

わが国蚕糸業の発展を支えた技術開発

(独) 農業生物資源研究所 理事 新保 博

1. わが国蚕糸業の発展

養蚕は、古代中国から始まったとされており、殷の時代（紀元前 1700~1600 年頃）の卜辞に糸、帛、巾、桑などの文字が見えることから、この時代にはすでに養蚕が行なわれ、絹織物が作られていたと考えられています。その後、周辺諸国や遠くヨーロッパに伝わって行きました。

わが国で養蚕が始まったのは、1~2世紀の弥生時代中期といわれています。聖徳太子が604年に制定した十七条憲法には、養蚕の重要性が説かれており、飛鳥・奈良時代には各地に養蚕が広まっていたと考えられています。さらに、江戸時代中期になると、貨幣や商品経済の発展により絹織物に対する需要が増大し、また、諸藩が財政立直し策として蚕糸業や織物業を奨励しました。これに伴って、養蚕業は従来の近畿中心から関東、東北へと拡大し、また、絹織物産地も西陣などに加えて、桐生など新しい産地が生まれました。

明治以降、蚕糸業は、外貨獲得のための最重要産業として位置づけられ、手厚い保護や奨励政策によって急激に発展しました。わが国の蚕糸業が最盛期であった昭和初期には、全国の農家の約40%にあたる220万戸が養蚕に従事し、全農地の約10%にあたる60万haで桑が栽培され、40万トンの繭、4万トンの生糸が生産されていました。しかし、戦後、価格安定対策をはじめ様々な対策の実施にもかかわらず、化学繊維の台頭や、和装需要の減退、繭や生糸の輸入増大などにより、繭や生糸の生産量はほぼ一貫して低落傾向をたどってきました。

2. わが国蚕糸業の発展を支えた技術開発

江戸時代にも、篤農家を中心に作柄の安定に寄与する技術が開発されています。例えば、伊達郡梁川の中村善右衛門は、体温計にヒントを得て、わが国初の寒暖計「蚕当計」を製作し、温度を調節してカイコを飼育する「温暖育」の普及に貢献しました。また、但馬国の上垣守国の「養蚕秘録」をはじめ、様々な養蚕指導書が出版されています。

明治以降、大学や公的試験研究機関など蚕糸に関する試験研究体制が順次整備され、蚕糸に関する技術開発や遺伝学、生理学、病理学などの研究が積み重ねられてきました。数多くの優れた技術開発の中から、以下の3つの技術について紹介します。

1) 一代雑種の利用

外山亀太郎博士が母校の東京帝国大学農科大学の助教授に任ぜられた 1902 年（明治 35 年）、当時、わが国の基幹産業へと急成長していた蚕糸業のさらなる発展のためには、いくつかの解決すべき課題がありました。その一つが優良蚕品種の育成でした。カイコをはじめ農業生物の育種は、最初は、単に集団から優良な個体を選抜するだけのものであり、理論よりは経験に頼っていました。外山博士は、育種の基礎としての遺伝学の重要性を説き、カイコを用いてメンデルの法則が動物でも当てはまることを世界で初めて証明しました。

外山博士は、1902 年（明治 35 年）から 1905 年（明治 38 年）にかけてシャム国、現在のタイ王国の政府顧問として招聘され、現地で養蚕指導にあたりながら、カイコの交配実験を行っていました。そして、日本種やシャム種のように遠縁の品種を掛け合わせると、両親よりも繭の収量や強健性などが優れた一代雑種が得られることを発見しました。シャム国から帰国した外山博士は、一代雑種の利用を提唱し、自ら政府の委員や農商務省原蠶種製造所の技師を兼任するなどしてその普及に力を尽くされました。カイコの一世代雑種は、その優位性の発見から 10 年を経たずして実用化されていますが、蚕糸業の振興が国策であったという時代背景があったにせよ驚くほどの速さです。また、蚕の一世代雑種の普及には、卵の無料配布や生産された繭の全量買取りなど民間業者の協力も大きく貢献しており、昨今強く求められている産学官連携の素晴らしいお手本といえます。

外山博士は、「蠶種類の改良」（蠶業新報、158:282-286、1906）という論文の中で、「善良なる種類を作りても直ちに他人に複製されては面白くなく、又多年の功勞に酬ゆる道でない、之を防ぐには一代限りの種類を作る他にない」と述べています。当時すでに育成者の権利を強く意識されていたことには驚かされます。

世界に先駆けて実用化された蚕の一世代雑種の利用は、わが国の蚕糸業を世界一に押し上げる原動力になりました。外山博士が、1915 年（大正 4 年）、学術功勞者に贈られるわが国最高の賞である帝國学士院賞を、当時アメリカで活躍中の野口英世博士と同時に授与されたことから、その業績の大きさがわかります。

