

令和 5 年 5 月 15 日現在

機関番号：34419

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2019～2022

課題番号：19KK0158

研究課題名（和文）半乾燥地における水環境変動を克服しうる混作農法の創出

研究課題名（英文）Development of mixed-cropping techniques to overcome fluctuation of water environment in semi-arid regions

研究代表者

飯嶋 盛雄 (Iijima, Morio)

近畿大学・農学部・教授

研究者番号：60252277

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,100,000円

研究成果の概要（和文）：南部アフリカにおける気候変動対応型の新しい混作栽培技術を構築することを本研究の目的とした。研究代表者らがこれまでに開発した萌芽的な栽培技術を適用することにより、洪水と干ばつの両者に対応可能な新たな栽培技術を創出することを目指した。ナミビアからボツワナに植物検疫を通じてイネ品種群を送付し、ボツワナにおける混作を前提とした洪水と干ばつ対応型の稲作導入を行った。ナミビアではパールミレット、ソルガム、カウピーの接触混植技術を異なる州に拡大した。ボツワナではイネとカウピーの接触混植試験を行った。両国に共通する課題として永久湿地の水田化を目指すため、超微細気泡技術を日本国内で基礎的に検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

南部アフリカの半乾燥地では、気候変動の進行により、水環境の極端化が起こりつつある。本研究では、パールミレット、カウピー、ソルガムの接触混植技術を農家圃場レベルで拡大し、ナミビア北中部の諸州に実証試験を拡大した。これまでソルガムの栽培が難しかった乾燥傾向の畑地においても接触混植技術を用いればソルガムの栽培が可能となる。そのため、現地農家との協力体制を維持することができれば、研究成果のさらなる社会実装が期待できよう。さらに、ナミビア・ボツワナ・日本の3国間での研究連携の基礎を築いた。今後、若手研究者によって本研究ネットワークを活用した新たな研究展開の契機となることも期待できよう。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop mixed-cropping techniques that can reduce the stress of floods and droughts caused by climate change in southern Africa. The introduction of rice-based mixed-cropping techniques was done to neighboring country of Botswana by sending many promising rice cultivars from Namibia. In Namibia, the technique of close mixed-planting of pearl millet, cowpea, and/or sorghum, was extended to various provinces. In Botswana, pot experiments were conducted to test the close mixed-planting of rice and cowpea. Experiments on ultra-fine bubble irrigation to rice was conducted in Japan to find out the basic findings contributing to develop paddy fields in permanent wetlands, a common seasonal wetland environment in both countries.

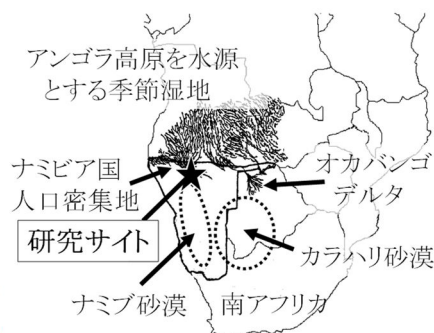
研究分野：作物学

キーワード：close-mixed planting 接触混植 crack treatment 亀裂処理 crack fertilization 亀裂施肥 ultra-fine bubble 超微細気泡

