

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2010

課題番号：18075002

研究課題名（和文） イネ細胞質雄性不稔に見られる核とミトコンドリアのゲノム障害

研究課題名（英文） Genome barrier between nucleus and mitochondria in cytoplasmic male sterility in rice

研究代表者

鳥山 欽哉 (TORIYAMA KINYA)

東北大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：20183882

研究分野：農学

科研費の分科・細目：

キーワード：イネ・ゲノム・細胞質雄性不稔・生殖・ミトコンドリア

### 1. 研究計画の概要

細胞質雄性不稔性は、ミトコンドリアゲノムと核ゲノムの特定の組み合わせで花粉発育障害が起きる現象である。雄性不稔細胞質のミトコンドリアには雄性不稔の原因となるキメラ遺伝子が存在し、一方、核コードの稔性回復遺伝子はキメラ遺伝子産物の修飾を行なって障害を回避していると考えられている。本研究では、イネにおける3種類の細胞質雄性不稔／稔性回復遺伝子 (BT-CMS/*Rf1*, LD-CMS/*Rf2*, CW-CMS/*Rf17*) を材料とし、それぞれ、雄性不稔発現機構および稔性回復機構の解明を行なうことを目的とする。

### 2. 研究の進捗状況

(1) ミトコンドリアの CMS 原因遺伝子の解明に関わる研究: BT-CMS の原因遺伝子と考えられる ORF79 タンパク質の蓄積を調査し、ORF79 がミトコンドリア膜に蓄積することを明らかにした。LD-CMS と CW-CMS についてミトコンドリアゲノムの全塩基配列を GS-FLX (454) 法を用いて決定し、DDBJ に登録した (登録番号 AP011076 および AP011077)。CW-CMS ミトコンドリアゲノムに特有の遺伝子構造として、ORF307 を見出した。

(2) 雄性不稔発現機構についての研究: 小孢子期と2細胞期の葯を用いてマイクロアレイ解析を行い、それぞれの CMS に特徴的な発現プロファイルを示す遺伝子、共通する特徴を示す遺伝子等を明らかにした。CW-CMS の雄性不稔発現に関与するプロテインファクターゼ遺伝子 *DCW11* などを明らかにした。

(3) 稔性回復機構の解析: BT-CMS の稔性回復遺伝子 *Rf1* は RNA プロセッシングを通して

ORF79 の翻訳を阻害することを明らかにした。CW-CMS の稔性回復は、機能不明の遺伝子 *ORF11* の発現減少によることを示した。*ORF11* は Acyl-carrier protein synthase ドメインの一部を持つ機能不明のタンパク質をコードしていた。*ORF11* はミトコンドリアから核への逆行シグナル制御 (レトログレード制御) による制御を受けることが示唆されたため、retrograde-regulated male-sterility (RMS) と命名した。*RMS* の発現抑制によって稔性回復を引き起こすという、他種を含めてこれまで知られていないユニークな稔性回復システムを発見することができた。

### 3. 現在までの達成度

① 当初の計画以上に進展している。

(理由)

本研究により、雄性不稔発現機構と稔性回復機構をミトコンドリアから核へのレトログレードシグナリングによって連結することができた。イネの細胞質雄性不稔と稔性回復のメカニズムに新たな知見を与えるのみならず、植物ミトコンドリアにおけるレトログレードシグナリングに関する先駆的な研究となっている。

### 4. 今後の研究の推進方策

LD-CMS のミトコンドリア原因遺伝子および稔性回復遺伝子について解析する。雄性不稔発現機構について、遺伝子発現ネットワークと組み合わせで解析する。3種類の細胞質雄性不稔／稔性回復遺伝子を比較することで、メカニズムの全容を解明する。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

① Kazama T, Nakamura T, Watanabe M, Sugita M, Toriyama K (2008) Suppression mechanism of mitochondrial ORF79 accumulation by Rf1 protein, in BT-type cytoplasmic male sterile rice. Plant J 55: 619-628 査読有り

② Fujii S, Toriyama K (2008) Genome barriers between nuclei and mitochondria exemplified by cytoplasmic male sterility. Plant Cell Physiol 49: 1484-1494 (Invited mini review) 査読有り

③ Fujii S, Komatsu S, Toriyama K (2007) Retrograde regulation of nuclear gene expression in CW-CMS of rice. Plant Mol Biol 63: 405-417 査読有り

[学会発表] (計 47 件)

① Toriyama K, Kazama T, Fujii S, Itabashi E, Iwata N (2007) Toward understanding genome barriers between nuclei and mitochondria exemplified by cytoplasmic male sterility in rice. International Congress on Plant Mitochondrial Biology. Nara, Japan June 25-29 (招待講演)

[図書] (計 3 件)

① Fujii S, Kazama T, Toriyama K (2008) Molecular studies on cytoplasmic male sterility-related genes and restorer genes in rice. In Rice Biology in Genomics Era. Biotechnology in Agriculture and Forestry 62. Edited by Hirano H, Hirai A, Sano Y, Sasaki T. pp 205-215 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: イネ CW 型雄性不稔細胞質に対する稔性回復遺伝子及び稔性回復方法

発明者: 鳥山欽哉・藤井壮太

権利者: 東北大学

種類: 出願

番号: 2008-62879

出願年月日: H20 年 3 月 12 日

国内外の別: 国内

[その他]

研究室ホームページ「環境適応生物工学研究室」

<http://www.agri.tohoku.ac.jp/bioadp/PukiWiki/index.php>

特定領域ホームページ「植物ゲノム障壁」

<http://www.nig.ac.jp/labs/NigProject/PlantGenBarr/>

テレビ放送アーカイブ「東北大学の新世紀」

鳥山欽哉「花粉の不思議を解明」

<http://www.tohoku100-tv.jp/thisweek/071203/index.html>