

# 生体表面における濡れ現象のダイナミクス

(山形大院理工) 野々村美宗

舌、鼻、小腸など、生体表面の多くは粘膜で覆われた凸凹表面である。しかもその形態には階層性があり、凸凹の中にさらに小さな凸凹が存在する。われわれは、粘膜で覆われた生体表面で起こる界面現象を物理的観点から理解するために、寒天ゲルに階層性の凸凹を刻んだ「フラクタル寒天ゲル」を開発、その表面を水が濡れ広がるプロセスを高速撮影した。次に、油剤や固体粒子の添加が濡れダイナミクスに及ぼす影響を評価し、濡れ速度を制御するコントロール剤を探索した。

## 1. 生体表面モデルにおける濡れダイナミクスの評価

フラクタル寒天ゲルはアルキルケテンダイマーというワックスの結晶表面の構造を転写して調製した[1]。断面形態のボックスカウント解析によって得られたフラクタル次元  $D$  は、2.2 で、明らかな階層性が確認された。次に、平らな寒天ゲルとフラクタル寒天ゲル上に水を滴下、接触角  $\theta$  の経時変化を測定した。平らな寒天ゲル上における  $\theta$  の減少パターンは両対数プロットで線形であり、べき乗則に従った。一方、フラクタル寒天ゲル上では  $\theta$  は  $t$  の-0.39 乗に比例して減少し、ゲル表面の凸凹は水の濡れ広がる速度を増大させることが明らかになった。また、フラクタル寒天ゲル上では、液滴の周辺部に液体の薄膜が観察された。この薄膜の領域は **Wicking front** と呼ばれており、液滴の本体に先行して素早く固体表面上を濡れ広がっていく。平らな寒天ゲル上ではこの薄膜を確認することができなかったことから、フラクタル寒天ゲル上の凹部を毛細管力によって液体が吸引されて薄膜が生成したものと考える。

## 2. 濡れダイナミクス制御技術の探索

水にさまざまな添加剤を加えた時の液滴の接触角の変化から濡れ速度を定量的に評価し、フラクタル寒天ゲルにおける濡れの速度を数十～数百倍速めたり遅くしたりする薬剤の探索に努めている。我々は、プロパノールの添加が液滴内でマランゴニ対流を引き起こし、平らな寒天ゲル表面における濡れを促進することを見出した[2]。**Wicking front** では揮発性成分の蒸散速度が速いため、気液界面に吸着したプロパノールが速やかに蒸発し、表面張力の不均一な部分が発生する。この不安定な状態を解消するために流れが発生し、濡れを促進する。さらに、適当な大きさのシリカナノ粒子を添加すると、濡れ広がりプロセスで局所的な増粘を引き起こし、濡れを抑制することも報告している[3]。ただし、これらの効果はフラクタル寒天ゲル上では観察されなかった。さらに、シリコーン樹脂やウレタン樹脂からなる凸凹表面上における濡れ現象を観察したり、理論モデルを構築することで、凸凹表面における濡れ現象のダイナミクスの俯瞰的な理解を目指している[4-8]。今後は、さまざまな添加剤について濡れダイナミクスの影響を評価し、生体表面における濡れ制御技術につなげる。

1. Y. Nonomura *et al.*, *Langmuir* 26, 16150 (2010). 2. Y. Nonomura *et al.*, *Langmuir*, 28, 3799 (2012). 3. 情野ら, 第 63 回コロイドおよび界面化学討論会, 2011, 京都, P179. 4. H. Mayama *et al.*, *Langmuir* 27, 3550 (2011). 5. Y. Nonomura *et al.*, *Chem. Lett.*, 41, 952 (2012). 6. T. Tanaka *et al.*, *Chem. Lett.*, 41, 960 (2012). 7. T. Oyama *et al.*, *Chem. Lett.* <http://dx.doi.org/10.1246/cl.130307>. 8. Y. Nonomura, *J. Oleo Sci.* in press.

---

Wetting Dynamics on Biological Surfaces

Y. NONOMURA (Yamagata Univ., nonoy@yz.yamagata-u.ac.jp)

Wetting dynamics of liquids on gel surfaces is important for understanding mass transfer phenomena at biological interfaces. We successfully prepared agar gels with hierarchical rough surfaces by transferring fractal surface structures of alkylketene dimer and evaluated wetting dynamics of some aqueous liquids on flat and fractal surfaces.