



# 16

2005.2

## 【ヘッドライン】

### 巻頭言

今こそ多収性の研究を  
研究成果

イネ由来遺伝子による効率的な遺伝子組換え植物選抜技術  
「5MT選抜法」

ダイズ作系4号の不耕起栽培での特徴

### 活動のトピックス

世界イネ研究会議開催される  
受入れ研究員( 依頼研究員・技術講習生 )

## 巻頭言



### 今こそ多収性の研究を

稲研究部長

井 辺 時 雄

近年、米生産は「コシヒカリ」などの良食味ブランド品種に集中してきています。コシヒカリが全国の稲作面積の三分の一以上、コシヒカリとその子供の「ひとめぼれ」「ヒノヒカリ」「あきたこまち」の4品種で三分の二以上を占めています。その他にも類縁関係のある良食味品種が上位を占めており、現在市場に出回っている米は、ほとんど良食味(コシヒカリ的食味)であると言って過言ではありません。

このように良食味品種に作付が集中することで、全体的に病気(いもち病)に対する抵抗性が低下していますが、収量(反収)については、米余りのためか、それほど問題にされていません。農林水産技術産業振興センター(STAFF)が平成12年度に実施した調査研究で、1975年から1998年の全国の反収の伸びのうちの品種による効果が推定されています。滋賀県での「日本晴」のデータと比較され、この間の全国の平均反収の伸び率は0.48%/年、日本晴の伸び率は0.37%で、その差の0.11%/年が品種の効果であるという結果でした。ちなみに、日本晴はコシヒカリ以前の作付首位品種で、現在でも食味の標準品種となっており、ゲノムの全塩基配列の解読に用いられた品種です。日本晴の反

収が伸びているのは、栽培技術の改良もあるとは思いますが、生産調整のため優良な農地への作付が優先されていることもありそうです。この推計の妥当性には議論の余地はあるでしょうが、良食味品種への集中により反収は余り伸びていないと言えるでしょう(低下していない、というのが適当かもしれません)。

国内の一人あたり米消費量はついに60kgを割り、ピーク時の1964年当時の118kgの半分になりました。一方、米生産は大変安定したものになってきていますので、度重なる冷害や台風の被害を受けても作況指数が5%以上低下するようなことはめったになく、水田面積の三分の一以上の生産調整が当たり前のように続けられてきました。

しかし、世界的にみると人口増のために食料が不足することが予想されますし、水不足による生産の低迷が懸念されています。国内でも当面の食料自給率の向上という目標だけでなく、長期的に作物の生産力を上げ、生産コストの低減を図るための技術開発が必要になっていると思います。これまで取り組みが十分でなかったのは、多収性の研究がやりにくい環境であったこともあるでしょうが、解析が難しいということも理由として考えられます。イネゲノム研究の大きな成果の一つとして、多収性の研究で新しいツール(QTL解析や遺伝子組換え)を利用することが可能になったことがあります。今こそ、研究資源を投入して将来の収量増を可能とする技術開発に着手すべきであると考えます。

## イネ由来遺伝子による効率的な遺伝子組換え植物選抜技術「5MT 選抜法」

稲研究部 遺伝子技術研究室 小松 晃

遺伝子組換え植物の開発には、選抜マーカーによる組換え細胞の選抜が不可欠です。現在、選抜マーカーとしてはバクテリア由来の抗生物質耐性遺伝子や除草剤耐性遺伝子が多く用いられています。より一般消費者に受け入れられやすい選抜マーカーとしてイネに由来した遺伝子を用いる新たな選抜技術「5MT 選抜法」を開発しました。

この選抜技術はトリプトファン類似物質を選抜薬剤として使用する方で、さまざまな遺伝子導入法や選抜培養法で使用できる利点を持ちます。イネの遺伝子を用いることによって、一般消費者が受け入れやすい遺伝子組換え植物の開発が期待されるのに加えて、利用できる選抜マーカー遺伝子の選択肢が広がることで、複数の遺伝子の導入も可能になります。

