

■ 蚕糸昆虫研究	■ 530 億匹の闘い	■ 限性品種
■ 学士院章を受賞した人	■ カイコ幼虫のからだ	■ 蚕糸研究の貢献
■ 桑葉の成分	■ 蚕の必須栄養素	■ ページの目的

■ 蚕糸昆虫研究

■ 外山亀太郎 1867-1918

明治 29 年から 3 年間福島蚕業学校の初代校長を務めた後、東京農科大学で教育や遺伝の研究に従事。タイ国養蚕技術指導に参画。明治 44 年に国立原蚕種製造所が創設とともに、技師として招かれて併任となり、蚕糸技術史上で最大の業績とされる「一代交雑種の有利性」を提唱、その普及、実用化に貢献した。大正 4 年(1915)、蚕の一代交雑種の実用化の端緒をひらいた功績と蚕の遺伝学に関する研究の業績により、帝国学士院賞を医学の野口英世とともに贈られた。



[かながわの 100 人](#)

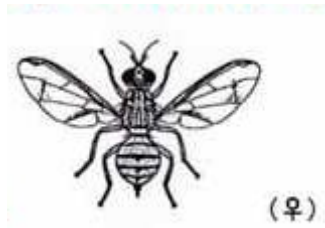
この胸像は初代校長を務めた福島蚕業学校の後身である福島市の福島明成高校に建立されている。

- ・ 様々な形質(カイコの体の模様、繭の色など)を見きわめ、その遺伝様式がメンデルの法則に従うことを示した。植物については実証されつつあったメンデルの法則再発見(明治 33 年、1900 年)からまもなく、その法則が動物(カイコ)にもこれがあてはまることを世界に先がけて明らかにした。
- ・ 明治 39 年(1906)、すぐれた形質をもつ品種の親と、それとは異なる品種のすぐれた形質をもつ親を掛け合わせて作られた一代限りの交雑雑種はすぐれた形質が最も強く現れる、いわゆる雑種強勢現象(ヘテローシス)を発見し、一代交雑種の有利性を訴えた。

- ・ 明治 44 年に設立された原蚕種製造所において事業開始とともに始まった雑種試験により、その有利性が立証され、大正 3 年(1914)、同所の加賀山所長は国策として一代交雑種を採用することを発表。ただちに一代交雑種用の蚕の原種を各府県の原蚕種製造所に無償配布して、普及をはかった。
- ・ 同じ一代交雑種を作るためには、同じ原種を 2 種類用いないと蚕種の製造ができないので、蚕品種保存の重要性にもなった。
- ・ 普及推進の結果、春蚕ではわずか 10 年の間(大正 7 年, 1918)に、夏秋蚕では昭和初め(1927)に、一代交雑種の普及率がほぼ 100%に達した。この結果、繭の生産量は一挙に 2 倍以上に増加し、養蚕業に大きな利益をもたらした。以降、わが国の実用蚕品種はすべて一代雑種が用いられており、品種の変遷に対して大きな影響を及ぼしている。
- ・ 江戸時代においても異なる種類のカイコの交配は行われていたが、掛け合わせをする蚕の原種がまちまちだったり、掛け合わせカイコをまた掛け合わせたりしたため、飼育が難しくなったり、繭質が一定にならないなどの問題があった。
- ・ 動植物のなかで一代雑種の利用は、わが国のカイコが世界に先駆けた技術であると同時に、普及の迅速さと蚕糸業の発展に対する貢献は、世界の農業技術発達史のなかで画期的なもの。

■ 530 億匹の闘い ウリミバエ根絶の歴史

- ・ 沖縄県では早くも夏の観光シーズン。若者らが訪れ、マンゴーやニガウリを何気なく、本土に持ち帰る。こうできるようになったのは最近のこと。野菜や果実の大敵ウリミバエが 1993 年に根絶されたから。
- ・ 同害虫は、19 年に八重山群島に侵入後、72 年に本島で見つかり、75 年にはトカラ列島中之島まで北上。本土に侵入すれば園芸農業は壊滅する危機にあった。
- ・ それを 20 年もの歳月をかけて、根絶した。不妊虫を放ち、野生虫の子孫を絶やす壮大、そう絶な闘いだった。
- ・ 放射線照射「不妊虫の放飼法」によるミバエ類根絶は世界で初めての成功例であった。
- ・ この経緯は元農水省蚕糸・昆虫農業技術研究所長、小山重郎氏の「530 億匹の闘い」(築地書館)に詳しい。



