



2019年5月22日

報道関係者各位

慶應義塾大学先端生命科学研究所

ミノムシのゲノム解明

—ミノムシが魅せる糸の強さに関する遺伝子配列の特性を発見—

慶應義塾大学先端生命科学研究所（山形県鶴岡市、富田勝所長）の河野暢明特任講師と荒川和晴准教授は理化学研究所沼田圭司チームリーダー、Spiber株式会社（山形県鶴岡市）中村浩之研究員らのチームと共同で、鱗翅目ミノガ科のオオミノガ（*Eumeta variegata*）の糸が一部のカイコガやヤマユガよりも強いことを解明し、その強靭さが糸遺伝子に含まれている特殊な配列構造に起因する可能性を報告しました。ゲノムレベルで糸の強さと遺伝子の関係を比較解析した研究は本論文が初めてであり、高機能タンパク質の研究開発に大きく貢献すると考えられます。この研究内容は2019年4月29日、英国科学誌「Communications Biology」にて発表されました。

1. 研究の背景と概要

糸は非常に多くの節足動物で使われている生体材料であり、様々なシーンで使われています。その広い用途は糸が多様な物性を実現していることに由来し、また全てタンパク素材であることから人間社会の未来を担うバイオマテリアルとして広く注目を集めています。特に日本ではカイコの繭に使われているシルクに馴染みが深く、養蚕業として産業の発展に大きく貢献してきました。ミノガもカイコ同様に鱗翅目に属する仲間で、糸で繭を形成することが知られています。ただし、他の鱗翅目とは異なり、自身を包むミノの形成や葉っぱや枝を接着させるなど、他にあまり例を見ない特別な使い方も知られています。特にミノムシは自重を糸だけで支えていることから、その物性にはクモ糸のような強さが期待されていたため、本研究では自然界からミノガとその糸を採集して物性測定し、ゲノムレベルでミノガ糸の強靭さの解明を目指しました。

2. 研究の成果と意義

本論文ではミノガの中でも特に体長が大きなオオミノガ（*Eumeta variegata*）を採集し、実際に糸の物性を測定しました。するとクモ糸よりは半分程度の強さであったものの、一部のカイコガやヤマユガの糸よりは強靭であることがわかりました。そこで長鎖DNA解析用シーケンサーのナノポアシーケンサー（Oxford Nanopore Technologies社、英国）を用い、ヒトゲノムの1/5以上にも及ぶオオミノガの全ゲノム解析を行いました。そうして得られたゲノム情報からバイオインフォマティクス解析を行ったところ、約20kbと非常に大きなオオミノガの糸遺伝子の全貌を掴むことに成功しました。その結果、オオミノガの糸遺伝子にはこれまで他の鱗翅目では見られてこなかった特別な配列パターンが含まれていることが発見されました。特に興味深い点は、この配列が完全にユニークなものというわけではなく、カイコガやヤマユガの糸遺伝子が特異的に持っている特徴を掛け合わせたハイブリッド様構造であった点です。糸の強靭さがモチーフの有無に応じて強くなっていることから、この配列構造がオオミノガ糸の強靭さの源泉であるという可能性を示すことに成功しました。これまでミノガの糸に関する研究はほとんどされてきませんでした。シーケンス技術やバイオインフォマティクスの発展により分子レベルへのアプローチのハードルが下がり、本研究によって世界で初めてクモ以外の糸で強靭さをゲノムレベルの比較解析で明らかにすることに成功しました。

論文発表に際し河野特任講師は、「これまで類推で議論されてきたオオミノガの糸に関して、その物性や分子構造を定量的に議論できてよかった。配列と物性の関係性理解は今後の高機能タンパク質の研究開発に大きく貢献することになるだろう。」と述べています。

原著論文：Kono N, Nakamura H, Ohtoshi R, Tomita M, Numata K, Arakawa K. “The bagworm genome reveals a unique fibroin gene that provides high tensile strength”, *Commun Biol*, 2:148.
doi: 10.1038/s42003-019-0412-8. eCollection 2019.

紹介記事：High tensile strengths of bagworm moth silk is revealed by its genome – but is it “extraordinary”?
<https://naturecoevocommunity.nature.com/users/255424-kazuharu-arakawa/posts/48405-high-tensile-strengths-of-bagworm-moth-silk-is-revealed-by-its-genome-but-is-it-extraordinary>

【本発表資料のお問い合わせ先】

慶應義塾大学先端生命科学研究所 渉外担当

TEL 0235-29-0802 FAX 0235-29-0809

Email office@ttck.keio.ac.jp

<http://www.iab.keio.ac.jp/>