令和４年度　海外技術協力促進検討事業　アフリカにおける稲作振興支援
調査概要

1.　調査概要

1.1.　背景

サブサハラアフリカにおいて、コメの生産量は消費量より少なく、アジア、北米等からの輸入量が年々拡大している。このため、第4回アフリカ開発会議（TICAD IV）においてJICA等 は、アフリカ稲作振興のための共同体（CARD）を設立し、アフリカにおけるコメ生産を10年間で倍増することを目標として掲げ、これを達成した。しかし依然アフリカではコメの需要が供給を大幅に上回っているため、2030年までにさらなるコメ生産の倍増を目標（米生産目標 5,600万t）としたCARD2を発足させた。

かんがい稲作は天水稲作と比較すると単収が大きく、コメの増産を図るためには、かんがい地区の強化が必要である。しかし、新規の水資源開発によるかんがい面積の拡大は、財政への影響や環境負荷が大きいため、難しい。このため、今後は気候変動対策にも留意しつつ、既設かんがい排水システムの機能維持・強化など、持続可能な開発協力に移行していく必要がある。

1.2.　目的

本事業は、アフリカの既設かんがい排水システムについて、我が国で培われた施設の機能維持・強化や再生可能エネルギーなどの技術を活用した持続可能な開発手法を確立し、水利用の効率化を行うとともにかんがい面積の拡大を図り、アフリカ各国への普及・展開に繋げていくことを目的とする。

1.3. 調査実施方針

1.3.1.　全体計画

本事業の調査対象国は、JICA等による有償資金協力、無償資金協力又は技術協力が実施されており、今後もかんがい稲作に関する協力の可能性があるケニア、タンザニア、エチオピア、ウガンダ、ルワンダ、マダガスカルおよびガーナから選定する。

調査対象地区は、既存かんがい地区などにおいて地形条件や用水配分の不均衡等の理由により適正に用水が配分されていない地区とする。

上記地区において、施設の機能維持強化、再生エネルギーを活用したかんがい技術、節水かんがい、効率的な水管理などの技術により水資源利用効率を向上させ、かんがい面積の拡大や畑作物作付面積増について検討する。

基礎調査として、調査対象国のかんがい地区の課題を整理し、開発ポテンシャルを分析するとともに、実証モデル調査国を2カ国選定する。また実証モデル調査を実施する地区（実証地区）を、1カ国につき1地区選定する。

実証地区において、水資源利用効率的向上対策について実証計画をとりまとめ、一部実施するとともに実施過程を「事業計画検討ガイドライン」および「施設運用マニュアル」にとりまとめる。

1.3.2. 調査全体スケジュール

本調査の全体スケジュールは表4-1に示すとおりである。

表 4-1 調査全体スケジュール

項目	R4		R5		R6	
基礎調査						
実証調査						
評価分析						
ガイドライン･マニュアル作成						
事業展開構想						
有識者検討委員会						

2. 調査結果

2.1. 基礎調査

基礎調査として調査対象国（ケニア、タンザニア、エチオピア、ウガンダ、ルワンダ、マダガスカル及びガーナ）において、我が国または他のドナー等により整備されたかんがい地区の事業の基本的な諸元や対象国のかんがいポテンシャル面積（AquaSTAT）、国家コメ開発戦略（NRDS）などの情報を収集し、表及び地図上に整理・類型化した。これに基づき開発ポテンシャルを分析し、実証モデル調査を実施する対象国をタンザニアおよびガーナとした。

2.2. 実証調査計画

実証モデル調査を行うタンザニアおよびガーナの複数のかんがい地区の現地調査を行い、実証モデル調査を実施する地区として、ローアモシ地区（タンザニア）、ポン地区（ガーナ）を選定した。また施設機能強化、再生可能エネルギー、水管理、節水栽培に関する実証調査計画の策定を行った。

