

平成 25 年 9 月 27 日

記者会見のお知らせ

(2013 年日本育種学会第 124 回秋季大会における発表課題)

1. 発表日時：平成 25 年 10 月 7 日（月曜）14：00～15：00

（本記者発表に関わる記事の解禁は、10 月 7 日の発表後 17：00 からとさせていただきます）

2. 発表場所：東京大学弥生講堂アネックス・エンゼル研究棟講義室（別紙参照）

（東大農学部正門入って左 http://www.a.u-tokyo.ac.jp/yayoi/plan_annex.html）

3. 出席者

日本育種学会幹事長 熊丸 敏博

（九州大学・大学院農学研究院 附属遺伝子資源開発研究センター 教授）

日本育種学会庶務幹事 岩田 洋佳

（東京大学・大学院農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻 准教授）

4. 発表内容の紹介

育種学は作物の品種改良の技術基盤とその理論を追究する学問領域です。日本育種学会（会員数約 2,000 名）は、その育種学に関する研究および技術の進歩、研究者の交流と協力、および知識の普及をはかることを目的として活動しています。

本発表内容は 10 月 12 日（土曜）、13 日（日曜）に鹿児島大学（鹿児島県鹿児島市）で行われる日本育種学会 2013 年秋季大会で発表予定のものです。合計 288 の講演課題の中から選定された 5 課題について発表させていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

発表タイトル：

- (1) 多収イネの光合成能力に貢献する遺伝子を特定
- (2) きのか栽培従事者の健康を守る無孢子性品種を育成するのに有効な遺伝子 *stpp1* を発見
- (3) 葉緑体のゲノムへ新しい遺伝子を導入することで、鉄分豊富なレタス品種を育成する
- (4) 倒れにくいコシヒカリをつくる一茎を太くする遺伝子の集積によるイネ品種の改良
- (5) 製パン性に優れる温暖地向けコムギ新品種「せときらら」の育成

※詳細は別紙をご参照ください。講演要旨集は当日配布いたします。

問い合わせ先：

岩田 洋佳（東京大学・大学院農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻 准教授）

電話：03-5841-5068 または 5069

FAX：03-5841-5069 または 5069 E-mail: aiwata@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

日本育種学会 第124回講演会プログラム
2013年秋季 鹿児島大学

10月11日 (金)	午後	幹事会 15:00-18:00 (場所:農学部101講義室)																											
10月12日 (土)	午前	第1会場 共通教育棟3号館 311号講義室	第2会場 共通教育棟3号館 321号講義室	第3会場 共通教育棟3号館 322号講義室	第4会場 共通教育棟3号館 331号講義室	第5会場 共通教育棟4号館 421号講義室	第6会場 共通教育棟4号館 431号講義室																						
		ゲノム解析・ DNAマーカー 101-113 8:45-12:00	遺伝資源・ 品種育成 201-213 8:45-12:00	分子育種・ 網羅的解析 301-311 8:45-11:30	抵抗性・耐性 401-412 8:45-11:45	品質成分・収量 501-513 8:45-12:00	発生 601-613 8:45-12:00																						
				変異創成 312-313 11:30-12:00																									
	午後	第55回シンポジウム (シンポジウム・ワークショップ) 13:15-17:30																											
		○シンポジウム 13:15-17:30																											
		S01 NBT(New Plant Breeding Techniques)の現状と未来への展望 主任:江面 浩 [第1会場, 共通教育棟3号館1階 311号講義室]																											
		○ワークショップ 前半 13:15-15:15 後半 15:30-17:30																											
		W01 気候変動に対応した21世紀育種戦略				主任:奥野員敏・根本 博																							
		W02 新規な自家不和合性機構解明への挑戦				主任:掛田克行・佐々英徳																							
		W03 作物の開花受粉性～その分子機構と育種における利用				主任:吉田 均・小松田隆夫・矢頭 治																							
		W04 九州ブランドを世界に！-突然変異育種の挑戦-				主任:阿部知子・風間祐介																							
		W05 外来遺伝資源を用いたイネ穂ばらみ期耐冷性に関するゲノム育種				主任:藤野賢治・斎藤浩二																							
		W06 育種におけるゲノム・遺伝子相関				主任:藤本 龍・村井耕二																							
		W07 次世代の遺伝学と育種2(育種学と農学のこれからを考える26, 若手の会主催ワークショップ)				主任:高橋 有・山内卓樹・内藤 健																							
		W08 植物育種のためのオミックス・データ解析入門				主任:矢野健太郎・岩田洋佳																							
		< ワークショップ タイムテーブル >																											
		<table><tr><td>会場</td><td>第2会場</td><td>第3会場</td><td>第4会場</td><td>第5会場</td><td>第6会場</td></tr><tr><td>共通教育棟3号館 2階 321号講義室</td><td>共通教育棟3号館 2階 322号講義室</td><td>共通教育棟3号館 3階 331号講義室</td><td>共通教育棟3号館 2階 421号講義室</td><td>共通教育棟4号館 3階 431号講義室</td><td></td></tr><tr><td>13:15-15:15</td><td rowspan="2">W01</td><td rowspan="2">W08</td><td>W04</td><td>W06</td><td>W02</td></tr><tr><td>15:30-17:30</td><td>W05</td><td>W07</td><td>W03</td></tr></table>	会場	第2会場	第3会場	第4会場	第5会場	第6会場	共通教育棟3号館 2階 321号講義室	共通教育棟3号館 2階 322号講義室	共通教育棟3号館 3階 331号講義室	共通教育棟3号館 2階 421号講義室	共通教育棟4号館 3階 431号講義室		13:15-15:15	W01	W08	W04	W06	W02	15:30-17:30	W05	W07	W03					
		会場	第2会場	第3会場	第4会場	第5会場	第6会場																						
		共通教育棟3号館 2階 321号講義室	共通教育棟3号館 2階 322号講義室	共通教育棟3号館 3階 331号講義室	共通教育棟3号館 2階 421号講義室	共通教育棟4号館 3階 431号講義室																							
13:15-15:15	W01	W08	W04	W06	W02																								
15:30-17:30			W05	W07	W03																								
懇親会 18:00-20:00 (鹿児島大学生協中央食堂)																													
10月13日 (日)	午前	ポスター発表 9:00-12:00 (第一体育館) 奇数番号 9:00-10:30 偶数番号 10:30-12:00																											
	午後	男女共同参画推進委員会特別企画 ランチョンミーティング 研究の楽しみ方 ～若手研究者の日常～ 12:00-13:30 (共通教育棟3号館 324号講義室)																											
		第1会場	第2会場	第3会場	第4会場	第5会場	第6会場																						
		共通教育棟3号館 311号講義室	共通教育棟3号館 321号講義室	共通教育棟3号館 322号講義室	共通教育棟3号館 331号講義室	共通教育棟4号館 421号講義室	共通教育棟4号館 431号講義室																						
		ゲノム解析・ DNAマーカー 114-126 13:30-16:45	遺伝資源・ 品種育成 214-223 13:30-16:00	変異創成 314-326 13:30-16:45	育種法・データ ベース 414-424 13:30-16:15	品質成分・収量 514-520 13:30-15:00	増殖・生殖 614-624 13:30-16:15																						
			ゲノム解析・ DNAマーカー 224-225 16:00-16:30			発生 521-523 15:00-16:00 品質成分・収量 524 16:00-16:15																							
	市民公開シンポジウム 13:30-16:30 (農学部204講義室)																												

