

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：82104

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K22601

研究課題名（和文）アフリカの多様な水利用実態を反映した灌漑開発ポテンシャル評価のための研究

研究課題名（英文）Study on irrigation development potential which reflect divers water use in Africa

研究代表者

岡 直子（Oka, Naoko）

国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・農村開発領域・主任研究員

研究者番号：90879933

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：ため池の灌漑利用が広がらないことを問題の背景として、多目的に利用されるため池の灌漑開発ポテンシャルを評価することを目的とした。ガーナ国北部のため池10基の貯水域、灌漑開発想定地の調査結果から、全灌漑開発想定地に灌漑する貯水量のないため池が大部分であることがわかった。地形・土地利用現況から、灌漑開発想定地内2割～4割が灌漑適地ではないと判定された。また、ため池からの既存の水利用のうち、主要な要素である生活用水利用の観測データの分析から、一人当たりの水利用量を推計できた。得られた知見から、生活用水を確保しつつ、ため池の貯水を灌漑利用する場合の、灌漑に利用できる水量を推計できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ガーナ北部の近年設置されたため池について、灌漑適性が低いため池や受益地が含まれることを明らかにした。アフリカ農村部における生活用水の調査は、これまで聞き取りや観察による推計に頼っており長期的な実測例はなかったが、本研究ではガーナ北部の農村世帯を対象に2年9カ月にわたりセンサーを用いて家屋内で使用される水量の計測を用い、一人当たり家屋内での利用水量を定量化した。定量化した値は、現地の生活や生産活動の実態に即した基本的な水利用の主要要素であり、灌漑計画の前に確保すべき水需要量である。これらの知見から、灌漑に利用できるため池貯水量を算定するための数式を提案でき、持続的な灌漑計画立案に貢献できる。

研究成果の概要（英文）：The study aimed to assess the irrigation development potential of multi-purpose reservoirs against the background of the problem of the lack of widespread irrigation use of reservoirs. The survey results of the reservoir storage and potential beneficiary areas of ten reservoirs in northern Ghana showed that most reservoirs do not have the water storage capacity to irrigate all the potential irrigation development sites. Based on the topography and land use status, it was determined that 20% to 40% of the land within the assumed irrigation development areas was not suitable for irrigation. The per capita water use was estimated from the analysis of observed data on household water use, which is the main component of existing water use from the reservoirs. From the findings obtained, it is possible to estimate the water available for irrigation if the reservoir's stored water is used for irrigation while ensuring domestic water use.

研究分野：農業環境工学

キーワード：ため池 水利用 灌漑 生活用水 アフリカ 農村

1. 研究開始当初の背景

アフリカでは、増加する人口を支えるため、農業生産性の向上が求められている。サバナ、ステップ気候帯など水資源が希少かつ季節的に偏在している地域においては、灌漑による土地生産性の向上が一つの手段であり、ため池もその一つの手段となり得る。一方で水は、農業のみに利用されるものではない。サバナ気候帯に位置するガーナ北部では、ため池は生活用水、家畜飼養など農村における多岐に亘る用途に利用されることが報告されており、また、住居に利用するレンガ造り、シアバター製造、パーボイル米製造など小規模製造活動にも利用されている。当地域においては、“One Village, One Dam”という国営事業により村への灌漑用途も含むため池設置が進められているが、上記の農村の状況から、ため池が新たに設置されても村人はその貯水を農業のみならず生活その他の用途に利用する蓋然性が高い。このため、ため池の水を安定的に灌漑に使うには、村における多様な水利用を考慮することが不可欠である。しかし、村のため池の多様な水利用について総合的に検討された例はなく、村に新規水源が開発された場合に、どの程度の灌漑が可能なのかわからない。

2. 研究の目的

生活や生産活動の実態を踏まえた、ため池による灌漑開発ポテンシャルを明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

