

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H02644

研究課題名(和文) イネにおけるQTL×水ストレス×栽培技術相互作用評価に基づく理想型根系の提案

研究課題名(英文) Ideotype of root system based on the evaluation of QTL x Water stress x Management interaction

研究代表者

山内 章 (Yamauchi, Akira)

名古屋大学・生命農学研究科・教授

研究者番号：30230303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 28,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、環境の変化に対応してその発育を変化させる能力である根の可塑性に注目し、乾燥や土壌水分変動ストレスに対する作物の適応における役割を明らかにすることを目的とし、一連の実験を実施した。その結果、土壌水分は土壌硬度と相互作用を示し、土壌水分変化に対応する可塑性発揮とのタイミングが、硬盤層への貫入能力を決めている実態を明らかにした。また、KDML 105を主要な遺伝的背景として持つ染色断片置換系統群を供試して実施した圃場の結果から、同3系統が有する耐旱性に関わるQTLが、天水田条件下での根の可塑性を制御し、同条件下での吸水を促進することによって、乾物生産に貢献することが定量的に明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アジアに広範に広がる天水田イネの生産性の向上は焦眉の課題である。本研究は、これまでに共同研究を推進してきたネットワークを活用しつつ、埋もれている栽培技術や遺伝資源を評価し直した。さらに、遺伝子型(QTL)と環境との相互作用の評価し、有用な品種育成が可能になるための基礎的な知見の提供を目指し、根の可塑性の重要性を明らかにした。作物学的課題(必要な形質の同定)とその遺伝学的背景(QTLの同定)を結びつけ、理想的根系が具備すべき形質を見出し、根に関わる形質は、環境との相互作用が大きく、栽培環境毎に適応性に必要とされる根の形質とその組み合わせが異なることを実証したところに最大の学術的意義がある。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to examine the functional roles of the ability of the plant to change its development as environmental conditions change, which is known as phenotypic plasticity in crop adaptation to water stress such as drought as well as soil moisture fluctuation stress. We conducted a series of experiments and found out that soil moisture interacts with soil hardness, and the timing of root plasticity expression in response to soil moisture and thus hardness changes determines the ability of roots to penetrate the hardpan which is commonly formed in rainfed lowlands. Further, based on the results of field experiments that used three lines selected from chromosome segment substitution lines with KDML 105 background, we found the QTLs those three lines have regulate the expression of root plasticity, which then promotes water uptake and thus dry matter production under rainfed lowland conditions.

研究分野：作物学

キーワード：可塑性 深根性 天水田 水管理 肥培管理

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

国際イネ研究所は90年代に入って、イネを栽培地域の水環境によって分類し、陸稲、天水田イネ、灌漑イネ、洪水常襲地域のイネ、に分け、これらをまったく別の種類のイネと考えるように研究戦略を大きく転換させた。これは、一般的な水ストレスなどは実在せず、対象地域の環境を正確に把握しない限り、有効な品種育成や栽培技術の改善は不可能であると考えたからである。

本研究で対象としたのは、陸稲と天水田イネである。イネの耐旱性における根の重要性については、国際的にも当時注目され始めてきていて、耐旱性関連で重要性が指摘されてきた主な形質は、deep root (深根性)、thick root (太い根)、strong penetration ability (硬い土壌の貫通能力)である。この成果を踏まえて、これらの形質に関する遺伝子やQTLの同定がめざましく進んだ。しかし、永らく、その成果が有効に品種の育成に結びつかなかったが、Uga et al. (2013)は、深根性に基づき改良した系統が耐旱性に優れることを圃場で見事に実証した。したがって、問題の核心は、深根性が有利に働く圃場条件であるかどうか、またそれが実際に陸稲の栽培地域にどの程度存在するのかという点になる。