1. 話題:

多収イネの光合成能力に貢献する遺伝子を特定

2. 学会講演タイトル:

講演番号 122 多収イネ品種タカナリの持つ個葉光合成速度を増加させるQTLの単離

講演番号 123 イネ個葉光合成速度に関わる遺伝子 *CAR8* のマップベーススクローニング

3. 発表者:

講演番号 122 ○山本敏央 1, 高井俊之 2, 安達俊輔 3, 田口文緒 1, 荒井裕見子 2, 岩澤紀生 2, 吉永悟志 2, 廣瀬咲子 2, 谷口洋二郎 2, 山内歌子 1, 呉健忠 1, 松本隆 1, 杉本和彦 1, 近藤勝彦 1, 一家崇志 1, 安藤露 1, 河野いづみ 1, 伊藤幸恵 1, 正村純彦 1, 大川泰一郎 3, 平沢正 3, 矢野昌裕 1, 近藤始彦 2 (1 農業生物資源研究所, 2 農研機構作物研究所, 3 東京農工大学)

講演番号 123 ○安達俊輔 1,2, 山内歌子 1, 七夕高也 3, Jian Sun 1, 平沢正 4, 山本敏央 1, 米丸淳一 1 (1. 農業生物資源研究所, 2. 日本学術振興会特別研究員 PD, 3. 理研・環境資源科学研究センター, 4. 東京農工大学大学院農学府)

4. 発表概要:

世界的な人口増加に伴う食料増産が求められる中、穀物の品種改良において「生産性(=収量性)の向上」は重要課題となっています。収量性は、大きく分けて2つの能力の高さによって決まります。1つ目は、光合成を行い炭水化物を作り出す能力(ソース能)、2つ目は、炭水化物を貯蔵する能力(シンク能)です。収量性を向上させるには、ソース能とシンク能の両方をバランス良く向上させることが必要です。近年のゲノム遺伝学の進歩によって、シンク能を決定する遺伝子が次々と明らかになりました。その一方で、ソース能を高める遺伝子はこれまで殆ど見つかっておらず、その特定と機能解明が待たれていました。今回の2件の講演に関わる研究グループは、日本で栽培されるイネ品種の中でも高い生産能力を持つ2品種、「タカナリ」および「ハバタキ」に注目しました。両品種は同じ交雑組み合わせに由来する姉妹品種で、光合成能力が高い(ソース能が高い)、籾の数が多い(シンク能が高い)など、多収につながる複数の性質を持っています。そこで、タカナリおよびハバタキの「光合成能力の高さ」に寄与する遺伝子が収量性向上にとって重要と考え、その特定に取り組みました。

5. 発表内容:

タカナリと日本の代表的品種コシヒカリを交配した系統を使い、マップベーススクローニング法(注1)により、光合成速度(注2)を高める遺伝子「*GPS*」を特定しました。*GPS* 遺伝子は、葉の幅に関わる既知の遺伝子「*NAL1*」と同じ遺伝子座でした。タカナリの *GPS* 遺伝子と既知の *NAL1* 遺伝子の間には、複数の DNA 配列の違いがあり、遺伝子発現の抑制実験や、タンパク質定量実験、および

詳細な葉の構造の調査を行った結果、GPS 遺伝子は *NAL1* 遺伝子の作用がわずかに弱まったものの(機能低下型)であることがわかりました。タカナリ型の GPS 遺伝子を持つコシヒカリ系統(コシヒカリ GPS)と、コシヒカリ型の GPS 遺伝子を持つタカナリ系統(タカナリ GPS)を作成し、タカナリ型の GPS 遺伝子が光合成速度を高める作用があることを確認しました。コシヒカリ GPS は葉が少し厚くなり、単位面積あたりの葉肉細胞(注 3)の数が増え、逆にタカナリ GPS では葉が薄くなり、単位面積あたりの葉肉細胞数も減少したことから、葉肉細胞数の増加が光合成速度の向上の理由と考えられました。多収イネ品種の系譜における GPS 遺伝子の伝搬を塩基配列情報をもとに調べたところ、タカナリ型の GPS 遺伝子配列は、1960 年代の東南アジアにおける緑の革命に貢献した多収イネ品種「IR8」に由来することがわかりました。

