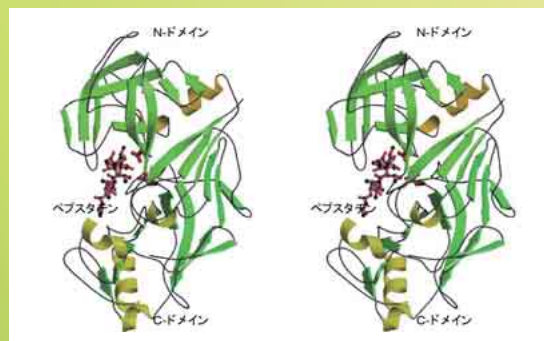


# 農業生物資源研究所 ニュース

# No. 17

## Contents

理事長就任挨拶	2
理事に就任して	3
研究トピックス	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• イネの全ゲノム塩基配列情報の完全解読</li> <li>• カイコの咀嚼(そしゃく)運動を制御する2タイプの運動ニューロン</li> <li>• ショ糖リン酸合成酵素遺伝子を高発現したジャガイモの収量・品質の向上</li> <li>• キノコ由来アスパラギン酸プロテアーゼのX線結晶構造解析</li> <li>• 弾力性と成形性を有するセリシンハイドロゲルの作製</li> <li>• 昆虫ボックスウイルス紡錘体によるウイルス感染増進のメカニズム</li> </ul>	
特集	10
新プロジェクト発足! 「グリーンテクノ計画」	
イベント報告	12



キノコ由来アスパラギン酸プロテアーゼの結晶構造リボンモデル (掲載記事は7頁)



セリシンホープの菌(左)と通常の菌(右)  
(掲載記事は8頁)

# 理事長就任挨拶

理事長 石毛 光雄



私は本日（平成17年4月1日）、農林水産大臣から独立行政法人農業生物資源研究所の理事長を拝命しました。農業生物資源研究所（生物研）は私が青春を捧げた研究所であり、特別の愛着を感じ、また、その研究所の理事長という職責を与えられたことに感慨深いものを感じております。かつて研究生を送った研究所ではありますが、現場から離れてすでに10年以上が過ぎております。この間のゲノム科学をはじめとする生命科学の進歩は目覚ましく、私の過去の経験は時代遅れのものと思っております。一刻も早く、諸処の方からお話を伺い、実態把握をして仕事に取りかかりたいと思っておりますので、ご協力を赤心からお願い申し上げます。まずは勉強、これが私の最初の仕事と思っております。

私はこの7年間、農林水産省農林水産技術会議事務局においてプロジェクトの立案などの仕事をしてまいりました。そのなかでも平成13年に農林水産試験研究機関が独立行政法人化する際に事務局としての仕事をしてまいりました。当時、独法化は全く初めての制度であり、困難な問題が山積しておりましたが、試験研究機関がどうすれば発展できるかを最重要に考えて仕事に当たってまいりました。その後、独立行政法人評価委員会の運営に携わりました。こうした仕事を通じて、私が感じたことは行政改革のスピードが最近とくに早くなってきていることです。こうした点は研究現場ではあまり強く感じられないかもしれませんが、外の世界との折衝をしていると、世の中の変化のスピードが大変速いことを痛感いたしております。

この一年間は次期中期目標期間の研究方向を決定し、その方向に向けた研究を開始する重要な一

年になると思われま。生物研においても、すでにこのための準備が相当進められており、すべての分野に亘って検討が行われていると聞いております。次期中期目標期間中に何をするかを早急にまとめること、これが2番目にすべき私の仕事と思っております。

研究開発のマネジメントをどうすれば、よい研究成果が得られるかは大変難しい問題です。これは、どうすればうまくいくなどというお手本はありません。たとえば研究開発や製品開発の成否が会社の命運を制することがある民間会社においても大変苦勞していると聞いております。研究者一人一人の努力と情熱、工夫、洞察力、創造性、ひらめき、忍耐力等が不可欠であることは言うまでもありません。また研究を支える方々の努力と協力が必要であります。そして何よりも研究所の全員が生き生きと仕事に励める環境が大事と思っております。さらに、所員全員が研究所の将来方向をよく理解し、ポジティブに仕事に取り組むことも大変重要であると考えます。そのために、マネジメントをする立場としては透明性が高く、わかりやすい運営、十分な対話と議論を心がける必要があると認識しております。具体的でわかりやすく、実効性のある所内運営、これを旨として、仕事に当たっていく所存であります。

生物研はイネゲノム研究で世界をリードする実績をあげ、大いにその存在を世に知らしめました。ただし、生命科学の進歩は大変早く、のんびりしているとすぐに後方において行かれてしまいます。また、ゲノム研究だけでいいのかと言う問題もあると思います。単独の独立行政法人として存続が認められたことは、これまでの実績が認められたことが大きいと思いますが、今後の発展にも大きな期待が寄せられております。研究所のさらなる将来の発展に向けて、職員一丸となって努力すれば、必ず大きな成果が上げられるものと確信しております。

ベストを尽くして仕事をしてまいりたいと思っておりますので、皆さま方のご指導とご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。就任のご挨拶といたします。

# 理事に就任して

理事 佐々木 卓治



今回、凶らずも理事を拝命し、その任期2年間に行わなくてはならない責任ある最大の事業として、次期中期計画の決定とその遂行にむけた研究・事業体制の改善が挙げられます。農業生物資源研究所が担う農林水産研究分野は、他独法からは実際の農業や関連する現業からもっとも離れた位置にあるように見られています。この状況には私たち基礎分野研究に携わる研究者自身の認識にも責任があります。基礎研究が重要なことは誰しも認めるところです。要点は、その研究対象が単なる思いつきや独善ではなく、周囲の多くの研究者との討議を経て、戦略的な吟味を受けているか否かです。この過程では必然的に、研究内容や分野が明確にされるはずで、よくいわれることとして「思いがけない発見」というのがあります。加えるべき試薬の種類や量、あるいは反応温度を間違った結果、予測もしなかった結果が得られたという話です。ノーベル賞受賞対象の事例でさえ、この種の発見によるものがあると伝えられますが、もしそれが事実だとしても、幸運の女神が舞い降りるための舞台はきちんとした実験計画と成果の利用を考えて準備してあったに違いありません。研究者個々の能力は限られています。過信は厳に慎まなければなりません。多くの研究者と討議を重ね、私たちが行う基礎研究の成果が社会一般のみなさんに見えるかたちで実るようにしていこうではありませんか。

