

中央農研ニュース

■ 研究情報

● ダイズ種皮の表面構造解析に基づいた石豆解消処理機の開発

■ 特集

● イネいもち病抵抗性遺伝子*Pit*の抵抗性獲得機構

■ トピックス

● 一般公開報告 ● 学会賞受賞 ● 夏休み公開案内



ダイズ種皮の表面構造解析に基づいた石豆解消処理機の開発

土壌作物分析診断手法高度化研究チーム 乙部 和紀



豆の表面微細構造の違いを調べました。その結果、正常粒の種皮表面には深さ

石豆の種皮表面は水の通り道になる凹みが極端に少ない。私たちは、手始めに「種皮透水性が低下するのは、種皮の構造に何からの変化が生じているためである」との仮説を立て、三次元形状計測顕微鏡により、正常粒と石豆の表面微細構造の違いを調べました。その結果、正常粒の種皮表面には深さ

石豆の種皮表面は水の通り道になる凹みが極端に少ない

はじめに石豆とは、種皮の透水性が低いために吸水が極端に遅い硬実種子のことです。生理的には普通のダイズと変わらず、種皮を傷つけて吸水させれば正常に発芽・生長します。しかし、ダイズの食品加工は十分に吸水させて行うのが基本なので、そのままでは利用できない石豆は「悩みのタネ」でした。石豆は中国産ダイズに多くみられ、ロットによっては2〜10%程度混在する例が確認されています。品種特性と栽培環境が発生の頻度に関係すると言われますが、いまだ原因は特定されておらず、僅かながら国産ダイズでの発生報告もあります。したがって、品質を重視した食用ダイズの自給率向上を掲げる日本のダイズ生産でも、石豆問題は「対岸の火事」ではありません。

石豆は中国産ダイズに多くみられ、ロットによっては2〜10%程度混在する例が確認されています。品種特性と栽培環境が発生の頻度に関係すると言われますが、いまだ原因は特定されておらず、僅かながら国産ダイズでの発生報告もあります。したがって、品質を重視した食用ダイズの自給率向上を掲げる日本のダイズ生産でも、石豆問題は「対岸の火事」ではありません。

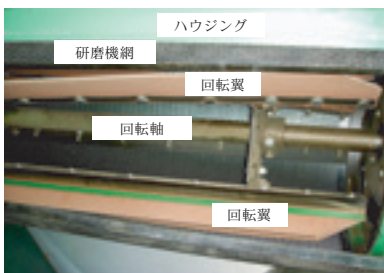
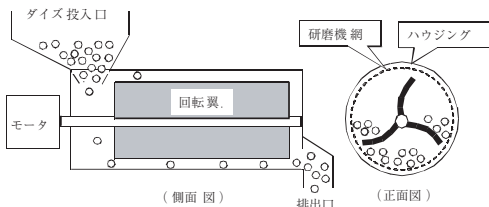


図2 石豆解消処理機(改造ダイズ研磨機)の原理図(上)と心臓部のハウジングを開放した状態の写真(下)。回転翼により、ダイズは網に押しつけられながら排出口に進む。

皮表面に深さ10μmほどの凹みを多数形成させると、吸水性が戻ることがわかりました。これにより、種皮を大きく傷つける従来の処理が必要ないことも確認できました。

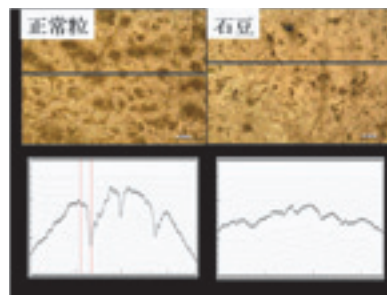


図1 石豆と正常粒の表面微細構造の違い(品種:タチナガハ)。上段は光量・色画像表示、下段は黒線部分の深さのグラフ表示(単位:μm)。画像では凹みを暗い斑点として表示。

10μm以上の小さな凹みが多数あるのに対して、石豆ではこれが極端に少ないことがわかりました(図1)。同時に、機械加工により、種

研磨機は、水洗いなしで泥などのダイズ表面の汚れをとるために納豆メーカーやダイズ問屋の選別工場に導入が進んでいる機械です。そのため、同型の研磨機があるところでは、簡単な改造をすることで石豆解消処理機として使え、導入コストがごく僅かで済みます。国産・輸入を問わず、環境要因などにより石豆が大量発生しても、これで備えは万全です。

