

令和元年6月17日現在

機関番号：12201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K18628

研究課題名(和文)高温登熟による胴割れ米発生に対する分子育種的解決策の開発

研究課題名(英文) Finding robust solutions against outbreak of cracked rice

研究代表者

大西 孝幸 (Ohnishi, Takayuki)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：60722311

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：地球温暖化による夏季の異常高温が、胴割れ米を誘発し、コメの品質低下を引き起こしている。胴割れ米の発生低減にむけた対策の多くは、栽培方法や籾米の保存方法の見直しといった応急的な処置であり、より効果の高い根絶的解決策が切望されている。これまでの研究から、申請者は胴割れ米の発生にオルガネラゲノムが関与し、オルガネラゲノムの置換によって胴割れ米の発生が抑制できることを明らかにした。さらに、イネのオルガネラゲノム置換によってオルガネラゲノムにコードされている遺伝子のプロセッシングに変化が生じていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球温暖化による夏季の異常高温が、胴割れ米を誘発し、コメの品質低下を引き起こしている。胴割れ米の発生低減にむけた対策の多くは、栽培方法や籾米の保存方法の見直しといった応急的な処置であり、より効果の高い根絶的解決策が切望されている。本研究の成果から、夏季の高温による胴割れ米の発生を抑制できるような対策の開発が期待できる。特に、本研究からは、遺伝子組換えに頼らずに交配による改良が見込まれ早期の実用化が可能となるという利点がある。

研究成果の概要(英文)：The unusually high temperature in summer induces mass outbreak of cracked rice and reduces the quality of rice. Most of the measures aimed at reducing the outbreak of cracked rice are temporary measures such as review of cultivation methods and storage methods of rice, and a more effective robust solution is needed. We have clarified that the organelle genomes are involved in development of cracked rice, and substitution of organelle genome can suppress the development of cracked rice. Focusing on the genes encoded in organelle genomes, It has been suggested that changes occur in the processing of certain genes.

研究分野：植物育種学

キーワード：イネ オルガネラゲノム 胴割れ米

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 植物の種子は、様々な用途で利用され、現時点で最も主要な作物の利用形態である。今後、種子を改変し、種子利用の更なる高度化・効率化を達成するためには、種子形成の分子メカニズムの解明は必須である。モデル植物シロイヌナズナは、種子成熟過程において胚乳が衰退し無胚乳種子を形成するため、有胚乳種子の作物であるイネを用いて、胚乳を含む種子発生の分子機構を解明することは非常に意義深い。

(2) これまでに申請者はモデル作物であるイネについて、栽培時や実験時に発生する諸問題(栽培時期の制限、世代時間の長さ、栽培環境の揺らぎ、栽培面積など)を解消する、人工気象器を用いたイネ屋内栽培系を確立した。これによって、屋内環境下における、イネの高密度栽培・安定した高稔実率・交配の簡便化を達成した。この技術によって、イネ品種日本晴の世代時間を1世代当たり2ヶ月に短縮し、従来よりも格段に早いペースでイネ研究を進めることが可能になった。遺伝子組換え技術に依存せずに、交配育種のアプローチによって、迅速に有用遺伝子座を適用することが可能となり、品種改良の促進やそれらの円滑な実用化が期待できる。

(3) イネは登熟過程において外部環境(特に気温)の影響を受け易いため、地球規模で進む温暖化問題への対策として、種子形成の分子機構を理解し、高温ストレス耐性を強化することが農業生産上の重要課題となっている。実際に夏場の異常高温によって、良食味米・高品質米の生産地において一等米比率が激減する問題が生じている。その被害規模は甚大で、平成22年の猛暑による被害額だけでも1000億円以上と試算されている。今後も夏場の猛暑が続くことが予測されており、その対応は喫緊の課題となっている。

