## 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2(2020)年度実施報告書

### 国際共同研究期間\*1

2017年5月28日から2023年4月30日まで JST 側研究期間\*<sup>2</sup>

2016年6月1日から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

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



#### (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、一部の活動が停滞していることを受けて、かねてよりプロジェクト期間の1年間の延長を要望していたところ、2021年2月にJST、JICAとの合同会議により、1年間の延長が認められた。それに伴い、上記スケジュールを変更した(赤矢印部分)。

#### 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

2020 年度は、新型コロナウイルス感染拡大のため出張が不可能となり、活動に支障をきたした。特に、年度当初試験に使用する全量の肥料製造が困難となり、一部の試験・調査を延期せざるを得なくなった。しかしながら、供与した焼成装置を用いて環境農業研究所(以下 INERA と記す)が独自に焼成リン肥料を製造したことは技術移転が進んでいる証と言える。

出張ができなくなったことを受け、On-line 会議などを通じて対応に努めた。また、C/P である INERA が様々な活動を主体的に実施した。また、C/P ファンドを活用して、様々な活動の費用に充てたことも C/P 側の自主性が現れている。所轄の高等教育・科学研究・技術革新省が主催するプロジェクト評価会議(Review committee)が 7月に開催され、高く評価された。これは、R/D に記載されている合同調整委員会(JCC)に代替可能と考えられているものの、JICA としてそれを認めるかどうか確認が必要である。また、10月には、第5回技術調整会議を On-line で開催し、進捗状況を確認した。

国内においては、遅れていた SATREPS のウェブサイト (<a href="https://www.jircas.go.jp/ja/satreps-burkinafaso">https://www.jircas.go.jp/ja/satreps-burkinafaso</a>) を 4 月に開設し、様々な情報を提供している。また、延期されていた JST による中間報告会が 7 月に On-line で実施され、活発な質疑応答が行われた後、順調に進捗している(A)と評価された。

人材育成についても順調に進んだ。ブルキナファソ側では、プロジェクトに参画した学生2名が修士を、2名が学士を取得した。その内1名はブルキナファソ政府の奨学金を獲得し、引き続き博士課程でプロジェクトに参画し研究を継続できることになった。また、参画メンバーの1名がAgri-net プログラムにより日本に留学することが決定した。共同研究機関である東京大学においてもプロジェクトに関する研究を通じて3名の学生が修士を取得した。

各研究題目の進捗状況については下記のとおりである。

(2) 研究題目 0:ベースライン調査JIRCAS 研究グループ (リーダー:小林慎太郎)

本研究題目はすでに終了済み

- (3) 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」 JIRCAS 研究グループ(リーダー:中村智史) 太平洋セメント研究グループ(リーダー:今井敏夫)
- ① 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 1-1 在来リン鉱石を活用した可溶性リン酸肥料製造技術の開発(リン鉱石可溶化)

昨年度までに運用が可能となったパイロットプラントにおいて、現地研究担当者によって焼成法および部分的酸性化法による肥料製造を実施した。肥料は部分的酸性化リン鉱石(PAPR)、焼成リン肥(炭

【令和2年度実施報告書】【210531】

酸カリウム添加焼成物: CBK、炭酸カリウム・炭酸マグネシウム・炭酸カルシウム混合添加焼成物: CBKCa) の計3種を作成した。得られた肥料を日本に輸送し、その溶出特性を評価した。現地で製造した肥料の溶出特性は、CBKCa を除いて、概ね日本で製造したものと同様であり、PAPR ではク溶性画分が 68%、水溶性が 45%であったのに対し、CBK ではク溶性 95%、水溶性が 39%だった。一方、CBKCa では国内試験ではク溶性 100%、水溶性 0.1%以下だったものが、現地製造ではク溶性が 63%に留まり、水溶性が 0.1%だった。現地からは CBKCa 焼成時にキルン温度が十分でなかった可能性が指摘されており、再度の製造試験を実施することとしている。一方で CBK は予定通りの品質が得られたことから、焼成処理自体は成功しているものと判断した。現在、改めて CBKCa の焼成試験を現地で実施している。

ID	W	/-P	С	-P	Т	-P	水溶性P割合	ク溶性P割合
			mgP	<sub>2</sub> O <sub>5</sub> /g			9	6
	Ave	S.E.	Ave	S.E.	Ave	S.E.		
PAPR75	92.2	29.0	140.9	0.1	207.0	1.0	44.6	68.1
CBK	58.9	1.9	145.3	0.5	152.5	1.1	38.6	95.3
CBKCa	0.2	0.0	120.8	1.5	191.7	15.0	0.1	63.0

表1 現地で作成した各種リン酸肥料の溶出特性

1-2 可溶化リン酸肥料を用いた地域適合型複合肥料の開発(複合肥料化)

政府の肥料工場建設計画では(図 1-1)、ブルキナファソ東部に位置するクペラにブレンデイング工場を、コジャリリン鉱山近くにリン酸肥料製造工場を、そして、デイアパガにリン鉱石粉砕工場を建設するとしている。そのリン酸肥料工場では、部分酸性化と焼成法を共に採用することとしているが、詳細な計画は不明であり、今後リン酸利用公社(以下 SEPB と記す)と十分な意見交換が必要である。