一方、栽培面積が陸稲に比べ圧倒的に大きい天水田では、陸稲のような単純な乾燥ストレスが問題なのではなく、土壌水分の乾燥-湿潤間の「変動」が激しいことが水ストレスの本質であることが、次第に明らかになってきていたにもかかわらず、厳密な検討を経ないまま単純な乾燥ストレスのみが想定され、研究の主流は相変わらず、先に挙げた3形質が中心であった。

一方、根の形質を実際に品種に取り入れること、言い換えると、概念としての理想型根系を、実際にそれを具備した品種の育成が画期的に現実性を帯びてきていた。

### 2. 研究の目的

本研究では、天水田イネならびに陸稲の生産性の向上を目指し、カンボジア、フィリピン国内において、とくに、在来系統を用いてこれまでに集積されてきた研究成果を収集、整理する。さらに、日本も含めて、乾燥、嫌気、水分変動のストレス条件に対するイネの適応性において重要な役割を果たすことが明らかになってきた根の可塑性をはじめとする諸形質と、その関連QTLを同定する。さらに、各対象栽培地域における水ストレスなどの環境条件の特徴を定点観測によって把握した上で、水ストレス条件の異なる地域での栽培試験を実施し、その栽培地域の条件下で最大生長・収量を保障する形質を有する理想型根系を提案し、関連QTLと、水ストレス要因ならびに栽培技術との相互作用を評価することによって、実用性を有した品種育成に向け、今後の育種ならびに栽培技術に関わる研究方向を提示する基礎的知見を提供する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 情報・データ収集及び整理 (カンボジア)

農林水産省農業総局・農業技術研究所、王立農業大学、名古屋大学サテライトキャンパスが共同して、国内各地でこれまでに実施されてきた、品種適応試験、肥培・水管理試験、総合防除を含む病害虫防除試験、有機農法を含む栽培技術試験、さらに農家圃場での収量・病害虫発生調査などのデータを整理・解析した。とくに研究所・試験場の報告書、年報あるいは大学の紀要など、一般にアクセスが困難な情報を重点的に調査した。

#### (2) 土壌水分・硬度と根の可塑性との相互作用評価

これまでの研究で、分枝ならびに深根性に関わる可塑性が異なることがすでに分かっている品種を用いて、根箱モデル実験において土壌水分ならびに硬度と、側根発育・土層別根系発育を非破壊的に追跡するとともに、深層根系による吸水速度を測定し、可塑性の機能的役割を定量的に示そうとした。

#### (3) 耐旱性評価 (フィリピン、カンボジア)

フィリピンイネ研究所 (Philrice)ならびにカンボジア農業技術研究所、王立農業大学の圃場において、それぞれが所有している品種・系統を対象として、天水田条件下で栽培し、生育期間中に発育パラメータ (草丈、分げつ数、葉面積、葉数)、葉身水ポテンシャル、気孔伝導度、光合成速度、乾物重、収量の測定により、生長反応を評価した。また、根系の発育 (節根、側根の長さや発生密度、深度) を精査する。これらの結果から、天水田条件下で地上部生長、収量を維持、または促進する反応を示す品種/系統を選抜した。そしてそれらの根系形質と地上部の生長反応との定量的関係を調べた。また、有望なものは、名古屋大学に持ち帰って遺伝子解析を行い、それ以降にQTL解析用集団を作成した。

#### (4) 乾燥や降水のパターンが大きく異なるフィリピン国内の以下の地域で、試験を実施した。

1) フィリピンイネ研究所本場 (ヌエバエシ八州) 2) 農家水田 (パンガシナン州) 3) 農家水田 (ヌエバエシ八州)。これらの圃場において、それぞれが所有している品種・系統の耐旱性と根系の機能的役割を評価しようとした。その際、個々の栽培地の土壌物理要因や気象要因に関する定点観測を行い、有望形質と環境間の交互作用についても検討を試みた。以上により、現地天水田圃場での水ストレス耐性に関わる新たな有用根系形質、ならびにその形質を支配するQTLが迅速に同定でき、この成果は今後の耐性品種育成へ大いに貢献するものと期待される。

