

# 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

## 研究課題別 終了時評価報告書

### 1. 研究課題名

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

(2012年2月～2017年2月)

### 2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：飯嶋 盛雄（近畿大学農学部 教授）

2. 2. 相手側研究代表者：Osmund D. Mwandemele（ナミビア大学 副学長）

### 3. 研究概要

アフリカの半乾燥地には、洪水や干ばつにより食糧が不足する危険性の高い地域が多く存在し、食糧の安定供給と環境保全の両立が喫緊の課題である。本研究では、洪水と干ばつという両極端な水環境が共存する砂漠国ナミビアの季節性湿地帯（季節湿地）に注目し、現地のあるがままの不安定な水環境を保全しつつ、洪水や干ばつ年でも常に一定の穀物生産を保障しうる新しい農法を考案する。

日本側研究機関としては、近畿大学を代表機関として、名古屋大学、龍谷大学、滋賀県立大学、東北大学が主たる共同研究機関として参加し、ナミビア側研究機関のナミビア大学と連携してプロジェクトを推進する。具体的には、「作物学」、「開発学」、「水文学」の3つの研究領域が、それぞれ、「季節湿地の水環境と調和したイネを基幹とする混作栽培モデルの構築」、「混作栽培の導入が現地農家に与える意識変化・社会経済インパクトの評価系構築」、「季節湿地の水収支・水源解析による水環境を改変しない混作栽培可能面積の推定」等を行う。さらに、「総合領域」で各領域の成果を統合しつつ、農家圃場において混作栽培に関する試験栽培、啓発活動、研究者・技術者の育成を実施することにより、自給自足農家の生活向上と水環境保全に資する新農法の開発、ひいてはアフリカ南部の半乾燥地に広く応用しうる持続可能なモデル農法の提案を目指す。

### 4. 評価結果

**総合評価** （A：所期の計画と同等の取組みが行われ、成果が得られた。）

本プロジェクトでは、ナミビア北部の季節湿地において土木的手段に依存しない作物栽培技術の構築を目指し、「作物学」、「開発学」、「水文学」の研究領域で当初の研究計画に沿った研究活動が実施された結果、各領域で目標に則した成果が得られた。

作物学領域では、季節湿地の水位変動帯に高畝を形成して畝上部に乾燥地性畑作物（トウジン

ビエ、モロコシ等)を、畝間にイネ(陸稲)を作付けする畝間間作(混作)を提案すると共にその有効性を検証した。さらに、イネとトウジンビエ、モロコシ等の接触混植(混作)により耐乾性作物の耐湿性が向上する現象を見出すと共に、その現象に関わる生理学的根拠を示したことは顕著な成果として高く評価される。また、開発学領域では、新農法及びその開発活動への参画に対する農家の選択・拒否に係る判断基準、意識変化を解明する手法を開発し、農家の主体的な取り組みや認識の変化を多角的に抽出できることを証明した。水文学領域では、季節湿地における地表水面積、貯水量の年変動の把握、蒸発散量の推定等を行い、本プロジェクトが提案する混作の導入が季節湿地の水資源にほとんど影響を与えないことを示すと共に、季節湿地域における混作栽培可能面積を試算した。

このような各領域の成果に基づき、洪水一干ばつ対応型の栽培技術に関するガイドラインを英語版及び現地語版で作成したことは評価される。一方、現段階では各領域で得られた個々の成果の融合が十分でないために、プロジェクトが目標とした農法の総合的な提案には至っていない。今後、3領域がさらなる科学的知見の創出及び技術開発に取り組み、それら成果の統合を図ることにより、現地農家にとってより有益な「半乾燥地の水環境保全を目指した洪水一干ばつ対応型農法」が提案されることを期待する。

#### 4-1. 地球規模課題解決への貢献

##### 【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

土壌水分の過多と過少が混在する北部ナミビアの季節湿地に適した作物生産技術の開発は、地域住民の食糧安全保障に直結する重要な課題である。本プロジェクトにより、イネと畑作物(トウジンビエ、モロコシ等)の畝間間作ならびに接触混植が、季節湿地の水環境を改変しない洪水一干ばつ対応型農法の基幹技術となることを示し、新農法の基本型を提案した意義は大きい。また、接触混植条件下における根圏の酸素濃度の定量化並びに各種生理学的データからイネと畑作物の接触混植の有効性を示し、論文化した点は大きな科学的インパクトとして評価される。

##### 【国際社会における認知、活用の見通し】

ナミビア国内における本プロジェクト成果に対する認知度は、大学関係者や政府高官等の知識人の間で高いと判断される。季節湿地における稲作の可能性を示したことは大きな意義があり、今後より多くの論文が発表されることにより、近隣アフリカ諸国を中心に海外での認知及び活用が広がる可能性は高いと考えられる。

##### 【他国、他地域への波及】

本プロジェクトが提案する接触混植農法は、既に一部の農家で実証・実践されていること、またプロジェクトにより英語及び現地語版ガイドラインも作成されていることから、行政関係者、研究者、農業普及員、農民の努力により、季節湿地を抱えるナミビア北部地域に広く普及するこ