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

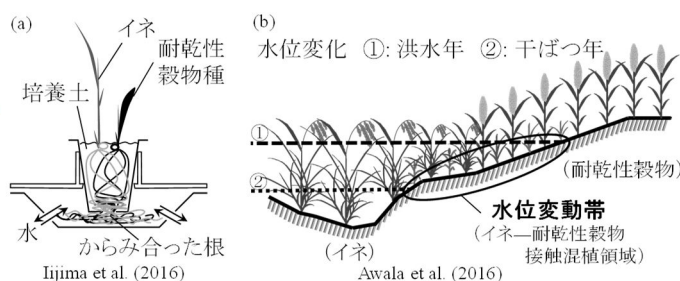
1. 研究開始当初の背景

気候変動に伴う極端気象の頻発は農学上の喫緊の課題である。砂漠国ナミビアの季節湿地（第1図）では、近年、洪水と干ばつが頻発しており、気候変動のモデルともいえる地勢を持つ。この季節湿地には古くから人口が集中し小規模零細農業が営われてきた。この湿地の出現は、隣国のアンゴラ高原の降雨が雨季の氾濫水となってナミビア国に到来することによる。ところが近年では氾濫水の到来が不安定化するとともに、現地の年間降雨量が150~1,100 mmまで著しく変動する。そのため、現地の主食であるパールミレットやカウピ - などの半乾燥地に適応した畑作物群と、先行研究により導入したイネの生産が極度に不安定化している（Iijima et al., 2016: Guidelines for Flood and Drought Adoptive Mixed Cropping System. Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Namibia, Namibia, 68p; ナミビア農業省に提出した先行研究成果をまとめたガイドライン集）。申請代表者らは耐乾性イネ科穀物とイネのClose mixed-planting（接触混植）を、傾斜に沿って展開するという概念（第2図）を提案した（Awala et al., 2016）。異種作物の根を密に絡め合わせた接触混植では、イネの根から放出される酸素が畑作物に受け渡される（Iijima et al., 2017）ため、畑作物の耐湿性が強化（Iijima et al., 2016）される。



第1図 研究サイト周辺の環境

いっぽう、夜間に畑作物の根から放出される水により、イネの耐乾性が同様に強化（Izumi et al., 2018）される。しかし、イネ科作物同士の混作は地力の低下を招く。そこで、洪水と干ばつの両者に対応しうる栽培技術を提案するためには、接触混植にマメ科作物を導入しなければならない。マメ科作物は根粒による窒素固定を行うため、湿害環境では生産力が激減する。例えば、ダイズでは、成長のごく初期に湿害を受けると、その後、生育改善がみられても、収量が大きく低下する現象が知られている。代表者らは、Crack Fertilization（亀裂施肥）を行うことによりダイズの湿害が緩和されることをポットと根箱によるモデル試験により明らかにした。亀裂施肥とは、ダイズの中耕時に心土破碎と根粒菌の土壌深層への投与を行い開花期以降に若い根粒の着生を促すという開発途上の根粒着生制御技術（Iijima et al., 2011, 2015）である。中耕時の心土破碎により多数の深根が切断されるため、土壌深層に新しい根群が発生する。その根群付近に根粒菌が投入されれば、新たに発生した根に根粒が着生する。これらの根粒が、生育期後半にダイズ子実への窒素供給を継続することにより、ダイズの収量が増加する。代表者らは、生育初期に湿害を受けたダイズの収量が、亀裂施肥、あるいは施肥を実施しないCrack Treatment（亀裂処理）により有意に改善する、という成果をフィールド試験でも得た。すなわち、イネ科穀物同士の接触混植にマメ科作物を導入し亀裂処理を実施すれば、湿害を受けたマメ科作物の収量増と土壌肥沃度の向上に寄与する可能性がある。



第2図 接触混植の概念 (a) 混植苗 (b) 現地の水位変動と作物配置。先行研究で季節湿地（低地側）にイネを導入した。水位変動帯（中央）に接触混植を導入し、洪水と干ばつに対応する可能性を提起。

引用文献

- Izumi Y, Okaichi S, Awala SK, Kawato Y, Watanabe Y, Yamane K, Iijima M. 2018. Water supply from pearl millet by hydraulic lift can mitigate drought stress and improve productivity of rice by the close mixed planting. *Plant Production Science*, 21: 8-15. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2018.1428494>
- Iijima M, Hirooka Y, Kawato Y, Watanabe Y, Wada K, Shinohara N, Nanhapo PI, Wanga M, Yamane K. 2017. Short term evaluation of oxygen transfer from rice (*Oryza sativa*) to mixed planted drought-adapted upland crops under hydroponic culture. *Plant Production Science*, 20: 434-440. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2017.1379882>
- Awala SK, Yamane K, Izumi Y, Fujioka Y, Watanabe Y, Wada KC, Kawato Y, Mwandemele O, Iijima M. 2016. Field evaluation of mixed-seedlings with rice to alleviate flood stress for semi-arid cereals.