### 【選抜マーカー遺伝子の由来と特性】

5MT選抜法では選抜マーカー遺伝子として、トリプトファン合成にかかわるイネのアントラニル酸合成酵素 サブユニット遺伝子の改変型 (*OASA1D*) を使用しました。この *OASA1D* を導入したイネは、トリプトファンの量が増えても活性が抑制されないため、トリプトファンを蓄積するとともに、トリプトファン類似物質である5-メチルトリプトファン(5MT)に対して抵抗性を示すようになります。この5MT抵抗性を利用して組換え体を選抜することができます(図1)。

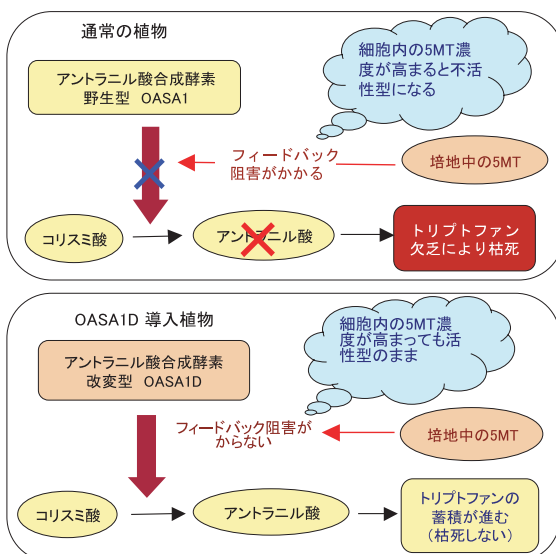


図1. 改変型 *OASA1D* による 5MT 抵抗性の仕組み

### 【選抜マーカーに適したプロモーターの検討】

植物体全体で恒常的に強く発現を促すユビキチンプロモーター(Ubi)を *OASA1D* につないで使用すると、これを導入した植物細胞は強い5MT抵抗性を示して効率よく選抜されますが、同時に植物体全体にトリプトファンを高濃度で蓄積するため、選抜マーカーとして実用的ではありませんでした。5MT選抜法では選抜を行うカルス組織で特異的に発現するようなプロモーターや、イネの茎葉で比較的弱く発現するようなプロモーターを使用することによって、カルス以外の組織におけるトリプトファン蓄積を回避し、従来法であるハイグロマイシンによる選抜と同等かそれ以上の効率で組換え体が得られます。図2に示すとおり、これらのプロモーターを使用した組換えイネの茎葉におけるトリプトファン含量は、通常のイネと比べて差は殆ど認められませんでした。

このように5MT選抜法は *OASA1D* による植物体全体でのトリプトファンの蓄積を回避しつつ、効率的に形質転換体を選抜できる新たな手法であるとともに、アグロバクテリウムを介した間接導入法のほか、直接導入法であるウイスカ法でも利用可能な組換え体選抜技術です。

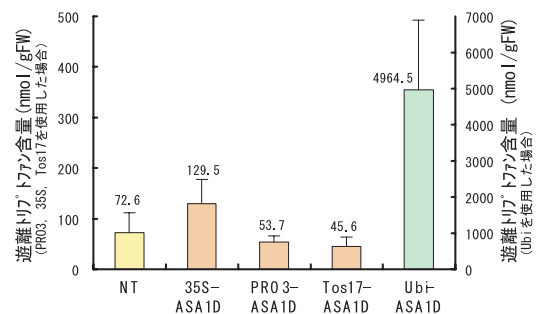


図2. 各種プロモーターを使用した *OASA1D* 導入個体の茎葉における遊離トリプトファン含量 (各データ値は10系統の平均値。NT: 日本晴、35S: カリフラワーモザイクウイルス由来35Sプロモーター、PRO3: イネキチナーゼ由来PRO3プロモーター、Tos17: イネレトロトランスポゾンTos17プロモーター)

