

ガーナ国沿岸サバンナ気候区の乾季における溜池灌漑 Tank Irrigation in Dry Seasons of Ghanaian Coastal Savanna Climate Zone

宇波耕一*・河地利彦*
Koichi Unami and Toshihiko Kawachi

1. はじめに ガーナ国の沿岸サバンナ気候区に位置するガーナ大学Kpong農業研究センター(ARC-Kpong)においては、半乾燥地における農業水利に関する実証的研究を行うため、試験用溜池灌漑スキームが建設されている(Kawachi *et al.*, 2005). この地域では、1年の間に大雨季(4月~7月)と小雨季(9月から11月)の2回の雨季がある(図1). また、年による降雨量の変動が非常に激しい. よって、小雨季や渇水年の大雨季における基幹作物への補給灌漑が有効である他、乾季灌漑によって換金作物を栽培することが生産性の高い農業を展開する上で重要である. なお、土壌は膨潤性粘性土のCalcic Vertisolであり、乾燥時には大きな亀裂を生じる一方、飽和時には低い透水性を示す.

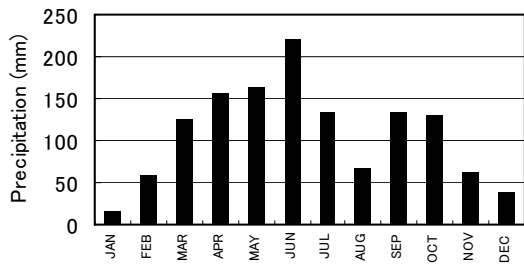


図1: ARC-Kpongの月別平均降雨量
Figure 1: Monthly average rainfall in ARC-Kpong

試験用溜池灌漑スキームでは、2007年1月から3月の乾季に、この地域の主要な換金作物の一つであるオクラ(*Abelmoschus esculentus*)の灌漑条件下での栽培実験を行っている. 栽培期間は約70日で、畝上に直播し、畝間灌漑を行う.
2. 溜池からの取水政策 溜池からの灌漑用水の取水は、手動のスルースバルブが取り付けられた長さ21.9m内径0.4m勾配1/50の円管底樋から行われる. 底樋上流端の底部はEL29.0mに位置する. 灌漑用水は、重力のみにより、長さ13.6m幅5.0mの沈砂池、長さ8.0m幅0.6m勾配1/80の量水フリューム、長さ216m底幅0.6m台形断面のコンクリート送水路、長さ23mの素掘配水路を経て圃場へと導かれる. 乾季においては、実質的に無降雨であることを想定する必要がある. また、溜池水面からの蒸発による損失は乾季にお

いては7mm/dayに達する一方、漏水はこれに比べて微小であることが、これまでの観測で明らかとなっている(宇波ら, 2006). したがって、溜池の水収支式としては、時間 t に関する常微分方程式

$$\frac{dV}{dt} = A \frac{d\eta}{dt} = -AE - u \quad (1)$$

を用いる. ここに、 V は溜池貯水量、 A は溜池水面積、 η は溜池水位(EL)、 E は溜池水面からの蒸発位、 u は取水流量である. 溜池の水位 水面積関係式は、

$$A = 1250(\eta - 29.0) + 250 \quad (\text{m}^2) \quad (2)$$

で近似的に与えられる. 溜池からの取水政策としては、灌漑期間中に溜池貯留量の回復が期待できない厳しい条件の下では供給主導型とせざるを得ないが、選択肢として以下の2つを検討する. 政策S-1: 初期時刻にバルブ開度を固定し、溜池管理者は灌漑期間終了までバルブを操作しない. 1日あたりの取水量は、溜池水深 $\eta - 29.0$ の平方根に比例する. 政策S-2: 溜池管理者は毎日バルブを操作し、最大流量を短時間取水する. 1日あたりの取水量は一定となる.

灌漑期間を2007年1月10日からの72日とし、終了時に溜池が空になるよう式(1)と式(2)に基づいたシミュレーションを行って初期取水量を求めれば、政策S-1では14m³/day、政策S-2では8m³/dayとなる. なお、初期条件は実測値 $\eta = 30.143$ を用いている. 各政策下での溜池水位は、Figure 2のように変動する.

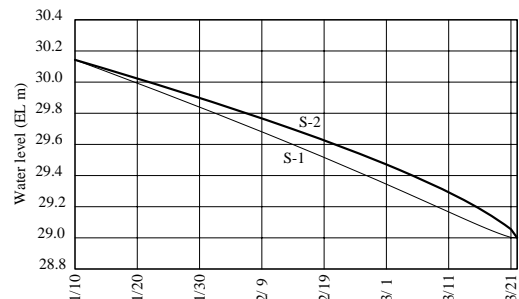


図2: 各取水政策下での溜池水位変動
Figure 2: Variation in water level of irrigation tank under each intake strategy

*京都大学農学研究科, Graduate School of Agricultural Science, Kyoto University
キーワード: 沿岸サバンナ気候区, 供給主導型溜池灌漑, オクラ