調査対象地は、乾期に水不足が頻発することからため池新設・改修が国の施策として進行中のガーナ北部とし、以下の方法で研究を行った。

- (1) 調査対象地で近年新設、改修されたため池のうち比較的容量が大きい池を対象に、地形・土地利用調査、現地観察、湖盆測量、地元住民への質問票調査を実施する。ため池下流部の地形・土地利用現況から想定される灌漑開発地に対し、ため池満水時の貯水量がすべて灌漑に利用される場合の灌漑可能面積割合を、想定される作物要求水量から推計する。
- (2) ため池の想定される灌漑開発地を対象に、土壌の種類、水源までの距離、土地利用等の評価基準を階層分析法により総合評価として統合し、灌漑適性を分類・評価する。
- (3) ため池の水利用に関する聞き取り調査と、取得済みの家庭内生活用水利用量の計測データを組み合わせ、灌漑開発に先立ち確保すべき量を明らかにする。
- (4) ため池集水域の地形・土地利用現況からため池への流出モデルを構築するとともに、ため池の水位観測・水文観測データ・ため池の水収支式を用いて、ため池貯水量推計モデルを開発・検証する。
- (5) それらを統合し、村におけるため池を利用した灌漑開発ポテンシャルを明らかにする。

4. 研究成果

- (1) 10基のため池について、貯水容量が1回灌漑に利用される前提条件で、乾期の灌漑可能割合を評価した結果、すべてのため池が灌漑開発想定地に対して灌漑用水を確保できるわけではないことが明らかになった。灌漑開発想定地面積に対する灌漑可能面積の割合は、約10%から110%と推定され、平均は50%であった。既存の水利用があることを考慮すると、灌漑可能面積はさらに小さくなると考えられる。一方で、質問票調査の結果から、地元コミュニティがため池を重要なインフラととらえ、灌漑を重要な活動としているなど、期待の高さが示された。気候変動下で限られた灌漑用水を十分に利用するためには、灌漑に利用可能な水量に関する明確なガイドラインと、管理手法が必要である。[1]
- (2) 現地調査の結果及び既存の情報を用いて、4基のため池を対象に灌漑適性を分類・評価した。その結果、対象としたため池の灌漑開発想定地のうち6割から8割が灌漑適性を有する一方で、2割～4割は灌漑に適していないと判定された。貯水容量からみた灌漑可能面積が限定される中で、灌漑適性の高い池点を灌漑地としていく必要性があると考えられる。[2]
- (3) ガーナ北部における小規模貯水池灌漑開発の欠点として、様々な用途に水を配分する概念がないことがあげられる。多目的に利用されているため池の水利用において、生活用水は、水利用間の競合を避けるために灌漑とは別に確保されるべきであり、小規模貯水池の灌漑開発を設計する前に見積もらなければならない。しかし、生活用水の需要を推計するデータは限られており、また、ほとんどの研究は、聞き取りや観察による推計に頼っている。このため、ガーナ北部の2農村8世帯を対象に2年9カ月にわたりセンサーロガーを設置した計測容器を用いて家庭で使用される水を計測したデータと、聞き取り調査の結果を組み合わせ分析し、生活用水利用量の季節差と、灌漑開発のための小規模貯水池の水利用可能量の推定方法について考察した。結果は、次の通りである。

生活用水は、i)消費(飲用と調理) ii)衛生(入浴、洗濯、掃除) iii)アメニティ利用(芝生への散水、洗車、その他の不要不急の作業) iv)生産的利用(家畜や家庭菜園への散水、ビール醸造)の4つに分類される[3]が、聞き取り調査の結果、アメニティ利用は確認できなかった。

た。また、消費、衛生、生産的利用のための水は、家屋内と家屋外で利用され、屋内で利用する水は女性、家畜用と農業用は主に男性によりに利用されるといった男女差が確認された。

1人当たりの1日使用水量は、世帯によって3.8リットルから20.2リットルと幅があった。人がほとんどの条件下で、水分補給と食品への取り込みに十分な水を供給するための水分摂取量の最小量とされる7.5リットル[4]よりも小さい世帯があることから、本研究手法では計測できなかった量があることに留意が必要である。また、対象2村の平均は、14.3リットルと7.4リットルと有意ではないものの差があり、これは先行研究[5]で指摘された、水汲み場からの距離に影響を受けている可能性がある。

調査期間中の1人当たりの1日使用水量の月平均と月降水量から、水使用の季節変動を観察した。降水量が100mm/月以上の月を雨季、雨の降らない月を乾季として、乾季では1人1日平均12.43リットル、雨季では5.75リットルであり、有意差があった($t(7) = 3.93$, $p = 0.0057$)。過去の研究では、水使用の季節差について雨期が多くなるという報告も、乾期が多くなるという報告もあるが、本研究の結果は、水分補給の必要性や家庭での採水への依存度から、人々は乾季により多くの水を消費する[7]という考えを支持するものである。

