

# N北海道農研 News



◎巻頭言	1
• 北海道発の遺伝子発現制御技術を生み出すもの	
◎新品種紹介	2
• 糖中糖分が高く、製糖品質が優れるてんさい新品種「アマホマレ」	
◎研究情報	3
• 十分な福資材の使用は堆肥化過程における温室効果ガス排出を低減する	3
• 雪腐病菌接種によって発現が増加するコムギフルクタン分解酵素遺伝子	4
◎トピックス	5
• 高アミロース米「北瑞穂」セミナーの開催	
• 北農賞受賞	
• 日本応用糖質科学会北海道支部奨励賞を受賞	
◎オープンラボのご案内	6

NO. 43

## 北海道発の遺伝子発現制御技術を生み出すもの

寒地作物研究領域長 入 来 規 雄  
Norio, Iriki

北海道農業研究センターは地域農業研究センターとして農業生産に直接関わる技術を開発するとともに、将来の技術開発に結びつく基礎的な研究を行っています。そのひとつとして寒地作物研究領域では作物の低温などのストレスに対する耐性に関する機能を解明し、作物の生産性の画期的な向上を目指す研究を行なっています。

北海道農業研究センターにおける低温ストレスに対する研究には、夏作物の穂ばらみ期冷害に対するものと、冬作物であるコムギや牧草などの越冬性に関するものがあり、どちらも長い歴史があります。

これまで、北海道の水稲は概ね4年に一度の頻度で冷害を被り、最近では2009年（作況指数89）に起きています。そして、大冷害は、1956年の作況指数51、1971年の同66、1993年の同40、というように概ね20年おきに発生しています。このような北海道における水稲の冷害を克服するため、1966年に冷害に関する基礎研究を行う研究室が設置され、同時に新築されたファイトロンを使って冷害の発生メカニズムの作物生理学的解明とその栽培法による防止策に関する研究が始められました。そして、それまで穂ばらみ期における冷害危険期は減数分裂期であると考えられていたのですが、実はそれ以前の小孢子初期であることが明らかにされました。さらに、冷害防止技術として、それまで知られていた「危険期深水灌漑」に加えて、幼穂形成期から危険期直前までの前歴期間を10cm程度の深水とする「前歴深水灌漑」が重要であることが明らかにされました。このように、作物生理学的解明は栽培法による冷害被害の軽減方法の開発に結びつきました。その後、品種の持つ冷害耐性能力を高めることを目的として、冷害時の代謝成分の変動の解明や、また、外国稲からの耐冷性の導入、遺伝子レベルでの品種間差の要因の解明が続けられ、現在は耐冷性に関与する遺伝子の単離とその発現制御の研究を行なっています。

冬作物では越冬性に関する研究が行われてきました。北海道では積雪期間が長いことから、コムギは雪の下で衰弱し、そこに糸状菌が感染し被害を及ぼす「雪腐病」の被害が甚大な年があり、先駆けとして富山（1955）らの研究があります。病理学的研究により、発生菌種とその生態が明らかにされるとともに化学的防除法が開発され、さらに融雪剤散布による耕種的防除法が開発されました。越冬性に関す

る研究は、雪の下あるいは凍結温度域での実験のため圃場を使った試験が主体とならざるを得なかったのですが、1996年に「クリオトロン」が竣工し、越冬性に関する低温域での実験が通年可能となりました。その後、圃場と人工環境下での実験を並行して、ハードニング時に発現する遺伝子の単離が進められてきました。コムギの研究では、越冬性には植物体内での糖類の蓄積が関与しており根雪間近の時期では耐凍性（低温に対する耐性）が高い品種は単・二糖類の含量が高く、雪腐病に強い品種では多糖類であるフルクタン蓄積が高いことを明らかにしています。そして、フルクタンの合成酵素遺伝子、分解酵素遺伝子を単離し、フルクタンの含量がこれらの遺伝子の働きのバランスによっていることを示しました。このほか、低温で発現する未知の遺伝子の機能解明を行うとともに、低温で働くプロモーター（遺伝子本体の働く時期、量などを調節しているDNA領域）の単離も行ない、得られた遺伝子は冬作物だけでなく水稲の低温耐性を強化する試みにも利用されています。

