

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」

研究課題名「テーラーメイド育種と栽培技術開発のための

稲作研究プロジェクト」

採択年度：平成 24 年度 / 研究期間：5 年 / 相手国名：ケニア

平成 27 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 25 年 5 月 22 日から平成 30 年 5 月 21 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 24 年 6 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 25 年 4 月 1 日)

*1 R/D に記載の協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者：山内 章

名古屋大学大学院生命農学研究科・教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H24年度 (10ヶ月)	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度 (12ヶ月)
<p>1. ケニアにおけるイネ育種および品種評価システムの開発（名古屋大学・岡山大学グループ）</p> <p>1-1. 交配・育成施設の整備</p> <p>1-2. 品種特性評価圃場の整備</p> <p>1-3. 品種特性評価用基準品種の整備</p> <p>1-4. 育種・特性評価に関する手引きの作成</p>		<p>交配・育成施設設置</p> <p>←</p>	<p>評価圃場整備完了</p> <p>←</p>		<p>特性評価基準品種リスト</p> <p>←</p>	<p>育種・特性評価に関する手引き</p> <p>←</p>
<p>2. 既存品種の特性評価と有用農業形質の特定（名古屋大学・岡山大学グループ）</p> <p>2-1. 既存品種の特性評価</p> <p>2-2. 既存品種の有用農業形質の特定</p> <p>2-3. 有用農業形質に関する QTL 解析</p>		<p>←</p>	<p>品種の特性評価データ一覧</p> <p>←</p>	<p>有用農業形質の特定</p> <p>←</p>	<p>QTL の検出</p> <p>←</p>	
<p>3. 有用 QTL を導入したケニア向け育種素材の開発（名古屋大学・岡山大学グループ）</p> <p>3-1. 有用 QTL を導入した NIL/RIL の作出</p> <p>3-2. 有用 QTL 導入効果の解明</p> <p>3-3. 有用 QTL を導入した中間母本の作出</p>			<p>NIL/RIL の作出</p> <p>←</p>	<p>QTL 導入効果の解明</p> <p>←</p>	<p>中間母本の作出</p> <p>←</p>	
<p>4. 栽培環境、栽培技術、生育状況の実態解明と技術改善の検討（島根大学・山形大学・名古屋大学グループ）</p> <p>4-1. 栽培環境と栽培管理の実態調査</p> <p>4-2. 栽培技術に関する課題の抽出</p> <p>4-3. 栽培技術改善方策の検討</p> <p>4-4. 栽培技術改善に関する実証試験</p>	<p>栽培環境と栽培管理の実態解明</p> <p>←</p>	<p>栽培技術に関する課題抽出</p> <p>←</p>	<p>技術改善方策の提案</p> <p>←</p>		<p>技術改善の実証</p> <p>←</p>	
<p>5. G×E×M の相互作用の解析（名古屋大学・岡山大学・島根大学・山形大学グループ）</p> <p>5-1. 栽培環境および栽培管理が既存品種の機能発現に及ぼす影響の解析</p> <p>5-2. 栽培環境および栽培管理が有用 QTL 導入系統の機能発現に及ぼす影響の解析</p> <p>5-3. 有用 QTL が有効に機能するための条件の解明</p> <p>5-4. 品種の能力を十分に発現させる栽培技術の開発</p>	<p>←</p>	<p>栽培環境・栽培管理の影響解明</p> <p>←</p>	<p>栽培環境・栽培管理の影響解明</p> <p>←</p>	<p>QTL の機能発現条件の解明</p> <p>←</p>	<p>栽培技術の提案</p> <p>←</p>	

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

現時点では、特にない。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

・プロジェクト全体のねらい

ケニアの稲作は、早ばつ、高地で起こる冷害、土壌の低肥沃度、塩害、いもち病などによって阻害されている。これらの生物的・非生物的ストレスを克服し、稲作の安定化と生産性向上を実現することは、ケニアの農業における最重要課題のひとつである。近年では、ストレス耐性や作物生産性に関わる様々な形質とそれらに關与する量的遺伝子座 (QTL : Quantitative Trait Locus) が明らかにされ、有用な QTL を導入した品種を開発することが技術的に可能となっている。しかし、実際に圃場で発現するストレス耐性や生産性は、品種のもつ遺伝的要因だけでなく、栽培環境と栽培管理による影響を受けて変化する。そこで本研究では、栽培対象地域の環境条件を精査したうえで、遺伝子型×栽培環境×栽培管理の相互作用の解析を通して、その条件下で有効に機能する QTL をテーラーメイドで導入した育種素材および品種の能力を十分に発現させる栽培技術を開発する。

・成果目標の達成状況とインパクト等

ケニア農畜産業研究機構ムエア支所において、イネの交配を大量に行うための施設・設備および特性評価を行うための試験圃場の整備を進め、耐旱性、耐冷性、低肥条件適応性、いもち病抵抗性の評価を現地で行うことが可能な体制が整いつつある。これらの特性評価圃場を利用して、各ストレス耐性・抵抗性を評価するための基準品種の選定を進めた。また、既存品種の特性評価を行い、ストレス耐性に優れケニアの栽培環境に適応した有用育種素材を特定した。さらに、低肥沃度耐性、耐旱性、節水条件適応性および耐塩性に関する形態的特徴および生理的機構の解明を進めるとともに、これまでに明らかにした有用農業形質に関連する QTL について、ファインマッピングにより座乗する染色体領域を絞り込んだ。ケニア向け品種に必要な形質を持つ系統を選抜するための DNA マーカーを開発するとともに、SNP 情報を利用した DNA マーカー検出系 (SNP アレイ) および次世代シーケンサーによる DNA マーカー選抜系の開発を進めた。耐冷性、耐旱性品種、低肥沃度耐性、耐塩性およびいもち病抵抗性品種の作出に向けて、交雑後代系統の世代促進とマーカー選抜を行い、準同質遺伝子系統 (NIL)、組換え自殖系統 (RIL) および染色体断片置換系統 (CSSL) の作成を進めた。さらに、交雑後代系統の耐冷性、耐旱性、低肥沃度耐性およびいもち病抵抗性を評価し、関連 QTL・遺伝子の有用性を確認した。また、栽培環境および栽培管理が有用農業形質の発現に及ぼす影響を評価するための一連の実験を行い、これまでに、耐旱性に関わる有用根系形質の発現は、土壌の乾燥ストレス強度や貫入抵抗性の影響を受けること、および施肥技術によって管理可能であることなどを明らかにした。今後は、開発された NIL、RIL および CSSL を用いて、遺伝子型×栽培環境×栽培管理の相互作用の解析を開始し、品種の能力を十分に発現させる栽培技術の開発を進める予定である。また、ムエア灌漑地区における現地調査の結果から指摘された土壌への Ca や Mg の集積による K 不足の問題を解決するための栽培技術および現地に適した節水栽培技術の開発を進める。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

・研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

各研究チームの研究内容について議論を深め、メンバー間での情報を共有するため、2015年7月3日に名古屋大学において進捗報告会を行った。また、ケニアにおいては、研究の進捗管理および情報共有のため、ケニア側と日本側を含むプロジェクト関係者による定例会議を毎週行った。定例会議においては、セミナー形式で実験結果の報告・検討や論文紹介を行った。2015年4月22日には、KALRO ムエア支所において、研究公開セミナー「Scientific Seminar on Rice」を行い、プロジェクト参加研究者と地域の稲作関係者に研究進捗状況を報告した。さらに、2015年11月23～24日に中間レビュー協議会を開催し、本プロジェクト関係者間で中間レビューの調査結果について検討した。

平成27年度は、6名の日本人大学院生(修士課程5名、博士課程1名)がケニアにおける栽培試験や現地調査に参加した。本プロジェクトによって途上国における栽培試験や現地調査の経験を得たこれらの大学院生には、国際舞台での活躍が期待される。なお、ケニアに長期滞在して研究し、平成27年度に博士(農学)を取得した1名は、平成28年からも研究員として本プロジェクトに引き続き参加している。また、名古屋大学、岡山大学および島根大学で受け入れたケニア人留学生(日本政府奨学金大使館推薦2名、日本政府奨学金 SATREPS 枠2名および国際協力機構 ABE イニシアティブ2名)6名が本プロジェクトに参加した。このうち1名は博士課程後期課程を修了し、博士(農学)を授与された。ケニア人留学生は、日本で先進的な研究技術を習得するとともに日本流の研究への取り組み方を身につけ、帰国後も稲作研究に従事し、日本との架け橋として活躍することが期待されている。

本プロジェクトでは、ケニアの大学と連携し、若手イネ研究者の育成に取り組んでいる。平成27年度現在、本プロジェクトのカウンターパートである KALRO の研究員4名がケニヤッタ大学およびナイロビ大学の大学院修士課程に在学中である。この他、3名のケニア人大学院生(修士課程)を受け入れ、KALRO ムエア支所において研究指導を行っている。

(2) 研究題目1「コメ生産向上のための育種素材と栽培技術の開発」

名古屋大学グループ

①研究題目1の研究のねらい

遺伝子型×栽培環境×栽培管理の相互作用の解析を通じて、有用 QTL をテーラーメイドで導入した中間母本を作出するとともに、品種の能力を十分に発現させる栽培技術を開発する。

②研究題目1の研究実施方法

既存品種および染色体断片置換系統などを用いて、耐冷性、低肥料条件適応性、耐塩性、その他農業形質の評価を進めるとともに、ストレス耐性に関わる生理機構の解明を進めた。また、これまでに特定した有用農業形質に関する QTL 解析を行った。多収性、耐冷性、いもち病抵抗性、耐旱性、耐塩性、低肥料条件適応性などに関わる有用形質関連 QTL を持つ品種を用いて、交配と世代促進を行い、NIL および RIL の作出を進めた。また、これまでに開発した SNP 情報を用いた DNA マーカー検出系(SNP アレイ)を利用して有用 QTL の検出を進めるとともに、次世代シーケンサーを用いた DNA マーカー検出系を本格的に導入し、運用を開始した。施肥条件が耐旱性に関する根系機能の発現に及ぼす影響やイネ品種の生産性と土壌条件および水条件との関係について検討した。