ダイズ研磨機を改造して実用的な石豆解消処理機を開発。私たちは、この知見に基づき、食品加工機器メーカーと共同で、種皮に小さな凹みをつけて石豆を効率的に解消する装置を開発しました。その心臓部は、石豆処理用に表面の突起形状を改造した円筒状の金属網と、網に軽くダイズを押しつける回転翼からなり、これをダイズの研磨機に組みました(図2)。石豆が混入しているロット全体を処理するので、正常粒の種皮にも凹みができますが、納豆の製造試験では悪影響がなく、より吸水し易く柔らかい納豆に仕上がることを確認済みです。

私たちは、この知見に基づき、食品加工機器メーカーと共同で、種皮に小さな凹みをつけて石豆を効率的に解消する装置を開発しました。その心臓部は、石豆処理用に表面の突起形状を改造した円筒状の金属網と、網に軽くダイズを押しつける回転翼からなり、これをダイズの研磨機に組みました(図2)。石豆が混入しているロット全体を処理するので、正常粒の種皮にも凹みができますが、納豆の製造試験では悪影響がなく、より吸水し易く柔らかい納豆に仕上がることを確認済みです。

(特許:特開2008-154464)



病害抵抗性研究チーム 林 敬子

植物は動物のように動き回ることができません。そこで、病原体の侵入・感染などを防ぐため、様々な防御機構を発達させてきました。その一つに、

病原体に感染を受けた植物自身の細胞を自発的に死滅させ、病斑が周囲に広がることを防ぐ「過敏反応」があります。過敏反応を引き起こすには、侵入した病原体を早期に検知する必要があります。そのセンサーの役割を担う遺伝子の一つが真性抵抗性遺伝子です。

真性抵抗性遺伝子は、特定の病原体を認識して、過敏反応を起こす遺伝子群のはたらきをスタートさせると考えられています。そのため、植物は様々な病原体が体内に送り込む遺伝子産物を検知できるように、多様な構造の真性抵抗性遺伝子群を保持しています。

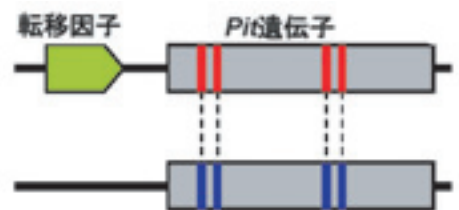
事実、日本のイネ品種の一つである「日本晴」の全ゲノム塩基配列中には、NB-S-LRR型という真性抵抗性遺伝子に典型的とされる構造を持つ遺伝子だけでも500個以上存在するといわれています。しかし、このたくさんの遺伝子のうち、どれが実際に抵抗性に関わっているのか、また、それらがどのようなしくみで抵抗性遺伝子として

の機能を獲得したのかについてはよく分かっていません。

そこで私たちは、イネいもち病菌を認識する真性抵抗性遺伝子の一つである*Pit*遺伝子がどのようにして機能するようになったのかを解析しました。最初に、*Pit*遺伝子を持つ抵抗性品種である「K59」を材料としてゲノム情報の解析を行い、*Pit*がNB-S-LRR型遺伝子であることを明らかにしました。

興味深いことに、罹病性の品種である「日本晴」のゲノムにも*Pit*遺伝子（「K59」型*Pit*）と非常に似た塩基配列（「日本晴」型*Pit*）が存在しており、両者を比較すると4箇所のアミノ酸置換変異が存在していました。さらに、「K59」の*Pit*遺伝子（「K59」型*Pit*）の上流配列には、「動く遺伝子」とも呼ばれる「転移因子」の一種（LTR型レトロトランスポゾン）が挿入されていました（図1）。

そこで、この5箇所の違いのいずれが抵抗性遺伝子としての*Pit*遺伝子の機能に影響を与えているのかを明らかにするため、5箇所それぞれを「日本晴」型に置き換えた*Pit*のキメラ遺伝子を作成しました。そして、罹病性品種



「K59」型*Pit*

「日本晴」型*Pit*

図1 イネ品種「K59」（抵抗性品種）と「日本晴」（罹病性品種）の*Pit*遺伝子には、4個のアミノ酸置換を伴う塩基置換がある。両*Pit*遺伝子に共通のアミノ酸領域は、灰色で示した。異なる4個のアミノ酸置換を赤色（「K59」型*Pit*）と青色（「日本晴」型*Pit*）で示した。さらに、「K59」の*Pit*の上流には転移因子（LTR-レトロトランスポゾン）が挿入されている。