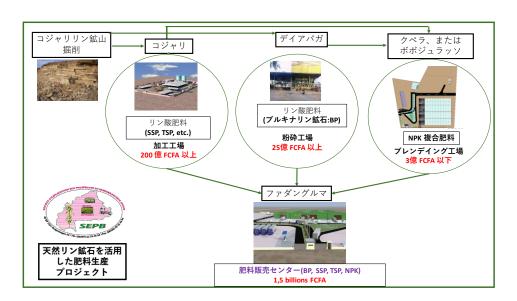


図 1-1 SEPB による肥料工業チェーン計画

https://www.jircas.go.jp/ja/satreps-burkinafaso/topics/activity/20201013

#### 1-3 アフリカ在来リン鉱石インベントリ

これまでに、インベントリ構築に向けて、リン鉱石収集を実施し、ブルキナファソ、マリ、ニジェール、セネガル、トーゴ、モザンビーク、タンザニア、ジンバブエ、ザンビアの9か国より、現在までに11種類のリン鉱石を収集した。本年度は、これまでに収集したアフリカ産リン鉱石の中でカドミウム含量が高いことが示されたセネガル産リン鉱石(SPR)およびトーゴ産リン鉱石(TPR)を焼成処理し、焼成後のカドミウム残量を検証した。その結果、SPR および TPR ともに、単独で加熱しただけでは有害成分は揮発分離しないことが判明した。そこで、これまでのブルキナファソ産リン鉱石(BPR)の焼成法に準じて、焼成肥料化を試み焼成後のカドミウム除去を検討した。

その結果、SPR では 1000℃条件の炭酸 K 添加焼成でカドミウムは揮発分離した。焼成肥料化物には、 KNaCa2(PO4)2、フッ化アパタイト、CaO、MgO、Ca12Al14O33、Ca3(PO4)2、に加え K4P2O8 および MgSiO3 (エンスタタイト) などが同定された。一方、TPR の焼成肥料化では 1050℃までの温度で有害成分は 揮発分離しなかった。焼成肥料化物には、K-レナニット(KCaPO4)、フッ化アパタイト、クスピディン (Ca4Si2O7F2)、 $2CaO \cdot SiO2$  および KAlSiO4 が同定された。 TPR の焼成肥料化の過程でカドミウムが 揮発分離しなかった理由としては、①SPR とカドミウムの存在形態が異なる、②KAlSiO4 などの低融点メルトがカドミウムの拡散を阻害した、などの可能性が考えられる。

#### ② 研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

これまでに基本的な肥料製造法についての技術指導を行ってきたが、プラント運用を前提とした INERA 独自の活動が少なかった。本年度は INERA 側担当研究者によりパイロットプラントの運用が 行われ、種々のトラブルへの対処について、適宜指導を行った。新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、現地に日本人研究者が赴くことが出来なかったが、オンラインミーティングを適宜実施し、焼成装置の製造メーカーとの情報共有を密にとることで技術指導は適当に実施された。

#### 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

在ブルキナファソ日本大使館では、ブルキナファソ政府が推進する国産肥料製造事業について、肥料分析ラボの設置を支援する方策を検討している。本プロジェクトとしても、当該事業をアウトカムに至る道筋として重要視しており、焼成法・部分的酸性化法による可溶化法の技術移転ならびに肥料分析法についての技術移転を進めている。具体的には国家事業としての肥料製造を担当する SEPB の技術者と本プロジェクトの現地肥料製造担当研究者の連携により、肥料製造試験を共同で実施し、技術移転を推進していく予定である。

JIRCAS の第五期中長期計画の策定に基づき、ブルキナファソの隣国であるガーナ北部において「アフリカ小規模畑作農業の生産性・収益性・持続性を向上させる畑作システム支援ツールの構築に向けた技術開発(略称:アフリカ畑作支援)」が開始されることが決定した。当該プロジェクトにおいては、作付体系の適正化に向けた技術支援を主眼として実施されるが、その中の技術オプションとして、本プロジェクトで開発した焼成リン肥の施用が検証されることになった。焼成リン肥は降水量の多い地域では、施用効果が高いことが示されており、ブルキナファソ国外ではあるものの、降水量の大きいガーナにおいてはより高い施肥効果が期待され、低品位リン鉱石を活用した焼成リン肥の利用拡大につながるものと期待される。研究題目1では、当該プロジェクトへ焼成リン肥を無償提供することとした。

また、本事業成果を受けて、ザンビアの民間企業からザンビア産リン鉱石の肥料化についての研究実施に打診があった。そこで、ザンビア産リン鉱石の可溶化技術として、焼成法およびリン鉱石富化堆肥を有望技術として提案した。この活動について、現地の鉱工業による鉛汚染への対処技術として、リン酸肥料の施用による土壌中の鉛不溶化を提案している北海道大学と共同で、アフリカ産低品位リン鉱石の可溶化と多目的利用と題して、共同研究を準備中である。

#### 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なまま分布している。 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、こうした重金属類除去技術の開発は、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動させ、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。
- (4) 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」
- ① 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

#### 2-1 天水栽培における施肥効果の評価

ソルガム、ササゲ、稲はブルキナファソにおいて広域で栽培されており、ソルガムは自給作物として、ササゲと稲は自給と換金の両面で主要な作物である。そこで、課題1で作成した焼成リン肥料(CPR)および部分酸性化リン肥料(PAPR)の施肥効果を検証するために圃場試験を実施した。

畑作物では、気候の異なる INERA の 3 支所において 2018 年から 2019 年にかけて試験を実施した。 その結果、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。

稲作では INERA サリア支所近郊の 4 戸の農家圃場において 2018 年から 2019 年にかけて圃場試験 を実施した。施肥効果は圃場によって異なったが、リンの不足によって収量が制限されていた圃場では、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、それが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 が高い施肥効果を示したため、これらを用いて NPK 複合肥料の作成を研究題目 1 に提案した。

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。



[リン酸施用区]

[無リン酸区]

図 2.1 稲作におけるリン酸施用効果

#### 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)

ブルキナファソ中央台地では有効土層厚の異なる3つの土壌型が分布しており、作物の生産性と施肥への反応が異なる。また、稲作は比較的水分条件の良い場所で行われるが、微地形によって変化する地下水位の違いがリン酸の施用効果に影響すると考えられる。そこで研究題目 2-2 では、最適施肥管理法の探索を目的として、畑作物(ソルガム)と稲作を対象として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。また、農家の慣行法と比較して、最適施肥管理を適用した場合、大幅に収量を増加させることができることが分かった(図 2.2)。

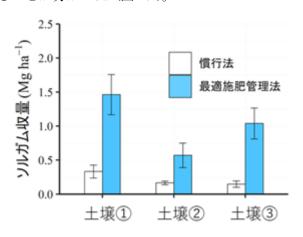


図 2.2 最適施肥管理の効果 (ソルガムの例)