ハバタキとコシヒカリを交配した系統を使い、マップベースクローニング法によって光合成速度を高める遺伝子「*CAR8*」を特定しました。*CAR8* 遺伝子を含む染色体領域がハバタキ型に置き換わったコシヒカリ系統 (NIL(*CAR8*)) を作成し、ハバタキ型 *CAR8* 遺伝子がコシヒカリ型遺伝子に比べて約 10% 光合成速度を高める作用を持つことを確認しました。また、*CAR8* は葉肉組織の光合成活性には影響せず、気孔(注 4)開度を高めて葉肉細胞に供給される二酸化炭素量を高めることによって光合成速度を高めているものと考えられました。*CAR8* 遺伝子は、出穂期に関わる既知の遺伝子「*DTH8/Ghd8*」と同じ遺伝子であり、NIL(*CAR8*) の出穂日はコシヒカリよりも約 1 週間早くなっていました。以上のように *CAR8* は出穂期と気孔開度の両方に作用する遺伝子であると考えられました。

GPS および *CAR8* 遺伝子は、タカナリおよびハバタキの高い個葉光合成速度に寄与する遺伝子であり、多収イネ品種を効率的に育成するうえで有用と考えられます。GPS 遺伝子のみを導入したコシヒカリでは収量性の向上は認められませんでした。現在は、これまでに特定された「シンク能を高める遺伝子」を組み合わせることで収量性が向上するか検証を進めています。また、光合成速度と、葉幅あるいは出穂期といった重要な農業形質との密接な関係を明らかにしたことは、光合成の複雑な仕組みを明らかにするための基礎研究にも貢献すると考えられます。

6. 発表雑誌:

講演番号 122 Takai T, Adachi S, Taguchi-Shiobara F, Sanoh-Arai Y, Iwasawa N, Yoshinaga S, Hirose S, Taniguchi Y, Yamanouchi U, Wu J, Matsumoto T, Sugimoto K, Kondo K, Ikka T, Ando T, Kono I, Ito S, Shomura A, Ookawa T, Hirasawa T, Yano M, Kondo M, Yamamoto T (2013) A natural variant of *NAL1*, selected in high-yield rice breeding programs, pleiotropically increases photosynthesis rate. *Scientific Reports* DOI: 10.1038/srep02149

講演番号 123 投稿準備中

7. 注意事項:

講演番号 122 については 2013 年 8 月 28 日に農業生物資源研究所よりプレスリリース済みです。

講演番号 122 は農林水産省「新農業展開ゲノムプロジェクト」および同「次世代ゲノム基盤プロジ

エクト」、講演番号 123 は農林水産省「新農業展開ゲノムプロジェクト」および科学研究費補助金・特別研究員奨励費(24・10427)による支援を受けて得られた成果です。

8. 問い合わせ先:

講演番号 122 (独)農業生物資源研究所イネゲノム育種研究ユニット長 山本敏央

〒305-8602 茨城県つくば市観音台2-1-2

TEL:029-838-7135 FAX:029-838-7468

toshiyama@affrc.go.jp

講演番号 123 (独)農業生物資源研究所イネゲノム育種研究ユニット特別研究員 安達俊輔

(日本学術振興会特別研究員 PD, 10/15 より JST さきがけ研究員)

〒305-8602 茨城県つくば市観音台2-1-2

TEL:029-838-7401 FAX:029-838-7401

sadachi@affrc.go.jp

9. 用語解説:

- 1) マップベーススクローニング:多数の DNA マーカーを用いて作成した連鎖地図をもとに、研究対象とする形質に関係したゲノム領域を絞り込んでいく手法。絞り込まれたゲノム領域の塩基配列を解析することで候補遺伝子を特定することができる。ポジショナルクローニング法とも言う。
- 2) 光合成速度:植物の光合成能力を測る指標の一つで、葉面積あたりの二酸化炭素の取り込み速度または、酸素の発生速度で表す。本研究では生きた葉を密封した容器の中に封じ込め、容器に送られる二酸化炭素と容器から回収される二酸化炭素の差を測定することで計算した。
- 3) 葉肉細胞:葉の内部の大部分を占める細胞で、光合成を盛んに行う。光エネルギーを使って、二酸化炭素から炭水化物を合成する機能をもつ葉緑体が発達している。葉内に葉肉細胞が多数あることは、植物体の光合成能力を高める上で重要であると考えられている。
- 4) 気孔:植物の葉の表面に存在し、光合成に必要な二酸化炭素を大気から取り込む際の入り口となる器官。この気孔を大きく開かせること(気孔開度の増加)により葉緑体への二酸化炭素供給を増加させ、光合成速度を高めることができる。

10. 添付資料:

なし

1. 話題

きのこ栽培従事者の健康を守る無孢子性品種を育成するのに有効な遺伝子 *stpp1* を発見

2. 学会講演タイトル：

ウスヒラタケ由来 *MSH4* ホモログ "*stpp1*" は栽培 きんこの無孢子性栽培品種育成のための有効な標的である

3. 発表者

奥田康仁¹、村上重幸²、小畠靖³、村口元⁴、本田与一⁵、松本晃幸¹

1 鳥取大農・2 菌蕈研・3 奈良県森技セ・4 秋田県立大・5 京大院農

4. 発表概要：

きのこの生産現場では生産物である子実体（所謂、きのこ）から飛散する莫大な数の孢子により様々な問題が起きています。その中でも、孢子の吸引により発症する喘息やアレルギー性の呼吸器疾患（通称、きのこ肺）は深刻な問題となっています。この問題の解決に向け、孢子を作る量が極めて少ない孢子欠損性（無孢子性）の突然変異体を利用した育種が模索されてきました。しかし、有効な突然変異体を得ることは難しく、さらに、変異形質を固定し、かつ、生産性に優れた品種を開発することは容易でないことから、成功例は世界でまだ数例のみです。そこで本研究では、きのこ栽培で有効な無孢子性変異の原因遺伝子を明らかにし、これを "*stpp1*" と命名しました。これにより、今後は *stpp1* を標的として突然変異を誘発し、その特定に効率的な変異検出技術である TILLING 法の導入が可能となるため、どのきのこ種でも計画的に *stpp1* に由来する無孢子性変異体が獲得でき、その変異情報に基づいて計画的かつ効率的に優秀な無孢子性品種の育成が期待できます。

