

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

A タイプ研究分野「生物資源」

研究課題名「ケニアの稲作生産性向上に向けた改良イネ品種の導入と
栽培技術の高度化」

相手国名：ケニア

終 了 報 告 書

研究期間

2020年4月1日から2022年3月31日まで

研究代表者： 榎原 大悟

名古屋大学農学国際教育研究センター・准教授

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	R 2 年度				R 3 年度			
	4 ～ 6 月	7 ～ 9 月	10 ～ 12 月	1 ～ 3 月	4 ～ 6 月	7 ～ 9 月	10 ～ 12 月	1 ～ 3 月
1. 有望イネ系統の品種化および品種改良の推進								
1-1 有望系統の品種登録に向けた National Performance Trial の推進		NPT 受審申請		NPT の実施	収量調査		NPT の実施	収量調査
1-2 既存中間母本の改良に向けた交配・選抜・形質評価		交配・選抜・形質評価の推進				研修教材作成		
2. 種子の生産管理・供給システムの構築								
2-1 試験場におけるイネ種子維持管理システムの確立	種子維持管理システム提案	種子増殖の実践		種子維持管理システムの検討	研修教材作成	種子増殖の実践		種子維持管理システムの確立
2-2 認証種子生産供給システムの構築		種子生産の実施			関係者協議	種子生産の実施		種子生産体制強化計画の策定
3. 改良栽培技術の農家圃場での実証								
3-1 モデルファームの整備		農家の選定	実証試験の実施	農家の選定	水田準備	研修	デモ栽培の実施	
3-2 農家圃場における実証試験					データ解析		実証試験の実施	
3-3 遺伝的要因×栽培環境要因×栽培管理要因の相互作用の解析	多地点栽培試験の実施				多地点栽培試験の実施			
4. 稲作技術改善の経済的効果の解明								
4-1 ベースライン調査			準備	調査実施	データ解析			
4-2 デモンストレーション栽培の実施					農家の選定	デモ栽培の実施		農家調査
機材導入								
① KALRO ムエア水田整備	手続き・設計			工事				
② KALRO キボス水田整備	手続き・設計			工事				
③ KALRO ムトゥワパ水田整備	手続き・設計			工事				
④ 籾乾燥機一式	見積・発注手続き			輸入・設置				
⑤ 耕運機二式				見積・発注手続き	輸入・設置			
⑥ 精米機一式				見積・発注手続き	輸入・設置			
⑦ 地下水位制御システム FOEAS（フォアス）水田	見積・設計・発注手続き			工事・設置				

【終了報告書】【210531】

⑧ 精米機設置施設					見積・発注手続き	↔	↔	工事
⑨ コンバイン牽引トレーラー					見積・発注手続き	↔	↔	作成・納品
⑩ 種子薬剤処理機					見積・発注手続き	↔	↔	納品

(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)

令和3年4月に計画の見直しを行い、KALRO ムエア支所にコメの生産から販売までを一貫して行うモデルファームを整備し、開発した新品種および改善した栽培技術の有用性を実証する活動を計画に加えた。また、モデルファームに導入した農業機械の使用方法に関する研修を実施することとした。さらに、令和3年10月に計画の再見直しを行い、認証種子生産事業者等に販売するための原種種子をモデルファームで生産する取り組みを計画に加えた。

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

サブサハラ・アフリカの多くの国では、近年コメの消費量が急増しており、イネの生産性向上が地域における食糧安全保障上の重要課題である。しかし、現地では、干ばつ、高標高地における冷害、病虫害などのため、イネの収量は低迷している。本研究では、ケニアを対象国として有用農業形質遺伝子を交配とマーカー選抜で導入したイネ品種とその能力を最大限に発揮させる栽培技術を組み合わせることと大幅なコメ増産が可能であることの実証を目的とした。具体的には以下をねらいとしてプロジェクトを実施した。①これまでに開発した耐冷性、いもち病抵抗性、収量性などを強化した系統の品種化プロセスを進めるとともに、さらなる品種改良を推進する。②新品種の種子を生産管理し、農家に供給するためのシステムを構築する。③標高 1100～1200m に広がるムエア灌漑地区の農家圃場において耐冷性品種を使った二期作のデモ栽培を行い、その実用性を評価する。④社会経済学的な調査により、二期作の普及条件を検討する。

以上のように、本研究は、アフリカにおける稲作の安定化と生産性向上を通して、食料安全保障の改善に貢献しようとするものであり、SDGs の目標 2「飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する」に直接的に貢献する内容である。また、本研究は稲作農家の生計向上にも貢献することから SDGs の目標 1 である貧困削減にも関係している。