理事 名取 俊二



もう40年近くまえの話ですが、私はセンチクバエという大型のハエの幼虫に変態ホルモンを注射して、変態の過程で起こる蛋白質合成の変化を調べていました。そのときに、このハエの幼虫は、どんなに汚れた注射針を使っても、決して感染症を起こすことはないという不思議な事実がつかまりました。そのとき考えたことは単純に、昆虫の体液の中には何かバクテリアを殺すような物質が含まれているのではないかとということでした。ところが、いろいろ研究してみると、昆虫ははるかに優れた能力の持ち主であることが分かりました。通常はこのハエの幼虫の体液の中に抗菌物質はありませんが、注射針などで体に傷がついてバクテリアが侵入しやすくなると、速やかに抗菌物質を作り出して未然に感染症の発症を防ぐことができるのです。つまりこの昆虫は緊急に応答して「自分の体の中に薬を作る」のです。私はこの不思議な能力に魅せられて、長い間昆虫の生体防御機構を研究してきました。そして、「昆虫は自己免疫の原理を生活環の中に取り入れている」とか、「昆虫は一つの蛋白質を、生体防御と個体発生という二つの異なる目的のために使い分ける能力がある」といった、興味ある事例にも遭遇しました。

この度、農業生物資源研究所の理事として昆虫・動物生命科学部門担当を命じられました。これまでの昆虫研究の経験を、研究所の発展のために多少なりとも役立てることができれば幸いと思っています。

### ■ゲノムとは

私たち人間を含め、生き物のかたちや性質の大部分は、親から子へと遺伝していきます。これらの遺伝を司る遺伝子の総体をゲノムと呼んでいます。ゲノムはよく生物の設計図にたとえられます。それはゲノムの本体であるDNAがA,T,G,Cの4つの文字（塩基）からなる長い配列を構成し、その指令によって、多くのアミノ酸が結合して生命活動の中心的材料である蛋白質を生み出しているからです。

### ■イネゲノムの解読

農業生物資源研究所では、平成10年から農林水産先端技術研究所（STAFF研）と共同で、イネのゲノムDNAのA,T,G,C配列をすべて解読する研究を開始しました。イネはもちろん我が国の主要な作物ですが、同時にアジア・アフリカをはじめ世界の多くの人々の食料でもあり、多くの研究者・技術者がよりよいお米を目指してイネの育種研究をしています。ゲノムDNA塩基配列の解読はこれらの研究に革新的な技術を提供することになります。

私たちはまずゲノムにたくさんの遺伝子の目

印を付けることから始めました。できあがった6,000以上のこれらの目印に対してゲノムを細かく切った断片を3,000個以上も貼り付けて、断片の地図を作りました。そして位置がわかったこれらの断片の塩基配列を高性能配列解読装置（シーケンサー）で読み取りました。私たちと共同でイネのゲノム塩基配列を解読した世界の10の国や地域の研究機関の解析結果を全部つなぎ合わせて平成16年12月にゲノム塩基配列が完成しました（図1）。読み取ったイネゲノムの塩基数は約3億7千万個で、イネゲノムの95%を占めます。私たちはこの研究の中心として、全体の半分の解読に貢献しました（図2）。これらの配列データは世界に公開され、世界中のイネの研究者に利用されています。これらの研究成果に対して、FAOより平成16年に表彰が行われました。

### ■イネゲノムの塩基配列が判ると…

世界の食糧の安定的な生産・供給はいつの時代でももっとも重要な課題です。ゲノムを構成する設計図DNAの塩基配列が全部明らかになりましたが、今後はDNAの中に構成されている遺伝子の機能を特定することにより、「収量が多い」「病害虫に強い」「栄養分が多い」などの有用な形質が設計図のどこに書かれているかを明らかにして、私たちの望むようなイネを育種できれば、21世紀後半の人口増加や環境悪化にも備えられるでしょう。

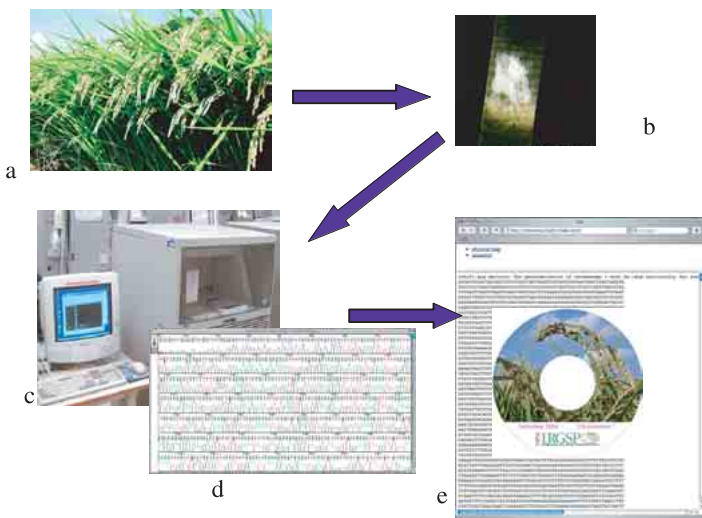


図1. イネからイネゲノム情報へ

a.イネ（ジャポニカ）植物体、b.抽出したゲノムDNA、c.高性能配列解読装置（シーケンサー）、d.配列解読（シーケンス波形）データ、e.完成したイネゲノム配列とそれを保存したCD。