- European Journal of Agronomy, 80: 105-112. doi: 10.1016/j.eja.2016.07.003
- Iijima M, Awala SK, Watanabe Y, Kawato Y, Fujioka Y, Yamane K, Wada KC. 2016. Mixed cropping has the potential to enhance flood tolerance of drought-adapted grain crops. *Journal of Plant Physiology*, 192: 21-25. doi: 10.1016/j.jplph.2016.01.004
- Iijima M, Yamane K, Izumi Y, Daimon H, Motonaga T. 2015. Continuous Application of Biochar Inoculated with Root Nodule Bacteria to Subsoil Enhances Yield of Soybean by the Nodulation Control using Crack Fertilization Technique. *Plant Production Science*, 18: 197-208. <https://doi.org/10.1626/pps.18.197>
- Iijima M, Honjo H, Izumi Y, Daimon H, Tani T, Hayashi M and Suzuki T. 2011. Control of soybean nodule formation by the newly proposed cultivation method of crack fertilization technique. *Plant Production Science*, 14: 202-212. <https://doi.org/10.1626/pps.14.202>

2 . 研究の目的

本研究では、洪水と干ばつの両者に対応可能な栽培技術を創出することを目指した。近代農学では、かんがい排水に代表される水環境制御と、洪水か干ばつ単独の水ストレス耐性品種の育成と栽培技術の開発が行われてきた。そのため、単独のストレスに対しては膨大な先行研究が存在する。しかし、気候変動により洪水と干ばつが世界各地で多発するにつれ、極端な水環境に同時に対応する必要性が徐々に普遍化しつつある。ナミビア北部の半乾燥地では、降雨の年次変動が大きいと極端な水環境が起こり易い。さらに、隣国からの氾濫水による洪水が常態化している。そのため、ナミビア北部の地勢は、気候変動による極端な水環境が頻発するモデルとして最適ともいえる。その地勢の中央に位置するナミビア大学に常勤する研究チームと、長期にわたる研究協力の上で新しい栽培技術を創出しようという試みを2002年以来継続してきた。加えて、代表者らが開発途上の独自の栽培概念、接触混植と亀裂処理という2つの考え方を応用することにより独創性の高い新技術開発を目指した。代表者は、先行研究において「洪水と干ばつ」に同時に対応するため「接触混植」という概念を提案した。通常、作物を栽培する距離が近づけば近づくほど競争は大きくなる。ところが、その距離が無限近くまで小さくなれば、補完作用が競争を上回る、という仮説が成立しうることが明らかとなった。同様に、ダイズの根粒着生を栽培技術により制御するため「亀裂施肥」という概念を提案しており、これが湿害緩和効果を有することを明らかにした。以上の研究を応用することによって目的を達成することを目指した。

3 . 研究の方法

本研究では、ナミビア大学構内に設置した水環境制御型圃場群と、大学近隣の半乾燥地における農家圃場において圃場試験を行った。亀裂処理では、ナミビアの農家圃場に適用可能な新たな亀裂処理装置を現地環境で開発し、その試験走行をナミビアと日本で行った。接触混植では、ナミビアではパールレット、ササゲ、ソルガムの接触混植についてナミビア大学構内実験圃場と周辺の農家圃場で試験を行った。農家圃場での実証試験はオムサティ州以外の北部4州に拡大し、40を超える農家圃場における実証試験を行った。ナミビア隣国のボツワナでは、ナミビア下流域のオカバンゴデルタに季節性湿地帯が形成されるため、ナミビアとほぼ同様な水環境を有する。気候変動対応型の農法を構築するためには、一か国にとどまらず複数の国、民族、地勢において実証試験を展開する必要がある。そこで、ナミビア、ボツワナ両国の共同研究者との合意のもと、ボツワナに稲の栽培を導入した。気候変動対応型の稲作を検討するため、イネの生育試験と並行して、ポットレベルでササゲとイネの接触混植試験を行った。ナミビアとボツワナの半乾燥地性季節湿地には永久湿地も数多く存在する。これらの湿地からは大量のメタンガスが発生していると予想される。気候変動を助長しないためには、永久湿地を好気的な環境に改変し、水田化すれば、メタン削減と食糧増産に寄与しうる気候変動対応策がなしうる。そこで、超微細気泡によるメタン削減効果に着目し、日本で基礎的な検討も行った。