新型コロナウイルスの問題が予想以上に長期化したため、日本側研究者は本研究の実施期間中にケニアに出張することが出来なかった。このため、ケニアでの研究活動は、国際コーディネーターを通してケニア農畜産業研究機構ムエア支所のカウンターパート研究者に依頼して実施した。冷害に弱いことが問題となっているケニアの主力水稻品種である **Basmati 370** に耐冷性遺伝子を導入して開発した系統および陸稲品種 **NERICA 1** に収量増加遺伝子を導入した系統のケニアでの品種登録に申請し、NPT (新品種の生育および収量の評価) および DUS (区別性、均一性及び安定性) テストが開始された。順調に審査が進めば、2023 年度中に新品種として登録される見込みである。また、さらなる品種改良を進めるため、いもち病抵抗性の強化、香りと粒形の改善などに向けた交配および選抜を進め、新たな材料を作出した。種子の生産管理・供給システムの構築に向けて、籾乾燥機、種子への薬剤処理機など必要な機材を整備するとともに、KALRO の種子生産部門 (Seed Unit) を強化するための計画書を策定した。ムエア灌漑地区の農家圃場において耐冷性を強化した **Basmati 370** を使った二期作の実証試験を実施した。また、開発した新品種および改善した栽培技術の有用性を実証するため、KALRO ムエア支所に生産から販売まで一貫して行うモデルファームの整備を進めた。さらに、ムエア灌漑地区を対象に稲作技術改善の経済的効果を検証するためのベースライン調査を行った。

国際コーディネーターは、ケニアにおける研究活動の進捗管理および経費の支払いなどの業務を行うとともに、現地に導入する研究機材の調達や試験水田の整備に係る連絡調整などを担当した。

計画していた若手研究者および大学院生のケニアへの派遣は実施できなかったが、若手研究者がケニアのカウンターパート研究者を通じた研究活動に積極的に関わり、現地の若手研究者との交流を深めることが出来た。

(2) 研究題目 1 : 「有望イネ系統の品種化および品種改良の推進」

リーダー：土井一行 (名古屋大学大学院生命農学研究科・准教授)

【終了報告書】【210531】

①研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

【品種登録】

2021 年 1 月、Basmati 370 に耐冷性遺伝子を導入して作出した IR124713-1 (CO_3) および NERICA 1 に 1 穂粒数の増加に関与する二つの遺伝子 (*Gn1a* と *WFP*) を導入した IR 124675-13 (LF_11) の 2 系統をケニアで品種登録するために必要な National Performance Trial (NPT、新品種の生育および収量の評価) および DUS テスト (区別性 (Distinctness)、均一性 (Uniformity)、安定性 (Stability) に関する試験) の実施申請書をケニア農畜産業研究機構 (KALRO) ムエア支所のカウンターパート研究員を通じてケニア植物検疫所 (KEPHIS) に提出した。NPT および DUS テストの実施場所は、ムエア灌漑地区、ブラ灌漑地区、アヘロ灌漑地区、ブニャラ灌漑地区の 4 カ所とした。ムエアでの試験は 2021 年 3 月に開始し、他の 3 地区での試験はそれぞれの状況に合わせた作期に実施した (図 1)。これまでに得られたデータからは、冷害を受けない条件下における CO_3 の収量は Basmati 370 と同等であることが確認できている。3 シーズンの試験が完了する 2023 年度中に新品種として登録される見通しである。



図 1 NPT 試験の様子 (左 ; ブラ灌漑地区、右 ; ムエア灌漑地区)

【有用遺伝子導入系統の評価】

有用遺伝子導入系統の収量と収量構成要素に及ぼす栽培環境および栽培管理の影響を評価するための施設として、KALRO ムエア (中央高地、標高約 1200m)、KALRO キボス (西部、標高約 1100m) および KALRO ムトゥワパ (インド洋沿岸、標高約 25m) の 3 カ所に灌漑設備を備えた試験水田を整備した (図 2)。

粒数増加遺伝子 *Gn1a* および *WFP* を導入した系統の収量と収量構成要素に及ぼす栽培環境および施肥量の影響について調査するため、カウンターパート研究者の協力の下、ムエアとムトゥワパの 2 カ所での連絡栽培試験を 2020 年度と 2021 年度に実施した。当初実施予定であった西部での栽培試験は、新型コロナウイルス蔓延にともなうケニア国内での移動制限のため中止した。ムエアとムトゥワパの両地点における慣行施肥区では、*Gn1a* および *WFP* の粒数増加効果が認められ、両方の遺伝子を導入することにより、相加的に粒数が増加することが明らかになった (図 3)。また、*Gn1a* および *WFP* を導入した系統では、収量にも増加が認められた。無施肥条件下では、ムエアでのみ遺伝子導入による粒数増加

