

赤外線低放射率陶磁器素材の調査

岡本康男*, 橋本典嗣*, 真弓 悠*

Research of Low Infrared Radiation Materials for Earthenware

Yasuo OKAMOTO, Noritsugu HASHIMOTO and Yutaka MAYUMI

Earthenware has characteristic of high heat retention and high infrared radiation. Thermal radiation is generated highly from surface of high infrared radiation materials. It is disadvantageous to thermal retention. In this research, glaze is high infrared radiation materials, but liquid gold (a kind of on-glaze) is very low infrared radiation.

Key words: Low Infrared Radiation, Glaze, Earthenware, Liquid Gold, FT-IR

1. はじめに

陶磁器は金属などの他の素材に対して比熱が小さく、また土鍋をはじめとする耐熱陶器は熱衝撃を和らげるために多孔質になっているため、断熱性が優れている。その比熱の高さや断熱性により、一旦温まると冷めにくく、保温性が高いため、最近では余熱調理用の器具として土鍋が重宝されている。

また、陶磁器をはじめとする多くのセラミックスは赤外線放射率の高い素材¹⁾としても知られており、工業用の乾燥、加熱や家庭用の調理機器など、多くの使用事例が見られる²⁾。そのため、過去にはより高放射率になる釉薬や顔料の開発が多く行われてきた³⁻⁵⁾。しかしながら赤外線の放射率が高いとその表面から熱線（輻射）が多く出たため、保温性には不利に働くと考えられる。

そこで、耐熱陶器の保温性を向上させるために、熱線が出にくくなる様に、赤外線放射率が低い陶磁器素材の調査を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 ゼーゲル式による釉薬での赤外線放射率測定

* 窯業研究室

グラタン皿など耐熱陶器にも使用されている市販の半磁器坯土を石膏押し型にて約 35 mm×35 mm×6 mm の試料を成形した。これを 800 °C で素焼きした後に、研磨機にて厚みを 6 mm から 4 mm 程度まで湿式で研磨し、さらに 1200 °C で焼成したものを釉薬塗布用試料とした。ホットプレート上で加熱した試料にゼーゲル式 (0.2KNaO, 0.4CaO, 0.1MgO, 0.2SrO, 0.1ZnO, 0.3~0.5Al₂O₃, 2.5~4.5SiO₂) に基づいて調合した釉薬スラリーを表面のみディッピングで施釉し、これを再度 1200 °C で焼成した。釉表面状態を目視にて確認した後に、広帯域赤外分光分析装置 ((株) 島津製作所 IRTracer-100) にて表面温度 400 °C における分光エネルギー量を測定し、赤外線波長域 (2.5~25 μm) での積分放射率を求めた。

2.2 ラスター液、金液での赤外線放射率の評価

陶磁器の加飾技術のひとつとして、金加飾がある。その中で、貴金属（金、白金およびパラジウム等）の液体状の加飾材料で、上絵付けの焼成温度で金属光沢になる金液⁶⁾がある。また金液製品の一つの範疇で、焼成することによる貴金属や遷移金属酸化物薄膜の干渉色の光彩が得られるラスター液がある。2.1 で試験した釉調合の内、ゼー

ゲル式 (0.2KNaO,0.4CaO,0.1MgO,0.2SrO,0.1, ZnO,0.4Al₂O₃,3.5SiO₂) で調合した透明釉を 2.1 で作成した釉薬塗布用試料に施釉焼成した。これにラスター液や金液を塗布し、780 °C で焼成した後、表面温度 400°C における赤外線波長域 (2.5 ~25 μm) での積分放射率を求めた。

3. 結果および考察

3. 1 ゼーゲル式による釉薬での赤外線放射率の評価

アルカリが 0.2KNaO,0.4CaO,0.1MgO,0.2SrO, 0.1ZnO のゼーゲル式により調合し、1200 °C で焼成した時の釉外観及び表面状態を図 1 に示す。

