

BRAIN

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution

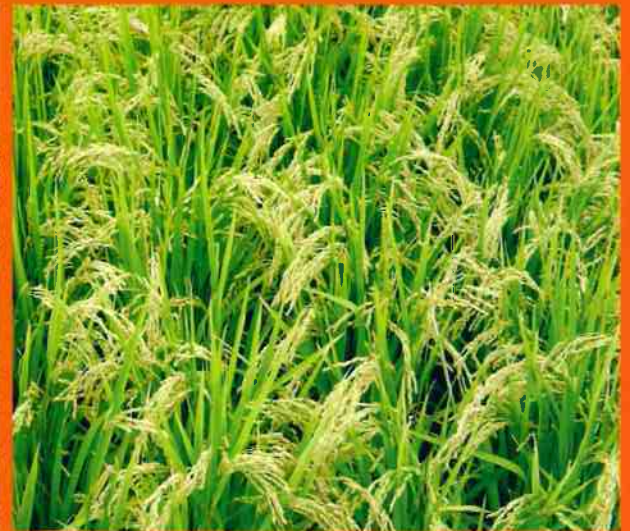
平成15年11月15日発行（隔月1回15日発行）
ISSN 1345-5958

TECHNO NEWS

No.100

15 NOVEMBER, 2003

ブレインテクノニュース



冷害常襲地帯の耐冷性水稻育種

青森県農林総合研究センター 藤坂稲作研究部

坂井 真・須藤 充・神田伸一郎



独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）

目 次

総 説

- 稲における耐冷性の遺伝・育種研究の現状と今後の展望 1
 清水 博之 ([独] 農業・生物系特定産業技術研究機構 北海道農業研究センター)

国内情報

- 穂ばらみ期耐冷性の異なるイネ準同質遺伝子系統を用いたマイクロアレイ解析 5
 佐藤 裕 ([独] 農業・生物系特定産業技術研究機構 北海道農業研究センター)
 スズメバチの攻撃行動を促進する警報フェロモン 9
 小野 正人 (玉川大学 農学部)
 淡水魚類集団の遺伝的構造と有効集団サイズの推定 13
 山本 祥一郎 ([独] 水産総合研究センター 中央水産研究所)

地域の先端研究

- 青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部におけるイネの耐冷性育種 18
 坂井 真・須藤 充・神田 伸一郎 (青森県農林総合研究センター)
 宮城県古川農試におけるイネの耐冷性育種 23
 永野 邦明・千葉 文弥 (宮城県古川農業試験場)
 LAMP法によるトマト黄化葉巻ウイルス検出技術の開発 28
 福田 至朗・吉田 桂子・神戸 三智雄 (愛知県農業総合試験場)
 飼料イネサイレージ用乳酸菌「畜草1号」の開発と普及 32
 吉田 宣夫¹・蔡 義民² (¹埼玉県農林総合研究センター 畜産試験場、
²[独] 農業・生物系特定産業技術研究機構 畜産草地研究所)

文献情報

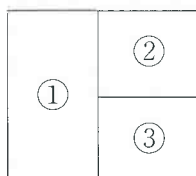
- ケモカインの一種であるインターフェロン γ 誘導蛋白10kDa(IP-10)はIFN- τ により
 産生が刺激され、ヒツジ子宮内膜に免疫担当細胞を供給する 37
 K. Nagaoka et al. (*Biology of Reproduction*, 68, 1413-1421, 2003) 抄訳：下司 雅也
 酵母*S.cerevisiae*における酸性フォスファターゼPHO5の発現制御機構 38
 W. Daniel et al. (*Mol. Cell. Biol.*, 23, 3788-3797, 2003) 抄訳：家藤 治幸
 イネにおける花芽運命決定の制御機構 39
 M. Komatsu et al. (*Development*, 130, 3841-3850, 2003) 抄訳：寿崎 拓哉
 冷凍ヘイクのクオリティ・インデックス・メソッドの開発 40
 A.M. Herrero et al. (*Journal of Food Science*, 68, 1086-1092, 2003) 抄訳：沖田裕司

海外便り

- 材料学研究のメッカ、マサチューセッツ州立大学で一娘と過ごした2年間 41
 秦 珠子 ([独] 農業生物資源研究所)

- 生研機構からのご案内 44

表紙写真説明



写真は、それぞれ ①宮城県古川農業試験場が開発した「恒温深水法」による耐冷性検定圃場、②耐冷性が強い新品種「駒の舞」(障害不稔少)、③比較品種「むつほまれ」(障害不稔多)。写真②③は2003年育成地における立毛状況を示す。その詳細については、地域の先端研究18頁、また、関連の水稲の耐冷性研究については、総説の1頁、国内情報5頁、地域の先端研究23頁の論文をご覧ください。

◀ 総 説 ▶

稲における耐冷性の遺伝・育種研究の現状と今後の展望

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
 北海道農業研究センター 作物開発部 稲育種研究室
 清水 博 之

北海道・東北地方の稲作において冷害は最も大きい被害要因であり、農業だけにとどまらず社会的な問題でもある。そのため古くから冷害防止技術や耐冷性品種開発のための研究が行われてきた。一方、近年のイネゲノム解析研究の進展により、稲耐冷性の遺伝解析が急速に進みつつある。本稿では、これまでの稲耐冷性の遺伝学的研究や品種開発を概観するとともに、今後の展望について述べる。

1. はじめに

北海道・東北地方では、夏期の冷温によりしばしば冷害に見舞われてきた。北海道においては過去120年間に30回（2003年を含む）の冷害が発生し、平均すると4年に1回の割合になっている。

冷害の型は一般に障害型と遅延型に分けられ、両方が併発した場合には併行型または混合型と呼ばれている。

障害型冷害は、幼穂形成期から開花期までの冷温により花粉の発育や受精が不良となり、不稔が生じて減収する冷害である。遅延型冷害は、生育初期から登熟期までの様々な時期の冷温や日照不足によって生育が遅延することによって、最終的に秋の登熟が十分に進まずに減収する冷害である。つまり、減収の要因が不稔であるか登熟不良であるかにより分類されている。

このうち、最も深刻な被害を及ぼすのは、穂ばらみ期の冷温によって引き起こされる不稔である。このため、これまでの研究や品種開発は、主として穂ばらみ期耐冷性を対象としてなされてきた。

2. 耐冷性検定法の進歩

自然条件下においては冷害は毎年生じるもの
 SHIMIZU Hiroyuki
 〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

表1 北海道における冷害年の水稲収量と冷害の型

年次	収量 (kg/10a)	作況指数 (%)	平年収量* (kg/10a)	冷害の型
1884 (明治17)	45	(28)	(161)	遅延型
1888 (21)	105	(63)	(166)	
1889 (22)	71	(42)	(168)	
1893 (26)	127	(74)	(172)	遅延型
1897 (30)	105	(59)	(177)	併行型
1902 (35)	22	(12)	(184)	併行型
1905 (38)	124	(66)	(187)	障害型
1913 (大正 2)	12	(6)	(197)	遅延型
1926 (15)	119	(56)	(212)	併行型
1931 (昭和 6)	84	(38)	(219)	遅延型
1932 (7)	67	(30)	(220)	遅延型
1934 (9)	138	(62)	(223)	障害型
1935 (10)	117	(52)	(224)	遅延型
1941 (16)	117	(51)	(231)	併行型
1945 (20)	105	(44)	(236)	遅延型
1953 (28)	233	81	289	障害型
1954 (29)	177	60	293	遅延型
1956 (31)	150	51	293	併行型
1964 (39)	264	68	389	併行型
1965 (40)	334	86	389	障害型
1966 (41)	283	73	389	障害型
1969 (44)	351	86	406	併行型
1971 (46)	273	66	411	障害型
1976 (51)	361	80	451	遅延型
1980 (55)	385	81	475	障害型
1981 (56)	413	87	477	遅延型
1983 (58)	355	74	482	遅延型
1992 (平成 4)	445	89	502	障害型
1993 (5)	203	40	503	併行型**

農林水産省統計情報部 作物統計より作成

* 1945 (昭和20)年以前のデータは直線回帰より求めた傾向値である。

** 併行型であるが減収の主因は障害型である。

(「北海道の稲作」⁵⁾より引用、改変した。)

ではなく、冷温の程度も年次間で異なる。そのため、耐冷性研究や耐冷性品種開発にとって、耐冷性検定法の確立は重要な問題である。

当初は、移植時期を変えるなどして冷温に遭

遇させる方法が試みられていた。冷水を利用して冷温処理を行ったのは、昭和11（1936）年の青森県農業試験場藤坂支場と北海道上川農業試験場が最初と考えられる。その後、活着後から登熟初期まで冷水処理を行う長期冷水掛け流し法や、幼穂形成期から出穂揃すぎまでの生殖成長期間のみに冷水処理を行う中期冷水灌漑法が行われた。さらに、処理水深を深くした短期深水冷水処理法が提案された。

このような経過を経て、宮城県古川農業試験場では恒温深水灌漑法を確立した¹⁾。この方法は水温を一定にして深水状態で循環させるもので、大量検定が正確で省力的に行える。そのため、現在でも多くの農業試験場で用いられており、耐冷性品種の育成や耐冷性の研究に大きく貢献している。

3. 耐冷性品種の開発

ここでは北海道を例として、耐冷性品種開発の歴史について述べる。

北海道中央部での稲作は明治6（1873）年の「赤毛」に始まるとされる。「赤毛」は早生で耐冷性が強く、道央の気候に適応したため広く普及した。後に「赤毛」から「坊主」が選抜され、「坊主」から「坊主2号」,「坊主5号」,「坊主6号」が分離された。さらに「坊主」を親にした交配によって極早生の「走坊主」が育成され、限界地帯への稲作の北進に大きく寄与した。

これらの品種の耐冷性は強かったが、品質に問題があった。また収量性の向上も求められた。そこで、諸特性の改良のために北海道外の品種との交配が行われた。その結果、昭和10（1935）

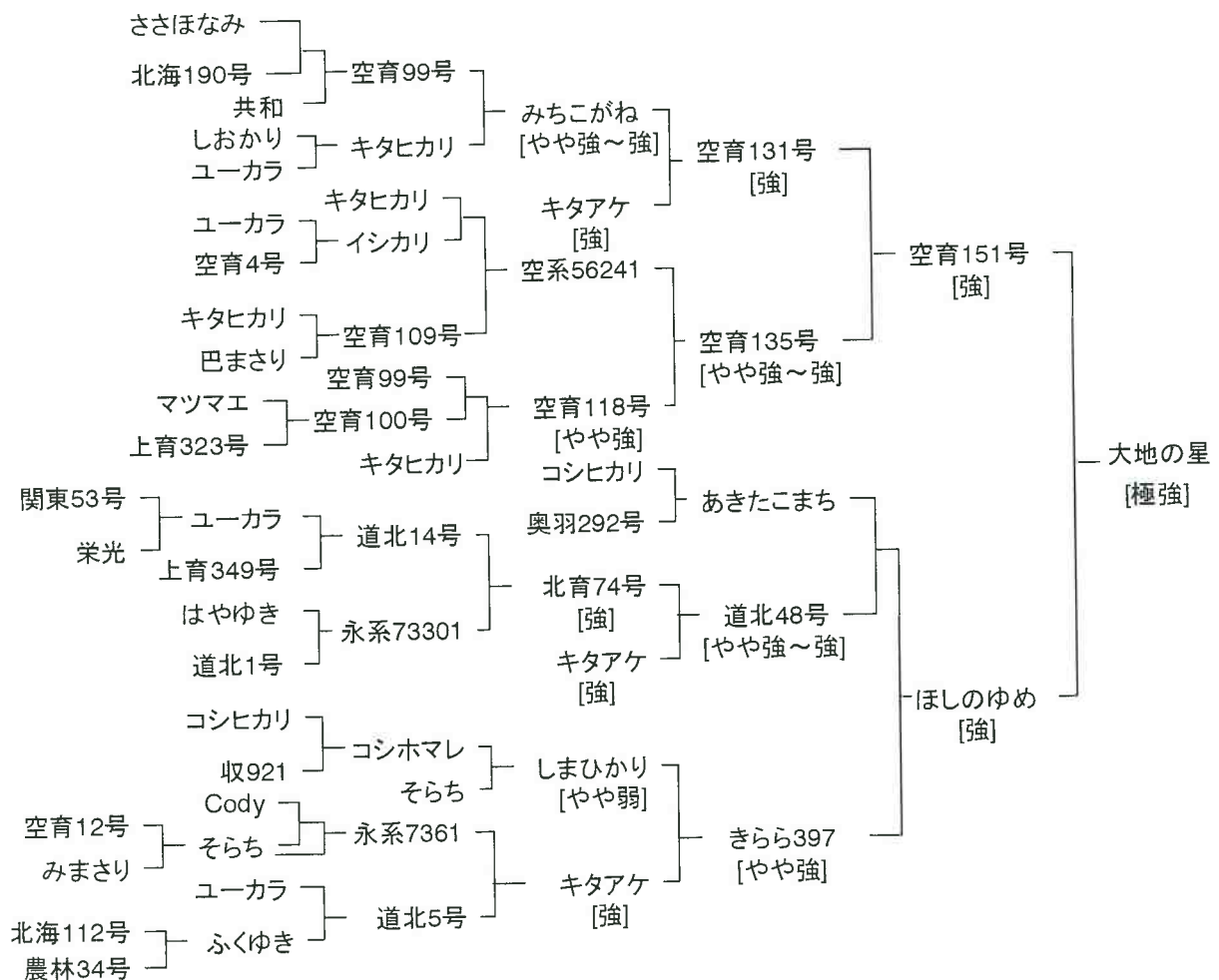


図1 耐冷性極強品種「大地の星」の系譜図
 (図中、品種名の下に【 】内は耐冷性の評価を示す。)

年に良質、強稈、多収の「富国」が育成されたが、耐冷性は“弱”であった。「富国」の後に基幹品種となった「農林20号」も良質・良食味であったが、耐冷性は“やや弱”であった。「栄光」, 「新雪」, 「しおかり」, 「イシカリ」, 「キタヒカリ」と基幹品種は変遷し、収量、品質が向上していった。しかし、いずれも耐冷性は“やや強”程度であった。その後耐冷性が“強”で、当時としては良食味の「ゆきひかり」が育成された。この品種により、永年達成しえなかった「耐冷性強にして良食味」の品種が実現したとされた²⁾。このように、北海道の品種開発は、品質やいもち病耐病性、収量性などの実用形質の改良を図りつつ、耐冷性を少しずつ向上させてきたといえる。現在では、府県の極良食味米に匹敵する食味特性と高いレベルの耐冷性を併せ持った「ほしのゆめ」が育成されるに至っている。耐冷性“極強”の品種としては、「はやゆき」, 「初雫」, 「大地の星」があるが、これらは既存品種の耐冷性の集積によるものと考えられている。

一方、外国稲から耐冷性を導入しようという試みも行われてきた。IRRIおよび日本での耐冷性検定の結果、「Silewah」, 「Padi Labou Alumbis」, 「Thangone」など強い耐冷性をもつ品種が見いだされた。北海道農試ではこれらの品種を用いて中間母本の育成を行った。「Silewah」からは「水稻中間母本農8号」, 「Padi Labou Alumbis」からは「水稻中間母本農11号」が育成され登録されている。これらの耐冷性は「はやゆき」を上回るものである。耐冷性極強の外国品種やそれら品種由来の耐冷性中間母本は北海道、東北の両地域で育種母本として利用されているが、その耐冷性を導入した実用品種は未だ育成されていない。

4. 耐冷性の遺伝研究

穂ばらみ期耐冷性の遺伝機構の解明を意図した研究は、酒井⁴⁾の研究に始まる。これは障害型不稔の発生時に観察される葯のタペート肥大

に着目して遺伝解析を行ったものである。その後も標識遺伝子系統などを用いて、耐冷性関与遺伝子の数や連鎖群の推定が行われてきた。これらの研究による推定関与遺伝子数は様々である。いずれにしても遺伝子の同定には至らなかった。

近年、DNAマーカー研究の進展により、目的形質を連鎖地図上に正確に位置づけることが可能になってきた。現在、穂ばらみ期耐冷性に関しては、北海道農業研究センター、青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部、宮城県古川農業試験場などで研究が行われている。国内外の種々の品種由来の耐冷性について研究が行われた結果、第3, 4, 6, 7, 8, 11染色体などに関与遺伝子の存在が確認されている。この中には、より研究が進み遺伝子の単離が進められているものもある。

5. 耐冷性研究と耐冷性品種開発の今後

生理学的研究を基に、佐竹ら⁶⁾は受精構成要素（分化小胞子数、発育花粉歩合、受粉歩合、柱頭上花粉の受精効率）の概念を提唱し、耐冷性が強い品種間で各要素の寄与率に違いがあることが報告された。一方、これまでに様々な品種を用いたQTL解析により複数の耐冷性関与領域が検出されている。また、同一品種から関与遺伝子が複数検出される場合も多い。このような現状を踏まえ、今後は各QTLが耐冷性の発現においてどのような役割を果たしているのか（受精構成要素との対応）を明らかにすることが重要となろう。DNAマーカーを用いた研究では「中間母本農8号」の例³⁾に見られるように、染色体上の極近傍に位置する2つの遺伝子座を分離して検出することも可能である。また、染色体全体にわたる遺伝子型の確定ができるため、同質遺伝子系統の作成にもDNAマーカーは大変有力なツールとなる。作成した同質遺伝子系統は、各遺伝子効果の詳細な解析に利用できる他、生理学的研究の材料ともなりうる。

これまで、近縁の日本型品種間では解析に使

えるDNAマーカーの数が十分でなく、日本型品種間のQTL解析や品種開発への応用の場面で制限を受ける場合が多かった。現在、日本型品種間で多型を示すSSRマーカーやSNPマーカーなどの開発が進んでいる。そうしたマーカーの充実により、実際の品種開発にDNAマーカーを利用する機会は増すと考えられる。また、これまで耐冷性遺伝子の集積として考えられてきた現象を解明することも夢ではない。

いくつかの農業関連形質では、詳細なマップ情報を基にした遺伝子の単離はすでに実現し、耐冷性に関してもそうした研究が進められている。また、近年は、マイクロアレイ技術などの遺伝子機能解析研究の進展により、遺伝子発現の側から耐冷性や低温反応性にアプローチすることも行われている。これらの成果を基にして、耐冷性という形質の本質を解明するとともに、遺伝子組換え技術を用いた高度耐冷性品種の開発も期待される。

5. おわりに

耐冷性は北海道、東北地域では最も重要な育種目標であったため、古くから耐冷性品種の育成が行われてきた。しかし、これまでは耐冷性

遺伝子そのものを意識して育種を進めることは困難であった。最近のDNAマーカー研究の進展により、今では量的形質の遺伝解析が高精度で出来るようになった他、品種開発への応用も可能になっている。イネゲノム解析研究の成果による有力な武器を手に入れた今、稲の耐冷性という形質の全体像を詳細に解明し、その研究成果を優良な高度耐冷性品種の開発に結びつけるという目標に近づいたといえる。

文 献

- 1) 松永ら (1983), 育雑, 33(別1), 144-145
- 2) 沼尾 (1995), 農業および園芸, 70(4), 445-450
- 3) Saito K. (2001), Theor Appl Genet, 103, 862-868
- 4) 酒井 (1949), 北海道農業試験場報告, 43, 1-46
- 5) 佐竹徹夫 (1994), 北海道の稲作 (石塚喜明), 水稻の冷害, 財団法人北農会, 北海道
- 6) Satake, T. et al (1992), Jpn. J. Crop Sci., 61(3), 454-462

◀国内情報▶

穂ばらみ期耐冷性の異なるイネ準同質遺伝子系統 を用いたマイクロアレイ解析

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 北海道農業研究センター
佐藤 裕

イネの耐冷性弱品種に耐冷性極強品種由来の穂ばらみ期耐冷性遺伝子を反復戻し交配により導入した準同質遺伝子系統を用いて、マイクロアレイ解析を行った。耐冷性弱系統は低温ストレスに应答した遺伝子発現を顕著に示すのに対し、耐冷性強系統は、あたかも低温ストレスを受けていないかのような遺伝子発現を示した。一方で、低温処理初期に耐冷性強系統に特有の発現パターンを示す遺伝子が見出され、耐冷性との関与が示唆された。

1. はじめに

平均して4年に1度の頻度で冷害が発生する北海道の稲作において、イネの穂ばらみ期耐冷性の向上は、一貫して最も重要な課題である。これまでの遺伝学的解析から、イネの穂ばらみ期耐冷性に関与する遺伝子は4つ以上あると推定されているが、未だに同定・単離されていない。そこで、本研究では、耐冷性弱の「豊光」に耐冷性極強の「はやゆき」由来の穂ばらみ期耐冷性遺伝子を導入した準同質遺伝子系統を用いたマイクロアレイ解析により、穂ばらみ期耐冷性に関与する遺伝子の同定・単離を試みた。

2. イネの穂ばらみ期耐冷性

イネの冷害は、障害型冷害と遅延型冷害とに大別されるが、大きな被害をもたらすことが多いのは障害型冷害である。その原因は花粉不稔による稔実歩合の低下であり、花粉不稔は、穂ばらみ期のある特定の時期（小孢子初期）に低温に遭遇して、正常な花粉が作られなくなったときに生じる³⁾。この時期に低温に遭遇しても不稔になりにくい品種となりやすい品種とがあり、その品種間差異をもたらす遺伝子は、従来の遺伝学的解析により4つ以上あると推定されている¹⁾。また、近年のQTL解析及び遺伝子地

SATO Yutaka

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

図法によって染色体上のおおよその位置が決定されているものもあるが、未だに単離されていない²⁾。

3. イネ cDNA マイクロアレイ

cDNA マイクロアレイとは、数千～数万種類のcDNAをスライドガラス板の上に貼り付けたもので、これを用いれば、一度の解析で膨大な量の遺伝子発現データを得ることができる。この方法により、例えば、穂ばらみ期のイネが低温に晒された場合、耐冷性の強い品種と弱い品種との間で、遺伝子発現がどのように違っているのかを網羅的に調べることができ、耐冷性発現に関与する候補遺伝子を絞り込むこともできる。本研究では、独立行政法人生物資源研究所の菊池らが「遺伝子発現モニタリング手法を用いたイネ・ゲノム有用遺伝子の機能解明」プロジェクト（1999～2002）の中で構築した8987 cDNA マイクロアレイを用いて解析を行った。

