

# JIRCAS NEWS

Japan International Research Center for Agricultural Sciences

特集

ストレスに強い作物の開発に向けて

2014 May

No. 71



## 目次

### 巻頭言

ストレスに強い作物の開発に向けて…………… 3

### 特集 「ストレスに強い作物の開発に向けて」

・ イネいもち病の国際的ネットワーク研究…………… 4

・ 南米におけるダイズさび病菌の病原性変異の解析…………… 6

・ 南米におけるダイズさび病抵抗性育種…………… 8

・ 干ばつに強い遺伝子組換え作物の開発に向けた国際共同研究…………… 9

・ アブシシン酸と植物のストレス耐性…………… 10

### JIRCASの動き

・ 熱帯アジアの稲の収量を増加する遺伝子を見出す…………… 11

・ JIRCASメールマガジンの配信…………… 11

・ JIRCASサイエンスカフェの開催…………… 11

・ 2014年若手外国人農林水産研究者表彰における候補者の募集開始…………… 12

## 巻頭言

### ストレスに強い作物の開発に向けて

生物資源・利用領域長 末永 一博

去る3月に横浜で開催された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第38回総会において、今後、気温上昇に伴う干ばつや極端な降水等により、食料安全保障が脅かされる可能性が高くなることが報告されました。昨年9月に発表されたIPCCの評価報告書によれば、世界の平均気温は、2012年までの約130年間で0.85℃上昇し、さらに2100年までに0.3〜4.8℃上昇すると予測されています。20世紀半ば以降の気温上昇は、主に二酸化炭素に代表される温室効果ガス等の人為的な要因によると考えられています。地球温暖化により、中高緯度地帯は年平均降水量が増加、亜熱帯の乾燥地域の多くでは逆に減少する可能性が示されています。実際、干ばつや洪水等の異常気象のニュースが以前より頻繁に聞かれるようになりました。毎年、世界の各地で干ばつによる農作物の減収等の様々な被害もたらされています。日本が麺用コムギの多くを依存しているオーストラリアでは、2006/07年に大規模な干ばつが起こり、また、2010年のロシアの大干ばつでは、コムギの禁輸措置がとられ、大きな衝撃が走りました。昨年の米国と南米の干ばつは記憶に新しいところです。

作物の安定生産を脅かす要因（ストレス）には、干ばつを始めとする非生物的ストレスや、病害虫等の生物学的ストレスがあります。非生物的ストレスでは、塩害も世界的に大きな問題です。乾燥・半乾燥地域や沿岸地域を中心に、約7700万ヘクタールもの耕地が塩害問題を抱え、灌漑農地に限ると、その約20%（4500万ヘクタール）が塩害の影響を受けています（Tanji, 2002）。将来的に塩害問題は深刻化することが予想されています。この他に、世界中に極めて広く分布しているリン酸

欠乏土壤への対策も重要です。一方、特に開発途上地域においては、様々な作物病虫害も解決すべき大きな問題です。例えば、2001年以降南米で甚大な被害をもたらしたダイズさび病に対し、現在、ブラジルだけでその防除に年間約20億ドルもの費用がかかっています。また、温帯から熱帯まですべてのイネに被害をもたらすいもち病も重大病害の1つです。

世界の開発途上地域の研究機関と連携し、国際的な食料・環境問題の解決に向けた農林水産技術の研究開発を行うJIRCASにとって、作物の安定生産を脅かす様々なストレスに対抗することは重要な課題です。JIRCASでは、開発途上地域の作物の安定的な生産を確保・維持する一つの方策として、遺伝・育種的な研究開発による解決を目指しています。まず、広範な遺伝資源を適切な方法で評価し、干ばつ耐性や病害抵抗性等を持つ遺伝資源を選抜します。選抜した遺伝資源の持つ耐性や抵抗性を遺伝的に解析して、遺伝子の同定・単離やマーカー開発を行い、様々なストレスに打ち勝つ強い品種開発のための基礎的な技術や素材を獲得します。例えば、最も深刻な問題である干ばつに対しては、約20年に渡る分子生物学的研究を通じて、様々な耐性関連遺伝子を同定・単離、その機能を解明してきました。また、塩害圃場やリン酸欠乏土壤に対応するため、耐性遺伝子の同定、その機能解析やマーカー開発を行っています。同定・単離されたこれらの遺伝子は色々な作物に導入し、高度耐性作物の開発を目指しています。病気に関しては、抵抗性品種の開発に向けて、病原性の変異に関する情報収集・解析を行うと同時に、イネやダイズ等の作物に、これまでに同定した有用な遺伝子を導入しています。遺伝資源

の選抜や遺伝子の同定から品種開発までには、素材開発や基盤技術開発の期間を含めると、相当な年月を要するため、長期的な展望に立った研究開発の継続が必要になります。イネ以外の食糧の多くを輸入に頼っている日本にとって、主要国での作物生産の安定は、日本国内の安定した需給維持にとっても、非常に重要です。



