

合成開口レーダを用いた天水田分類に適した状況をもたらす降雨履歴の特定 Rainfall history bringing suitable conditions for classification of rain-fed paddy fields with L-band SAR backscatter coefficients

星川圭介¹, 渡辺一生², 小寺昭彦³, 長野宇規³, 藤原洋一⁴

Keisuke Hoshikawa, Kazuo Watanabe, Akihiko Kotera, Takanori Nagano and Yoichi Fujihara

1. はじめに

天水田の湿潤度は灌漑水田に比べて極めて多様である。例えば代表的な天水稲作地域であるタイ東北部では、毎年安定的に湛水する湿潤な水田と豊水年にのみ作付けが可能な乾燥した水田、そしてその中間的な性質を持つ水田とが混在しながら分布している。湛水頻度の違いはコメの生産安定性に直結することから、現地農民たちは湛水頻度に代表される水田の湿潤度に応じて集落周辺の水田を分類し、「窪みの水田」「丘陵の水田」などの地形的表現で呼び分けている。こうした水田分類を広域にわたって実施できれば農業開発や土地利用の適正化に有用であると考えられる。

合成開口レーダ (SAR) により計測される後方散乱係数は、地表面における湛水の有無や含水率の推定に有用であり、水文条件に基づく水田分類にも利用可能であることが示されているが、各時点の各水田における湛水の有無等は、それ以前の降雨履歴に左右されるため、分類に使用する後方散乱データの取得時期や年によって分類結果が異なってしまう (星川ら, 2017) という問題がある。本研究では、これまで現地調査によって行われてきた天水田の水文条件分類を、SAR を用いて行う手法の開発を目的に、現地調査結果と最も適合する分類結果が得られる降雨履歴の特定を行う。

2. 手法とデータ

水田分類については宮川らがタイ東北部の Don Daeng 村の水田を対象として作成した筆単位の分類図によった。これは現地調査による地形分類図を高位・中位・低位の3カテゴリに再編したもので、高位や中位では干ばつによる不作付け、低位では豊作の頻度が高い傾向がみられる

(Miyagawa et al. 2006)。本研究では宮川らが対象とした 527 ha のうち一つの小集水域に含まれる 50 ha (163 筆) を対象とした。対象地域であるタイ東北部には明瞭な雨季と乾季があり、概ね 5 月から 9 月末までの間にほとんどの降雨事象が集中する。

SAR データについては 2007 年 1 月から 2011 年 3 月にかけて取得された ALOS-PALSAR Level 1.5 データを後方散乱係数に変換し、さらに入射角正規化処理したもの (γ^0) を用いた。

まず対象水田のうち高位と低位のカテゴリごとに後方散乱係数の中央値を上記 21 時点について算出し、中央値のカテゴリ間差が大きくなるデータの取得時期を絞り込んだ。その後、絞り込まれた複数時点データの組み合わせを変えながらランダムフォレストによる筆単位の教師付き分類を行い、分類精度の評価を実施した。教師データ・検証データにはともに上記の水田分類を使用し、変数としては各筆内の後方散乱係数の中央値ならびに四分位偏差を用いた。四分位偏差は各筆内の後方散乱係数のばらつきを示すもので、部分的湛水状態にある筆の判別に有効と考えられる。

各時点の降雨履歴を示す指標としては、各日の降水量からパン蒸発量を差し引いた値を日余剰水量とし、その対象期間中積算値を積算余剰水量と定義して用いた。ただし日余剰水量と積算余剰水量の和が負の値をとるときはその時点の積算余剰水量を 0 とし、負の値をとらないようにする。これは流出入のない地点における土壌水分貯留量を示すものともいえる。

1) 富山県立大学/Toyama Prefectural University, 2) 総合地球環境学研究所/Research Institute for Humanity and Nature, 3) 神戸大学/Kobe University, 4) 石川県立大学/Ishikawa Prefectural University