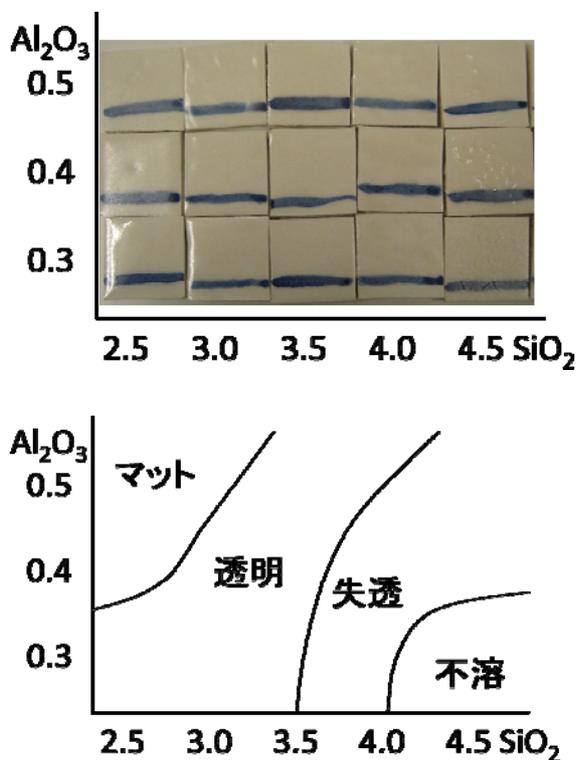


図 1 1200 °C で焼成した時の釉外観及び表面状態

Al₂O₃ : SiO₂ 比が 1:10 を中心に透明釉となり、SiO₂ が多くなると失透釉、Al₂O₃ が多くなるとマット釉になることが確認された。また、同様に調合・焼成した、釉の 400 °C における積分放射率を図 2 に示す。

マット釉の方が若干、積分放射率が高くなることが確認されたが、これは表面の凹凸が多いためと思われる⁷⁾。なお、全体的に積分放射率は 80 % 以上とかなり高い放射率であった。

Al ₂ O ₃	0.5	87.9	83.4	84.6	85.5	85.8
	0.4	87.2	82.9	86.8	83.5	82.1
	0.3	85.7	86.0	83.3	85.7	86.2
		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5 SiO ₂

図 2 1200 °C で焼成した時の 400°C における積分放射率

3. 2 ラスター液、金液での赤外線放射率の評価

透明釉のみとラスター液を塗布して 780 °C で焼成した時の色と積分放射率を表 1 に示す。

表 1 各種ラスター液の色と 400 °C における積分放射率

色	積分放射率(%)
透明 (釉のみ)	85.5
ピンク	87.9
水色	84.9
赤	84.9
青	81.8
緑	83.9
黒	69.8
銅	64.5

透明釉のみよりも積分放射率が若干低くなることが確認された。一般的に金属の積分放射率は低いため⁸⁾、ラスター液に含まれる貴金属の影響によるものと思われる。

透明釉のみと各種金液を塗布して 780 °C で焼成した時の色と積分放射率を表 2 に示す。

表 2 各種金液の色、含有貴金属及び 400 °C における積分放射率

色	含有貴金属	積分放射率(%)
透明 (釉のみ)	-	85.5
金	金	3.3
銀	白金	17.1
銀	金、パラジウム	19.8

いずれの貴金属を含有した金液も塗布することでかなり低い積分放射率を有する事が確認された。これは釉よりも低積分放射率の貴金属が釉表面を覆ったためと思われる。特に金の場合は3%程度と、非常に低いことが確認された。

4. まとめ

今回試験を行った釉薬の400℃における赤外線放射率は80~90%と高い赤外線放射体であった。

ラスター液を塗布・焼成することで、釉薬よりも若干放射率が低くなる事が確認された。また、金液を塗布・焼成することで、放射率は3~20%とかなり低い遠赤外線放射体となった。

平成29年度は放射率の異なる釉を活用した保温性が高い陶磁器を開発するとともに、その評価方法についても検討していく予定である。

謝辞

ラスター液や金液を評価するにあたり、多数のサンプル提供及び塗布をしていただきました、日本金液株式会社様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 高島廣夫, 杉山豊彦: “遠赤外線の基礎”. セラミックス, 23, No.4, p287-293 (1988)
- 2) 社団法人日本機械工業連合会, 社団法人遠赤外線協会: “平成22年度放射伝熱の適用分野と具体的な事例による省エネ効果検証に関する調査研究報告書”. p233-274 (2010)
- 3) 国枝勝利, 熊谷哉: “高効率赤外線放射セラミックスの研究第1報”. 三重県窯業試験場年報 24, p31-33 (1989)
- 4) 国枝勝利: “高効率赤外線放射セラミックスの研究第3報”. 三重県窯業試験場年報 25, p54-59 (1990)
- 5) 天野和男, ほか: “セラミックスに被覆した高効率赤外線放射体の高温特性”. 愛知県瀬戸窯業技術センター報告 No.30, p12-17 (2001)
- 6) 法月廣: セラミック工学ハンドブック (第2版) [応用]. 技報堂出版. p602-604 (1989)
- 7) 山口典男, ほか: “無機材料の遠赤外線放射特性と応用製品に関する研究”. 長崎県窯業技術センター研究報告 56, p1-7 (2008)
- 8) 山口典男 “: 各種素材の遠赤外線放射率の特徴”. 長崎県窯業技術センター研究報告 61, p37-39 (2013)