

生体模倣（バイオミメティクス）による食品包装フィルムの開発

第1回 蓮の葉の表面形態と超撥水コーティング

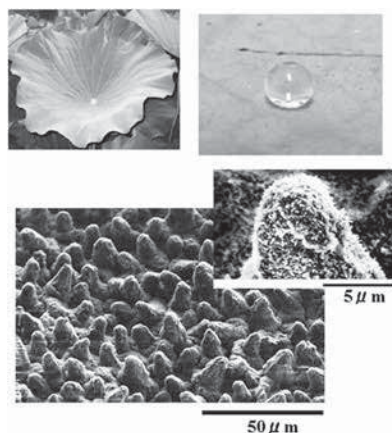
株式会社 SNT 藤本幸司, 慶奎 弘, 堀田芳生, 広辻 潔 慶應義塾大学 白鳥世明

●はじめに●

株式会社 SNT は、慶應義塾大学新川崎 K2キャンパスの次世代薄膜プロジェクト発のベンチャー企業として、バイオミメティクスによる機能性コーティングの研究開発を行ってきた。動植物の表面形態は、高度に制御された機能性表面であり、人工的にこの形態を模倣し表面構造や表面自由エネルギーを制御することで、水・油・粘性液体などの付着を抑制することが可能となる¹⁻³⁾。

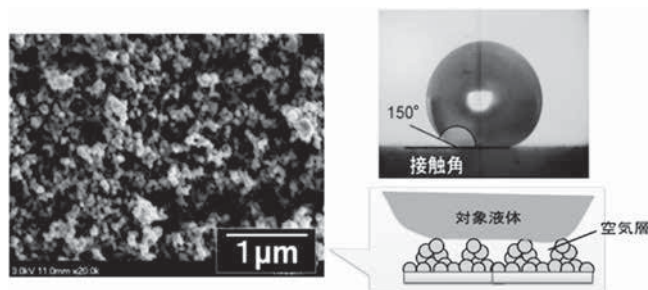
本誌では、食品包材に有効なバイオミメティクスコーティングについて、【第1回：蓮の葉の表面形態と超撥水コーティング^{はつすい}、第2回：ウツボカズラの表面形態と滑油コーティング、第3回：蓮の葉の表面形態と撥油コーティング】の全3回にわたって、最新の実用化の話題を紹介する。本稿第1回は、蓮の葉の表面形態を模倣した超撥水コーティングの食品包装の開発について報告する。

1. 蓮の葉の構造と超撥水コーティング



第1図 蓮の葉の表面構造
(カラー図表を HP に掲載 C002)

バイオミメティクスにおける典型的な植物として、蓮の葉の表面は水が転がるのが広く知られている。蓮の葉の構造形態は、1900年代から顕微鏡の発達により明らかとなり、また



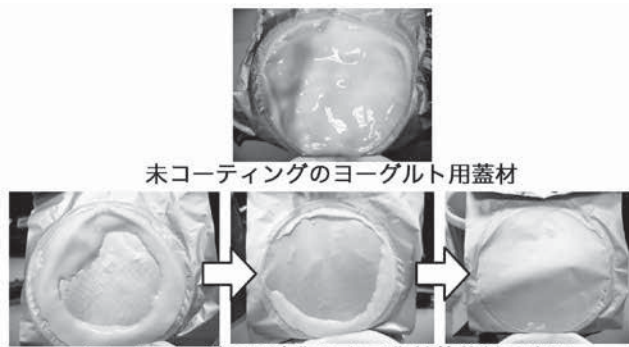
第2図 超撥水コーティングの表面構造
(カラー図表を HP に掲載 C003)

たく間にバイオミメティクスの研究開発が発展した。蓮の葉の表面構造を走査型電子顕微鏡で観察すると、マイクロサイズの突起とナノサイズの^{べんもう}鞭毛が一樣に見受けられる(第1図)。このナノサイズの鞭毛は、疎水性のワックスで形成されていることも明らかになった。蓮の葉は、マイクロ凹凸構造とナノサイズのワックスを併せ持つことで、水滴がころころ転落する超撥水を実現している^{4, 5)}。

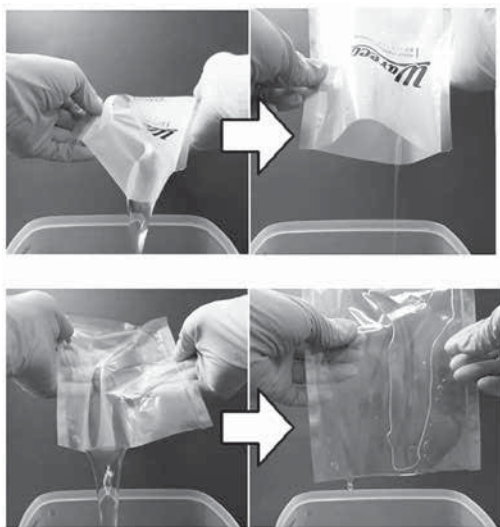
我々は、蓮の葉の表面形態を疎水性ナノ粒子の自己組織化により実現する超撥水コーティングを開発した(特許登録)。この超撥水コーティングの表面形態は、ナノ粒子の凝集体がマイクロ凹凸を形成し、無数の空隙に空気を取り込む構造となっている(第2図)。無数の空気を取り込む構造は、Cassie-Baxterモデルといわれている。このモデルは、水滴とコーティングの界面に空気を取り込み、水滴の接触面積が低下するため、水がころころと転落する。



第3図 シロップの付着防止
(カラー図表を HP に掲載 C004)



未コーティングのヨーグルト用蓋材
コーティングの最適化による非付着蓋材の実現
第4図 ヨーグルト蓋材の身離れ (SNT, 大和製罐 (株))
(カラー図表を HP に掲載 C005)