【終了報告書】【210531】

が認められた。今後、遺伝子導入効果に及ぼした栽培環境の影響について、さらに分析を進める予定である。



図2 KALRO ムエア、キボスおよびムトゥワパ支所に造成した試験水田

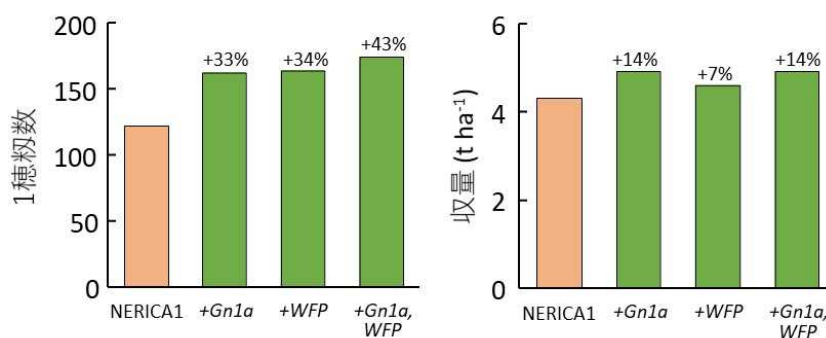


図3 NERICA1にGn1aおよびWFPを導入した系統の1穂粒数および収量（ムエア灌漑地区、慣行栽培）

【品種改良】

Basmati 370 にいもち病抵抗性遺伝子 *pi21* と耐冷性遺伝子を導入した IR124713-1 (CO_3) は、本来保持している香り形質を喪失している。そこで、香り形質（原因遺伝子は *BADH2*）を回復するため、Basmati 370 との戻し交雑を行った。今後、戻し交雑を繰り返した後、後代の選抜を行い、アロマを有する耐冷性およびいもち病抵抗性遺伝子の Basmati 系統の開発を進める。また、IR124713-1 (CO_3) に別のいもち病抵抗性遺伝子 (*Pi39*, *Pb1*) を導入するため、C138 との交配を行った（表 1）。Basmati 370 の耐冷性をさらに強化するため、耐冷性極強の Silewah との交雑を行った後代の耐冷性評価を行っており、Basmati 370 の耐冷性強化に有用な遺伝子座の探索と育種素材取得を進めている。*Oryza longistaminata* の染色体断片置換系統群 (LCSILs) の中からケニアのいもち病菌レースに抵抗性を持

つ系統を選抜し、親品種である **Kernel Basmati** および **Basmati 370** との交配を行った。ケニアのコースト地域で人気のある在来水稲品種 **Supa**（超晩生、高バイオマス）の生育期間を短縮し栽培しやすくすることを目的に台中 65 号との交配を行った。CO_1 は耐冷性極強の **Silewah** に **Basmati 370** 由来の香り (*BADH2*) と粒形アレル (*OsSPL16*) を導入した系統であるが耐冷性が失われているため、**Silewah** との交配を行った。後代を使って耐冷性 **QTL** のマッピングおよび育種素材取得を同時に行う予定である。最近ケニアに導入された水稲品種 **Komboka** のいもち病抵抗性を強化するため、*pi21* をもつ戦捷との交配を行った。新品種の開発に繋げるため、上記を含む交配と選抜は今後も継続する。今後、これらの材料に集団育種法または戻し交雑育種法を適用し、有望系統を選抜する素材として利用可能である。

本プロジェクトの後押しにより、交雑育種の基盤となる交雑が **KALRO** ムエア支所で日常的に行われるようになった。育種技術やマーカー選抜技術、交雑技術に関する研修については対面で行うことができなかったため、オンライン教材を作成した（英語の録音を除きほぼ完成しており、3 月末までに **PowerPoint** ファイルおよび動画として完成見込み）（図 4）。

愛知県農業総合試験場内に土地を借上して地下水位を制御できる試験水田を 2020 年度に整備した。この圃場を利用して、節水栽培で生じる土壤水分変動ストレス条件に対して高い適応性を有するイネ系統の選抜を進めた。また、節水栽培に適応するための **QTL** の探索に必要なデータを収集した。

表 1 現地および日本にて育成中の育種集団（抜粋）

組合せ	ターゲット形質	世代（2022 年 1 月）
C138/Basmati370	Basmati370 にいもち病抵抗性を付与	F1（ケニア） BC3F1（日本）
SUPA/CO3	SUPA に耐冷性を付与	F1（ケニア）
C138/CO3	CO3 (Bastamt370 に耐冷性を付与した系統、NPT 審査中) にいもち病抵抗性を付与	F1（ケニア）
Sensho/Komboka	Komboka にいもち病抵抗性を付与	F1（ケニア）