干ばつにより枯死した草木（オーストラリア） NHK Creative Library

## イネいもち病の国際的ネットワーク研究

熱帯・島嶼研究拠点 福田 善通

## 世界のいもち病研究

いもち病は、世界で最も大きな被害を引き起こすイネの病気の一つです。日本においては研究が積み重ねられ、病原菌の判別手法、抵抗性遺伝子の同定・利用、同質遺伝子系統（ササニシキやコシヒカリに異なるいもち病遺伝子を一つだけ導入した系統群）の育成、マルチライン（複数個の同質遺伝子系統を混種栽培することにより、特定のいもち病菌による被害を回避する栽培防除体系）等の体系的な研究体制が確立しています。

しかし開発途上地域の多くでは、いもち病が発生しても存在そのものが認識されなかったり、他の病気と比べその管理や評価が難しいことから、研究そのものが進んでいないのが現状ですが、標高の高い陸稲地帯や天水地帯では重要な問題であり、また低地の灌漑水田地帯でも効果的な抵抗性遺伝子を持たない品種の著しい被害が報告されています。農業等による防除が難しい開発途上地域では、病原菌レース（品種によって病原性を異にする菌系統を

レースと言う）を特定したうえで効果のある抵抗性品種の栽培が最も経済的で有効な手段となります。

このためには、抵抗性遺伝子を個々にもつ「判別品種群」と抵抗性遺伝子を評価できる「標準判別いもち病菌菌系群」からなる判別システムが必要となります。つまり病原性を評価するためには、判別品種群にいもち病菌を接種してその反応パターンを評価すればよいのですが、日本で用いられた判別品種群はその遺伝的背景に他の抵抗性遺伝子が含まれており、開発途上地域の多くが位置する熱帯地域の病原菌の反応を正確に評価することが難しくかつたため熱帯地域では、判別システムが開発されてこなかったのです。

## IRRIと共同研究

国際農林水産業研究センター（JIRCAS）は、フィリピンにある国際稲研究所（IRRI）と共同で、イネいもち病抵抗性に関する国際判別品種群を開発してきました。この判別品種群は、その他の抵抗性遺伝子の影響をなくすために中国の在来品種で日本種

の感受性品種であるLiangxintuanheigu（LTH）を戻し交配し、LTHの遺伝的背景に対象となる抵抗性遺伝子を導入した1遺伝子系統群や準同質遺伝子系統群です。この系統群は23種のいもち病抵抗性遺伝子を対象に構成され、これまでの判別品種群のどれよりも多くの遺伝子を対象としています。

## 判別品種群をもとにした国際ネットワーク研究

JIRCASとIRRIで開発した国際判別品種を用いて、東南アジアおよび南アジアの国立研究機関や大学と共同して、各国のいもち病菌菌系が集められ国際判別品種を用いた病原性研究が、ネットワーク研究として進められています（図1）。

この病原性研究では、(1) 菌系の病原性判定法、(2) 菌レースの命名法（図2）、が統一され、各地域の研究結果が比較検討できるようにになっています。このことにより、(3) 世界レベルでのいもち病菌レースの分布や多

様性程度の把握、(4) 国際標準判別いもち病菌菌系セットなどの選定も進められており、品種における抵抗性の評価や抵抗性遺伝子の特徴づけを国際的な統一基準で行うべく準備が進められているところです。さらに(5) イネ遺伝資源の抵抗性の遺伝的変異の解明、(6) 各地域の普及品種における抵抗性遺伝子型の解明と遺伝的改良、(7) 新たな防除技術の一つとして期待されるインド型の遺伝的背景をもつマルチライン品種の開発・利用研究なども行っています。

これらの判別システムをもとにしたイネいもち病研究は、JIRCASばかりでなく温帯地域を対象としたIRRIが進める温帯稲研究コンソーシアム（TRRC）や西および東アフリカを中心にアフリカ稲センター（AfricaRice）の進める病害研究とも連携し、対象範囲を広げています。今後ともJIRCASは、国際研究機関と共同しながら、開発途上地域の研究機関を支援し、いもち病への防除技術の普及と開発のためネットワーク研究を進めていきます。

