

トビイロウンカに幅広い抵抗性を有するイネの作出に弾み -トビイロウンカを餓死させる遺伝子の特定に成功-

ポイント

- ・栽培イネのトビイロウンカに対する抵抗性遺伝子 *BPH26*(ビー・ピー・エイチ・ニジュウロク) を世界で初めて特定し、DNA マーカーを開発しました。
- ・*BPH26* とともに存在すると、トビイロウンカに幅広い抵抗性を発揮する遺伝子 *BPH25* の DNA マーカーも、今後 2-3 年の間に開発の見込みです。
- ・この二つの遺伝子の DNA マーカーを利用することにより、日本に飛来するトビイロウンカに抵抗性を発揮する国内水稻品種の作出を飛躍的に短縮できます。

概要

1. 独立行政法人農業生物資源研究所（生物研）、九州大学及び名古屋大学は、トビイロウンカに対するイネの抵抗性遺伝子 *BPH26* について、世界で初めてその配列を決定するとともに、その機能を明らかにしました。
2. トビイロウンカは、中国より飛来し、イネの師管¹⁾から栄養分を摂取して枯死させる害虫です。古来より、日本の稲作に甚大な被害をもたらしてきましたが、主に薬剤防除に頼ってきました。
3. 平成 17 年頃から、トビイロウンカが多発地である中国から、薬剤抵抗性のトビイロウンカが、日本に飛来するようになり、再び被害が深刻になってきています。このようなトビイロウンカの被害を軽減するためには、新たな薬剤を開発するか、抵抗性遺伝子を利用したイネ品種の開発が必要となります。しかし、薬剤抵抗性を持つと同時に、東南アジアで使用されている単一の抵抗性遺伝子を導入した品種を加害するトビイロウンカ(加害性バイオタイプ²⁾)も出現しています。
4. インドの栽培イネが持つ *BPH25* と *BPH26* と名付けられた二つの遺伝子が同時に存在すると、現在飛来する加害性バイオタイプのトビイロウンカにも抵抗性を示すことが、これまでに明らかにされてきました。
5. 今回単離に成功した *BPH26* 遺伝子を導入したイネでは、トビイロウンカが針のような口をイネの師管まで挿入するものの、師管液を吸汁できず、餓死することが明らかとなりました。さらに、*BPH26* タンパク質の構造は、カビなどの病原菌に対するイネの抵抗性タンパク質とよく似ていることが分かりました。
6. 本研究グループは、もう一つの *BPH25* 遺伝子の DNA マーカーの作出にも目途をつけています。これら二つの遺伝子の DNA マーカーを用いることにより、日本に飛

来するトビイロウンカに対して抵抗性を示すイネの開発を、今後2-3年中に開始できる見込みです。

予算：農林水産省委託プロジェクト「新農業展開ゲノムプロジェクト/ゲノム情報を活用した農産物の次世代生産基盤技術の開発プロジェクト」

問い合わせ先など

研究代表者： (独)農業生物資源研究所 理事長 廣近 洋彦
研究推進責任者： (独)農業生物資源研究所 昆虫科学研究領域長 野田 隆志
研究担当者： (独)農業生物資源研究所 昆虫科学研究領域
加害・耐虫機構研究ユニット 主任研究員 田村 泰盛
電話：029-838-6085, E-mail: yasumori@affrc.go.jp
： (国)九州大学大学院農学研究院 資源生物科学部門
植物育種学分野 准教授 安井 秀
電話：092-642-2821, E-mail: hyasui@agr.kyushu-u.ac.jp
： (独)農業生物資源研究所 昆虫科学研究領域
加害・耐虫機構研究ユニット 研究専門員 服部 誠
： (国)名古屋大学大学院生命農学研究科
生物相関防御学研究分野 准教授 吉岡 博文
電話：052-789-4283, E-mail: hyoshiok@agr.nagoya-u.ac.jp
： (独)農業生物資源研究所 遺伝子組換え研究センター
耐病性作物研究開発ユニット 主任研究員 高橋 章
広報担当者： (独)農業生物資源研究所 広報室長 谷合 幹代子
電話：029-838-8469
： (国)九州大学 広報室 今津 苑子
電話：092-802-2130
： (国)名古屋大学 広報渉外課 河口 正樹
電話：052-789-2016

本資料は筑波研究学園都市記者会、文部科学記者会、科学記者会、農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブ、九州大学記者クラブ、名古屋教育記者会に配付しています。

