

平成14年1月15日発行(隔月1回15日発行)

ISSN 1345-5958 CODEN : BTEEEC

BRAIN

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution

TECHNO NEWS

〈生 研 機 構〉

ブレインテクノニュース

第 89 号

JANUARY 15, 2002



かんしょ 関東116号



かんしょ 関東117号

新たな需要を見込んだサツマイモの新系統

独立行政法人農業技術研究機構作物研究所 中谷 誠氏原図

目 次

巻 頭 言

- 新時代の研究開発に向けて 1
堤 英隆 (生物系特定産業技術研究推進機構理事長)

総 説

- 魚類のゲノム研究と分子生物学の最近の動向－フグとゼブラフィシュを中心にして－ … 2
鈴木 徹 (独立行政法人・水産総合研究センター 養殖研究所栄養代謝部)

国内情報

- 海藻を微粒子化し、稚魚や貝の飼料として利用するマリンサイレージを開発 7
内田基晴・村田昌一 (独立行政法人・水産総合研究センター 中央水産研究所)
ヒトボランティア介入研究によるリンゴの健康増進効果の解明 11
田中敬一 (独立行政法人・農業技術研究機構 果樹研究所生理機能部)
新たな需要を見込んだサツマイモ新系統「関東116号」, 「関東117号」の特性
－従来用途向け育種への新たな視点の導入－ 15
中谷 誠 (独立行政法人・農業技術研究機構 作物研究所畑作物研究部)
人工シャペロンによる変性タンパク質の活性化－タンパク質リフォールド手法の開発－ … 21
町田幸子・林 清 (独立行政法人・食品総合研究所)

地域の先端研究

- マルチプレックスRT-PCRを用いたリンドウに感染する3種類の植物ウイルスの同時検出法… 25
黒田智久・鈴木一実* (科学技術振興事業団, *財団法人・岩手生物工学研究センター)
鶏の新用途開発: 新たな畜産振興に向けペット用鶏「プチココ」を作出 29
吉村 敦 (高知県畜産試験場養鶏科)

文献情報

- 抗体がプリオンの増殖・伝播を抑制し、培養細胞の感染プリオンを消滅させる 33
Peretz D. et al. (Nature, 412, 739-743, 2001)
抄訳: 横尾正樹 (東北大学大学院 農学研究科)
微生物由来の多糖の分解性 34
Ruijssenaars H. J. et al. (Current Microbiology, 40, 194-199, 2000)
抄訳: 水野征一 (カルピス株式会社基盤技術研究所)
余は如何にして二倍体となりしか 35
Ozkan H. et al. (The Plant Cell, 13, 1735-1747, 2001)
抄訳: 岩井純夫 (鹿児島大学 農学部)
ポリコムは植物の発生初期で花芽形成を抑制する 36
Kinoshita T. et al. (PNAS, 98, 14156-14161, 2001)
抄訳: 春原英彦 (東京大学大学院 農学生命科学研究科)
脂肪食がアルコールによる肝臓障害を抑制する 37
Amin A. et al. (J. Pharmacology and Experimental Therapeutics, 299, 638-643, 2001)
抄訳: 吉戒和剛 (マルハ株式会社 中央研究所)

海外便り

- 魚類の免疫系調節機構の内分泌学的解明
－アメリカ・ハワイ大学海洋生物学研究所での1年間－ 38
矢田 崇 (独立行政法人・水産総合研究センター 養殖研究所日光支所)

生研機構からのご案内

- 21世紀型農業機械等緊急開発事業による新規開発機械・装置の公開並びに
研究報告会の開催について 20
BSE (牛海綿状脳症) に関する正確な知識の普及について 42
生研機構基礎研究推進事業成果発表会 裏表紙白

表紙写真説明

新たな需要を見込んだサツマイモの有望系統で、かんしょ関東116号は、従来品種に見られない低糊化温度澱粉を含み迅速調理、蒸切干し加工や特性を持った澱粉原料用などの多用途利用が期待され、かんしょ関東117号は、食用に適した美味しい紫サツマイモである。両系統の特性の詳細については、国内情報15頁をご覧ください。

◀ 巻 頭 言 ▶

新時代の研究開発に向けて

生物系特定産業技術研究推進機構
理事長 堤 英 隆



新年あけましておめでとうございます。

「知の世紀」、「生命の世紀」と言われる21世紀も2回目の新春を迎えました。

21世紀開幕の年であった昨年3月に、21世紀におけるわが国科学技術政策推進の指針となる第2期科学技術基本計画が閣議決定され、戦略的重点化を図る分野としてライフサイエンス分野が示されました。

このライフサイエンス分野の重点的・戦略的に取り組む事項の具体例として、「食料安全保障や豊かな食生活の確保に貢献するバイオテクノロジーや持続的な生産技術等の食料科学・技術」が取り上げられています。

このように、バイオテクノロジー等の先端技術及び生産技術に関わる農業機械の研究開発は、21世紀における我が国の農林水産業・食品産業等の飛躍的な発展を支える原動力として、さらには世界の食料・環境問題の解決等を図る上からも、大きな期待が寄せられています。

私ども生研機構としても、「民間研究促進業務」では、民間において行われるバイオテクノロジー等の先端技術に関する研究に対し、出資事業、融資事業を通じ様々に支援をしてきております。また、共同研究のあっせん、情報誌の発行、フォーラム・シンポジウム等の開催など幅広い事業を実施しております。

「農業機械化促進業務」では、農業生産性の一層の向上、環境保全等に資する観点から、いわゆる「21緊プロ」において、民間企業をはじめ、独法・公立研究機関等多くのご協力をいただきながら、野菜等機械化の遅れている分野を中心に革新的農業機械の開発に鋭意取り組んでおります。これにより、ねぎ産地構造改革の切り札として注目されている「ね

ぎ収穫機」、「ねぎ調製ロボット」などの成果があらわれてきています。また、先進技術を駆使した次世代を担う農業機械の開発を目指して、異業種との連携や海外の研究機関との協力体制の強化に努めております。更に、農作業の安全性向上対策を実施するとともに、農業機械の検査・鑑定業務を通じて、その性能・安全性の向上に貢献して参りたいと考えております。

「基礎的研究業務」では、ミレニアム・プロジェクトの一環でもあります「イネ・ゲノムの完全長cDNAライブラリー整備事業」が大詰めを迎えております。これは、約3万のイネ遺伝子に対応する塩基配列情報を全て解読しようとするものですが、植物ゲノム研究全体のブレークスルーをもたらすものとして世界中の研究者や企業がその成果の発表を待ち望んでいるものであります。本事業では既に6割以上の塩基配列の解読を終了し、世界の最先端を走っている状況にありますが、本年中にも目標数量の解読を達成するべく、更に事業を加速化していく考えであります。

また、6年目を迎えた基礎研究推進事業(約70課題)や、基礎研究の成果を実用化するための、産学官の研究勢力の結集による研究開発を目指した新事業創出研究開発事業(12コンソーシアム)についても、本年も、厳正な評価を実施しつつ、実りある成果の確保に努力して参りたいと考えております。

今後とも、我が国経済社会の動向やニーズを的確に捉えつつ業務の充実を図り、農林水産業・食品産業等における農業機械化の推進や、バイオテクノロジー等の研究推進に寄与できるように一層努力する所存でありますので、皆様のご支援、御協力をよろしくお願い申し上げます。

◀総説▶

魚類のゲノム研究と分子生物学の最近の動向 —フグとゼブラフィッシュを中心にして—

独立行政法人 水産総合研究センター 養殖研究所 栄養代謝部代謝研究室
鈴木 徹

魚類の分子生物学はゼブラフィッシュを実験動物に用いて、特に発生の分野で急速に発展しつつある。一方、つい最近になってフグのゲノムの全塩基配列が解読された。今後は、これら2つ研究は大きな流れとなって、魚類のゲノム研究のみならず生物学をも一新することが予想される。フグのゲノム解析、ゼブラフィッシュの連鎖地図解析について概略を紹介した。

1. はじめに

この原稿の依頼を受けてまもなく、フグゲノムの全塩基配列の解読が終了したことが宣言された。この成果はヒトのポストゲノムに貢献するだけでなく、当然、魚類のゲノム研究と分子生物学のアプローチを大きく変革することは間違いない。一方、ゼブラフィッシュでは、連鎖地図解析が大きく進捗し、突然変異体解析との組み合わせにより新規遺伝子の生物学的役割が次々と明らかにされている。魚類では既にポストゲノムはスタートしたと言える。今後はフグゲノムとゼブラフィッシュ連鎖地図解析が結ぶつくことにより、遺伝子機能の解析のみならずゲノム進化に係わる研究も劇的に進歩するであろう。トラフグがゲノム研究の対象であることから、水産分野の研究者にとっても今後の動向から眼がはなせない。ここではフグとゼブラフィッシュ(図1)を中心にして、魚類のゲノム解析の現在の状況、またゲノム解析を通じて明らかにされた魚類のゲノム構造の特徴について紹介する。なお本文中で下線で示した用語については、文末に簡単な説明を加えた。

2. フグのゲノム解読

ヒトのゲノムサイズが3000Mbなのに対して、フグのゲノムサイズはその約1/8の

SUZUKI Tohru

〒516-0193 三重県度会郡南勢町中津浜浦

365Mbで、解析されている脊椎動物の中で最小である。魚類の中では種間でゲノムサイズはさまざま、ゼブラフィッシュはフグよ



図1 トラフグとゼブラフィッシュ

これら2種類のサカナは分子生物学の分野で今最も注目されている。トラフグは最大70cmあまりになり、日本以外では韓国でも食用にされる。養殖魚としても重要種である。ゼブラフィッシュは4cm程度のコイ科の小型熱帯魚で、飼育産卵が容易である。

りもかなり大きく1700Mbである。ゲノム上に存在する遺伝子数は魚類と哺乳類で極端な差はないこと、また各遺伝子に含まれるイントロン長にも大差がないことから、フグゲノムにおける遺伝子間の距離はヒトよりも極端に短い。従って、フグではゲノムの全塩基配列を解読するのに必要な時間と労力がヒトの1/8ですむだけでなく、断片で解読された配列を繋ぎ合わせる作業も効率的に進めること

ができる。このように脊椎動物で全ゲノムを解読するならばフグが最短距離にあることから、トラフグを材料にしてゲノムの塩基配列の解析を始めることがイギリスのグループにより発表されたのが10年ほど前のことである。そしてこの10月26日の国際ゲノム学会において、全ゲノムの配列が解読されたことが宣言された。解読された一連の配列は5～12kb程度の断片としてデータバンクで公表されており、ホモロジー検索が可能である。コンティグの連結作業が短時間で済むことから、ヒトよりも一足早くトラフグ染色体ゲノムの全貌が明らかになるかもしれない。またミドリフグ（熱帯の汽水にすむ小型のフグで観賞魚として市販されている）でもゲノムの85%あまりがフランスのグループにより解読されており、こちらはショットガン法で解析された800bあまりのゲノム断片の配列としてデータバンクに登録されている。またゼブラフィッシュでもゲノムの全塩基配列の解明を目指したプロジェクトが昨年スタートしている。

では、フグゲノム配列のデータがこれからの生物学にどのような貢献をもたらすのであろうか。そもそも欧米ではフグは食用対象魚とみなされておらず、このゲノムプロジェクトは本来ヒトの医療への貢献を目的としている。当然、免疫グロブリンや主要組織適合性抗原の遺伝子を中心として、魚類から複雑なヒトの免疫系への分子進化の過程や癌に対する生体防御能の差違などはいち早く解析されるであろう。

一方、魚類の生物学におよぼすインパクトも計り知れない。少なくともトラフグを対象に研究を行うならば、全ての遺伝子の配列をデータバンクから検索することができる。これまで目的の遺伝子をクローニングするために何カ月もかかったライブラリーの作製やスクリーニングなどの操作は不要になり、コンピューター検索で目的が達せられる。例えば、高成長型トランスジェニック動物の作製によく用いられる、成長ホルモンにメタロチオネインのプロモーター配列を繋いだコンストラ

クトの塩基配列などは、フグゲノムからならキーボードを叩くだけで半日で構築できる。フグ遺伝子のコンストラクトはヒラメ、マダイなどの近縁の魚種でも機能することが予想され、有用魚種に対してトランスジェニック技術を応用することが簡単になると思われる。系群解析や家系判別に有効なマイクロサテライト等の連鎖マーカーもデータバンクから抽出できる。今後は、フグやゼブラフィッシュの実験動物だけでなく、魚類全般の分子生物学の発展はより加速すると考えられ、現在は転換期にあると言える。

3. ゼブラフィッシュの連鎖地図解析

一方、ゼブラフィッシュでは突然変異体を用いた遺伝子の機能解析を目指して、連鎖地図の作製、ESTの塩基配列解読、突然変異体の収集がアメリカとドイツを中心にしてこの10年の間に強力に推進された。1998年にゼブラフィッシュの連鎖地図が始めて発表されてから¹⁾、3年の間にマーカーの密度は飛躍的に高くなり、現在ではクローン化された遺伝子とEST (expressed sequence tag) が合計2000個以上、マイクロサテライトマーカーが3800個、突然変異もかなりの数がマッピングされている。

ゼブラフィッシュは多産で周年受精卵が得られること、胚が透明で顕微注入や細胞移植



図2 胚のWhole mount in situ hybridization
胚を固定し、*Hoxd-4*遺伝子のDIG標識アンチセンスリボプローブとハイブリダイゼーションを行った後、抗-DIG抗体を用いて免疫組織化学染色を行った（左）。mRNAを発現している細胞は青い色素で染色される。右は染色した胚を矢印の部分で切断したもの。遺伝子の発現部位を細胞レベルで観察できる。

が容易なことなど、胚発生を研究する上で優れた長所を持つ。特に、whole mount in situ hybridizationでは、胚内での遺伝子の発現パターンを細胞レベルで詳細に観察できる(図2)。さらに、化学変異原により容易に突然変異体を誘導できるうえ、受精から最初の産卵までの期間が3カ月と短いため、効率に変異体をスクリーニングすることができる。また魚類は体外発生することから、マウスに比べると胚発生の異常を容易に観察できるメリットがある。このようにゼブラフィッシュは胚発生の研究や遺伝子解析を行うためのあらゆるメリットを兼ね備えており、ショウジョウバエの脊椎動物バージョンとして発生分野では重要な位置を占めている³⁾。

現在の突然変異体リストは、2000種類を越えており、既に胚発生に係わる遺伝子については大部分が網羅されていると言われている。一方、連鎖マーカーの密度が高くなったことから、突然変異の原因遺伝子をポジショナルクローニングによりゲノムから探し出すことが可能になっている。探し出した遺伝子が原因遺伝子であることの確認も、ゼブラフィッシュでは比較的簡単である。多くの場合、モルフォリノオリゴを用いた遺伝子の機能阻害実験と、正常mRNAを変異体胚に注入するレスキュー実験が行われる。実際に、これまでに数十個以上の遺伝子がポジショナルクローニングで同定され、生物学的役割が解明されている。突然変異の表現型を指標にして遺伝子を単離しているのが、当然、単離された遺伝子は発生で鍵となる役割をしており、重要な知見が得られる。一つ例をあげると、胸鰭の欠損する突然変異体の原因遺伝子がポジショナルクローニングで単離され、その遺伝子はビタミンAから活性型レチノイン酸への転換酵素*raldh2*であった³⁾。レチノイン酸は*Hox*遺伝子等の発現をスイッチし、胚発生でモルフォゲンとして機能することは分かっていたが、拡散性の高い低分子物質であるため胚内での動態は不明であった。*raldh2*の発現パターンや突然変異体における*Hox*遺伝子の発現パターンから、胚内でのレチノイン

酸の動態や遺伝子制御機能の実体が初めて明らかになった。この突然変異体の表現型はビタミンA欠乏症とよく一致している。このように、脊椎動物で共通した発生の分子制御機構を解明することにより、ヒトの遺伝子病の原因解明にも貢献するとともに、魚類の増養殖種苗で生じる奇形の原因解明等にも重要な知見を与える。

4. 魚類のゲノム構造の特徴

フグやゼブラフィッシュのゲノム解析により、四足動物とは異なる魚類のゲノム構造の特徴も明らかになった。意外なことに魚類のゲノム上の遺伝子数は、哺乳類よりかなり多いらしい。原索動物から魚類が進化した時点で、ゲノムが2度重複し、遺伝子の数が爆発的に増加した。原索動物でそれぞれの遺伝子当たり1種類存在したものが、この時点で1遺伝子4種類になった。間もなく欠落により1~3種類に減ったものもあれば、4種類の遺伝子が現在も機能している場合もある。4種類の遺伝子が機能している例をあげると、原索動物のナメクジウオでは*Hox*遺伝子は1つの染色体上でクラスターを形成しているのに対し、四足動物では4つのクラスターが存在している。硬骨魚類のうち、四足動物への直接の祖先はシーラカンスを含む総鱗類であり、大部分の硬骨魚類を含む条鱗類は哺乳類への進化から早いうちに分離した。ゼブラフィッシュとフグのゲノム解析により、驚いたことに2種類の魚類ともに*Hox*遺伝子が7あるいは8クラスター存在していることが判明した。このような結果から、条鱗類が分岐して間もなく、条鱗類単独でゲノムがさらに1回重複したと考えられている。ただしゼブラフィッシュの染色体は25対で、ゲノムの倍加が起こったものの、現在の染色体数が他の脊椎動物よりも特に多いわけではない。全ゲノムが一度に重複したため、重複した遺伝子は別々の染色体に乗っており、かつ染色体上での各種遺伝子の配列の仕方(シンテニー)は保存されている。さらに魚類とヒトの染色体

を比較すると、両者の間でシンテニーがかなり保存されていることも分かっている。

条鰭類の中で重複により生まれた遺伝子の30~40%が現在でも機能している。即ち、哺乳類で知られている遺伝子のうち、30~40%は条鰭類ではタイプaとbの2種類で存在する。さらにサケマス類では単独にもう一度染色体の倍加が起こり、タイプa-1とa-2が存在するものがある。四足動物では1遺伝子だけ存在する脳腸管ホルモン・コレシストキニン(CCK)を例にして、これらの関係を図3に示した。魚類で遺伝子が倍加している様子が分かると思う。このようなことから、ゲノムに存在する遺伝子数はヒトよりも魚類の方が多い可能性が考えられる。

条鰭類で2つになった遺伝子は、転写調節領域に構造変化が起こって機能的に差が生じたものもある。例えば、哺乳類の*Eng1*は胚の肢芽と中枢神経に発現するが、ゼブラフィッシュでは*Eng1a*は胸鰭で、*Eng1b*は中枢神経に発現すると言うように機能分担が生じている。条鰭類は脊椎動物の中で最も種数が多く、身体の形もウナギ、タイ、ヒラメ、フグさらにはタツノオトシゴやマンボウなど極めてバラエティーに富むが、ゲノム構造の多様性がこのことと関係しているのではないかと想像されている。

5. ポストゲノムは魚類から

ゼブラフィッシュとフグの研究グループは緊密に連絡していることから、これら2つの魚種を中心にして魚類の分子生物学が今以上に急速に発展し、ポストゲノムがトラフグとゼブラフィッシュから発信されることは間違いない。例えば、遺伝子の発現調節領域の機能解析では、フグのデータバンクから得られた配列を発光蛋白質遺伝子を含む発現ベクターに連結してゼブラフィッシュで発現解析することなどが考えられる。ひょっとするとトラフグ自体が新規遺伝子の機能解明を目指した研究の対象となり、トラフグ胚で発現解析やモルフォリノオリゴを用いた実験が行われ

