

耐熱陶器の水漏れやこげつきを低減する釉薬の開発

林 茂雄*, 岡本康男**

Study of Glaze to Reduce Water Leakage or Scorching for Heat-Resistant Pottery

Shigeo HAYASHI and Yasuo OKAMOTO

1. はじめに

土鍋等の耐熱陶器は、耐熱衝撃性能を付与するために素地内部に気孔を持ち、透水性があることが多い。このため水漏れによる臭いの発生や沸騰までに時間を要する場合がある。そこで、当室が開発した耐酸性を向上した耐熱陶器用釉薬¹⁾の透水性を改良することにより、水漏れの低減を検討した。

次に、フライパンや炊飯器の様な加熱調理器具では、こげつきを少なくするために、内側表面に細かな凹凸を出し、食材との接地面を少なくしている事がある。陶磁器の場合、様々な凹凸をつけてこびりつき等を防止する研究²⁻⁴⁾があるものの加熱によるこげつきについてはあまり行われていない。

陶磁器の表面は一般的に透明釉が多く、その表面は非常に平滑である。それ以外にも目視では確認できない様な非常に細かい凹凸のあるマット釉もある。これら表面状態の異なる釉の表面状態を評価するとともに食材の離型性について調査したので報告する。

2. 実験方法

2.1 透水性を改良した耐熱釉薬の調製

当室が開発した耐酸性を向上した耐熱陶器用釉薬¹⁾のうち、透水性が小さいことが期待できる釉薬組成を基準にして、酸化亜鉛(ZnO)、ジルコン($ZrSiO_4$) および黒顔料の添加効果を確認した。

酸化亜鉛の添加により釉薬に低熱膨張性結晶であるウィレマイト(Zn_2SiO_4)が析出することによる透水性低減の可能性があることから、表1のNo.1の釉薬組成を基準釉薬として、さらなる酸化亜鉛を添加した釉薬(No.2と3)、基準釉薬へのジルコン添加釉薬(No.4)と基準釉薬への黒顔料添加釉薬(No.5)をポットミルで12時間粉碎混合して調製した。釉薬は、容積250 mLの耐熱陶器(図1)に施釉して、1160℃、1180℃および1200℃の各温度で1時間保持した酸化焼成にて透水性評価試験用試料を作成した。なお、耐熱陶器の素地の熱膨張係数を表2に示す。これらの耐熱陶器に水道水250 mLを入れて、5時間後の耐熱陶器の重量(吸水重量)を測定し、乾燥重量から次式により透水率を求めた。

$$\text{透水率(\%)} = \frac{(\text{吸水重量} - \text{乾燥重量})}{\text{乾燥重量}} \times 100$$

表1 透水性を改良した耐熱釉薬組成 (%)

No.	1	2	3	4	5
ペタライト#200	75	75	75	75	75
亜鉛華	5	9	11	9	9
炭酸ストロンチウム	5	5	5	5	5
マグネサイト	8	4	2	4	4
鼠石灰石	1	1	1	1	1
蛙目粘土	6	6	6	6	6
小計	100	100	100	100	100
ジルコン				3	
HM700(黒顔料)					7

表2 耐熱陶器素地の熱膨張係数

焼成温度・保持時間・雰囲気	熱膨張係数($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}@600^{\circ}\text{C}$)
1160℃ 1時間保持 酸化焼成	1.739
1180℃ 1時間保持 酸化焼成	1.806
1200℃ 1時間保持 酸化焼成	2.382

* 窯業研究室

** 窯業研究室伊賀分室



図1 耐熱陶器（透水性評価試験用試料）

の付着状態を図2に示す。

表3 透水性評価試験結果

焼成温度	No.	透水性(%)	水漏れ
1160℃	1	9.4	有+
	2	9.5	有
	3	5.0	有
	4	9.4	有+
	5	3.7	無
1180℃	1	8.8	有+
	2	8.5	有
	3	9.3	有+
	4	8.6	有+
	5	8.8	有
1200℃	1	2.8	無
	2	5.8	ほぼ無
	3	4.1	無
	4	6.8	ほぼ無
	5	6.8	ほぼ無

2.2 こげつきによる食品離型性の調査試験

一般的にゼーゲル式により釉調合する際は Al_2O_3 が多くなると徐々にマット状になり、表面の凹凸に変化が生じる。そこでゼーゲル式において 0.2 KNaO, 0.4 CaO, 0.1 MgO, 0.2 SrO, 0.1 ZnO および SiO_2 2.5 と固定し、 Al_2O_3 を 0.3~0.7 に変えた組成にして 100g 調合した。