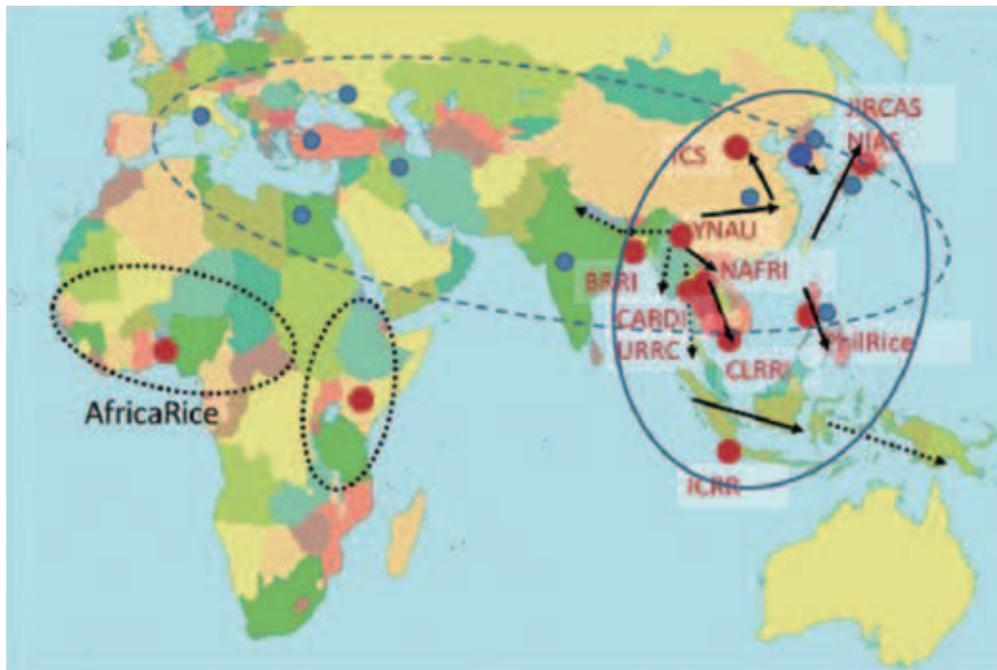


図1 三つの国際的なイネいもち病研究のネットワーク

- ・日本から東南アジアを中心に展開するJIRCASのいもち病研究のためのネットワーク
  - ・国際稲研究所（IRRI）が展開するアジアから地中海地域に展開される温帯稲研究コンソーシアム（TRRC）
  - ・アフリカ稲センター（AfricaRice）が中心となり進める、アフリカの病害研究のための連携研究
- JIRCASのほかに、国際機関のIRRIやAfricaRiceも独自のイネの病害研究のための研究体制を持っていますが、いもち病のための判別システムの導入をJIRCASと共同で取り入れようとしています。

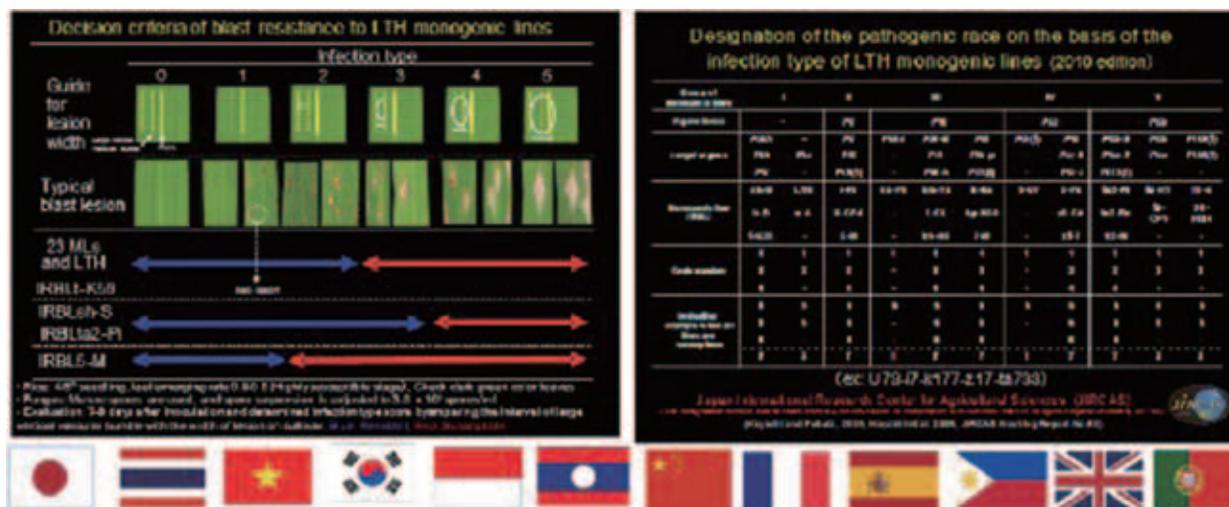


図2 判別システム開発のためのいもち病菌菌系の病原性評価基準と菌レース命名法

- ・いもち病菌菌系の病原性は、判別品種に接種してその反応を6段階のスコア（抵抗性0-5感受性）で評価し判断します。
- ・判別品種は23種類の抵抗性遺伝子を対象にしており、個々の遺伝子で抵抗性と感受性の反応範囲が異なります（図2左）。
- ・23種の抵抗性遺伝子をもつ判別品種群と感受性品種のLTHの反応パターンから、いもち病菌菌系の病原性が決定され、かつその反応パターンから新しい菌レースの命名法を提案しています（図2右）。
- ・この評価基準と命名法は、12か国語に翻訳され公開されています。

## 南米におけるダイズさび病菌の病原性変異の解析

現農研機構 中央農業総合研究センター(前・生物資源・利用領域)