4. 穂ばらみ期耐冷性の異なる準同質遺伝子系統

解析には、耐冷性弱の「豊光」に耐冷性極強の「はやゆき」由来の穂ばらみ期耐冷性遺伝子を導入した準同質遺伝子系統NIL510-2と「豊光」を用いた。NIL510-2は、「はやゆき」に「豊光」を5回反復戻し交配した後、5回自殖して固定

した系統である。戻し交配の際には、耐冷性の強い個体を選んで交配しており、NIL510-2の穂ばらみ期耐冷性は、供与親の「はやゆき」並みに強い。計算上は、NIL510-2の全ゲノムの96.9%が「豊光」に由来し、残りの3.1%の中に「はやゆき」由来の穂ばらみ期耐冷性遺伝子が含まれていることになる。

5. 低温に最も感受性の高い小胞子初期の穎花からのRNAの単離

穂ばらみ期耐冷性強の準同質遺伝子系統NIL510-2と穂ばらみ期耐冷性弱の反復親「豊光」を5000分の1アールポットに播種し（円形20粒播種法）、昼25℃、夜19℃のファイトトロンで栽培し、以下の実験に供試した。

1) 穂ばらみ期耐冷性の検定：出穂前16～8日に相当する個体の葉耳間長を測定した後、12℃で4日間冷温処理し、稔実歩合を調査した。その結果、12℃4日間処理区では、「豊光」及び「510-2」のいずれについても、冷温処理中心日が出穂11日前に相当する個体で最も稔実歩合が低下することが明らかとなった（図1）。特に「豊光」の稔実歩合の低下が著しく、NIL

510-2との間で、明確な耐冷性の差異が確認された。

2) 小胞子初期の花粉を持つ穎花からのRNAの単離：冷温処理開始時の葉耳間長及び冷温処

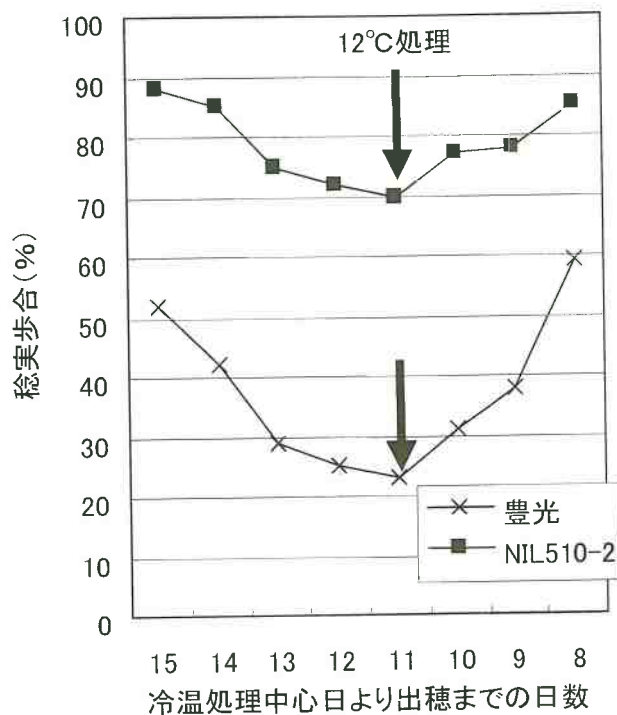


図1 豊光及びNIL510-2の穂ばらみ期耐冷性
矢印：出穂11日前の穎花からRNAを抽出した。

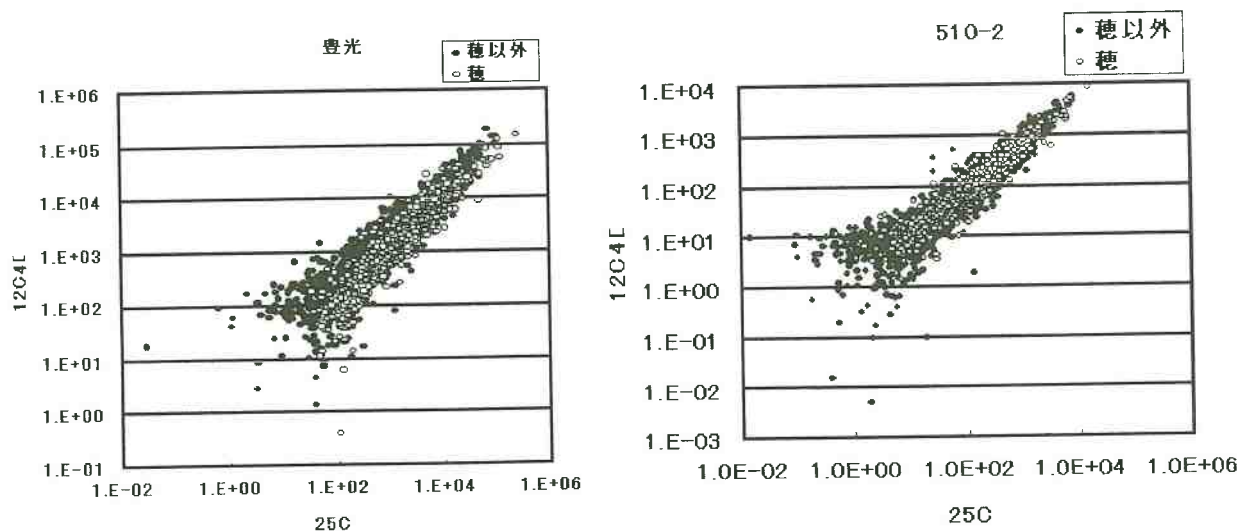


図2 豊光及びNIL510-2の12℃4日処理区と対照区の小胞子初期穎花における遺伝子の発現
豊光では低温によって幼穂形成に関わる遺伝子群の発現が抑制されているか、あるいは、それ以外の遺伝子群の発現が誘導されている。

理中心日より出穂までの日数と、稔実歩合の低下との関係を調べたところ、出穂11日前の葉耳間長は、いずれの品種・系統においても-45~-38mmであった。この時期の幼穂長は、110~121mm、特定穎花長は6.1~6.5mmであり、同穎花の花粉の発達ステージは小孢子初期であることが確認された。そこで、この葉耳間長に達した個体を12℃ 4日間あるいは1日処理し、長さ100~120mmの幼穂を採取して凍結保存し、5.5~6.5mmの穎花のみを選んでRNAの抽出を行った。対照区(25-19℃)についても、同様に5.5~6.5mmの穎花のみを選んでFast RNA-kitを用いてRNAの抽出を行い、RNeasyで精製した。

6. マイクロアレイ解析

上記精製RNAを用いてマイクロアレイ解析を行い、耐冷性強の系統で特異的に発現する低温応答遺伝子群の同定を試みた。

小孢子初期の穎花の12℃ 4日処理区における遺伝子発現をNIL510-2と豊光との間で比較したところ、NIL510-2では、豊光よりも幼穂由来のcDMAが多く発現しており、豊光では、カルス由来のcDNAが多く発現していた(図2, 表1)。カルス由来のcDNAには、ストレス応答に関連するcDNAが数多く含まれていることから、耐冷性弱の豊光が低温ストレスを強く受けてストレスに反応した遺伝子発現が誘導されていると考えられる。これに対し、耐冷性強のNIL510-2は、ストレス応答よりも、幼穂形成の遺伝子発現を維持する傾向が強いと推察される。しかしながら、NIL510-2においても、ストレス応答に関連するcDNAの発現も認められ、この中には、幼穂形成の遺伝子発現の維持を可能とするような低温ストレス耐性をもたらしている遺伝子が含まれている可能性がある。そこで、12℃ 1日処理区と対照区(25-19℃)との比較を行ったところ、耐冷性の強い系統でのみ低温下で発現量が10倍以上も増えるクローンが見出された(図3)。このクローンは、

表1 他方より2倍以上の発現量を示した由来組織別クローン数

由来組織	NIL510-2	豊光
幼穂	89	17
葉	7	60
根	23	13
苗条	6	0
種子	0	1
カルス	7	70

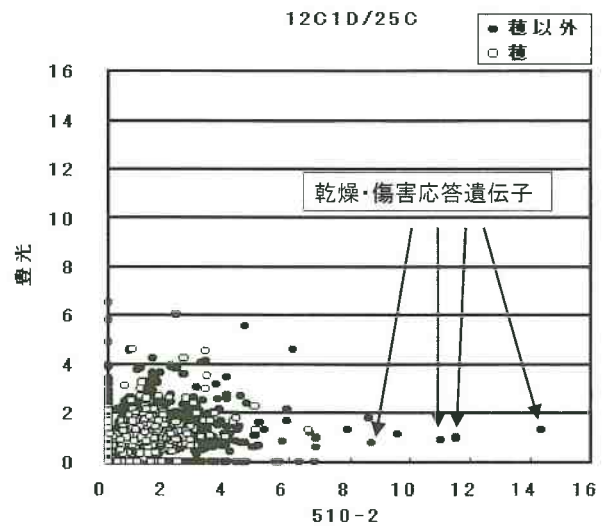


図3 12℃ 1日処理によって、510-2で特異的に発現誘導されるcDNAクローン

12℃ 4日処理区では無処理区と同レベルにまで発現量が減少する。現在、このクローンの全長cDNAを単離し、「豊光」で過剰発現あるいはアンチセンス法により発現を抑制した形質転換体を作成し、その耐冷性の変化を解析して遺伝子の機能を解明するための試験を実施しているところである。

7. おわりに

以上のように、耐冷性の弱い系統は低温ストレスに反応した遺伝子発現を顕著に示すのに対

し、耐冷性の強い系統は、あたかも低温ストレスを受けていないかのような遺伝子発現をしているように見える。しかしながら、12℃ 1日処理区と対照区との比較により、耐冷性強の系統に特有の発現パターンを示す遺伝子が見出されたことから、この遺伝子が、低温下でも幼穂形成の遺伝子発現の維持を可能とするような耐性をもたらししている可能性がある。この遺伝子の過剰発現及び発現を抑制した形質転換イネは既にT1種子が採種されており、2年以内には固定系統の穂ばらみ期耐冷性を調べることができる。

本研究は農林水産省イネ・ゲノムプロジェクト (MA-2126) の補助のもとで行った。

文 献

- 1) Futsuhara, Y. and K. Toriyama (1966), Japan J. Breed., 6, 19-30
- 2) Saito, K. et al (2001), Theor. Appl. Genet., 103, 862-868
- 3) Satake, T. and H. Hayase (1970), Proc. Crop Sci. Soc. Japan, 39, 468-473



ブレインテクノニュース

バックナンバーのご案内

第99号

2003年9月30日発行

総 説

健康機能性を付与した遺伝子組換えイネの研究開発の現状
.....高岩文雄

国内情報

スギ花粉症に効果のあるペプチド含有米の開発
.....高木英典・高岩文雄

血糖コントロール作用を持つペプチド含有米の開発
.....城森孝仁・小原由香里・田下 聡・林 裕二

ウシ卵母細胞を受精可能な卵子まで効率よく長期培養する技術の開発
.....平尾雄二

麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻*Alexandrium*シストの休眠・発芽生理の解明
.....山口峰生・板倉 茂

ピロキノリンキノンを補酵素として利用する哺乳類の酵素の発見.....加藤忠史・笠原和起

スギ採種圃の遺伝子流動の実態把握と最適採種圃の提案
.....津村義彦・谷 尚樹・森口喜成・平 英彰

DNAブック-イネの遺伝子資源 (完全長cDNAクローン) 頒布の可能性-.....河合 勉・林崎良英

自動直進田植機の開発.....松尾陽介

文献情報

遺伝子が同一な母ウマからの体細胞クローン仔ウマの誕生
.....(抄訳：下司雅也)

鉛の腸管吸収と組織蓄積におけるラムノガラクトソナン-II 量体の影響.....(抄訳：松浦啓一)

早すぎた死.....(抄訳：岩井純夫)

循環器疾患の予防を目的とした抗酸化ビタミンの使用
.....(抄訳：神野修次)

海外便り

ストレス応答機構の細胞周期への影響
-バタースン癌研究所での1年間-.....濱松潮香

◀国内情報▶

スズメバチの攻撃行動を促進する警報フェロモン

玉川大学 農学部昆虫機能利用学研究分野 学術研究所ミツバチ科学研究施設

小 野 正 人

1匹の女王蜂を中心とした血縁集団（コロニー）を生存の単位とし、高度な社会生活を営むスズメバチ類に進化した化学物質を媒体としたコミュニケーション・システムの解析は、基礎と応用の両面から意義がある。雌でありながら直接子孫を残さず、巣内で育てられる同祖遺伝子の共有個体を守る表現型をもつワーカーが、統制のとれた防衛行動をしめす際のキーとなる情報化学物質、すなわち警報フェロモンの実態が明らかにされた。

1. はじめに

スズメバチ類は、系統的には昆虫綱(Insecta)の30以上にも分岐した目(Order)の中で、いわゆるアリとハチから構成される膜翅(ハチ)目(Hymenoptera)という13万種以上を含むグループに属している。その巨大なグループの中にあって、彼らは女王とその娘たち(ワーカー)からなる血縁集団で成り立つコロニーを生活の基本単位とする特異な生態をもつ少数派の「真社会性ハチ類」として威光を放っている¹⁾。日本における代表格は、スズメバチ、アシナガバチ、ミツバチ、マルハナバチといった総称をもつ蜂たちである。スズメバチ属(*Vespa*)の大型種は世界に20種あまり知られているが、日本列島にはそのうちの7種が分布している²⁾。いずれのスズメバチも、自然界において強いインパクトをもつ捕食者として生態系のバランスを保つキーストーン的な重役を演じている。しかしながら、彼らのもつ毒針を駆使した高い防衛能力が、一たびヒトに向けられると日本だけでも1984年の73名を筆頭に、毎年20名以上の方の命が失われるという深刻な社会問題につながる。我々は、スズメバチの刺害回避策の開発につながり、生物多様性保持の一翼を担う彼らとの共存の道を見出す可能性を秘めた、巣の周辺における彼らの警戒情報の伝達システム

ONO Masato

〒194-8610 東京都町田市玉川学園6-1-1

解明を進めている最中、巣の外で門番ワーカーから噴射される毒液中に、敵の襲来を他個体へ知らせる揮発性化合物が存在することを発見した。

2. スズメバチの防衛行動と毒液の機能

刺す昆虫類の代名詞的存在であるブユやカは、哺乳類を刺して血液を吸うことが産卵にとって重要な意味をもつが、スズメバチの場合はそれと全く事情が異なる。あくまでコロニーレベルでの防衛手段として、毒針を使う彼らはむしろ生産コストの高い毒液を使わないで済めばそれにこしたことはないのである。

4月下旬から5月初旬にかけて越冬を終えた1匹の女王蜂によって巣作りが開始され、約1ヶ月の単独営巣期を経て、最初のワーカーが羽化するとコロニーの成長速度は急速に早まる。そして、8月、9月を迎える頃にはひとつの巣が、数百匹の成虫とその何倍かの幼虫、蛹で構成される「超個体: super organism」となる。その頃になると巣内では、数百匹にも及ぶ次世代の新女王や雄といった遺伝子の担い手すなわち生殖個体の成育が始まり、ワーカーの警戒は、生活史の中でもっとも厳しくなる。大きなオオスズメバチやキイロスズメバチの巣では、我々が巣に5mくらいまで近づいただけで、ガードにあたる2, 3匹の門番が、身の回りをまわり着くように飛び、大顎を咬み合わせて「カチ

カチ」音を立てて警告信号を送ってくるのである。そのとき、ゆっくりと巣から離れれば事なきを得るのであるが、驚いてそれらの蜂を手で払いのけるような急激な動作をして刺激を与えると、目にも止まらぬ速さで飛び掛り、毒針を突き立て、また毒液を吹きかけてくる。そのターゲットは、黒くて反射する部分に集中しており、我々の急所とも言える頭部や目が狙われるのである。同時に巣内にいる多くのワーカーがスクランブルをかけて突進してくるので、あたり一面はおびたしい蜂で騒然となり、深刻な事態を巻き起こす。

スズメバチの毒液の成分に関しては、その激しい痛み、腫れ、患部組織の破壊、あるいは蜂毒アレルギー、アナフィラキシーショックという観点から多くの研究者によって調べられ、タンパク質を破壊するフォスホリパーゼA₂を代表する酵素類、マストパランのようなペプチ

ド、ヒスタミンやセロトニンを代表するアミン類などが、カクテルのように混合されたものであることが明らかにされている³⁾。それらの蜂毒成分は、その標的がスズメバチの天敵としての我々哺乳類であることを強く示唆するものである。

以上の成分は通常では気体になりにくい高分子物質であり、生体に注入されたときに大きなダメージをもたらすものである。その一方で我々は、スズメバチの巣の周囲での防衛行動の詳細な観察より、この毒液に敵の襲来を仲間に伝達するための機能があることを認めたのである。そのような情報化学物質は、敵を発見した個体から空气中に発散され、気体となって素早く巣内の多くの仲間に危険の襲来を知らせる重要な機能を担うという点で揮発性の低分子化合物である可能性が高い。そこで、溶媒などを使用せずにダイレクトに毒液中から揮発する

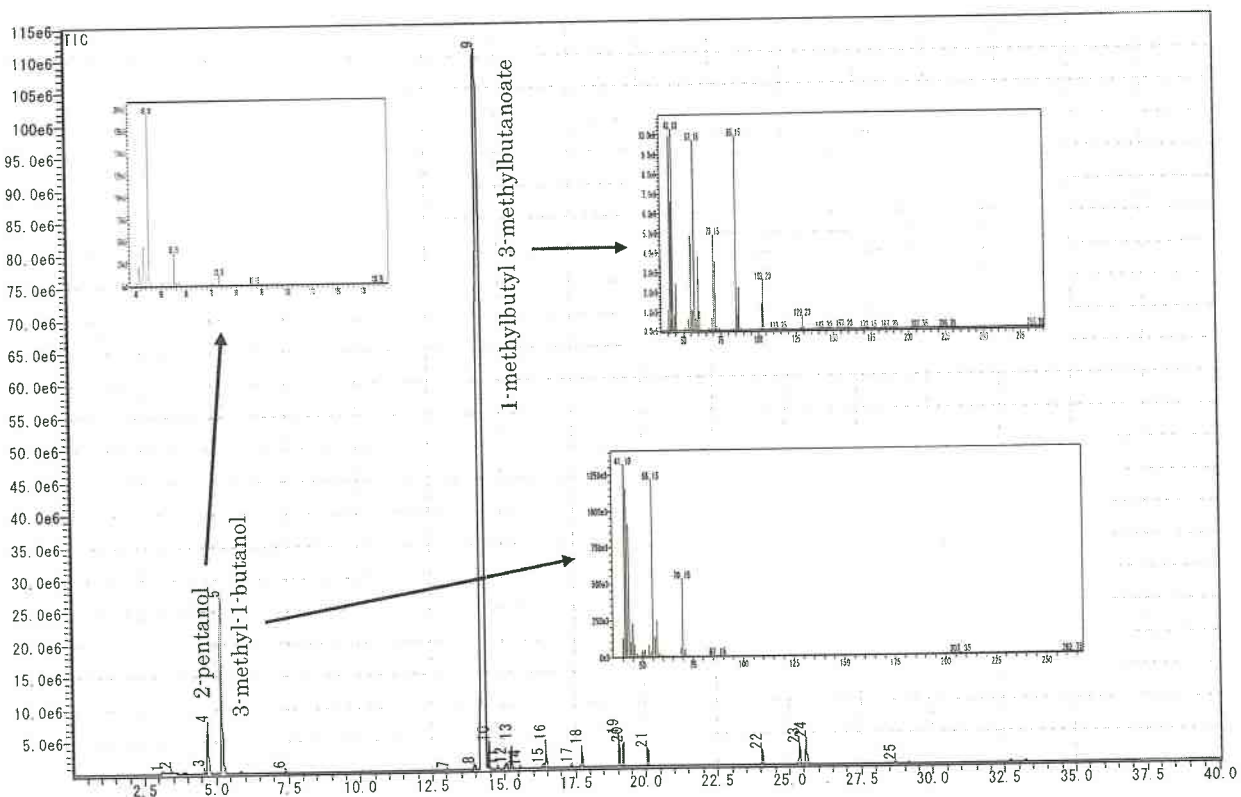
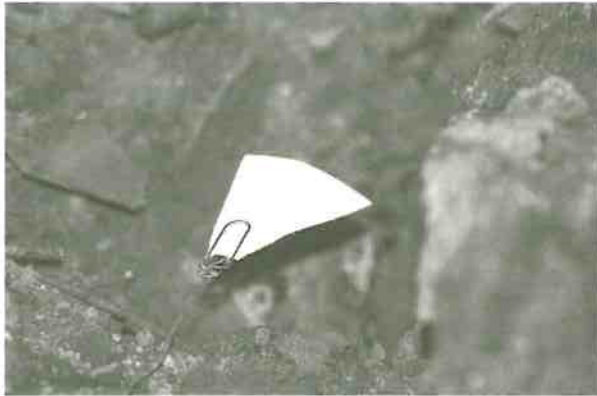
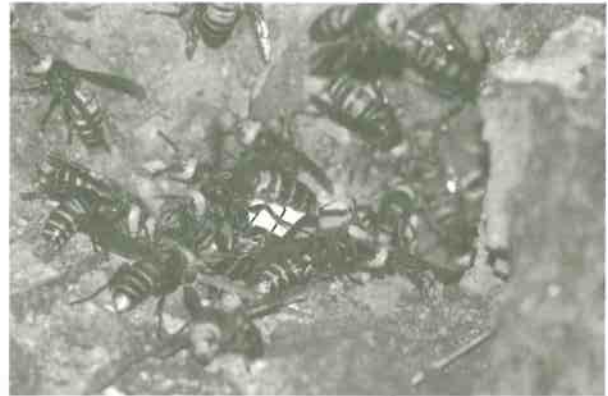


