

中央農業総合研究センター 北陸研究センター ニュース

No.7

新しい研究分野

価値ある遺伝子組換えイネの開発を 目指して

北陸地域基盤研究部長

たなか ひろし
田中 宥司

最先端のバイオテクノロジーを駆使して我が国独自の画期的な作物品種を創出することは、私どもの重要な任務の一つであると共に21世紀の人類が直面する食糧危機に対する回答を用意するものでもあります。遺伝子組換え農作物の実用化は、シンジェンタ、モンサント等の海外企業が中心となり、その企業戦略の中で着実な進展を見せております。これに対して我が国の遺伝子組換え技術は立ち後れており、我が国においても安全で、かつ安心できる価値ある遺伝子組換え作物の開発を加速することが重要な課題であると考えます。

我が国では、イネゲノムプロジェクトにおいて、昨年12月にイネの重要部分の塩基配列を読み終えるなど、先導的基盤研究の中から、新たな遺伝子の単離や遺伝子導入法など独自の成果が得られつつあります。

中央農業総合研究センター北陸地域基盤研究部においては、これまで培われてきたイネの基盤情報・技術とイネゲノムプロジェクト等の新たなイネの基盤情報・技術との連携を図り、安全かつ安心な価値あるイネ新品種の開発を目指してまいります。

価値ある画期的イネ新品種を開発するためには様々な技術（要素技術）が必要です。すでにイネの遺伝子を導入するための新しい技術である超迅速形質転換法、イネ由来の安全性の高い組換え体選抜マーカー遺伝子、遺伝子を働かせるために必要なプロモーター等が開発されています。

そこで、①これらの要素技術のさらなる高度化そしてこれらの技術を統合化することで、価値ある画期的組換えイネ品種の開発に取り組み、価値の創造をしていきたいと考えています。②そのために、研究の推進にあたっては安全性を確認するための技術の追求と積極的な価値情報の提供を行い、社会的な容認を得ることに努力してまいります。③海外で押さえられている特許回避のため、知的所有権の確保の促進とライセンス等にも力を入れてまいります。④常に受益者を意識した研究開発活動を行っていきます。研究成果を消費者や生産者あるいは加工者などが享受できる価値ある新品種を開発し、地域基盤研究を一層活性化するよう研究に取り組んでいきます。

大豆の耕うん同時畝立て施肥播種作業



北陸総合研究部 総合研究第2チーム
ほそかわ ひさし
細川 寿

転換畑で大豆を栽培する場合、北陸地域では重粘土が広く分布しているため、湿害が問題になります。特に、初期の湿害による生育停滞は、生育後期にまで影響しますので、播種時期から湿害回避を考慮した土壌環境を整えることが必要です。そこで、耕うんと同時に畝立てを行い、大豆を播種することにより、湿害を回避する作業技術を開発しました。

作業機はアップカッターロータリをベースにしています。重粘土での碎土性向上と爪配列変更による耕うん同時畝立て作業が行えるように、耕うん爪の取り付け方式をフランジ型からホルダー型に改良しています（図1）。つまり、爪の曲がりの方向を、畝の中心に土が移動するように取り付けることで、畝立てが行えるようにしています。ロータリの耕うん幅は約155cmですので、爪の取り付け方向を変えることにより、75cmの畝を同時に2畝か、150cmの畝を1畝作ることができます（図2）。さらに、ロータリ後方に施肥播種機を取り付けることによって、耕うんと同時に施肥作業もできるようにしています（図3）。

畝立て作業では、トラクタのPTO（動力取出軸）回転数を高くすることにより、土の移動が良好となります。また耕うん爪による土の移動だけでも畝を作ることが十分できますが、小さな成型板をロータ

リ後方に取り付けるとさらに高い畝ができます。いずれの畝幅の場合でも、高さ15～20cmの畝を作ることができます。

耕うんに必要な動力については、耕うんと同時に畝を作ることにより、耕うんのみの作業に比べて少なくなり、40馬力以下のトラクタで作業ができます。

作業速度は、耕うん同時畝立てを行う場合でも、通常の耕うんと同じです。そのため、合計の作業時間は、耕うんと同時に畝立てを行う方が、耕うんと畝立てを別々の作業機で行う場合より短くなります。