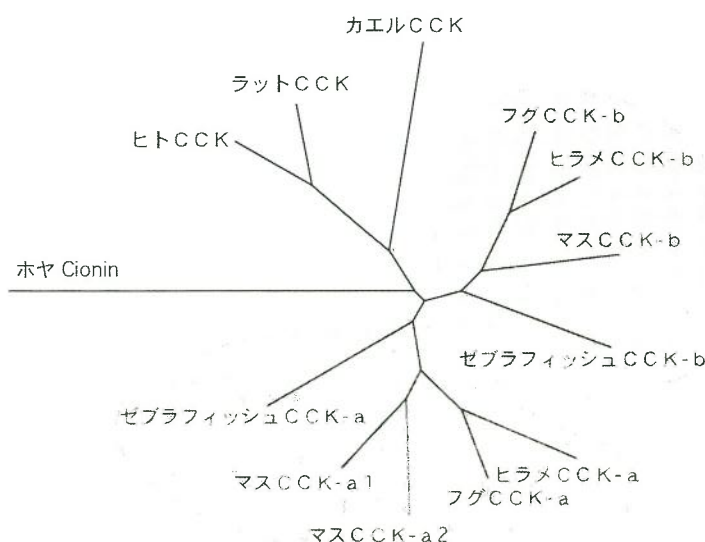


図3 脳腸管ホルモンCCKの分子系統樹

四足動物ではCCKはゲノム上に1種類しか存在しないが、硬骨魚類の条鰭類の間ではゲノムの重複によりタイプaとbの2種類が存在する。サケマス類ではさらに倍加が起こり、a1とa2が存在する。CioninはCCKの祖先遺伝子。

るかもしれない。

一方、ゼブラフィッシュの突然変異体解析では、最近では胚発生だけでなく過食症や肥満に関連する変異体のスクリーニングも行われている。これらの成果は養殖魚の発育や品質の人為コントロール技術の開発に直接結びつくと考えられる。

しかし、巨額の投資により得られた海外の成果を利用するばかりでは、国際摩擦を生じている可能性もあり、わが国においても水産生物のゲノムに関する基礎的分野で貢献する必要があると考えられる。

用語の解説

突然変異体の作製—雄親を化学変異原(ENU)で処理することにより、精子ゲノムに点変異を導入する。正常卵とかけ合わせ、F3で変異ホモの胚が得られる。自分の興味のある表現型を持つ胚を選び、親を変異ヘテロの状態で維持する。

モルフォリノオリゴ—化学修飾した合成オリゴヌクレオチド。メチオニン開始コドンから20b程度のモルフォリノオリゴを受精卵に注

入することにより，目的の蛋白質の翻訳が抑制されるため，遺伝子のノックアウトに近い表現型が簡単に観察できる。突然変異の原因遺伝子のモルフォリノオリゴを正常胚に注入することにより，突然変異と同じ表現型が得られることが期待される。

レスキュー実験—原因遺伝子の正常mRNAをIn vitroで合成し，変異体受精卵に注入する。注入したmRNAから正常な蛋白質が合成されるために，突然変異の表現型が正常に治癒されることが期待される。

発光蛋白質遺伝子—発光クラゲから分離された発光蛋白質は青色の光を受けると緑色に発光する。発光蛋白質の遺伝子をレポーターとした発現ベクターに目的のプロモーターを組み込み，魚類胚に注入するとプロモーター活性が生きた個体の中で光として検出できる。

引用文献

- 1) Postlethwait, et al (1998) Nature Genetics, 18, 345-349
- 2) Begemann, et al (2001) Development, 128, 3081-3094
- 3) 武田ら編 (2000) 小型魚類研究の新展開-脊椎動物の発生・遺伝・進化の理解をめざして。蛋白質 核酸 酵素増刊, 第45巻17号

参考になるホームページ

- <http://fugu.hgmp.mrc.ac.uk/>
<http://zfin.org/>
<http://zebrafish.stanford.edu/>

◀国内情報▶

海藻を微粒子化し、稚魚や貝の飼料として
利用するマリンサイレージを開発

独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所
内 田 基 晴 ・ 村 田 昌 一

海藻を細胞レベルにまで分解するとともに発酵させることにより、稚魚や貝の飼料として利用できる素材に変換する技術を開発し、マリンサイレージと名付けた。大量調製が容易でしかも保存性が良好なため、微細藻類を培養して餌料とする従来のやり方に比べ、遙かに経済的である。富栄養化した内湾域で大量繁殖するアオサ海藻をマリンサイレージとして利用できれば、環境浄化しながらの食料生産も可能になる。

1. マリンサイレージとは

畜産業では、牧草を発酵させてサイレージとし、家畜動物のエサに利用する。また、農業では、稲ワラ・雑草の類を発酵させて堆肥とし、作物栽培に利用する。一方、地球の7割を占める海洋で行われる動物や藻類の栽培行為においては、このように植物性素材を発酵させて利用することは、これまでなかった。その理由の一つとして海洋における植物性素材を発酵させる技術が未だ知られていなかったということがある。著者らは、海洋の植物性素材である海藻を発酵させる技術を初めて開発し、畜産サイレージの海洋版ともいえるマリンサイレージ（図1）の開発に取り組んでいる。マリンサイレージとは、“魚介類の栽培を目的として、海藻（藻類）を発酵させて調製した水産飼料”とここでは定義しておく。以下マリンサイレージの開発の経過と現状について述べる。

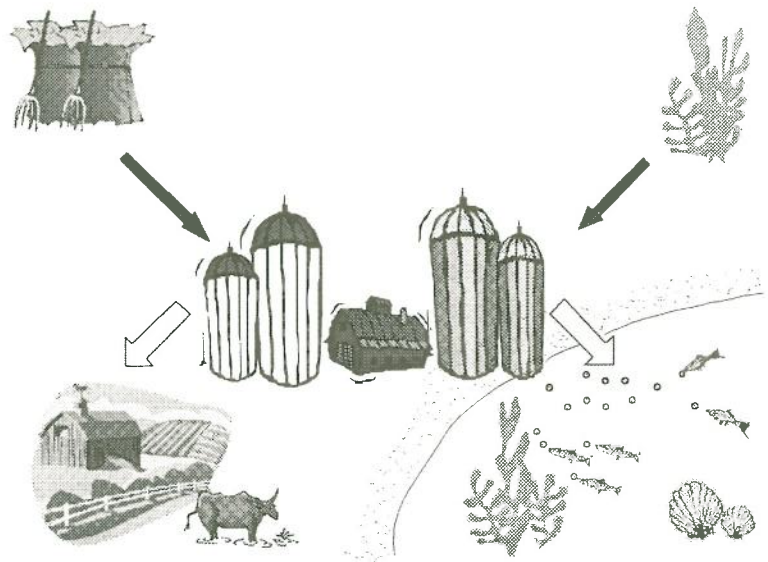


図1 マリンサイレージの概念図

2. 海藻発酵スターターの開発

我々が考案したマリンサイレージの調製法には、2つの技術的核がある（図2）。一つめは、セルラーゼを主体とする酵素を作用させ、海藻を単細胞化すること。二つめは、酵素のはたらきで産生された低分子の糖を基質

UCHIDA Motoharu, MURATA Masakazu
〒236-8648 横浜市金沢区福浦2-12-4

として微生物のはたらきで発酵をおこさせることである。海藻を単細胞化する意義は、粒子サイズを直径約10 μ mとすることにより、植物プランクトンフィーダーのエサとして利用されることが可能となる点にある。一方、海藻を発酵させることにより、保存性の向上（飼料価値の減耗の抑制）、悪臭発生の抑制等が期待される。マリンサイレージの調製に必要な、海藻を発酵させるための微生物は、偶然にも恵まれ、以下のような過程で海藻試料より分離された。我々の実験室内においてアオサ（*Ulva* sp. 緑藻類）をセルラーゼを主体とする市販酵素剤で分解処理し、プロトプラスト化した後、低温で約1年半放置したとこ

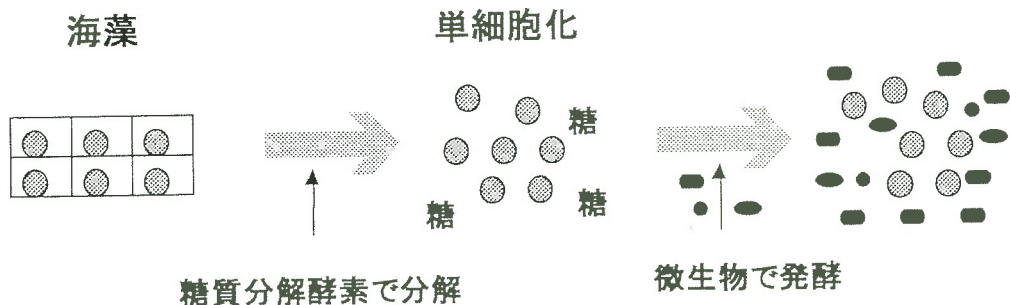


図2 マリンサイレージの基本原理

ろ、それが偶然エステル様の芳香臭をもつようになっていたことを観察した。この試料の一部を、数ヶ月ごとにセルラーゼ処理した新たなアオサ試料に植え継いでみると、同様な芳香臭の発生、即ち発酵が再現されることがわかり、本試料の中に海藻を発酵させるためのスターター（種）として機能する微生物の存在が示唆された。そこで継体されたアオサ発酵試料について、DAPI染色による直接計数法と11種類の寒天平板を用いた培養法を駆使し、その微生物相を精査した。その結果、本アオサ発酵試料中には、1種類の乳酸菌 *Lactobacillus brevis* と2種類の酵母 *Debaryomyces hansenii* var. *hansenii* および *Candida zeylanoides* が優占種となっていることが判明した。これにより海藻の発酵の正体が乳酸発酵で、陸上植物の乳酸発酵の例とある程度共通の認識をもってとらえられることが示唆された。実際、アオサの発酵試料を植え継ぐにあたって繰り返した試行錯誤により、安定に発酵を再現するには、①NaCl②セルラーゼ③種試料の3つの要素を添加することが有効であることが経験された。このように海藻の発酵試料に存在する微生物相が乳酸菌・酵母の3種類からなる意外とシンプルな組み合わせであったため、とりあえずこの3種類の組み合わせで海藻に混合接種することにより海藻を発酵させることを検討した。最初に、褐藻類、緑藻類、紅藻類、顕花植物を含む各種の海藻基質に対して、NaCl、セルラーゼとともに3菌株の培養菌体を混合接種したところ、ほとんどの例で乳酸及び／あるいはエタノールの生成がみられ、広い範囲

の海藻種に対して発酵スターターとして機能することが示唆された。次にワカメを基質として発酵試料を調製し、その微生物相をモニタリングしたところ、殺菌処理されていない海藻を原料基質として使用しても、発酵過程で、雑菌の成育がほとんど完璧に抑制され、その後も常温保存下で1年以上の間、菌相が安定に保たれることが確認された。海藻の発酵過程に於いて3種類の菌が、それぞれどのような役割を担っているかについて詳細は、今後明らかにされるべきところであるが、当面上記3種類の微生物から成る組み合わせを、海藻発酵スターター第1号として実験に使用することとした。

3. マリンサイレージの調製条件の検討

水産の初期餌料として使用される微細藻類のサイズは、通常、直径が約5～10 μ mでなければならない。もし、海藻を物理的手段により微細化しようとしても、通常メッシュ#200 through (<74 μ m)の規格にまでするのが限界で充分でない。しかし、海藻分解活性の卓越した海洋性細菌株を直接作用させる¹⁾か、或いは糖質分解酵素を使用して単細胞化することにより、直径が約5～10 μ mのレベルにまですることができる。海洋性細菌を使用する方法は、簡便であるが、分解効率・安全性等の点で課題が残されている。一方、糖質分解酵素を使用する方法は、酵素にかかるコストが最大のネックとなり、いかに酵素使用量を節約できるかが重要な点となる。そ

ここで、比較的少量のセルラーゼの使用で単細胞化が達成され、原料調達も容易な市販乾燥ワカメ粉末を選んで、マリンサイレージの調製条件の詳細な検討をおこなった³⁾。その結果、海藻5~10% (dry w/v) とNaCl 3.5% で調製した試料に対して、セルラーゼを0.5%以上の濃度で添加して20℃で1~2週間静置培養することにより、スターター微生物を添加しなくても不安定ながら発酵が繰り返ることが観察された。一方前述のスターター微生物を添加した場合にはセルラーゼの添加量が0.1%でも確実に発酵が繰り返り、コスト面で有利であることがわかった。このとき飼料として有効な直径約10 μmの海藻粒子がほぼ10⁸個/mlの濃度で得られるが、これは微細藻類を培養する場合の2倍から20倍の濃度に相当する。マリンサイレージは、安定供給ができる点、常温で1年以上保存可能な(腐敗がおこらない)点、プラスチック製タンクだけで培養でき、設備投資がかからない点、温調、光、エアレーション等が一切不要でランニングコストがかからない点など微細藻類を培養して使用する場合に比べて有利な点が多い。

4. マリンサイレージの飼料効果の検証

ワカメを原料としたマリンサイレージについては、大量生産・安定供給にメドがついたため、その飼料価値を検証することとした。現在、水産餌飼料の分野で高い供給ニーズを

有するものに二枚貝のエサが挙げられる。二枚貝のエサとしては*Chaetoceros* (珪藻類の一種)が餌料価値が高いことが知られているが、培養が不安定でこれを事業規模で安定供給することは困難であり、また人工飼料の方も未だ満足なものが開発されていない。従って、現在の二枚貝養殖は、カキやアコヤガイの例のように、基本的に海につるして、天然餌料を捕食させることでおこなわれる。しかし、このように天然餌料に依存したかたちでおこなわれている二枚貝養殖は、安定感に欠けるため、安定供給可能なエサの開発が求められている。我々は、真珠生産に使用されるアコヤガイを対象にマリンサイレージの飼料効果をみる実験を実施した。稚貝を対象とした試験では、マリンサイレージ単独投与では、飼料効果はそれほど高くないが、1割程度の量の*Chaetoceros*と併用して投与すると、大幅に飼料効果が向上し、*Chaetoceros* 100%投与の場合にほぼ匹敵する効果が認められた(図3)。栄養成分を比較した場合、海藻は微細藻に比べて、糖質組織の割合が高いため相対的にタンパク含量が低い点が飼料価値を考える上でまず懸念される。しかし、マリンサイレージの場合、酵素による糖質分解がなされているので、結果として粗タンパク含量がかなりのレベルまで増加している。従って、むしろ脂質あるいはその他の微量成分の不足が律速になってくる可能性が考えられる。今後、適当な栄養素が強化されるかあるいは併用給餌により、二枚貝飼料として実用化されていくことが期待される。

試験区	給餌条件	背縁長の成長率 (μm/day)	生残率(%)
無給餌区	無給餌	-10	53.3
<i>Chaetoceros</i> 区	<i>Chaetoceros</i> を3x10 ⁴ cells/ml/dayの濃度で給餌	168	66.7
<i>Chaetoceros</i> -1/10区	<i>Chaetoceros</i> を3x10 ³ cells/ml/dayの濃度で給餌	11	66.7
ワカメ発酵飼料(マリンサイレージ)区	ワカメ発酵飼料を2x10 ⁴ 個/ml/day濃度で給餌	30	53.3
ワカメ発酵飼料(マリンサイレージ)+ <i>Chaetoceros</i> 1/10区	ワカメ発酵飼料を2x10 ⁴ 個/ml/dayと <i>Chaetoceros</i> を 3x10 ³ cells/ml/dayの濃度で給餌	130	80.0
ワカメ非処理飼料区	ワカメ非処理飼料を2x10 ⁴ 個/ml/day濃度で給餌	32	66.7
ワカメ非処理飼料+ <i>Chaetoceros</i> 1/10区	ワカメ非処理飼料を2x10 ⁴ 個/ml/dayと <i>Chaetoceros</i> を 3x10 ³ cells/ml/dayの濃度で給餌	51	93.3

(数値は、2本立てでおこなった飼育結果の平均値)

図3 アコヤガイ初期稚貝に対するマリンサイレージの飼料効果 (未発表)

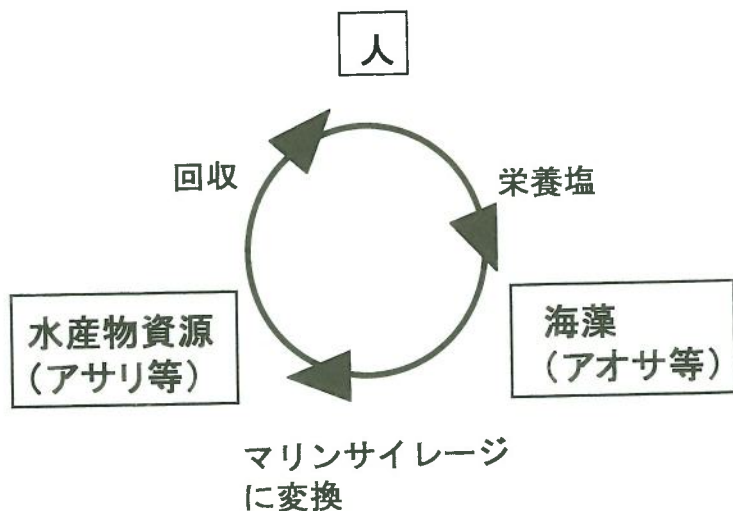


図4 マリンサイレージを利用した循環型食料生産システム

5. マリンサイレージの開発が触発する新しい水産増養殖

現行の水産増養殖では、まず微細藻類を大量培養し、次にそれをエサにして動物プランクトンを培養し、さらにそれをエサに魚を育てるということがおこなわれる。しかし、実際の思考回路においては、まずどんな魚種を栽培するかを（主に経済的な理由から）決め、その目的を達成するために有効なエサの培養を検討するという順序で研究開発がおこなわれる。前章で触れたマリンサイレージを微細藻類の代替品として利用できないかという試みも、これに則った考えで、その意味で、現行技術の改良の範疇とみなせる。一方、マリンサイレージは、全く逆の発想からの水産

増養殖も提案する。即ち、まず第一次生産（藻類）に着目し、それをエサとして有効利用しながら、最終的に魚や貝のような高次生産へと効率よくリンクさせていくことを目指すという方法論である。アオサという海藻は、富栄養化の進んだ内湾域において大量繁殖する海藻であるが、経済的利用価値がほとんどないばかりでなく、そのまま放置すると腐敗して悪臭問題を引き起こすため厄介者（nuisance algae）としての位置付けにある。もしこの海藻がマリンサイレージ技術により飼料に変換され、アサリ等の水産資源のエサとして有効に活用されれば、人が排出する栄養塩→アオサ→アサリ→人の食糧という循環システムができあがることとなる（図4）。この場合、アオサが、海水中の栄養塩を吸収して海水浄化に貢献するという面に注目すると、水産増養殖を実践することが環境修復につながるという言い方もできる。マリンサイレージの開発が、近代水産増養殖にパラダイムの転換を促すきっかけとなるかもしれない。

文 献

- 1) Uchida, M. (1996). *Fisheries Science*, 62(5), 731-736
- 2) Uchida, M. et al. (1997). *Aquaculture*, 154, 125-137
- 3) Uchida et al. (2001). *Aquaculture*, in press.

