

地球規模課題対応国際協力プログラム (SATREPS)

研究課題別追跡調査報告書

I. 序文

SATREPS 追跡評価実施要領 (<https://www.jst.go.jp/global/hyouka/pdf/follow-up-evaluation-procedure.pdf>) に基づき、追跡調査を実施した。具体的には、プロジェクト終了後の各研究課題の国際共同研究の成果の発展状況や活用状況を明らかにするために、対象課題の研究者に対し質問票による基礎データ調査を行い、その結果を踏まえた研究者インタビュー調査を経て得られた情報を整理しまとめた¹。

今般の研究課題別追跡調査にあたっては、以下の方々にご協力頂き厚く御礼申し上げます。

飯嶋 盛雄 近畿大学農学部 教授

II. プロジェクト基本情報

1. 課題名

半乾燥地の水環境保全を目指した洪水一干ばつ対応農法の提案

2. 日本側研究代表者名

飯嶋 盛雄 近畿大学農学部 教授

3. 相手国側研究代表者名

Osmund D. Mwandemele ナミビア大学 副学長

4. 国際共同研究期間

2012年2月～2017年2月

5. 研究概要

(1) 目的

砂漠国ナミビアの季節湿地、とくに農家圃場内に形成される未利用の小湿地に注目し、あるがままの不安定な水環境を保全しながらも、洪水や干ばつ年でも常に一定以上の穀物生産が維持されるような新しい栽培システムを考案する。その導入過程の社会・自然環境インパクトを定量することによって、自給自足農家の生活向上に資する農法の導入と半乾燥地の水環境保全とを持続的に両立させることを目指す。

¹ 2021年11月から2022年3月に各種調査および報告書のとりまとめを実施した。

(2)各グループの研究題目と実施体制

グループ1：作物班(近畿大学／ナミビア大学)

グループ2：開発班(東北大学／ナミビア大学)

グループ3：水文班(名古屋大学／ Department of Integrated Environmental Sciences)

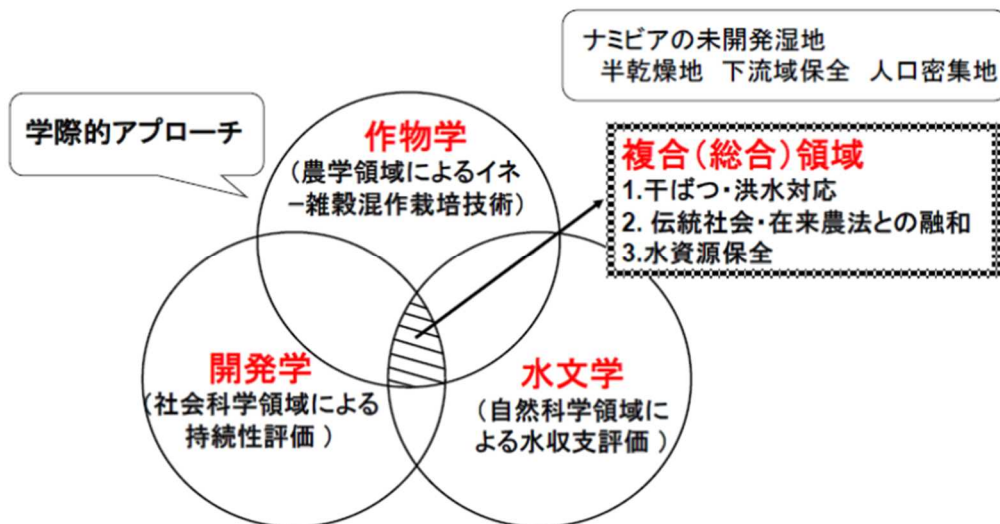


図1 各グループの研究題目と実施体制

(3) SATREPS 期間中の各グループの成果

グループ1

(a) 農家圃場に存在する小湿地の最深部から畑地の上部に向かって、水位の変動領域(小湿地の広がり)にイネと畑作物とを混作する、(b) 水位変動領域にはできるだけ高い畝を作成し、畝の上部に畑作物、畝間にイネを配置する、(c) 新規技術として接触混植苗(複数の異種作物の根を絡め合わせた苗)を栽培することにより、畑作物の洪水耐性を強化するとともに、イネの乾燥耐性を強化する。以上の技術を、洪水干ばつ対応栽培技術として、2016年12月刊行のナミビア国への栽培技術リスト、ガイドラインの主要項目とした。