稲作では、川床に位置する低湿地から斜面中腹に至るライントランセクトを設け、トランセクト上で地下水位の異なる4圃場を選定し、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(SSP)をそれぞれ3水準で施用した。その結果、地下水位の低い斜面中腹の圃場では、水溶性のリン酸のみが有効であったが、地下水位の高い低湿地では、水溶性リン酸と可溶性リン酸の両者が効果を示したこと

から、有効なリン酸肥料は斜面上の位置によって異なることが明らかになった。有効なリン酸の施用量と肥料の成分の関係から、PAPR と CPR について、それぞれの最適施肥量を明らかにした。最適施肥量を適応した場合、無リン酸の場合に比べ平均で140%収量を増加させることができると示唆された。

#### 2-3 施肥栽培普及評価

プロジェクト対象地域であるサリア近郊の農家は、2019 年度の聞き取り調査から、現在プロジェクトが想定している試作複合肥料の価格、すなわち市販複合肥料の 1-2 割安い 15,000FCFA 程度であれば、複合肥料を追加購入する意思があることが判明した。この結果を受け、2020 年度においては、試作複合肥料の導入により実際に複合肥料の施用(以下、施肥)を行った栽培がどの程度拡大でき、また所得向上に結びつくかという点を明らかにするための農家圃場試験、ならびにそれに準じた調査を開始する計画であったが、新型コロナウイルスの影響により延期となった。そこで、試験参加予定の農家 20 戸から 2019 年度に収集した各種データを用いて、施肥栽培の普及可能性に関する予備分析を行うこととした。

なお、20 戸の選定はプロジェクト対象地域における無作為抽出に基づき、データ収集については、質問票による世帯属性、就業構造、食嗜好などの聞き取り調査のほか、農家が耕作する圃場(計 237 圃場)の訪問、GPS を用いた面積の測定、各農家に事前に配布し、記入指導を行った作業日誌を利用しての圃場・作物毎の投入材、労働時間の逐次記録、バネ秤を用いた収穫物の秤量、などにより正確を期した。予備分析については、20 戸全体の施肥の現状を整理したのち、各農家が有する農地面積、労働力、選好、また現行の施肥法とその効果、生産性、収益性などのもとで所得を最大化する場合の最適施肥面積を線形計画法により求め、現状の施肥面積と比較した。これにより、農家の経営改善策としての施肥栽培の面的拡大の是非を検討した。また、感度分析により、肥料価格の変化が最適施肥面積に与える影響を推定した。分析結果の要約について、以下に述べる。

まず、20 戸の実際の施肥面積は耕地全体の 21%であった。一方、線形計画法により求めた最適施肥面積は耕地全体の 20%であった。当然、農家によって施肥面積の現状・最適値が異なり、施肥面積の拡大、縮小、また現状維持が合理的なケースが混在しているわけであるが、無作為抽出された農家であることを勘案すると、総じて施肥拡大の妥当性は乏しい状況といえる。主な要因としては、施肥栽培の相対的な収益性が低いことが挙げられる。施肥が最も頻繁に行われているササゲを対象に、施肥圃場と無施肥圃場の ha 当たり平均所得を比較すると、後者が 63,852 FCFA と前者の 58,681 FCFA より高い (統計的な有意差はない)。費用の増大を上回る増収効果が施肥から得られていないようである。では、肥料価格 (費用) を下げればよいかといえば、そうとも限らない。感度分析の結果、肥料価格を 10・20%、さらには 50%まで減らした場合でも、(やはり農家による違いはあれど)全体としての最適施肥面積の増加は限定的であった。これは元々、農家の施肥栽培における所得率(粗収益に占める所得の割合)が概ね高く、肥料コストが多少カットされたぐらいでは相対的な収益性の向上、特に無施肥栽培に対する優位性には大きく寄与しないからである。上述のササゲの施肥圃場を例にとると、平均所得率は 42.6%に上り、ha 当たりの平均肥料コスト 34,911 FCFA のうち 10・20%を削減しても、62,172~65,663 FCFA/ha程度の平均所得にしかならないため、無施肥圃場のそれ (63,852 FCFA/ha) を有意に上回ることも難しい。よって、肥料価格を安くするだけでは施肥栽培の普及が進むとは言い難く、農家の施肥効率、収量

反応の向上が合わせて必要である。2021 年度から実施予定の農家圃場試験では、試作複合肥料の導入 とともに、土壌型に応じた新しい施肥法が試行されることとなっており、現行より優れた収量効果が得 られることを期待したい。

- 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、ソルガムと水稲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 改善を圃場試験により図る。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。

- (5) 研究題目 3:「リン鉱石の直接利用技術の開発」 JIRCAS 研究グループ (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
- 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)

リン鉱石直接施用においては、施用時期の適正化を目的とした試験を実施し、その適正時期は播種の2週間程度前であることを示してきた。本年度はリン鉱石施用量の削減を目的として、リン鉱石直接施用におけるマイクロドージングの効果を評価した。INERAサリア支所近郊の農家圃場から4地点を選定し、リン無施用区(NK)、リン鉱石直接施用区(PR)、重過リン酸石灰施用区(TSP)、2週間前リン鉱石直接施用区(PR-2W)、2週間後リン鉱石直接施用区(PR+2W)、リン鉱石マイクロドーズ区(PR-MD)、2週間前リン鉱石直接施用マイクロドーズ区(PR-2W-MD)、重過リン酸石灰マイクロドーズ区

(TSP-MD)を設定した。各処理は各地点ともに 3 反復で実施した。なお、通常施用区のリン酸施用量は 135 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>であるのに対して、マイクロドーズ区では 30kg $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>とした。通常施用の各処理区のイネ 籾収量から算出した相対農学的効率(RAE)は、それぞれ PR-2W で 50.4%、PR で 28.4%、PR+2W で 18.2% であり、これまでの結果同様、2 週間前施用が効果的であることを裏付けた。一方、マイクロドーズ処理については、TSP-MD では TSP と同等の収量を示し、対照である NK 区に比べて有意に高い値を示したものの、PR および PR-2W ではいずれも通常施用に比べて収量が減少し、NK 区と同程度の収量に留まった。

