

BRAIN

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution

TECHNO NEWS

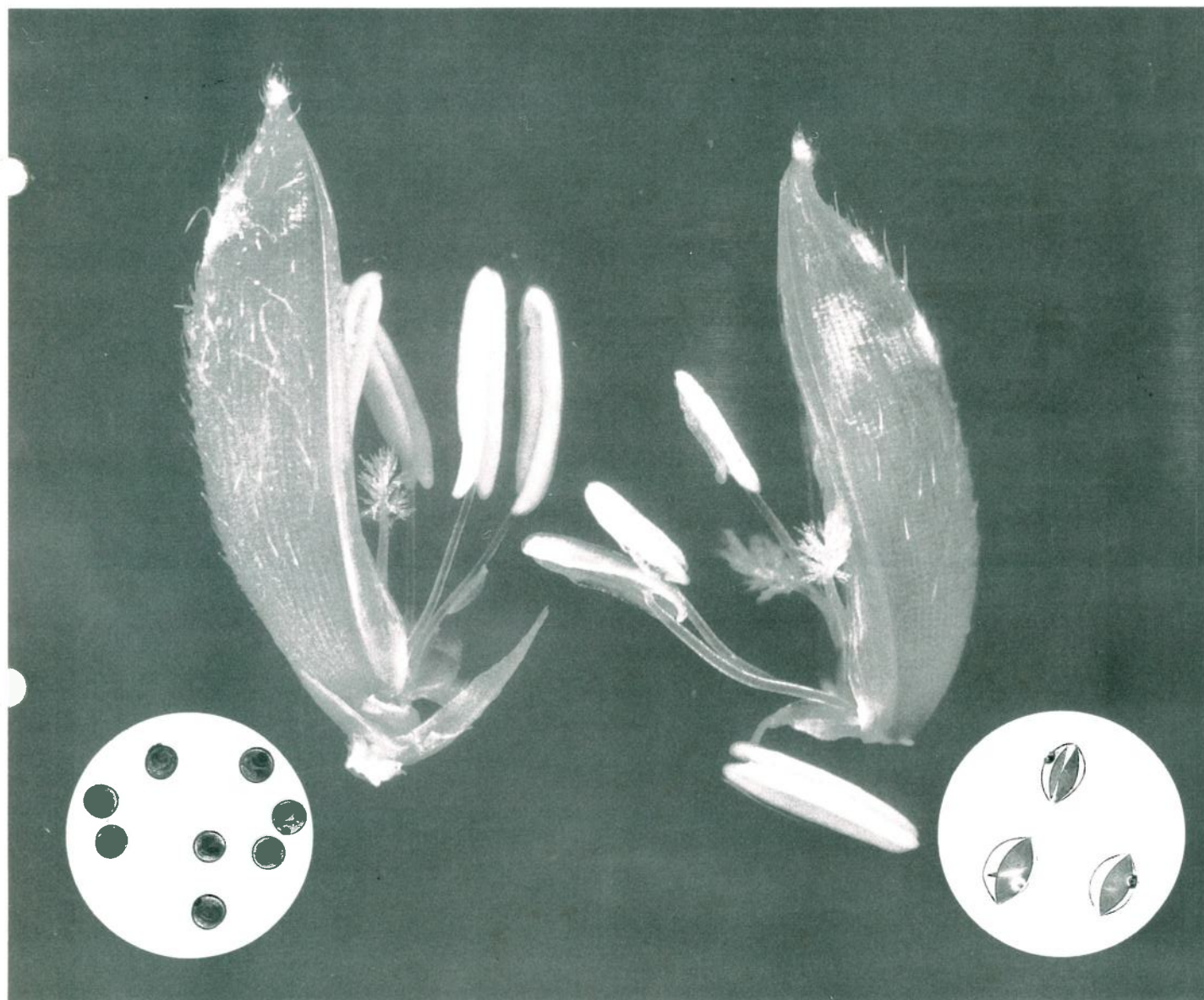
〈生 研 機 構〉

ブレインテクノニュース

第 3 号

特集「稲育種」

DECEMBER 15, 1987



雄性不稔細胞質をもつ日本稲レイメイの葯
(右上)と正常な葯(左上)
細胞質雄性不稔で退化した花粉(右下)と
正常な花粉(左下) (本文1ページ参照)

本 号 の 紙 面	国内情報……………	1
	育種、組織培養	
	国際学会レポート……………	6
	特別情報……………	8
	座談会「加工好適米」、稲の民間育種 お知らせ……………	20

口 絵

国内情報

イネ雄性不稔細胞質の生化学的手法による分類と
育種への応用…………… 1

媒介昆虫の組織培養によるイネウイルスの高感受性
細胞の作出…………… 3

国際学会レポート

遺伝資源利用による水稻育種
——日中共同研究—— …… 6

特別情報

座談会「加工好適米を語る」…………… 8

稲の民間育種に期待するもの…………… 17

お知らせ

遺伝資源配布あっせん事業について…………… 20

植物遺伝資源配布目録について…………… 20

写真1. イネウィルスを媒介する
ヨコバイ 4 種の培養細胞

- a. ツマグロヨコバイ (NC-24株)
 - b. クロスジツマグロヨコバイ (NN-7株)
 - c. タイワンツマグロヨコバイ (NV-8株)
 - d. イナズマヨコバイ (RD-8株)
- 各スケールは100 μ mを示す。

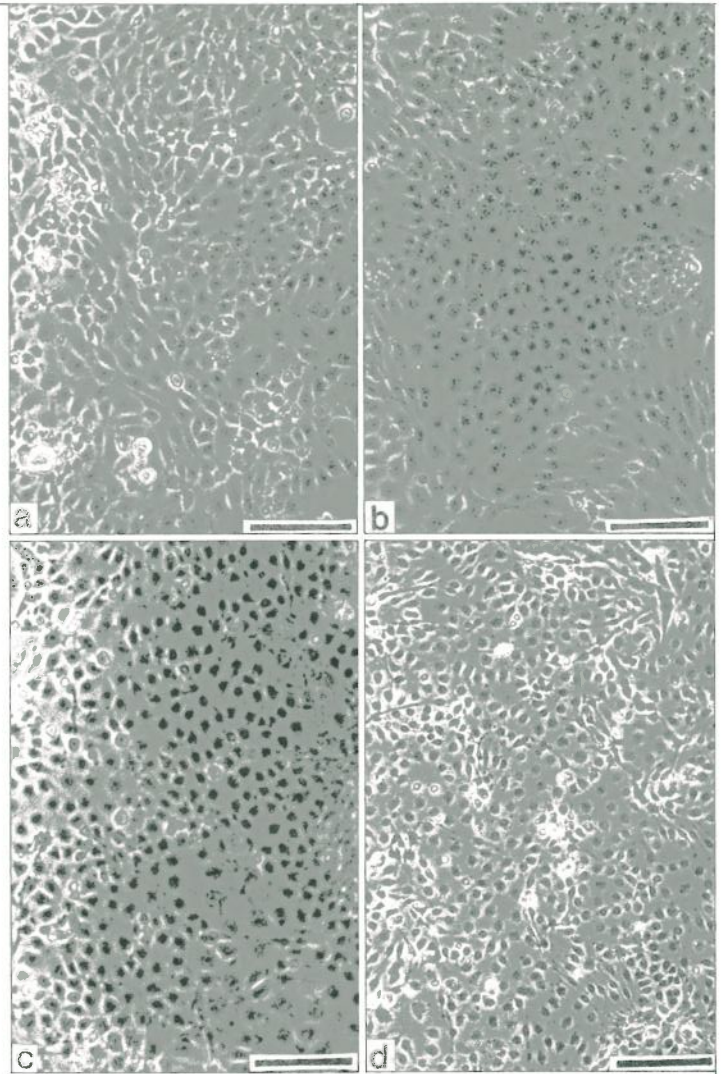
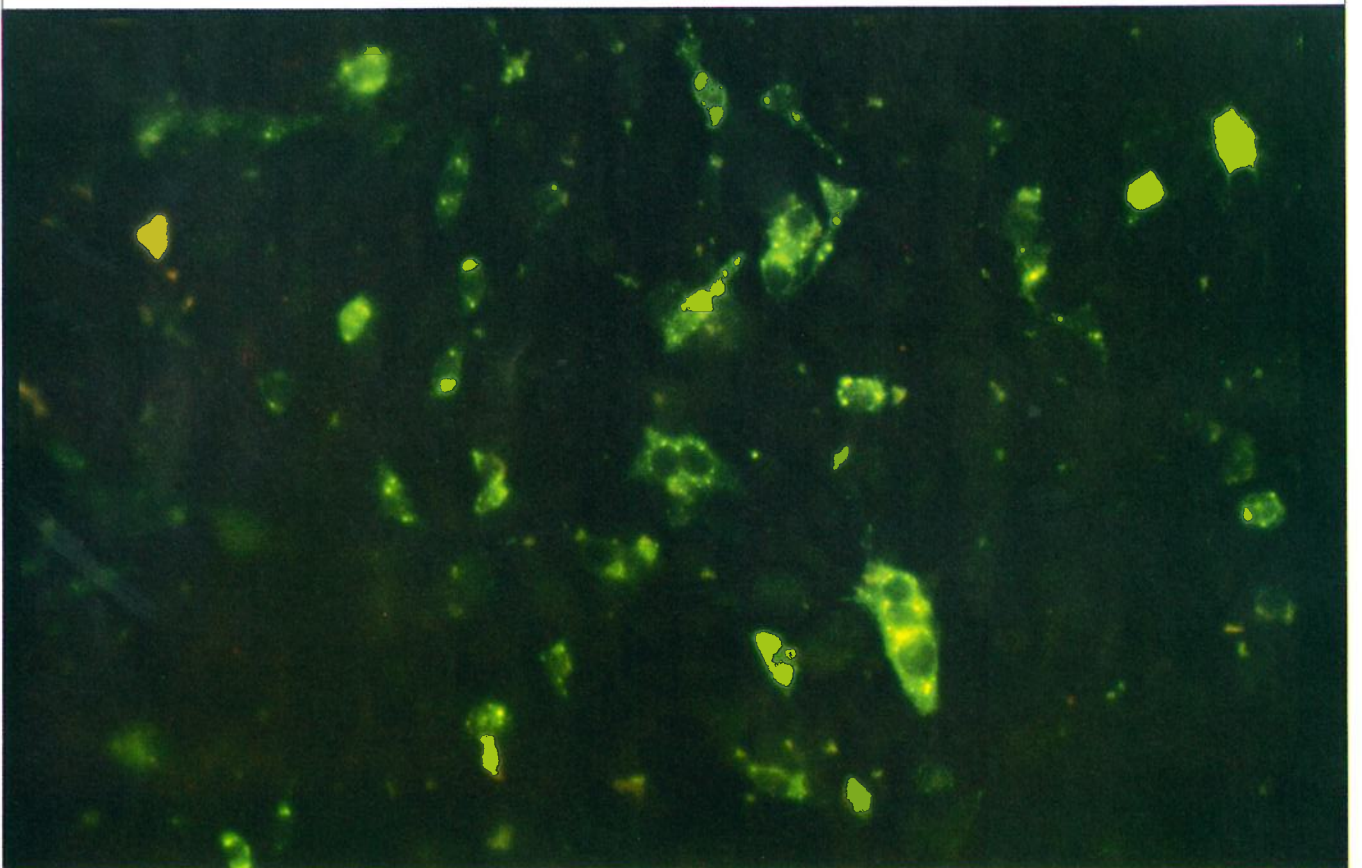