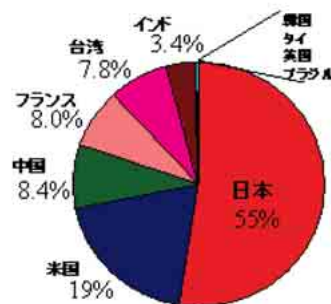


図2 イネゲノム塩基配列解読における参加国の貢献度

各国が公的データベースに登録した塩基数の全体に対する割合を円グラフで記しました。

### ひとこと

イネゲノムの解読は終了し、今後はその設計図に書かれている文章の意味を読みとる事が重要になってきます。その意味で「収穫」の時期と言えると思います。



ゲノム研究グループ・植物ゲノム研究チーム（左から）：水野浩志、松本隆、片寄裕一、呉健忠

## はじめに

昆虫の筋肉は、通常、2~3個の運動ニューロン（神経細胞）の命令（信号）によって動きが制御されますが、咀嚼運動を司る大顎閉筋には、6~12個の運動ニューロンが突起を伸ばしていることが知られています。しかし、大顎の筋肉になぜこれほど多数のニューロンが必要なのかについてはよくわかっていませんでした。そこで、カイコの幼虫を用いて、大顎閉筋運動ニューロン群の性質を調べました。

## 大顎閉筋運動ニューロン群の形態と機能

大顎閉筋につながる神経をコバルト溶液で染色すると、運動ニューロンの細胞体が食道下神経節に11対あることがわかりました（図1）。この細胞体に微小電極を刺入してニューロン内の通電刺激と電位応答の記録を行うと同時に、大顎閉筋からは細胞外の筋電位活動を記録しました。このとき観察される大顎の動きから、運動ニューロンが支配する筋繊維には、大きな筋電位で早い動きを生じる速筋繊維と小さな筋電位で遅い動きを生じる遅筋繊維の2種類あることがわかりました。そして

運動ニューロンには、FastとSlowの2タイプがあることがわかりました。Fastタイプは、比較的高い刺激電流値でスパイクが発生し、その頻度は低く、速筋繊維を支配します。Slowタイプは、低い刺激電流値で高い頻度のスパイク応答があり、遅筋繊維を支配します（図2）。大顎を閉じて固定した状態では、Slowタイプの運動ニューロンのみが活動し、固定をはずすとその活動は消失しました。これらの結果から、Fastタイプニューロンは、餌を噛み砕くための早くて大きな運動を必要とする時に活動し、Slowタイプニューロンは、大顎の微妙な位置の調整が必要な遅い運動の際に活動するものと考えられます。

## おわりに

咀嚼運動は大顎の開閉の単調なパターン運動ですが、糖などの味情報がこのパターンを修飾することもわかってきました。運動パターンの形成や味情報の入力はどこでどのように行われているのかを明らかにすることが今後の課題です。



図1. 大顎閉筋運動ニューロンの細胞体（矢印）。食道下神経節を腹側から見たところ。

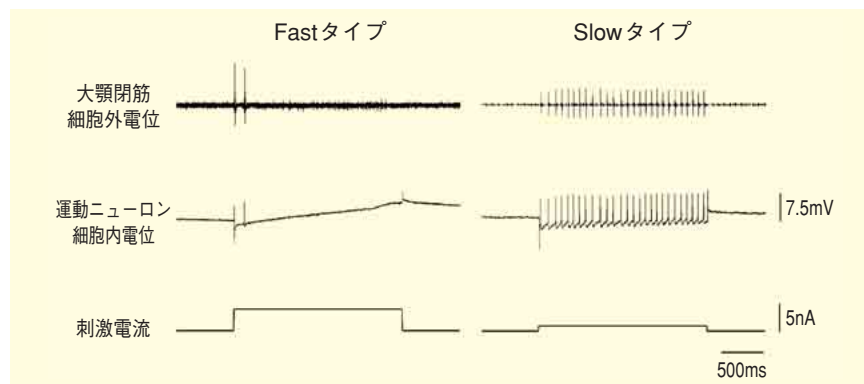


図2. 大顎閉筋運動ニューロンの細胞内通電刺激（下段）に対する応答電位（中段）と、同時記録した大顎閉筋の細胞外筋電位（上段）の大きさから区別できる2タイプの代表的応答例。

## ひとこと

「逃げも隠れもせず、ひたすら食べ続けるカイコは摂食行動の研究にも格好の材料です。」

## ことばの解説

★**食道下神経節** 昆虫の中樞神経系は腹側を走行する神経節の連鎖からなりますが、食道下神経節は脳と前胸神経節の間に位置し、摂食運動制御に中心的役割を持つとされる神経節です。

★**筋電位** 運動ニューロンの指令から生じた筋繊維を伝える電気的信号。筋電位が生じることで筋肉が収縮し力を出します。

★**スパイク** ニューロン（神経細胞）が情報を伝えるために用いる早い時間経過の電気的信号。活動電位、インパルスとも言います。



生体機能研究グループ昆虫神経生理研究チーム：朝岡潔（右）、同チーム特別研究員（現金沢工業大学）佐々木謙（左）

## はじめに

ショ糖を効率良く作りだし、葉からイモへ転流する能力を高めることにより、美味しいジャガイモがたくさん採れると考えられます。ジャガイモでは、葉の光合成で作られたショ糖がイモ（塊茎）に運ばれて蓄積されます。植物の葉におけるショ糖の合成能力は、**ショ糖リン酸合成酵素（SPS）**の働きによって決定されます。そこで、トウモロコシのSPS遺伝子をジャガイモ（品種“メイクイン”）に導入して、収量及び品質特性が向上するかどうかを検討しました。