である「日本晴」にキメラ遺伝子を導入した組換え体を作成し、抵抗性を示すかどうか解析して、抵抗性の機能に關与する領域を絞り込みました。その結果、アミノ酸配列を部分的に「日本晴」型に置き換えた4種類のキメラ遺伝子は、程度の差はあるものの、どれも抵抗性を発揮する能力が保たれていることが分かりました（図2）。これに対して、上流域にある転移因子をなくすと抵抗性個体の頻度は大きく減少

し、逆に「日本晴」型の*Pit*遺伝子の上流に転移因子を含む配列をつなぐと抵抗性個体の頻度が大きく上昇することがわかりました(図3)。さらに、抵抗性を発揮するためには*Pit*遺伝子が強く発現していることが必要でした(図4)。

これらの結果から、「K59」型*Pit*遺伝子では、偶然にもこの遺伝子の上流

に転移因子が挿入されたため、遺伝子の発現量が増え、抵抗性を発揮するようになったのではないかと推測しました(図5)。見方を変えると、イネのゲノム中には、現在は抵抗性を発揮していないものの、その発現量が増大すると抵抗性機能を発揮できる潜在的な抵抗性遺伝子が数多く含まれている可能性があります。このような

「機能休止型の遺伝子」は、今までは見過ごされてきましたが、実は、新しい病害抵抗性を発揮するパワーを秘めた「宝の山」なのかもしれません。

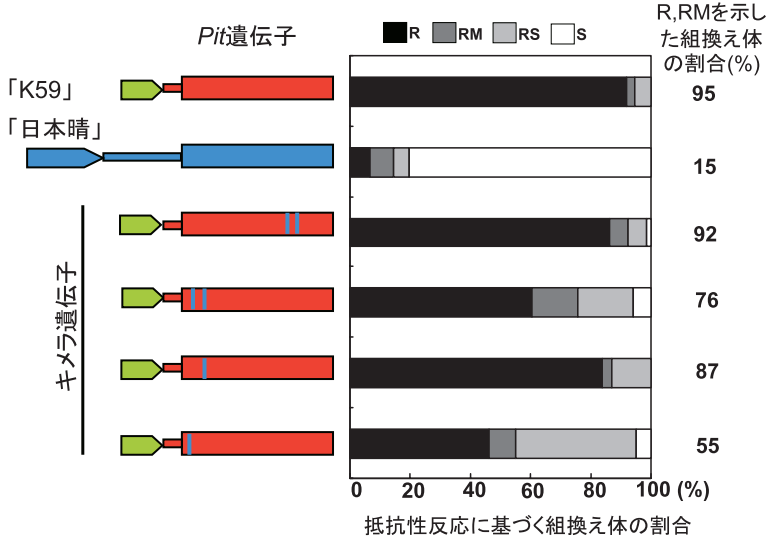


図2 「K59」型*Pit*のアミノ酸を「日本晴」型に置き換えた場合の抵抗性への影響を解析した。抵抗性の検定は、4段階[R(抵抗性)、RM(やや抵抗性)、RS(やや罹病性)、S(罹病性)]で評価した。

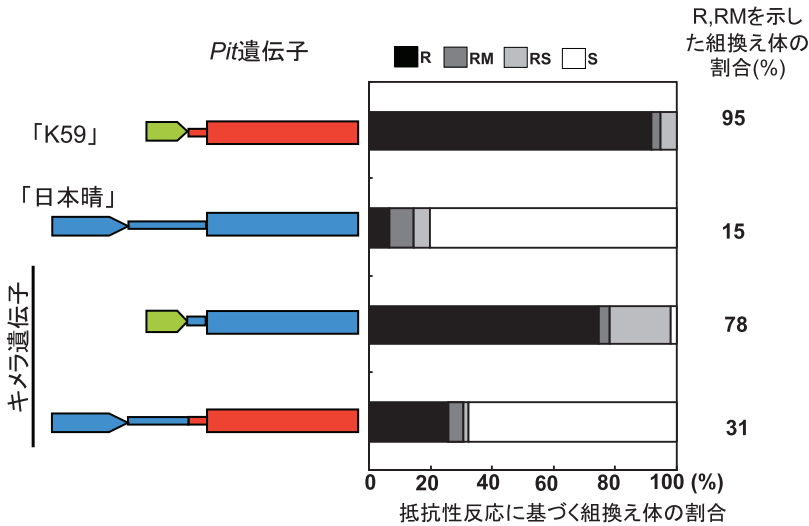


図3 上流配列を入れ替えたときの抵抗性への影響を解析した。抵抗性の検定は、4段階[R(抵抗性)、RM(やや抵抗性)、RS(やや罹病性)、S(罹病性)]で評価した。

