

固体表面の動的撥水性に関する最近の話題

酒井宗寿*・中島 章**†

* 明治大学研究・知財戦略機構 神奈川県川崎市東三田1-1-1 (〒214-8571)

** 東京工業大学物質理工学院材料系 東京都目黒区大岡山2-12-1 (〒152-8552)

† Corresponding Author, E-mail: nakajima.a.aa@m.titech.ac.jp

(2016年8月26日受付, 2016年9月26日受理)

要 旨

撥水性には表面(界面)エネルギーバランスやその限界をあらわす熱力学的指標である“静的撥水性”と、時間の概念をとまなう速度論的指標である“動的撥水性”に大別され、近年、動的撥水性に関する研究が増加している。動的撥水性はこれまで静的に設置した水滴の移動速度などで評価されてきたが、液体と固体の間で実際に起こる濡れの状況は多岐にわたり、必ずしもこのような計測方法が最適とは限らない事例が散見する。また動的撥水性における液滴の挙動は、流体力学的な解析を必要とする場合が多く、材料や表面・界面の化学とソフトマター物理の融合が進展している。さらに、撥水性多孔質固体と低表面エネルギー液体を組み合わせた新たな撥水部材が提案されており、このような部材では従前の固体と水との相互作用だけでは記述できない特異的な動的挙動が得られる。本稿では固体表面の動的撥水性に関するこれらの最近のトピックスに焦点を当て、筆者らの検討内容を交えて紹介する。

キーワード：撥水、動的撥水性

1. はじめに

固体表面の撥水性付与は、固体と水との接触領域を減らし、相互作用を低減するため、防滴・防錆等の目的で幅広く利用されている。撥水性には表面(界面)エネルギーのバランスやその限界をあらわす熱力学的指標である“静的撥水性”と、時間の概念をとまなう速度論的指標である“動的撥水性”に大別され、前者は接触角や転落角、後者は流動や移動の速度で評価・比較される^{1,2)}。これらの性質は、従来は固体表面に一定の質量の水滴を設置することなどでおもに計測されてきた。しかしながら液体と固体の間で実際に起こる濡れの状況は多岐にわたり、必ずしもこのような計測方法が最適とは限らない事例が見られる。さまざまな工業部材の設計や選択に当たっては、それ

ぞれが実際に使用される環境を反映した評価方法を用いるほうが、より有用である。また、動的撥水性における液滴の挙動の解析には、流体力学的アプローチを必要とする場合が多く、この分野では、材料や表面・界面の化学とソフトマター物理の融合が進んでいる。近年は高速度カメラが安価で入手可能になったことに加え、CPUの性能が格段に進歩したことにより、動画の解析が抵抗感なく行える状況になってきたことから、水滴の動的挙動に関する研究は増加する傾向にある。さらにごく最近、撥水性多孔質固体と低表面エネルギー液体を組み合わせた新たな撥水部材が提案されており³⁾、このような部材上での水滴からは、従前の固体と水との相互作用だけでは記述・予測することができない特異的な動的挙動が得られることが明らかになっている。本稿では固体表面の動的撥水性に関するこれらの研究を、筆者らの検討内容と合わせて紹介する。

2. 衝突転落性

撥水性固体表面上で動的撥水性を評価する際は、転落角以上に傾斜させた固体の表面に一定の質量の水滴を振動が入らないように静かに設置し、初速度0の状態から転落させて、その速度や水滴の形状を評価・記録する方法が一般に行われる。しかしながら実際にはこのような状況は稀であり、屋外の雨滴のように、固体表面に触れる水滴の初速度は0でない場合が多い。固体表面に水滴が衝突する際の挙動は実は古くから研究されており⁴⁾、その知見は冷却^{5,6)}や噴霧塗装⁷⁾、インクジェットプリンター⁸⁾等の研究やタービンブレードなど⁹⁾の設計に利用されている。

流体は、密度、粘性、表面張力などによって比較的容易に特徴づけることが可能であるが、固体表面の特性には、表面の粗



〔氏名〕 さかい むねとし
〔現職〕 明治大学理工学部応用化学科 兼任講師, 研究・知財戦略機構 博士(理学)
〔趣味〕 読書, ドライブ
〔経歴〕 平成16年筑波大学大学院地球科学研究科博士課程修了, 博士(理学)。同年勸神奈川科学技術アカデミー常勤研究員。平成24年明治大学理工学部応用化学科兼任講師。平成26年山口東京理科大学先進材料研究所助教。平成27年東京理科大学光触媒国際研究センター(兼任), 平成28年より現職。



〔氏名〕 なかじま あきら
〔現職〕 東京工業大学物質理工学院材料系 教授
〔趣味〕 音楽鑑賞
〔経歴〕 昭和60年東京工業大学無機材料工学科卒業, 昭和62年同大学院理工学研究科修士課程修了, 日本鉱業㈱入社。平成9年ペンシルバニア州立大学大学院博士課程修了。平成10年東京大学先端科学技術研究センター寄附研究部門教官。平成21年から現職。平成16年から19年まで勸神奈川科学技術アカデミー「ナノウェットティング」プロジェクトリーダー。