(♀)

ウリミバエ

- ・ 害虫をあまり弱らせることなく不妊化する方法として、害虫(ウリミバエ)の蛹にコバルト 60 による放射線を照射すると不妊化することがつきとめられました。
- ・ 不妊虫を野外の虫を上回る数だけ空中散布して放す。
- ・ 自然に放たれた不妊虫は野生のウリミバエと交尾し、孵ることのない卵がウリ類に産みつけられる。

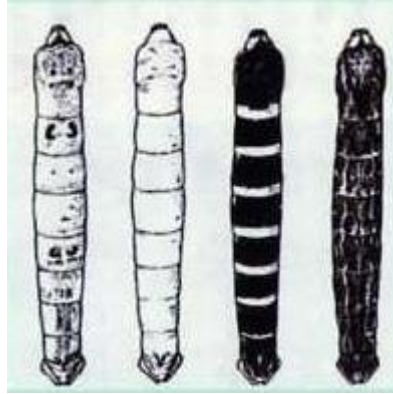
日本農業新聞「四季」欄(2000 年 4 月 19 日)

築地書館ホームページ [築地書館](http://www.afftis.or.jp/ayumi/index.html)

<http://www.afftis.or.jp/ayumi/index.html>

■限性品種

- ・ 蚕の雌雄は、雌性を決定する W 染色体の有無によって決まります。この W 染色体に優性遺伝子の座位を含む染色体を転座させた系統は、雌は常にその遺伝子による形質を発現し、雄には現れません。このように、一方の性に限って特定の形質が発現する品種を「限性品種」といい、幼虫斑紋によって雌雄が判別できる品種を「斑紋限性品種」と呼びます。
- ・ 蚕に X 線や γ 線をあてて、雌だけにある W 染色体上に雌雄識別できる標識遺伝子を転座させた変異蚕が作り出されました。田島弥太郎(昭和 16 年、1941)は、雌性を決定する W 染色体に斑紋遺伝子を転座させ、斑紋の有無により雌雄が簡単に識別できる W 転座系統を開発しました。
- ・ 田島の W 転座系統に改良が加えている過程で、転座染色体の突然変異による限性黒色蚕が出現し、その後代から「形蚕」に近い斑紋の系統が分離しました。その後、幼虫斑紋について「形蚕^{かたこ}」「姫蚕」「虎蚕」「黒色蚕」「褐円斑紋」など多数の突然変異が発見されています。



蚕の代表的な幼虫斑紋

(左から)形蚕、姫蚕、黒縞^{くろしま}、暗色

田島弥太郎著「生物改造」、裳華房より

- ・ 現在、幼虫斑紋(♀は斑紋のある形蚕、♂は斑紋のない姫蚕)や卵色(♀は黒卵、♂は白卵)、および繭色(♀は黄繭、♂は白繭)などの可視形質が雌雄で異なる限性品種が作出されています。
- ・ このうち、限性黄繭品種は昭和 44 年(1969)に作出されました。蛹の時期に γ 線を照射して、人為突然変異を起こさせたものです。蚕の黄血遺伝子(Y)をW染色体に転座させたもので、♀は黄血、♂は白血となる。黄血遺伝子(Y)は繭色遺伝子(C)と共存によって、♀は黄繭、♂は白繭となるから、繭色によって雌雄鑑別が容易にできるものである。この方法は蛹の生殖腺による蛹体鑑別に比べ 10 倍、幼虫による生殖腺法に比べて 4.5 倍能率が上がり、かつ誤りも少ない。
- ・ 形蚕斑紋系統と黄繭では、転座染色体の影響と考えられるような生理的障害は少なく、前者はすでに実用品種として利用されており、後者についても繭の色に特徴ある「黄白」が指定品種されています。
- ・ 人為突然変異が容易に誘発することができて品種育成に利用できる道が広げられたことは育種に無限の可能性を与えてくれました。蚕の遺伝学の蓄積と染色体工学ともいわれる遺伝子操作の先駆的技術の成果であります。
- ・ 染色体転座とは、染色体の一部がちぎれて、または全部が、他の染色体に結合した状態です。X線を受けると染色体は所々で切断されるが、切断端はまたつながる性質をもっている。切断端の再結合の際、もとの染色体の他の部分につながるもののほか、中には他の染色体に付着するものもある。