4 . 研究成果

接触混植試験：先行 SATREPS 研究によりナミビア大学オゴンゴ校内に設置した、水環境の制御が可能なコンクリート水田において、イネ、カウピー、ソルガムを用いた接触混植試験を行った。本試験は湛水ストレス下で、これらの作物の接触混植における土地等価比率（混作の収量性）が最も高い組み合わせを明らかにすることを目的とした。ナミビア北部では現在、イネとパールレットの接触混植ではなく、パールレットとソルガムの接触混植が徐々に広がりを見

せている。そこで、ナミビア大学オゴンゴ校内の附属農場施設内で、パールミレットとソルガムの接触混植試験を行った。2020/2021年作付け期の成果としては、土地等価比率(混作の収量性)が十分に高い成果が得られたため、2021/2022年作付け期も継続して圃場試験を行った。農家圃場においても栽培を希望する農家に種子を提供し、2020/2021年栽培付け期から実証試験を開始した。これまで接触混植を試行した経験を持たない農家も多数、実証試験に参画した。ナミビア北部2州(Omusati と Oshana)では、2020/2021までに25軒の農家が研究に参画してきた。Ohangwena州では、これまで接触混植を試行した経験を持たない農家も試験に参画し、2021/2022と2022/2023年には21軒の新規農家の参入が認められた。研究期間内に、北部4州において、46軒の農家において実証試験を行った。本農法の拡大が期待できよう(第3図参照)。



第3図 左上 実証試験に参画した農家が、接触混植したパールミレットとソルガムを示した。
 右上 農家圃場にて接触混植個体群を視察する共同研究者(中央)と農家(左と右)
 左下 パールミレットとカウピーの接触混植。両種とも複数個体を残して株状栽培。
 右下 同上。両種とも間引きし、単独個体同土とした株。農家が創意工夫し、実証中。

カウピー品種選抜試験：イネやソルガムとの接触混植に適したカウピー品種を選抜することを目的とした。ナミビア大学オゴンゴ校内でカウピー4品種を用いたポット試験を行った。イネやソルガムとの競合が、できるだけ小さいカウピー品種の選抜を目指している。

亀裂処理試験：ナミビア大学オゴンゴ校内の実験畑において、カウピーを用いた亀裂処理試験を行った。本試験を開始するにあたって、現地のトラクタを用いて新型の亀裂処理機を作成し、走行試験を行った。本試験はナミビア国の砂質土壤において、亀裂処理による湛水ストレス緩和効果を定量化することを目的とした。本試験のためにナミビアで作成した新型の亀裂処理機をベースにして日本ではコストを考慮し、亀裂処理に特化した新型アタッチメントを作成した。その走行試験を神戸大学等で行った。亀裂処理を目的とした土壤の破碎作業では、心土に亀裂を入れることに目的が置かれる。作業機はサブソイラとしたが、本来の目的とは異なることから、上下方向への振動に変えれば、積極的に心土に亀裂を入れることができ、副次的な効果として、亀裂さえ入れれば広範な作業条件(速度比)で、シャंकと土の摩擦ひいては全体のけん引抵抗の低

減効果を発揮できる。以上を基礎的に検討した。いっぽう、サブソイラの市販機を改造して、上下方向の振動を振幅 13 mm (市販機に装備されていた偏心軸を流用) で発生できるようにし、16 馬力 4 輪駆動トラクタにて作業を行い、けん引力を測定した。振動数 3.3 Hz および 5.3 Hz、走行速度 9 cm/s および 23 cm/s 耕深 15 cm および 25 cm にて作業を行った結果、振動数 5.3 Hz (速度比) においてのみ、けん引抵抗比 0.93 が得られた。

