

環境に対応した抗菌性食器の開発

陶磁器製造技術を活用した機能性食器・照明具の開発

(地域資源活用型研究開発事業：経済産業省)

堤 靖幸・寺崎 信・佐藤 彰

共同研究機関：(財)佐賀県地域産業支援センター(管理法人)

長崎県窯業技術センター、熊本県産業技術センター

(同)文八工房、(株)中善、上田陶石(資)

佐賀県、長崎県および熊本県の三県の公設試と企業らが連携し、良質の天草陶石の安定供給のため低火度陶石活用と陶磁器新製品の開発による陶磁器産地振興を目的として共同研究を行った。当センターは分担課題として「環境に対応した抗菌性食器の開発」を文八工房と共同で担当した。天草低火度陶石を使った低温焼成素地を用いて抗菌性食器を開発し、試作品を展示会で公開した。

1. はじめに

低温焼成は製造工程における二酸化炭素排出量削減という環境面への配慮と燃料消費量削減によるコスト軽減という利点がある。抗菌性は衛生面での安心安全を消費者に与える。平成19年度の研究では実用可能な低温焼成用陶土の配合組成を見いだした。また、抗菌釉薬と抗菌コーティングでの抗菌効果も確認した。本年度は抗菌釉薬と抗菌コーティングの改良を行い、特に抗菌コーティングについては着色や光沢など外観上の改善を行った。また日常の使用における抗菌効果の持続性を洗浄試験などを実施して確認した。これらの結果に基づき、実用化スケールで調製された陶土を使用した磁器に抗菌処理を施した試作品を製作した。

2. 実験方法

2.1 抗菌釉薬の調製

抗菌釉薬は表1に示した組成となるように調合し、外割りで5wt%の抗菌剤¹⁾を加えて、ライカイ機で湿式混合して調製した。その後、低温焼成用素地の素焼きに施釉した。この施釉試験体を電気炉で保持温度1160の条件で酸化焼成し抗菌性試験に供した。

2.2 上絵フリットによる抗菌コーティング

フリットは抗菌剤による発色を示さない市販の無鉛フリットAと低い温度で熔融する市販の無鉛フリット

表1 乳白釉の原料組成

原料名	調合割合(%)
益田長石	25
亜鉛華	10
マレーシアカオリン	2
ジルコン	5
合成藁灰	33
合成土灰	5
無鉛フリット	20
合計	100

Bを用い、その2種のフリットを適量混合した抗菌コーティング用のフリットCを調製した。フリットCは抗菌剤と混合し試験片に筆塗りし、800酸化焼成を電気炉で行った。焼成試験体を抗菌性試験に供した。

2.3 抗菌効果の持続性試験

抗菌釉薬や抗菌コーティングによる抗菌効果の持続性を確認するために洗浄試験、耐塩性試験および耐酸試験を行った。試験体は抗菌釉薬TN38釉を施釉した1160酸化焼成体とフリットCによる抗菌コーティング処理をした800酸化焼成体を用いた。洗浄試験は業務用の食器洗浄器を用いて500回洗浄を行った。耐塩性試験は生理食塩水に8時間浸漬した。

耐酸試験は4%酢酸に24時間浸漬した。なお耐塩性試験、耐酸試験の前後に各200回食器洗浄器による洗浄を行い、耐酸試験は抗菌コーティング試験体のみ行った。これらの試験体を抗菌性試験に供した。

2.4 抗菌性試験

抗菌性試験はJNLA（試験所認定機関連絡会）認定試験機関に依頼した。試験方法はJIS Z 2801 抗菌加工製品-抗菌性試験方法・抗菌効果 5.2項による方法で行った。試験に用いる細菌は大腸菌と黄色ブドウ球菌で菌株の保存機関はNBRC（独立行政法人 製品評価技術基盤機構）である。方法の詳細は試験片上に試験菌液を接種しフィルムで被覆し、これを温度 35 ± 1 、相対湿度90%以上で 24 ± 1 時間培養する。その後、試験菌液を洗い出し寒天培地で温度 35 ± 1 で40~48時間培養し、菌の集落数を測定して、それから生菌数を算出する。抗菌加工品3個と無加工品3個で同様の試験を行い、3個の試験片の生菌数対数値の平均値から無加工品と比較した抗菌加工品の抗菌活性値を算出し、抗菌活性値が2.0以上で抗菌効果があると判定される。