## SPS遺伝子を導入した組換えジャガイモの特性

一般的なジャガイモの栽培環境に類似した模擬的環境（隔離圃場）で組換えジャガイモを栽培し、収穫したイモを解析しました。コントロール（“メイクイン”）と組換えジャガイモの間には、葉の形、周りの植物や土の中の微生物に及ぼす影響に関して違いが認められませんでした。またコントロール、組換えジャガイモともに**ウイルス病**が発生した痕跡はありませんでした。葉からイモへショ糖を送り出す転流能力は、組換えジャガイモの場合、コントロールの1.2倍に増加していました。そし

て組換えジャガイモはコントロールに比べ、イモが大きくなり、1株当たりイモの収穫量も増加しました（図1）。

人は食べ物に含まれるショ糖を甘みとして感じます。そのためショ糖を多く含むサツマイモを食べると甘く感じますが、少ししか含まないジャガイモは甘く感じません。組換えジャガイモのイモに含まれるショ糖含量はコントロールの2.1倍に増加していました（図2）。

これらの結果から、SPS遺伝子を導入し、発現を高めることで、甘くて、おいしいジャガイモがたくさん穫れることが明らかになりました。

## 今後の展開

葉のSPS遺伝子活性は、ジャガイモの収量や品質に関係する転流能力の指標として用いることができると考えられます。SPS遺伝子導入技術の今後のより一層の展開によって、甘くて、おいしいジャガイモが大量に作出できるようになるのではないかと期待しています。

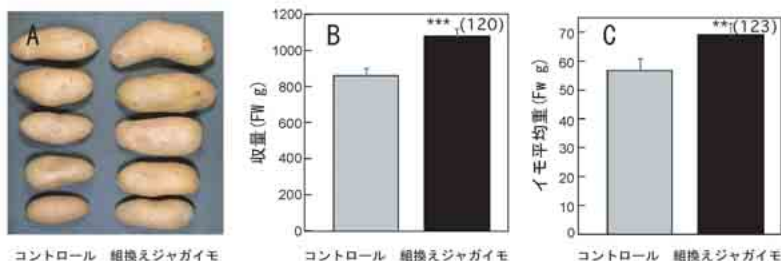


図1. 組換えジャガイモとコントロールのイモの写真 (A)、収量 (B)、イモの平均重 (C)、括弧内はコントロールを100とした際の相対値。

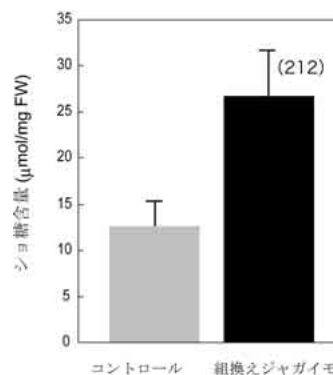


図2. イモに含まれるショ糖量、括弧内はコントロールを100とした際の相対値。

## ことばの解説

★**ショ糖リン酸合成酵素（SPS）** 光合成により生産された炭水化物は、ショ糖に換えられ、葉から他の器官に転流します。SPSは細胞質に存在し、炭水化物がショ糖となる合成速度を高めます。

★**ウイルス病** ジャガイモはイモで増える栄養繁殖作物であるため、ウイルス病が発生しやすく、発生すると著しく品質、収量が低下します。実際の栽培では、ウイルス病に感染していない種（たね）イモが用いられています。組換えジャガイモのウイルス検定は独立行政法人種苗管理センターの専門家のご協力を得ました。

## ひとこと

炭水化物の転流能力を決定する要因を解析し、たくさん採れ、美味しい作物を作り出したいと考えています。



生理機能研究グループ物質代謝研究チーム（右上から）：石丸健、柏木孝幸、千徳直樹、上野修、柳井友江、森口徳子、飯田敏子、円由香、加藤栄子、宮本明子、下田由香里、廣津直樹（円内）

## はじめに

アスパラギン酸プロテアーゼはタンパク質分解酵素の一つであり、古くからチーズや醤油の製造に用いられています。キノコの1種であるウスバタケ（学名=*Irpex lacteus*）由来のアスパラギン酸プロテアーゼは、チーズ製造時に呈する苦み発生を抑え、チーズ製品のストリング性が失われにくくするなどの優れた活性を示すことから、繊維状チーズ生産の酵素としての利用が期待されてきました。多くのたんぱく質はフォールディングすることによって特異的な立体構造を形成して、機能を発揮します。そこでX線結晶構造解析により、この酵素の立体構造を決定し、機能と構造の関係を明らかにしました。

## キノコ由来アスパラギン酸プロテアーゼの立体構造

酵素の結晶化を行い、結晶にX線を当てて回折強度データを取得し、コンピューターによるデータ解析や構造モデルの構築を行い、立体構造が決定できました。この酵素の構造はペプシンやレニンなどと同じ、逆平行βシートと呼ばれる特徴的な構造を多くとっており、ほぼ同じ大きさのN末端側とC末端側の2つのドメインが全体として双葉のように形成されています（図1）。分解反応を起こす部位は2つのドメインの間にあり、タンパク質はそこに挟まれて分子鎖切断されます。なお、今回の立体構造は、酵素阻害剤ペプスタチンが酵素に結合した複合体として解析することができました。

## 酵素の基質認識

本酵素の立体構造を決定したので、酵素がどの

ようにしてタンパク質を分解しているのかを詳細に明らかにすることができました。すなわち、キノコ由来アスパラギン酸プロテアーゼは、この酵素に特徴的な2つの疎水性アミノ酸を認識する部位（図2のP3、P4）を持ち、この部位がタンパク質分子鎖の切断場所を限定します。このためチーズの生産に加えると、他の酵素に比べて乳タンパク質の分解は限定的であり、分解活性よりも乳タンパク質を凝固させる活性の比率が高くなり、凝乳酵素としての機能をより発揮できることが明らかとなりました。これらの立体構造情報から、分子設計により高機能・高効率の酵素の開発が可能となり、食品産業などへの応用が期待されます。