(4) イネの高温登熟障害の典型例である胴割れ米は、玄米の胚乳部分にひびが入った米粒を指し、外観や食味を大きく損なわせ、米品質の低下(等級落ち)の主要な原因となっている。これまでに登熟期の高温や乾燥との関連性が指摘されていたが、その発生機構は不明であった。イネの屋内栽培系を利用して、登熟期のさまざまな時期に一過的な高温処理を施し、胴割れ米の発生率を調査した結果、1).開花後4-7日目の期間が胴割れ米発生の高温ストレス感受期であること、2).胴割れ米の発生率において日本晴・コシヒカリ間に品種間差があること、が分かった。

(5) 高温ストレス感受期である開花後4-7日目に高温処理した種子と無処理区の種子の形態を比較すると、ストレス処理区の種子特異的に、種皮形成プログラムの異常が生じ、本来、退化するはずの外種皮と呼ばれる細胞層が残存し、肥大化した種皮が形成されていることが分かった。

### 2. 研究の目的

本申請では、高温登熟における胴割れ米の発生という農学課題について、オルガネラゲノム置換による難胴割れ性イネの作出、胴割れ米の発生機序の解明に基づく根治的解決策の開発という2つを目標とした。

### 3. 研究の方法

#### 【目的 . オルガネラゲノム置換による難胴割れ性イネの作出】

世界中に広がるイネの栽培域を網羅するような11品種のオルガネラゲノムを用いて、これらを日本の代表的な栽培品種が保持するオルガネラゲノムと置換した後、作出した細胞質置換系統群の中から難胴割れ性イネを選抜する。

#### 【目的 . 登熟初期の高温ストレスによる胴割れ米の発生機序の解明】

申請者がこれまでに明らかにした高温処理による種皮形成不全について、次世代シーケンサーを用いた網羅的遺伝子発現解析を実施し、胴割れ米の発生に関与する因子を探索するとともに、オルガネラゲノムや関連候補因子である *OsMADS29* 遺伝子についてその関与を精査する。これらの結果から、胴割れ米の発現抑制に有効な根治的対策を提唱する。

### 4. 研究成果

オルガネラゲノムのナチュラルバリエーションを利用することで、難胴割れ形質という

高温登熟耐性を付与できる可能性が示唆され、各種オルガネラゲノムの胴割れ米の発生抑制効果の定量化と実用性を評価することができた。また、これらの細胞質置換系統について、次世代シーケンサーによる遺伝子発現プロファイリングを比較したことで、種皮形成不全を引き起こす因子の網羅的探索を実施し、オルガネラゲノムにコードされている遺伝子のプロセッシングに変化を認めた。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2件)

(1) Takeshi Takamatsu, Marouane Baslam, Takuya Inomata, Kazusato Oikawa<sup>2</sup>, Kimiko Itoh, Takayuki Ohnishi, Tetsu Kinoshita and Toshiaki Mitsui, Optimized Method of Extracting Rice Chloroplast DNA for High-Quality Plastome Resequencing and de Novo Assembly, *Frontiers in Plant Science*, 査読あり, vol.9 article266, 2018,  
DOI: 10.3389/fpls.2018.00266

(2) Yoshiaki Fujita, Keita Sunaga, Su Hyeun Shim, Wataru Yamada, Takayuki Ohnishi and Sang Woo Bang, Production of a desirable Brassica oleraceaCMS line using an alloplasmic B. rapaCMS line carrying *Diplotaxis eruroides* cytoplasm as a bridge plant, *plant breeding*, 査読あり, 137(2), 2018, p162-170  
DOI: 10.1111/pbr.12565

〔学会発表〕(計 2件)

(1) 藤田 祥明, 沈 受炫, 大西 孝幸, 房 相佑

*Diplotaxis eruroides* 由来の外来性オルガネラゲノムを導入した *Brassica napus* における部分的雄性不稔性回復機構の探索

日本育種学会 第135回講演会, 千葉大学, 2019年3月

(2) 藤田 祥明, 沈 受炫, 大西 孝幸, 房 相佑

*Diplotaxis eruroides* 細胞質をもつ *Brassica* 栽培3種における雄性配偶体形成

日本育種学会 第133回講演会, 九州大学, 2018年3月

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。