

自己評価報告書

平成23年4月12日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008～2011

課題番号：20255012

研究課題名(和文) 西アフリカのサバンナ気候下における農村水資源開発オプション

研究課題名(英文) Development Options for Rural Water in West African Savannas

研究代表者

宇波 耕一 (UNAMI KOICHI)

京都大学・大学院農学研究科・准教授

研究者番号：10283649

研究分野：水資源工学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：水資源, 水工水理学, サバンナ, 最適化, ガーナ国

1. 研究計画の概要

西アフリカのサバンナ気候下にある典型的な農村地区として、ガーナ国北部州トロン/クンブング郡のボンタンガ川流域を選定する。この地区をコアサイトとし、調査、モデル構築、実際の小規模水資源開発を行う。調査の内容は、気象各項目、既存溜池の水位、土壌水分についての自動連続観測、水質、とくに塩分に関するサンプリング調査、測量調査、土地利用、営農、生物行動、感染症発生に関する聞き取り、観察、踏査、資料収集である。地下水流動、水質挙動、水生生物行動を確率過程として捉える概念モデルを構築し、調査結果によるパラメータ推定と検証を行う。実際の小規模水資源開発を、これらのモデルに最適化手法を適用した上で実施する。実験、比較対照、知見の共有を行うため、ガーナ国内、日本国内のいくつかの研究フィールドを活用する。以上の多面的な研究を集約し、研究の最終段階では、水資源開発オプションについての最適戦略を提示する。

2. 研究の進捗状況

研究の遂行に必要な観測機器は、初年度の平成20年度および21年度を中心に整備した。また、現地研究協力者によるデータ収集体制も整備した。とくに、高精度のGPS測量システムは、地形の詳細な把握ならびに土木工事に際して多大な威力を発揮した。

水理・水文現象の定量的な把握は水資源開発の前提となるので、まず、浅水方程式に基づく流れ場の数値解析モデルを開発し、検証を行ったうえで実際に発生する地表流を計算機上で再現した。この過程において、植生による降雨遮断効果、表層土の透水性、地表面の粗度を評価することができた。なお、開

発した数値解析モデル自体も、従来にない優れた特徴を有するものである。また、湿地帯表層土における浸透流についても、数値的手法を用いて解析を行った。

一方、水資源開発の視点に立てば、少なくともサバンナ気候下においては、降雨時系列が地域を特徴づける根源的な情報となるはずである。そこで、確率過程モデルを構築して高精度の雨量計によって収集した降雨時系列データに適用し、コアサイトならびに対照地区における洪水と渇水の同時リスク評価を行った。

コアサイトならびに日本国内の比較対照地区において詳細なフィールド調査を行った結果、稲作、漁撈、小規模貯水池が不可分なシステムを構成していることが明らかとなった。そこで、水田および農業用排水路における魚類の移動過程、ならびに、複数の小規模貯水池を有するコアサイトにおける魚類個体数のダイナミクスにつき、それぞれ確率微分方程式を用いてモデル化し、水資源開発オプションとの関連について考察した。また、これらの知見に基づき、実際にコアサイト現地において稲作圃場地下畦畔の建設、ならびに、決壊ダムの修復工事を行った。

一方、風力揚水による乾季畑地灌漑の試験を行う予定であったが、諸事情により実施できない状況となったので、これに関する工学的説明を行うための理論を構築中である。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