2.5 抗菌性食器の試作

上田陶石において実用化スケールで調製された低温焼成用陶土³⁾を使い、文八工房で試作品の成形を行った。成形は本事業で購入した小型圧力鋳込み装置を使用した圧力鋳込み成形と排泥鋳込み成形で行った。泥漿の調製条件は1ロット100kgとし含水率が圧力鋳込みは25wt%、排泥鋳込みは28wt%、解膠剤として水ガラス0.25wt%とした。試作品は乾燥仕上げ後900で素焼きした。抗菌釉薬はTN38釉を施釉して電気炉で1160酸化焼成を行った。抗菌コーティング用は低温焼成用釉薬276釉⁴⁾を施釉してガス炉で1200還元焼成し、その焼成品に抗菌フリットCを筆塗りで行った。800で焼き付けた。

3. 結果と考察

3.1 抗菌釉薬

食器洗浄器により500回洗浄した後の抗菌釉薬試験体の抗菌性試験結果を表2に示した。500回洗浄後の試

験体の抗菌活性値は大腸菌に対して5.09、黄色ブドウ球菌に対して3.46と十分な抗菌効果を維持していた。耐塩性試験後の抗菌性試験結果を表3に示した。耐塩性試験後の試験体の抗菌活性値は大腸菌に対して5.22、黄色ブドウ球菌に対して2.37であり、抗菌効果の持続性が確認された。

3.2 抗菌コーティング

持続性試験を経た抗菌コーティング試験体の抗菌性試験結果を表4に示した。500回洗浄、耐酸、耐塩性それぞれの試験後の抗菌性試験において、ほとんどの試験体で生菌数の確認が難しいほど減少しており、顕著な抗菌効果が認められた。図1に実際の抗菌性試験に用いた寒天培地を示した。上の写真が抗菌加工をしていない試験体に接種した菌液を培養した寒天培地、下の写真が抗菌コーティングを施した試験体に接種した菌液を培養した寒天培地である。白く見える点が菌のコロニーである。無加工品では菌のコロニーが無数に観測されるが、抗菌加工品では全く菌が見当たらないことがわかった。

3.3 抗菌性食器

抗菌釉薬を用いた試作品を図2に示した。抗菌釉薬については乳白釉を用いることで1160酸化焼成においても表面の白さを向上させることができた。抗菌コーティングを施した試作品を図3に示した。上部のみコーティングしているが、境目は判別が難しいほどにきれいに焼きあがっていた。これらの試作品は2月に東京国際展示場で開催された国際ホテルレストランショー等に出品した。

表2 抗菌塗薬の洗浄試験後の抗菌性試験

菌種：大腸菌	No.	生菌数	平均生菌数	生菌数対数値	抗菌活性値
無加工試験片の 24時間後の生菌数	1	1.6×10^7	1.7×10^7	7.24	基準
	2	2.3×10^7			
	3	1.3×10^7			
抗菌加工試験片の 24時間後の生菌数	1	15	1.4×10^2	2.15	5.09
	2	3.9×10^2			
	3	20			
菌種：黄色ぶどう球菌	No.	生菌数	平均生菌数	生菌数対数値	抗菌活性値
無加工試験片の 24時間後の生菌数	1	2.1×10^5	2.2×10^5	5.34	基準
	2	2.5×10^4			
	3	1.8×10^5			
抗菌加工試験片の 24時間後の生菌数	1	2.1×10^2	77	1.88	3.46
	2	<10			
	3	<10			

