

昆虫生体素材の開発研究とその展望

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者名	西出,照雄
発行元	農林水産技術情報協会
巻/号	19巻5号
巻号補足	
掲載ページ	p. 6-8
発行年月	1996年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



昆虫生体素材の開発研究とその展望

西出 照雄

昆虫等が生産、貯蔵、分泌する生体物質はその機能性や多様性において、その資源化には大きな可能性を秘めている。近年、昆虫の産生する有用物質の機能解明や特異機能の模倣あるいは素材化等の研究・技術開発が進められており、近未来技術（たとえば昆虫産業創出技術）としてその可能性が期待されている。

本稿では蚕糸・昆虫農業技術研究所で行われている昆虫生体素材および生体構造の特性解明と利用技術の開発にかかる研究で得られている医療、バイオセンサ、昆虫の化学交信物質等の分野に関連すると思われるいくつかの成果例をしめし、生体関連素材の開発の現状について述べた。

1. はじめに

地球上に生息する生物の中で種の数ではこの地球に君臨する昆虫は、長い年月を経てさまざまな環境のもとに種の維持をはかるため多様な生体機能を備えてきた。しかも、その種数はアマゾン地域など今後の研究・開発の進展によってはさらに増えるであろうと予測されている。この多種多様な生体機能を持つ昆虫を活用した素材化あるいは機能模倣への利用研究が近年急速に進められている。

一方、農林業においてカイコ、ミツバチなどいわゆる有用昆虫を除いた圧倒的多数の昆虫は害虫として取扱われ、主としてその防除技術の研究が従来までなされてきた。昆虫を利用した環境保護、無農薬食物への期待などのほか、昆

虫が産生する物質の持つさまざまな機能やその利活用の可能性が明らかになるにつれ、「昆虫に学ぶ」の視点からも昆虫の生体素材化への期待が、医療、農林業、工業など多くの分野から寄せられている。

難病とされている癌やアルツハイマー病などの素材になるかも知れない昆虫が、砂漠の砂の中で這い廻っているかも知れないし、大空を飛び廻っているかも知れない。このような昆虫の生体素材にかかわる基礎的・応用開発研究は世界いたるところで展開され様々な成果が得られているが、本稿では蚕糸・昆虫農業技術研究所機能開発部で進めている「昆虫関連生体素材及び生体構造の特性解明と利用技術の開発」にかかわる研究の成果例を中心に述べる。

2. 生体素材開発研究の現状と展望

医療の面で寄与できると考えられる成果例としては、抗血液凝固剤として利用可能な成果が

得られている。抗血液凝固剤は各種動物の臓器から抽出したヘパリン系抗血液凝固剤のほか、血液検査を目的としたエチレンジアミン四酢酸やクエン酸の金属塩系のものが知られている。

蚕が吐糸する繭糸（絹）フィブロインあるいはセリシンのスルホン化反応¹⁾およびサシガメ類の唾液腺に含まれるタンパク質から抽出²⁾する方法でトロンビン時間（血液凝固時間）の長い、抗血液凝固活性を持つ素材を作出する技術が開発されている。とくに絹糸のスルホン化による方法では生産性が高く安価に製造できる。

これらの抗血液凝固活性のある物質の医療現場での使用については、医学的検討・評価が今後さらに行われる必要があるが、生体内への投与のほかに血液と接触する医療用機器の材料表面で生じる血液凝固現象を抑えるための表面塗布剤としての利用も考えられる。

農薬等による環境汚染を防ぐため、天敵昆虫や微生物を利用した研究・技術開発が広く行われているが、フェロモンなど多数の昆虫の化学交信物質の単離・同定・合成を行い、この合成物質を用いた野外での捕獲試験も進められ実用的な効果が得られている。

昆虫の化学交信の機能についてコガネムシを用いて活性と阻害を同時にしめす性フェロモン光学異性体の解析が進められ³⁾、図1にしめすような興味ある誘引活性・阻害の相互関係について明らかにされている。

甲殻類の表皮から得られるキチンおよびその誘導体の特異的機能が明らかになるにつれ広範な分野において利用開発が進められているが、

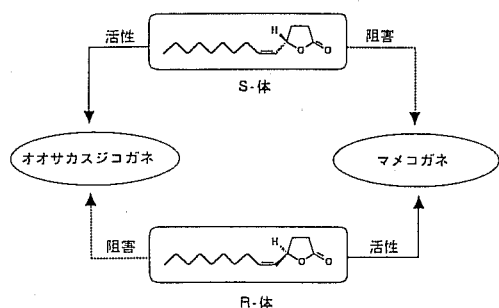


図1 誘引活性と阻害の昆虫化学交信

キチンは水や一般的な有機溶媒に不溶であり、溶媒は少ない。昆虫に由来するキチンの利用技術にかんしては緒についたばかりであるが、昆虫由来のキチンの一層の利用と機能付加のため水溶性キチンの調整法が開発されている⁴⁾。その一例として、カイコ脱皮殻から得たキチンを均一水溶媒系での脱アセチル化反応によって、水に溶けるとともに吸湿性のきわめて高い部分脱アセチルキチンが得られている。このキチンは水に可溶性水溶性誘導体として均一系での化学修飾が可能であることから、今後このキチンへの化学修飾によってキチン機能をあわせ持つさまざまな素材の作出が期待できる。