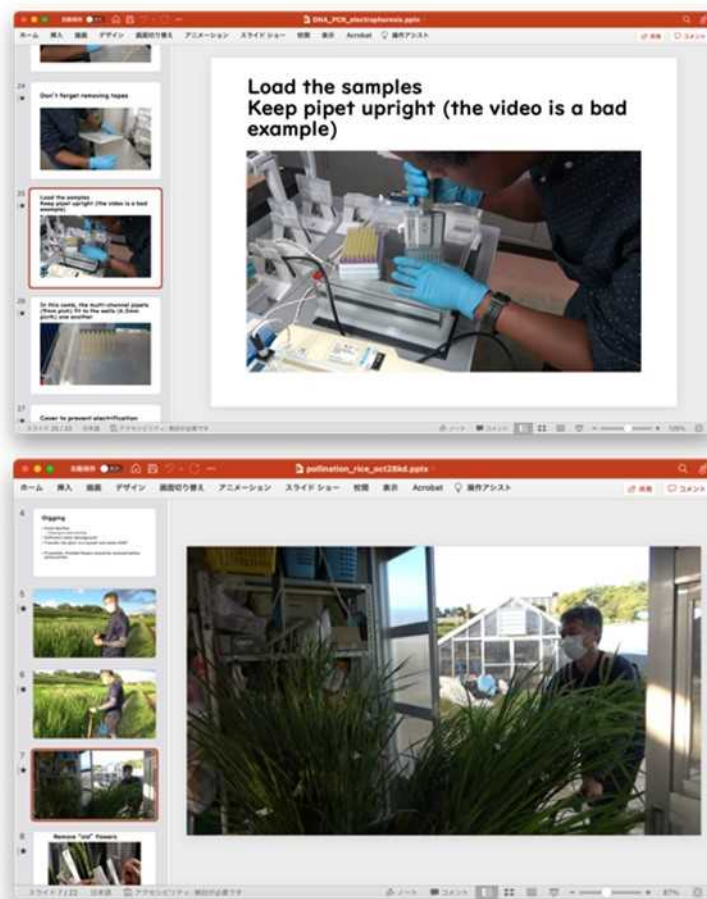


図4 育種用のオンライン教材の一部（上；DNA マーカー試験の方法、下；交配の方法）

②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

今後のさらなる生産性向上を達成するためには、籾数増加遺伝子を導入したイネの登熟歩合を高く維持する必要がある。2021年度より、籾数増加遺伝子導入系統の登熟歩合が低下する原因を明らかにするための研究を開始した。

③研究題目1の研究のねらい（参考）

Basmati 370 の耐冷性といもち病を強化したケニア向けの系統、Basmati 370 および陸稲品種 NERICA1 の生産性を改善（籾数増加）した系統のケニアでの普及を目指して、新品種としての登録プロセスを進めると共に、さらなる品種改良に取り組む。

④研究題目1の研究実施方法（参考）

ケニアの種苗法に従って品種登録を進める。すなわち、NPT と DUS テストを3シーズン実施し、KEPHIS による審査を受ける。本プロジェクト実施期間中に品種登録することはできないが、1年目の結果によって品種登録の見通しは十分に立てられる。品種改良は、遺伝子組換えでは無く、交配、マーカー選抜および栽培試験での評価によって進める。

(3) 研究題目 2：「種子の生産管理・供給システムの構築」

リーダー：榎原大悟（名古屋大学農学国際教育研究センター・准教授）

①研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

ケニアでの品種登録に申請した 2 系統、その他の中間母本、全 WISH 系統の種子増殖を行い、今後の活動に必要な種子を確保した。KALRO の種子生産部門（Seed Unit）を強化し、育種家種子、原原種、原種の種子を適切に管理保存し、認証種子生産を担う種子生産企業に供給するための体制構築を進めるため、KALRO ムエア支所の関係者とメールベースで協議し、KALRO ムエア支所による計画書を作成した。また、種子の生産管理・供給システムの構築に向けて、籾乾燥機、種子への薬剤処理機など必要な機材を整備した。種子生産関係者（種子生産事業者、認証種子生産農家、稲作農家、収穫・貯蔵・精米・販売事業者）との協議及び研修はコロナ禍により実施困難な状況となったため、種子生産・管理用のオンライン教材を作成した（図 5）。

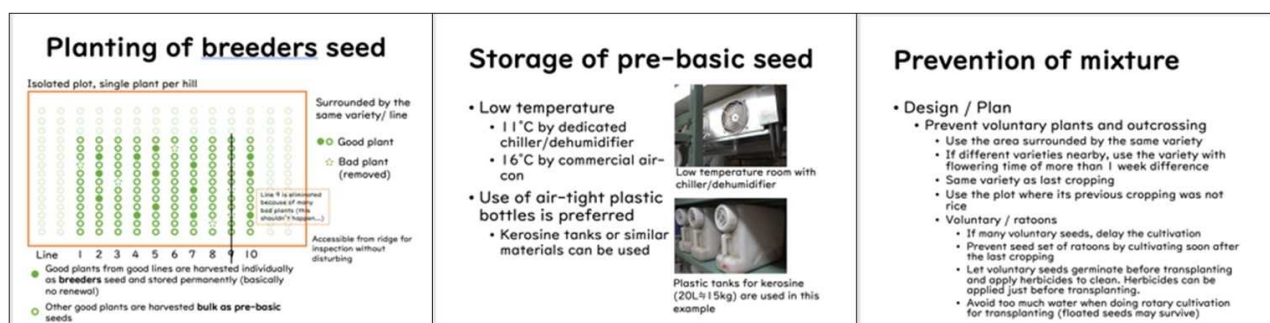


図 5 種子生産・管理用のオンライン教材の一部

②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

コロナ禍により関係者を日本に招へいしての研修を実施する見通しが立たなくなったため、オンラインで研修を行うための教材を作成した。

③研究題目 2 の研究のねらい（参考）

イネ種子の維持管理、生産、農家への供給を行うためのシステムを強化し、ケニア向けに開発した新品種を普及するための体制を整備する。

④研究題目 2 の研究実施方法（参考）

KALRO の Seed Unit を強化し、KALRO ムエアにおいてイネ品種の育種家種子、原原種、原種の種子を適切に管理保存し、認証種子生産を担う種子生産企業に供給するための体制を構築する。種子生産供給システムの構築に当たっては、KALRO の Seed Unit に加え、種子生産企業等との連携を進める。また、種子生産企業から委託されて認証種子を生産する農家との連携にも取り組む。また、現地の育種家や種子生産関係者を対象に品種の管理・増殖に必要な知識・技術に関する研修を行う。

