

蓮の葉とカジキの表面撥水構造

8 班 5 番 九十九慶之

1. はじめに

2008 年の北京オリンピック、英 SPEEDO 社の競泳水着を着用した水泳選手たちは次々と世界記録を更新した。この水着はサメ肌から発想を得た表面構造を持っていた。近年の材料科学では、生き物の機能や構造から発想をえる「バイオミメティクス」が注目されている。生き物が大自然を生き残るために身に着けたものから学ぼうという学問分野である。今回は生き物の表面構造に着目し、調査した。

2. 生き物の表面構造

2.1 蓮の葉 池の水面にある蓮の葉を見ると、水をはじいていることがわかる。これは、図 2 にあるように蓮の葉の表面構造には数 μm 単位の突起物があるため、表面の凹凸のためである。この突起物により接触角が 180° に近い状態となり、超撥水構造となる。

2.2 サメ肌 サメ肌の表面はサメ肌リブレットという数十 μm 程度の周期的な溝のある構造をしている。このおかげで流体抵抗が小さくなる。これを利用してサメ肌水着や船底塗装、航空機の機体表面などに応用されている。今回の実験では、サメ肌が手に入らなかったため、サメ肌同様に注目されているメカジキの表面構造に着目した。

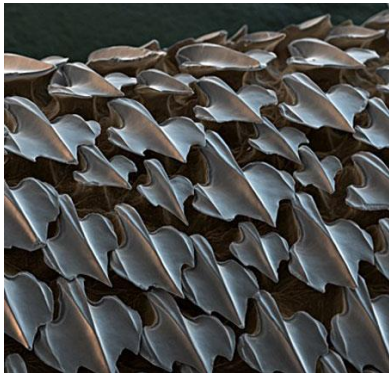


図 1 サメ肌の拡大図 (Yahoo!画像検索より引用)

3. 実験装置と実験方法

3.1 実験内容 実験では 2 つの調査を行った。まずバイオミメティクスとして既に有名な生き物を調査した。今回は蓮の葉とメカジキについて調べた。次にまだあまり表面構造について注目されていないような生き物について調査した。今回は鳥の羽に注目した。これは池や湖にいる鳥が水中に潜った後、すぐに水をはじくことからヒントを得たものである。

3.2 実験装置, 方法 実験装置には SEM (Scanning Electron Microscope, 走査型電子顕微鏡) を用いた。実験方法はまず蓮の葉を小さくカットし SEM で観察し、写真を撮影した。メカジキの皮、鳥の羽も同様に行った。

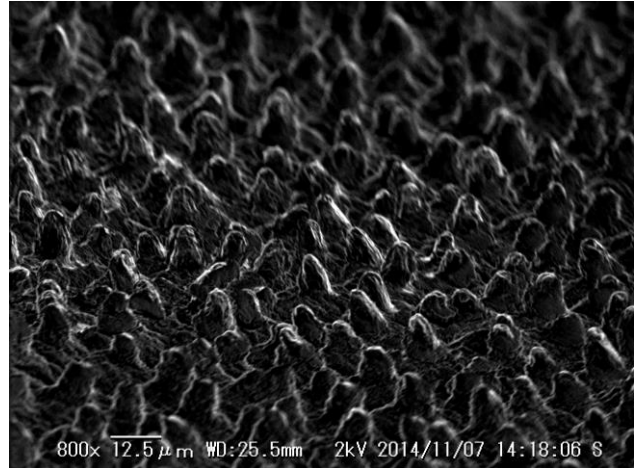


図 2 蓮の葉の表面 (斜め上から撮影)

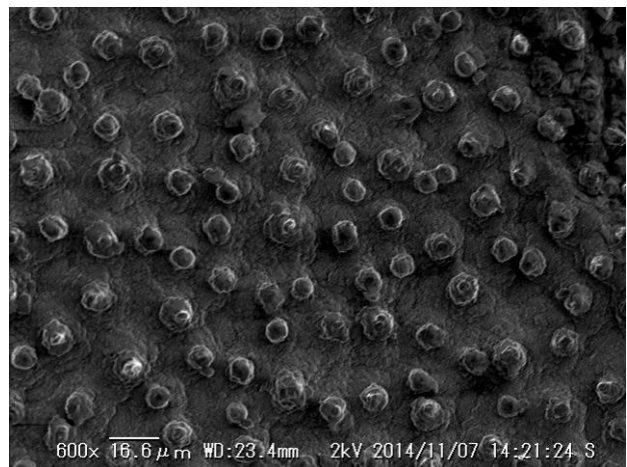


図 3 蓮の葉の表面 (真上から撮影)

4. 実験結果と考察

蓮の葉の顕微鏡写真を図 2, 3 に示す。蓮の葉の表面は無数の微細な突起物があることにより接触角が大きくなると考えられる。実際に写真からも確かに数 μm スケールの小さな突起物が無数にあることを観察した。

サメ肌は手に入らなかったため、メカジキの表面を観察した。メカジキの表面構造を図 4, 5 に示す。メカジキは水中を時速 100km という高速で泳ぐことができる。従ってメカジキの表面構造はサメ肌に似た構造が予想された。一方図 4 では確かにサメ肌に似て一定方向に流れがあるように見えるが、サメ

肌には程遠い表面構造をしている。さらに拡大した図5では無数の小さな凹凸を確認できる。これらのスケールは数 μm であり、ほぼ蓮の葉の突起物と似たスケールである。このことよりメカジキの表面構造は蓮の葉のように撥水性のある構造をもつことで、表面にまとわりつく水を低減していると考えられる。しかし実際にはカジキは体表面から体液を分泌し、水と一緒に少しずつ流すことで摩擦抵抗を低減している。これは図4,5において穴が開いていることから確認することができる。