遺伝子に関する研究は、ともすれば結果だけに目を奪われがちですが、地道な材料養成と忍耐強い実験の結果得られたものと言えます。水稲耐冷性の研究開始時には、ポットを使った水稲の実験において、材料の生育状況をすべて同じにするために円形20粒播種法という栽培方法が開発されました。このことで耐冷性の精密な評価が可能となり、この方法は今も受け継がれています。また、冷害耐性の品種間差に関する実験のため、同質遺伝子系統（特定の遺伝子の違い以外はすべて同一の形質を持つ系統）が作出されましたが、耐冷性遺伝子の発現を探るための大きなツールになっています。雪腐病研究におけるフルクタン含量解析も、圃場に積もった1m近い雪から小麦を定期的に掘り出すという大変労力の大きな作業から生まれています。外国稲から導入した耐冷性遺伝子の単離につながった品種は、ファイトロンのない時代に屋外で耐冷性の強い個体を見つけ出して交配を続けるという、今から考えると気の遠くなるような作業の積み重ねで生まれました。遺伝子に関する研究あるいは技術開発は、実はこのような過去の研究の積み重ねと地道な努力で生み出されていることを忘れてはならないと思います。

## 新品種紹介

### 根中糖分が高く、製糖品質が優れるてんさい新品種「アマホマレ」

畑作研究領域 主任研究員 岡崎 和之  
Kazuyuki, Okazaki



育成期間：平成16年～21年（6年間）  
交配組合せ：JMS59×PKS5335

てんさいにおいて糖分は、原料買い入れ価格に大きく影響する重要形質です。生産者にとって、糖分が高い品種の方が買い入れ価格は有利となり、所得の向上が期待できます。一方、製糖会社にとって高糖分で製糖品質が良好な原料は製糖歩留まりが良く、製糖コストの低減が期待できます。ここ数年、夏から秋にかけての著しい高温などにより糖分が基準糖度（17.1%）に達しない低糖分の年が続いており、平成24年の糖分は15.2%と、糖分取引制度に移行した昭和61年以降で最低となりました。こうした状況のなか、生産者、製糖会社の双方からは高糖分で製糖品質が良好な品種が強く望まれています。

「アマホマレ」は、高糖分で高品質な品種の育成を目的に、北農研とベルギーの種苗会社SESVanderHave社との間で共同育成した品種です。「アマホマレ」の最大の特徴は高い糖分です。試験当時に栽培面積が多かった主要3品種と比較して、「アマホマレ」はいずれの品種よりも糖分が高く（図2）、既存品種の中で最も糖分が高い品種です。糖量も主要品種と同程度に多くとれます。また、「アマホマレ」は製糖品質の指標である不純物価が低く、製糖品質も優れています（表1）。さらに恒常的に発生する褐斑病に対する抵抗性が主要品種に比べて優れています。

表1. 「アマホマレ」の主な特性

品種名	不純物価 (%)	褐斑病抵抗性	根腐病抵抗性	黒根病抵抗性	そう根病抵抗性	抽苔耐性
アマホマレ	3.44	中	弱	中	弱	強
クローナ	4.00	弱	弱	中	—	強
えとぴりか	3.61	弱	弱	中	—	強
レミエル	3.78	弱	やや弱	中	—	強

「クローナ」、「えとぴりか」および「レミエル」はそう根病抵抗性を持たないため、評価試験は未実施です。

「アマホマレ」は平成24年から「レミエル」の一部に置き換えて一般栽培が始まりました。栽培面積は200ha程度でしたが、今後、その高糖分・高品質の特性を活かし、糖分が上がりにくい圃場を中心に、更に広域への栽培が期待されています。なお、栽培上の注意として、①根腐病抵抗性が“弱”なので適切な防除に努める、②そう根病抵抗性が“弱”なので発病圃場での栽培は避けることが挙げられます。