写真2. RDV を接種後42時間で固定、蛍光
抗体で染色したRD-8株の細胞
黄緑色に見えるのが感染細胞の細胞質



国内情報

イネ雄性不稔細胞質の生化学的手法による
分類と育種への応用

農林水産省農業生物資源研究所

門脇光一

はじめに

雑種強勢とは、雑種が両親よりも旺盛な生育を示す現象をいい、動植物で古くから注目、利用されてきた。雑種強勢は両親の組み合わせに依存しており、その次世代一代（F₁種子）しか雑種強勢能力を示さないため、その両親を外部へ持ち出したり、組み合わせが知られない限り生産者は毎回種子を購入せねばならず、企業によるF₁種子の供給が商業的に成り立っている。イネにおいてもF₁種子（ハイブリッドライス）の開発が世界各国で行われており、中国ではハイブリッドライスは1985年に全作付面積の26.4%、収量においては32.7%を占めると報告されている¹⁾。ハイブリッドライスを作成するには、その高い自殖性を防ぐため、遺伝的に花粉が正常に成熟できない細胞質雄性不稔性（CMS）を利用するのが有効である。

イネ雄性不稔細胞質は現在まで約75種類発見されており²⁾、実用化に向けた細胞質の研究も進んでいる。生化学的手法を用いた細胞質の分類は、従来の生物学的手法に比べて、結果が環境等による影響を受けないため明確であり、低コスト、低労力でしかも短期間に行える利点がある。我々はイネ雄性不稔細胞質をDNA解析による手法で分類、同定してきた。

1. CMS系統と維持系統における
オルガネラDNAの比較

実験に用いた種子は琉球大学農学部新城教授、農林水産省農業研究センターヘテロシヌ育種研究室及び稲育種法研究室を通じて分

譲された。CMSは母性遺伝を行うことが知られている。植物細胞質には、核外の遺伝情報を担い自己複製するオルガネラとして、ミトコンドリア及びクロロプラストが存在する。CMS系統とその維持系統（核はCMS系統と等しく、細胞質のみが異なる）の細胞質の比較を、それぞれのオルガネラよりDNAを単離し、制限酵素反応、アガロースゲル電気泳動を行い、そのDNAフラグメントパターンを比較することによって行った³⁾。それぞれの細胞質から単離したクロロプラストDNAを制限酵素 *Pst* I 及びいくつかの制限酵素

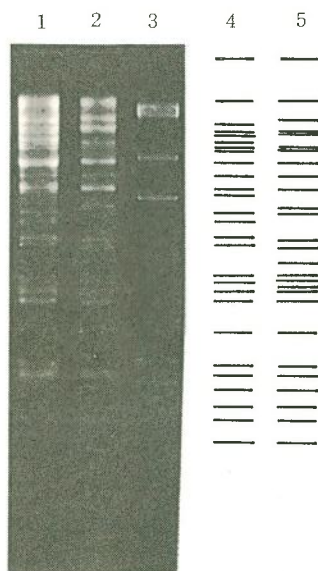


図1 雄性不稔細胞質とその維持系統におけるミトコンドリアDNAの差異

ミトコンドリアDNAを単離した後、制限酵素 *Pst* I によるDNA切断を行い、0.7%アガロースゲル電気泳動を行った後のエチジウムブロマイド染色像

1. 雄性不稔細胞質 *cms*-Bo をもつ台中65号から単離したミトコンドリアDNA
2. 維持系統台中65号から単離したミトコンドリアDNA
3. 分子量マーカー、*Hind*III 切断ラムダDNA
4. レーン1の図解
5. レーン2の図解

を用いて切断し、電気泳動後そのパターンを比較したところ、両細胞質に差は認められなかった。それに対しミトコンドリアDNAを同様の手法で解析したところ、フラグメントパターンに明らかな差がみられた(図1)。このことはCMSの細胞質側の原因は、ミトコンドリアに起因することを示唆するものである。また、雄性不稔細胞質のミトコンドリア中で低分子量プラスミド様DNAを見出した。このDNA分子は、ミトコンドリアゲノムサイズから計算すると、全DNA中において高い割合を示すことから、自律的複製を行っているものと推察される。そのコピー数が多いことや、そのサイズの小さいことから、ミトコンドリアに遺伝子を導入し、発現させる際、ベクターとして利用できる可能性が考えられる。

2. ミトコンドリアDNA解析法を用いた雄性不稔細胞質の分類

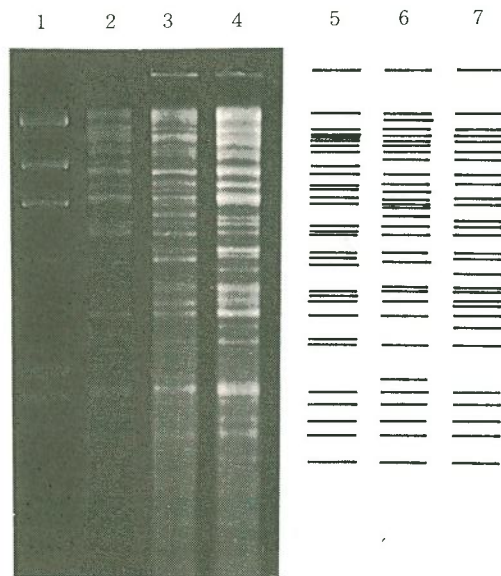


図2 雄性不稔細胞質間におけるミトコンドリアDNAの差異

ミトコンドリアDNAのPst I切断、電気泳動後のエチジウムブロマイド染色像

1. 分子量マーカー、HindIII切断ラムダDNA
2. WAより単離したミトコンドリアDNA
3. cms-Gamより単離したミトコンドリアDNA
4. MS-577より単離したミトコンドリアDNA
5. レーン2の図解
6. レーン3の図解
7. レーン4の図解

我々はこのミトコンドリアDNA解析法を用い雄性不稔細胞質間の比較を行ったところ、簡便に細胞質の差異を同定できることを明らかにした⁴⁾。ここでは、中国で商業的利用のため研究されているWA, cms-Gam, MS-577の3種の雄性不稔細胞質を用いて行った結果を示す(図2)。3者が互いに異なるフラグメントパターンを示していることから、3種のCMS系統はそれぞれ明確に異なるミトコンドリアDNAをもつ、つまり異なる細胞質により構成されていることが明らかとなった。このようにして、我々は10種のCMS系統の細胞質を七つのタイプに分類した⁵⁾。

おわりに

以上述べてきたように、我々はミトコンドリアDNA解析法を用いてイネの細胞質の分類、同定法を確立した。これにより新有用細胞質(例えば雄性不稔細胞質)を導入する際、既存の細胞質との一面的な比較が容易になる。また、この方法は実験植物を準備した後3日間で明確な結果を得ることができ、1日に最大8種類の植物を扱うことができる簡便かつ迅速な方法である。細胞質オルガネラは母性遺伝するため、この手法を用いれば単に細胞質の同定を行うのみでなく、細胞質の進化についても有用な情報が得られるものと期待される。植物に広く観察される現象であり、農業上大変有用であるCMSの原因解明に向けて、現在イネを用いて実験を行っており、安定で有効なCMS系統作出のための基礎的な知見を得ることができると考えている。

文 献

- 1) Yuan, L.P. & Virmani, S.S. (1986) *International Symposium on Hybrid Rice*, Changsha, Hunan, China
- 2) Shinjo, C. (1984) *Biology of Rice*, Japan Sci.Soc.Press, Tokyo/Elsevier, Amsterdam, pp. 321-338
- 3) Kadowaki, K., Ishige, T., Suzuki, S., Harada, K. & Shinjo, C. (1986) *Japan J. Breed.*

36: 333-339

4) Kadowaki, K., Shinjyo, C. & Harada, K.
(1986) *Rice Genet. Newsletter* 3:119-1205) Kadowaki, K., Osumi, T., Nemoto, H., Harada, K. & Shinjyo, C.(1988) *Theor. Appl. Genet.*(in press)

国内情報

媒介昆虫の組織培養によるイネウイルス
の高感受性細胞の作出農林水産省農業生物資源研究所
木村郁夫

はじめに

我が国に発生するイネウイルス病のうち、イネ萎縮病およびイネ縞葉枯病は昭和61年度の発生面積で26万ヘクタールに達するなど、イネに多大な被害を及ぼしている重要病害である。しかし、イネウイルス病の病原ウイルスは媒介昆虫であるヨコバイやウンカ類によってのみ伝搬され、他のいかなる方法でも伝搬が不可能なため、従来ウイルスの感染力試験には、ウイルス液(被検液)を注射した虫に吸汁させたイネの発病を調べる、いわゆる“注射法”が用いられてきた¹⁾。この方法によると結果を得るまでに約60日を要し、技術的にも困難な点が多く、余り普及しなかった。したがって、ウイルスの感染力を簡易に検定する方法がなく、イネウイルスの研究は他の汁液伝搬可能な植物ウイルスに比べて非常に遅れていた。

そこで、これらウイルス類が媒介昆虫の体内でよく増殖する²⁾点に着目し、媒介虫の組織培養を行ない、その細胞株を確立して、これら培養細胞を用いてウイルスの感染力試験を行ないうる新しい実験系の確立が期待された³⁾。