5：発表内容

食用きのこ類は特用林産物の中心的な品目で、近年、総生産額は 2,300 億円前後（林野庁統計表）で推移しています。しかし、その生産の大半は施設栽培によるため、生産過程では子実体から飛散する莫大な数の孢子により様々な問題が起きています（添付資料）。その中でも、孢子の吸引により発症する喘息やアレルギー性の呼吸器疾患（通称、きのこ肺＜添付資料＞）は深刻な問題となっています。この問題の解決には孢子を作る量が極めて少ない孢子欠損性（無孢子性）の品種の利用が有効と考えられていますが、きのこの無孢子性品種は突然変異育種によって開発するしかありません。このため、これまでに多くの無孢子性の突然変異体が取得されてきましたが、「孢子形成」という生殖に関わる極めて重要な形質を不活性化することになるため、育種や栽培において不都合な悪質形質と連鎖し、栽培していく上で必須となる成長量や子実体発生などのさまざまな能力の低下を伴う

ことがほとんどで、有効な変異体が得られる確率は極めて低いものでした。また、ひとつのきのこ種で有効な変異体がとれても、その変異原因遺伝子についての情報がないため、別のきのこ種へ応用することができませんでした。したがって、有効な突然変異体を得てその原因遺伝子を明らかにすることが、突然変異育種により栽培きのこ種の無胞子性品種開発を進めていく上では非常に重要です。

我々は栽培きのこヒラタケ類の代表種であるウスヒラタケで見出された無胞子性の自然突然変異体を材料として研究を進めています。本変異体の胞子形成数は野生株の 0.1%未満と劇的に少なく、育種や栽培上問題となる悪質形質との連鎖が認められない有効な変異形質を保有しています。これまでの研究で本変異形質は単一の因子によることを明らかにしています。本研究では、変異形質と密に (0cM) 連鎖する DNA マーカーを手掛かりとして、ウスヒラタケゲノム内の変異領域を推定し、その部分 (約 70kb) の塩基配列を決定して原因遺伝子の特定を進めました。その結果、その中に他生物において減数分裂時 (きのこ類では胞子形成過程に行われている) に発現している遺伝子 *MSH4* と似ているものが見つかりました。その推定遺伝子について正常体と変異体における構造を比較したところ、変異体では正常体のものと比べて構造上重要な部分が欠けていることが明らかとなりました。さらに、正常体の推定遺伝子を破壊する (任意の部分を別の塩基配列に置き換えてしまう) ことで無胞子性が再現されるとともに育種や栽培に何ら問題を起こさないことが明らかとなったため、原因遺伝子として特定することができました。特定した遺伝子は栽培きのこ種における無胞子性変異原因遺伝子として初めての報告となり、“*stpp1*”と命名しました。

stpp1 を特定したことで、今後はこの遺伝子を標的にした無胞子性品種の突然変異育種を TILLING 法を用いて行うことが可能となります。このことで、優秀な無胞子性品種を計画的かつ効率的に育成できるようになり、栽培従事者の健康問題を含むさまざまな胞子による問題の解消に繋がると考えられます。

6. 発表雑誌：

Applied and Environmental Microbiology (アメリカ微生物学会刊行誌), 79: 4520-4527.

Yasuhito Okuda, Shigeyuki Murakami, Yoichi Honda, and Teruyuki Matsumoto. 2013.

An *MSH4* homolog, *stpp1*, from *Pleurotus pulmonarius* is a “Silver Bullet” for resolving problems caused by spores in cultivated mushrooms.

7. 注意事項：

特許を申請中 (特願 2012-171528 「きのこ類における無胞子性変異の原因遺伝子」)。

本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 (課題 23053) の一部として行いました。

8. 問い合わせ先：

鳥取大学農学部

松本 晃幸

〒680-0804 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101

TEL 0857-31-5340 FAX 0857-31-5340

E-mail: matsumot@muses.tottori-u.ac.jp

ウスヒラタケ（添付資料）：世界的にツクリタケ（マッシュルーム）、シイタケと並んで生産量の多い栽培きのこヒラタケ類の代表種。栽培が容易で高温でも発生するおいしいきのこで、日本での生産量はまだまだ多くないがアジアを中心に海外での生産量が多い。

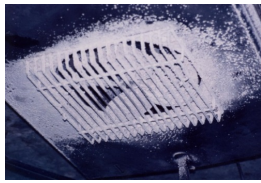
きのこ肺：胞子を吸引することで発症するアレルギー性の肺臓炎（添付資料）。これまでの症例報告は 1960 年代に始まり、現在までにほぼすべてのきのこ種について見られる。また、平成 10 年度の林野庁による作業環境等の実態調査の結果では、アンケートに答えた生産従事者の 22%が何らかの健康障害を訴えているとある。

胞子形成：きのこは繁殖のために子実体のヒダの部分に膨大な数の胞子を形成し、子実体の傘が開くと空気中に飛散する。その数は 1 個の子実体で数千万、多いものでは億を越えると見積もられており、閉鎖された栽培施設において発生した子実体よりそれらが一斉に飛散すると施設内は霧が立込めたようになる（添付資料）。

TILLING 法：標的とする遺伝子に突然変異を人為的に誘発させ、その結果を標的遺伝子の塩基配列情報に基づいて効率的に検出する方法で、一度に大量のサンプルを取り扱う実験系が確立されている。この方法を利用することで栽培を行わなくても短期間で変異体を見つけることが可能となる。

10. 添付資料：

きのこ類の胞子形成と栽培従事者の健康被害



大量の胞子により汚染された栽培施設の換気扇
(粉雪のように白く見えるものが堆積した胞子を示す)



過敏性肺炎と診断された
きのこ栽培従事者の肺X線写真
宮崎洋生ら (日本呼吸学会雑誌 2003)



その他さまざまな問題の原因となっている

- ・栽培施設の汚濁
- ・品質低下
- ・生物多様性の侵蝕など

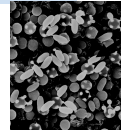
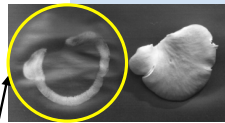
ウスヒラタケにおける遺伝子stpp1の変異と胞子形成



