

研究論文

化粧土を用いた炝器の食洗機耐久性向上

立木翔治*1

Improvement of Dishwasher-durability of Stoneware by Forming an Engobe

Shoji TACHIKI*1

Tokoname Ceramic Research Institute*1

炝器(せつ器)質の食器について、家庭や調理場で近年普及が進む食洗機に対応するため、素地表面に「チャラ」(化粧土)を被覆させて、吸水性の低下及び耐久性の向上を試みた。炝器質特有の風合いを損ねることのない艶出しチャラを被膜させた結果、3%程度あった吸水率が0.7%まで低下し、洗浄後の匂いの残留防止に効果が期待できることがわかった。また、実際の業務用食器洗浄機を用いて500回の繰り返し洗浄を行った前後の重量の変化は0%であり、割れや欠けは認められなかった。

1. はじめに

近年、家庭や調理場において食器洗浄機の普及が進んでおり、国内の家庭での普及率は30%強に達している。

常滑焼の産地では、朱泥急須に代表される茶器の製造が盛んである。これらの製品は炝器質であり、磁器質と比較して吸水性を有する場合があることから、乾燥後に食品や洗剤の匂いが残る懸念がある。また、一般に炝器質は磁器質と比較して機械的強度が低いことから、食器洗浄機使用時に割れや欠けが生じる懸念もある。

2020年に「ボーンチャイナ製食器の洗浄に対する化学的耐久性試験方法(JIS S 2403)」が制定された。これを受けて、一部の陶磁器製品では試験検証の対応が進みつつあるが、炝器製品の耐久性に関する研究は十分に行われていない。

本研究では、常滑焼炝器の食器洗浄機に対する耐久性の現状把握及び炝器質製品特有の風合いを損ねることのない耐久性向上策について検討した。

2. 実験方法

2.1 素地土の化学組成及び基礎物性

供試体作製に当たって、素地土として「とこなめ自在土」(とこなめ焼協同組合製造)を選定した。通常の常滑焼の焼成温度(1200℃)で十分に焼き締まるこの素地土の化学組成について、蛍光X線分析装置(株式会社リガク製、Supermini200)を用いて分析した。試験方法は、「耐火物製品の蛍光X線分析方法(JIS R 2216)」に基づいて検量線法を用いた。また、強熱減量(1050℃加熱)を併せて測定した。

吸水率及び曲げ強さの供試体は、鑄込み法により

φ12mmの丸棒形状に成形し、室温で乾燥後に1200℃で酸化焼成して作製した。吸水率は煮沸法(JIS A 1509-3)、曲げ強さは「ファインセラミックスの室温曲げ強さ試験方法(JIS R 1601)」に基づいて試験を行った(n=3)。

2.2 素地土の化学的耐久性評価

化学的耐久性評価の供試体は、鑄込み法により矩形(40mm×40mm、高さ10mm)に成形し、室温で乾燥後に1200℃で酸化焼成して作製した。

得られた供試体の吸水率を煮沸法(JIS A 1509-3)により測定した。その後、JIS S 2403の「8.2.1 浸せき試験液(業務用)の調製」において、「a) 浸せき試験液A」で規定された溶液に浸せきした(図1)。



図1 浸せき中の様子

*1 産業技術センター 常滑窯業試験場 材料開発室

化学的耐久性に浸せき前後の色合いの変化で評価を行うこととし、浸せき前後の供試体の表面色をハンディ型色彩計(日本電色工業(株)製、NR-12)で測色し、色差を算出した。なお、光源は白色 LED である。

