

終了時評価調査結果要約表（和文）

1. 案件の概要	
国名：ナミビア共和国	案件名：半乾燥地の水環境保全を目指した洪水-干ばつ対応農法の提案
分野：農業一般	援助形態：技術協力プロジェクト-科学技術協力
所轄部署：農村開発部	協力金額：4.2 億円（2016 年 9 月時点）
協力期間 2012 年 2 月 28 日～ 2017 年 2 月 27 日 (5 年間)	先方関係機関： (1) 責任機関：ナミビア国教育省国家科学技術局 (2) 実施機関：ナミビア大学農業天然資源学部
	日本側協力機関：近畿大学、名古屋大学、東北大学、龍谷大学、滋賀県立大学など
	他の関連協力：無し
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>ナミビア共和国（以下、「ナミビア国」と記す）は、南部アフリカに位置し、国土面積は約 82 万 km²、人口は約 220 万人である。一人当たり GNI は 4,270 米ドル（2010 年、世銀）と中進国に位置づけられ、産業の中心はウラン、ダイヤモンド等の鉱業及び農林水産業であるが、農業については輸出向け牧畜が中心である。一方で、国内で消費されている穀物の自給率は小麦 33%、メイズ 44%、トウジンビエ¹・ソルガム 95%〔2007/2008 年、ナミビア農業・水・森林省（MAWF）〕と低く、穀物全体としては約半数を輸入に依存している。</p> <p>ナミビア国は、ジニ係数が 0.74（2007 年）と世界で最も高い国の 1 つとされ、国内における経済格差が大きい。特に、国内人口の約 60%が居住する北部 7 州では、食糧不足、教育・保健への限られたアクセス、電気の未整備などから、国内全体の貧困率が 28%であるのに対し、北中部・北東部においては、平均約 46.8%と特に貧困率が高い地域である（2006 年世帯調査、ナミビア中央統計局）。</p> <p>ナミビア国北中部は、年間平均降水量 400 mm の半乾燥地であるが、雨期になると隣国のアンゴラ高原から氾濫水が流れ込むため、広大な季節性湿地帯（以下、「季節湿地」と記す）が形成される。この地域の近年の年間降水量の変動は大きく、2008 年にはナミビア国北部の河川氾濫による洪水、翌 2009 年にはオカバンゴ川、クワンド川、ザンベジ川の水位が過去最高を記録する大洪水が発生し、2010 年には再びザンベジ川を中心に洪水が起こっている。この地域の降水量の年次変動をみると、200～1,000 mm の範囲で変動しており、アンゴラからの氾濫水が早期に一気に押し寄せる年と、氾濫が極度に遅れ規模が小さい年が繰り返し発生しており、その結果、大洪水と干ばつという極端な水環境が同一地域で発生している。この地域は乾燥地作物であるトウジンビエの主要生産地であり、住民の大多数はナミビア国の伝統的な主食であるトウジンビエの栽培と牧畜を生業とし、現金収入の手段をほとんどもたない自給自足農民であるとされている。2011 年頃までの大規模洪水の頻発により、トウジンビエの生産量が低下してきていることから、これまで栽培が行われてこなかった洪水耐性の一番高い穀物であるコメへの期待が高まっている。</p> <p>このような背景から、ナミビア国北中部地域の自然環境に起因する不安定な水環境を保全しつつ、季節湿地が形成される地域に居住する自給自足的農家の食糧安全保障と経済的自立を実現するため、現地に適した農法の開発に資する研究が必要とされている。そのような状況下、ナミビア政府の要請を受けて、2012 年 2 月から 5 年間の予定で科学技術協力プロジェクトであ</p>	

¹ Pearl-millet. ナミビア国における主要穀物であり、耐乾性が高いという特性をもつ。一方、湛水耐性は低い。

る「半乾燥地の水環境保全を目指した洪水-干ばつ対応農法の提案」が開始された。

1-2 協力内容

本プロジェクトは、半乾燥地であるナミビア国北部の季節湿地に注目し、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「洪水-干ばつ対応農法」を開発するとともに、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り、自給自足農民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ものである。