また、ダウンカット耕うんでは、重粘土土壌を細かくすることが困難なため、0.1m/s以下の遅い速度で走行しなければなりません。アップカット耕うんでは、碎土性が高いため、0.2～0.4m/sで走行して作業することができます。そのため、圃場の条件が良い場合は、1日1ha程度の面積を作業できます。

畝立てを行うと、当然のことですが畝表面からの地下水位が低くなるので、降雨後でも土壌中の酸素濃度が高く保たれて、大豆の根の活性が高くなります。そのため、畝立て栽培の方が、最初に畝を作らない耕うんのみの慣行栽培より大豆生育時期の乾物重が増加し、生育が良好になります。さらに、畝立て栽培は収穫期の主茎長が長く、最下着莢高が高くなり、収量が増加します（表）。

なお、生育途中の管理は、中耕培土等についても、栽培指針に準じて行うことができます。

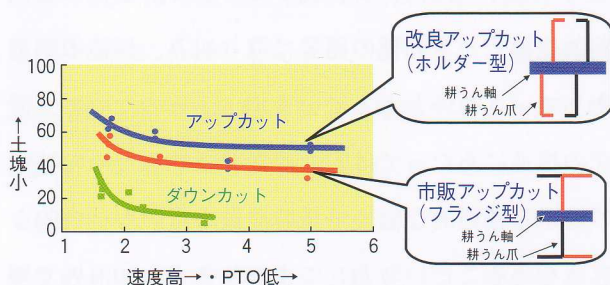


図1 耕うん爪取り付け方式と碎土性能

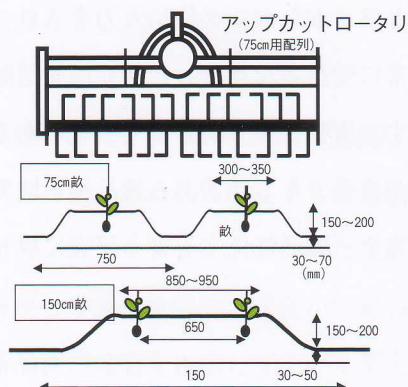


図2 畝立て大豆の圃場断面

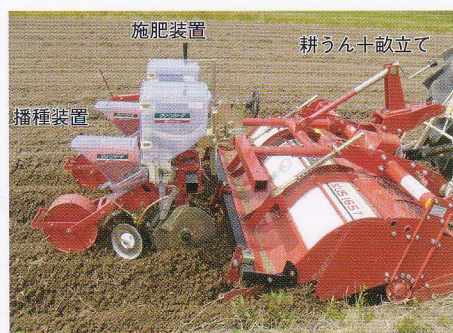


図3 耕うん同時畝立て+施肥播種機

表 畝立て大豆の収量等

坪刈り収量です。
実収ではありません。

地下水位	耕うん方法	乾物重(g/m ²)			主茎長(cm)	子実重(kg/10a)	最下着莢高(cm)
		7/4	7/23	10/4			
低	耕うんのみ	35.9	154	539	69.0	353	13.6
	75cm畝	—	172	577	71.5	378	15.5
	150cm畝	—	154	607	72.3	401	15.4
高	耕うんのみ	13.2	126	515	57.7	348	12.2
	75cm畝	23.4	146	586	66.1	375	18.0
	150cm畝	19.7	143	589	60.6	389	14.5

地下水位一高：生育期間中の地下水位30cm以下の割合約50%，低：約35%，
品種：エンレイ，播種：6/3～6，中耕培土：7/4



北陸地域基盤研究部 稲組換え研究チーム
かわた もとしげ
川田 元滋

抗生物質耐性遺伝子を使わない イネ組換え体の新選抜技術

はじめに

世界の遺伝子組換え作物の作付けは年々拡大しており、我が国にも様々な形の食材として輸入されています。一般的に遺伝子組換え体を作成するには、「導入したい遺伝子」と「組換え細胞を選抜できるマーカー遺伝子」が必要です。これまでは、微生物等から得た抗生物質耐性遺伝子をマーカー遺伝子として用いる場合がほとんどでした。北陸研究センターでは、イネの遺伝子を用い、かつ可食部（イネの場合は米粒）では発現しない（働かない）という発想により、より安心できる遺伝子組換えイネ選抜技術を開発しました。

