

6) 陶磁器の洗浄性向上に関する研究

食洗機による洗浄耐久試験

桑田 和文

本研究は、陶磁器の洗浄性を向上させることを目的に実施した。本年度は、撥水コーティングのうちフッ素樹脂を用いる技術について試作品にて耐久試験を実施し、撥水コーティング剤等についても検討を行った。前年度、陶磁器表面に凹凸を加え、さらに撥水性を付加することで洗浄性を向上させる技術の特許を出願している。食器を製造している県内企業に対し、その技術を用いた新しい商品開発のための技術指導を行った。また、洗浄耐久性試験において業務用食器洗浄機で 500 回の耐久性があることが確認できた。

1.はじめに

本研究は、佐賀県産陶磁器が他産地商品との競争において優位性を増し、売れる商品作りを可能にする技術として陶磁器の洗浄性を向上させる技術を開発することを目的に行った。

平成 22 年度に報告された伊万里・有田地区の事業調査¹⁾によれば、商社は、「食洗機対応など生活スタイルにあった製品」を望んでおり、また、13.1%の消費者は、今後、機能性が高くなれば伊万里・有田焼を購入すると回答している。さらに、25.9%の売り手側の百貨店は、売り上げの低下への対応策として産地・メーカーとの高付加価値商品開発が有効とする回答をしている。このようなデータから、陶磁器産業活性化の方向として、ライフスタイルの変化による需要構造に対応することが必要であり、具体的には、食器洗浄機等の家電製品の普及によって“変化し続けている 求められている食器”を提案し、付加価値の高い新商品を開発することが必要であるという報告がなされている。

このような、窯業界をとりまく課題に技術面から対応するため、当センターでは陶磁器の表面に最適な形状・大きさと配列を持つ凸部を作成し撥水コーティングを施すことで家庭用の食器洗い乾燥機(洗剤なしモード)においてご飯粒のでんぷん汚れが面積ベースで通常のものより約4倍落ちやすくなることを見出し²⁾、平成 21 年度に特許申請を行っている。

この技術を用いて実際に商品化を進めるためには、その耐久性が重要になってくる。そこで、本年度は、試作した米飯汚れが付きにくく落ちやすい飯碗の洗浄耐久性試

験を業務用食器洗浄機および家庭用食器洗い乾燥機を用いて実施した。

2.実験方法

2.1 業務用食器洗浄機における耐久性試験

この耐久試験で用いた試作飯碗は、天草撰中陶土を用い実際の量産時に想定される圧力鑄込みにより成形、珪灰石釉を施釉したものである。形状は、図1に示すように直径 11.7cm、高さ 5.0cm とした。容量は、ご飯が栄養学的に2単位(160kcal)に相当する95g入る大きさとした³⁾。また、高台の直径および高さは、それぞれ 3.8cm、0.5cm である。碗の内側には、最終的に最もご飯粒汚れ残りが少なくなる実験結果を得た 断面直径が2mmとなる1/3球がその中心間距離が2~4mmの範囲をとる格子状パターンを採用した²⁾。また、撥水剤には、フッ素樹脂系のシランカップリング剤(信越化学工業株式会社製 X-24-7890)を用