隣国のボツワナはナミビアと同様な自然・社会環境を持つため、南部アフリカにおける拠点形成を目的としてボツワナ大学とも共同研究を開始した。ボツワナでは現在、稲作は行われておらず、イネの遺伝資源も皆無であった。そこで、2002 年から開始した一連の先行研究 (科研 B、科研 A、SATREPS 等) によりナミビアに導入した 100 数十系統のイネ品種群の中から、栽培のし易さと、収量性、ストレス耐性などを考慮して、十数品種を選んだ。それらをナミビア大学からボツワナ大学に植物検疫手続きを経て送付した。次に、それらのイネ品種群の種子増殖を開始した。潜在的な稲作圃場を、農水省研究部、ボツワナ大学研究者とともに視察し、将来的な共同研究戦略を打ち合わせた。イネ品種群の栽培試験を 2019/2020 作付け期に開始し、2022/2023 まで 4 か年に渡って、種々の栽培トライアルを継続中である。2021/2022 からは「モデル圃場」への作付けを開始し、種子の更新と栽培試験を拡大した。2022/2023 には接触混植試験も開始した。今後の普及を視野に入れ、カウピーとイネとの接触混植栽培を実施し、基礎データを取得した。



第 4 図 左 導入したイネ品種の出穂状況を調査する共同研究者
右 網室内に作成した「モデル圃場」にて、イネに水やりする共同研究者

ナミビアとボツワナの研究サイト周辺の農家圃場では、雨季に季節湿地が形成され、洪水と干ばつが頻発する。とくに一部の永久湿地からは大量のメタンが放出する可能性があり、温暖化の促進が懸念される。そこで地球温暖化の進行を阻止する萌芽的な水稻栽培技術の一つとして、ウルトラファインバブル水灌漑の可能性を議論した。そのうえで、南部アフリカへの技術導入を見据えて、基礎的なフィールド試験を日本で行った。