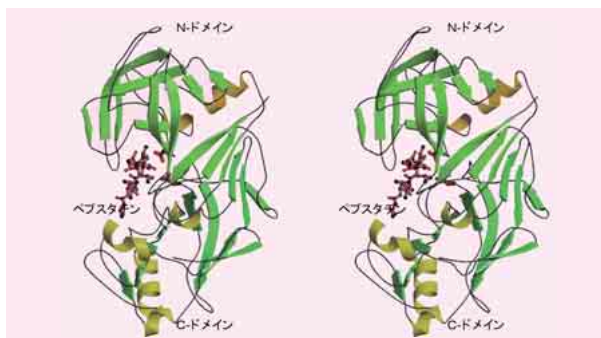


図1. キノコ由来アスパラギン酸プロテアーゼの結晶構造リボンモデル。左右の図を両目で別々に見て重ね合わせるようにすると、立体的に構造を見ることができます。酵素は1本のアミノ酸鎖が、シート（緑色）やヘリックス（黄色）の構造を取りながら折りたたまれて（フォールディング）作られています。結合している酵素阻害剤のペプスタチンは赤で示しています。

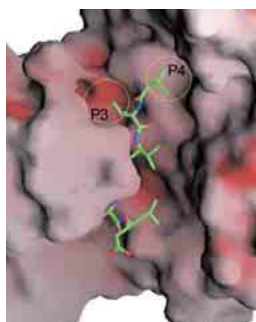


図2. キノコ由来アスパラギン酸プロテアーゼのペプスタチン結合部位の表面電荷モデル。この酵素の特徴的な2つの疎水性アミノ酸認識部位（P3、P4）を黄色い○で示してあります。

## ことばの解説

★アスパラギン酸プロテアーゼ 強酸性領域で酵素活性が最大となるタンパク質分解酵素で、活性中心には特徴的な2個のアスパラギン酸が存在します。消化酵素のペプシン、血圧上昇系に関与するレニン、エイズウイルス感染に関与するHIVプロテアーゼなどが代表例です。

★X線結晶構造解析 結晶に強いX線を当てたときに得られる回折像を解析することによって、タンパク質の立体構造が決定できます。低分子から生体高分子の広い範囲で立体構造決定に利用されています。

★ドメイン タンパク質の3次構造において、立体的に見てまとまった領域をいいます。

★凝乳酵素 牛乳を固める酵素です。凝乳酵素として通常使われているものは仔牛や子羊の胃から抽出される「レンネット」と呼ばれるものです。動物由来のもの以外に、微生物（例：かびの一種である *Mucorpusillus*）や植物由来のものもあります。また酵素はタンパク質からできています。

## ひとこと

タンパク質の形を決めることはよく山登りに例えられますが、新しく決めることができたときの喜びは山頂での達成感に似たものがあります。



生体高分子研究グループ  
蛋白機能研究チーム：藤本瑞

## ■セリシンって何？

セリシンはカイコが作る繭糸の成分で、2本の繊維状タンパク質であるフィブロインの周囲を取り囲んでいる糊状タンパク質です。セリシンはこれまで未利用のまま廃棄されてきましたが、近年、セリシンが保湿機能、細胞接着性などの有用な働きがあることがわかり、化粧品や医用材料としての利用が進められつつあります。

## ■未分解セリシンの獲得

セリシンは繭層から熱水やアルカリで抽出すると、変性しやすく、容易に加水分解される欠点があります。分解したセリシンから作った素材はもろくて弱いため、その利用範囲は限られています。そこで、「セリシンホープ」という品種のカイコが吐糸したセリシンだけからなる繭（図1左）を利用することによって、加水分解のないネイティブなセリシンをほぼ純粋な形で獲得することができるとわかり、この未分解セリシンの利用で、従来のセリシン素材が持っていた問題を解決できるようになりました。

## ■実用的な強度をもったセリシンハイドロゲル

セリシンには、セリン（全体の1/3含有）をは



図1. セリシンホープの繭（左）と通常の繭（右）  
セリシンだけからなるセリシンホープの繭は薄く、中の蛹が透けて見えています。

じめとして側鎖に-OH、-COOHなどの親水基をもつ極性アミノ酸が多く含まれているため、セリシン利用形態として、多量の水を吸水・貯蔵するハイドロゲルへの展開に着目し、その作製法を検討しました。その結果、セリシンホープの繭から得られる未分解のセリシンを含む水溶液中に少量のエチルアルコールを加えてセリシンの高次構造を変化させることにより、実用的な強度をもったセリシンハイドロゲルを作製できることを見出しました（図2）。セリシンハイドロゲルは用途に合わせて様々な形状や大きさ、硬さに自由に加工できます。凍結乾燥してスポンジ状にすることもできます。特徴としては、①架橋試薬を用いないため残留物の危険性がない、②ゼリー状の弾力性とカッター等で加工可能な成形性を有する、③水分率が98~99%と非常に高いことが挙げられます。

## ■今後の展開

セリシンハイドロゲルの保湿作用や細胞接着性などの性質を明らかにして、保健衛生や医療の分野への利用を進めたいと考えています。

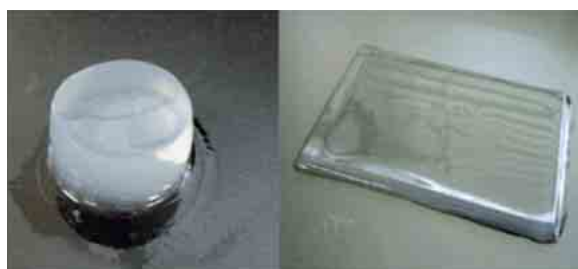


図2. セリシンハイドロゲル  
ブロック状（左）やシート状（右）など様々な形態のハイドロゲルが作製できます。

## ひとこと

カイコが作る天然の繭から、人に役立つ素材の開発を行っています。

## ことばの解説

★**セリシンホープ** 農業生物資源研究所新蚕糸技術研究チーム（松本）で育成された新しいカイコの品種です。フィブロインを合成する能力が退化し、ほぼセリシンのみ（>98%）からなる繭を作ります。