#### 4. 研究成果

##### (1) 情報・データ収集及び整理

カンボジアにおいて、国内各地でこれまでに実施されてきた、品種適応試験、肥培・水管理試験、総合防除を含む病害虫防除試験、有機農法を含む栽培技術試験、さらに農家圃場での収量・病害虫発生調査などのデータの整理・解析を進め、農業技術指導を通じた総合防除などの取り組みが、生産性の増加と経費節減を通じて農家所得の向上に貢献していることなどを明らかにした。

##### (2) 土壌水分、硬度と、根の可塑性の相互作用

土壌貫入抵抗値は含水率の低下に伴って増加した。乾燥処理を経た後の再灌水に反応して、IR64 とその準同質遺伝子系統である YTK313 は、YTK191 や IR64 に比べて硬盤層を貫入した根数が多かった。同様に、硬盤層より下の層からの吸水量も多かった。YTK191 や IR64 は、湿潤区に比べ土壌水分変動区で乾物重を減少させたが、YTK313 は維持した。これらの結果は、根の可塑性は、土壌が乾燥している時ではなく、再灌水によって土壌が湿ったときに発揮され、根は硬盤層を貫入することが示された。土壌水分変動条件下では、硬盤層を貫入した根は、硬盤層より上の土壌が乾燥しているときに吸水し、乾物生産に貢献すると考えられた。

##### (3) 可塑性に関わる評価と遺伝解析

ササニシキ、ハバタキ、ニッポンバレ、カサラスの4品種を用いて、土壌水分変動条件下での、節根伸長による硬盤貫入と深層での側根発達に関わる可塑性を評価し、ハバタキは一貫して、他の3品種に比べて、再灌水に対してより高い可塑性を発揮する傾向を示し、含水率が上昇し、貫入抵抗値が減少する時期に節根が硬盤層に貫入し、深層での側根発達が促進された。この可塑性が、吸水の促進を通じて、乾物生産の増加に貢献することを明らかにした。