これをポットミルにて4時間湿式にて粉碎後、鑄込成形した半磁器土素焼試験体 (SEM 観察: $12 \times 6 \times 120$ mm, 表面粗さ測定: $24 \times 7 \times 110$ mm, 食品離型: $\phi 95 \times 8$ mm) にディッピング施釉し、1180℃焼成した。

その時の釉表面状態を熱電子型 SEM (日立ハイテクノロジー SU3800) で観察し、平均粗さを表面粗さ測定機 (ミットヨ SV-3100 S4) で測定した。

また、食品の離型性については 210℃まで加熱した試験体の上に油をひかずにホットケーキミックス生地を流して両面を2分間焼いた。金属へらで返しをする時、試験体に付着した生地量を目視により確認した。

3. 結果

3.1 透水性を改良した耐熱釉薬

透水性評価試験結果を表3に示す。焼成温度が高くなると透水性が低減して、1200℃焼成した試料の透水性は3~7%であり、水漏れもほぼ無い状態であった。

3.2 こげつきによる食品食品離型性

Al_2O_3 比を変えた釉薬を 1180℃で焼成した時の表面粗さ・状態およびホットケーキミックス生地

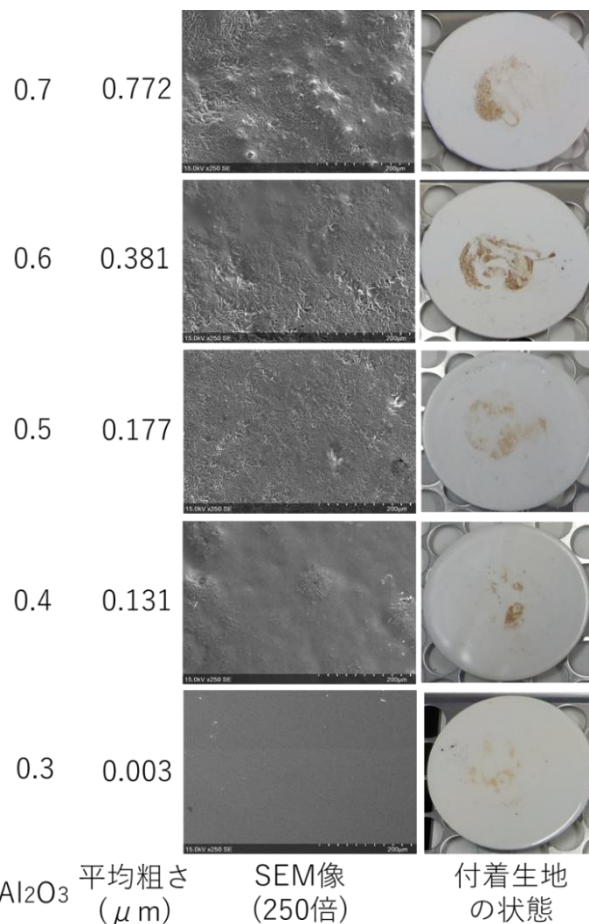


図2 Al_2O_3 を変えた組成の釉薬表面の平均粗さ、SEM 像および付着生地の状態

Al_2O_3 比が高くなると釉表面に細かな針状結晶が多くなった、それに伴って平均粗さの数値も大

きくなった。なお $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.7$ では針状結晶以外に大きな凹凸も確認され、それにより溶け不足の様な手触りとなった。

釉の平均粗さが小さく、針状結晶が無いような表面が平滑なものが最も焼いた生地が取れやすく、表面が粗くなるにつれこげつきが大きくなった。ただし最も表面粗さが大きい釉はこびりつきが若干小さくなった。

4. まとめ

4.1 透水性を改良した耐熱釉薬

耐酸性を向上した耐熱陶器用釉薬の組成のうち酸化亜鉛を増加することにより、透水率を低減して、水漏れがほぼ無い釉薬を開発することができた。

4.2 こげつきによる食品離型性

ゼーゲル式により釉調合において Al_2O_3 比を変えることで平滑面や針状結晶による凹凸面を得る

ことができた。

これに対してホットケーキミックス生地を焼いたところ、釉表面が平滑なものが最も取れやすかった。

参考文献

- 1) 林 茂雄ほか：“耐酸性を向上し萬古焼釉薬の開発”。三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, 32, p42-45 (2008)
- 2) 岡本康男ほか：“低摩擦性釉薬の開発”。三重県工業研究所研究報告, 35, p95-97 (2011)
- 3) 吉田英樹ほか：“陶磁器の表面改質に関する研究”。長崎県窯業技術センター研究報告, 64, p3-8 (2016)
- 4) 秋月俊彦ほか：“水で油汚れが落ち易い陶磁器の開発”。長崎県窯業技術センター研究報告, 68, p35-38 (2020)