水利用における生活用水の重要性及び調査で補測できていない数量があることを考慮すると、灌漑計画にあたり確保すべき一人一日の生活用水需要量は、得られた使用量のうち上位の値である雨期25リットル、乾期30リットルを適用できる考えられる。

聞き取り調査では、家屋内の生活用水のうち、生産活動(シアバター製造、パーボイル米製造)に利用する水量が最も多いとの認識が示された。しかし、観測した水利用量データと観測容器からの水利用内容の相関比を計算したところ、家庭内における生産活動の有無や、家畜への給水の有無が、利用量に影響を与えているとはいえなかった。

灌漑開発に先立ち確保すべき生活用水需要量は、以下の式とデータにより推計が可能である。この式に含まれる要素のうち、「ため池でのその他の水需要」は、ため池での洗濯、レンガ造りなど、本調査で補測できていない水利用に対する需要であり、定量化が必要な要素である。

生活用水需要量 = 家屋内での水需要(1人1日25リットル~30リットル)

- + ため池での家畜用水需要(一頭当たり水需要量×頭数)
- + 既存の農業用水需要(必要水量×圃場面積)
- + ため池でのその他の水需要
- + 将来の需要

(4)ため池に設置した水位計が紛失しデータの蓄積が遅れたため、ため池貯水量推計モデルは構築できなかった。

(5)灌漑開発ポテンシャルは、灌漑に利用できる水量により決定される。降雨によるため池貯水の増量が想定されない乾期については、灌漑に利用できる水量はため池の貯水容量から(3)の生活用水需要量を引くことにより求めることができる。雨期の補給灌漑が想定される場合の灌漑に利用できる水量は、(4)のため池貯水量推計モデルが必要である。

以上の成果は、ため池貯水を利用した、生活や生産活動の実態に即した基本的な水利用に水を配分したうえでの灌漑開発ポテンシャルの評価に向けて、主要要素の一つである生活用水についての知見を提供するとともに、さらに定量化が必要となる要素を明らかにしたものである。

1. Oka, N., et al. *Assessment of the irrigation capacity of multipurpose small reservoirs in northern regions of Ghana*. in *The 2023 Conference of International Society of Paddy and Water Environment Engineering*. 2023. Busan, Korea.
2. Shaibu, A.G., et al., *Land suitability for irrigation of small reservoirs using spatial techniques in the upper regions of Ghana*. Irrigation and Drainage, 2024.
3. Thompson, J., et al., *Drawers of Water II. 30 years of change in domestic water use and environmental health in East Africa*. 2001.
4. World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th edn. ed. 2011, Geneva.
5. Howard, G. and J. Bartram, *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. 2003, WHO.
6. Osei-Asare, Y.B., *Household Water Security and Water Demand in the Volta Basin of Ghana*, in *Law, Economics & Management*. 2005, European University Studies: Berlin. p. 151.
7. Rosen, S. and J.R. Vincent, *Household Water Resources and Rural Productivity in*

Sub-Saharan Africa: A Review of the Evidence. 1999.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 1件）

1 . 著者名 Shaibu Abdul Ganiyu、Kpiebaya Prosper、Salifu Eliasu、Oka Naoko	4 . 巻 -
2 . 論文標題 Land suitability for irrigation of small reservoirs using spatial techniques in the upper regions of Ghana	5 . 発行年 2024年
3 . 雑誌名 Irrigation and Drainage	6 . 最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/ird.2913	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1 . 発表者名 Naoko OKA, Abdul-Ganiyu Shaibu
2 . 発表標題 Quantification of Domestic Water Use in Households in Northern Ghana
3 . 学会等名 PAWEES 2021 International Conference（国際学会）
4 . 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6 . 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	シャイブ アブドゥル＝ガニユ (Shaibu Abdul-Ganiyu)		
研究協力者	ピエバヤ プロスパ (Kpiebaya Prosper)		
研究協力者	サリフ エリアス (Salifu Eliasu)		

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ガーナ	University for Development Studies			