図1 オオスズメバチ蜂毒から検出された揮発性化合物

2-pentanolと1-methylbutyl 3-methylbutanoate（イソ吉草酸1-メチルブチル）には (R) と (S) が含まれていた。



a



b

図2 オオスズメバチ警報フェロモンの生物検定

- a：蜂毒から検出された揮発性化合物の合成品の希釈溶媒としたジエチルエーテルをろ紙片に染み込ませて巣門に近づけても無反応。
 b：3種類の化合物のブレンドを処理して同様に近づけると多数のワーカーが巢内から噴き出すように現れた。

成分を分析できる固相マイクロ抽出法 (Solid-phase Micro-Extraction: SPME, スペルコ社) を適用して、オオスズメバチを始めとする日本産全種のスズメバチ属の毒液中に含まれる揮発性の警報フェロモン成分の分離、同定、合成、生物検定を行った。

3. 蜂毒から立ち上る複数成分系の警報フェロモン

最初に取り組んだのは世界最大のスズメバチ種で、死傷例も多いオオスズメバチの警報フェロモンの解明である⁴⁾。ワーカー3匹分の蜂毒から揮発する成分をSPMEで捕えてガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC/MS, 島津製作所 GC/MS-QP5050A) で分析すると20以上のピークが検出された。それらのうちの主要な3ピークの成分を合成品との照合により、各々2-pentanol, 3-methyl-1-butanol, 1-methylbutyl 3-methylbutanoateと同定した (図1)。また、2-pentanolと1-methylbutyl 3-methylbutanoateに関しては、キラルカラムにより、蜂毒中にR体とS体の鏡像異性体が同在することを確認した

上で、各々の合成を行い合計5種類の物質を組み合わせたサンプルを用いて警報フェロモン活性の生物検定を行った。ジエチルエーテルで希釈した約1匹当量分の化合物をろ紙に処理して、野生のオオスズメバチの巣門に近づけ、巢内から噴き出してくるワーカー数を見る検定を行った結果、2-pentanolを活性の主体とするものの3-methyl-1-butanolと1-methylbutyl 3-methylbutanoateの3種の物質が混合された時に、1匹分の毒液に対するものと同程度の強い警報フェロモン活性をもたらすことが明らかにされた (図2)。

日本に分布している他の6種のスズメバチの蜂毒中に含まれる揮発性化合物の分析結果とそれらの生物検定の結果は未発表であるが、オオスズメバチと同様にアルコール、エステル、あるいはケトンなどの成分が同定されている。それらの中には、2-nonanol, Acetophenone, Isoamyl isovalerate, Citronellyl acetateなど私たちの生活に身近な化合物も含まれている。しかしながら、現在までのところ彼らの警報フェロモンは単独の化合物ではなく、複数成分系と考えられる点、例え相乗作用をもたらす化

物のブレンドになっても巣の近くでのみ警報フェロモンとしての活性をもつ点，などから過剰に神経質になる心配は無いものといえよう。一方，類縁化合物との構造活性相関の可能性も考えると，それらの結果は，スズメバチの巣に近づく可能性のある際には，香りの強いものを身に付けることに対して十分用心した方が無難であることを強く示唆していると思われる。

4. 今後の展望

採餌戦略，防衛戦略，生殖戦略には，それらに強い自然淘汰圧が作用するという点で，純粋な生物学的側面からとても興味深い生命現象が展開されている⁵⁾。本稿では，スズメバチの防衛戦略において，ワーカー間の情報伝達に使用されている揮発性化合物の紹介を行った。それらの化合物の中には，化合物間の組み合わせが変わったり，巣の近くか離れた場所かなどによって，警戒信号になったり，餌場を仲間に知らせる機能をもったり，餌場そのものを認知するカイロモンとなるなど状況によって，全く異なる意味をもってくるものもある⁶⁾。その様子は，まるでアルファベットの組み合わせで意味が変わってくる我々の言葉とよく似ている。彼らの触角から情報として入力された化学物質の信号が，どのようにしてその時々状況に応じた適応的な行動として発現されてくるのかという点に関する研究の展開は，昆虫類の「マイクロ・

ブレイン」内における情報処理のメカニズムの解明とあいまって今後の大きな課題といえ，私たちの研究室では21世紀COEプロジェクトの中核課題として研究を展開している。

多くの害虫を捕食してくれる益虫としての側面ももち，地球上で共生していくことを探らなければならないスズメバチの行動を制御している情報化学物質の研究，いわば「スズメバチ語の解読作業」は，もちろん応用的にも大変重要であろう。なぜなら，それらの研究の進展は，我々が文明社会の中で生活していく上で，いかにしてスズメバチの毒針を回避するかという問題に対して，きわめて具体的な対応策を示唆してくれる実用的な観点からの貢献も大いに期待されているからである⁷⁾。

文 献

- 1) 小野正人 (1997), スズメバチの科学, 海遊舎, 東京, 175.
- 2) 松浦誠ら (1984), スズメバチ類の比較行動学, 北海道大学図書刊行会, 札幌, 428.
- 3) 中嶋暉躬 (1983), ミツバチ科学4, 9-14.
- 4) Ono, M. *et al.* (2003), *Nature*, 424 (6949), 637-638.
- 5) Ono, M. *et al.* (1995), *Nature*, 377 (6547), 334-336.
- 6) 小野正人ら (2003), 特開2003-221302.
- 7) 小野正人 (2003), 現代化学391: 28-34.

◀国内情報▶

淡水魚類集団の遺伝的構造と有効集団サイズの推定

独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所

山本 祥一郎

遺伝的多様性は、環境の変化に対する生物の適応力を決定し、一度失われると再生が困難なことから保全の対象として重視されている。自然集団の遺伝的構造や遺伝的多様性についての理解を深めるには、これまでの集団遺伝学の成果や経験を生かして実際的にデータの集積をはかることが必要である。近年、分子生物学の発展により、野生生物集団がもつ遺伝的変異や遺伝的分化の程度を定量的に評価することが可能となった。ここでは、マイクロサテライト遺伝子（SSR反復配列）を利用して、ダム建設により隔離されたイワナ集団の遺伝的変異量を調べ、さらにそれらのデータを利用して保全生物学の重要な単位である有効集団サイズ（ N_e ）を推定する。

1. はじめに

遺伝的多様性の維持、存続に関わる問題は、種や集団の保全を考える上で取り組むべき最も重要な課題の一つである。遺伝的多様性が低下した集団では、変動する環境への適応が困難となり、また近親交配を通じて近交弱勢が促進されその集団にマイナスの影響が及ぶことが知られている。

集団遺伝学は、集団の遺伝子頻度が突然変異率、移住率、淘汰圧、集団の有効な大きさによって、どのような分布が期待できるか、あるいは時間の変化にともなってどのような変動パターンを示すのかを確率的に予測する学問である¹⁾。それぞれのパラメータ、およびその結果としての集団の遺伝的構造は、種や集団がもつ生態的パラメータやその集団が経験してきた歴史的背景、生息域の空間構造などを反映している²⁾。したがって、問題とされる集団の遺伝的変異を実際的に調べることは、対象とする生物の生態的特徴や進化プロセスの解明のみならず、種や集団の保全に関わる施策を講じる上でも重要な指針を与えることが期待される。近年、分子生物学の発展により、野生生物集団がもつ遺伝的変異や集団間にみられる遺伝的分化の程度

YAMAMOTO Shoichiro

〒386-0031 長野県上田市小牧1088

を定量的に評価することが可能となった。本稿では、サケ科魚類を対象に集団の遺伝的構造がどのような要因によって規定されているのか、また人為的な環境の変化によって集団の遺伝子組成がどのように変化するのか、さらに遺伝的多様性の変化によって集団にどのような悪影響が及ぶのか等について検討する。

2. 集団間の遺伝的分化

集団の遺伝的構造は、一般に集団間の移動と分散（遺伝的交流）の程度に因るところが大きい。集団間の交流は、遺伝子頻度について差があればこれを打ち消し、均質化する作用をもっている。逆に、交流個体が少ないと集団間の遺伝的分化がすすむ。この関係を定量的に調べるためには、集団間の空間構造について幾つかの簡単な集団遺伝モデルを考えると理解しやすい^{1, 2)}。集団間の遺伝的分化は、世代あたりの集団間の移住個体数という単位（ Nem ）で表すことができる。ここで N_e は集団の有効サイズ、 m は世代間あたりの移住率を示している。例えば、移住と遺伝的浮動が平衡状態にあり、 k 個の集団間で毎世代 Nem/k の個体がランダムに交流する場合、集団間の遺伝的分化は近似的に次式で与えられる¹⁾。

$$F_{st} = 1 / (4Nem + 1)$$

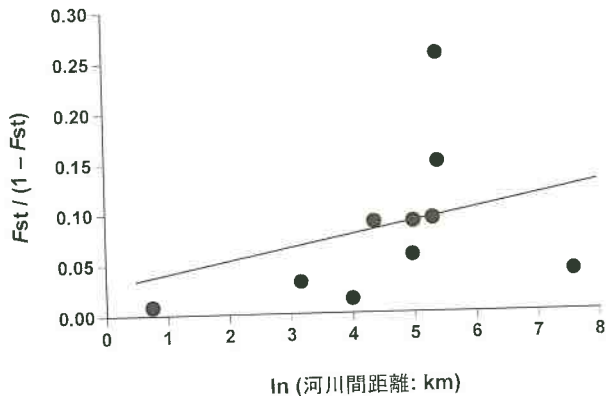


図1 イワナ集団間の遺伝的分化と地理的距離との関係

北海道道南地方の5河川からイワナ約50個体を採集し、マイクロサテライト遺伝子(SSR反復配列)3遺伝子座(Sfo-12, u-85, Ssa-197)によって集団間の遺伝的分化(F_{st})を求めた。河川間の距離と遺伝的分化との関係は、Mantel testにより有意である($P=0.031$)。

F_{st} は遺伝的分化の指標の一つであり、0から1までの値をとる。 N_{em} の値が1を超えると、集団全体が一つの任意交配集団の状態に近くなり、集団間の遺伝的分化はほとんどおこらなくなる。つまり、遺伝的構造をもたなくなる。ただし、これは集団間でランダムに個体が交流する島モデル(island model)を想定したものであり、もし移住者が近隣の集団からくる飛び石モデル(steppeing-stone model)では、隣接集団の遺伝子は同じ(同祖的)である確率が高いため、島モデルで期待されるより移住の効果は少なくなると考えられる。

図1は、北海道道南地方の5河川から採集したイワナ(回遊性集団)から遺伝子を抽出し、マイクロサテライト(SSR反復配列)の遺伝子頻度より F_{st} を求め、遺伝的分化と地理的距離との関係を見たものである。これによると、地理的距離が離れた集団ほど遺伝的分化が大きくなっていることがわかる。つまりこのことは、近接する河川間ほど移住個体数が多く、集団間の距離が離れば離れるほど少なくなることを

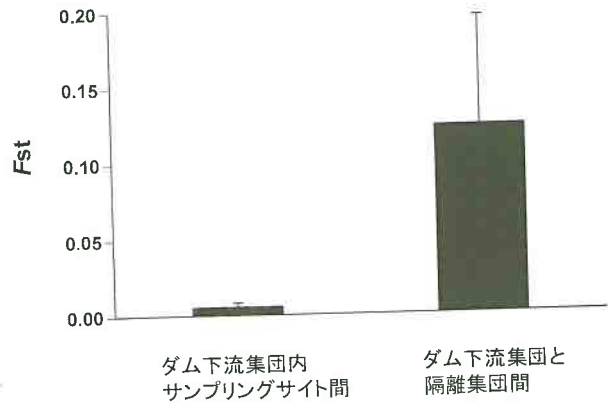


図2 マイクロサテライト遺伝子頻度より推定されたダム下流集団内サンプルングサイト間(3地点)、およびダム下流集団と隔離集団間(6地点)の遺伝的分化(F_{st} :平均値±標準偏差)

ダム下流に設けられた3箇所の採集地点はそれぞれ約500m程度離れているが、その間には人工工作物は存在せず魚の交流は可能である。採集地点間の遺伝的分化はいずれの組み合わせにおいても有意な関係は認められなかった($F_{st} < 0.003$)。一方、ダム下流集団とダム上流集団(6支流)間の遺伝的分化はいずれも有意に0より大きい。

示している。この結果は、イワナの遺伝的構造がランダム交流を仮定する島モデルよりも、距離の効果を取り入れた飛び石モデル(isolation-by-distance model)に近似することを意味する。

3. イワナ隔離集団の有効集団サイズ推定

集団遺伝学における理想集団は、どの個体も次世代に同じ確率で遺伝子を伝える集団と定義される。しかしながら実際の野生集団は、個体間で繁殖成功に偏りがあることが多く、ほとんどの場合次世代の遺伝子組成に寄与する親の数はみかけの個体数よりも少ない。小集団では遺伝的浮動による確率過程によって遺伝的多様性が減少することが知られているが、問題とされ

る集団が遺伝的浮動の影響をどの程度受けたのかを知るには、実在する個体数だけを調べるのではなく、理想集団に換算した個体数、すなわち有効集団サイズ (N_e) を調べる必要がある。

有効集団サイズを推定する方法の一つに、世代間で観察される遺伝子頻度の差異を利用する方法がある。有効集団サイズが大きければ、遺伝的浮動による遺伝子頻度の変化量は小さく、逆に有効集団サイズが少なければ遺伝子頻度の変化量は大きくなる。したがって、世代間での遺伝子頻度の差が推定できれば、有効集団サイズの大きさに起因する遺伝的浮動の大きさを定量化でき、そこから有効集団サイズを求めることができる。この方法論は、Nei & Tajima³⁾, Waples⁴⁾ などによって導入、改良されたものであるが、保全の指標の一つとして極めて重要

であるとの認識からあらためて注目されており、近年多くの分類群で適用されている。ここでは、マイクロサテライトの対立遺伝子頻度データに基づき、ダムによって隔離されたイワナ集団の有効集団サイズを推定する。

ある河川の流程に沿ってイワナのサンプリングを行い、マイクロサテライト 5 遺伝子座を用いて遺伝的分化 (F_{st}) を推定したところ、いずれのサンプリングサイト間にも有意な遺伝的分化は認められなかった (図 2)。それぞれの採集場所は約 500m 以上離れている。この結果は、移動障壁のない河川に生息するイワナは河川内で十分に交流を保っていることを意味する。一方、ダムによって隔離された集団を調べたところ、ダム下流集団との遺伝的分化は非常に大きくなっていることがわかった (図 2, 3)。調べた集団はおよそ 30 年前に建設されたダムによって隔離されたものである。イワナの世代時間が約 3.7 年であることを考えると、隔離によって約 8 世代ほどで集団の遺伝子組成が変化したことを示している。また、遺伝的分化の程度は、隔離された年数が古い集団ほど大きくなることが明らかとされた。隔離された小集団では移住が全く絶たれるために平衡状態を保てなくなり、遺伝的浮動によって遺伝子組成が時間的

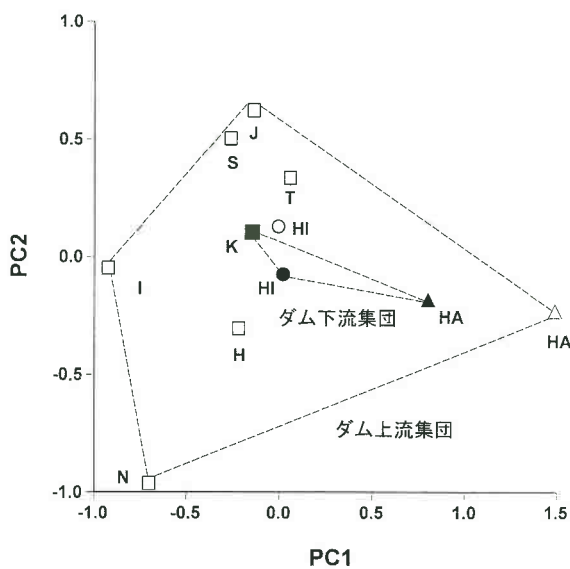


図 3 マイクロサテライト遺伝子頻度に基づく主成分分析の結果

図中の黒記号はダム下流集団、白記号はダム上流集団を示す。図中のアルファベットは表 1 の河川名に対応する。ダム下流集団 (黒記号) は海を介して遺伝的交流を保っていると考えられるため、比較的良好なまとまったグループを形成するが、隔離された集団ではたとえ同一河川であっても遺伝的組成は大きく異なる。

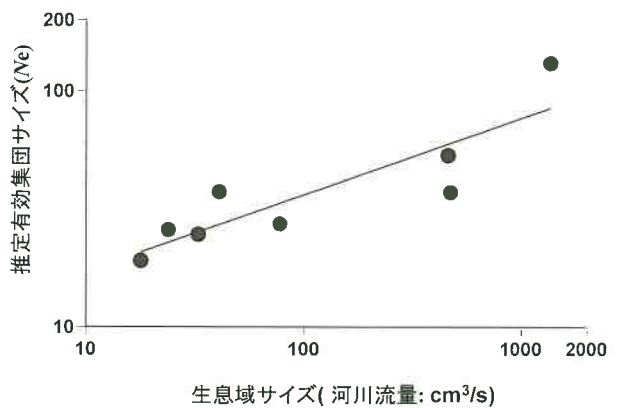


図 4 マイクロサテライト遺伝子頻度 (5 遺伝子座) の時間的変化から推定した有効集団サイズ (N_e) と生息域サイズとの関係

に変化していることが考えられる。

ここで見出された遺伝子頻度の時間的な変化から、隔離されたイワナ集団の有効集団サイズを求めた。ここでの推定は、ダム下流集団の集団サイズが十分に大きく遺伝的浮動の影響を受けにくいことを仮定している。ダム下流集団、および隔離集団から単純ランダムサンプリングが行われたこと

を仮定し、マイクロサテライト各遺伝子座ごとの世代間の遺伝子頻度の変化量 (F_k) を下記の式により求めた⁵⁾。

$$F_k = \frac{2}{a-1} \sum_{i=1}^a \frac{(x_i - y_i)^2}{(x_i + y_i)} \quad (1)$$

ここで、 X_i はダム下流集団で観察された i 番目の対立遺伝子における遺伝子頻度の観察値、 Y_i はダム上流集団の遺伝子頻度の観察値、 a は対立遺伝子の数を示す。それぞれの遺伝子座について F_k を求め、各遺伝子座 (j) について重みづけした F_k の平均値を (2) 式で求め、(3) 式により有効集団サイズを求めた⁴⁾。

$$\bar{F}_k = \frac{\sum (a_j - 1) F_{kj}}{\sum (a_j - 1)} \quad (2)$$

$$Ne = \frac{t}{2(\bar{F}_k - 1/S)} \quad (3)$$

ここで、 S はダム上流集団と下流集団の標本数の調和平均を示し、 t はダムができてからの世代時間を表している。各ダム上流集団の世代時間 (t) は、ダム建設から標本採集までの経過年数を、一般的なイワナの世代時間 3.73 年で除した値を用いた。また、各ダム上流集団の F_k が χ^2 分布に従うことを想定し、求めた有効集団サイズの 95% 信頼区間を下式により求めた。

$$\frac{n\bar{F}_k}{\chi^2_{0.025[n]}} \leq \frac{n\bar{F}_k}{\chi^2_{0.975[n]}} \quad (4)$$

北海道道南地方の 3 河川から 8 つのダム上流

表 1 イワナ隔離集団の有効集団サイズ推定値および 95% 信頼区間

F_k , Pollak⁵⁾ に基づき推定された世代間の遺伝子頻度の違い; S , サンプル数の調和平均; t , ダムによって隔離されてからの世代時間; Ne , 推定有効集団サイズ

河川 (支流)	F_k	S	t	Ne	95% CI
H1川	0.06	52.74	2.14	27.3	12.9-57.4
HA川	0.16	48.69	6.97	24.5	13.7-40.0
K川 (N 沢)	0.22	54.08	7.51	18.9	10.3-31.1
K川 (T 沢)	0.14	56.77	9.12	37.3	20.0-62.6
K川 (I 沢)	0.20	58.75	9.65	25.7	14.0-42.2
K川 (J 沢)	0.14	58.05	8.85	37.1	19.8-62.8
K川 (H 沢)	0.09	58.05	8.04	53.0	27.5-93.5
K川 (S 沢)	0.05	58.05	8.58	130.5	61.7-279.2

集団およびダム下流集団の遺伝子組成を調べた結果、ダム上・下流集団間の遺伝子頻度の違い (F_k) は 0.06 から 0.22 の範囲に推定され、これらから求められるダム上流集団の有効集団サイズの範囲は 18.9 から 130.5 と見積もられた (表 1)。また、推定された有効集団サイズと各集団の生息域サイズ (流量) との間には有意な正の相関が認められた (図 4; Pearson $r=0.875$, $P < 0.01$)。

4. おわりに

集団遺伝学によると、有効集団サイズが 500 個体以下の集団では遺伝的浮動の影響を即座に受け、経時的に遺伝的多様性が減ることが理論的に示されている⁶⁾。また個体数の限られた集団では、たとえ交配がランダムに行われていても近親交配は避けられず、やはり遺伝的多様性が失われていくことが予想される。本研究で推定されたイワナ隔離集団の有効集団サイズはほとんどが 50 個体以下であった。これらの集団では、ダム下流集団との交流が完全に絶たれているため、もはや遺伝的多様性の回復は期待できず、今後集団の遺伝的多様性は減少の一途をたどるものと推察される。さらに遺伝的多様性の低下は近交弱勢を促し集団の生存力にも影響を及ぼす可能性がある。たとえば魚類において、

近親交配の進行は奇形率の上昇，餌料効率，塩分耐性の低下，さらには成長速度や繁殖形質，生存率の低下として表現型形質に顕在化することが知られている⁷⁾。

本研究において，有効集団サイズと生息空間サイズとの間に相関が認められたが，このことは生息場所の大きさが有効集団サイズを測る上で簡便な指標となり得ることを示唆する。淡水魚類の保全を考える際は，まず有効集団サイズを十分に保つことを一義として考えるべきであり，その目的のためには魚道の設置など集団間の交流を維持させるとともに，ダム上流域の空間サイズを十分に保つような施策を講じることが重要である。本研究での世代間の遺伝子頻度の差を用いて有効集団サイズを求める方法は，いくつかの改良すべき点があるものの(例えば，モデルに世代の重複が考慮に入っていない等⁸⁾)，対象とする集団の隔離年数と適切な遺伝子マーカーさえあれば推定可能であり，今後保全が必要とされるさまざまな生物種においても応用可能と考えられる。

