



かずさDNA研究所ニュースレター

第29号

2010年5月11日



ブルネイからの訪問者

公開講座のお知らせ

2010年5月22日(土)と6月5日(土)に千葉県立中央博物館に於いて公開講座を開催いたします。詳細はホームページをごらんください。

ページへのリンク → [公開講座](#)

* かずさの森のDNA教室開催について

かずさDNA研究所では、開所以来毎年の夏休み期間中に、母都市(木更津、君津、富津、袖ヶ浦)の将来を担う世代である中高生に、少しでも科学への興味を持ってもらうことを目的として「かずさの森のDNA教室」を開催してまいりました。

今年は以下の日程で実施することになりました。

日程：7月26日(月)および7月29日(木)

両日とも、10時から16時の予定

テーマ：DNA研究で用いられるPCR法を体験しよう

募集人員：両日とも20人

内容：DNAの性質に関する基本的な講義に引き続き、実験に使う機器やピペットなどの使い方を練習します。そのあと、DNAを部分的に増幅するための方法であるPCR法の実習を行ないます。PCR法は犯罪捜査などでも用いられる方法です。

両日とも同じ内容で開催いたしますので、どちらか都合の良い日を選んで参加して下さい。申込み方法は間もなくホームページ等でご案内いたします。



研究最前線

NEDO受託研究：

エネルギー植物の品種改良に係わる代謝情報と遺伝子発現情報に関する研究開発

ゲノムバイテク研究室 主任研究員 鈴木 秀幸

近年、地球温暖化を防止する対策として、温暖化ガスとされる炭酸ガス(CO₂)を増加させる化石燃料に代わるものとして、光合成で大気中の炭酸ガスと水から作られる植物体を原料としたバイオ燃料を利用する取り組みが注目されています。バイオ燃料のうち、バイオエタノール(ガソリンの代替燃料)とバイオディーゼル(軽油の代替燃料)は、輸送用の燃料として米国やブラジルなどで実用化されて利用されています。しかし、バイオ燃料の原材料としてトウモロコシ等を用いることは、食料や肥料の価格を高騰させ、また農地開拓に伴う森林破壊等の自然環境への影響も懸念されています。これらの問題を解決するために、廃棄物の



財団法人 かずさDNA研究所 <http://www.kazusa.or.jp/>

〒292-0818 千葉県木更津市かずさ鎌足2-6-7 TEL : 0438-52-3956 FAX : 0438-52-3901

バイオマスや、木や草などのセルロース系のバイオマスを中心とした、食料と競合しない原料を活用する「第二世代バイオマス」の開発と普及が課題となっています。そのため、世界中で多くの研究機関が、非食料バイオマスとして、草本植物（イネ科のスウィッチグラスなど）、軽油生産藻類、油脂等を蓄積する植物（ナンヨウアブラギリ；学名からジャトロファ、あるいはヤトロファとも言われます）などのエネルギー植物の研究を進めています。

今後のバイオエタノール生産の主要材料と期待されている草本植物では、材料を効率よく使うために細胞壁の構成物質であるリグノセルロース（リグニンとセルロースおよびヘミセルロースの複合体）を分解して得られるグルコースなどの単位の糖を生成する過程である「糖化」が重要なポイントになります。そこで、糖化しやすいリグノセルロースをつくる植物の改良が世界中で行われています。しかし、エネルギー植物の研究の歴史は浅く、リグノセルロースの代謝に関連する遺伝学的な情報が乏しいことが育種改良の技術的なネックの一つとなっています。

2009年9月より、国内の9研究チームが参加して、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）によるプロジェクト「新エネルギー技術研究開発/バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）」が発足し、その一環として「植物創成に関するプロジェクト」が始まりました。かずさDNA研究所のゲノムバイテク研究室は、理化学研究所の菊地研究室や京都大学の梅澤研究室と共同研究体制を組んでこのプロジェクトに参加しています。

この共同研究チームは、各研究機関でこれまでに培われてきた技術を駆使し、エネルギー植物に関する遺伝子や代謝情報の基盤整備を進めています。具体的には、次世代シーケンサーを用いた遺伝子の解析、超精密質量分析装置などを用いた代謝物の解析を進め、それぞれのエネルギー植物における多糖類の代謝経路を解析し、遺伝子の発現や代謝物の蓄積の変化を解析・閲覧できるシステムを構築しています。このような基盤情報の整備は、上述したプロジェクトに参加している民間企業が



図1：エネルギー植物の代謝経路図を中心とした遺伝子・代謝情報のデータベースの構築

中心となって進めているエネルギー植物の品種改良研究の推進に大きく貢献できると期待されています。このプロジェクトは、バイオ燃料の生産技術開発において、日本の国際競争力を高めることに貢献することでしよう。

今月のキーワード

～「研究最前線」にでてきた言葉の解説～

多糖類：植物は光合成によって水と炭酸ガスからグルコースなどの糖を作ります。作られる糖は中に含まれる炭素の数によって、5炭糖とか6炭糖などと呼ばれ、また単位となる糖がいくつ集まってきているかにより、単糖類とか二糖類などと呼ばれます。中でも代表的な単糖がグルコースであり、植物体内では多数のグルコースが化学的に重合して、デンプンやセルロースなどとして存在しています。このように、単位となる単糖が多数重合してできたものを多糖類と呼びます。