赤松 創

ダイズさび病(以下、さび病)の原

因となるダイズさび病菌(*Phakopsora pachyrhizi*)の最初の記載は、

1902年の日本に遡りますが、南米では、今世紀に入るまで知られていませんでした。2001年に、パラグアイで本病害が発見されてからは、南米各国で報告され、今では、南米におけるダイズの重要病害に挙げられています。国際連合食糧農業機関によると、ブラジル、アルゼンチン、パラグアイにおける大豆生産量は、世界全体の約50%を占め、3カ国の輸出量は国際市場に流通する大豆の54%に相当するため、これらの国々における大豆の持続的安定生産は極めて重要と考えられます。しかしながら、2001年以降、さび病がこれら南米各国での大豆安定生産上の大きな阻害要因となっています。そこで、JIRCASは、現地で有効な抵抗性遺伝子又は抵抗性品種を明らかにするため、ブラジル、アルゼンチン、パラグアイの研究機関と協力し、南米3カ国のさび病菌の病原性の地理的及び経時的な変動を判別品種における感染型の評価に基づいて解析し

てきました。

まず、さび病菌の病原性の評価法について紹介します。選定した16のダイズ判別品種を24℃、14時間日長で本葉3〜4葉期に育成し、さび病菌夏胞子懸濁液を接種します。接種後、一晚温室条件下で静置し、上述の条件下、培養を続けます。2週間後、ダイズ葉上に形成される病斑の有無、病斑が形成された場合の1病斑あたりの夏胞子堆数及び夏胞子形成度を指標とし、さび病に対する各判別品種の反応を抵抗性(赤)、中間型(橙)、感受性(青)の感染型に分類します。表は、病原性評価を行った南米のさび病菌61サンプルのうち30サンプルと日本のさび病菌5サンプルの結果で、感受性(青)を示す判別品種が多い場合、さび病菌の病原性が強いことを示しています。

南米で2007年〜2010年の3ダイズ作期に採集したさび病菌61サンプルの病原性を評価したところ、同一の病原性を示す菌は、ブラジルのBSE412及びパラグアイのPMA513、パラグアイのPNC111及びPMA911の2組のみであり、現地の

さび病菌には病原性変異が認められました。また、各国の同一採集地で、異なる作期に採集したさび病菌間においても、病原性変異は検出され、作期間で、病原性の異なる菌が存在することが示されました。さらに、南米で採集したさび病菌の病原性を、日本で採集したさび病菌と比較したところ、南米にはダイズ判別品種に対する病原性が極めて強いさび病菌が存在することが明らかとなりました。本評価法で使ったダイズ品種の中で、既知のさび病抵抗性Rpp遺伝子を保有する判別品種7、10、12及び13、並びにRpp遺伝子が未同定の判別品種9は、南米のさび病菌の78%〜96%に対して抵抗性反応を示したことより、これらのダイズ品種は、南米3カ国における近年のさび病菌に対して有効であると考えられました。

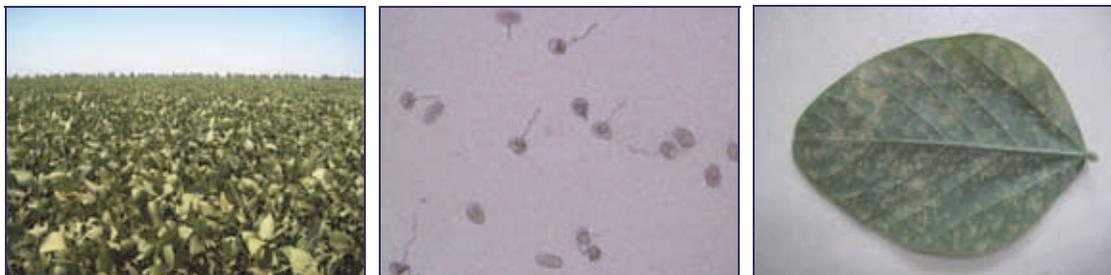


図1 南米のダイズ圃場(パラグアイ、左)、ダイズさび病菌夏胞子(中央)、及びダイズさび病感染葉(右)

表1 南米で2007年～2010年に採集したダイズさび病菌の判別品種上での感染型<sup>a</sup>

ダイズさび病菌サンプル	作期	判別品種															
		1. PI 200492 (Rpp1)	2. PI 368039 (Rpp1)	3. PI 230970 (Rpp2)	4. PI 417125 (Rpp2)	5. PI 462312 (Rpp3)	6. PI 459025 (Rpp4)	7. Shiranui (Rpp5)	8. PI 416764 (Rpp3)	9. PI 587855	10. PI 587880A (Rpp1)	11. PI 587886 (Rpp1)	12. PI 587905 (Rpp1)	13. PI 594767A (Rpp1)	14. BRS 154	15. TK5	16. Wayne
アルゼンチン	APM1-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	APM1-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	APM2-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	APM2-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANE6-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANE6-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANE7-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANE7-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANW10-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ANW12-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ブラジル	BSO1-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BSO1-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BSO1-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BSE4-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BCW11-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BCW11-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BCW11-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BNO12-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	BNO12-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
BNE14-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
パラグアイ	PNC1-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PMA5-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PMA6-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PMA6-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PMA9-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PSI13-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PSI13-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PSI15-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PSI15-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PSI15-3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
日本	JRP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	T1-2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	N1-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	E1-4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	N2-1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

a 感染型の分類：感受性 ■；中間型 ■；抵抗性 ■。判別品種種子の発芽・生育不良により検定できない場合は、グレー■で示します。

b APM: バンパ中央部；ANE: 北東部；ANW: 北西部；BSO: 南部；BSE: 南東部；BCW: 中央部－西部；BNO: 北部；BNE: 北東部；PNC: カニンデジュ県；PMA: アルトパラナ県；PSI: イタプア県。番号は、各国の採集地（それぞれ1～12、1～14、1～15）と採集作期（1: 2007/08年■；2: 2008/09年■；3: 2009/10年■）を示します。各国の採集地番号が同じ場合、同一採集地に由来することを意味します（複数得られている場合、採集地ごとに黄色■で示します）。