文 献

- 1) Falconer, D. S. (1989), Introduction to Quantitative Genetics. Longman Scientific and Technical, London.
- 2) 野澤 謙 (1994), 動物集団の遺伝学, 名古屋大学出版会, 名古屋
- 3) Nei, M. et al (1981), *Genetics*, 98, 625-640
- 4) Waples, R. S. (1989), *Genetics*, 121, 379-391
- 5) Pollak, E. (1983), *Genetics*, 104, 531-5748
- 6) 原田泰志 (1999), 淡水生物の保全生態学 (森 誠一編), 小集団化に伴う遺伝的劣化, 信山社サイテック, 東京
- 7) 山本祥一郎ら (2003), 水産動物の性と行動生態 (中園明信編), 人為的生息地隔離の魚類への影響, 恒星社厚生閣, 東京
- 8) 北田修一 (2001), 栽培漁業と統計モデル分析, 共立出版, 東京



ブレインテクノニュース

バックナンバーのご案内
第98号
2003年9月15日発行

総 説

アルコール濃度の低い清酒の開発……………木曾邦明

国内情報

酸性土壌における生産性の向上をめざして—アルミニウム

耐性機構と耐性遺伝子の解析……………松本英明・佐々木孝行
果樹のDNA鑑定……………山本俊哉
デシケータ法を利用した木質建材からの放散アセトアルデヒド
の簡易測定法……………塔村真一郎・井上明生・宮本康太
マダイ養殖漁場における海水中の細菌群集の有機物分解活性
と群集組成の変動……………坂見知子
畜舎排水浄化処理装置の開発と実用化……………道宗直昭

地域の先端研究

新規酵母を用いた低アルコール濃度清酒の開発

……………橋本建哉・伊藤謙治
小麦タンパク質「グリアジン画分」による国産小麦粉を用いた
パンの大量生産技術の開発

……………新井千秋・廣瀬理恵子・柴田朋子・丹下幹子
高精度水田用除草機の開発……………宮原佳彦

文献情報

卵丘細胞を用いた核移植胚由来子牛におけるドナー細胞由来
ミトコンドリアDNAの増加……………(抄訳: 下司雅也)
糸状菌*Neurospora crassa*のゲノム配列……………(抄訳: 織田 健)
都会のポプラと田舎のポプラ……………(抄訳: 岩井純夫)
*OsTBI*はイネの分けつ成長を負に制御する (抄訳: 丸尾喜宏)
粉末モデルにおけるゼイン二次構造におよぼす水分活性と脂質
の影響……………(抄訳: 郡山 剛)

海外便り

ウンカの飛来を高精度に予測せよ
—米国立大気研究センターでの1年間—……………大塚 彰
生研機構からのご案内

◀地域先端研究▶

青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部における
イネの耐冷性育種

青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部（水稲育種指定試験）

坂井 真・須藤 充・神田伸一郎

青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部は、寒冷地北部における水稲育種の拠点として、1935年の試験地設立以来一貫して耐冷性に主眼をおいた品種育成を行ってきた。最近では恒温深水法を用いた耐冷性検定法を中核に、食味との両立を主目標に品種育成を行っており、耐冷・良食味の「駒の舞」等を育成した。さらに新しい育種手法としてDNAマーカー選抜技術に取り組み、ネパール品種「Pakhe Dhan」の耐冷性関連QTLの解析と選抜マーカーの作出を進めている。

1. はじめに

2003年度の水稲作況は、長く続いた冷夏の影響を受け、1993年以来の不作となった。とりわけ、7月の低温の影響を大きく受けた東北10地域の作況落ち込みが大きく、青森県の作況指数は9月15日現在で53と全国の都道府県で最低であり、その中でも冷害常襲地帯の下北・南部地域の作況指数は14と著しく落ち込んでいる。以前の大冷害の教訓から、品種と栽培技術の両面から冷害に対する対策が講じられてきたにもかかわらず、再びこれだけの被害を受けたことは重く受け止めるべきであり、今後冷害防止技術の再検討が必要となろう。

稲が冷害を受けるには様々な要因が複雑に関係しているが、大きく分けて穂ばらみ期の低温による花粉発育阻害、あるいは開花時の低温による受粉・受精の阻害により不稔が起こる障害型冷害と、生育の各ステージにおける低温により出穂・登熟の時期が遅れ、結果として完熟できずに減収となる遅延型冷害に区分できる、このほかに低温年に多発するいもち病も冷害の被害を拡大する要因となる。冷害を防止する技術としては、肥培管理や水管理など栽培技術的なアプローチも重要であるが、やはり、耐冷性品

SAKAI Makoto, SUTO Mitsuru,

KANDA Shin-ichiro

〒034-0041 青森県十和田市大字相坂字相坂183

種導入の効果が大きいと考えられる。すなわち、遅延型冷害に対しては地域に適した早生品種の作付が有効な対策であり、また障害型冷害については耐冷性の強い品種の作付が有効である。本稿では、青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部のこれまでの耐冷性育種の概略と、現在取り組んでいる研究について紹介する。

2. 試験地の沿革

藤坂稲作研究部が立地する青森県南部地域は、昔から繰り返し冷害に悩まされてきた冷害常襲地帯である。当研究部の水稲育成地としての歴史は、1935年に当時の農林省が冷害防止技術の確立を任務として設置した「農林省凶作防止試験地」に始まる。設立当初は畑作中心の試験構成であり水稲育種試験は小規模であったが、組織の変遷とともに徐々に育種態勢を充実させ、1950年以降は農林水産省の指定試験地として水稲育種事業を行ってきた。1949年に育成した早生・短稈穂重型の「藤坂5号」は1953年、1954年の遅延型冷害に顕著な冷害防止効果を上げた。その後も後代である「レイメイ」、「アキヒカリ」等の多収品種の育成により、青森県を含む寒冷地北部の平均単収は大きく向上し、全国でもトップクラスの多収地帯となった。しかし、1980年、1993年の障害型冷害で寒冷地北部の普及品種が著しい被害を受けたことから、障

害型耐冷性をさらに強化した品種の育成が大きな課題となった。また、米余りの背景の中で、消費者の良食味指向に応えうる食味と耐冷性を結合した品種の育成も求められてきている。

3. 耐冷性検定手法の変遷

藤坂稲作研究部では、創立当初より豊富な湧水を利用して、冷水かけ流しによる耐冷性検定と冷害発生機構の解明のための試験を行ってきた。創立当時から長く用いられてきた検定方法は、移植後から穂揃期まで夜間水深7～8cmで冷水処理を行う「長期冷水処理法」であった。また幼穂形成期から穂揃期まで同様の冷水処理を行う「中期冷水処理法」や、ポット試験で低温水槽内で減数分裂期前後の7日間の処理を行う「短期深水冷水処理法」が併用されてきた。

しかし、昭和55年の冷害においては、これらの手法で選抜され耐冷性が強いとされてきた「アキヒカリ」等の育成品種が大きな被害を受けた。このことから、障害型耐冷性の検定手法の見直しと精度の向上が大きな課題となった。そこで、1986年以降は、宮城県古川農業試験場で開発された「恒温深水法」¹⁾の検定圃場を整備し、この手法をメインに用いて耐冷性の評価を実施している（写真1）。「恒温深水法」は、一定温度の冷水を循環して灌漑することにより処理温度の変動が少なく、また25cm前後の深い水深の処理を幼穂形成期から出穂期前後まで行うことにより、検定材料の稈長や生育ステージの差の影響を受けにくい。このため検定精度が高く、小面積の圃場で多数の材料を供試可能である。藤坂稲作研究部では、現在2つの検定圃場を用いて検定を行っている。ひとつは水温を19.5℃前後に設定して検定し、もうひとつは“極強”以上の耐冷性を持つ検定材

料を評価するために、18.5～19℃に設定して検定を実施している。このほかに、高精度の人工気象室（平成8年度整備）を利用して開花期耐冷性の検定²⁾を行うとともに、後述する耐冷性の遺伝解析のために、気象室内での恒温水槽を用いて「恒温深水法」に準じた精密検定を実施している。



写真1 恒温深水法による穂ばらみ期
障害型耐冷性検定

4. 藤坂稲作研究部における耐冷性育種の育種戦略

1) 日本型品種の耐冷性改良

表1 「駒の舞」の主要特性

品種名	出穂期 (月、日)	稈長 (cm)	精玄米重 (kg/a)	耐倒 伏性	玄米 品質	食味	食味試験結果		障害型耐冷性		判定
							基準むつ ほまれ	基準ゆめ あかり	不稔歩合(%)		
駒の舞	8.05	76	68.4	強	上下	上下	0.36	0.09	52.1	70.3	強
むつほまれ	8.05	73	65.3	強	上下	中上	0	—	79.9	96.5	中
ゆめあかり	8.05	73	61.5	強	上下	上中	—	0	60.3	90.2	強

注) 食味試験結果は、複数回の試験における総合評価（-5：否～0：標準並～+5：良）の平均値。不稔歩合のAは処理温度19.2～19.5℃、Bは処理温度18.4～19.0℃。



a 駒の舞（穂ばらみ期耐冷性“強”）



b むつほまれ（穂ばらみ期耐冷性“中”）

写真2 2003年の育成地における立毛（不稔発生状況）

藤坂稲作研究部では、寒冷地北部に適する熟期の系統の品質・食味改良と耐冷性向上の両面をねらい、漸進的な交配と特性検定の繰り返しによって育種を進めている。この10年間では、育成した品種6品種（うるち4品種、糯2品種）のうち5品種が“強”以上の障害型耐冷性を備えるに至っ

ており、また育成系統では36系統の「ふ系」系統のうち“極強”が17系統，“強”が16系統であり、食味もそのほとんどが“上下”以上のレベルを達成している。最新の成果として、2003年に育成した「駒の舞」（旧系統名：ふ系189号交配組み合わせ：山形40号/ふ系189号）がある³⁾。「駒の舞」は良食味で耐冷性が強く、かつての「アキヒカリ」等に遜色ない安定多収性をもつ中生種であり（表1）、青森県で認定品種に採用され、2003年より試作的に作付けされている。「駒の舞」は、本年の冷害下においても近い熟期の従来品種より明らかに不稔発生が少

表2 中母59の穂ばらみ期障害型耐冷性

品種系統名	恒温深水法				人工気象室検定			
	1991		1992		1995		1997	
	出穂期 (月.日)	不稔指数	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)
中母59	8.15	1.5	8.16	20.6	8.27	31.9	8.10	60.7
中母農8号	7.31	1.5	8.07	23.9	8.17	62.7	7.29	65.9
中母35	8.08	5.8	8.13	46.0	8.22	69.0	8.05	82.7
ヨネシロ	8.11	8.0	8.15	64.9	-	-	-	-
レイメイ	8.12	9.8	8.17	91.2	-	-	-	-

注) 恒温深水法の処理水温は19.5～19.8℃。不稔指数は1：不稔10%以下、～10：不稔100%。人工気象室検定の気温は19.0℃、水温は18.5～19.0℃。

なく、その耐冷性の強さが実証されたところである（写真2，a，b）。

2) 耐冷性集積中間母本の育成

藤坂稲作研究部では高度な耐冷性を有する品種を育成するステップとして、複数の遺伝資源から耐冷性を集積した中間母本系統を積極的に育成してきた。現在までに63の「中母」系統を育成しており、それらは日本品種の耐冷性を集積したもの（中母35：マツマエ//トドロキワセ/ふ系94号，中母42：レイメイ/はやゆき//レイメイ等）と、日本品種と外国遺伝資源の耐冷性

を結合したもの（中母45：シモキタ/Precosus F.A.//レイメイ，F4///レイメイ，中母52：Nauox Sollana/フジミノリ//シモキタ，F5///レイメイ，中母53：ふ系72号/Uzros 770//レイメイ，F5///レイメイ等）に大別される。中でも「中母59」（中間母本農8号/中母35）はこれまでに育成された系統の中でも最強ランクの

耐冷性を有している（表2）^{4) 5)}。現在，当研究部では国内で育成された耐冷性集積系統や中国雲南省の耐冷性中間母本系統の耐冷性をさらに集積して，中母59以上の耐冷性を実現した系統を作出すると共に，それらの実用形質改良を目的とした育成を進めているところである。

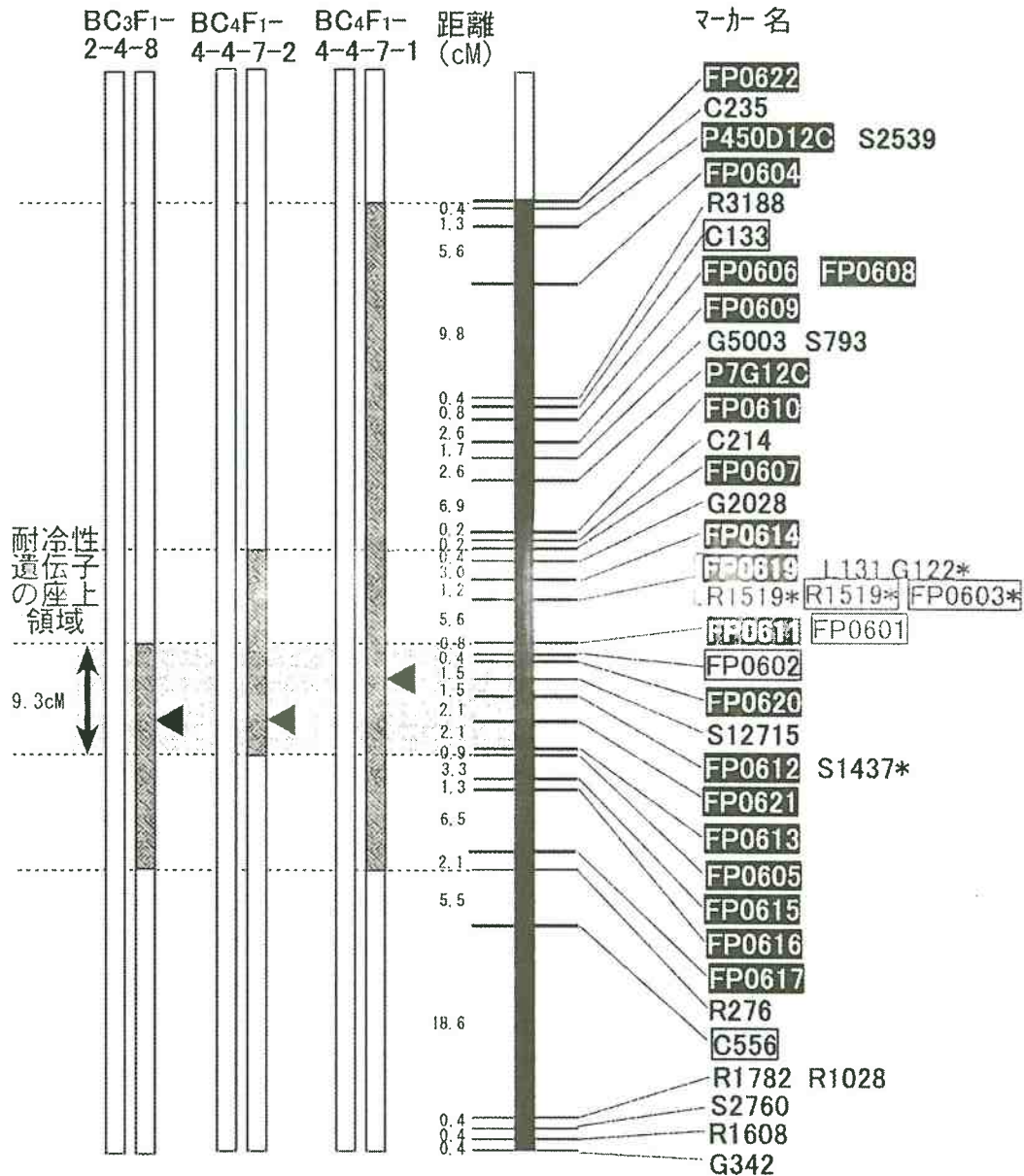


図1 Pakhe Dhan由来のChr.6上の耐冷性関連QTL “Pof1” の座乗位置の推定

注) 縦棒は解析集団の親個体のグラフ遺伝子型，□はふ系175号型，■はPakhe Dhan型の遺伝子型を示す。
◀はQTL解析でLod値が最も高かったマーカーの位置を示す。
連鎖地図の*は優性マーカーを示す。また，白抜き文字はSSRマーカー，□はCAPSマーカー，その他はRFLPマーカーを示す。

3) DNAマーカーを利用した耐冷性選抜技術の 開発

前述した耐冷性中間母本系統は耐冷性のレベルは高いものの、品質、食味をはじめとして多くの不良形質を随伴している。そこで戻し交雑育種法等により高度耐冷性のみを実用品種・系統に導入することを試みているが、選抜・固定に長期間を要し、育種効率が劣る問題がある。そこで、効率的な高度耐冷性品種の育種法の確立を目指して、DNAマーカーを利用した耐冷性選抜技術の開発を行っている。耐冷性の遺伝資源としてはネパールの在来種で、冷害年においても不稔発生の少なかった「Pakhe Dhan」を選定した。「Pakhe Dhan」と日本型系統「ふ系175号」の交雑F₂、F₃集団を用いたQTL解析によりChr. 6上に、また「Pakhe Dhan」と「ふ系175号」の組換え自殖系統群を用いたQTL解析によりChr. 11上に「Pakhe Dhan」由来の耐冷性QTLを見出し^{6) 7)}、それぞれ*Pof1*、*Pof2*と仮称した。その後、戻し交雑によりQTLが座乗すると推定される染色体領域のみが分離しており、他の領域は「ふ系175号」ホモ型に固定させた集団を作出し、それを用いて、人工気象室内の恒温水槽を用いた精度の高い耐冷性検定により、さらに詳細な解析を行っている。また、DNAマーカー解析も、当初用いていたRFLPマーカーにSSR、CAPS等のPCR型マーカーを加えて、より高密度の連鎖地図を作成して解析を行っている。その結果*Pof1*についてはChr. 6上の9.3cMの領域にその座乗位置を絞り込むことができた(図1)。今後は*Pof1*、*Pof2*を日本型系統に導入した部分置換系統を育成し、その耐冷性向上効果と実用形質に与える影響を評価するとともに、染色体の置換領域を絞り込み、耐冷性QTLのみ保有し不良形質を含まない準同質遺伝子系統と、その選抜のため

のマーカーをセットで開発することを目指している。

5. おわりに

1993年の冷害時には、当研究部の育種材料にも多大の被害が発生し、採種不能となる系統も少なくなかった。本年は冷害の程度がやや軽かったこともあるが、圃場で見ると、育種材料の多くは採種に支障ない稔実を示しており、この10年間での耐冷性のレベル向上が伺われる。筆者は、水稻品種の一段の耐冷性強化の重要性と、当研究部の耐冷性育種の場合としての適性を、改めて実感している。しかし、一方で耐冷性品種といえども「売れる米」としての品質・食味を具備しなければ普及が難しいことも事実であり、今後は耐冷性「極強」以上で食味が「コシヒカリ」に匹敵する寒冷地北部向き品種の育成に向け、決意を新たに臨みたいと考えているところである。

文 献

- 1) 佐々木武彦(1996), 育種学最近の進歩, 38, 7-10
- 2) 春原嘉弘ら(1996), 日作東北支部報, 39, 41-42
- 3) 坂井 真ら(2003), 東北農業研究, 56, 投稿中
- 4) 上原泰樹ら(1993), 東北農業研究, 46, 3-4
- 5) 須藤 充ら(1998), 東北農業研究, 51, 11-12
- 6) 須藤 充ら(2000), 育種学研究, 2別2, 45
- 7) 須藤 充ら(2001), 育種学研究, 3別2, 47

◀地域の先端研究▶

宮城県古川農試におけるイネの耐冷性育種

宮城県古川農業試験場

永野邦明・千葉文弥

東北地域の太平洋側は本年も平成5年に次ぐ大冷害に見舞われ、イネの耐冷性育種の重要性が再認識された。古川農試の耐冷性育種は昭和55年冷害を契機に開始され、高精度耐冷性検定法「恒温深水法」の開発と耐冷性極強品種「ひとめぼれ」の育成で初期の目標を達成した。しかし、平成5年冷害において「ひとめぼれ」の耐冷性でも不十分なことが明らかになり、さらに厳しい冷害の来襲に備え、高度耐冷性品種の育成に取り組んでいる。

1. はじめに

昭和55年冷害では、東北地域の主力品種「アキヒカリ」等が軒並み大被害を受けた。一方、明治・大正時代に普及した「愛国」や北陸地域の「コシヒカリ」等の被害は意外にも少なかった。この実態は、当時行われていた耐冷性検定結果からは想定できない現象であり、東北地域の品種の耐冷性を大幅に改良することが緊急の課題となった。古川農試では、この冷害をきっかけに、新たな耐冷性検定法「恒温深水法」(図1)を開発し¹⁾、耐冷性極強品種の育成を開始した。平成3年に「ひとめぼれ」を開発し、冷害は克服したかに思えたが、平成5年では「ひとめぼれ」でも50%程度の不稔が発生した地域があり、更なる耐冷性の向上が求められた。そこで、古川農試では国内外の耐冷性遺伝資源を活用して各々の耐冷性遺伝子を集積させ、超耐冷性系統を生み出す戦略で育種を進めてきた。

2. 耐冷性の遺伝資源

新たな耐冷性検定法で国内の新旧品種約500種の耐冷性を評価したところ、耐冷性極強品種の多くが系譜的に「愛国」や「神力」などに由来することが明らかになった²⁾。「愛国」と「神

NAGANO Kuniaki, CHIBA Bunya
〒989-6227 古川市大崎字富国88

力」は「亀の尾」と並ぶ明治時代の三大品種である。関東地域以西に普及した「愛国」と「神力」の耐冷性は“極強”であったが、東北地域に普及した「亀の尾」は意外にも“中”程度の耐冷性であり、「アキヒカリ」等の昭和55年当時の主要品種は、それ以下の“やや弱”であった。「愛国」の子孫で、「農林8号」→「農林22号」→「コシヒカリ」と続く日本の代表的な良質・良食味米の系譜が穂ばらみ期耐冷性でも最強級の系譜であった(図2)。一方、外国稲の遺伝資源では、IRRIや北海道農試においてジャワニカ品種、日中共同プロジェクトにおいて中国雲南省品種の耐冷性評価が行われ、それぞれ、インドネシア品種「Silewah」³⁾、中国品種「麗江新団黒谷」等⁴⁾が耐冷性遺伝資源として報告された。

