

シルバーアントを模倣した遮熱表皮の開発

※井沢有希 (トヨタ紡織(株)), 宮崎健司 (同左)

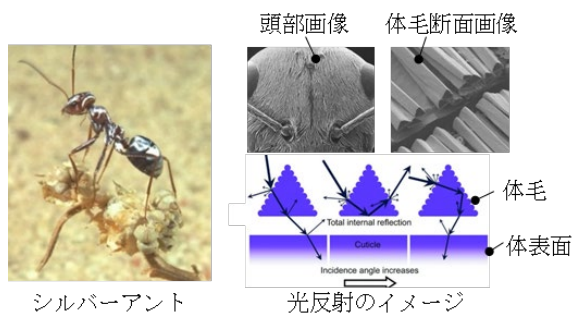
1. はじめに

真夏の屋外環境下では, 自動車の内装部品の温度は 90°C 近くの高温になり⁽¹⁾, 乗員に不快感を与える. 近年, 電気自動車の普及が加速しており, 走行中の空調システムによるエネルギー消費が課題となっている.

この課題に対し, バイオミメティクスによる解決を試みた. 生物が有する, 限られたエネルギーおよび物質資源を効率的に用いて環境へ適応する機構は, 現代社会が直面する環境問題に対する新たな解決策として応用可能性を有する. 本件では自動車内装の表皮(ファブリック)に生物の構造模倣を適用し, 太陽光による温度上昇を抑止する製品を開発した.

2. 実験方法

開発に際し, サハラ砂漠に生息するアリであるシルバーアントの体毛構造に着目した. シルバーアントは背面に生えた体毛により, 体温上昇を抑制している. その体毛構造は, 1 辺が約 $2\ \mu\text{m}$ の△断面を持つ体毛を密集させ, かつ表面が微細な凹凸構造になっている. これにより, 拡散反射を促進する可能性がある⁽²⁾(図1).



シルバーアント
Shi, N.N. et al. Science, vol. 349, 298-301 (2015).

図1. シルバーアント体毛の特徴

表皮試作では, 表面の微細な凹凸を化学繊維で再現することが困難であったため, 三角形の断面形状とサイズの2点を再現した場合に, 遮熱効果が得られるかを検証した. 透過型照明シミュレーションCADを用いて繊維断面のサイズと断面形状(円形と三角形)の違いによる効果を, 透過比(%)を比較し検証した.

次に, アリの体毛を模した数 μm オーダーの三角断面の繊維を用いて織物を試作し, 自動車

部品を想定してポリプロピレン樹脂板に表皮を貼り合わせた. 樹脂板に熱電対を設置し, 上部から真夏の太陽光相当の $1000\text{w}/\text{m}^2$ の光をレフランプで照射した. 昇温が一定になるまで20分間, 経時的に測定し, 既存表皮と比較することで, 開発品の遮熱効果を確認した⁽³⁾.

3. 結果

シミュレーションの結果, 表面に凹凸がなくても, 繊維断面のサイズが小さいほど, 透過比が低くなり, さらに断面形状が円形よりも三角形の方が, 透過を抑えられる傾向があることが確認できた.

また, 太陽光相当の光を照射した遮熱効果の検証においては, 既存表皮と比較し, 温度上昇を抑えることができた. 昇温が安定し, 一定の温度になる20分後の温度差は約 20°C となった.

4. 考察

生物をヒントに製品として再現可能な特徴のみを再現することで, 遮熱機能を引き出すことができた. 実車想定での効果についても検証中だが, 手段や熱の出入りの検証に難航しており, 継続して取り組みたい. また自動車内装材に限定せず, 自動車以外の製品分野への展開の可能性についても追及していきたい.

参考文献

- (1) 福田 猛: 実測による気象環境と車内内装部品温度の関係性の解明, 自動車技術会論文集 Vol. 49, No. 4, p862-867 July (2018), 20184483
- (2) Norman Nan Shi: Keeping cool: Enhanced optical reflection and heat dissipation in silver ants, Science, vol. 349, p. 298-301 (2015)
- (3) 青木 俊央: 内装材への遮熱機能付与, トヨタ紡織 Technical review Vol. 06, p49-53 (2012)