さらに、耐旱性に関わる QTL を有し、KDML 105 を主要な遺伝的背景として持つ染色断片置換系統群から3系統と、反復親の KDML 105 を供試し、根の可塑性ならびにその乾物生産ならびに収量における、それらの QTL の役割を評価した。天水田条件下では、同系統は KDML 105 より高い気孔コンダクタンスと乾物生産を示し、また収量も高かった。さらに、総根長によって評価した根系発達は、節根および側根の発育促進によって、同系統群の方が KDML 105 より有意に大きかった。これらの結果は、同3系統が有する耐旱性に関わる QTL は、天水田条件下での根の可塑性を制御し、同条件下での吸水を促進することによって、高い乾物生産や収量に貢献することを示している。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Mana Kano-Nakata, Tomomichi Nakamura, Shiro Mitsuya and Akira Yamauchu	4. 巻 22
2. 論文標題 Plasticity in root system architecture of rice genotypes exhibited under different soil water distributions in soil profile	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 501-509
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2019.1608836	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Niones Jonathan M., Suralta Roel Rodriguez, Inukai Yoshiaki, Kano-Nakata Mana, Yamauchi Akira	4. 巻 102
2. 論文標題 'Kasalath' Allele in Nipponbare Background is Responsible for the Plasticity in Lateral Root Development of Rice under Soil Moisture Fluctuation Stress	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PHILIPPINE AGRICULTURAL SCIENTIST	6. 最初と最後の頁 188-198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
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 該当する
1. 著者名 Thiem Thi Tran, Suralta Roel Rodriguez, Takeda Moe, Mitsuya Shiro, Kano-Nakata Mana, Yamauchi Akira	4. 巻 102
2. 論文標題 Soil Compaction Enhanced the Expression of Root Plasticity, Water and Nitrogen Uptake of Rice under Mild Drought with High N Fertilization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PHILIPPINE AGRICULTURAL SCIENTIST	6. 最初と最後の頁 199-210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
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 該当する
1. 著者名 Menge Daniel Makori, Onyango John Collins, Yamauchi Akira, Kano-Nakata Mana, Asanuma Shuichi, Thi Tran Thiem, Inukai Yoshiaki, Kikuta Mayumi, Makihara Daigo	4. 巻 22
2. 論文標題 Effect of nitrogen application on the expression of drought-induced root plasticity of upland NERICA rice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 180 ~ 191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2018.1561194	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kikuta Mayumi, Makihara Daigo, Arita Naoya, Miyazaki Akira, Yamamoto Yoshinori	4. 巻 22
2. 論文標題 Effects of different water management practices on the dry matter production process and characteristics in NERICAs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 168 ~ 179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2018.1561195	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Owusu-Nketia Stella, Siangliw Jonaliza Lanceras, Siangliw Meechai, Toojinda Theerayut, Vanavichit Apichart, Ratsameejanphen Noppon, Ruangsiri Mathurada, Sriwiset Sararin, Suralta Roel Rodriguez, Inukai Yoshiaki, Mitsuya Shiro, Kano-Nakata Mana, Nguyen Dinh Thi Ngoc, Takuya Kabuki, Yamauchi Akira	4. 巻 21
2. 論文標題 Functional roles of root plasticity and its contribution to water uptake and dry matter production of CSSLs with the genetic background of KDML105 under soil moisture fluctuation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 266 ~ 277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2018.1477509	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hasegawa, T., Shibata, A., Wainaina, C. M., Makihara, D., Samejima, H., Kikuta, M., Menge, D. M., Kimani, J. M., Yamauchi, A. and Inukai, Y.	4. 巻 17
2. 論文標題 Evaluation of a newly identified mutation gene that promotes root elongation for improvement of drought avoidance in rice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of International Cooperation for Agricultural Development	6. 最初と最後の頁 34-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Nguyen Dinh Thi Ngoc, Suralta Roel Rodriguez, Kano-Nakata Mana, Mitsuya Shiro, Owusu-Nketia Stella, Yamauchi Akira	4. 巻 21