【平成27年度実施報告書】【160531】

③研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

1) 既存品種の特性評価と有用農業形質の特定

1-1 耐冷性

1-1-1 品種評価

耐冷性試験の基準品種の選抜を進めるため、既存の 106 品種を 2015 年 5 月から 6 月にかけて、異なる 3 回の移植日を設けて栽培した（それぞれ set 1, 2, 3 とする）。出穂日は品種によって異なったが、全ての品種の出穂前 30 日間の日最低気温の平均値はいずれの set でも 15.5~17.5°C の範囲であり、生殖成長期間に低温ストレスをかけることができた。ケニアの主力品種である Basmati370、Basmati217、BW196 および IR2793-80-1 の登熟歩合は 3 set の平均で、それぞれ、2.1、1.9、7.6% および 30.0 であり、前年度までの結果と同様に耐冷性が低いことを確認した。各品種の到穂日数は、それぞれ、81~85、81~84、105~121、91~108 日であった。Basmati370 や Basmati217 と近い到穂日数(80 日程度)を持ち、登熟歩合が 70% 程度とやや高い品種は、T65、Ant28、Takasagomochi であった。Hananomai、LTH、Guaramani、Miyanishiki、Todorokiwase および Reimei の登熟歩合は 3 set の平均で 77.8~86.1% であり、低温による登熟の低下は見られなかった。これら 6 品種の到穂日数は、それぞれ、64~68、57~70、72~76、62~64、59~74 および 69~70 日であり、ケニアの主力品種より短かった。到穂日数が 100 日を超える晩生品種で、耐冷性を示す品種は選抜できなかつた。以上の結果から、ケニアの主力品種を低耐冷性の基準品種として、T65 や Hananomai などの 9 品種を異なる到穂日数を持つ高耐冷性の基準品種として利用できると考えられた。晩生かつ耐冷性が高い基準品種の選抜は継続する必要がある。また、NERICA 品種と親品種を比較した場合、品種間差が認められ、WAB56-104（登熟歩合 60% 程度）が前年度に引き続き高い耐冷性を示した。また、NERICA6、NERICA15、NERICA16、WAB181-18 は登熟歩合が 11.5% 以下であり、前年度と同様に耐冷性が弱いと判断された。このように、NERICA 品種と親品種の耐冷性の変異が再現性を持って確認されたことから、これらの品種群も耐冷性試験の基準品種として利用できるものと考えられる。NERICA 品種と親品種の到穂日数はすべて、Basmati370 や Basmati217 と同程度かそれらより短かった。

1-1-2 QTL 解析

はなの舞/WAB56-104 の交雑後代を用い、第 8 染色体と第 10 染色体上に耐冷性に関わる QTL を検出済みである。前者の LOD 値、寄与率、相加効果は、5.1、30%、8.7 であり、また後者は 9.8、33%、10.5 と比較的大きく、育種利用が期待される。また、H26 年度までに耐冷性の評価を行った F2 集団（耐冷性品種（LTH、Silewah、ASU）×Basmati370 の交雑に由来する 3 集団）に関して、QTL 解析を行った。F2 集団各個体の遺伝子型の決定には、次世代シーケンサーを用いた手法（Genotyping by Sequencing、GBS）（Poland et al. 2012, PLoS ONE 7: e32253）を導入し利用した。その結果、ASU 由来の耐冷性 QTL を染色体 6 に、Silewah 由来の耐冷性 QTL を染色体 1 に、Basmati370 由来の耐冷性 QTL を染色体 12 に検出した。これらの QTL は、ケニアにおけるイネ耐冷性の改善に有用である。一方、LTH×Basmati370 の交雑 F2 集団では低温処理の影響が見られなかった。また、平成 27 年度には、これらの材料の後代を用い、より強度の低温ストレスを与えたが、出穂に到らない個体が多く、耐冷性の評価はできなかつた。

1-2 耐旱性

1-2-1 根系形質の解明

これまでの研究で異なる耐旱性関連根系形質を持つ NERICA1 と NERICA4 の交雑後代系統を用いて、土壌水分変動条件下で育成させたところ、NERICA1 と NERICA4 よりも有意に総根長が大きく、その結果地上部乾物生産ならびに収量も優れた系統があることがわかった。

1-2-2 QTL 解析

乾燥回避に寄与する有用根系形質を有する KDML105 と日本晴の交雑後代を用い、約 2,400 個の SNP マーカーによる遺伝子型に基づき当該 QTL の検出を試みた。その結果、第 5 および第 12 染色体上に節根長や側根長、総根長に関わる QTL を認めた。特に後者は他の品種を用いた解析によりその有望性が確認されており、今後の育種利用性が期待される。

1-3 節水栽培適応性

節水栽培条件下では、土壌の窒素形態がアンモニア態から硝酸態に変化する。節水栽培条件への適応性を評価するため、硝酸態窒素条件下における生育に優れると報告されている IR24、アンモニウム態窒素条件に対する適応性が高いと報告されているコシヒカリおよびケニアにおける主力品種 Basmati370 の 3 品種を供試し、アンモニウム態窒素あるいは硝酸態窒素で構成された 2 種類の水耕液を用いて、窒素形態の違いが生育に及ぼす影響を調査した。その結果、すべての品種において、硝酸態窒素条件による生育の低下が認められた。

次に、土壌の好気化に伴う窒素形態の変化が上記 3 品種の生育および収量に及ぼす影響を調査した。土壌の水ポテンシャルを $-5\sim 0$ kPa で維持した好気区における土壌溶液中の硝酸態窒素濃度は、生育期間中を通して、湛水区よりも高く推移した。IR24 とコシヒカリの生育および収量には、水管理条件の影響は認められなかった。一方、Basmati370 の SPAD 値（葉緑素含有量を示す値）、茎葉部乾物重および収量には、土壌の好気化によって低下する傾向が認められた。これらのことから、好気的な土壌に対する適応性には品種間差異があり、Basmati370 は好気的な土壌への適応性が低いものと考えられた。

さらに、陸稲 2 品種と水稲 2 品種を節水栽培技術のひとつである間断灌漑条件（軽度の土壌乾燥と湛水の繰り返し）と常時湛水条件下で栽培し、その生育および収量反応を比較した。間断灌漑により、水稲品種では穂数が減少したため収量は低下したが、陸稲品種では、むしろ収量が増加する傾向にあった。また、気孔コンダクタンスは、水稲と陸稲に関わらず、間断灌漑により低下する傾向にあったが、有意差は認められなかった。したがって、植物が受けた水ストレスは大きくなかったものと考えられる。一方、土壌 pH は、常時湛水区では、移植時の 4 から収穫時には 6 まで上昇したが、間断灌漑区では生育期間を通して 4.6 以下で推移した。イネの生育に適した土壌 pH は 5.5~6.5 とされており、土壌の低 pH が間断灌漑区の水稲で認められた収量低下に関係していた可能性がある。

1-4 耐塩性

前年度見出したバイパスフロー割合が小さく幼苗期に耐塩性を示す新奇耐塩性 3 品種について、塩水灌漑圃場を用いて分げつ期から生殖成長期における塩害の影響を調べた結果、3 品種は分げつ期および生殖成長期においても塩害による収量の減少が少なく、優れた耐塩性を示すことを明らかにした。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

1-5 低肥条件適応性

平成 27 年度は、Mwea 地区の主力水稻品種である Basmati370 と BW196 を含む 8 品種を、水田と灌漑陸稲畑において、慣行施肥および無施肥条件で 2 回の栽培を行った。無施肥水田条件では、2 回の試験を通して、全ての品種の収量は 110 g m^{-2} 以下となり品種間差は認められなかった。無施肥陸稲畑条件での 2 回目の試験では全ての品種で 182 g m^{-2} 以下の収量となり、品種間差は認められなかった。無施肥陸稲畑条件での 1 回目の試験では、Basmati370、BW196、MWUR1 が他品種より有意に高い収量を示したが、晩成品種が冷涼期の影響を受けたこと、および複数の品種で紋枯れ病が発生したことが理由と考えられた。以上より、主力品種である Basmati370 や BW196 および本試験で用いたケニア在来品種は、おしなべて低肥条件適応性が低いものと考えられた。

1-6 その他有用農業形質

NERICA の親系統 WAB181-18 からこれまでに検出した、一次枝梗数増加に関する QTL のファインマッピングを行い、候補領域を絞り込んだ。また、コシヒカリ×NERICA7 の F_2 集団を用いて QTL 解析を行い、初期生育に関わる幼苗 葉形質に関する QTL を見出した。

2) 有用 QTL を導入したケニア向け育種素材の開発

2-1 育種材料の開発

2-1-1 耐冷性

はなの舞/WAB56-104 間において検出された二つの QTL について、ケニアのキロゴ圃場にて栽培試験を行い評価した。その結果、二つの QTL を持つ系統は持たない系統に比べ種子稔性が 14.1% 向上する結果が得られ、これらの有用性が確認された。

平成 27 年度においては QTL 解析に利用した Basmati 関連の材料に関して、別途通常条件下で世代促進を行い、より固定が進んだ材料 (F5 および F4 種子) を得た。これらの材料には、育種素材として有用な系統が含まれる可能性が高いため、日本だけでなく、ケニアに材料を移し、現地での形質評価を計画している。また、ケニアで同じ交雑に由来する材料の育成を進めており、選抜を行った。次世代シーケンサーを用いた DNA マーカー検出系 (Genotyping by Sequencing, GBS) の導入により、遺伝子型の決定が大幅に効率化されたため、今後はこれらの材料の遺伝子型決定を進め、 $G \times E \times M$ 解析に活用可能である。また、これらとは別に、耐冷性系統 (コシヒカリ、LTH、ASU、Silewah) をランダムに交雑して得た材料から平成 27 年度に設定した強度の低温ストレス下で稔性を示す個体を得た。平成 28 年度以降、その固定化と評価を継続し、耐冷性の改善に有用な中間母本として育成を進める。また、耐冷性品種 Silewah に Basmati370 由来の香り遺伝子 BADH2 および長粒遺伝子 OsSPL16 を導入した材料をケニアに送付した。

2-1-2 耐旱性

イネ品種「金南風」由来の K7-34 系統は、第 1 染色体上に根系発育を促進させる遺伝子座を有することを認めた。本遺伝子座をネリカの親品種の 1 つである WAB56-104 に導入し、交雑後代系統を用いて日本国内、およびケニアのキロゴ圃場にて評価した。その結果、本遺伝子座は軽微な乾燥下での吸水能力の向上を通して、地上部成長の維持に貢献することが確認された。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

乾燥ストレスに強いとされる Azucena、IRAT109、Kinandang Patong に、シンク能関連遺伝子である Gnl1a や WFP 遺伝子を導入した系統およびいもち病抵抗性遺伝子 *pi21* を導入した系統 (BC3F3-BC3F5 世代) をケニアに送付した。これらの材料は、ムエアでの主力である Basmati370 とは遺伝的背景が異なるが、今後、ストレス抵抗性および収量性やいもち病抵抗性を同時に改善する際の間接母本として有用であるかどうかを現地試験によって明らかにする。

2-1-3 いもち病抵抗性

ムエアでの主力品種である Basmati370 や NERICA1 に、いもち病圃場抵抗性遺伝子 *pi21* を導入した系統 (BC3F3-BC4F3) をケニアに送付した。*pi21* の供与親である戦捷はムエアはいもち病圃場抵抗性試験圃場で抵抗性を示しており、これらの材料では、反復親に比べ、いもち病抵抗性が改善していると期待される。今後、これらの材料のいもち病抵抗性の評価をケニア現地で実施する。

2-2 DNA マーカーの開発

平成 26 年度までに Affymetrix 社製の 44k SNP ジーンチップやイルミナ社の SNP 検出プラットフォーム (BeadXpress) を利用した SNP マーカー開発を進めてきた (Kurokawa et al. 2015)。これにより、KDML105 と日本晴間の SNP を検出し、約 2,400 個のマーカーを開発した。しかし、BeadXpress の実験系はメーカーによるサポートやコスト面で継続性が期待できないことから、次世代シーケンサーを用いた DNA マーカー検出系 (Genotyping by Sequencing, GBS) (Poland et al. 2012, PLoS ONE 7: e32253) を本格的に導入し、運用を開始した。材料育成だけでなく、本プロジェクトにおける各種の遺伝解析に幅広く応用している。事前の塩基配列情報が不要であり、かつ 2000 マーカー以上の遺伝子型情報が安定して得られ、GBS は非常に汎用性のある手法であることが明らかとなった。今後は育種材料の DNA マーカー選抜も含め、幅広く活用できる技術として確立した。ケニアでの DNA 実験も開始したため、今後、ケニアのイネ遺伝解析・育種において DNA 関連の実験を効率的に行える基盤となり得る。

