

# 桜島溶岩をまとった虹色に輝く薩摩錫器の開発

企画支援部

○吉村幸雄

薩摩錫器工芸館株式会社

○岩切洋一

## 1. はじめに

工業技術センターでは、プラズマを用いたコーティング技術に取り組み、桜島溶岩を金属、ガラス、繊維生地などの各種素材の表面に直接コーティングできる特許技術を開発した。作製した溶岩コーティング膜は、膜厚が1 $\mu$ m以下と極薄で、透明なガラス質の膜にできるため、金属にコーティングすると光干渉により発色する。この特徴を薩摩錫器に活用し、見る角度や光の加減によって虹色に輝く薩摩錫桜島タンブラー「彩光」を製品化した。この虹色は、錫器の微細な表面仕上げや溶岩コーティングの膜厚をコントロールすることで実現したもので、製品開発の取り組みについて紹介する。

## 2. 実験方法

### 2. 1 溶岩コーティングの膜厚コントロール技術

溶岩コーティング膜の作製には、スパッタリング装置((株)アルバック製/SBH-3000)を用いた。原料となるターゲットは、桜島から採取した溶岩を直径75mm×6mmの円盤形状に切り出し加工したものを用いた。基材にはシリコンを用い、作製条件は表1のとおりとした。膜厚測定はオージェ電子分光分析装置(日本電子(株)製/JAMP-7810)による深さ分析で行った。

表1 溶岩コーティングの作製条件

|           |                  |
|-----------|------------------|
| RF出力 (W)  | 40, 100, 200     |
| 作製時間 (時間) | 30, 60, 120, 240 |
| Ar圧力 (Pa) | 0.2, 0.5, 2.0    |
| T/S間 (mm) | 一定 (70)          |
| 基材加熱      | なし               |
| 回転        | なし               |

### 2. 2 錫板の表面仕上げの検討

錫器への適用を探るための錫板へのコーティングには、立体形状に対応できるプラズマ成膜装置(神港精機(株)製/STV6301)を使用し、溶岩ターゲットは矩形板状(135×300×6mm)に加工したものを用いた。錫板は表面を光沢面や梨地加工などの仕上げを変えた3種類に模様加工を加えた6種類を用いた。溶岩コーティングの作製条件は一定(RF出力726W, 作製時間1時間, Ar=0.5Pa)とし、錫板の端部に向けて膜厚が薄くなるように0.5~0.7 $\mu$ mの範囲で傾斜を付けて作製した。

### 2. 3 製品化に向けた性能試験

溶岩コーティングを施した薩摩錫器を製品化するには、日常的な使い方による耐久性や、食器としての安全性が必要となる。試験片は、錫板に膜厚0.8 $\mu$ mの溶岩コーティングしたものを用い、耐久性はJIS K 5600-5-10の耐摩耗性(試験片往復法)に準じて、試験片を食器用スポンジで抑え込み、往復移動させた試験を行った。スポンジには荷重310gを加え、移動ストローク50mm(20往復/分)、水の有無の条件とした。溶出試験は、食品衛生法の食品、添加物等の規格基準「器具及び容器包装規格試験(ガラス)」による試験を(一財)日本食品分析センターに依頼した。

## 3. 実験結果

### 3. 1 溶岩コーティングの膜厚コントロール技術

作製出力(RF100W)を一定とし、Arガス圧力と作製時間を変えた時の膜厚のグラフを図1に示す。膜厚は、Arガス圧力による影響は見られず、作製時間を調整することで0.1~0.9 $\mu$ mの膜厚で作製で

きた。また、作製時間と膜厚には相関性があり、作製時間に比例して膜厚が厚くなることが確認できた。これにより、膜厚は作製時間により  $0.1\mu\text{m}$  程度の単位で任意にコントロールできることが分かった。膜厚を  $0.13\mu\text{m}$ 、 $0.34\mu\text{m}$ 、 $0.90\mu\text{m}$  に制御して作製した溶岩コーティングの色味は、膜厚が  $0.13\mu\text{m}$  では青色、 $0.34\mu\text{m}$  では緑色を示し、膜厚を  $0.9\mu\text{m}$  と厚くすると赤紫色になることが分かった。このように、膜厚の違いにより色味が変わることを確認し、錫器に適用する色味には  $0.5\sim 0.7\mu\text{m}$  に制御することが適切と判断した。