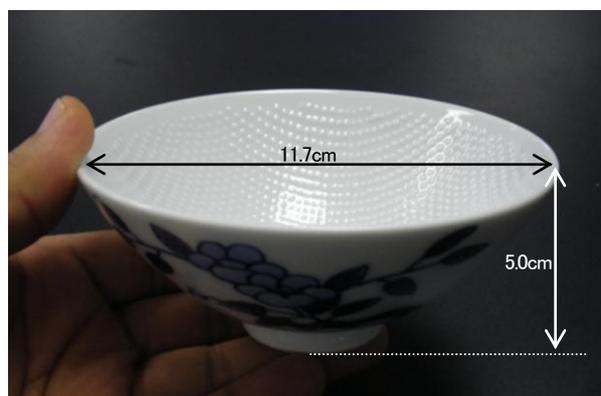


図1 試験で用いた飯碗の形状

い、耐久性を向上させるための中間層のセラミックス膜には、オキシ塩化ジルコニウム八水和物(和光純薬株式会社製 特級)0.10mol/L 溶液を塗布乾燥後 500°Cで焼成したものを採用した⁴⁾。製品重量は業務用食器洗浄機で洗浄することを考慮し、洗浄時の水圧で移動し破損することのないよう 165g とした。洗浄には、実際に外食産業で用いられている業務用食器洗浄機(ホシザキ製 JW-450SUD3 形)を用いた。洗剤は、業務用食器洗浄機用洗剤(ニイタカ製リキッド PA)を、リンス剤は、業務用食器洗浄機用乾燥仕上剤(ニイタカ製リンス P)を用いた。濃度は、それぞれ 0.1~0.2%、0.005~0.01%となるよう洗浄機の自動投入を設定した。洗浄モードは、1サイクル 2分の標準コースを採用した。なお、洗浄中の溶液のpHは、11、洗浄水の温度は 55°Cであった。

業務用食器洗浄機による耐久試験は、500 回洗浄後、ご飯を所定の量入れ 1 時間放置後取り出し 3 時間放置後家庭用食器洗い乾燥機の洗剤なしモード(洗い 25 分+すすぎ 2 回・加熱すすぎ 1 回 34 分+乾燥 30 分)で洗浄したものをヨウ素でんぷん反応を用いて染色することにより評価を行った。ここで、耐久性に関して、技術指導を行っている企業の取引商社より耐久性は 500 回あるということを示せばよいというご意見をいただいていたため今回は、500 回を耐久性の目安とした。

2.2 家庭用食器洗い乾燥機における耐久性試験

この耐久試験では、前項と同様の飯碗を用いた。家庭での使用も考慮し、家庭用食器洗い乾燥機のラックに収納したときに洗浄水が内側面に当たる剤と側面が接しないような図 1 のような平茶碗の形状を採用した。洗浄には、実際に家庭で用いられている家庭用食器洗い乾燥機(ナショナル製 NP-60SS5 型)を用い、標準コース(ミスト 8 分+洗い 16 分+すすぎ 3 回・加熱すすぎ 1 回 38 分+乾燥 30 分)にて洗浄を行った。給水温度は、10±5°C、洗浄時およびすすぎ時の水温は、それぞれ 35°C、60°Cであった。洗剤は、食器洗い乾燥機専用洗剤(レキットベンキーズ・ジャパン製 フィニッシュジュエル中性)を用いた。家庭用食器洗い乾燥機による耐久試験は、前項と同様の条件で実施した。

3.結果と考察

3.1 業務用食器洗い機における耐久性試験

図 3 に業務用食器洗浄機による 500 回洗浄耐久性試験の結果を示す。凸部加工のみの飯碗は凹部にでんぷんの汚れが多数確認できた。凸の部分には見られなかった。撥水加工のみの飯碗は、わずかにでんぷん汚れを確認できた。一方、凸部加工と撥水加工の両方を行ったものは、汚れを肉眼では認識できなかった。このことは、両方の加工を行ったものは、500 回の耐久性を持ち合わせているということができる。なお、サンプルの数を 18 個に増やして実施した結果も同様であった。

図 2 は評価の際の家庭用食器洗い乾燥機の洗浄モードを洗剤なしの予洗いモード(洗い 7 分のみ、水温 10±5°C)と穏やかな条件で洗浄したものである。なお、表記上、縦軸の 50 回を超えたところは 50 回のところへプロットしている。グラフの横軸の洗浄回数 100 回までのところを比較すると凸部加工のみのものは、すでに 50 回を越えており、急激に汚れが落ちるまでの回数が増加しているということが分かる。撥水加工のみのものは 12 回と穏やかに増加し、凸部加工と撥水加工の両方を行ったものは 4 回とさらに穏やかに増加している。ここで、100 回洗浄時のそれぞれの接触角は、13.7、86.8、88.4 度で、250 回洗浄時のそれは 13.5、74.8、85.9 であった。業務用食器洗浄機による洗浄では、洗剤溶液が pH11 の熱アルカリとなり直接釉薬表面

