

2) 陶磁器の洗浄性向上に関する研究

米飯汚れに着目した表面形状の最適化

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行っている。本年度は、さまざまな食器の汚れのうち“ご飯粒”の汚れに着目し、表面の状態について検討を行った。異なる表面形状を持つ撥水コーティングを施したテストピースを用いて洗浄性の検討をした結果、“ご飯粒”の汚れについて陶磁器の洗浄性向上に有利な表面状態が把握できた。

1.はじめに

陶磁器製品は、食器等に広く利用されているように他素材と比較すると洗浄性が高く衛生面に優れている。しかしながら、近年のライフスタイルの変化による洋食化などで食器の汚れの種類も増加し、食器洗浄機で対応するには洗浄性が不足する傾向にある。



図1 洗浄後のご飯粒汚れ(珪灰石釉、染色後).

図1は、通常用いられる陶磁器(珪灰石釉)表面の家庭用食器洗い乾燥機による洗浄後のご飯粒汚れの写真である。なお、測定条件は次項で述べるものと同じである。これを画像解析¹⁾により洗浄後のご飯粒汚れの面積割合を算出すると2.1%となる。このように材質的に優れた陶磁器製品においても汚れの種類や洗浄条件によっては汚れが残存する可能性がある。

そこで、陶磁器に新しい“易洗浄性”の機能を付与する必要があり、また、県内陶磁器関連業界においても他産地商品との競争力がある易洗浄性に着目した新しい食器の商品化が切望されている。さらに、消費者の“環境負荷低減に貢献する技術”を歓迎する社会的要請に応える必要もでてきた。本研究は、新たな消費者購買意欲を生み出し県内企業の売れる製品づくりにつなげる技術を開発するため陶磁器の洗浄性を向上させることを目的に実施している。本年度は様々な食器の汚れのうち“ご飯粒”の汚れに着目し、表面の汚れについて検討を行った。

2.実験方法

食器の汚れのうちご飯粒のでんぷん汚れに着目した表面形状の最適化を行った。図2のような、異なる表面形状を持つ撥水コーティングを施したテストピースの洗浄性の



図2 テストピース形状 .

比較を行い、“ご飯粒”の汚れについて陶磁器の洗浄性向上に有利な表面形状の把握を行った。

テストピースは、タイル(65×65×5mm)天草撰中陶土、珪灰石釉使用の本焼成品に撥水コーティング処理²⁾したものを用いた。なお、ここでは撥水剤として、信越化学工業株式会社製 X-24-7890 を用いた。

表面凸部の形状は、成形時の歩留まりおよびご飯粒を潰しにくく粘性物質を増加させないことを考慮し、図3のよ

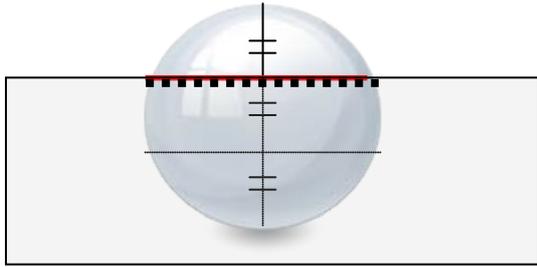


図3 表面凸部形状 .

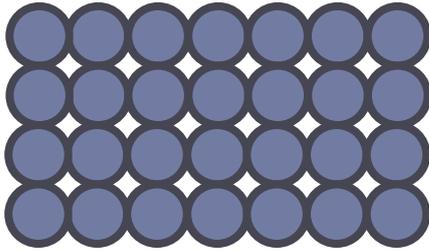


図4 表面凸部配置A(上から見た図).

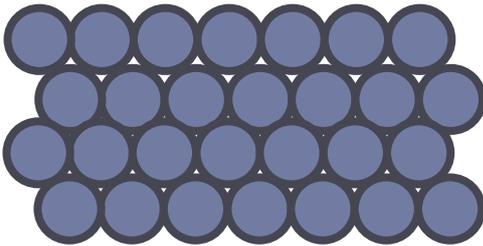


図5 表面凸部配置B(上から見た図).

うな1/3球を採用した。1/3球より大きい形だと素地成形時の型離れが悪くなり作業性が悪くなる可能性がある。また、大きさに関しては、ご飯粒の大きさおよび糊葉をかけた際埋もれてしまわないことを考慮し断面直径(図3中の点線ライン)を2mm以上と設定した。

1/3球のタイル上の並びは図4および図5のパターンとした。図中の赤ラインは球の中心間の距離である。表1に1/3球の断面直径、中心間距離、配置のパターンを示す。なおサンプルNOは、図2の左上よりはじまり下方へ対応しており5と9が1列目最上段となるようになっている。なお、この他に対象サンプルとして撥水处理なしの平板と撥水处理ありの平板を加えて実験を行った。

洗浄までの行程は、まず、標準水量で炊いたご飯をタイル上に1cmの厚さで広げたあと1.2g/c㎡のおもりを上

表1 凸のパターン .

