

2013

ニュースレター

“おかいこさま”

No.25

*National
Bio-Resources
Project "Silkworm"*

ナショナルバイオリソースプロジェクト「カイコ」情報誌

平成 25 年 5 月 31 日発行 第 25 号

<http://www.nbrp.jp/index.jsp>



カイコの繭色は遺伝変異によって多様である。日本では繭色は白が普通であるが、欧州ではピンクから濃黄色の繭が、インド、タイ等では黄色の繭が好まれて飼育されて来た。最近、これらのうち、黄色や肉色の繭についての研究が進展した。本紙でその一例を紹介する。

●カイコの繭色の多型を利用した脂質輸送の研究

国立感染症研究所 放射能管理室 作道 隆

脂質研究の重要性

生命体を構成する成分のうち、水に溶けにくいものを脂質と呼びます。有名なものとしては、動脈硬化の原因因子と考えられているコレステロールや、視覚機能の維持に必須のビタミンAなどが挙げられます。脂質は生命体において多くの重要な役割を担っていますが、とりわけ外部環境との境界である細胞膜が脂質分子の二重層であることは、脂質が生命の定義にも関わる重要な物質であることを意味しています。

生命体の大部分は水です。そのような環境で水に溶けない脂質がそれぞれの機能を発揮するためには、脂質を生命体の中で動きやすくし、秩序立てて配置する仕組みがあるはずですが、その仕組みについては不明な点が数多く残されています。この仕組みは薬物動態にも関わるものであるため、医学的にも応用生物学的にも重要な研究対象です。私たちは、カイコの繭の着色機構をモデルにこの仕組みを明らかにしようとしています。

脂質輸送を支配するカイコ繭色遺伝子の同定

カイコの繭色は系統によって異なり、白、黄色、橙、緑など様々です (1)。これらの色のうち、黄赤系の色合いは、ルテインとベータカロテンという水に溶けにくいカロテノイド系色素によるものです。つまり、繭の黄赤系の色合いは脂質が原因といえます。このルテインとベータカロテンは共に幼虫の餌の桑葉に由来します。すなわち、カイコは体内でこれらの色素を合成することが出来ず、餌である桑葉に含まれる色素を消化組織である中腸で吸収し、体液(血液)を介して絹糸腺細胞(絹糸を作る細胞)に取り込んでいます。カイコの系統間で繭色が異なる理由は、系統間でこれらの色素の輸送に違いがあるからです (図1)。交配実験を中心とした遺伝研究から、繭色の違いに関わる数々の遺伝子の存在とそれらの染色体上の位置が明らかにされてきました。その交配実験の歴史は古く、論文報告は100年以上前に始まっています。しかし、それらの遺伝子の産物がどの

