

スーダン・ガッシュデルタ洪水灌漑地区における作付けパターンについて Cropping patterns in the Gash Delta Spate Irrigation System, Sudan

○藤原洋一¹ 田中丸治哉² 多田明夫² Bashir M.A. Adam³ Khalid A.E. Elamin³
○Y. Fujihara¹, H. Tanakamaru², A. Tada², Bashir M.A. Adam³, Khalid A.E. Elamin³

1. はじめに 洪水灌漑 (spate irrigation) は、普段は水の流れていない涸れ川に取水堰を設置し、洪水期に取水して灌漑地へ導水する灌漑システムの一つである¹⁾。スーダン東部のガッシュデルタはスーダンを代表する洪水灌漑地区で、研究論文²⁾などではガッシュデルタの灌漑域は100,800haであり、毎年この3分の1が耕作され、残りの3分の2は休閑になると紹介されている。しかしながら、ガッシュデルタ全体の統計情報は十分には整理されておらず、作付けパターンの実態は不明である。そこで、本研究では、Landsat8画像を利用して、ガッシュデルタ洪水灌漑地区における作付けパターンを分析した。

2. 研究方法 ガッシュ川の源はエチオピアおよびエリトリア高原で、エリトリア内を流下した後にスーダンに流れ込む。雨季は5月から始まり、10月にはほぼ終了し、年間降水量は250mm前後である。このガッシュ川に、7つの取水堰とそれに続く幹線水路があり、6つの灌漑ブロック (南からカッサラ、メカリ、デガイン、テンデライ、メタティブ、ハダリヤ) がある。各ブロックは、ミスガ (Misga) と呼ばれる幅0.7~1.0km、長さ約10kmの灌漑単位 (圃場) によって細分されている。全てのミスガで毎年耕作が行われるのではなく、耕作ミスガと休閑ミスガに区分してローテーションが組まれている。なお、現在の主な作物はソルガムで、その栽培期間は11月から翌年1月までの3ヶ月である。

2016年12月に現地調査を行い、土地利用および作付状況のグランドトゥルースデータの収集を行った。土地利用は、耕作地、非耕作地、灌木地、水体、湿地に分類することとした。なお、灌木は外来植物のメスキートで、砂漠化対処などの目的から植林されたが、地下水の低下をもたらすなどといった問題を抱えている。また、非耕作地には、休閑地だけでなく、天水による農業地帯、荒地も含めた。GPSに記録していたトラックポイント、さらに、グーグルアースを活用して、衛星解析のためのトレーニングデータを作成した。その結果、5つの土地利用 (耕作地、非耕作地、灌木地、水体、湿地) のそれぞれに対して、30地点のトレーニングデータを得ることができた。

衛星画像にはLandsat8を利用した。2013~2016年のデータを全てダウンロードし、デジタルナンバーから地表面反射率に変換した。反射率データから、植生に関する3つの指標 (NDVIなど)、および、水に関する6つの指標 (NDWIなど) を計算した。土地利用の分類手法には決定木分類を利用することとした。つまり、説明変数は、各指標から得られる統計量 (年平均値、年最小値、年最大値など)、目的変数は、5つの土地利用となる。さらに、構築された決定木を用いて、2013~2015年についても土地利用分類を行う。この結果から、6つの灌漑ブロック毎に耕作面積の年々変動、耕作休閑のローテーションタイプについて分析することとした。また、灌漑面積は降水量の多寡と関係があることが予想されるため、Global Precipitation Climatology Project (GPCP) の降水量データを利用した。

1 石川県立大学生物資源環境学部 *Ishikawa Pref. Univ., Fac. of Bioresources and Environmental Sciences*

2 神戸大学大学院農学研究科 *Kobe University, Graduate School of Agricultural Science*

3 スーダン農業研究機構 *Agricultural Research Corporation*

キーワード：洪水灌漑、衛星解析、Landsat8、スーダン、ガッシュデルタ

3. 結果・考察 植生指標3種類、水指標6種類の組み合わせ（18パターン）によって決定木分類を適用したところ、植生指標にはNDVI (Nir-Red/Nir+Red)、水指標にはNDWIg1 (Green-SWIR1/Green+SWIR1) を利用した場合が最良であった（正解率94%）。この決定木を利用して、全期間（2013～2016年）における土地利用分類を行ったところ、灌木地（メスキート）はどの年もほぼ同じ場所に特定されていたことから、決定木による土地利用分類は信頼できると考えられた。一方、耕作地は年によって耕作される場所が異なっており、耕作と休閒のローテーションを行っていることが確認された。しかしながら、年によって耕作面積が明らかに異なっており、必ずしも“毎年3分の1が耕作され、残りの3分の2は休閒”とはなっていないことが分かった。ここで、6つの灌漑ブロック毎における耕作面積、および、ガッシュデルタ全体の耕作面積の変動を **Fig.1** に示す。これを見ると、2015年の耕作面積が最も小さく27,780ha、2014年の耕作面積が最も大きく80,730haとなっている。2015年の降水量は253mm、2014年の降水量は564mmとなっており、耕作面積の変動は年降水量の多寡と対応していることが分かる。