図1. 収穫期の「アマホマレ」

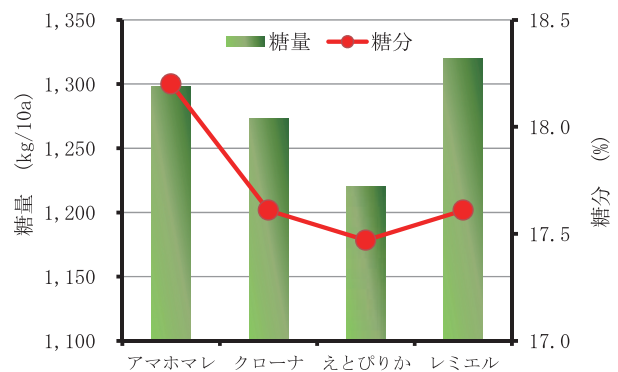


図2. 「アマホマレ」の収量

## 十分な副資材の使用は堆肥化過程における温室効果ガス排出を低減する

酪農研究領域 研究員 前田 高輝  
Koki, Maeda



わが国の酪農業はこれまで生産効率の向上を目的とした大規模化が進み、一戸あたり飼養頭数は2.0頭（1960年）から73.4頭（2013年）まで大幅に増加しました。その結果として、副産物として排出されるふん尿による環境への悪影響が懸念されています。そこで、持続可能な酪農経営を構築するため、乳製品の生産性向上と同時に環境負荷の少ない家畜排せつ物管理が社会的に強く求められています。

現在、わが国の搾乳牛ふん尿の約70%は堆肥化により処理されており、その過程でメタン（CH<sub>4</sub>）や一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）等の温室効果ガスが排出されることが知られています。特にメタンについては、メタンを作る菌が酸素に弱い性質を持つため、酸素が少ない環境下でのみメタンを作ることが可能であることから、乾草を副資材としてふん尿に混合し堆肥の通気性を良くすることによりメタン排出を低減する効果が期待できます。そこで、実際に副資材を投入しメタンおよび一酸化二窒素の排出低減効果について検討しました。

搾乳牛ふん尿約4 tの堆肥化過程において、重量比10%に相当する低質乾草約400kgを投入した結果、試験期間（8週間）中のガス排出について、副資材なしと比較してメタンでは74%、一酸化二窒素では63%をそれぞれ低減できることが確認されました（図）。

これらの削減効果をそれぞれ堆積型堆肥化過程で処理される国内年間ふん尿排出量および含有窒素量に乗じて推定すると最大削減効果は、メタン排出において年間70,466 t、一酸化二窒素体窒素で1,379 t N<sub>2</sub>O-N、二酸化炭素換算で計1,907Gg（ギガグラム）と試算されます。

このことから、十分な量の副資材の投入によって

温室効果ガス排出を大幅に低減できることが分かりました。今後更なる削減策の提示に向け、その削減メカニズムや排出に関与する微生物に関する研究を進めていきます。

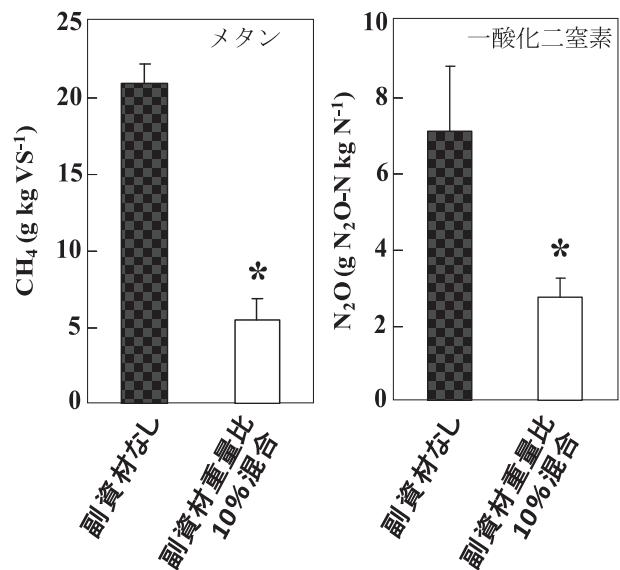


図. 副資材投入によるメタン（CH<sub>4</sub>）および一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）の低減効果\*；有意差あり（P<0.05）