- 斑紋限生蚕品種としては、真野保久氏育成の「日 131 号 × 中 131 号」(昭和 42 年指定)以来、「芙蓉 × 東海」「朝日 × 東海」(昭和 51 年指定)、「日 201 号 × 中 202 号」(愛称;新山彦、平成 6 年夏秋用、平成 7 年春用として指定、)、「日 202 号 × 中 203 号」(愛称;梓、平成 7 年指定)など、多くの実用的な品種が育成されている。



支那種 (支 115 号) 5 齢盛食期 ♀



日本種 (日 115 号) 5 齢盛食期 ♀

5 齢盛食期 ♀

5 齢盛食期 ♀

突然変異の種類

田島弥太郎著「生物改造」,裳華房

■ 学士院章を受賞した人

- 外山亀太郎博士
- 田島弥太郎博士
- 橋本春雄博士 昭和8年、カイコの雌雄を決める染色体 Z W 型の中で、W 染色体をもつカイコが雌になることを明らかにした。
- 吉川秀男博士 日本における遺伝生化学の開拓者で、カイコの眼色および卵色を決める化学的因子の存在を明らかにし、その後におけるカイコの遺伝生化学発展の端緒をつくった。
- 鈴木昭憲、石崎宏矩 1990年、蚕蛾から抽出した前胸線刺激ホルモン(脳ホルモン)の化学構造を解明と活性本体の機作について明らかにした。
- 土居養二、石家達爾、興良 清、明日山秀文 1967年、長年にわたって接木およびヒシモンヨコバイのウイルス病伝染とされていた桑の萎縮病にマイコプラズマ様微生物発見した。

■ カイコ幼虫のからだ

カイコは繭を得る目的で飼うだけあって、他の昆虫に比べても劣らないほど、カイコの幼虫の体の構造は詳しく調べられています。

体表面を覆う外皮(クチクラ)は、タンパク質とキチンからできている。そのため、傷つきにくく、また体の形を保ち、外骨格を形成するのに都合がよい。脱皮が近づき古い外皮を脱ぐ前に、毎回、それまでのものよりも一回り大きい外皮を内側に新生している。これによって体を肥大させることができるのである。カイコが食べるのは桑の葉ですが、カイコをただ誘引するだけの植物なら、桑よりも茶、ダイズ、夏みかん、サクラ、イチジクなどに引き寄せられることが実験的に証明されています。このようにカイコは桑以外の匂いにも誘引されるので、「カイコは自分を誘引する匂いも持つものを食べる」という結論は下せないことになります。言い換えれば、「桑の匂いがカイコを誘引するから、それでカイコは桑を食べる」という言い方は正確ではないわけです。

- ・ カイコが全く食べない植物の葉の匂いでもカイコに対して強い誘引力を持っていることから、誘引されることと、摂食を始めることとは、異なった情報によって処理されていると考えられます。
- ・ カイコの摂食行動では味覚が重要な役割をもっていることが明らかにされました。桑の葉に含まれる摂食促進物質としては、イソケルシトリン(フラボン化合物)、クロロゲン酸(フェノール酸)、n-キサコサノール・n-オクタコサノール(長鎖アルコール)が知られています。これらの物質は、桑の葉にだけ含まれているものではなく、多くの植物に含まれています。桑科植物のみに含まれる摂食促進物質は、まだ発見されていません。
- ・ 桑以外にカイコが食べる植物としては、柘しや、カカツガユ、コウゾ、オオイタビ、イチジクなどがありますが、同じカイコでも飼うカイコの品種で大きな違いがあります。いずれにせよ、桑以外の植物で飼育しても、カイコも繭も小さく実用的ではありません。
- ・ 蚕糸試験場生理部では、カイコにとって必要な栄養素の種類は一体何であるのかを明らかにする試験をずっと行ってきました。これはカイコの健康と食物との関係を明らかにすることにもなります。必要な栄養素の種類を明らかにすることを「栄養要求を解明する」といいます。この目的のために最も有効であったものは、ほかならぬ人工飼料でありました。人工飼料ではその組成内容を人為的にコントロールすることができます。必要に応じて、特定栄養素をその飼料から除いたり、または加えることができます。また、加える量を増減することもできます。このようにしてカイコの必要とする栄養素の種類がほとんど明らかにされたのであります。
- ・ 桑葉を構成する主成分は水分の外に、蛋白質、炭水化物、脂質、ビタミンおよび無機物であって、これら諸物質がカイコの栄養に必要なことは、栄養学的結果から明らかとなっています。