とが予想される。さらに、当該地域と同様の環境条件を持つ近隣諸国への波及も期待される。

#### **【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】**

イネと接触混植したトウジンビエが、根圏における酸素不足環境下において、光合成や蒸散機能を有意に向上させるとともに、根圏における酸素濃度がイネの存在により上昇することを明らかにし、接触混植の有効性並びに作物栽培における根系の重要性に関わる新規性の高い知見を獲得した点は高く評価される。

### **4-2. 相手国ニーズの充足**

#### **【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】**

ナミビア北部の季節湿地では伝統的にトウジンビエやモロコシ等が栽培されているが、洪水年には畑地の湛水により深刻な収穫量の減少が生じてきた。本プロジェクトでは当該地域では新規導入作物となるイネを用いた混作により、洪水年にも穀物の収穫が得られることを実証した。さらに、イネを用いた混作を導入した場合でも、ナミビア北部の季節湿地の水資源が枯渇するリスクが極めて低いことを示し、湛水面積の数値から当該地域において混作栽培を適用できる面積を約3~7%と試算した。よって、本プロジェクト成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクトは高いと評価される。

#### **【課題解決、社会実装の見通し】**

本プロジェクトが有効性の科学的根拠を明示したイネとトウジンビエ、モロコシの接触混植が一部農家に取り入れ始められていること、稲作の導入と共にコメの消費に繋がるコメ粉とトウジンビエ粉を混合した新食品「オルシマ」の開発にも着手していること、さらには相手国側の農業省及び研究機関並びに研究者が本研究の継続に向けて具体的な活動及び資源投資を実施していること等から、本プロジェクトが掲げる課題解決並びに社会実装への見通しは高いと評価される。

#### **【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】**

本プロジェクトでは、ナミビア側の若手人材の育成が進められ、プロジェクト終了前後で2名が博士学位を取得予定であり、今後、相手国側における研究継続において中心的な役割を担うことが大いに期待される。また、プロジェクト活動に触発されるかたちでナミビア大学が独自にイネ栽培トレーニングを企画、実施した事実は、プロジェクトが導入した技術及び農業機材の持続的な活用を期待させるものである。よって、本プロジェクトの継続的発展の見通しは高いと考えられる。

**【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】**

ナミビア大学と農業省が本プロジェクト活動の継続のために 2017 年度から少なくとも 2 年間の予算措置を講じたことから、本プロジェクトにより開始されたイネ種子・苗の生産と農家への配布、農家への技術支援、農業機械及び気象観測機器類の保守管理等が今後もナミビア側の自助努力により実施される見通しである。よって、農家、大学、農業省との連携により本プロジェクト活動が持続的に発展する見込みは高いと考えられる。

### 4-3. 付随的成果

#### 【日本政府、社会、産業への貢献】

プロジェクトの終了段階において日本の社会、産業に与える影響は極めて限定的であるが、農業に好適とは言えないナミビア北部の半乾燥地域で稲作の可能性を示し、各種刊行物やメディアを通してプロジェクト活動の様子が現地の人々に伝えられたことは、日本のプレゼンスの向上に貢献したものと考えられる。

#### 【科学技術の発展】

イネとトウジンビエ及びソルガムの接触混植条件下において、畑作物の湛水ストレス耐性が強化される現象を見出し、その機構をイネとトウジンビエを用いたモデル実験により根圏における植物間の酸素の移動の側面から解明したことは、科学的に価値の高い成果として評価される。また、水の安定同位体解析により接触混植農法の対象となる季節湿地域の水が降水起源であることを証明したことも基盤的知見として評価できる。

#### 【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

本プロジェクトでは、博士研究員 2 名がプロジェクト期間中に大学の助教の職に就くと共に、日本学術振興会 DC2 特別研究員に採用された大学院生や民間企業の海外部門や開発コンサルタント企業に就職した修士課程修了者がいる。さらに、プロジェクト期間中に 4 名の青年海外協力隊員を受け入れて指導した。以上のことから、世界で活躍できる日本人若手人材の育成に対して十分に貢献したと評価される。

#### 【知財の獲得や国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手】

開発学領域では、本プロジェクトが現地農家の在来知に基づいて提示する科学技術を農家自身が主体的に検証するという方式を取り、研究者と農家が協働して新しい知識を共創することにより、複雑な開発課題に取り組むという研究手法を実践した。この研究手法の効果について、研究態勢の持続性も含めて今後の検証が必要であると考えられる。

