

## 二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月26日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]  
東京農工大学・大学院農学研究院  
[職・氏名]  
教授・岡崎 伸  
[課題番号]  
JPJSBP 120229912

1. 事業名 相手国: ガーナ (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ガーナにおけるイネ共生菌根菌の遺伝的多様性と実用化研究(英文) Diversity analysis and practical application study of upland rice symbiotic mycorrhizal fungi in Ghana3. 共同研究実施期間 2022年4月1日 ~ 2024年3月31日 (2年\_\_ヶ月)【延長前】     年    月    日 ~     年    月    日 ( \_\_年\_\_ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Crop Research Institute · Senior Research Scientist · Raphael Kwame Bam

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,900,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,900,000 円
	2年度目執行経費	2,000,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	9名
相手国側参加者等	4名

\* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	4		( )
2年度目	4		( )
3年度目			( )

\* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

## 8. 研究交流の概要・成果等

### (1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本研究では、ガーナの米生産性における最大の課題である貧栄養土壌(特にリン欠乏)と用水不足について、リン酸や水分を植物に供給する共生微生物である菌根菌を利用して生産性を向上させることを目的とした。研究交流期間において、ガーナ各地のイネ共生菌根菌を調査し、(1)ガーナのイネ共生菌根菌の遺伝的多様性と環境要因との関連性の解明、および(2)貧栄養・乾燥条件下でイネの生育を促進する優れた菌根菌の単離を試みた。研究交流実績の概要は以下の通りである。

#### 1. ガーナにおけるイネおよび土壌の採取

日本側研究者が2023年3月8日~3月17日、および2024年3月10日~3月21日までガーナに渡航し、ガーナ各地からイネと土壌を採取した。現地ではガーナ大学および作物研究所の協力の下、ガーナの生物地理学的地域区分を踏まえ、多様な地域区分を網羅するようにガーナの6気候区分に渡って合計30地点からのサンプリングを行った。

#### 2. 土壌成分調査

採取した土壌はガーナ大学土壌学科の協力により分析を行った。常法にしたがい、全窒素、全炭素、可給態窒素(硝酸態窒素、アンモニア態窒素)、可給態リン、カリウム、pHを調査した。その結果、すべての水田土壌が酸性土壌(pH 5.2-5.9)であった。さらに、全窒素含有量はすべての地点で同程度であったが、落葉樹林帯の硝酸態窒素の濃度はギニアサバンナ地帯の約2倍、可給態リン、陽イオン交換容量、全炭素量においても、落葉樹林帯の方がギニアサバンナ地帯よりも2倍から3倍高いという結果となった。

#### 3. ガーナイネと共生する菌根菌、糸状菌、細菌の群集構造解析

採取したイネについて菌根菌共生率を調査した結果、Upper West 地帯が最も高く(25%)、続いて Brong-Ahafo 地域(14%)、Ashanti 地域(11%)、Northern 地域(9%)、Upper East 地域(8%)、最も低いのは Volta 地域(1.2%)で大きな差が生じていた。採取したイネの根 DNA を抽出して菌根菌特異的プライマーを使用したアンプリコン解析を行い、共生菌根菌の群集構造解析を行った。その結果、ほとんどの地域で *Rhizophagus* 属と *Glomus* 属が優先種であった。また、PERMANOVA 分析により、土壌中の可給態リンが菌根菌群集構造を形成する主要な決定要因であることが示された。これらの結果は、私たちの前回調査(Elsie Sarkodee-Addo et al, 2020)ともおおそ一致するものであった。

イネと菌根菌の共生はイネ根圏中の他の微生物コミュニティにも大きく影響をうけることから、今回の調査では、菌根菌と同時にイネに感染する微生物群にも着目して解析を行った。採取したイネ根の DNA を抽出して糸状菌および細菌用プライマーを用いたアンプリコン解析を行った結果、イネに共生する糸状菌叢、細菌叢は採取地域(気候区分)によって大きく異なり、その種構成には局所的な環境要因が関与していることが明らかとなった。採取した全てのイネにおいて、共生菌根菌種と細菌群集および糸状菌群集の間には有意な関係性がみとめられ、それらは土壌養分特に硝酸態窒素の影響を強く受けていることが判明した。関連性解析により、土壌養分が糸状菌叢に影響し、その影響が細菌叢と菌根菌種の選抜に影響していることが示唆された。

また、ガーナ北部のイネには *Pleosporales* 属や *Curvularia* 属などユニークな糸状菌群が見出された。これらの糸状菌は高温や乾燥などに対する植物のストレス耐性を向上させることが知られており、ガーナ北部の厳しい

熱帯大陸サバンナ気候に順応するイネと共生していることが示唆された。また、同じく北部地域のイネに見出された *Pleomorphomonas* 属などの細菌群は、窒素固定によりイネの窒素利用率を向上させることが知られており、低窒素土壌でのイネの生育を支えている可能性が示唆された。