耕作と休閒ローテーションのパターン分類を行った結果を **Fig.2** に示す。これを見ると、3年ローテーションが行われている所と、2年ローテーションが行われている所があることが分かる。上流の2つのブロック（カッサラ、メカリ）は休閒と耕作を繰り返す2年ローテーションの方が割合としては多い。デガインブロックでは、2年ローテーションと3年ローテーション（2年休閒-耕作）がほぼ同率である。テンデライブロックでは、3年ローテーションが2年ローテーションを上回り、下流の2つのブロック（メタテイブ、ハダリヤ）では3年ローテーションが主流となっていることが分かった。

4. おわりに ガッシュデルタ洪水灌漑地区の作付けパターンについて分析した。今後の検討課題は、統計データによって本手法の妥当性を検証することなどである。

引用文献 1) 北村（2016）乾燥地の水をめぐる知識とノウハウ-食料・農業・環境を守る水利用・水管理学-、技法堂出版 2) 田中丸ら（2016）衛星リモートセンシングを利用した洪水灌漑圃場における水供給の不均一性評価、水土の知、84（9）、35-38

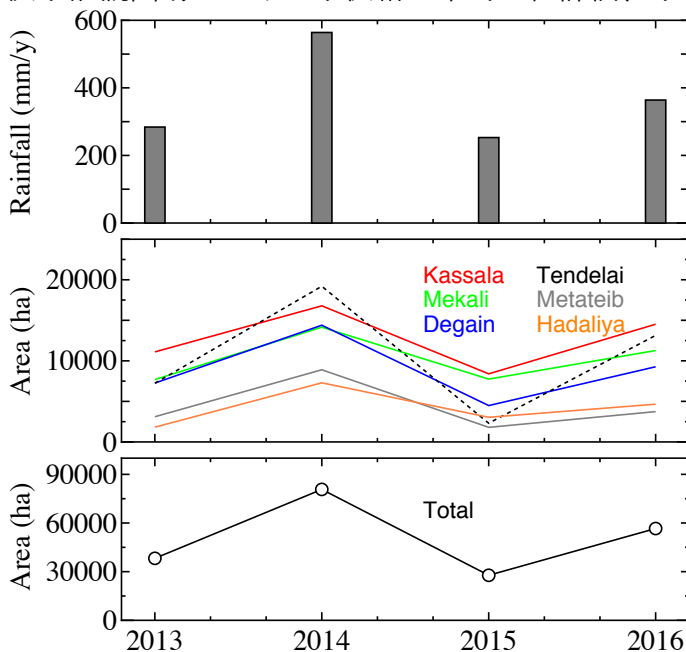


Fig.1 Irrigated area for each block from 2013 to 2016

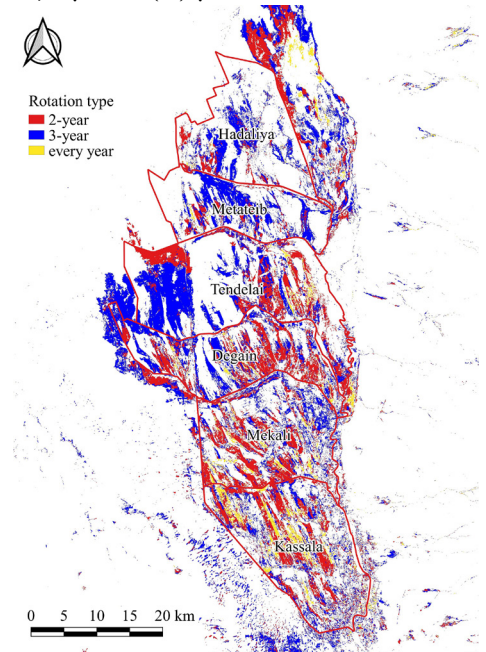


Fig.2 Spatial distribution of rotation types