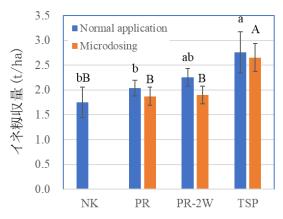


図 3-1. リン鉱石直接施用におけるマイクロドージングがイネ収量に及ぼす影響

#### 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)

これまでに実施した 275 系統を対象としたポット試験結果から、リン鉱石施用効果の高い 30 系統を選抜した。これに 30 系統の O. glaberrima と 4 つの対照品種を加えた計 64 系統を用いて、INERA-ファラコバ支所近郊にある Valley du Kou 圃場にて圃場実験を実施した。当該圃場の一部ではイネ生育において鉄毒が確認されており、鉄毒圃場と通常圃場の 2 箇所で試験を実施した。本試験では 3 つの処理 (NK、NK+PR、NPK) を設定した。試験実施前に土壌試料を採取し、INERA-ファラコバ支所内の土壌分析実験室で分析を実施した。また、64 系統の鉄毒性の表現型を調査した後、イネ葉の試料を採取して、リン吸収に関与する可能性のある QTL を確認するために日本に送付した。現在、収穫作業を完了し、データの取りまとめを行っている。2 圃場における各系統のイネ収量を比較し、通常水田だけでなく、ブルキナファソで問題となっている鉄毒問題圃場でも PR 施用効果の高いイネ系統を特定する。

また、ファラコバ支所内の温室において、ブルキナファソの一般的なイネ系統について、リン鉱石直接施用に加えて、PAPRと焼成リンの施用効果をスクリーニングし、施用した肥料に関する品種間の相互作用を検討している。

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 (リン鉱石冨化堆肥)

これまでの試験において、3 種類のコンポスト (Comp、 P-Comp、 P-Comp-soil) を設定して、リン鉱石富化堆肥における P 可溶化のメカニズムを検討した結果、リン鉱石富化堆肥に根圏土壌を添加す

ることで、堆肥中の微生物の量と活性を高め、可給態 P 含量を 13%増加できることが明らかとなった。本結果について、国際誌に投稿・掲載された(Sarr et al., 2020, Front. Environ. Sci)。

現地では、INERA-サリア支所で圃場試験を実施し、製造したリン鉱石富化堆肥施用がソルガムの収量や土壌理化学性および生物学的特性に与える影響を評価した。処理は Control (+N、 -P、 +K)、ソルガム残渣 (SS)、堆肥 (Comp)、リン富化堆肥 (P-Comp)、根圏土壌添加リン富化堆肥 (P-Comp-Soil)、

BPR 直接施用 (BPR)、化学肥料施用 NPK (60-90-30) の 7 処理区として実施した。各処理区の N と P 施用量は、それぞれ尿素と BPR を用いて、NPK 処理と同等に調整した。したがって、全処理で施用量は同等だったが、可給態 P 含量は各処理間で異なる。収穫時 (Fig.1)、NPK は P-Comp-Soil を除くすべての処理と比較して有意に高い乾物収量を得た。また、P-Comp-Soil の収量は他のほとんどの処理方法よりも有意に高かった。これらの結果は、P-Comp-Soil では堆肥化の過程で P の利用率が向上したため、化学肥料の NPK と遜色ない収量が得られたことを示しており、このタイプの堆肥が良質であることを裏付けている。

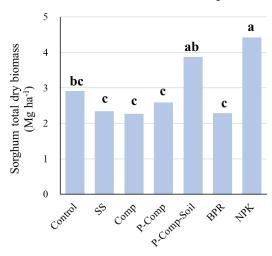


図 3-2 リン鉱石富化堆肥施用がソルガム乾物収量におよぼす影響

また、ソルガム生育期間中の根圏土壌における微生物群

の DNA 量を定量した。NPK では菌類(ITS)が有意に多く、P-Comp-Soil では細菌(16S rRNA)が優勢であった。また、グルコースデヒドロゲナーゼ(gcd)やピロロキノリンキノン(pqqE)に代表されるリン酸塩可溶化細菌や、リン酸塩特異的トランスポーター(pstS)の数は、P-Comp-Soil で増加し、特に生育初期(播種後 52 日目)に増加した。酸性ホスファターゼを産生する微生物(aphA)は P-Comp-Soil で増加し、ホスホナターゼを産生する微生物(phnX)は全ての堆肥施用で増加した。P-Comp-Soil 施用区におけるリン酸可溶化に寄与する微生物量の増加は、土壌中のリン可溶性とソルガムへの吸収を向上させ、この処理で得られた比較的高い収量を裏付けている。

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)

#### 3-4-1 リン鉱石直接施用に適したマメ科作物

昨年度に引続き、5種のマメ科作物に対するリン鉱石直接施用効果を明らかにするための栽培試験をINERAサリア支所の土壌型が異なる2つの圃場 (Lixisols および Plinthosols)で実施した。昨年(2019年)の試験結果では、土壌型に関わらずササゲとダイズでリン鉱石施用によって子実収量が増加する傾向があったが、2020年では土壌型によって効果に違いが見られた(図1)。2020年の試験では子実収量の差に統計的な有意差は検出されなかったものの、ササゲはLixisolsの圃場で、ダイズは Plinthosolsの圃場で2ヵ年共通してリン鉱石直接施用による収量増加がみられた。特に、Plinthosolsにおけるダイズはリン鉱石施用に対する収量応答が優れており、有効な増収技術として期待される。栽培年によりリン鉱石施用効果が異なる原因として、雨の量やパターンの年次間差に起因する土壌水分の違いが考えられ、この点について今後詳しく解析していく予定である。

