

セミの翅から着想を得た多機能発現表面「NanoSpike®」の紹介

※伊藤 健 (関西大学システム理工学部)

1. はじめに

セミの翅には規則的なナノ構造体が無数に形成されている。この構造体により、ハスの葉と同様に超撥水、自己洗浄作用を持つ。また、蛾の目と同じように光に対して反射低減作用を持つことで周囲の環境に身を隠すことができる。さらに、表面に付着した細菌を死滅させる殺菌効果を有している¹⁾。

私達は、このように1つの構造のみで様々な機能を発現する表面が SDGs 達成に寄与すると考え、規則配列を持つナノ構造表面を「NanoSpike®」と命名し、人工的に再現することに取り組んできた。また、殺菌発現のメカニズム解明に関する研究にも取り組んできた。本稿では、その一部について紹介する。

2. 実験方法

国内に生息する主要な4種のセミ（ミンミンゼミ、クマゼミ、アブラゼミ、ニイニイゼミ）を捕獲し、それらの翅表面を走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて観察し、ナノ構造体の特徴を得た。一方、これらの情報を基にコロイダルリソグラフィとメタルアシストケミカルエッチングを用いて Si 基板上に規則的なナノ構造体を作製した²⁾。

これらの試料に対して殺菌性を評価するために、大腸菌を用いて膜損傷による生死判定 (Live/Dead assay) 及び JIS Z2801 を参考にした抗菌試験を実施した。

3. 結果と考察

各セミの翅の SEM 像を図 1 に示す。透明な翅の表面には規則的なナノ構造が認められるが、アブラゼミやニイニイゼミの一部では、不規則な構造であることが分かった。また、クマゼミとミンミンゼミの構造の寸法は同等であるが、アブラゼミの寸法は透明な翅にあるナノ構造の約 5 倍の大きさであることがわかった。透明な翅のナノ構造の寸法は、可視光に対して波長の 1/2~1/4 程度の寸法であることから、反射低減のためにこの寸法になっていると考え

られる。一方で、アブラゼミの場合には、翅に色がついていることから反射低減以外の機能が発現すればよいと、比較的大きなサイズの構造ができていものと推測される。

これまでは、中心間距離（ピッチ）が小さく、アスペクト比（高さ/直径）の大きなナノ構造の方が殺菌性は強いとされてきたが³⁾、殺菌作用の評価の結果、上記構造の寸法に寄らず、細菌は 40 分でほぼ全滅することが分かった。また、Si ナノ構造でも殺菌性と抗菌性が確認された。これらの結果を踏まえ、現在はより汎用性が高く、大量生産に向いている樹脂を使った NanoSpike® の作製に取り組んでいる⁴⁾。先の大阪関西万博では、A4 サイズのフィルムに NanoSpike® を加工したものを展示した。今後は、実際のアプリケーション開発に取り組んでいく予定である。

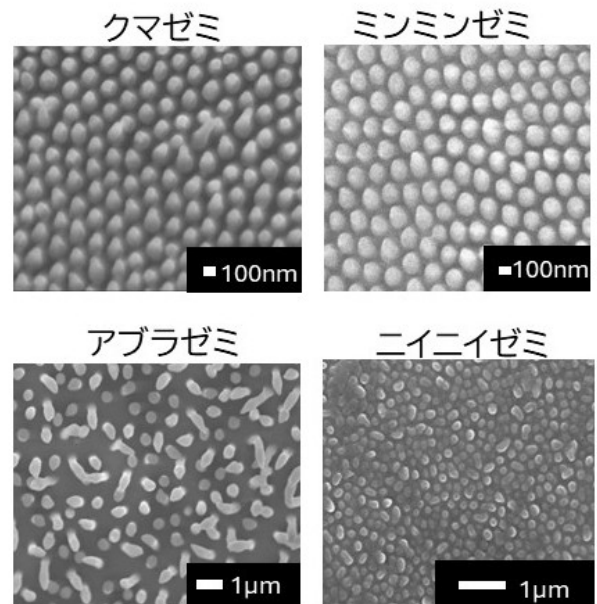


図 1 4 種類のセミの翅表面の SEM 像

参考文献

1. E. P. Ivanova, et al., *Small*, 8 (2012), 2489.
2. T. Ito, et al., *ECS Trans.*, 75 (2017), 1.
3. S. M. Keller, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8 (2016), 14966.
4. N. Ogawa, et al., *J. Photopolym. Sci. Tech.*, 35 (2022), 213.