キーワード：天水田, 分類, PALSAR, 降雨履歴

3. 結果と考察

図1にカテゴリ別後方散乱係数中央値と積算余剰水量の時系列変化を示す。

2007年は雨季の半ば7月ごろから積算余剰水量がほぼ一定の割合で増加し始め、400 mmを超えた9月の時点で後方散乱係数中央値に差が生じ始め、積算余剰水量が最大となった10月に中央値の差も最となった。2008年は5月初旬と9月半ばにまとまった降雨のためそれぞれ積算余剰水量が急増した。後方散乱係数中央値の差は6月と7月の観測時に大きく、降雨がいったん収束する9月と河川氾濫が生じた10月に縮小するが、乾燥に向かう12月にふたたび拡大を見せた。2009年の雨季における積算余剰水量の増加は限定的で、後方散乱係数中央値にもほとんど差が生じなかった。2010年も雨季の半ばまで積算余剰水量の増加が限定的であったが、8月からは急増し、それに伴って後方散乱係数中央値にも差が生じ、乾燥過程においてその差は一時拡大した。

これらの結果は、後方散乱係数にカテゴリ間の差が生じるには積算余剰水量の蓄積が必要であること、蓄積が少ない状況から急増する際に大きな差が生じること、減少過程においても差が拡大する場合もあることを示している。

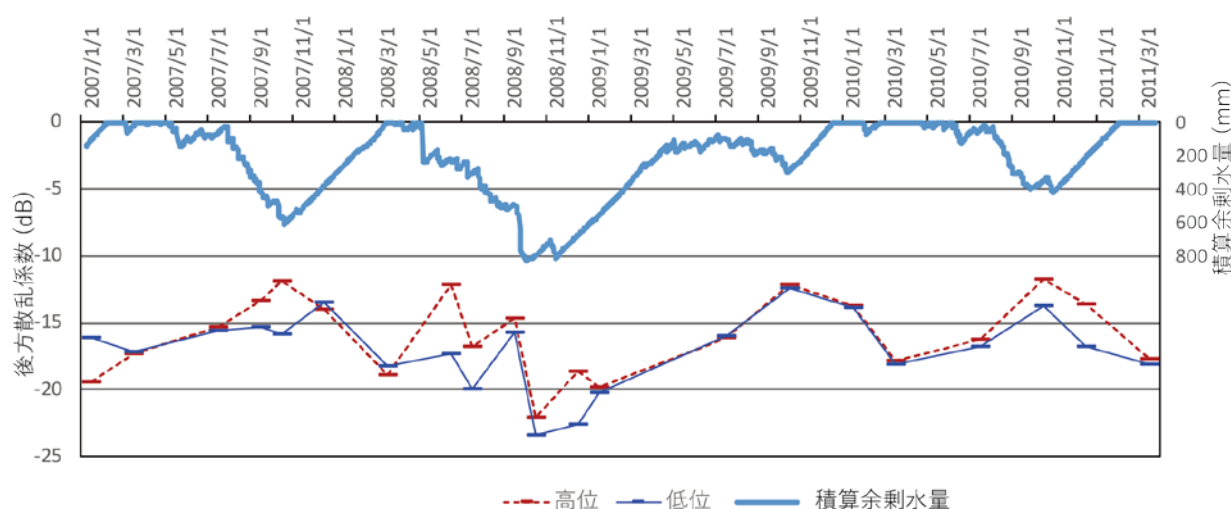


図1 カテゴリ別後方散乱係数中央値と積算余剰水量 (Accumulated surplus water) の時系列変化

次に2007年と2008年、2010年について、それぞれ比較的大きな差が観察された9・10月、6・7月、10月・12月の筆内後方散乱係数中央値と四分位偏差を変数として、変数の組み合わせを変えながら教師付き分類を行った。その結果、(1) 2006年9・10月の後方散乱係数中央値と四分位偏差、2008年6・7月の後方散乱係数中央値と四分位偏差、(3) 2008年6・7月の後方散乱係数中央値のみ、を変数に取った時にほぼ等しく最も高い精度 (誤判別率17%もしくは18%) が得られた。これらの結果は、乾燥状態から積算余剰水量が急増した際の後方散乱係数を使用することにより高い分類精度が得られること、また、平均的な降水量で徐々に積算余剰水量が増加した年であっても筆内の四分位偏差を変数に加えることにより高い分類精度が得られることを示す。

参考文献

- 星川圭介, Kroeksakul, P. 2017. 「天水稲作卓越地域における農業土地利用の変化と水文条件— タイ国東北部の事例」『—農業農村工学会論文集』304 (85-1), I_85-I_92
- Miyagawa, S., Tsuji, T., Watanabe, K., Hoshikawa, K., 2006. Long-term and Spatial Evaluation of Rice Crop Performance of Rain-fed Paddy Fields in a Village of Northeast Thailand. . 15(1), 39-49.