◀国内情報▶

ヒトボランティア介入研究による リンゴの健康増進効果の解明

独立行政法人 農業技術研究機構果樹研究所 生理機能部品質化学研究室

田 中 敬 一

ヒトボランティア介入研究の結果、リンゴ摂取（1日1.5～2個：3週間）で、血液中の中性脂肪が平均21%減少し、中性脂肪値の高いヒトでは減少幅が大きく、低いヒトでは減少幅が小さいことから、リンゴには中性脂肪を正常化する作用があると考えられた。また、リンゴ摂取により血液中のビタミンCが平均34%増加し、善玉腸内細菌であるビフィズス菌の割合が15%増加し、ウエルシュ菌（悪玉菌）が消失もしくは減少した。

1. 日本人の果物摂取量は諸外国より 極端に少ない

四季折々に様々な果物が実る日本では、リンゴの収穫風景などが季節の到来を告げるニュースとして伝えられている。しかし、国際的に見ると、日本人の果物の摂取量は極めて少ない。

アメリカでは果物と野菜を1日400～800g摂取する運動が展開されており、その結果、ガンの死亡率が減少し（アメリカでは1993年の205.6人/10万人を最高に、1997年には201.6人/10万人と減少したが、日本では226.6人/10万人（1998）とアメリカを追い越した）、ガンなどの生活習慣病を予防し、健康の維持・増進に成功している。

世界農業機構（FAO）の統計によると世界各国の一人当たりの果物摂取量は、イタリア354g、カナダ338g、アメリカ324g、イギリス245gなどであるが、日本では129g（リンゴ半分程度）で、欧米各国の半分以下であり、178カ国中117番目である。また、総務庁が行った家計調査ではもっと少なく、1日84.9g（平成12年）であった。おそらく、こちらの方がより実際に近い数字と考えられる。

なぜ、日本人は諸外国に比べるとあまり果物を食べないか。「果物は果糖が多く含まれ

TANAKA Keiichi
〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1

ているため、中性脂肪が増えるのが怖い」という健康知識も理由の一つと思われる。実際に、「高脂血症の予防には果物を控えること」といったアドバイスがマスコミ等で報道されることもある。

ただ、中性脂肪と果物（果糖）との関係は、科学的に検証されているとはいえない¹⁾。高脂血症の研究における動物実験では、果糖を与えて中性脂肪を増やすことが行われているが、その場合、その動物の体重と同じくらい大量に与えている。従って、普段の食生活と、こうした実験とは比較できない。そこで、果物の中では比較的果糖を多く含むリンゴと中性脂肪の増減との関係を探るとともに、その他の健康効果について調べた。

2. リンゴは中性脂肪を本当に 増加させるか

ヒトボランティア介入研究は、14名（男8名、女7名：平均45才、30～57才）で行った。3週間、1日1.5～2個（360～480g）のリンゴ‘ふじ’を普通に食べてもらい、血液成分や腸内細菌叢の変化を測定した。また、リンゴ摂取期間の前後それぞれ2週間を非摂取期間とし、計4回、血液と糞便を採取した。摂取したリンゴ1.5～2個のカロリーは229～306kcalであり、ビタミンC含量は12～16mg、遊離糖含量は53.5～71.3g（果糖：27.0～35.9g、ブドウ糖：9.2～12.2g、ショ糖：14.4～19.2g、

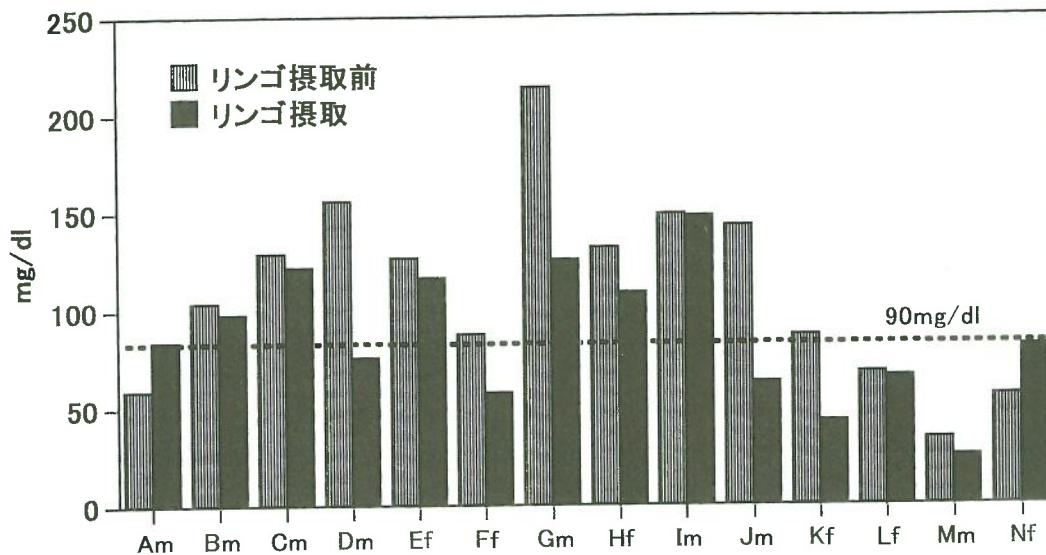


図1 血液中的中性脂肪含量

ソルビトール：3.0~4.0g), 水溶性食物繊維含量は1.4~1.9g, 不溶性食物繊維含量は4.4~5.9gであった。その他, ビタミン, ミネラルなど果実成分の99.5%以上を解析した。

腸内細菌叢へのリンゴ摂取の影響を調べるために, 試験期間中, リンゴ以外の果物, ヨーグルト, 納豆など腸内細菌叢に影響を与える食品は制限したが, その他の食事制限はしなかった。血液成分, 果実成分, 腸内細菌叢を同時に分析し, 果実摂取によるヒトの健康

状態の変化を調査した。一部の機能性成分に関する研究では, 血液成分の特定成分が改善されただけで, 健康によいとされているが, もし, 他に異常があれば, 健康を維持増進するとは言えないので, 今回の試験では健康診断で行われる項目(生化学成分(GOTなど)15項目, 血球成分(赤血球数など)8項目)を分析し, 医師によりヒトの健康状態を総合的に評価した。

ボランティア介入研究の主な結果は以下の

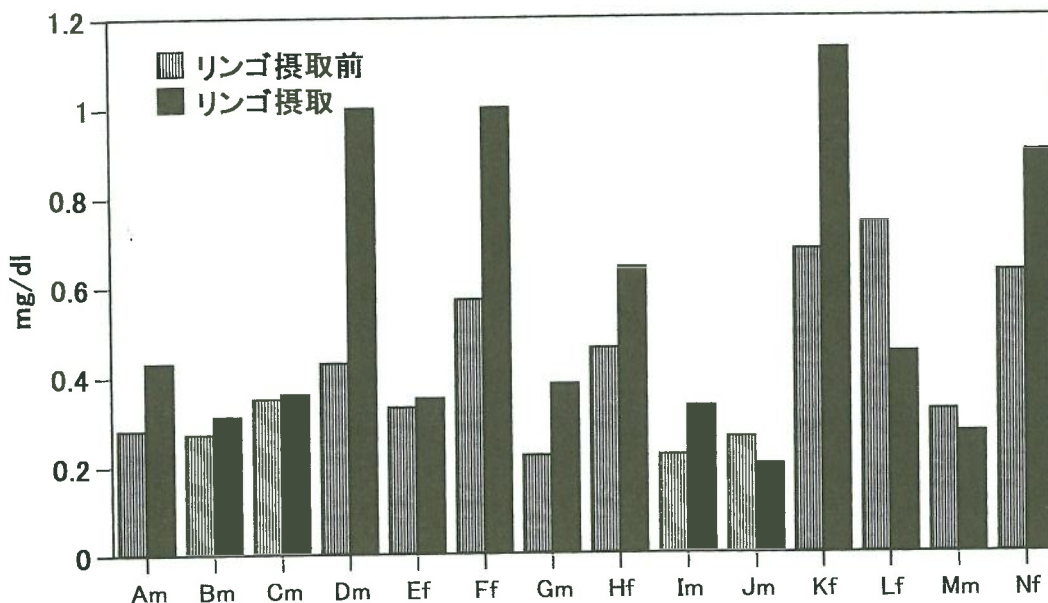


図2 血液中のビタミンC含量

通りで、これは予想を上回るものであった。「果糖が中性脂肪を増やさない」ことをまず確かめたいと考えていたが、それにとどまらないデータが得られた。なお、本研究は、ヒトを対象とする研究を行うための指針であるヘルシンキ宣言に則り、果樹研究所倫理委員会の承認を得て実施した。

3. 血液中の中性脂肪が21%減少

被検者14名のうち12名で、血液中の中性脂肪の低下が確認された(図1)。リンゴ摂取前の中性脂肪の平均値は110mg/dlであったが、リンゴ摂取後87mg/dlとなり、平均21%、有意に減少した($P<0.05$)。また、基準範囲(30~149mg/dl)の中間値90mg/dlより、もともと低かったヒトの場合の減少幅は小さかった。また、症例は少ないが、基準範囲を越えていたヒトの場合、基準範囲内まできわだって減少した。リンゴ摂取前が214mg/dlであったヒト(Gm)は、リンゴ摂取により126mg/dlとなり、中性脂肪が88mg/dl減少した。また、リンゴ摂取により中性脂肪が80mg/dl減少したヒトが2名(Dm, Jm)いた。

このことは、よく言われていた「果物は果糖が多いので中性脂肪を増やす」とする説をくつがえす結果である。むしろ、中性脂肪が

多いヒトでは減少幅が大きく、少ないヒトでは減少幅が小さいことから、リンゴは中性脂肪を正常化するように働くと考えられた。

4. 血液中のビタミンCが34%増加

リンゴは、果物の中ではビタミンC含量はさほど多くない。今回のテストに用いたリンゴ中のビタミンC含量は、100g中3mgであった。にもかかわらず、ボランティアの血液に含まれるビタミンC含量は、リンゴ摂取後に増加した(図2)。血液中のビタミンC含量は、リンゴ摂取前の平均0.41mg/dlから、摂取後には平均0.55mg/dlと34%、有意に上昇した($P<0.05$)。

このビタミンCの増加量は、岩手、秋田、東京、長野、沖縄に住む40~49歳の日本人男性621人について調べ、果物を一週間に5日以上摂取するヒトの血液中のビタミンC濃度は、1日以下のヒトより1.4倍高いとのTsuganeら²⁾の疫学研究の結果と同程度であった。また、モルモットやハムスターにリンゴを与えると血液や臓器中のビタミンC含量が大幅に増加するとの報告²⁾とを総合すると、リンゴのビタミンC含量は比較的少ないが、ビタミンCを効率よく体内に取り込む成分が含まれていると考えられた。

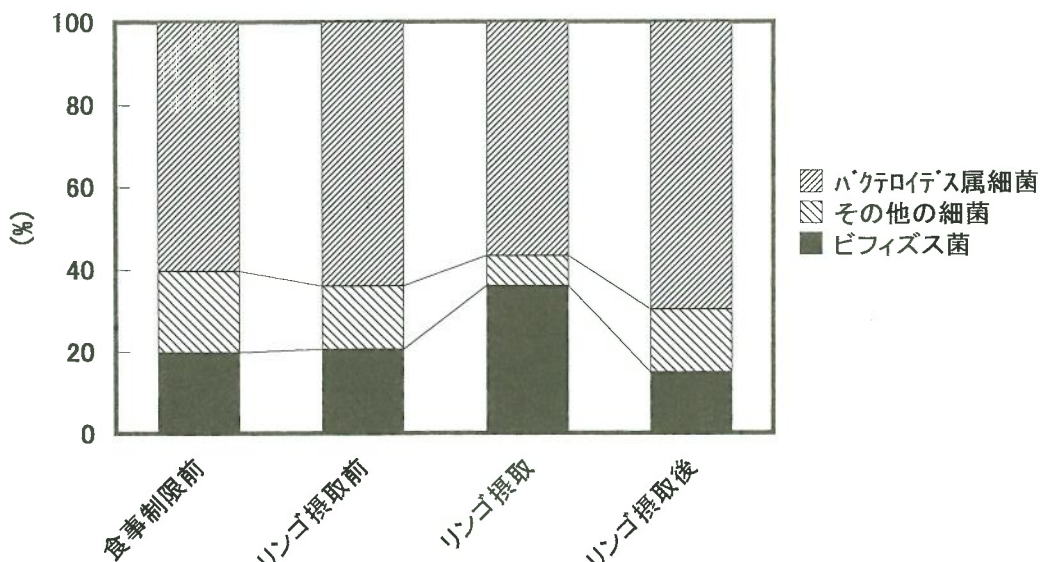


図3 腸内細菌叢に占めるビフィズス菌の割合

5. 腸内細菌であるビフィズス菌の占める割合が増加

腸内細菌叢の解析は、試験期間中に①腸内細菌に影響する抗生物質を服用した、②糞便容器が密封されていなかったことにより3名を除外し、11名を対象に行った。糞便中のビフィズス菌の割合は、リンゴ摂取前の20.5%から35.9%へと、15%増加した(図3)。一方、悪玉菌であるクロストリジウム・パーフリジェンス(ウエルシュ菌)は、テスト前に検出された6名すべてにおいて、有意に消失もしくは減少していた($P < 0.05$)。

腸内細菌叢での善玉菌・悪玉菌のバランスは、腸内の腐敗や発ガンの防止・免疫機能の強化と関係する。今回の結果から、リンゴは悪玉菌の発育を抑えて、腸内環境を良好にするよう働くと考えられ、この働きはヨーグルトなどにも劣らないことが確認された。

6. 便の回数が増え、悪臭が減少

排便状況の観察を行ったところ、排便の回数はリンゴ摂取前の平均週8回が、摂取後には週10回に増えた。また、便の悪臭が減るとともに、便中の食物繊維や水分の量が増加し、便性の改善が認められた。

7. 1日200gの果物で生活習慣病を予防し健康の維持増進

ヒトボランティア介入研究の結果から、リンゴの摂取により血液中の中性脂肪が減少し、ビタミンCが増加することから、リンゴにはヒトの生理反応を正常化する作用(ホメ

オスタシス:恒常性維持作用)があると考えられた。また、リンゴに含まれる果糖などの糖質成分による血液成分(生化学成分、血球成分)への悪影響は認められなかった。さらに、リンゴには、腸内の善玉菌を増殖し、悪玉菌を減らし、お通じを良くするなどプレバイオティックス(食物由来成分で大腸にそのまま到達して宿主にある善玉菌を有意に増殖させるもの)様の働きが明らかとなった。

リンゴがどのような作用によって、こうした働きを発揮するのかは、まだ、完全には分かっていないことから、今後リンゴの作用機作について明らかにしていきたい。いずれにしろ、リンゴの摂取により「中性脂肪が増加する」ことはなく、むしろ、中性脂肪を減らし高脂血症の予防に役立つだけでなく、血液中のビタミンCも増加することから動脈硬化の抑制やガンなどの生活習慣病の予防に優れた食品であることが明らかとなった。

今回の結果は、果物のある食生活推進全国協議会(後援:農林水産省)が進めている生活習慣病等の予防のための「毎日くだもの200グラム」運動、及び、欧米で進められている5 a day運動(果物と野菜を1日400~800g)を科学的に裏付けるデータである。

引用文献

- 1) Jones, J. M. (1999), *Cereal Foods World*, 44, 118-120
- 2) Sable-Amplis, R. et al (1991), *Med. Sci. Res.*, 19, 107-108
- 3) Tsugane, et al (1998), *Ann. Epi.*, 8, 378-383



◀国内情報▶

新たな需要を見込んだサツマイモ新系統 「関東116号」, 「関東117号」の特性 —従来用途向け育種への新たな視点の導入—

独立行政法人 農業技術研究機構 作物研究所 畑作物研究部

中 谷 誠

「関東117号」はアントシアニン色素を含有し、なおかつ良食味であるという点で新規性を有する青果用向けの紫いも系統である。また、「関東116号」は、糊化温度が通常のサツマイモより20℃程度低い澱粉を蓄積する系統で、これは従来のサツマイモには見られない全く新しい特性である。これらの系統は、これまでにない新たな市場、需要が期待できると思われ、関連の特性を重点にこれら2系統を紹介する。

1. はじめに

現在わが国のサツマイモの栽培面積は約4万5千ヘクタールで、近年ほぼ横這いの状況が続いている。畑作経営の中でも、安定した収益が得られる品目として、暖地、温暖地の畑作地帯の作付け体系の中で、基幹作物として位置付いている。しかし、でん粉の自由化や最近の中国からのサツマイモ加工品の輸入急増など、わが国のサツマイモ生産の将来は必ずしも楽観を許さない状況になっている。このような背景の下で、近年、九州農業試験場（現、独立行政法人農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター）は、サツマイモの種々の機能性の解明^{1, 2)}と機能性成分を強化した品種開発^{3, 4)}を核に、オレンジ（βカロテン）や紫（アントシアニン）といった色彩と機能性を活かしたサツマイモの新規加工需要の開発を進め、様々な民間企業と共同で色素、ジュース、パウダー等の製品開発に成功した。今日では、例えば、全国どこでも紫サツマイモの加工品を目にすることが出来る。このように、サツマイモの新規加工開拓は一定の成功を収めたが、それでも加工需要は全消費の1割弱を占めるのみで、現在でも青果用（約5割）、でん粉原料用（約2割）といった従来用途が、需要の大半を占めている。サツマイモの総需要を増やし、生産の振興を

NAKATANI Makoto

〒305-8518 つくば市観音台2-1-18

図るためには、新規加工用途の開拓に加え、これら従来用途の需要拡大を図ることが重要である。

従来用途の中で青果用についてみると、昭和60年に農業研究センターが育成した良食味品種「ベニアズマ」が、サツマイモ全体の3割、青果用サツマイモの約6割を占め、その後新たに育成されたいくつかの青果用品種の挑戦を退けて王座を守っている。「ベニアズマ」の食味は、例えば水稻の「コシヒカリ」に相当する程に完成されており、類似の良食味品種を開発・育成しても、青果用市場に新たな需要を作り出すことは難しいと思われる。新たな視点に立った青果用品種の開発が求められる所以である。このことは、同様にサツマイモの従来用途である澱粉原料用や蒸切干し（干しいも、乾燥いも）加工用についても言え、澱粉の質的改変等による需要開拓や品質の向上等が重要と思われる。

国民の食生活への要望を旧総理府のアンケート調査等で見ると、関心事の第一はやはり「健康」であり、この点に関しては、各種の機能性の解明や高機能性が期待できる品種の育成等を通じて、サツマイモの研究開発は国民の期待に込んでいると言える。一方、「健康」とともに国民の食への関心として多かったのは「利便性」である。食の利便性の観点については、これまでサツマイモの研究開発で省みられた例は少ないが、需要拡大に向けては、今後重視すべき観点と思われる。

独立行政法人農業技術研究機構作物研究所は、従来農業研究センターが担当していた青果用を中心とするサツマイモ育種事業を受け継いだ。作物研究所では、これまで培ってきた良食味品種育成のノウハウ等を活かしながら、サツマイモの需要拡大に向けた新たな視点に立った品種育成を推進しているところである。本稿では、その中から生まれてきた有望系統「かんしょ関東117号」（以下、関東117号と略）並びに「かんしょ関東116号」（以下、関東116号と略）を紹介する。

2. 関東117号

関東117号を一言で言い表すならば、「食用に適したおいしい紫サツマイモ」である。前述のように、旧九州農業試験場によって、アントシアニン色素を含む加工用の紫サツマイモ品種が開発され、紫サツマイモの加工品は町のスーパーマーケット等でも目にするようになった。また、アントシアニン色素等による紫サツマイモの機能性も明らかにされ、紫サツマイモは健康にいいというイメージは、消費者の間に一定の浸透を見ている。これらの背景から、加工品ばかりでなく紫サツマイモ自体を食べてみたいという需要が生じるのは当然であろう。ところが、「アヤマラサキ」

表1 平成11～12年の標準栽培における「関東117号」の諸特性

品種・系統名	関東117号	ベニアズマ	種子島紫	高系14号	アヤマラサキ
(塊根特性)					
いもの形状	紡錘	長紡錘	紡錘	紡錘	長紡錘
いもの皮色	濃赤紫	濃赤紫	淡紫	赤紫	褐紫
いもの肉色	紫	黄	紫	黄白	紫
いもの外観	上	やや上	中	上	やや下
(収量特性)					
上いも収量(kg/ha)	345	234	155		
同上対標準比(%)	148	100	67		
株当り上いも個数	4.0	2.5	2.3		
切干歩合(%)	32.2	35.9	32.9		
(蒸しいも特性)					
肉色	紫	黄	紫	黄白	紫
肉質	中	やや粉	中	中	中
繊維	中	中	中	中	やや多
食味	中	やや上	中	中	下
病害抵抗性					
黒斑病抵抗性	中	弱			
つる割病抵抗性	強	中	中		
立枯病抵抗性	強	中			
ネバネバ病抵抗性	中	やや弱	弱		
(色素関連特性)					
アントシアニン色価	1.3	-	0.8	-	7.3
シアニン:ペオニン比	24:76	-	75:25	-	19:81
蒸しいものL*値	22.8	-	24.7		
蒸しいものa*値	17.1	-	11.0		
蒸しいものb*値	-8.4	-	-8.3		