南米におけるダイズさび病抵抗性育種



パラグアイにおける連続戻し交配育種の様子

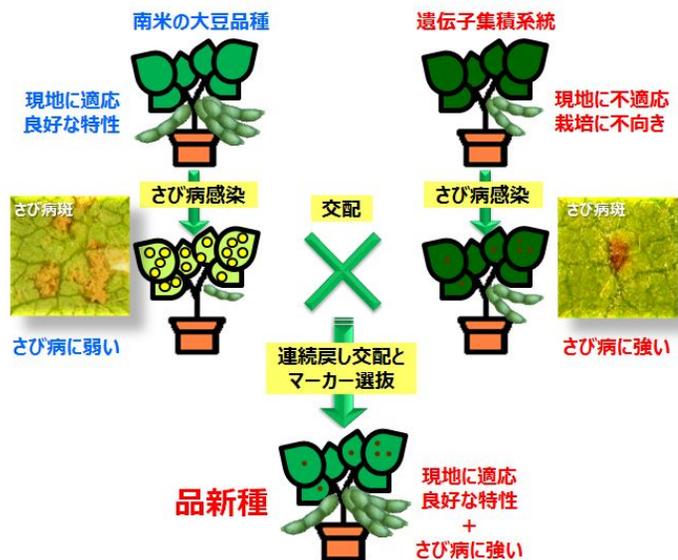
国内で消費される大豆の殆どを海外からの輸入に頼っている日本にとって、国際市場に供給される大豆の主要生産地である南米における大豆の安定生産は極めて重要です。南米の大豆主要病害であるダイズさび病（以下、さび病）に安定的に抵抗性を発揮する大豆品種の開発は、さび病に対する莫大な防除費用を軽減し、大豆の生産性とその収益性を向上・安定化することに貢献すると期待されます。しかしながら、「南米におけるダイズさび病菌の病原性変異の解析」で紹介されている様に、南米のさび病菌はその病原性が

多様かつ強力です。よって、これまで見つかっている6つのさび病抵抗性遺伝子 (Rpp1 - Rpp6) を単独で導入する抵抗性育種では、育成した抵抗性品種の安定性、持続性を期待出来ません。この様な南米のさび病菌の特性に対処するためには、①大豆の新しいさび病抵抗性遺伝子の利用、②既知の抵抗性遺伝子の組合せ、③圃場抵抗性(耐性)の利用、④他の生物種に由来する病害抵抗性遺伝子の利用が方策として考えられます。私達は南米のさび病抵抗性大豆育種に向けて、これら4種それぞれの抵抗性の利用に関する研究を実施してきました。

これまでの研究の結果では、抵抗性の効果の大きさや育種現場での利便性から、②既知の抵抗性遺伝子を組合せて利用するのが良いことが分かったため、この方法による抵抗性育種に向け、育種素材の開発を行いました。具体的には、これまで見つかっているさび病抵抗性遺伝子をそれぞれ1つ保有する品種と抵抗性遺伝子の有無を調べることが可能な選抜マーカーを利用して、抵抗性遺伝子を2つまたは3つ保有する系統(遺伝子集積系統)を選抜・育成しました。次に、南米で採集したさび病菌の中で、病原性の特に強力なさ

び病菌に対するこれら育成系統の抵抗性を評価したところ、遺伝子集積系統の中には抵抗性遺伝子を1つだけ持つ元の品種より強い抵抗性を発揮する現象が見られました。つまり、大豆にさび病抵抗性遺伝子を複数導入することにより、多くのさび病菌に対して抵抗性を発揮するだけでなく、より強い抵抗性が期待出来るという事です。

現在、これまで育成した遺伝子集積系統のうち最も強い抵抗性が確認された系統を利用して、パラグアイの Nikkei-Cetapar 農業試験場、パラグアイ農業技術院 (IPTA)、およびアルゼンチンのアルゼンチン国立農牧技術院 (INTA) の3機関とさび病抵抗性品種を共同で開発しています。具体的には、私達が育成した遺伝子集積系統と現地大豆品種を交配して得られた個体への現地大豆品種による連続戻し交配と、抵抗性



南米におけるダイズさび病抵抗性品種育成の概略図

遺伝子の有無を調べるマーカー選抜により、現地の大豆品種が本来持つ良好な特性を維持しながら高度なさび病抵抗性を持つ品種を育成しています。さび病抵抗性を有した優良大豆品種を育成することは、これらの国々における大豆の生産性とその収益性が向上・安定化する一助になると期待されます。

