

地球規模課題対応国際科学技術協力

(生物資源研究分野「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」領域)

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

(ナミビア)

平成 24 年度実施報告書

代表者：飯嶋 盛雄

近畿大学 農学部・教授

<平成 23 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

アフリカの半乾燥地には、洪水や干ばつによって食糧不足になるリスクが高い地域が依然として多く残されている。本研究では、砂漠国ナミビア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。そのため、本研究では、作物学、開発学、水文学の3つの領域の個々の活動と、それらを融合した総合領域活動を実施する。まず、総合領域については、洪水－干ばつ対応の混作実証試験を篤農家圃場において小規模面積で実施するとともに、混作農法普及のための基盤形成を目指し、農民参加型普及手法に関する国別研修を本邦において実施した。ナミビア大学研究者や農業省普及員に対して新規栽培技術の普及と水資源保全に関する研修を行い、今後の協力関係を強化した。洪水と干ばつ被害をモデル化するため、ナミビア大学構内に大型の水位変動型の傾斜実験圃場を造成した。ボーエン比測定システムを設置し、湿潤から乾燥までの水環境下における混作作物の生理反応と、それらの混作作物群落による蒸発散量を測定し始めた。作物学領域では、近畿大学に簡易ライシメータを埋設した小面積の実験圃場を造成し、作物の水資源解析研究を実施する基盤を立ち上げ、各種ストレス環境下における混作作物の成長と水分生理を検討し始めた。滋賀県立大学では FOEAS(地下灌漑システム)施設を導入した小型の傾斜実験圃場を造成し、混作栽培試験を開始した。開発学領域では、資源賦存状況と土地利用等に関する調査(量的調査)を開始するとともに、農家の認識内容を把握するコミュニケーション手法(質的調査)のトライアルを実施した。質問票調査は、約 400 軒を対象に調査を実施するとともに、景観区分に関する聞き取り調査を行い、評価のための指標を検討した。水文学領域では、季節湿地における湛水域の季節変化を把握するため、可視・近赤外衛星画像による画像解析を開始した。雲被覆によってとくに雨季における湛水域経時変化の抽出が困難であったため、今後、異なる衛星データを用いて湛水域の季節変化を把握する予定である。さらに、季節湿地の降水量を面的に把握するため、東西 180km、南北 60km のエリア内に、計 29 台の雨量計を設置した。

2. 研究グループ別の実施内容

研究グループとしては、作物学、開発学、水文学の3つの領域別にとりまとめ、PDM と PO に記載した活動番号を括弧内に記載し、それらとの関係を明記した。なお、総合領域の 4-1,4-2 については最初にまとめて述べ、4-3, 4-4 については、それぞれのグループの研究内容の④で記載した。

総合領域

本プロジェクト対象地域における H24/25 作付シーズンは、トウジンビエやイネの作付け期である 1～2月中にほとんど降雨がないという、近來まれにみる実に数十年ぶりの著しい干ばつ年であった。さらに平成 25 年 3 月下旬時点でもアンゴラ高原からの洪水の兆しがないという状況であった。前年度(H23/24)に実証試験を実施した三地域に分散する三戸の農家のうち、二地域では、干ばつ耐性の強いトウジンビエですら枯死するという著しい干ばつが確認され、イネの移植を断念した。すなわち、PDM に明記した外部条件「極度の干ばつという異常気象が発生した」とみなすことができる。残りのもう一地域は、アンゴラとの国境近くで、著しい干ばつ年であっても涸れることのない小規模湿地を農家内に持っているため、この農家において2種類の実証試験を実施した。す

なわち、傾斜畑地においてイネ-ヒエ混作農法を実施するとともに、小規模湿地において3月中旬という通常よりも2ヶ月遅れのイネの移植栽培を試みることにした。後者は干ばつ年において、降雨や洪水が通常よりも著しく遅れた場合の対応策を検討するためのトライアルである。この農家では、例年よりも生育が不良であるが、平成25年3月中旬時点では、トウジンビエが比較的順調に生育していた。なお、対象地域の東部では洪水が例年通り到達するとともに、平年よりは少ないが降雨があったため、農業省研究部と連携し、小規模のトウモロコシ-イネ混作トライアルをカバンゴ地域において実施した(上位目標を先行実施)。したがってH24/25作付シーズンでは、2地域において3種類の実証試験を実施することとどまった(活動4-1、4-2)。