図1 「関東117号」の外観

等、これまでに開発されている紫サツマイモ品種はいずれも、加工用途向けに開発されたものであり、高い色素含量を示す等加工原料としては優秀な特性を持っているものの、蒸し芋や焼き芋等通常の食べ方での食味は劣り、青果用には適さない。最近、これら青果用に適さない加工用紫サツマイモ品種が青果用の市場に流出する事例も見られ、加工用品種を通常の食べ方で食べた消費者による「紫サツマイモは不味い」というイメージが定着してしまうと、せっかくの潜在需要が消滅してしまうのみでなく、加工品のイメージ悪化にも繋がりがかねない。このような背景から我々は食味に優れた青果用の紫サツマイモ品種の育成を急いできた。「関東117号」は、アントシアニン色素を含有する「九州119号」を母本とし、「関東85号」,「関東99号」,「関東103号」,「九州105号」,「ベニオトメ」の混合花粉による多交配集団から選抜した系統である。

図1に示すように、「関東117号」は、赤紫の皮色で、赤紫の肉色の系統である。アントシアニン色素含量の指標である色価は、表1に示すように加工用「アヤマラサキ」の数分の1程度で、かなり低い。従って、焼き芋等の調理をした際、「アヤマラサキ」のように色素含量が高すぎて、真っ黒に見えるようなことはない。一方、アントシアニン色素の組成は、ペオニジン型色素の比率が高く、「ア

ヤマラサキ」とほぼ同様である。このことから、「アヤマラサキ」の色素で確認された各種の機能性は、本系統でもほぼ同様に期待できるものと思われる。また、シアニジン型色素が多い「種子島紫」の蒸しいもの肉色がやや青みかかった紫であるのに対し、本系統は赤みの強い紫を呈する。蒸しいもの食味は、青果用の代表的良食味品種である「ベニアズマ」にはやや劣るものの、広く栽培されている「高系14号」と同程度であり、紫サツマイモとしては良食味である。

「関東117号」の農業特性は、表1に概要を示すように、明らかに「ベニアズマ」より多収で、外観品質やその揃いも良い。また、病害虫抵抗性、耐肥性、萌芽性といった面でも、特段の欠点はなく、栽培しやすい総合的に優れた系統であり、平成13年度末の命名登録を目指して現在試験を継続しているところである。

3. 関東116号

「関東116号」は「ベニアズマ」を母本、「九州30号」を父本とする交配組合わせから選抜した系統で、最大の特徴は、これまでにない糊化温度の低い澱粉を含むことである⁵⁾。一般にサツマイモ澱粉の糊化特性は栽培条件により変動するが、従来品種の澱粉の糊化温度は70℃内外である。これに対して、「関東116号」の澱粉は同様の条件で栽培した他品種に比べ、約20℃低く、50℃内外で、糊化エンタルピー（乾物澱粉1g当たりの吸熱量）も低い（表2）。ラピッドビスコアライザーによる「関東116号」の澱粉の粘度上昇温度も約50℃で、従来品種のそれより20℃

表2 「関東116号」のでん粉の糊化温度特性（平成11～12年）

品種・ 系統名	糊化開始 温度(℃)	糊化ピーク 温度(℃)	糊化終了 温度(℃)	糊化エンタル ピー(J/g)
関東116号	37.4	42.9	54.4	9.2
コガネガシ	59.4	65.4	78.7	15.0
ベニアズマ	58.5	65.8	78.0	15.0

注) 示差走査熱量測定による。

表3 平成10～12年の標準栽培における「関東116号」の諸特性

品種・系統名	関東116号	ベニアズマ	高系14号
(塊根特性)			
いもの形状	紡錘	長紡錘	長紡錘
いもの皮色	赤紫	濃赤紫	赤紫
いもの肉色	黄白	黄	淡黄
いもの外観	やや上	やや上	中
(収量特性)			
上いも収量(t/ha)	276	243	240
同上対標準比(%)	113	100	99
株当り上いも個数	2.7	2.5	2.8
切干歩合(%)	34.9	36.1	31.5
(蒸しいも特性)			
肉色	淡黄	黄	淡黄白
肉質	やや粘	やや粉	中
繊維	中	中	中
食味	やや上	やや上	中
黒斑病抵抗性	中	弱	やや弱
つる割病抵抗性	強	中	やや弱
立枯病抵抗性	中	中	弱
コガネセンガン抵抗性	やや強	やや弱	弱

程度低い。また、「関東116号」の澱粉ゲルは、最高粘度とブレイクダウンも低い、セットバックは通常のサツマイモ澱粉ゲルと同程度

である(図2)。これら「関東116号」の澱粉特性は、アミロペクチンの構造によっており、アミロペクチンの側鎖長分布をみると、「関東116号」の澱粉は従来品種の澱粉に比べて、グルコースの重合度が6—10の短い側鎖が多く、重合度が11—36の側鎖が少ない(図3)。このような特性は、従来品種には見られないものであり、どのような利用が適するのかは今後の検討に待たなければならない面も多いが、以下では現状で著者らが期待している利用場面について述べることにする。

まず第一には、これまででない迅速調理が可能な青果用品種としての利用である。蒸しいもの加熱調理に要する時間を、糖度の上昇を指標に見ると、「関東116号」の加熱調理に要する時間は、「ベニアズマ」より明らかに短い(図4)。加熱調理されたサツマイモの甘みの大半は、調理過程で、澱粉が β -アミラーゼにより分解され生成した麦芽糖によっている。 β -アミラーゼは糊化澱粉にしか作用しないので、澱粉の糊化が早ければ、麦芽糖の生成も早いと考えられる。また、サツマイモ β -アミラーゼは耐熱性が低く、通常70℃付近で失活するため、例えば電子レンジ等で急速に加熱すると、糊化した澱粉に β -アミラーゼが作用できる時間が短く、甘みの

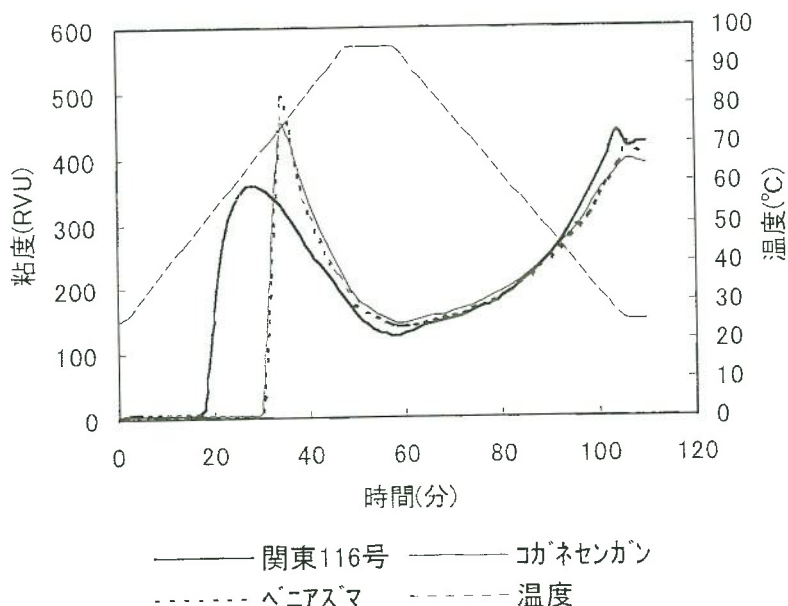
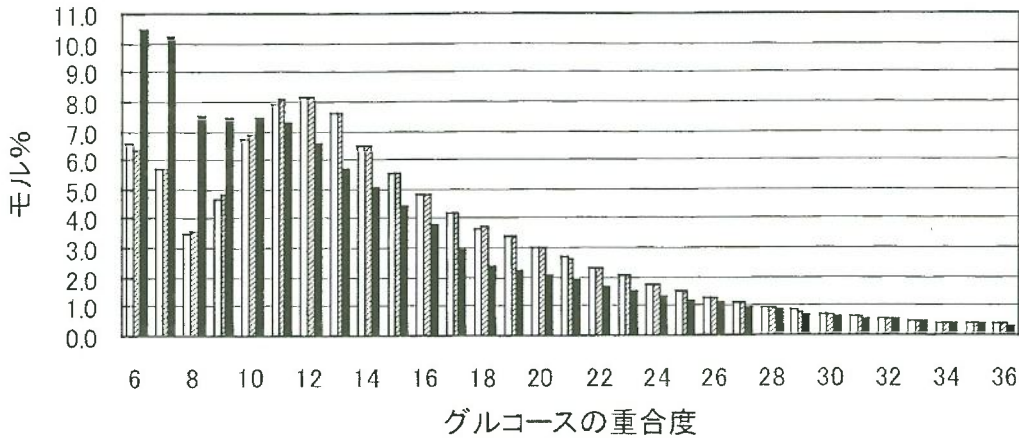


図2 「関東116号」のラピッドビスコアアナライザーによるでん粉の糊化特性



□ コガネセシガシ ▨ ベニアズマ ■ 関東116号
 図3 「関東116号」とでん粉のアミロペクチン側鎖長の分布

少ないサツマイモになってしまう。このような場合でも「関東116号」の澱粉は、糊化温度が低いためβ-アミラーゼの作用を受け得る時間が長くとれる。従って、電子レンジ調理においても、それなりに甘い調理品が期待できる。前述のように、従来、サツマイモの研究開発においては、食の利便性の視点は省みられてこなかった。確かに、手間暇かけて調理された焼き芋の味は何者にも代え難いものがあるが、現代の日常生活において、例えば、ちょっとしたおやつとしてサツマイモを食べるのに1時間以上も調理時間が必要では、需要の拡大は望めないと思われる。「関東116号」は、図5に示すように、鮮やかな赤い皮色と黄色の肉色を示し、青果用品種として基準以上の外観品質も持っていることから、迅速調理できる特徴を活かして、利便性

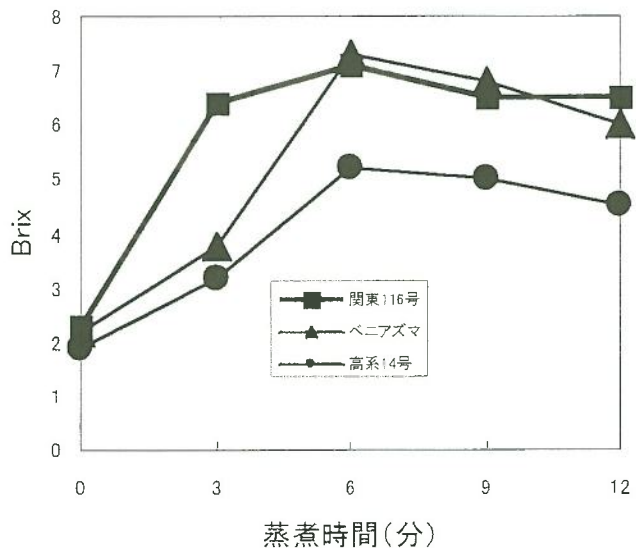


図4 「関東116号」の塊根切片蒸煮調理中の糖度の変化

の高い青果用品種として利用されることを期待し、命名登録を目指して、試験を進めているところである。

また、「関東116号」の低糊化温度澱粉は、蒸切干し(干しいも、乾燥いも)加工の品質向上にも寄与する可能性を持っていると考えられる。はじめに述べたように、現在、蒸切干しについては、中国からの輸入が急増しており、産地は存亡の危機に立たされている。現在の蒸切干し加工用の主力品種は、昭和30年代に育成された「タマユタカ」であり、「シロタ」と呼ばれる加工上の障害の発生などの品質上の問題を抱えている。我が国の蒸切干し生産を国際競争の下で維持・発展させ



図5 「関東116号」の外観

るために、品質の安定的向上が緊急の課題となっている。「シロタ」障害は、蒸切干し加工における蒸し工程での澱粉の糊化不足が主要因と思われ、原理的に見て、低糊化温度澱粉を含む「関東116号」では、「シロタ」は発生しないと考えられる。実際に、「関東116号」では、上質な蒸切干しが出来る。ただし、「関東116号」の収量レベルは、青果用の「ベニアズマ」並みのレベルであり（表3）、本格的な蒸切干し加工用品種としては、収量の面で「タムユタカ」に劣るため、本系統の低糊化澱粉の特性を活用した多収系統の育成が今後の課題と思われる。

また、これまでにない特性を持った澱粉原料用品種としての利用も考えられる。従来サツマイモ澱粉はこれといった特徴がないことが、独自用途を欠き、安価な輸入澱粉と直接に競合することに繋がってきた。この点で、本系統の低糊化温度澱粉は、新たな独自用途

を拓き、輸入澱粉との直接競合を回避し、サツマイモ澱粉生産の安定化に寄与出来る可能性を持っていると思われる。ただし、「関東116号」自体は、収量が不十分な点や赤い皮色、青果用レベルの澱粉含量などから、澱粉原料用として直接利用することは困難と思われる。この方面でも、育種母本としての利用を期待しているところである。

文 献

- 1) 須田郁夫 (1999), 大地からの健康学, 186-191, 農林統計協会, 東京
- 2) S. Furuta et. Al., (1995), SPORF, 1:3.
- 3) 山川理ら (1997), 九州農試報, 31:1
- 4) M. Yoshinaga, (1995), SPORF, 1: 2.
- 5) 片山健二ら, (2000), 育種学研究, 2 (別1): 322

生研機構からのご案内

21世紀型農業機械等緊急開発事業による新規開発機械・装置の公開 並びに研究報告会の開催について

1. 21世紀型農業機械等緊急開発事業による開発機械・装置の公開

平成14年3月1日、生研機構本部（埼玉県さいたま市日進町1-40-2）において、農業機械化促進業務の21世紀型農業機械等緊急開発事業で開発した「越冬はくさい頭部結束機」「農用車両用自律直進装置」「果樹用局所施肥機」「傾斜地果樹用管理ビークル」「傾斜地果樹用多目的モノレール一回行方式」の公開が行われます。

2. 農業機械化促進業務の研究報告会

平成14年3月13日、大宮ソニックシティ（大宮駅西口より徒歩3分）において、農業機械化促進業務の研究報告会が開催されます。報告が予定されている課題は、(1) 農業機械安全情報システムの構築 (2) 田植機の植付苗量制御システムの開発、(3) 高品質穀物乾燥貯蔵装置の開発研究—紫外線を利用した穀物の殺菌、(4) 穀粒中の夾雑物及び損傷粒測定装置の開発、(5) 21世紀型農業機械等緊急開発事業の成果（「農用車両用自律直進装置」, 「果樹用局所施肥機」, 「傾斜地果樹用管理ビークル」, 「越冬はくさい頭部結束機」, 「中山間地域対応自脱型コンバイン」, 「高精度水田用除草機」, 「長ねぎ調製装置」, 「傾斜草地用多機能トラクタ」）です。

詳細は本部・企画2課（TEL.048-654-7027～7029）までお問い合わせください。

◀国内情報▶

人工シャペロンによる変性タンパク質の活性化 —タンパク質リフォールド手法の開発—

独立行政法人 食品総合研究所

町 田 幸 子 ・ 林 清

変性タンパク質の効率的なリフォールド手法の開発に成功した。この技術は、界面活性剤と高重合度環状 α -1,4-グルカン（シクロアミロースと呼ばれる）が、人工シャペロンとして機能することに着目したものであり、3種類の試薬を添加するだけで半日以内に、不活性型として発現したタンパク質を80%以上の高率で活性型にリフォールドする手法である。分子内S-S結合を有するタンパク質分子に対しての有効性も確認された。

1. はじめに

遺伝子組換え技術を活用することにより、ヒトを含めた種々の生物種由来のタンパク質を大腸菌等の微生物を宿主として大量かつ安価に生産することが可能となっている。しかしながら、大腸菌内で発現させたタンパク質は、不溶性かつ不活性な凝集体（inclusion body：封入体）となる場合が多く、有用タンパク質の大量発現させる際の最大の問題点となっている。正しい高次構造を取れずに封入体を形成したタンパク質をグアニジン塩酸、尿素などの変性剤処理により間違った構造を解きほぐした（アンフォールド）後、正しい高次構造に巻き戻す（リフォールド）ための種々の試みが十数年来なされて来た。最も良く知られる手法が、稀釈透析法である（文献1）。この手法はアンフォールドに用いた変性剤を徐々に取り除くことによりタンパク質の高次構造形成を促すものであり、封入体の問題に直面した多くの研究者が、最初に試みる手法であるといえる。この手法自体も単に変性剤を稀釈するのみではなく、例えばアンフォールド後のタンパク質を固相上に固定化した後に、変性剤の濃度を低下させていくなどの改良がなされてきた。しかしながら、

MACHIDA Sachiko, HAYASHI Kiyoshi

〒305-8642 つくば市観音台 2-1-12

並行処理には適さない、3) 稀釈の過程で再び凝集体が生じることが多くリフォールド効率が低い、4) あるタンパク質には有効だが必ずしも他のタンパク質には有効ではなく汎用性が低い、などの問題を抱えていた。稀釈透析法の過程で生じる凝集体の問題を解決し、かつ高次構造形成を促進する目的で、ポリエチレングリコール、界面活性剤などを添加する“dilution additive method”と名付けられた手法（文献2）に関しても多くの試みがなされたが、上述の問題点を解決するには至っていないのが現状であった。

2. “人工シャペロン”による リフォールディング

封入体の問題がクローズアップされて以来、十数年が経過しているが未だに汎用性に優れたリフォールド手法は確立されていない。こうした状況下、最近、アンフォールドに用いた変性剤を単に稀釈するのではなく、その過程において、変性剤の稀釈に伴うタンパク質分子の凝集を防ぎ、さらにリフォールドを促すような化合物を2段階に分けて添加する手法が検討され始めた。細胞内で翻訳完了直後の新生タンパク質は、複数種の分子シャペロンと呼ばれている一連のタンパク質分子の助けにより不規則な凝集を免れ、さらに正しい高次構造形成を促される。この一連の過程を試験管内で再構成することを目指した

手法であることから、用いられる化合物を試験管内で機能する分子シャペロンと考え、“人工シャペロン”という用語も使用され始めている。人工シャペロンの候補として、環状 α -1,4-グルカンであるシクロデキストリン（以下CDと省略）の包接能に着眼したのがGellmanらのグループである（文献3）。彼らは、Triton X-100（界面活性剤）と β -CDを組み合わせることで、従来リフォールドが困難な酵素として知られていた変性クエン酸シンターゼ（CitSynと省略）の活性を65%まで回復させることに成功した。これは従来法による活性回復率（通常50%以下）から判断するとかなりの高率である。しかしながら、 β -CDは溶解性が低く、溶液も老化し易い上、包接能に寄与する疎水性空洞の大きさに制約があるなどの問題がある。

3. 高重合度シクロアミロースの人工シャペロンとしての機能

β -CDのような従来型の環状グルカンに対して、重合度が17~数百におよぶ高重合度シクロアミロース（以下CAと省略）の合成に江崎グリコ株式会社が最近成功した（文献4）。CAは、疎水性部位の構造が柔軟性に富んでいる可能性が高く、種々の無機、有機化

合物と包接体を形成可能なことが期待される。著者のグループは、このCAの性質が人工シャペロンとして優れていることに着目し、新たな人工シャペロン系の構築を試み、汎用性に優れたタンパク質リフォールド手法の確立に成功した（文献5）。

