

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

「砂漠化対処に向けた次世代型「持続可能な土地管理 (SLM)」フレームワークの開発」

(2016年6月～2022年3月)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者： 恒川 篤史

(鳥取大学 乾燥地研究センター 教授)

2-2. 相手国側研究代表者： Derege Meshesha

(エチオピア連邦民主共和国 バハルダール大学 准教授)

3. 研究概要

本プロジェクトは、後発開発途上国のエチオピア北西部のバハルダール市近郊において、降雨による土壌侵食¹の激しい青ナイル川上流域を対象に、土壌侵食防止機能の強化、土地生産力の向上、住民の所得向上を組み込んだ、次世代型持続可能な土地管理 (SLM²) フレームワークの開発を目的とした研究である。SLM は砂漠化対処に向けて世界で広く実施されているが、その効果や持続性の問題が指摘されており、その改善を本プロジェクトでは試みている。具体的には、小流域スケールの3研究サイト (高地、中間地、低地) を設け、統合型流域管理により、①土壌侵食量の65～70%減少、②土地生産力の100～150%向上、③農家所得の50%向上を目指し、開発された個別要素技術 (SLM 技術) を普及する取組み・手法を定式化し、プロジェクト終了後には青ナイル川流域に留まらず世界の乾燥地へ展開することを目標に、以下の4研究題目で構成されている。

- (1) 統合型小流域管理による土壌侵食の削減
- (2) 新たな耕畜連携システムによる土地生産力の向上
- (3) 経済的・社会的エンパワメントによる農家生計の向上
- (4) 統合型小流域管理技術・アプローチの総合化

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、成果が期待できる。)

¹ 人間活動等の影響により、研究サイト周辺では、アカシアやユーカリの植林と開墾が進み、森林面積が減少、降雨を保水する能力が落ち、ガリー侵食 (V字状侵食) を引き起こしている

² Sustainable Land Management: 適切な土壌や水の管理によって持続的な土地生産、生計の維持、環境の保全を実現する、技術や仕組みを包含した概念

次世代型 SLM という土壌侵食防止と地域住民の生計向上を同時に目指し、多岐にわたる研究内容を多くの研究者が参加し進めてきた。特に両国研究代表機関である鳥取大学とバハルダール大学³の長年の研究交流により育まれた国際的な研究体制のもと、研究代表者らの強いリーダーシップで、さらなる高度研究人材を育成⁴し、研究活動を推進している点が評価される。

本プロジェクトの開始から約2年間は、非常事態宣言の発動など治安問題で、活動に制限があったものの、現在は遅れを取り戻し、土壌侵食の観測及び防止技術、劣化傾斜地修復手法、牧草地管理・舎飼いシステムなどを実験圃場の異なる条件下（現地の主要農作物であるテフ⁵や在来作物の植え付けや施肥有無）における優劣を比較しながら開発を進めてきた。これら研究から得られた定量的な成果は論文等としてまとめられ、その発表も一定水準に達している。今後、さらに新規性ある科学的価値を SLM に創出することが期待される。

なお、砂漠化対処条約においても国際的な潮流にある SLM は、エチオピア政府も重点的な施策に位置づけ、世界銀行の借款などによりプログラムを進めている。政策面の現地ニーズに本課題は合致しているうえ、研究者は州政府や農業省とのコンタクトを有する。今後は、各研究の明確な統合化の方針のもと、関係者の集まるプラットフォームなどを通じて「統合的小流域管理による土壌侵食の削減」や「新たな耕畜連携による土地生産力の向上」を達成すべく、戦略的な社会実装の推進が期待される。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本プロジェクトは、エチオピアにおける農業を中心とした集落における、土壌侵食の防止、土地生産性の向上、住民の生活改善及び生計向上を農業技術と組み合わせた SLM として実装することを目指している。実証研究サイトとして、高地（標高約 2,500m）、中間地（標高約 2,000m）、低地（標高約 1,500m）における小流域を選定し、集落とのコミュニケーションに基づく信頼関係のもと、表面排水・土壌流亡実験圃場、改良牧草種の栽培試験、生計向上活動（小規模酪農⁶、改良牧草の導入による乳生産効率の改善、養鶏）などを進めてきた。

しかしながら、当初は治安が安定せず、2018年6月に非常事態宣言が解除される迄は、プロジェクトの事務所機能をバハルダールでなく首都におき、鳥取大学に所属するエチオピア人研究者及び留学生が紆余曲折を経ながら、現地を訪問、研究を推進し、プロジェクトの始動を機動的なものとしてきた。さらに、複数のプロジェクト雇用のエチオピア人アシスタントを研究施設及びサイトに配置し、研究が支えられた。その後、プロジェクトは住民の農業生産力の向上や弱者の経済的問題にまで踏み込み、実践的な研究を進め、エビデンスを収集しており、大変評価される。また、国際誌への原著論文は24件と多く、共著も多数あり、相手国研究者の自立性、自主性が育成されてきた。