(4) 研究題目 3：「改良栽培技術の農家圃場での実証」

リーダー：菊田真由実（広島大学大学院統合生命科学研究科・助教）

【終了報告書】【210531】

①研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

ムエア灌漑地区の農家圃場において、2020 年度および 2021 年度に耐冷性遺伝子を Basmati 370 に導入して作出した IR124713-1 (CO_3) を利用した二期作の実証試験を行った (図 6)。また、より詳細なデータを得るために、KALRO ムエアの試験圃場においても、二期作の実証試験を実施した。2020 年度は、冷害がほとんど見られなかったため、Basmati 370 と CO_3 の収量に差は認められなかった。2021 年度の結果については、現在分析中である。さらに、KALRO ムエア支所において、CO_3 の N 施肥反応に関する栽培試験、NERICA 1 および Basmati 370 に「*Gn1a* and/or *WFP*」を導入した系統の N 施肥反応に関する栽培試験、イネ品種の生育を非破壊計測技術の開発に係る栽培試験を実施した。現在、これらの栽培試験で収穫したイネサンプルの分析を進めている。

開発した新品種および改善した栽培技術の有用性を実証するため、KALRO ムエア支所に生産から販売まで一貫して行うモデルファームの整備を進めた。モデルファームで使用するために、精米機 1 台、籾乾燥装置 3 台、コンバイン 1 式を導入した (図 7)。精米機および籾乾燥装置を設置するための施設は現在建設中である (図 8)。また、モデルファームでは、認証種子生産事業者等に販売するための原種種子の生産も行うこととして、そのために必要な薬剤処理機の導入も進めた。さらに、モデルファームに導入したコンバインおよび耕運機などの農業機械の使用方法に関する研修を実施した (図 9)。



図 6 農家圃場における CO_3 を使った二期作の実証試験の様子

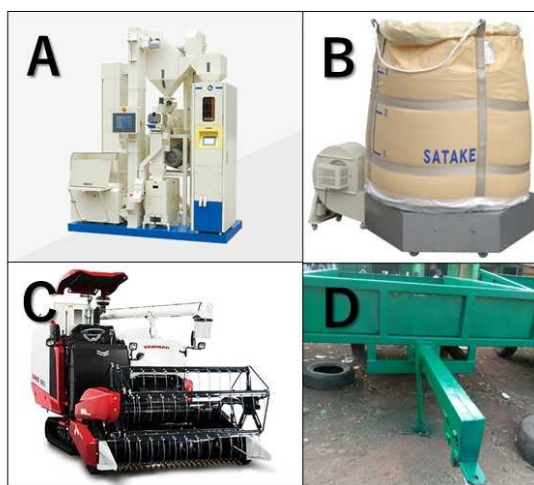


図 7 モデルファームに導入した農業機械 (A ; 精米機、B ; 籾乾燥装置、C ; コンバイン、D ; コンバイン牽引用トレーラー)



図 8 精米機等を設置するための施設建設の様子



図 9 農業機械の使用方法に関する研修の様子

②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

開発した新品種および改善した栽培技術の有用性を実証するために、生産から販売まで一貫して行うモデルファームを KALRO ムエア支所に整備することとした。モデルファームで実施する新品種のデモ栽培と農家に対する農業機械を利用した生産技術の研修を通して、新品種および栽培技術の普及推進に取り組むこととした。また、認証種子生産事業者等に販売するための原種種子の生産をモデルファームで行うこととした。

③研究題目 3 の研究のねらい（参考）

有用農業形質遺伝子を交配とマーカー選抜で導入したイネ品種と、その能力を最大限に発揮させる栽培技術を組み合わせることによって、稲作生産性向上が実現できることを農家圃場において実証する。

④研究題目 3 の研究実施方法（参考）

ムエア灌漑地区の農家圃場において、耐冷性を強化した **Basmati 370** を利用した二期作の実証試験を行う。また、詳細なデータを得るため、KALRO ムエア支所の試験水田において、耐冷性品種を用いた二期作に関する栽培試験を行う。さらに、収数増加遺伝子を導入したイネ品種の生産性を最大化する施肥管理方法を明らかにするための栽培試験を多地点で行う。得られたデータから遺伝子×環境×栽培技術の相互作用を解析し、品種改良・栽培技術改善に活用する。KALRO ムエア支所にモデルファームを整備し、新品種の生産から販売までを一貫して行う活動を通して、開発した品種および改善した栽培技術の有用性を実証する。

(5) 研究題目 4：「稲作技術改善の経済的効果の解明」

リーダー：櫻井武司（東京大学大学院農学生命科学研究科・教授）

①研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

2019 年 6 月にムエア灌漑地区で行った家計調査（同灌漑地区の 7 セクションから選んだ 178 世帯の

稲作農家を対象に 2018/19 年の第 1 期作・ラトゥーン作・第 2 期作をカバー) の対象となった稲作農家を中心に 200 世帯の農家を選び、家計調査を行った。この調査は、2019/20 年の第 1 期作・ラトゥーン作・第 2 期作に加えて、2020 年の第 1 期作を対象とし、耐冷性 Basmati (CO_3) を利用した二期作のデモンストレーション栽培を実施する前のベースライン調査として位置づけられる。ベースライン調査の時点で、二期作を実施していたのは全体の 25%程度であった。農家によると、二期作を実施できない主要因は灌漑用水の不足であり、新しいダム (Thiba dam) の完成が問題を解決するとのことであった。また、二作目のコメの単収は一作目と比べて低いだけでなく、収益の点では現在行われている再生二期作 (ひこばえ栽培) にも劣る可能性があることが判明した。二作目の単収が低い原因については明らかにできないが、低温障害の可能性と灌漑用水不足の可能性が考えられる。前者については CO_3 が解決し、後者については Thiba ダムの完成が解決するならば、2022/23 年作から二期作が拡大するものと予想される。灌漑用水に問題がないことを前提に、CO_3 の効果を農家に体験させることができれば、急速に二期作が拡大する可能性がある。その他、栽培については、ジャンボタニシと野ねずみによる食害、経営については、組合からの売上代金の支払いの遅れ、生産コスト (除草剤、化学肥料、農業労働者、鳥追い) の上昇などが稲作の拡大を制約する要因として確認された。