バイオマス：バイオマスとは平たく言えば「生物体」のことですが、最近では多くの場合、燃料として燃やすことのできる植物体を指して使われます。バイオマスの主要な成分である多糖類は酵素反応によって単糖が重合したものですから単糖に分解できるはずですが、実際にはリグニンなどと複合しているために、その分解は容易ではありません。したがって、バイオ燃料の開発のためにはバイオマスを効率良く分解する方法の確立が鍵となります。

エネルギー植物：古来わが国では、薪や炭を始め、稲藁やもみ殻に至るまで、多くの植物を用途によって使い分け、無駄なく利用してきました。これらはいずれも直接燃料として使われてきましたが、これから重要になるエネルギー植物としては、できるだけ効率良く太陽のエネルギーを利用し、できるだけ短期間に、少しでも多くの分解しやすい多糖類を生成する能力を持つ植物の開発が重要になります。そのために、自然界にある種々の植物やそれらを分解する微生物などを解析していく必要があるのです。



DNA物語 (3)

ショウジョウバエというハエの名前を耳にされたことがあるでしょうか。普通のハエよりもずっと小さいのでコバエとも呼ばれ、英語の fruit fly (果物バエ) という名前からもわかりますように、熟した果物などによくたかるハエです。今回はそのうちのキイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) にまつわる物語です。

生物学とは、生物のもつ多種多様な遺伝子の順列 (時系列) と組み合わせ (相互関係) を解明する学問であるといえます。生物の示すいろいろな現象の中には、どの生物にも共通するものと個々の生物種で固有なものがあり、それらが生物の発生過程 (受精卵から細胞分裂を重ねて成長していく過程) のいろいろな段階で複雑に組み合わさって働いているのです。したがって、特定の現象を解明する目的で実験を行なうためには、まずその実験の目的に「適した」材料を選ぶことが大切になります。

前号で述べましたように、メンデルは遺伝現象の基本を解明するという目的のために、重要な家畜でも重要な作物でもありませんが、多くの個体を栽培して子孫を解析することが容易であるという理由で、エンドウを自分の実験の目的に適した材料として選択したのです。メンデルの見いだした遺伝の基本的な法則は、1900年になってから3人の生物学者によって「再発見」され、そこから近代的な遺伝学が発展することになります。

ところで、遺伝学では、1) 大量な個体の栽培 (飼育) が容易なこと、2) かけ合わせによって得られる子孫を解析することが容易なこと、そして、3) 特定の形質に関する多様な変異体を得ることができること、の3つの特徴をもつ材料が重要になります。いろいろな材料が用いられましたが、上記の要件に適合した材料として定着するのがキイロショウジョウバエです。キイロショウジョウバエはその名の通り体色が黄色で、目が名前の由来の猩猩 (しょうじょう = 鮮やかな赤) 色をしたハエです (左図参照)。体長は3ミリほどの大きさで、実験室



キイロショウジョウバエ

1908年頃から実験生物として登場したハエで、本文に書きましたように、遺伝学上の重要な発見がなされた生物材料として知られています。【写真は薄井一恵さんのご好意による。】

で酵母などを餌に大量の飼育が容易にできます。

20世紀に入って開始された近代遺伝学では、遺伝子は細胞のどこにあるのか、また、それぞれの遺伝子はどのような相互関係を持っているのかを明らかにすることが重要な課題でした。キイロショウジョウバエを用いてこのような課題に取り組み、遺伝学を発展させたのがアメリカ人のモルガン (T. H. Morgan) と彼のグループの研究者達でした。彼らのもっとも顕著な功績は、突然変異を誘発して遺伝子を同定し、かけ合わせ後にその形質の分離比を解析するという作業を重ねることによって、遺伝子と染色体の関連を明らかにしたことです。そのうち、彼らが最初に同定した「白い眼 (white)」の突然変異は、偶然にも雄に現れた性染色体上の遺伝子に起こった突然変異でした。

彼らはいろいろな突然変異を同定していく過程で、同じ染色体上にある遺伝子は関連して子孫に伝わることを見だし、そこから「遺伝子の連鎖」という概念に到達しました。その上で、連鎖した遺伝子の子孫への分布を調べ、「乗り違い」と呼ばれる染色体の部分的な交換が起こること、連鎖している二つの遺伝子の間で起こる乗り違いの頻度はそれらの遺伝子間の距離に比例するという非常に重要な考え方を提出し、「遺伝子地図 (染色体上に遺伝子がどのように並んでいるか)」を発表したのです。このモルガンの功績を讃えて、染色体上の遺伝子間の距離を表す単位は「モルガン」と呼ばれています。

このようにしてキイロショウジョウバエという小さなハエはモデル生物として遺伝学の実験に多大な貢献をしましたが、その過程で、キイロショウジョウバエの唾腺腺の細胞には、染色体が複製後も分離しないで留まるために巨大化した「唾腺染色体」が観察できること、唾腺染色体の構造変化と遺伝子の発現が関連していることなどが明らかにされ、さらに、キイロショウジョウバエを材料とした研究でもっとも有名な「ホメオティック変異」が発見されるに至ったのです。

