

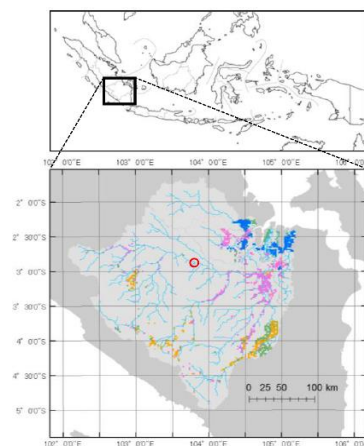
## 南スマトラ感潮湿地水田の気候変動影響評価のための作付日推定手法の検討

Estimation of Planting Date for Climate Change Impact Assessment on Tidal Swamp Paddy in South Sumatra

○辻本 久美子\*・太田哲・本間香貴\*\*

○Kumiko TSUJIMOTO\*, Tetsu OHTA and Koki HOMMA\*\*

**1. はじめに** 気候変動と人口増加を背景に、途上国各国で将来の気候・降水量・水資源の変化と、その農業への影響を評価し、適応策を検討することが求められている。数十年先の流域の変化を予測・検討するためには、数値計算による解析が有効であり、著者らはこれまで、流域の降雨-流出応答・灌漑・水稲収穫量を解くことができる数値モデルを開発してきた<sup>1), 2)</sup>。このモデルでは、降雨量と気象各要素を入力として、格子状に分割した流域内の各地点に対し、土壌水分量・蒸発散量・表面流出量・地中流を計算し、河道追跡して河川流量を求めると同時に、各点の条件に応じて、水稲の成長と収穫量を流域規模で分布的に計算することができる。灌漑効果も内部で逐次計算するため、灌漑取水による土壌水分量や河川流量の変化といった応答も計算できる。こうした数値モデルによる検討は、広域の将来予測に対して有用である一方で、様々な仮定に基づいて計算せざるを得ないという制約がある。とりわけ、自然条件への依存度が高い農地では、作付日に応じて生育期に受ける土壌水分ストレスの程度が異なり、収穫量にも影響すると見られるが、毎期の作付日は現地状況に応じて各農家が判断していることも多く、その判断過程を数値モデルで表現するのは困難である。例えばインドネシアでは一年を通して日射は十分にあるため、雨季の開始後、できる限り早く一期作の作付を行うことで二期作・二毛作を行おうとする一方、雨季初期の少雨による枯死を避けるべく、一期作の作付日を慎重に判断している様子がみられた。農業生産量に対する気候変動影響評価に際しては、こうした作付日の決定過程を、限られた利用可能データからいかに推測し定量的に数値モデルで表現するか、ということが、計算結果の妥当性に影響する課題になると考えられる。本稿では、インドネシア国スマトラ島南部のムシ川流域河口部に広がる感潮湿地水田 (Fig-1) を対象として、利用可能データから従属的に作付日を推定する手法について検討し、合致性の高い結果が得られたので、報告する。感潮湿地水田では、満潮時に海水面の上昇とともに塩水楔で河川水位が上昇することを利用して河川表層付近の淡水を水田に取水するため、農家にとっては燃料費のかかるポンプなどを使わずに確実に取水できるという利点があるが、灌漑水に海水が混入するリスクがあるため、取水時期や作付日は慎重に判断しているとみられる。



**Fig-1** Distribution of paddy fields in the Musi River Basin. ■rain-fed paddy, ■irrigated paddy, ■freshwater swamp paddy, ■tidal swamp paddy. ○ Observation station for water level.

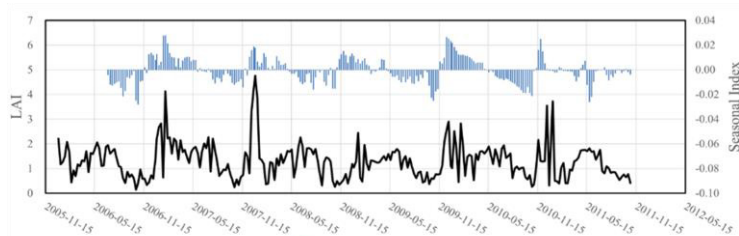
\* 岡山大学大学院環境生命科学研究科 Okayama University, \*\* 東北大学大学院農学研究科 Tohoku University