★**ハイドロゲル** 多量の水を含んだ親水性の高分子をいいます。ゼリーやソフトコンタクトレンズなどもその一種で、生理用品、紙おむつ、化粧品、創傷被覆材など生体・医用材料への応用が幅広く展開されている素材です。



昆虫生産工学研究グループ生活資源開発研究チーム（左から）：高林千幸、寺本英敏、中島健一



## はじめに

昆虫病原性ウイルスを利用して害虫を病死させるウイルス農薬は、人畜に対する安全性が高く、標的害虫以外の生物にほとんど悪影響を及ぼさないなど、環境にやさしい害虫防除材として注目されています。しかし、量産に人手がかかるためコスト高であることやウイルスの寄主範囲が狭く適用できる害虫が制限されることなどから、実用化が難しく、世界的にも10種類ほどのウイルス農薬が登録されているだけです。低価格な化学農薬と太刀打ちするためには、感染力を高めて散布量を減らすことによって、使用のコストを下げるのが重要となっています。

## 昆虫ボックスウイルス (EPV) の紡錘体

近年、蛾の一種に寄生するEPVの産生するタンパク質結晶体である楕円体と呼ばれる構造物が、昆虫病原性ウイルスである核多角体病ウイルス (NPV) の感染力を著しく増強することが報告され、その効果は一般の感染増進物質よりはるかに高いものでした。当研究チームにおいては、コガネムシ類の昆虫ボックスウイルス (AcEPV) のもう一つのタンパク質結晶体である紡錘体が、NPV等の感染力を強力に増進することを見つけました。研究の結果、紡錘体の持つウイルス感染増進作用のメカニズムは次のようでした。

## 昆虫中腸にあるウイルス感染のバリアを崩壊させる紡錘体

昆虫がウイルスに感染するためには、ウイルス

粒子が昆虫中腸の細胞に侵入することが必要ですが、**囲食膜**は中腸の細胞の脇に存在して、ウイルスが中腸へ接触することを物理的にかかり防いでいます。カイコ幼虫に紡錘体を食べさせ一日後に解剖してみると、中腸の囲食膜が消失していました (図1、図2)。また、健全なカイコ幼虫の囲食膜の表面には、ウイルスが容易に貫通可能な間隙構造は電子顕微鏡によって観察されませんでした。これらのことから、囲食膜が紡錘体の作用によって消失するために、NPVの感染が増進されることが明らかとなりました。

## 今後の展開

NPVの感染力を大きく増強するAcEPVの紡錘体を助剤として用いることによって、ウイルス農薬は安全で環境負荷の少ない新害虫防除剤として広範な実用化が期待されます。

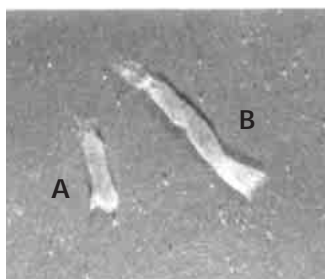


図1. カイコ3齢幼虫を解剖して抽出した囲食膜の状態  
A: 紡錘体 $3 \times 10^6$ 個を添食後の幼虫の囲食膜。部分的に消失したために短い。  
B: 無処理幼虫の囲食膜。

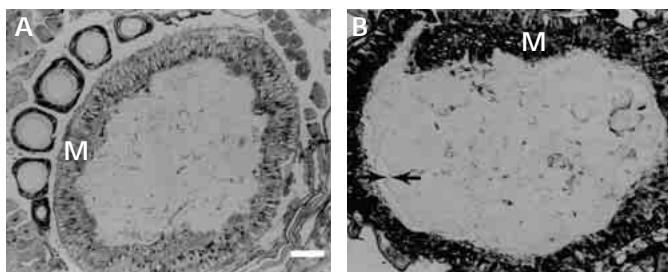


図2. カイコ3齢幼虫中腸のパラフィン包埋後の切片 (バーは100  $\mu\text{m}$ を示します)  
A: 紡錘体添食後。中腸皮膜細胞 (M) の内側の囲食膜は消失しています。  
B: 無処理。中腸皮膜細胞 (M) の内側に囲食膜が見えます。(矢印)

## ことばの解説

★**昆虫病原性ウイルス** 昆虫を寄主とし、昆虫に病気をもたらすウイルスの総称で、分類上11科にまたがります。このうちBaculoviridaeは節足動物のみを寄主とするウイルスだけが所属する科であるため、この科のウイルスは哺乳類に対する安全性がきわめて高いと考えられることなどから、害虫防除への利用が有望視されています。

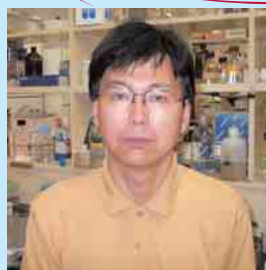
★**昆虫ボックスウイルス (EPV) の紡錘体** 昆虫病原性ウイルスの一つです。このウイルスは感染した昆虫の細胞内で、タンパク質の結晶体でウイルス粒子を含まない紡錘体 (spindle、長径サイズは1~15  $\mu\text{m}$ ) を産生します。

★**囲食膜** 昆虫の消化管である中腸の内側にある無細胞性の円筒状の膜です。食物が中腸の細胞に触れることによる細胞の破損や病原性微生物の中腸の細胞への感染を防いだりしています。