生物資源・利用領域 山中 直樹

## 干ばつに強い遺伝子組換え作物の開発に向けた国際共同研究

生物資源・利用領域 中島 一雄

されることが期待されます。

近年、世界各地で異常気象が多発しています。特に干ばつは食料生産に大きな損失を与えており、干ばつに強い作物の開発が求められています。私たちはモデル実験植物のシロイヌナズナやイネ等を用いた研究から、環境ストレス応答性転写因子DREB、AREBなどの遺伝子を植物で過剰発現させると、環境ストレス耐性が強化されることを、温室での実験で明らかにしました。これらの遺伝子が他の作物でも

ストレス耐性を強化できるか、圃場でもストレス耐性を向上できるか検証するため、海外の研究機関との共同研究に取り組んでいます。本稿では、これまでの国際共同研究状況の概要について記します。

### 〔イネ・コムギに関する研究〕

フィリピン国際稲研究所（IRRI）、コロンビア国際熱帯農業センター（CIAT）、メキシコの国際とうもろこし・小麦改良センター（CIMMYT）と共同で、DREB等の遺伝子を水稲、陸稲、コムギに導入し、

隔離圃場等において乾燥耐性を評価しています。この共同研究は2007年から農林水産省の委託研究として実施しています。網室、雨よけ施設、隔離圃場における乾燥耐性試験を通じて、これまでに約40の優良系統候補が選ばれています。現在は、これらの優良系統候補の中から、途上国において乾燥耐性をもつ系統を3カ国以上で10系統開発することを目指して研究を実施しています。

### 〔他の作物に関する研究〕

海外の研究機関との共同研究により、他の作物にもDREB等の遺伝子を導入しています。インドの国際半乾燥地熱帯作物研究所（ICRISAT）と実施している共同研究において、DREB導入ピーナッツが乾燥耐性を示すことが、温室だけでなく圃場試験においても確認されています。サトウキビでも温室内で良好な結果が得られており、今後の研究が期待されています。

### 〔ダイズに関する研究〕

ブラジル農牧研究公社（Embrapa）大豆研究所と共同で、DREB等の遺伝子をダイズに導入し、隔離圃場等において乾燥耐性を評価しています。2009年からはSAREPS（JST/JICA）からのサポートを受けています。既にDREB、AREB遺伝子を導入したダイズが作出され、温室内での耐性向上が確認されています。現在は圃場を用いた干ばつ耐性試験が実施されています。世界の大豆生産面積の80%で組換えダイズが生産さ

る。今後は、更に多くの種類の作物への遺伝子導入や圃場試験の実施が計画されています。これらの国際共同研究によって開発された作物の利用により、異常気象が頻発する中においても農業生産が安定化し、食料が持続的に供給



写真1 IRRIにおける組換えイネの干ばつ耐性試験

アブシジン酸と植物のストレス耐性

世界の作物生産の被害のうち約70%は、干ばつや塩害、高温や低温・凍結などの（非生物的な）環境ストレスが原因となっています。近年は、気候変動がますます激しくなっており、特に干ばつと高温がコムギやトウモロコシ、ダイズなどの主要穀物の生産に深刻な被害を与えています。環境ストレスの中でも、干ばつは、植物の生育や生産性に特に重大な影響を与えており、耕作地の大半は、干ばつの被害を受けやすい地域であることもわかってきました。

植物ホルモンのアブシジン酸（Abscisic acid: ABA）は、植物が干ばつなどの水分ストレスを克服していく上で中心的な役割を果たしています（図1）。ABAは、ストレスホルモンと呼ばれることもありますが、植物細胞中の水分が減少する時に蓄積されることが知られています。干ばつなどの乾燥ストレスを受けた時、あるいは果実や種子の成熟や種子の休眠過程において細胞内のABAが蓄積されます。

植物細胞の水分レベルが低下して行くのにもとない、ABA濃度は上昇し、それを感知したABA受容体は、ABAと結合し、さらにタンパク質脱リン酸化酵素2C（PP2C）とも結合し

てABA-ABA受容体-PP2C複合体を形成します。この複合体が形成されると、それまでPP2Cによって活性が抑えられていたタンパク質リン酸化酵素SnRK2が活性化され、SnRK2は、さらに下流にあるAREBやABI5などの転写因子あるいはSLAC1などの気孔の細胞膜にあるイオンチャンネルを活性化します。活性化されたAREBは、干ばつ時のストレス応答に関わる遺伝子を活性化させ、植物細胞を保護し、生育を制御します。また、ABI5は、種子休眠などを促進し、SLAC1などのイオンチャンネルは、乾燥ストレス時の気孔閉鎖を促進します。

興味深いことに、このようなABAによるシグナル伝達系の活性化メカニズムは、オーキシンやエチレンなどのほかの植物ホルモンとは異なり、陸上植物のみに特徴的にみられます。植物は、およそ5億年前に水中から陸上へ上がってきたと推定されていますが、ABAシグナル伝達系は、植物が陸上へ上がる、すなわち水のない乾燥した環境に適応するために獲得してきたシグナル伝達系であると考えられています。今後の気候変動に対処できるストレス耐性作物を開発していくために、