開発の社会的背景

トビイロウンカ（図1）はイネの最も重要な害虫の一つで、梅雨期に中国南東部などから日本に飛来して増殖し、甚大な被害（国内の昨年の被害額は約100億円）をもたらしています。近年、殺虫剤が効きにくいトビイロウンカが出現したため、被害が深刻になっており、新たな薬剤、又はトビイロウンカに抵抗性を示すイネの品種開発が必要となっています。

国内で栽培されている一般的な日本型イネ品種は、トビイロウンカ抵抗性を持ちませんが、南インドやスリランカのイネ品種は、トビイロウンカ抵抗性遺伝子を持つものがあります。これまでこうした品種を交雑育種することにより、単一の抵抗性遺伝子を導入した栽培イネが育成され、東南アジアなどで利用されていましたが、抵抗性遺伝子を導入したイネにも加害性バイオタイプのトビイロウンカが出現し、有効性が低下しています。そのため、様々な加害性を示すトビイロウンカに対応した抵抗性イネ品種を開発することが必要です。

日本の米生産費に占める農薬費の割合はおおよそ6%ですが、トビイロウンカに対して抵抗性を示すイネ品種を開発・利用することで、殺虫剤の使用量を低減した、環境保全型の低コスト農業を推進できると期待されています。

研究の経緯

トビイロウンカに強いイネの探索は、1960年代中頃からフィリピンの国際イネ研究所を中心として大規模に行われ、約44,000種以上の在来品種や、トビイロウンカの寄主植物ではない野生イネなどの中からトビイロウンカ抵抗性遺伝子が探査され、現在までに30個を超える抵抗性に関与する**遺伝子座**³⁾が見つかっています。この中で、インド型イネ品種の保有する *BPH25* と *BPH26* という二つの遺伝子が同時に存在すると、現在日本に飛来するトビイロウンカに対して幅広い抵抗性を示すことが、九州大学と九州沖縄農業研究センターの研究により分かっていました。

私達は、抵抗性遺伝子の染色体上の正確な位置を決めて育種に有用なDNAマーカーを開発するとともに、遺伝子の配列や機能を解析することで、抵抗性遺伝子の育種利用の加速や、抵抗性遺伝子の持続的な利用法の開発が可能になると考えました。そこで、まず *BPH26* 遺伝子について、生物研のこれまでの成果であるイネゲノム情報を活用して、遺伝子の特定と育種に有用なDNAマーカーの開発を行いました。さらに、トビイロウンカの吸汁行動を解析するシステムを用いて、*BPH26* 遺伝子から生成されるタンパク質がトビイロウンカの吸汁を師部で阻害することや、イネの病害抵抗性タンパク質との比較解析により、*BPH26* タンパク質がこれらと似た構造を持つことを明らかにしました。

これまでに中国の研究グループが、野生イネが持つトビイロウンカ抵抗性遺伝子の配列を明らかにしていますが、日本のイネ育種への利用は制限されていました。*BPH26* 遺伝子は、世界で2番目に配列が明らかにされたトビイロウンカ抵抗性遺伝子で、栽培イネでは世界で初めての報告です。*BPH26* 遺伝子は、日本型イネ品種に実用的なトビイロウンカ高度抵抗性を付与する上で、貴重な遺伝子資源となりました。

研究の内容・意義

1. トビイロウンカ抵抗性遺伝子 *BPH26* の染色体上の正確な位置を特定して、育種に有効な DNA マーカーを開発し、さらに遺伝子の塩基配列と機能を調べました。
2. *BPH26* 遺伝子を日本型イネに導入し、トビイロウンカ抵抗性をもつことを証明しました。トビイロウンカは針状の口（口針）をイネの師管まで挿入するものの、そこから栄養豊富な師管液を十分吸汁できなくなり（図 2）、餓死しました。*BPH26* 遺伝子を持たない品種と持つ品種にトビイロウンカを放つと、*BPH26* 遺伝子を持たない品種のみ枯れました（図 3、図 4）。
3. *BPH26* 遺伝子がつくる *BPH26* タンパク質は、イネがカビなどの病原菌を認識するために働く病害抵抗性タンパク質と構造がよく似ていました。そのため、*BPH26* タンパク質はトビイロウンカの加害を認識する働きをしている可能性が示唆されました。
4. *BPH26* 遺伝子をもつイネは、加害性バイオタイプのトビイロウンカが出現したため加害されますが、*BPH26* 遺伝子を *BPH25* 遺伝子とともにイネに導入すると、*BPH26* 遺伝子を単独でもつイネを加害する加害性バイオタイプにも抵抗性を示すことが分かっています。
5. 現在、*BPH25* 遺伝子の育種に利用できる DNA マーカーも作成されつつあり、これら二つの遺伝子の DNA マーカーを用いて、日本に飛来するトビイロウンカに対して幅広い抵抗性を示すイネの開発が、今後 2-3 年間に開始できる見込みです。