2.3. 施設機能維持強化

2.3.1. 土水路漏水対策

アフリカにおけるかんがい地区の末端水路は土水路であることが多い。土水路の漏水は大きく、漏水を抑制することによりかんがい面積の増加が期待できる。このため、土水路にパイプ（塩ビ管）を設置し漏水を抑制する工法について検討した。

今年度は、以下の調査を実施した。

・パイプを設置するときに必要な口径を検討するために、2つのブロックにおいて土水路の勾配の測定を行った。この結果、必要なパイプの口径は 8～9インチであることが分かった。

・パイプが浮力により浮上しない埋設深について検討を行い、必要な埋設深は0.18～0.21mであることが分かった。

・実際にパイプが浮上しないか確認するために、試験水路を建設しパイプの埋設を行った。パイプの挙動の確認を今後実施する。

・費用対効果について試算を行い、9インチのパイプを埋設することによる内部収益率は65%（パイプの耐用年数5年の場合）であり、経済的には実施可能であることが分かった。

2.3.2. ほ場漏水対策

水資源の効率的利用を行うためには、ほ場の漏水量を減少させる必要がある。本調査では、簡易なほ場漏水対策として、日本の乾田において漏水対策の効果が認められているケンブリッジローラーによる鎮圧を検討する。

今年度は、以下の調査を実施した。

・試験施工を行うために、2ブロックにおいて漏水が大きいほ場の聞き取りを行い、漏水が大きいほ場の減水深を測定した。この結果、日減水深はブロック平均で 33～37mmであった。

・日減水深が大きいほ場が多かったMS5-3においてローラーによる締固め試験を実施した。試験は、次の手順で実施した。1) 代掻きの実施、2) 減水深の測定、3) 2～5週間乾燥、4) 土壌硬度、土壌水分の測定、5) ローラーによる締固め、6) 土壌硬度の測定、7) 代掻き、8) 減水深の測定。

・試験の結果、代掻き後2週間及び3週間に締固め（土壌水分 5～16%）を行ったものは、減水深の減少がみられた。また、2週間及び3週間のほ場の土壌硬度も施工前後に優位に差が出た。

2.3.3. ほ場均平化対策

ほ場の均平度が悪いと、水が均一に行き渡らず、施肥効果に偏りがでるほか、湛水時の水深が異なることから、収量にムラができることが考えられる。このため、ほ場の均平度と収量の関係について明らかにするとともに、均平度を向上させる対策を検討する。

今年度は、以下の調査を実施した。

・ほ場の均平度を測定するためにドローンの利用を検討しているが、ドローンで均平度を計測するためには計測地点に複数の基準点（GCP）が必要となる。GCPは、測量機器を用いて設置が可能であるが、GCPの設置数が多い、または広範囲にわたる場合は手間がかかる。このため、GNSS（全球測位衛星システム）を用いたGCPの設置について、精度の確認を行った。この結果、誤差は最大で 33mmであり、均平度の計測に用いることができることが分かった。

2.3.4. ほ場排水対策

水田の排水性が悪化すると、湿田化や土壌の塩類化による収量低下が生じる恐れがある。本調査では、農家が営農活動として取り組める持続的な排水対策を構築するため、日本で開発されたトラクタータッチメントである「カットドレーンミニ」と「カットブレーカーミニ」による浅層暗渠の導入を検討する。

今年度は以下の調査を実施した。

・カウンターパート機関および農家からの聞取調査、そして、ローアモシかんがい地区の排水不良エリアであるアッパーマボギニ地区で調査した農業機械の稼働状況から、カットドレーンミニおよびカットブレーカーミニによる浅層暗渠を適用する試験区を、アッパーマ

ボギニのMS1-1ブロックより6ほ場選定した。

・2022年6月より、国内においてカットドレーンミニおよびカットブレーカーミニの購入と輸出手続きを開始し、2023年1月にタンザニア国への輸出が完了した。輸出完了後、現地にて、両アタッチメントの試験施工を行い、不備が無いことを確認した

