

蚕糸・昆虫研究の現状と将来展望

蚕糸・昆虫農業技術研究所 所長 村上 毅

1. 蚕糸・昆虫農業技術研究所の概要

蚕糸・昆虫農業技術研究所は、蚕糸試験場を母体として、昭和63年10月に設立されました。平成8年の組織定員は、188名、予算規模約28億円、研究職定員は、企画連絡室と遺伝育種部、生体情報部、機能開発部および生産技術部の4つの研究部で、合計116名となっており、筑波を中心に松本、岡谷、小淵沢に隔地研究チームがあり、全体で32の研究室と4つの研究チームに分かれています。なお、当地の製糸技術研究チームと松本の蚕育種研究チームおよび養蚕技術研究チームは生産技術部に属しております。

蚕糸に係わる研究は生産技術部の8研究室と松本、岡谷の3研究チームを中心に、機能開発部、遺伝育種部の一部で実施しており、全体のほぼ3分の1の勢力になっていますが、桑の育種、栽培、病虫害から蚕の育種、生理、病理、飼育および製糸、絹織物までの範囲をカバーしています。

一方、昆虫機能関連研究室ではカイコをはじめ、カメムシ、ウンカ、シロアリ、コオロギ、カブトムシや天敵昆虫など、数拾種の昆虫とこれらに寄生または共生する微生物を研究対象として、遺伝、生理、生化学的な研究を進めているほか、機能開発部を中心に絹をはじめとする昆虫の生産物の構造や機能の改変、化学修飾等による新しい機能性の付与や利用に関する研究を進めております。

2. 我が国の蚕糸業と蚕糸研究

我が国の蚕糸業は江戸時代の末期から各藩の殖産興業の中で発展し、多数の蚕書が出版されています。これらの古蚕書の中には養蚕秘録や蚕飼絹篩などのようにヨーロッパでフランス語やイタリア語に翻訳されたものもあり、我が国の技術書で外国訳された最初のものと思われます。このことはまた、我が国の養蚕技術水準の高さを示すものでもあります。

明治以降は輸出産業の中心として外貨獲得と国の近代化に貢献してきたことは皆様のよく御承知のことです。そのため明治政府は蚕糸技術の開発、改良に意を用い、研究と教育の体制を整備し近代化に努めました。製糸機械を輸入し、

技術者を招聘して官営工場を設置し、機械製糸の普及に努めたのもその一環でした。世界の農業生物の中で最初にハイブリット品種を実用化したのはカイコでした。その普及にもまた民間の力強い支援がありました。こういう官民あげての努力によって、我が国蚕糸業は世界最高の技術水準に到達し、生糸生産量で中国を上回り、世界最大の養蚕国ともなりました。

私は懐古趣味でこんなことを申し上げているのではありません。今申し上げたような歴史の中に、科学や技術の進歩と産業の発展が不可分な関係として実証されていると思うからであります。そしてこのことは今後の蚕糸研究や昆虫機能研究の展開においてもしっかりと意識しておくことが必要であると考えております。

3. 蚕糸研究の伝統と昆虫機能研究

昆虫類は4億年におよぶ進化史、多様な形態や種分化、広い適応性や個体数の多さなどの点で、地球上で最も繁栄した生物の一群とも云われています。しかし、全体としてみれば昆虫の利用に関する研究は大きく立ち遅れています。

昆虫に関する研究の流れは①分類学、②作物保護学（害虫防除法）、③養蚕学に大別されます。

昆虫種の数には180万種ともその数倍とも云われており、全動物種の80%以上を占めていると云われていますが、昆虫を生かして利用するための研究は殆どカイコとミツバチに限られてきたと云っても過言ではありません。

我が国はカイコが絹を作るという性質を利用した蚕糸業を発展させるため、カイコの育種（遺伝学を含む）、生理・生化学、病理から飼育法に至るまで基礎、応用を含めた広範な研究蓄積と研究のノウハウを持っています。その意味で我が国のカイコは単なる学問研究の対象ではありません。

近年世界的にも地球上に残された最後の未利用最大の生物資源として昆虫が注目されていますが、この分野でイニシアティブを取れるのは我が国以外にはないと考えています。それは前述のようなカイコに関する研究の蓄積と経験によるものであり、また、我が国が5000年以上もの年月をかけて人類が作り上げてきた“家畜よりも家畜化”された昆虫＝カイコとその豊富な遺伝資源を持っているからです。

最近では、世界各国でも昆虫の持つ特異的な機能が注目され、その利用に関する研究が始まりつつありますが、まだまだ未成熟な研究分野であり、例えばこれを一語で表現する英語はないそうです。我々はこういう研究分野を昆虫機能研究