今後の予定・期待

BPH26 遺伝子と *BPH25* 遺伝子の両方をもつ日本型イネ品種の育成を進めることで、殺虫剤の使用を低減した環境保全型で低コストのコメ生産が期待できます。

発表論文

Yasumori Tamura, Makoto Hattori, Hirofumi Yoshioka, Miki Yoshioka, Akira Takahashi, Jianzhong Wu, Naoki Sentoku and Hideshi Yasui. Map-based Cloning and Characterization of a Brown Planthopper Resistance Gene *BPH26* from *Oryza sativa* L. ssp. *indica* Cultivar ADR52. *Scientific Reports* 4, 5872; DOI:10.1038/srep05872 (2014).

用語の解説

- 1) 師管：葉で作られたショ糖などの栄養成分を輸送する組織。師管の中を流れる液を師管液という。師管液はトビイロウンカの栄養源となる。
- 2) 加害性バイオタイプ：トビイロウンカ抵抗性遺伝子をもつイネ品種を加害できるようになったトビイロウンカのこと。トビイロウンカの餌であるイネが一年中連続して栽培されている東南アジアなどの熱帯地域では、トビイロウンカは一年に 10-12 世代の繁殖を繰り返すことができるため、抵抗性品種を栽培した場合でも、加害性バイオタイプが世代を経る毎に個体数を増やし、被害をもたらすことがある。
- 3) 遺伝子座：対象とする遺伝子が存在するゲノム上の領域。

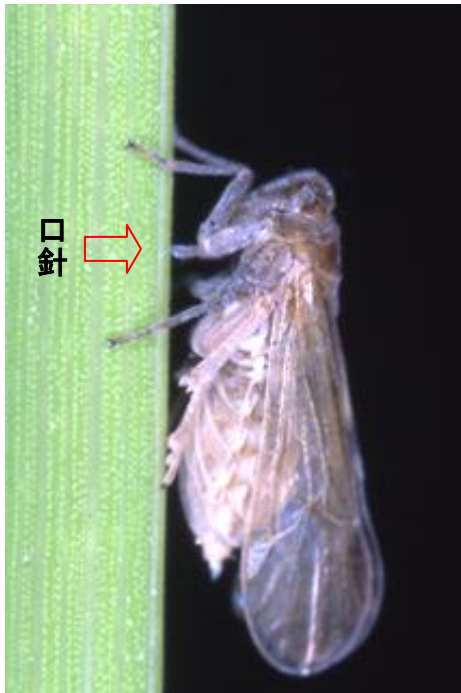


図1 イネから師管液を吸汁するトビイロウンカ。針状の口（口針）をイネに突き刺し、栄養分に富む師管液を吸汁してイネを枯死させる。

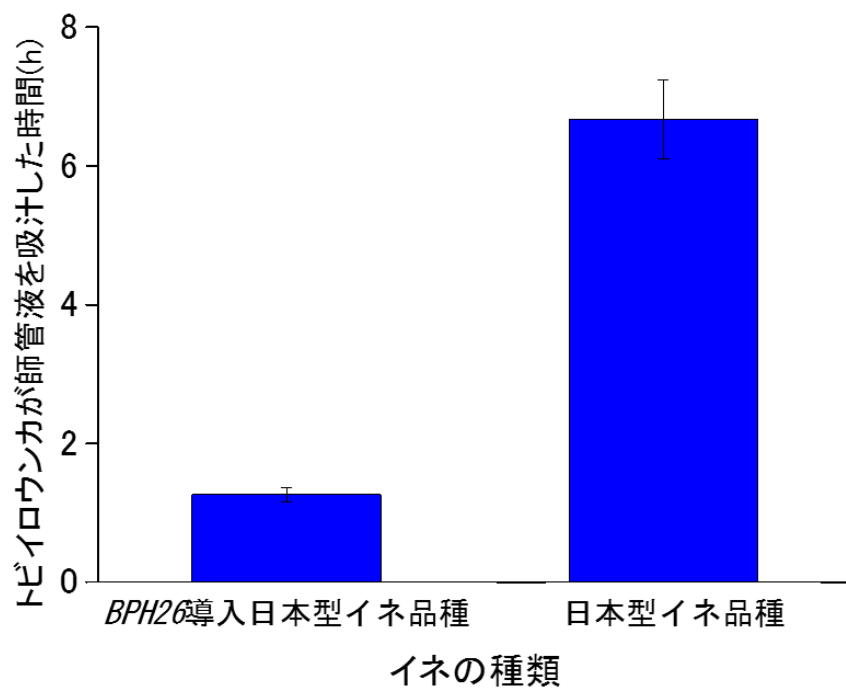
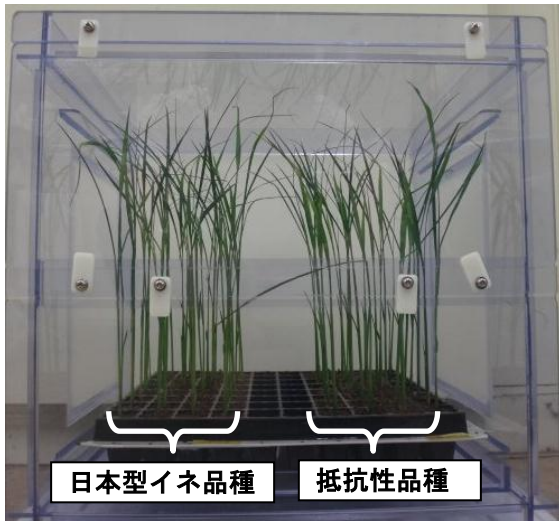


