

セミの翅が持つ機能性ナノ構造の模倣と抗菌性評価

Mimic the functional nanostructures on a cicada (*Cryptotympana facialis*) wing

○伊藤 健¹、中出一輝¹、佐川貴志²、小嶋寛明²、清水智弘¹、新宮原正三¹

(1. 関西大システム理工、2. 情報通信研究機構)

○Takeshi Ito¹, Kazuki Nakade¹, Takashi Sagawa², Hiroaki Kojima², Tomohiro Shimizu¹,
Shoso Shingubara¹ (1.Kansai Univ., 2.NICT)

E-mail: t.ito@kansai-u.ac.jp

1.はじめに

マイクロ・ナノ構造の視点で生物を見てみると、昆虫を代表として様々な優れた機能を持っていることが明らかにされてきた。セミやトンボなどの昆虫の羽には無数のナノメートルオーダーの寸法を持つ柱(ピラー)構造が存在している。これらの構造は、自己組織化により形成された非常に特有の構造である。ナノピラー構造は、ロータス効果による撥水性を示すほか、光に対する無反射構造としても知られている。近年、この構造が持つ物理的な特性が殺菌作用を示すことが報告された^{1,2)}。ナノ構造が細菌の細胞膜を引き裂くことで細菌が死滅すると仮説が立てられているが、決定的なメカニズムは解明されていない。抗菌特性とナノ構造の関係を明らかにするため、Si 基板の表面の状態やナノ構造の大きさが抗菌性に及ぼす影響を評価した結果について報告する。

2.実験及び結果

クマゼミ(学名:*Cryptotympana facialis*)の翅を走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察したところ、一面にナノ単位のピラー構造が形成されていることが確認され、ピラーの高さ、幅、ピッチを計測したところ、それらの平均値は 229nm, 148nm, 196nm であった。この寸法を目標とし、安価かつ大面積での製造が可能なウェットプロセスを用いて人工的にナノピラー構造を再現した³⁾。ピラーのピッチは 200 nm に固定し、エッチング条件を変更してナノピラーの高さ(h)と半径(d)を変化させた。図 1 に作製したサンプルの SEM 像を示す。また、サンプル表面は自然酸化膜のある状態(SiO₂)と自然酸化膜を除去した状態(Si)の 2 つを準備した。抗菌性評価は、JIS Z2801 に準拠して行った。試験菌株は大腸菌とし、サンプルに大腸菌を含む試料を滴下 (0.3 mL) し、被覆フィルムを被せたのち、35℃にて 24 時間培養した。培養後、サンプル表面を 9.7mL の滅菌生理食塩水で洗浄し、その洗浄液を大腸菌群微生物検出培地シートに展開し培養を行い菌数をカウントし試験後の生菌数濃度を算出した。抗菌性評価を行う際に、リファレンスとしてナノ構造の無い Si 基板 (自然酸化膜あり、なし) についても評価を行った。図 2 にナノピラー構造の高さ×半径に対する生菌数比をプロットした。生菌数比とは、接種直後の生菌数濃度に対する試験終了後の生菌数濃度の比で表し、その数値が小さいほど抗菌性が高いことを示す。結果から、基板表面にナノ構造が無い場合には自然酸化膜の有無にかかわらず抗菌性を示さないことが確認された。また、表面が Si の場合にはナノピラー構造の大きさに依存せずに優れた抗菌性を示すのに対し、SiO₂ の場合には高さ×半径の大きさが大きくなるに従って抗菌性が増すことがわかった。Si 表面の場合には疎水性であり、SiO₂ の場合は親水性であることから、親水性、疎水性が抗菌力に何らかの作用をもたらすことを示唆している。

【参考文献】

- 1) E. P. Ivanova, et al., Small 8, 2489-2494 (2012).
- 2) E. P. Ivanova, et al, Nature Communications., 3838, 1-7 (2013).
- 3) 伊藤他、第 63 回応用物理学会春季学術講演会

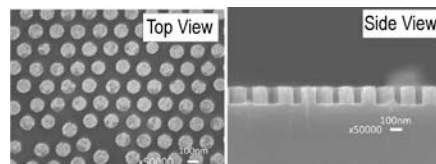


図 1 作製したナノピラーの SEM 像

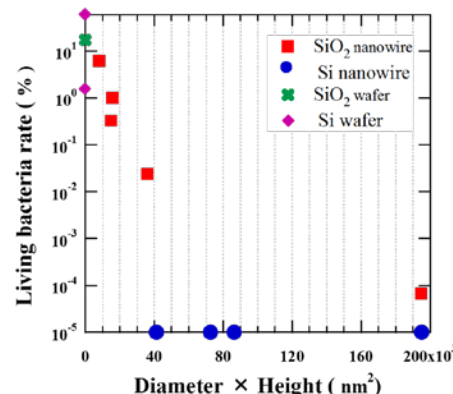


図 2 ナノ構造の大きさ及び表面状態が抗菌性に及ぼす影響