論文発表

Maeda et al., Soil Science and Plant Nutrition

59(1):96-106 (2013)

研究情報

# 雪腐病菌接種によって発現が増加する コムギフルクタン分解酵素遺伝子

寒地作物研究領域 主任研究員 吉田 みどり  
九州沖縄農業研究センター 主任研究員 川上 顕  
Midori, Yoshida Akira, Kawakami



北海道の秋播コムギ栽培では、コムギは冬期間を雪の下で過ごします。この雪の下の期間が世界的に見ても極めて長いことから、雪の下の環境を好む糸状菌がコムギ植物体に感染して雪腐病を引き起こし、大きな減収をもたらします。現在、この雪腐病対策には農薬による防除が不可欠ですが、根雪直前の散布で最も大きな効果が得られるものの、防除タイミングを見計らう困難さのため、根雪前の天候によっては防除を行なえない場合があり、甚大な被害を受けるリスクを抱えています。コムギの品種によって雪腐病抵抗性は差異が認められるため、品種改良による雪腐病被害の克服が期待されており、そのためにはこの抵抗性の生理機構の解明が重要な課題となっています。

コムギの雪腐病抵抗性品種は、他の品種に比較して越冬のために必要なエネルギー源である多糖のフルクタンを秋から根雪始めまでに大量に蓄積する特徴を持っており、フルクタン合成酵素遺伝子の発現が高いことが私達の研究で明らかになっています。また、積雪下でのフルクタンの消費速度が遅いこと

も解っています。

このような積雪下でのコムギ品種間のフルクタン代謝の違いにはフルクタン分解酵素（Fructan exohydrolase : FEH）が関わっていると考えられるため、積雪下での雪腐病菌感染によるコムギのフルクタン消費量の解析およびFEH遺伝子の探索を行いました。まず、秋播コムギに雪腐病菌を接種すると無接種個体よりもフルクタンが早く消費されることが解りました（図1）。雪腐病菌はコムギに蓄積されるフルクタンを直接利用することができないことから、この分解にはコムギ側の酵素が関わっていることが考えられました。そこで、コムギの関与遺伝子を探したところ、FEHの1つをコードする新しい遺伝子（*wfh-sm3*）を発見しました。この遺伝子が作る酵素はこれまでに確認された幾つかのコムギFEHと異なり、コムギに蓄積する様々な分岐構造のフルクタンを全て分解する能力を持っていることが解りました。さらに、この遺伝子は雪腐病菌を接種した茎葉部で発現が増加することが示されました（図2）。今後は、この遺伝子の秋播きコムギ越冬中の品種間による発現制御の違いを解析することにより、コムギの雪腐病抵抗性の生理機構の詳細が明らかになると期待されます。

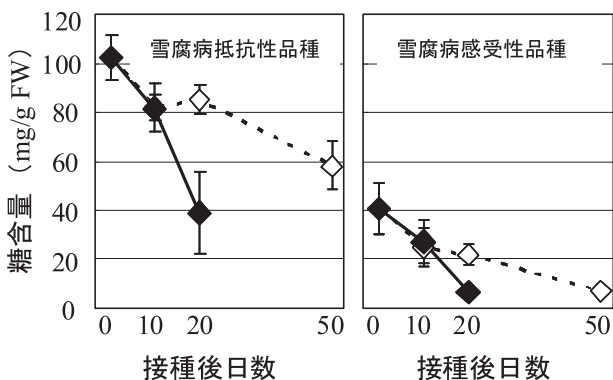


図1. 圃場積雪下でのコムギ雪腐病抵抗性品種（左）と感受性品種（右）の茎葉部のフルクタンの分解  
実線：雪腐病菌（*Typhula. ishikariensis*）接種。破線：雪腐病菌無接種。