過去に植物が大きな環境変動に適応してきたメカニズムを知ることが、なにより重要な手掛かりとなるでしょう。

われわれは、ストレス応答や耐性のメカニズムを明らかにしていく過程で、それに関わる遺伝子を数多く同定してきました。これまでは、比較的初期に同定されたAREBなどの転写因子に関する応用研究が行われていた

ましたが、今後は最近発見された上流の

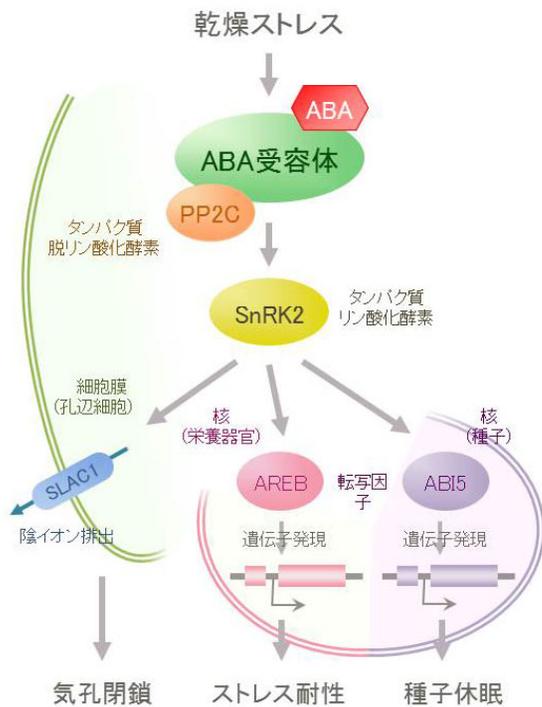


図1 乾燥ストレス応答におけるコアABAシグナル伝達系のモデル図  
植物細胞の水分レベルの低下によりABA濃度が上昇し、ABAシグナル伝達系が活性化されます。

シグナル関連遺伝子を活用したストレス耐性作物の開発が期待されます。植物のストレス耐性遺伝子の力を十分に活かすためには、遺伝子工学的な手法にとどまらず、育種学的方法論も組み合わせた新しいタイプのストレス耐性作物の開発技術の確立が必須になると思われます。

生物資源・利用領域 藤田 泰成

## ○研究成果の紹介（プレスリリース）

熱帯アジアの稲の収量を増加する遺伝子を発見

－ DNA マーカー育種によりインド型品種の増収が可能に －

独立行政法人国際農林水産業研究センター（JIRCAS）は、国際稲研究所（IRRI）、農研機構作物研究所及び首都大学東京と共同で、大きな穂を持つインドネシアの在来イネから、熱帯イネ品種の収量を 13-36%増加させる遺伝子（SPIKE）を世界で初めて明らかにしました。この遺伝子を識別できる DNA マーカーを用いた効率的な選抜で、交配育種によりインド型品種の収量性を向上させることができます。東南・南アジアなどインド型品種を栽培している熱帯の開発途上地域での食料安定供給に貢献することが期待されます。

この成果は平成 25 年 12 月 2 日付けで「PNAS（米国科学アカデミー紀要）」（オンライン版）に掲載されました。

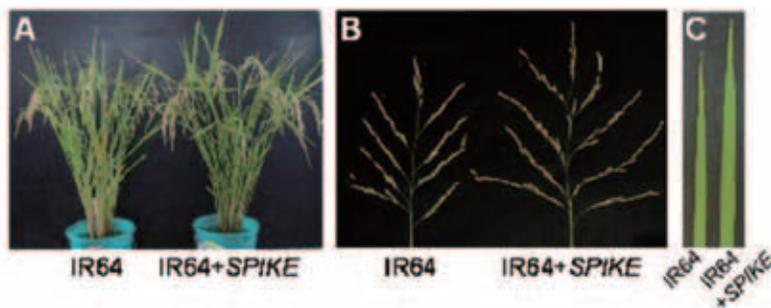


図 インド型品種 IR64 における SPIKE の効果  
インド型品種 IR64 に、収量増加に関する遺伝子（SPIKE）を交配育種により導入した系統（写真 A: IR64+SPIKE）では、一穂あたり粒数が増加し（写真 B）、葉の幅が大きくなりました（写真 C）。

### \* DNA マーカー育種

有用遺伝子のゲノム上の存在位置の目印となる DNA 配列が DNA マーカーであり、その目印を利用した交配育種を DNA マーカー育種といいます。

## ○ JIRCAS メールマガジンの配信

JIRCAS は、当センターの活動を少しでもご理解いただくために、メールマガジンの配信を行なっております。最新のトピックス、新しい技術や研究成果の紹介、各種イベント・セミナーの情報等をお知らせしています。

メールマガジンは、JIRCAS ホームページから簡単にご登録いただけます。

([http://www.jircas.affrc.go.jp/koho/mailmaga\\_index.html](http://www.jircas.affrc.go.jp/koho/mailmaga_index.html))