1. 媒介昆虫の培養細胞株の確立

媒介昆虫類の産卵後1週目の卵から胚子を取り出し数個の組織片に切断して、トリプシン処理をする。その後、組織片と培養液⁴⁾

(表1)に移し培養を始めると、培養容器の底面に組織片が附着して、それらの周囲に新しい細胞が遊離してきて、しだいにその数を増し cell sheet を作って元の組織片を埋めつくす。これらの細胞は培養器の底面に付着し、1層となって生育する上皮性の細胞である。形態的には2種の細胞からなり、多数を占める細胞は紡錘形をしており、少数の方が円形をしている⁵⁾。

培養を行なったのはイネウイルスの媒介虫であるツマグロヨコバイ(NC)、クロスジツマグロヨコバイ(NN)、タイワンツマグロヨ

表1 媒介昆虫ツマグロヨコバイ類の培養液の組成 a)

1. Schneider's Drosophila medium (revised)	500 ml
2. Medium 199 (10X concentrate) with Hanks' salt and glutamine, without sodium bicarbonate	50 ml
3. Medium CMRL 1066 with glutamine	25 ml
4. Fetal bovine serum b)	150 ml
5. 0.05 M histidine solution	500 ml
6. Penicillin G potassium	120,000 unit
7. Streptomycin sulfate	120 mg
8. Neomycin sulfate (10,000 μ g/ml)	6 ml
9. Fungizone (250 μ g/ml)	4 ml

a) : 全部の培養液量は約1,240mlで、pH値は6.50~6.60に調整する

b) : 熱処理, 56°C, 30分間

コバイ(NV), およびイナズマヨコバイ(RD)の4種類の胚子組織から培養を始め、NC, NN, NV, およびRD細胞はそれぞれ6株, 4株, 2株, および5株の計17株の細胞株を確立し、継代数も56~168回に達している(表2, グラビヤ写真1)。これら細胞は7~14日間隔で植えつぎ細胞株を維持している。また、細胞株の保存については液体窒素槽

4 国内情報

表2 確立された媒介昆虫の細胞株

細胞株 ^{a)} (No.)	培養開始日	用いた卵数 (卵)	卵令 (日)	最大継代数 ^{b)} (passages)
NC-15	April 27, '78	30	8-10	101
NC-19	Jan. 24, '79	40	8-11	85
NC-20	Feb. 14, '79	24	9-11	98
NC-21	Feb. 15, '79	40	7-10	102
NC-24	Feb. 28, '79	40	7-9	147
NC-25	March 2, '79	40	6-9	168
NN-1	April 29, '80	36	8-10	105
NN-2	April 30, '80	25	5-9	122
NN-5	May 9, '80	36	7-9	109
NN-7	May 14, '80	27	6-8	108
NV-5	May 17, '83	36	7-10	56
NV-8	May 23, '83	29	6-9	63
RD-5	May 14, '84	15	7-10	60
RD-6	May 17, '84	29	7-10	62
RD-7	May 21, '84	18	8-11	59
RD-8	May 23, '84	15	7-10	69
RD-9	May 26, '84	13	7-10	68

a) NC: ツマグロヨコバイ, NN: クロスジツマグロヨコバイ,
NN: タイワンツマグロヨコバイ, RD: イナズマヨコバイ

b) 1987年5月30日調査

(-196°C) 内で凍結して長期間保存を行なっている。

2. 培養細胞へのウイルスの接種

ウイルスを接種する細胞は径15mmカバーグラス上に培養された1層の細胞であって、これらを緩衝液で洗滌して、ウイルス液を0.05 mlづつ1枚のカバーグラス上の細胞に加えて、28°Cに1~3時間静置して接種する。この間にウイルス粒子は培養細胞表面の特定の部位(レセプター)に吸着される。その後、未吸着のウイルス粒子を培養液で洗い去り、さらに培養液で覆って約40時間、28°C恒温器内に静置する。この間にウイルス粒子は細胞の食菌作用で細胞内に取り込まれ、ウイルスの種類により細胞質内、または核内で増殖する。この接種後約40時間以上経つと子孫ウイルスによる2次感染が起こることが確かめられている。ウイルス粒子の吸着から細胞内に取り込まれる時間は90~120分である。細胞内に入ったウイルス粒子から新生子孫ウイルス粒子が出来るまでの時間は最短12時間で、12~20時間で急速に増殖し、20~24時間で最大量

に達する。

ウイルスが感染増殖した細胞の判定は接種後40時間に接種細胞を冷アセトンで固定し、カバーグラスごと乾燥した後、蛍光抗体で染色する。この試料は蛍光顕微鏡下で観察するとウイルスの増殖した細胞が染色されて黄緑色に光ってみえる(グラビヤ写真2)。ここで感染単位は独立した感染細胞および隣接しあった感染細胞群を1感染単位として数える。倍率200倍の蛍光顕微鏡下で、染色されたカバーグラス上の感染単位数を実測した結果、カバーグラスの1方向直径域上の平均感染単位数に10.4(係数)を掛けるとカバーグラス上の感染単位総数となる。ただし、直径域上の感染単位数が4~150範囲に限られている⁶⁾。この手法で、ウイルス活性の定量的測定が可能になった。

次に、ウイルス液を $10^{-0.5}$ 倍づつ稀釈して、これら稀釈液を注射法と培養細胞法とで、どの稀釈液まで感染力を検出できるかを調べた結果、その限界が注射法では $10^{-4.5} \sim 10^{-4.0}$ であり、培養細胞法では $10^{-6.5} \sim 10^{-6.0}$ であった。それゆえ、培養細胞法が注射法よりはるかに鋭敏で1/100濃度の微量のウイルス活性まで検出できた⁷⁾。

おわりに

以上述べたように、本研究はイネウイルス活性の検出のための実験系として開発された技法であり、本法はこれまで用いられた注射法に比べ、1/100の微量のウイルス活性を定量的に検出できる鋭敏さで、実験期間も1/30に短縮されて約40時間で完了する画期的な実験手法である。これはイネ萎縮病ウイルスとその媒介昆虫を対象に開発されたものであるが、その応用範囲は広く、直ちに他のイネウイルス類の研究に応用できるばかりでなく、多くの主要作物に発生する虫媒伝染性ウイルスの分野において活用され得る方法である。

また、イネウイルス病の効率的防除のためには発生予察を行なうことが重要であり、そのためには媒介昆虫の保毒率を把握する必要がある。本手法を用いると媒介昆虫体内のウ

ウイルス活性を迅速に検出できるので、本病の発生予察技術が大幅に向上すると思われる。その他、この培養細胞系はウンカ・ヨコバイ類に対する殺虫剤の開発や、その作用機作の研究分野で利用される可能性が高い。

文 献

- 1) 木村郁夫・福土貞吉 (1960) 日植病報 25: 131-135
- 2) Fukushi, T. (1940) *J. Facult. Agr. Hokkaido Imp. Univ.* 45:83-154
- 3) Chiu, R. J. & Black, L. M. (1967) *Nature* 215:1076-1078
- 4) Liu, H. Y. & Black, L. M. (1976) *Proc. Amer. Phytopath. Soc.* 3: 234-235
- 5) Kimura, I. (1984) *Proc. Japan Acad.* 60 (B):198-201
- 6) Kimura, I. (1985) *Japan Agr. Res. Quarterly* 19: 109-114
- 7) Kimura, I. (1986) *J. Gen. Virology* 67: 2119-2124



国際学会レポート

遺伝資源利用による水稲育種——日中共同研究

農林水産省農業研究センター

金田忠吉

本年10月29日から31日まで、筑波の研究交流センターで標記タイトルによるシンポジウムが、熱帯農業研究センターの主催により開かれた。開催の趣旨は雲南省農業科学院呉自強院長、農業生物資源研究所林建一所長（前熱帯農研所長）による基調講演で語られたように、1982年に開始された熱帯農研と雲南農科院との水稲育種共同研究が、すぐれた成果を挙げて本年で2期6年を終るに当たって、研究の評価と第3期に向けての点検を行うものである。したがって、熱研の国際シンポジウムとしては初の試みとして、使用言語は英語ではなく、日中両国語（同時通訳者は留学中の中国人若手研究者）とした。日本人参加者には極めて好都合であったが、反面、初日には通訳者への配慮を忘れた日本人同士の熱論の場面があり混乱もみられた。総合討議では通訳のために時間的な制約もあったが、英語のときと違って活発な、充実したものとなった。以下にシンポジウムの概略を報告する。

熱研梶原所長の開会の辞に続いて、中国農牧漁業部科学技術司瞿寧重氏が中国の水稲科学技術の発展と展望について特別講演を行った。解放後38年間における稲作技術の大変革は3回あり、①基盤整備と双季稲の普及、②50年代末からの短稈耐肥性品種の育成普及、③73年以降のF₁水稲の普及である。86年の水稲面積は3,226.6万ha、総生産量は1億7,222万tで、穀類総生産量（約4億t）の43%を占める。近年の人民生活水準の向上により、良質良食味品種への要望が高まっているが、後日、氏が筆者に語ったところによれば、現在10億を超えた人口は2000年には12億に達すると見込まれ、穀類総生産量の目標51億tの達成は容易ではなく、まだまだ量への挑戦

が必要らしい。

林所長の基調講演では、共同研究の契機、計画作成・研究者派遣の経過、研究推進上合意された6項目の基本的事項などが述べられた。このあと、I、II期派遣の7名の育種家に対して、農牧漁業部科技委員会から表彰が行われ、記念の獎盤（絵皿）が贈られた。

講演発表ではまず蔣志農氏（代表発表者、以下同様に各講演とも日中の共同発表となっている。）は、雲南省の自然条件と稲作の現状を紹介し、望ましい稲作品種の育種目標、現在までの主な有望系統の特性、今後の展望を述べた。雲南省の稲作面積は107万ha、平均収量4.4t/haで、主要稲作地帯は標高1,500~2,000m、うち1,800m以下には籼粳交錯し、いもち病が主要問題である。宜良県に試験場を設けて選抜に当たっている。1,800m以上は粳地帯で冷害、いもち病が多発する。昆明を代表地域として育種を行っている。1980年に命名した有望系統合系1~4号について、森谷国男氏が、全乾物収量、収穫指数、稔実歩合、穂揃期風乾重に対する生産効率、穂揃期の蓄積糖、でん粉量、穂揃後の乾物増加重などによって収量性を解析し、各系統の改良すべき点を考察した。更に解析結果に基づいて、昆明における実現可能最大収量を、粗玄米重で93.0kg/aを試算した。