2-3 SNP 情報の収集と利用

上記項目 2-2 のように、次世代シーケンサーによる遺伝子の検出法 (GBS) を導入したため、事前の SNP 情報は DNA マーカー検出には必ずしも必須ではなくなった。本プロジェクトにおける SNP マーカー情報は今後、GBS により取得することとした。

3) G×E×M の相互作用の解析

3-1 耐旱性に関わる根系形質

前年度明らかにした、KDML 105 の持つ根の分枝能力に関わる発育的可塑性に関わる QTL について、異なる乾燥ストレス強度から湛水条件への反応性を調べた結果、土壌乾燥ストレスが強すぎると、湛水条件にしたときに、KDML105 が持つ発育的可塑性が発揮されないことがわかり、このことを踏まえた水管理が必要とされる。また、水供給位置の違いが地上部生育ならびに根系構造に与える影響には、品種間差異がみられ、その差異は地上部よりも根系で顕著であった。

リン酸施肥量が NERICA 品種の深根性に関する根の可塑性に及ぼす影響を明らかにしようとした。深根性を評価するため、高さ 65 cm、直径 16 cm のポットを用いて、リン酸施肥量を 3 段階に設定し、乾

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

乾燥ストレスに対する根および地上部の生育反応を比較した。対照区として設けた飽水区においては、リン酸施肥量に関わらず、NERICA 1 と NERICA 4 の気孔コンダクタンスおよび地上部乾物重は同程度であった。一方、乾燥ストレス区においては、リン酸施肥量が十分な場合、NERICA 4 の気孔コンダクタンスおよび地上部乾物重は NERICA 1 よりも高かった。また、リン酸施肥量が十分であれば、乾燥ストレス区の深土層（40～60 cm）における根の生育は、NERICA 4 の方が NERICA 1 よりも大きく、NERICA 4 は深根性に関する可塑性が高いことが確認された。しかし、リン酸欠乏条件においては、NERICA 4 の深根性に関する可塑性は発現されなかった。以上より、深根性に関する根の可塑性を発揮させるためには、十分なリン酸施用が必要であることが示された。

4) 栽培技術の開発と評価

4-1 低土壌水分条件下における肥培管理

前年度までの研究により、幼穂形成期の施肥が収量および収量構成要素に及ぼす影響は品種によって異なり、その品種間差異は、飽水条件よりも低土壌水分条件下において大きいことが明らかとなった。また、この品種間差異は、主に品種の特性である草型や生理形質の違いに起因するものと考えられた。NERICA1 のような 1 穂粒数が多く、葉の老化が早期に始まる品種では、幼穂形成期に施肥を行うことで、1 穂粒数の増加によるシンクサイズの拡大と登熟後期の乾物生産量の増加による穂への移行炭水化物量の増加により、収量は向上した。そこで、ケニアの灌漑畑条件下において、NERICA1 を供試し、生育前半に重点的に施肥を行う現地の慣行施肥法と生育後期に重点的に施肥を行う後期施肥法について比較試験を行った。その結果、後期施肥法は、慣行施肥法よりも高い生産性を確保できることを確認した。これらのことから、低土壌水分条件下における NERICA1 への幼穂形成期の施肥や後期施肥法は、生産性を向上させるのに有効な栽培方法であることが明らかとなった。

4-2 異なる土壌条件下における水管理

NERICA の栽培地域はケニア国内に点在しており、その土壌は地域によって異なる。旱ばつ時にイネが受ける水ストレスは、土壌の保水性によって大きく影響を受けるが、それらは土壌タイプによって異なる。しがたって、降水量不足が同程度であっても実際にイネが受ける水ストレスの程度は土壌タイプによって異なると考えられる。そこで、ケニアにおいて、異なる土壌条件下における灌水制限が NERICA1 の生産性に及ぼす影響を調査した。その結果、異なる土壌が生育および収量に及ぼす影響は、十分な灌水を行った飽水区よりも、灌漑制限区において大きかった。灌漑制限区において見られた生育および収量の土壌による違いは、植物に対する土壌の水分供給能力の違いに起因する水ストレスや土壌体積含水率の低下に伴う根系発達の抑制程度といった土壌の物理性の差異に起因することが明らかとなり、節水栽培を行う際には、各土壌に適した水管理方法が重要であることが示された。

4-3 エアロビク・ライス法

2014 年から 2015 年にかけて、節水と多収の両立を目指したエアロビク・ライス法（極限まで節水を追求した灌漑畑稲作）を用いた栽培試験を 3 回行った。エアロビク条件で栽培した IRAT109 の収量は、慣行水田栽培と比較して常に高く、2014 年には 10 t ha^{-1} を超える収量を達成した。品種・環境にもよるが、エアロビク・ライス法は、ケニアにおける多収達成に有効な技術であることを確認した。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

4-4 SRI 農法

前年度に引き続き、ケニアで普及が進められている SRI 農法 (System of Rice Intensification) が持つとされている節水効果と増収効果の検証を行った。SRI 農法とは、①乳苗 (播種後 14 日以内) 植え、②、1 本植え、③ 疎植 (25-30cm 間隔)、④間断灌漑 (栄養成長期)、⑤堆肥施用によって特徴付けられる栽培技術である。平成 26 年度の栽培試験では、同農法に含まれる栽培技術である広い移植間隔、1 株 1 本移植、中苗移植および堆肥施用を組み合わせると、慣行栽培と比較して、Basmati370 の収量が向上することを観察した。しかし、平成 27 年度の試験では再現性を確認することができなかった。

④研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

平成 27 年度は、教員 1 名が 5 ヶ月間、研究員 1 名が 10 ヶ月間ケニアに滞在するとともに、教員 4 名が延べ 6 回の短期出張を行い、栽培試験手法、品種特性評価手法、データ分析手法などに関する技術移転を行った。カウンターパート 1 名を文部科学省国費留学生 (SATREPS 枠) として大学院博士課程後期課程に受入れ、研究指導を行った。また、KALRO ムエア支所において、ケニアの大学院生 (大学院修士課程) 7 名の研究指導を行った。

⑤研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

現時点では、特になし。

(3) 研究題目 2 「低肥条件適応育種素材の開発」

岡山大学グループ

①研究題目 2 の研究のねらい

ケニア向け低肥条件適応品種の中間母本を作出するとともに、品種の能力を十分に発現させる栽培技術を開発する。

②研究題目 2 の研究実施方法

Oryza longistaminata Chev. et Roehr. の有する旺盛な生育性を遺伝子再編により *Oryza sativa* L. に導入し、少肥条件に適応する育種素材を開発することを目的に、*Oryza longistaminata* と Taichung 65 との交雑後代から選抜・育成した低肥料条件適応系統のケニアでの低肥料条件下での生育反応性を検討した。また、選抜系統における低肥料条件適応性の利用のために、選抜した系統とケニアでの嗜好性が高い Basmati イネとの交雑 F2 における生育旺盛性関連形質に関する QTL 解析を行った。低肥料条件適応性遺伝子の特定にあたり、選抜系統と日本イネ、農林 18 号との交雑後代の RI (Recombinant Inbred) 化を進めるとともに、低肥料条件適応性遺伝子の解析を進めた。さらに、低肥料条件適応性のある遺伝資源探索のため、岡山大学資源植物科学研究所が所有する系統についてケニアの低肥料条件化での適応性を調べ、有望系統の選抜を行った。

③研究題目 2 の当初の計画 (全体計画) に対する成果目標の達成状況とインパクト

Oryza longistaminata と日本型イネ「台中 65 号 (T-65)」との交雑後代である低肥適応型 (Low-Input Adaptable; LIA と略称) イネの低肥沃土壌適応性に係わる QTL をいくつかの導入された染色体領域に特

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

定し、これらが *O. longistaminata* に由来することを明らかにできた。さらに解析を進め、第 1 と 8 染色体末端に穂を大きくする重要な QTL が存在していることが判明した。そこで、コシヒカリに第 1 と 8 染色体に認められた QTL を導入した準同質型系統を育成し、この QTL を明らかにする予定である。また、LIA と農林 18 号を交雑し育成した RILs (Recombinant Inbred Lines) を作成し、RAD-Seq を行い、この材料を用い、低肥条件と肥料条件下での各種形質を比較し、低肥条件下で必要となる QTL を明らかにする予定である。さらに、ケニアで嗜好性の高いバスマティの低収量性を改良するために、LIA の低肥適応性を導入すべく、LIA の染色体領域を導入した LCSILs (longistaminata chromosome segment introduced lines) についての形質評価を行う予定である。

これまでの実験により、ケニアでの稲作は出穂性が一つの重要なポイントと考えられ、また、T-65 が低肥料条件で比較的良好な生育条件を示したことから、バスマティイネに T-65 の出穂性を導入した NIL を作成した。また、同時に、T-65 にバスマティの香り米遺伝子を導入した NIL も作成して、これらの系統の形質評価も行う予定である。また、低収性のバスマティ改善のために、AP01 や TAW1 を導入したバスマティの NIL も育成し、今後、収量性等も評価する予定である。

④研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

担当教員 1 名がケニアに出張した際、カウンターパート研究者に低肥沃土壌適応性の評価手法に関する技術移転を行った。

⑤研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

岡山大学が保有する日本型 T-65 とインド型 I-102 がケニアの少肥条件において比較的良好な生育を示すことが判明し、今後、これらの材料を交配に用いて育成した RI 系統を供試し、重要な QTL の特定を進めることとなった。

(4) 研究題目 3 「栽培環境、栽培技術、生育状況の実態解明と土壌環境改善技術の検討」

島根大学グループ

①研究題目 3 の研究のねらい

ムエア灌漑地区におけるイネの栽培環境と栽培管理の実態を解明し、栽培技術に関する課題を抽出するとともに、土壌条件に関する課題を解決するための栽培技術について検討する。

②研究題目 3 の研究実施方法

ムエア灌漑地区および周辺の新規水田開発地区において農民への聴き取り調査と土壌サンプリングによる網羅的な圃場調査を継続した。土壌試料は日本に輸入し、理化学分析を行った。そしてこの調査・分析の結果より養分欠乏の可能性が示された K と Zn の施用効果を検証するためのポット栽培試験を開始した。さらに、ムエア地区以外のケニア国内の他の主要な灌漑稲作地であるケニア西部の Ahero および West Kano 灌漑地区の圃場調査と土壌サンプリングを行い、日本に輸入した土壌試料の分析を開始した。

③研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

ムエア灌漑地区の調査と土壌試料の理化学分析の結果、ムエア灌漑地区での土壌養分環境の問題を明らかにし、現在その解決方法について検証試験を開始しており、年度の目標を達成できている。この検証試験終了後、圃場レベルでの試験を平成 28 年度に開始する予定であり、この段階で現地農家への成果の還元を開始することができると考えている。また、2015 年 12 月にケニア西部有数の灌漑稲作地帯である Ahero および West Kano 灌漑地区において土壌試料のサンプリングを行なった。現在、日本に輸入した土壌試料の理化学分析を行なっている。