ご登録の際は、ホームページの「メールマガジン受信環境」をご確認願います。

## ○ JIRCAS サイエンスカフェの開催

JIRCAS の活動や研究者のこれまでの取組について情報発信するために、JIRCAS サイエンスカフェを開催しております。サイエンスカフェでは、皆様に農業試験研究の取り組みをご理解いただくために、研究者が専門分野の話題などをわかりやすくお話いたします。

平成 26 年度のサイエンスカフェ開催については、JIRCAS ホームページ又はメールマガジンでお知らせしますので、お気軽にご参加ください。



平成 25 年度第 3 回 JIRCAS サイエンスカフェ  
「タイ王国、香り米と茶豆 - なぜ香りがするのかを探る」  
(平成 26 年 1 月 30 日、東京農業大学内カフェテリアにて開催)



## ○ 2014 年若手外国人農林水産研究者表彰における候補者の募集開始

「若手外国人農林水産省研究者表彰」に関して、今年度表彰の候補者募集が始まりました。

本事業は、農林水産省農林水産技術会議が主催し、JIRCAS が協賛するもので、開発途上地域の農林水産業及び関連産業に関する研究開発に優れた功績をあげている若手外国人研究者又は将来の技術革新等につながる優れた功績をあげつつある若手外国人研究者を表彰するものです。

詳しくは、JIRCAS のホームページ (<http://www.jircas.affrc.go.jp/index.html>) をご覧ください。

なお、募集期間は、平成 26 年 6 月 13 日（金）までとなっていますので、ご注意ください。

## ◀ 2014 年 若手外国人農林水産研究者表彰 募集要項（抜粋） ▶

### 1. 目的

農林水産省農林水産技術会議が主催し、独立行政法人国際農林水産業研究センター（JIRCAS）が協賛する本表彰は、日本が行う開発途上地域の農林水産業及び関連産業に関する研究開発に貢献する若手の外国人研究者の一層の意欲向上に資することを目的とする。そのため、優れた功績をあげている若手の外国人研究者又は将来の技術革新等につながる優れた研究業績をあげつつある若手の外国人研究者に対して、本賞を授与する。

### 2. 表彰対象となる研究分野

開発途上地域の農林水産業及び関連産業に関する研究全般を対象とし、食品産業分野、環境分野、森林・林野分野及び海洋・水産分野も含まれる。また、基礎的な研究分野や社会的な研究分野も対象とする。

### 3. 表彰の対象者

2014 年の 1 月 1 日時点において 40 歳未満であり、かつ、海外の研究機関又は大学に所属し、開発途上地域の農林水産業及び関連産業に関する研究開発の業務に従事する、外国の国籍を有する個人であって、次の各号の一に該当する者とする（注：過去に受賞を逃した者の再応募は妨げない）。

- (a) 開発途上地域の農林水産業及び関連産業の研究開発に優れた功績があり、将来が大きく期待される者
- (b) 開発途上地域の農林水産業及び関連産業の研究開発の業務において、将来の技術革新等につながる優れた研究業績があり、将来が大きく期待される者

なお、表彰の対象者は、2014 年 11 月中に日本で開催予定の表彰式及び成果発表会への出席が可能な者であることとする。

### 4. 表彰の内容

受賞者には、農林水産省農林水産技術会議会長から賞状を授与する。

また、独立行政法人国際農林水産業研究センター（JIRCAS）から奨励金（1 名につき 5 千米ドル）を授与するとともに、表彰及び日本における成果発表のために日本に招へいする。

### 5. 申請方法

申請書類は「若手外国人農林水産研究者表彰申請書類作成要領」に従って作成し、推薦研究機関が郵送で提出する。また、選考会準備のため、ワープロソフトで作成した電子ファイルを推薦研究機関が電子メール添付でも提出する。

推薦研究機関からの推薦は、支所も含めて 1 名に限るものとする。

1 研究機関から 2 名以上の推薦があった場合、事務局から各機関に対し候補者を 1 名に絞るよう要請し、事務局が指定した期限までに回答がない場合は、当該機関からの全ての申請を審査の対象から除外する。

申請書類とともに、候補者の業績内容を確認できる資料（最も重要な研究論文 3 編及びその他の技術解説書等）と候補者の研究に直接関連のある出版物全てのリストを提出すること。

申請書類記載事項において、本要項の記載事項及び所定の様式を満足しない場合、又は不実、虚偽の記載の事実等があった場合は、審査の対象から除外する。

### 6. 申請から表彰までの日程

推薦機関からの申請書類提出期限	2014 年 6 月 13 日（金）
候補者選考	2014 年 9 月
受賞者決定	2014 年 10 月
表彰の実施	2014 年 11 月

## JIRCAS NEWS

## No.71

◇ 2014 年 5 月 30 日発行

◇ 編集：国際農林水産業研究センター 情報広報室

担当：森岡 伸介・小宮山 博

◇ 発行：独立行政法人国際農林水産業研究センター

〒 305-8686 茨城県つくば市大わし 1-1

TEL 029-838-6709 FAX 029-838-6337

<http://www.jircas.affrc.go.jp/index.sjis.html>