桑葉の成分のうちで他の植物葉の成分と異なる特徴は、蛋白質含量が非常に高い点であって、カイコは桑葉の蛋白質をきわめて能率よく消化し、カイコ自身の体を作ると同時に、絹蛋白質合成の素材として利用しています。（桑の葉の乾物中には粗蛋白質が 23～30%あります）

- ・ カイコにとり必要な栄養素は、人間などと同様に、大別すると 5 グループになります。なお、下図のようにカイコの人工飼料には、5 つの必須栄養素のほかに摂食刺激物質、さらには防腐剤などが加えられています。
- ・ カイコの体内には、桑から摂取した多量の蛋白質（アミノ酸）が貯まります。アミノ酸過剰蓄積症という生理的障害を救うため、絹蛋白質の合成を行うカイコ体内の幼虫器官である絹糸腺が、排泄と同じ役割を果たしているに違いないという考えが赤尾博士によって提唱され、現在では一般に容認されています。カイコが繭をつくるのは、アミノ酸過剰蓄積症からの脱却であるという生理的な仕組みの存在が示唆されたわけでありす。

■ 蚕糸研究の貢献

- ・ 近代化への貢献：大正末期から昭和初期にかけて、輸出総額に占める農産物の比重は漸減傾向にあったが、生糸輸出だけはますます増大の一途を辿る。1921 年には、生糸・絹織物の輸出金額はわが国輸出総額の中で 49%にも達し、1930 年～1934 年までの平均で見てもその輸出金額は総輸出金額の 24.1%を占めていた。養蚕業は我が国の経済発展のために必要な資材の見返り物資として、外貨獲得に大きな役割を果たした。
- ・ 動物遺伝学や生理学の進展に貢献：昆虫（カイコ）の変態、休眠、ホルモン、化性制御、一代交雑種、転座（突然変異）、雌雄識別法、塩酸人工孵化法、在来種および輸入種の系統分離やそれらの交雑固定、染色体の倍数体誘発、食性、人工飼料、蚕病防除、年間条桑育などなど、動物遺伝学や生理学、生命科学、技術開発の進展に大きく貢献した。
- ・ フェロモンの化学的研究の幕開けに貢献：昆虫種内のコミュニケーションにはたらく物質を、単離・同定した人物は、ヒトの性ホルモンの研究でも知られるドイツの有機科学者 A.F.J.ブーテナントです。ブーテナントは第二次大戦中に、研究材料として日本から旧西ドイツのマックスプランク研究所の同博士のもとに輸出された 500, 000 匹のカイコ蛾から 6.4mg のカイコの性フェロモンを単離同定しました。この生理活性物質は初期研究から 20 年の歳月をかけて、1959 年に化学構造が解明されたということです。16 個の直鎖状の炭素鎖を持つ不飽和アルコールで、カイコの学名 *Bombyx mori* にちなんで bombykol（ボンビコール）命名されました。のちに

化学的に合成され、自然物と同じくオスを興奮させる効果が確かめられ、カールゾーンによって「pheromone、フェロモン」と名付けられました。フェロモンの名前の由来はギリシャ語のpherein(運ぶ)とhormon(興奮させる)という意味から pheromone とされているそうです。