ような分子かについてはごく最近まで全く不明でした。

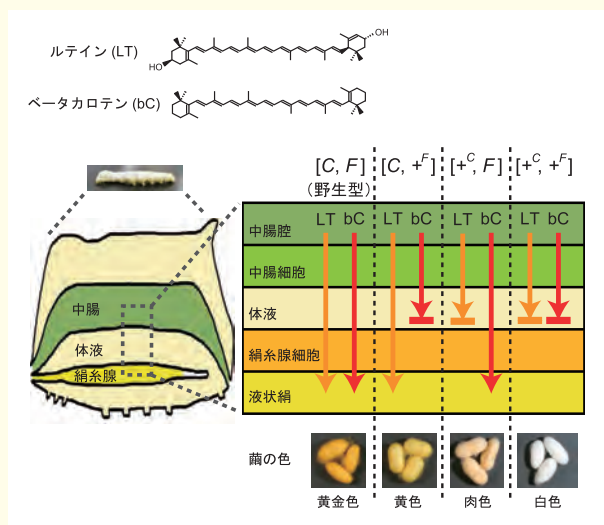


図1

カイコは体内へ取込んだ桑を中腸と呼ばれる組織で消化し、必要なものを体内へ取込む。その経路は図に示したように中腸腔→中腸細胞→体液の順である。カロテノイド色素はその後、絹糸腺細胞、*液状絹へと移行する。繭色の多様性はこの移行に関与する遺伝子の違いによって生まれる。CとFの両遺伝子が存在する系統ではルテインとベータカロテンはともに液状絹まで移行し繭色は黄金色となる。一方、劣性の対立遺伝子の+^Cと+^FがホモでありCとFが存在しない系統ではともに体液で滞り、白色となる。Cのみの系統では専らルテインのみが液状絹まで移行し黄色に、Fのみの系統では専らベータカロテンのみが液状絹まで移行し肉色になる。繭色の多様性はこのように生じているのである。

*液状絹: カイコの絹糸腺内に蓄えられている液体状の絹タンパク質のこと。頭部にある吐糸口から外部に出て、繭(絹糸)を形成する。

近年、農業生物資源研究所などによってカイコゲノム情報のリソースが整備された結果、ポジショナルクローニングという手法を用いて遺伝子を同定することが出来るようになりました。この手法を用いて、最近私たちはNBRPの中核機関である九州大学を中心に維持されているカイコの突然変異系統を用い、繭色の違いを生み出す遺伝子を二つ同定しました。一つ目は黄繭(C)と呼ばれている遺伝子です。C遺伝子はルテインの体液から絹糸腺細胞への移行を促します。C遺伝子産物は500個ほどのアミノ酸からなる二回膜貫通型の膜タンパク質でした (図2) (2)。二つ目は肉色繭(F)と呼ばれている遺伝子です。F遺伝子はベータカロテンの体液から絹糸腺細胞への移行を促します。F遺伝子産物も500個ほどのアミノ酸からなる二回膜貫通型の膜タンパク質であり、それはC遺伝子産物とは26%の同一性をアミノ酸レベルで有していました (図2) (3)。