以上は、南部アフリカの半乾燥地に形成される季節性湿地帯における農業開発と、温暖化を進行させない環境保全とを両立させるうえでの基礎的な研究活動とその成果である。今後、若手研究者らによって本研究ネットワークを活用した新たな研究の契機となることを期待する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Hirooka Yoshihiro, Awala Simon K., Hove Kudakwashe, Nanhapo Pamwenafye I., Iijima Morio	4. 巻 11
2. 論文標題 Effects of Cultivation Management on Pearl Millet Yield and Growth Differed with Rainfall Conditions in a Seasonal Wetland of Sub-Saharan Africa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Agronomy	6. 最初と最後の頁 1767 ~ 1767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agronomy11091767	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 Iijima Morio, Yamashita Kaito, Hirooka Yoshihiro, Ueda Yoshikatsu, Yamane Koji, Kamimura Chikashi	4. 巻 25
2. 論文標題 Promotive or suppressive effects of ultrafine bubbles on crop growth depended on bubble concentration and crop species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 78 ~ 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943x.2021.1960175	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 Iijima Morio, Yamashita Kaito, Hirooka Yoshihiro, Ueda Yoshikatsu, Yamane Koji, Kamimura Chikashi	4. 巻 25
2. 論文標題 Ultrafine bubbles alleviated osmotic stress in soybean seedlings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 218-223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943x.2021.2021094	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 Oyebode Oyetayo Olukorede, Andoniaina Rakoto Malala, Iijima Morio, Shoji Koichi	4. 巻 84
2. 論文標題 Draft Requirements of Vertically Oscillating Tractor-Mounted Subsoiler	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 農業食料工学会誌 Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers	6. 最初と最後の頁 110-112
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Oyebode Oyetayo Olukorede, Andoniaina Rakoto Malala, Shoji Koichi	4. 巻 83
2. 論文標題 Draft Reduction without Increase in Power Requirement Using a Vertically Oscillating Model Subsoiler	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 農業食料工学会誌 Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers	6. 最初と最後の頁 361-368
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Simon K. Awala, Kudakwashe Hove, Vistorina Shivute, Johanna S. Valombola, Pamwenafye I. Nanhapo, Yoshihiro Hirooka, Osmund D. Mwandemele and Morio Iijima	4. 巻 2021
2. 論文標題 Growth and Productivity Assessment of Short-Duration Rice (Oryza sativa L. and Upland NERICA) Genotypes in Semiarid North-Central Namibia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Agriculture	6. 最初と最後の頁 On lineのみ
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2021/6676081	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 Hirooka Y, Masuda T, Watanabe Y, Izumi Y, Inai H, Awala S.K, Iijima M	4. 巻 60
2. 論文標題 Agronomic and Socio-economic Assessment of the Introduction of a Rice-Based Mixed Cropping System to Cuvelai Seasonal Wetland System in Northern Namibia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Agrekon	6. 最初と最後の頁 145-156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03031853.2021.1917429	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 Ueda Yoshikatsu, Izumi Yasuhiro, Hirooka Yoshihiro, Watanabe Yoshinori, Iijima Morio	4. 巻 22
2. 論文標題 Fine soil particle aggregation in ultra-fine bubble irrigated paddy fields	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water Supply	6. 最初と最後の頁 7972 ~ 7981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2166/ws.2022.368	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 Awala Simon Kamwele, Hove Kudakwashe, Simasiku Evans Kamwi, Izumi Yasuhiro, Mwandemele Osmund Damian, Iijima Morio	4. 巻 12
2. 論文標題 Performance of Rice Genotypes under Temporally Variable Wetland Salinity Conditions of a Semiarid Sub-Saharan Climatic Environment	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Land	6. 最初と最後の頁 888 ~ 888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/land12040888	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9件(うち招待講演 1件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Yamashita K, Hirooka Y, Ueda Y, Yamane K, Kamimura C, Iijima M
2. 発表標題 The effect of ultra-fine bubble on soybean growth under osmotic stress condition
3. 学会等名 10th Asian crop science association conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Iijima M, Awala SK, Nanhapo PI, Hirooka Y, Kashe K
2. 発表標題 Enhancement of drought-tolerance of sorghum by the close mixed-planting of pearl millet
3. 学会等名 10th Asian crop science association conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kashe K, Awala SK, Nanhapo PI, Hirooka Y, Iijima M
2. 発表標題 Rice Introduction to Botswana through the Collaboration with Namibia and Japan; Natural and Social Environment for Rice Cropping in Okavango Delta.
3. 学会等名 10th Asian crop science association conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirooka Y, Awala SK, Nanhapo PI, Shoji K, Watanabe Y, Izumi Y, Iijima M
2. 発表標題 Effects of ridging and fertilizer application on crop yield and growth under unstable water environments
3. 学会等名 10th Asian crop science association conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大南正悟, 立石祐貴, 廣岡義博, 坂田衛星, 飯嶋盛雄
2. 発表標題 土壤栄養ストレス条件下におけるウルトラファインバブル灌漑が水稻収量に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第 253 回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 元村 真歩, 廣岡 義博, 山根 浩二, 坂田 衛星, 飯嶋 盛雄
2. 発表標題 ウルトラファインバブル灌漑によるコーヒーの土壤乾燥ストレス緩和
3. 学会等名 日本作物学会第 253 回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Morio Iijima
2. 発表標題 Close mixed-planting techniques to flood- and drought- prone environments with special reference to semi-arid Namibia and humid Japan
3. 学会等名 1st National Symposium on the Agro-Technology and Rural Sciences 2020, Institute for Agro-Technology and Rural Sciences, University of Colombo, Sri Lanka, Invited Key Note Speaker, Online, 15Dec2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯嶋 盛雄, 山下 海斗, 山本 一輝, 廣岡 義博, 山根 浩二, 上田 義勝, 上村 親士
2. 発表標題 接触混植された作物の生育に及ぼすウルトラファインパブルの影響
3. 学会等名 第250回日本作物学会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯嶋 盛雄, 廣岡 義博, 泉 泰弘, 渡邊 芳倫, 上田 義勝, 坂田 衛星
2. 発表標題 ウルトラファインパブル水の水田への灌漑が水稻生育と水田土壌に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第 254回講演会
4. 発表年 2022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	庄司 浩一 (Shoji Koichi) (10263394)	神戸大学・農学研究科・准教授 (14501)	
研究分担者	廣岡 義博 (Yoshihiro Hirooka) (80780981)	近畿大学・農学部・講師 (34419)	
研究分担者	山根 浩二 (Koji Yamane) (50580859)	近畿大学・農学部・准教授 (34419)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------