

ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	5. 固体表面・界面
中項目	5-6. 新材料
小項目	5-6-3. 超撥水表面

概要（200字以内）

里芋の葉の表面では、水滴がコロコロ転がる現象が見られる。水との接触角が 150° を超えるようなこのような高度な撥水の状態、表面、材料等のことを超撥水とよぶ。超撥水は固体-水間の相互作用や水を介した各種の反応を緩和若しくは防止できるため、従来の材料では困難であった様々な機能を実現する事が可能で、新しい表面機能材料として注目されている。基礎研究は 1950 年代から始まり、1990 年代に入って盛んになった。



現状と最前線

平滑な固体表面において表面エネルギーを低下させることにより到達可能な水の接触角の理論上の限界はおよそ $115-120^\circ$ である。 150° を越える接触角を示す状態は表面エネルギーの低下だけでは到達できず、表面粗さを付与して撥水性を強調することが必要となる。粗さが入ることで低エネルギー表面では多くの場合、固体と水との界面に空気を噛み込む現象が生まれ、これにより水との実質的な接触面積が大幅に低減されるため水がコロコロ転がるようになる。これまでに報告されている超撥水膜（表面）の作製例はいずれも低エネルギー表面+表面粗さの付与というコンセプトに基づいて実現されている。

表面粗さの付与方法にはシリカや PTFE、あるいはガラスビーズなどのフィラー粒子の添加、エッチング処理、切削や研磨といった機械加工、有機ガスのプラズマ重合、ワックス類の凝固、金属表面の陽極酸化、熱温水中での溶解再析出、溶解や昇華による特定物質の選択除去、分相、モールドイング、自己組織化、スクリーン印刷などの事例が報告されている。



図1：表面粗さの増大に伴う空気のかみこみ量の増大と撥水性の強調

また低表面エネルギーの実現には、フルオロアルキルシラン、フルオロポリマー、有機ポリマー、ワックス、その他各種フッ素系化合物等の低表面エネルギー物質をコーティング、混合、あるいは重合などを行うことにより行われている。

超撥水表面には高速液滴滑落機能だけでなく、着雪防止、船舶の造波抵抗の低減、高压電線での水滴に由来するコロナ放電の防止などの機能が得られることが知られている。また近年、透明性、導電性、セルフクリーニング機能、輝度向上能など、異なる機能をも併せ持つ超撥水コーティングが開発されているほか、フッ素の帯電性を応用した水滴制御デバイスの提案もなされている。

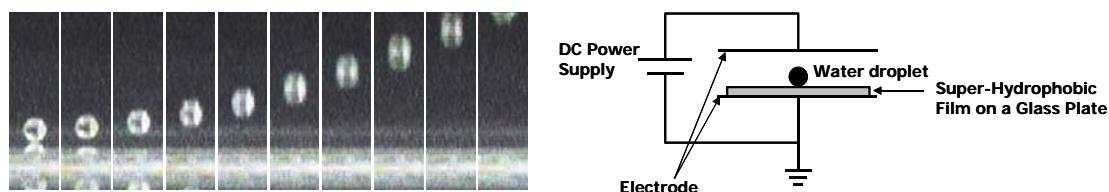


図 2 : 透明超撥水ガラス上での外部電解による水滴の浮上

(K. Takeda, A. Nakajima, T. Watanabe, K. Hashimoto, *Surf. Sci.*, 519, [1] 589 (2002))

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

超撥水膜が得られるための条件や、そのための手法、更に超撥水膜で得られる機能についての知見はかなり明らかにされてきている。この膜の機能に対する産業上のニーズは高いにもかかわらず、現時点では未だ実用化されている例は限定的である。超撥水膜は微細な凹凸を付与した構造が必要であるため、膜の強度（硬さ、密着強度等）が不十分な場合が多く、このことが実用化の大きな障害になっている。今後超撥水性が広く実用化されていくためには機械的強度の向上が不可欠である。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

超撥水は永久に続く性質ではない。表面がその機能を維持していくためには一定期間ごとにメンテナンスを入れていくことも重要である。超撥水表面が広く産業に利用されるためには製造プロセスの開発だけでなく、メンテナンス技術の開発も必要であろう。

キーワード

接触角、撥水、表面粗さ、濡れ

(執筆者：中島章)