

昆虫ミメティクスによるクリーンな水中接着技術の研究

独立行政法人物質・材料研究機構 ハイブリッド材料ユニット グループリーダー

細田 奈麻絵



研究の背景

持続型社会を実現するために、循環型ものづくりのキーテクノロジーに可逆性接合・接着技術の開発があります。つまり、強く接着するだけでなく、簡単に剥がしてリサイクルしやすい次世代の接着技術の研究が求められています。これまで、ナノテクノロジーを用いた新技術開発に取り組み、昆虫の優れた接着性を持つ足裏の毛状構造に着目した研究を行ってきました。生物の優れた機能に学ぶ調査・研究の手法（バイオミメティックなアプローチ）を用いて、不可能と考えられていた水中接着技術を開発した研究成果を紹介します。

研究の成果

大気中で生息する昆虫（ハムシ）が、「水中」でも歩行できることを発見しました。陸上に生息する昆虫は、つるつるとした葉の上でも歩く能力を持ちます。これは、足裏の毛から出る分泌液の接着性によります。この効果が著しく低下する水中では歩くことは困難だと考えられていました。

水中で「泡」の性質を巧みに利用する歩行メカニズムを解明しました（図1）。水に沈めた試験板の上でハムシを歩かせると、板が水をはじく場合、歩行の様子は空気中とほとんど変わらない事が分かりました。大気中で生息する昆虫の水中歩行は、同様な足裏の機構を持つテントウムシでも観察できました（図2a）。

ハムシの足裏の構造と同じような毛状構造を人工的に

作り、このメカニズムを調べました。その結果、ハムシの足裏の毛についている気泡が水を弾き、足裏の毛の分泌液が歩行面に触れる事で、接着力が保たれている事が分かりました（図2b、c）。

泡は泡自身の被着表面への接着性とハムシの足裏の水を弾いて剛毛を直接接触させる役割を果たしていたのです。足裏の毛状構造は泡が安定してつくことにも役立っていました。

今後の展望

これらの研究成果は、環境に影響する化学物質を使用しないクリーンな水中接着技術として応用が期待されます。さらに昆虫の歩行のように「接着と分離を繰り返せる未来の接合技術」として、接着・非着の開発研究に活用できるので、水中監視・作業用のロボットへの応用も考えられています。

今後の研究では、先端科学技術であるナノテクノロジー分野と、自然界の生物に学ぶバイオミメティクス（生物模倣）分野を融合させた研究手法により、自然にやさしいクリーンな「環境調和型」の技術開発として研究を推進する計画です。

関連する科研費

平成24-28年度 新学術領域研究（研究領域提案型）
「生物規範階層ダイナミクス」

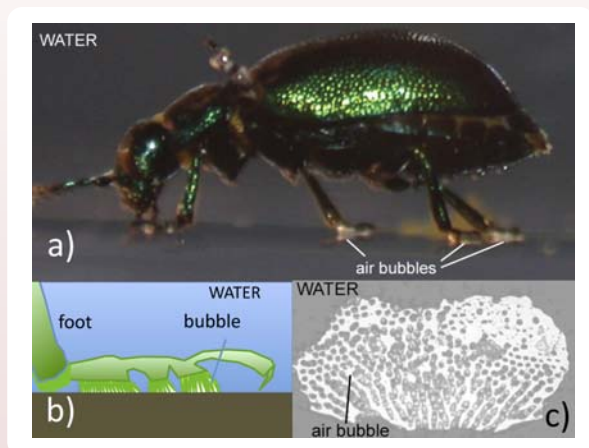


図1 a)気泡を利用して水底を歩くハムシの観察。
b)泡を利用して足裏を水中固定する機構の模式図。
c)水中固定しているハムシの足裏写真(裏側から撮影)。
黒色はハムシの足(接着性剛毛)、白色は泡。

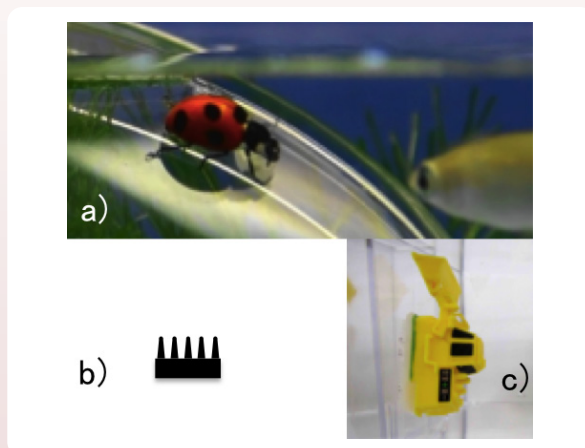


図2 a)テントウムシの水中歩行の観察。
b)水中接着する毛状接着構造の開発。
c)模型による泡を利用した水中接着機構の実験。