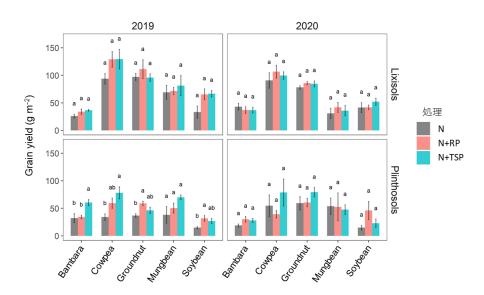


図 3-3. 異なる土壌タイプにおける子実収量に対するリン鉱石施用効果の比較およびその年次間差。異なるアルファベットは 5%水準で有意差が存在することを示す。N:窒素、RP:リン鉱石、TSP:重過リン酸石灰。

#### 3-4-2 樹木作物に対するリン鉱石直接施用効果

樹木作物について、2018 年 8 月より、シアーバターノキ(*Vitellaria paradoxa*)、ヒロハフサマメノキ (*Parkia biglobosa*)、ワサビノキ(*Moringa oleifera*)、および柑橘(*Citrus* sp.)の植栽木に対しリン鉱石直接施用効果の有無を検証する試験を継続している。12kg の現地土壌に対し 0%、0.4%、0.8%、1.6%の割合でリン鉱石粉末を施用し 4 樹種の定植に用いた。毎月、樹高、土壌表面から 20cm の位置の直径を計測するとともに、枝数を調べている。柑橘を除いて順調に生育中である。ヒロハフサマメノキとモリンガは極めて速く成長し(ヒロハフサマメノキ:365 cm、モリンガ:330 cm)、モリンガは早くも開花・結実を開始した。現在、30 カ月に及ぶデータをもとに、リン鉱石の直接施用が樹木の生長に及ぼす効果を解明中である。

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) 本年度の活動なし。次年度より課題を中止する。

#### 3-6 リン鉱石直接施用マニュアル

マニュアル作成は、本プロジェクトのアウトプットとして明記されている。本年度の活動はなかったものの、今後のマニュアル作成日程を検討し、2021 年 6 月を目途に研究成果の論文化の進捗状況を確認し、同年 12 月頃にマニュアル化 (テクニカルペーペーパー) すべき技術候補を決定することとした。その後、2022 年 8 月に素案を作成し、11 月に申請する。また、テクニカルペーパーの様式を INERA より取得した。

#### ② 研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

昨年度に続き、課題 3-1 の課題担当者の短期招聘を検討していたが新型コロナウイルス感染症の拡大を受けて招聘を中止した。2021 年度後半の招聘に向けて準備中。

#### 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

研究題目1で示したように、ザンビア産低品位リン鉱石の利用拡大に向けた試みとして、リン鉱石富化堆肥技術の応用を検討している。

#### 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壌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】

アゾラ (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

【令和2年度実施報告書】【210531】

が示されている。この事から、リン鉱石を利用したアゾラ増殖によって、アゾ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、水稲作におけるアゾラ(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ゾ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、効率的なリ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。
- (6) 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」

JIRCAS 研究グループ (リーダー: 内田論) 東京大学研究グループ (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験の3年目をソルガムで実施した(1年目ソルガム、2年目カウピー)。得られた新規焼成リン肥に対する生育反応は1年目とほぼ同様であった(データ略)。

また農家慣行のソルガムーササゲ輪作についての APSIM の輪作シミュレーションを実施し、圃場試験と比較して妥当性を検討した(図 4-1-1)。相対平均二乗誤差平方根(RMSE)が 17.9%と良好な結果であり、輪作のシミュレーションにも応用可能であることが示唆された。

またブルキナファソ全土における最適施用量マップを作成することを目的に、0.2 度メッシュの多地点シミュレーションの試行を行

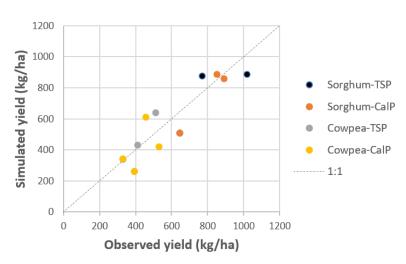


図 4-1-1 ソルガムーカウピー輪作における APSIM による推定収量と実収量の比較

った。気象データはNASA Power から Rの nasapower パッケージを用いて取得、土壌データは Soil Grids から REST API を用いたデータを Python の beautiful soup 4 ライブラリで処理した。また可給態リンのデータは Soil Grids には含まれていないため ISRI の別のオープンソースから取得した。 $0\sim50 \text{kgP/ha}$  の 11 段階のリン施用量に対する収量を二次式で近似し、最大予測収量の 90%となるリン施用量を計算してマップ化を試みたが、結果は十分とは言えず、さらなる改良が必要であった。

#### 4-2 流通と需要拡大に向けたバリューチェーンの解明

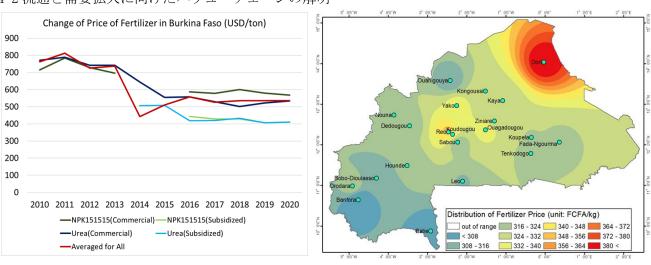


図 4-2-1 肥料価格の経年変化(国内平均)

図 4-2-2 肥料価格の分布

肥料の利用拡大に向け、肥料への投資が増産による生産物販売利益にどの程度反映するか、また地域的特性がどうなっているかを把握するため、農業統計を利用した分析を行った。国内 21 地点のデータを用い、主として普及している肥料の価格の経年変化を調べたところ、2014 年頃に 30%程度下落し、以降変動の少ない状況であることが示された(図 4-2-1)。肥料価格は、北東部で高く、南西部で低い地域的傾向があるが、中西部にも相対的に高い地域があり、必ずしも流通コストが価格に対して支配的に影