2.3 化粧土(チャラ)による吸水性の改善

珧器質の吸水率を低下させるため、化粧土を用いた表面被膜形成について検討した。

吸水性改善評価の供試体は、鑄込み法により湯呑形状及びφ12mmの丸棒形状に成形し、室温で乾燥後にチャラの推奨温度である1120℃で酸化焼成して作製した。

チャラは「艶出しチャラ」(とこなめ焼協同組合製造)を用い、室温乾燥させた成形品を液体状の化粧土に潜らせた後、再度室温乾燥させてチャラ掛けを行った。

また、チャラを掛けずに1120℃で酸化焼成した湯呑形状供試体を用意し、湾曲していない外側の底面部について、2.2項の方法で表面色を測定した。

また、丸棒形状の供試体についてもチャラの掛っていない供試体を作製し、チャラ掛けによる機械的強度の変化を2.1項の方法で検討した。

2.4 実機による耐久性評価

2020年にJIS規格に試験方法が制定される以前は、食器洗浄機耐久性評価は、もっぱら実機による繰り返し洗浄試験により実施されていた。具体的には、家庭用食器洗浄機より高温・高圧の条件で洗浄する業務用食器洗浄機を用いて¹⁾、500回の繰り返し洗浄²⁾を実施する。洗浄の前後において、色合いの変化や割れや欠け等の発生を確認し、耐久性の有無を判別していた。

本研究においても、実機による耐久性評価を実施した。

表1の条件で業務用食器洗浄機(フクシマガリレイ株式会社製、U50)を用いて500回の繰り返し洗浄を行い、乾燥前後の重量の変化を測定した。

表1 食洗機の洗浄条件(1回当たり)

洗浄時間	60 sec
液体洗剤の量	3.0 ml
液体リンスの量	0.3 ml

なお、供試体は、「艶出しチャラ」の他に、とこなめ焼協同組合の製造した3種類の化粧土(赤チャラ、白チャラ、黒チャラ)を被覆させたものを用意し、食器洗浄機の専用ラックへ設置した(**図2**)。



図2 様々な化粧土(チャラ)で被覆した珧器
上:黒 下:艶出し 右:赤 左:白

3. 実験結果及び考察

3.1 素地の化学組成及び基礎物性

表2に「とこなめ自在土」の化学組成を示す。

1200℃で酸化焼成した供試体の吸水率は3.5%、曲げ強さは37.7MPaであった。

一般的な朱泥製品は1%以下の吸水率のものが多いため、比較的吸水性のある珧器であった。

3.2 素地土の化学的耐久性評価結果

矩形の供試体の吸水率は、3.8%であった。

矩形の供試体の、洗剤を模擬した溶液への浸せき前後の外観は、目視ではほとんど変化がなく(**図3**)、測色値も同様であった(**表3**)。

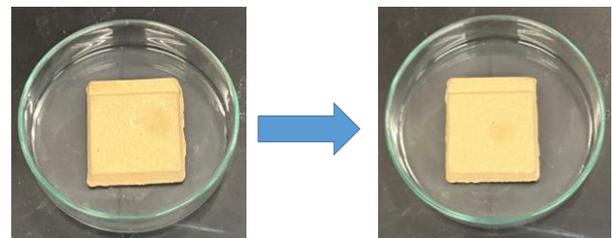


図3 浸せき前後における供試体の外観

表3 浸せき前後における供試体の表面色

	L*	a*	b*
浸せき前	65.84	3.00	23.55
浸せき後	62.59	2.28	23.74

表2 「とこなめ自在土」の化学組成

化学組成(wt%)								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	LOI
65.8	16.6	1.76	0.70	0.36	0.42	0.59	2.20	6.42

浸せき前を基準色とした色差は $\Delta E=2.3$ となった。

以上より、「とこなめ自在土」は業務用食器洗浄機による繰り返し洗浄を想定した模擬洗剤溶液に対して、十分な化学的耐久性を有することが分かった。それと同時に、測色機を用いることで色合いの変化を定量的に把握することができた。

3.3 化粧土による吸水率及び曲げ強度の変化

「艶出しチャラ」を掛けて焼成した供試体の吸水率は 1120°C と通常の炝器質の焼成温度 (1200°C) より低いにも関わらず、 0.70% に低下させることができた。外観については、艶はあるものの、チャラの掛っていない供試体と比べてやや暗い色合いとなった(図 4)。