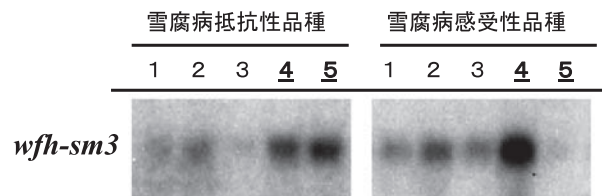


図2. 圃場積雪下でのコムギ品種の葉茎部におけるフルクタン分解酵素遺伝子*wfh-sm3*の発現

1, 積雪前; 2, 3, 積雪下10日目, 20日目;  
4, 5, 積雪下雪腐病菌 (*T. ishikariensis*) 接種10日目, 20日目。  
注) 感受性品種の雪腐病菌接種20日目 (5) は生存率が低い。

## トピックス

## 高アミロース米「北瑞穂」セミナーの開催

平成25年12月4日(水)、札幌市のかでる2.7において、北海道米粉食品普及推進協議会とNPO法人グリーンテクノバンクの後援のもと、「高アミロース米“北瑞穂”の加工利用と普及にむけて」をテーマとしたセミナーを開催し、生産者、マスコミ、民間企業、行政、大学、試験研究機関等から83名の方が参加されました。「北瑞穂」は、米粉という新たな用途開発を通じて、米の消費拡大に貢献することが期待される品種です。本セミナーでは、「北瑞穂」とその特性についての認知度の向上を図り、産学官による連携を強化して普及を加速させるため、行政、研究、生産・加工現場、また本州の先行事例に関する報告をもとに情報交換を行いました。

第1部では、農林水産技術会議事務局の前田研究専門官と北海道農政事務所の赤間課長から高アミロース米、米粉の普及における現状と課題について解説して頂きました。攻めの農林水産業といった新たな政策の下での米粉加工向け水稻品種の普及に向けた取り組み等が紹介されました。

第2部では、「北瑞穂」の特性と加工利用の事例と題して、北農研の松葉主任研究員から「北瑞穂」の育成と品種特性について、市川農場の市川代表からは旭川市での「北瑞穂」の栽培および米粉麺等への加工・販売事例について、ワークセンター栗の木の本坂理事長からは「北瑞穂」の玄米粉を用いた「玄米クッキーペポ」の開発等についての報告をいただきました。

第3部では、道総研中央農試の柳原研究主幹から高アミロース米に含まれる機能性成分について、また農研機構中央農研の三浦業務推進室長からは、北陸以南向けの高アミロース米品種「越のかおり」の普及に関する先行事例が紹介されました。

最後に、北農研の川口研究調整役を座長として総合討論が行われ、「北瑞穂」の普及に向けてハードルを下げるべく、栽培から加工・販売までの課題について参加者と有意義に意見交換を行いました。



セミナーの様子



総合討論

## 北農賞受賞

平成25年12月16日(月)京王プラザホテル札幌において、北農賞贈呈式が行われました。論文部門では、「北農」の最近1カ年間に掲載された論文・資料等の中で普及上優秀なものとして野良イモ対策の「大規模農地で適用可能な土壌凍結深制御手法」を開発した生産環境研究領域廣田知良上席研究員、育種部門では、育成品種で顕著な実績をあげているものとして秋まき小麦品種「ゆめちから」を育成した田引正上席研究員・伊藤美環子主任研究員・入来規雄水田作研究領域長ら、技能部門では、技能・事務上の創意工夫・考案等により試験研究の推進に貢献したのものとして「タマネギ直播栽培試験の大幅な省力化を可能とする播種溝直下施肥ユニット」を開発した研究支援センター業務第3科 大泉正文技術専門