政策S-1は、灌漑水量が時間とともに減少するが、溜池管理者の労力は少ない。一方、政策S-2においてはバルブ操作において若干の技術と手間が要求される。そこで、最初にS-1が実行可能であるかを確認するため、2007年1月10日に、実際に14m³/dayに相当する流量を取水して底樋から圃場までの流れを定常状態に近づけた。その結果、素掘配水路区間における損失のため、圃場まで灌漑用水が到達しないことが判明した。次に、S-2を試みるため、コンクリート水路において溢水の発生しない最大流量30L/sを300sの間、すなわち9m³の灌漑用水を流下させたところ、畝間を満水することが可能であった。そこで、S-2を溜池からの取水政策として採用し、バルブ操作員が、日曜日と降雨翌日を除く毎日、この操作を行って日誌に記録することとした。

3. 灌漑圃場におけるオクラ栽培の経過 取水政策を決定した1月10日に、直ちに十分な灌漑水で畝全体を飽和させ、オクラを播種した。灌漑は畝間一条のみに行うものとし、それを挟む2条の畝それぞれに60cmの間を隔てて2条、計4条の播種を行った。畝の縦断方向における播種間隔は30cmとした。畝の全長は50mで、配水路から20mと40mの位置に堰を仮設して畝間に灌漑水が貯留される構造とした。

気象データおよび溜池水位は、自動観測されログに記録されている。図3に、1月10日から3月1日までの日射量(赤)、降雨強度(黄緑)、溜池水位(青)、湿度(深緑)、気圧(紫)、気温(赤)、地温(緑)、および風速(水色)を示す。

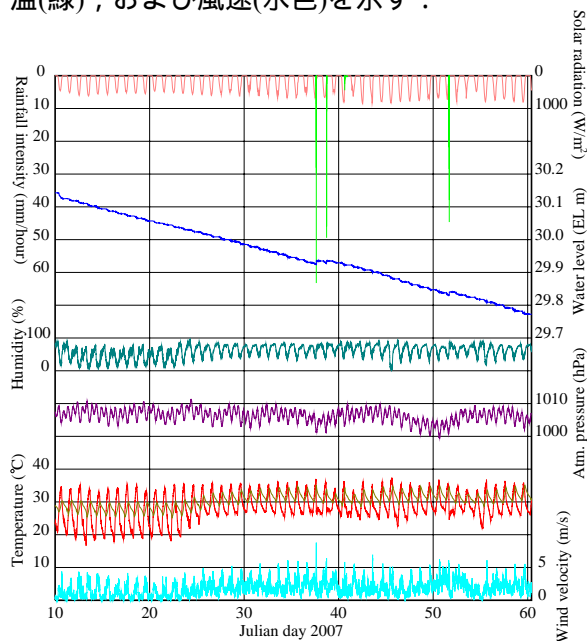


図3: 観測された気象データと溜池水位変動
Figure 3: Observed meteorological data and variation in water level of irrigation tank

1月22日までは、乾燥した北東貿易風によってもたらされる砂塵(ハーマットン)により日光がさえぎられ、日射量、湿度、気温、地温の低い状態が続き、溜池水位の低下は5mm/day程度に抑えられている。その後は、溜池水面積縮小の影響もあり、7mm/day程度へ増大してきている。2月6日に13.69mm、2月7日に9.90mm、2月9日に1.14mm、2月20日に13.16mmの降雨があり、溜池水面への直接降雨分のみ水位が回復している。すなわち、溜池集水域からの流出は発生していない。これらの降雨により、2月7日と2月8日には灌漑を行っていない。理由は不明であるが、2月21日には灌漑を行っている。また、2月16日と3月2日に、施肥と防虫剤散布を行っている。写真1に、3月1日現在のオクラ圃場の状態を示す。畝の灌漑側と非灌漑側ではオクラの生育に著しい差が現れていることがわかる。



写真1: オクラ圃場への畝間灌漑
Picture 1: Furrow irrigation of okra farm

5. おわりに 以上により、溜池による水源開発がなされた沿岸サバンナ気候区において、オクラの乾季栽培が特別高度な水管理技術にはよらずに実施可能であることが示されたと考えられる。今後は、圃場水分を計器を用いて常時観測し、必要な場合のみに灌漑することによってより節水的な高度水管理を実現したいと考えている。一方、この地域における営農上の問題の一つは、放牧牛の侵入であり、とくに野菜類を栽培する際には写真1に示すような柵囲いなどが不可欠である。また、品質や単位面積あたりの収量を確保するには、施肥や防虫剤散布が必要である。乾季灌漑による集約的農業の普及のためには、水管理の高度化と同時に、これらの制約因子に対する解決策が要求される。

引用文献 [1] Kawachi, T., S. Aoyama, M. Yangyuoru, K. Unami, T. Matoh, D. Acquah, and S. Quarshie, 2005. An irrigation tank for harvesting rainwater in semi-arid savannah areas. *J. of Rainwater Catchment Systems*, 11(1): 15-22. [2] 宇波耕一・河地利彦・M. Yangyuoru, 2006. 熱帯サバンナにおける灌漑用溜池の水収支. 第14回日本雨水資源化システム学会研究発表会要旨集, 85-88.