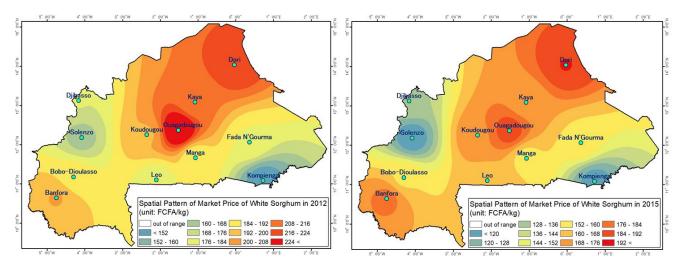


図 4-2-3 白ソルガムの市場価格の分布(左:高騰年(2012)、右:平年(2015))

響しているわけではないことが示された(図 4-2-2)。市場における穀物価格の経年変化を調べた結果、白ソルガム、トウモロコシ、ミレットのいずれもが 2000 年代半ば以降増加で 2012 年に急増し、その後下がって安定傾向にあった。季節変化では収穫前で高く収穫後に下がり、その格差は 30%程度となっていた。地域的傾向に関して、例として白ソルガムの 2012 年と 2015 年の価格分布を図 4-2-3 に示すが、両年共に北東部から中央部にかけて高価格域があるが、2012 年の価格の高騰が首都ワガドゥグ周辺でより顕著であり、供給量が下がった場合に需要の相対的に多い地域での価格上昇率がより高くなることが示唆された。

#### 4-3 国産肥料の利用が地域経済に及ぼす評価

肥料利用効果による収量レベルの向上に伴う生産量の増加予測を全国レベルで実施するため、主要作物の作付け分布を推定する手法の開発を行った。昨年度までに開発した耕作域分布と立地環境による収量推定マップを活用し、適地適作をベースに作物別作付け面積比率を統計値と整合させることで、主要10作物の作付け域を30mメッシュデータとして作成した(図4-3-1)。図4-3-2は、白ソルガム、赤ソルガム、トウモロコシ、ミレットに関する作付け域について、全国平均に対する収量レベルでランク分けして示したものであり、作物毎の生産力が高く主産地となる場所の分布

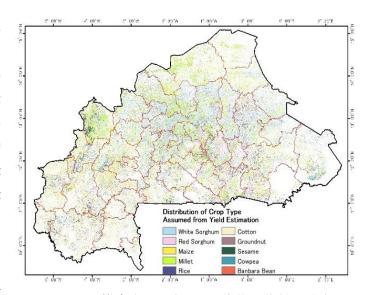
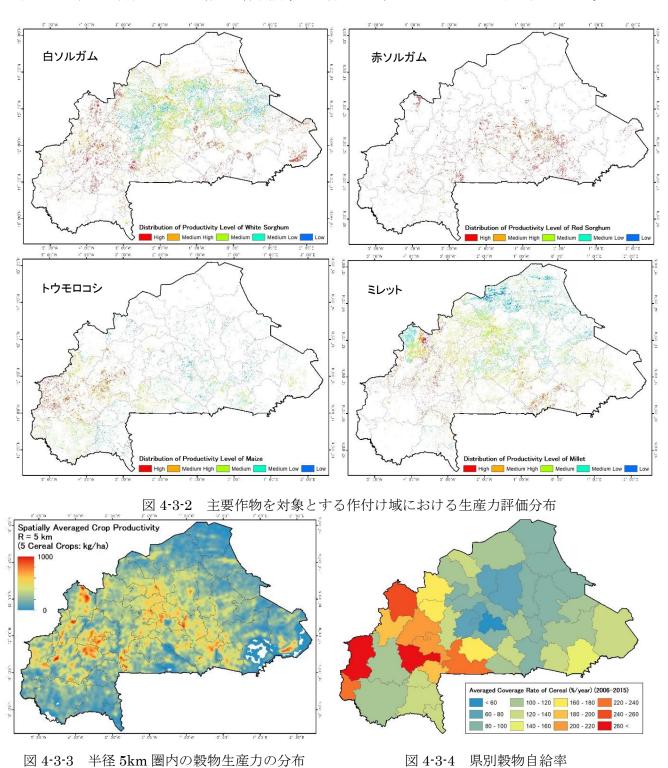


図 4-3-1 推定された主要 10 作物の作付け分布

が明瞭に示された。以上 4 種にコメを加えた 5 種の穀類の半径 5km 圏内の生産量として示したものが 図 4-3-3 である。図より、穀物を総合的に見た主食供給という観点からの地域的特徴が把握でき、国内 西部に加えて、ワガドゥグの周辺、さらに南東方向にかけての地域が有力な穀倉地帯であることが示さ

れた。一方で、穀物自給率を見る(図 4-3-4)と、ワガドゥグ周辺から北東部にかけては 100%を下回り、こうした地域で肥料利用による増産に伴う農家への裨益を実現させることが重要と考えられた。



② 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4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4の研究のねらい (参考)

国内産リン鉱石を用いた肥料を着実に普及させるためには、農家あるいは地域経済にとってどのような効果があるかを判りやすく説明する必要がある。そのためには、現状の正確な認識と影響を実感できる情報の提供が鍵となるため、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)

農家、流通業者等から直接的に情報収集を行い経済分析するとともに、そのノウハウをカウンターパートへ技術移転する。作物生育モデル、地理情報解析に関しては、現地で得られる情報の質と量を考慮し、手法の最適化を行う。

#### 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)

コロナ感染拡大の影響を受け、国内、および当国での活動が一定程度制限された。そのため1年間のプロジェクト期間の延期を要請し承認された。現在、両国政府間で期間変更の手続き中である。それに伴い、JICAとの第Ⅲ期契約完了日を当初の2021年4月末から2021年11月末に変更し、延長予定の第Ⅲ期に備えた。出張ができなかったことから、延長期間の予算の確保は可能の見込みである。JSTの予算についても、国内外の学会参加等の旅費を節約することができ、延長期間の人件費を最低限確保できる見込みである。