3. 耐冷性集積による高度耐冷性系統の育成

耐冷性の系譜が異なる系統間の交配により、その後代から両親の耐冷性を上回る高度耐冷性系統が選抜されることがあり、耐冷性は集積してさらに強化される可能性がある。そこで、従来の処理温度(19℃)より0.5℃下げた検定圃場で、国内の耐冷性遺伝資源を集積させる手法で高度耐冷性系統を選抜したところ、平成5年の大冷害で、耐冷性極強品種「はなの舞」の不稔歩合が80%に達するなかで、それら系統の不

稔歩合は20%程度にとどまった(図3)⁵⁾。また、耐冷性集積系統の実用品種化を目指した「東北155号」(「アキヒカリ」×耐冷性集積系統)等の被害も少なく、耐冷性集積系統の育種素材としての有用性も確認された⁶⁾。また、高度耐冷性を意識せずに選抜した「東北157号」(後の「はたじるし」)の耐冷性は、東北地域以南の品種の中では最強であるが、両親の耐冷性は“強”程度であり、両親を大きく超越している。耐冷性検定を確実に行えば、通常の育種過程からでも高度耐冷性品種の選抜は可能である。

現在、日本国内の耐冷性を集積させた高度耐冷性系統と外国稲の高度耐冷性を導入した系統の交配後代から、日本稲の耐冷性の限界を超える超耐冷性系統の選抜を進めている。耐冷性極強品種が完全不稔になり、高度耐冷性系統の不稔歩合が90%前後になる処理温度でも、50%程度の不稔歩合にとどまる超耐冷性系統が

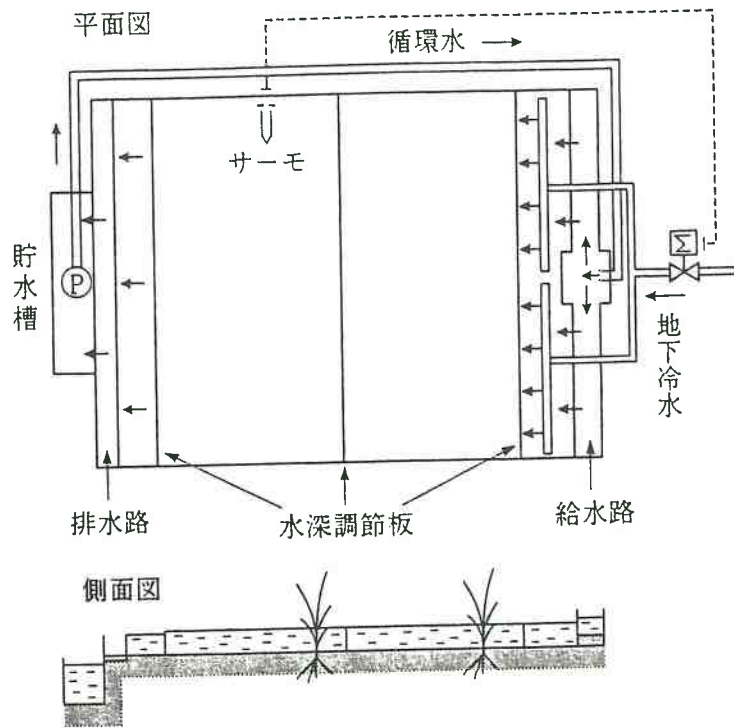


図1 耐冷性検定のための恒温深水圃場 (佐々木・松永, 1983)

選抜され(図4)⁷⁾、現在も18.0℃の検定圃場で選抜を進めている。しかし、これらの系統は稈長(草丈)が長くて倒伏に弱く、収量性等の実用形質面が著しく不良なため、実用品種化に

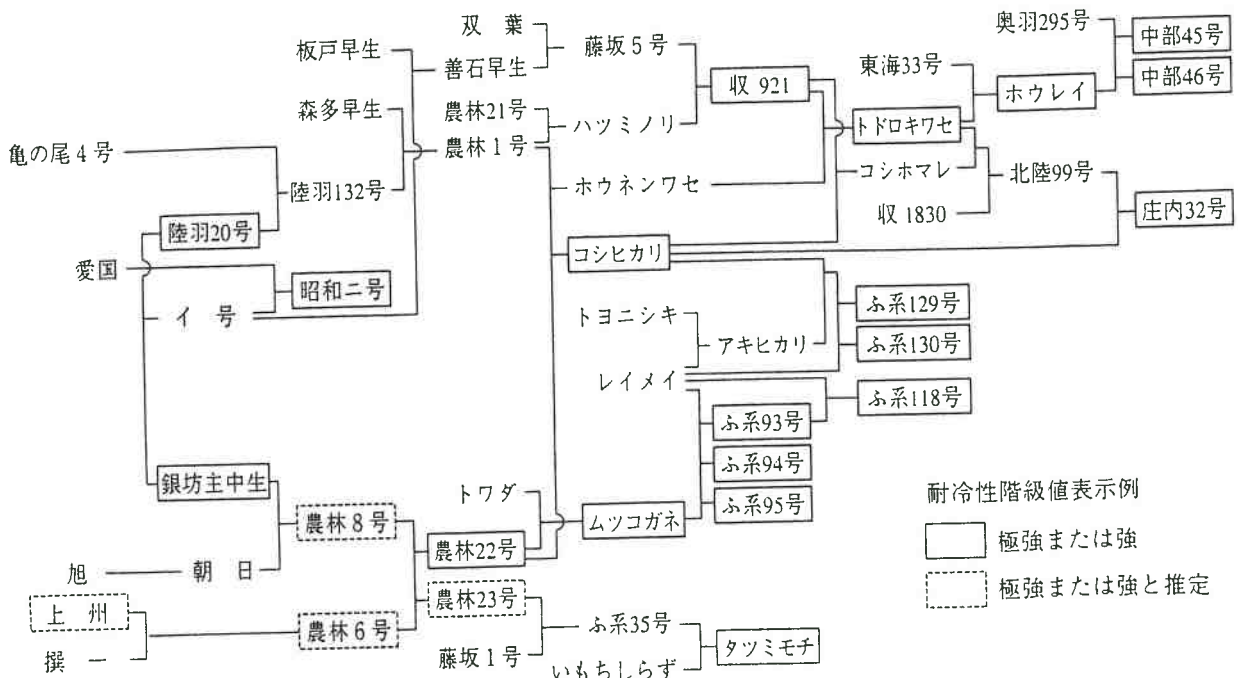


図2 耐冷性品種の系譜(「愛国」系) (佐々木・松永, 1985)

は長い道のりが想定される。超耐冷性を実用品種に導入し、不良形質との連鎖を断ち切り、超耐冷実用品種を確実に開発するためには、DNAマーカー選抜等の新たな選抜手法の導入が必要である。

4. 耐冷性関連DNAマーカーの開発

古川農試は農水省の指定試験地として、平成6年からDNAマーカー育種プロジェクトに参画し、日本稲の穂ばらみ期耐冷性と密接に連鎖するDNAマーカーの開発に取り組んできた。これまでに「愛国」系の耐冷性として、「アキヒカリ（やや弱）」と「コシヒカリ（極強）」間の半数体倍加系統群（DHLs）⁸⁾、「ひとめぼれ（極強）」と「トヨニシキ（やや弱）」間のDHLsや組換え型自殖系統群（RILs）を用いたQTL（量的形質遺伝子座）解析により、第7染色体上に耐冷性に関する作用力の大きなQTLを検出している。また、「神力」系の耐冷性として「奥羽197号（強）」と「トヨニシキ」間のRILsを用いたQTL解析により、第4染色体上に耐冷性に関するQTLを検出している（図5）⁹⁾。現在、「ひとめぼれ」のQTL領域（第7染色体）や「奥羽197号」のQTL領域（第4染色体）を

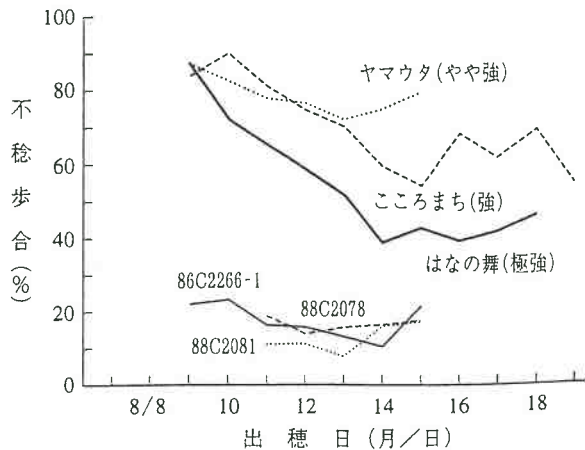


図3 耐冷性集積系統の1993年冷夏での不稔歩合 (佐々木・松永ら, 1994)

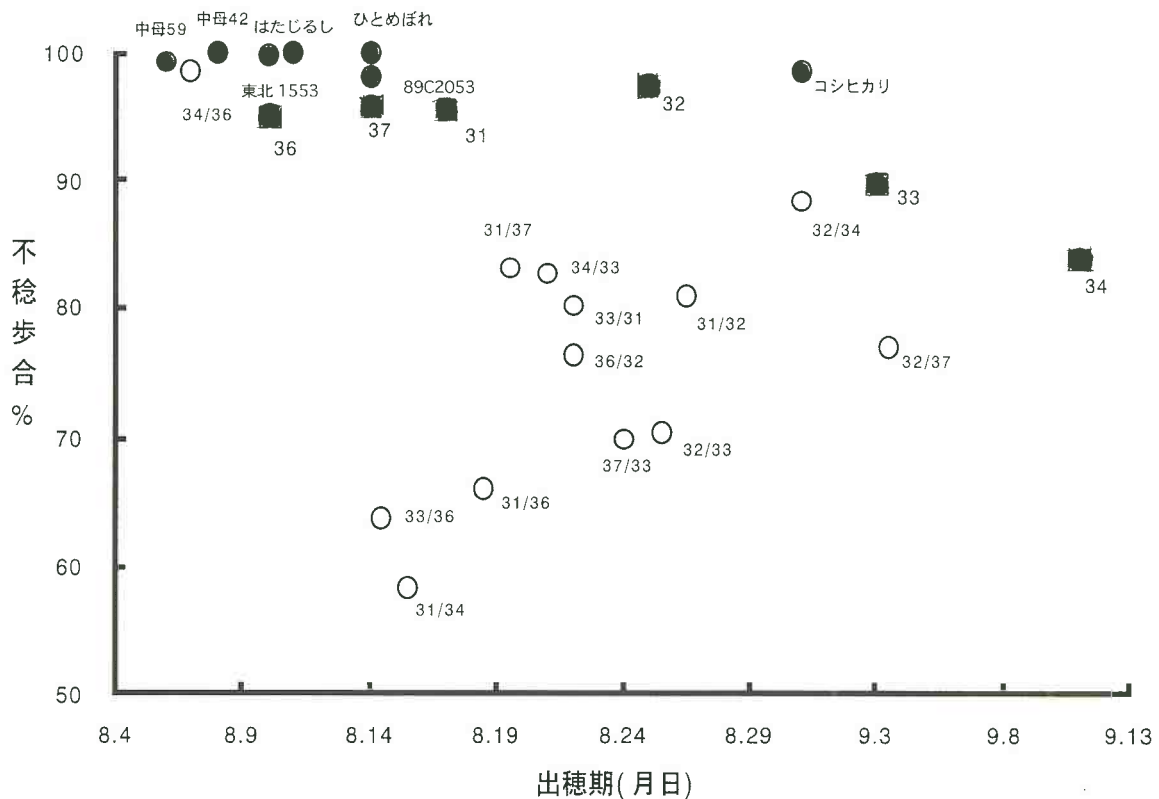


図4 超耐冷性系統の不稔歩合 (千葉ら, 1998)

注) ●：比較品種, ■：交配親, ○：F5系統

多収品種「チヨホナミ」に導入した準同質遺伝子系統を作出中であり、詳細なマッピングに取り組む予定である。今後は外国稲も含めた耐冷性関連QTL解析を進め、最終的には耐冷性遺伝子の集積と不良形質を排除する効率的なDNAマーカー選抜(MAS)システムを確立したい。

5. おわりに

東北地域の太平洋側は本年も平成5年に次ぐ大冷害に見舞われ、「ひとめぼれ」等の耐冷性極強品種でも大きな被害を受けた。このことは現在の

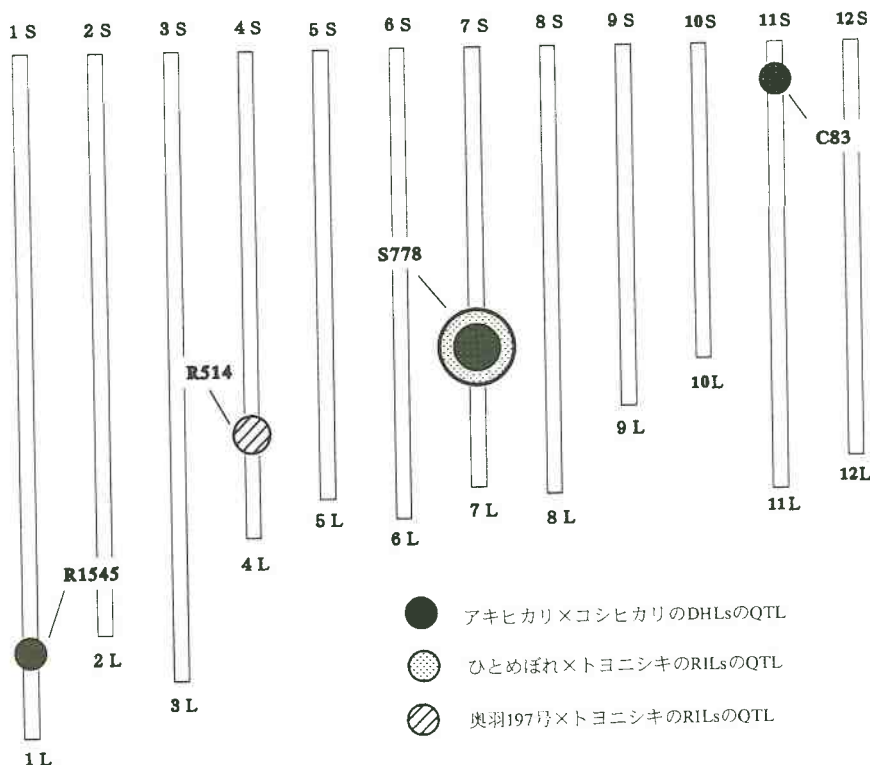


図5 日本型品種間で検出された穂ばらみ期耐冷性に関するQTLの染色体上の位置

付表 供試材料

試験番号 系統、品種名	交配組合せ	遺伝資源の由来
31	チヨホナミ//チヨホナミ/KUCHUM(J.M)2	ブータン国
32	89C 2053/89C 2024	日本
33	東北141号/中母農8号	インドネシア
34	89C 2112/89C 2053	中国雲南省、日本
36	雲冷8/東北143号	中国雲南省、日本
37	東北143号/合系15号	中国雲南省、日本
中母59	中母35/中母農8号	
東北155号	アキヒカリ/88C 2081	
中母42	レイメイ//はやゆき//レイメイ	

注) 89C2053、88C2081：はなの舞/中母42
 89C2024：ヨネシロ/コシヒカリ
 89C2112：麗江新団黒谷/2*東北136号
 中母農8号：Silewah/4*北海241号(北海道農試育成)
 雲冷8：奥羽308号/粳棹3号(日中共同研究育成)
 合系15号：B L 1/雲粳135(日中共同研究育成)
 中母35：マツマエ/トドロキワセ//ふ系94号(青森藤坂支場育成)
 KUCHUM (JYAMUM) 2：ブータン国の品種
 東北141号：こころまち
 東北143号：ひとめぼれ

耐冷性極強レベルでは通用しないことを示している。昭和55年以降、冷害はほぼ5年ごとに来襲しており、大被害を未然に防ぐため、1日でも早く超耐冷性優良母本を開発し、DNAマーカー選抜を活用しながら、高度耐冷性実用品種の開発を実現させたい。

文 献

1) 佐々木武彦ら (1983), 育雑33別2, 144-145
 2) 佐々木武彦ら (1991), 育雑41別2, 408-

409
 3) 佐竹徹夫 (1981), 北海道談話会報, 21, 49
 4) 熱帯農研集報 (1985), 55, 41-68
 5) 佐々木武彦ら (1994), 育雑, 44別2, 139
 6) 松永和久ら (1994), 東北農業研究, 47, 5-6
 7) 千葉文弥ら (1998), 日作東北支部報, 41, 17-18
 8) 早坂浩志ら (1998), 育雑, 48別2, 66
 9) 千葉文弥ら (2001), 育種学研究, 3別2, 5



ブレインテクノニュース
 バックナンバーのご案内
 第96号
 2003年3月15日発行

総 説

作物のDNAマーカー育種の現状と展望 ……井邊時雄

国内情報

うどんの“こし(粘弾性)”とDNAマーカー
 ……中村俊樹・齊藤美香・Patricia Vrinten・石川吾郎
 かんきつ類の合成周縁キメラ研究と新しいキメラ品種の開発
 ……脇塚 巧・菅原邦明・西山 聡・稲田絵理子・大和田 厚
 異常プリオン蛋白質を分解する新規酵素について
 ……三輪岳宏・村山裕一・吉岡 都・横山 隆
 三浦克洋・黒川 知・西澤耕治
 海藻クロメ由来フロロタンニンの殺菌作用

……………長山公紀・岩村善利・中村 孝
 穀物自動乾燥調製装置(グレインプロセッサ)の開発

……………久保田興太郎・日高靖之・市川友彦
地域の先端研究

羊毛防縮加工に有用な新規酵素を生産する微生物の探索
 ……茶谷悦司・安田(吉野) 庄子・山本周治・北野道雄・北本則行

文献情報

長期間培養におけるウシA型精祖細胞の増殖と分化
 ……(抄訳：下司雅也)
 グルタチオンと初期対数増殖期を利用した酵母の簡便、迅速、
 高効率な形質転換法……………(抄訳：家藤治幸)
 植物MITEは薬培養で動き出す……………(抄訳：岩井純夫)
 主要な交差反応性魚アレルギーである組換えコイパルプアル
 ブミン：魚アレルギーの診断……………(抄訳：沖田裕司)
 海外便り
 家畜の遺伝子探索と家族の生活—ロスリン研究所での1年半—
 ……長嶺慶隆

◀地域の先端研究▶

LAMP法によるトマト黄化葉巻ウイルス検出技術の開発

愛知県農業総合試験場 環境基盤研究部

¹生物工学グループ ²病害虫防除グループ福田至朗¹・吉田桂子²・神戸三智雄¹

LAMP法を利用したトマト黄化葉巻ウイルス (TYLCV) の検出法を確立した。LAMP反応では目的遺伝子が増幅されると反応液が白濁することから、ウイルスの有無を反応液が白濁したか否かで判定することができる。これにより国内で発生している2系統をトマト植物の磨砕液から1時間程度で検出することができた。現在、この研究成果の農業現場への普及を進めている。

1. はじめに

90年代半ばに海外から侵入したウイルス病—トマト黄化葉巻病は、東海地方と九州の2つの地域を中心に非常に大きな問題となっている。この黄化葉巻病はジェミニウイルス科ペゴモウイルス属のトマト黄化葉巻ウイルス (Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV) によって引き起こされる。病気に感染したトマトは新葉に黄化や奇形症状を起こし、萎縮や生育不良により収穫量が大幅に低減する。TYLCVを媒介するのはシルバーリーフコナジラミというトマトの害虫であることから、トマト産地では特に注意してコナジラミの防除にあたっている。ところが、シルバーリーフコナジラミは体長わずか1mm程度と非常に小さいため早期発見が非常に難しい。それに加えて、県内のトマトの産地ではハウス栽培や家庭菜園など1年を通じてトマトが栽培されておりTYLCVとコナジラミがともに途切れることがない。そのためウイルスを保毒したコナジラミを完全に撲滅することができず、黄化葉巻病を抑えることは大変難しい状況となっている。

このような難防除病害に対しては、栽培や育種など多方面からのアプローチによって病害防除を行う「総合防除」が重要となり、その基本技術として正確で簡易なウイルス検出技術が必須

FUKUTA Shiro, YOSHIDA Keiko, KANBE Michio
〒480-1193 長久手町岩作三ヶ峯1-1

要となる。そのウイルス検出が現場に近い場所 (農業改良普及課や農協) でできればなお良い。というのは、感染の疑いのあるトマトはできるだけ早く病害診断できることが望ましいし、コナジラミの保毒率もトマト産地ごとに調査することが重要だからである。ところが、これまでのTYLCVの検出はPCR法やドットプロットハイブリダイゼーションのような、それなりの「設備」や「知識」が必要な方法であることから誰にでもできるというものではなかった。

Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) 法は新たに開発されたDNA増幅技術である²⁾。LAMP反応は65℃で30~60分インキュベートすることで終了し、目的の遺伝子が含まれているかどうかを反応液の白濁で判定できる。これは遺伝子を増幅する際に副産物としてつくられるピロリン酸イオンと反応液中のマグネシウムイオンが結合し、ピロリン酸マグネシウムとなり不溶化するためである。このようにLAMP法は簡易な設備で短時間にウイルスの判定ができることから、農業分野における病害診断にうってつけの方法であると考えられた。そこで、愛知農総試ではLAMP法を利用したTYLCV検出法の開発を行った。

