

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 9 月 17 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24380007

研究課題名(和文) イネの耐乾性に寄与する側根形成遺伝子の機能とネットワークの解明

研究課題名(英文) Understanding of molecular mechanisms regulating lateral root formation for drought stress avoidance in rice

研究代表者

犬飼 義明 (Inukai, Yoshiaki)

名古屋大学・学内共同利用施設等・准教授

研究者番号：20377790

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円

研究成果の概要(和文)：イネの耐乾性を高める上では側根と呼ばれる分枝根の発達を促すことが有効であり、これは側根のメリステムサイズの増大により可能となる。本研究は、イネの側根メリステムサイズの制御ネットワークを順・逆遺伝学的手法を駆使することにより明らかにし、根系形態改良のための研究基盤の確立を目指した。

研究期間を通して、1)「側根メリステムサイズの制御に関わる新規制御因子の単離と機能解析」、および2)「同制御に関わる既知転写因子の標的遺伝子群の探索と機能解析」を試み、最終的に側根メリステム形成機構の分子ネットワークに関わる主要な遺伝子群を同定することに成功した。

研究成果の概要(英文)：In order to increase the ability of drought stress avoidance in rice, it is important to promote lateral root formation. In this study, we tried to understand the molecular mechanisms regulating its formation. Finally, we identified several genes that regulates lateral root formation. These genes were expected to contribute drought stress avoidance in rice.

研究分野：植物遺伝育種学

キーワード：発生・分化 シグナル伝達 イネ 根 突然変異体

## 1. 研究開始当初の背景

近年、世界的な干ばつが頻発する中、根系改良による耐乾性育種が注目されている。イネの側根にはメリステムサイズの大きな L 型側根と小さな S 型側根が存在し、前者のみが長く伸長でき、かつさらに高次の側根を発生させる能力を持つため、側根の発達を高めるには L 型側根化 (側根メリステムサイズの増加) を促す必要がある。これまでに申請者らは、この側根メリステムサイズの増加はオーキシンにより制御されることを明らかにした。

オーキシンの信号伝達機構は詳細な解析が進められ、通常、AUX/IAA タンパク質により信号伝達は阻害されているが、オーキシンの受容後には AUX/IAA タンパク質が分解され、その結果として ARF タンパク質の転写能が回復し、下流因子の制御を通してオーキシン反応が進行することが判明している。

これに関して申請者らは、ARF の直接の標的因子である *CRL1*、*CRL5* および *DMS1* 遺伝子が側根の発生に関わることを明らかにしてきた。そこで本研究では、これらの知見をもとにイネの耐乾性に寄与する側根形成遺伝子のネットワークの解明を試みる。

## 2. 研究の目的

これまでの研究成果をもとに、本研究はイネの側根メリステムサイズの制御ネットワークを順・逆遺伝学的手法を駆使することにより明らかにし、根系形態改良のための研究基盤の確立を目指す。

計画している具体的な研究目的は、「側根メリステムサイズの制御に関わる新規制御因子の単離と機能解析」、および「同制御に関わる既知転写因子の標的遺伝子群の探索と機能解析」を通して側根メリステム形成機構の分子ネットワークを解明するとともに、「見出された制御因子群について、

根系形態改良上の有用性を検証」することである。

## 3. 研究の方法

本研究はイネの側根メリステムサイズの制御ネットワークを以下の(1)~(3)により明らかにするとともに、見出された制御因子群について根系形態改良上の有用性を検証する。

(1) 側根メリステムサイズの制御に関わる候補遺伝子群 (14 遺伝子) の過剰発現個体の作出等により、実際にメリステムサイズを制御する遺伝子の同定とその機能を解析する。

(2) 側根メリステムサイズを制御する既知転写因子である *DMS1* および *CRL1* タンパク質の標的候補遺伝子について上記 14 遺伝子を中心に決定する。

(3) 側根メリステムサイズが増加する突然変異体の原因遺伝子を単離することで、本来はサイズの増加を抑制する *IMS1* および *IMS2* 遺伝子の実体とその機能を解析する。

## 4. 研究成果

イネの耐乾性を高める上では側根と呼ばれる分枝根の発達を促すことが有効であり、これは側根のメリステムサイズの増大により可能となる。本研究は、イネの側根メリステムサイズの制御ネットワークを順・逆遺伝学的手法を駆使することにより明らかにし、根系形態改良のための研究基盤の確立を目指した。