グループ2

「イネートウジンビエ混作農法」導入による農家の意識変化・社会経済的インパクトを計測する方法を確立した。同時に、本栽培技術のインパクトや持続性について、農家の意識変化や社会経済的な側面から検討した。本栽培技術のインパクトに関する検討から、小湿地を継続的に利用することにより、洪水年においては、イネの収穫可能面積が増加し、さらに干ばつ年では耐旱性穀物生産が補償されることが期待できることが分かった。農家の意識変化に関する調査からは、これまで農業利用をしてこなかった小湿地を作物の栽培場所として認識することや、小湿地を複数世帯で共同利用するなどの主体的な試みが観察された。さらに、普及面において JICA 国別研修でトレーニングを受けた農業普及員の主体的な協力などが見受けられた。これらの点から、本栽培技術が持続的に実施される可能性が見出された。

グループ3

洪水—干ばつ対応栽培技術の水環境からみた持続性(栽培技術の導入による水環境インパクト)について調査した。具体的には、研究対象地域に点在する季節湿地の水収支を推定し、水環境を改変しない混作栽培可能面積を推定した。本推定値は、日本において2016年6月24、25日に実施した全体会議を経て、ナミビア側との合同ワークショップにおいて議論し、合意を得た。

総合領域

3つの領域の合同作業として、農家への普及に必要となる社会実装を行うことを目指した。まず、提案しようとする栽培技術を最大で12軒の実証農家が研究者と共同して実施し、その成果を検証し、さらに、最大で111軒の実践農家が彼ら自身の創意工夫で洪水干ばつ対応栽培技術を彼らの農地の一角にある小湿地とその周辺において実施した。加えて、これらの農家を持続的に支えるための研究者・技術者を多数養成した。日本における博士学位取得2名、修士取得1名のナミビア人研究者(3名の長期研究)とともに、農家との接点となる16名の普及員の本邦研修、さらに短期研究において、延べ9名の技術者と22名の研究者が研修を実施し、今後の洪水干ばつ対応農法の支援体制を構築した。

III. 追跡調査結果まとめ

1. 研究の継続・発展について

グループ1

科研費国際共同研究強化B「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(補助事業期間(2019年度~2022年度))」(研究代表者:飯嶋盛雄)を獲得し、ナミビアと日本に加え、新たに隣国のボツワナ研究者を加えた、3か国間の国際共同研究を実施中。ここでは、接触混植と亀裂施肥を基礎概念として、半乾燥地における洪水と干ばつの連続発生を克服しうる新規な農法を創出することを目指す。接触混植は、洪水環境では畑作物の耐湿性を、干ばつ環境では水田作物の耐乾性を強化する。また、亀裂施肥により、湿害ストレスが緩和されるという現象を利用し、マメ科作物を導入した接触混植に亀裂施肥を行えば、肥沃度を維持しつつ、極端な水環境の連続発生に対応できる。そこで、ナミビアに造成した水環境制御圃場や農家圃場でイネとカウピー等を供試し、新規な農法を提案する。この研究実施により、気候変動に対応しうる穀物生産の国際協同研究拠点の形成にも貢献する。

ナミビア大学(UNAM)は、SATREPSの成果を実用化に結びつけるために、2018年から年間30万N\$~50万N\$を供出した。さらに、UNAMは2020~2021年にかけて、米のバリューチェーンに関する農学部の提案に対する開業資金として39.6万N\$を「ナミビアの食料安全の確保と市場への供給量の増加を目的として持続的な地域で育った米の増産のための複合的訓練スタディ」として供出した。

グループ2

科研費国際共同研究強化Bでの研究で、本SATREPSプロジェクト対象地域の研究を継続してい

る。また、現地カウンターパートが研究に挑戦している。さらにグループ2のサブリーダーの藤岡悠一郎九州大学准教授（プロジェクト期間中に、ポスドク雇用から東北大学助教に採用）は、科研費若手研究B「アフリカ半乾燥地域における農地林の形成過程と機能の解明（2017年度～2020年度）」（研究代表者：藤岡悠一郎）を獲得し、南部アフリカの半乾燥地域において、ウルシ科のマルーラ (*Sclerocarya birrea*) という樹木が主要構成種となる農地林が複数の地域において発達することを明らかにし、農地林の効率的な利用に向けて、農地林の歴史生態学的な形成過程や農地林が社会-生態系のなかで果たす機能を明らかにした。