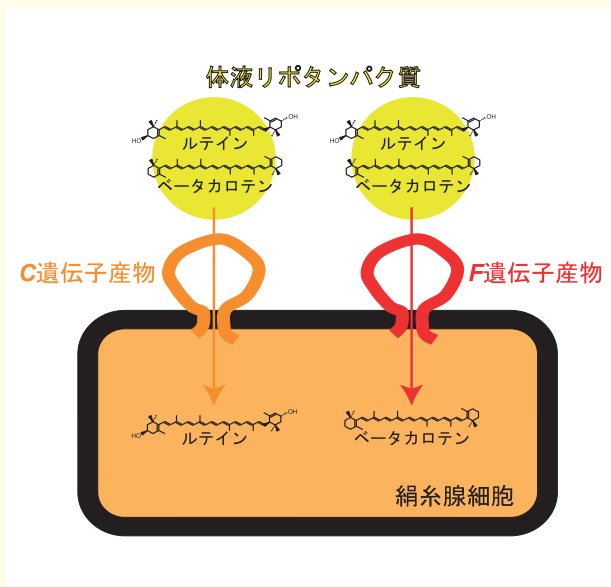


図2 体液中のルテインとベータカロテンはC遺伝子、F遺伝子産物である膜タンパク質を介して独自のルートで絹糸腺細胞に取込まれる。

脂質輸送の研究におけるC遺伝子とF遺伝子の同定の意義

C遺伝子とF遺伝子を同定したことはどのような意義を持つのでしょうか。私は以下のように現在考えています。

血液や体液といった細胞外液において、脂質はアポリポタンパク質と結合したりポタンパク質の状態では輸送されています。リポタンパク質の脂質が細胞内に輸送される仕組みには、①リポタンパク質が丸ごと細胞内へ取り込まれる場合と、②アポリポタンパク質は取り込まれずに脂質のみが細胞内に移行する場合があります。①はLDL受容体を介して行われるエンドサイトーシスによることがBrownとGoldsteinらによって示されました。一方、選択的脂質輸送と呼ばれる②の機構についてはあまり明らかにされていません。かつて選択的脂質輸送は特定の膜タンパク質の関与を必要とはせず、リポタンパク質と細胞膜が直接衝突することで起こるとも考えられていました。しかし、1996年にKriegerらによってSR-BIというリポタンパク質の膜受容体が選択的脂質輸送に関与していることが哺乳類において示されました(4)。すなわち特定の膜タンパク質が選択的脂質輸送に関与することが明らかにされました。しかしながら、SR-BIの立体構造は今日まで明らかになっておらず、また、SR-BIが脂質のみをリポタンパク質から引き抜いて細胞内へ

移行させる仕組みについてはまだほとんど解明されていません。

SR-BIは相同分子を哺乳類や昆虫に多数持ち、それらはCD36ファミリーと呼ばれています。C遺伝子産物とF遺伝子産物は共にこのCD36ファミリーに属するものでした。昆虫の体液リポタンパク質から各組織への脂質輸送はもっぱら選択的脂質輸送で行われるため(5)、C遺伝子とF遺伝子の同定の結果は、選択的脂質輸送が哺乳類からカイコまで共通した機構で行われていることを示唆しています。そして、CD36ファミリーが脂質の化学構造を区別する能力を持ち得ることを示しています。今後キメラ遺伝子の解析などを通じて、C遺伝子産物とF遺伝子産物がどのようにルテインとベータカロテンの化学構造を区別しているかを明らかにできるでしょう。それは選択的脂質輸送の仕組みに知見を与えると同時に、組織や細胞によって脂質組成が異なる原因の解明につながると考えられます。

繭色に潜む生命の仕組み

繭色というのは分かりやすい表面的な表現型であり、ヒトにとって何の関わりもなさそうなものです。しかし、カロテノイドが餌の桑葉から繭まで運ばれる過程では、細胞膜や細胞内液や体液が関門として待ち構えており、カイコはそれらを上手にくぐり抜けるための仕組みを密かに備えています。そして、それはヒトが体内で脂質を輸送する仕組みと共通性を持つことが明らかになりつつあります。繭色はなかなか侮れません。カロテノイド系繭色を支配する遺伝子はC遺伝子やF遺伝子以外にも複数存在し、それらのほとんどは未同定です。NBRPで維持されている数千年の蚕糸業の歴史を背負った多数のカイコシステムを利用することで、未知の普遍的な脂質輸送の仕組みを明らかにできるだろうと期待しています。

- (1) 「繭ハンドブック」三田村敏正著 文一総合出版(2013)。
- (2) J Biol Chem ; 285 (10) : 7739-51 (2010)。
- (3) J Lipid Res ; 54 (2) : 482-95 (2013)。
- (4) Science ; 271 (5248) : 518-20 (1996)。
- (5) 「昆虫の謎を追う—あるナチュラリストの軌跡」茅野春雄著 学会出版センター(2000)。

分譲可能なリソースの紹介

●九州大学（代表機関）

2013年度の飼育スケジュール

表を目安に連絡を頂ければ分譲します。時期が合わない場合には中核機関九州大学までご連絡下さい。

時期	孵化日	幼虫時期	蛹時期
1期	5月10日	5月10～30日	5月30～6月9日
2期	6月28日	6月28～7月18日	7月18～28日
3期	8月16日	8月16～9月5日	9月5～15日
4期	10月3日	10月3～23日	10月23～11月2日
5期	11月20日	11月20～12月10日	12月10～20日

リソース情報はSilkwormBaseをご利用下さい。

カイコリソースの総合データベースとして、SilkwormBaseを遺伝学研究所と共同で作成して公表しています。系統の持つ特性情報や遺伝子記号、文献に関する情報が検索できます。

