

## タイ国における農地水ストレスの長期解析 Long-term analysis of water stress in farmland in Thailand

○松崎真里・田中賢治

○Masato MATSUZAKI, Kenji TANAKA

Thailand is in a tropical monsoon climate with distinct rainy and dry seasons. Since the 1970s, rice has been planted even in the dry season in some areas, and double cropping of the dry season and the rainy season has been practiced. Since rice cultivation in the dry season must be carried out within the limited water resources secured in the rainy season, it is important to accurately grasp the amount of water demand. In this study, agricultural water demand was calculated based on past meteorological data and land surface data in Thailand, and a comparison was made between the drought index and rice yield in the dry season.

### 1. はじめに

タイ国は熱帯モンスーン気候に位置し、明確な雨季と乾季に分かれる。古くから6月から10月までの雨季の豊富な降水を利用して、コメの栽培がおこなわれてきた。1970年代からはダムの開発や灌漑設備の普及などの要因によって乾季における水資源の状況が改善されたことで、一部地域で乾季にもコメの作付けが行われるようになり、乾季と雨季の二期作が行われるようになった。

しかし、乾季におけるコメ作は雨季に確保した限られた水資源の範囲内で行う必要があり、効率的な栽培にあたっては水需要量の正確な把握が重要であると考えられる。小槻ら(2012)は衛星データによる正規化植生指標(NDVI)を用いた農地のフェノロジー解析により農事歴を作成し、農地における水需要量の推定を行ったが、二期作地域における乾季の農業水需要量が過小評価されてしまうという課題があった。

本研究では、タイにおける過去の気象データと地表面データを基に農業水需要量を算出し、渇水指標と乾季作のコメ収量を比較して検討を行った。また、稲垣ら(2022)による ISIMIP3a の全球陸面過程長期解析の結果を用いて、栽培形態の変化が陸面過程モデルにおける水需要量変化にどのような影響を与えているか考察を行った。

タイ国は主要なコメ生産国の一つであり、タイから輸出されるコメは世界全体のコメ輸出量の約2割を占めるなど、世界の食料供給において重要な役割を果たす。水文データを用いて乾季作の水需要量を推定することは、将来における気候変動がコメ供給にどのような影響をもたらすか判断す

る上でも重要であると考えられる。

### 2. 方法

半島部分を除くタイ国を対象領域として、ISIMIP3aの入力データを用いて1971年から2017年までの50年間について乾季の渇水指標の変化を算出した。計算にあたっては分布型水文モデルを用い、正方形メッシュによる分割で計算を行った。

渇水指標には、雨季と乾季における農業水需要量変化の季節性を考慮して需要供給バランスを再現するために、CWD (Cumulative Withdrawal to Demand ratio: Hanasaki et al. 2018)を用いた。

$$CWD = \frac{\sum_{day}^{period} \min(demand, resource)}{\sum_{day}^{period} demand} \quad (1)$$

ここで、*day*:日、*period*:解析期間、*demand*:水需要量、*resource*:水供給量、である。CWDは0から1の値をとり、値が小さいほど深刻な渇水であることを示す。

水需要量の算出にあたっては陸面陸面過程モデルにSiBUC(Simple Biosphere including Urban Canopy: Tanaka 2004)を用いた。SiBUCは地表面状態を緑地・都市・水体の3つに分類して水収支計算を行う。SiBUCにより出力された灌漑要求水量を農地面積で補正することにより農業水需要量を算出した。

水供給量は、分布型流出モデル CaMa-Flood (Catchment-based Macro-scale Floodplain model: Yamazaki et al. 2010)を用いて算出した。CaMa-Floodの入力値にはSiBUCによって算出した

メッシュごとの流出量を用いた。CaMa-Floodによって算出した河川流量をメッシュ内で灌漑して利用すると仮定して渇水指標の計算を行った。

### 3. 結果

2017年における渇水指標の分布図を図1に示す。渇水指標CWDは値が小さいほど深刻な渇水状況であることを示し、図中では色が濃いほど水需要量に対して水供給量が不足していることを示す。タイ農業協同組合省農業経済局の統計資料に基づき、Nakhon Sawan県とChai Nat県における乾季作コメ収量と渇水指標との比較を行ったところ、渇水指標CWDと単位面積あたり収量*unit crop*の間には対応関係が見られた。