キーワード 水収支・水循環、水田灌漑

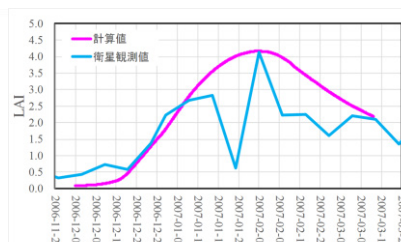
謝辞:本研究は科研費(基盤C, 課題番号 16K06503)及びJICAプロジェクト「インドネシア国プランタス・ムシ川における気候変動の影響評価及び水資源管理計画への統合プロジェクト」の支援を受けて実施し、インドネシア関係機関及びJICAプロジェクトメンバーには現地データ収集等に多大なご尽力を賜りました。ここに記し深く謝意を表します。

**2. 感潮湿地水田の生産量に対する気候変動影響評価手法** まず、流域全体を 500m 間隔の格子に分割し、降水量と気象データを入力として、河川に供給される淡水量を上流から河道追跡して計算する。次に、それによって求まる水位と河口部での観測潮位を 1 次元不定流モデルに入力し、塩水楔の影響を加味して河川水位を更新する。そして、その水位に応じて感潮湿地水田へ導水し、各点の土壌水分量を更新した上でイネの成長・収穫量を解く<sup>2)</sup>。降水量については、過去については地上観測値 (179 地点) と衛星推定値 (GSMaP) を併用し、将来については気候変動予測値をバイアス補正した値を与える。気象データについては、現在・将来ともに気象庁長期再解析データ (JRA-55) を与える。過去について校正・検証したモデルを用いることにより将来予測計算を行うことが可能となる<sup>1)</sup>が、気候変動によって降水パターンや水文環境が変化すれば、自然と作付日もシフトする可能性もあると考えられ、将来の食糧生産への気候変動影響評価を行う際、単純に暦によって現在・将来双方に対して同じ作付日を設定することは必ずしも適切ではないと考えられる。

**3. 感潮湿地水田地帯の作付日推定方法の検討** 検討の結果、次の方法でうまく推定できることが分かった。**Fig-2** は、現地河川流量から定義した指標 (SI) と感潮湿地水田の衛星観測 LAI (MODIS/MCD15A2H) の時系列を示している。SI が負から正に逆転するタイミングと LAI の立ち上がりのタイミングが毎年よくあっており、SI を用いて本地域の感潮湿地水田の作付日を推定することの妥当性が認められる。SI は、各日 (t) の 180 日間移動平均流量  $Q(t)$  と前日のそれ  $Q(t-1)$  の差分を、それらの平均値で除することにより正規化した値である。ここで 180 日間の移動平均を取ったのは、本地域は明瞭な雨季と乾季を有することから、大きくみれば河川流量は一年で一山であるとみなし、半年周期の特徴を抽出するためである。また、大流域とはいえ観測流量の日々変動が大きく見られたが、現地の農家は日々の細かい流量変動には感わされず経験に基づいてじっくり意思決定していたと仮定し、流量の絶対値ではなく、正規化した値でモデル化を行ってみたところ、合致性の高い結果が得られた。こうして推定した作付日を用いて計算した結果を **Fig-3** に示す。計算値が水稻の一個体の LAI であるのに対し、衛星データは面的な平均値であるため、両者の絶対値には多少乖離があるものの、LAI の立ち上がり (= 作付日) をはじめ、水稻生育に伴う LAI 季節変化のタイミングはよく合致しており、作付日に関する外部入力データを用いずとも、計算した水文諸量のみを用いて適切に作付日や生育速度を推定できていることが確認できる。このように本研究では、農事暦に関する情報が限られた大流域の感潮湿地水田について、作付日を既知変数から推定する方法を提案し、その妥当性が認められた。



**Fig-2** Time series of river discharge index (SI, blue bar) and LAI over tidal swamp paddies (black solid line).



**Fig-3** Time series of LAI over tidal swamp paddies by satellite observation (light blue line) and numerical simulation (pink line).

参考文献: 1) Monichoth, S.I et al.(2014) Water and Food Security under Climate Change in Cambodia, Transactions of the JSASS, 12, 31-39; 2) 太田ほか(2014) カンボジア西部穀倉地帯のコメ生産に与える気候変動および灌漑の影響評価の試み, 土木学会論文集 B1-70, 265-270.