<http://www.shigen.nig.ac.jp/silkwormbase/index.jsp>
SilkwormBaseのご不明な点はいつでもお問い合わせください。

●農業生物資源研究所（分担機関）

ゲノム改変カイコ

新しい遺伝資源を作出して利用を図るために、外来遺伝子をカイコに導入したゲノム改変カイコの収集と保存を行っています。NBRPでは主に遺伝子機能解析のためのGAL4/UAS系統などのトランスジェニックカイコや新規突然変異系統の収集・評価・保存を実施しています。種々のゲノム改変カイコを保有しており、希望者には必要な手続きの上、分譲が可能です。

〈問い合わせ先〉瀬筒秀樹 hsezutsu@affrc.go.jp

●東京大学（分担機関）

カイコのcDNA 34万クローン、同Fosmid 15万クローン、エリサンのcDNA 2万クローン、クワコのFosmid 15万クローンを分譲しています。カイコとエリサンのcDNAについては、以下のウェブサイト

でBLASTなどにより検索することができます。
<http://silkbases.ab.a.u-tokyo.ac.jp/nbrp/> ほかにも未整理の情報もあるので、不明な点は下記へお問い合わせください。

〈問い合わせ先〉嶋田 透 toru@ss.ab.a.u-tokyo.ac.jp

●信州大学（分担機関）（野蚕関係）

日本に生息するヤマモユガ科ガ類を扱っています。ホームページをご覧ください。

URL : <http://rcshigen2.lab.nig.ac.jp/wildmoth/index.jsp>
大量にご希望の場合はご使用予定より1か月以上

前、または私どもが飼育を始める前の4月上旬までにご連絡くださいますようお願い申し上げます。管理、質の向上に一層の努力を重ねたい思いを強くしております。

種名	ステージ	時期	提供
ヤマモユガ	卵（休眠状態）	9月～翌年6月	～100粒
	幼虫	6月	～20頭
	蛹	7月～8月	～20頭
サクサン	成虫	8月	～5頭
	卵（非休眠）	4月～8月	～100粒
	幼虫	6月～8月	～20頭
	蛹（休眠）	9月～翌年4月	～20頭
	成虫	4月～8月	～5頭

他にオオミズアオ、ウスタビガ、ヒメヤマモユ、シンジュサン、エゾヨツメなどを扱っています。不明な点は下記にお問い合わせ下さい。

〈問い合わせ先〉梶浦善太 zkajiur@shinshu-u.ac.jp

ニュースレター“おかいこさま”について

日本では蚕（かいこ）は国の財政を支える重要な農業生物でした。農家で大切に飼育される蚕は家のお座敷で養われる程で、いつの頃からか、一介の昆虫に過ぎないカイコは「おかいこさま」「お蚕（こ）様」と呼ばれ今日に至っています。カイコは日本人にとって特別な昆虫です。皇居内のご養蚕所では皇后様が毎年、「おかいこさま」を養われているのだそうです。

「おかいこさま」は世界の何処にもない日本独自のバイオリソースです。日本発のライフサイエンス素材からオリジナルな研究を展開する情報誌の名前として用いています。



New 新型毛羽取り機（けぼとりき）

カイコが繭をつくる時、最初に吐出し、繭を覆う様に見える繭糸を毛羽と呼ぶ。繭の収繭後には取り除く必要があり、その道具が毛羽取り機。入手が困難となっていたが、最近新型がメーカーさんの協力で入手できるようになった。毛羽の厚い系統、繭層の薄い系統の繭にも対応出来、NBRP事業の支えになっている。
ハラダ社製：TEL 0266 (28) 3330

ニュースレター“おかいこさま”編集・発行
☎812-8581

福岡市東区箱崎6-10-1九州大学大学院農学研究院
遺伝子資源開発研究センター内

ナショナルバイオリソースプロジェクト

「カイコ」課題代表 伴野 豊

TEL 092-624-1011 banno@agr.kyushu-u.ac.jp

