

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」

研究課題名「ブルキナファソ産リン鉱石を用いた施肥栽培促進モデル構築

採択年度：平成28年（2016年）度/研究期間：6年/

相手国名：ブルキナファソ

令和3（2021）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2017年 5月28日から（延長）2023年4月30日まで

JST側研究期間^{*2}

2016年6月1日から（延長）2023年 3月 31日まで
（正式契約移行日 2017年4月1日）

*1 R/Dに基づいた協力期間（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=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：南雲不二男

所属・役職：国際農林水産業研究センター・主任研究員

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	2016年度 (10ヶ月)	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度 (12ヶ月)
0. ベースライン調査		←→					
1. 在来リン鉱石を利用した地域適合型複合肥料の開発							
1-1 リン鉱石可溶化		←→				リン鉱石可溶化法の最適化	▽
1-2 複合肥料化						複合肥料製造方法の提案	▽
1-3 アフリカ在来リン鉱石インベントリ		NPK 複合肥料試作 ▼		アフリカ在来リン鉱石の収集 ▼		リン鉱石インベントリの構築	▽
2. 主要作物への施肥効果の評価と施肥技術の改善と普及							
2-1 天水栽培施肥効果		←→					▽
2-2 施肥技術改善			複合肥料を活用した施肥法の開発 ▼			技術マニュアル	▽
2-3 施肥栽培普及評価		ベースラインデータの取得 ▼				施肥栽培の収益性評価	▽
3. リン鉱石の直接利用技術の開発							
3-1 天水稲作直接施用			リン鉱石直接施用の効果を最大化する施用法の提案				▽
3-2 リン鉱石利用 QTL			イネのリン鉱石利用に関与する QTL の解析 ▼				▽
3-3 リン鉱石富化堆肥			リン鉱石富化堆肥の作成と施肥効果の検証				▽
3-4 リン鉱石適作物			リン鉱石直接施用に適した作物の選定				▽
3-5 アゾラ利用			リン鉱石を活用したアゾラ増殖 ▼	アゾラ由来有機 NP 肥料の施肥効果の実証			▽
3-6 直接利用技術マニュアル					直接施用技術マニュアルの策定		▽
4. 持続的作物生産に向けたリン鉱石の総合的利用法の提案							
4-1 リン利用効率		モデル適用可能性の検証 ▼				リン利用効率を最大化する施肥法の提案	▽
4-2 フードバリューチェーン			流通の現状把握 ▼			需要拡大への提言	▽
4-3 地域経済インパクト						社会経済的影響予測	▽

(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)

コロナ感染拡大の影響を受けたことから、実施期間を1年間延長した。

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

2021年度は、INERA側のイニシアチブにより予定していた活動は全体的に進捗した。コロナ感染拡大の影響を受け、中止していたブルキナファソへの出張がようやく認められ、計画通りではないものの、4名計7回の出張を実施し現地での活動を再開した。6月には6月29日に第6回技術調整会議(TCC)を開催した。参加者人数は約25名であった。トラオレ・ママドプロジェクトリーダー(代理)の挨拶の後、プロジェクト運営全体の進捗状況を日本、ブルキナファソの双方から紹介した。JIRCAS側からは、在日ブルキナファソ大使がJIRCASを訪問したこと、JSTとJICAより1年間のプロジェクト延期が承認されたこと、ブルキナファソ政府が肥料工場建設へのODA支援を正式に日本政府に要請した事などについて紹介した。INERA側からは、2020年には日本側参画者の出張がなかったものの、INERA側でC/P経費を活用しながら活動を継続した事が紹介された。11月10日には第7回技術調整会議(TCC)を開催し、在ブルキナファソ日本大使館代表の参加を依頼し、逸見書記官に参加いただいた。JICA本部のプロジェクト担当者にも参加いただき、これまでに比べ、多くの日本側関係者が集うTCCとなった。総参画者数は約35名であった。始めに、バンバラ・ダスマネ新プロジェクトリーダーより、歓迎の言葉が述べられ、その後、書記官、およびブルキナファソJICA事務所所長代理より挨拶を頂いた。挨拶の後、バンバラ氏がプロジェクトの概要・進捗・今後の展望を紹介した。これにより、大使館にもプロジェクトの全体像を理解していただいたと考える。

プロジェクトも終盤を迎え、多くの研究成果を論文、学会発表などで発信に努めた。すなわち、原著論文5報、その他の著作物3報、国際、国内学会7報を発表した。

当初よりINERAから希望があったサリア支所化学ラボの整備についてようやく内容が固まり、機材一式をブルキナファソに送付し、操作法を説明後引き渡した。今後の活用が期待される。

人材育成に関して、当初よりプロジェクトに参画していた2名の特別研究員がその成果を認められ、国際農研に採用された。また、ブルキナファソ側では、プロジェクトに参画していた2名の学生がそれぞれ卒業論文と修士論文を発表し学位を取得した。一方、3名INERA研究者の日本での研修を計画していたが、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け延期することとした。

(2) 研究題目1:「在来リン鉱石を利用した地域適合型複合肥料の開発」

研究グループ JIRCAS (リーダー: 中村智史)

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

2021年6月に現地に設置した外熱式Uターンキルンの炉体に損壊事象が発生したため、本年度の成果達成状況は未達と考える。一方、当該事象の発生を受けて、原因究明と対策を検討した。結果として、耐腐食施工を施した炉体の作成が完了し、次年度早々に再度運用が可能となる見込みとなった。

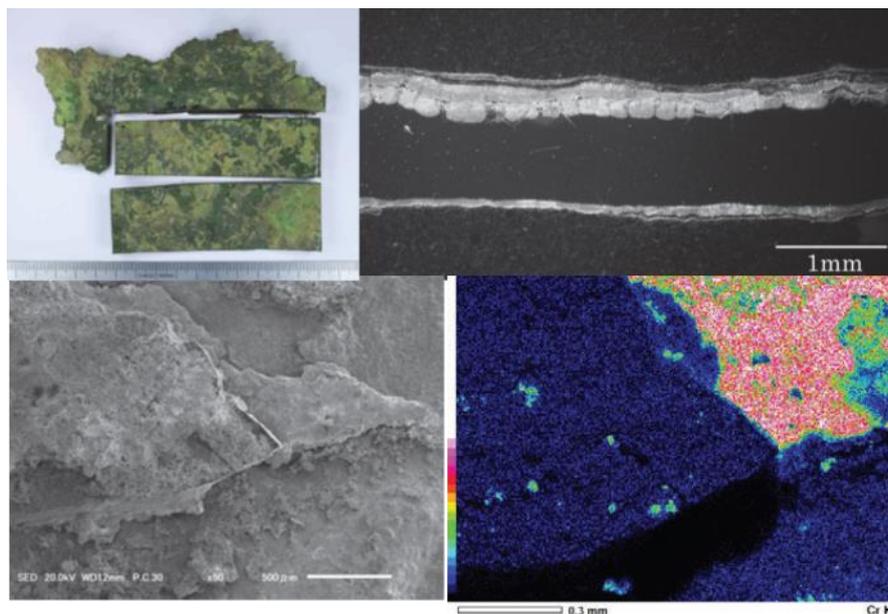
1-1 低品位リン鉱石の可溶化技術の開発(リン鉱石可溶化)

2021年6月に外熱式Uターンキルンの損壊が生じた。当該キルンは、2018年12月に日本国内で300kg程度の肥料製造の実証を行ったのち海上輸送となり、2019年8月にINERAに到着し、2020年6月まで

【令和3年度実施報告書】【220531】

に合計 400kg 程度の焼成肥料を製造した。2021 年 3 月頃より 2021 年度試験用の焼成処理を実施中(200kg 程度製造後)に当該事象が生じた。破損個所の分析(SEM-EDS による表面観察および元素分布の解析)の結果、原料合金中の Cr の減耗が認められ(図 1-1)、反応炉内で生じた酸性物質による金属腐食が原因であると考えられた。キルンメーカーと対応を協議し、SiC コーティングおよび SiC プレキャストブロックの炉内施工により、炉体に腐食抵抗性を持たせることで、今後の運用が可能と判断した。すでに当該対応策を施した部品を作成した。2021 年 4 月 28 日に部材を受領し、2022 年 5 月 12 日に発送した。現在のところ 5 月末に現地に到着し 6 月には修理を完了する予定としている。

図 1-1 炉体破損個所の分析結果(左上:破損個所断片、右上:横断面写真、左下:電子顕微鏡画像、右下:SEM-EDS による Cr 分布画像)



一方、国内では炭酸 K 添加量の削減と水溶性リン割合の増強を目的とした炭酸 K と炭酸 Na の混合焼成法の検討を行い、炭酸 Na 添加量の増加にともない水溶性リン量の増加が確認された。炭酸 Na 添加系の可溶性変化については、プロジェクト開始時期に検証していたが、Ca や Mg などの 2 価アルカリ塩との混合焼成により、総 Na 添加量は初期の 25-30%に抑制されており、Na 投入量の増加による植物生育阻害を回避できると考えている。一方、水溶性リン量の増加量は十分でなく、次年度の試験では、現地圃場試験の結果から算出された水溶性リン酸の必要量(全リン酸量あたりの水溶性リン割合が 25%)を得られる処理を検討する。

1-2 プルキナファソ産リン鉱石を原料とする地域適合型 NPK 複合肥料の作成(複合肥料化)

当初予定では現地で生産したリン酸単肥を用いた複合肥料の試製を行う予定だったが、上記の肥料製造機器の損壊により必要なリン酸単肥が十分量確保できなかった。これを受けて事前に製造したリン酸単肥は他課題の各試験に供することを優先したため、複合肥料の試製に至らなかった。一方、焼成法をベースとした際の 10000 トン規模の肥料製造工場の初期投資費用(CAPEX)を算出した。太陽光発電および蓄電システムが工場全体の建設費用の 41-42%を占め、太陽光発電システムの費用削減が大きな課題であることが示された。対応として、バイオマス燃料の混焼などによるエネルギー削減法の検討を進める必要がある。

プロセスフロー

- ①リン鉱石受入貯鉱庫
 - ②炭酸カリウム受入貯鉱庫
 - ③リン肥料製造建屋
 - ④製品保管庫
- ①/②/③/④モジュール架構

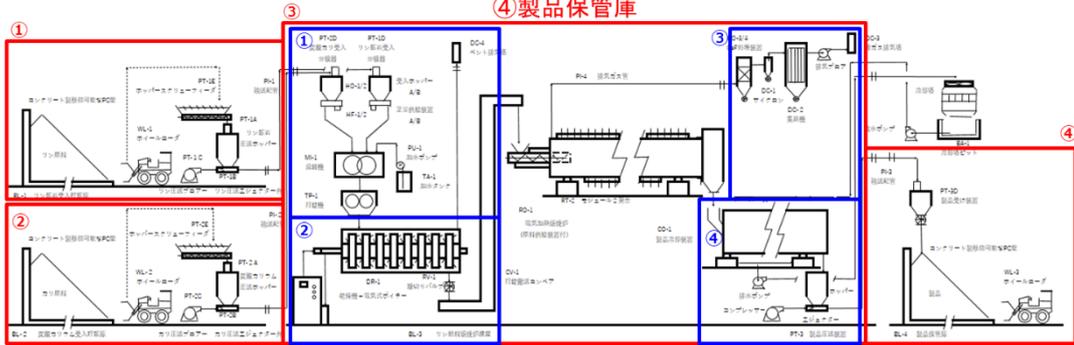


図 1-2 想定した焼成リン肥製造工場のプロセスフロー

1-3 アフリカ在来リン鉱石インベントリの構築（アフリカ在来リン鉱石インベントリ）

新型コロナウイルス感染症拡大による行動制限の影響を受け、試料を追加出来なかった。これまでに得られた各国リン鉱石の特性をとりまとめ、論文化を開始した。また焼成による重金属除去効果について、微量成分であるため ICP-MS による確認を行い、Cd 含量の高いリン鉱石においては、焼成処理により Cd の除去が可能であることを確認した。