2.4. 再生可能エネルギー

2.4.1. 小水力発電を用いたかんがい

ガーナ国ポンかんがい地区において、小水力発電電力を利用したポンプかんがい稲作試験地を1箇所選定した。小水力発電には低落差、小流量でも発電可能であり、メンテナンスが容易ならせん水車（斜軸型）を選定した。試験地下流における地区外農家を対象に、ガソリンポンプを用いたかんがい稲作に係る生産費、販売額等調査し、併せて他のGIDAかんがい地区についても同様のデータを収集した。また事業展開構想策定に向け、小水力発電システムの設置可能性についてGIDAかんがい地区で調査し、15箇所の幹線水路落差工があることが分かった。

2.4.2. 太陽光発電を用いた循環かんがい

開発途上地域において、作物栽培を天水に依存する地域やかんがい地域であっても水配分の不均衡、施設の老朽化が生じている地域では、不十分な水供給によって農業生産が不安定になっている。このような地域において、限られた水資源を有効活用するため、本調査では、日本で開発された地下かんがいシステム（OPSIS: Optimum Subsurface Irrigation System）における用水を循環利用する手法を活用した循環かんがいの導入を検討する。

今年度は以下の調査を実施した。

・カウンターパート機関と協議し、循環かんがいの試験地を、水資源が不足するアルーシャ州オルジョロ地区に設定した。

・2022年9月より試験区の設定・準備を開始し、2023年2月に、灌水パイプ、集水タンク、送水塔および配水塔との接続作業を経て、2023年3月中旬より循環かんがい適用区でのトウモロコシ栽培を開始した。

2.5. 節水かんがい

本課題では水田に供給されるかんがい用水を節約する手法としてAWD（Alternate Wetting and Drying：間断かんがい）が考えられる。これまでに行われた調査でAWDの実施時に問題となる可能性がある現象、１）給水と給水の間に土壌が乾燥して生じるヒビによって漏水が激しくなる、２）給水と給水の間に外気温が低下した場合、イネの植物体が冷気に晒されて生育遅延や収量の低下が起こる、３）畦畔からのかんがい水の滲出、畦畔崩壊による漏水やかんがい水路からの用水浸出、がイネの栽培に及ぼす影響を明らかにするとともに、解決策を検討する必要がある。今年度はKATCの試験圃場を供試して、ボトムプラウによる耕起と畔塗が漏水とイネの栽培に及ぼす効果を検証した。その結果、移植から収穫までの間に1,600mm～1,800mmのかんがい水量を必要とし、籾収量は7.7t／haとなった。また、次年度の寒冷期に実施する、低温がAWDによるイネ栽培に及ぼす影響を調査するための試験準備を進めた。

2.6. 水管理

ローアモシ地区においては、ローアモシ水利組合（Lower Moshi Irrigators Association （LOMIA)：ロミア）が存在し、セントラルロミアを中心に、その下部組織として5つのサブロミアが存在する。（図5.1参照）

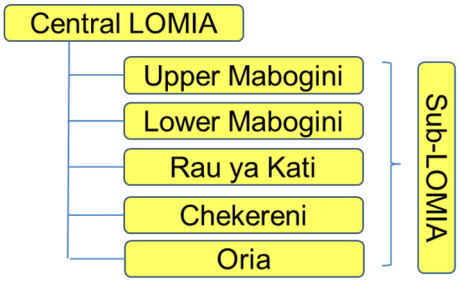

図 5.1　ロミアの組織構造

今年度の調査により、以下の課題が見られた。

①：規約の実行性が不十分

②：上流・下流のサブロミア間の水配分が不公平（調整がなされていない）

③：行政側の作付計画がかんがい可能水量の実態を反映していない可能性

④：適正な水配分を検証する手段がない

⑤：責任の所在あるいは行政と農民間の役割分担が不明確

⑥：技術的な対応が可能な人員の不足

⑦：技術的な情報の提供が不足

以上の現状把握の結果から水配分の調整が不備な誘因（直接的な原因）は規約の実行性と作付計画が不適切である可能性であり、その背景（原因の原因）には、役割分担の不明確さ、技術的な対応が可能な人員の不足、技術情報の不足、水配分の検証手段の不備が考えられる。