(1) 上位目標

1. 「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。
2. 「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。

(2) プロジェクト目標

半乾燥地の水資源を持続的に保全しうる「洪水-干ばつ対応農法」が開発される。

(3) 成果（アウトプット）

1. 【作物学領域】洪水-干ばつに対応し、かつ節水型であるイネを基幹とする混作栽培モデルが提案される。
2. 【開発学領域】「イネを基幹とする混作栽培」導入による農民の意識変化・社会経済的インパクト計測方法が確立される。
3. 【水文学領域】湿地の水収支・水源解析により、水環境を改変しない混作栽培可能面積が推定される。
4. 【総合領域】フィールド・アクティビティを通じて、プロジェクトが提案する農法がとりまとめられる。

(4) 投入（評価時点）

日本側：総投入額 4.2 億円

- ①専門家派遣：長期専門家延べ 2 名及び短期派遣研究者延べ 20 名、②研修員受入れ：国別研修延べ 28 名、長期研修（博士課程及び修士課程）計 3 名、短期研修延べ 16 名、③機材供与：総額約 0.97 億円、④ローカルコスト負担：約 0.79 億円

ナミビア側：①カウンターパート（C/P）配置：12 名（終了時評価時）、②ローカルコスト負担：約 760 万円、③土地・施設提供：作物試験圃場、日本人研究者・専門家執務室、温室、ラボ、倉庫等

2. 評価調査団の概要

日本側 評価者	団長／総括	大島 歩	独立行政法人国際協力機構（JICA）農村開発部農業・農村開発第二グループ課長
	協力企画	浅岡真紀子	JICA 農村開発部農業・農村開発第二グループ第三チーム 主任調査役
	科学技術計画・評価	國分 牧衛	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）国際科学技術部（SATREPS グループ）研究主幹（東北大学名誉教授）

	科学技術計画・評価	小平 憲祐 JST 国際科学技術部 (SATREPS グループ) 調査員
	評価分析	道順 勲 中央開発株式会社
ナミビア側 評価者	リーダー	Prof. Edosa OMOREGIE, Professor, Department of Fisheries and Aquatic Science, Sam Nujoma Campus, University of Namibia (UNAM)
	メンバー	Prof. Nelago INDONGO, Director, Multidisciplinary Research Center (MRC) , University of Namibia (UNAM)
調査期間	2016年8月13日～9月3日	評価種類：終了時評価
<p>3. 評価結果の概要</p> <p>3-1 実績の確認</p> <p>成果1：【作物学領域】 洪水-干ばつに対応し、かつ節水型であるイネを基幹とする混作栽培モデルが提案される。</p> <p>達成度：おおむね達成された。</p> <p>実績：洪水-干ばつ条件に対応し、かつ節水型である栽培技術の開発に係る研究活動がプロジェクト期間中、着実に進捗してきた。研究成果の分析結果は、各種国際誌あるいは国内誌への論文投稿という形で取りまとめられている。分析結果はまた、日本やナミビア国で開催された多くの学会/セミナー等で発表された。プロジェクトチームは、6つの栽培技術で構成されるイネを基幹とする混作栽培農法を提案している。それら技術の中でも、特に接触混植については、農家圃場レベルでの実証はまだできていないものの、試験レベルにおいて収量の比較優位性が科学的に実証されたことは特筆すべき成果である。</p> <p>成果2：【開発学領域】 「イネを基幹とする混作栽培」導入による農民の意識変化・社会経済的インパクト計測方法が確立される。</p> <p>達成度：おおむね達成された。</p> <p>実績：実証農家²や実践農家³の社会経済状況や営農状況を分析・理解するために、7つの異なる手法、すなわち、①ファームスケッチ、②携帯型GPS調査、③無人航空機(UAV：通称ドローン)を用いた空中写真撮影、④アンケート調査、⑤村落モノグラフ作成、⑥景観分析、⑦ワークショップが適用された。上記手法のうち、①、④、⑤といった手法は、農家の主観的認識を理解するための手法であり、②と③といった手法は、農家の営農実践に係る情報をより客観的・正確に把握するためのものである。これら2つのタイプの手法を組み合わせることが、農家の認識や実態を把握するために有効であると確認された。研究活動の結果、論文が国際的学術誌あるいは国内の学術誌に投稿され、今後もさらに投稿される見通しである。また、研究活動の成果は、ナミビア国あるいは日本で開催された多くの学会/セミナーで発表された。</p> <p>成果3：【水文学領域】 湿地の水収支・水源解析により、水環境を改変しない混作栽培可能面積が推定される。</p> <p>達成度：達成された。</p> <p>実績：各種データを分析した結果、水環境を改変しない混作栽培可能面積は、Cuvelai 季節湿</p>		