2. 検出法の開発

(1) LAMPプライマーの設計

LAMP法では6ヶ所の部位を認識する4種

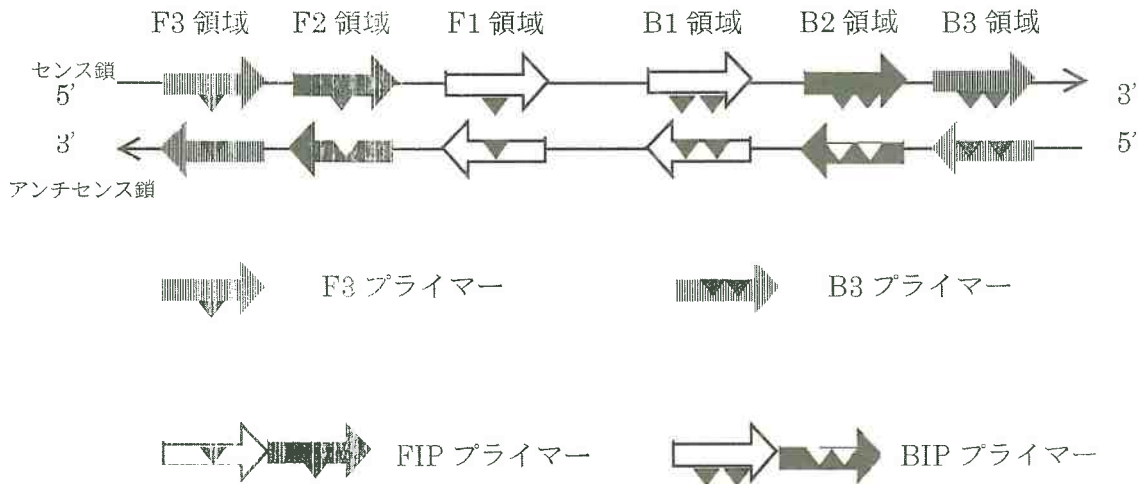


図1 LAMPプライマーの設計

F3プライマーはF3領域のセンス鎖、B#プライマーはB3領域のアンチセンス鎖の配列、FIPプライマーはF1領域のアンチセンス鎖の配列の後にF2領域のセンス鎖の配列をつないだもの。BIPプライマーはB1領域のセンス鎖の配列の後にB2領域のアンチセンス鎖の配列をつないだもの。LAMP反応では以上の4種類のプライマーを使用する。

類のプライマー (F3, B3, FIP, BIP) を利用する (図1)。TYLCVを認識するプライマーとしてSF371 (F3プライマー, 5'-TGCAGTCCGTTGAGGAAAC-3'), SF372 (B3プライマー, 5'-CCTGTACGTCATGATCGTC-3'), SF373 (FIPプライマー, 5'-AGTCAACGGCCCTTACACAGCCCAATACATTGGGCCACG-3'), SF374 (BIPプライマー, 5'-CTCGAAGGTTCGCCGAAGGCACAATGGGGACAGCAGC-3') を設計した。増幅させるターゲット遺伝子には東海地域で発生している系統 (愛知株) と九州に広がっている系統 (長崎株) の間で相同性な部位を使った¹⁾。

(2) LAMP反応

LAMP反応は20mM Tris-HCl (pH8.8), 10

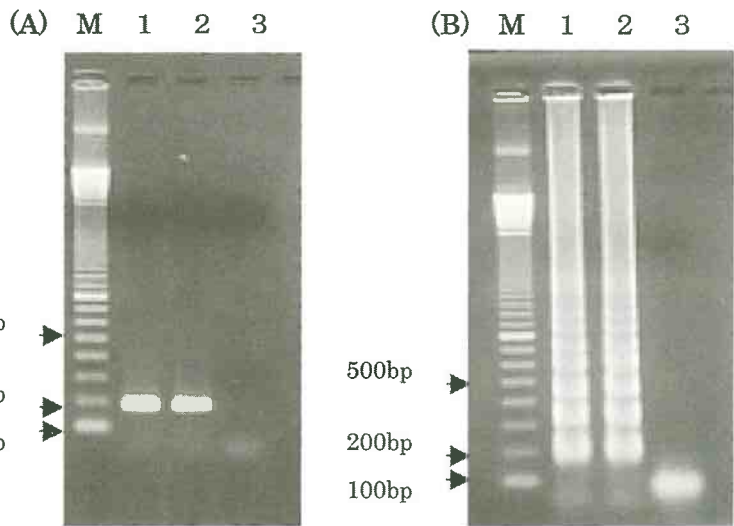


図2 PCR法 (A) およびLAMP法 (B) によるTYLCVの検出

- 1 : 愛知系統に感染したトマト
- 2 : 長崎系統に感染したトマト
- 3 : 健全トマト
- M : DNAサイズマーカー (100bp ladder)

mM KCl, 10mM (NH₄)₂SO₄, 4mM MgSO₄, 0.1% Tween 20, 0.2μM F3とB3プライマー, 1.6μM FIPとBIPプライマー, 1.4mM dNTPs, 8ユニットのBst DNA polymerase (New England Biolabs), 0.8M betaine (Sigma-Aldrich)

および2 μ lの鋳型DNAを含む25 μ lで行った。プライマー以外の反応試薬を含んだキットはWebSERVE/e Genome ORDER (<http://genome.e-mp.jp/>) で購入することができ、これを使えばより簡易な試薬調整が可能である。DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen) でトマト葉から抽出したtotal DNAを鋳型に用い、65°Cで1時間LAMP反応を行った。反応物を電気泳動した結果、愛知株および長崎株に感染したトマトからはLAMPに特有のラダー状のDNAバンドが検出されたが、健全トマトからはこのようなバンドは検出されなかった(図2)¹⁾。

(3) LAMPの簡易化

ウイルス検出を農業現場で行うためには、整備された実験施設が不要な簡易な方法が必要となる。上記の方法で問題となるのは、①DNAの抽出、②電気泳動の2点だが、電気泳動については先に示したようにDNAが増幅するとLAMP反応液が白濁し、これを目視で見ることで確認できれば解決できる。一方、DNAの

抽出については、PCRでよく用いられているアルカリ抽出法を用いた。50mgのトマト葉をチューブに入れ、100 μ lの0.5N NaOHでよく磨砕した後、磨砕液5 μ lを495 μ lの100mM Tris-HCl (pH8.0) で中和した。この抽出法であれば、1.5mlのマイクロテストチューブ・葉を磨砕するためのペッスル・マイクロピペット(200 μ l, 20 μ l) を用意すれば可能となる。

以上の条件でLAMP反応を行った結果を図3に示した。TYLCV感染トマトでは白濁が認められたが、健全葉では透明のままであった¹⁾。これにより、従来のウイルス検出法に比べ格段に簡易で迅速なウイルス検出法を確立することができた。簡易LAMP法を用いれば、先のDNA抽出用の器具に加え、LAMP反应用の0.2 ml PCRチューブ・65°Cに設定できる恒温槽・キット類を保存する冷凍庫(家庭用の冷蔵庫のフリーザーでよい)があればウイルスの検出が可能となる。

LAMP法の検出感度を調べるため、TYLCV感染トマト葉抽出液を健全トマト抽出液で10倍ずつ希釈し、これを鋳型にしてPCRとの比較を行った。その結果、PCR法では 10^3 希釈まで検出されたが、LAMP法ではその10倍から100倍の検出感度があった¹⁾。

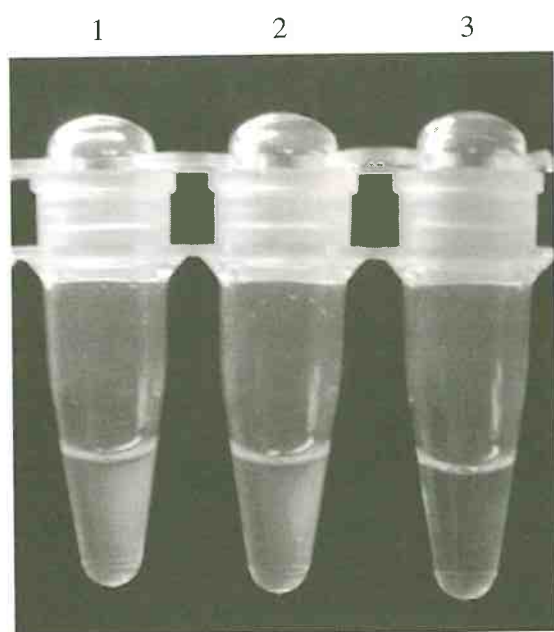


図3 簡易LAMP法によるTYLCVの診断

- 1：愛知系統に感染したトマト
- 2：長崎系統に感染したトマト
- 3：健全トマト

(4) シルバーリーフコナジラミからの検出

シルバーリーフコナジラミは体内にTYLCVを保持し、吸汁する際にTYLCVをトマトに感染させる。これが黄化葉巻病を広げる唯一の経路であるため、ウイルスの保毒率を調べることによって病害の発生予察が可能となる。

コナジラミからのTYLCV検出試験には、黄化葉巻病に感染したトマトと感染しないキャベツから採取したシルバーリーフコナジラミを用いた。パラフィルム上でコナジラミ1頭ずつを20 μ lの100mM Tris-HCl (pH8.0) で磨砕し、この磨砕液を鋳型にしてLAMP反応を行った。その結果、罹病トマトで保毒させたシルバーリーフコナジラミでは明瞭な白濁が認められたが、キャベツから採取したコナジラミではウイ

ルスが検出されなかった。これにより、LAMP法によって1頭のシルバーリーフコナジラミからのTYLCV検出が可能となった¹⁾。

3. LAMP法の普及

今回の研究の最終的な目標は開発した検出法を農業現場で利用してもらうことにある。その過程において何段階かの評価を受ける必要がある。今回は、現場からの持ち込みに対して検査業務を行う病害虫防除グループに最初の評価を依頼した。これまで病害虫グループではPCR法によって黄化葉巻病の診断していたが、LAMP法は手間・時間・感度いずれの点でも優れていると高い評価をもらった。現在では、年間に持ち込まれる100点以上のサンプルをすべてLAMP法によって診断している。

次のステップとなるのが農業改良普及課でのLAMP法利用である。県内に11ヶ所ある農業改良普及課は農業指導を行う県の組織であり、試験場から普及課への研究成果の伝達は専門技術員が行っている。幸い、意欲的な専門技術員と普及員の希望により、個別・集団の研修会を何度か行うことができた。実際の業務で検出技術をマスターした病害虫防除グループの助けも

借り、研修会は非常にスムーズに行うことができていた。さらに2003年度には行政も技術の普及に一役かって出た。今年度から始まった「研究成果現地普及事業」で“トマト黄化葉巻病の総合的な防除対策の確立”が課題化され、その中でLAMP法によるTYLCV検出技術の普及が行われることとなった。モデルとして海部農業改良普及課に予算がつき、LAMP法に必要な備品と消耗品を購入することができた。現在、農家は場からサンプリングしたトマトのウイルス診断を海部農業改良普及課で行うことができるようになっている。

このように今回の研究成果は関係する各所の協力にも恵まれ技術普及が進み始めている。バイオテク研究が農業現場で直接利用されるという例はこれまであまりなかったが、これを期にバイオテク研究と栽培現場が一体となった仕事ができればと考えている。

文 献

- 1) Fukuta, S. et al (2003), J. Virol. Methods, 112, 35-34.
- 2) Notomi, T. et al (2000), Nucleic Acids Res, 28, e63.

◀地域の先端研究▶

飼料イネサイレージ用乳酸菌「畜草1号」の開発と普及

¹埼玉県農林総合研究センター 畜産研究所

²独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 畜産草地研究所

吉田 宣夫¹ ・ 蔡 義民²

飼料イネサイレージ（稲発酵粗飼料）用乳酸菌として開発・販売された「畜草1号」は、飼料イネの特徴である低い可溶性炭水化物含量、少ない付着乳酸菌数を克服し、品質の高いサイレージ調製ができる。乳酸菌の添加方法は、飼料イネ専用収穫機に装備された添加装置や手作り装置で対応できるものである。乳酸菌開発と現地適応技術の普及は、自給飼料の生産拡大に貢献することができる。

1. はじめに

近年、水田転作作物として飼料イネ（稲発酵粗飼料）が注目され、各地で急速に生産・利用が進んでいる。飼料自給率の向上を目指し、水田基盤を活用できる適作物として注目されているものである。平成14年度の作付面積は3,500 haに拡大し、現物量として10万t余が供給された。

収穫物はサイレージ（乳酸発酵）調製されるが、材料草の特徴から長期安定性に不安があった。図1、表1のように発酵基質となる可溶性炭水化物（フルクトース、グルコース、サッカロース）含量が低く、また、付着乳酸菌数は飼料用トウモロコシなどと比較して少ない。さらに茎の中空構造などからサイロ内の残存酸素量が高くなり、安定したサイレージが得られず、酪酸やアンモニア態窒素の多い劣質サイレージになり易い点が指摘されてきた。このため、生産現場では調製前の予乾作業、アルカリ処理、埋草密度を高めるなど、高品質化に向けた努力が行われている。

2. 新規乳酸菌の開発

以上のような課題解決のために、(独)農業・
YOSHIDA Norio¹, CAI Ymin²

¹〒360-0102 埼玉県大里郡江南町須賀広784

²〒329-2793 栃木県那須郡西那須野町千本松768

生物系特定産業技術研究機構畜産草地研究所、埼玉県農林総合研究センター畜産研究所及び雪印種苗株式会社の3者による共同研究を実施し

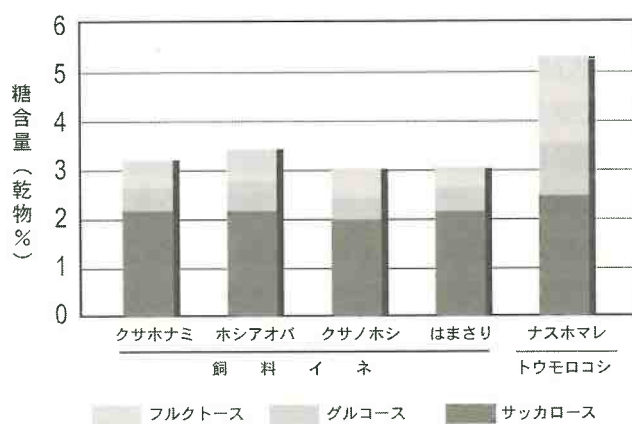


図1 飼料イネの可溶性炭水化物の成分量

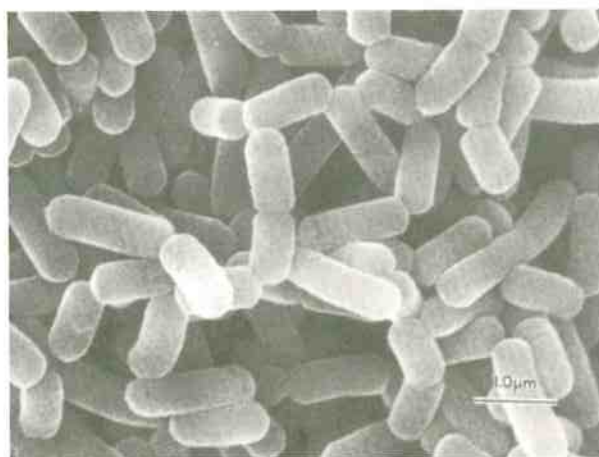


写真1 「畜草1号」乳酸菌

た。畜産草地研究所は各種飼料作物とサイレージから多種多様な乳酸菌を分離し、これらの生理・生化学的性状、糖分解性状試験及びサイレージ発酵試験を実施し、優良菌株のスクリーニングを行っ

た。これらの結果から、乳酸発酵能力が優れるホモ発酵型乳酸菌で好気性細菌や酪酸菌などの有害微生物の増殖を抑制し、低pH耐性と乳酸生成能が優れ、飼料イネの品質改善効果を有する優良菌株を選抜した。

この菌株はグラム陽性とカタラーゼ陰性で、グルコースからガスを産生しないホモ発酵型乳酸桿菌であるため、発酵による乾物ロスを強力に抑える。サイレージ発酵過程において、この菌株は多量の乳酸を生成し、サイレージをpH4.0以下まで低下させ、長期貯蔵してもその品質を安定的に保持することが可能となった。我々はこの菌株をラクトバチルス・プランタラ

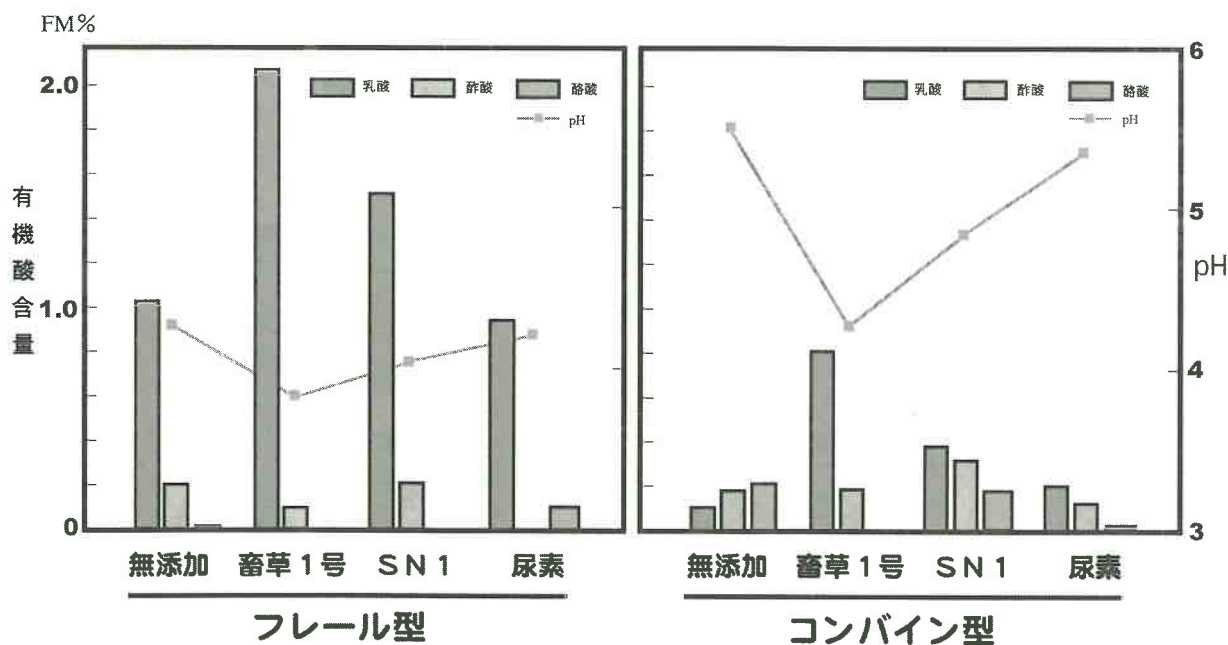
表1 材料草に付着している微生物数 CFU/g (2002年 藤田)

草 種	乳酸菌		好気性細菌酵母	糸状菌
	球 菌	桿 菌		
飼料イネ	3.3×10^4	nd	2.5×10^7	6.4×10^5
トウモロコシ	7.8×10^4	4.4×10^3	3.2×10^7	8.9×10^5
ソルガム	5.1×10^4	4.1×10^3	5.6×10^6	3.5×10^5
アルファルファ	6.5×10^3	3.5×10^2	3.3×10^6	9.5×10^4
イタリアンライグラス	2.3×10^2	6.3×10^2	2.5×10^5	5.4×10^4

nd: 検出されず



写真2 市販された「畜草1号」乳酸菌製剤 (雪印種苗株式会社提供)



畜草1号: FG1 SN1: 市販乳酸菌 尿素: 33%液0.3%
図2 専用収穫機による「畜草1号」添加サイレージの発酵品質

ム (*Lactobacillus plantarum*) と同定し、「畜草1号」と命名した(写真1)。

「畜草1号」を添加した飼料イネサイレージは無添加区に比べ、乳酸菌数が高まり、好気性細菌、酪酸菌とバチルス菌の菌数が減少した。乳酸菌添加による初発菌数は高く、他の微生物との競合でも優勢となり、しかも添加したホモ発酵型乳酸菌の強力な乳酸生成能はpHを速やかに低下させるなど、他の不良微生物の増殖を有効に抑制した。さらに、「畜草1号」を添加した飼料イネサイレージは好気性微生物やカビの発生が抑制されるため、1年間貯蔵しても変敗することがなく、その品質は安定している。

昨年7月、畜産草地研究所、埼玉県農林総合研究センター畜産研究所並びに雪印種苗株の3者で共同出願(特願2002-202215号)し、今年7月から雪印種苗株によって凍結乾燥製剤として商品化された(写真2)。

3. 飼料イネなどへの添加効果

乳酸菌「畜草1号」の効果を確認するため、飼料イネ専用収穫機2機種による現地試験を実施した(2001年)。さらに対象材料を広げるため、類似した素材である生稲わらへの添加試験を牧草収穫用ロールベアラを使って検討した(2002年)。

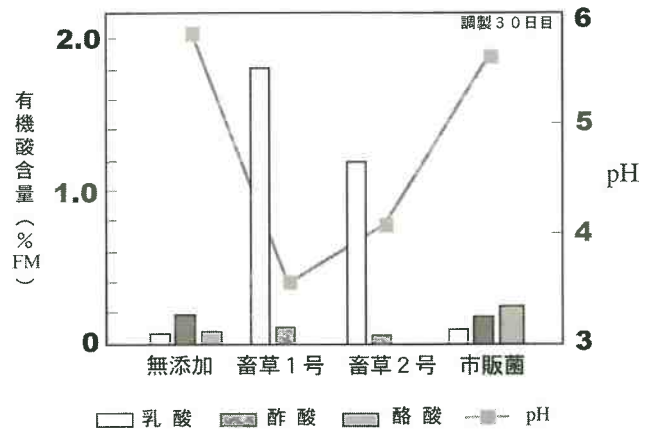


図3 「畜草1号」を添加した稲わらサイレージの発酵品質

飼料イネサイレージを調製後40日目に開封しVFAおよびpHを測定したところ、図2に示したとおり2つの収穫機(フレール型、コンバイン型)のいずれも無添加、市販乳酸菌と比較して乳酸生成量の向上、pH低下が認められ、家畜での採食性も確認されている。さらに長期貯蔵(8ヶ月間)したが、カビ発生等はなく、品質保持を確認できた。また、図3のように、生稲わらサイレージでも飼料イネサイレージと同様に顕著な添加効果が認められた。これらの試験のほか、イタリアンライグラス2番草での添加実証の結果、同様の効果が得られた。

これらの結果は、現地試験に協力された酪農家から「飼料イネダイレクトカットサイレージ



フレール型機 (YWH1400)



コンバイン型機 (WB1000)

