

九州から起こす“<sup>さんぎょう</sup>蚕業革命”

太田 広人

会員の皆様は、今、九州の地で、新しいカイコ産業が盛り上がりを見せていることをご存知でしょうか。本稿を通じて、そのことについて的一端を紹介させていただきます。

## 養蚕業から新カイコ産業へ

かつては世界一を誇った日本の養蚕業ですが、1930年頃をピークに、生糸生産は激減の一途をたどってきたことは、皆様ご存知の通りです。以前は、国や県の研究所・試験所にも、カイコや蚕糸（図1）に関する部署がいたところがありました。養蚕業の衰退にともない、現在ではその姿はほとんど見られなくなりました。

しかし、つくばの農研機構（旧蚕糸・昆虫農業技術研究所）では、カイコの新しい可能性を見いだすために、同昆虫のゲノム解読や組換え技術の開発が進められてきました。その努力が結実し、カイコは従来の養蚕業のイメージとは大きく異なり、有用タンパク質を生産するための言わば“昆虫工場”として、再び注目されるようになってきました<sup>1)</sup>。カイコでの有用物質生産に関しては、本誌でも過去に特集記事がありますので、そちらをご参照ください<sup>2)</sup>。この技術を中心に据えた、新しいカイコ産業の拠点として、今熊本が関係者の間で注目されています<sup>3)</sup>。

## 熊本の新シルク産業

熊本が新シルク蚕業の拠点として、注目されるように



図1. 人工飼料を食べるカイコ5齢幼虫（左）と生糸の原料の繭（右）。カイコは、卵から1齢幼虫が孵化し、4回の脱皮を経て5齢幼虫になる。その後、糸を吐き、繭を作る。

なったのは、2012年（平成24年）に、熊本県合志市にある（株）峯樹木園が、周年無菌養蚕システムによる養蚕をスタートさせたことがその始まりです。その後、2017年4月末、同県山鹿市に世界最大規模の周年無菌養蚕工場（NSP工場）が（株）あつまるHDによって建設されました。

無菌環境で飼育されるカイコは、病気の心配がなく、得られるシルクやカイコ（幼虫、蛹など）は、高品質な絹糸・絹織物の生産、医療分野への利用のほか、食品分野への応用などが期待されています。前出の峯樹木園では、無菌カイコで生産した冬虫夏草がすでに販売されています（図2）。将来的には、熊本の無菌工場で、組換え技術を駆使した医療関連タンパク質の生産も進められるものと期待されます。

新シルク蚕業を支えるものとして、カイコの餌である桑も大いに役立ちます。完全無農薬で栽培された桑葉は、高品質な機能性食品素材としても利用できます。

熊本の新しいカイコ産業は今、県内外、海外からも注目されており、産官学が連携しながら、大きな動きを見せています。

## さまざまなカイコ・シルク研究

カイコでの医療用タンパク質生産が、今もっとも期待されている研究の一つですが、他には、スパイダーシルクのような高機能性シルク開発、シルクの医療材料への応用、食品素材としてのシルク、電子材料、化粧品、アートやデザインの分野など、多方面での利活用が進められています。

私に関わる農業分野の研究でも、カイコはチョウ目害虫のモデルとして広く利用されており、新しい殺虫剤の探索や作用機構を分子レベルで効率的に調べるうえで、うってつけの材料です<sup>4)</sup>。

医薬の分野では、ラットやマウスの代替として、カイコを使う研究も進められています。私もそれに触発され、



図2. 無菌カイコから作られたサナギタケ冬虫夏草（峯樹木園の許可を得、HP<sup>5)</sup>の画像を一部加工して掲載）

現在、カイコ5齢幼虫の心臓を利用したストレス評価や化合物・食品成分のスクリーニングに向けた研究を進めています<sup>6)</sup>。昆虫の基礎研究に関して、ショウジョウバエが用いられる場合が多いのですが、個体のサイズが小さすぎるため、心臓を観察するには不向きです。カイコの5齢幼虫は個体サイズが大きく、体表は白く毛もないため、心臓の拍動を容易に観察できます。このような研究は、カイコでしかできないため、その意義も大きいように思います。

### “蚕業革命”に向けた課題

カイコ・シルク研究の関係者の間では、“<sup>さんぎょう</sup>蚕業革命”を合言葉に、文字どおり、革命に向けたさまざまな研究が今展開されています。しかし、革命を成し遂げるためには、まだまだ課題が多いことも事実です。医療用タンパク質を組換えカイコで生産する場合、糖鎖修飾、安全性、コストなどの問題がやはり大きなボトルネックになるように思われます。併せて、人工飼料のさらなる改良も推し進めていく必要があります。

組換えタンパク質生産だけでなく、上記で例示した研究すべてにおいて言えますが、海外との競争に打ち勝つ必要があります。そもそもシルクの生産規模で言えば、中国とインドがその大部分を占めています。カイコ組換え技術の進歩も、特に中国では目覚ましいものがあります。高品質で高付加価値なシルクが安価で大量に日本に入ってくる状況を打開するために、オールジャパンで対抗していく必要があるように思います。

### おわりに

熊本の新シルク蚕業の動向は前述の通りですが、本学会九州支部のエリアで言えば、九州大学の日下部宜宏教授のバキュロウイルス系有用タンパク質生産技術をもとに起業したKAICO株式会社 (<http://www.kaicoltd.jp/>)の動向も今日が離せません。また、沖縄の名護市にある

生物資源研究所 (<http://ibr.okinawa.jp/development/>)では、カイコを使ったワクチン開発が進められています。奄美市の株式会社アードン (<https://www.adan.co.jp/>)は、シルクを主原料とした化粧品を通じて、カイコやシルクの魅力を発信されています。

熊本県内に話を戻すと、カイコ・シルク研究との親和性の高い企業として、KMバイオロジクス (旧化血研)、再春館製薬所、アーク・リソース株式会社などが思い浮かびます。今後は、こういった企業とも大学研究者が連携し、熊本・九州の新シルク蚕業がさらに発展していくことを期待しています。

夢は大きく、目の前の課題を一つずつクリアしていくことで、蚕業革命への道は拓けると信じ、一人でも多くの若手生物工学会会員の方、学生の方がこの分野に参入することを願っています。

### 謝 辞

私は、熊本大学大学院先端科学研究部 (あつまる新シルク蚕業開発共同研究分野・特任准教授)を2019年3月で退職し、4月から崇城大学に異動しました。異動後間もない時期に、本稿の執筆の機会を与えてくださった田口久貴教授 (崇城大学生物生命学部応用微生物工学科)に感謝申し上げます。

### 文 献

- 1) 瀬筒秀樹, 立松謙一郎: 生化学, **86**, 553 (2014).
- 2) 立松謙一郎, 瀬筒秀樹: 生物工学, **93**, 337 (2015).
- 3) 太田広人: BIO九州, 第224号, 3 (2019).
- 4) 太田広人, 崎田 遼: 昆虫と自然, **53**, 33 (2018).
- 5) 株式会社峯樹木園: <http://www.minejumokuen.co.jp/tochu-kasou/> (2019/8/21).
- 6) 太田広人: 生物の科学 遺伝 別冊 No. 23 カイコの実験単～カイコで生命科学をまるごと理解～ (監修: 日本蚕糸学会), p. 210, NTS (2019).