イネ由来の新しい選抜マーカー遺伝子

新規選抜マーカー遺伝子として着目したのは、イネ由来の2点変異型アセト乳酸合成酵素（mALS）遺伝子です。mALS遺伝子はイネの自然変異系統から分離されたもので、天然型のALS遺伝子に比べて2個のアミノ酸が置換されています。mALS遺伝子で作る蛋白質は、アミノ酸のバリンやロイシン合成系の酵素で、細胞内の物質代謝に関与します。またこの蛋白質は、様々な除草剤の作用にかかわることが知られています。mALS遺伝子が導入されたイネ細胞は、広く用いられている除草剤の主成分の一つ（ビスピリバクナトリウム塩）に耐性となり、組換え細胞を容易に選抜できます。

イネ由来の新しいプロモーター

プロモーターは、遺伝子発現の強さやタイミングを制御するスイッチのような働きをします。我々

は、組換え細胞の選抜時のみに強く発現する新しいプロモーターをイネから得ることに成功しました。このプロモーターに連結された遺伝子は、選抜時以外のイネ組織で発現しなくなるので、成長したイネの葉や米粒で選抜マーカー遺伝子が発現しない組換えイネの作出が可能となります（図）。さらに我々は、葉のみで発現するイネ由来の新プロモーターを得ることに成功しています。

より安心できる遺伝子組換えイネの作出

mALS遺伝子と選抜時のみに発現する新しいプロモーターを連結して導入したイネ組換え体を作成したところ、mALS遺伝子は選抜時に発現しますが、成長したイネの葉や米粒では発現しないことを確認しました（表）。このように、微生物等から得た抗生物質耐性遺伝子の代わりにイネ由来の選抜マーカー遺伝子を使用し、しかも可食部では発現しないプロモーターを組み合わせることによって、より安心できる遺伝子組換えイネ選抜技術が開発できました。

今回紹介した新技術は、それぞれ特許出願手続きを済ませました。これらはイネを対象に開発してきましたが、イネ以外の作物にも同じように使えるかどうか今後の研究が期待されています。この研究は中央農業総合研究センター、農業生物資源研究所、クミアイ化学工業株式会社の共同で行われ、それぞれが開発した技術を総合化することによって達成されました。

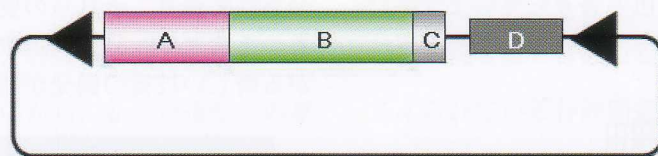


図 新規形質転換用ベクター，pTA1

- A：カルス特異的プロモーター（遺伝子の転写開始スイッチ）
B：新規選抜マーカー遺伝子（変異型ALS遺伝子）
C：イネ10Kプロラミン遺伝子ターミネーター（遺伝子の転写終了スイッチ）
D：導入遺伝子挿入部位

表 新規選抜マーカー遺伝子の発現特性

選抜マーカー遺伝子のタイプ	選抜時	葉	米粒
新規開発の選抜マーカー遺伝子 (カルス特異的プロモーター＋変異型ALS遺伝子)	++	—	—
従来の選抜マーカー遺伝子 (CaMV35Sプロモーター*)＋抗生物質耐性遺伝子)	++	++	++

—：発現せず，++：強く発現

* CaMV35Sプロモーター：構成的に発現するプロモーター（対照）



北陸水田利用部 作業技術研究室
ちようさ ただし
帖佐 直

GPSを利用した肥料等粒状資材の 可変散布システムの開発

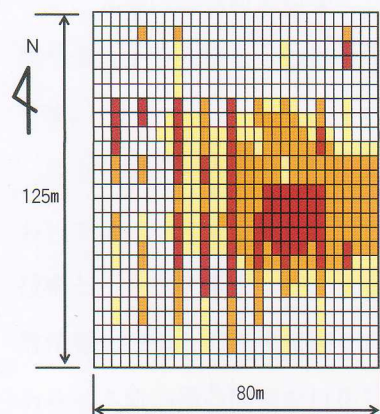
地力ムラに応じた局所的な管理

作業効率の向上、生産コスト削減のために1ha程度の面積を持つ大区画水田の造成が進んでいます。しかし、大区画水田では、地力のムラによって生育や収量のばらつきを生じることがあります。そのような水田で均一な管理を行うと、部分的に過剰な肥料を散布することになり、倒伏や品質低下を引き起こします。