今回開発に成功したリフォールド手法は3つの反応から成る（図1）。第一段階は、封入体を形成しているタンパク質の間違った高次構造をアンフォールドする段階であり、間違った構造を完全に解きほぐす目的から、6M（最終濃度）のグアニジン塩酸により処理する。続いて、アンフォールドされたタンパク質を細胞内におけるタンパク質のフォールディング過程を模倣した2過程によりリフォールドする。すなわち、開発した手法の第2段階は、変性剤を除去（稀釈）する段階であり、変性剤の稀釈に伴うタンパク質分子の不規則な凝集を如何に防ぐかが問題となる。この問題は、大過剰の界面活性剤溶液を添加することにより解決された。この過程においてはタンパク質分子に応じた適切な界面活性剤の選択が極めて重要となる。タンパク質は界面活性剤と複合体を形成することにより、再び不規則な凝集体を形成することから逃れる。リフォールドの最終段階は、タンパク質・界面活性剤複合体から界面活性剤を取り

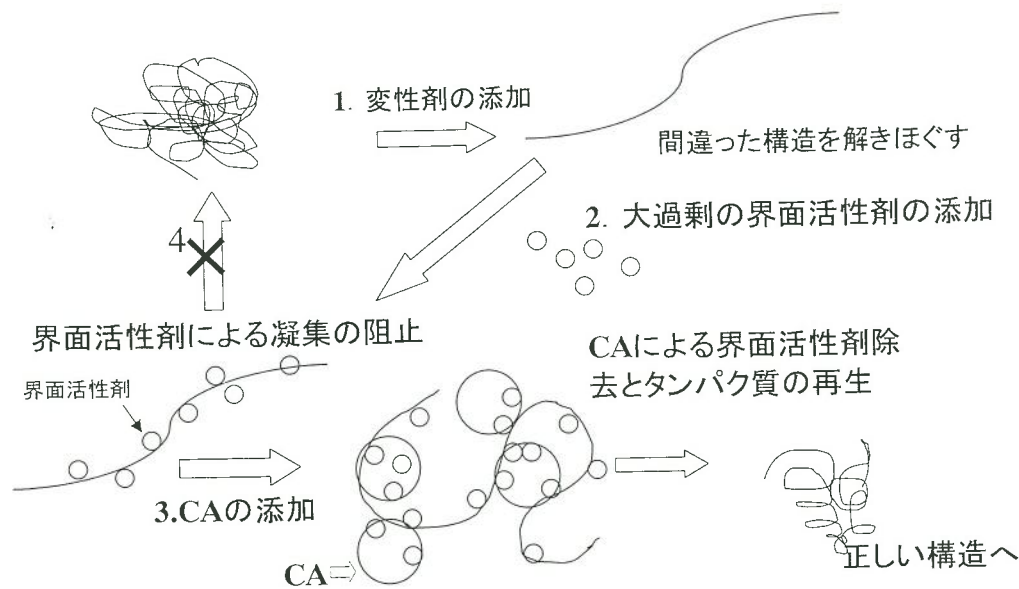


図1 本技術によるタンパク質リフォールド過程

除き、タンパク質の正しい高次構造形成と活性の回復を促す過程である。この最終過程においてCAの包接能が極めて効果的に機能しえることが明らかとなった。

具体的には、人工シャペロン系構築のために、CitSyn（分子量49kDa/モノマーのダイマー酵素、主たる構造を α ヘリックス）、炭酸脱水素酵素B（CABと省略。分子量30kDaのZn酵素、主たる構造は β シート）、およびリゾチーム（分子量15kDa、4つの分子内S-S結合を有する）の3つの酵素をモデルタンパク質とした。これらの酵素は、構造上の共通点が無く、いずれも自然にリフォールドする可能性が低く、さらにリフォールド効率の評価（変性前の活性を100%とした時に活性の回復で評価）が容易という観点から選択された。

モデルタンパク質を対象に、最終濃度6Mのグアニジン塩酸により還元条件下（最終濃度40mM DTT）で変性した後、30種類以上の界面活性剤とCAもしくはCDの組み合わせによるリフォールディング効率を検討した。その結果、CitSynの場合には、非イオン性界面活性剤であるTween40、Tween60と1時間反応させタンパク質・界面活性剤複合体を形成させた後、CAの包接能により複合体から界面活性剤を剥離させると共に高次構造形成を促したところ、100%活性を回復させることに成功した。CABおよびリゾチームの場合は、イオン性界面活性剤であるCTABとCAの組み合わせにより90%リフォールド可能なことが示された。いずれの酵素においても極めて高効率なリフォールディングが達成された。また、操作に要する時間に注目した場合、極めて短時間でリフォールドが可能なることも明らかとなった。CitStnを例にとると、CA添加後1時間以内に活性がほぼ完全に回復していることが見てとれる（図2）。これは、変性剤処理による最初の反応から始まる全ての反応が半日以内で完了可能なことを意味している。さらに注目すべき点は、リゾチームの結果から明らかのように、正しいS-S結合の形成も可能なことである（図3）。

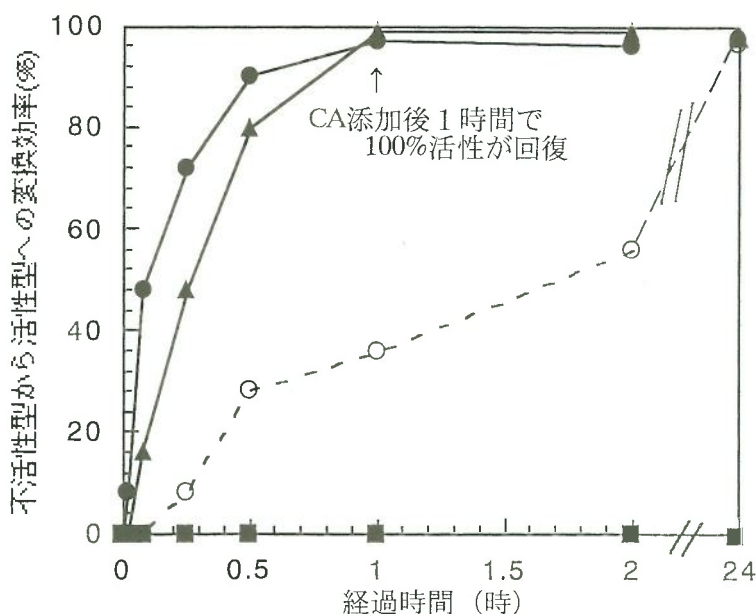


図2 CAによるクエン酸合成酵素の活性回復の経時変化

界面活性剤と反応した後、最終濃度で0.6%のCAを添加し、一定時間毎に活性の回復を測定した。

- : 重合度40以上のCA; ▲: 重合度22—45のCA
- : 重合度7のCA; ■: CAの添加なし

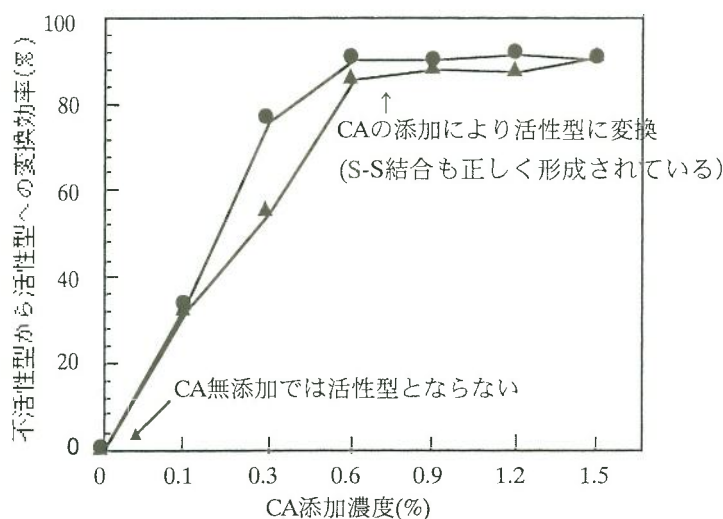


図3 S-S結合を切断したリゾチームの活性回復

リゾチームの活性には分子内S-S結合が必須である。

S-S結合を切断するような条件で変性したリゾチームを界面活性剤処理した後、異なる濃度のCAを添加した。

一般に正しいS-S結合の形成は困難なことが多く、リフォールド効率の高さと合わせて、適切な界面活性剤とCAの組み合わせが汎用性の高い人工シャペロンとして機能しえることを示すものである。

モデルタンパク質を使用した結果から、今回開発に成功した手法を従来法と比較した場合、以下のような利点をあげることができる。

- 1) 操作が簡単
自動化、スケールアップへの対応が容易
- 2) 汎用性が高い
対象タンパク質に応じて条件を検討する必要がない
- 3) 操作に要する時間が短い
数日要していたものが半日程度に
- 4) リフォールド効率が低い
80%以上活性が回復するものが多い

4. おわりに

以上、今回開発に成功したリフォールド手法の概要と利点をモデルタンパク質による結果を中心に述べてきた。では実際に封入体を形成したタンパク質に対して有効か？というのが誰もが感じる疑問である。筆者らのグループが20種類近い、封入体を形成したタンパク質のリフォールドを試みたところ、プレプロタイプで発現するタンパク質（トリプシンなど）の成熟体領域のみを発現させた場合のリフォールドは不可能であったが（プレプロ配列にフォールディングに必要な配列が含まれているためと思われる）、それ以外のタンパク質に関しては対象とするタンパク質に応じた界面活性剤の若干の検討は必要であったが、いずれもリフォールド可能であった。また、検討すべき界面活性剤の絞込みにも成功し、Tween40, Tween60, CTAB, SB3-14

等でほぼカバーできるとの結論に達し、この11月より、研究用試薬（Refolding CA Kit）として宝酒造株式会社から販売が開始された。

本技術は、医薬品、抗体、酵素などの有用タンパク質の製造への利用に加え、ポストゲノム研究における多数のタンパク質の発現などの基礎研究への利用にも期待できるなど、バイオ産業全体への幅広い波及効果を有する基盤技術であると考えている。多くの研究者に本技術を利用し評価や批判をいただけると同時に、本技術がポストゲノム時代におけるタンパク質研究に大きく貢献することを願って止まない次第である。

謝辞

本研究の一部は、生研機構基礎研究推進事業において推進されたものである。

文献

- 1) F.A.O.Marston (1986), *Biochem. J.*, 240, 1-12
- 2) D.B.Wetlaufer et al (1995), *Prot.Sci.*, 4, 1535-1543
- 3) D.Rozema et al (1995), *J. Am. Chem. Soc.*, 117, 2372-2374
- 4) T.Takaha et al (1996), *J. Biol. Chem.*, 271, 2902-2908
- 5) S. Machida et al (2000), *FEBS Lett.*, 486, 131-135

◀地域の先端研究▶

マルチプレックスRT-PCRを用いたリンドウに
感染する3種類の植物ウイルスの同時検出法

科学技術振興事業団, *財団法人岩手生物工学研究センター

黒田 智久・鈴木 一実*

植物ウイルスの検出・診断技術は数多く報告されているが、複数の病原ウイルスについて調べたい場合、それぞれのウイルスについて個別に行う必要がある。マルチプレックスRT-PCRは高い感度、高い特異性を備え、かつ複数のターゲットcDNAを同時に増幅する技法である。そこで本法をリンドウに感染する主な3種類のウイルスの検出・診断に応用することに成功したのでご紹介したい。

1. はじめに

リンドウ (*Gentiana* spp.) は古くから仏花として用いられてきたが、近年では花色が白色やピンク色の品種や矮性品種が開発され、切り花だけでなく鉢物としての需要も伸びつつある。岩手県では切り花リンドウの栽培が盛んに行われており、生産量全国一を堅持している。リンドウは種子を播種して採花するまで最低3年を要し、その後4~5年採花することが出来る。しかし、長い栽培期間と連作を続けるうちにウイルス病の被害が無視できない状況になってきた。主な病原ウイルスとしてはアブラムシ伝染性のキュウリモザイクウイルス (*Cucumber mosaic virus*, CMV)、ソラマメウイルトウイルス2 (*Broad bean wilt virus 2*, BBWV-2)、クローバ葉脈黄化ウイルス (*Clover yellow vein virus*, CIYVV)、線虫伝染性のタバコ茎えそウイルス (*Tobacco rattle virus*, TRV) が報告されているが⁵⁾、このうち栽培リンドウでよく問題となるのはアブラムシ伝染性の3種類のウイルスである。ウイルス病に病したリンドウは葉にモザイク症状やえそ症状を呈し、商品価値が著しく下がる。また、ウイルスに病した状態で長期間栽培されるので、周りの作物への伝染源となり疫学的見地からもウイルス病の防除は重要な問題である。植物は動

KURODA Tomohisa, SUZUKI Kazumi

〒024-0003 北上市成田22-174-4

物のような免疫システムを持っていないため、一度ウイルスに感染すると死ぬまで回復することはあり得ない。従ってウイルス病防除の基本戦略は、早期発見とり病植物の除去で被害の拡大を防ぐことである。

ウイルスの簡易検出・診断技術としてはELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) 法¹⁾やDIBA (Dot immunobinding assay) 法⁴⁾のような血清学的手法によるもの、あるいはドットプロットハイブリダイゼーション法²⁾ (以下、ドットプロット法) やRT-PCR (Reverse transcription polymerase chain reaction) 法³⁾ のような遺伝子診断法がよく用いられている。しかしこれらの方法は何れも単一のウイルスの検出を目的としており、目的とするウイルスの数が増えればその数だけ時間と労力を要する。そこで、同時に複数のウイルスを検出し、かつ同定する方法が望まれてきた。マルチプレックスPCRは一度の反応で複数のDNA断片を増幅する方法で、目的とする領域のサイズを少しずつ変えておくことで、電気泳動により簡単に増幅DNA断片を区別することが出来る。これまでにヒトの遺伝疾患の解析や病原微生物の同定、複数の遺伝子の発現モニタリングなどによく用いられてきた方法である。そこで、このマルチプレックスRT-PCRを用いた迅速でかつ高感度なリンドウの病原ウイルスの検出・診断技術の開発に取り組んだ。

2. 最適条件の検討

本法で検出するウイルスは何れも一本鎖RNAゲノムなので、PCRで検出するためには一度逆転写によりcDNAを合成する必要がある。まず、植物から全RNAを抽出し、ランダムヘキサマーを用いてcDNAを合成する。通常RT-PCRを行う場合、cDNAの合成はPCRで使用する下流側のプライマーを用いて行う。ランダムヘキサマーを用いると全てのRNAを鋳型にしてcDNAが合成されるので、この時点では特異性がなく、また合成されたcDNA中のウイルスに由来するcDNAの割合は低くなってしまわずである。しかし、ウイルスのRNAの細胞中の全RNAに対する割合は十分高いので、ウイルス由来cDNAの量は十分量合成される。

PCRは3種類のウイルスに特異的な3組6本のプライマーを用いて行う。CIYVVとCMVについては全塩基配列が報告されていたので、BBWV-2は岩手分離株のRNA2の塩基配列を決定し、それらのデータを用いてプライマーを設計した。cDNAの増幅が予想通りおこればCIYVVは739塩基、CMVは607塩基、BBWV-2は453塩基のDNA断片が得られるはずである。そしてこれらの増幅DNA断片のアガロースゲル電気泳動によって、ウイルスの種類を簡単に同定することが出来る。まず、それぞれのプライマーを20pmolずつ

反応液に加え、3種類のウイルスの純化試料から抽出したゲノムRNAを鋳型としてマルチプレックスRT-PCRを行った。ところが、鋳型RNAとプライマー量を均等にそろえたにもかかわらず、アガロースゲル電気泳動で増幅断片が確認されたのはBBWV-2由来の断片と非特異的な増幅だけであった。これはPCRの増幅効率が短い標的断片ほど高いことに起因するのではないかと考え、加えるプライマーの量比を変えることを試みた。まず、CIYVV増幅用プライマーペアを20pmolに固定し、BBWV-2増幅用のプライマーペアを20pmolから少しずつ減らしPCRを行った。その結果、10～5 pmolの間で何れの断片も増幅された。そこで、今度はCIYVV増幅用プライマーペアを20pmolにBBWV-2増幅用のプライマーペアを5 pmolに固定し、CMV増幅用のプライマーペアを20pmolから少しずつ減らしながら増幅PCRを行った。そしてちょうど10pmol加えたところで3種類のDNA断片がほぼ均等に増幅されることが分かった。その後さらに調整し、非特異的な増幅断片は加えるcDNAの量を少なくすることでほとんど解消することが出来た(図1)。

次に3種のウイルスの共通宿主である *Nicotiana benthamiana* に3種類のウイルスを単独あるいは混合して感染させ、それぞれを検出・診断できることを確認した。さらに、それぞれのウイルスが感染したリンドウから

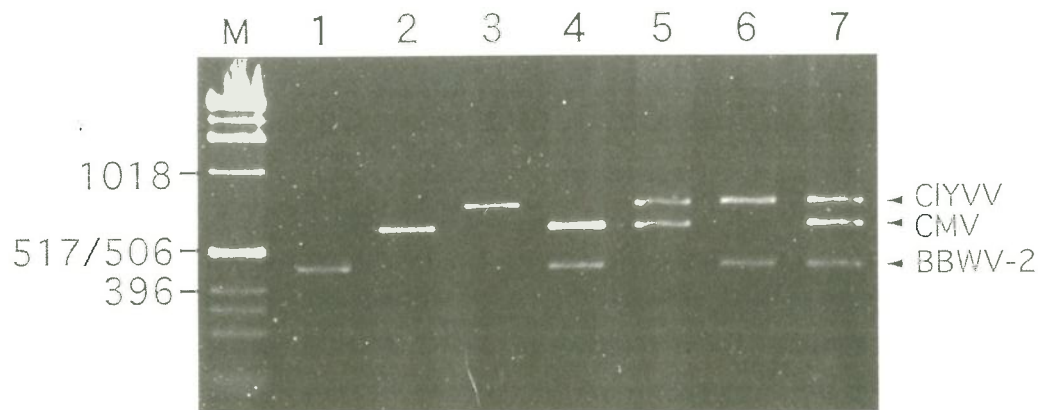


図1 マルチプレックスRT-PCRによる3種類のウイルスの同時検出

M, DNAサイズマーカー; 1, BBWV-2; 2, CMV; 3, CIYVV; 4, BBWV-2+CMV; 5, CMV+CIYVV; 6, CIYVV+BBWV-2; 7, BBWV-2+CMV+CIYVV。

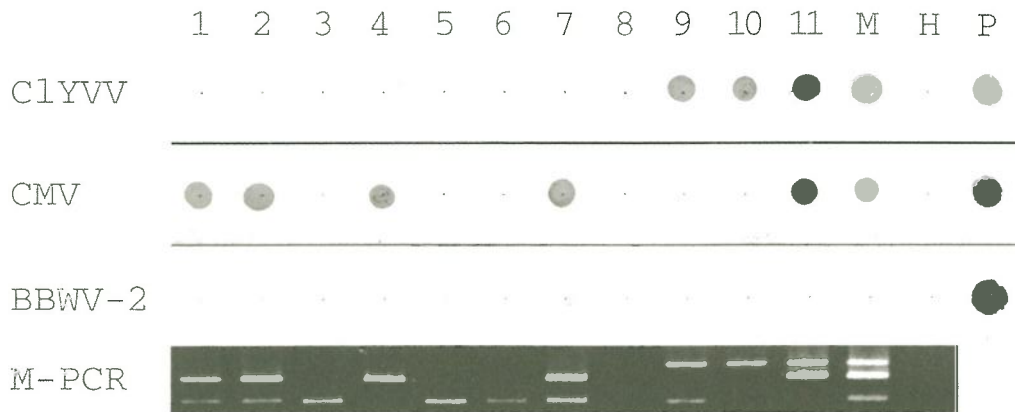


図2 マルチプレックスRT-PCRとドットプロットハイブリダイゼーション法による
リンドウのウイルス病診断

図の左側には用いたプローブ (C1YVV, CMV, BBWV-2) を示した。M-PCR, マルチプレックス
RT-PCR; 1~11, リンドウ; M, 3+4+10; H, 健全リンドウ; P, ポジティブコントロール。