研究期間を通して、1) 「側根メリステムサイズの制御に関わる新規制御因子の単離と機能解析」、および 2) 「同制御に関わる既知転写因子の標的遺伝子群の探索と機能解析」を試み、最終的に側根メリステム形成機構の分子ネットワークに関わる主要な遺伝子群を同定することに成功した。

このうち、*SLL1* 遺伝子は stearoyl-acyl carrier protein fatty acid desaturase family に属するタンパク質をコードし、脂肪酸の不飽和化を導くと推定された。そこで原品種と *sll1* 変異体間において種々の脂肪酸量を比較した結果、本変異体ではステアリン酸 (C18:0) といった飽和脂肪酸量が原品種に比べ有意に増加していることが判明した。したがって、これに基づく細胞膜の伸展性の低下が正常な側根形成を阻害すると考えられた。

さらに、同定された他の遺伝子中にはエピジェネティック制御機構に関わる遺伝子が存在していた。各種ストレス下では、特定の遺伝子領域のエピジェネティックな状態が変化し、結果としてそれら遺伝子群の発現が誘導あるいは抑制されることが知られている。乾燥ストレス下では側根メリステムサイズが変動することから、本研究課題において同定されたエピジェネティック制御に関わる遺伝子群は、ストレス下でのメリステムサイズの制御機構にとって極めて重要な役割を示すものと考えられる。

上記に加え本研究では、3)「見出された制御因子群について根系形態改良上の有用性の検証」を試みた。その結果、新たに同定された側根メリステム制御に関わる遺伝子群の中には、地上部への悪影響無しに側根の発達を促す作用を示す遺伝子が存在していた。例えば、上記 *SLL1* 遺伝子の過剰発現個体では顕著な側根長の増加が認められた。側根は種子根や冠根に比べ著しく直径が小さいため、光合成速度が低下するストレス環境下において総根長を維持・増加させる上では、光合成同化産物を節約できるという点で最も重要な根であることがこれまでに数多く報告されている。したがって、*SLL1* 遺伝子の利用は今後の根系形態の人為的改良を目指す上で非常に有用であると期待される。

## 5. 主な発表論文等

(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 2 件)

Shelley, I. J., S. Nishiuchi, K. Shibata and Y. Inukai. *SLL1*, which encodes a member of the stearoyl-acyl carrier protein fatty acid desaturase family, is involved in cell elongation in lateral roots via regulation of fatty acid content in rice. *Plant Sci.* 207: 12-17. 2013. 査読有  
doi: 10.1016/j.plantsci.2013.01.003.

Jonathan M. Niones, Yoshiaki Inukai, Roel R. Suralta and Akira Yamauchi. QTL associated with lateral root plasticity in response to soil moisture fluctuation stress in rice. *Plant and Soil* 391: 63-75. 2015. 査読有  
doi: 10.1007/s11104-015-2404-x

[学会発表](計 4 件)

1. 田崎三香子、樺木雄亮、佐藤(永澤)奈美子、木富悠花、高橋(野坂)実鈴、桧原健一郎、長戸康郎、北野英己、犬飼義明: イネにおける根の皮層細胞層数の制御機構。日本育種学会第 126 回講演会、2014 年 9 月、都城市

Shelley, I. J., 渡辺紗哉華、永澤信洋、小川敦史、北野英己、犬飼義明: イネの根端分裂組織の維持に関わる *rrl3* 突然変異体の解析。日本育種学会第 126 回講演会、2014 年 9 月、都城市

柴田晃秀、柴田恭佑、西内俊策、稲橋宏樹、犬飼義明: イネ QHB タンパク質の相互作用および下流制御因子の探索。日本育種学会第 126 回講演会、2014 年 9 月、都城市

Inukai, Y., Takahashi-Nosaka, M., Nishiuchi, S., Kano-Nakata, M., Kameoka, E., Shibata, A., Niones, J. M., Suralta, R. R. and Yamauchi, A.: Developmental and functional responses of rice root system to soil water conditions. 第 56 回日本植物生理学会年会、2015 年 3 月、東京都世田谷区

〔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:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://icca.e.agr.nagoya-u.ac.jp/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

犬飼 義明 ( INUKAI Yoshiaki )

名古屋大学・農学国際教育協力研究センター・准教授

研究者番号: 20377790

### (2) 研究分担者

兒島 孝明 ( KOJIMA Takaaki )

名古屋大学・生命農学研究科・助教

研究者番号: 40509080

### (3) 連携研究者

該当なし