食用栽培きのこヒラタケ類
の代表種「ウスヒラタケ」

ヒダを下にして一日放置した後の様子
白い部分:落下した胞子の堆積

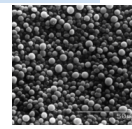
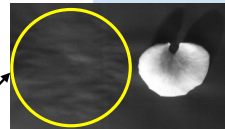
Stpp1正常型の子実体と胞子形成



胞子

ヒダ表面の電子顕微鏡写真

Stpp1変異型の子実体と胞子形成



胞子形成数は正常型の0.1%未満

ウスヒラタケで発見した遺伝子stpp1を標的とした突然変異育種により、他のきのこ種においても無胞子性品種の開発が可能に！！

1. 話題：

葉緑体のゲノムへ新しい遺伝子を導入することで、鉄分豊富なレタス品種を育成する

2. 学会講演タイトル：フェリチンを葉緑体で高発現する遺伝子組換えレタス後代の解析

3. 発表者：井上理恵子¹・植村香織²・寺地徹² (1. 京産大院工、2. 京産大総合生命科学)

4. 発表概要：世界中で貧血に苦しむ人々の数は 20 億人とも言われています。貧血の主な原因となっている鉄分不足は、人類が克服しなければならない栄養障害の 1 つです。この状況を改善するためには、日常口にする食物から、安全に鉄分を摂取できるようにすることが必要です。我々はこれまで、モデル植物のタバコを材料に、「葉緑体の遺伝子組換え」を研究しており、様々な組換え体を実際に作出してきました。その中で、ダイズのフェリチンと呼ばれる鉄貯蔵タンパク質の遺伝子をタバコの葉緑体ゲノムに導入して、そのタンパク質を強発現させると、葉に含まれる鉄分の量を数倍増加させることができることを見出しています。今回、葉緑体の遺伝子組換え技術を葉もの野菜であるレタスへ応用し、フェリチンを葉緑体の中で強発現するレタスの作出に初めて成功しました。組換え当代を用いた実験では、導入したフェリチン遺伝子が、葉緑体ゲノムの狙った位置に正しく組み込まれていることが証明されましたし、RNA への転写、タンパク質への翻訳も正しく行われていることが示されました。組換え当代は 1 個体（2 系統）しか得られませんでした。その後、この個体を開花結実させて沢山の種子を得ることができました。現在、水耕栽培により多数の個体を育成していて、さまざまな特性を調査しています。タバコの結果から類推すると、このレタスは葉に鉄分を多く含むこと、普通のレタスなら枯れてしまう高濃度の鉄を含む培地でもすくすく育つことが期待されます。

5. 発表内容：

葉緑体の遺伝子組換えには、導入遺伝子が花粉を通じて環境中に拡散しない、遺伝子産物の大量発現が期待されるなど、従来の核の遺伝子組換えと比べ多くの利点があります。当研究室ではタバコを実験のモデルに、葉緑体の遺伝子組

換えによる、葉もの野菜の高機能化にむけた基礎研究を行っています。その中で、これまでダイズフェリチンの遺伝子を葉緑体ゲノムに導入した組換えタバコが作出され、葉の鉄含有量が野生型タバコに比べ約2倍（栽培条件によっては3倍）に増加するという研究結果を得ています。そこで我々は、この技術を食用作物に適用可能か検討しました。今回の実験では、1）植物工場における水耕栽培システムが完成しており、安定した生産が可能なこと、2）比較的生育が早く、収穫できる葉の量も多いので、直接食用とする以外にも、タンパク質を大量に生産させるプラットフォームとして好都合なことなどからレタスに注目し、その組換えに挑戦しました。今回の講演では、フェリチン遺伝子を葉緑体ゲノムに導入したレタスの特徴について報告する予定です。

前回の講演会（第123回、P034）では、ダイズのフェリチン遺伝子を葉緑体ゲノムに持つ組換えレタスの作出に初めて成功したことを報告しました。今回、その形質転換当代を株分けして得た2系統（A、B系統）を閉鎖系温室にて育成し、後代（T1世代）の種子を多数得ることができました。

これらの種子を、スペクチノマイシンを添加したMS培地（30g/l sucrose、0.8% agarose、30mg/l spectinomycin）に播種しました。T1世代の種子を5粒ずつ播種して、初期生育を観察したところ、野生型（非組換え体）は全ての個体が発芽後間もなく白変し成長が停止しましたが、組換え体は、2週目の段階でA系統は5個体、B系統は4個体の成長が確認できました。なおB系統においては、1個体のみ白変、成長の停止が見られました。このことから、導入遺伝子はほとんどのT1世代に伝達されていることがわかりました。その後、T1世代の組換え体を水耕栽培し、各種分析を行っていますが、現時点で、T1世代にも導入遺伝子が正確に伝達されていること、および導入遺伝子がRNAへと転写されていることが証明されています。発表までには、フェリチンタンパク質の強発現（形質転換当代では認められている）と、肝心の葉の鉄含量の増加が証明できるものと考えています。

6. 発表雑誌：未発表

7. 注意事項：ダイズフェリチン遺伝子は電力中央研究所より譲渡していただ

きました。またタバコの組換え実験は、中国ハルビン師範大学の郭教授、岡山大学資源植物科学研究所の坂本教授、加藤博士との共同研究です。

8. 問い合わせ先：

〒603-8555 京都市北区上賀茂本山

京都産業大学 総合生命科学部 教授 寺地徹

TEL 075-705-1896

FAX 075-705-1914

9. 用語解説と補足：

葉緑体ゲノム：植物が営む光合成は、細胞内の小器官である葉緑体で行われる。葉緑体は、過去に原始的な（真核）細胞に共生した、シアノバクテリアに起源している。そのため葉緑体は、二重の膜で囲まれている、独自の DNA を持つ、遺伝子の転写、翻訳機構を持つなど、独立して生きていた痕跡を今に残している。その中で、葉緑体にある独自の DNA を葉緑体ゲノムと呼び、大きさ約 150kb の環状二本鎖 DNA 分子であることがわかっている。また葉緑体ゲノム上には、光合成や遺伝子の転写・翻訳に関与する 100 個ほどの遺伝子が位置している。細胞の種類や生育条件にもよるが、ひとつの葉緑体には同じ葉緑体ゲノムが 100 コピーほど存在し、またひとつの細胞には葉緑体が 100 個ほど存在するので、細胞あたりの葉緑体ゲノムのコピー数は 10^4 個にもなると推定される。葉緑体ゲノムは母性遺伝することも特徴のひとつである（例外もあるが、多くの高等植物で、葉緑体ゲノムの母性遺伝が報告されている）。