絹フィブロイン膜を利用した素材としては、たとえば、酸素の透過性に優れていることからコンタクトレンズ⁵⁾への実用化が考えられている。また、皮膚が損傷を受けた際に傷口を保護し新たな皮膚が蘇生する間の創傷被覆材⁶⁾としての利用についても検討されている。さらに、グルコースオキシダーゼはグルコースにだけ選択的に反応する性質を持っており、また、絹フィブロインは酵素に対する親和性に優れていることから、酵素の固定化単体として絹フィブロインを用いたグルコースを定量するバイオセンサがすでに開発⁷⁾されている。このほか、アミノ酸識別機能を付加した人工レセプターの開発など、バイオセンサへの活用をはかるための研究が進められている。

さらに絹フィブロインの工業的利用例として、塗装材としての利用があげられよう。強アルカリ処理したフィブロインを粉砕機により5 μm程度の粒子に粉砕加工し、これをウレタン系樹脂塗料に混ぜスプレー方式で塗布する。塗布面は鏡面反射を防ぎ、触感、吸湿性等に優れシルクレザーと呼称され高い評価を受けており、自動車のダッシュボード、室内の内装など今後多くの利用面が考えられる⁸⁾。

最近では天敵昆虫の害虫防除技術を目的としたアブラムシ捕食用のテントウムシ類の人工増殖、各種害虫卵に寄生するタマゴバチ類の人工

飼育、天敵糸状菌や捕食性ダニ類の大量培養・増殖技術などの研究が行われているが、昆虫産生物質を素材として利用する研究成果が得られたとしても、これらの成果を産業的規模で利用するには、素材となる昆虫等を随時・安定的に大量供給できる大量飼育・増殖技術が確立されていなければならない。

このため、人工飼料等で昆虫を自動飼育する基本的な機能を持つ昆虫飼育装置が開発⁹⁾され、大量自動飼育のため装置の各機構、飼育環境および装置系の制御システムなどの改善や開発研究が行われている。また、本飼育装置を用いて、カイコにウイルス等を接種しカイコに有用物質を大量に生産させこれを抽出するいわゆる「バイテク養蚕」研究へのこころみがなされつつあり、大きな期待がよせられている。

一方、各種感覚機能や運動機能など昆虫の持つ生体機能の解明と利用についての研究は緒についたばかりであるが、ハエの味覚受容器と生体膜の利用による成果例について述べてみたい。

ハエ味覚器については、各種ヌクレオチドの刺激性の検索から、糖受容器 5'ADP を代表的味物質とするヌクレオチドサイトと、塩受容器の 5'CDP を代表とするヌクレオチドサイトの存在が明らかにされ、わずかにプリン塩基の違いだけで反応するサイトが異なり受容器もまったく異なってしまうというサイトの厳格な識別力が明らかにされている。生体膜にかかわる研究の例としては、人工的な生体膜（リン脂質平面膜法）を用いたイオンチャンネル活性によるカイコ卵黄の生体膜融合特性について解析¹⁰⁾が進められ、興味ある結果が得られている。

昆虫の有する生体機能の計測手法や成果などはまだ少なく、今後この分野の研究発展が望まれている。このような背景を受けて、農水省としても平成8年度から新産業創出フロンティア研究として「バイオマイクロマシン開発のための基礎研究」を進めることとなっており、昆虫の優れた運動機能の解析やその成果を応用した

マイクロマシンやバイオセンサなどの開発への技術的・基礎的成果が期待されている。

3. おわりに

昆虫等が生産・貯蔵・分泌する生体物質は、機能性の豊富さ、多様性等でその資源化・素材化にはきわめて大きな可能性を秘めており、医療分野における昆虫生体素材への期待は大きい。今後の生体素材利用研究の進展や新たな昆虫種の発見等により生体素材利用の可能性はさらに広がるといっても過言ではないといえよう。一方、昆虫の諸器官や跳躍・歩行・飛翔・情報処理等の生体機能はきわめて精緻で巧妙であり、これらの機能を支える生体構造等を解明し、生体機構を利用したマイクロマシン化技術、バイオセンサなど工業分野への活用など昆虫産業創出のための基礎的な成果を期待したい。

(蚕糸・昆虫農業技術研究所 機能開発部長)

参 考 文 献

- 1) 玉田 靖；抗血液凝固剤およびその製造法，特願平8-31858
- 2) 塚田益裕・鎮西康雄；血液凝固阻害活性を持つタンパク質，その製造法および血液凝固阻害剤，特願平7-175545
- 3) Walter S. Leal (1996)「昆虫化学交信の高度制御技術の開発」シンポジウム Recipro Behavioral Agonist-Antagonist Activities of Chiral Pheromones (つくば市)
- 4) 羽賀篤信 (1995) 日本蚕糸学会第65回大会 (つくば市)，講要：98
- 5) 塚田益裕・箕浦憲彦・菊田吉則；コンタクトレンズ及びその製造法，特開平7-314569
- 6) 坪内紘三；創傷被覆材，特願平8-28559
- 7) 塚田益裕・片山秀夫・新井潤一郎・水沢厚志；固定化酵素膜，特開平6-1817638
- 8) 坪内紘三 (1996) 絹の手触り感を持ち吸・放湿する塗料，Infodia (1月号)：42
- 9) 蟻木 理・丸山 誠；昆虫の自動飼育装置，特願平7-336822
- 10) 都島美行 (1995) 日蚕雑，64(1)：68～71