②研究題目 4 の当初計画では想定していなかった新たな展開

CO_3 の品種登録が完了した後、この種子の販売実験を行うことを計画している。組合からの売上代金の支払いの遅れが顕著になると、種子を購入する際に現金がないために購入できないという事態が発生する可能性がある。販売実験の際にクレジットの導入は想定していなかったが、検討する必要があるかもしれない。

③研究題目 4 の研究のねらい (参考)

ムエア灌漑地区の生産環境に合わせて開発した新品種の社会実装のためには、種苗会社や種子生産組合に新品種の種子の生産と販売を行わせる必要があるが、その前提となるのは農民が新品種の種子を需要する (購入する) という点である。研究題目 4 では、新品種の販売実験を通じて農民が種子にいくら支払うか、また支払い額は農民や圃場のどのような条件により決定されるかを明らかにすることで、社会実装に向けた情報を提供する。

④研究題目 4 の研究実施方法 (参考)

ムエア灌漑地区の稲作農家を対象に質問票調査ならびに聞き取り調査によるベースライン調査を行い、稲作農家の社会経済的状況を明らかにする。さらに、現地で耐冷性 Basmati (CO_3) を使った二期作のデモ栽培を実施した後にフォローアップ調査を実施し、二期作の普及に必要な社会経済的条件を明らかにする。本プロジェクト終了後、CO_3 の品種登録が完了したところで、この種子の販売実験を行い、稲作農家の社会経済状況が改良イネ品種の種子に対するニーズ (支払い意思額) に及ぼす影響を明らかにする。これにより改良イネ品種のムエアにおける普及水準を推測し、民間企業がビジネスとして種子生産と販売を行うことの実現可能性を探る。さらに、種子を購入した農家が CO_3 の二期作により高い単収と所得を実現したかについて明らかにする本格的なエンドライン調査も本プロジェクト終了後に実施する計画である。

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）

ケニアでの研究活動は、本来であれば、日本側の研究者がケニアに渡航して技術的なバックアップを行いつつ、共同で実施する計画であったが、コロナ禍で海外渡航が困難な状況であるため、カウンターパート研究者が主体となって実施した。また、ケニアの研究員等を日本に招へいして行う予定であった研修も実施できなかったため、一部の研修を現地で実施するとともにオンライン教材の開発を進めた。これらの教材は、今後の活動に活用し、研究成果の社会実装を進める予定である。

耐冷性を強化した系統および収量性を向上させた系統をケニアで新品種としてリリースするために、2020年度にNPT（新品種の生育および収量の評価）およびDUS（区別性、均一性及び安定性）テストに申請した。順調に審査が進めば、2023年度には新品種として登録される見込みである。これらの新品種と栽培管理技術を組み合わせて農家圃場で実証試験を行い、農家に紹介する。品種登録終了後、速やかに普及できるよう、種子の維持管理、生産および農家への配布を行うためのシステムの整備を進める。さらに、農家家計調査および種子の販売実験を通して、新品種を普及するために必要な社会経済的な条件を明らかにし、普及戦略構築に活用する。また、さらなる品種改良を継続して行うとともに、品種の能力を十分に引き出すために必要な栽培条件の解明にも取り組む。

本プロジェクトの実施期間は、新品種の普及を行うには短すぎるが、上記の活動を通して社会実装への道筋が明確になる。本プロジェクトを通して、耐冷性 Basmati がムエア灌漑地区に導入され、二期作の普及が進めば、コメ生産量の大幅な増加が期待できる。また、現地では、いもち病対策として農薬が大量に使用されているが、いもち病抵抗性 Basmati 品種を導入することにより、農薬購入に掛かる費用が軽減され、農家の所得向上に繋がることが期待される。収数増加遺伝子を導入したイネ品種は、ケニアでの多収稲作の実現に繋がると考えられる。

研究代表者らは、本プロジェクト終了後にもケニア農畜産業研究機構との共同研究および研究成果の社会実装を継続して推進していく予定である。また、本プロジェクトの活動を通してケニア農畜産業研究機構の能力向上に協力し、地域の稲作振興に貢献したいと考えている。

Ⅲ. 社会実装に向けた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

ケニアでの研究活動は、本来であれば日本側の研究者がケニアに渡航して技術的なバックアップを行いつつ共同で実施する計画であったが、コロナ禍で海外渡航が困難な状況であったため、ケニアのカウンターパート研究者が主体となって実施した。日本側とケニア側の研究者は、オンライン会議、電話、Eメールなどによりコミュニケーションを取ることで、概ね計画通りに実施することが出来た。また、ケニアにおけるコンクリート枠付き試験水田の整備に当たっては、現場で進捗を管理し、細かい修正点などに関する指示が必要であったが、コロナ禍のため、日本側研究者が現地でその役割を担うことは困難な状況であった。このため、ケニアのカウンターパート研究者にその役割を依頼し、緊密に連絡をとりあうことで、試験水田は予定通り完成した。