- ・ 昆虫ホルモンの研究に貢献 : ブーテナントらは、またカイコの前胸腺で生産される前胸腺ホルモン(脱皮ホルモン)を結晶として取り出し、「エクジソン」(脱皮ホルモン)と命名しました(1954 年)。この昆虫ホルモンの化学研究に用いられたカイコの雄蛹もまた日本から輸出された材料だったそうです。→ ブーテナントは弱冠 36 歳で 1939 年ノーベル化学賞者に決定したが、第二次大戦中、ナチス政権下の圧迫で辞退。終戦(敗戦)後になった 1949 年受賞。
- ・ 昆虫の研究 : カイコは飼育が容易で、しかも繁殖力が旺盛で多数の個体を得ることができ、また世代交代が早く、形質が多様で、研究対象としては最適な素材です。昆虫は人工的には合成困難な有用物質の生産など様々な特殊機能を有しています。自然の厳しい環境に適応しながら、生命の維持を図っています。昆虫の適応能力のメカニズムを解明し利用する研究のなかで、今後とも未知の機能性物質や成分が発見されると期待されています。
- ・ モルフォ蝶の羽の色の見える仕組みである「構造色」 : 世界で一番美しいといわれるモルフォ蝶の羽はメタリックブルーに輝き、本当にきれい！ 実は、モルフォ蝶の羽には青い色はついていない。光の回折により、ある波長の光だけを強く反射して、きれいな青に見える。羽の銀粉の横断面を電子顕微鏡で見ると、同じ間隔でギザギザが並んでいて、このギザギザで光が反射するとある色だけが強まる。モルフォ蝶の発色法を使った繊維も開発されている。

<http://www.jst.go.jp/kisoken/seika/zensen/08matsui/index.html>

<http://www.keddy.ne.jp/%7Escitech/color/menu/StructuralColor/Molfo.htm>

■桑葉の成分

- ・ 桑葉を構成する主成分は水分の外に、タンパク質、炭水化物、脂質、ビタミンおよび無機物であって、これら諸物質が蚕の栄養に必要なことは、栄養学的研究結果から明らかである。桑葉の成分のうち他の植物葉の成分と異なる特徴は、タンパク質含量が非常に高い点であって、蚕は桑葉のタンパク質をきわめて能率よく消化し、蚕自身の体タンパク質を作ると同時に、絹糸腺における絹糸タンパク質の素材として利用している。すなわち、蚕は摂取したタンパク質の約64%を消化吸収し、吸収したタンパク質の約50%を絹タンパク質の合成に利用しているのである。吐糸後、蛹体中に残ったタンパク質の約 1/2 は、さらに蚕卵の形成に利用され

ているのであるから、いかに蚕が桑葉中のタンパク質を効率よく消化利用しているかがわかるであろう。

- ・ タンパク質にくらべて炭水化物の場合では、利用の様相が著しく異なっている。桑葉の炭水化物の約40%が消化利用されるが、その約80%は蚕の運動などのエネルギー源として消費されるとともに、脂肪酸や非アミノ酸の生合成に利用される。
- ・ 脂質については、桑葉脂質の約60%が消化吸収されるのであるが、桑葉由来の脂質量の約70%（雄では100%以上）が体内で合成される。豊富に貯えられた脂質はやがて蛹期後期および成虫期のエネルギー源として消費されるとともに、蚕卵へも相当量が移行する。蛾の体内に留存している脂質量は雄のほうが雌より著しく多いから、この高い含量の脂質が雄蛾の活発な運動量の支えになっている。
- ・ 桑の葉の乾物中には、粗タンパク質が23~30%あります。
- ・ 国立健康・栄養研究所食品機能研究部から、「桑の葉とその成分について」の解説論文集が国立健康・栄養研究所ホームページ ↓ に掲載されています。

http://www.nih.go.jp/eiken/chosa/hirahara_kuwanoha.html

■ 蚕の必須栄養素

- ・ 一般に栄養研究には、まず化学的に規定された物質からなる合成飼料を完成し、これを基本飼料として、その飼料から栄養価を検定したい物質のみを除いた飼料（単一欠如飼料）で動物を飼育して、当該物質の栄養価を検定する方法が確立されている。蚕の場合も合成飼料の完成が栄養研究を進める前提であった。
- ・ 一方、蚕の摂食に係る感覚器は、触覚が桑の香りを感知し、小顎^{さい}という突起が味を識別することが明らかになされた。そして嚙み付き因子の誘導体であるモリンが摂食促進に有効で、桑葉粉末の代わりにモリンを加えると、蚕が飼料を少し食べるようになり、念願の合成飼料の開発研究を一步進めることができるようになった。
- ・ 種々の試行錯誤の末、栄養研究のために満足できる合成飼料が開発され、蚕の成長に必要な栄養物質の種類や最小必要量が求められた。その結果は、10 種類のアミノ酸、9 種類のビタミン、少なくとも4 種類の無機物、そしてステロールが蚕の成長と生存にとって必須栄養素であることがわかり、最小必要量も決定された。また、5 齢の蚕を供試して単位重量当たり、1 日間の栄養素の摂取量も決定した。