次に、1971年から2017年までのNakhon Sawan県における渇水指標CWDの時系列変化を図2に示す。エルニーニョ現象など渇水イベントではCWDが落ち込んでいる様子が見られる一方、二期作の拡大における水需要量変化の傾向は結果に反映されていないことが分かった。これは、SiBUCの入力地表面データに、農地利用の時系列変化が考慮されていないためであると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、乾季におけるコメ生産と渇水指標との関係性を示した。一方で、二期作における水

需要量推定では正確な農事歴の把握と、農地利用の時系列変化の考慮が重要である。今後はMODISなどといった高解像度の衛星データを用いたフェノロジー解析により、さらに正確な水需要量推定が必要になると考えられる。

### REFERENCES

- 1) 小槻峻司, 田中賢治, 小尻利治, 浜口俊雄. 衛星データから作成した農事暦を活用した全球陸域水循環解析. 水文・水資源学会誌 第25巻 第6号. 2012.
- 2) N. Hanasaki, S. Kanae, T. Oki, K. Masuda, K. Motoya, N. Shirakawa, Y. Shen, and K. Tanaka. An integrated model for the assessment of global water resources – part 2: Applications and assessments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 12-4:1027–1037, 2008.
- 3) Kenji Tanaka. Development of the new land surface scheme SiBUC commonly applicable to basin water management and numerical weather prediction model. 2004.
- 4) Dai Yamazaki, Shinjiro Kanae, Hyungjun Kim, and Taikan Oki: A physically based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model, *Water Resource Research*, Volume 47, Issue 4, 2011.

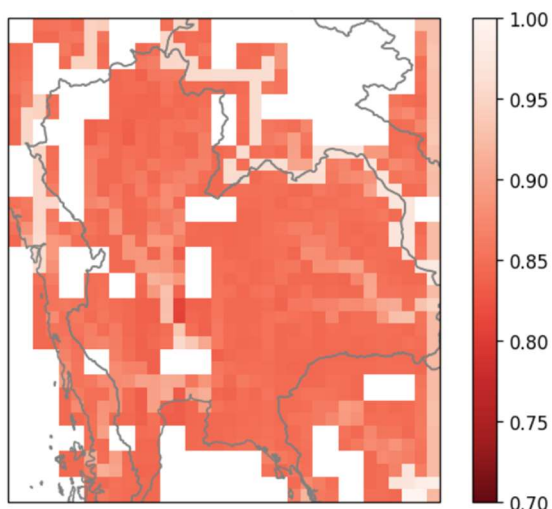


図 1. 2017年における渇水指標の分布

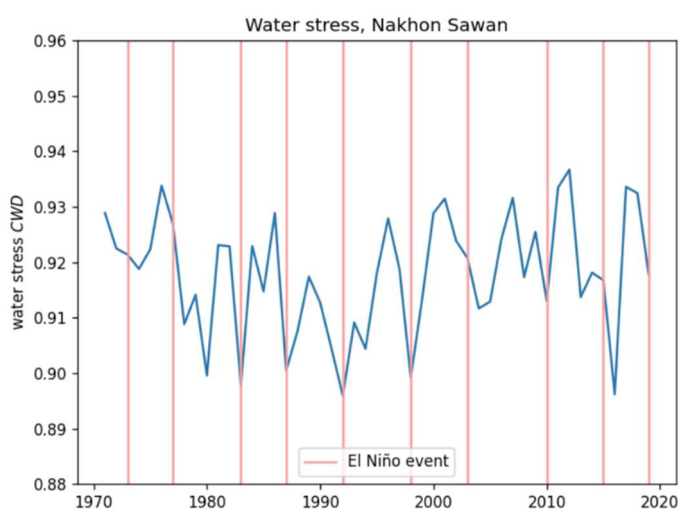


図 2. Nakhon Sawan 県における渇水指標の変化