④研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

2014 年 10 月より、文部科学省国費留学生（SATREPS 枠）として KALRO 研究員 1 名を博士課程学生として受け入れて研究指導を行っている。この学生を同行させて教員 1 名が現地調査を行い、土壌調査手法に関する技術移転を行った。また、修士日本人学生 1 名が青年海外協力隊員として本プロジェクトに参加し、現地調査・試験に携わり国際研究協力の経験を積んでいる。

⑤研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

ムエア地区以外のケニア国内の他の主要な灌漑稲作地であるケニア西部の Ahero および West Kano 灌漑地区の調査を行い、本プロジェクトのインパクトをケニア国内の他の主要稲作地域にも広めることを開始した。

(5) 研究題目 4 「栽培環境、栽培技術、生育状況の実態解明と節水栽培技術の検討」

山形大学グループ

①研究題目 4 の研究のねらい

ムエア灌漑地区におけるイネの栽培環境と栽培管理の実態を解明し、栽培技術に関する課題を抽出するとともに、水条件に関する課題を解決するための栽培技術について検討する。

②研究題目 4 の研究実施方法

2013 年 12 月と 2014 年 12 月にムエア灌漑地区および周辺の新規水田開発地区において、収穫期のイネのサンプリング調査を行うとともに地下水、表面水、排水の pH、EC の測定を行った。今年度は、前年度にサンプリングしたイネの収量および収量構成要素を KALRO ムエアにおいて調査し、得られた結果を解析した。さらに、水条件に関する課題を解決するための試験を KARLO 圃場において 2 作実施した。また、栽培試験から得られた植物サンプルを分析のため日本に輸入した。

③研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

ムエア灌漑地区および周辺の新規水田開発地区において調査した圃場の排水の pH および EC とイネ収量の関係を検討した結果、pH および EC とイネ収量の間には負の相関が認められた。この結果より、土壌の塩類濃度の高まりがイネの収量を抑制している可能性が示唆された。研究題目 3 の結果と考えあわせると、特定の塩類（Ca や Mg などの）濃度の高まりによって土壌塩類のバランスが崩れ、イネ収量が抑制されるような圃場があると考えられる。KALRO 圃場において行った試験の結果から、耕起・代かき方

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

法の改良により作土下に不透水層を形成することで、漏水を防ぐことが重要であることがわかった。

④研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

教員 1 名がケニアに出張した際、カウンターパート研究者と共同で坪刈りによるイネのサンプリング調査を行い、サンプリング手法に関する技術移転を行った。

⑤研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

日本の稲作では基本技術である代かきが、現地では実施されていなかったことで、試験圃場が漏水田となり、1 作目の圃場試験は当初計画した処理が設定できなかった。2 作目の圃場試験で代かきの効果が認められたことから、今後は代かきによる節水効果を検討し、節水栽培技術の開発に役立てる予定である。

(6) 研究題目 5 「ケニアにおけるイネ育種および品種評価システムの開発」

KALRO グループ

①研究題目 5 の研究のねらい

早ばつ、冷害、土壌の低肥沃度、いもち病、塩害などを克服するケニア向けイネ品種を開発するための育種システムを構築する。

②研究題目 5 の研究実施方法

平成 26 年度に引き続き、ケニア農畜産業研究機構ムエア支所で品種改良を行うための施設、機材および圃場の整備を進めた。また、これまでに作出した育種材料の世代促進を進めつつ、ケニアにおいて植物の育成や種子保存を行うための研究環境の整備を進めた。さらに、これまでに整備した耐冷性、耐旱性、節水栽培適応性、低肥沃土壌適応性およびいもち病抵抗性を評価するための検定圃場を利用して既存イネ品種の特性評価を行い、ケニアで各ストレス耐性・抵抗性を評価するための基準品種の選定を進めた。

③研究題目 5 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

平成 26 年度に引き続き、耐冷性、耐旱性、低肥沃度耐性、いもち病抵抗性に関する評価システムの開発を進めた。また、耐塩性評価を行うための栽培システムの整備を開始した。

1) 評価システムの開発および品種評価

NERICA およびケニア品種の耐冷性評価を行った。前年度の結果と同様、NERICA1、NERICA7、NERICA8 の耐冷性は高く、NERICA6、NERICA15、NERICA16 および NERICA17 の耐冷性は低かった。また、ケニアの主力品種である Basmati370、Basmati217、BW196 および IR2793-80-1 は、いずれも耐冷性が弱いことが確認された。これらの品種は、ケニアにおける耐冷性評価のための基準品種として利用可能である。

KALRO ムエア支所の試験圃場に整備した低肥沃圃場において、既存イネ品種の低肥土壌適応性を評価するための栽培試験を実施した。低肥条件が生育、収量および収量構成要素に及ぼす影響については、現在解析中である。

国際稲研究所 (IRRI) と国際農林水産業研究センター (JIRCAS) が共同で育成し、23 種のいもち病抵
【平成 27 年度実施報告書】【160531】

抗性遺伝子を個々に有する判別品種群 (Tsunematsu et al. 2000) を KALRO ムエアに整備したいもち病評価用圃場で栽培し、発病程度を評価した。前年度と同様の結果が得られ、同地域のいもち病菌レースは、いもち病抵抗性遺伝子 *Pib*、*Pia*、*Pii*、*Pi5(t)*、*Pik-s*、*Pik-m*、*Pi1*、*Pik-h*、*Pik*、*Pik-p*、*Pi7(t)*、*Pi19(t)*、*Pi20(t)* および *Pi12(t)* を侵すことが明らかとなった。また、同圃場においては、ケニアの主力品種である Basmati370、Basmati217 および ITA310 は、いもち病に感受性であった。一方、BW196 および IR2793-80-1 には、いもち病の感染は認められなかった。

2) 有望系統の育成

ケニアの主力品種と耐冷性品種、いもち病抵抗性品種、耐旱性、多収性品種などの交配を行うとともに、以前交配した後代系統を F5 まで世代促進を進めた。また、Basmati370 といもち病抵抗性品種を交配した F4 系統をいもち病抵抗性検定圃場で評価し、有望系統を選抜した。また、国際稲研究所 (IRRI) および国際熱帯農業研究所 (IITA) およびアフリカ稲センターから導入した耐旱性および耐塩性系統群を圃場条件で評価し、有望系統を選抜した。

3) 栽培技術の開発

昨年度に引き続き、ケニアの稲作地域 4 ヶ所の土壌 (黒綿土、赤色粘土、火山灰土および砂質粘土) を使い、灌水制限がイネの生育および収量に及ぼす影響を調査した。前年度の結果と同様、黒綿土は、保水力が高いものの、乾燥すると硬くなりやすいこと、砂質粘土は、土壌水ポテンシャルが維持されやすかった。イネの生育、収量、収量構成要素に関するデータについては、現在解析中である。

Mwea 地区の主力水稲品種である Basmati370 および BW196 を用いて、窒素多肥による増収効果を調査する試験を複数回実施した。両品種について、慣行の施肥タイミングに従った場合、窒素施肥量を増加するとバイオマスは増加するが収量は向上しないことを確認した。窒素施肥量は植物のストレス耐性・抵抗性に影響を及ぼすと考えられるため、上述の結果は今後の品種評価試験の際に重要な知見となる。

④研究題目 5 のカウンターパートへの技術移転の状況

日本から派遣された研究者と協働することにより、各種機器を利用した測定・分析手法、稲作技術、育種技術がケニア人研究者に移転された。

⑤研究題目 5 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

現時点では、特にない。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し (公開)

すでに KALRO ムエア支所において、イネの耐冷性、耐旱性、低肥沃度耐性、いもち病抵抗性を評価することが可能となっており、交雑後代系統の評価選抜を行っている。今後は、各形質に関する評価基準品種の選抜をさらに進めるとともに、ケニア用の育種・品種評価マニュアルを整備する予定である。

日本とケニアにおける栽培試験を通して、ストレス耐性に優れケニアの栽培環境に適応した品種を絞り込み、低肥沃度耐性、耐旱性、節水条件適応性および耐塩性に関する生理的機構の解明を進めている。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

今後も引き続きストレス耐性に関する生理機構の解明と有用農業形質に関する QTL 解析を進め、今後の品種改良のための情報として整理する。

有用 QTL を導入したケニア向け育種素材の開発は概ね順調に進んでいる。平成 27 年度には、KALRO ムエアのいもち病抵抗性検定圃場において、いもち病抵抗性の交雑後代系統を選抜した。今後、ケニア向け品種の中間母本の作出に向けて、交雑後代系統の特性評価や現地適応性評価をさらに進める予定である。また、平成 27 年度までに、ケニア向けの有用な遺伝子/QTL を導入した準同質遺伝子系統 (NIL) 4 系統、組換え自殖系統 (RIL) 1 系統、染色体断片置換系統 (CSSL) 1 系統を作成した。今後、NIL、RIL および CSSL の開発をさらに進め、G×E×M の相互作用の解析に供試する予定である。

耐旱性、節水条件適応性および低肥沃度耐性について、既存品種や有用 QTL を導入した育種材料を用いて、ストレス耐性に関わる機能発現に必要な栽培条件の解明を計画通り進めている。今後は、本プロジェクトで開発している NIL、RIL、CSSL など用いた遺伝子型×栽培環境×栽培管理の相互作用の解析を開始し、品種の能力を十分に発現させる栽培技術の開発を進め、品種の能力を十分に発現させる栽培技術の開発を目指す。

ムエア灌漑地区における現地調査の結果、土壌への Ca や Mg の集積による K 不足と土壌塩類濃度の増加による収量低下の可能性が指摘された。また、ムエアの土壌には亜鉛が不足していることが土壌調査の結果明らかになった。さらに、代かきによる硬盤層の形成が節水に役立つことが示唆された。平成 27 年度には、これらの問題を検証するための栽培試験を開始した。今後、現地調査と栽培試験を継続し、技術改善方策を提案する予定である。

以上の通り、本プロジェクトは概ね計画通りに進んでおり、プロジェクト目標である「ケニア向けイネ品種の育成と栽培技術開発のための基盤が構築される」は、十分に達成可能であると考えられる。ケニア向け中間母本の開発については、いもち病抵抗性および耐冷性の有望系統が出来つつあり、新品種の開発も可能と見込まれる。

育種および栽培技術開発の基盤の持続性を確保するためには、それを有効に活用できる研究者の育成が重要であり、本プロジェクトでは、共同研究を通じた人材育成に取り組んでいる。平成 27 年度は、本プロジェクトに参加するケニア人 1 名と日本人 1 名が博士（農学）を取得した。博士号を取得した 2 名は、平成 28 年度以降も研究員として本プロジェクトに参加し、研究を継続している。また、日本人 4 名が修士号を取得し、うち 1 名は博士課程後期課程に進学した。以上の通り、日本側、ケニア側双方の人材育成は、順調に進んでいる。

イネ新品種の登録に当たっては、ケニア植物検疫所 (KEPHIS) の協力が必要であるため、プロジェクト・ステアリング・コミッティに KEPHIS の代表者を加え、情報共有を進めるとともに、協力体制の構築に努めている。また、上位目標「育成品種と栽培技術を活用した稲作生産性向上方策が圃場レベルで実証される」の達成に向けて、イネ新品種や栽培技術の普及で協力が必要な農業省や国家灌漑公社ムエア灌漑農業開発センター (NIB-MIAD) との連携強化に努めている。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など (公開)