### 3. 2 錫器の表面仕上げの検討

図2は錫板の表面仕上げの違いによる溶岩コーティングの色味を比較したものである。上2段は未処理、下2段は溶岩コーティングを行ったものである。錫板の表面仕上げは、光沢（左）、梨地（中央）、黒染め（右）とし、それに模様を施した6種類である。いずれも端部に向けて膜厚が薄くなるように傾斜を付けてコーティングすることで虹色に発色している。光沢や梨地仕上げでは虹色が確認できるが、黒染めではほとんど映えなかったことから、錫板からの光反射が強い方が虹色に適していることが分かった。さらに、模様のような大きな凹凸よりも、梨地の微細な凹凸の方が虹色の鮮やかさが目立つことが分かった。このことから、鮮やかな虹色として装飾するには、錫板からの光反射が強く、微細な凹凸を持たせた梨地仕上げが適切と判断した。

### 3. 3 製品化に向けた性能試験

耐久性試験は JIS K 5600-5-10 に準じて行った。試験片が梨地加工のため凸部に負荷がかかりやすいが、3万回の試験後に微視的な観察を行っても溶岩コーティングの剥れはなく、虹色の退色も見られなかった。食品用の容器としての安全性を確認するために、一般財団法人日本食品分析センターにおいて溶出試験を行った。規格物質となっているカドミウム及び鉛は定量下限で検出されず、試験結果は「適」であった。これらの結果から、溶岩コーティングを施した錫器タンブラーは日常的な食器として使用しても問題がないことを確認できた。

## 4. まとめ

桜島溶岩を原料とし、工業技術センターが持つコーティング技術と、薩摩錫器工芸館(株)が持つ匠の技を組み合わせた新たな製品の開発に取り組んだ。溶岩コーティングの膜厚コントロール技術や、錫器の微細な表面仕上げを最適化し、日常生活での耐久性や安全性を有する、見る角度や光の加減によって虹色に輝く薩摩錫桜島タンブラー「彩光」(図3)を製品化した。

「地域資源×伝統工芸×先端技術」で取り組んだ内容が評価され、2022年度かごしまの新特産品コンクールで最高賞(知事賞)を受賞できた。

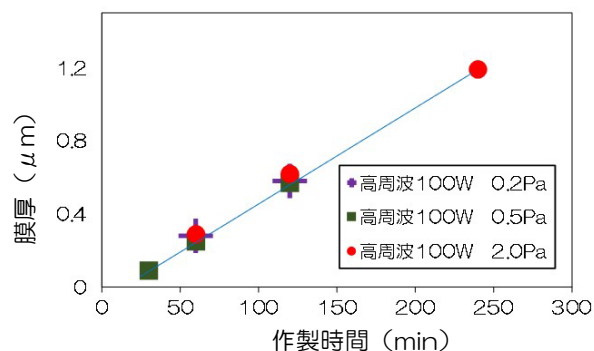


図1 作製条件と溶岩コーティング膜厚の関係

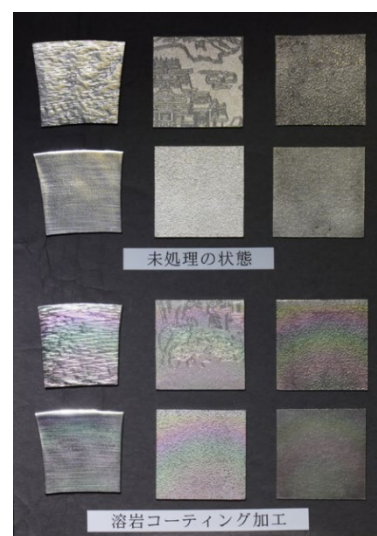


図2 表面仕上げの違いによる色味の比較



図3 薩摩錫桜島タンブラー「彩光」