解　説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔2〕，50–53（2014）

最近の水中超撥油表面の研究動向

西本俊介*,†・澤井雄介*・亀島欣一*・三宅通博*

*岡山大学　岡山県岡山市北区津島中3-1-1（〒700-8530）
† Corresponding Author, E-mail: s-nishi@cc.okayama-u.ac.jp

（2013年11月29日受付，2013年12月16日受理）

要　　旨

固体表面の水中での油の濡れ性が注目を集めており，かたつむりの殻や魚の鱗にヒントを得た水中で油接触角が150度以上の水中超撥油表面の開発が盛んに行われている。ここでは，最近の水中超撥油表面の研究開発動向を紹介するとともに，著者らがこれまでに取り組んできた，酸化チタン光触媒表面における光誘起水中超撥油特性と油水分離フィルターへの応用に関する研究結果を紹介する。

キーワード：超親水性，水中超撥油性，酸化チタン光触媒

1. はじめに

セルフクリーニング材料，防曇表面などの機能表面開発を目的として，固体表面の大気中における濡れ性に関する研究は古くから盛んに行われてきた。とくに，固体表面での水接触角が150度以上の超撥水表面，水接触角が5度以下の超親水表面，油接触角が150度以上の超撥油表面によって，いくつかの実用機能表面が達成されている[1)]。

一方，最近では，これらの大気中での水および油の濡れ性に加えて，水中での油の濡れ性に対する関心が高まりを見せており，水中での油接触角が150度以上の水中超撥油表面が新たな研究対象として認識されつつある。水中超撥油表面は，防汚表面，油水分離フィルターなどへの応用が期待される。ここでは，最近の水中超撥油表面の研究開発動向を紹介するとともに，著者らがこれまでに取り組んできた，酸化チタン光触媒表面における光誘起水中超撥油特性と油水分離フィルターへの応用に関する研究結果を紹介する。

2. 水中超撥油表面

Youngの式により，理想的な平滑表面での空気中での水接触角θ_{WA}は以下のようにあらわされる。

$$\cos\theta_{WA} = (\gamma_{SA} - \gamma_{SW})/\gamma_{WA} \quad \cdots\cdots (1)$$

ここで，γ_{SA}は固体／空気間の界面張力，γ_{SW}は固体／水間の界面張力，γ_{WA}は水／空気間の界面張力である。もし，油滴が空気中でこのような固体に静置された場合は以下のようにあらわされる。

$$\cos\theta_{OA} = (\gamma_{SA} - \gamma_{SO})/\gamma_{OA} \quad \cdots\cdots (2)$$

ここで，θ_{OA}は空気中での油接触角，γ_{SO}は固体／油間の界面張力，γ_{OA}は油／空気間の界面張力である。同様に水中での油滴の接触に関する力のつり合いは以下のようにあらわされる。

$$\cos\theta_{OW} = (\gamma_{SW} - \gamma_{SO})/\gamma_{OW} \quad \cdots\cdots (3)$$

ここで，θ_{OW}は水中での油接触角，γ_{OW}は油／水間の界面張力である。式（3）に式（1），（2）を代入すると，θ_{OW}は以下のようにあらわされる。

$$\cos\theta_{OW} = (\gamma_{OA}\cos\theta_{OA} - \gamma_{WA}\cos\theta_{WA})/\gamma_{OW} \quad \cdots\cdots (4)$$

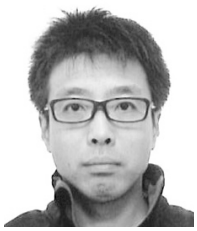
一般的に油の表面張力は水の表面張力よりも小さいため，式（4）より，固体表面の大気中での親水性が高くなればなるほど，水中での撥油性が高くなると推測できる[2)]。

固体表面の化学的性質に加え，表面微細構造も水中での油の濡れに大きな影響を及ぼす重要なパラメーターである。大気中で親水性を示す固体表面にナノ・マイクロオーダーの階層的な凹凸を付与すると，水中で油滴が固体表面に接触する際に油滴・固体表面間に水が噛み込まれ，水中で超撥油性を示すことが知られている。井須らは，水中での油の濡れに早くから着目し，かたつむりの殻の表面がその微細構造を起源として水中超撥油性を示すことを見いだしている[3)]。また，Jiangらは，魚の鱗が水中超撥油性を示すことを報告している[4)]。さらに，魚の鱗を模倣して水中超撥油表面を人工的に作製することに成功しており，その表面の大気中での油および水接触角測定値とそれらの界面張力をYoungの式に代入して得た水中での油接触角値よりも水中油接触角実測値のほうが，はるかに高い値を示すことを報告している。かたつむりの殻や魚の鱗の表面構造を参考にして，人工的に水中超撥油表面を創り出す生物模倣技術が注目を集めている。

3. 酸化チタン光触媒薄膜の水中超撥油性とその応用

3.1 酸化チタン光触媒

酸化チタン光触媒は，紫外光に応答して，ほとんどすべての有機物を酸化分解できる強力な酸化力を示し，その表面が超親



〔氏名〕にしもと　しゅんすけ
〔現職〕岡山大学大学院環境生命科学研究科 助教
〔趣味〕ジョギング，ゴルフ
〔経歴〕2006年岡山大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。財団法人神奈川科学技術アカデミー常勤研究員を経て，2008年から現職。博士（工学）。

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material