この問題を解決するには、従来のような均一管理ではなく、地力や生育のばらつきに応じて散布資材の量を調節する局所栽培管理が有効と考えられています。そのためには、可変散布技術（局所的に資材の散布量を変化させることが可能な技術）の確立が前提となります。

GPSにより圃場内の位置を認識する散布機

私達の研究室では、大区画水田における資材散布作業の軽労化を目標として、これまで定幅散布と呼ばれる粒状物の散布機を開発してきました。定幅散布機は、動力散布機を背負って行っていた作業の乗用化を実現しました。これによって、省力的で均一な資材散布作業が可能になりました。さらに、この散布機に、GPSを搭載することで、水田内の位置を認識し、局所的に資材の散布量を変化させることができるシステムを開発しました。GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）とは、人工衛星を利用し、地球上どこにいても自分の現在位置がわかるシステムです。米国で開発されたシステムですが、現在ではカーナビゲーションシステム、携帯電話への付与など広く普及しています。



散布マップの例

肥沃度を元に、稲の窒素吸収量が均一になるように作成された、肥料散布マップの例。色の濃い箇所ほど肥料の散布量が多い事を示す。このマップを散布機の制御部に入力すると、自動的に散布量を調節して作業を行う。マップは、北陸総合研究部総合研究第1チームが作成した。

可変散布機および制御システムの概略

可変散布機は、ホップ内の粒状資材（粒状肥料・農薬、種子など）を繰り出しロールで排出し、空気搬送により散布管を介して散布します。散布量の調節は、繰り出しロールを駆動するモータの回転数を制御することによって行います。散布幅は10mで、4つのモータを用い、散布幅内で2.5mごとに独立して散布量を調節することができます。可変散布を行うためには、パソコン上で起動する専用のマップ編集ソフトを用いて、場所ごとにどれぐらいの量を散布するかを図示した散布マップをあらかじめ作成し、散布機の制御装置へ入力します。作業中は、そのマップに従いながら、GPSから得られる位置情報、および作業機の走行速度から、自動的にモータ回転数を制御します。モータ回転数の制御は作業機の走行速度に連動しており、ぬかるみでスリップによって速度が変動しても散布精度が悪くなることはありません。

適用場面と今後の展開

2002年の現地試験では、本システムを用いて基肥散布を行いました。その結果、地力ムラに応じて局所的に施肥量を変える事により、収量とタンパク含量が均一化され、品質が向上した事例が報告されています。

開発したシステムについては、低コスト化、操作性の向上などについて検討を重ね、より実用的なシステムへと改善する予定です。また、関連する技術として、生育や収量のばらつきを把握する技術も開発されており、それらの要素技術とあわせて研究を進めることで、品質向上や資材投入量の削減につながる新しい技術の開発が期待されます。



可変制御システムを搭載した散布機

上越教育大学「栽培学実習」

当センターでは、上越教育大学と北陸研究センターとの研究・教育に関する交流協定に基づき、栽培実習（栽培学実習）を行っています。

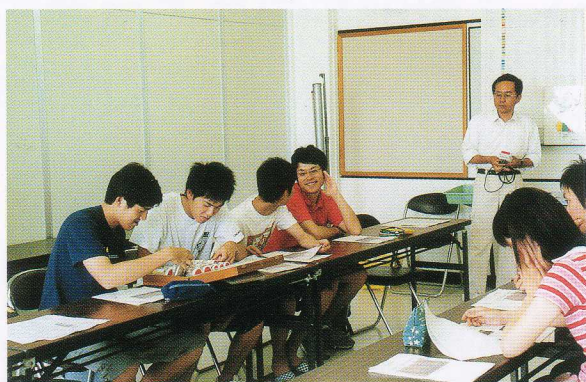
例年10～20名程の学生を対象に、4月～9月の時期、月1～2回、各専門分野の研究室長が講師として講義・実習指導をしており、今年度は15名が実習しています。

主な実習内容は、水稻栽培の播種作業から始まり収穫期調査・刈り取り作業を通じての一般的栽培法

や最新のバイオテクノロジー研究、水田農業の現状と課題、水田土壌の調査法、農業気象、病虫害の発生実態調査法等幅広く行っています。

この栽培実習で得た知識・経験を、是非、将来教育現場で役立ててもらうことを願いつつ、今後も同じ地域にある大学・研究機関として連携を深め協力していきます。

（北陸分室企画調整係 宮越いづみ）



平成15年度「科学教室」の開催

北陸研究センターでは、毎年科学技術や農業技術の普及と公開を目的に、上越地域の小学校高学年から高校生までを対象に「科学教室」を開催しています。平成15年は6月9日（月）から6月20日（金）の期間に開催したところ、7校（小学校6、中学校1）141名の参加者がありました。