(1) プロジェクト全体

- ・プロジェクト全体の現状と課題、相手国側研究機関の状況と問題点、プロジェクト関連分野の現状と
【平成 27 年度実施報告書】【160531】

課題。

ケニアでは十分な能力と実績を持つイネ研究者が不足している。国際共同研究を通して研究人材の育成を図り、研究実施体制を強化していくことが重要である。本プロジェクトでは、現在、11名のケニア人大学院生（修士課程7名、博士課程4名）の学位研究に協力している。しかし、若手研究員は不足しており、研究員の新規採用が必要である。

本プロジェクトの実施拠点である KALRO ムエア支所の研究施設・設備は、プロジェクト開始当初、きわめて不十分な状態であった。これまで、研究圃場の整備や研究室の改修を行いながら、研究を続けてきた。平成 27 年度、KALRO 電力量が増強されたため、研究機材を問題なく稼働させることが可能となった。ただし、停電がしばしば起こるため、バックアップジェネレーターの設置が必要である。水道については、設置が遅れており、衛生的に問題の無い水は供給されていない。このため、植物や土壌サンプルの化学分析や遺伝子解析のためには、購入した蒸留水を使用している。

今後、研究を効率的に進めるためには、実験機器を設置し、土壌や植物体の化学分析や遺伝子解析などを行うことができる実験室が必要である。平成 24 年度に KR 見返り資金に申請し、承認された KALRO ムエアの研究施設改修計画の入札が 2015 年 8 月に行われ、その後 2016 年 1 月に施工業者が決定した。実験棟の建設が完了すれば、研究環境は大幅に改善される見込みであるが、着工は遅れている。ケニア政府と粘り強く連絡を取り、平成 28 年度中の竣工を目指す。

プロジェクト 2 年目までは、ケニア政府によるカウンターパート予算が計上されなかったため、活動が一部制限されていた。平成 27 年度は、予算が承認され、塩害試験用土壌運搬、プロジェクト調整委員会 (PCC) およびプロジェクト運営委員会 (PSC) 参加者の日当宿泊、輸入種子の検疫費用等に使用した。

・各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫。

研究の進捗管理および情報共有のため、ケニア側研究者とケニアに滞在中の日本側研究者によるウィークリーミーティングを行っている。同ミーティングでは、研究者の能力向上のため、論文紹介や研究報告も行っている。また、これまで圃場に出ることのほとんど無かったケニア側研究者に対して、研究者自身がデータ収集を主導しデータ解析を行うことの重要性について粘り強く説明した。その結果、研究への取り組み方に変化が見られ、担当課題に対する責任感が向上した。

KALRO ムエア支所およびキボス支所の研究施設・設備を改修・強化するための「KR 見返り資金申請書」の作成を支援した。申請書は、農業省の承認を得て、財務省から在ケニア日本大使館に提出された。その後、2015 年 8 月に入札が行われ、2016 年 1 月に施工業者が決定した。

・プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項。

主たるカウンターパート機関である KALRO においては、10 年以上新規採用が行われておらず、若手研究者が極端に不足している。ケニアの若手研究者の育成は、非常に重要な課題であり、そのためにも、新規採用の再開も含め、ケニア側の共同研究実施体制の強化が求められる。圃場の管理、品種・系統の維持、種子の管理、特性評価などを担当するスタッフも必要である。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

KALRO ムエアの研究施設・設備は老朽化が進んでおり、共同研究を実施するのに十分な機能を備えていない。共同研究を円滑に進めるためには、改修および新築が必要な状況であり、KALRO 側の自助努力が求められる。また、プロジェクトの円滑な実施のためには、ケニア政府による予算面での協力も重要である。

・諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果。

平成 25、26 年度は、ケニア政府によるカウンターパート予算が計上されていなかったが、プロジェクトマネージャーが中心となり、JICA 事務所、日本大使館とも協力し、ケニア農業省に働きかけた結果、平成 27 年度には、カウンターパート予算が承認された。

平成 24 年度に KR 見返り資金に申請し、承認された KALRO ムエアの研究施設改修計画の実施が当初の見込みよりも大幅に遅れた。プロジェクトマネージャーが中心となり、ケニア農業省に働きかけた結果、入札が 2015 年 8 月に行われた。2016 年 1 月に受注先が決まり、現在、着工を待っている状況である。

(2) 研究題目 1 「コメ生産向上のための育種素材と栽培技術の開発」

名古屋大学グループ

・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

ケニアにおける現地栽培試験を滞りなく実施するため、名古屋大学の教員 1 名および研究員 1 名が KALRO ムエア支所に中長期滞在し、ケニア側研究者と共同で研究を実施し、研究技術の移転を行っている。また、日本人大学院生も現地栽培試験に参加している。

耐塩性の試験地としてコースト地域の圃場を利用する予定であったが、同地域における治安悪化のため入域が制限されている。ケニアにおける耐塩性関連の現地試験の実施は困難な状況であるため、平成 27 年度、KALRO ムエア支所に塩害試験圃場の整備を開始した。

・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。

これまで、日本人研究者による現地研究者への指導では、イネの遺伝子型を解析する手法の伝達が困難であった。しかし、名古屋大学に留学中のケニア人大学院生が一時帰国した際に、彼による技術指導を試みた結果、現地での解析が軌道に乗り始めた。日本人には分からない同解析を進める上での現地研究者側の困難な点を留学生が把握している点がこの成功に繋がったと考えられる。実験データの解析や図表の作成においても、一時帰国したケニア人留学生による指導が効果的であった。

(3) 研究題目 2 「低肥条件適応育種素材の開発」

岡山大学グループ

・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

プロジェクト開始当初、KALRO ムエア支所の研究環境・実験施設は不十分な状態であった。これまでに実験遂行のため、KALRO ムエア支所キロゴ農場に低肥条件適応性を評価するための圃場および無肥料の灌漑水を供給するための井戸を整備した。また、農業機械の保管や種々の調査を行うためのマルチパーパスホールを建設し、トイレを設置した。平成 27 年度には、キロゴ農場において、農業機械や実験

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

機器を作動させるため、電気の敷設を行った。現在では、現地で低肥条件適応性を評価するための研究環境が概ね整った。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。
現時点では、特になし。

(4) 研究題目 3 「栽培環境、栽培技術、生育状況の実態解明と土壌環境改善技術の検討」

島根大学グループ

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。
カウンターパートの問題ではないが、ケニアから植物および土壌試料を日本に輸出する際のケニア国内での手続きについて、担当によって指示が異なる事がある。平成 27 年度には、これまで認められていたムエア近郊の支所での手続きが出来ず、ナイロビの本部に行くよう求められたため、現地調査計画の大幅な変更を余儀なくされた。しかし、その後は、ムエア近郊の支所での手続きが認められるなど、一貫性がない。短期間の現地調査において、予定外の時間をとられることの無いよう、担当者と渡航前から連絡を取り、手続き方法の確認を徹底することとした。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。
ムエア灌漑地区内での土壌特性の変動が大きく、栽培技術（特に施肥技術）については、地区ごとの特性を考慮する必要があると考えられる。

(5) 研究題目 4 「栽培環境、栽培技術、生育状況の実態解明と節水栽培技術の検討」

山形大学グループ

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。
KALRO ムエアのキロゴ農場での圃場試験においては、天候や周囲の農家との関係で灌漑水の供給が突然止まることが多い。現地スタッフが 1 日に何度も農場全体の水状態を確認し、不足するときには国家灌漑公社 (National Irrigation Board: NIB) と連携を取って最低限度必要な灌漑水は確保してくれている。このように有能な現地スタッフを育成したことは大きな成果であるが、安定して灌漑水を取り入れるための仕組みを整備する必要があった。平成 27 年度には、キロゴ農場に電気が通ったため、地下水を灌漑水として使用することが可能となり、キロゴ農場の灌漑水供給体制は大きく改善した。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。
現時点では、特になし

(6) 研究題目 5 「ケニアにおけるイネ育種および品種評価システムの開発」

KALRO グループ

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。
平成 25 および 26 年度は、ケニア政府によるカウンターパート予算が計上されなかった。本件の解決のため、JICA 事務所、日本大使館と協力してケニア農業省に働きかけた結果、平成 27 年度には、カウ

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

ンターパート予算が承認された。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。
現時点では、特になし。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

現時点では、研究成果の社会還元には至っていないが、本プロジェクトが KALRO ムエア支所に整備している様々な生物的・非生物的ストレスに対応したイネ育種・品種評価システムを利用して、優れた性質をもつアフリカ向けイネ有望系統を共同開発し、周辺国に提供するための国際的な協働枠組みの構築を計画している。このようなイネ育種・品種評価システムは、ストレス抵抗性品種および品種の能力を引き出す栽培技術の開発に必要不可欠なものであるが、これらを有する国はアフリカにはほとんどない。KALRO ムエア支所のイネ育種・品種評価システムを利用することによって、ケニアのみならず、周辺国の稲作振興にも貢献できると考えている。

(2) 社会実装に向けた取り組み

- ・ 本研究成果をインターネット（URL; <http://satreps.agr.nagoya-u.ac.jp/>）で公開し、一般に情報提供している。
- ・ 本プロジェクトの一環として開発している育種・品種評価システムのマニュアル化を進めている。
- ・ 2015年4月22日に開催した Scientific Seminar on Rice にムエア地区の農政官を含む24名に対し、研究成果の一部を報告した。
- ・ 2015年12月4日にケニアで開催された Kenya Rice Researchers Forum において、ケニア国内の稲研究者および稲作振興関係者51名に対し、研究成果の一部を報告した。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

現時点では、特になし。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

【平成27年度実施報告書】【160531】

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2015	Wainaina, C. M., Y. Inukai, P. W. Masinde, E. M. Ateka, H. Murage, M. Kano-Nakata, Y. Nakajima, T. Terashima, Y. Mizukami, M. Nakamura, T. Nonoyama, N. Saka, S. Asanuma, A. Yamauchi, H. Kitano, J. Kimani & D. Makihara 2015. Evaluation of Cold Tolerance in NERICAs Compared with Japanese Standard Rice Varieties at the Reproductive Stage. Journal of Agronomy and Crop Science, 201: 461-472.	10.1111/jac.12125	国際誌	出版済み	