#### 【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

英語版と現地語版の混作栽培ガイドラインの他、ビレッジモノグラフ、イネ栽培や洪水一干ば

つ対応に関する複数のマニュアルを作成したことは高く評価される。今後も現在の計画に則してより多くの原著論文が発表されることが期待される。

#### **【技術及び人的ネットワークの構築（相手国を含む）】**

本プロジェクトでは、ナミビアから博士後期課程2名、前期課程1名の若手人材を受け入れて長期研修を実施した他、多数の短期研修員（50名）のトレーニング並びに現地イネ農家を対象とした稲作技術及び新規農法の導入に係るフィールドデー（10回、延べ1,500名以上）等を実施した。さらに、ナミビア大学オゴンゴ校を中心として季節湿地域に農家実証グループのネットワークを構築したことは、将来、大学―農業普及員―実証農家の連携による技術普及の推進に寄与するものであり、高く評価される。

### **4-4. プロジェクトの運営**

#### **【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】**

本プロジェクトでは、研究代表者とナミビア大学関係者の長年にわたる交流実績を活用し、両国に「作物学」、「開発学」、「水文学」からなる学際的研究領域を立ち上げた。さらに、青年海外協力隊員（4名）を計画的に受け入れ、適時プロジェクトの研究開発活動に参画させたことも効果的であった。よって、プロジェクト全体の推進体制は優れていたと評価される。

#### **【プロジェクト管理及び状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】**

プロジェクトの途中で開発学領域のサブリーダーが交代したが、全体として研究代表者のリーダーシップは強く発揮されたと判断される。また、当初は想定していなかった接触混植の有効性を見出した後、迅速にプロジェクトの研究項目に組み込み、科学的成果の創出に結びつけた点も評価される。

#### **【成果の活用に向けた活動】**

本プロジェクトでは、農家を単なる技術普及の対象ではなく、新技術を検証、受容する主体として位置付け、フィールドデーを通して農家参加型の研究・普及システムの発展に努めてきた。また、本プロジェクトの支援により、ナミビア大学オゴンゴ校はイネの種子・苗の生産と農家への配布、及び技術情報の発信並びに農業機械管理等、現地の稲作拠点として着々と整備が進められた。さらに、改善の余地は認められるものの、新農法に関する各種ガイドラインやマニュアルも作成されていることから、今後のプロジェクト成果の活用に向けて優れた取り組みが行われていると評価される。

#### **【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】**

本プロジェクトの活動及び成果情報は、農家を対象としたフィールドデーやワークショップ、さらにはテレビ放映（5回）、新聞報道（23回）、ラジオ出演（11回）等のマスコミを通じて広く発信されたことから、ナミビア国内における情報発信は十分に行われたと判断される。

#### 【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

本プロジェクトでは、両国研究者、学生、現地の協力農家、青年海外協力隊員など様々な人材が適切に配置、活用されたと考えられる。一方、オゴンゴ校に整備された傾斜圃場、導入されたドローンについては、今後より有効に活用されることを期待する。

### 5. 今後の研究に向けての要改善点及び要望事項

以下について期待するとともに要望したい。

- ① 本プロジェクトでは、地表水による湛水面積の解析からナミビア北部の季節湿地域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、同地域の畑作物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、本プロ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じ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。

- ⑤ 本プロジェクトで有用性を見出した接触混植に関して、接触混植が植物の成長に与える影響を多角的側面から解析し、実用技術として発展させていただきたい。また、他の国・地域における接触混植栽培の事例についても調査していただきたい。
  
- ⑥ 本プロジェクトでは、トウジンビエ粉とコメ粉を混合した食品「オルシマ」を開発中であるが、オルシマの食味改良と平行して栄養成分評価並びに人間の栄養改善に対する効果に関して、各種分析、検証等を進めていただきたい。

以上

# 成果目標シート

研究課題名	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
研究代表者名 (所属機関)	飯嶋 盛雄 (近畿大学 農学部 教授)
研究期間	平成23年採択 平成24年4月1日から平成29年3月31日まで(5年間)
相手国名/主要相手国研究機関	ナミビア共和国・ナミビア大学

付随的成果	
日本政府、社会、産業への貢献	気候変動に対応した栽培技術の先行事例
科学技術の発展	新しい概念の混植技術の提案 栽培技術によるストレス耐性付与技術の開発
知財獲得、国際標準化推進、生物資源へのアクセス等	ナミビア大学オゴンゴキャンパスのイネ栽培拠点としての強化
世界で活躍できる日本人人材の育成	国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(アフリカにおける研究活動を指向する若手研究者や海外共同研究を推進しうる人材の育成)(若手研究者、大学院生延べ(渡航回数)58名、1475日間派遣)
技術及び人的ネットワークの構築	ナミビア国において作物生産を主導する人材とのネットワーク形成 (最終年度までに実証・実践試験協力農家計123戸、ワークショップ等催し参加人数延べ約2572名)
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	ナミビア国におけるイネ栽培、洪水干ばつ対応マニュアル(4件)及びボード、ポスター(計4種類)、ガイドライン(農法リスト)(英語、現地語各1件、12月発刊)、混植栽培技術に関する論文(発行済11件、受理1件、投稿中5件、投稿準備中14件)



図1 成果目標シートと達成状況 (2017年1月時点)