

## マダラシミの表面特性評価

### Surface property measurements of firebrats

平井悠司 (Yuji Hirai)

Tel & Fax: 0123-27-6068 E-mail: y-hirai@photon.chitose.ac.jp

Friction and wearing are one of the great subjects for saving energy and materials. Especially, reducing surface frictions by surface nano- and microstructures attracts much attention due to their possibilities. Frictions are also problems for living animals, such as insects. Therefore, we focused on firebrat, which lives narrow space, for learning how to reduce surface frictions, since their surfaces probably evolved for reducing frictions. In this report, we observed surface structures of firebrat by using scanning electron microscope, and measured surface frictions by using colloidal-probe atomic force microscope for investigations of relationship between surface textures and frictions.

近年、生物の表面微細構造によって発現する機能を模倣する事で優れた新規機能性材料を産み出すバイオミメティクスという研究分野が非常に注目されている<sup>1)</sup>。そこで我々は生物と摩擦の関係に着目、紙や本棚の狭間など狭い空間を移動して生活するマダラシミ(Fig. 1(a))の表面構造を電界放出型電子顕微鏡(FE-SEM)で観察し解析、コロイダルプローブを用いた原子間力顕微鏡(AFM)で摩擦力の測定を行なった。

マダラシミ表面の構造を観察、解析するためにマダラシミを白金でスパッタリングし、その後 FE-SEM でそれぞれ 5 箇所ずつ体表面を撮影した。また、基板の上にポリビニルアルコール水溶液を滴下し、剥離したマダラシミの鱗片を接着、鱗片表面の摩擦力を AFM を用いて測定した。このとき、測定には先端の曲率半径が 8 nm の針状プローブと直径 2.0、3.5、6.6  $\mu\text{m}$  のシリカコロイダルプローブを用いた。

FE-SEM で撮影された画像を Fig. 1(b-c)に示す。マダラシミは完全に鱗片に覆われており、その鱗片表面にはマイクロスケールの溝構造が観察された。さらに 1つの鱗片内の溝周期は比較的均一であったものの、それぞれの鱗片間の溝の周期は若干異なっている事が明らかとなった。特に頭部周辺の鱗片溝周期は他の部位と比べて大きく、さらにそのばらつき(標準偏差)が大きかった。また溝周期は尾に向けて徐々に小さくなるとともに、そのばらつきも均一な周期になっていった。次にマダラシミの鱗片表面の摩擦力を先端直径の違うコロイダルプローブを用いた AFM で測定したところ、コロイダルプローブの直径と溝の周期には相関があり、それらが同じサイズのときは特に摩擦力が大きくなる事が明らかとなった。これは、溝周期とプローブの直径が同一の時、溝にプローブがはまってしまふことで接触面積が大きくなり、摩擦力も増大するためと考えられる。以上の実験結果から、鱗粉の溝周期と摩擦対象の表面構造の大きさに関係性がある事が明らかとなった。摩擦力と鱗粉表面溝周期のばらつきを合わせて考えると、マダラシミは移動する際、始めに頭部付近が環境の物体と触れるため、特定の凹凸に対して多数の鱗片が同時に引っかかり、高摩擦状態に(動けなく)ならないよう、あえてその溝周期をばらつかせているのではないかと示唆された。

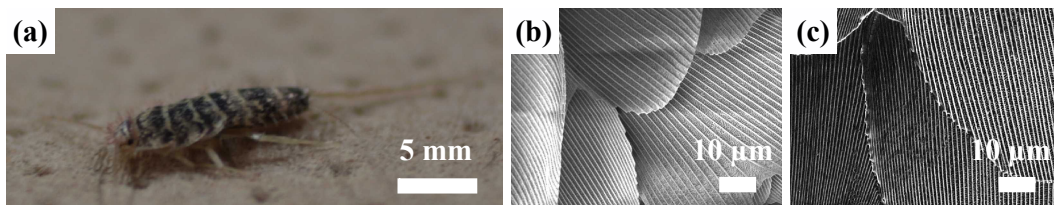


Fig.1 (a) A photograph and FE-SEM images of firebrat scales (b) around head and (c) near the tail.  
参考文献 1) R.A.Berthe, et al., *Journal of comparative physiology a*, **195** (3), 311318 (2009)