論文数 1 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 1 件
公開すべきでない論文 0 件

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2013	Joseph Kihoro, Njoroge J Bosco, Hunja Murage, Elijah Ateka and Daigo Makihara, 2013. Investigating the impact of rice blast disease on the livelihood of the local farmers in greater Mwea region of Kenya. SpringerPlus 2, 308.	10.1186/2193-1801-2-308	国際誌	出版済み	
2013	Shelley, I. J., S. Nishiuchi, K. Shibata and Y. Inukai 2013. SLL1, which encodes a member of the stearyl-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.	10.1016/j.plantsci.2013.01.003	国際誌	出版済み	
2013	Kano-Nakata, M., V. Gowda, A. Henry, R. Serraj, Y. Inukai, D Fujita, N. Kobayashi, R. Suralta and A. Yamauchi 2013. Functional roles of the plasticity of root system development in dry matter production and water uptake under rainfed lowland conditions. Field Crops Research 144: 288-296.	10.1016/j.fcr.2013.01.024	国際誌	出版済み	
2013	Mitsuya Shiro, Kozaki Katsutoshi, Takabe Tetsuko (2013) Tissue localization of the glycine betaine biosynthetic enzymes in barley leaves. Plant Production Science 16, 117-122.	10.1626/pp.s.16.117	国際誌	出版済み	
2014	Takeshi Sakurai, Akiko Nasuda, Hunja Murage and Daigo Makihara, 2014. Impact of adopting a new cash crop: A randomized rice seed provision trial in the Kenyan highlands. The Japanese Journal of Rural Economics 16: 25-32.		国内誌	出版済み	
2014	Thiem Thi Tran, Mana Kano-Nakata, Moe Takeda, Daniel Menge, Shiro Mitsuya, Yoshiaki Inukai and Akira Yamauchi. 2014. Nitrogen application enhanced the expression of developmental plasticity of root system triggered by mild drought stress in rice. Plant Soil. 378: 139-152.	10.1007/s11104-013-2013-5	国際誌	出版済み	
2014	Mana Kano-Nakata, Jiro Tatsumi, Yoshiaki Inukai, Shuichi Asanuma and Akira Yamauchi. 2014. Effect of Various Intensities of Drought Stress on $\delta^{13}C$ Variation among Plant Organs in Rice: Comparison of Two Cultivars. American Journal of Plant Sciences, 5, 1686-1693.	10.4236/ajps.2014.511183	国際誌	出版済み	
2014	Akiko Nasuda, Takeshi Sakurai, Hunja Murage and Daigo Makihara. 2014. Dual role of irrigation schemes for NERICA diffusion in the central highlands in Kenya: sources of supplemental water and technology information. Journal of International Cooperation for Agricultural Development 13: 29-37.		国内誌	出版済み	
2015	Thiem Thi Tran, Mana Kano-Nakata, Roel Rodriguez Suralta, Daniel Menge, Shiro Mitsuya, Yoshiaki Inukai and Akira Yamauchi. 2015. Root plasticity and its functional roles were triggered by water deficit but not by the resulting changes in the forms of soil N in rice. Plant Soil. 386:65-76.	10.1007/s11104-014-2240-4	国際誌	出版済み	
2015	Emi Kameoka, Roel Suralta, Mitsuya Shiro and Akira Yamauchi. 2015. Matching the Expression of Root Plasticity with Soil Moisture Availability Maximizes Rice Productivity under Drought. Plant Production Science 18: 267-276.	10.1626/pp.s.18.267	国際誌	出版済み	
2015	Mitsuya Shiro, Tsuchiya Asumi, Kono-Ozaki Keiko, Fujiwara Takashi, Takabe Teruhiro, Takabe Tetsuko (2015) Functional and expression analyses of two kinds of betaine aldehyde dehydrogenases in a glycinebetaine-hyperaccumulating graminaceous halophyte, <i>Leymus chinensis</i> . SpringerPlus 4, 202.	10.1186/s40064-015-0997-4	国際誌	出版済み	
2015	Yusuke Kurokawa, Tomonori Noda, Yoshiyuki Yamagata, Rosalyn Angeles-Shim, Hidehiko Sunohara, Kanako Uehara, Tomoyuki Furuta, Keisuke Nagai, Kshirod Kumar Jena, Hideshi Yasui, Atsushi Yoshimura, Motoyuki Ashikari and Kazuyuki Doi (2016) Construction of a versatile SNP array for pyramiding useful genes of rice. Plant Science 242: 131-139.	10.1016/j.plantsci.2015.09.008	国際誌	出版済み	

2015	Menge, D., Kameoka, E., Kano-Nakata, M., Yamauchi, A., Asanuma, S., Asai, H., Kikuta, M., Suralta, R.R., Koyama, T., Tran, T.T., Siopongco J.D.L.C., Mitsuya, S., Inukai, Y. and Makihara, D. (2016) Drought induced root plasticity of two upland NERICA varieties under conditions with contrasting soil depth characteristics. Plant Production Science (in press)	10.1080/1343943X.2016.1146908	国際誌	in press	
2015	Emi Kameoka, Roel Rodriguez Suralta, Shiro Mitsuya and Akira Yamauchi (2016) Developmental Plasticity of Rice Root System Grown under Mild Drought Stress Condition with Shallow Soil Depth; Comparison between Nodal and Lateral roots. Plant Production Science (in press)		国際誌	in press	

論文数 14 件
うち国内誌 2 件
うち国際誌 12 件
公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2013	楨原大悟, 2013. アフリカにおけるイネ栽培の課題と対応方策. 熱帯農業研究 6, 33-37.			発表済	
2015	仲田(狩野)麻奈, 犬飼義明, 山内章, 2015. イネの可塑的な根系発育による水ストレス適応機構. 根の研究. 24, 53-62.			発表済	

著作物数 2 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的, 対象, 参加資格等), 研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2014	国内学会	Cornelius Mbathi Wainaina, Israt Jahan Shelley, Daniel Menge, Yoshiaki Inukai. Growth response of rice root mutant and its wild type under various cropping patterns and nitrogen rates. 根研究学会、第41回根研究集会、名古屋市、2014年9月	ポスター発表
2014	国内学会	Cornelius Mbathi Wainaina, Yoshiaki Inukai, Yasunori Nakajima, Yuko Mizukami, Mitsuru Nakamura, Akihiro Ikeda, Shuichi Asanuma, Hidemi Kitano and Daigo Makihara. QTL analysis for cold tolerance at the reproductive stage and evaluation of effective QTLs in backcross lines of rice (<i>Oryza sativa</i> L.): cross between NERICA parent variety, WAB-56-104 and cold tolerant variety, Hananomai. 第22回育種学会中部地区談話会、岐阜市、2014年11月	ポスター発表
2014	国内学会	菊田真由実、John Kimani、横原大悟。ケニアの異なる圃場水管理条件下におけるイネの生育反応の品種間差異。日本熱帯農業学会第117回講演会、筑波大学、つくば市、2015年3月	ポスター発表
2015	国内学会	菊田真由実、John Kimani、鮫島啓彰、山内章、横原大悟。ケニアの異なる土壌条件下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。第240回日本作物学会講演会、信州大学、長野市、	ポスター発表
2015	国内学会	増永二之、Caroline Agamala Kundu、石井雅也、佐藤邦明、山内章、横原大悟。ケニア・ムエア地域の水田土壌の肥沃度特性。日本土壌肥料学会2015年度京都大会、京都市、2015年9月	口頭発表
2015	国内学会	Caroline Agamala Kundu, Masaya Ishii, Kuniaki Sato, Tsugiyuki Masunaga, Akira Yamauchi and Daigo Makihara: Soil chemical characteristics of paddy fields in Kenya. Distribution of pH, EC, and exchangeable cations in Mwea irrigation scheme. 2015 annual meeting, Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition, Kyoto, Japan, September, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Mayumi Kikuta, John Kimani, Akira Yamauchi and Daigo Makihara. Yield performance of NERICAs under different water management practices in Mwea, Kenya. ISSAAS2015 & 118th JSTA International Joint Conference, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, November, 2015	ポスター発表
2015	国際学会	Takahiro Kakehashi, Daigo Makihara and John Kimani. Effects of SRI Methods on Growth and Yield of Rice in Mwea, Kenya. ISSAAS2015 & 118th JSTA International Joint Conference, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, November, 2015	ポスター発表
2015	国内学会	横原大悟、鮫島啓彰、犬飼義明、北野英己、土井一行、三屋史朗、仲田(狩野)麻奈、前川雅彦、増永二之、佐々木由佳、桂圭佑、Kimani, J., Wainaina, C., Kundu, C., 菊田真由実、Menge, D., Gikonyo, E., Njinju, S., Magoti, R., Kagito, S., Wakaria, M., Kore, W., Musila, M., Machungo, C., Kirubi, D., Onyango, N., Kimenju, J., 山内章: テーラーメイドによるケニアの環境に適したイネ品種と栽培技術の開発。日本作物学会第241回講演会、茨城大学、水戸市、2016年3月	招待講演
2015	国内学会	鮫島啓彰、Njinju, S. M., Kimani, J., 山内章、横原大悟: ケニア国ムエアにおいて15日毎に播種した水稲品種Basmati370の収量。日本作物学会第241回講演会、茨城大学、水戸市、2016年3月	口頭発表
2015	国内学会	佐々木由佳、増永二之、横原大悟、Wanjogu, R., Njagi, R., Kimani, J., 福田翔太、山内章: ケニア、ムエア灌漑地域の農家水田における水稲収量の実態把握と収量制限要因の検討。日本作物学会第241回講演会、茨城大学、水戸市、2016年3月	口頭発表
2015	国内学会	Njinju, S. M., Samejima, H., Onyango, N., Kimani, J., Yamauchi, A. and Makihara, D.: Effects of increasing N fertilizer application in lowland rice cultivations at Mwea, Kenya. 日本作物学会第241回講演会、茨城大学、水戸市、2016年3月	ポスター発表
2015	国内学会	佐々木由佳、福田翔太、鮫島啓彰、Kimani, J., 横原大悟、山内章: ケニア灌漑水田での耕起・代かき方法の改良による漏水対策。日本熱帯農業学会第119回講演会、茨城大学、水戸市、2016年3月	口頭発表

招待講演 1件
口頭発表 5件
ポスター発表 7件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2012	国際学会	Daniel Menge, Daigo Makihara, John C. Onyango, Emi Kameoka, Shuichi Asanuma and Akira Yamauchi (2012) Plasticity in Root Development and its Contribution to Shoot Dry Matter Production as Affected by Nitrogen Application in NERICA (New Rice for Africa). 6th International Crop Science Congress, Bento Gonçalves, Brazil, 9 August, 2012.	口頭発表
2012	国内学会	浅井英利、横原大悟、浅沼修一、John C. Onyango、山内章。旱ばつ条件下での陸稲乾物生産における根系の役割と施肥管理による機能制御。日本作物学会第234回講演会、東北大学川内北キャンパス、仙台市、2012年9月10日。	口頭発表