葉緑体の遺伝子組換え：葉緑体ゲノムに外来遺伝子を相同組換えにより導入する実験手法。葉緑体で機能するプロモーターとターミネーターを繋いだ任意の遺伝子を、葉緑体形質転換用のベクターに導入後、その DNA を遺伝子銃で植物の葉に打ち込む。スペクチノマイシンのような抗生物質で組換え細胞を選抜し、再分化させて、組換え体を得る。この実験方法は今世紀になって一般化した、実験の細かい条件設定などが難しく、効率よく組換え体を得られるのは、未だタバコなど一部の植物種に限られる。

1. 話題

倒れにくいコシヒカリをつくる－茎を太くする遺伝子の集積によるイネ品種の改良－

2. 学会講演タイトル:

水稻品種コシヒカリを遺伝背景とする強稈関連量的形質遺伝子座の集積

3. 発表者:

丸山甲晃¹, 伊山幸秀², 蛭谷武志², 小林俊也¹, 平沢正¹, 大川泰一郎¹

1. 東京農工大学・大学院農学府, 2. 富山県農林水産総合技術センター・農業研究所

4. 発表概要:

日本で広く栽培されている水稻良食味品種コシヒカリは、茎が細いため倒伏しやすく、収量の減少や品質の低下をもたらし、生産現場では倒伏しにくいコシヒカリが望まれています。これまで茎を短くする半矮性遺伝子を利用して、倒れにくい品種が育成されてきました。しかし、近年台風が大型化し、茎が短い品種でも茎が弱いと風雨により倒伏を生じることがしばしばあります。またお米の収量を安定して多くとるためには、茎を強くし倒れにくくすることが不可欠となります。茎を太くしたり硬くすることにより茎の強度を高めることができますが、茎を太くしたり硬くする遺伝子はほとんど解明されていませんでした。その要因として、茎の太さなどに関わる形質は複数の遺伝子の制御を受ける形質(量的形質)であることから、研究が困難であったと考えられます。我々は、解読されているイネゲノム情報を活用し、太い茎をもつ複数の品種を用いて染色体上にある太い茎の遺伝子を含んだ量的形質遺伝子座(QTL)の存在する領域を探り、それらを組み合わせ、茎の細いコシヒカリに集めることによって、茎が太く強くなるか検討しました。その結果、特定のQTLの組み合わせで茎が太くなり強くなることがはじめて明らかとなりました。今後、茎を強くするQTLの集積によって、コシヒカリをはじめとする良食味品種、多収性品種など様々なイネ品種の倒伏抵抗性が効率的に改良されることが期待されます。

5. 発表内容:

コシヒカリは茎が細いため茎が弱いですが、ハバタキや中国117号は茎が太く強い茎をもっています。コシヒカリとハバタキおよびコシヒカリと中国 117 号との組み合わせから作成した実験系統群と DNA マーカーを用いて解析を行い、ハバタキのもつ茎を太くする染色体領域は第1、6染色体の2か所、中国 117 号の茎を太くする染色体領域は第2、3染色体の2か所にみつかっています。第1染色体のQTLは *STRONG*

CULM1(*SCM1*)、第6染色体の QTL は *SCM2*、第3染色体は *SCM3* と名付けました。この中で *SCM2* 遺伝子は、成長点で発現し穂の分化に関与することが知られている *APO1* という遺伝子であることを見出しています。

そこで本研究では、コシヒカリの染色体の背景に、ハバタキの *SCM1*、*SCM2*、および中国117号の *SCM3* にそれぞれ置換した準同質遺伝子系統 (NIL-*SCM1*、NIL-*SCM3*、NIL-*SCM2*) を作出し、さらに NIL-*SCM1* と NIL-*SCM2*、NIL-*SCM3* と NIL-*SCM2* の組合せで交配し、集積系統 (NIL-*SCM1*+*SCM2*、NIL-*SCM3*+*SCM2*) を育成し (図1)、強稈性に関連する形質の集積効果を評価しました。

その結果、同じハバタキに由来する第1染色体と第6染色体の QTL を集積した NIL-*SCM1*+*SCM2* では、茎の外径は親の NIL-*SCM1* および NIL-*SCM2* との間に相違はなく、集積効果は認められませんでした。一方、中国117号の第3染色体とハバタキの第6染色体の QTL を集積した NIL-*SCM3*+*SCM2* は親の NIL-*SCM3* および NIL-*SCM2* より茎の外径が大きくなり、茎の強度が増加しました。

これらのことから、茎の強いイネ品種ハバタキと中国117号の異なる2品種の QTL をコシヒカリに集積した NIL-*SCM3*+*SCM2* は、茎の外径が大きくなることにより茎の強度が高まり、倒伏しにくくなることがわかりました。茎の強い複数の品種由来の QTL を一つの品種に集積することによって、親品種を超える茎の強い品種を効率的に育成できる可能性があります。また、QTL を集積することによって茎を太くするとともに、*SCM2* のように穂につく種子の数を増加させるような多面発現性の遺伝子を集積することによって、収量のさらなる増加が期待できます。今後は、さらに複数の品種に由来する茎を強くする QTL を複数集積し、コシヒカリの倒伏抵抗性を向上するとともに、その他の良食味品種、多収性品種の収量および倒伏抵抗性の改良、コムギなど同じイネ科作物の改良に適用する予定です。