表3 抗菌塗薬の耐塩性試験後の抗菌性試験

菌種：大腸菌	No.	生菌数	平均生菌数	生菌数対数値	抗菌活性値
無加工試験片の 24時間後の生菌数	1	1.3×10^7	1.2×10^7	7.09	基準
	2	1.1×10^7			
	3	1.3×10^7			
抗菌加工試験片の 24時間後の生菌数	1	2.0×10^2	73	1.87	5.22
	2	10			
	3	<10			
菌種：黄色ぶどう球菌	No.	生菌数	平均生菌数	生菌数対数値	抗菌活性値
無加工試験片の 24時間後の生菌数	1	1.5×10^5	1.4×10^5	5.14	基準
	2	1.6×10^5			
	3	1.0×10^5			
抗菌加工試験片の 24時間後の生菌数	1	9.2×10^2	5.9×10^2	2.77	2.37
	2	2.2×10^2			
	3	6.3×10^2			

表4 抗菌コーティングの抗菌性試験結果

菌種：大腸菌	No.	生菌数	平均生菌数	生菌数対数値	抗菌活性値
無加工試験片の 24時間後の 生菌数	1	1.3×10^7	1.2×10^7	7.09	基準
	2	1.1×10^7			
	3	1.3×10^7			
500回洗浄試験片の 24時間後の 生菌数	1	<10	10	1.00	6.09
	2	<10			
	3	<10			
耐酸試験試験片の 24時間後の 生菌数	1	<10	10	1.00	6.09
	2	<10			
	3	<10			
耐塩性試験試験片の 24時間後の 生菌数	1	90	37	1.56	5.59
	2	<10			
	3	<10			
菌種：黄色ぶどう球菌	No.	生菌数	平均生菌数	生菌数対数値	抗菌活性値
無加工試験片の 24時間後の 生菌数	1	1.5×10^5	1.4×10^5	5.14	基準
	2	1.6×10^5			
	3	1.0×10^5			
500回洗浄試験片の 24時間後の 生菌数	1	<10	10	1.00	4.14
	2	<10			
	3	10			
耐酸試験試験片の 24時間後の 生菌数	1	<10	10	1.00	4.14
	2	<10			
	3	<10			
耐塩性試験試験片の 24時間後の 生菌数	1	<10	10	1.00	4.14
	2	<10			
	3	<10			

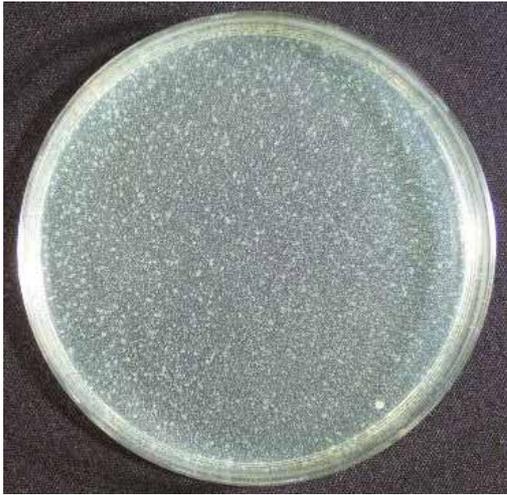


図1 試験菌液を培養した寒天培地
上：無加工品 下：抗菌加工品

4.まとめ

抗菌釉薬、抗菌コーティングとも持続性試験後においても抗菌効果が認められ、日常の使用における抗菌効果の持続性が確認された。抗菌コーティングはコーティング技法の変更とフリットの配合により無色透明で十分な光沢を有するものができた。本事業で調製された低温焼成用陶土を使った試作では圧力鑄込み成形および排泥鑄込み成形とも作業性に問題ないことが確認できた。焼成後の欠点もなく、製品製造において大きな問題はなく、本製品の普及が期待される。今後は企業による商品開発に技術協力を行っていく。

参考文献

1) 堤 靖幸 佐賀県窯業技術センター 平成 17 年度



図2 抗菌釉薬を使った試作品



図3 抗菌コーティングを施した試作品

研究報告書 5-9

2) 堤 靖幸、寺崎 信 佐賀県窯業技術センター 平成 19 年度 研究報告書 40-43

3) 平成 19 年度地域資源活用型研究開発事業「陶磁器製造技術を活用した機能性食器・照明具の研究開発」成果報告書

4) 寺崎 信 佐賀県窯業技術センター 平成 14 年度 業務報告書 33-37