グループ3

同様に、現地カウンターパートが研究に挑戦している。

2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献について

共同研究を継続し、成果を著名な国際学会で発表し、論文を投稿した²。また、国際誌への論文投稿や学術図書への執筆などを継続的に実施している。

3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展について

グループ1

本 SATREPS プロジェクトで考案した (a) 接触混植 (b) 氾濫水利用型稲作に関する研究 (社会実装) を実施中。(a) は、科研費国際共同研究強化Bで、ロックダウン前の2019/2020年、コロナ禍中の2020/2021年、ならびに2021/2022年のそれぞれ雨期作においてナミビア国で基礎試験を実施した。さらにナミビアからボツワナにイネ品種群を導入し、ポット栽培試験も実施中である。

(b) はナミビア研究チーム単独で導入実施中である。上位目標達成に向け、隣国のボツワナ国への稲作導入が検討され始めている。

UNAM が SATREPS の成果に基づいた混栽についてのプログラム (NASEP³) によって農家、湿地農業を行う若手向けにトレーニングを始めている。

グループ2

² Mizuochi H, et al. "Development and evaluation of a lookup-table-based approach to data fusion for seasonal wetlands monitoring: An integrated use of AMSR series, MODIS, and Landsat", *Remote Sensing of Environment* 199, 370-388, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.07.026>

Ayumi K, et al. "Impact of rice cultivation on evapotranspiration in small seasonal wetlands of north-central Namibia" *Hydrological Research Letters*, 11, 134-140, 2017

<https://doi.org/10.3178/hr1.11.134>

Hiyama, T, et al. "Analysing the origin of rain- and subsurface water in seasonal wetlands of north-central Namibia", *Environmental Research Letters*, 12, 034012, 2017

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5bc8>

水落裕樹, 他, 「長期衛星観測データと UAV 地形測量を組み合わせた半乾燥地の季節湿地における貯水量モニタリング」, 日本リモートセンシング学会誌, 36(2), 81-92, 2016

<https://doi.org/10.11440/rssj.36.81>

³ the Namibia Agro-innovation and Skills Enhancement Program

開発学班のコンセプトや手法を、他地域(東シベリア域)での極端気象災害への適応策を検討するロシアとの国際共同研究プロジェクト⁴で用いている。

グループ3

衛星リモートセンシングデータを活用した湛水域推定手法(Mizuochi et al., 2016)が他地域(東シベリア域)で湛水域マッピング推定に応用された。

4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上について

グループ1

日本側については、研究に参画した若手研究者が、単独でナミビア側研究チームと共同研究を実施した。科研費若手研究「ナミビア北中部における非破壊計測を利用した現地主要作物の栽培管理技術の検討(2018年度~2020年度)」(研究代表者: 廣岡義博)では、現地主要作物であるパールミレットの生育に関して、異なる水環境下での栽培管理の影響を評価することを目的として研究を行った。パールミレットの収量に関する水環境と施肥方法には有意な交互作用があり、異なる降雨パターンによって最適な施肥方法が異なってくることが明らかとなった。また、非破壊での経時的な葉面積指数計測によって、パールミレットの生産性を簡易的に推定する手法を開発した。さらに、パールミレットとイネの混作をこの地域の季節性湿地に導入することは経済的に有用であることを明らかにした。

グループ2

現地カウンターパートを中心として相手国研究機関が様々な研究テーマに挑戦している。

グループ3

本 SATREPS プロジェクトで供与した機材を活用し、現地カウンターパートを中心として相手国研究機関が様々な研究テーマに挑戦している。

5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献について

本 SATREPS プロジェクト終了後もナミビアとの間に科研費のプロジェクトが立ち上がる等良好な関係が継続している。

6. 終了時評価における要望事項に対する現状報告(要望事項を下線で表示)