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

基本的な肥料製造方法の移転は終了した。昨年度、パイロットプラントの運用にともなう種々のトラブルの対処について適宜指導を行っていたが、2021 年 6 月に炉体の金属腐食による損壊が生じた。本件についての対処は C/P のみでは困難だったため、国際農研、キルンメーカーが連携して対処法を検討した。年度内に補修用部材の作成を完了し、次年度には再運用に向けた修理作業を現地 C/P とともに実施する。

③ 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

特になし

④ 研究題目 1 の研究のねらい（参考）

【題目 1-1】

降雨条件が不安定なブルキナファソでは、硫酸根を含む速効性の水溶性肥料は、肥焼けや土壌酸性化のリスクがあるが、焼成リン肥は、主として緩効性のクエン酸可溶性を主とする生理的アルカリ性肥料であり、それらのリスクを軽減できる可能性がある。そこで、焼成リン肥製造の可能性について、硫酸による可溶化(過リン酸石灰)を比較対照として、クエン酸可溶性及び水溶性リン酸含量、ならびに製造コストを指標とする最適加工条件を導出する。また、同国における重油価格や将来的な環境負荷を鑑み、太陽光発電導入の実現性を検討し、持続的な肥料工場の提案と実証を目指す。経済的持続性は費用便益

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

の試算から検討し、乾燥地帯における太陽光エネルギーの産業利用の一つのモデル事例の可能性を示す。

【題目 1-2】

焼成処理に炭酸カリウム添加が有効であることが示されており、カリウム添加の焼成物には肥料の主要三成分のうち、リンとカリが含まれる。焼成リン肥に含まれるリン、カリ、カルシウム、ケイ素等の成分に加えチッ素、硫黄等を添加し、現地土壌条件を考慮した最適な配合比をもつ地域適合型複合肥料（チッ素、リン酸、カリを主成分とする NPK 複合肥料）を提案する。なお、その複合肥料に配合するチッ素肥料は、西アフリカ産の天然ガスを原料として製造されるチッ素肥料等、より安価な肥料原料を検討する。

【題目 1-3】

ブルキナファソ国以外にも、アフリカ各国には多様な低品位リン鉱石が未利用のまま分布している。これらのアフリカ在来リン鉱石の化学組成や可溶性、その他の特性をインベントリ情報として構築し、アフリカ在来低品位リン鉱石の適正な加工方法を提案する。また、低品位リン鉱石の利用にあたっては、カドミウムやヒ素などの重金属含量が高い事例が散見され、こうした重金属除去技術の開発は、耕地土壌におけるカドミウム集積が問題となっている EU 各国を中心に世界的に喫緊の課題となっている。これまでに経済的に実施可能な重金属除去技術は提案されていないが、焼成によるリン鉱石可溶化の過程で重金属類を同時に除去できる可能性が高い。そこで、低品位リン鉱石の利用にあたってカドミウム等の有害重金属について、焼成による除去技術を検討する。

⑤ 研究題目 1 の研究実施方法（参考）

【題目 1-1】

- a) ブルキナファソから輸入したリン鉱石粉を原料として、アルカリ金属元素の炭酸塩を一定の比率で配合し、800°C～1200°C の温度条件で実験的に焼成し、得られた焼成物の pH、全リン酸量、水溶性リン酸量、2%クエン酸可溶性リン酸量を定量する。さらに現地にてテストキルンを設置し、現地で焼成物を試製するとともに、得られた分析結果と現地における各種資材購入価格から、最も安価にリン鉱石を溶解出来る焼成条件を検討する（ク溶性 100%を目標）。
- b) ブルキナファソ産低品位リン鉱石を原料として、硫酸添加によるリン鉱石可溶化法を検討する。特に酸添加量を最小化する部分的酸性化リン鉱石(PAPR)の製造法について、酸添加量と可溶性の関係を明らかにし、さらにポット試験などで作物生育におよぼす影響を検討する。得られた分析結果と現地における各種資材購入価格から、最も安価にリン鉱石を溶解出来る処理条件を検討する。
- c) 得られた焼成物の pH や潮解性等の物理的性状の問題点について、最適な調整法を検討する。
- d) 現地において、太陽光発電を利用してテストキルンを稼働させ、その稼働状況をモニタリングするとともに、ブルキナファソの気象条件における現実的な発電可能容量を検討する。また、肥料工場稼働における太陽光発電利用のコスト上ならびに技術的な可能性を検討する。
- e) 需要を保証するためのリン酸肥料工場規模とその建設費、資機材整備費、太陽光発電関連経費を試算し、さらに、それらを反映する肥料生産費および可能販売価格を試算する。

【題目 1-2】

- a) ブルキナファソの作物生産環境について、土壌条件、気象条件、栽培作物を変数として類型化

し、当該地域において要求される肥料性質の絞り込みを行う。

- b) 窒素成分含有量やリン鉱石焼成物の水溶性/ク溶性比率、さらに pH や潮解性等の物質的特性など、当該地域で要求される肥料品質を満たす、配合比率やリン鉱石可溶化法などの肥料調製技術を検討する。なお、調査地域における最適肥料品質に調整するため、課題 2-1 と連携して実施する。
- c) 西アフリカで窒素肥料を生産しているプラントに関して情報収集を実施し、西アフリカ産天然ガス由来窒素肥料の利用可能性を検討する。

【題目 1-3】

- a) サブサハラアフリカ(SSA)におけるリン鉱石の分布、賦存量とともに、各地域で産出するリン鉱石の溶解特性、元素組成(XRF および ICP による分析結果)、鉱物組成(XRD による分析結果)をデータベースとして構築する
- b) 得られたデータベースを活用し、重金属含量の高い低品位リン鉱石を選定し、選定されたリン鉱石を対象として焼成技術を適用し、焼成による重金属除去効果を検証する。
- c) 上記活動によって得られたデータベースの各国研究者による共有を図るため、Web を利用したプラットフォームを構築する。

(3) 研究題目 2 : 「主要作物への施肥効果の評価と施肥技術の改善と普及」

研究グループ JIRCAS (リーダー : 南雲不二男)

- 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

2-1 天水栽培における施肥効果の評価

ソルガム、ササゲ、イネはブルキナファソにおいて広域で栽培されており、自給および換金の両面で重要である。課題 1 で作成した焼成リン肥料および部分酸性化リン肥料の施肥効果を検証するために 2018 年から 2019 年にかけて圃場試験を実施した。畑作では有効なリン肥料は気候および作物によって異なること、最適なリン肥料を選択した場合輸入リン酸肥料と同程度の施肥効果を示すことが明らかになった。稲作においてもリン肥料の施用によって収量は有意に増加した。また、肥料中の水溶性リン酸と可溶性リン酸の割合が多いほど初期の植物体によるリン吸収が多くなり、増収に寄与していることが明らかになった。畑作、稲作の結果を統合すると、焼成リン肥料の中では炭酸カリウムを混合した CBK が、部分酸性化リン肥料の中では全体の 75%を反応させた PAPR75 が特に有効であった。CBK と PAPR75 を用いて作成した NPK 複合肥料も圃場試験において畑作、稲作ともに高い施肥効果を示し、PAPR75 を用いて作成した複合肥料は輸入の複合肥料と同等の施肥効果を示した。全ての活動は予定通り完了している。また、以上の内容について、畑作、稲作でそれぞれ 1 報の論文を公表した。また、畑作に関しては施肥効果と気候の関係についての論文を投稿準備中である。

2-2 天水栽培における最適施肥管理の探索 (施肥技術の改善)

畑作と稲作を対象として、最適施肥管理の探索を目的として 2019 年から 2020 年にかけて圃場試験を実施した。畑作では、異なる土壌型を持つ INERA サリア支所内の 3 圃場で、播種密度、窒素施用量、リ

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

ン酸施用量をそれぞれ3水準で設け、すべての組み合わせを検証した。その結果、最適な播種密度と窒素施用量は土壌型によって異なること、リン酸施用量の増加はいずれの土壌型においても収量を単調増加させることが明らかになった。さらに、最適施肥管理を適用した場合、慣行法に比較して大幅な増収が見込めることが示された。試験は予定通り完了しており、以上の内容について論文を執筆中である。

稲作では、地下水位の異なる4圃場で焼成リン肥料、部分酸性化リン肥料および輸入の過リン酸石灰をそれぞれ3水準で施用した。その結果、地下水位の低い圃場では、水溶性のリン酸のみが有効であったが、地下水位の高い圃場、水溶性リン酸と可溶性リン酸の両者が効果を示し、有効なリン酸肥料は地下水位によって異なることが明らかになった。それぞれの肥料の最適施肥量が明らかになり、最適施肥量を適用した場合、無リン酸の場合に比べ平均で140%の増収が見込めることが示された。試験は予定通り完了しており、最適施肥管理についての論文が一報発表済み、地下水位と施肥効果に関する論文を現在投稿中である。

2-3 施肥栽培普及評価

2-3-1) 農家経営調査

2021年度は、新型コロナウイルスの影響により延期されていた、在来リン鉱石を利用した新規複合肥料による施肥栽培の農家圃場試験ならびに農家経営調査をプロジェクト対象地域のサリア近郊において行った。得られたデータについては現在解析中である。

また、同試験の参加農家20戸（無作為抽出）を対象として2019年度と2020年度に収集したデータの解析を進めた。20戸の耕地全体に占める市販複合肥料（NPK）の施用面積割合は2019年作が21%、2020年作は16%に留まっており、うち8割以上を主要な換金作物であるササゲの圃場が占めていることを確認した。ササゲは単作または混作で栽培されており、混作の場合は主食であるソルガムと栽培されている。ササゲ単作、混作の圃場における施肥量と収量の関係を分析した結果、平年並みの降雨があったとされる2019年には施肥量に応じた増収傾向が認められるものの、降雨が乏しかった2020年には増収傾向が認められなかった。一方、収益性については、施肥圃場と無施肥圃場における所得水準を比較した結果、2019年、2020年ともに大差ないことが判明した。これらの結果から、農家の施肥行動は、降雨次第でいたずらに肥料費を捻出する（損失を被る）リスクを伴い、さらに平年並みの降雨条件であっても収益性を大きく改善するには至らないことがわかる。このことは、施肥栽培の普及、面的拡大が限られている原因として、肥料価格や農家の資金制約だけでなく、施肥栽培そのもののリスクや経済的メリットの欠如も影響していることを示唆する（言い換えれば、過度に施肥に頼らない農家の行動が合理的ともいえる）。

平年並みの降雨条件であっても施肥栽培の収益性が無施肥栽培のそれと大差ないことの本質的な理由は、施肥の増収効果が限定的であることにある。2019年のササゲ単作を例にとると、施肥圃場では全体的に多投入であるものの、平均収量は510kg/haで、無施肥圃場の平均収量458kg/haをやや上回る程度である。この点については、前述の施用量に伴う増収傾向からして、施用量の多寡も関係していると思われる。一方で、施肥量の比較的多いケースに匹敵する収量をあげている無施肥圃場も存在しており、農地の基礎生産力が土壌条件によって大きく異なることを示唆している。従って、異なる土壌条件を有する農地でどの程度施肥効果があり、収益性向上につながるかを検証する必要がある。2021年度から

行っている農家圃場試験では、実際にこうした検証を進めており、結果として農家はその施肥効果を実感し、施肥栽培の普及に繋がることが期待される。

2-3-2)野菜栽培施肥調査

主要穀類に加えて野菜を対象に、ワガドゥグ市内栽培農家における施肥栽培の現状を調査した。同調査は、ワガドゥグ市を所管するカジョゴ県農業局管内普及員と共に、計農家 69 人を対象にカンボワンセ地区 (24 人)、タンゲン地区 (23 人) 及びブルミウグ地区 (22 人) において、野菜栽培に関する一般事項、施肥、販売等に関するインタビュー及び圃場計測を実施した。ブルミウグ地区及びタンゲン地区は 1960 年代から野菜栽培が行われ、市内の主要生産地に該当する。3 地区はいずれもダムに隣接し主にダム貯水等を灌漑水源としている。