小学校参加者には、おいしくて、収量が多く、病気に強く、虫の被害も少なく、倒れにくい品種を作る品種改良の目標や肥料のやり方、雑草・病気・虫から稲を守る方法、田植えの時期や農作業の機械化などを説明しました。

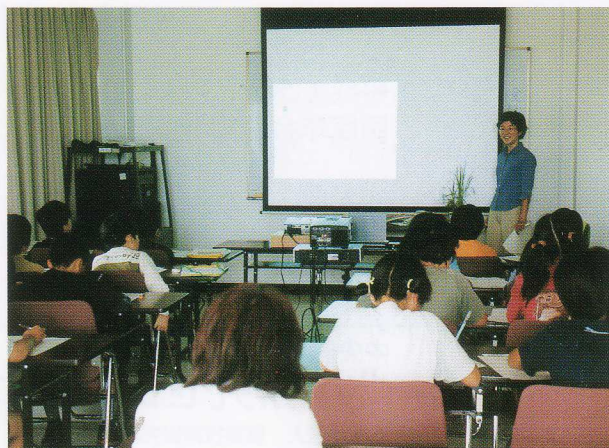
また、子供たちは、品種の名前の付け方について、質問をよせてきました。「コシヒカリ」は福井県で育成されましたが、新潟県が奨励品種として、越の国に光り輝くことを願ってつけました。また、「キヌヒカリ」はご飯が絹肌のように白く輝く、「どんとこい」は稲作のおかれた厳しい現況に対応していく品種として期待を込めて命名していますといった話に、興味を示していました。

中学校の生徒には、「環境の科学」で酸性雨、オ

ゾンホール、地球温暖化、環境と私たちの生活について、講義をしました。

広い視野で知識・情報を得る学習に役立てて頂けたものと思います。

（情報資料室）



北陸研究センター 一般公開

新しい農業をささえる科学と技術

—自然を見つめる目と生活に役立てる知恵—

【日 時】 平成15年9月2日(火) 10:00~15:30 (受付 15:00まで)

【場 所】 中央農業総合研究センター北陸研究センター (〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1)

入場無料 駐車場あり

《公開内容》

- | | |
|-------------|----------------------------|
| ★ 研究成果の展示 | ★ 試験圃場の見学 (ウォークラリーに参加しよう!) |
| ★ 実験・体験コーナー | ★ おみやげ |
| ★ 農業機械の展示 | ★ 物産品販売, 農業図書販売 |

《講演会》

午前10:30~11:00 1回目 (小学生高学年対象)

午後1:00~1:30 2回目 (小学生高学年対象)

南極からみた環境とわたしたちの生活

気象資源研究室長 横山宏太郎

(ご希望の学校はお申し込みください。なお、会場の定員は150名です。定員になり次第) 締切りさせていただきますので、ご了承ください。

午前11:15~11:45 (一般の方対象)

カメムシの臭いでカメムシを防除する

虫害研究室長 樋口 博也

午後1:45~2:15 (一般の方対象)

低グルテリン品種 —春陽について—

稲育種研究室長 三浦 清之

〈問い合わせ先〉 中央農業総合研究センター北陸研究センター情報資料室 (TEL 025-526-3215)

平成15年度 北陸地域研究成果発表会
農林水産業

食の安全・安心を目指して

—北陸地域における減農薬・減化学肥料栽培技術の研究成果と展望—

【日 時】 平成15年11月19日(水) 12:45~16:50

【会 場】 国民年金健康センター上越 (〒943-0175 新潟県上越市大字大日字木舟34-5)

入場無料 駐車場あり

〈問い合わせ先〉 中央農業総合研究センター北陸研究センター情報資料室 (TEL 025-526-3215)

中央農業総合研究センター

北陸研究センターニュース

No.7 2003.7

編集・発行 独立行政法人 農業技術研究機構

中央農業総合研究センター北陸研究センター

北陸農業研究官 松葉 捷也

〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1

事務局 北陸分室情報資料室 TEL 025-526-3215

URL <http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/>