★**多角体** NPVや細胞質多角体病ウイルスが産生するたんぱく質の結晶体で、内部にウイルス粒子を包埋しています。これを口から一定数以上取り込んだ宿主は中腸内で溶けた多角体から放出されたウイルス粒子が中腸細胞に入り込むことによりウイルスに感染します。

## ひとこと

地球環境に負荷の少ない昆虫病原性ウイルスによる害虫の防除法の地位を高めることに貢献できるように研究を続けたいと考えています。



昆虫適応遺伝研究グループ  
昆虫病理研究チーム：三橋渡

# 有用遺伝子を発掘し利用する委託プロジェクト 「QTL遺伝子解析の推進」

病気や害虫に強い、たくさん穫れる、美味しい、低温や高温（環境ストレス）に強いなどはイネの品種改良において重要な性質です。これらの性質は、複数の量的形質遺伝子（QTL遺伝子という）の働きと温度や光などの環境条件によって決定されています。従来技術では、これらの農業上、重要な形質に關与する遺伝子の解析はほとんど進みませんでした。しかしイネの全ゲノム塩基配列が解読されたことにより、これらのQTL遺伝子を詳しく調べることができるようになりました。

平成17年4月から開始された農林水産省のグリー

ンテクノ計画では、このような農業上重要な遺伝子の解明を目的にして、委託プロジェクト「QTL遺伝子解析の推進」を進めています。このプロジェクトには農業生物資源研究所を中心に、大学や他の独立行政法人等の研究機関が参画しており、大きく分けて4つの研究目標が設定されています。第1は、QTL遺伝子を解明するための新たな実験手法や材料の整備、第2は、それらの道具を活用して、草丈、根の形、開花時期や種子の寿命の長さなど、イネの形や生理的な性質を決定している遺伝子の解明、第3は、発芽時や栽培中の低温や高温、土壌中の金属などの環境ストレスへの強さ

特集

グリーン

新プロジェクト発足

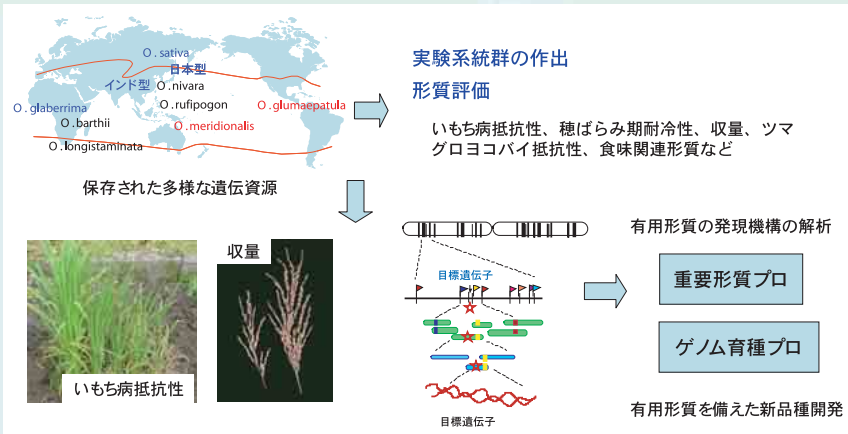
N

## 多様性ゲノム研究

平成16年12月に、イネの全ゲノムの完全解読が終了し、イネのすべての形質を司る遺伝情報が公開されました。これを受けて平成17年度からイネゲノム配列を利用してゲノムの多様性を解明し、他のイネ科の作物の新規な遺伝子や遺伝子の新たな機能を明らかにするプロジェクトが開始されました。このプロジェクトには大きく分けて2つの流れがあります。1つはイネから、という流れです。以前からイネ科の作物のイネ、トウモロコシ、ソルガム、コムギ、オオムギ等には遺伝子の並びに相同性があること（シンテニー）が知られており、イネゲノムの情報はすでにムギやトウモロコシの遺伝子のゲノム上の位置決定（マッピング）や遺伝子の単離に利用されてきました。本プロジェクトではこの手法をより積極的に活用して、ムギ類（オオムギ、コムギ）の重要な遺伝子の単離を目指します。またそのための基礎として、ムギの遺伝子構造の解明やイネ

科作物の遺伝子の分子進化を指標にした分類も行います。

もう一つの流れは（栽培）イネへ、という流れです。私たち日本人が日々食するコメは主にジャポニカという種類に属しますが、このほかにもたとえば世界でもっとも生産されているインディカ米や、野生に生えているイネを含めると、イネが属するOryzaという属にはたくさんの種が世界中に分布しています。このような多様な遺伝資源は、ゲノムの多様性に由来する貴重な遺伝子の宝庫と考えられます。ですからこれらの多様なイネの遺伝子を通常のイネに導入できれば、世界中の人々のニーズに応えられる品種作りができそうです。ただしこの計画には大きな障害があります。同じイネにもかかわらず、これらの野生イネは栽培イネと交雑せず、子孫（種）を残さないのです。これを生殖的隔離、と呼びますが、逆に考えるとこれによって種の多様性が保たれている