王永華女史は、共同研究の中国側チーム長として、9月4~9日雲南省で行われた日中共同の立毛検討会の概要をビデオで報告した。このビデオは雲南電視台が密着取材したものを約30分に編集し、現派遣専門家岩野正敬氏の説明と音楽を入れ、「友誼の花」とタイトルをつけてもので、雲南農科院から熱帯農研に贈呈された。合系系統の日本における試作成績のうち農研センター及び東北農試の分に

については、中根晃氏が要約・報告した。一部の系統で、群内系統間に熟期・稈長に大きな差が認められたが、その理由は未詳である。

耐冷性に関しては3報告があった。堀末登氏は、日本・中国の合計425品種について、83～86年の昆明(1,960m)・双哨(2,140m)における延べ17回の自然冷温を利用した圃場試験に基いて、3群の熟期別の強から弱まで4段階の標準品種を選定したほか、生育期(発芽・幼苗・穂孕・開花)別の耐冷性検定法などについて報告し、耐冷性遺伝子集積の展望について述べた。王懷義氏は耐冷性育種の効率化のため、葯長を指標とする簡易選抜法を検討し、葯長による選抜を加える世代は、 F_3 より F_4 の方が著しく有効なることを、2組の日中交配組合せで示した。国広泰史氏は、日本品種が雲南品種に比して耐冷性の発現において著しく不安定であること、雲南品種の安定した耐冷性は多数の遺伝子の集積によるものであること、穂孕期の耐冷性は強が優性であることなどから、母本選択や選抜の方法に示唆を与え、今後の育種の方向を示した。

いもち耐病性についても3報告があり、王永華女史は83～86年実施の試験で、雲南省内22県から収集した計278の菌株は、日本の9判別品種にBL1を加えたもので検討すると、52のレースに分類できること、粳稲地域、秈稲地域、秈粳交錯地域でレース構成が異なること、Pi-a, i, k^s, taを侵す菌は普遍的に存在し、Pi-z, bなど粳地域、交錯地域で有効な抵抗性遺伝子は、秈地域では無効であること、陸稲は高度抵抗性のあるものを報告した。その陸稲品種の一つ毫乃煥(Haonaihuan)の遺伝子分析の結果は、何雲昆氏によって報告された。トヨニシキ、トドロキワセ、麗江新団黒谷との交雑 F_3 系統を用い、研60—19など4菌株に対する抵抗性は、互に異なる作用価をもち相加的効果のある2対の遺伝子が、愛75—7に対しては同様に3対の遺伝子が関与していることを示した。

東正昭氏は雲南陸稲にレース特異的抵抗性

があること、日本品種の穂いもちに対する反応は、耐冷性の強弱が影響して日本におけるものと序列が変わる場合があることなどを紹介し、今後の雲南粳稲の耐病性育種の根幹に圃場抵抗性を据えるべきであると提案し、その育種方法について説明した。

雲南の稲については以上の他に、熊建華氏が、雲南省内から集めた計388品種のエステラーゼアイソザイム分析で、新たにバンド2Aに関する遺伝子が発見されたこと、省を七つに地域区分したとき、ラオス・ビルマに近い南部及び南西部に最も遺伝的に多様な稲が分布しており、北方に単純化してゆく地理的傾斜が明らかに認められたことを報告して、中川原氏のこれまでの推論の正しいことを証明した。

最後に、雲南省における共同研究に直接関係しない講演が、日中双方から3題ずつ報告された。貴州省農科院長廖昌礼氏は貴州省における水稲生産と稲育種について。この論文は和訳して雑誌に掲載する許可を得ているので、なるべく早く実現したい。四川省農科院の稲育種家廖佩言氏はSilewah, LengkwangやIR系統を材料として耐冷性の検定法、幼苗期、開花期の耐冷性の品種間差の調査について報告し、また F_2 15組合せの計450株を材料とした収量性に関する回帰分析結果を紹介した。ハルピンの東北農学院李兆方氏は、黒竜江省における稲作技術の急速な発展が畑苗の疎植(といっても25株/m²と日本に比してまだ多いが)によることを豊富な図表によって説明した。ただし配布された資料は手書きのかすれたコピーで読み取りにくかった。

日本側からは奥野員敏氏が日本における品質育種について、丸山清明氏が多収性育種について、守中正氏が病害抵抗性育種について講演した。

最後に加藤肇、東正昭、王永華、何雲昆の4氏を座長として総合討論を2時間にわたって行い、問題点を整理したあと、筆者の閉会の辞で全日程を終了した。

特別情報

座談会『加工好適米を語る』

と き：昭和62年7月3日(金)

15:00～17:30

ところ：生研機構東京事務所 会議室

構成メンバー

(話し手)

- 大野 清春氏 農林水産省 農業生物資源研究所 細胞情報研究室長
- 櫛渕 欽也氏 農林水産省 農業研究センター 所長
- 竹生新治郎氏 日本穀物検定協会 中央研究所 所長
- 藤巻 宏氏 農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究管理官
- 吉澤 淑氏 国税庁 醸造試験所 第一研究室長(現醸造試験所 所長)

(聞き手)

渡邊 五郎 生研機構 理事長
岸 國平 生研機構 理事

渡邊 生研機構の主な事業として出・融資事業があるが、61年度の出資事業にも稲に関連するものが二つもあり、企業の関心が高いことを示している。

北海道のグリーンバイオ研究所では耐冷性の育種、ナーサリー・テクノロジーでは種苗の大量生産技術に、醸造資源研究所ではバイオテクによる醸造技術にそれぞれ取り組む。

主要農作物種子法の改正などで、この分野について、民間への道が開けたことで、関心が高まったものと思われる。

稲の育種については、従来から国、都道府県が実績を上げてきたが、酒米等が懸案となっていて、私どもとしても、その辺の実情と技術開発の展望を知っておき、民間分野でかかる研究についての的確なお手伝いをしていきたい。

7月29、30日には、農研センターにお伺いし、イネ育種研究を現地で学ぶことも企画させていただいている。

本日は、「加工好適米」ということに焦点を絞り、長年研究をしてこられた方々に「なにが求められ」、「これから、どこまでそれが具体化できそうか」ということとお話を伺ってきたい。

よろしくお願ひします。

岸 本日は、「加工好適米を語る」ということで、それぞれの立場からお話を願うが、話題として

- 1 酒造好適米というのはどういう性質が求められるのか
 - 2 モチ米ではどうか
 - 3 それらの品種開発はどうなっているのか
 - 4 さらに、新しい需要はどうか
- といった事柄について話しをすすめていきたい。

まず、吉澤さんから、酒造好適米についてお願ひします。

I 酒造好適米に求められる

特性は……

吉澤 米を使う酒はアジアに独特のもの。日本の清酒、焼酎、中国のホアンチュウ、その他東南アジアにも広く分布している。

酒造用米は昔から各地で品種、銘柄を限定して高く取引されてきている。最も有名な品種は兵庫の山田錦で、普通米に比べ6,000～7,000円/60kg高い。

酒を造るときは、搗精歩止まり74%ぐらいまで精米する。その理由は、脂質などを除くことのほかにタンパクをできるだけ除くことにある。タンパク含量は普通の米では、8%ぐらいだが、酒用としては、5~6%ぐらいが理想。

米の酒造適性については、図1に示すように、代表的な性質として、千粒重、タンパク含量、脂質、吸水性、消化性（酵素作用により、糖をたくさん回収できるか。）が挙げられる。

この中で、千粒重はタンパクと関連し、又、吸水性とも関連がみられる。

大粒の米は、一般にタンパクが背側と腹側で均一に分布しており、処理が均一にできる。小粒のものは背側に多く分布している。特に、普通の米は、背側の溝の部分にタンパクが多く、ここが硬くて、削りにくい性質をもっている。

吸水性は、蒸しの難易を通じ、消化性に關与する。したがって、吸水性が悪いと味も悪い結果となる。

大粒で、タンパクの分布や組織、吸水性が均一なものは、均一に精米できて、吸水も良く、こうじ菌が中まで均一に入り糖化によいという関係がある。

ひと口に言えば、大粒で、タンパク含量が低く、タンパク分布や組織が均一なものが酒造好適米といえる。

「心白」と言われるものは、内部をみるとアミロ細胞がこわれて、デンプンが露出している。このため、吸水性がよく、又、菌が入りやすいと考えられている。

これらの特性値からみると、山田錦が最も望ましい。しかし、これは、現状では、入手しにくい。この品種は、草丈が高い（特性表で108cm）、倒伏しやすい、病虫害抵抗性が高くない等栽培上の難点が多い。

タンパク含量と草丈は関連があるらしく、改善しにくいネックとなっている。

酒造好適米として代表的なものは、山田錦、五百万石などだが、栽培地域は、近畿、新潟、長野、石川、富山、福井などに特定化してきている。

◆酒造好適米の需要増加で充足率70~80%

吉澤 好適米とされるものは、現在6万トンぐらい生産されているが、充足率は70~80%と言われ価格は高くてよいからもっと欲しい、といった状態にある。

特に最近では、吟醸酒等の生産、需要が伸びている。これは50%ぐらいまで搗精する。このために山田錦などの需要が増している。

酒造米へのニーズとしては、作りやすく、醸造適性のあるものを、安く供給して欲しいということに集約される。

◆「低タンパク」という課題は育種上なかなかの難問

榑淵 酒造用米の育種に直接タッチしたことはないが、兵庫の酒米試験地の人などの話を聞いている。

1974年に兵庫で育種学会が開かれ、酒米育種のシンポジウムがあった。そこで、酒米の育種目標としては、①大粒、②心白（90%以上）、③難穂発芽性（一般に大粒品種は穂発芽しやすい）、④低タンパク含量（73%精米で、6.5%以下）があげられていた。

タンパク含量は栽培条件でずいぶん変動する。山田錦は、極長稈で倒れやすいため、普通の稲の栽培に比べ、施肥量は半分ぐらいにしていると聞いた。普通の稲は、短稈だから多肥で栽培できる。酒米でも、多収をあげるためには多肥で栽培する必要がある。それでもタンパク含量が高まらないような品種が理想的ということになる。しかし、そんな品種が育成できるとは思えない。