湯呑形状の底面部外側の色合いについて、測色機により表 4 の値が得られた。

表 4 チャラ掛けによる炝器の表面色の変化

	L*	a*	b*
チャラ有	54.46	3.43	23.62
チャラ無	78.06	5.45	24.82

チャラ有無の測色値を比較すると、明度を示す L^* の低下が大きく、チャラ無の供試体を基準色とした色差は $\Delta E=20.4$ となった。

今回用いた艶出しチャラは、常滑焼で最も製造の盛んな朱泥急須の素地表面に艶を出す産地の独自技法である。チャラを掛けたことによる色差は、3.2 項の浸せき試験よりも大きな値となったが、吸水率は大幅に減少した。

以上より、産地の独自技法により炝器特有の風合いを維持しつつ、食洗機耐久性を向上させることが可能であった。

併せて実施した強度試験の結果(表 5)、化粧土の有無によって曲げ強さに変化のないことが分かった。また、チャラ無で焼成温度が 1120°C の場合の曲げ強さは 37.7MPa であり、3.1 項に記載のとおり、焼成温度が 1200°C と同じ値となった。

表 5 炝器の機械的強度変化(n=3)

	チャラ有	チャラ無
曲げ強さ(MPa)	37.6	37.7

3.4 実機による耐久性評価結果

「艶出しチャラ」、「白チャラ」、「赤チャラ」及び「黒チャラ」を掛けて焼成した供試体の 500 回の繰り返し洗浄前後における乾燥後の重量変化は 0% であり、割れや欠けは認められず、500 回の繰り返し洗浄における物理的耐久性があるものと考えられた(表 6)。

表 6 チャラ掛け炝器の洗浄前後の乾燥重量

	洗浄前 (g)	洗浄後 (g)
艶出しチャラ	116.82	116.83
白チャラ	254.86	254.86
赤チャラ	277.83	277.86
黒チャラ	161.89	161.90

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 常滑焼製品に使用される「とこなめ自在土」について、化学組成、吸水率及び曲げ強度を算出した。吸水率は 3.0% であり、一般的な朱泥製品に対して比較的大きな値であった。



図 4 化粧土による炝器の色合いの変化

- (2) 矩形の供試体を作製し、JIS S 2403 に基づく化学的耐久性評価を行った。業務用食器洗浄機による繰り返し洗浄を想定した模擬洗剤溶液による浸せき前後での表面色は目視ではほとんど変化がなく、十分な化学的耐久性を有していた。また、色彩計により算出した色差は、 $\Delta E=2.3$ となり、常滑焼製品に使用される坏土の食洗機に対する化学的耐久性を定量的に把握できた。
- (3) 液体状の化粧土である「艶出しチャラ」を用いて吸水性の低下を試みたところ、吸水率が 3.0 から 0.7% に減少した。チャラのない炻器と比較すると、目視ではやや暗い色合いとなり、測色計を用いてその色差を算出すると $\Delta E=20.4$ であった。併せて、3 点曲げ試験によって曲げ強度を測定したが、チャラの有無によって機械的強度はほとんど変化がなく、焼成温度 1200°C の供試体と同じ値となった。
- (4) チャラを掛けた 4 種類の炻器について、実機(業務用食器洗浄機)による耐久性評価を実施したところ、500 回の繰り返し洗浄前後における重量変化は 0% であった。また、割れや欠けは認められず、500 回の繰り返し洗浄における物理的耐久性があるものと考えられた。

謝辞

本研究の実施に当たって、4 種類の化粧土及び素地土をご提供いただいたとこなめ焼技術協議会に感謝します。

文献

- 1) 山ノ井翼, 吉葉光男, 塚本準一: 栃木県産業技術センター研究報告, **15**,78-80(2018)
- 2) 桑田和文: 佐賀県窯業技術センター研究報告, 2010 年度, 23(2010)