図2 10時間測定した間にトビイロウンカが師管液を吸汁した時間の合計。

(A)



(B)

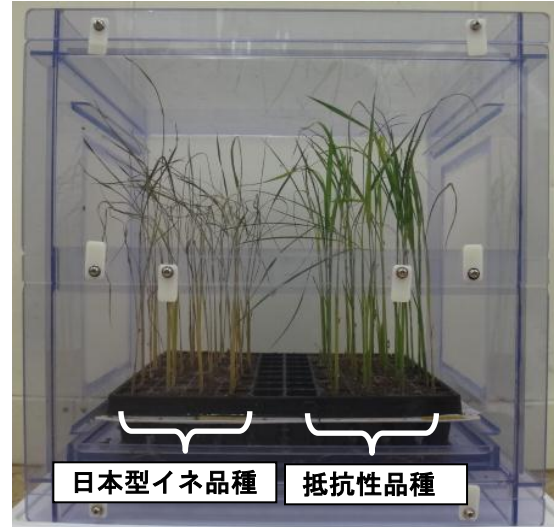


図3 日本型イネ品種と抵抗性遺伝子(*BPH26*)を導入した品種の入ったケースに、トビイロウンカを放った際の様子。

(A) : トビイロウンカを放つ前の幼苗の様子。両方のイネは同じような生育状態。

(B) : トビイロウンカを放って一週間後のイネの様子。日本型イネ品種 (左) は全て枯れているが、*BPH26* 遺伝子を導入した抵抗性品種 (右) は枯れていない。

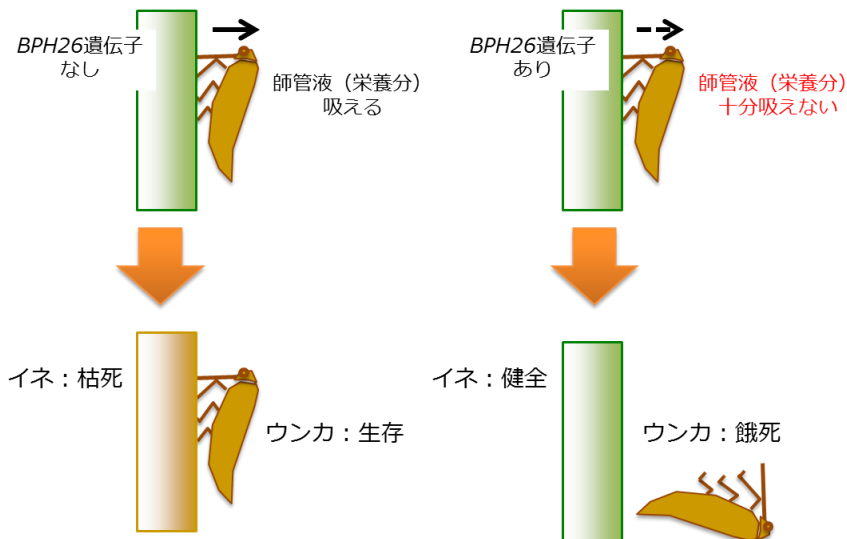


図4 *BPH26* 遺伝子が抵抗性を発揮する仕組み

BPH26 遺伝子があると、ウンカは栄養分のある師管液を十分吸うことができず、やがて餓死する。