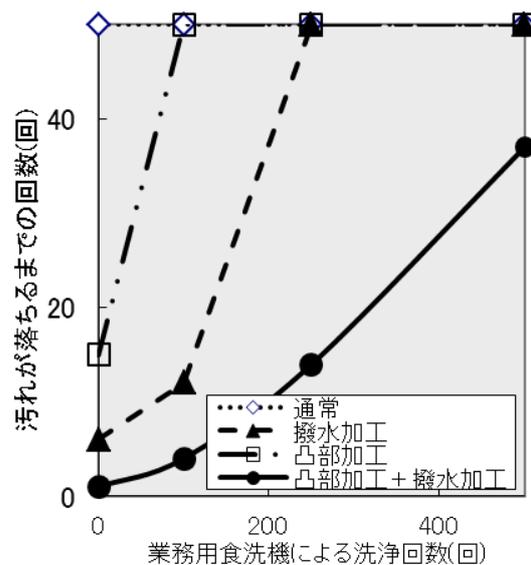


図 2 業務用食器洗浄機による耐久試験

を侵すため、コーティングのない釉薬表面を持つ凸部加工のみのものが急激に耐久性が低下しているものと考えられる。凸部加工のみのものと凸部加工に撥水加工を加えたものを比較すると、後者は、グラフの傾きが小さく耐

久性が大幅に向上していることが分かる。これは、撥水加工時につけたフッ素樹脂および中間層のジルコニウムを含んだ膜が存在するため釉薬と洗剤のアルカリ溶液が直接接しないようになっているため耐久性が向上したものと考えられる。撥水加工のみのものと撥水加工に凸部加工を加えたものを比較するとこちらも後者が、グラフの傾きが小さく耐久性が向上していることが分かる。また、洗浄耐久性に関して凸部加工、撥水加工、両方の加工を施したものについて、新品(図2の横軸0)のとき、100回洗浄後、250回洗浄後と業務用食器洗浄機による洗浄回数が増えるにつれて汚れが落ちるまでの回数の差も大きくなっていく傾向がみられることから、両方の加工をすることで、ご飯粒汚れを付きにくく落としやすくする効果だけでなく、その洗浄耐久性も同時に向上させる効果があるということが分かった。

3.2 家庭用食器洗い乾燥機における耐久性試験

家庭用食器洗い乾燥機で洗浄後前項と同様の評価を行った結果、いずれの場合も、でんぷんの汚れを認めることはできなかった。これにより、家庭用食器洗い乾燥機での500回の洗浄耐久性を持ち合わせていることができる。なお、サンプルの数を10個に増やして実施した結果も同様であった。

ここで、前項と同様に、評価の際の家庭用食器洗い乾燥機の洗浄モードを洗剤なしの予洗いモード(洗い7分のみ)と穏やかな条件で洗浄したところ、凸部加工と撥水加工の両方を行ったものは100回洗浄後も1回ですでにでんぷん汚れが認められなく、250回洗浄後も3回ですでにでんぷん汚れが完全に落ちた。このように、業務用食器洗浄機に比べさらに穏やかに増加するのは、業務用の場合、洗剤の液性がpH11と高いアルカリ性を示すのに対し家庭用食器洗い乾燥機における洗浄の場合は、中性(pH7)のためコーティング膜がさらに侵されにくい条件になっているためと考えられる。