要望事項

① 本 SATREPS プロジェクトでは、地表水による湛水面積の解析からナミビア北部の季節性湿地の水環境を改変しない混作栽培可能面積を推定したが、本 SATREPS プロジェクトが提案する混作農法はイネ、接触混植、畑作物の3エリアから構成され、非湛水エリアにも作付けするため、同地域の畑作域も含めた作付けタイプごとの栽培可能面積を算出していただきたい。

② 洪水時の畑作物の減収に対するイネによる代替効果を数値で明示できれば、本 SATREPS プロ

⁴ 北極域研究推進プロジェクト(ArcCS) 東北大学グループ「環境変化の諸科学知見を地域住民に還元する教育教材制作の取組」(代表 高倉浩樹)

ジェクトの混作農法が対象地域の農業に与えるインパクトがより明確になる。よって、湛水エリアに作付けされる畑作物の推定収量と同エリアにおけるイネの推定収量を数値化、解析することによりイネの導入効果を示していただきたい。

③ 本 SATREPS プロジェクトが提案する混作農法(ガイドライン)を実用化するためには、季節湿地における水位の年々変動に応じて、傾斜地に作付けするイネ、接触混植、畑作物の位置を農家が決定できることが望ましい。そのためには、傾斜地上の多点で経時変動する土壤水分含量を測定・予測する技術と、各作付けタイプに適した土壤水分条件の定量と指標化が必要である。季節湿地域における降雨量の長期予測、傾斜地の土壤水分含量の予測等、技術的に難しい点も含まれると思われるが、農家が農地の状況に精緻に対応できる混作農法となるよう、作物学・水文学・開発学領域による要素技術の深化、整理、統合を引き続き進めていただきたい。

④ 将来、季節湿地域に混作による稲作が定着、普及した場合、コメ生産量の維持・向上のため、水の確保に加えて土壤生産力の維持管理が課題になると予想される。そのため、当該地域の降雨や大洪水時のアンゴラ高原からの流入水による自然養分供給、作物残渣及び家畜を通した有機物循環等について先行的に研究を進める必要があると考えられ、この点を検討していただきたい。

②に関しては、後継プロジェクトとして科研費若手研究「ナミビア北中部における非破壊計測を利用した現地主要作物の栽培管理技術の検討(2018年度～2020年度)」(研究代表者：廣岡義博)を実施して検討を深め、SATREPS プロジェクトで実施した成果を検証し、経済解析結果を取りまとめ公表(Hirooka et al., 2021)済みである。また④に関しては、科研費国際共同研究強化B「半乾燥地における水環境変動を克服する混作農法の創出(補助事業期間(2019年度～2022年度))」(研究代表者：飯嶋盛雄)を現在実施中であり、その中で回答を求めようとしている。コロナ禍により双方の渡航は中断されたが、オンラインでの継続研究を維持し、土壤肥沃度を向上させるためマメ科作物のカウピーとイネ科食用作物との接触混植研究を実施中であり、原著論文の執筆を行う予定である。いっぽう、①と③については、回答を得るためにはSATREPAなみの大型予算の獲得が必須であるが、予算獲得に失敗し続けてきたため、今後、若手研究者を中心として、回答を得るための努力を続ける。さらに、本SATREPSプロジェクトの現地カウンターパートからのレポートによれば、ナミビア大学(UNAM)は、本SATREPSプロジェクトの成果を実用化に結びつけるために、2018年から資金を供出している。

7. プロジェクトの上位目標を踏まえた現状報告(上位目標を下線で表示)

上位目標

洪水-干ばつ対応農法」が、ナミビア国北中部において普及し、現地農家の食糧確保と現金収入の獲得に寄与する。「洪水 - 干ばつ対応農法」が、ナミビア国北東部の多雨地帯や近隣諸国でも検討される。

氾濫水利用型の稲栽培は現地で現在でも継続的に実施されている。新規に稲作を導入しようとする農家がナミビア大学に技術援助や種子提供を依頼しており、少人数ずつの進展しかないが、

継続的に氾濫水を利用した稲作導入が実践されつつある。ナミビア国全体での普及状況については、米のバリューチェーンに関する農学部の提案に対する開業資金を供出しているため、今後、さらなる発展が期待される。

ボツワナ国においても新規カウンターパートが氾濫水利用型稲作を導入しようとしており、科研費国際共同研究強化Bにおいて、ナミビア国から提供されたイネ品種群の種子増殖と小型実験水田での栽培試験を実施中である。

以上