### 【おわりに】

今後、より多くの遺伝子導入法や作物に適用できるように5MT選抜法の改良を進めて行きます。本成果は農業生物資源研究所 西澤洋子氏、杉本和彦氏、北興化学 長谷川久和氏との共同研究で得られたものです。

## ダイズ作系 4 号の不耕起栽培での特徴

畑作物研究部 豆類栽培生理研究室 島田 信二

省力的栽培法として注目されている不耕起栽培では、根系が表層に分布しやすく、また、土壤窒素の無機化が抑制されるため、土壤窒素が利用されにくいという特徴があります。このような栽培条件下で、根が小型ながら普通品種と比べて根粒が10倍近く多量に着生する根粒超着生(スーパーノジュレーション)ダイズ品種「作系4号」は、高い窒素固定能力を活かしてダイズ収量を向上させることが期待されます。そこで、不耕起栽培における作系4号の特徴を解析しました。

### 【不耕起狭畦・窒素基肥多施用で多収となる作系4号】

2000年から2003年の4カ年間で、茨城県新利根町の現地大規模圃場において、作系4号の不耕起栽培実験を実施しました。その結果、慣行の栽培法である耕起・標準畦幅(60cm)・標準施肥栽培に比べて、不耕起・狭畦(30cm)・標準施肥栽培では作系4号の子実収量は顕著に増加しました(図1)。一方、通常の品種エンレイではこのような不耕起と狭畦による増収効果はみられませんでした。

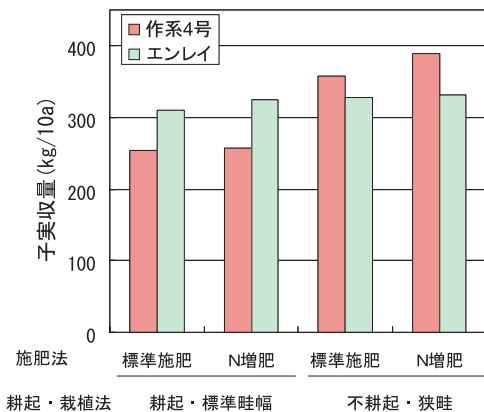


図1.ダイズ「作系4号」と「エンレイ」の栽培方法と子実収量(2000～2003年の4カ年平均)

また、基肥に約10kg/10aの窒素を増量施用すると、作系4号の不耕起・狭畦栽培では増収効果がみられますが、作系4号の耕起・標準畦幅栽培とエンレイではこの増収効果はほとんどありませんでした。一方、作系4号の不耕起・狭畦栽培において、標準栽植密度(19本/m<sup>2</sup>)と比べて1.4倍の密植(26本/m<sup>2</sup>)は、初期生育量を若干増加させますが、倒伏を増加させるので増収とはなりませんでした。

以上のように、作系4号の収量は、不耕起、狭畦、窒素増肥の組み合わせにより増加し、4カ年の平均では同じ栽培法のエンレイより17%多収となりました。

### 【初期生育量増加が多収につながる作系4号】

作系4号の収量は初期生育量の増加にともなって増加する特徴を示しますが、エンレイではこの傾向はみられません(図2)。作系4号は、根粒がたくさん着生するため初期生育が緩慢ですが、不耕起・狭畦、窒素増肥栽培条件下では生育量が確保されるため、生育後期の高い窒素固定能力が活かされて多収になると考えられます。