又、山田錦は晩生品種（収穫10月末）だ。一般品種は、早生化ということを、大きな目標にしてきたが、一般に早生化する程高タンパクになる。この点、酒米としては、不利な方向となる。五百万石の方が山田錦に比べタンパク含量が高いなど、酒造適性の面からは難点があるが、栽培地域が広く、生産が多い（酒米の50%）ことの原因も、早生・多収であるなど、作りやすいということによる。以上のように、短強稈で多肥多収の方向も、早

生化の方向も低タンパクと逆行する。

この二つが育種としてむつかしい点だと考えている。

吉澤 山田錦は、作りにくいし、特殊な作り方（少肥、深耕：根が1mも伸びる。架干しなど）をしている。このため、場所も限定されており、兵庫でも姫路の北の付近だけで、全国で栽培するのは無理だろう。似たような例は、八反、雄町などで、広島、岡山などでしか作られていない。

岸 山田錦でなくてはいけないのか。山田錦の属性に近いものであればいいのか。標準的な酒米の性質が特定されているのか。

吉澤 山田錦は、一つの理想の姿と考え、これに近いものを作って欲しいと考える。山田錦である必要はない。

例えば、「しらかば錦」は、全く違うタイプで、しかも比較的早生の品種だ。

必要なのは、精米後の白米としての性質だ。従って、玄米で得られた指標図の形にはこだわらない。タンパク含量についても、玄米の溝が浅いと精米でタンパクを除くのは容易である。「吟醸」のため50%まで削っているものが、75%でよいとなれば、値段の見方も違ってくる。

榊 澁 「大粒」という点については、大きい程良いのか。

吉澤 大きすぎるのも困る。

榊 澁 「心白」の形が問題だと聞いたことがある。米粒の横断面で直線状のものが良いということだ。例えば、山田錦は、断面で見た形が心白が線状にはいるが、フクノハナでは、だ円形となり、五百万石では、その中間的だときいている。

◆カケ米についても好適米の需要が強まっている

吉澤 基本的に重要な点は、タンパク含量。心白は、必要条件ではないと考えている。

酒造りに用いる米には、コウジ米とカケ米があるが、コウジ米では、表面積が大きいことが必要なので、心白を必要とするが、これは、酒造用米の使用量の20%。

80%を占めるカケ米には、心白は必要ないと考えている。カケ米では、「心白」で表面積が大きいことは、それ自体困るものではないが、心白が多いと縦に割れやすい（70%以上精米すると少なくとも1.5%、多いときは9%もの碎米が出る）。大量に使うカケ米の場合、これは扱いにくい欠点ともなる。

しかし、タンパクについては、カケ米でも低タンパクであることが求められる。

榊 澁 育種家は、「酒米」と言うときには、コウジ米に限定して考えている。

酒米の育種については、国は全く手がけていないが、県では、北から南までやっている。例えば、青森県の古城錦、岐阜県のひだみのり、愛知県の若水などをはじめ、10県で酒米品種育成の実績をもっている。

吉澤 カケ米適性についても整理しているが、必ずしも好適なものがないので、金南風など、ポピュラーなものも使われていることは事実。最近「吟醸」等良質の酒が増えており一般のお酒の2~5倍の値段となっている。この場合、カケ米にも山田錦を用いている。

山田錦の充足率が低いというのは、カケ米での需要が強いことにもよる。

昔は、コウジ米23%、カケ米77%だったものが、現在ではコウジ米は20%位になっている。酒の品質については、コウジ米もさることながら、カケ米の品質も効いてくる。搗精歩留りは全体では73%程度だが、ちょっと良い酒を作るには60~65%にする。それだけ潜在需要もある。逆に、溝が浅ければ、これが80%ですむとなればありがたい。

立道 カケ米として見た場合の理想像というのは、何かモデルになるような品種はあるか。

吉澤 一番の理想は、カケ米、コウジ米とも山田錦。特性図で「心白」ということを除いてあるのは、コウジ米の特性は「心白」以外にもあると思われるが解明が遅れているためと、カケ米としての需要が大きくなってきているからだ。

「心白」を指標化するなら、表面積で表示することになる。

前述のとおり、心白は吸水性に効いてくる

が、割れやすいという面もあり、カケ米ではあっては困るというわけではないが、なくてもよい。

岸 43万トンといわれるカケ米を含めた使用量について図1のパターンのものであればいいというものならば、育種家への大きなインセンティブになる。

◆醸造技術ではカバーしきれない原料米の品質

竹生 やはり、米の品質に、酒造技術でカバーできないものがあるのか。

吉澤 1974年頃までは、「原料米」の品質そのものはあまり大きな問題ではなく、品質が揃っていることの方が重要だと考えられていたことも事実。脂質を除くにはリパーゼを使うとか、もっと蒸すとか技術面でカバーすることが主に考えられてきた。

しかし、酒にも多様化、高付加価値化を求められるようになって、技術だけではどうしようもない。「米」の品質による影響がでてきた。この4~5年程の間に流れが変わってきた。各地で酒造好適米の育種が叫ばれるようになってきたのもそのせいだ。

阿部 分析評価のための数値化ということではできるのか。

吉澤 いくつかの試みはある。図1の特性の他に3~4の項目を加えて、数値化してきている。+4から-4の範囲でやってみると、山田錦は+4に近いというものではあるが、全てを含めこれではよいかは未だ検討中という段階である。

岸 今までの話で、コウジ米は「心白」、カケ米は「低タンパクで削り易さ」が求められていると考えていいか。

榎淵 タンパク含量は、栽培条件で変動し易い。育種面からアプローチしようとする、遺伝資源の面から困難性がある。大粒ということなら、日本では千粒重で30gぐらいが上限だが、世界中では50gのものもあり、遺伝資源は豊富だ。

しかし、タンパク含量は世界中から探しても、6%以下というものは、素材がない。粒

が大きいと低く、晩生なら低いという傾向はある。

吉澤 タンパク含量については、白米にしたときの含量が問題。表面には多くても良いわけだ。広く米を検索してみると、分布には差がみられるので、品種面からのアプローチにも可能性があるのではないかと考えられる。

岸 搗精のしやすさなどの特性については、育種家はあまり配慮していないのか。

榎淵 搗精歩合には、気を使っている。原形搗精ということが基準にあり、一般の米についても、縦溝の浅いものが追及されている。

◆新しい視点からみた「育種目標」

藤巻 タンパク含量は、遺伝変異幅が小さいことや栽培条件で変動することは、広く育種場面で経験されている。

しかし、コウジ米だけで考えるのと、カケ米についても望ましい固有の特性があると考える場合とでは育種目標も別のものを考える必要がある。

一般の米の育種では、多肥、多収が目標だが、酒米開発との関連では「低肥でもある程度とれる」という目標はあり得るかもしれない。

以前、「高タンパク米」を目標に、多肥、早生の方向で追及したが、遺伝的にコントロールしにくかった。IRRIでも成功していないと聞く。

草丈については、あまり低くなると収量があがらない。従来は、草丈を遺伝的に縮めて、多肥で穂を伸ばしつつ高収量を達成してきた。

酒造米で吉澤氏のお話にあった事情なら、違う方向の行き方がある。

吉澤 酒の質からみると、タンパクのほか、脂肪酸も影響する。量だけでなく、脂肪酸組成が問題。酵母は、嫌気条件下で発酵するわけだが、不飽和脂肪酸が多いと、香りが落ちるといった問題がある。

一般に、米の脂肪酸は、炭素数16のパルミチン酸と18のオレイン酸、リノール酸が主なもの。これが原料中に多い場合は、強く蒸し

て追い出している。

これらは表面に多いので、精米でかなり除いているが、残ったものが0.1%以下でなお、影響する。

大野 タンパクとか脂肪酸については、成分、含量ともに、基本的には、いろいろな突然変異が出る。

この場合、例えばタンパクで、総量が問題なのか、また、稲のタンパクの大部分が含まれているプロテイン・ボディについてもプロラミン系かグルテリン系かどちらが問題なのか、あるいはバランスが大事なのかといったところはわかっているのか。プロテイン・ボディの蓄積では、表面と内部の分布の違いはあるとみられる。

又、フレーバーに脂肪酸組成が関与してい

表1 最近の清酒用原料米の流通量

(単位：玄米千トン)

年 度(産)	59	60	61(見込)
清酒用原料米	388	357	429
酒造好適米	68	62	61

資料：食糧庁需給課

(注) 清酒用原料米は酒造年度(7~6月)、酒造好適米は年産。

表2 酒造好適米の最近の上位10品種作付面積

(単位：ヘクタール)

年 産	59	60	61(作付比率)
1 五百万石	6,192	6,065	5,861 (49.3)
2 山田錦	1,974	2,023	2,126 (17.9)
3 美山錦	1,034	1,395	1,407 (11.8)
4 たかね錦	593	647	528 (4.4)
5 フクノハナ	810	668	445 (3.7)
6 八反錦1号	309	329	284 (2.4)
7 ひだほまれ	285	281	232 (2.0)
8 オクホマレ	219	194	165 (1.4)
9 幸玉	200	186	150 (1.3)
10 兵系酒38号	0	0	147 (1.2)
上位10品種計	—	—	11,345(95.4)

資料：食糧庁調査課

(注) 順位は61年産の作付面積による。

表3 主な品種の収量比較

$$\text{新潟} : \frac{\text{五百万石}}{\text{コシヒカリ}} = \frac{574\text{kg}}{570\text{kg}} = 1.01 \quad \text{兵庫} : \frac{\text{山田錦}}{\text{日本晴}} = \frac{466\text{kg}}{513\text{kg}} = 0.91$$

資料：農蚕園芸局農産課

るようだが、山田錦というのは結局バランスの問題かという感じがするがどうか。

吉澤 プロテイン・ボディについては、両方のタイプとも問題だ。

表面でアミラーゼ吸着(特にα-アミラーゼが問題)することも問題。従って、全く無いと勿論困るが、どちらもあまり無いほうがよい。

II モチ米の特性は……

岸 成分の話になってきたが、この辺でモチ米の話を進めてみたい。

竹生 加工モチ米については、量が少ないこともあり食品総合研究所(以下、「食総研」と略す。)等国の機関ではあまり研究実績がない。

50年代、古いモチ米在庫があった頃に、アラル原料として調べたことがある。

アラル加工の工程で「モチ生地」を作って(センベイでは、ウルチ米でモチ生地を作る)、これを冷蔵する。この際早く固くなるものが、作業性がよい。ある産地(北海道産)のものの中には、早く固まらないものがある。