² 実証試験を実施する農家：農家所有小湿地を借りて、プロジェクト活動として実証試験や水位計測等を実施。

³ イネを基幹とする混作栽培あるいは稲作を自主的導入する意志を示した農家。

地システム内の土地面積の3～7%であろうとの推計が出た。水文学領域の各種研究活動の結果は、各種の論文にまとめられ、国際的学術誌あるいは国内の学術誌に投稿された。研究成果はまた、日本あるいはナミビア国で開催された各種の学会／セミナーで発表された。

成果4：【総合領域】フィールド・アクティビティを通じて、プロジェクトが提案する農法がとりまとめられる。

達成度：中程度

実績：作物学領域、開発学領域、水文学領域の研究活動の成果は、ナミビア側 C/P、日本人研究者、普及員、農家等の中で共有されてきた。2015/16 作期にイネを基幹とする混作栽培を実践した 111 戸の実践農家のうち、32 戸の農家の湿地でコメの収穫ができた。トウジンビエとソルガムについては、それぞれ 30 戸、27 戸の農家で収穫があった。国家緊急事態宣言が出るような厳しい干ばつ年であったにもかかわらず、約 4 分の 1 の農家で何らかの収穫があった。イネを基幹とする混作栽培農法についての経済的インパクトに係る詳細分析は 2015 年に開始されたところであり、その結果を用いた論文は 2017 年 3 月までに学術誌に投稿される見込みである。成果 4 の達成度は中程度。

プロジェクト目標：半乾燥地の水資源を持続的に保全しうる「洪水-干ばつ対応農法」が開発される。

達成度：おおむね達成された。

実績：作物学領域、開発学領域、水文学領域、統合領域で、各種の研究活動が順調に進展し、各種の論文作成と学会発表が行われてきた。研究成果を用いて、農家及び普及員向けの各種リーフレットが作成されてきた。「洪水-干ばつ対応混作農法」に関するガイドライン（案）が作成され、これらガイドラインは、2016 年中に最終化される。農家に向けて普及されることになるイネを基幹とする混作栽培技術については、特に接触混植が試験レベルにおいて収量性において比較優位があると科学的に実証された。しかしながら、プロジェクト開始後の 4 年間干ばつあるいは干ばつ傾向であったため、プロジェクト終了までに農家レベルでイネを基幹とする混作栽培農法を実証することは困難な見込みである。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い。

- 1) ナミビア国北中部の季節湿地における作物生産増加のニーズとの整合性が高い
- 2) ナミビア国の国家政策（経済分野の優先事項が農業分野、コメ生産振興）との整合性が高い
- 3) 我が国の対ナミビア国援助方針（農村部の貧困削減・生活水準改善への貢献）との整合性が高い
- 4) プロジェクトアプローチの適切さ（作物学、開発学、水文学の観点を踏まえた総合アプローチ）
- 5) 我が国がもつ技術的優位性（稲作研究、社会経済分析、水文解析技術の蓄積）

(2) 有効性：おおむね高い。

半乾燥地の水資源を持続的に保全しうる「洪水-干ばつ対応農法」の開発に関しては、試験的には確立された。一方、厳しい干ばつが生じたため、プロジェクトチームは十分なデータを得ることができず、イネを基幹とする混作栽培農法の農家圃場での実証には至らな