観測機器の故障が頻発し若干の困難が発生したが、洪水によるダム決壊を逆に研究の好機としてとらえ、調査頻度を増やすことに

より予定通りの成果をあげることができた。したがって、一部の自動観測装置によるデータ収集を除いて現地調査を平成 22 年度にて完了することとした。

4. 今後の研究の推進方策

フィールドにおける調査をおおむね完了したので、理論構築と今後の展開方向の模索に重点を移していく。理論の具体的な内容としては、ひきつづき、確率微分方程式を軸とした統合的モデル化手法の体系化を推進する。これまでに完成した洪水濁水リスクの同時評価モデル、1 次元地表流解析モデル、生物個体群持続可能性モデルを、それぞれ、水資源管理の確率論的意思決定モデル、2 次元地表流自由地下水流同時解析モデル、食物連鎖系持続可能性モデルへと高度化する。また、これまでに開発してきたモデルや理論は、西アフリカにて検証を行ってきたが、地球規模における適用可能性については未知数である。そこで、雨季と乾季の交代、稲作と漁撈の共存、貧困や感染症といった共通の農村環境基盤支配要因を有しつつ、営農体系、外来河川の影響、小規模水源のオプションにおいて西アフリカとは明確に異なっている、バングラデシュ国ダッカ区北部において予備的調査を行う。研究成果については、査読つき学術誌ならびに国内外の学会にて公表するほか、一般向けのウェブサイトを開設する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① Ishida K, Yangyuoru M, Unami K, Kawachi K (2011) Application of shallow water equations to analyze runoff processes in hilly farmlands, *Paddy and Water Environment*, 9pp, published online on 6 April 2011, DOI:10.1007/s10333-011-0270-6 (in press). (査読有)
- ② Unami K, Alam AHMB (2011) Concurrent use of finite element and finite volume methods for shallow water flows in locally one-dimensional channel networks, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 18pp, published online on 30 March 2011, DOI:10.1002/flid.2554 (in press). (査読有)
- ③ Unami K, Yangyuoru M, Alam AHMB (2010) Rationalization of building micro-dams equipped with fish passages in West African savannas, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 12pp, published online on 28 December 2010, DOI:10.1007/s00477-010-

0451-7 (in press). (査読有)

- ④ Unami K, Izumi T, Imagawa C, Kawachi T, Maeda S, Takeuchi J (2010) Infiltration process in rainfed rice field soil of Ghanaian inland valley, *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 15(2), 17-20. (査読有)
- ⑤ Unami K, Ishida K, Kawachi T, Maeda S, Takeuchi J (2010) A stochastic model for behaviour of fish ascending an agricultural drainage system, *Paddy and Water Environment*, 8(2), 105-111. (査読有)
- ⑥ Unami K, Abagale FK, Yangyuoru M, Alam AHMB, Kranjac-Berisavljevic G (2010) A stochastic differential equation model for assessing drought and flood risks, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 24(5), 725-733. (査読有)
- ⑦ Unami K, Kawachi T, Kranjac-Berisavljevic G, Abagale FK, Maeda S, Takeuchi J (2009) Case study: Hydraulic modeling of runoff processes in Ghanaian inland valleys, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE*, 135 (7), 539-553. (査読有)

[学会発表] (計 4 件)

- ① 宇波耕一・河地利彦・横塚貴之 (2010) 確率過程モデルに基づく灌漑用貯留タンク的设计, 農業農村工学会京都支部第 67 回研究発表会講演要旨集, 2010 年 11 月 18 日, 津市, 4-13-4-14.
- ② 宇波耕一・河地利彦 (2010) 移動を考慮した生物個体群の定常確率過程モデル, 日本雨水資源化システム学会第 18 回研究発表会講演要旨集, 2010 年 11 月 6 日, 岐阜市, 51-52.
- ③ Abagale FK, Unami K, Kawachi T (2009) Key issues in management of existing micro-dams in Ghana, *Proceedings of the 17th Annual Congress of Japan Rainwater Catchment Systems*, 1 November 2009, Kanazawa, Japan, 109-112.
- ④ Unami K, Kawachi T, Miyauchi A (2009) Application of shallow water equations models for water hazards problems, *Proceedings of the International Conference on Water, Environment, Energy and Society (WEES)-2009*, 12 January 2009, New Delhi, India, Volume I, 217-222.

[図書] (計 1 件)

- ① Unami K, Kawachi T, Maeda S, Takeuchi J (2008) Computational methods supporting rainwater harvesting technology, Chapter 4 in *New Topics in Water Resources Research and Management*, Edited by Andreassen HM, Nova Science Publishers, 167-193.