キャパシティーデベロップメントの状況については、カウンターパートであるナミビア大学講師の Simon AWALA(H24年度プロジェクトマネージャー)氏が平成25年4月3日付で、近畿大学大学院農学研究科博士後期課程に入学することが確定した。3年後の平成28年3月に博士号を取得することを目指す。さらに、JCC会議において、平成26年度には Pamwe NAMHAPO氏(現ナミビア大学講師)が近畿大学大学院農学研究科博士後期課程に、さらに、平成27年度には Ashton WANGA氏(農業省上級技官)が近畿大学大学院農学研究科博士前期課程に入学することを目指すことがJCC会議において紹介された(活動4-3)。

平成25年3月12日に実施したフィールドデーでは、多くの農家とともに、農業副大臣、多数の政治家や元知事、市長さらに伝統的権威であるシニアヘッドマン、ヘッドマン、ナミビア大学学長ら、総勢462名の参加者を集めることができた。フィールドデーでは、本研究プロジェクトの概要を伝えるとともに、農家に対して稲作基本技術に関する技術移転と洪水干ばつ対応栽培技術に関する意見交換、さらにポストハーベスティング農業機械の実演などを実施した(活動4-3)。

JCCミーティングは、第一回を平成24年9月4日に、第二回を平成25年3月13日に実施した。さらに同日に、2回のワークショップを実施し、作物、開発、水文、総合領域に関する研究進捗状況や今後の研究計画について議論を実施した。第3回JCC会議、ワークショップは、平成25年8月28日に首都のWindhoekで開催することとした(活動4-3)。

農民参加型研究については、開発学研究グループにおける活動において詳細を述べる(活動4-4)。

農民参加型ワークショップは、平成24年9月5日(Ohaingu村、9農家参加)、平成24年9月6日(Onamundindi村、20農家参加)、平成24年12月12日(Onamundindi村、9農家参加)、平成25年3月5日(Ogongo大学開催(Onamundindi村農家を招待)、22農家参加)、平成25年3月9日(Ogongo大学開催(Onamundindi村農家を招待)、22農家参加)、平成25年3月14日(Omagalanga村、参加者8農家)、に実施した。

作物学領域

①研究のねらい

洪水-干ばつに対応し、かつ節水型であるイネ-ヒエ混作栽培モデルを提案する。

②研究実施方法

近畿大学において簡易ライシメータ埋設圃場を設営し、圃場とポット栽培試験により、混作物の土壌ストレス応答ならびに水源調査研究を開始した。滋賀県立大学では小型の傾斜実験圃場を造成し、水勾配に対応した混作物の生産性を評価した。ナミビア国においては、ナミビア大学構内農場に傾斜実験圃場を造成しH24/25作付シーズン中には、混作物の生産性評価と水分生理実験を実施中である。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

下記の2つの課題について当初計画通りの進捗状況である。

(1) 混作における節水技術の検討

近畿大学では、簡易ライシメータ埋設圃場において地下水制御技法を検討するとともに、重水投与実験サンプルを安定同位体比質量分析計により解析しており、作物水分生理実験と水源解析実験を開始した(活動 1-3)。滋賀県立大学でも予定通り、20m四方の小型の傾斜実験圃場において水位変化による初年度の混作栽培試験を実施し、作物の生産性を検討した。ナミビア国においても乾燥畑から湿地へと連続的に変化する生態系をモデル化するための傾斜実験圃場において、H24/25 作付シーズンの混作栽培試験を開始した(活動 1-1、1-2)。

(2) ストレス環境における混作の検討

近畿大学では、簡易ライシメータ圃場試験とともにポット試験により混作作物のストレス環境応答に関する基礎実験を実施した(活動 1-4)。ナミビア国では、上記傾斜圃場とともに小型の実験水田において混作栽培方式の検討を開始した。

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

作物学班カウンターパート3名の学位論文研究課題に関して打ち合わせを実施した(活動 4-3)。H24/25 雨季作付けから本格的な研究指導を開始し、ナミビア側プロジェクトマネージャーの Simon AWALA 氏の能力開発のため、博士学位取得を目指して近畿大学大学院博士後期課程の入学試験を受験し、合格した。平成 25 年度より3ヵ年近畿大学大学院に在籍し、博士学位を取得する予定である。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況特になし。

開発学領域

① 研究のねらい

「イネーヒエ混作農法」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を確立する。

② 研究実施方法

開発学班の調査は、主に、ナミビア国の対象農家に対するインタビューの実施、対象村の複数農家の参加のもとで開催するワークショップの実施によって進めた。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