サンプル NO	断面直径 [mm]	中心間 距離 [mm]	パターン 記号
1	2	2	A
2	2	2	B
3	2	4	A
4	2	2.5	A
5	3	3	A
6	3	3	B
7	3	6	A
8	3	4.5	A
9	4	4	A
10	4	4	B
11	4	8	A
12	4	6	A

から載せ1時間経過後おもりに付着しているご飯粒はそのままおもりを取り外し、4時間経過後、家庭用食器洗い乾燥機で洗浄(洗剤なし 8分 エコモード)した。

次に、目視および画像認識のためポビドンヨード 5倍希釈液にて染色し、画像処理により汚れ残り割合を算出した。

3.結果と考察

前項の実験により画像処理により算出した洗浄後の”ご飯粒”汚れ残り面積割合が良かったNO1を対象サンプルと比較した結果を図6に示す。撥水加工を施したものは処理なしのものに比べ2倍ご飯粒汚れが落ち易く、さらに凸部を導入したものは4倍程度汚れが落ち易くなっていることが分かった。

これは、撥水コーティング表面に凸部を導入することにより凸部により接触面積が少なくなったうえに、ご飯粒との間の水分がはじかれることでご飯粒の移動がいっそう容易になり汚れ離れを促進したものと考えられる。

断面直径-中心間距離 が2-2(NO1)と2-2.5(NO4)のものが最終的な汚れ残り面積が少なかった。

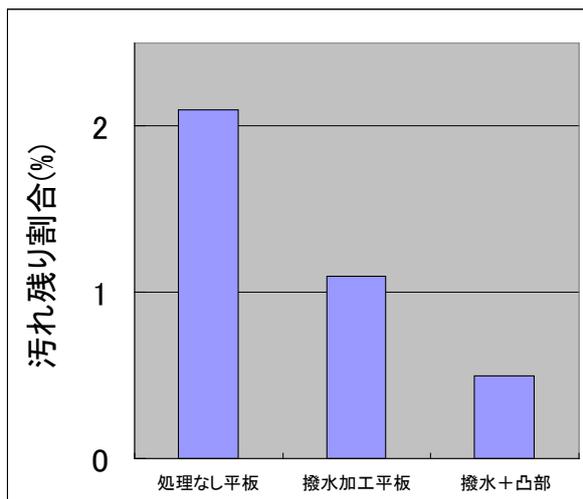


図6 洗浄後の“ご飯粒”汚れ残り割合

$$\text{汚れ残り割合 (\%)} = \frac{\text{汚れ残り面積}}{\text{試料総面積}} \times 100.$$

凸部の大きさに関して断面直径 2~4mm のうち 2mm のものが面積ベースでの汚れ残り割合が小さい傾向を示した。これは、形状を 1/3 球と固定しているので断面直径すなわち、球の大きさが小さくなると単位距離あたりの傾きの変化率が大きくなり、ご飯粒に接する面積が小さくなったためと考えられる。したがって、1/3 球の大きさは変化率の大きい断面直径の小さなものが、よりご飯粒に陶磁器表面が接する面積が減少したためと考えられる。実際の商品では作成時の歩留まり(型離れ等)を考慮に入れ球直径の下限値が設定される。

中心間距離については、2.5mmより大きくなると、ご飯粒の大きさを考慮すると凸部の間に挟まってしまふ確率が高まるためと考えられる。実際、ご飯をのせる重りのかわりにしゃもじで押した工程を取り入れた予備実験では、同じ傾向が見られた。

4.まとめ

今回の結果を応用した飯碗の試作品を次図7に示す。

前項の実験では平面であったが、実際の飯碗は曲面であるため1つのパターンだけでは内面を覆いつくすことはできないため中央部分は、前項のパターンNO1をその周りにはパターンNO4と、その中心間距離が広がるように配置した。

図8に、この試作品(撥水処理+凸部導入)と処理なしの飯碗の洗浄後の写真を示す。試料は、両者とも標準水量で炊いたご飯を約 100gのせ、1時間放置しご飯粒を取



図7 ご飯茶碗の試作品の表面



図8 試作品の洗浄後の表面

左:試作品 右:処理なし

り出し 4 時間放置後、家庭用食器洗い乾燥機にて洗剤なしモードで洗浄後、ポビドンヨード 5 倍希釈液にて染色したものである。今回作製した試作品は“ご飯粒”の汚れが最終的に染色を行っても目視で確認することができない程度に洗浄性が向上したものとすることができた。

表面エネルギー低減による撥水性向上を目的としてフッ素樹脂導入を行うと、飛沫が表面にとどまる好ましくない現象が発生することがある。今回の技術は、洗浄性の向上以外にも、凸部を導入することで、水滴除去能の向上も図られている。乾燥工程が必要な製品に、この技術を取り入れると乾燥時間の短縮も可能になると考えられる。そのため、この技術は、製造後の消費者の使用段階で洗浄工程、乾燥工程が多回数実施される陶磁器製品においては、特に有効であると考えられる。このように、環境負荷低減へ大きく貢献でき、経済産業省の「カーボンフットプリント制度のあり方に関する論点と考え方」³⁾で述べられている「使用・維持管理段階」にあたる値も低下させることが

可能である。

本年度の実験データを利用した技術は、日本文化特有の“ご飯粒”汚れに対応でき、洗浄性を向上させた飯碗等への応用が今後期待される。

参考文献

- 1)桑田 和文,佐賀県窯業技術センター平成 19 年度業務報告書,29 (2008)
- 2)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)
- 3)経済産業省, 経済産業省 HP カーボンフットプリント制度のあり方に関する論点と考え方, (2008 年 8 月 4 日)