と呼んでいます。

4. 昆虫機能研究の目指すもの

昆虫機能研究の目標は①新しい作物保護手法の開発、②有用物質の生産、③特異機能の利用と模倣に大別されます。

作物保護法としては、すでにカイコの卒倒病の病原菌などの産生する毒素を利用したBT剤が殺虫剤として実用化されておりますように、病原微生物を利用する方法があり、クワのキボシカミキリやカンキツ類のゴマダラカミキリを対象とする糸状菌も実用化されています。さらにバクテリアやウィルスなどの利用も考えられています。また天敵昆虫の利用も進んでいます。将来的には昆虫の持っている抗菌性蛋白質の遺伝子やウィルス抵抗性遺伝子を作物に導入して抵抗性品種を作ることも考えられます。

天敵生物を利用する場合には、害虫と病原微生物等との間に種特異性が強いいため、化学農薬のように天敵昆虫までも含めて、皆殺しにしてしまうことがあります。

カイコの脱皮や変態、休眠の研究から明らかになったホルモンも広く害虫の発育を制御する手段として利用が始まっています。人工的に合成された生理活性物質の中には安定性が高く、長期間効果が持続するものもあり、カイコに被害を与える可能性も指摘されていますが、低濃度で効果を示すなど、従来の化学農薬の概念を変えてしまいかねないものもあります。ホルモンの場合は昆虫以外の生物に殆ど影響を与えないと考えられています。さらに、カイコガで最初に発見された性フェロモンに関する研究も発展しており、すでに一部の害虫では雄蛾が雌蛾を探すのを妨害することによって、次世代を残し難くする交信攪乱法として実用化されています。その他、効率よく集めて捕殺したり、天敵の効率的な利用などへの適用も考えられています。これらの方法はいずれも種特異性が高いことや、本来昆虫自身の生産物であることなどから環境にやさしい防除法として注目されています。

有用物質の生産については、カイコを利用したネコのインターフェロンが有名ですが、カイコに傷を付けたり大腸菌を注射した場合に体内生産される抗菌性蛋白も、世界全体では、いろいろな昆虫からすでに約50種が発見されており、これらを利用した医薬品等の開発研究が進展しています。遺伝子操作によって、カイコに成長ホルモンや医薬品等有用な物質を直接生産させたり、遺伝子操作によっ

て有用物質を生産する機能を持たせたウィルスをカイコの体内で増殖させたり、培養細胞を利用して増殖させることによって有用物質を生産することが考えられています。絹ももちろん有用物質の一つであり、将来的には、絹にこれまでになかった機能性を持たせることも夢ではないと考えられます。

また、牛や豚の排泄物やその他の未利用資源を昆虫に処理させ、チッソを回収して蛋白質に変換させ、その蛋白質を家畜や養魚用の飼料にするなど資源のリサイクル技術も重要な課題です。

絹蛋白質についてはすでに、フィルムや粉末あるいは多孔質体として利用する技術の開発が進んでいるほか、絹を化学的に改変することで抗血液凝固剤を作る研究なども進められています。

特異機能の利用と模倣については、昆虫がフェロモンや微量の揮発性物質を鋭敏に感知する優れた感覚器官を持っていることから、これを利用して果実などの熟度判定を非破壊法で可能にするバイオセンサーの開発や、昆虫が6本足で歩行する運動制御機構を模倣したマイクロマシンの開発なども進められています。また、羽の折りたたみや展開の機構や構造、蝶の羽の金属的な光沢の仕組みの解析と利用法などの研究も大学や民間で進展しています。

そのほか、休眠や行動制御機構、微生物との共生や食物選択、他種昆虫や他の動・植物との関係など昆虫の特異的な機能＝生存戦略を解明し、生き物としての昆虫の「設計思想」を学び利用することは、これまで人間が思いつかなかった新しい技術思想を生み出すことにも貢献することが期待されます。

5. 昆虫機能の利用におけるカイコの役割

昆虫の機能を利用して、有用物質を生産するためには、昆虫の大量飼育が不可欠です。

ところで、囲いも蓋もなしに飼育出来、大量飼育が確立している昆虫をカイコの他に思い浮かべることが出来ますか？ 一年中、何時でも、必要な時に孵化させ、飼育出来る昆虫はどうですか？ もし、野外に逃げ出した時、そこで生き延び次世代を残すことが出来ない昆虫を想像出来ますか？ この3つの条件を充たしている昆虫はカイコ以外にありません。家畜でもこれらの条件を充たしているとは云えないのです。