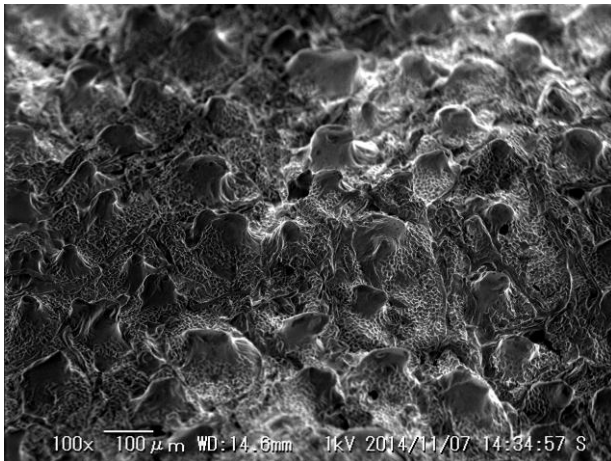


図4 メカジキの表面（斜め上から撮影）

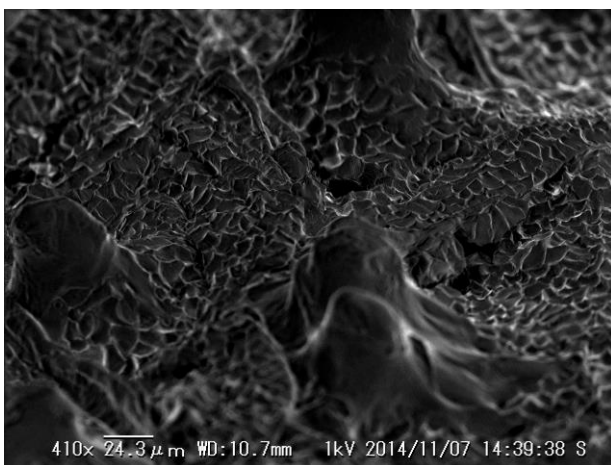


図5 メカジキの表面（拡大図）

鳥の羽の電子顕微鏡写真を図6,7に示す。鳥は水中に潜っても水をはじくことから、蓮の葉かサメ肌に似た撥水構造をもつと考えた。図6をみると規則的で美しい構造をしていることがわかる。しかし図7のスケールまで確認しても撥水構造は見られなかった。この原因は鳥の尾根の付け根には「油脂線」という油を出す器官があり、ここから出た油を鳥は自ら羽にのばして塗っているからである。つまり鳥の羽は表面構造を複雑にすることによって撥水性をもつのではなく、鳥自身が油を羽の表面に塗ることで羽が疎水性をもつのである。

蓮の葉の大きさについて、まず蓮の葉の凹凸の直

径は数 μm スケールであるが、水分子の直径はおよそ0.3nmである。これでは撥水性をもつどころか、蓮の葉表面の凹凸の隙間に落ちこちてしまう。水分子は単独でいるわけではないのではないかと、水素結合をして大きな塊、クラスターのような構造を形成し、この大きな塊が蓮の葉の表面で大きな接触角をもつと考えられる。

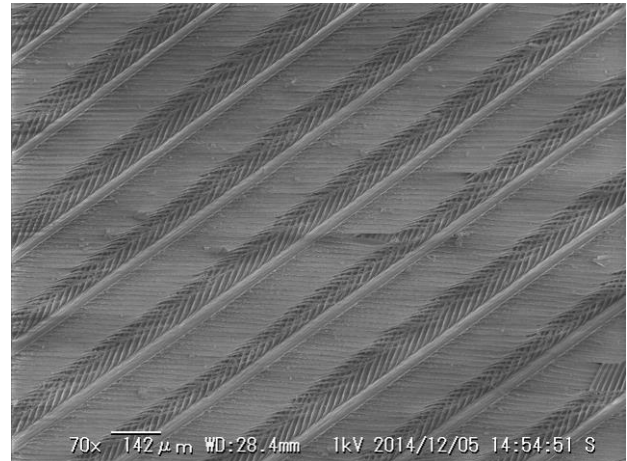


図6 鳥の羽の表面

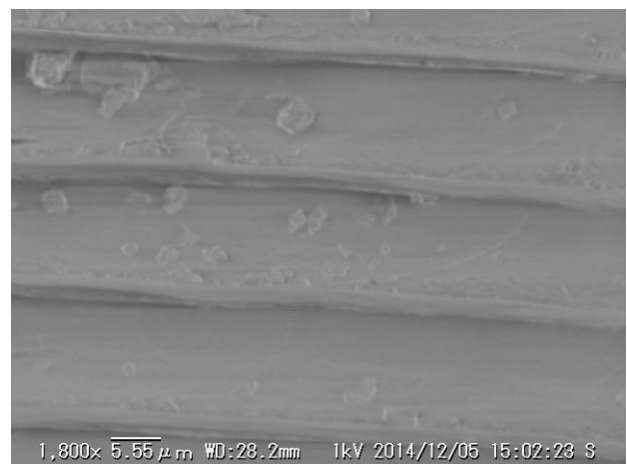


図7 鳥の羽の表面（拡大図）

5. 結論

サメはリブレット構造を有することで撥水性をもつのにに対し、カジキは表面の蓮の葉に似た凹凸により撥水性を有するようだが、実は体液を分泌し、むしろ親水性を有するような方法を駆使している。

参考文献

- 1) 下村政嗣, 生物多様性に学ぶ新世代 バイオミメティクス材料技術の新潮流
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt110j/report1.pdf> (2014/10/24 アクセス)
- 2) 生体模倣技術 (Biomimetics) - nifty
homepage3.nifty.com/s-haga/useful/.../ekeyword_12-08.pdf
 (2015/01/09 アクセス)