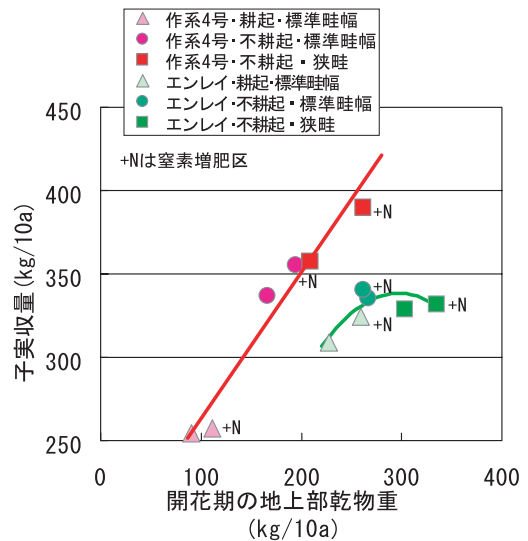


図2.開花期の生育量と子実収量(2000～2003年の4カ年平均。不耕起・標準畦幅のみ2002年不実施のため3カ年平均)

### 【おわりに】

根粒超着生品種作系4号は、このように普通の品種とは違った特徴を持っています。欠点としては、土壤伝染性病害の黒根腐病に弱いこと、干ばつにやや弱いことなどが明らかになってきてきます。

作系4号は根粒窒素固定への依存度がたいへん高く、根粒がどのような条件下で最も能力を発揮できるのかを調べるのに好適な材料です。今後、根粒超着生ダイズの諸特性の解明を通じて、地力窒素に依存せずに、根粒窒素固定を活かしたダイズの安定多収栽培技術の開発が期待されます。

## 世界イネ研究会議開催される



国際コメ年記念国際シンポジウムとして、世界イネ研究会議が2004年11月4日から7日まで、東京とつくば市で開催されました。つくばではエポカルつくば国際会議場を会場として11月5日から7日

までイネ研究シンポジウムが開催されました。42の国と地域から1,235名(国内961名、海外274名)の参加がありました。シンポジウムでは国際稲研究所長のロナルド・P・カントレル氏らの基調講演に続いて、20の分科会で145の講演が行われました。また、5日には「世界のイネ育種戦略」の課題でワークショップが開催され、内外の育種研究者約200名が参加し、遺伝子組換えから圃場選抜まで育種研究について幅広い討議が行われました。

## 受入れ研究員(依頼研究員・技術講習生)

種類	氏名	所属機関名	受入研究室名	開始	終了
依頼研究員	寺沼 直美	茨城県農業総合センター農業研究所	稲栽培生理研	2004.6.1	2004.8.31
依頼研究員	服部 誠	新潟県農業総合研究所 作物研究センター	豆類栽培生理研	2004.7.1	2004.9.30
依頼研究員	丹治 喜仁	福島県会津坂下農業普及所	豆類栽培生理研	2004.7.9	2004.8.6
依頼研究員	荒井 清完	富山県農業技術センター	稲栽培生理研	2004.7.20	2004.7.30
依頼研究員	中谷 朋恵	富山県砺波農業改良普及センター	稲栽培生理研	2004.10.20	2004.11.19
依頼研究員	和田 卓也	福岡県農業総合試験場	稲栽培生理研	2004.11.1	2005.1.31
技術講習生	加藤 香織	東京医薬専門学校	遺伝子技術研	2004.3.24	2005.1.31
技術講習生	Rodriguez B.Eduardo	東京農工大学大学院連合農学研究所	畑作物研究部上席	2004.4.1	2005.3.31
技術講習生	斉藤 寛	岩手大学農学部	遺伝子技術研	2004.5.1	2005.3.31
技術講習生	細井 淳	長野県農事試験場	稲栽培生理研	2004.11.29	2004.12.10

### \*\*\*\*\* 科学技術週間 一般公開のお知らせ \*\*\*\*\*

(作物研究所・中央農業総合研究センター・野菜茶業研究所)

日 時：4月20日(水)10:00～16:00

会 場：つくばリサーチギャラリー

展示・企画：研究成果の展示や、開発したお米やサツマイモの試食など盛りだくさん

## 編集後記

国際コメ年も無事に終了しました。シンポジウムや各種のイベントに作物研究所へも海外から多くの研究者をお迎えしました。こうした交流を通して新しい研究の飛躍が期待されます。