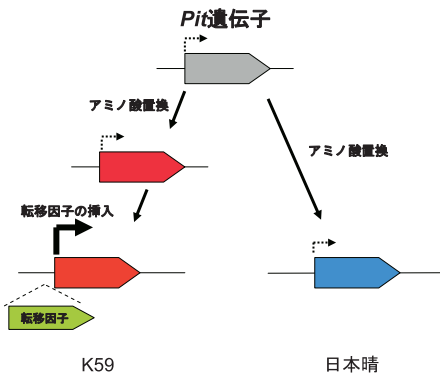


図5 *Pit*遺伝子の進化仮説。*Pit*遺伝子は、灰色、赤色もしくは青色で示した。*Pit*遺伝子の発現量の強弱は矢印の幅で示した。

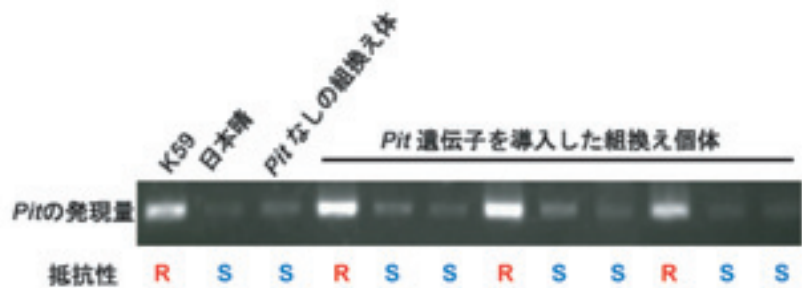


図4 *Pit*遺伝子を導入した組換え体における*Pit*の発現量(mRNAの量：上段)と抵抗性(下段)の関係。発現量の高い個体でのみ抵抗性となる。(R:抵抗性、S:罹病性)

一般公開報告

平成21年度科学技術週間における一般公開を4月17日(金)、18日(土)の2日間「食と農の科学館」にて開催しました。

当日は、農業に関するクイズやミニ講演会、センチユウ・虫・雑草などを顕微鏡で観察するコーナー等大勢の人でにぎわいました。また、飼料イネを給与した牛肉の試食等を行い、研究成果を親しみ易く紹介しました。

過去最高の5189名の方にご来場いただきまして、大盛況のうちに無事終了することができました。



学会賞受賞

・岩田洋佳(データマイニング研究チーム)

日本育種学会奨励賞

受賞日 平成21年3月27日

タイトル 育種学情報のデータマイニングと効率的解析のためのプログラム開発

・浅井元朗(雑草バイオタイプ・総合防除研究チーム)

黒川俊二(雑草バイオタイプ・総合防除研究チーム)

清水矩宏(財)神津牧場)

榎本敬(岡山大学)

平成21年度 日本雑草学会論文賞

受賞日 平成21年4月12日

タイトル 1990年代の輸入冬作物中の混入雑草種子とその種組成

夏休み公開のご案内

夏休みにおける小中学生向けのイベントとして、今年も開催いたします。

○日時

平成21年7月25日(土) 9時～16時

○場所 食と農の科学館

○テーマ 探しにおいでよ!食と農のあした

○公開内容

・科学であそぼう(夏休みの宿題になる実験や観察)

・研究成果を食べ

てみよう(手打ち

うどん・水稲新品

種「あきだわら」・

米粉食パンなど

・その他、農業機械

展示、バイオデ

ィゼルバスでの圃

場案内、むかしの

くらし体験等



市民講座開講中!!

地域の方々には中央農研をご理解いただくために、研究者が専門分野の話題を中心にお話する市民講座を19年10月から開講しました。毎月、第2土曜日(9時30分～10時30分)に食と農の科学館で開催していますので、ぜひご参加ください。



この講座はNHKでも紹介されました。(今後の予定)

第22回 7月11日(土)

稲の病気はどう流行するの?

第23回 8月8日(土)

え! 種まき、田植えじゃないの?

オープンラボ(開放型研究施設)

民間や大学などと共同して研究を行うために、研究施設を開放しています。

●バイオマス資源エネルギー産学官共同開発研究施設

●環境保全型病害虫防除技術開発共同実験棟

●萌芽研究推進共同実験棟

利用などについてのお問い合わせ先

企画管理部 業務推進室(交流チーム)

TEL 029-8338-7158

FAX 029-8338-8574

ISSN 1346-8340