写真3 専用収穫機に装備された乳酸菌添加装置

の発酵品質は良くない印象だったが、発酵品質、牛の採食性とも満足である」とする意見が聞かれる。乾燥稲わらは肉用牛飼料として欠くことのできないものだが、食用米収穫直後の生稲わらを良質サイレージに調製できれば、乳牛用飼料としての利用に期待が持てる。

4. 多様な添加方法と装置

湿潤なほ場条件を克服するため、飼料イネ専用の収穫機が開発（2機種）されている。これらには写真3のような添加装置がいずれもオプション装備され、乳酸菌等の添加が可能である。また、乾田地帯では牧草収穫用のロールベール体系が使われているが、簡易な添加装置によって乳酸菌の活用ができる。市販の添加装置もあるが、図4、写真4に示した乳酸菌添加装置を手作りし、ロールベールに装着することができる。部品代は約3.5万円である。

乳酸菌製剤「畜草1号」の推奨添加量は現物1t当たり5gである。いずれの添加装置もまず、(1) 1個当たりロールベールの平均重量とその

集草時間当たりの液吐出量を把握し、(2) 一定量の乳酸菌溶液を調製する必要がある。例えば、ロールベール重量250kg、同量の集草時吐出量が1.4Lの場合、水道水100Lに乳酸菌製剤90gを

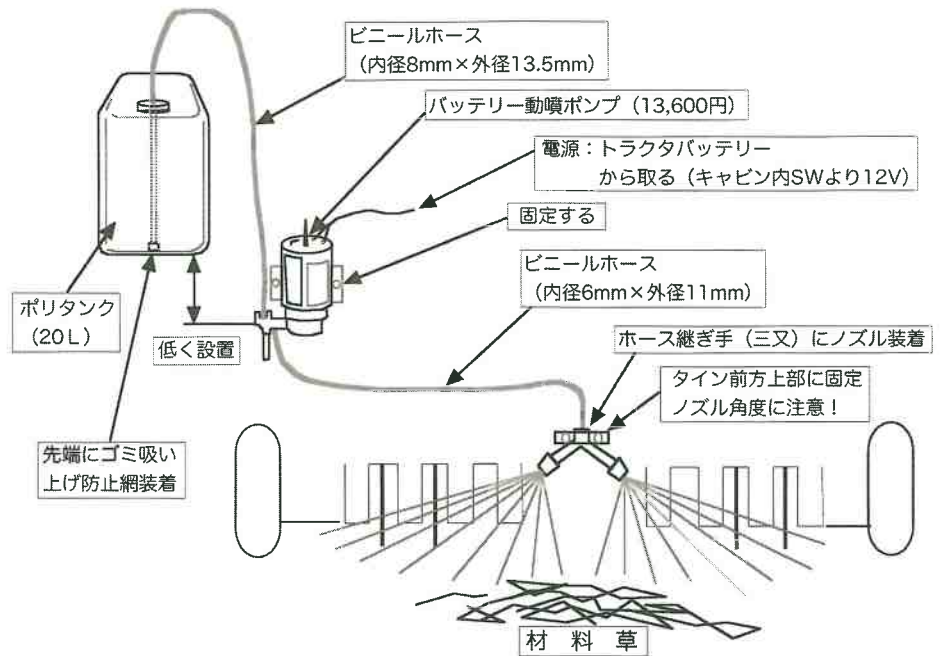


図4 簡易な乳酸菌等の添加装置（ロールベール対応）

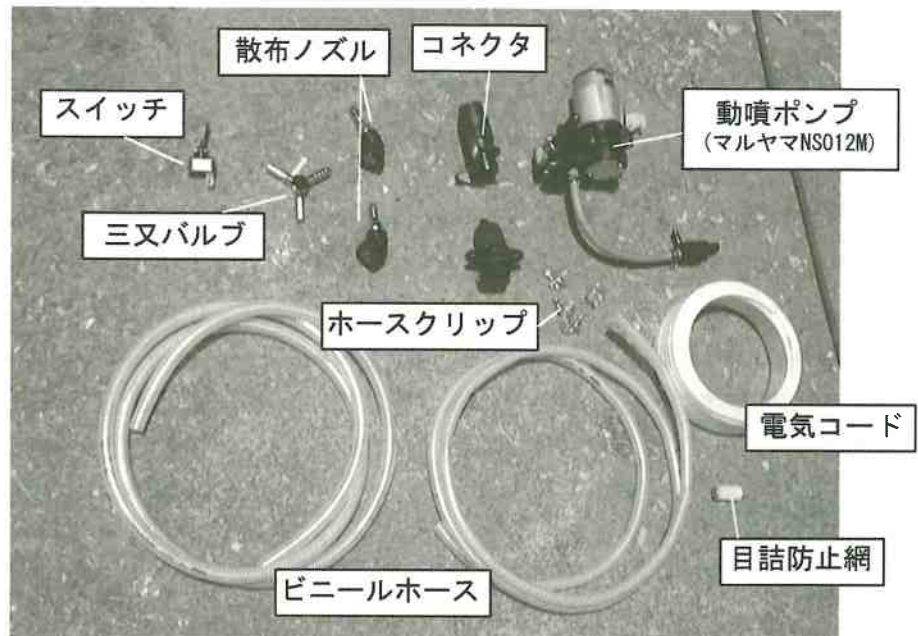


写真4 手作り添加装置に必要な器材

（これ以外に20Lポリタンク、留め金等）

混合・攪拌する。調製した溶液はその日のうちに添加する。調製されたサイレージは嫌気的条件下を維持してこそ発酵品質の安定化が得られるものであり、長期貯蔵中の管理に留意しなければならない。

5. おわりに

乳酸菌製剤「畜草1号」の特徴と利用方法について述べたが、飼料イネサイレージばかりでなく、生稲わらや2, 3番の牧草サイレージにも活用できるものである。埼玉県では平成15年度の重点普及課題として、専門技術員が中心になって「畜草1号」の普及拡大に取り組んでいる。飼料イネの収穫・調製の受託作業を行っている県農林公社では、畜産農家の要望に応じてオプション（200円/バール）で乳酸菌添加を始めた。

飼料イネサイレージの発酵品質と長期貯蔵性の改善効果は、国産飼料の生産拡大に寄与できるものと期待される。

文 献

- 1) 藤田泰仁 (2002), DAIRYMAN臨時増刊号, 74-77
- 2) 蔡 義民 (2003), 全農Grass, vol.16, 40-42
- 3) 蔡 義民 (2001), 日草誌, 47(5), 527-533
- 4) 吉田宣夫 (2003), 畜産技術, 2003-8, 8-12
- 5) 吉田宣夫 (2003), 農業技術, 57-9, 423-427
- 6) 吉田宣夫 (1987), 日草誌, 33(2), 109-115



ブレインテクノニュース
バックナンバーのご案内
第97号
2003年7月15日発行

総 説

昆虫テクノロジー研究について……………川崎建次郎

国内情報

絹糸中に生理活性タンパク質を産生する組換えカイコの作出
……………山田勝成・田中 貴・平松紳吾・田村俊樹
植物が生産した薬効成分を特異的器官・細胞に蓄積する分子
機構……………土反伸和・佐藤文彦・矢崎一史
抗生物質耐性遺伝子を使わない新しい遺伝子組換えイネ選抜
技術の開発……………大島正弘
家畜における卵胞閉鎖抑制・発育促進技術の開発と卵成熟誘
起機構の解明……………佐藤英明・清水 隆・横尾正樹

海苔の粘質多糖・ポルフィラン

……………濱 洋一郎・常田尚正・杉本良子・
常岡 史・小谷正幸・墨 利久

高精度水田用除草機の開発……………宮原佳彦

地域の先端研究

魚油の生物学的脱臭法—パン酵母を用いる新しい方法

……………檜山圭一郎

文献情報

マウスおよび霊長類胚性幹細胞からの末梢神経系ニューロン
および床板細胞への分化誘導……………(抄訳：下司雅也)

酵母のエタノール耐性はオレイン酸に依存する
……………(抄訳：澤田大輔)

あいた口がふさがらない話……………(抄訳：岩井純夫)

イネにおける分けつの制御……………(抄訳：丸尾喜宏)

海外便り

パラグアイのダイズ生産と研究

—地域農業研究所センターにおける2年間—……………豊田政一

◀文献情報▶

ケモカインの一種であるインターフェロン γ 誘導蛋白10kDa (IP-10) はIFN τ により産生が刺激され、ヒツジ子宮内膜に免疫担当細胞を供給する

A Chemokine, Interferon (IFN)- γ -Inducible Protein 10kDa, Is Stimulated by IFN τ and Recruits Immune Cells in the Ovine Endometrium.

Nagaoka K.,¹ Sakai A.,¹ Nojima H.,¹ Suda Y.,¹ Yokomizo Y.,² Imakawa K.,¹ Sakai S.,¹ and Christenson K.K.³

¹University of Tokyo.

²National Institute of Animal Health.

³USDA-ARS, U.S. Meat Animal Research Center, U.S.A.

Biology of Reproduction, 68, 1413-1421 (2003)

妊娠の成立には、黄体退行の阻止、子宮への胎仔の接着および胎盤形成の促進のための胎仔と母体の協調が必要である。また、母体が胎仔を受容するという面では、母体の免疫系も重要や役割を果たすと考えられる。子宮や頸静脈血中の免疫担当細胞の分布は発情周期により変化しないが、発情周期に比べて妊娠初期ヒツジ子宮内のCD45R+細胞の比率は高くなると報告されており、このような免疫担当細胞の子宮への供給は妊娠成立のために必要な母体の反応のひとつと考えられる。ヒツジの妊娠認識時期である妊娠9日から23日に、胚栄養膜細胞からIFN τ が産生され、子宮内膜からのプロスタグランジンF2 α のパルス状放出が妨げられて黄体退行が阻止される。一方、IFN τ はリンパ球の増殖とサイトカインの産生を調節することから、反芻動物における胚発育や分化のために適切な子宮内環境を整えるために重要な役割を果たしていると考えられる。著者らは、妊娠17日目と発情周期15日目のヒツジ子宮内膜組織のcDNAサブトラクションからケモカインの一種である

インターフェロン γ 誘導蛋白10kDa (IP-10) を発見した。IP-10はC-X-Cケモカインに属し、マクロファージ、線維芽細胞、星状細胞、上皮細胞、内皮細胞等の種々の細胞に誘導され、炎症や免疫反応の多くの局面において白血球の遊走性を調節する。一方、IFN τ は、IFN γ と同様にISREおよびGASを介して遺伝子の転写を刺激することから、反芻動物においてはIFN τ が妊娠初期のIP-10発現を調整している可能性が考えられる。そこで、まずIP-10のcDNA (1172塩基) が決定された。さらに、ノーザンブロット解析により、胎仔が母体子宮内膜に接着する頃から胎盤形成の初期 (D14~25) にかけて大量のIP-10のmRNAが妊娠ヒツジの上皮下の基質に存在する免疫担当細胞 (単球) に検出されたが、妊娠中の子宮上皮細胞、間質細胞、リンパ球や発情周期中の子宮では検出できなかった。IFN α 、IFN γ およびIFN τ により用量依存性に単球におけるIP-10のmRNA発現量は増加し、子宮内膜の体外培養においてはIFN τ による効果をもっとも高かった。さらに、IFN τ で刺激した子宮内膜の培養液添加により末梢血中単核細胞の遊走性が刺激されたが、この遊走刺激効果は抗IP-10抗体による中和試験により弱まった。以上の結果から、胎仔のIFN τ により調節される子宮内膜のIP-10が、妊娠初期の子宮において免疫担当細胞の供給や分布を調整していることが明らかとなった。

IFN τ は反芻動物の妊娠認識に重要な物質であり、黄体退行阻止作用については様々な研究が行われてきた。本論文は、着床の成功とその後の胎盤形成に欠くことのできない免疫担当細胞の適切な分布を制御する生化学的なシグナルとしてのIFN τ の新たな作用を明らかにした。妊娠という現象には未だ不明な点が多く、研究の進展が期待される。

(抄訳：下司雅也, GESHI Masaya, 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構畜産草地研究所)

◀文献情報▶

酵母*S. cerevisiae*における 酸性フォスファターゼPHO5 の発現制御機構

(ポリリン酸の消失はSNF/SWI-
及びGcn5に依存する有糸分裂時
PHO5誘導を促進する)

Polyphosphate loss promotes SNF/SWI- and
Gcn5-dependent mitotic induction of PHO5

Daniel W. Neef and Michael P. Kladde

Department of Biochemistry and Biophysics,
Texas A&M University, U.S.A.

Mol. Cell. Biol., 23, 3788-3797 (2003)

リンは生物に必須の成分である。近年排水中のリン過多による湖沼や内陸海洋の富栄養化が問題となっているが、これは海外から多量に輸入されているリン資源に由来するものであり、自然界において多くの場合生物はリンの不足状態におかれている。外界のリン濃度の感知とリン取り込み機構については、酵母*S. cerevisiae*においてその研究が最もなされてきた。酵母では、外界のリン濃度が低い状態において、有機物からリンを遊離させる酸性フォスファターゼ (PHO5など) を菌体外に分泌し、それとともにリンを細胞内に取り込むためのトランスポーター (PHO84) が高発現する。一方、高リン酸条件下では、これらの発現は抑制される。この現象について以下のような機構が解析されている。リンの制限された培地において、リンの欠乏はCDK (=cyclin-dependent kinase) インヒビター・Pho81を活性化することで、cyclin-CDK Pho80-Pho85のリン酸化を阻害する。このことによりPHOトランス・アクティベータであるPho4を核内に留め、核内においてPho4単独または核内蛋白Pho2とのヘテロダイマーが、PHO5やPHO84、その他20以上におよぶ遺伝子を活性化する。

なお、酵母では細胞内の過剰なリンをポリリン酸 (100ヶ以上におよぶ直鎖状の、高エネルギーリン酸結合によるリン酸ポリマー) の形で

液胞の中に蓄積するが、その合成にはPHM3、PHM4などいくつかの遺伝子産物が関与していると考えられている。これらPHM3、PHM4の発現もPHO5、PHO84と同じ機構で制御されている。

さて、1998年にSpellmanらは、およそ800の遺伝子が細胞周期により変動することを示した。(Mol. Biol. Cell 9, 3273-97)。これらのうち500遺伝子は、SBF factors, MCB1p-containing factor, Swi5p/Ace2pという3つのよく知られた細胞周期活性因子により制御されている。残り約300遺伝子については、栄養取得に関するものが多く、M、M/G1期に発現ピークが見られるが、その制御機構はほとんど理解されていない。これらの中には、先のリン酸代謝に関与するリン酸トランスポーターPHO84や酸性ホスファターゼ (PHO5) なども含まれている。

本報においてDanielらは、この細胞周期による酸性フォスファターゼPHO5の発現誘導が、今まで知られていた転写活性因子Pho4、Pho2による制御とともに、クロマチン付随酵素Gcn5やSnf2/Swi2も必要とすることを明らかにした。また、ポリリン酸が細胞周期にともなって変動し、PHO5制御とポリリン酸集積が対立的関係にあること。さらにポリリン酸蓄積に関与するPHM3の欠損が、酸性ホスファターゼPHO5の高発現のみならず、その発現を早めることも示した。これらのことは、酵母におけるリン酸制御機構の細かい部分における新たな役者の関与を示すものである。

(抄訳：家藤治幸, IEFUJI Haruyuki, 独立行政法人酒類総合研究所)

◀文献情報▶

イネにおける花芽運命決定の制御機構

FRIZZY PANICLE is required to prevent the formation of axillary meristems and to establish floral meristem identity in rice spikelets.

Mai Komatsu^{1, 2}, Atsushi Chujo¹, Yasuo Nagato¹, Ko Shimamoto² and Junko Kyojuka^{1, 3}.

¹Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo.

²Graduate School of Biological Sciences, Nara Institute and Technology.

³CREST, Japan Science and Technology Corporation.

Development, 130, 3841-3850 (2003)

イネの花序である穂は枝梗と呼ばれる分枝からなり、分枝パターンと花のアイデンティティーの獲得は穂の形態を決定する重要な要因である。筆者らは *frizzy panicle* (*fzp*) 変異体および *FZP* 遺伝子の解析を通して、*FZP* 遺伝子がイネの花芽運命決定に重要な役割を果たすことを示した。

イネの野生型の穂では1次枝梗（または2次枝梗）の先端から側芽分裂組織（BM）が形成された後、BMの小穂分裂組織（SM）への移行に続き花分裂組織（FM）へと転換し、花芽運命が決定される。それに対し、強い *fzp-2* 変異体の穂では1次枝梗のすべてのBMから2次枝梗を分化し、さらに2次枝梗の上部の包葉様の構造の腋から3次枝梗が分化していた。*fzp-2* は外見上、小穂が形成されていなかったが、走査型電子顕微鏡（SEM）により枝梗を詳しく見た結果、小穂の一部である副護穎の構造が観察された。また弱い *fzp-3* においては3次枝梗から小穂が分化していたことから、*fzp* 変異体ではSMのアイデンティティーの獲得は起きているものの、その後の花分裂組織のアイデンティティーを獲得できず、特に強い *fzp-2* 変異体において上記のような無限的な分枝が引き起こされることが示唆された。

FZP 遺伝子はマップベースクローニングおよびトランスポゾンタギングによる遺伝子の単離の結果、植物特異的なERF (ethylene-responsive element-binding factor) ドメインをもつ転写因子をコードしていた。また、レポーター遺伝子を用いたトランジェントアッセイにより、実際に転写活性化に働くことが示された。さらにRNA in situハイブリダイゼーションの結果、*FZP* 遺伝子は幼穂でSMが分化するごく短い時期において、副護穎原基が形成される領域に半リング状に発現しており、RNAの発現パターンと *fzp* 変異がよく一致していた。以上より、*FZP* 遺伝子の機能として2つの仮説が提唱された。まず1つ目は、イネの花序において *FZP* 遺伝子は小穂からの分枝を抑える働きをしているというもので、その結果SMがFMへと移行して花芽運命を獲得できるようになる。2つ目は *FZP* 遺伝子がSMのFMへの転換を正に制御しているというものである。

また、*FZP* 遺伝子はトウモロコシの *BRANCHED SILKLESS* (*BD1*) 遺伝子のイネのオーソログであることが明らかになった。トウモロコシの *bd1* 変異体の雌性花序では、小穂の代わりに枝梗が無限的に形成されるなど *fzp* 変異と類似しているだけでなく *FZP* とよく似た発現パターンを示している。また、双子葉のモデル植物であるシロイヌナズナでは *FZP* とよく似た遺伝子は見つかっていない。これらのことは、イネやトウモロコシを含めた単子葉のイネ科植物の花序には花芽運命決定に関して特異的な制御機構が働いていることを示唆している。(抄訳：寿崎拓哉, SUZAKI Takuya, 東京大学大学院 農学生命科学研究科)

◀文献情報▶

冷凍ヘイクのクオリティ・インデックス・メソッドの開発

Development of a Quality Index Method for Frozen Hake (*M. capensis* and *M. paradoxus*)

A.M. Herrero, A. Huidobro, and M. Careche
Instituto del frio (CSIC), Ciudad Universitaria,
Spain

Journal of Food Science, 68, 1086-1092
(2003)

水産物の流通がグローバル化して久しい。魚介類をはじめとする水産物の大部分は常温では鮮度の劣化が激しく、このため古くから乾燥や塩蔵など種々の保存手段が開発されてきた。しかし水産物本来の味や食感などの品質を極力損なわずに保存・流通させる上で、冷凍技術が果たした役割は大きい。

水産物の冷凍保存技術あるいは冷凍物流技術は長足の進歩を遂げたが、さらなる進化が求められているのも事実である。理由のひとつに各国で見られる資源管理の動きが挙げられる。限りある水産資源を獲り尽くすことなく、将来に渡って安定した資源とするために、ある魚種の漁獲量や漁獲時期が政府によって決定されるのである。このような魚種では通年漁獲が可能な魚種と異なり、かなりの長期間に渡る冷凍保存を経てから市場に流通する可能性がある。このような冷凍保存中にもタンパク質の変性や脂質の酸化は進行するので、食感や風味などの品質が低下してしまう。

今回紹介する文献で取り上げたヘイク (*Merluccius capensis* および *M. paradoxus*) はタラの仲間でメルルーサ科に属する。スペインはヘイクの一大消費国であり、また全ての冷凍魚に占めるヘイクの割合が1997年には14%だったものが2002年には24%まで増加していることから分かるように、冷凍ヘイクの重要性が高まっている。そこで筆者らは、QIM (クオリ

ティ・インデックス・メソッド) と呼ばれる品質評価法の冷凍ヘイクの適用を試みた。

QIMは1985年にBremnerらによって開発された水産物の品質評価方法で、これまでに種々の魚種への適用が試みられてきたが、冷凍魚についてはほとんど例が無い。筆者らは冷凍ヘイクの品質を評価するのみならず、残りの保存可能期間をQIMによって予測しようと試みた。

筆者らはまず-20℃におけるヘイクの保存限界を官能評価によって20ヶ月と決定し、次いで何回かの試験を繰り返す中で評価項目の取捨選択および評価点の微調整を行い、最終的にQIMスコアシートを完成した。具体的には冷凍魚を4℃で解凍したものについて、スコアシートに記載の7項目について評価を行う。評価項目の内容は次のとおりで、各項目について2～4段階の評価点を与える。

魚体の形状、腹部表面の外観、臭い、頭部断面の乾燥度合い、硬さ、弾力、水分のロス

例えば水分ロスについてはわずかに圧力を加えた場合の水分ロス量をnone(0), some(1), much(2)の3段階で評価してカッコ内の点数を与える。各項目の評価点を合計したものをQI (クオリティ・インデックス) とすると、その時点での-20℃における保存月数は下式であらわされる。

$$\text{保存月数} = -2.684 + 1.758 \text{ QI}$$

筆者らのQIMスコアシートは20ヶ月を保存期限として設計されているので、20から上式の保存月数を引いたものが-20℃における残りの保存可能期間となるという。

この方法は特定の魚種を特定の条件下で保存した場合のみ適用できる方法なので、汎用性に乏しいという見方もできる。しかしながら高価な分析機器や煩雑な前処理を必要とせず、わずかな訓練のみでコストをかけずに迅速に評価結果が得られる。この点は製造現場に導入する上で大きなメリットである。本法のさらなる展開に期待したい。