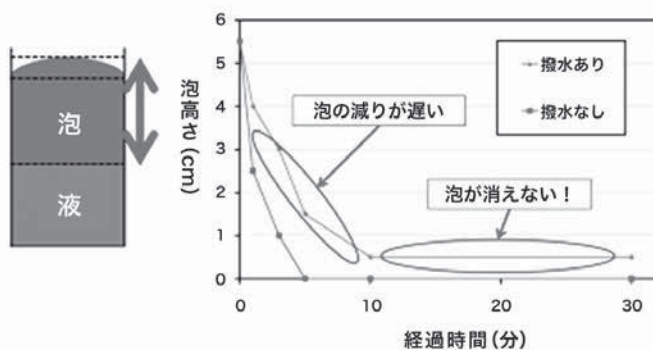
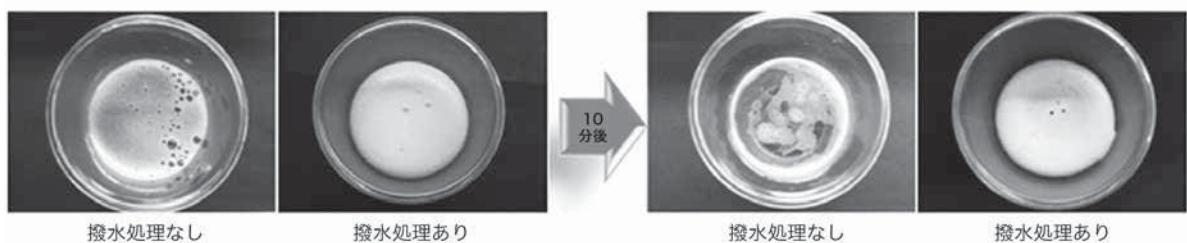
第5図 粘性液体 (シロップ) の取り出しやすくなる
超撥水パウチ (上), 通常のパウチ袋 (下)
(カラー図表を HP に掲載 C006)

2. 超撥水コーティングによる 粘性液体の付着防止効果

超撥水コーティングは、粘性の高い液体 (ヨーグルト, カaramelシロップ, 蜂蜜など) にも有効であり, 粘性液体がへばりつきにくく, キレ良く取り出せる (第3図)。2007年, 慶大と(株) SNT は, 蓋材に超撥水コーティングすることによりヨーグルトが付着しにくくなる蓋材を開発した⁶⁾ (第4図)。さらに, 大和製罐(株)と共同で粘性液体がキレ良く取り出せる容器を新規開発した。通常, 食品工場では, 粘性液体 (シロップ, 蜂蜜など) を18L 缶に充填した原料から加工食品を製造している。超撥水コーティングした缶は, 従来品に比べ, 排出時間が3分の1に短縮され, 容器内部の残量はほとんどなくなることが判明した。この効果は, 粘性液体の粘度が高いほど顕著であることがわかった。これらのことから, 超撥水コーティングは内容物の残量を軽減でき, 洗浄コストの削減によるリサイクル促進が可能な容器を提供する。

3. 超撥水コーティングパウチ, プラカップ

超撥水コーティングを包材として適応させるに



第6図 超撥水コーティングによる泡立ちの持続
(カラー図表を HP に掲載 C007)



第7図 ビールの泡立ちが長く続く容器
(カラー図表をHPに掲載 C008)
(桜エール, アサヒビール社のご協力による)

は、安価・迅速・大量生産が不可欠となる。我々は大和製罐(株)と共同でグラビア塗装機による超撥水フィルムを開発し、パウチ化を行った。通常のパウチは内容物が壁面にへばりつくため取り出しにくい。超撥水パウチは壁面の内容物の付着を軽減できるため、効率よく取り出すこと

が可能である。この機能を持つパウチは Water Resisting Coating (WARECO) と登録されている (第5図)。

超撥水コーティングは、内容物を取り出しやすくするばかりでなく、飲料の泡持ちが持続する特長がある。未処理のプラカップにビールを注ぐと5分で消泡するのに対して、超撥水プラカップは30分経過しても泡が持続した (第6図)。この現象は、超撥水コーティングによる多数の気泡に泡が吸着することで、きめ細かい泡が持続したと考えられる。このプラカップは、2018年3月末に浅草のアサヒビール本社前で期間限定商品に使用された。桜エールという商品名で桜の絵の泡ア

トを持つビールが販売され、長時間にわたって泡のアートが楽しめることからインスタグラム等のSNSでも評判であった (第7図)。

4. おわりに

我々は、バイオミメティクスによる蓮の葉の表面形態から内容物の付着を抑制する超撥水コーティングを食品包材に展開してきた。これからも、機能性コーティングの実用化を進めていく予定である。今後もバイオミメティクスにより、環境にやさしい包装材料が広く普及していくと予想される。

参 考 文 献

- 1) 藤本 幸司, 慶 奎弘, 堀田 芳生, 広辻 潔, 白鳥 世明: バイオミメティクスによる食品包装の開発, 包装技術, 2018, **56**,(7), pp.39-43
- 2) 白鳥 世明, 田路 崇人, 西澤 真吾, 撥油性コーティング物品およびその製造方法, 特許第5680900号
- 3) 白鳥 世明, 堀田 芳生, 増田 洋平, 撥水・撥油性コーティング物品およびその製造, 特許第5114355号
- 4) 辻井 薫 監修: 撥水・撥油の技術と材料 シーエムシー出版
- 5) Feng, L. *et al. Adv. Mater.* (2002) **14**, 1857-1860
- 6) 天神林瑞樹, 白鳥世明: 月刊ファインケミカル, 2018, **47**,(1), pp.34-41