6. 発表雑誌:

準備中

7. 注意事項:

本研究は、農林水産省 次世代ゲノム基盤プロジェクト (RBS-2003) の支援を受けて実施されました。

8. 問い合わせ先

東京農工大学 大学院農学府 生物生産科学専攻

大川 泰一郎

〒183-8509 東京都府中市幸町 3-5-8

TEL: 042-367-5672、E-mail: ookawa@cc.tuat.ac.jp

9. 用語説明

量的形質遺伝子座(QTL)： 茎の太さ、収量などの形質は量的形質とよび、1つの遺伝子だけではなく、複数の遺伝子の影響を受けます。このように、ある形質に対して加算的な影響を及ぼす遺伝子座を量的形質遺伝子座(QTL)と呼びます。

DNAマーカー： 個体あるいは系統のDNAの塩基配列の違いはDNA多型とよび、遺伝解析のための染色体上の目印となります。これをDNAマーカーといいます。DNAマーカーを利用した選抜(マーカー選抜:MAS)により、多数の個体あるいは系統から効率的にある形質に優れた個体あるいは系統を選抜することが可能となりました。

準同質遺伝子系統(NIL)： 1つの遺伝子を除いて、他のすべての特性が同じ系統を同質遺伝子系統といいます。

10. 添付資料：

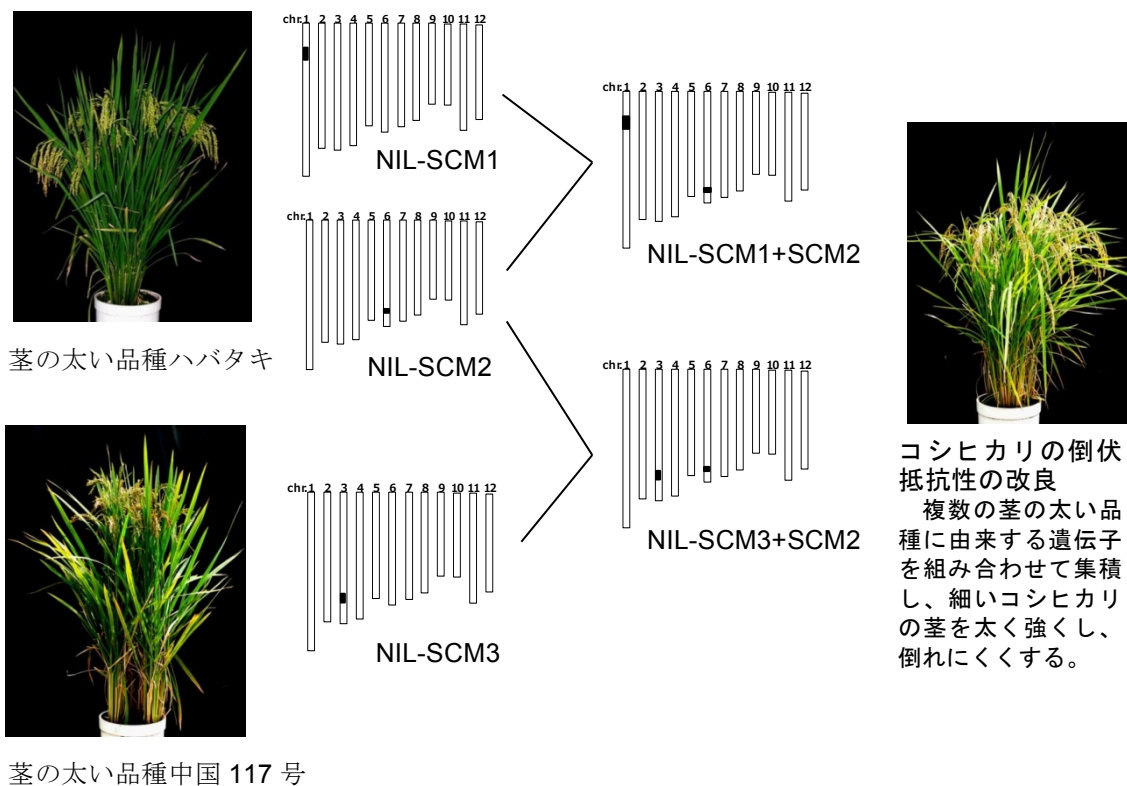


図1. イネ品種ハバタキ、中国 117 号に由来する茎を太くする遺伝子の集積による茎の細いコシヒカリの倒伏抵抗性の改良。

1. 話題

製パン性に優れる温暖地向けコムギ新品種「せときらら」の育成

2. 学会講演タイトル

製パン性に優れる温暖地向けコムギ新品種「せときらら」の育成

3. 発表者

高田兼則・谷中美貴子・石川直幸・池田達哉・船附稚子（農研機構・近中四農研）

4. 発表概要

近年、国産小麦を使用したパンの要望が高まっています。また、食糧自給率向上の点からも温暖地でのパン用小麦の栽培の拡大が求められています。しかし、温暖地で栽培されているパン用コムギは、パン用の輸入コムギ銘柄に比べて製パン性が低く、また従来から栽培されてきた日本めん用小麦品種に比べて栽培性にも劣る点があります。そこで、めん用コムギと同じように栽培性しやすく、製パン性に優れる小麦品種として「せときらら」を育成しました。「せときらら」は、兵庫県や岡山県で栽培されている多収のめん用コムギ「ふくほのか」にグルテンを強くする高分子量グルテニン遺伝子、グルテンの伸展性を高める低分子量グルテニン遺伝子および種子の硬質性遺伝子を DNA マーカーと連続戻し交配の技術を用いて導入して、従来よりも短期間で育成しました。

5. 発表内容

温暖地西部ではパン用コムギ品種「ニシノカオリ」や「ミナミノカオリ」が栽培されています。「ニシノカオリ」はパン用の輸入コムギ銘柄に比べて製パン性が劣り、また日本めん用小麦品種に比べて収量が低い問題があります。「ミナミノカオリ」は製パン性が「ニシノカオリ」よりも向上しましたが、輸入小麦には及びません。栽培上では赤かび病や穂発芽に弱いという問題があります。そこで、日本めん用コムギ並の栽培性で製パン性に優れる小麦品種として「せときらら」を育成しました。