職員の方々が受賞しました。

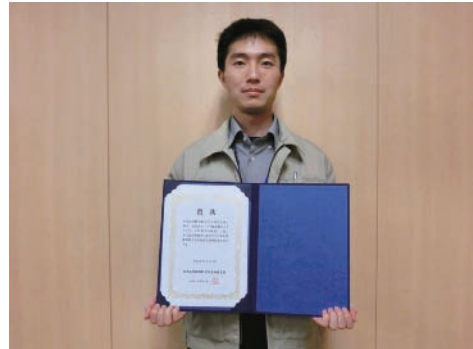


受賞者記念写真

## トピックス

## 日本応用糖質科学会北海道支部奨励賞を受賞

平成26年2月3日に行われた応用糖質科学会北海道支部賞授賞式・受賞講演およびシンポジウムにおいて、北海道農業研究センター企画チームの鈴木達郎チーム長が「ソバ属植物のルチノシダーゼに関する研究」で奨励賞を受賞しました。ソバ属植物の主要なポリフェノールであるルチンとその分解酵素（ルチノシダーゼ）がソバ植物の防御機構に関与する可能性を示すとともに、得られた知見を品種育成に応用したことが評価されました。



受賞者 鈴木企画チーム長

## ご案内

## オープンラボ（開放型研究施設）のご案内

北海道農業研究センターでは、民間企業や都道府県、大学の方々と共同して研究を行うため、札幌市に以下の2つの研究施設を設置しています。各施設には最新鋭の機器を装備し、利用にあたっては研究者や専門の技術者が丁寧に指導します。共同研究の実施、研究機器の利用についてお気軽にご相談下さい。

**流通利用共同実験棟** 園芸作物の品質・成分や組織培養に関する研究開発のための設備が整っています。

**寒地農業生物機能開発センター** 北海道の気候環境や生物機能を活用した寒地農業の実現に向けての分子生物学的研究のための設備が整っています。

## 【オープンラボで行われている研究の紹介】

今回は、寒地農業生物機能開発センターで行われている、植物共生微生物についての研究を紹介します。土壌には、植物が利用しにくいリン酸資源とされているフィチン酸（図1）が含まれ、その利用を促進するための研究を行っています。この中で、フィチン酸を植物が吸収できる形態に変換することができる微生物を特定するために、次世代シーケンサー（写真1）を、微生物や植物の培養にはクリーンベンチや人工気象室などオープンラボにあるさまざまな機械を利用して研究を進めています。これまでにフィチン酸の可給化に関わる微生物遺伝子が明らかになり、関与する微生物を特定しつつあります。

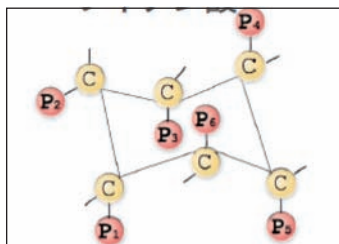


図1 フィチン酸

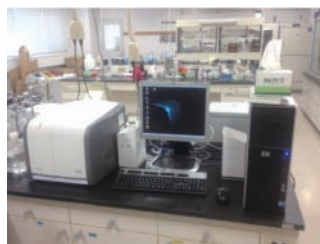
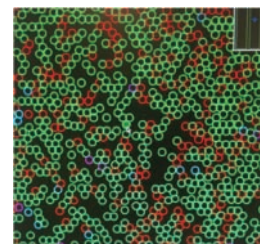


写真1 (左)次世代シーケンサー(右)配列解読のイメージ



詳細については右記HPをご覧ください。 <http://www.naro.affrc.go.jp/harc/contents/openlabo/index.html>  
お問い合わせ先/業務推進室運営チーム TEL (011) 857-9410

■表紙

てんさい新品種「アマホマレ」

北農研では、てんさい新品種「アマホマレ」を育成しました。

「アマホマレ」は糖分が高く、製糖品質に優れた品種です。この特性を活かし、広域への栽培が期待されています。平成24年から一般栽培が始まりました。



北農研構内（芽室研究拠点）

お問い合わせはこちらへ…



■北海道農研ニュース 第43号■

発行日

平成26年3月31日

編集・発行

農研機構北海道農業研究センター 情報広報課

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

TEL. 011-857-9260 FAX. 011-859-2178

ホームページ <http://www.naro.affrc.go.jp/harc/index.html>