かった。

ただし、経済調査結果によると、厳しい干ばつ条件下でも 111 戸のうち 32 戸の農家がコメを収穫することができたことは、提案している混作栽培農法の有効性を部分的に示すものである。なお、各アウトプット（作物学領域、開発学領域、水文学領域及び左記を統合した総合領域の各領域）に基づき、プロジェクト目標である「洪水-干ばつ対応農法」が開発されるというロジックの流れは適切であった。

(3) 効率性：中程度。

日本側の投入について、人数、専門性、研究能力の観点において適切であった。他方、一部機材（乾燥機、インキュベーターや籾摺り精米機）について、諸般の事情（機材輸送の遅延や干ばつ等）はあるものの、活用が十分でないものも見受けられた。また、プロジェクト活動の円滑な実施そのものには影響を与えなかったものの、人事異動や留学等の理由により、本邦研修や技術移転を受けた C/P の交替があった（本邦研修参加者のうち、6 人の C/P が交替）。

(4) インパクト：

上位目標の一部について、具体的には、農家の食糧安全保障の貢献についてはある程度達成できる見込みがある。また、複数の正のインパクトが観察され、負のインパクトは確認されなかった。本プロジェクトのインパクトの達成見込みは、おおむね高いと判断する。

1) 上位目標

「1. 「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。及び 2. 「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。」は、達成の見通し。

ナミビア大学（UNAM）と農業・水・森林省（MAWF）は、次期予算年度（2017 年 4 月～2018 年 3 月）の予算獲得に向けた努力を行った。農家向けワークショップがナミビア国北部の 5 州で 12 回実施し、フィールド・デーを 5 回実施する計画である。したがって、イネを基幹とする混作栽培農法に関するフィールド・デーやワークショップがプロジェクト終了後もナミビア国の北中部と北東部で定期的な実施される見込みである。より多くの農家が混作栽培技術を導入・適用するようになれば、農家の食糧安全保障に貢献することが期待される。

「洪水-干ばつ対応農法」について、近隣国と一緒に地域研究会合を実施することについては、プロジェクト終了後の数年以内に実施されるかどうか判断することが困難である。さらに、イネを基幹とする混作栽培農法が短期間に隣国に導入されるかどうか現時点で判断することは難しい。

2) その他のインパクト

- ① 稲作及びイネを基幹とする混作栽培に対する農家の強い関心
- ② コミュニティ所有の季節湿地の共同利用
- ③ UNAM による新しいコメ製品の研究に係る提案
- ④ UNAM オゴンゴ校の教員の研究活動実施に向けたモチベーション向上

(5) 持続性

おおむね高いと判断する。

1) 政策面

ナミビア政府の政策「Vision 2030」では、農業生産の持続的増加、食糧安全保障、収入増加が重視されている。また、2015 年ナミビア農業政策には、農業の開発・多様化、農

業研究振興と適正技術の適用、災害への準備・農業生産資源の持続的利用促進が示されている。したがって、本プロジェクトの成果が、UNAM、MAWF、州政府の支援によってより広い地域に普及されていることが期待される。

2) 制度・財務面

プロジェクト終了後、イネを基幹とする混作栽培農法を普及し、またプロジェクトで実施してきた研究活動の一部を継続するために、UNAM と MAWF が協働して 2017 年 4 月から 2018 年 3 月までの予算提案書を作成し、UNAM オゴンゴ校は UNAM 財務部に、また MAWF は財務省に各々提出済みである。予算提案書で計画されている普及対象地域は、ナミビア国の北中部地域と Kavango 州である。予算計上に係る状況の進展具合から判断すると、本プロジェクトの財務面及び制度面の持続性（プロジェクトの成果を有効に活用し、普及すること）は、比較的高いと判断することが可能である。なお、供与機材類については、現時点では深刻な故障は発生していないものの、今後より多くの UNAM 職員が維持管理に係る知識・技能を身に付けるため研修を受けることが望ましい。