4.まとめ

本研究は、陶磁器の洗浄性を向上させることを目的に実施した。本年度は、撥水コーティングのうちフッ素樹脂を用いる技術について試作品にて洗浄耐久試験を実施

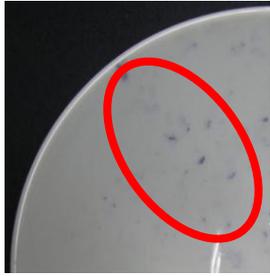
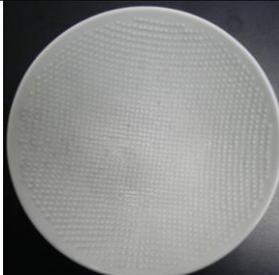
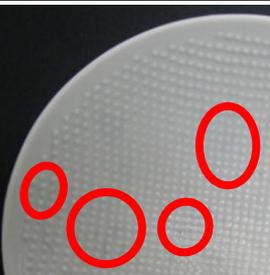
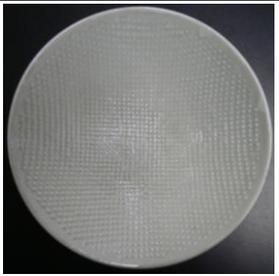
1	普通の飯碗		
	×ご飯粒の跡が確認できる		
2	撥水のみ加工飯碗		
	△ご飯粒の跡をわずかに確認できる		
3	凸部のみ加工飯碗		
	×でんぷん汚れの跡が凹部に確認できる		
4	凸部加工+撥水加工		
	○汚れを認識できない		

図3 業務用食器洗浄機による耐久試験(500回洗浄時).

し、業務用食器洗浄機、家庭用食器洗い乾燥機いずれにおいても500回の耐久性があることが確認できた。

ご飯粒のでんぷん汚れに関して、親水のコーティングのみを施した市販の飯碗を同様の条件により汚れ落ちの効果を見る試験を行った。このとき、ご飯を所定の量入れ1時間放置後取り出した時点で、ご飯粒と接している表面が乾燥しており、3時間放置すると、硬化し飯碗表面に接着していた。このような現象は、図3の1の未加工の通常の飯碗でも同様の傾向が見られている。それに対して撥水のコーティングを行った表面は、ご飯粒と飯碗表面に水分が保持され指で押すとご飯粒の移動が容易であるような状態であった。

また、凸部のみが釉薬、凹部が無釉の市販の飯碗に関しては、凸部に関しては、ミリメートルオーダーのご飯粒は、未加工の飯碗より取れやすい傾向があるが、凹部に集まるでんぷんを含んだ水の汚れは図3の3の凸部のみ加工した飯碗よりも取れにくい傾向がみられた。それに対して図3の4の凸部加工に撥水のコーティングを行ったものは凹面のでんぷん汚れも落ちやすい傾向がみられている。

前年度、陶磁器表面に凹凸を加え、さらに撥水性を付加することで洗浄性を向上させる技術の特許の出願を行った。今年度、食器を製造している県内企業に対し、その技術を用いた新しい商品開発のための技術指導を行った。この中の企業の取引先の商社で行った求評では、ご飯粒のでんぷん汚れをつきにくく落としやすくする新しい機能を陶磁器に付加し商品価値をあげる技術として注目された。今までは、撥水製品と従来の製品との差が目に見えなかったものが凹凸があることで消費者が分かりやすくなるという意見も見受けられた。現在まで生産されている従来の撥水性を付与した製品に加え、バリエーションが広がり、機能性食器の認知も今後いっそう広がっていくと思われる。

洗浄耐久性試験の際、図2のグラフの傾きがコーティングなしのものが急な理由について、陶磁器特有の釉薬表面の細かい気泡等の表面状態が関連しているのではないかと考えられる。使用頻度の高い業務用の器で急に食べ物の汚れや油がつき易く、落ちにくくなるという相談を受けることがあるが、そのような現象も今後の陶磁器表面

の研究の発展により、釉薬という特殊な表面の汚れのメカニズムが明らかになることで解明されるであろう。

参考文献

- 1)たとえば農林水産商工本部商工課,平成22年度伊万里・有田焼産地市場創出等調査事業報告,328(2011).
- 2)桑田和文,佐賀県窯業技術センター平成21年度業務報告書,6-9(2010).
- 3)文部科学省科学技術庁資源調査会編,五訂日本食品標準成分表.
- 4)白石敦則,佐賀県窯業技術センター平成11年度業務報告書,122-124(2000).