抽出したRNAを混合した試料からも3種類のウイルスを同時に検出することが出来た。

PCRでよく見られることであるが、用いたサンプルによっては非特異的バンドが現れて結果の解釈を誤ることがある。そこでリンドウのウイルス診断をマルチプレックスRT-PCRとドットプロット法の2つの方法で行い、結果の検証を行った。11サンプルのウイルス症状を示すリンドウを診断したところ、2つの診断結果は完全に一致した(図2)。これはマルチプレックスRT-PCRがリンドウのウイルス診断に十分用いることが出来ることを示している。

マルチプレックスRT-PCRは従来法に比べて迅速にかつ複数のウイルスを同時に診断することが出来る技術であるが、検出感度について従来法と比較を行った。そこで、CMVの純化試料から抽出したゲノムRNAを鋳型として、ドットプロット法との比較を行った。ドットプロット法は現場でよく用いられている比較的感度の高い遺伝子診断法である。まず、BBWV-2とC1YVVがそれぞれ感染したリンドウから全RNAを抽出し、これをCMVの精製RNAを10倍ずつ段階希釈した試料に加え鋳型として用いた。ドットプロット法のNBT-BCIP発色系検出法では、100pg/ μ lまで検出することが出来た。一方、マルチプレックスRT-PCRでは10fg/ μ lまで検出され、

感度の上では1万倍優れていた。一般に一つのターゲットを増幅するRT-PCRに比べてマルチプレックスRT-PCRでは10~100倍の感度の低下が認められるが、バイオアッセイに比べると遙かに優れており、これ以上の感度の向上は全く必要ないのである。従って、検出感度の点でも従来法を遙かに凌ぐことが実証された。

3. 実際の現場における利用

実際のリンドウ圃場に発生しているウイルス病の病原ウイルスの診断をマルチプレックスRT-PCRを用いて行った。1997年から1999年にかけて、岩手県内のリンドウ圃場からウイルス症状を示すものと、見かけ上健全であると思われるもの合わせて247株のリンドウから葉サンプルを採取して用いた。表1は調査の結果をまとめたものである。ウイルスごとに感染割合を調べてみると、C1YVVは9.7%、CMVは30.7%、BBWV-2は66.8%で、混合感染を含めてBBWV-2が最も感染株率の高いウイルスであることが分かる。また、BBWV-2が単独で感染しているものの約80%は無病徴か非常に軽い症状であった。ところがBBWV-2がCMVやC1YVVと混合感染しているものは、そのほとんどが激しい症状を示していた。CMVとBBWV-2については全く

表1 マルチプレックスRT-PCRを用いたリンドウウイルス病の発生調査

症状	検出されたウイルス								計
	BBWV-2	CIYVV	CMV	BBWV-2 +CMV	BBWV-2 +CIYVV	CIYVV +CMV	BBWV-2 +CIYVV +CMV	非検出	
激しい症状	26	12	17	35	3	1	0	5	99
軽い症状	77	8	12	9	0	0	0	12	118
症状なし	15	0	2	0	0	0	0	13	30
計	118	20	31	44	3	1	0	30	247

症状が出ていないにも関わらず、検出されたものもあった。マルチプレックスRT-PCRで何も検出されなかったサンプルについては、ドットプロット法によってそれぞれ個別のウイルスについて検証を行ったが、何れのウイルスも検出されなかった。以上の結果から、マルチプレックスRT-PCRは、ウイルスに感染したリンドウから迅速、高感度で同時に複数の病原ウイルスを検出・診断できる実用的な方法であると考えられた。

4. おわりに

ドットプロット法やELISA法はサンプル数の多少に関わらず、結果が出るまでに一様に1~2日を要する。一方、マルチプレックスRT-PCRはサンプル数が少ない場合はすぐに結果が出て良いのであるが、多い場合は操

作が煩雑な分、ドットプロット法やELISA法よりも時間がかかってしまう。また、感度が非常に高いので、コンタミネーションには十分注意を払う必要がある。従ってサンプル数の多少や感度の必要性など、場合によってこれらの方法を有効に使い分けるべきであろう。

参考文献

- 1) Clark, M.F. and Adams, A.N. (1977) J. Gen. Virol., 34, 475-483
- 2) 兼松誠司ら (1990) 植物防疫, 44, 549-556
- 3) 花田 薫 (2001) 植物防疫, 55, 491-494
- 4) 日比忠明 (1984) 植物防疫, 38, 380-384
- 5) 大木 理 (1997) 植物ウイルス同定のテクニックとデザイン, 日本植物防疫協会, 東京

◀地域の先端研究▶

鶏の新用途開発：新たな畜産振興に向け
ペット用鶏「プチッコ」を作出高知県畜産試験場養鶏科
吉 村 敦

高知県畜産試験場では、体型が小さく、温和で人馴れし易く、かつ体型の割合に比べ、大きな卵をたくさん産むといった特徴を持つ、小型のロードアイランドレッド種（愛称：プチッコ）を開発した。都会に住む人達が、ペットとしてプチッコを飼育することにより、畜産や畜産物に対する理解を深め、さらに安らぎを求める人々にも役立てたいと、普及に向けた研究に取り組み、飼育専用ケージや鶏用のおむつも同時に開発したので、その概要を紹介する。

1. はじめに

近年、都市化の進行や畜産農家の減少により、家畜と身近に触れ合う機会が少なくなり、このことが畜産に対する理解不足を助長する要因になっている。また一方では、高齢化が進み社会情勢が複雑化する中、犬や猫をはじめとする、幅広い生き物との触れ合いを求め人々が増加し、心や体を病む人々の健康回復に役立つ、いわゆるアニマルセラピーの効果が注目を浴びてきている。

そこで、高知県畜産試験場では、体型が小さく、性質が非常に温和で人馴れし易い、ペット用の鶏（愛称：プチッコ）を作出した。主に都会に住む一般の人達が、ペットとしてプチッコを飼育することで、畜産や畜産物に対する理解を深め、さらに安らぎを求める人々にも役立てたいと、平成12年度からアンケート調査等を実施し、飼育関連資材等の開発や、普及に向けた研究に取り組み始めた。

2. プチッコの特徴等

プチッコは、アメリカ原産のロードアイランドレッド種を基本に、わい性遺伝子を有する白色プリマスロック等を交配して作出した。主な特徴として、羽色は茶色で、足が短い可愛らしい姿の鶏で、体型は通常のロード

YOSHIMURA Atsushi

〒789-1233 高知県高岡郡佐川町中組1247



図1 (左) プチッコ [体重：約1 kg]
(右) 普通のロードアイランドレッド [約2 kg]

アイランドレッドの半分以下（体重約1 kg）と小さい（図1）。しかし卵重は、50g程度と通常のロードアイランドレッド（60～65g）に比べて見劣りせず、約50～60%の産卵率を有する¹⁾。また、プチッコの一番大きな特徴は、性質が非常に温和でおとなしく、人にも良く馴れるため、保育・幼稚園及び小学校の小さな子供から女性まで、容易に取り扱うことができる。

そこで、プチッコを普及させることにより、新たな鶏の活用方法を確立するとともに、次の効果に期待をしている。(1) 都会に住む一般の人達が畜産や畜産物に対する理解を深める。(2) 福祉分野における精神ケア・生きがい対策やアニマルセラピー効果に役立てる。(3) 教育分野での情操教育に活用する。(4) 家庭等の残飯利用によるゴミの減量や、

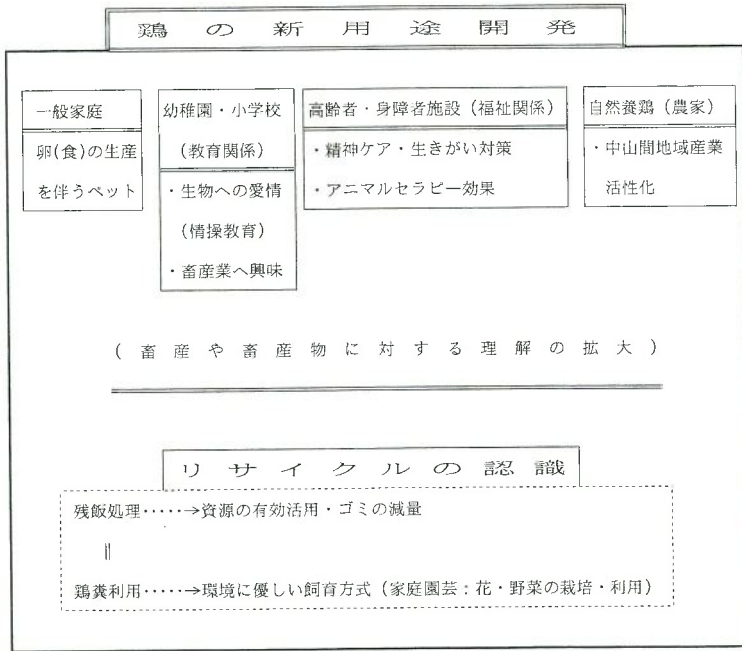


図2 プチッココの推進構想

家庭菜園への鶏糞の有効利用など、リサイクルに向けた意識高揚を図る。(図2)

3. アンケート調査及び飼育モニター調査

プチッココの普及に向け、県内外の一般の人を対象にアンケート調査を実施した。調査を行った7~9割の人がかわいいと回答し、大きさは5~7割が現状で良いと答え、さらに小型化を図ることで9割以上の人が満足することが判った。また、産卵率は全体の3/4以上の人現状で良いと考え(さらに若干の

アップを図ることで9割の人が満足), 7割以上の人から、条件が整えば飼育してみたいという回答を得た。

さらに、実際に飼育を依頼したモニター調査の結果では、飼育開始1ヶ月後、大部分のモニターに良く馴れ、9割以上のモニターがプチッココをかわいいと感じ、畜産についての興味や、精神的な安らぎを感じるという回答が4割にのぼった。また、大きさについては、「プチ」のイメージが強かったため、飼育開始当初にやや大きいという意見が一部から聞かれ、産卵率については、冬場にやや低下した関係で、更なる向上を望む声が聞かれた。なお、卵の大きさや羽毛の色については、満足という回答が大勢を占めた。それ故、さらなる体型の小型化と多産卵型への改良を図ることで、プチッココがより多くの人から受け入れられるものとする。なお、モニターからの意見として、「とてもおとなしく、人に馴れ家族の一員である」、「話し相手になり、飼育が祖母の生き甲斐になっている」、「心が和み癒し効果大きい」、「児童に責任感が出てきて、長期休み中も進んで世話をするようになった(小学校)」、「子供達が抱っこして遊び、卵も食べられるので満足(保育園)」という回答が得られ、一般家庭だけでなく教育機関でも十分に、プチッココが活用できることが判明した。また、モニターの中にはプチッココのホームページを作成する人、新聞の随筆にプチッココとの楽しい生活ぶりを投稿するモニターなど、当初予期しなかったうれしい展開にも至っている。

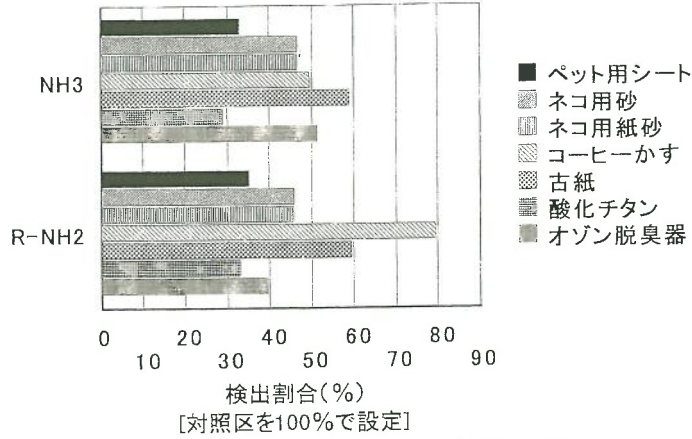


図3 各種素材のアンモニア等検出割合

4. 臭気対策素材の選定

一般家庭等にプチッココを普及させるうえで、鶏糞の消臭対策が大きな問題である。そこでプチッココの糞から検出される、アンモニア及びアミン類といった臭気物質に対し、消臭効果のある素材を検討したところ、市販のペット用シート、ネコ用砂、酸化チタン、オゾン脱臭器及び古紙等に効果のあることが判った(図3)。中でもペット用シートに使

用されている、高分子吸収剤を利用した商品、ネコ用砂及び古紙は、比較的安価であり、容易に入手できるので、これらの活用が有効である。

5. 飼育専用ケージ及び 鶏用おむつの開発

プチッコの販売にあたり、今までに機能的な家庭用の飼育ケージがないため、室内、ベランダや庭先等で手軽に飼育を可能にする、鶏用のケージを開発した(図4)。このケージは、底の糞受け皿に車輪を施し、手軽に振動できるため、中に敷いた古紙やネコ用砂といった消臭素材と、落下した鶏糞とが容易に攪拌・混和させ易い構造となっている。そのため、鶏糞の臭気が発生しにくく、糞受け皿の中に一定期間糞を溜めることができ、数日間は掃除を行わなくても良い。さらに鶏が居住するケージ部分が二重構造になっているため、外敵(犬及び猫等)からの致命的な被害を受けにくい。また鶏の居住床面を適度に傾斜させ、産卵した卵が前面に転がり出るようになっているので、飼育者が卵を取り出し易く、また卵が破損したり排便で汚れにくい構造になっている(特許申請中)²⁾。

また鶏の場合、犬や猫といったペットとは異なり、その知能性と体内構造から、排便に対するしつけや習性を見いだすことは困難で



図4 プチッコ飼育用に開発した専用ケージ



図5 おむつを装着したプチッコ

ある。そのため汚されては困る、室内やベランダをはじめ、庭先等でも飼育を可能にするため、鶏用のおむつを開発した(図5)。このおむつは、深さが5 cm程度のお椀状を呈し、数回分の糞を保持できるとともに、本体内部には、水分吸水及び消臭効果のある、高分子吸収剤を施した。また、両サイド及び下部が数センチ折り返され、鶏がおむつを装着しながら運動をしても、羽毛に掛かりずれにくく、糞漏れや、おむつの取り外し時に、糞の落下が防げるため衛生的である。さらに、おむつ本体から伸びている固定用のゴムに、長さを調節する部品が取り付けられているので、体型が異なる個体に合わせて、締め具合を調整できる。そのため、装着後のおむつのずれが少なく、鶏自身が嘴を用いてはずしにくい構造となっている(特許申請中)³⁾。

6. 販売体制

一般の人達を対象に、本年度中の販売開始を目指し、県内の民間業者を通じた、販売体制整備に取り組んでいる。飼育専用ケージ及び鶏用おむつは商品化し、業者を通じてプチッコと一緒に販売を行う予定である。なお、販売にあたっては、鶏のみの販売のほか、飼育専用ケージ、鶏用おむつ、飼育用の餌及び消臭効果のある敷料等を、セットで販売していく計画である。

7. おわりに

アニマルセラピー効果としては、血圧降下及び免疫力増強といった生理的効果、不安減少及び気力高揚といった心理的効果、さらには動物仲介による人間関係拡大といった社会的効果が上げられ、最近では犬・猫のみならず、馬やイルカといった多種多様のペットにも関心が高まっている。

アンケート調査を通じ、「昔世話をしたので、また飼ってみたい」という意見を聞く一方、「鶏=つつく+うるさい+臭い」というイメージを持つ人が多かった。しかしプチッコの場合、つつくことはほとんどなく、雌のみを販売することで、鳴き声の点もほぼ解消できる（たとえ鳴いても他の鶏に比べ小さいと思われる）。また専用ケージ等の利用により、臭いについても一定の解決ができた。そこで今年10月に、福祉施設からの依頼で、プチッコの貸し出しを行ったところ、高齢者介護施設等で大変に好評で、今後この分野

における新たな事業展開に期待している。

これからの畜産は、単に生産物を開発して販売するというレベルを超え、心のケア、環境保全及び教育の中での新たな動物の位置づけを含めた、社会に貢献できる畜産に取り組んでいくことが重要である。今後何らかの形で、医療分野等とも協力を図り、プチッコのアニマルセラピー効果が科学的に証明されれば、鶏の新しい用途開発にさらに弾みがつき、介在療法士の育成等、新たな獣医・畜産分野の振興にもつながると思われる。

文 献

- 1) 高知県畜産試験場 (1992), 高知の農業新技術, 12, 111-113
- 2) 特許出願中, 特願2001-214309, (2001)
- 3) 特許出願中, 特願2001-214308, (2001)
- 4) 横山章光 (2000), 畜産の研究, 54 (1), 191-195



ブレイン テクノニュースの
バックナンバーご案内
第 88 号

2001 (平成13) 年11月15日発行

総 説

野菜生産機械化一貫体系の確立に向けて…長木 司

国内情報

長ネギ調製装置の開発 ……大森定夫

緊プロによる新型キャベツ収穫機の紹介…黒宮伸夫
植物の葉への処理によって根や胚軸で

誘導される病害抵抗性 ……窪田昌春

果実をたたき熟期をつかむ非破壊果肉硬度計の

実用化-Firm Tester SA-Iの開発- ……杉山純一

全ての口蹄疫ウイルス感染が検出できる血清診断法の開発…井上 互・衛藤真理子・佐伯隆清

産業用酵素の分子レベルでの特性改良

……林 清・金子 哲・町田幸子・

菑澤 悟・本多裕司・北岡本光

地域の先端研究

染料添加人工飼料による多様なカラー繭の

作出技術 ……岸 弘子・清水 治

文献情報

コネキシン43由来のギャップジャンクションによる細胞間コミュニケーションがマウス卵胞発育に必要である ……(抄訳: 木村直子)

酵母のSch9による寿命とストレス抵抗性の制御 ……(抄訳: 荻原 深)

花粉管は助細胞に惑わされて伸長する ……(抄訳: 岩井純夫)

イネのKNOXホメオドメインタンパク質

OSH15の保存領域の機能解析 ……(抄訳: 春原英彦)

パイロジェン試験における新時代(抄訳: 北川剛史)

海外便り

ストレス誘導性不定胚発生の分子生物学的解析

-イネとトウモロコシのQTLシンテニ-

イタリア・ミラノ大学における一年間- ……石丸 健

◀文献情報▶

抗体がプリオンの増殖・伝播を抑制し、培養細胞の感染プリオンを消滅させる

Antibodies inhibit prion propagation and clear cell cultures of prion infectivity.

Peretz D, Williamson RA, Kaneko K, Vergara J, Leclerc E, Schmitt-Ulms G, Mehlhorn IR, Legname G, Wormald MR, Rudd PM, Dwek RA, Burton DR and Prusiner SB.