(抄訳：沖田裕司, OKITA Yuji, 日本水産株式会社中央研究所)

◀海外便り▶

材料学研究のメッカ、マサチューセッツ州立大学で
～娘と過ごした2年間～独立行政法人 農業生物資源研究所
秦 珠子

1. はじめに

私は2000年3月から2002年3月まで2年間、当時の科学技術振興事業団（JST）（現在の独立行政法人科学技術振興機構）の若手派遣型のフェローシップを得て、米国マサチューセッツ州立大学にて在外研究を行った。それまで行っていた絹の研究を材料学の視点からもう一度きちんと勉強しなおしたいという気持ちで Structure of spider silk という課題をたてフェローシップに応募し、採用された。JSTの説明会では、「外国に行くと同じように研究ばかりの生活をしないで下さい。とにかく何でもいから色々な事を経験してきてください」と言われたのを覚えている。もっとも、私は当時10歳になる娘を伴っての留学であったため、研究ばかりの生活には初めからなりようも無かった。その上に、留学期間中に世界貿易センターが破壊されるという事件もあって、9月11日を境にした米国内の大きな変化を否応無しに目の当たりにすることとなった。

2. UMassにて

HATA Tamako
〒305-8634 茨城県つくば市大わし1-2

留学先のマサチューセッツ州立大学（UMass） Polymer Science & Engineering（PSE）は材料学の分野ではメッカといわれ、全世界から優秀な学生・研究者が集まってくる。産業界と関係の深い高分子材料科学の発祥の地と呼んでもいい場所なだけあって、大学には、Kodak、

Bayer、GEなどフィルム関係、製薬関係を始め多くの企業が出資している。PSEのConte buildingはAmerican Big MoneyとJapanese Big Moneyが建てたと評判の近代的なデザインの建物だ。日本からはバブルの時期にはかなりの企業研究者が派遣されていたようだが、

私が渡米した頃は5～6人だった。

UMassではS.P.Gido教授が絹に興味を持っており、その縁で留学となった。

第二次世界大戦前、絹は日本から農林○号と分類されて輸入されていた。開戦とともにシルクの供給を絶たれた米国が合成繊維の開発に全力を傾け開発したのがナイロンである。絹を模倣した繊維の開発ということで、農林の英語表記NOLYN（ノーリン）を逆さに書いたのがNYLONの語源となったのは余り知られていないことかもしれない。

シルクに興味をもつ研究者は米国に多いし、日本の蚕糸研究に対する評価は日本人が思っている以上に高く「日本の絹の研究について知り



PSEのConte building

たい」と私はあちこちで言われた。これは私には意外なことだった。日本では養蚕業の低迷に伴い、絹はもう時代遅れという扱いをされているように私は感じていたからだ。しかし、全世界的に見れば絹の需要は上がっており、またいまだに絹ほどの品質の合成繊維は開発されていないのであるから、繊維分野の研究者が絹について学びたがるのは当然といえば当然である。

とはいえ米国にカイコはいないので、試料のクモが採取できるまでは、デンドリマー、導電性高分子など合成高分子を調べていく生活となった。材料が専門の私にはPSEでの研究は何もかもが刺激的で厳しくはあったが、とても楽しい研究生活となった。

3. 英語について

1年目は無我夢中であった。とにかく、現地の英語は早いのである。娘は現地校に通学したが、その先生には「家では日本語を使ってください。母語がどれだけしっかりしているかで後々の英語の上達が全く違ってきます。」と厳しく言われ、家では日本語を使わざるを得ない状況だった。これはかなりこたえた。留学前は「アメリカに行って数ヶ月すると相手の言っている事が『自然に』わかるようになる」と言われ、それを真面目に信じていたが、それは少なくとも私には当てはまらなかった。実験をしている限りは英語はそれほど必要ではない。勿論娘も学校では一言も言葉の出ない毎日、2人ともかなりストレスがたまっていた。渡米して半年近くしても私は聞き取りが悪く、そこで、現地の言語学を専門にしている日本人大学院生に思い切って相談をした。UMassでは私の所属するPSEと言語学が全米一を誇っている。これはかなり偶然で運がよかったと思う。



娘のお別れ会（小学校で）

彼女に、アドバイスを受けたところ、「折角2年間いるのだから綺麗な発音の英語が話せるようになった方がいい」と言われ、思い切ってlinguisticsの大学院生を家庭教師に雇った。それからは1週間に1回2時間、とにかく音読で発音直しをお願いした。英会話などというレベルの代物ではないが、これがかなり役に立った。音読を始めてからlisteningが格段に楽になり、2週間ほどでかなり聴き取れるようになった。これにはびっくりしたし、自分でもやれば出来ると自信になった。日本語訛りを取る練習をし、そんなこんなで自分なりに苦勞したが話せるようになってくると楽しかった。

私のいたグループは中国人が多く、グループ内の会話はほとんど中国語だった。初め私を見かけた他のグループの人は「あの日本人は英語が上達しないね」と噂があったという。逆に一通り話せる様になった後では「あの環境でよく頑張った」と他のグループの人が話しかけてくれるようになった。1年目

の終わりには一通り英語もわかるようになった。しかし、下手な英語に付き合ってくれる暇なアメリカ人なんてそうそうはいないのである。そこで、アジア文化の学科に広告を出した。「英語を教えてくれたら、日本語を教える」という広告である。それからは週に1回、つづり方（教育運動のひとつ）の文章を読んで大学院生相手に解説をすることになった。その縁で日本語コンテストの審査員もした。下手でも話す米国人には学ぶべき点があると思った。これらの練習は帰国直前まで続き、英語力ではあっという間に私を追い抜いた娘にもたまには褒めてもらえる程度にはなった。

4. 娘の事

娘にとっては米国での2年間は大変に貴重な経験となったと思う。英語の習得はさておいておくとしても、「人はみんな違うのだね。」と澁刺として娘が言ったとき、米国に来て本当に良かったと思った。子供をつれての留学は1人と違ってかなりきついが、報われた思いがした。初めはいじめもあり大変だった。そのいじめというのは「英語がわからない」と馬鹿にされてのいじめだったのだが、そうやっていじめるということを娘が全部わかっていたというのはちょっとおかしかった。しかもそのいじめをした子は、娘の次に英語の出来ない子供だった。その子はアフリカから一家で亡命してきて、ほとんど学校に行った事のない子だった。英語が話せるようになってからはむしろその子と娘は仲良しになり「あの子は国が戦争で8歳まで学校に行けなかったんだって、でも頑張っているし、いいところあるのよ」とこともなげに言っていて、強くなったなあと感心した。

娘の通っていた学校は、多分かなりリベラルな学校だったのだろうと思う。Amherstがポルボト政権時代のカンボジア難民を、アメリカで一番初めに受け入れた地域であることは後から聞いたが、そういう地域性も関係していたのかもしれない。

5. 9月11日

2001年9月11日朝に世界貿易センターが破壊された。その日、学生に「戦争ですよ」と言われて私はびっくりした。その日を境に大げさでなく米国は変化したと思う。意外かもしれないが、9・11の後、テレビは日本の映像ばかりだった。本土を攻撃されたのは真珠湾以来の米国であるから、何かと真珠湾を引き合いに出す。

その次は、原爆。日本で見る映像はいかに原爆が非人間的かという視点の映像だが、米国ではいかに核爆弾が強力で、従ってそれを保持している米国が強いかという一種のプロパガンダだ。焼け野原の広島が映し出され、しかし被爆者は一切出されないというその偏向ぶりに頭を抱えてしまった日本人は多かった。次は化学兵器の話になり、地下鉄サリン事件の映像が流された。全く米国にいながらにして、日本の映像ばかりである。

9・11以後リベラルなマサチューセッツでさえ、家々には星条旗がはためき、一種異様な雰囲気だった。私が通っていたルター派のキリスト教会ではアメリカのメディアの流すニュースは信用できないから、BBCを見ようとみんな話し合った。学内からはイスラムとわかる女性が姿を消し、明らかなアラブ色は影を潜めた。米国メディアの偏向報道に異を唱えた学者の研究室のドアには「お前のようなやつがテロを生むのだ」の落書きまでなされ、学内は騒然としていた。それからは空港の厳重な警備のせいで国内旅行もままならぬ大分不自由な生活となった。

6. おわりに

米国での経験をこの短い文章にまとめきる事は到底出来ない。このほかにもニューヨークで交通事故に遭ったこと。近所のドロシーさんにとってもお世話になった事、書き始めたら終わらない。9月11日までは、寛容で開けっぴろげな米国を満喫し、最後の半年は異様としか言いようのない米国を内部から体験した。アメリカは嫌な面もあるけれど魅力的な国でもある。私にマサチューセッツでの2年間の留学機会を与えてくださったJSTにこの場を借りてあらためて深く感謝したい。

生研センターからのご案内

新組織の設立・発足

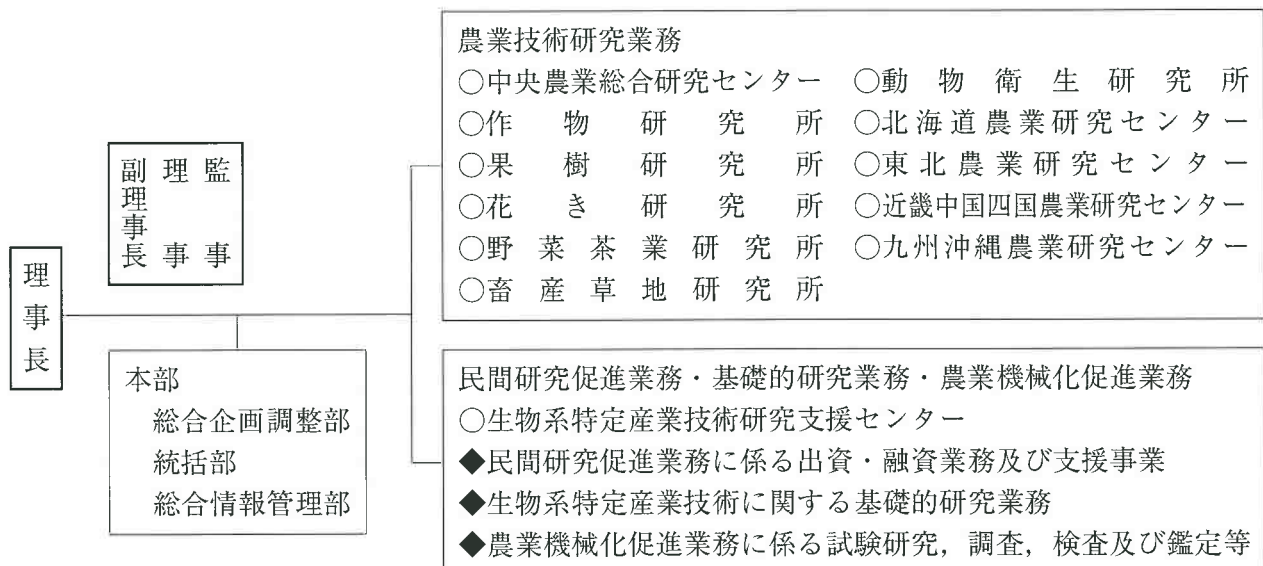
生物系特定産業技術研究推進機構（略称：生研機構）は、平成15年10月1日をもって独立行政法人農業技術研究機構と統合し、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構として発足いたしました。これまで生研機構が行っていた民間研究促進、基礎的研究、農業機械化促進の業務は、(独)農業・生物系特定産業技術研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）において、より幅広く先進的な取組みを持って実施いたします。

新法人の組織の概要は以下のとおりです。

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

役員（平成15年10月1日現在）

理事長	三輪 睿太郎
副理事長	小林 新一
理事	長岡 壽男（総務担当）
理事	河手 悦夫（民間研究促進担当）
理事	後沢 昭範（評価・広報・知的財産担当）
理事	清野 豁（研究管理担当）
理事	小川 奎（地域研究担当）
理事	横内 罔生（専門研究担当）
理事	桂 直樹（基礎的研究担当）
理事	大森 昭彦（機械化促進担当）
監事	岡村 隆夫
監事	林 秀雄
監事	真方 兼文



生研センターからのご案内

○本部 〒305-8517 茨城県つくば市観音台3-1-1 TEL 029-838-8998

○生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN)

生研センターの組織

さいたま本部（農業機械化促進業務＝農業機械化研究所関係）

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町1-40-2 TEL 048-654-7000（代表）

東京事務所（民間研究促進業務・基礎的研究業務）

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-19虎ノ門マリビル10F

TEL 03-3459-6565（代表）

競争的資金制度による研究推進事業と研究支援事業

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）は、旧・生物系特定産業技術研究推進機構（生研機構）の業務を引き継ぎ、大学、独立行政法人、民間企業等の研究者から研究課題の提案を公募し、審査によって実施課題を決定する、いわゆる競争的資金制度として「新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業」及び「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」等を実施しております。

平成15年度は、4月1日～4月30日の募集期間に提案された335課題（基礎研究推進事業274課題、異分野融合研究支援事業61課題）について、選考・評価委員会による厳正な審査を行い、今般、以下の11課題（基礎研究推進事業7課題、異分野融合研究支援事業4課題）を採択し、今後5年間、委託研究として実施することとなりましたのでお知らせ致します。

このことにより当生研センターが競争的資金制度として実施する研究課題は、現在継続中のものを含め、79課題（基礎研究推進事業59課題、新事業創出研究開発事業6課題、異分野融合研究支援事業14課題）となります。

新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業

農林水産物の高付加価値化や新需要の開拓、農林水産業・食品産業・たばこ製造業等の生産性の飛躍的向上、地球規模での食料・環境問題の解決等に資することを目的として、大学、独立行政法人、国立試験研究機関等から広く研究課題の提案を募り、新しい発想に立って生物の持つ様々な機能を高度に利用した新事業・新分野を創出するための基礎的、独創的な研究を推進しています。

平成15年度新規採択課題は次の通りです。

生研センターからのご案内

【一般型】

SPMダイレクトゲノム解析法の開発 ○ 大谷 敏郎 (独立行政法人食品総合研究所) 山本 公子 (独立行政法人農業生物資源研究所)
クローンブタを用いた幹細胞移植治療の評価モデルの確立 ○ 長嶋 比呂志 (明治大学農学部) 遠藤 文夫 (熊本大学大学院医学薬学研究部) 梶 雄次 (独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 九州沖縄農業研究センター) 山口 泰典 (福山大学生命工学部) 三木敬三郎 ((株)バイオス医科学研究所)
植物細胞壁糖鎖の機能解明とその制御 ○ 佐藤 忍 (筑波大学生物科学系) 林 隆久 (京都大学木質科学研究所) 石井 忠 (独立行政法人森林総合研究所)
新規摂食調節物質グレリンとニューロメジンUの基礎的、応用的研究 ○ 村上 昇 (宮崎大学農学部) 児島 将康 (久留米大学分子生命科学研究所)
レギュレーター脂質の機能解析と高機能性食品創製への基盤研究 ○ 佐藤 隆一郎 (東京大学大学院農学生命科学研究科) 植田 和光 (京都大学大学院農学研究科) 加藤 茂明 (東京大学分子細胞生物学研究所)

【若手研究者支援型】

香りセンサーとしての嗅覚受容体の分子認識機構の解明 ○ 東原 和成 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)
果樹等における花成制御技術の開発 ○ 古藤田 信博 (独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 果樹研究所) 高品 善 (山形県園芸試験場) 伊ヶ崎 知弘 (独立行政法人森林総合研究所)

- 注) 1. 氏名の○印については研究代表者。その他の者は研究分担者。
2. 採択課題の並びは研究課題名の五十音順である。

生研センターからのご案内

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業

農林水産・食品産業関連分野における新事業の創出に資するため、産学官の連携による分野の垣根を超えた融合型研究や地域資源を活用した研究に取り組む研究共同体（コンソーシアム）から研究課題を公募し、委託研究を実施することで画期的な技術開発を推進することとしています。

本事業については、旧・生物系特定産業技術研究推進機構において平成13年度から実施していた「新事業創出研究開発事業(地域型)」を再編し、新たに実施するものです。
平成15年度新規採択課題は次の通りです。

研究課題名 (技術コーディネーター：所属機関)	コンソーシアム構成機関
アクアガスを用いた高品質汎用食材の新規調製技術の開発 (五十部誠一郎：食品総合研究所)	独立行政法人食品総合研究所 女子栄養大学 株式会社タイヨー製作所 株式会社ローズコーポレーション 有限会社梅田事務所
魚類養殖漁場環境管理のための有機汚泥の生物浄化および水質改善技術の開発 (堤裕昭：熊本県立大学)	熊本県立大学 東京大学海洋研究所 株式会社多自然テクノワークス 株式会社恵天
高度リン酸化澱粉及びアントシアニン色素を含有する馬鈴薯を用いた機能性食品の開発 (野田高弘：農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センター)	独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 北海道農業研究センター 藤女子大学 帯広畜産大学 ハウス食品株式会社 東京農業大学 十勝ビール株式会社
プロテオーム解析を応用した革新的機能性食品評価法の開発 (吉川敏一：京都府立医科大学)	京都府立医科大学 名古屋大学 株式会社バイオマーカーサイエンス 住商バイオサイエンス株式会社

注) 採択課題の並びは研究課題名の五十音順である。

《お問い合わせ先》独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター 新技術開発部
新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業→基礎研究課
TEL 03-3459-6569 (担当：新納，高瀬)
生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業→技術開発課
TEL 03-3459-6567 (担当：石橋，岡本)



ブレインテクノニュース
バックナンバーのご案内
第94号
2002年11月15日発行

総説

日本産乾シイタケと中国産乾シイタケとの判別手法の開発
……………時本景亮・寺島和寿

国内情報

米のDNA品種判別技術の開発—コシヒカリ判別用プライマーセットの開発……………大坪研一・中村澄子
DNAマーカーによるイグサ品種「ひのみどり」の識別技術開発……………斎藤 彰・飯牟禮和彦・奥泉久人
高純度の絹蛋白質セリシンを産生する蚕品種「セリシンホープ」の育成……………山本俊雄・宮島たか子・間瀬啓介・飯塚哲也

すり身排液からのDNA及びEPA含有油脂の新規回収法
……………高橋力一
千葉県かん水抽出フルボ酸の水稲苗生育へ与える諸効果
……………山田バリーダ・山口達明

地域の先端研究

花色素分析を活用したトルコギキョウ新花色品種の育成
……………間藤正美・柴田 浩・佐藤孝夫・檜森靖則

文献情報

ヒツジの子宮内膜におけるGM-CSF量の調節
……………(抄訳：下司雅也)
酵母における窒素制御……………(抄訳：家藤治幸)
rhinはTGF- β によって誘導される尿細管上皮細胞の肥大や細胞外マトリックス産生制御する……………(抄訳：織田浩司)

海外便り

反芻動物における脂肪組織分泌ホルモン(レプチン)に関する研究—西オーストラリア大学とCSIROでの1年間—
……………角川博哉



ブレインテクノニュース
バックナンバーのご案内
第95号
2003年3月15日発行

総説

イネゲノム塩基配列重要部分の高精度解読終了とその意味
……………佐々木卓治

国内情報

イネミトコンドリアゲノムの全構造決定
……………西川智太郎・門脇光一
ホウ素トランスポーターの同定と植物のホウ素輸送における役割……………三輪京子・藤原 徹
コメの糊化特性にアミロペクチンの側鎖構造を支配する遺伝子が関与していることを解明……………中村保典

珪藻に感染する新奇ウイルスの発見……………長崎慶三
催涙因子合成酵素「LFS」の発見と、「涙の出ない新しいタマネギ」の開発……………今井真介・柘植信昭・朝武宗明・永留佳明・澤田 博

細断型ロールペーラの開発……………志藤博克

地域の先端研究

新しい肉用アヒル「大阪種」……………出雲章久・笠井浩司

文献情報

異なる細胞種由来のクローンウシにおけるテロメア長の著しい違い……………(抄訳：下司雅也)
ポリアクリルアミド及びアルギン酸に固定化した β -グルコシダーゼの熱及びタンパク質分解安定性……………(抄訳：西村新吾)
タコ筋肉中のタンパク質分解酵素の性状と超高压処理による影響……………(抄訳：木村郁夫)

海外便り

潮間帯湿地雑草における植食性昆虫と天敵類の群集生態学—米国メリーランド大学における半年間—……………松村正哉

編集後記

第100号をお届けします。生研センターは、1962（昭和37）年農業機械化研究所（特殊法人）として旧農林省大宮種畜牧場跡地に設立され、24年後の1986（昭和61）年生物系特定産業技術研究推進機構〔略称、生研機構〕（認可法人）として再発足し、17年後の2003（平成15）年本誌の「ご案内」で紹介しましたような独立行政法人になりました。雑誌「ブレインテクノニュース」は、生研機構発足を機に、わが国唯一の先端的バイオテクノロジー研究情報誌として、1987（昭和62）年3月31日発行の準備号、次いで同年9月20日発行の創刊号より隔月発行が開始され、本号で100号を迎えることになりました。創刊号発行の16年前あるいはそれ以前では、生物・生命現象を分子レベルで研究する分野を生物物理学あるいは分子生物学と言い、研究者も非常に少なかったのですが、その後のこの分野および関連研究の発展はめざましく、本誌にも登場しているような微生物・植物・動物の遺伝子組換え、動物の体細胞クローン、ヒト・イネ等のゲノム塩基配列の解読等々目を眩る研究成果が続々生まれています。

編集部では、100号記念の企画を考案していた矢先に、わが国の寒冷地帯がほぼ4～5年単位で襲ってくる冷害に遭遇し、稲作に顕著な被害が生じていることが伝えられ、この問題に取り組んでいる研究者の仕事を紹介していただくことにしました。快く、執筆をお引き受けくださいました各位に感謝申し上げます。また、そのほかの貴重な研究情報をご紹介くださいました研究者各位に、厚く御礼申し上げます。
(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支援センター（生研センター）の許諾を得て行って下さい。

ブレインテクノニュース 第100号

平成15年11月15日発行

発行人 津賀幸之介

編集人 吉臭 努

発行所 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

©生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）

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

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

e-mail kikaku@tokyo.brain.go.jp URL <http://www.tokyo.brain.go.jp/>

印刷・製本 日本印刷株式会社 〒101-0021 東京都千代田区外神田6-3-3 TEL 03-3833-6971