3) 技術面

ナミビア側 C/P は、主に UNAM 農業天然資源学部オゴンゴ校の教師や技術者である。日本人研究者との共同研究実施、短期あるいは長期の本邦研修、学術誌へ投稿するための論文作成、学会／セミナーのための発表原稿作成を通じて、ナミビア側 C/P の研究能力が強化された。本プロジェクトにおいて強化された C/P の知識や技能は、UNAM における学術活動に活用される見通しである。したがって、技術面の持続性は確保されるものと期待される。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし

(2) 実施プロセスに関すること

- ① ナミビア側研究者及び日本側研究者の熱意が有用な研究成果を生み出した。
- ② 博士課程での学びと平行しつつ研究活動を実施したことにより、プロジェクト活動を効果的に実施するうえでの促進要因となった。
- ③ 研究者間のコミュニケーション改善により、計画的な学術論文の作成に貢献した。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし

(2) 実施プロセスに関すること

厳しい干ばつが期待するような研究成果（特に新たな作物であるイネの導入効果測定）を得るうえでの制約要因となった。

3-5 結 論

本プロジェクトは、ナミビア国の政策並びに北中部の季節湿地における作物生産増加ニーズに即した取り組みであった。プロジェクト目標はおおむね達成見込みであり、4年継続した干ばつ傾向が負の影響を与えたものの、本プロジェクトにおいて良好な研究成果が生み出され、同農法が試験的に確立されたことを確認した。イネを基幹とする混作栽培あるいはコメ栽培を経験した大半の農家は、季節湿地で作物栽培することに高い関心をもち、また干ばつの影響で良

い収穫が得られなかったにもかかわらず、作物栽培を継続する意欲も高いといったインパクト発現も確認されている。さらに、UNAM と MAWF が継続的に研究・普及活動予算を一定程度計上していることや本プロジェクトにより UNAM 側の能力強化が図られたことから、供与した機材の有効利用や維持管理については引き続き留意が必要なものの、持続性もおおむね高いと見込まれる。以上の結果から、本プロジェクトは予定通り 2017 年 2 月に完了することが妥当と判断する。

3-6 提言

3-6-1 プロジェクトチームに向けた提言

- (1) プロジェクトチームによる「洪水-干ばつ対応農法」ガイドライン（案）のレビューと改定
- (2) プロジェクト終了後に UNAM 及び MAWF が継続する研究・普及活動の検討
- (3) JICA 供与機材の物品管理台帳の見直し・改定及び今後の維持管理経費の試算
- (4) PDM の改定（上位目標 2 の指標：近隣諸国との国際研究会合開催から、近隣諸国との研究成果情報の共有に変更）

3-6-2 ナミビア国関係機関に対する提言

- (1) プロジェクト終了後の UNAM の研究及び普及活動に係る詳細計画の作成
- (2) イネを基幹とする混作栽培方法普及に向けた、UNAM と MAWF / 地方政府との連携強化・役割明確化
- (3) 供与機材の運用計画作成及び技術者向け研修を含めた継続的な維持管理予算の確保

3-7 教訓

- (1) プロジェクト期間中、小雨の年がつづき、小湿地における作物栽培に大きなダメージを与えたものの、本プロジェクトでは 5 年間のプロジェクト期間において目指す成果のレベルについて関係者間での摺り合わせが十分ではなかったと思われる。将来、類似のプロジェクトを実施する際にはこのような外的要因を考慮しつつ、JICA と JST がより密接で素早い判断のもと、対応策を探ることが望まれる。
- (2) 日本側・ナミビア側がリーダーを中心に緊密に連絡を取りつつ、定期会合を日本・ナミビア国双方にて開催し、各領域の活動に係る年間計画と研究成果を関係者全員に共有するなど、複数の研究機関との国際的協働プロジェクトをマネジメントする有効な方法を、ナミビア側パートナーが身に付けた。その得られたノウハウが将来の各種研究プロジェクト実施において活用されることが期待される。