

様式 C - 7 - 1

平成30年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	准教授		
	氏名	西條 雄介		

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 18H02467

3. 研究課題名 栄養環境情報と微生物情報の統合に基づく植物免疫応答の制御

4. 研究期間 平成30年度～令和2年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

植物がリン栄養環境情報に基づき免疫を調節し、植物成長促進（PGP）菌との共生と病原菌の防除を進める分子メカニズムの解明を進めており、主に以下の成果をあげた。

1) 互いに近縁なColletotrichum属真菌であるCt共生菌・Ci病原菌は、ともに宿主植物シロイヌナズナの免疫受容体の重要補助タンパク質であるBAK1を選択的に除去して、根への感染を進めることを明らかにした。BAK1除去は、おそらく宿主免疫を抑える効果があると推察される。一方、Ct共生の成立（PGP機能の発現）には宿主BAK1の免疫制御以外の機能が逆に必要となり、Ct感染後期の植物地上部ではBAK1の蓄積が回復していることも示した。現在、宿主免疫に認識される同属真菌の構成成分の調製と、それを認識する宿主免疫受容体の探索を進めている。

2) ダメージ誘導性のPEPRシグナル系が、リン欠乏条件下で活性化され、病原菌防除に寄与することを示した。その際、リン枯渇応答（PSR）を担う、既知の重要経路であるPHR1/PHL1経路とLPR1/LPR2経路のうち、後者がPEPRシグナル系の活性化に必要であること、さらにPEPRシグナル系の中で活性化されるシグナル制御ステップを明らかにした。ただし、リン欠乏条件下においても病原菌に対しては抵抗性を保持する上で、PHR1/PHL1経路とLPR1/LPR2経路の両方が冗長的に貢献していることも突き止めた。さらに、リン十分土壌においても、phr1 phl1 lpr1 lpr2などPSR経路の多重欠損変異体は生育が阻害されることを示し、リン枯渇応答メカニズムが栄養十分条件下においても根圏微生物制御に重要な役割を果たしていることが示唆された。

3) シロイヌナズナ野生種60アクセッションのPSRの各種応答やCt共生を解析することで、植物のリン枯渇環境適応戦略の解明に向けて重要となる種内多型情報やさらなる遺伝学的解析に有用な植物リソースを得ることができた。

7. キーワード

植物免疫 栄養 微生物 共生 受容体 環境適応

8. 現在までの進捗状況

区分 (1) 当初の計画以上に進展している。

理由
Colletotrichum属真菌由来で植物免疫を刺激するエリシター構成成分の調製とそれらを認識する植物免疫受容体（特にBAK1依存的な受容体に着目）の探索は難航しているものの、その代わりに同属真菌が宿主植物のBAK1依存的な免疫機能を抑制・回避しながら一方でBAK1依存的な成長促進機能を利用して共生を成立させている実態が明らかになってきており、進歩性の高い成果が期待されるため。

次に、PSR経路による植物免疫受容体シグナル系の調節の実態や両者の分子リンクを探る過程で、phr1 phl1 lpr1 lpr2などPSR経路の多重欠損変異体がリン栄養が十分な条件下であっても微生物の存在下では生育阻害を示すことから、想定していた以上にPSR経路が密接に植物免疫制御に関与している実態が明らかになってきたため。現在、栄養十分土壌においてこれらの多重変異体の免疫応答や微生物相互作用の詳細な解析を進めており、当該分野におけるブレークスルー的な成果が期待される。すなわち、これまで貧栄養状態の感知・適応に専ら働くと言われてきた因子が植物免疫ひいては微生物共生の制御に働く実態を示し、さらに分子制御メカニズムに迫れる素地を築くことが出来たため。

さらに、PSRのシロイヌナズナ種内多型に関する解析も順調に進んでいるため。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

1) Ct共生菌・Ci病原菌の感染を抑制する宿主免疫に重要なBAK1依存的な免疫受容体の同定に向けて、菌の構成成分の調製方法を再検討する。それに対する免疫応答を指標にシロイヌナズナ免疫関連変異体等における応答性を調べてアクセシオンを用いた受容体同定の妥当性を探る（進捗次第では、下記2・3に重点を置く）。