- 昭和 45 年(1970 年)ころには、人工飼料育による蚕の成長は際立ってよくなり、立派な繭をつくるようになった。
- しかし、残された問題点としては、人工飼料が腐敗しやすく、そのため飼料を食べた蚕が下痢症状を起こして死亡蚕が多発するが多かった。その原因は飼料に乳酸菌の一種が増殖し、それが蚕の腸内で異常増殖するためだということが明らかにされ、スクリーニングによって有効な抗生物質と防黴剤を選定し、それらを飼料に添加することによって問題が解決された。
- カイコの摂食誘起物質の組成(浜村保次、1935 年)

シトラール	1m リットル (10mg/100m リットル、エーテル)
β システロール	5 mg
モリンまたはイソケルシトリン	3 mg
セルローズ	700 mg
第 2 リン酸カリウム	10 mg
しょ糖	30 mg
イノシトール	5 mg
シリカゾル	40 mg
2%寒天液	3 mg

[カイコの人工飼料](#)

■蚕の栄養要求性

- 炭水化物は主にエネルギー源として体内で消費される重要な栄養素であり、一般にはそのままの形で蚕体内にとどまることはほとんどなく、呼吸のために使われたり、一部は脂肪に変化する。なお炭水化物は一旦分解された後に再びグリコーゲンとして体内に貯蔵される。蚕にとり栄養価のとくに高いものは、ブドウ糖、果糖、蔗糖であるが、中程度の栄養価を示すものは多い。なお、全く栄養価のない糖もある。なお、蚕として最も適当な炭水化物が1種類だけ飼料に添加してあれば栄養的には十分であり、何種類も炭水化物を同時に飼料中に加えておく必要はない。
- タンパク質は体質を構成する基本物質の一つであり、かつ他の物質と結合して(例えば酵素)、体内の物質代謝を調整する機能を有している。蚕は桑葉中に含まれるタンパク質を消化利用し、蚕体組織の成長をはかるとともに、絹タンパク質の生合成を行っており、とくにタンパク質

の利用ということは基礎研究のみならず実用の面でも重要視されている。蚕も他の動物と同じくタンパク質を必要とする理由は、タンパク質を構成するアミノ酸そのものを必要としているのである。タンパク質の種類により構成アミノ酸の内容が異なっている。蚕が桑葉たんぱく質を利用して成長していることから考えれば、桑葉タンパク質は栄養価の高いものと考えられる。市販品として、あるいは比較的容易に入手できるタンパク質の中では、大豆タンパク質、たんぱく質、牛乳タンパク質などは蚕により栄養価が高い。一方、小麦タンパク質、とうもろこしタンパク質ゼインなどは栄養価がきわめて低い。人間にとり必須アミノ酸があると同じく、蚕にとっても必須アミノ酸があることが明らかにされた。それはアルギニン、ヒスチジン、イソロイシン、ロイシン、リジン、メチオニン、フェニルアラニン、スレオニン、トリプトファン、バリンの 10 種類のほかに、プロリン、アスパラギン酸またはグルタミン酸の合計 12 種類である。この最初の 10 種類は他の昆虫においても必須であると認められているものと全く同じである。必須アミノ酸とは、この中でどの 1 種類が欠けても蚕は全く成長も生存もできないもののことである。プロリンが欠けたときには、この 10 種類のアミノ酸に比べれば影響の程度が軽いが、欠けると成長が著しく遅れるので、むしろプロリンは準必須と考えたほうが良い。アスパラギン酸またはグルタミン酸はアミノ酸の供与体としての意義が大きく、この 2 種類のいずれかを人工飼料に加えておかないと蚕は成長することができない。なお、必須アミノ酸の量的バランスは非常に重要であって、比較的バランスの良い大豆蛋白質、牛乳カゼインや卵白アルブミンの栄養価は高い。また必須アミノ酸、酸性アミノ酸および非必須アミノ酸の 3 者の量的バランスも成長や繭生産に重大な影響がある。このようにアミノ酸の栄養は蚕の成長に不可欠な内容のものであるとともに、直接間接に繭の生産とも深く関連を有しており、とくに蚕という昆虫での栄養的意義は大きい。