Institute for Neurodegenerative Diseases and Departments of Neurology and Biochemistry and Biophysics, University of California, San Francisco, California, USA

Nature, 412, 739-743 (2001)

プリオン病とは、プリオンと命名されたタンパク質が中枢神経に凝集・蓄積し、神経系を高度に荒廃させ、死に至らせる感染性の疾患であり、ヒトにおいてはクロイツフェルト・ヤコブ病、家畜ではスクレイビーやウシ海綿状脳症（BSE）が知られている。現在、その増殖・伝播メカニズムの詳細は明らかになってはいないが、病原性の異常感染型プリオンタンパク質（PrP^{Sc}）が自分自身を鋳型にし、生体内に存在する正常型プリオンタンパク質（PrP^C）の構造を異常感染型に変化させることで引き起こされると考えられている。本論文で筆者らは、PrP^Cに対する抗体を使用し、その抗体のPrP^Cへの結合が、PrP^CからPrP^{Sc}への変換を濃度依存的に阻害したことを報告している。

筆者らは、リコンビナントPrP^Cに対する抗体7種類（D13, D18, R1, R2, E123, E149およびR72）を用いて、PrP^{Sc}を感染させたマウス培養神経細胞種細胞（ScN2a）におけるプリオン増殖・伝播抑制効果について調べた。そのうち、D13, D18, R1およびR2の4抗体は、無処理区と比べてScN2aのPrP^{Sc}レベルを量依存的に抑制していた。さらに、その中でも特に効果が強かったD18抗

体を2週間以上感作させたScN2aでは、その後抗体を含まない培地で培養したとしても1ヶ月間はPrP^{Sc}が検出されることはなかった。また、この抗体で処理したScN2aを投与したマウスでは、無処理のScN2aを投与したマウスでは169日で発病したのに対し、256日ものあいだ発病することはなかったと報告している。つまりこれらの結果は、抗体によってプリオンの増殖・伝播は完全に抑えられ、さらにそれまで存在していたPrP^{Sc}をも消滅させることが可能であることを示している。この抗体による抑制効果は、細胞表面のPrP^C分子に対して抗体が特異的に結合することによってPrP^{Sc}との結合が妨げられたためであると考えられる。実際、最も効果の強かったD18抗体はScN2aの細胞表面に結合する能力が他の抗体よりも高かった。また、抗体の認識部位を解析したところ、抗体のプリオン抑制効果にはPrP^Cの132—140アミノ酸残基を認識することが重要であることが明らかとなった。

昨年、日本国内においても初めてBSEに感染したウシが発見され、大きな問題になっている。なぜなら、1996年にイギリスで発見された変異型クロイツフェルト・ヤコブ病はこのBSEの危険部位である脳などを食べていたことが原因ではないかと考えられており、BSEとの関連を指摘されているからである。プリオン病に対する治療法や予防法の開発に向け世界中で研究が進んでいるが、現時点ではまだ見つかっていない。しかし、本論文の結果から、PrP^Cのある領域を標的とする抗体がプリオン病の治療や予防に利用できる可能性が裏付けられた。動物レベルでの効果については課題が残るが、今後の研究に注目したい。

（抄訳：横尾正樹, Yokoo Masaki, 東北大学大学院農学研究科）

◀文献情報▶

微生物由来の多糖の分解性

Biodegradability of Food-Associated Extracellular Polysaccharides

Harald J. Ruijsenaars¹, Francesca Stinglee², Sybe Hartmans¹¹Division of Industrial Microbiology, Department of Food Technology and Nutritional Sciences, Wageningen University²Bioscience Department, Nestlé Research Center, Switzerland*Current Microbiology*, 40, 194-199, 2000

食品に含有されている多糖類には細胞壁のような菌体成分や食品添加物等があるが、乳酸菌などにより生産された菌体外多糖 (Extracellular Polysaccharides: EPS) も日常消費されるヨーグルトなどの発酵食品中に利用されている。

摂取されたEPSは腸内菌叢より分解、発酵を受け、大腸癌の予防等に効果があると言われていた短鎖脂肪酸に変換される。また、分解されないEPSは発癌性物質の特異的吸着作用などにより大腸癌を予防する可能性があると言われていた。これらの理由から近年EPSに対する興味を持たれているが微生物による分解性についてはあまり知られていない。そこで今回著者らはすでに構造決定されている *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* B40, *Lactobacillus sakei* O-1, *Streptococcus thermophilus* SFi12, SFi39, SFi20, *Lactobacillus helveticus* Lh59に由来するEPS 6種と *Xanthomonas campestris*由来のキサントン, *Clavibacter michiganensis* LMG5604由来のクラバンを加えた計8種のEPSを用いて土壌, ヒト糞便由来の微生物による分解性を調べた。

実験においてはEPSを含む培地中に土壌, ヒト糞便由来微生物をそれぞれ植菌し, 培養開始5日間のEPS量の変化を還元糖として測定した。土壌由来微生物による試験では, キサントン, クラバン, *S. thermophilus* SFi12,

SFi39由来EPSの4種が分解された。その中でクラバン分解試験では培養開始5日目以降に低分子量物質が増加していたことから, 短鎖オリゴ糖に変換されることがわかったが完全に分解はされず, 分解度には限界があることも分かった。また, ヒト糞便由来微生物を用いた試験では3種類 (*S. thermophilus* SFi12, SFi39, キサントン) しか分解されなかった。

今回用いたEPSの構造が分解性に影響を及ぼしていたと考察している。分解を受けた *S. thermophilus*由来のEPSはβ-ガラクトシル結合からなる単一の側鎖を持っているだけであつたのに対し, B40, O-1等の分解されなかったEPSは2つの側鎖を持っていた。しかしその一方全く分解されなかったSFi20とLh59について構造上の共通点は見当たらなかった。

EPSの生体内での分解性が健康機能性に直接影響していると考えられていることから, 今後更なる研究が必要となるだろう。そのためには日常的にEPS含有食品を摂取しているヒトの腸内菌叢について知ることが近道であると考えられる。

(抄訳: 水野征一, MIZUNO Seiichi, カルピス株式会社基盤技術研究所)

◀文献情報▶

余は如何にして二倍体となりしか

Alloploidy-induced rapid genome evolution in wheat (*Aegilops-Triticum*) group.

Hankan Ozkan, Avraham A. Levy, and Moshe Feldman

The Plant Cell, 13, 1735-1747 (2001)

被子植物の80%, シダ植物の95%が倍数体であるとされ、倍数体は植物の進化においては重要な役割を演じていると考えられてきた。ところが、含む脊椎動物でさえも実は進化の過程のどこかで倍数化の過程を経てきているという証拠が出されるにおよんで (Spring 1997), 倍数性は生物全体の進化の原動力であると認識されるようになった。倍数体は同質ゲノムが複数ある同質倍数体と異種ゲノムで構成される異質倍数体があるが、同質倍数体であれば4本の同一染色体、異質倍数体であれば同祖染色体による多価染色体対合がおこるため減数分裂に不具合が生じ子孫を作り得ず、新しい二倍体としては成立しえない。とすれば、同祖染色体対合を避け二倍体化するメカニズムが生物に備わっていなければならない。同祖染色体対合を妨げる遺伝子Ph, 染色体の再配列などがそのメカニズムとされてきた。今回は新たなメカニズムが提唱されたので紹介する。

コムギは木原以来の異質倍数体に関する膨大な研究蓄積があり、この分野の研究には優れた材料である。本論文では、コムギ類の属間交雑一倍加により生じた異質倍数体の作出当代 (F1) とその自殖後代を材料に、全ての2倍体種に存在し、現存する4倍体、6倍体種では一つのゲノム (AまたはBゲノム) にしか存在しない塩基配列, genome specific sequences (GSS) 3種と特定の染色体にのみ存在するchromosome specific sequences (CSS) 4種 (Bゲノムの2本の染色体特異的3種, Aゲノムの1本の染色体特異的1種) の消長を調べたものである。実験は極めてシンプルで、ゲノムDNAを単離後、数種の制

限酵素 (DNAのメチル化の影響を受けない酵素を含む) で切断し、GSSとCSSをプローブにしてサザンハイブリダイゼーションを繰り返すというもの。

GSSの早いものではF1で、CSSでは自殖第一代で消失が始まり、両者ともに自殖3代目には一方の片親由来のそれは全て消失し、他方の片親由来のもののみが残る。しかも、S, U, Dゲノムのは消失し、AまたはBゲノムのもので残る。これは、自然界で嘗て起こった消失方向と同じである。(なにしろ異質倍数体のABゲノムにしか存在しない塩基配列を使っているのだから、そう言うことになる) その速度は現在自然界に存在する組合せの異質倍数体では速く、存在を知られていない異質倍数体では遅い。これらDNAの消失割合と多価染色体の形成とは負の相関が、種子稔性と正の相関があり、新しい種としての成立しやすさを反映したものとなっている。

これから考えられるストーリーは次のようになる。受精後の自然倍加あるいは非還元配偶子の受精により生じた異質倍数体では、染色体の特定のDNA配列 (恐らくは染色体の対合に関する配列) が片親のゲノムから初期世代に消失し、同祖染色体は互いに異なる構造をとるようになり対合は妨げられる。異質倍数体はやがて二倍体のように正常な減数分裂を行うようになり、新しい二倍体、新しい種が成立する。

既に述べたように、倍数性は動植物に共通な進化の原動力であり、倍数体が二倍体として安定化していくメカニズムは進化のメカニズムそのものといえよう。脊椎動物 (魚類は除く) では実験的に倍数体を作ることは難しく、倍数体作出の容易な植物が貢献できる分野なのかもしれない。

(抄訳: 岩井純夫, IWAI Sumio, 鹿児島大学農学部)

◀文献情報▶

ポリコムは植物の発生初期で花芽形成を抑制する

Polycomb repress of flowering during early plant development

T. Kinoshita, J. J. Harada, R. B. Goldberg, R. L. Fischer

Department of Plant and Microbial Biology,
University of California, Berkeley, CA 94720
PNAS 98, 14156-14161

植物は、胚発生、seedling発生、栄養生長の後に花を作る。例えば、シロイヌナズナのライフサイクルで、重複受精は胚と胚乳形成を導く。胚は種子内にでき、軸、胚軸、シュートメリステム、根メリステムを形成する。発芽するとseedlingには2つの子葉が出来、引き続き茎頂分裂組織 (shoot apical meristem: SAM) がロゼット葉を作る。栄養生長の後、遺伝的、環境的シグナルに反応してSAMに劇的な転換が生じ、節間伸長、無柄葉、2次花序などによって花序が形成され、最後に花が作られる。

今までにシロイヌナズナの花芽形成への転換を制御する遺伝子や環境要因について多くのことが分かっている。しかし、胚発生やseedling発生のような発生初期における花芽形成を抑制する機構についてはほとんど分かっていない。シロイヌナズナのembryonic flower (*emf1*と*emf2*) 変異体は発芽直後に花を作り、正常な個体では成熟するまで花芽形成を抑制するメカニズムが存在することを示唆している。*EMF*遺伝子は栄養生長のシュート発生に必要であり、栄養生長の後まで花芽形成を抑制するような機構を構成しているのかも知れない。この論文で著者らはポリコムグループ (Polycomb group/PcG) タンパク質がライフサイクルの初期での花芽形成を抑制する中心的な役割を果たしていることを示している。

Fertilization Independent Endosperm (FIE) 遺伝子は以前シロイヌナズナで見つかったポリコム遺伝子である。その欠損変異

体の解析により、母方由来のFIE遺伝子座は胚と胚乳形成に必要であり、胚乳発生の抑制因子として機能していることが示唆されている。しかし、母方由来のnullの*fie* 遺伝子座をもつ胚は致死してしまい、胚発生後の*fie* 変異体の表現型を見ることが出来ず、FIEが関与するポリコム複合体がどれだけ胚発生後の発生に関わってくるのかが分からなかった。著者らは、特に種子が生きられるためのFIEタンパク質を作るようなmodified *FIE* transgeneを用い、ポリコムタンパク質の植物の胚発生後の発生における未知だった機能を解明している。*fie*変異体のseedlingのSAMは、栄養生長をスキップして花や花器官を作り出す。また、花様のシュートはseedlingの胚軸や根にも見られた。さらに、*fie* 変異体の胚とseedlingでは*LFY*や*API*などの花誘導遺伝子が活性化していた。これらの結果は、FIEが介在するポリコム複合体が植物発生初期における花芽形成抑制に不可欠であることを示している。

この論文では、発生初期での花芽形成を抑制するメカニズムについて論じられているが、栄養生長から生殖生長に移行する段階で、その抑制がどのようにして解除されるのだろうか。今後の展開が期待される。

また、*emf* 変異体に関する報告も最近されており、*emf1* に関しては、87号にて紹介している。*emf2* は、下記の文献にて発表されているので参考にさせていただきたい。

N. Yoshida *et al.*, *Plant Cell* 13, 2471-2481 (2001)

(抄訳：春原英彦, SUNOHARA Hidehiko, 東京大学大学院農学生命科学研究科)

◀文献情報▶

脂肪食がアルコールによる 肝臓障害を抑制する

Dietary Saturated Fatty Acids Reverse Inflammatory and Fibrotic Changes in Rat Liver Despite Continued Ethanol Administration

AMIN A. NANJI, KALLE JOKELAINEN, GEORGE L. TIPOE, AMIR RAHEMTULLA, and ANDREW J. DANNENBERG

Departments of Biochemistry and Biophysics and Center for the Study of Liver Diseases, The University of Hong Kong, China

The Journal of Pharmacology And Experimental Therapeutics, 299, 638-644 (2001)

アルコールによる肝臓障害の長期の治療にはビタミン、炭水化物、タンパク質、脂質、微量元素を摂取し続けることが必要である。しかしながら、それら栄養素がアルコール依存性の肝障害にどのような効果を及ぼしているのかわからないままである。アルコール依存性肝障害の治療法を進展させるには、7肝障害を進行させるメカニズムを解明しなければならない。

これまでの調査によると脂肪食がアルコール依存性の肝障害に影響を及ぼすことが報告されている。例えば動物試験において、飽和脂肪酸を豊富に含む食事はアルコールが引き起こす肝障害から防護することが知られている。以前、Amin A.らの研究グループはラットの実験モデルを用いてアルコール依存性肝障害の形態について検討しているが、それによるとアルコールを与えたラットでは血中エンドトキシン、過酸化脂質が上昇し、体内の tumor necrosis factor- α (TNF- α), cyclooxygenase-2 (Cox-2), 炎症性サイトカイン発現量の増加が引き起こされることが明らかになった。今回紹介する文献では、さらなる発展を求めて、飽和脂肪酸がアルコール依存性肝障害と生体内パラメーターに及ぼす影響を検討しているのでここに示したい。

検討では各群6匹のWistar ratを用い、fish oil-ethanol食を8週間与える群(1群)、fish oil-ethanol食を6週間与える群(2群)、fish oil-ethanol食を6週間与えてからpalm oil-ethanol食を2週間与える群(3群)、fish oil-ethanol食を6週間与えてからMCT(medium-chain triglyceride)食を2週間与える群(4群)、fish oil-dextrose食を8週間与える群(5群)以上5群で実験を行っている。

これら5群での肝臓内の壊死、炎症を観察したところ、3群と4群にて抑制が認められ、線維症の軽減とコラーゲン濃度の低下が観測された。また肝障害の指標となる血中エンドトキシン濃度、過酸化脂質濃度の減少が3群と4群で確認され、エンドトキシン産生や脂質の過酸化に関与する転写因子であるNF- κ Bの活性化がfish oil-ethanol食を与えた1群で検出されたが、他の群では確認されなかった。

以上のことから飽和脂肪酸はアルコールによる転写因子であるNF- κ Bの活性化を抑制し、エンドトキシン産生や脂質の過酸化を抑えることでアルコール依存性肝障害を改善することが示された。

さて、現代は飽食の時代と呼ばれ、糖質、脂質等の過剰摂取が肥満を引き起こし、動脈硬化症、糖尿病等の生活習慣病の原因となっている。しかしながら、今回の文献で紹介した通り、飽和脂肪酸はアルコール依存性肝障害の症状を緩解するなど有効な作用が示されている。また、本文献で飽和脂肪酸の対照群として用いられた不飽和脂肪酸である魚油は、アルコール依存性肝障害には有効な作用を示さないものの、動脈硬化症、高血圧症、高脂血症を軽減するほかアレルギー疾患に効果を示すなどの報告がなされている。最近、悪者のように言われる脂質も、摂取の仕方で病気の治療薬となり、予防薬ともなる。要は過剰に取り過ぎることなくバランスの良い食事をこころがけていくことが重要だということか。

(抄訳：吉戒和剛, YOSHIKAI Kazuyoshi, マルハ株式会社中央研究所)

◀海外便り▶

魚類の免疫系調節機構の内分泌学的解明 —アメリカ・ハワイ大学海洋生物学研究所での1年間—

独立行政法人 水産総合研究センター 養殖研究所日光支所
矢 田 崇

1. ハワイ大学海洋生物学研究所 の紹介

1999年11月から1年間、科学技術庁(当時)長期在外研究員として滞在したハワイ大学海洋生物学研究所は、ホノルルのあるオアフ島の北岸、カネオヘ湾に浮かぶ小島Moku o Lo'e, 通称ココナツ・アイランドにある。この島はもとはアメリカ有数の財閥所有の別荘だったが、50年ほど前にまず半分がハワイ大学に寄贈さ

れ、「ハワイマリナラボ」となった。残り半分は転売された後、いわゆるバブル期には日本のさる不動産業者の所有となり、リゾート開発のために研究所側も買収し

ようという動きもあった。しかし地域住民と自治体が危惧を抱き、あれこれ条件をつけて先延ばしにしているうちにバブルの崩壊となり、結局業者はもとの所有者である財閥に、売値の半分ほどで買い戻してもらったと聞き及んでいる。そして財閥は残り半分も大学に寄贈し、売買の差益で新しい研究施設まで

YADA Takashi

〒321-1661 栃木県日光市中宮祠2482-3

建ててくれたのが5年ほど前になる。現在は、直訳すると海洋地球科学技術学部の附属研究施設となっており、教授団は十数名のほとんどは、メインキャンパスの動物学科または海洋学科との併任となっている。そのほかに、他大学や博物館に籍を置きながら、教授会の発言権を持っている方々が二十名弱いる。その中には、研究用に飼育されているイルカまで含まれているが、いかにもアメリカらしい。

所全体での研究テーマはイルカをはじめと

して、魚ではいわゆる珊瑚礁の熱帯魚から海の底の深海魚、食べられるものとしてはアジやカツオ、エビ養殖の研究も行われている。もちろんサンゴ自体も、大きな研究テーマ



写真1 島へ渡る棧橋からみたココナツ・アイランド全景

となっている。ハワイ州では、フカヒレのために鱭だけ切るのは残酷だということで、サメは全面禁漁となっているが、その生態研究も重要なテーマの1つである。島にはもとプールだったらしい大きな池がいくつかあるが、その中を各種のサメが悠然と泳いでいる様は、来客ツアーの目玉となっている。研究所は広く公開されており、予約さえすれば一般の団体(学校・老人会など)向けのガイド

ツアーを行っている。ガイドはスタッフの1人で、研究室のセミナーにもよく顔を出していたが、本職は隣接する海兵隊基地の軍曹である。どうやら無給で、研究所を手伝ってかれているらしい。そのようなボランティアは何人もいたが、仕事をリタイアしたあとの経験豊かな方々も多い。筆者は今もそんな方の1人に英文原稿の校閲をお願いしており、本当にありがたい次第である。

滞在先の研究室は魚類内分泌学を専門としており、2人の教授と7～8人のスタッフ・十数名の学生が在籍していたが、調査船に乗っていたり、中には遠く離れたミッドウェー島を研究フィールドにしている者もあり、全員が揃うことは珍しかった。ゴードン・グラウ教授は筆者の滞在期間のうち、前半は研究所の所長、後半はHawaii Sea Grant Office (ハワイを中心に太平洋全域での研究に予算

を配分する役所)のDirectorを兼任しており、忙しいことこの上なかつた。もう1人の教授は東京大学を退官後、名誉教授として前述の他大学教授相当 (Distinguished

Professorという肩書き) でいらっしゃった平野哲也先生であった。またデラウェア大学のミルトン・ステットソン教授も、併任の形で毎年数ヶ月、あちらの学生を引き連れて滞在されていた。このような日本の型には当てはまりそうにない体制のもと、長期在外研究を開始した。

2. 在外研究の背景

ティラピアという魚をご存じない方も多いと思われるが、世界において食される動物タンパクとしては、ウシに次いで第2位にあたると言われる。魚としての生産量はコイの方が多いというのが複雑であるが、日本では無名ながら世界では有名かつ重要な魚である¹⁾。現在では原産地であるアフリカ以外にも、ヨーロッパ・アジアを中心に広く養殖されている。またアメリカ軍が駐留した地域で広く放流された経緯から、ほぼ世界中に分布するに至っている。日本においても新潟県を中心に温泉水を利用した養殖が行われており、限られた生産量ながら「イズミダイ」の名で現在も流通している。