2012	国内学会	Mana Kano-Nakata, Roel R. Suralta, Filomena S. Grospe, Maria Corazon N. Julaton, Anna Theresa Isabel O. Rebong, Andrea M. Flores, Yoshiaki Inukai, Jonathan M. Niones, Emi Kameoka, Shigenori Morita, Jun Abe, Yoichiro Kato, Yoshimichi Fukuta, Nobuya Kobayashi and Akira Yamauchi. Soil moisture and soil strength interaction impacts on root distribution and dry matter production in rainfed lowland rice fields in the Philippines. The 234th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Tohoku University, Sendai, 11 September, 2012.	口頭発表
2012	国内学会	Jonathan M. Niones, Yoshiaki Inukai, Mana Kano-Nakata, Roel R. Suralta and Akira Yamauchi: Evaluation of functional roles of substituted Kasalath allele on chromosome 12 of cv.Nipponbare in plant adaptation to soil moisture fluctuation by the use of chromosome segment substitution lines. The 234th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Sendai, Japan, 11 September, 2012	口頭発表
2012	国内学会	Tran Thiem Thi, Mana Kano-Nakata and Akira Yamauchi. Nitrogen and water interaction effects on root system development in relation to dry matter production in rice. The 234th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Tohoku University, Sendai, 11 September, 2012.	ポスター発表
2012	国内学会	Roel R. Suralta and Akira Yamauchi. Evaluation of functional roles of substituted Kasalath allele on chromosome 12 of cv. Nipponbare in plant adaptation to soil moisture fluctuation by the use of chromosome segment substitution lines. Jonathan M. Niones, Yoshiaki Inukai, Mana Kano-Nakata. The 234th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Tohoku University, Sendai, 11 September, 2012.	ポスター発表
2012	国内学会	Daniel M. Menge, Daigo Makihara, Mana Kano-Nakata, Hidetoshi Asai, Shuichi Asanuma and Akira Yamauchi. Undestructive quantification of root system development in NERICA varieties under different intensities of water deficit by using minirhizotron root scanner. The 234th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Tohoku University, Sendai, 11 September, 2012.	ポスター発表
2012	国内学会	亀岡笑、山内章. 乾燥ストレス条件下のイネ乾物生産における根系の可塑的発育の役割. 日本作物学会第234回講演会、東北大学川内北キャンパス、仙台市、2012年9月11日.	ポスター発表
2012	国内学会	Gichuhi, E., E. Himi, H. Takahashi and M. Maekawa. Identification of QTLs underlying important agronomic traits for low input adaptability in LIA-1, derived from a cross between <i>Oryza longistaminata</i> and T-65. The 122nd Meeting of the Japanese Society of Breeding, Kyoto Sangyo University, Kyoto, 14 September, 2012.	ポスター発表
2012	国内学会	柴田恭佑、犬飼義明. イネの種子根の伸長成長および冠根・側根メリステムの分化に関わるQHB遺伝子の解析. 第122回日本育種学会講演会、京都産業大学、京都市、2012年9月14日.	口頭発表
2012	国内学会	Daniel Menge, Daigo Makihara, Shuichi Asanuma and Akira Yamauchi. Comparison of root distribution between two upland NERICA varieties and its contribution to shoot dry matter production under water deficit conditions. Japanese Society for Tropical Agriculture 112th Academic Meeting, Nagoya University, Nagoya, 6th October, 2012.	口頭発表
2012	国内学会	榎原大悟、櫻井武司、浅井英利、John C. Onyang、山内章、浅沼修一. 栽培実験・農家調査から検討したケニア国における陸稲NERICAの栽培・普及戦略. 日本熱帯農業学会第112回講演会、名古屋大学、名古屋市、2012年10月6日.	口頭発表
2012	国内学会	浅井英利、榎原大悟、浅沼修一、John C. Onyango、山内章. ケニア天水畑稲作での乾物生産に対する根系での品種×土壌環境交互作用の役割. 日本熱帯農業学会第112回講演会、名古屋大学、名古屋市、2012年10月6日	口頭発表
2012	国内学会	仲田(狩野)麻奈、Amelia Henry、犬飼義明、福田善通、小林伸哉、山内章. IR64 染色体断片導入系統群を用いた天水田圃場条件下の地上部乾物生産における根系発育の役割解明. 日本熱帯農業学会第112回講演会、名古屋市、2012年10月6日	口頭発表
2012	国際学会	Akira Yamauchi, Mana Kano-Nakata, Yoshiaki Inukai, Roel Suralta, Jonathan Niones, Emi Kameoka and Daniel Menge. Roles of function and development of root system in crop production under stress condition. International symposium for 50th anniversary of the Korean Society of Crop Science, Korea, 11 October, 2012.	招待講演
2012	国際学会	Gichuhi, E., Himi, E., Takahashi, H. and Maekawa, M. QTL analysis for important characters in LIA rice and utilization of LIA rice characters in Basmati rice. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology The Seventh JKUAT Scientific, Technological and Industrialisation conference, Nairobi, Kenya, 15-16, November, 2012	口頭発表
2012	国内学会	柴田恭佑、犬飼義明. 根端分裂組織のオーガニゼーションに関わるQHB/OsWOX5 遺伝子の解析. 第20回育種学会中部地区談話会、名古屋大学、名古屋市、2012年12月8日	口頭発表
2012	国内学会	Y. Inukai. Molecular mechanisms of root elongation growth in rice. Japan-China joint symposium on rice developmental biology ~From morphogenesis to yield~. Beppu, Oita, Japan, 8 March, 2013.	口頭発表
2012	国内学会	柴田恭佑、佐塚隆志、伊藤純一、犬飼義明. イネにおける根端分裂組織のオーガニゼーションに関わるQHB/OsWOX5遺伝子の解析. 日本育種学会第123回講演会、東京農業大学、東京都、2013年3月27日	口頭発表
2012	国内学会	武田泰実、保浦徳昇、榎原大悟、土井一行、北野英己. NERICAの親系統WAB181-18を用いた形態形質に関する遺伝学的解析. 日本育種学会第123回講演会、東京農業大学、東京都、2013年3月28日	口頭発表
2012	国内学会	仲田(狩野)麻奈、巽二郎、犬飼義明、山内章. 種々の強度の乾燥ストレス条件下におけるイネ器官間のδ13C分布変動. 日本作物学会第235回講演会、川崎市、2013年3月28日	口頭発表
2012	国内学会	Daniel M. Menge and Daigo Makihara. Output on rice research in Kenya. The 235th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Meiji University, Kawasaki, 29 March, 2013.	招待講演
2012	国内学会	Akira Yamauchi, Mana Kano-Nakata, Yoshiaki Inuka, Roel R. M. Suralta, Jonathan Niones, Emi Kameoka, Amelia Henry, Shigenori Morita, Jun Abe, Yoichiro Kato, Daniel Menge, Shiro Mitsuya, Daigo Makihara and Shuichi Asanuma. Developmental and functional responses of rice root system to environment. The 235th Meeting of the Crop Science Society of Japan, Meiji University, Kawasaki, 29 March, 2013.	招待講演

2013	国内学会	稲橋宏樹、木富悠花、北野英己、犬飼義明. 突然変異体を利用したイネの根形態改良の試み. 第52回ガンマフィールドシンポジウム、水戸市、2013年7月17日	ポスター発表
2013	国内学会	木富悠花、犬飼義明、松原健一郎、長戸康郎、伊藤純一. イネ幼根形成に異常を示す radicleless 変異体の解析. 第52回ガンマフィールドシンポジウム、水戸市、2013年7月17日	ポスター発表
2013	国内学会	菊田真由実、有田直矢、山本由徳、宮崎彰、横原大悟、山内章. 異なる土壌水分条件におけるNERICAイネの収量性. 日本作物学会第236回講演会、鹿児島大学郡元キャンパス、鹿児島市、2013年9月10日	口頭発表
2013	国内学会	Daniel Makori Menge、横原大悟、浅沼修一、山内章. Shoot dry matter production and deep root development under soil water deficit conditions of two upland NERICA varieties as affected by phosphorus application. 日本作物学会第236回講演会、鹿児島大学郡元キャンパス、鹿児島市、2013年9月10日	ポスター発表
2013	国内学会	Suralta Roel Rodriguez, Kano-Nakata Mana, Grospe Filomena, Julaton Maria Corazon, Rebong Anna Theresa Isabel, Flores Andrea, Inukai Yoshiaki, Niones Jonathan, Kameoka Emi, Morita Shigenori, Abe Jun, Kato Yoichiro, Fukuta Yoshimichi, Kobayashi Nobuya and Yamauchi Akira. Soil moisture intensity impacts on root distribution and dry matter production in rainfed lowland rice fields in the Philippines. 日本作物学会第236回講演会、鹿児島大学郡元キャンパス、鹿児島市、2013年9月	ポスター発表
2013	国内学会	Thiem Thi Tran, Mana Kano-Nakata, Shiro Mitsuya and Akira Yamauchi. Expression of developmental plasticity of root system as affected by water deficit conditions and nitrogen forms interaction in rice. 日本作物学会第236回講演会、鹿児島大学郡元キャンパス、鹿児島市、2013年9月	ポスター発表
2013	国際学会	Mana Kano-Nakata, Roel R. Suralta, Filomena S. Grospe, Maria Corazon N. Julaton, Anna Theresa Isabel O. Rebong, Andrea M. Flores, Yoshiaki Inukai, Jonathan M. Niones, Emi Kameoka, Shigenori Morita, Jun Abe, Yoichiro Kato, Yoshimichi Fukuta, Nobuya Kobayashi and Akira Yamauchi. Impacts of soil moisture and hardness at different soil depths on the root growth and dry matter production of rice plants in rainfed lowlands. 韓国作物学会2013年秋季学術発表会、農村振興庁国立食糧科学院高冷地農業センター、韓国江原道平昌郡、2013年10月	口頭発表
2013	国際学会	Takaki Yamauchi, Hiroki Inahashi, Yoshiaki Nagamura, Naoko K. Nishizawa, Yoshiaki Inukai, Mikio Nakazono. Involvement of auxin signaling in constitutive aerenchyma formation in rice root. ISPA 11th International Conference, International Rice Research Institute, Philippines, 9 October, 2013.	口頭発表
2013	国内学会	稲橋宏樹、山内卓樹、小川敦史、犬飼義明. OsPIN2遺伝子によるイネの側根形成制御機構. 日本育種学会第124回講演会、鹿児島市、2013年10月13日	ポスター発表
2013	国内学会	Gichuhi, E., Himi, H., Maekawa, M. Preliminary mapping of yield related QTLs in F2 of the cross between LIA and Basmati. 124th Meeting of the Japanese Society of Breeding, Kagoshima, 12-13, October, 2013	ポスター発表
2013	国内学会	Thiem Thi Tran, Mana Kano-Nakata, Daniel Menge, Roel R. Suralta, Shiro Mitsuya and Akira Yamauchi. Soil compaction effects on the expression of development plasticity of root system triggered by mild drought stress x nitrogen application in rice. 第39回根研究集会、畜産草地研究所那須研究拠点、那須塩原市、2013年11月9日	口頭発表
2013	国内学会	Roel R. Suralta, Mana Kano-Nakata, Thiem Thi Tran and Akira Yamauchi. Root penetration in the hardpan during soil moisture fluctuations and its contribution to water use and dry matter production in rice. 第39回根研究集会、畜産草地研究所那須研究拠点、那須塩原市、2013年11月9日	口頭発表
2013	国内学会	仲田(狩野)麻奈、Henry Amelia、小林伸哉、Rachid Serraj、福田善通、山内章. 土壌水分変動条件に適応したイネ系統における乾燥ストレス後の再灌水に対する根系発育反応. 第39回根研究集会、畜産草地研究所那須研究拠点、那須塩原市、2013年11月9日	口頭発表
2013	国内学会	Daniel Menge、横原大悟、浅沼修一、山内章. Genotypic variation in root morphological traits involved in deep root development and root plasticity of upland NERICA under water deficit conditions. 第39回根研究集会、畜産草地研究所那須研究拠点、那須塩原市、2013年11月9日	ポスター発表
2013	国内学会	武田泰実、保浦徳昇、石原亮太、國島健、藤城靖子、土井一行、横原大悟、北野英己. NERICAの親系統WAB181-18の栽培条件の違いにおける生育形質の特性評価. 第21回育種学会中部地区談話会、2013年11月30日、信州大学	ポスター発表
2013	国内学会	Telebanco-Yanoria Mary Jeanie、福田善通、横原大悟、林長生. ケニアにおけるイネいもち病菌菌系の病原性の多様性と地理的分布. 日本育種学会第125回講演会、東北大学川内北キャンパス、仙台市、2014年3月21日	口頭発表
2013	国内学会	鈴木智久、大澤良、横原大悟、佐藤雅志、柳原誠司、Murage Hunja、Ateka Elijah、Mwangi John、福田善通. ケニアで栽培されているイネ品種におけるいもち病抵抗性およびゲノム染色体構成の遺伝的多様性. 日本育種学会第125回講演会、東北大学川内北キャンパス、仙台市、2014年3月21日	口頭発表
2013	国内学会	西村秀希、吉田明希子、梶根一夫、前川雅彦. イネのDNAトランスポゾン、nDart1の転移に係わる自律性因子の探索. 日本育種学会第125回講演会、東北大学川内北キャンパス、仙台市、2014年3月21日	口頭発表
2013	国内学会	菊田真由実、有田直矢、横原大悟、山内章、宮崎彰、山本由徳. 異なる土壌水分条件がNERICAイネのシンクサイズと登熟特性に及ぼす影響. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月29日	口頭発表
2013	国内学会	Roel Rodriguez Suralta, Mana Kano-Nakata, Thiem Thi Tran, Jonathan Manito Niones and Akira Yamauchi. Timing of root penetration in the hardpan during soil moisture fluctuations and its contribution to the water use during drought stress and dry matter production in rice. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月29日	口頭発表