当該 3 地区において計 21 の栽培種が栽培され、各農家は 2～7 種を最大 3 カ所の圃場において、家族のみもしくは期間労働者を雇用し栽培している。農家圃場は通年で耕作可能な圃場と毎年ダム水位低下により耕作可能となる圃場の 2 つに分類され、通路もしくは畔で囲まれた小区画 (幅 0.7m～1.5m、長さは圃場によって異なる) に区切られている。栽培種は葉菜 66.5% (アマランアサス 19.0%、レタス 16.4%他)、果菜 32.7% (イチゴ 8.2%(ブルミウグ地区のみ)、トマト及びオクラ各々 6.7%他) の他であった。全ての農家が化学肥料と併せて家畜糞もしくはコンポストを施用していた。



アマランアサス栽培(大きな個体は採種用)



農家による追肥



圃場で保管されていた肥料



灌漑用ポンプ

図 2-1 野菜栽培の状況

インタビュー結果から得られた野菜栽培に関する課題等の概要は下表のとおり。

事項	入手先と課題	栽培と課題
土地	多くは借地、高い借地料 (T,B)	ダム堆砂による水位上昇 (B)
労働力	家族と期間雇用者(村内、近隣村女性が主)	期間雇用者不足 (K,B)
種子	市場、販売店、販売者、一部 INERA 一般的葉菜は自家採種、他は購入	不良種子(B)
肥料	市場、農業資機材販売店、同販売者(農家や圃場で直接販売する者もいる) 価格上昇、近隣国産粗悪品・低品質品・偽装品の流通、入手困難(雨期など)が課題(K,T,B)	生育状況に応じて施肥(栽培技術は独学、家族、近隣農家から取得が主、普及員指導は一部) 虫害、病気(K,T,B)
水	ダム、井戸、河川(排水路)から大半はポンプ揚水、一部人力揚水	排水(K)、乾期水不足(K,B)
販売上の課題 買取り価格に疑念(重量未計量、市場販売価格不明)、市場での直接販売失敗、価格変動大、売れ残り廃棄		

※K,T,Bは各々カンボワンセ地区、タンゲン地区、ブルミウグ地区を示す。

施肥状況

肥料の品質・価格に関し78.3%の農家が、価格上昇、低品質品・偽装品の流通、時期によっては入手困難といった課題をあげた。一般的に肥料は50kg袋入で流通しているが、農家によっては最寄りの市場等で数kgもしくは0.5kg程度に小分けされたものを購入しており、そのような場合肥料ブランド、生産地等不明となる。肥料の入手・価格に関し、2021年6月、7月の主要穀類作付け時期に肥料入手が困難なため作付けに遅れが生じている旨国内報道で伝えられた。また10月末にIFDCは第3四半期に関する報告の中で、ブルキナファソ他3か国(ガーナ、ニジェール、マリ)において、国際市場価格の上昇に起因し国内小売価格が25~50%上昇していること、加えてブルキナファソ及びガーナでの大幅な在庫の減少もしくは枯渇を伝えていた。このような状況下であったため農家から価格上昇が課題として上げられたと推測される。農家等からは、過去18,000FCFA/50kg(NPK 14-23-14)であったものが、6月時点で25,000~26,000FCFA、翌年3月で31,500FCFAに上昇したという声が聞かれた。

肥料の施用に関し64.7%の農家は栽培種の生育状況に応じて施用していた。施用時期・施用量等の栽培技術は独学、家族・近隣農家から取得が主であり、普及員による指導という回答は一部であった。また普及員の指導内容について、既知のもので新しさに欠けるといった回答があった。インタビューでは圃場面積を農家へ尋ねたものの、明確に回答できた者は一部に限られた。農家が施用量を算定する際に圃場面積もしくは圃場内の小区画面積は必須の情報であり、今後肥料の普及方法を検討するうえで考慮すべき要因と考えられる。

販売状況

ほぼ全ての農家が圃場で買付人へ直接販売しており、買取り価格に関する課題として、重量未計測の

【令和3年度実施報告書】【220531】

まま買付け、市場販売後の代金支払い、買取り価格の大幅な変動、買付人が来ないため売れ残りを廃棄、が挙げられた。一部の農家は買付人を介した販売を嫌い、自ら市場での販売を試みたが失敗に終わっている。推定年間販売額は農家間のばらつきが多く、カンボワンセ地区で数万～300万 FCFA/農家、タンゲン地区で数万～238万 FCFA/農家、ブルミウグ地区で50万～398万 FCFA/農家であった。

乾期野菜栽培試験

乾期野菜栽培における市販肥料 NPK14-23-14 と複合肥料（尿素、CBKCa、TSP）の収量等比較を目的とした栽培試験を、カンボワンセ支所内試験圃場において開始した。栽培種はカウンターパートと相談の上、アマランサス（品種 KABORE）とトマト（品種 COBRA 26 F1）とした。アマランサスは上述のとおりワガドゥグ市内で広く栽培されており、トマトは国内栽培野菜のうち、比較的栽培面積が大きくリン成分施用量が多く求められる栽培種である。栽培試験は2021年12月から準備を進めたものの、灌漑水源として利用予定のダム貯水が想定より早く減少したため試験圃場を変更したことにより作付けに多少遅れが生じた。

② 研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

特になし

③ 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

特になし

④ 研究題目2の研究のねらい（参考）

ブルキナファソ産リン鉱石を用いた肥料の同国主要作物に対する施肥効果を評価し、さらに施肥技術の改善をした上で、施肥栽培の普及とソルガム需要拡大に向けた方策を提案する。

⑤ 研究題目2の研究実施方法（参考）

研究題目1で試作されたリン酸肥料（単肥及び複合肥料）の肥効を、圃場試験により実証、評価する。さらに、ソルガムと水稻を対象に試作されたリン酸複合肥料がより効果を発揮できるような施肥技術の改善をほ場試験により図る。加えて、試作されたリン酸複合肥料の普及可能性について、農家経営面と国・地域レベルでの肥料流通の面から評価して、普及のための方策を模索する。

(4) 研究題目3：「リン鉱石の直接利用技術の開発」

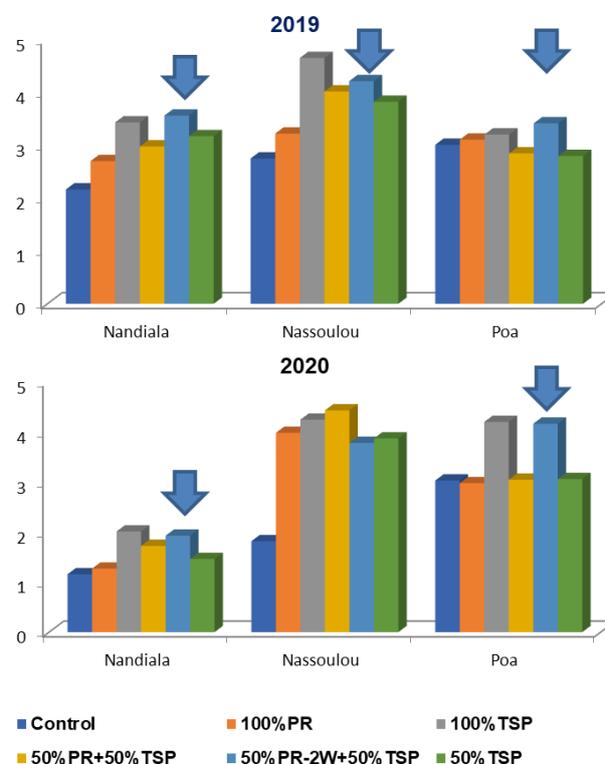
研究グループ JIRCAS（リーダー：中村智史）

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

新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、現地への日本側研究者の渡航が制限されているものの、概ね予定通りの成果を達成している。特に課題3-1、3-3、3-4ではテクニカルペーパーの申請に向けて論文化を進めている。

3-1 水稲作におけるリン鉱石の直接施用効果の解明と施肥技術の改善（水稲直接施用）

INERA サリア支所近郊農家圃場におけるマイクロドーズによるリン鉱石施用の残効評価を行ない、マイクロドーズの場合、TSP（重過リン酸石灰）区に比較して、PR（リン鉱石直接施用）区ではその残効が弱いことが示された。PRは水溶性リン酸量がほぼゼロであり、根圏に対する施用が必要であると考えられる。マイクロドーズでは、点施となるため、残効を期待する2年目の試験では、PRが施用された地点とイネの播種位置に差異が生じるため、十分な施肥効果が得られないものと考えられる。また2019年と2020年にC/P主体でPRとTSPの混合施用試験を実施し、その収量データを取りまとめた。その結果、PRを播種の2週間前に施用する場合、50%TSP+50%PRとした際の収量が100%TSPと同程度の収量が得られることが分かった。なお、PR施用時期を慣行とした場合には、上記の結果が得られなかった（図3-1）。2021年度は栽培期間の異なるイネ品種に対して、各種リン酸肥料を施用し、その効果を検証した。収量調査を完了し、そのデータを解析中である。



Rice grain yield in t ha⁻¹

図3-1 リン鉱石直接施用とTSPの混合施用におけるリン鉱石施用時期の影響

3-2 リン鉱石施用効果を最大化するイネ QTL の解析（リン鉱石利用 QTL）

56系統のイネに対し、プロジェクトで提案された新規リン酸肥料を含めたリン施肥応答試験をINERAファラコバ支所において実施した。収量調査ならびに土壌分析を実施したものの、各リン酸肥料に対するイネの施肥応答の系統間差異については現在検討中である。また、DNA試料の遺伝子解析について、試料の輸送および分析の実施方法を検討している。

3-3 リン鉱石富化堆肥におけるリン鉱石の可溶化メカニズムの解明と施肥効果の評価(リン鉱石富化堆肥)

本課題では、リン鉱石富化堆肥におけるリン可溶化メカニズムを明らかにするために、これまでに3種類の堆肥(ソルガム茎葉堆肥、ブルキナリン鉱石富化堆肥、およびブルキナリン鉱石富化堆肥製造時に根圏土壌を添加した堆肥)を作成した。成熟した堆肥において可給態リンは、根圏土壌を添加したブルキナリン鉱石富化堆肥で12.3%高く、この処理では、アルカリホスファターゼ酵素を放出するリン酸可溶性糸状菌と微生物が非常に豊富に含まれていることを報告した。本年度は12.3%に留まったリン酸可溶性向上の効果をさらに高めるため、堆肥化における資材を変更して堆肥化試験を実施した。加えて、ク溶性リン酸肥料である焼成リン肥の水溶性リン酸量をも高めるため、焼成リン肥の堆肥化試験を実施している。既に堆肥化を開始しており、次年度中に可溶性の変化を検証する。

また、昨年度までに実施したソルガム圃場実験の結果をとりまとめ、論文化を進めている。根圏土壌を添加したブルキナリン鉱石富化堆肥によって得られたソルガム収量は、他の処理と比較して、統計的にNPKの収量と同様でした。この処理による収量の増加は、有効態P、交換性陽イオン量の増加と、土壌生物学的活動を促進する有益な微生物の供給によって説明できる(図3-3)。

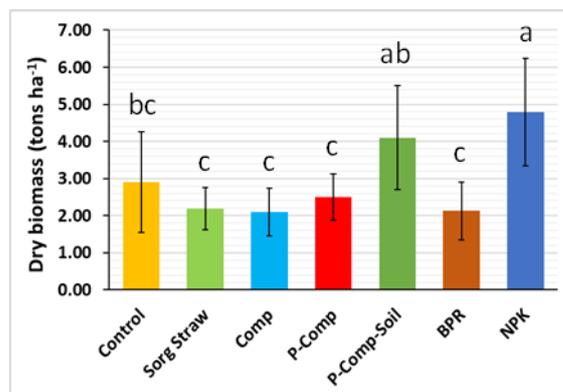


図3-3 ソルガム乾燥バイオマス収量に及ぼす有機物と無機質肥料の影響

3-4 リン鉱石の直接施用が有効な作物の探索(リン鉱石適合作物)