本年度は出張ができなかった事により、INERA側の主体的な活動に依存した。そのため、逆にINERAのプロジェクトへの関わり方がより積極的なものになったと感ずる。本年度実施できなかった試験については、1年延期して実施することとする。全ての研究題目において進捗が遅れているものの、1年間の延長によりプロジェクトの目標を達成する見込みである。一方、JICAからは再渡航の打診を受けており、JIRCASとしての判断を待って次年度より出張が可能になり現地でのプロジェクトの活動が再び活性化する、と考えている。

#### 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

開発途上国研究者との共同研究においては、C/P 側研究者がどこまで主体的に研究に取り組む状況を 醸成することができるかが、しばしば課題として問われている。本プロジェクトの形成時にも INERA 幹部のみと研究計画が話し合われ、実施主体者である若手研究者には良く知らされていなかったことが

【令和2年度実施報告書】【210531】

問題となっていた。そこで、プロジェクト開始より、INERA 側の研究者自身からの研究計画を提案してもらってきた。これらは、新たに付け加えた研究計画ではなく、当初の研究計画を補完し、成果を強化することが期待される内容である事が必要である。提出された 16 提案を十分精査した後、6 提案を採択し関連する研究題目の中に位置づけた。これらは、次年度より 2 年間の計画で実施する。日本側にもそれぞれの研究計画の C/P 研究者を決定し、共同研究として実施していく体制を取った。

今年度は出張ができなかったために、On-line ミーテイングを強化し意見交換に努めた。また、圃場試験の中心地である INERA サリア支所においては、在外強化費の節約のためインターネットのための衛星回線を終了していたが、情報交換を活性化させるために、再度契約をし直し衛星回線を復活させた。

研究題目ごとの状況は以下の通りである。

(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」

JIRCAS 研究グループ (リーダー:中村智史)

新型コロナウイルス感染症の拡大によって、海外渡航が出来ないようになったため、パイロットプラントのトラブル対処や、現地における肥料原料の調達にも時間がかかった。トラブル対処には国際電話やオンラインミーティングなどを密に実施するなどして対応し、肥料原料調達については、時間がかかるのを見越して、早期の対応を実施した。

(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」

JIRCAS 研究グループ(リーダー:南雲不二男)

出張ができなかったことから、これまでのデータ解析と論文作成に集中的に取りくんだ。これまで、一報が公表され、一報が受理済み、二報が投稿中である(2021年5月時点)。また、次年度より実施予定の農家圃場での参加型試験計画について、On-line会議を通じて、C/P研究者との共通理解に努めた。

(4) 研究題目3:「リン鉱石の直接利用技術の開発」

JIRCAS 研究グループ(リーダー:中村智史)

海外渡航制限と治安悪化による地方都市移動制限により、各課題とも遠隔による課題運営となっている。各課題担当者が現地研究者とオンラインミーティングなどにより活動を継続している。一方で、各課題で必要な土壌分析について、土壌試料を日本に輸入し分析を実施していたが、現在、渡航制限により携行による輸入が出来ず分析が出来ていない。なお、JIRCASではDHLによる輸入禁止品の輸入を認めていない。一方、EMSによる輸入は許可されるもののブルキナファソはEMSを取り扱っていない。そこで、現地で土壌分析が出来る体制構築を検討している。

(4) 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」

JIRCAS 研究グループ (リーダー:内田論)

東京大学研究グループ(リーダー:岡田謙介)

出張ができず、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

【令和2年度実施報告書】【210531】

#### IV. 社会実装(研究成果の社会還元)(公開)

#### (1)成果展開事例

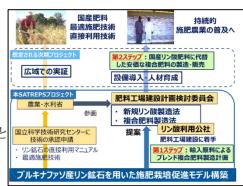
活動の4年度であるため、研究成果の社会還元はない。

#### (2) 社会実装に向けた取り組み

共同研究機関である SEPB はかねてより、肥料工場建設計画を立て、そこに設ける化学分析ラボへの機材の支援要請を JICA に対してしていた所、在ブルキナファソ日本大使館主導のノンプロ無償で供与するという構想が持ち上がった。そこで、その申請内容を踏まえ、農業水利省と SEPB は 9 月に正式に ODA 要請書を提出したが、当初の計画が変更され、ブレンデイング工場、リン鉱石粉砕工場、在来リン鉱石を原料としたリン肥料製造工場の 3 つの工場からなる計画に関連した大規模な要請書となった。リン肥料工場への支援要請の中には、プロジェクトが研究対象としている焼成により肥料化する設備が含まれており、プロジェクトへの期待の高さがうかがわれる。現在、農業省と大使館で本案件に関する意見交換が続けられている。

ブルキナファソ政府は、政府予算によりすでにブレンデイング工場建設をほぼ終了し、各種機材を発注済みとの事である。プロジェクトとしても本要請がどのように展開するか注目しており、要請の一部でも実現する場合にはプロジェクトの成果の社会実証につながることが期待される。また、JICA 現地事務所からは、出張時に農業省、および SEPB との本件に関する調整、大使館との意見交換を要請されている。プロジェクトとしても SEPB に技術的観点から積極的に協力することとしており、計画の内容を詳細に理解すること自体がプロジェクトの最終提案につながるものと考えている。

また、左図に示すように、プロジェクト(下半分)が成功裏に終了し、所期の成果を達成したとしても、持続的施肥農業の普及という社会実装には、まだギャップがある。そこで、肥料工場建設計画の実現をサポートしつつ、さらなる広域での試験結果の実証と工場の操業や肥料分析の指導を含めた人材育成の活動を含む事業が必要であると考えている。すでに、INERAと話し合いを開始しており、次年度には本格的な構想をまとめたい。



#### V. 日本のプレゼンスの向上(公開)

● ブルキナファソ土壌科学学会主催国際シンポジウムへの後援と参画

ブルキナファソ土壌科学学会は国際シンポジウム、テーマ「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12月に開催する事を計画した。本シンポジウムでは、INERAの共同研究者の多くが発表参加する予定であり、JIRCASとして、3,000US\$、SATREPSとして、