当初計画(PO)では、平成 24 年度の活動として、(1)実証と実践試験に参加する農家の社会経済状況や営農形態の調査(ベースライン調査; 活動 2-1)、(2) 農家を対象としたワークショップの開催(活動 2-2)、(3)湿地生態環境の分類基準の聞き取り調査を実施(活動 2-4)、(4)農家経済と労働分配の評価を実施(活動 2-5)、(5)作物の利用・流通状況の調査を実施(活動 2-5)を予定していた。(1)については、平成 24 年 9 月から平成 25 年 12 月にかけてベースライン調査(質問票を用いた量的調査)の対象村や調査手法についてナミビア側カウンターパートと協議を行い、12 月 12 日に一村の 9 農家を対象としたプレテスト(予備調査)を実施した。そして、平成 25 年 2 月 4 日から 2 月 16 日にかけて本調査を実施し、386 農家に対するインタビューを行った。この調査のなかで、(4)と(5)の内容に関わるインタビューを実施し、データを取得した。データ入力に年度を越えるためまだ状況の把握は充分にはできていないが、質問票を確認した範囲では、政府による統計では把握しきれない農村の多様な実態が明らかになりつつあるといえよう。

(2)の活動に関しては、平成 24 年 9 月 6 日、平成 25 年 3 月 5 日、3 月 9 日に Onamundindi 村の約 20 農家を対象に、ファームスケッチ手法を用いたフォーカスグループディスカッションを実施し、農家が在来農業やプロジェクトが考える新農法に対してどのような認識をもっているかについて調査を行った。また、9 月 5 日には

Ohaingu 村を対象にワークショップを開催し、新農法に対する意識を調査した。

(3)の活動に関しては、平成 25 年 1 月から 2 月にかけて Onamundindi 村の約 10 農家を対象とした聞き取り調査を実施し、湿地環境や周辺の自然環境に対する農家の認識について把握した。

(5)の活動に関しては、3 月 11 日から 3 月 14 日にかけて、Omagalanga 村を対象に季節カレンダーとランキング手法による調査を実施し、作物の消費や流通に関する認識を把握した。なお、(1)と(5)に関しては、農家が大学から得た情報をもとにどのように新しい農法を採択するか(または拒否するか)の指標を農家自身が発言できる環境づくりを目指す、研究者と農家の対話型・参加型研究手法を活用した。

活動 4-4「現地でのイネ栽培フィールドデーの開催などを通じて、上記のナミビア大研究者・技術員などが、新しく提案される農法に係る農民参加型研究・普及を持続的に実施する」については、上に記した開発学班が実施したワークショップの際に、当該内容にかかる議論を農家の方々と実施した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

開発学領域では、平成 24 年 9 月、平成 25 年 1 月、3 月に西川サブリーダーをはじめ、専門家がナミビア大学の講師と議論を行い、農家参加型の情報収集及びビインフォームドコンセントを得る対話手法について指導を行った。また、7月の JICA 国別研修期間中に、日本の研究拠点である近畿大学および名古屋大学をナミビア大学カウンターパートが訪れ、各大学のプロジェクト関係者が理論的背景や研究技術に関する講義を行った。さらに、名古屋大学では、ナミビアに戻った後に実施するアクションプランの作成に日本側の関係者が出席し、農家でのワークショップ実施方法や新農法に対する人々の認識を抽出する社会科学の手法に関する指導を実施した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況
特になし

水文学領域

①研究のねらい

ナミビア北中部に広がる季節性湿地帯の水収支を明らかにするために、人工衛星リモートセンシングで得られた画像データを解析することにより、季節的に発生する表流水の水面面積を同定し、その時系列変動を追うことを目的とした。また、水収支把握に必要な現地観測データ(降水量・蒸発散量)を取得するために、それぞれの観測機材を設置し計測を開始することを目的とした。

②研究実施方法

人工衛星リモートセンシングデータとして、可視・近赤外衛星画像(Terra 衛星搭載 ASTER データ)を購入し、画像解析を行った。またデータが公開されている MODIS データ(MOD13:16-day composite data)、マイクロ波センサ(AMSR-E)データ(L3 プロダクト)を利用し、様々な人工衛星リモートセンシングデータを活用した。

現地観測データのうち、降水量については転倒マス式雨量計を、蒸発散量についてはボーエン比計測システムを日本で購入し、現地に輸送した。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

