である。

5. 参考文献

1) 吉田博和, 橋本俊郎, 中野睦子, 深町明, 高田有康, 剪定枝などの農林廃棄物の地域資源化技術の確立, 茨城県工業技術センター研究報告 第39号, 57-60 (2011)
 2) 吉田博和, 尾上彩, 常世田茂, 佐藤剛, 笠間焼の新素地・新釉薬の開発, 茨城県工業技術センター研究報告 第43号, 43-46 (2015)