- ・ 脂質とは主に脂肪酸またはその誘導体を構成成分としているもので、エーテル、クロロフォルムなどには溶けるが、水には溶けず、一般にタンパク質や炭水化物と並んで生体の重要な成分をなしている。蚕にとり最も不可欠な脂質はステロールである（蚕はステロールを必須栄養素として要求する）。ステロールには多くの種類があり、桑葉中にも含まれているが、従来その生理的意義は不明であった。ステロールが欠けると、蚕の成長が全くみられないという事実は、人工飼料を用いた試験によりはじめて明らかにされた。ステロールが蚕に必要なことは、昆虫全般を通じてみられるステロール要求性の事実と一致しており、高等動物ではステロールを体内で生合成するが、昆虫ではその能力がないことと一致している。β-シトステロール、

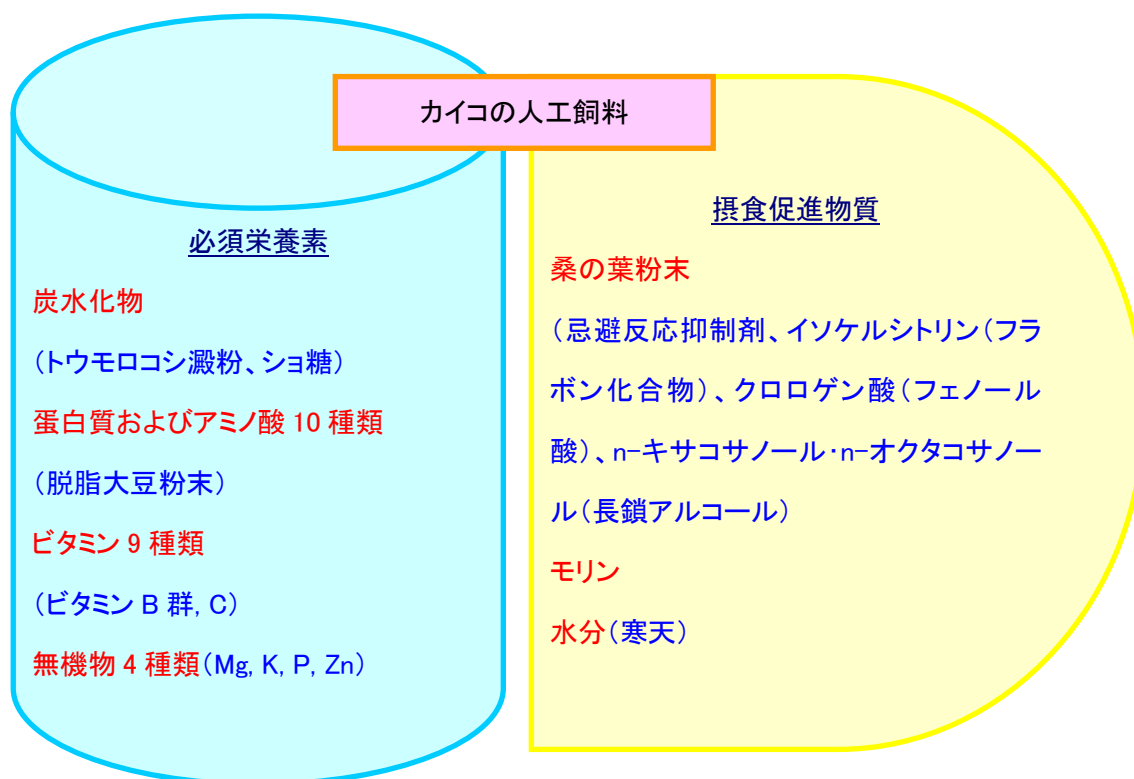
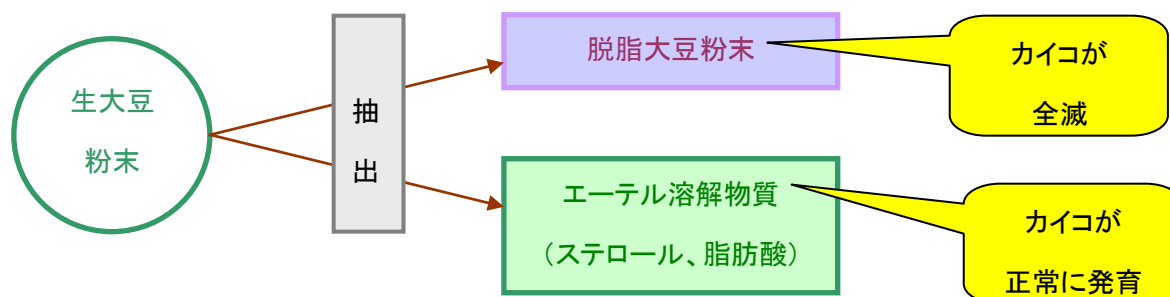
スチグマステロール、カンペステロール、コレステロールなどはいずれも有効であり、また、大豆油や菜種油から分離した未精製のステロール(混合物)も有効であった。ステロールは一部蚕体内でホルモン活性物質に変えられてもおり、また生体内の物質の透過などとも関連があると考えられている。