ハエや蚊の仲間は双翅 (そうし) 類と呼ばれ、他の昆虫類と違って翅が一对 (2枚) しかありません。キイロショウジョウバエから分離されたいろいろな突然変異の解析結果から、BX-Cと名付けられた一群の遺伝子が働かなくなると、発生過程で第3体節が正常にできず、第2体節が繰り返して作られる結果、翅を4枚持った突然変異株 (参考文献をご覧ください) が生ずることがわかりました。この研究を契機として、生物の器官の形成に関する遺伝学的な解析が発展し、一連のホメオティック変異と呼ばれる変異と関連する遺伝子群の解析が進むようになったのです。現在では、高等生物の器官の形成過程でも同じような仕組みが働いていることがわかっています。



トピックス

寿司遺伝子？

よく知られていますように、植物は光合成によって炭酸ガスと水からグルコース（ブドウ糖）などの糖を作ります。作られた糖は多数が重合してデンプンやセルロースなどの多糖類（単位となる糖が連結されたもの）になって植物体に貯えられます。日本人がよく食べるワカメやノリなどの海藻類にも、寒天の成分であるアガロースなどの多糖類が含まれています。

最近、フランスの研究グループは、海藻の細胞壁を構成する多糖類を分解する酵素を探索する過程で、日本のノリの近縁種である紅藻の一種の表面に生息している *Zobellia galactanivorans* と名付けられた細菌のゲノムを解析し、その紅藻のもつ多糖類を分解する数種の酵素の遺伝子を見いだしました。

これらの遺伝子を大腸菌に導入して、どのような多糖類を分解するのかを調べたところ、ワカメやノリなどに多く含まれている、硫黄を含む多糖類であるポルフィランと呼ばれる多糖類を効率よく分解することがわかりました。

さらに、それと同じ遺伝子を持つ生物をデータベースで探したところ、腸内細菌の約1/4を占めるバクテロイデス属 (*Bacteroides*) に分類される細菌の一種で、日本人の腸内から単離されたものが持っていることがわかり、「寿司遺伝子」と名付けられました。

この酵素の遺伝子は、海藻をほとんど食べない欧米人の腸内細菌には存在しないことから、ノリなどの海藻の表面などに生息する *Zobellia* のような細菌の遺伝子が、何らかの仕組みにより日本人の腸内にいるバクテロイデス属の細菌に移動した（水平伝播）のではないかと考えられています。

このことは、わたしたちの食生活が想像以上に腸内細菌群にも影響を与えているということを示しています。今後研究が進めば、食品の機能についての評価も変わってくるかも知れません。

カエルのゲノム解読

これまでに、ヒトをはじめ、マウス、ニワトリ、フグ、メダカなど多くの脊椎動物のゲノムが解読されてきました。しかしながら、魚類から哺乳類への進化の道筋の理解につながると考えられる両生類と爬虫類についてはゲノム解読があまり進んでいませんでした。

両生類の中でもカエルは古くから研究材料として広く用いられてきました。特に、完全な水中生活を行なうアフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) は、その飼いやすさと卵が大きく観察しやすいことなどから、発生学の研究に広く用いられています。最近、このアフリカツメガエルに近縁で、やや小型のニシツメガエル (*Xenopus tropicalis*) のゲノム解読が行われました。

ニシツメガエルのゲノムの大きさは約17億塩基対とヒトの半分強であり、2万～2万1000個の遺伝子があると予想されています。その中には、ヒトのガンや心臓病などの疾患に関わる遺伝子に似た遺伝子が約1700個存在していました。

ニシツメガエルとマウス、ニワトリ、魚類の間で遺伝子の並び順が保存されている領域の塩基配列を比較しますと、タンパク質の設計に関わっている部分ではあまり大きな違いは見つかりませんでした。遺伝子の発現のスイッチになっていると考えられる部分の配列は、マウスやニワトリとはよく似ているものの、魚類とは半分程度しか似ていないことがわかりました。マウスやニワトリなどでは、四肢の形成に関与する遺伝子が体の特定の部位で特定の時期に働く必要があります。したがって、四肢のない魚類とでは、関連する遺伝子の発現のスイッチが異なっているということを示しています。

両生類はゲノムの大きさが種類によって大きく異なり、眼球まで再生する能力を持つことで有名な有尾両生類のイモリは、膨大な大きさのゲノムを持つことが知られています。カエルのゲノムデータを元にしてイモリなどの有尾両生類のゲノムが解読されれば、進化の過程だけでなく、高い再生能力を支える仕組みの解明にもつながることでしょう。



<今月の花>

サイハイラン (ラン科)
Cremastra appendiculata
(2009年5月16日撮影)

サイハイとは「采配」の意味であり、昔戦場で指揮官が部下を指揮する際に使った采配に花の形が似ていることから名付けられたらしい。日本に自生するランとしては珍しく、多数の花が重なり合って咲く。