【マメ科作物】リン鉱石適合作物決定試験のデータをとりまとめ、リン鉱石直接施用に有効なマメ科作物および土壌環境を明らかにするとともに、試験結果の論文化にむけた植物体地上部サンプルのリン含量の分析を開始した。また、INERA イニシアティブにおける関連課題であるリン鉱石最適施用量決定試験における1年目の栽培試験をINERA サリア支所近郊のRalo村で実施した。村内に土壌型が異なる2つの試験圃場(土壌型LX.frおよびPTpt.px)を設置し、4水準(0, 100, 200, 400 kg ha⁻¹)のリン鉱石直接施用量とTSP施用区を設けてこれまでに選抜した3種類のマメ科作物(ササゲ、ダイズ、ラッカセイ)を供試した。施用量の効果は土壌型によって違いがみられ、LX.frでは200kg ha⁻¹、PTpt.pxでは100kg ha⁻¹でTSP施肥と同等程度の効果が得られる傾向がみられた。一方、これまでのサリア支所内の圃場に比

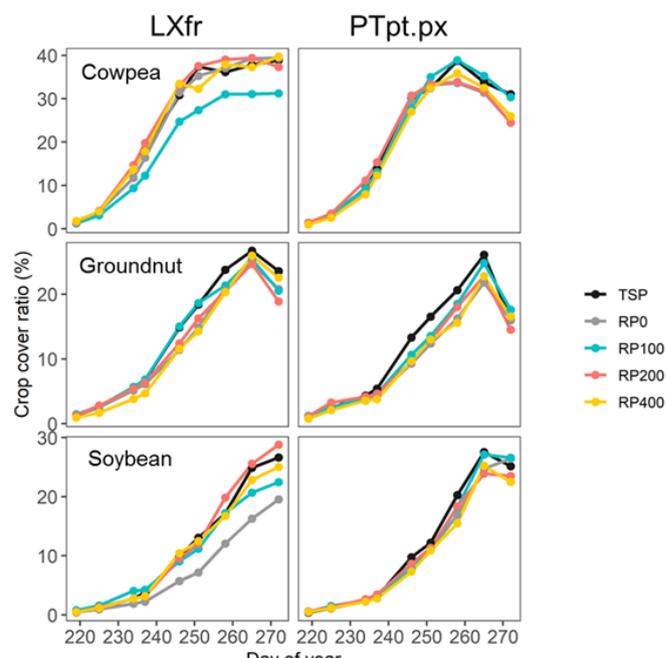


図3-4 異なる土壌型における選抜マメ科作物の地上部生育の推移

べ、農家圃場では生育のばらつきが大きく、一部で家畜の食害を受けるなどの問題があったため、試験結果の信頼性に疑問が残る。この点については次年度の試験に向けて CP と改善策を検討中である。

【果樹】 植え付け後3年目の2021年8月に新たにリン鉱石を追肥した。本追肥の前に、土壌サンプルを各処理区の2地点において採取した。サンプル数は試験区全体で、合計960サンプルとなった。また、これまでに収集したデータについて処理間の有意差を明らかにする統計解析を進めている。

3-5 アゾラを活用した有機質 NP 肥料の製造法の開発と施肥効果の評価(アゾラ利用)

本課題については早期に終了し、現在報告書を執筆中である。

3-6 リン鉱石直接利用マニュアルの作成(リン鉱石直接施用マニュアル)

これまで承認されたテクニカルペーパーを入手するとともに、記載方法を確認した。現在マニュアル化する有望な直接利用技術候補を選定した。

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

【課題 3-3】 リン鉱石富化堆肥課題では、堆肥化試験に関連して DNA 抽出およびその解析方法についての技術移転を実施した。

③ 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

特になし

④ 研究題目 3 の研究のねらい (参考)

【題目 3-1】

リン鉱石粉は、工業的に加工したリン肥料に比べてはるかに安価であり、直接施用が効果的な場合には積極的な利用を検討すべきである。これまでに、水田におけるリン鉱石粉の施肥が、一定程度有効であることをガーナ、ブルキナファソにおける圃場試験で明らかにされてきた。それらの成果をもとに、水田においてより高い効果が得られる施肥時期、施肥量などの施肥方法を開発する。

【題目 3-2】

一方、リン鉱石直接施用におけるイネのリン鉱石可溶化・吸収メカニズムは明らかになっていない。そこで、イネのリン鉱石直接施用効果を明らかにするために、様々なイネ系統を用いたゲノムワイド相関解析(GWAS)や量的形質遺伝子座位(QTL)の解析によりリン鉱石の溶解・吸収に関与する遺伝子座の同定を行う。得られた結果を活用し、直接施用法とリン鉱石直接施用に適したイネ品種の組み合わせにより、リン鉱石施用効果の最大化を図る。

【題目 3-3】

直接施用に不適とされる低品位リン鉱石の利用方法として、リン鉱石を堆肥化過程に付加し、リン鉱石の溶解を促すことでその施肥効果を高める手法は広く研究されている。ブルキナファソにおいても、堆肥を製造する際にリン鉱石を添加することを奨励しているが、堆肥化過程におけるリン可溶化のメカニズムとその施肥効果については十分解明されていない。このリン鉱石溶解メカニズムの解明は、効率

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

的で施肥効果の高いリン鉱石富化堆肥の作成法の開発に寄与できると考えられる。そこで、リン鉱石富化堆肥における効率的な堆肥化法を提案するとともに、リン鉱石の可溶化メカニズムを検討し、さらに得られたリン鉱石富化堆肥の当該地域における主要作物に対する施肥効果を評価する。

【題目 3-4】

マメ科作物は難溶性リンを溶解・吸収するとされ、リン鉱石直接施用が有効である可能性が示されている。また、マメ科作物のチッ素固定能による土壤肥沃度向上も同時に期待でき、マメ科作物の間作や輪作、あるいはカバークロップ導入などによる作付け体系の改善を通じ、輸入するチッ素施肥量を節減できる可能性が高い。そこで、同国で栽培される多様なマメ科作物の中から、リン鉱石直接施用効果の高い作物を選定する。

【題目 3-5】

アズラ(オオアカウキクサ)は、ランソウとの共生による空中窒素固定が生じることが知られており、緑肥として利用される。リン鉱石を含むリン酸資源の施用によりその増殖は促進されることが示されている。この事から、リン鉱石を利用したアズラ増殖によって、アズラ由来の安価な有機質 NP 肥料としての利用が可能であると考えられる。ブルキナファソにおいても、水稲作におけるアズラ(*Azolla pinnata*)の利用可能性が検討されている。そこで、リン鉱石を活用して小規模農家でも実施可能なアズラの増殖法を開発し、有機質 NP 肥料としての肥効を評価する。

【題目 3-6】

上述の研究項目【3-1】～【3-5】に加え、植林や農業場面で様々な利用法を探索し、FAO や IFDC 等のリン鉱石直接利用に関する文献との整合性を検討しつつ、リン鉱石の直接利用技術のマニュアルを作成する。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法 (参考)

【題目 3-1】

- a) 環境条件の異なる 6~10 地点の農家圃場を選定し、水稲作におけるリン鉱石直接施用効果を重過燐酸石灰(TSP)などの水溶性リン酸肥料との比較により検証する。特に、施肥量や施肥時期、施肥深度などの施肥方法の影響を検討する。
- b) リン鉱石直接施用効果の残効発現程度など効果の経年変化について、農家圃場においてリン鉱石施用試験を実施し検討する。

【題目 3-2】

- a) 様々なイネ系統を用いて、リン鉱石直接施用効果の表現型調査を行う。GWAS および QTL 解析により、リン鉱石直接施用効果に関与する QTL を同定し、その QTL を持ったイネ準同質遺伝子系統(NIL)を作成し、リン鉱石直接施用効果を確認する。
- b) リン鉱石施用効果の高いイネ品種と最適施肥法を組み合わせ、リン鉱石直接施用効果が最大化する栽培法を確立する。

【題目 3-3】

- a) ブルキナファソ産リン鉱石富化堆肥製造における最適条件を検討する。堆肥製造に際してリン鉱石配合割合の水準を設定し、堆肥原料および堆肥化期間中の有効有機酸(HPLC)、ホスファターゼ、ホスホナターゼ、フィターゼ、シデロフォアの量(培養法)を比較することにより、効率的なり

ン酸塩富化堆肥製造方法を提案する。

- b) リン鉱石富化堆肥の製造過程における生物資材添加の有効性を検証する。リン鉱石の可溶化に有効な生物学的材料としてソルガム茎葉および根圏土壌を添加して堆肥化を実施する。処理は、堆肥のみ（リン鉱石添加なし）、リン鉱石富化堆肥、および微生物源としてソルガム畑から採取された根圏土壌を加えたリン鉱石富化堆肥とし、堆肥の温度と酸素レベルは定期的に記録される。また2週間ごとに、サブサンプルを収集して、pH および堆肥の重量の変化を測定する。堆肥サンプルは、物理化学的、酵素的および分子分析のために2カ月および4カ月後に採取する。堆肥中の微生物の存在量および組成は、qPCR 次世代シーケンサーによって決定する。
- c) ブルキナファソにおけるリン鉱石富化堆肥の施肥効果を検証する。対象作物はソルガム、ササゲ、およびイネとし、堆肥化を経ないリン鉱石や TSP 等との比較から、その施用効果を検討する。また堆肥化にかかる各種コストを算出し、農家経営におけるリン鉱石富化堆肥製造の影響について検討する。

【題目 3-4】

- a) INERA サリア支所において、各種マメ科作物（ササゲ、ラッカセイ、バンバラビーン、キマメなど）へのリン鉱石直接施用がその収量に及ぼす効果を評価する。
- b) INERA サリア支所において、各種樹木の育苗時、栽植時におけるリン鉱石施用効果を評価する。

【題目 3-5】

- a) ブルキナファソにおけるアゾラ在来種の分布域を把握し、有用アゾラ在来種の増殖条件を水温、水深、pH やリン酸量を変数として検証する。また、リン鉱石施用条件下におけるアゾラ増殖効果を明らかにし、ブルキナファソにおけるアゾラ利用可能性を調査する。
- b) アゾラを活用した有機質 NP 肥料の施肥効果を検討する。得られたアゾラ由来有機質 NP 肥料を施用して作物栽培を実施し、当該肥料の施用効果を検討する。対象作物はアゾラ増殖のための溜池付近で行われる野菜作を想定。

【題目 3-6】

- a) 本プロジェクト内で提案された各種技術オプションについて、普及員を対象とした技術マニュアルとして取りまとめる。作成したマニュアルに基づくリン鉱石直接利用法を現地普及員と共有し、当該地域における利用可能性を評価する。

(5) 研究題目 4：「持続的作物生産に向けたリン鉱石の総合的利用法の提案」

研究グループ JIRCAS（リーダー：内田諭）

研究グループ 東京大学（リーダー：岡田謙介）

- 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

4-1 リン利用効率を最大化するためのリン酸肥料利用法の検討

INERA カンボワンセ支所において、作物モデル APSIM のキャリブレーションを目的としたリン施用試

【令和3年度実施報告書】【220531】

験の4年目をササゲで実施した（1年目と3年目ソルガム、2年目ササゲ）。これらを用いて、ソルガムとササゲの輪作に対するモデルの適用性を評価したところ、昨年度の3年分のデータによるキャリブレーションに比べて精度が向上したことを確認した。さらに、2008年から2019年の12年間にわたるソルガムとササゲの輪作にモデルを適用し、長期間の変化のシミュレーション分析を行った。

また、ブルキナファソ全土を対象とする、気象データ（NASA Power）、土壌データ（SoilGrids）、可給態リンデータ（ISRIC）を用いて APSIM モデルにより算定した最大予測収量と最適施肥量のマップ化に関する検討を進めてきた。結果が十分ではなかったことにより手法開発は継続中であるが、アルゴリズムの改良に加え、局所的データの活用および課題4-3において統計的手法により得られる収量分布情報等の統合による打開策の検討を行った。