- ・ 蚕にとり必要なビタミンは、いずれも人間などにとっても必要なビタミンと同じ種類である。すなわち、ビタミン B₁(チアミン)、ビタミン B₂(リボフラビン)、ビタミン B₆(ピリドキシン)、ニコチン酸、パントテン酸、コリン、イノシット、ビタミン C(アスコルビン酸)、チアミン、ピオチン、葉酸などの水溶性ビタミンが必要であり、このいずれが欠けても蚕は成育できない。この中で、コリンとイノシットが著しく多く必須とし、乾物飼料 g 当たり 1mg 以上必要であり、ビタミン C(アスコルビン酸)は 20mg 程度あるのが望ましく、ビタミン C は栄養上重要な役割をもっている。そのたのビタミンは微量あればよい。なお、桑葉中にはこれらのビタミンが比較的十分に含まれている。
- ・ 一般に酸素、水素、窒素以外の元素を無機物と呼んでおり、無機物は桑葉中にも、また蚕体中にもかなりの量が含まれている。人工飼料の調整に際し、無機物をまったく添加しなければ蚕は全く成長することができず、これに無機塩混合物(ウエッソン)、桑葉灰化物などを天下すると成長が正常になり、無機物の必要性が証明された。一般に言って、無機物の栄養試験は容易ではなく、とくに微量元素の効果を確認するには試験の方法に困難さがある。その後、個々の無機成分につき、検討が加えられ、現在までのところ、無機物として重要なものはカリウム、リン、カルシウム、マグネシウム、鉄であるが、亜鉛も成長を促進する。
- ・ 以上は蚕の栄養要求の概要であり、人工飼料を用いてはじめて明らかにされた結論である。これらの栄養要求量は他の昆虫や脊椎動物とも共通する点が多く、また桑葉中の各種栄養物質の含量とよく一致している。

■人工飼料の組成

- ・ 蚕の人工飼料の組成分は蚕の食性と同時に栄養要求性を満たすものであることが必要であることはもちろんであるが、蚕の成長過程に応じて内容を変える必要もある。稚蚕期の飼料は水分量を増す必要があり、5 齢期には蛋白質を増し、水分量を減らす方が成長はよい。
- ・ 飼料の水分量を高め、飼料のゲル状の物理性を保つには、飼料に寒天を添加するとよいのであるが、寒天は高価であり生産量も限られているという欠点もある。また人工飼料は腐敗しやすいので、飼料の pH をかなり酸性(pH4.5~5.0)にした方がよいが、酸性条件下では飼料のゲル化を妨げるので、以上の諸要因の組み合わせによって飼料組成が定められる。

- ・ さらに飼料中の蛋白質として通常脱脂大豆粉末が添加されているが、魚粉や石油酵母などを蛋白源として利用が可能である。
- ・ 下図に典型的な飼料の組成を示した。この飼料には約 22%の桑葉粉末が添加されており、さきの 7 県で行った共通試験に用いたものである。
- ・ カイコの人工飼料「必須栄養素と摂食促進物質



伊藤智夫著「カイコはなせ繭をつくるのか」講談社、1985 年

■ ページの目的

■ 見学者への案内資料として作成したものです。参考文献、ホームページリンクは明記させていただきます。何卒ご理解を賜りますようお願い申し上げます。

ご意見などはメールでお願いします。 katohiro@affrc.go.jp 加藤 弘(元農業生物資源研究所)