2) PEPRなどの免疫受容体シグナル系への影響を指標に、一連のリン枯渇応答（PSR）関連変異体のPep1応答・Ct共生を解析して、どのPSR制御経路・因子がPEPRシグナル系あるいはCt/Ci相互作用のどのステップに作用するかを明らかにする。特に前年度で関与が示唆された因子に着目し、さらに詳細な機能解析を進める。また、リン十分土壌において、phr1 phl1 lpr1 lpr2などPSR経路の多重欠損変異体は生育不良を示す。PSR機能不全が免疫機能不全につながる可能性を検証するとともに、pepr1 pepr2変異体等も併せてRNA-seq解析を行い、PSR経路と免疫系の分子リンクの解明に役立てる。

3) シロイヌナズナのリン欠乏環境における植物成長及びCt共生効果の種内自然変異解析

シロイヌナズナ野生種約60アクセシオンに関して、リン充分・枯渇条件において、植物成長やCt接種の共生効果について生重量を指標に捕捉するとともに代謝成分分析を行う。得られた多型に着目して遺伝学的解析を進めて、植物が栄養環境情報に応じて内生微生物との相互作用を調節する実態を捕捉する。上記で得られた、PSR-植物免疫の分子リンクや真菌感染制御に働くと期待される鍵因子候補については、機能解析に着手する。

10. 研究発表（平成30年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Shinya Tomonori, Yasuda Shigetaka, Hyodo Kiwamu, Tani Rena, Hojo Yuko, Fujiwara Yuka, Hiruma Kei, Ishizaki Takuma, Fujita Yasunari, Saijo Yusuke, Galis Ivan	4. 巻 94
2. 論文標題 Integration of danger peptide signals with herbivore-associated molecular pattern signaling amplifies anti-herbivore defense responses in rice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 626 ~ 637
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/tpj.13883	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ogita Nobuo, Okushima Yoko, Tokizawa Mutsutomo, Yamamoto Yoshiharu Y., Tanaka Maho, Seki Motoaki, Makita Yuko, Matsui Minami, Okamoto-Yoshiyama Kaoru, Sakamoto Tomoaki, Kurata Tetsuya, Hiruma Kei, Saijo Yusuke, Takahashi Naoki, Umeda Masaaki	4. 巻 94
2. 論文標題 Identifying the target genes of SUPPRESSOR OF GAMMA RESPONSE 1, a master transcription factor controlling DNA damage response in Arabidopsis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 439 ~ 453
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/tpj.13866	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saijo Yusuke, Loo Eliza Po-iiian, Yasuda Shigetaka	4. 巻 93
2. 論文標題 Pattern recognition receptors and signaling in plant-microbe interactions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 592 ~ 613
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/tpj.13808	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Lee T, Loo EP, Tanaka M, Tajima Y, Hirase T, Yamada K, Yasuda S, Hiruma K and Saijo Y.
2. 発表標題 Pattern recognition receptors in fluctuating environments
3. 学会等名 International Plant Molecular Biology 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西條雄介
2. 発表標題 微生物の認識と制御を介した植物の環境適応
3. 学会等名 第53回感染生理談話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西條雄介
2. 発表標題 リン栄養環境情報に基づく植物免疫の制御
3. 学会等名 第4回植物栄養研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西條雄介
2. 発表標題 微生物情報と環境情報の統合に基づく植物免疫の制御と環境適応
3. 学会等名 第28回植物微生物研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

2 版

1. 発表者名 西條雄介
2. 発表標題 植物のパターン認識受容体を介した微生物の認識・制御と環境適応
3. 学会等名 日本育種学会平成30年度秋季大会ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Saijo
2. 発表標題 Integration of microbial and environmental cues in plant immunity
3. 学会等名 ICPS (EIG-CENCERT) symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Saijo
2. 発表標題 Pattern-triggered immunity under water stress conditions
3. 学会等名 Japan-Taiwan Plant Biology 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件(うち出願0件/うち取得0件)

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

13. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
フランス	CEA/CNRS	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

14. 備考

-