4-2 流通と需要拡大に向けたバリューチェーンの解明

昨年度は、肥料価格と主要穀物の市場価格の推移と地域的傾向に関する分析を行った。農家への裨益および流通の観点からは、市場価格に加えて農家による生産者販売価格の動向を把握する必要があり、世銀による世帯家計調査マイクロデータ（Living Standards Measurement Study: DDI_BFA_2014 EMC_v01_M_WB）を用いた分析を実施した。本調査は2014年に実施され、総数10858世帯のデータがあるが、スクリーニングにより異常値等を除去した6515世帯分を分析に用いた。県(Province)単位で集計したが、有効なデータが存在しない県があったため、内挿補間によって価格分布図を作成し、これより県毎の値を推計した。さらに、2014年の市場価格との比を計算することで、流通コストの多寡の分布を調査した。

図4-2-1に、作物毎の生産者販売価格に対する市場価格の比の分布を示す。ソルガム、トウモロコシ、トウジンビエに関しては、比が1.2程度の県が多く、約20%が上乘せされているが、流通コストを減じた額が仲買人の利益となる。コメに関しては、生産者販売段階

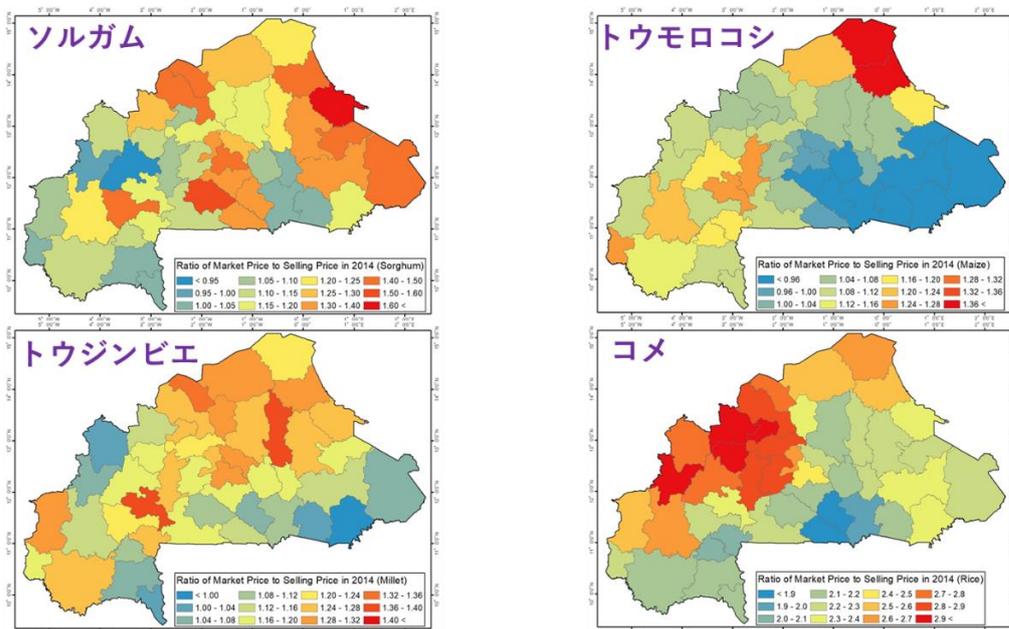


図 4-2-1 主要穀物に関する生産者販売価格に対する市場価格の比の県単位分布

では粳、市場では精米されていることが比の値が大きくなっていることに反映していると考えられる。図より、ソルガムとトウジンビエは、比の高い地域が国内に顕著な地域性なく分布するが、トウモロコシとコメに関しては、明白な地域的偏りが見られる。トウモロコシの主産地は南部から西部にかけてであるが、この間においても比の値に地域差があり、価格の決定に関して需給量は必ずしも主要な要因とはならないことが示唆された。

4-3 国産肥料の利用が地域経済に及ぼす評価

国産肥料の利用による経済効果を全国レベルで評価する手順として、図 4-3-1 に示した流れに沿って研究を進めてきた。昨年度までの段階で、評価の要素となるデータ群の構築と土地利用図作成手法および生産力評価手法の開発を行っており、本年度は、各段階の処理を改良するとともに、収益効果の試行を実施した。

統計データによれば、施肥量の経年変動は大きく、また作物別のデータが不完全であった。そこで、作物別の耕作面積の割合を考慮した推

定を行い、作物別の平均施肥量を図 4-3-2、同一作物に対する施肥を県単位で比較して全国平均に対する比で表した結果を図 4-3-3 に示す。耕作地に対する単位当たり施肥量の合計値では Hauts-Bassins 州を中心に西部で高くなるが、これはトウモロコシと綿花の作付け比率が高いことによるものであり、

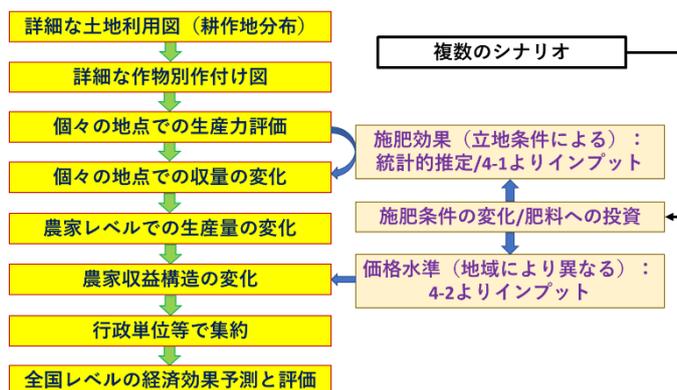


図 4-3-1 施肥による経済効果評価のためのフロー

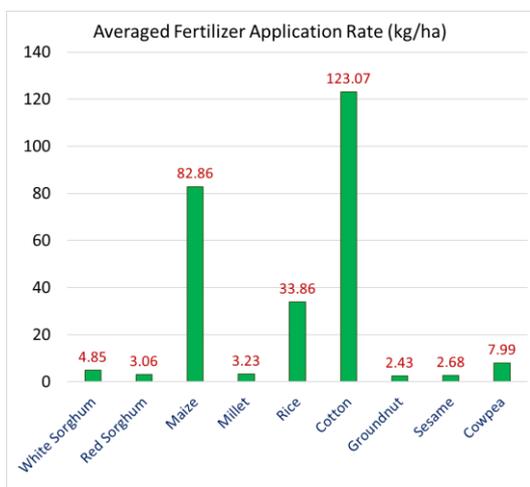


図 4-3-2 作物別平均施肥量

同一作物間で見ると Nord 州で相対的に施肥量が多くなることが示された。

施肥に伴う収益効果に関しては、経済モデルを用いた価格の変化予測、あるいは、近年の肥料価格の上昇等の要因の組み入れが未着手であったため、過去の値を用いた算出スキームの試行を実施した。図 4-3-4 はその一例であり、ソルガムに関し肥料購入による支出と生産物販売による収入とのバランスから収益効果を見たものである。ワガドゥグの周辺に収益性が高い地域が

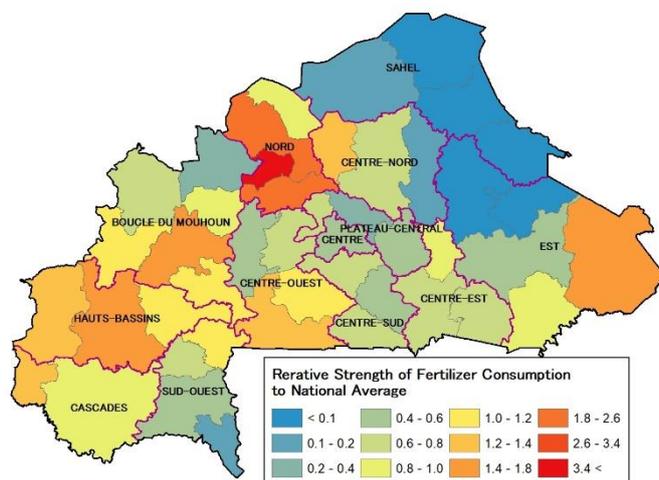


図 4-3-3 県別施肥量の全国平均に対する比

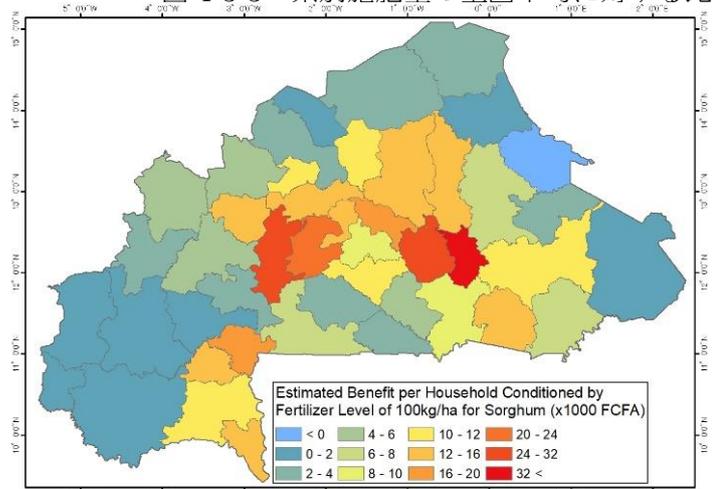


図 4-3-4 施肥量を増加させた場合の農家の収益効果算出例

存在する等、今後分析を進める上で興味深い結果を得ることができた。

② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

とくに無し。

③ 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

とくに無し。

④ 研究題目 4 の研究のねらい（参考）

ブルキナファソにおける国内産リン鉱石肥料の普及を促進するためには、農家レベルおよび地域経済にとって肥料利用がもたらす裨益効果を示すことが重要となる。様々な立場のターゲットに対して、具体的なイメージを伴って理解できる情報を作成・提供することが鍵となるため、本研究題目では、そうした仕組みを支援する研究開発を狙いとしている。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法（参考）

施肥試験を含む施肥と生産、環境、流通等の情報収集を行い、作物生育モデル、経済モデル、地理情報システム等に適用し、解析手法開発および手法の最適化に関する研究を実施する。さらに、解析結果をもとに現状分析と肥料普及効果の予測を行い、報告書として纏める。

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）

予定されていた各種試験はほぼ予定通り実施され、終了済みである。その他の試験では 2 年目の試験を 2022 年度に実施し終了予定である。プロジェクト終了時の目標達成率は 96% と自己評価した。コロナ感染拡大の影響を受け、アフリカ産リン鉱石の取得が当初計画していたよりも少なく、100% とならなかった。

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

これまでブルキナファソ政府は、C/P 機関である INERA が属する高等教育・科学研究・技術革新省が主催する「検討委員会 (Review Committee)」がプロジェクトの運営を管理するため、プロジェクト独自の JCC を実施する必要はないとの方針をとっていた。また、JICA 事務所もこれをもって JCC に代替できるとの事であったが、2021 年には年 2 回実施している TCC の内、1 回については、JCC の参画予定者全員に参加してもらい JCC を兼ねさせる、との方針に変更された。2021 年 11 月によりやうく、1 回目の TCC/JCC を開催することができた。

INERA の前プロジェクトマネージャーが、2021 年 4 月より農業水利省の土壌調査所所長に異動になり、3 人目の新マネージャーが 7 月に赴任するまで、前マネージャーが代理として活動した。新マネージャーは対応が早く、緊密に連携できている。

2021 年 1 月に発生した軍事クーデターにより、暫定政府要人への訪問を避けることになった。新しく着任した農業大臣は、INERA の元職員であり、ブルキナファソで開催された国際シンポジウムへ国際農研が後援するに当たって長い間協議を続けてきた関係である。今後状況が許す段階になった際には、プロジェクトの成果について説明したいと考えている。

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

(2) 研究題目 1 : 「**在来リン鉱石を利用した地域適合型複合肥料の開発**」

研究グループ JIRCAS (リーダー: 中村智史)