「せときらら」は、栽培性と製パン性に優れるパン用コムギの育成を目標として、多収のめん用コムギ「ふくほのか」（中国 151 号）にグルテンを強くする高分子量グルテニン遺伝子 *Glu-D1d*¹⁾、グルテンの伸展性を高める低分子量グルテニン遺伝子 *Glu-B3h*²⁾ および種子の硬質性遺伝子 *Pinb-D1c* を導入して育成しました。2006 年に、中国 151 号*9/AC Domain²⁾//中国 151 号*9/AC Domain¹⁾ の F1 と中国 151 号*9/AC Domain¹⁾//中国 151 号*9/北見春 63 号³⁾ の F1 を交配して DNA マーカーによって選抜・育成しました。2012 年度の世代

は雑種第9代です。注) 1) 2) 3)は各遺伝子を選抜した交配母本を示します。

「せときらら」は「ニシノカオリ」と比較して、育成地では出穂期が2日早く、成熟期は同程度です。穂数は同程度で、穂長は長く、収量は約4割多く、多収です。穂発芽性、赤かび病、赤さび病の抵抗性は同程度です。種子の特性では、千粒重は同程度、容積重はやや高く、外観品質は優れます。品質では、製粉歩留とミリングスコアは高く製粉性に優れます。小麦粉の蛋白質含有率やファリノグラフの吸水率は低いですが、小麦粉生地の高さの指標のバロリメーターバリュウはタンパク質含有率が低いにもかかわらず同程度の値です。中種法による製パン試験では、パン比容積やパン評価点が高く、製パン性は「ミナミノカオリ」よりも優れ、輸入小麦に近い適性を持っています。山口県産では、現在同県の栽培品種である「ニシノカオリ」よりも優れます。アミロース合成遺伝子の遺伝子型は *Wx-B1b* で小麦粉のアミロース含有率がやや低く、やや低アミロースと呼ばれるタイプです。栽培にあたっては「せときらら」は多収のため蛋白質含有率が低くなりがちですので品質評価の基準値の蛋白質含有率を得られるように実肥施用を励行する必要があります。山口県で奨励品種採用の予定のほか、複数の箇所では試験栽培を行っています。

6. 発表雑誌

なし

7. 注意事項

10月11日に近畿中国四国農業研究センター（福山市）で、山口県の担当者と共に記者発表が行われます。

8. 問い合わせ先

〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター

研究担当者：水田作研究領域 高田兼則

広報担当者：広報普及室長 船附秀行

TEL 084-923-5231 FAX 084-923-5215

9. 用語解説と補足

グルテニン：小麦粉中のタンパク質は、弾力のもとになるグルテニンと粘りの

もとなるグリアジンとよばれるタンパク質に分けられます。グルテニンは、大きさの違いでさらに高分子と低分子に分けられます。これらのグルテニンの遺伝子の組み合わせによってパン生地の高さやパンのふくらみが異なります。

硬質性：小麦の種子は硬くて割れにくい硬質小麦と柔らかくてつぶれやすい軟質小麦に分けられます。パン用には硬質小麦が利用されています。この種子の硬さを決める遺伝子には、いくつかの種類があります。

DNA マーカー：目的の遺伝子をもっているのかを効率的に調べる方法の一つ。DNA を調べることで確認します。

連続戻し交配：ある品種の特定の遺伝子だけを入れ替える方法です。最初にもとなる品種と入れ替えたい遺伝子をもつ品種をかけ合わせます。できた種子は、両親から半分ずつ遺伝子を受け継いでいます。入れ替えたい遺伝子を選びながら、もとなる品種を繰り返してかけ合わせることで、入れ替えたい遺伝子以外はもとなる品種に近づいていきます。

ファリノグラフ：小麦粉の物理性を調べる機器の一つ、測定値のバリロメーターバリュウが高い程、物性が強いことを示す。

10. 添付資料

表1 「せときらら」の特性概要(2007～2011年度)

品種名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	子実重 (kg/a)	ニシノカオリ 対比(%)
せときらら	4.15	6.07	87.7	9.1	435	55.9	139
ニシノカオリ	4.17	6.07	85.6	7.7	430	40.4	100
ミナミノカオリ	4.19	6.09	80.5	7.9	412	46.1	114
ふくほのか	4.16	6.06	88.6	8.6	460	57.5	141

せときらら, ニシノカオリ, ミナミノカオリは開花期追肥を施用.

表1-2 「せときらら」の特性概要(2007～2011年度)

品種名	容積重 (g)	千粒重 (g)	硝子率 (%)	外観 品質	粒蛋白 (%)	粒硬度 (HI)
せときらら	848	41.4	65	5.8	11.1	62
ニシノカオリ	831	41.6	86	5.3	13.3	64
ミナミノカオリ	830	40.5	86	4.7	12.8	57
ふくほのか	816	39.4	2	5.5	8.0	17

せときらら, ニシノカオリ, ミナミノカオリは開花期追肥を施用.

「せときらら」の製パン試験結果

産地 試験材料	近中四農研			山口県		
	せときらら	ミナミノカオリ	1CW	せときらら	ニシノカオリ	1CW
粉蛋白質含有率(%)	11.5	12.2	12.3	11.7	11.1	12.1
吸水率(%)	66.0	65.0	66.1	67.0	65.0	64.0
パン比容積	5.3	5.0	5.5	5.2	4.6	5.7
パン評価点	77.9	72.7	80.0	77.6	69.9	80.0

注) 製パン試験は(社)日本パン技術研究所において中種法で実施。近中四農研産は2010・2011年産平均、山口県産は2011年産。1CWはカナダ産輸入小麦。



ミナミノカオリ セときらら 1CW
(近中四農研2011年産)



ニシノカオリ セときらら 1CW
(山口県2011年産)