ケニア側の研究機関の研究予算は極めて乏しく、プロジェクトを継続するためには基盤的予算の確保が重要である。ケニア側の研究機関が自立して、本プロジェクトによって立ち上げた活動を継続することが出来るよう、モデルファームを整備してコメおよびイネの種子を生産・販売し、その収益を

【終了報告書】【210531】

活動維持費に充てるプロジェクトを立ち上げた。

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。本プロジェクトにおいても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を目指している。コロナ禍のため、研修活動や若手研究者の招へい・派遣は実施出来なかったが、日本とケニアの若手研究者が連絡を取り合って共同研究に取り組み、交流を深めることが出来た。

(2) 研究題目 1 : 「有望イネ系統の品種化および品種改良の推進」

リーダー：土井一行（名古屋大学大学院生命農学研究科・准教授）

開発したイネ有望系統をケニアで新品種として登録するために KALRO を通して KEPHIS に申請したが、KALRO と KEPHIS との間に未解決の問題があったため、手続きに遅れが生じた。粘り強く KEPHIS との協議を続けた結果、2021 年 1 月に申請書が受理され、2021 年 3 月に審査のための栽培試験である NPT および DUS テストが開始された。

水稻の多地点連絡栽培試験により、遺伝的形質×栽培環境要因×栽培管理技術の相互作用を詳細に分析するためには、同一処理区内におけるイネの生育および収量の変動を最小限に抑える必要がある。そのためには水田を精密に管理し、土壌環境のムラを少なくすることが重要である。これまで、試験水田を保有する KALRO の支所は、中央高地のムエアだけであった。本プロジェクトにより、インド洋沿岸のムトゥワパおよびビクトリア湖沿岸のキボスにも試験水田を整備したため、精密な栽培試験を実施することが可能となった。これにより、栽培環境の異なる各稲作地域に適した新品種の開発が大きく進展することが期待される。

(3) 研究題目 2 : 「種子の生産管理・供給システムの構築」

リーダー：槇原大悟（名古屋大学農学国際教育研究センター・准教授）

ケニアではイネ種子の生産管理を行うための組織と人材が不足している。本プロジェクトでは、KALRO の Seed Unit を強化するため、現地の関係者を日本に招へいして対面で研修を行う予定であった。しかし、コロナ禍により実施困難な状況となったため、種子生産・管理用のオンライン教材を作成した。新品種の種子生産・供給体制を構築するために計画していた種子生産事業者、認証種子生産農家、稲作農家、収穫・貯蔵・精米・販売事業者などとの協議も実施困難な状況になったが、KALRO ムエア支所の関係者とメールベースで協議し、KALRO ムエア支所の Seed Unit 強化計画書の作成を支援した。

(4) 研究題目 3 : 「改良栽培技術の農家圃場での実証」

リーダー：菊田真由実（広島大学大学院統合生命科学研究科・助教）

ケニアの農家圃場において栽培試験を行うための協力農家の選定は、現地の農民グループ、水利組合、灌漑公社などの関係者からの協力により実施した。これにより、非常に協力的な農家を選定することが出来た。また、ケニアでの栽培試験のために、日本側の研究者が渡航することは出来なかったが、オンラインで技術的なサポートを行うことで、計画通りに実施することが出来た。

(5) 研究題目 4 : 「稲作技術改善の経済的効果の解明」

【終了報告書】【210531】

リーダー：櫻井武司（東京大学大学院農学生命科学研究科・教授）

ムエア灌漑地区における農家家計調査は、ケニアに帰国した東京大学の元留学生を現地で雇用して実施した。コロナ禍のため、海外渡航が出来ない状況であったが、ケニア人元留学生は、ムエア灌漑地区での調査経験があったため、効率的に調査を進めることが出来た。

IV. 日本のプレゼンスの向上（公開）

令和2年度進研ゼミ小学講座かがく組4年生4号（7月1日発行）に本プロジェクトによる活動を含むケニアでの取り組みが取り上げられた。

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VI. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VII. その他（非公開）

以上

V. 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。)
2021	Hasegawa, T., Wainaina, C. M., Shibata, A., Lucob-Agustin, N., Makihara, D., Kikuta, M., Menge, D. M., Gichuhi, E. W., Samejima, H., Kano-Nakata, M., Kimani, J. M., Musila, R. N., Yamauchi, A. and Inukai, Y. The outstanding rooting1 mutation gene maintains shoot growth and grain yield through promoting root development in rice under water deficit field environments. Journal of Agronomy and Crop Science, published online	10.1111/jac.12524	国際誌	発表済	
2021	Kakehashi, T., Kikuta, M., Menge, D.M., Gichuhi, E.W., Samejima, H., Makihara, D. Alternate wetting and drying (AWD) mitigates the decline in grain filling of Basmati 370 due to low temperature in tropical highlands. Agronomy, 2021, 11(11), 2345	10.3390/agronomy1112345	国際誌	発表済	
2021	Kitony, J.K., H. Sunohara, M. Tasaki, J.I. Mori, A. Shimazu, V.P. Reyes, H. Yasui, Y. Yamagata, A. Yoshimura, M. Yamasaki, S. Nishiuchi and K. Doi. Development of an aus-derived nested association mapping (aus-NAM) population in rice. Plants, 2021, 10(6), 1255	10.3390/plants10061255	国際誌	発表済	