活動報告で記載したように、外熱式Uターンキルンに損壊が生じた。これにより現地で対応予定だった肥料特性の更なる向上に向けた現地試験が停滞している。これを克服するため、現地 C/P や現地調整員との連携により、損壊原因を明らかにし、今後の運用に向けた対策を施した。今回の損壊事象は、実験室レベルでの検証では想定になかったが、実用規模への展開に際しての対処が判明した点で、メリットもあった。加えてこのような事象に対して、現地 C/P が直接対処したことから、以後の実用規模への展開に際して重要な知見と経験を得られたものと考えている。今回の損壊に対する対処法について、日本側・現地側それぞれにおいて記録を残し、以後の活動に反映する。

今回の事象では新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、日本側研究者の渡航が制限されたことで、現地機材への直接的アプローチが出来なかった。このような試験プラントを展開するに際しては、国内においても同様の機材を準備しておくなどのバックアップ体制を構築することが必要と考えられる。

(3) 研究題目 2 : 「**主要作物への施肥効果の評価と施肥技術の改善と普及**」

研究グループ JIRCAS (リーダー: 南雲不二男)

コロナ感染が収まってきた状況のもと、2021 年度には 2 名の研究者が 2 回ずつ出張し、業務を実施したが、引き続き遠隔で実施したものもある。その中では、試験のプロトコルと異なる作業が行われていた場合があった。今後とも密な連携を図り試験の精度を高めたい。

(4) 研究題目 3 : 「**リン鉱石の直接利用技術の開発**」

研究グループ JIRCAS (リーダー: 中村智史)

現地渡航が制限されていることで、C/P との連絡が少なくなっている。オンライン会議を活用しているものの、現地インターネット環境が良好ではなく、十分な議論を行うのが難しい。現在はオンライン会議に加えて、メールのやり取りを主としているが、現地のインターネット環境を整備しておくことで、事業運営を円滑にできるものと考えられる。特にブルキナファソなどの政情が安定しない地域では、政府や軍の意向などにより、ネット通信が制限されることもある。本プロジェクトではこのような問題を事前に想定し、主たる調査地である INERA-Saria 支所に衛星回線によるインターネット接続を確立したが、他支所などにおいても類似の接続環境が有効と考えられる。

特に地方都市においては、インターネット環境の整備が重要と考えられる。

(5) 研究題目 4 : 「**持続的作物生産に向けたリン鉱石の総合的利用法の提案**」

研究グループ JIRCAS (リーダー: 内田諭)

研究グループ 東京大学 (リーダー: 岡田謙介)

昨年度に引き続き現地へのお出張を実施しなかったため、現地試験・調査活動の制限はあったが、ダウンロード可能な情報の収集及びデータの共有化を継続して研究連携の推進に努めた。ただし、個々にデータ解析を進めていく中で、参画者全員が経過を詳細に把握することには限界があった。そこ

で、ネットワーク環境が整っていることが条件ではあるが、データ共有プラットフォームを構築することが有効と考えられた。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

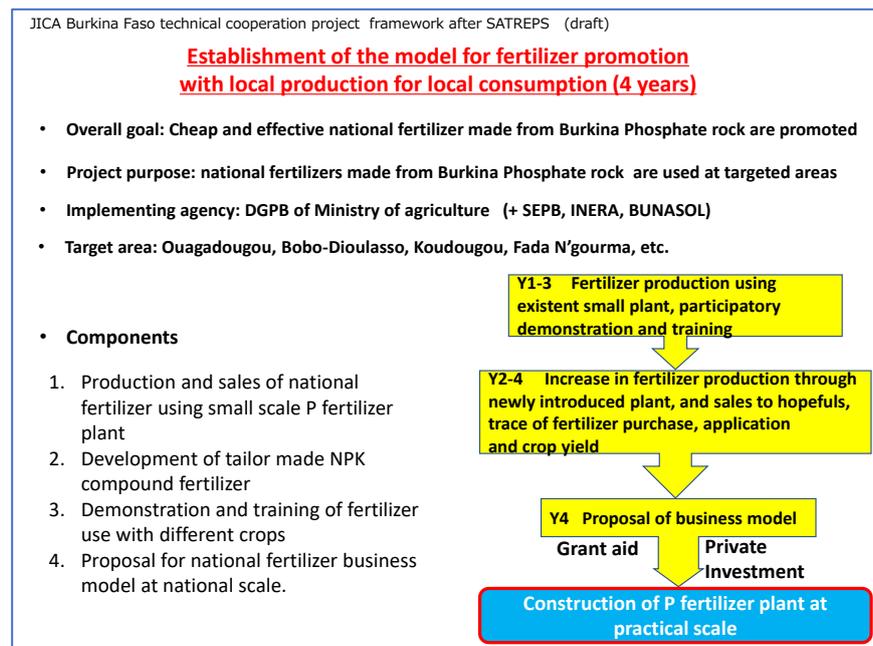
活動の5年目が終了した時点であるため、研究成果の社会還元はない。

(2) 社会実装に向けた取り組み

プロジェクトの成果を反映した実用規模の肥料生産・販売と普及のためには、実際にビジネスとして上手くいくことを実証することにより、民間投資やODAを呼び込む必要があると考えている。そこで、関連する機関と協議しながら、JICAの技術協力プロジェクトを想定した後継プロジェクト構想を準備した。今後、JICAとして検討できるかどうか、交渉を続ける。

一方、2020年にブルキナファソ

政府より在ブルキナファソ日本大使館に提出された肥料工場建設へのノンプロ無償申請（ODA）はペンディング状態にある。多くの申請が出されており、少なくともしばらく対応できない、との事であった。



V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

今年度は、プロジェクト成果の情報発信にも力を入れた。2021年5月に開催された「持続的土地管理のためのブルキナファソ国際科学シンポジウム」にブースを展示し、プロジェクト成果を広く紹介するとともに研究発表を行った。また、10月の「第13回科学研究・技術革新国家フォーラム」、および11月の「第4回科学技術国際シンポジウム」においてもブースを出展しプロジェクトを紹介した。これらについては、出張が十分にできない中、INERAのイニシアチブにより可能になったものである。その他には、外務省・科学技術外交推進会議に協力し、東京栄養サミットに向けて準備したSTIショーケースの一つに選定され、プレスリリースが行われた。

https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press3_000671.html

2022年度においては、ブルキナファソで最終WSを開催し、成果を広く情報発信する予定である。

以上

【令和3年度実施報告書】【220531】

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。)
H30	Satoshi Nakamura, Takashi Kanda, Toshio Imai, Jacques Sawadogo, Fujio Nagumo, Solubility and application effects of African low-grade phosphate rock calcinated with potassium carbonate, Soil Science and Plant Nutrition, 2019	doi: 10.1080/0 0380768.2 019.15982 36	国際誌	発表済	
H31	Satoshi Nakamura, Simpore Saidou, Albert Barro, Dambinga Jonas, Monrawee Fukuda, Fujio Nagumo, Kodjari Phosphate rock for rain-fed lowland rice production in the Sudan Savanna, Burkina Faso, Tropical Agriculture and Development, 64 (2)	doi: 10.11248/j sta.64.97	国際誌	発表済	
R2	Papa Saliou Sarr, Ezechiel Bionimian Tibiri, Monrawee Fukuda, Armel Nongma Zongo, Emanuel Compaore, Satoshi Nakamura. Phosphate-Solubilizing Fungi and Alkaline Phosphatase Trigger the P Solubilization During the Co-composting of Sorghum Straw Residues With Burkina Faso Phosphate Rock. Frontiers in Environmental Science 2020, 8:559195	doi: 10.3389/f envs.2020. 559195	国際誌	発表済	
R3	Fukuda, Monrawee, Dohan M. Soma, Shinya Iwasaki, Satoshi Nakamura, Takashi Kanda, Korodjouma Ouattara, and Fujio Nagumo. 2021. "Site-Specific Responses of Lowland Rice to Acidulated and Calcined Phosphate Rock Fertilizers in the Center-West Region of Burkina Faso." Edited by Peddisetty Pardha-Saradhi. PLOS ONE 16 (4): e0250240. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250240 .	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250240	国際誌	発表済	
R3	Iwasaki, Shinya, Monrawee Fukuda, Kenta Ikazaki, Satoshi Nakamura, Korodjouma Ouattara, and Fujio Nagumo. 2021. "Optimal P Fertilization Using Low-Grade Phosphate Rock-Derived Fertilizer for Rice Cultivation under Different Ground-Water Conditions in the Central Plateau of Burkina Faso." Soil Science and Plant Nutrition 67 (4): 460-70. https://doi.org/10.1080/00380768.2021.1932584 .	https://doi.org/10.1080/00380768.2021.1932584	国際誌	発表済	

R3	Iwasaki, Shinya, Kenta Ikazaki, Ameri Bougma, and Fujio Nagumo. 2022. "Appropriate Use of Local Phosphate Rock Increases Phosphorus Use Efficiency and Grain Yield of Sorghum and Cowpea in the Sudan Savanna." <i>Frontiers in Soil Science</i> 1 (January): 709507. https://doi.org/10.3389/fsoil.2021.709507 .	doi: 10.3389/fsoil.2021.709507 Frontiers in	国際誌	発表済	
----	---	--	-----	-----	--

論文数 6件
うち国内誌 0件
うち国際誌 6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。)
H28	中村智史・今井敏夫・鳥山和伸・飛田 哲・松永亮一・福田モンラ ウィー・南雲不二男. ブルキナファソ産低品位リン鉱石焼成物の施用が トウモロコシおよび水稻の生育におよぼす影響, 日本土壤肥料学雑誌, 2016. 87(5) 338-347.		国内誌	発表済	
H28	Satoshi Nakamura . Monrawee Fukuda . Roland N. Issaka Israel K. Dzomeku . Moro M. Buri . Vincent K. Avornyo . Eric O. Adjei . Joseph A. Awuni . Satoshi Tobita, Residual effects of direct application of Burkina Faso phosphate rock on rice cultivation in Ghana, <i>Nutrient Cycling in Agroecosystems</i> , 106, 47-59	10.1007/s1 0705-016- 9788-8	国際誌	発表済	
H29	中村智史 アフリカ産低品位リン鉱石の活用 -アフリカ肥料革命の実現に向 けて-, 熱帯農業研究 2017 10(1) 27-29.	10.11248/ nettai.10.2 7	国内誌	発表済	
R3	岩崎 真也、ブルキナファソ国産リン肥料を用いた農業の最適化 熱帯農業 研究 2021 年 14 巻 1 号 p. 37-38	https://doi. org/10.112 48/nettai.1 4.37	国内誌	発表済	

R3	南雲不二男 ブルキナファソ産リン鉱石を活用した「肥料の地産地消」を目指して 熱帯農業研究 2021年14巻1号 p.35-36	https://doi.org/10.11248/nettai.14.35	国内誌	発表済	
----	---	---------------------------------------	-----	-----	--

論文数	5件
うち国内誌	4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
H31	Armand I. Batiénon, Effet du phosphate calciné sur le développement et la production de sorgho (<i>Sorghum bicolor</i> (L. Moench)) de variété Kapelga au Burkina Faso. IPD/AOS		修士論文	発表済	
R1	アフリカ産低品位リン鉱石は炭酸カリウム添加焼成により肥料化できる(2020年3月)		国際農研成果情報	発表済	
R1	DRABO Jules Oscar, Effets de la calcination et de l'acidulation partielle des phosphates naturels du Burkina sur le rendement du sorgho (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench) en zone sud-soudanaise du Burkina Faso. Université Nazi Boni		卒業論文	発表済	
R1	SORY Harouna, Effets de la calcination et de l'acidulation partielle de phosphates naturels du Burkina sur le rendement du niébé (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) WALP.) à la station de Farako-Bâ en zone sud-soudanaise du Burkina Faso. Université Nazi Boni		卒業論文	発表済	
R2	DONSOUNE Fleur P. Sandrine, Analyse SIG longue série des différentes cultures au Burkina Faso et relation avec les pratiques GIFS dans la région du Centre, Ouaga-1 Université Joseph Ki-Zerbo		修士論文	発表済	
R2	SAGNON Adama, Effet du compost amélioré au phosphate naturel sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol et la productivité du sorgho. Université Joseph KI-ZERBO		修士論文	発表済	
R2	ZOUNDI Romaric, Réponse du sorgho au Burkina phosphate calciné et acidifié en serre. IPD/AOS		卒業論文	発表済	
R2	OUEDRAOGO Frédéric, Effet du phosphate calciné sur le développement et la production du Niébé au Burkina Faso. IPD/AOS		卒業論文	発表済	