2. 論文標題 Genotypic variations in the plasticity of nodal root penetration through the hardpan during soil moisture fluctuations among four rice varieties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 93 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2018.1439757	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Suralta Roel Rodriguez, Niones Jonathan Manito, Kano-Nakata Mana, Thi Tran Thiem, Mitsuya Shiro, Yamauchi Akira	4. 巻 8
2. 論文標題 Plasticity in nodal root elongation through the hardpan triggered by rewatering during soil moisture fluctuation stress in rice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-22809-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Owusu-Nketia Stella, Inukai Yoshiaki, Ohashi Satomi, Suralta Roel Rodriguez, Doi Kazuyuki, Mitsuya Shiro, Kano-Nakata Mana, Niones Jonathan Manito, Nguyen Dinh Thi Ngoc, Takuya Kabuki, Makihara Daigo, Yamauchi Akira	4. 巻 21
2. 論文標題 Root plasticity under fluctuating soil moisture stress exhibited by backcross inbred line of a rice variety, Nipponbare carrying introgressed segments from KDML105 and detection of the associated QTLs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 106 ~ 122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2018.1446759	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Chhay Ngin, Seng Suon, Tanaka Toshiharu, Yamauchi Akira, Cedicol Editha C., Kawakita Kazuhito, Chiba Sotaro	4. 巻 15
2. 論文標題 Rice productivity improvement in Cambodia through the application of technical recommendation in a farmer field school	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 International Journal of Agricultural Sustainability	6. 最初と最後の頁 54 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14735903.2016.1174811	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ngin Chhay, Suon Seng, Tanaka Toshiharu, Yamauchi Akira, Kawakita Kazuhito, Chiba Sotaro	4. 巻 3
2. 論文標題 Effects of mechanical defoliation and detillering at different growth stages on rice yield in dry season in Cambodia.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Agriculture and Environmental Research	6. 最初と最後の頁 3452-3470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Ngin Chhay, Suon Seng, Tanaka Toshiharu, Yamauchi Akira, Kawakita Kazuhito, Chiba Sotaro	4. 巻 1
2. 論文標題 Impact of Insecticide Applications on Arthropod Predators and Plant Feeders in Cambodian Rice Fields	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phytobiomes Journal	6. 最初と最後の頁 128 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/PBIOMES-01-17-0002-R	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Menge Daniel Makori, Kameoka Emi, Kano-Nakata Mana, Yamauchi Akira, Asanuma Shuichi, Asai Hidetoshi, Kikuta Mayumi, Suralta Roel Rodriguez, Koyama Takuya, Tran Thiem Thi, Siopongco Joel D. L. C., Mitsuya Shiro, Inukai Yoshiaki, Makihara Daigo	4. 巻 19
2. 論文標題 Drought-induced root plasticity of two upland NERICA varieties under conditions with contrasting soil depth characteristics	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 389 ~ 400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2016.1146908	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kameoka Emi, Suralta Roel Rodriguez, Mitsuya Shiro, Yamauchi Akira	4. 巻 19
2. 論文標題 Developmental Plasticity of Rice Root System Grown under Mild Drought Stress Condition with Shallow Soil Depth; Comparison between Nodal and Lateral roots	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 411 ~ 419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2015.1128094	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Suralta Roel R., Kano-Nakata Mana, Niones Jonathan M., Inukai Yoshiaki, Kameoka Emi, Tran Thiem Thi, Menge Daniel, Mitsuya Shiro, Yamauchi Akira	4. 巻 220