研究材料として取り上げられる機会も多く、また遺伝子組み替え養殖魚として、実用化の可能性が最も高い魚であると考えられている²⁾。組み換え遺伝子としてはよく成長ホル

モンが取り上げられるが、このホルモンは広塩性の魚類の場合、電解質代謝に深く関わっている³⁾。良く知られているのはニジマス・ギンザケなどサケ科魚類の場合で、淡水か



写真2 島側の棧橋。いろいろな用途のボートがみられる

ら海水へと移動した際、環境水から体内に流入する余分なイオンの排出が、成長ホルモンによって促進される。この海水への環境適応を促すという成長ホルモンの役割が、サケばかりではなくティラピアにも当てはまることを、これまでのグラウ教授との共同研究で明らかにしている⁴⁾。一方、成長ホルモンと類似した一次構造であることから、共通の祖先分子から進化したと考えられているもうひと

つのホルモン、プロラクチンには、乳汁分泌・栄養代謝などの機能面でも、成長ホルモンとの共通点が見出される⁵¹⁾。しかしながら魚類における電解質代謝の面では、イオンの排出を阻止する働きを示し、成長ホルモンとはちょうど逆の、言うならば淡水適応作用をもっている⁵¹⁾。サケとティラピアを海水に移行させた際、成長ホルモンの分泌が増加、逆にプロラクチンの分泌が低下することは、これらのホルモンの作用を考えると、適応的な変化であると考えられる³⁷⁻⁵¹⁾。

これら下垂体から分泌される2つの姉妹分子とも言える成長ホルモンとプロラクチンが、ヒトの免疫系に及ぼす作用について、医学的な見地から詳細な研究が進められている⁶¹⁾。魚類においてもこれらのホルモンが、白血球の食作用や抗体産生などの免疫機能を促進することが知られているが⁷¹⁾、前述のような電解質代謝における正反対の作用を視野に入れながら、その作用機序を解析することが在外研究のテーマとなった。

3. 魚類における内分泌—免疫間相互作用

まずホルモンの産生器官である下垂体の除去手術を行うと、ティラピアの場合白血球の食作用が低下したが、血液中の抗体濃度には影響がみられなかった。これは日本においてサケ科魚類で得た、下垂体除去による抗体濃度の低下という結果とは異なる⁸¹⁾。免疫系を維持することへの下垂体ホルモンの重要性には、魚の中でも種による差があることが示唆される。続いてティラピアを淡水から海水へ馴致したところ、下垂体除去とは逆に、食作用の昂進がみられた。この結果はサケ科魚類を海水馴致した場合と一致し、成長ホルモンの分泌増加が免疫機能を促進したと考えられる⁹¹⁾。事実培養下のティラピア白血球では、成長ホルモンの投与による食作用の昂進がみられた。この作用はプロラクチンを投与した場合にも同様にみられたが、これは海水適応について考えると、一見矛盾した結果である。

そこで食作用を示す白血球での、プロラクチン受容体遺伝子の発現量を調べると、海水馴致によって増加するという結果が得られた。さらに念を押して、海水馴致したティラピアの白血球を単離し、培養下でプロラクチンを投与すると、淡水の場合よりもさらに大きな食作用の昂進がみられた。すなわち、下垂体からのプロラクチンの分泌は、電解質代謝での作用に合わせて海中では低下するが、これとは独立した免疫系での作用は、むしろ増強されていることとなる。しかし分泌が低下するのでは意味がないと思われるかも知れないが、免疫担当細胞自体がホルモンを産生する現象は、動物全般に広く認められつつある。これまでにサケ科魚類では、成長ホルモン遺伝子の発現を白血球に見出している⁸¹⁾。しかし今回調べたティラピアでは、むしろプロラクチン遺伝子の発現が、白血球をはじめ脾臓や胸腺など多くの免疫担当組織・細胞に見出された。はじめに触れた成長ホルモンとプロラクチンの構造・機能の重複を視野に含め、魚類特有の電解質代謝における相反する作用も考え併せてみると、末梢部位での発現調節による使い分けという可能性は、興味深い。

4. それから

滞在期間中には、米国内の研究者が内輪に集まった、いわゆる研究費を取る作戦会議に当たるワークショップにも出席させていただいた。そこで知遇を得た先生方とは、それからの協同研究を実施させていただくこととなった。在外研究の帰り際には、ミシシッピ大学メディカルセンターに寄らせていただいた。昨年の夏には、ハワイで開催された日米大学間のワークショップに招いていただき、その機会に前述の、念を押す実験を行うことができた。またこの原稿が載る頃には、オレゴン州立大学に滞在している予定である。これらはひとえに、直接会って人と形を知っていただけたからこそ、実現できたものと考えている。法人化が成り、これまでのような在

外研究制度も再編された今日ではあるが、訪問先で親しくなった日本の研究者では、いわゆるサヴァチカル休暇を取り、相手国の研究費で招かれて研究されている方々も多数いた。もちろん業務をはじめ家庭や金銭、様々な面をクリアーした上ではあるが、彼らは皆一様に、渡航を実行して貴重な経験を得たと話してくれた。同感である。海外での生活がすべての人に向いているとは言い難いが、これから海外に互して競争そして協力して行くためには、一旦懐に入ってみることが、相手を知る極めて有効な手段であることに間違いはない。

最後に、本在外研究の機会を与えていただいた科学技術庁（当時）と農林水産省の方々に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Trewavas, E. (1983), Tilapiine Fishes of the Genera Sarotherodon, Oreochromis, and Danakilia, British Museum, London
- 2) Colombo, L. et al (2001), Perspective in Comparative Endocrinology: Unity and Diversity (Goos, H.J.Th., Rastogi, R. K., Vaudry, H. and Pierantoni, R., Eds), 369-376, Monduzzi Editore, Bologna
- 3) McCormick, S.D. (1995), Cellular and Molecular Approaches to Fish Ionic Regulation (Wood, C.M. and Shuttleworth, T.J. Eds), 285-315, Academic Press, San Diego
- 4) Yada, T. et al (1992), *Gen. Comp. Endocrinol.*, 93, 214-223
- 5) Bern, H.A. (1983), *Amer. Zool.*, 23, 663-671
- 6) Adler, R. et al (2001), *Psychoneuroimmunology*, Third Edition, Academic Press, San Diego
- 7) Harris, J. and Bird, D.J. (2000), *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 77, 163-176
- 8) Yada, T. and Azuma, T. (2002), *Comp. Biochem. Physiol. Part C* 131, 93-100
- 9) Yada, T. et al. (2001), *Comp. Biochem. Physiol. Part B*, 129, 695-701

生研機構からのご案内

農林水産省および厚生労働省より「BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy, 牛海綿状脳症) に関する正確な知識の普及について」の情報提供がありましたので、以下にご紹介します。

安全な牛肉などの供給のために

牛海綿状脳症(BSE)Q&A

平成13年9月、日本で初めて牛海綿状脳症 (BSE) の牛が発見されました。

現在、国は、感染した牛の肉などが市場や店頭に出回らないシステムを確立し、牛肉などの安全性を確保しています。

Q 牛肉や牛乳・乳製品の安全性について教えてください。

A 英国におけるマウスなどでの接種試験の結果、牛の脳、せき髄、眼、回腸遠位部の危険部位以外から異常プリオンは発見されていません。OIE (国際獣疫事務局) の基準でも、牛肉はBSEの感染性のある危険部位ではなく、安全です。また、牛乳や乳製品についても、WHO (世界保健機関) 専門家会議報告によると、乳はBSEを伝達しないことから、安全です。

Q 国はBSEに対して、どのような対策をとっているのですか。

A と畜場では、食肉処理を行うすべての牛について、厳格な検査を実施し、感染が認められた牛については、すべて焼却します。

また、OIEの基準で危険部位とされている脳、せき髄、眼、回腸遠位部は、BSEの感染の有無にかかわらず、すべての牛で、解体時に除去し、焼却しています。

農場においても、BSEが疑われる牛については徹底した検査を行い、これらの牛については、結果にかかわらず焼却することとしています。

この結果、BSEに感染した牛の肉などが市場や店頭に出回ることはありません。

【牛海綿状脳症についての情報提供先】

厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課

Tel. 03-5253-1111(代) <http://www.mhlw.go.jp/>

農林水産省生産局畜産部衛生課

Tel. 03-3502-8111(代) <http://www.maff.go.jp/>

Q 現在販売されている加工品は安全ですか。

A 国は、現在、流通している加工食品について、牛を由来とする原材料をすべて点検し、危険部位の使用や混入が認められた場合には、原材料の変更、当該製品の販売中止や回収を行うよう、製造業者・加工業者に対して指導を行っています。

これらの結果は厚生労働省のホームページですべて公表されています。

Q 人間や他の動物に感染する心配はありませんか。

A 人間にもクロイツフェルト・ヤコブ病のように、脳が海綿状になる病気がありますが、そのうち変異型クロイツフェルト・ヤコブ病がBSEとの関連を指摘されています。

英国では1990年代半ばにBSEの牛が大量に確認され、1995年から2001年までに百余名の変異型クロイツフェルト・ヤコブ病の発症が確認されていますが、これは危険部位である脳などを食べていたことが原因ではないかとみられています。

なお、日本での変異型クロイツフェルト・ヤコブ病の発症例はありません。

また、豚や鶏といった家畜が感染したという事例は報告されていません。BSEに類似の病気として、羊のスクレイピーは古くから知られていますが、現在まで、人への感染の報告はありません。

Q BSEの感染源とされている牛の肉骨粉は、どのように取り扱われますか。

A 現在、国は、牛の肉骨粉について、すべての国からの輸入を停止しており、また家畜のえさとしての製造・出荷・使用を禁止しています。これによって、BSEの感染を確実に遮断する体制が整っています。



ブレイン テクノニュースの
バックナンバーご案内
第 86 号

2001 (平成13) 年 7 月15日発行

総 説

マイクロチャネルアレイを用いた
血液レオロジー計測による健康の評価 …菊池佑二
国内情報
マイクロチャネルを用いた単分散マイクロ
スフィア作成技術 ……中嶋光敏・小林 功
生きた植物における水のイメージング …中西友子
環境負荷化学物質モニタリング及び環境汚染
浄化を目的とした遺伝子組換え植物 ……大川秀郎
地域の先端研究
完熟収穫型単為結果性トマト
「試交99-2」の育成 ……大森哲也
生物間相互作用を利用した土壤細菌群集
多様性の簡易診断法 ……森川千春
文献情報
DNAマイクロアレイを用いた卵胞発育
における遺伝子発現解析 ……(抄訳: 木村直子)

ゲノム発現解析により明らかとなった出芽酵母
(*Saccharomyces cerevisiae*) のリン酸蓄積と
ポリリン酸の代謝システムにかかわる新しい
コンポーネント ……(抄訳: 岩下和裕)
有機リンゴは甘いか、酸っぱいか
……………(抄訳: 岩井純夫)
シロイヌナズナのAsymmetric leaves 1は
葉パターン形成とStem cellの機能を仲介する
……………(抄訳: 春原英彦)
腸管出血性大腸菌O157:H7のゲノム
塩基配列 ……(抄訳: 室田一貴)
海外便り
積雪・凍結地帯における土壌・根圏の水・熱の
季節変化の動態予測手法の開発-カナダ・サスカ
チュワン大学における一年四か月 ……広田知良
生研機構からのお知らせ
融資事業 (一般, 特別融資制度)のご案内



ブレイン テクノニュースの
バックナンバーご案内
第 87 号

2001 (平成13) 年 9 月15日発行

総 説

清酒酵母とは-その研究動向と現状- …石川雄章
国内情報
アーミング酵母によるバイオマスからのバイオ
エタノール生産-バイオ燃料実用化に道-
……………近藤昭彦・福田秀樹
酵母にとるサイレージの変敗を
「キラー」酵母で防止する ……北本宏子
植物によるマウスモノクローナル抗体
分子の発現 ……杉本千尋
葉を花の器官に転換する転写因子複合体 後藤弘爾
牛乳に含まれる乳塩基性タンパク質 (MBP) の
新たな骨代謝改善作用の発見 …山村淳一・高田幸宏
地域の先端研究
ハウス内の気温と葉菜類の耐凍性および
糖・ビタミンC含量 ……田村 晃
文献情報
核移植胚由来ES細胞の分化 ……(抄訳: 横尾正樹)

β カゼイン由来ペプチドを用いた乳酸菌
ペプチダーゼ活性の新規情報 …(抄訳: 水野征一)
新DNAマーカー・システム-SRAP
……………(抄訳: 岩井純夫)
シロイヌナズナのEMF1はシュートの構築と
floweringを制御する新規タンパク質である
……………(抄訳: 春原英彦)
魚類は本当に耐糖能が低いのか? (抄訳: 椎名康彦)
海外便り
ストレス誘導性不定胚発生の分子生物学的解析
-オランダPlant Research International
での1年間- ……福岡浩之
生研機構からのお知らせ
○新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業の
採択課題の決定について
○新事業創出研究開発事業 (地域型) の採択課題の
決定について
○機械化促進業務のビデオによる紹介について

編集後記

- ◆2002年の最初の発行になるブレインテクノニュース第89号をお届けします。本号の表紙には、健康食品の代表格のひとつであるサツマイモについて、新規需要の利便性等を備えた新品種の写真を、中谷 誠氏（独法・農業技術研究機構作物研究所）のご厚意により提供していただき、併せてそれらの特性を国内情報として紹介していただいた。
- ◆本号の総説では、最近全塩基配列の解読が完了したフグゲノムをはじめとして、ゲノム研究の一翼を担っている魚類のゲノム研究を鈴木 徹氏（独法・水産総合研究センター養殖研究所）に紹介していただいた。
- ◆その他の国内情報では、海藻を微粒子化し稚魚や貝の飼料として利用するマリンサイレージの開発を内田基晴氏ら（独法・水産総合研究センター中央水産研究所）、ヒトボランティア介入研究によるリンゴの健康増進効果の解明を田中敬一氏（独法・農業技術研究機構果樹研究所）、人工シャペロンによる変性タンパク質の活性化ータンパク質リフォールド手法の開発を町田幸子氏

ら（独法・食品総合研究所）、ご紹介いただいた。地域研究として、黒田智久氏ら（科学技術振興事業団）にマルチプレックスRT-PCRを用いたリンドウに感染する3種類の植物ウイルスの同時検出法について、吉村 敦氏（高知県畜産試験場）に鶏の新用途開発としてのペット用鶏「ブチコッコ」の作出を、さらに海外便りとして矢田 崇氏（独法・水産総合研究センター養殖研究所）にアメリカ・ハワイ大学における魚類の免疫系調節機構の内分科学的解明研究、また文献情報では横尾正樹氏（東北大学大学院）、水野征一氏（カルピス^株基盤技術研究所）、岩井純夫氏（鹿児島大学）、春原英彦氏（東京大学大学院）、吉戒和剛氏（マルハ^株中央研究所）にそれぞれご紹介いただいた。お忙しい中をご執筆下さった研究者各位に、改めて深甚の謝意を申し上げます。

- ◆次号は、総説としていわゆる「生物工場」研究を取り上げる予定です。ご期待下さい。
(畠山記)

本誌著作物の複写利用等について

本誌掲載の論文・記事の複写・転載等を希望される方は、執筆者ならびに生物系特定産業技術研究推進機構（生研機構）の許諾を得て行って下さい。

ブレインテクノニュース（第89号）

平成14年1月15日発行

編集兼発行者 堤 英 隆

発 行 所 生物系特定産業技術研究推進機構（生研機構）

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目18番19号 虎ノ門マリビル10F

TEL. 03-3459-6565 FAX. 03-3459-6566

e-mail kikaku@tokyo.brain.go.jp

URL <http://www.tokyo.brain.go.jp/>

©Bio-oriented Technology Research Advancement Institution, 2001



BRAIN 生物系特定産業技術研究推進機構主催

基礎研究推進事業 成果発表会

(平成13年度終了課題)

開催日：2002年3月18日(月)～20日(水)

場 所：東京国際フォーラム (ホールD)

東京都千代田区丸の内3-5-1

入場無料

プログラム

第1日目 3月18日(月)

- 9:50 イネのミュータントパネルを用いた遺伝子機能の系統的解析技術の開発と利用 (農業生物資源研究所 廣近 洋彦)
- 10:50 イネQTLに関する遺伝子ネットワークのゲノム生物学的解明 (農業生物資源研究所 佐々木卓治)
- 11:40 スギのゲノム解析とその高度利用に関する基礎的研究 (森林総合研究所 長坂 壽俊)
- 13:20 ジベレリンの輸送・受容・シグナル伝達機構の解明とその制御技術の開発に関する研究 (東京大学 山口五十磨)
- 14:10 植物性染色体の全構造決定に基づく性制御技術の開発 (京都大学 大山 完爾)
- 15:10 植物における呼吸調節機構の解明とその機能制御 (東京大学 平井 篤志)
- 16:00 エリクターシグナル伝達過程の解析に基づく高度環境適応性作物開発のための基礎研究 (農業生物資源研究所 渋谷 直人)

第2日目 3月19日(火)

- 10:00 植物の情報シグナルによる植物一害虫一天敵三者間の免疫的相互作用 (生態免疫系) に関する基礎研究 (京都大学 高林 純示)
- 10:50 微生物由来の環境保全型害虫防除タンパク質に関する基礎研究 (岡山大学 酒井 裕)
- 11:40 環境微生物の難分解性芳香族化合物分解能の多様性に関する分子生物学・分子生態学的研究 (長岡技術科学大学 福田 雅夫)
- 13:20 新規脱窒菌を用いたN₂O排出抑止型好気脱窒システムの構築と水処理への応用 (東京大学 祥雲 弘文)
- 14:10 モノネガウイルス・レプリコン系の開発と応用 (東京大学 甲斐知恵子)
- 15:10 継代培養細胞を用いた家畜繁殖技術の開発に関する基礎的研究 (近畿大学 角田 幸雄)
- 16:00 消化管機能の分子生物学的解析と計画的食品設計 (東京大学 加藤 久典)

第3日目 3月20日(水)

- 10:00 特異性改変植物レクチンライブラリーの作成と細胞交通プローブとしての利用 (東京大学 入村 達郎)
- 10:50 超単分散性マイクロスフィアを用いた新規な分離場及び反応場の構築に関する基礎的研究 (食品総合研究所 中嶋 光敏)
- 11:40 分子擬態を利用した生物系素材の基礎研究 (東京大学 中村 義一)
- 13:20 食用植物由来の酸化ストレス制御因子に関する基礎的研究 (名古屋大学 大澤 俊彦)
- 14:10 金属タンパク質の界面電子移動制御と生物機能の高度利用 (熊本大学 谷口 功)
- 15:10 絹タンパク質の構造一物性相関の徹底解明と新しい絹繊維等の開発 (東京農工大学 朝倉 哲郎)

お問合せ先：基礎研究課

e-mail kisoken@tokyo.brain.go.jp

TEL:03-3459-6569 FAX:03-3459-6594

URL <http://www.tokyo.brain.go.jp>

鶏の新用途開発

ペット用ニワトリ 「プチッコ」

高知県畜産試験場
吉村 敦氏原図



1：新しく作出されたペット用鶏「プチッコ」。性質温和で家庭や児童施設等で容易に飼育できる小型卵肉兼用種、プチッコの基になった兼用種ロードアイランドレッド種の雌成鶏の体重（約2kg）に比べても半分以下の大きさである。
2：専用のおむつを装着したプチッコ。3：プチッコ専用の飼育ケージ。プチッコの特性、飼養方法等については本誌の地域の先端研究35頁をご覧ください。