2.7.　評価分析

かんがい水路のパイプライン化と再生電力（ソーラー、小水力発電）に対する農家需要を明らかにするため、聞き取り調査を実施した。調査対象のローアモシかんがい組合は、全体を統括するロミア、中間組織のサブロミア、末端組織のブロックの3段階で構成される。水路の維持管理に関しては基本的に、幹線がロミア、2次水路がサブロミア、3次水路はブロックが責任を持つ。組合員農家は、幹線と2次水路に関しては水利費を通じた経費負担のみ行っている。3次水路は、以前は共同で清掃作業を行っていたが、不参加者が増えてきたので水利費に経費を計上して、ブロックが雇用労働で対応するようになってきている。

土水路である3次水路のパイプライン化は、清掃費削減、事故の軽減が期待されるが、生活用水のくみ上げ、農作業時の洗い場確保が必要である。かんがい水が慢性的に不足している下流地域では、ディーゼルポンプによる井戸かんがい（トウモロコシ、野菜、田植え後水稲の補給かんがい）が行われている。常設のソーラーパネルで稲作水路に水を補給する例もあり、ディーゼルをソーラーに置き換えることは検討に値する。一方、農村としては例外的に家庭の電化率は高く（90%）、家庭用小型ソーラーパネルの普及も進んでおり、集落から距離のあるほ場や水路で発電された再生電力（ソーラーや水力）の家庭需要はほとんど見込めない。

2.8.　テクニカルコミッティー

2.8.1.　タンザニア

関係機関から総勢56名が参集し、現地及びオンラインのハイブリッド方式で実施された。今回はタンザニアでの調査最初のTCであり、調査方針、かんがい施設強化対策について議論した。また、共同研究計画書について内容の確認を行った。

会議の後、アルーシャ州オルジョロにあるATCの試験ほ場において、地中かんがいの試験区、土水路対策試験区について現地視察を実施した。

2.8.2. ガーナ

関係機関から総勢18名が参集し、現地及びオンラインのハイブリッド方式で実施された。今回は調査最初のTCであり、調査方針、再生可能エネルギーを使ったかんがいについて議論を行った。また、共同研究計画書について内容の確認を行った。

2.9. 国内検討委員会

本調査を効率的、効果的に実施するため、有識者による国内検討委員会を設置（委員は表5-1のとおり）し、委員から意見を聴取している。今年度は、実証調査計画について意見を聴取するために令和5年1月に委員会を開催した。

表5-1　国内検討委員

分野	氏名	所属
水管理	石井　敦	筑波大学生命環境系　教授
かんがい	清水　克之	鳥取大学農学部　教授
栽培	鳥山　和伸	山形大学農学部　客員教授
水資源	堀野　治彦	大阪公立大学大学院農学研究科緑地環境科学専攻　教授

調査状況

土水路勾配測定	土水路浮上試験
ケンブリッジローラーによる締固め	締固め前後の土壌硬度測定状況
GNSS測量状況（タンザニア）	GCP測定状況（ガーナ）
浅層暗渠(カットドレーンミニ)	浅層暗渠(カットブレーカーミニ)

調査状況

循環かんがい	循環かんがい
小水力（ポンプ揚水で地区外へかんがい）	小水力（発電試験予定地）
水管理（ゲージ等なし）	水管理（落差を利用する水車）
節水栽培（試験圃場）	節水栽培（収量調査）

調査状況

評価（聞き取り調査）	評価（井戸畑かんがい）
テクニカルコミッティーの様子 （ガーナ）	テクニカルコミッティーの様子 （タンザニア）