食総研で、その品質評価のチェック項目を作っている。また、それとは別に、モチ生地の品質、切りモチの食味、乾燥生地、素焼き品の品質、素焼き品の食味などの評価方法も作っている。

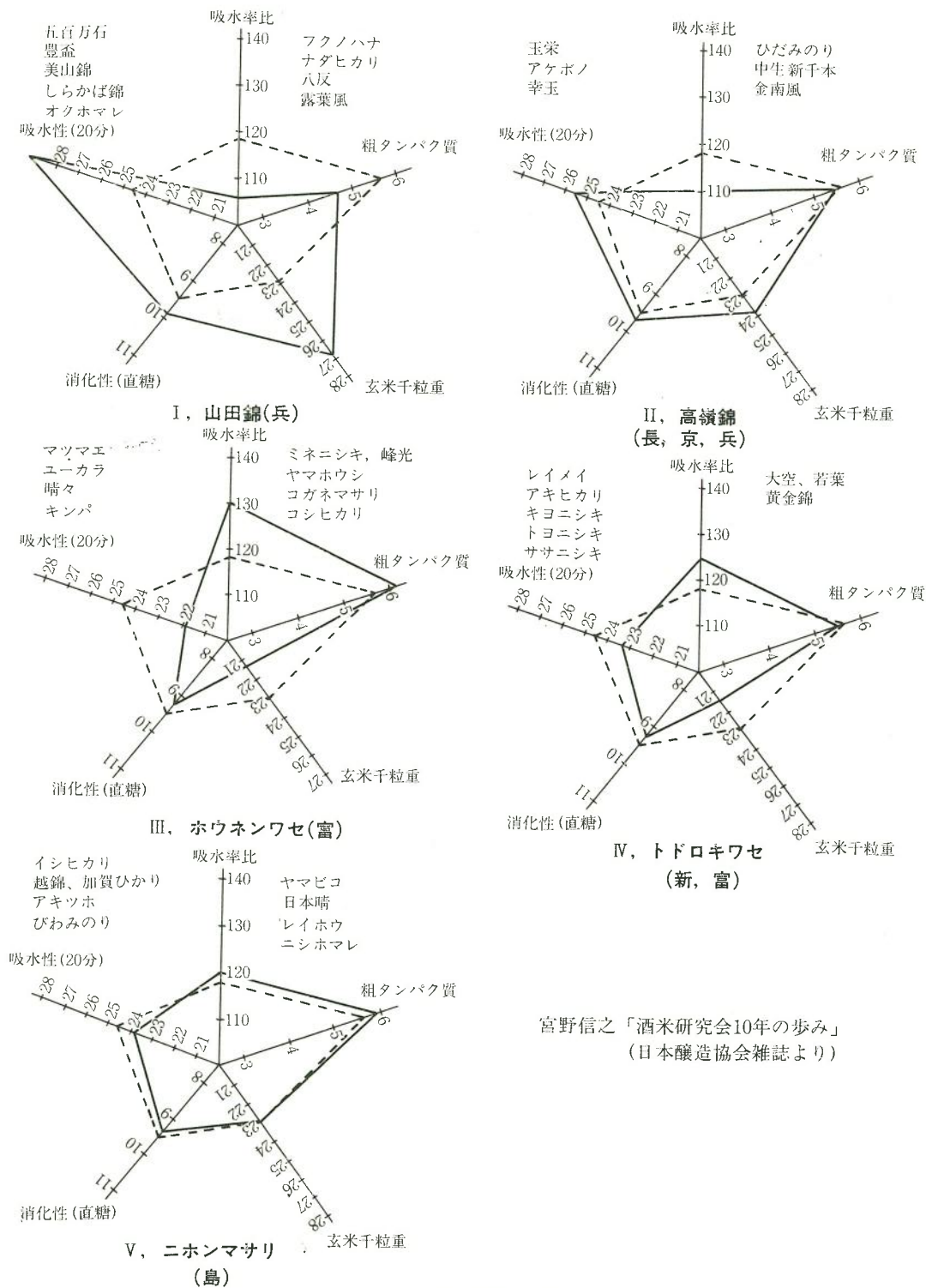
一般に米菓、包装モチについては、国はあまり研究していないが、新潟の食品研などで冷蔵における硬化や、モチ米に他のもの(ワキシ-コーンスターチ)を加えた場合の製品化等の研究をやっている。

外国産のモチ米、陸稲モチ米と水稲モチ米との差はつかみきれない。これらを総合してみると、育種と関係のありそうなのは、冷蔵のときの硬化の点があげられる。

◆モチ米育種の取組み状況

岸 モチ米育種の取組み状況はどうか。

榊 酒米については、県中心だが、モチ米については、国がかなりやってきた。現在、



宮野信之「酒米研究会10年の歩み」
(日本醸造協会雑誌より)

図1 米の酒造好適性の図式化

作付上位10品種のうち、国育成のカタカナ名
のものが6割を占めていることから明らか
である。ただ、モチ米では40年代の品種が多
く、近年、県もそれぞれのニーズに沿ってや
っており、県のウエイトが高まってきた。50
年以降の育成総数14品種中、国育成は3品種、
県育成は8県で11品種となっている。

モチ品種育成の手法としては、地方のモチ
の主要品種（リーディングバラエティー）に
ウルチ品種を交配して短稈多収をねらう方法
が一般的だ。これにより、昔からモチはウル
チより収量が低かったが、近年では遜色がな
くなった。ただ、ウルチは交配した場合、モ
チ質が低下することが問題になる。理論的に

は、モチ質は落さずにやれるはずなのだが……。

ところで、モチ作付全国首位の佐賀県では、ヒヨクモチが中心に作られているが、これが非常な晩生のため、東京地方の正月用のモチには間に合わないため、現在は大阪方面に出荷が限られている。そこで、より早生の品種を求めている。モチ米の主産地は、佐賀県のほかは、北海道、新潟県、福島県、富山県、岩手県など、北日本に特化している。

モチ米の育種でむずかしい点は、品質の鑑定だ。モチを作ってモチ質の感応テストをやったりしている。ウルチ米では、玄米の光沢や透明度などで品質の鑑定ができる。モチ米では、こうした良い指標がない。良いと思ったものをモチにしてみたら粘りが無いといったことがある。玄米鑑定ができないところが育種家の悩みだ。

岸 モチ質をみるとき、アラレ等加工のことは考えているのか。

榎淵 育種では、アラレ等加工のことは、考えたことがない。

ところで、需要、消費の実態はどうなっているか。

◆モチ米の需要の現状

渡邊 正確な数字はつかめず、業界組合に割当てた数値しかない。

米菓組合	73千トン
モチ工業組合	38千トン（工場生産の包装モチ用）
穀類組合	16千トン

等となっている。他に、赤飯等主食用が9万トンぐらいだ。

岸 かつて国でもかなり育種に力を入れていたが、近年はどうか。

榎淵 モチとして積極的にやろうという取組みよりは、シマハガレ抵抗性のものを準備しようといったものになっており、以前のように力を入れているところは少なくなっている。

◆他用途米で生産側にもインセンティブ

渡邊 私が食糧庁長官時代は、国内のモチ生産が減少し、中国の事情を調べたら中国でもモチは作らなくなってきた、ということがあった。

近年は、国内で産地の特化が進んでいるが、収量が良ければモチを作りたいという動きが出てくるのではないかと。

水田利用再編で、「他用途米」として作ってよいことになってきた。この場合、モチ米215,000円/トン、酒用米（アル添）233,000円/トンだが、それに5万円/トンの補助金がついて、転作カウントになる。両方とも3万トンの枠が出されている。主食の米価が下がると、こういう方向にかなりでてくるかも知れない。

吉澤 酒造業界では、「他用途米」という扱いに関心が高まっている。

◆突然変異でモチ性がでる

岸 モチ米の育種の可能性はどうか。

大野 Mutantでは、アミロペクチンの糖鎖の変異も考えられる。また、モチ米の特徴であるアミロペクチンの含量についてもMutantが得られており、モチ、ウルチの差は分からないという程に、バラツキができる。

榎淵 Mutantは、実際の育種にも用いられている。日本晴からむさしもち（埼玉）が、トヨニシキからみゆきもち（長野）が、モチ性になった突然変異として育成されている。

藤巻 モチの育種はかなり遅れていたが、最近進んできた。

酒井寛一氏は、一つの遺伝子が違うだけなので、理論的に戻し交配でよいものを作れるという予測を述べておられる。

戻し交配法で作ったモチ品種が収量まで同じということにならないのは、モチ性にするると穀粒が小さくなるという特性があるからのようだ。モミの大きさはウルチと変わらず、モミと玄米との間に間隙がある。このため、モミの塩水選で、モチとウルチを分離できる。同じ遺伝的な背景ではモチの収量は落ちる。収量を同じにするには、別の特性を入れる必要がある。

◆注目すべき中間モチ系統の開発・利用

藤巻 いろいろな突然変異を作ったことがあるが、モチには、アミロースはほとんど含まれず、インディカでは高い。日本のウルチはその中間だ。モチ性の遺伝子は1つだから、メンデルの法則に従うと思われていたが、微細構造があって、いくつかにわかれていることがわかってきた。

モチとウルチの中間的なものが多くでる。その中で突然変異で出たダル(dull)と呼ばれるものがある。これの入ったものは、食味が良いと注目されている。この dull は、北海道で育種の利用を考えている。

櫛淵 上川では、道北43号という中間モチ系統を作っているが、これはニホンマサリのγ線による Mutant で dull の入ったNM391とイシカリの交配で作っている。これは、アミロース含量10~15%でモチとウルチの中間だ。一般に日本人は、アミロース含量の低い方を好む。アミロース含量は登熟期間の温度で変動し、この系統は、高温年は10%以下となる。そうすると、一層おいしい米になる。

一般米は、アミロース含量が15%以上(Japonica は一般に18~23%、Indica は25~30%)だ。この「中間モチ」を一般米に30%程度混ぜると、とてもおいしくなる。