経済的に価値のある新規遺伝子の単離と利用

に関わる遺伝子の解明、第4は、いもち病、縞葉枯病、ツマグロヨコバイやトビイロウンカなどの病害虫に対する強さを決定している遺伝子の解明

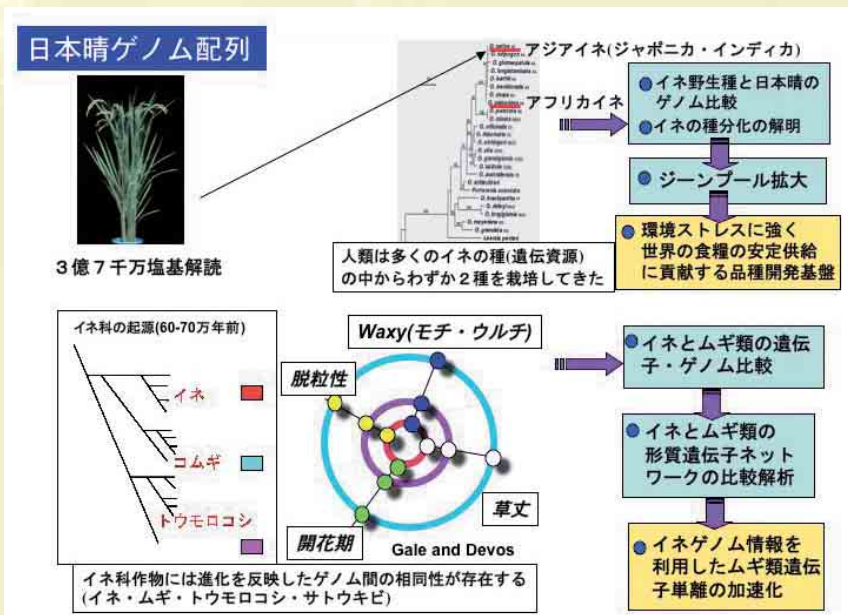
をそれぞれ目指します。

QTL 遺伝子が解明されることによって、イネがなぜ病気に強くなるのか、なぜたくさん収穫できるのか、冷害のときでもなぜ収穫できるイネがあるのか、なぜ害虫に強いイネと弱いイネがあるのかなどの仕組みを明らかにすることができます。またQTL 遺伝子の解明がきっかけとなって、それぞれの性質を改良するための新しい方法も開発できます。将来は、農薬を使わないでも害虫に被害されない、冷害がきてもたくさん収穫ができるなど作物として理想の性質を備えたイネの開発も夢ではありません。

QTLゲノム育種研究センター：矢野昌裕

# テクノ計画

## NEW PROJECT START!



多様性ゲノム解析研究

のです。本プロジェクトでは、将来的に、この生殖的隔離を超えて自由な遺伝子の導入を目指します。そのためにもまずこれらの生殖的隔離や雑種不稔という

農業上重要な現象を引き起こす機構を解明します。また現在世界で栽培されているイネや、野生に繁殖しているイネには形や性質の大きな違いがあります。これはそれぞれのゲノムの上に乗っている遺伝子の違いと言えますが、全く新しい遺伝子が生じたのではなく、既存の遺伝子から新しい機能が生まれたとする説が有力です。そのような変化を引き起こす遺伝子配列の変化や挿入、欠失、増幅、転移などさらに大きなレベルでのゲノム変動が種の成立に果たした役割を、現存する種々のイネのゲノムを解析して解明する予定です。以上のような戦略によってこのプロジェクトが最終的に目指すのは、イネゲノムの知識を最大限に活かして世界の食糧の安定な供給に貢献する作物育種に役立てることです。  
ゲノム研究グループ植物ゲノム研究チーム：松本隆

## 一般公開

平成17年度一般公開は、第46回科学技術週間中の4月20日に「豊かな未来を拓く生物資源ーきて！みて！ふれる！生命科学の不思議ー」をテーマに開催されました。「本部地区」メイン会場では、実演・体験コーナーとして「ブロッコリーのDNA抽出実験」、「分子模型を作ろう」、「ミニトマトの植え継ぎ実験」を行いました。さらに今年は「イネゲノム研究」、「遺伝子組換え研究」といったニュース性のあるコーナーを設けました。展示品のイネゲノム完全解読記念CDや賞状、遺伝子組換えイネなどに関心もたれました。ジーンバンクでは、微生物を利用した発酵食品の展示や約12万点の配布用種子を保存している種子貯蔵庫の公開を行いました。新しい催しとして微生物の水素発生デモを行いました。「大わし地区」ではカイコや実験

昆虫・動物の展示をはじめ、昆虫・動物生命に関する研究成果の紹介、カイコガDNA抽出実験、ネムリコスリカ復活実験、マウス受精の観察などを行いました。これらの展示・観察により、見学者の方には、昆虫のもつ素晴らしい機能や役割を理解してもらうよい機会になったかと思えます。また、今回初めて行った「桑の実ジャム・ジュース」の試食が好評で、午後には試食分がなくなっていました。(見学者数/本部地区790名、大わし地区977名)

なお、同日に放射線育種場(常陸大宮市)の一般公開も開催され、67名(NHKの取材3名含む)の来場者がありました。

(情報広報課)



分子模型を作ろう(本部地区)



植物の乳液成分が有する殺虫毒性実験  
展示(大わし地区)



実験・展示会場の研究成果コーナーの  
見学風景(放射線育種場)

## 2005シルクフェア in おかや

広く市民にシルクの昔と今を知ってもらい、さらにシルクに親んでもらおうと、今年も当生活資源開発研究チームをメイン会場に、市内5カ所で標記シルクフェアが開催されました。この催しは今回で9回目になりますが、各会場とも趣向を凝らし、糸織り、機織り、草木染め、繭人形作りなどの体験も行われました。

当研究チームでは生物研の研究内容をパネルで紹介するとともに、業務第1科から種類や年齢の異なるカイコ、増殖システム研究チームから果実用の桑を展示していただきました。子供達は大騒ぎしながらも実際にカイコに触れ、帰る頃には友達になっていました。また、繭人形作りやハンド機

織りのコーナーは毎年人気があり、子供そっちのけで夢中になっている親御さんが多く見られ、繭・シルクに触れ、楽しい1日を過ごしていただいたものと思います。

(昆虫生産工学研究グループ

生活資源開発研究チーム 中島健一)



### 農業生物資源研究所ニュース No.17

平成17年6月1日

編集・発行 独立行政法人農業生物資源研究所

National Institute of Agrobiological Sciences (NIAS)

事務局 企画調整部情報広報課 TEL 029-838-7004

〒305-8602 茨城県つくば市観音台 2-1-2

<http://www.nias.affrc.go.jp/>