2. 論文標題 Root plasticity for maintenance of productivity under abiotic stressed soil environments in rice: Progress and prospects	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Field Crops Research	6. 最初と最後の頁 57 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fcr.2016.06.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 内田さや子, 三屋史朗, 山内章
2. 発表標題 土壌水分ならびにリン条件によって誘導される通気組織形成の根系発達促進効果における光合成の役割
3. 学会等名 日本作物学会第249回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山崎竜太郎, 若山正隆, 門脇里恵, 山内章, 仲田(狩野)麻奈, 三屋史朗
2. 発表標題 異なる水環境におけるイネ器官間の代謝変化
3. 学会等名 第13回メタボロームシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鮫島啓彰, 桂圭佑, 菊田真由実, Simon M. Njinju, John M. Kimani, 山内章, 横原大悟
2. 発表標題 ケニア国ムエアにおける栽培時期と水稲収量の関係の調査と最適作期の決定
3. 学会等名 日本作物学会第248回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎竜太郎, 若山正隆, 門脇里恵, 山内章, 三屋史朗, 仲田(狩野)麻奈
2. 発表標題 天水田適応系統イネの水ストレス条件下における器官間の代謝変動
3. 学会等名 日本作物学会第248回講演会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 A Yamauchi, M Nakata-Kano, E Kameoka, R Suralta, J Niones, Y Inukai, S Mitsuya, T Tran, S Owusu- Nketia, D Nguyen, Y Watanabe, T Kabuki, D Menge
2. 発表標題 PLASTICITY AS THE KEY ABILITY OF ROOTS FOR ADAPTATION TO VARIOUS TYPES OF WATER STRESSES IN RICE PLANTS
3. 学会等名 Rhizosphere 5 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daniel M. Menge, Mayumi Kikuta, Hiroaki Samejima, Emily Gichuhi John M. Kimani, Motoyuki Ashikari, Rosalyn Angeles-Shim, Hidehiko Sunohara, Kshirod K. Jena, Akira Yamauchi, and Kazuyuki Doi and Daigo Makihara
2. 発表標題 Effect of GN1a and WFP Introgression on the Yield and Yield Components in Two Rice Varieties in Kenya
3. 学会等名 日本作物学会第247回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丹下 美咲, 仲田(狩野) 麻奈, 三屋 史朗, 山内 章
2. 発表標題 小型ハンディスキャナーによる土耕条件におけるイネ根系発育の非破壊的定量評価
3. 学会等名 日本作物学会第247回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川友美、柴田晃秀、高橋(野坂)美鈴、西内俊策、鮫島啓彰、菊田真由美、榎原大悟、山内章、犬飼義明
2. 発表標題 異なる水条件下における our1 変異体の根の成長特性
3. 学会等名 第49回根研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daigo Makihara, Hiroaki Samejima, Mayumi Kikuta, Keisuke Katsura, Daniel Menge, Emily Gichuhi, John Kimani, Akira Yamauchi
2. 発表標題 Evaluation of Cold tolerance of upland New Rice for Africa (NERICA) and parent rice varieties under natural low-temperature conditions in Mwea, Kenya
3. 学会等名 5th International Rice Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Gichuhi Emily, Maekawa Masahiko, Samejima Hiroaki, Kikuta Mayumi, Menge Daniel, Kimani John, Makihara Daigo and Akira Yamauchi
2. 発表標題 Yield performance of Kernel Basmati lines introgressed with TAWAWA1, AP01, and Ehd1 genes grown with and without fertilizer, in Kenya
3. 学会等名 日本育種学会第135回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木由佳、福田翔太、鮫島啓彰、菊田真由実、Kimani John、Menge Daniel、横原大悟、山内章
2. 発表標題 ケニア国ムエア灌漑地域の水稲栽培における節水のための間断灌漑が施肥窒素利用率に与える影響
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2018年度神奈川大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nguyen Thi Ngoc Dinh, Roel R. Suralta, Mana Kano-Nakata, Shiro Mitsuya, Owusu Nketia Stella, Takuya Kabuki and Akira Yamauchi
2. 発表標題 Utilizing chromosome segment substitution lines (CSSLs) to evaluate developmental plasticity of root systems in hardpan penetration and deep rooting triggered by soil moisture fluctuations in rice
3. 学会等名 第9回アジア作物学会議 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 亀岡 笑, 三屋史朗, 山内 章
2. 発表標題 異なる分げつ数と節根数がイネ個体の根水通導性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第244回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nguyen Thi Ngoc Dinh, Roel R. Suralta, Kano-Nakata Mana, Shiro Mitsuya, Owusu Nketia Stella and Akira Yamauchi
2. 発表標題 Aerenchyma development may enhance hardpan penetration of rice roots when grown under soil moisture fluctuation
3. 学会等名 第47回根研究集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wasilwa Jackline Nekesa, Menge Daniel Makori, Owusu Nketia Stella, Shiro Mitsuya, Mana Kano-Nakata, Suralta Roel Rodriguez, Nguyen Dinh Thi Ngoc, Akira Yamauchi
2. 発表標題 Plasticity expression of root branching and deep rooting and its contribution to growth and yield of Upland New Rice for Africa (NERICA) under different soil moisture conditions