外山博士が興したカイコの遺伝学は、その後、多くのカイコ遺伝学者に受け継がれ、現在隆盛を迎えているゲノム解析へと繋がっています。

2) 雌雄鑑別法

異なる品種を掛け合わせて作る一代雑種の普及とともに、蛾（成虫）になる前に雄と雌を隔離しておくことが蚕種を製造するうえで欠くことのできない重要な作業となりました。

石渡繁胤博士は、1904 年（明治 37 年）に、雌幼虫の第 11 及び 12 環節の腹側には 1 対ずつの小点があるが、雄にはこれがないことを発見しました。その約 10 年後に、加藤和一郎博士が雄幼虫の第 11 環節の腹側の末端中央部にヘロルド氏腺の付着点が見えることを発表しました。これによって雌雄を完全に区別することが可能となりましたが、相当の熟練を必要としました。1922 年（大正 11 年）に、長野県蚕業取締所松本支所において雌雄鑑別手の養成が始められ、鑑別手が蚕種業者に派遣されるに及んでこの方法は急速に普及し、蚕種製造上不可欠の技術となりました。しかし、第二次世界大戦前後から、労力不足のため鑑別手の養成が困難となり、その対策が必要とされるようになりました。

雌雄鑑別を簡便化するために、田島弥太郎博士らによって、W 転座を利用する方法、つまり限性遺伝を利用する方法が開発されました。カイコの性染色体には Z と W の 2 種類があり、雌は ZW、雄は ZZ です。この W 染色体に、X 線を利用して優性の斑紋遺伝子を含む染色体の断片を転座させ、できた雌に斑紋を持たない雄を交配すると、その子孫の雌は常に斑紋を持つのに対し、雄は斑紋を持たないので、雌雄を簡単にしかも正確に区別することができます。その後の長い年月をかけた改良によって、幼虫の斑紋で雌雄を識別できる実用蚕品種が育成されています。さらに、卵の色や繭の色で雌雄を簡単に識別できる限性品種も作られています。

限性卵色系統は、普通の雌雄鑑別のためではなく、繭の生産効率が高く、丈夫で繭質のよい雄だけを飼育しようという雄蚕飼育に役立てる目的で育成されたものです。田島博士らの後を追ってソ連でも雄蚕飼育の研究が精力的に行なわれましたが、当時、実用化には至りませんでした。最近、大沼昭夫博士は、性染色体、2 種類の劣性致死遺伝子およびガンマー線照射技術を組み合わせて特別な雄を開発しました。この雄と普通の雌を交配してできた卵からは、雄のみが孵化できるというものです。こうして世界で初めて雄蚕品種の実用化に成功しました。

3) 人工飼料育

すでに述べたように、養蚕の歴史は極めて古く、わが国でもその歴史は 2,000 年を数え、その技術も大きな進歩を遂げてきました。しかし、クワの葉でカイコを育てるという基本は全く変わることがありませんでした。クワの葉で育てる限り、カイコの飼育期間も桑の生育期間に限られてしまうので、人工の餌の開発が試みられました。しかし、カイコの食性は極めて狭く、その開発は非常に困難でした。

1960 年（昭和 35 年）、福田紀文博士、伊藤智夫博士および浜村保次博士の 3 つの研究グループは、別々に人工飼料で全齢を飼育することに成功しました。1977 年（昭和 52 年）に

は、人工飼料による稚蚕の飼育が実用化され、飼育の省力化や作柄の安定に役立ってきました。カイコの人工飼料は、桑葉粉末、脱脂大豆粉末、ショ糖、大豆油、ビタミン混合物および寒天などからできており、さらに試験研究用として、桑葉粉末を含まない準合成飼料やタンパク源をアミノ酸混合物で置き換えた合成飼料も開発されました。人工飼料の価格を低減するため、線形計画法という方法を用いて、価格の低い畜産用の飼料素材を主成分とする低コスト人工飼料が開発されています。それと同時に、その飼料に適合する広食性の蚕品種が育成されました。広食性蚕品種の育成は、横山忠雄博士が発見したリンゴやキャベツを食べる食性異常蚕「沢 J」に端を発していますが、遺伝・育種の専門家と栄養整理・人工飼料の専門家が一致協力して開発した成果であるといえます。一年中カイコが飼える人工飼料は、大学や研究所などにおける様々な研究の進展に大きく貢献しています。

3. 新たなカイコの産業利用をめざして

古くから絹糸を生産する昆虫として利用されてきたカイコは、近年、絹糸の生産という大きな役割に加えて、酵素や抗体などの有用物質を生産する「昆虫工場」の担い手として、医療は化粧品分野などへの新素材の提供者として、大きな農業被害をもたらす鱗翅目害虫のモデルとして、さらには、医薬品探索における哺乳動物の代替者としての役割などが注目されています。爆発的に蓄積されるゲノム情報を利用し、かつ遺伝子組換え技術などの先端の手法を駆使することにより、こうした役割を活かしたカイコの新しい産業利用をめざした技術開発が精力的に進められています。

私たちがめざしている新たな「カイコ産業」は、従来の蚕糸技術の上に成り立つバイオ産業です。カイコ（蚕）という字は「天」の「虫」と書きます。この天からの授かりものであるカイコを大切に、21世紀型の新たな「カイコ産業」へと育てることが私たちの夢です。