#### 4. 菌根菌胞子の単離、同定と増殖

ガーナでサンプリングしたイネ根圏土壌から Wet sieving 法により菌根菌胞子を分離した。分離した胞子は、ガーナ大学側の協力により増殖し、種同定を行った。その結果 *Rhizophagus* 属、*Glomus* 属、*Gigaspora* 属、および *Claroideoglomus* 属が同定された。現在、バヒアグラスと白クローバーの混植により胞子増殖を行っているところである。十分な胞子量が確保でき次第、イネへの接種試験によりリン酸供給量、植物生育促進量、乾燥耐性などについて評価する計画である。

#### (2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

本研究では、ガーナのほぼ全土を網羅する6気候区分からのイネと土壌のサンプリングを行い、ガーナイネと共生する菌根菌種、および同時に感染している微生物叢を世界で初めて明らかにした。ガーナイネに共生する菌根菌種は気候区分によって大きく異なり、その種構成には局所的な環境要因が関与していた。さらに、共生菌根菌種は細菌群集および糸状菌群集の影響を受けており、それらは土壌養分特に硝酸態窒素の影響を強く受けていることが判明した。一方、ガーナ北部のイネには *Pleosporales* 属や *Curvularia* 属などユニークな糸状菌群が見出された。これらの糸状菌は高温や乾燥などに対する植物のストレス耐性を向上させることが知られており、ガーナ北部の厳しい熱帯大陸サバンナ気候へのイネの適応をサポートしている可能性が示唆された。また、同じく北部のイネに見出された *Pleomorphomonas* 属などの細菌群は、窒素固定によりイネの窒素利用率を向上させることが知られており、低窒素土壌でのイネの生育を支えている可能性が示唆された。このような菌根菌と共生微生物との関連性は高温、乾燥、低肥沃土壌で生育するイネの生態を理解する上で重要な基礎的知見となる。

#### (3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

本研究では、ガーナ側研究者の協力により、ガーナのほぼ全土を網羅する6気候区分からのイネと土壌のサンプリングが可能となり、ガーナイネと共生する菌根菌種、および同時に感染している微生物叢をガーナ全土に渡り明らかにすることができた。これはガーナ側研究者の協力があって初めて得られた成果である。日本側研究者は2回にわたってガーナを訪れ、ガーナ大学、ガーナ作物研究所、サバンナイネ研究所の研究者および学生と議論する機会を得た。日本側の特に若手研究者にとっては、アフリカの稲作を知り、現地の考え方を知る貴重な経験となった。また、日本人研究者によるガーナの若手研究者や学生への微生物叢解析技術の指導など学術交流や人材育成面でも重要な成果をあげることができた。研究成果については現在原著論文にまとめているところであり、次の共同研究に向けた議論も開始している。

#### (4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

本研究で得たガーナイネと共生する菌根菌および共生微生物叢に関する知見は、今後、ガーナや周辺諸国における稲栽培への微生物利用技術開発において重要な基盤データとなる。今回新たに発見された菌根菌以外の共生糸状菌、共生細菌は、それぞれイネのストレス耐性や窒素獲得など、イネ生産性に重要な役割を果たすと考えられ、今後ガーナや類似した環境下での稲作に利用できるものと期待している。今後は、民間肥料会社と共同してバイオ肥料としての実用化を検討する。将来的には、農業生産が困難な貧栄養土壌、乾燥土壌な

ど劣悪環境下での稲作に最適な共生微生物を普及させることで、本共同研究を起点とした世界各地のサバンナ地域における稲作への菌根菌利用が進み、肥料削減と環境負荷軽減による持続的な食糧生産へつながるものと期待している。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

今回の共同研究では、日本側研究者は2回にわたってガーナを訪れ、ガーナ大学、ガーナ作物研究所、サバンナイネ研究所の研究者および学生と議論する機会を得た。日本側の特に若手研究者にとっては、アフリカの稲作を知り、現地の考え方を知る貴重な経験となった。また、日本人研究者によるガーナの若手研究者や学生への微生物叢解析技術の指導など学術交流や人材育成面でも重要な成果をあげることができた。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

今後は今回構築されたネットワークを生かし、現地でのイネ用微生物資材の実用化に発展させる計画である。また、ガーナ側からの提案もあり、大豆などイネ以外の作物についての共生微生物の解析も進める計画も立てている。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

東京農工大学とガーナ大学の間での共同研究、人材交流を更新、強化することに双方同意し、大学間学術交流協定(MoU 及び Agreement)を本研究代表者(岡崎伸)を窓口として、2023年6月7日付で更新した(2028年6月6日まで5年有効)。また、ガーナ側研究者である Kwesi Eric Nartey 准教授(ガーナ大学)を東京農工大学へ招聘教授として2024年10月に招聘し、ガーナの稲作および本研究の成果について講義、セミナーを開催する予定である。