この「中間モチ」については、色沢が濁るため、現行のウルチ米の検査規準では最低の評価となるため新たな規準設定が望まれる。

半モチ遺伝子については、九州大、北陸農試、北海道上川農試、長野県、生物研(放射線育種場)等で有望素材が開発されている。

精米業者がウルチにモチ米を混ぜるのでなく、こうしたものが品種として認知できるとおもしろい。赤飯などにも喜ばれる。又、スナック食品に好適するとも言われている。

吉澤 中間モチで酒を作ってみた経験がある。純モチ米で作ると清酒的な味のないものができるが、中間モチで作ると、できてくる酒はモチ米の酒とウルチ米の酒の中間的なものになる。

これは、新しい応用ができると考えられる。

表4 最近のモチ米の流通量

(単位：玄米千トン,千ヘクタール)

年 産	59	60	61(見込)	
需 要 量	256	248	250	
内	主 食 用	90	88	85
	酒 用	9	8	9
	加 工 用	156	151	155
訳	そ の 他	1	1	1
作 付 面 積	106	97	93	

資料：食糧庁需給課

表5 モチ米の最近の上位5品種作付け面積

(単位：千ヘクタール)

順位	水 稲			陸 稲				
	品種名	59	60	61	品種名	59	60	61
1	ヒヨクモチ	9.1	9.4	10.4(13.0)	ハッサクモチ	3.1	2.6	2.3(17.9)
2	ヒメノモチ	10.1	9.5	9.4(11.7)	農林糯26号	2.4	2.1	1.8(14.0)
3	こがねもち	8.6	7.5	6.8(8.4)	ワラベハタモチ	1.4	1.7	1.7(13.3)
4	ヒデコモチ	3.9	3.8	3.8(4.7)	フクハタモチ	1.4	1.8	1.4(11.3)
5	おんねもち	6.0	4.2	3.7(4.6)	ツクハタモチ	0.2	0.4	0.8(0.8)
	上位5品種計	—	—	34.0(42.4)	上位5品種計	—	—	8.1(62.9)

資料：食糧庁調査課

- (注) 1. 順位は61年産の作付け面積による
2. 61年産の欄は()内は作付け比率(%)

表6 主な品種の収量比較

$$\text{佐賀：} \frac{\text{ヒヨクモチ}}{\text{レイホウ}} = \frac{610\text{kg}}{610\text{kg}} = 1.00 \quad \text{岩手：} \frac{\text{ヒメノモチ}}{\text{アキヒカリ}} = \frac{547\text{kg}}{625\text{kg}} = 0.88$$

資料：農蚕園芸局農産課

Ⅲ バイテクによる育種の

可能性は……

岸 これまでの話を踏まえ、アメリカ等外国の話を含めて、稲のバイテク育種についてお聞きしたい。

◆遺伝子組換えによる稲品種も10年後でかなりの可能性

大野 具体的育種への効能としてみれば、最短距離にあるものは、①薬培養等による育

種期間短縮と、②簡単な形質の Mutation があげられる。Mutation については、成分の改良といった形質については選抜技術がむづかしいが *in vitro* での選抜をかける方法など、手法を開発してやっていけば道はあると思う。実際に高リジン稲などの選抜が進められている。これらは、基本的には「組織培養」の世界の技術だ。

遺伝子組換えによる品種の開発は、イネでは3~5年で実用形質までは無理としても、10年ならかなり可能性は高いとみている。

例えば、タバコに遺伝子を入れることは実用試験の段階だし、ブラシカ（アブラナ科）に耐虫性を入れるといったことや、除草剤抵抗性の付与も試みられている。

イネのプロトプラストからの再分化ということも、もう問題ないと言える。

遺伝子を入れる手法についても、イネ科ではベクターをどうするか問題があったが（双子葉で Ti プラスミドを用いている）、エレクトロポレーション等で直接、確実に入れることが可能になった。

単子葉植物におけるこうした組換え細胞の再分化についても、先日のゴードン・カンファランスで、とうもろこしについて、アメリカのサンズ(Sandoz)という会社で成功したとの報告があった。

技術的には、こうした技術の組合せ方法だけが問題で、イネについても今年から来年中には形質転換植物が実現されると思う。

◆どういう形質を入れるかがポイントに

これからは、どういう形質を入れるかがポイントとなる。ロックフェラーがこの分野で支援している事項をみると、①ウイルスやいもち病等に対する耐病性、②プラントホッパー等への耐虫性、③耐寒性、耐塩性など、となっている。

酒造米とかモチ米とかに着目する場合は、もっと小回りがきく手法でやってみてはどうかと思う（遺伝子組換えでは、非常に大がかりになってしまう）。

◆成分育種の見通し

吉澤 アミノ酸組織の改善という点ではどうか。

大野 貯蔵タンパクの改善ということやられている。イネに入れて発現するか否かが問題とされている時代だと考える。

吉澤 あるアミノ酸、例えば、アルギニンやチロシンなどが、酒の品質にかなり効いていると思われるが、これを、育種で改良できるならありがたい。

大野 成分を変えることを、Mutation を使って検討したことがある。アミノ酸の構成全体は、かなり安定しようとする力が働くようで、なかなか変わらない。特定のアミノ酸の構成比を変えるには、タンパクを大幅に変えないと出来ないのかなという感じをもって。システイン、メチオニンはかなり動かせる。

竹生 モチについては、加熱して焼いたときとか、煮たときの性質が、特性として重要。これには、①デンプンが糊化して、均一なペースト状になったもの、②その中に残存している壊れていない細胞組織の破片、③モチ生地の中に混入している空気の三つのバランスが問題になる。細胞破片については、細くなりすぎるのも困る。昔から、良いモチとされているものは、細胞組織が程よく残ると言う特性をもっている。

藤巻 本日の議論は、日本の米需要の拡大に関連して重要な問題、すなわち日本の米をどう位置づけるかという問題が含まれていたと考える。コスト低減は重要な課題であるが、それに限界があるとすれば、例えば絹におけるハイブリッドシルクのように、付加価値の向上ということとともに、健全性、安全性に関連して省農薬のための耐病虫性育種ということが大切である。このような観点に立って、育種目標というのものも、よく考えていく必要がある。

◆香り米、着色米など消費の多様化への対応の道も

榎淵 最近、世界の多様な米の消費方法と関連して、品種と調理の関係が関心を集めている。

例えば、香り米については、バスマットティ（パキスタン、輸出が20～30万トン）、カオ・ドク・マリ（タイ）、デラ（米国）等がある。バスマットティでは、普通米の2～3倍の価格で取引されているが、これらの香り米は、収量が低く、作りにくい品種である。我が国の研究者も以前からバスマットティと日本晴のバッククロスを試みており、すでに日本型バスマットティが育成されているが、まだ収量性が不十分であり今後収量をどこまで高められるかとか、草丈が高く、しなやかで倒れやすい形質をどの程度改良できるか等の問題が残っている。又「着色米」については、例えば、中国に「紫香米」というものがあり、これは、鉄分の含量が高く血行を良くするなどの効能が高いといわれている。日本にも、赤色、褐色の着色米はあるが、紫のものはなく、これは世界的に珍しい。これを炊くと赤飯のようにきれいに着色する。このような、色、香り、粒形等を新しい加工・調理法開発との関連で今後研究対象にする必要があると思う。

渡邊 外国の香り米の消費のしかたは日本とは違うのか。

榎淵 違う。日本では、香り米は、2～3%混ぜて食べるが、外国ではそのまま食べるということはかなり違っている。

吉澤 赤い米で酒を作ってみたことがある。赤い酒が出来る。色素はアントシアン系のようだが、品種によって違いがある。色素という点から大層おもしろく、関心をもっている。

榎淵 こういう分野も民間部門で取り上げてくれるとありがたい。

◆業務用需要の高まり

渡邊 米の年々の生産1050万トンのうち、出回りは750万トン、このうち、100万トンがせんべいとか、酒とか加工用の世界がある。又、750と100の差、650万トンのうち100～200万トンが外食産業用だともいわれている。出回り量の4割程が、家庭以外での消費となっているわけで、こうした世界はもっと増えると考えられる。

日本のこうした需要は、外国から輸入せよとの圧力の強い分野でもあり、難しい世界であるという一面もある。

岸 興味深いお話が相次いたが、予定の時間も過ぎたので今日はこの辺で終りにしたい。ありがとうございました。

特別情報

稲の民間育種に期待するもの

農林水産省農業研究センター

榎淵欽也

近年、バイオテクノロジーの進展とともに植物育種への挑戦が一層活気を呈している。

連日の新聞紙上、バイテク花ざかりの感を呈している中に、日進日歩のこの世界の競争の厳しさがひしひしと感ぜられる昨今である。とくに民間研究陣がこうしたバイテク育種にその研究勢力を強化しつつあることは力強いことである。ただし、この活況の中から果して画期的な成果が生まれるものかどうか

一抹の不安がないでもない。それはひと言でいえば、育種の世界で最も重要なはずのターゲットがはっきりと画かれていないように思われるからである。即ち、明確な育種目標（ターゲット）を設定し、その攻略のためにテクノロジーを深化する姿勢が欠けているように思われるからである。

それはさておき、育種のためのテクノロジーとして深化すべきものは申すまでもなく、

まずターゲットとして画く品種（目標遺伝子型）を生み出しうる遺伝変異を作出する技術であり、次いで、目標遺伝子型を効率的に選抜する技術である。この二つの技術進展に関し、バイオテクノロジーは一方では種の壁を超える画期的な遺伝変異の作出技術として、さらには細胞レベルでの効率的な選抜技術として、まさに今後の育種の飛躍的展開を図るためのキー・テクノロジーとして大きな期待が寄せられているのである。

我が国の稲の育種は国が組織的な体制のもとに取り組みを開始（昭和2年）してから既に60年に達する。この間わが国の稲作の発展に大きく貢献してきたことは評価されているが、わが国の育種の長期戦略の視点からは反省すべき点も多いように思われる。とくに問題視されるべきは遺伝子背景（genetic background）の拡大が進んでいないことである。

およそ作物の育種において育種素材としての遺伝資源の拡大なしには飛躍的発展は望みえないことは明白であるだけに、このことは大きな問題である。その起因するところは遺伝的変異の豊富な熱帯産 indica（インド型）品種が我が国の自然条件に適さず育種素材としての利用上に制約があったことも事実であるが、最大の要因はコメの市場からの制約であったとみてよいだろう。