ナミビア大学オゴンゴキャンパス周辺の季節湿地における湛水域の季節変化を把握するために、可視・近赤外衛星画像(Terra 衛星搭載 ASTER データ)を購入し、画像解析を行った(**活動 3-1**)。NDWI(正規化水指数)や NDVI(正規化植生指数)による水面の抽出方法を検討した結果、雲被覆によって雨季を中心とする時期の湛水域の経時変化の抽出が非常に難しいことがわかった。加えて、MODIS データ(MOD13:16-day composite data)を用い、多年でコンポジットされた可視・近赤外画像データにより NDWI で水域を判別した。その結果、雨

季の初期には季節性湿地帯の南部(エトーシャ塩湖北部域)から水域が現れ始め、雨季が進行するにしたがい、ナミビア北部(人口集中地域の季節湿地)に水域がスポット的に生じていく様子が判別された。これらを踏まえ、異なる衛星データを用いてナミビア北部～アンゴラ南部の広域の季節湿地における湛水域の季節変化を把握する試みを行った。Aqua 衛星に搭載されているマイクロ波センサ(AMSR-E)のデータ(L3 プロダクト)を用いてNDPI(正規化偏波指数)を算出し、Terra 衛星と Aqua 衛星に搭載されている MODIS データ(MOD09GA)から算出したNDWIとのマッチアップ(対応付け)を行って、雲量が多い場合のMODISの欠測ピクセルを補完した水域マップを作成した(活動 3-1)。

また、季節湿地の降水量を面的に把握するために、ナミビア大学オゴンゴキャンパスを中心とする東西 180km、南北 60km のエリア内に、計 25 台(先行研究で 5 台を既に設置。そのうち 1 か所を新規のものに取り換え、総計 29 台が稼働中)の雨量計を設置した(平成 24 年 9 月中旬～同年 11 月下旬)(活動 3-2)。そして、ナミビア大学オゴンゴキャンパス構内に作物班が設置した傾斜圃場内に、計 3 基のボーエン比測定システムを設置し、ヒエとイネの混作状況が異なる場所での蒸発散量を測定開始した(活動 3-2)。

当初の計画を着実に遂行したと言える。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

雨量計とボーエン比計測システムの現地への設置については、日本側研究者の滞在期間中に共同で行うとともに、データ回収方法を含めて技術移転を行った。現在、カウンターパートが自力で順調に機器等のメンテナンスを行っている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況

混作を展開する主対象土地被覆である小湿地(オンドンベ)を同定し、その水面面積の時系列(季節)変化を追うために、地形図(土地利用図)上で凡例として示されている「pan」の意味をカウンターパートに確認し、2010 年に撮影された航空写真データを購入した(活動 3-1)。今後、日本側の人工衛星データ解析に加え、カウンターパート側の土地被覆(GIS)分析を進めることで、小湿地(オンドンベ)が同定され、水面面積の時系列(季節)変化が明らかになってくるであろう。

3. 成果発表等

原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 1 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 1 件)
- ③ Tetsuji Suzuki, Takeshi Ohta, Yasuhiro Izumi, Luke Kanyomeka, Osmund Mwandemele, Jun-Ichi Sakagami, Koji Yamane, Morio Iijima. 2013. Role of canopy coverage in water use efficiency of lowland rice in early growth period in semi-arid region. *Plant Prod. Sci.* 16 (1): 12-23.

特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 作物学領域（洪水と干ばつに対応可能な混作農法の検討）

①研究グループサブリーダー名：飯嶋 盛雄（近畿大学・教授）

②研究項目

1-1 洪水と干ばつにも対応可能なイネーヒエ混作農法の検討

1-2 イネーヒエ混作農法の確立に必要な耕種法の検討

1-3 節水栽培技術の安定同位体法等による検討。

1-4 洪水－干ばつ等の環境ストレスに対する対応策と土壌肥沃度の維持対策の検討。

(2) 開発学領域（持続可能な水資源利用システムの社会・経済的評価）

①研究グループサブリーダー名：西川 芳昭（名古屋大学・教授）

②研究項目

2-1 参加農家のベースライン調査

2-2 参加農家との研究内容・目的共有

2-3 参加農家の社会経済的モニタリング・評価

2-4 混作の景観生態学的評価

(3) 水文学領域（広域水収支解析および小湿地の水源解析）

①研究グループサブリーダー名：檜山 哲哉（総合地球環境学研究所・准教授）

②研究項目

3-1 広域水収支解析

3-2 小湿地の水源解析