論文数 3 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 3 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。)
2021	Reyes, V.P., R.B. Angeles-Shim, M.S. Mendioro, M.C.C. Manuel, R.S. Lapis, J. Shim, H. Sunohara, S. Nishiuchi, M. Kikuta, D. Makihara, K.K. Jena, M. Ashikari and K. Doi. Marker-assisted introgression and stacking of major QTLs controlling grain number (Gn1a) and number of primary branching (WFP) to NERICA cultivars. Plants, 2021, 10(5), 844	10.3390/plants10050844	国際誌	発表済	

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

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
2020	土井一行, 声効基行, 菊田真由実, 横原大悟, イネ収量関連遺伝子の同定と利用 -ケニアでの試み-, アグリバイオ, 2020, 4(7), 18-22		雑誌	発表済	

著作物数 1 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
2021	Quantitative genetics	PowerPointファイル、動画	
2021	How to handle rice materials	PowerPointファイル、動画	
2021	How to do rice crossing	PowerPointファイル、動画	
2021	DNA markers in rice	PowerPointファイル、動画	
2021	Seed production	PowerPointファイル、動画	

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、年月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2020	国内学会	Kitony JK, Reyes VP, 春原英彦, 田崎三香子, 西内俊策, 土井一行. ausイネ由来の集団を用いた nested association mapping. 日本育種学会第139回講演会, オンライン, 2021年3月	ポスター発表
2021	国際学会	Tomita, R., Gichuhi, E. W., Menge, D. M., Kikuta, M., Makihara, D. Evaluation of salinity tolerance in rice lines carrying overlapping chromosome segments of <i>Oryza longistaminata</i> in a genetic background of <i>Kernel Basmati</i> . 10th Asian Crop Science Association Conference, オンライン, 2021年9月	ポスター発表

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、年月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2020	国際学会	ReyesVP, Angeles-Shim RB, Lapis RS, Shim JH, Sunohara H, Jena KK, Ashikari M, Doi K. Improvement of Asian rice cultivars through marker-assisted introgression of yield QTLs Grain Number 1a (Gn1a) and Wealthy Farmer's Panicle (WFP). 47th Philippine Society for Biochemistry and Molecular Biology Annual Convention, オンライン, 2020年12月	ポスター発表
2020	国内学会	Reyes VP, Shim RB, Sunohara H, Kitony JK, Nishiuchi S, Jena KK, Ashikari M, Doi K. Development and evaluation of Gn1a and WFP introgression lines in NERICA genetic background. 日本育種学会第139回講演会, オンライン, 2021年3月	ポスター発表
2021	国内学会	富田怜那, 菊田真由実, 横原大悟. 土壌塩分モニタリングシステムの開発と異なる灌漑条件下における土壌塩動態とイネの生育との関係の解析. 第252回日本作物学会講演会, オンライン, 2021年9月	口頭発表
2021	国内学会	黒木隆一, V.P. Reyes, A.D. Mabreja, 西内俊策, 土井一行. パスマティイネの耐冷性改善のための遺伝解析. 日本育種学会中部地区談話会, オンライン, 2021年11月	口頭発表
2021	国内学会	松山恵美子, 黒木隆一, 西内俊策, 土井一行. 乾燥ストレスに対するイネの根の可塑性の遺伝解析. 日本育種学会中部地区談話会, オンライン, 2021年11月	口頭発表
2021	国内学会	黒木隆一, V.P. Reyes, A.D. Mabreja, 西内俊策, 土井一行. パスマティイネの耐冷性改善のための遺伝解析. 日本育種学会大41回講演会, オンライン, 2022年3月	口頭発表

招待講演	0 件
口頭発表	4 件
ポスター発表	2 件

V. 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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

V. 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 (例:2020/4/1)	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
2020	2020/12/4	Best poster presenter (3rd Place)	Improvement of Asian rice cultivars through marker- assisted introgression of yield QTLs Grain Number 1a (Gn1a) and Wealthy Farmer' s Panicle (WFP)	Reyes et al.	フィリピン生 化学・分子 生物学学会	3.一部当課題研究の成果 が含まれる	

1 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日 (例:2020/4/1)	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

V. 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／実証試験等【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 (例: 2020/4/1)	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0 件

②実証試験等

年度	実施期間(実施日)	実証項目	実施場所	概要
2020	2020年8月～実施中	耐冷性品種を利用した二期作	ケニア、ムエア灌漑地区	SATREPSプロジェクトで開発した耐冷性Basmatiの二期作の農家圃場における実証試験を開始した。
2020	2021年3月～実施中	品種登録のためのNPT試験およびDUSテスト		ケニアでの品種登録に必要なNational Performance Trial (NPT) およびDistinctness, Uniformity and Stability (DUS) テストを開始した。

2 件