バイオテクノロジーが進展し、他の植物はもちろん、植物と動物の間でも遺伝子の交換が出来る時代に入っています。植物に較べ動物の遺伝子操作は立ち遅れ

てはいますが、自由に遺伝子を交換し、導入できる時代が近づいています。他の昆虫や動・植物が持っている有用な遺伝子をカイコに導入し、発現させることによってカイコに絹以外の有用な物質をも作らせることが出来るようになるはずで、現状は遺伝子を操作し、有用物質を作るウィルスなどをカイコに感染させ、ウィルスを増殖させることによって有用物質を作らせる段階で、カイコはウィルスの培地として利用されています。

現在、遺伝子の組み換えウィルスや動植物の実用化上、最も懸念されているのは、新しい遺伝子組成を持ったウィルスや動植物が自然や人間に対し安全であるか否かという問題です。その意味でカイコの運動能力や野外での生存能力が低いことは大変重要な特性です。しかも、我が国にはカイコに対する豊富な研究蓄積と世界一の遺伝資源があります。これらを活用しながら世界をリードすることが必要ですし、私共はそれを目指しています。

しかし、今我が国の養蚕業は危機的な状況にあり、それに伴って研究勢力も大幅に減少しています。昆虫研究とその利用における有利性を維持していくためにも、国内に養蚕業を残し、蚕糸絹業を安定的に維持していくことが重要であると考えています。

6. 我が国蚕糸業の将来と蚕糸研究の方向

現在、我が国の養蚕業は危機的な状況にありますが、絹の国内消費量は時に応じて変動しつつも20万俵から30万俵の間でむしろ安定的推移しているとも云えます。ただ、かつての和装用消費とりわけカジュアルな着物向けの消費が減少している反面、洋装用途では大幅に増加しており、依然として世界最大の絹消費国であります。

また、我が国は世界最高の蚕糸に関連する技術水準を持っています。先に申し上げた通り、新しい研究の展開にとってもカイコは重要な役割を期待されています。それだけに私共は我が国から蚕糸業の灯を消させないようにしていくことが最も重要であると考えています。

我が国の蚕糸業を巡る困難な情勢は、労働力の不足、労賃の高騰、円高の進行など数え挙げれば限りがないほどですが、賃金較差一つ取っても30年前には日米間で10倍以上もの開きがありました。日中間の較差が将来も続くと考えられることは出来ません。中国の食糧問題など世界の農業を巡る情勢は、なお不透明な部分はあるものの“21世紀は農業の時代だ”と云う人さえある状況です。我が国の農業

が現在のように、大部分が兼業農家によって支えられていること自体正常な姿ではないと考えられます。いろいろな意見はあると思いますが、私は今日の養蚕業が直面している困難の根源には、養蚕の多労働的な技術体系と兼業化に弱いということがあると考えています。将来、我が国の農業が総兼業化するか、少数の専業農家によって支えられるか、あるいは今日のように、少数の専業農家と大多数の兼業農家とによって支えられるのかは、軽々に判断できることではありませんが、今日の姿が農村社会と我が国の自然や国土保全、あるいは都市と農村の問題に大きな矛盾と問題点を提起していることも事実だと思います。

また、農業は自然条件に支配されるところが大きく、特に土地利用型農業（表現が適切だとは思いませんが……）においては、作物の生育期間が制約されることから1年1作か2作で、労働力の需要は播種・植付け期と収穫期に集中するなどの宿命的な制約を持っています。

専業的経営になればなるほど、この問題が大きくクローズアップされることになります。こういう状況を想定した上で年間10回、場合によっては冬でも飼育できる養蚕業が農業経営の中で新しい位置を占める可能性も考えられます。いずれにしましても、およそ一つの産業が技術革新なしに長期間生き続けることは不可能だと云われています。

したがって、養蚕業の安定的な維持を図るためには技術革新が必要であると考えます。そういう意味でウィルス抵抗性の付与や繊維度などに特徴を持った各種蚕品種の育成、人工飼料育技術体系の確立、効率的な桑品種の育成と栽培、収穫法の確立、および用途に適応した絹新素材の開発、絹の高度利用技術の確立などが重要であると考えています。蚕品種などは場合によって、我が国では種繭のみを生産し、蚕種を輸出することまでも含めて考えられるでしょう。

これらの研究についてはすでにある程度進んだ部分もあり、それらの成果については私共の出版物や特許公報などいろいろな方法で公開しており、実用化に向けても民間の要請に応じて出来る限りの協力をして参りたいと考えているところです。