3. 学会等名 日本作物学会第243回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Dinh Thi Ngoc Nguyen, Roel R. Suralta, Mana Kano-Nakata, Shiro Mitsuya, Stella Nketia Owusu, Jackline Nekesa Wasilwa, Akira Yamauchi
2. 発表標題 Evaluation of root plasticity in hardpan penetration under soil moisture fluctuations by using chromosome segment substitution lines (CSSLs)
3. 学会等名 日本作物学会第243回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Daniel M. Menge, Akira Yamauchi, Daigo Makihara
2. 発表標題 Characterization of the Drought-Induced Deep Root Development of Upland NERICA Varieties as Affected by Phosphorus Fertilization
3. 学会等名 日本作物学会第243回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊田真由美, 鮫島啓彰, John Kimani, 山内 章, 横原大悟
2. 発表標題 天水傾斜畑条件における土壌水分動態が異なる根系形質を持つNERICA 品種の生育および収量に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第243回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Stella Owusu Nketia, Yoshiaki Inukai, Kazuyuki Doi, Shiro Mitsuya, Roel Rodriguez Suralta, Jonathan M. Niones, Akira Yamauchi
2. 発表標題 Identification of quantitative trait loci (QTLs) associated with plastic root response of rice to soil moisture fluctuations at vegetative stage
3. 学会等名 第7回国際作物学会議(国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Akira Yamauchi, Mana Kano-Nakata, Roel Suralta, Jonathan Niones, Yoshiaki Inukai, Shiro Mitsuya, Thiem Thi Tran, Daniel Menge
2. 発表標題 Root plasticity as the key mechanism for adaptation to various types of water stresses in crop plants
3. 学会等名 第7回国際作物学会議(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nguyen Thi Ngoc Dinh, Roel R. Suralta, Kano-Nakata Mana, Shiro Mitsuya, Owusu Nketia Stella, Wasilwa Jackline Nekesa and Akira Yamauchi
2. 発表標題 Genotypic variations among chromosome segment substitution lines (CSSLs) parents in the plasticity in root hardpan penetration during soil moisture fluctuations
3. 学会等名 日本作物学会第242回講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Daniel Makori Menge, Akira Yamauchi, Daigo Makihara
2. 発表標題 Root elongation rate in upland NERICA varieties differing in deep root plasticity triggered by drought
3. 学会等名 第45回根研究集会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Roel Suralta, Mana Kano-Nakata, Filomena Grospe, Maria Corazon Julaton, Anna Theresa Isabel Rebong, Andrea Flores, Yoshiaki Inukai, Jonathan Niones, Emi Kameoka, Shigenori Morita, Jun Abe, Yoichiro Kato, Yoshimichi Fukata, Nobuya Kobayashi, Shiro Mitsuya, Akira Yamauchi
2. 発表標題 Root plasticity in relation to soil moisture availability along toposequence and impacts on dry matter production of rainfed lowland rice
3. 学会等名 第9回国際根研究学会シンポジウム（国際学会）
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Daniel Menge, Mana Kano-Nakata, Shiro Mitsuya, Akira Yamauchi, Daigo Makihara
2. 発表標題 Functional Role of Root Plasticity in Nitrogen Uptake and Dry Matter Production as Affected by Drought Stress and Nitrogen Application in NERICA (New Rice for Africa)
3. 学会等名 日本作物学会第240回講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 菊田 真由実, John Kimani, 鮫島 啓彰, 山内 章, 槇原 大悟
2. 発表標題 ケニアの異なる土壌条件における灌水制限が陸稲NERICA品種の根系発達および収量に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第240回講演会
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	犬飼 義明  (INUKAI Yoshiaki)  (20377790)	名古屋大学・農学国際教育研究センター・教授   (13901)	
研究分担者	田中 利治  (TANAKA Toshiharu)  (30227152)	名古屋大学・生命農学研究科・特任教授   (13901)	
研究分担者	三屋 史朗  (MITSUYA Shiro)  (70432250)	名古屋大学・生命農学研究科・講師   (13901)	
研究分担者	槇原 大悟  (MAKIHARA Daigo)  (70452183)	名古屋大学・農学国際教育研究センター・准教授   (13901)	
研究分担者	仲田 麻奈  (NAKATA Mana)  (70623958)	名古屋大学・農学国際教育研究センター・助教   (13901)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	C E D I C O L E d i t h a ・ C  (CEDICOL Editha C)  (60747129)	名古屋大学・アジアサテライトキャンパス学院(農)・特任教授    (13901)	削除：平成29年3月17日
研究分担者	P H E N G V u t h a  (PHENG Vutha)  (70747120)	名古屋大学・アジアサテライトキャンパス学院(農)・特任准教授    (13901)	