R2	西アフリカ天水稲作の各農業生態域区分に最適リン鉱石直接施用頻度(2021年3月)		国際農研成果情報	発表済	
R2	リン鉱石富化堆肥中の有効態リン含量に及ぼす根圏土壌添加の効果(2021年3月)		国際農研成果情報	発表済	
R3	アフリカ産低品位リン鉱石を用いて製造したリン肥料は天水稲作で輸入肥料を代替できる(2022年3月)		国際農研成果情報	accepted	
R3	Zongo Somnoma Lydwine Gracienne, AMELIORATION DE LA PRODUCTION DU NIEBE AVEC LE BURKINA PHOSPHATE SOLUBILISE PAR ACIDULATION PARTIELLE ET PAR CALCINATION. Université Nazi Boni		修士論文	発表済	
R3	HEBIE Sidiki, Effets du Burkina phosphate acidulé et calciné sur la croissance et le développement du maïs (Zea maysL.) dans la zone Ouest du Burkina Faso. Rapport de stage de fin de cycle (BTS), Centre agricole de Polyvalent de Matourkou.		卒業論文	発表済	

著作物数 13 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
H31	Jaya Nepal, Elucidation of optimum use of calcined phosphate rock fertilizer for sorghum using crop growth model under semi-arid environments in Burkina Faso, Thesis for Master of Science, 2019, University of Tokyo		修士論文	発表済	
H31	藤本華苗,新規焼成リン肥が土壌リン可給性におよぼす影響とそのシミュレーション,東京大学農学部卒業論文(2019年3月)		卒業論文	発表済	

H31	高柳茉希,新規焼成リン肥施用に対するソルガムの反応とAPSIMモデルの適用,東京大学農学部卒業論文(2019年3月)		卒業論文	発表済	
R1	柳原直紀,ブルキナファソ在来資源による新規リン肥料へのササゲの生育反応と作物モデル適用の試み,東京大学大学院農学生命科学研究科修士論文(2020年3月)		修士論文	発表済	
R1	WU Tong, Effect of new phosphorus fertilizer from Burkina indigenous materials on maize growth and soil phosphorus changes, Master's thesis for the Graduate School of Agricultural and Life Sciences, the University of Tokyo (March 2020)		修士論文	発表済	
R2	南雲不二男,輸入依存から地産地消への道のり:アフリカ在来リン鉱石を活用した肥料生産・普及を目指す.特集 国際農研と地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS) JIRCAS ニュース. 2020.11 No. 89.		JIRCAS広報出版物(和文)	発表済	
R2	Fujio Nagumo, Toward "Local production for local consumption": aiming at production and distribution of fertilizers manufactured from African indigenous phosphate rock. Special feature JIRCAS and the science and technology research partnership for sustainable development (SATREPS) program. JIRCAS news letter 2020. 11. No 89		JIRCAS広報出版物(英文)	発表済	
R2	小出淳司,ブルキナファソ産リン鉱石を用いた新規肥料による施肥栽培の普及に向けて.特集 国際農研と地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS) JIRCAS ニュース. 2020.11 No. 89.		JIRCAS広報出版物(和文)	発表済	
R2	Junji Koide, Toward expansion of fertilizer cultivation using new fertilizer composed of Burkina Faso phosphate rock. Special feature JIRCAS and the science and technology research partnership for sustainable development (SATREPS) program. JIRCAS news letter 2020. 11. No 89		JIRCAS広報出版物(英文)	発表済	
R2	藤本華苗,ブルキナファソにおける在来資源を利用した新規リン肥料使用のソルガム栽培における効果とその収益性について,東京大学院農学生命科学研究科修士論文(2021年3月)		修士論文	発表済	

R2	高柳茉希,西東京市とブルキナファソ中部カンボワンセにおいて新規焼成リン肥の施用がソルガム～カウピー輪作に及ぼす影響について -APSIMモデルの適用と長期間のシミュレーション分析-,東京大学院農学生命科学研究科修士論文(2021年3月)		修士論文	発表済	
R2	中川堅太,可給態リンの土壌データベースを作物モデルに利用したブルキナファソにおける新規リン肥の最適施肥水準の決定手法の開発,東京大学院農学生命科学研究科修士論文(2021年3月)		修士論文	発表済	

著作物数 12 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
H28	国際学会	Nakamura, S. (JIRCAS), Simpore, S.・Barro, A.・Dambinga, J. (INERA), Fukuda, M.・Nagumo, F. (JIRCAS). Effect of local phosphate rock direct application on rain-fed lowland rice cultivation in Burkina Faso. 7th International Conference of African Soil Science Society. Ouagadougou. June	ポスター発表
H30	国際学会	Satoshi Nakamura (JIRCAS), Kanda T.(JIRCAS), Imai T.(Taiheiyō Cement), Jacques S. (INERA), Nagumo F.(JIRCAS), Solubility improvement of African local phosphate rock through calcination with potassium carbonate, 6th Symposium on Phosphorus in Soils and Plants, Ruben, Belgium, September 2018	ポスター発表
H30	国際学会	Monrawee Fukuda (JIRCAS), S. Nakamura (JIRCAS), T. Kanda (JIRCAS), D. M. Soma (INERA), F. Nagumo (JIRCAS). Development and validation of phosphorus fertilizers made from low-grade Burkina Faso phosphate rock for lowland rice in the Sudan Savanna, Burkina Faso. The 9th International Phosphorus Workshop, ETH Zurich, Zurich, Switzerland, 8-12 July 2019.	ポスター発表
H31	国内学会	Jaya Nepal (Utokyo), Idriss Serme (INERA), Armand Issouf Batiénon (IPD/AOS), Kensuke Okada (Utokyo). Effect of calcined phosphate rock compared to TSP on biomass and yield of rainfed sorghum (Sorghum bicolor var. Kapelga) in the semi-arid condition at Kamboinse, Burkina Faso. 日本作物学会、つくば、3/28-29, 2019	口頭発表
H31	国内学会	Dohan Mariam Soma(INERA), Satoshi Nakamura(JIRCAS), Direct application of phosphate rock to increase lowland rice production in Burkina Faso: achievements and perspectives. 日本熱帯農業学会、府中、日本 3/17-18, 2020	口頭発表

R2	国内学会	岩崎真也(国際農研)、福田モンラウイー(国際農研)、伊ヶ崎健大(国際農研)、中村智史(国際農研)、神田隆志(農環研)、ドハン・M・ソマ(INERA)、南雲不二男(国際農研)、ブルキナファソの天水稲作における、異なる地下水位条件での最適リン酸施肥量の決定、日本土壤肥料学会2020年度大会	口頭発表
R3	国内学会	岩崎真也(国際農研)、伊ヶ崎健大(国際農研)、シンポレ・サイドウ(INERA)、バロ・アルベール(INERA)、南雲不二男(国際農研)、ブルキナファソ中央台地に優占する異なる土壌型における最適施肥管理、日本土壤肥料学会2021年度大会	口頭発表
R3	国内学会	内田諭(JIRCAS)・小林慎太郎(農林水産技術会議)、Kone Nikolas(INERA)、ブルキナファソにおける施肥による農業生産及び農家経済への効果の空間分析、システム農学会2021年度大会、盛岡(On-line)、2021年6月	口頭発表
R3	国際学会	Sagnon A. (INERA–Ouagadougou University), Iwasaki S. (JIRCAS), Tibiri E.B. (INERA), Tiendrebeogo F. (INERAA), Compaore E. (INERA), Bongkougou I.J.O. (Ouagadougou University), *Sarr P.S. (JIRCAS). Effect of BPR-enriched composts on soil chemical and biological properties, and on sorghum growth in Burkina Faso. International scientific symposium on sustainable management of lands, 3rd edition, Ouagadougou, Burkina Faso, 17–21 May 2021.	口頭発表
R3	国際学会	Hamadou Sidibe (INERA), Kenta Ikazaki (JIRCAS), Kohtaro Iseki*(JIRCAS) The effect of Burkina rock phosphate direct application on leguminous crops under different soil types of Lixisols and Plinthosols. International scientific symposium on sustainable management of lands, 3rd edition, Ouagadougou, Burkina Faso, 17–21 May 2021.	ポスター発表
R3	国際学会	Alimata A. BANDAOGO (INERA), Béatrice B. SOMDA (INERA), Shinya IWASAKI (JIRCAS), Souleymane OUEDRAOGO (INERA), Mamoudou TRAORE (INERA) . Effet des engrais issus du Burkina Phosphate sur la productivité du niébé et du sorgho dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. International scientific symposium on sustainable management of lands, 3rd edition, Ouagadougou, Burkina Faso, 17–21 May 2021.	口頭発表

R3	国際学会	Jacques Sawadogo*, Satoshi Nakamura, Takashi Kanda, Toshio Imai, Fujio Nagumo. Applicabilité technologique de la calcination et de l'acidulation partielle des roches phosphatées (RP) de faible qualité : cas du Burkina Faso. International scientific symposium on sustainable management of lands, 3rd edition, Ouagadougou, Burkina Faso, 17-21 May 2021	口頭発表
R3	国際学会	J. Sawadogo, S. Nakamura, B. Traore T. Kanda T. Imai, F. Nagumo. Application of calcination and partial acidulation technologies for solubilization of low-grade rock phosphate in Burkina Faso. LA 4ème EDITION DU SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE 2021, OUagadougou, Burkina Faso, 15-19 Nov. 2021	口頭発表

招待講演	0	件
口頭発表	9	件
ポスター発表	4	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
H28	国内学会	中村智史(JIRCAS)、今井敏夫(太平洋セメント)、福田モンラウィー・鳥山和伸・南雲不二男(JIRCAS), ブルキナファソ産リン鉱石の焼成による可溶性向上と施肥反応第二報 カリウム塩配合条件による焼成の検討. 日本土壌肥料学会. 佐賀大学. 9月	口頭発表
H28	国内学会	中村智史(JIRCAS) アフリカ産低品位リン鉱石の活用 -アフリカ肥料革命の実現に向けて- (招待講演). 日本熱帯農業学会. 鹿児島大学. 10月	招待講演
H30	国内学会	内田諭(JIRCAS), 開発途上地域を対象とするシステム農学研究ツールとしての衛星情報の活用, システム農学会2018年度春季大会, 鳥取, 2018年5月	招待講演

H30	国内学会	南雲不二男(以下全てJIRCAS)、小林慎太郎、中村智史、神田隆志、近藤勝彦、福田モンラウイー、岩崎真也、ブルキナファソ産リン鉱石を用いた施肥栽培促進モデル構築、日本砂丘学会第64回全国大会シンポジウム「SATREPSによる乾燥地農業の課題解決への取り組み」、つくば 2018年8月	招待講演
H30	国内学会	神田隆志(JIRCAS)・中村智史(JIRCAS)・今井敏夫(太平洋セメント)・南雲不二男(JIRCAS)、ブルキナファソ産低品位リン鉱石を用いた部分的酸性化リン鉱石の製造とその施肥効果、日本土壌肥料学会2018年度神奈川大会、藤沢	口頭発表
R2	国内学会	内田諭・小林慎太郎(JIRCAS)、Kone Nikolas(INERA)、ブルキナファソ全土を対象とする耕作域把握のための土地利用分類手法の開発、システム農学会2020年度大会、京都、2020年10月	口頭発表
R2	国内学会	内田諭・小林慎太郎(JIRCAS)、Kone Nikolas(INERA)、地理情報と統計データによるブルキナファソにおける作物別作付け分布図の作成、システム農学会2020年度大会、京都、2020年10月	口頭発表
R2	国内学会	南雲不二男(JIRCAS)、ブルキナファソ産リン鉱石を活用した「肥料の地産地消」を目指して、日本熱帯農業学会129回講演会公開シンポジウム、つくば(On-line)、2021年3月	招待講演
R2	国内学会	岩崎真也(JIRCAS)、ブルキナファソ国産リン肥料を用いた農業の最適化、日本熱帯農業学会129回講演会公開シンポジウム、つくば(On-line)、2021年3月	招待講演