2,000US\$を協賛した。また、「ブルキナファソと日本の協力」をテーマにオールジャパン体制で紹介用ブース資料を準備した。ポスターとしては、JIRCAS、SATREPS紹介、JIRCAS・INERAの共同研究プロジェクト紹介、冊子としては SATREPS、JIRCAS および、JICAパンフレット、日本熱帯農業学会紹介を準備し発送した。本シンポジウムは、コロナ感染拡大の状況を踏まえ、最終的に 5 月 17-20 日に延期された。その後、成功裏に終了したとの連絡を受けた。本シンポジウムでは、共同研究者が 4 件発表をおこなった。



ブースのテーマポスター

- VI. 成果発表等【研究開始~現在の全期間】(公開)
- WI. 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

## Ⅵ. 成果発表等

## (1)論文発表等【研究開始~現在の全期間】(<mark>公開</mark>)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

	<b>冊文(怕于国側切孔ナームCの共名</b> )				
年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめーおわりのページ	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。)
Н30	Nagumo, Solubility and application effects of African low-grade phosphate rock calcinated with potassium carbonate, Soil Science and Plant Nutrition,	doi: 10.1080/0038 0768.2019.159 8236	国際誌	発表済	
IHKI	Satoshi Nakamura, Simpore Saidou, Albert Barro, Dambinga Jonas, Monrawee Fukuda, Fujio Nagumo, Kodjari Phosphate rock for rain-fed Iowland rice production in the Sudan Savanna, Burkina Faso, Tropical Agriculture and Development, 64 (2)	doi: 10.11248/jsta.6 4.97	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/fenvs .2020.559195	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 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,はじめーおわりのページ	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稲の生育におよぼす影響, 日本土壌肥料学雑誌. 2016. 87(5) 338-347.		国内誌	発表済	
H28	phosphate rock on rice cultivation in Ghana, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 106, 47–59	10.1007/s1070 5-016-9788-8		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/nett ai.10.27	国内誌	発表済	

論文数 3 件 うち国内誌 2 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)

3°C 071	也の者作物(怕手国側研究ナームとの共者)(総説、青精なと)			
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. Batienon, Effet du phosphate calcine sur le developpment et la production de sorgho (Sorghum bicolor (L. Moench)) de variete 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 (Sorghum bicolor [L.] Moench) en zone sud-soudanienne 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 (Vigna unguculata (L.) WALP.) à la station de Farako-Bâ en zone sud-soudanienne 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 ameliore au phosphate naturel sur les proprietes physico-chimiques et biologiques du sol et la productivite 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 Fréderic, 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な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	

著作物数 公開すべきで ない著作物

10 件 0 件 ④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

<u>4)その</u> 1	也の著作物(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,はじめーおわりのページ		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 comsumption": aiming at production and distribution of fertilizers manufactured from African indigenous phosphate rock. Special feature JIRCAS and the science and technology research partnershio 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 partnershio 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 ーAPSIMモデルの適用と長期間のシミュレーション分析ー,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	
		<b>苹 //- +/ */-</b>	10		

著作物数 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】(<mark>公開)</mark>

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 /ロ頭発表 /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.(Taiheiyo 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	
Н30	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
Н31	国内学会	Jaya Nepal (Utokyo), Idriss Serme (INERA), Armand Issouf Batienon (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	国際学会	Jacque Sawadogo (INERA), Satoshi Nakamura (JIRCAS), Takashi Kanda (NARO), Toshio Imai(Taiheiyo Cemment), Traore Mamadou (INERA), Fujio Nagumo (JIRCAS). Technology applicability of calcination and partially acidulation for utilization of low-grade phosphate rocks in Burkina Faso. Phosphate 2020, Paris, France, 8-11 March 2020	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)、福田モンラウィー(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、日本土壌肥料学会2020年度大会	口頭発表

招待講演0件口頭発表4件ポスター発表3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 /ロ頭発表 /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ー(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組み」、つくば 2018年8月	招待講演
Н30	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	バーの共同発明 者への参加の有	登録番号	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 公開すべきでない特許出願数 0 件 0件

②外国出願 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 所属機関 出願番号 出願日 発明の名称 出願人 発明者 関連する国内出願※ No.1 No.2 No.3

外国特許出願数 公開すべきでない特許出願数 0 件 0件

# Ⅵ. 成果発表等 (4)受賞等【研究開始~現在の全期間】<mark>(公開)</mark>

### 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
2020		2020 Recipients Of Young African Phosphorus Fellowship Award		KIBA/SO	Plant		若手研究者への助 成金授与

## 件

## ②マスコミ(新聞・TV等)報道

	机耳*IV守/牧坦					
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	キックオフミーテイン 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

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		TECHNICAL WORKSHOP FOR "Project on establishment of the model for fertilizing cultivation promotion using Burkina Faso phosphate rocks"	ワガドウグ 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		"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。

## 14 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		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。

## 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

13122313014			
日本政府、社 会、産業への 貢献	・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	・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	・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	・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	・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)	・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)		

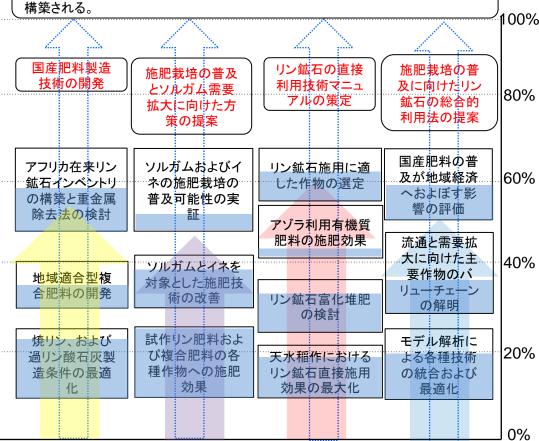
## 上位目標

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。



リン鉱石直接利用

リン鉱石総合利用

天水施肥栽培

国産肥料開発