³ 首都アディスアベバから約 578 km 北北西の州都バハルダール市に位置

⁴ 鳥取大学博士課程 10 名（エチオピア人留学生）、バハルダール大学博士課程 6 名

⁵ エチオピアの伝統的主食インジェラの原料、論文は限られ科学技術的な開発の余地がある

⁶ 乳牛及び子牛を女性世帯主及び若年者世帯を対象に 8 世帯に投入、今後 24 世帯に拡大予定

今後は、土壌改良剤、降雨シミュレーター、テフの遺伝的解析など、新規性ある研究成果の創出を期待したい。また、経済・社会的側面を重視し、地域特有の状況を緻密に捉え、住民のインセンティブを高める点はメリットがある一方で、目標到達の難しさにも留意することが必要であろう。得られた研究成果を統合し、複数地域で評価し、具体的な社会実装課題を特定、実装し続けられれば、インパクトは大きい。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

エチオピア政府は2008年よりSLMプログラムを2期10年にわたって実施し、流水を留める溝、等高線に沿った土堤・石積み、貯砂堰堤、斜面テラス、植林などを進めてきた。しかし、地域住民には年20日以上は無償奉仕がほぼ強制されるなど、持続性及び効果に疑問があった。砂漠化対策を専門とする鳥取大学乾燥地研究センターを中心とした研究者らは、複数のエチオピア人留学生を受け入れた後、2013年より科学研究費補助金（基盤研究）を得て共同研究⁷を開始し、留学生の母校バハルダール大学研究者らとの関係を構築してきた後に本プロジェクトが始まった。

両国の研究代表者は研究全体をリードし、鳥取大学に在籍するエチオピア人研究者は現地と密に調整するなど、エチオピア側との高い信頼関係が構築されている。本プロジェクトの開始当初から約2年間は、治安の影響により研究サイトを自由に訪問できない状況が続いたが、両国関係者の努力により、研究が促進されてきた。また、2018年11月に相手国研究代表者が交替したが、引き続き副代表としてプロジェクトを支え、プロジェクト体制を維持している。

供与機材については、初期に導入の遅れがあったものの、ほぼ計画通りに導入されている。ただし、機材や車両の運転維持管理費用は、エチオピア側の財政基盤を考慮し、プロジェクト終了とともに維持管理に問題ないよう、パイロットファームの活用方法も含めて、早期に検討及び計画を立案することが望ましいであろう。

研究費については、降雨侵食評価のための現地への雨量計の設置、侵食や土壌流出に対する対策の評価のための実験プロット設置や降雨シミュレータ実験など、土壌侵食の実態解明と対策に関するデータを取得すべく、有効に予算執行されてきた。さらに、地域住民の貧困解消のため、女性や若者を対象にモデル事業を実施する自助グループを設立するなど、社会実装に向けた実証的な活動も展開されている点が評価される。

なお、プロジェクトの方針や活動計画を決定する合同調整委員会（JCC）と成果発表会を同時開催し、休憩時間もポスター発表による関係者間の活発な議論を促すなどの工夫は他のプロジェクトにとっても参考になるであろう。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

土壌侵食の防止、農業生産性の向上、弱者の経済的支援などを統合し、総合的に推進する次世代型SLMという方向性は、政策など現地ニーズに合致している。例えば、エチオピアで伝統的なイネ科穀物のテフの特性、住民の生計向上なども含めSLM手法に新規性ある科学的価値の創出を

⁷ 国際河川・青ナイル川流域における土壌侵食・土壌流亡緩和のための土地管理

目指した研究が進められてきた。最終的に低コストで正確な土壌侵食観測システムを開発、実装し、「次世代型 SLM 実施ガイドライン」や「次世代型 SLM 普及マニュアル」として成果を統合し、これらを農業省や州農業局に提供するなど政府機関等との連携を進め、エチオピアに広く貢献することが期待される。

特に、アムハラ州における社会実装の鍵を握るイノベーション・プラットフォーム（流域ごとの関係者、住民代表、農業関係者が参加）を設立したことは評価され、省庁及び大学の関係者が現地を訪問し、住民の生計向上に向けた活動を含め研究成果を視察しているが、このプラットフォームを通じた地域への普及と、政府機関への働きかけにより、世界銀行のプロジェクトや政府施策に、本プロジェクト成果を取り入れてもらうよう、さらなる努力が求められる。

ボトム・アップ的な推進と同時に、中央政府や州からのトップ・ダウンとして、政策に取り込み、組織的な参画を継続して得られるような工夫も今後望まれる。さらに、相手国のみならず、他の発展途上国への展開の可能性も有しており、青ナイル川流域や世界の乾燥地域での適用・実施も期待され、地球規模の環境問題の解決への貢献が期待される。