2013	国内学会	Thiem Thi Tran, Daniel Menge, Mana Kano-Nakata, Roel Rodriguez Suralta, Shiro Mitsuya, Yoshiaki Inukai, Akira Yamauchi. Effects of soil compaction on the expression of plasticity in root system development triggered by water deficit conditions and nitrogen application and its contribution to dry matter production in rice. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月29日	口頭発表
2013	国内学会	増田悦子、三屋史朗、山内章. 新奇耐塩性イネ品種の選抜と低Na ⁺ 蓄積をもたらす生理機構の解明. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月29日	口頭発表
2013	国内学会	Daniel Menge, Shuichi Asanuma, Thiem Thi Tran, Roel Rodriguez Suralta, Mana Kano-Nakata, Shiro Mitsuya, Akira Yamauchi and Daigo Makihara. Functional role of root plasticity in water uptake and dry matter production as affected by drought and nitrogen application in NERICA (New Rice for Africa). 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月	ポスター発表
2013	国内学会	小池竜平、三屋史朗、山内章. イネ耐塩性には分げつ数の維持が重要である. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月	ポスター発表
2013	国内学会	増田悦子、三屋史朗、山内章. 新奇耐塩性イネ品種の選抜と低Na ⁺ 蓄積をもたらす生理機構の解明. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月	口頭発表
2013	国内学会	Thiem Thi Tran, Daniel Menge, Mana Kano-Nakata, Roel Rodriguez Suralta, Shiro Mitsuya, Yoshiaki Inukai, Akira Yamauchi. Effects of soil compaction on the expression of plasticity in root system development triggered by water deficit conditions and nitrogen application and its contribution to dry matter production in rice. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月	口頭発表
2013	国内学会	Roel Rodriguez Suralta, Mana Kano-Nakata, Thiem Thi Tran, Jonathan Manito Niones, Akira Yamauchi. Timing of root penetration in the hardpan during soil moisture fluctuations and its contribution to the water use during drought stress and dry matter production in rice. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月	口頭発表
2013	国内学会	Stella Owusu Nketia, Yoshiaki Inukai, Shiro Mitsuya, Roel Rodriguez Suralta, Jonathan M. Niones, Akira Yamauchi. Functional roles of root developmental plasticity and its contribution to dry matter production under soil moisture fluctuation in rice introgression lines. 日本作物学会第237回講演会、千葉大学、千葉市、2014年3月	ポスター発表
2014	国際学会	Gichuhi, E., Himi E., Takahashi H. and Maekawa M. Latent traits of <i>Oryza longistaminata</i> could contribute to the realization of a sustainable culture system in rice. International Conference on ENHANCED GENEPOOL UTILIZATION-Capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. Cambridge, United Kingdom, June 16-20, 2014.	ポスター発表
2014	国内学会	Daniel Menge, Akira Yamauchi, Shuichi Asanuma and Daigo Makihara. Effect of N application on dry matter partitioning and root system development under different intensities of drought using upland NERICA varieties. 根研究学会、第41回根研究集会、名古屋大学、名古屋市、2014年9月	ポスター発表
2014	国内学会	柴田晃秀、本間知夫、阿部淳、森田茂紀、仲田(狩野)麻奈、犬飼義明. 静電容量測定によるイネの根系形質評価の試み. 根研究学会、第41回根研究集会、名古屋大学、名古屋市、2014年9月	口頭発表

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1											
No.2											
No.3											

国内特許出願数 件
 公開すべきでない特許出願数 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1											
No.2											
No.3											

外国特許出願数 件
 公開すべきでない特許出願数 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2013	10月18日	The Korean Society of Crop Science Excellent Oral Presentation Award	Impacts of soil moisture and hardness at different soil depths on the root growth and dry matter production of rice plants in rainfed lowlands.	仲田(狩野)麻奈	韓国作物学会	3.一部当該課題研究の成果が含まれる	
2015	9月6日	根研究学会学術奨励賞	イネの水ストレス条件下における可塑的な根系発育の機能的役割とその評価方法	仲田(狩野)麻奈	根研究学会	1.当該課題研究の成果である	
2015	10月16日	優秀発表賞(ポスター発表部門)	ケニアの異なる土壌条件下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	菊田真由実	日本作物学会	1.当該課題研究の成果である	

3 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
2012	2102年7月17日	第1回勉強会(非公開)	名古屋大学(日本)	17名(0名)	全体計画の検討
2012	2102年9月14日	第2回勉強会(非公開)	JICA本部-名古屋大学(TV会議)	11名(0名)	全体計画の検討
2012	2012年12月4日	詳細計画策定調査帰国報告会(非公開)	JICA本部-名古屋大学-JICAケニア事務所(TV会議)	20名(0名)	詳細計画策定調査の結果報告および検討
2012	2013年1月8日	検討会(非公開)	JICA本部-名古屋大学(TV会議)	8名(0名)	出張報告およびプロジェクト実施方針の検討
2013	2013年4月16～17日	2013年度研究計画検討会(非公開)	名古屋大学グリーンサロン東山ミーティングルーム(日本)	27名(0名)	2013年度研究方針の発表および検討
2013	2013年8月7日	第1回進捗報告会(非公開)	名古屋大学大学院生命農学研究科セミナー室(A673)(日本)	12名(0名)	研究進捗状況の報告
2013	2013年11月8日	第2回進捗報告会(非公開)	名古屋大学大学院生命農学研究科セミナー室(A673)(日本)	12名(0名)	研究進捗状況の報告
2013	2014年1月10日	第3回進捗報告会(非公開)	名古屋大学農学国際教育協力センター長室(日本)	7名(0名)	研究進捗状況の報告
2013	2014年3月24日	2013年度第7回オープンセミナー「基礎研究 × 国際協力」	名古屋大学 野依記念学術交流館(日本)	86名(0名)	プロジェクトの概要、国際共同研究と人材育成の必要性について報告
2014	2014年7月11日	第4回進捗報告会(非公開)	名古屋大学大学院生命農学研究科セミナー室(A673)(日本)	12名(0名)	研究進捗状況の報告
2014	2014年7月12日	SATREPS公開シンポジウム「アフリカにおける稲作研究の発展と展望」	名古屋大学 野依記念学術交流館(日本)	66名(3名)	アフリカの問題解決を出口とする新たなRice Science創出の可能性について議論
2014	2014年12月3日	第5回進捗報告会(非公開)	名古屋大学大学院生命農学研究科セミナー室(A673)(日本)	21名(0名)	研究進捗状況の報告
2015	2015年4月22日	Scientific Seminar on Rice(非公開)	Conference Room at KALRO-Mwea(ケニア)	24名(ケニア人17名、日本人7名)	研究進捗状況の報告
2015	2015年7月3日	第6回進捗報告会(非公開)	名古屋大学大学院生命農学研究科セミナー室(A673)(日本)	15名(0名)	研究進捗状況の報告
2015	2015年11月17日	SATREPS Progress Presentation(非公開)	Conference Room at KALRO-Mwea(ケニア)	25名(ケニア人13名、日本人12名)	研究進捗状況の報告
2015	2015年11月23～24日	中間レビュー協議会(Mid-Term Review Discussion Meeting)	Boardroom, KALRO本部(ケニア)	13名(ケニア人5名、日本人8名)	中間レビューの調査結果の検討

16 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2013	2013年7月8日	2013年度活動計画の承認等	16名	活動計画は原案通り承認された
2014	2014年4月10日	2013年度活動報告、2014年度活動計画の承認等	17名	2013年度活動計画が報告され、2014年度活動計画は原案通り承認された
2015	2015年4月24日	2014年度活動報告、2015年度活動計画の承認等	20名	2014年度活動計画が報告され、2015年度活動計画は原案通り承認された
2015	2015年11月25日	中間レビューの結果報告と承認	24名	中間レビューの結果が報告され、承認された

4 件

JST成果目標シート

研究課題名	テラーメード育種と栽培技術開発のための稲作研究プロジェクト
研究代表者名 (所属機関)	山内 章 (名古屋大学大学院生命農学研究科 教授)
研究期間	H24採択 平成25年4月1日～平成30年3月31日 (5年間)
相手国名／主要相手国研究機関	ケニア/ケニア農畜産業研究機構、国家灌漑公社、ジョモケニヤッタ農工大学、ケニヤッタ大学、ナイロビ大学

付随的成果	
日本政府、社会、産業への貢献	・CARDイニシアティブへの貢献
科学技術の発展	・ケニアの稲作安定化、生産性向上 ・G×E×M相互作用の解明
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・イネ育種素材 ・イネ新品種の開発 ・品種の能力を十分に発現させる栽培技術
世界で活躍できる日本人人材の育成	・日本の学生および若手研究者の問題解決力や国際共同研究運営能力の向上 (現地試験実施ノウハウ習得、査読付き学術誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	・アフリカ稲作研究に関するケニアとの戦略的パートナーシップ ・日本のイネ研究ノウハウのケニア人研究者への移転 ・国際的なイネ研究ネットワークにおける我が国のプレゼンスの向上
成果物 (提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・ケニアにおけるイネ育種品種評価システム (交配設備、評価圃場、品種特性表、マニュアルなど) ・ケニア向け品種の中間母本 ・栽培技術改善に関する提案書 ・査読付き学術誌への論文掲載

上位目標

育成品種と栽培技術を活用した稲作生産性向上方策が圃場レベルで実証される

稲作安定化と生産性向上に資する品種および品種の能力を十分に発現させる栽培技術が開発され、それらを活用した稲作生産性向上方策が提案される

プロジェクト目標

ケニア向けイネ品種の育成と栽培技術開発のための基盤が構築される