招待講演	5 件
口頭発表	4 件
ポスター発表	0 件

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	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

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
2019	2020.3.4	感謝状	SATREPSを含む長年の共同研究への貢献	南雲不二男	ブルキナファソ国立科学技術研究センター	3.一部当課題研究の成果が含まれる	C/Pである環境農業研究所(INERA)の上部機関
2020		2020 Recipients Of Young African Phosphorus Fellowship Award	リン酸肥沃度研究に取り組む有望若手研究者への研究助成	Dr. Dohan Mariam KIBA/SO MA	African Plant nutrition Institute	3.一部当課題研究の成果が含まれる	若手研究者への助成金授与
2021		2021 Recipients Of Young African Phosphorus Fellowship Award	リン酸肥沃度研究に取り組む有望若手研究者への研究助成	Adama Sagnon	African Plant nutrition Institute	3.一部当課題研究の成果が含まれる	若手研究者への助成金授与

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
2017年度	2017.6.13	シドワヤ紙(新聞)	土壌肥沃度の改善:リン鉱石活用--注目される新しい方法	環境と開発欄	その他	キックオフミーティングの取材
2018年度	2019.2.13	RTB(国営テレビ)	在ブルキナファソ日本国大使館による保健, 農業, 衛生などの分野のプロジェクトサイトを訪れる開発協力プレスツアー	20時のニュース	3.一部当課題研究の成果が含まれる	大使館主催プレスツアー

2018年度	2019.2.18	シドワヤ紙(新聞)	ブルキナファソ国民のための日本の開発協力	16ページ目	3.一部当課題研究の成果が含まれる	大使館主催プレスツアー
2018年度	2019.2.18	ブルキナ24(オンライン)	ブルキナファソ西部における日本の影響力。土のう工法による道の修復及びゴマと肥料の開発		3.一部当課題研究の成果が含まれる	大使館主催プレスツアー
2019年度	2019.6.13	インフォ・サイエンス	JICA/SATREPS プロジェクト:ブルキナの農業生産性を改善するためのリン鉱石	ACTU-SCIENCE 欄	1.当課題研究の成果である	WSの取材記事
2019年度	2019.6.13	シドワヤ紙(新聞)	農業生産性の向上:リン酸肥料を活用する栽培促進	環境と開発欄	1.当課題研究の成果である	WSの取材記事
2019年度	2019.10.28	シドワヤ紙(新聞)	リン酸肥料生産:日本が加工設備を供与	環境と開発欄	1.当課題研究の成果である	肥料製造装置引き渡し式記事

7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)	公開/ 非公開の別	概要
2017年度	2017.6.12	Kick-off meeting for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	28名	公開	プロジェクト関係者を広く参集するとともに、肥料の流通・利用に関連する団体、肥料会社、IFDC-ブルキナ代表、農業省代表も参加。事業が開始されることを広報した。
2017年度	2018.2.9	Project management meeting for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	10名	非公開	SATREPSブルキナファソにおける運営体制強化を目的として、プロジェクト運営会議を開催した。
2018年度	2018.5.29	1st Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	20名	非公開	昨年度の活動報告、今年度の活動計画、その他の懸案事項について話し合うことを目的として第1回技術調整会議を開催した。
2018年度	2018.11.2	2nd Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	21名	非公開	今年度の活動内容を総括し、懸案事項について話し合い、合意を得ることを目的として、第2回技術調整会議を開催した

2018年度	2019.2.8	Application of Remote Sensing (RS) and Geographical Information System (GIS) Technologies to Manage Agricultural Resources	INERA (ブルキナファソ)	12人	非公開	INERA (CP機関) 研究者に対し、資源管理のためリモートセンシング/地理情報解析技術が有用に機能することを紹介した。
2018年度	2019.2.19	Introduction of Remote Sensing (RS) and Geographical Information System (GIS) Technologies to Manage Agricultural Resources	INERA (ブルキナファソ)	60人	非公開	ワガドゥグ大学IGEDD (環境及び持続的開発工学研究所)において、大学院生及び関係教員を対象に、リモートセンシング/地理情報解析技術の農業分野への応用について解説した。
2019年度	2019.6.11	TECHNICAL WORKSHOP FOR “Project on establishment of the model for fertilizing cultivation promotion using Burkina Faso phosphate rocks”	ワガドゥグ Hotel SOPATEL-Silmande (ブルキナファソ)	48人	非公開	研究担当者、試験を実施中の各支所所長、関係機関を広く招聘し、これまでの研究成果を検討するとともに、成果を共有した。
2019年度	2019.6.12	3rd Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	22人	非公開	課題責任者、試験を実施中の各支所所長、および関係機関代表を招き第3回技術調整会議を実施し、本年度の活動計画に合意した。
2019年度	2019.6.12	“1st National Fertilizer Plant Planning Committee” related to “Project on establishment of the model for fertilizing cultivation promotion using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	18人	非公開	課題責任者および関係機関代表を招き第1回国産肥料工場建設計画検討委員会を開始し、今後の国産肥料工場建設に至るロードマップを作成していくことを合意した。
2019年度	2019.10.23	“2nd National Fertilizer Plant Planning Committee” related to “Project on establishment of the model for fertilizing cultivation promotion using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	17人	非公開	課題責任者および関係機関代表を招き第2回国産肥料工場建設計画検討委員会を開催し、リン酸利用公社の肥料工場計画に関する情報を共有した。JST中間評価調査団の3名が参加した。

2019年度	2019.10.24	肥料製造実証プラントの引き渡し式を開催	INERA (ブルキナファソ)	100名	公開	高等教育・科学研究・技術革新省大臣、農業・水利省大臣(代理)、他、関係者の前でINERAに設置された肥料製造装置の引き渡しを行った。JST中間評価調査団の3名が参加した。
2019年度	2019.10.25	4th Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	INERA (ブルキナファソ)	43名	非公開	研究担当者、試験を実施中の各支所所長、関係機関を広く招聘し、これまでの研究成果を検討するとともに、成果を共有した。JST中間評価調査団の3名が参加した。
2020年度	2020.10.22	5th Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	On-line (ブルキナファソ-つくば)	16名	非公開	2020年度における現地試験の進捗状況をC/P側より紹介し今後の進め方について議論した。リン酸利用公社所長から肥料工場建設の進捗状況についての紹介があった。
2020年度	2021.3.17	日本熱帯農業学会129回講演会公開シンポジウム「地球規模の農業・食料・環境課題に挑むー国際農研のSATREPSプロジェクト」	つくば(On-line)	約100名	公開	標記シンポジウムにおいて、南雲と岩崎がプロジェクトの活動・成果について紹介した。
2021年度	2021.5.17~5.20	第3回土地の持続的利用に関する国際科学シンポジウム	ブルキナファソ、ワガドウグ(On-line)	約340名	公開	「持続的土地管理のための農業資材へのアクセス:小規模農民が直面する課題」をテーマにC/P研究員が4件の研究発表を行った。また、SATREPSを含むJIRCASのブースを出展し、プロジェクトを紹介した。

2021年度	2021.6.29	6th Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	On-line (ブルキナファソつくば)	約25名	非公開	プロジェクト全体の進捗状況、各課題の進捗状況と2021年の試験計画を確認しあつた。
2021年度	2021.10.26-10.30	第13回科学研究・技術革新国家フォーラム	ブルキナファソ、ワガドウグ	約2500名	公開	本フォーラムは、当国での様々な技術開発や発明の成果を展示し、それを企業などに活用してもらうことを目的とし、隔年で開催されている。プロジェクトではブースを展示し、研究の概要を紹介した。
2021年度	2021.11.10	7th Technical Coordinating Committee for “Project on Establishment of fertilizing crop cultivation promotion model using Burkina Faso phosphate rocks”	On-line (ブルキナファソつくば)	約35名	非公開	プロジェクト全体の進捗状況と本年の各課題の成果を共有した。また、参画者変更の確認を行った。これまでJCCが開催されていないことから、TCCに日本大使館代表にも参加いただきJCCを補完するものとした。
2021年度	2021.11.15-19	第4回科学技術国際シンポジウム	ブルキナファソ、ワガドウグ		公開	「社会および環境の危機的状況化における食品・栄養・健康の回復力」をテーマに開催された。プロジェクトではC/P1名が研究発表をするとともに、ブースを展示しプロジェクトの概要を紹介した。
2021年度	2021.12.6	外務省 科学技術外交推進会議によるSTIショーケース https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press3_000671.html	日本		公開	東京栄養サミット2021に際する外務大臣科学技術顧問らによる共同声明の発出に際して、プロジェクトの成果をショーケースの一つとして紹介した。
2021年度	2022.2.22	第九回JICA-JIRCAS-CG勉強会:「ブルキナファソ産リン鉱石を活用した「肥料の地産地消」を目指して	On-line (日本-海外)	不明	非公開	本勉強会は情報共有と連携を目的として、JICA、JIRCAS、CG機関で定期的実施されているものである。依頼を受け、南雲がブルキナファソのプロジェクトの概要、進捗状況について紹介した。

21 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
2020年度	2020.7.7	第1回検討委員会(高等教育・科学研究・技術革新省主催)	18	本委員会は高等教育・科学研究・技術革新省が主催し、プロジェクトの予算執行状況、活動の進捗状況について評価するものである。本委員会においてプロジェクトの進捗は順調である、との評価を得た。
2021年度	2021.7.27	第2回検討委員会(高等教育・科学研究・技術革新省主催)	約30名	本委員会は高等教育・科学研究・技術革新省が主催し、2020年予算執行状況、活動の進捗状況についてプロジェクトマネージャーのDr. Traore Mamadou が発表を行った。2020年にはコロナ感染拡大の影響を受け、活動が一部延期され、予算の執行率が低かったことが報告された。

2 件

JST成果目標シート

研究課題名	ブルキナファソ産リン鉱石を用いた施肥栽培促進モデルの構築
研究代表者名 (所属機関)	南雲 不二男 (国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター)
研究期間	(平成28年6月1日～令和5年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	ブルキナファソ／環境農業研究所

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・日本企業による成果の事業化 ・国際的な肥料安全保障への寄与
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・低品位リン鉱石を原料とするリン肥料製造法の確立 ・イネによるリン鉱石溶解・吸収に関わるQTLの解明 ・作物成長モデルの適用による天水畑作栽培のシミュレーション
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ・ブルキナファソ産リン鉱石の最適加工法 ・アフリカ在来リン鉱石インベントリ ・リン鉱石の溶解・吸収を最大化するイネ系統
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌肥料・熱帯作物分野における国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・日本肥料メーカーと現地肥料工場の連携 ・共同研究の長期的継続
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・経済的でクリーンな国産リン肥料工場の提案 ・施肥栽培技術マニュアル ・リン鉱石の直接利用技術マニュアル ・需要拡大のためのソルガムの食品加工原料としての活用法の提案 ・リン鉱石の総合的利用方法の提案 ・査読付き論文(15件以上)

上位目標

国産リン肥料が国内で製造され、安価に農家に提供されることにより農業生産性が向上し、安定的食料自給に寄与する。

提案内容に基づく援助・投資スキームへの働きかけ

プロジェクト目標

農業・水整備省及び関連機関との協議のもと、ブルキナファソ産リン鉱石を活用した実現可能性の高い施肥栽培促進モデル(肥料製造法、施肥法、直接施用法)が構築される。