人材面では、本プロジェクトにおいて、博士課程に鳥取大学 10 名、バハルダール大学 6 名がプロジェクト開始後に在籍・修了しており、相当な規模での高度な研究人材を育成している。日本側研究者にも相当のエチオピア人が参画するなど国際的な共同研究体制があり、相手国の極めて高いオーナーシップによりプロジェクトが運営されており、人事交流や成果が継続する可能性は高い。日本の若手人材を当該地域において育成することは容易ではない中、相手国の若手人材と日本において研究を協働することで、日本の若手を育成する効果にも期待したい。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

統合型小流域管理技術・アプローチの開発は達成される見込みであり、アムハラ州農業局や農業研究機関との関係性も構築され、州内で普及する可能性は高い。国レベルの普及には農業省大臣の承認が必要だが、SLM 国家プログラムコーディネーターともプロジェクトは協議しており、JICA の仲介でその関係がさらに継続される見込みである。

研究の持続性に関しては、鶏や乳牛の無償供与は研究費が支援される期間だけでなく、プロジェクト終了後を考え、他の支援や手段の検討が必要となる。供与機材も同様に、プロジェクト終了後の運営維持管理を見据え、新たな支援申請をエチオピア側で準備できるよう、プロジェクトで支援するなど検討が望まれる。

なお、既存 SLM を、科学技術的な改善に加え、貧困削減や人権等をも視野に努力していることは評価される。また、砂漠化、乾燥化の具体的課題を持たない日本にとって、その状況が深刻なアフリカ諸国に貢献することは容易ではないが、本課題は日本がアフリカ諸国等との科学技術外交を進める上での有効な手段となりえるだろう。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

今後の本プロジェクトに対して、検討すべき具体的な事項として、以下が挙げられる。

- (1) 次世代型 SLM の構築と普及のため、各機関の責任を明確にし、各成果の統合の方向性を関係者で共有し、社会実装への道筋（具体的な条件と対策を有する実効的な方策）を明らかにしてほしい。
- (2) 特に深刻な状況にあるガリー侵食については、そのメカニズム、要因、影響をさらに研究し、対策モデルを含む次世代型 SLM をより具体化し、併せて達成可能な土壌流出削減や土地生産力向上、農家生計向上などの目標値を明確にして研究を推進してほしい。
- (3) 本プロジェクトのエチオピア側のオーナーシップは極めて高い。一方、供与機材の運営維持管理など財務基盤は脆弱である。プロジェクト終了後を見据えて、自助努力とともに新たな支援確保を準備できるよう、両国の研究者が準備を早期に始めることが望ましい。例えば、既存の国家 SLM プログラムについて、社会実装のための連携を進めるだけでなく、先方プログラムの成果や資金を本プロジェクトの対象地域に活用されるよう、連携を相互に強化することで相乗効果が得られるであろう。
- (4) 農民への経済的インセンティブ手段（乳牛・耕畜連携等）を広く普及するには相当な資金が必要である。経済的インセンティブなどの研究成果は、著名媒体での論文等として発信し、学術的価値からモデルを政策に反映することが出来れば、プロジェクト終了後の資金も確保しやすくなるであろう。特に、既存の SLM に組み込まれる無償労働が再考されるような研究成果が創出され、エチオピア政府に提言されることが期待される。
- (5) 地域住民が持続的な生活を継続できるよう、環境に配慮した経済的活動の推進に理解を促すことも重要であろう。

以上

図1 成果目標シートと達成状況 (2020年1月時点)

研究課題名	砂漠化対処に向けた次世代型「持続可能な土地管理 (SLM)」フレームワークの開発
研究代表者名 (所属機関)	恒川 篤史 (鳥取大学 乾燥地研究センター)
研究期間	H28採択 (平成28年6月1日～平成34年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	エチオピア連邦民主共和国/バハルダール大学、アムハラ州農業研究所、水・土地資源研究センター、農業省

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 世界の砂漠化対処への貢献 国際援助機関による開発プロジェクトの改善・効率化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 砂漠化防止技術の開発 (土壌侵食防止技術、現代的耕畜連携システム、社会経済的エンパワメント手法) 次世代型持続可能な土地管理 (SLM) 手法の開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 次世代型SLM (持続的、自律的、総合的) 空間情報技術を活用した土壌侵食観測システム 地下水探査によるガリー侵食防止技術 耕畜連携システムの現代化、舎飼いシステムの導入 SLMへの参加を通じたエンパワメント
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際機関等で活躍できる日本人若手研究者の育成 高度な研究能力と優れたリーダーシップ 問題解決能力、管理能力、合意形成能力の形成
技術及び人的ネットワークの構築	該当なし
成果物 (提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 次世代型SLMプロジェクト実施ガイドライン 次世代型SLMプロジェクト実施マニュアル 土壌侵食観測システム・防止技術 保全農法と舎飼いシステム バリューチェーンアプローチ