粒形、粒大、色、食味などの注文が厳しく、とくに、コシ・ササ的食味（これを純系日本種の味とよぶ米穀業界の古老がいた）が求められる状況では indica×japonica（日本型）の遠縁交雑育種ではたとえ耐病虫性の改良には成功しても、食味にクリームがついて、奨励品種としては採択されず、新品種としてこの世に出ていけないことになる。

こんなことでは我が国の育種は世界に遅れをとり、将来、致命的な事態を招きかねないとの憂慮から発想し、国家百年の計のもとに抜本的な遺伝子背景の拡大に挑戦したのが、農水省が昭和57年から開始している超多収稲開発プロジェクト研究（逆七・五・三計画）である。したがって、今日、国立の育種機関では漸く世界の幅広い遺伝資源の利用が図られつつあり、画期的な多収品種の創出の可能性

を秘めた育種が進められている。

さて、今日コメに関する消費者ニーズは多様化しつつあるが、これに応えるべき育種の対応はきわめて遅れをとっている。農業研究センターではこうした反省にたって目下、プロジェクト研究チームによって、コメのポストハーベスト（加工・利用・調理等）に対応するプレハーベスト（育種・栽培等）研究問題の摘出・整理を急ぎ、これを早急に研究開発に結びつけたいと考えている。

ちなみに、世界のコメは形、大きさ、色、香り、味等、食に直接関連する形質に関しても極めて幅広い変異をもっている。それに対し、我が国のコメはどの品種も似たりよったりである。コメの多様性を活かした豊かな加工・調理への開発努力は我が国では乏しく、パン、うどん、ラーメン、マカロニ等小麦陣のたくましい百変化に食の座を奪われてきたとしかいいようがない。コメ陣営も最近漸く反省をはじめつつあるが、いずれにせよ、家庭炊飯用のコメ以外の多くの方面で使われるコメに関する育種研究が急がれよう。

例えば、酒米についてみると全国作付面積首位の五百万石が昭和32年に育成された。

そして第2位の山田錦が昭和11年の育成と、こうした時代物ともいえる古い二つの品種で何と66%の作付シェアが占められている現状である。この両品種とも耐病性や耐倒伏性等に弱点をもち、改良の余地を大きく残している。とくに、最高の醸造適正を誇る山田錦は極長稈で倒伏し易く、極晩生種でいわゆる農家泣かせの品種である。したがって施肥量を極度に減じて栽培せざるを得ず、多収は全く望むべくもない。酒米（もと米）の選抜基準としては大粒（24.5g以上）、低蛋白質（精白米で6.5%以下）、心白米（90%以上）が求められる。

ところが、これらの酒造好適形質は早生、短稈、耐肥性などの農業形質と負の遺伝相関をもっているためにその両形質を満たす品種の育成は困難をきわめる。しかし、育種とはそもそもこのような負の遺伝相関の克服こそがその真髄とするところであり、大いに挑戦に値する課題といってよい。

最近のコメの消費動向の中で、家庭内消費の減少とは逆に、外食や冷凍米飯やレトルト米飯等の加工米飯の需要が大幅に伸びている。

これらの米飯様式は従来からの家庭内炊飯によるコメの食味に關与する理化学的特性の評価とは異なる新しい視点が求められるであろう。すなわち、色、香り、粘弾性、アミロース含量、アミノ酸組成、ミネラル含量等嗜好や栄養に關与する成分・形質を新たな視点で評価の対象とする必要がある。従来の育種研究分野ではこの領域の研究蓄積は不十分である。例えば、香り米の場合、我が国ではこれまで殆んど育種の対象として取り扱われていないが、東南アジアでは一般米の2~3倍の高値で流通しているバスマティ品種群なる高級香り米が育成され普及している状況にある。このような新しい嗜好を開発、醸成する努力があってもよかつたのではないかと思われる。さらに、アミロース含量や粒形等に着眼して、加工米飯やピラフ、チャーハン等に好適する形質の追求もこれまで殆んど行われていない。

このようなコメの多様な形質や成分をふまえた研究開発によって、コメの新しい用途開発に挑戦することはコメの消費拡大を図る基本戦略上からも我が国としては極めて重視すべき方向であり、今後の官民共同による育種研究の発展を構想するとき、この分野の研究開発への民間研究陣の参画を期待したい。

育種家は誰でも夫々の地域の leading variety を狙ってがんばっている。しかし、私自身、顧みて、大物となるような品種作りが至難の技であることを痛感している。ちなみに、私にはこんな苦い経験がある。一つは「クサブエ」の悲劇の思い出である。中国の

荔支江からいもち病抵抗性遺伝子の導入に成功し、しかも良質、多収なクサブエは関東から中国地域に農薬のいらぬ良質米品種として大々的に普及をみた。ところが、普及されて3年後にいもち病に全く罹らないはずのクサブエが信じられないほどにいもち病に激しく犯されてしまったのである。我々は新しいいもち病菌レースの出現による品種の抵抗性の崩壊現象をはじめて経験させられたのである。もう一つの経験はニホンマサリの不運の思い出である。この品種は収量・品質・食味ともに日本晴に優るとの評価をうけて関東以西を制覇する勢いで世に送り出されたものであるが、やがて、栽培農家から刈り遅れによる胴割れ米の多発が問題にされ、人気が一気に失墜したのである。いわゆる日曜百姓の多い今日、適期刈取りは励行できないケースが多く、ことさらに大きな問題となった。生みの親は我が子にそんな欠点があるとは知らず思いもかけぬ落とし穴に、恥しい思いとともに猛省させられた次第である。ことほどさように新品種育成の世界には育種家ならではの知らない厳しさがある。

とはいいいながら、育種とは無限の可能性を秘めた最も期待の大きい技術領域であることに変わりはない。明確な開発目標のもとに世界の遺伝資源を幅広く取り込み、そして、バイオテク手法を積極的に利用するとともに従来育種のポテンシャルをさらに向上させることにより、我が国の稲育種は今後とも世界をリードする高水準を保持しなければなるまい。そのためにこそ、民間は国公立機関にない民間独自の持ち味を強化し、官民共同による我が国稲育種の総合力の向上に貢献してほしいものである。

遺伝資源配布あっせん 事業のご案内

生研機構は、農林水産ジーンバンクに保存されている遺伝資源の配布についてあっせんを行っています。昭和62年9月1日から、今までの植物遺伝資源に加えて微生物遺伝資源についても配布されることになりました。ここに、生研機構が行っている遺伝資源あっせんについて紹介し、広く御利用をお待ちいたします。

あっせん内容は

生研機構は、遺伝資源の配布を希望される企業等のニーズに応じて、申し込みから配布手続きの完了まで一貫してお世話いたします。

1. あっせんの受付

生研機構は、農業生物資源研究所を中心とする農林水産ジーンバンクに対する遺伝資源配布申請を受付ける窓口となります。この際、配布された遺伝資源を用いて行う研究のテーマ、目的等を提示して下さい。

2. 配布遺伝資源に関する情報の提供

生研機構は、あっせん申込みをされた方に対して、国の遺伝資源配布制度の紹介、配布可能な遺伝資源についての情報および遺伝資源の特性等についての紹介をします。

3. 事務手続きの紹介及び代行等

農林水産ジーンバンクに希望する遺伝資源が保存されているかどうかの照会や遺伝資源の配布にいたるまでの手続きを代行します。

あっせん経費は

遺伝資源配布のあっせん手数料は、以下のとおりです。

1. 基本料金 1,500円

基本料金は、生研機構に遺伝資源の配布あっせん申込書を出していただいた時点で申し受けます。

2. 付加料金 所要額

付加料金は、あっせんのために特別に要した費用（職員出張旅費、調査費等）を申し受けます。

《お問い合わせ先》

農林水産ジーンバンクからの遺伝資源配布あっせんに関するお問い合わせは、下記をお願いいたします。

生研機構 企画部

〒160 東京都新宿区新宿6丁目24-16

日本生命新宿6丁目ビル3階

T E L (03) 205-6565

F A X (03) 205-6566

生研機構
出版案内

農林水産ジーンバンク

『植物遺伝資源配布目録』

生研機構では、貴重な遺伝資源を広く活用していただくために、遺伝資源配布のあっせんを行っています。この「植物遺伝資源配布目録」は、企業の皆さんの研究開発に、農林水産ジーンバンクの遺伝資源をより多く活用していただこうと、農林水産省から版權使用許可を得て発行したものです。

この目録に掲載されているのは、主として品種名等所在情報のみですが、その生育特性およびパスポートデータ等については、御希望により生研機構が照会のお手つだいをします。

遺伝資源をより多く有効に御利用いただくために実費にてお預けいたします。どうぞ御検討の上、注文いただくよう御案内いたします。

仕様

B 5 版上製 416頁

表紙NTラシャ、くるみ、ダークグリーン

内容

利用手引

目次（植物名）

品種名一覧（41,646品種）

植物遺伝資源配布規定

植物別の種子配布用品種数、品種当たりの

受入種子量ならびに配布種子単量

原産地コード

植物名の索引

頒価（送料こみ）

2,500円（ただし生研機構への出資者2,000

円）

第2号の訂正とお詫び

国内情報 16頁 左段第1行

1984(誤) → 1884(正)

文献情報 22頁 タイトル

…用い方法(誤) → 用いる方法(正)

編集後記

BRAIN テクノニュース 第3号をおとどけます。今回は本年7月生研機構が主催して行なった「加工好適米を語る」座談会記事を中心に、稲の育種がかかえる諸問題とこれからの稲育種の方向について特集を組みました。稲作を取りまく内外の情勢は、ことのほか厳

しいなかで、いささかなりとも示唆するところがあればと念じています。今後も重要問題について、機を見て特集を組みたいと思っていますので、御意見等お寄せいただきますようお願いいたします。 (大畑)

ブレイン テクノニュース (第3号)

昭和62年12月15日発行

発行者 渡邊 五郎

発行所 生物系特定産業技術研究推進機構

東京都新宿区新宿6丁目24-16 日本生命新宿6丁目ビル3F
TEL. 03-205-6565 FAX. 03-205-6566

編集 農林水産技術情報協会

東京都中央区日本橋兜町15-6 製粉会館6F
TEL. 03-667-8931 FAX. 03-667-8933

© Bio-oriented Technology Research Advancement Institution, 1987