

2023 年早出川灌漑域渇水における気象とダムの水資源供給能力の関係
Relationship between climate and agricultural water supply capacity in the irrigation area of
Hayadegawa Dam in 2023

○渡邊諒聖・堀 智晴・山田真史

○Ryosei WATANABE, Tomoharu HORI, Masafumi YAMADA

A severe drought that occurred in the summer of 2023 in Hayade River Basin has not been analyzed in terms of other than meteorology. It is essential that the propagation from meteorological drought to irrigation drought should be investigated for early detection of increase in drought risk. In this study, with meteorological drought index *SPEI* and irrigation drought index *DWD*, we characterized how to propagate from *SPEI* to *DWD*. It found that there was a case where *DWD* decreased following *SPEI*. However, the property of propagation is likely to vary due to the maximum amount of dam water for irrigation and the area of irrigation. In order to learn how to impact of them on the propagation, a research targeting several basins is needed. As my next step, I will research the relationship for multiple irrigated areas (137 words).

1. はじめに

2023 年夏季に新潟県で例年になく高温少雨が発生し水稲の減収、品質低下を招いた。これを受けて渇水についての分析がなされた¹⁾が、気象条件の特徴を捉えるだけに留まった。しかし、例えば、Wilhite and Glantz(1985)が気象学的渇水、水文学的渇水、農業渇水、社会経済的渇水の4つに渇水を分類した²⁾ように、渇水はその影響を与える分野が多様に存在するため1分野の指標のみで渇水を分析することは困難である。さらにダム放流操作や農業従事者による圃場での水管理が適切になされるためには、農業用水不足となるリスクの増大を早期に検知する仕組みが必要である。この早期検知を可能にする取り組みの一つとして、気象学的渇水発生が水文学的渇水発生に伝播する仕様が明らかにすることが考えられる(e.g. Li et al., 2020³⁾)。本研究では、水文学的指標として、農業に大きな影響を与える灌漑供給水量に着目した利水渇水指標*DWD*を使用して、早出川ダム灌漑域における2023年夏季気象学的渇水と利水渇水の伝播の特徴を捉えた。

2. 手法

(1) 気象学的渇水指標*SPEI*

気象学的渇水指標として、*SPEI* (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) (Vicente-Serrano, 2010⁴⁾)を使用した。*SPEI*の計算方法は次の通りである：(i) 降水量と可能蒸発

散量の差をとり新たな時系列データを作成する。

(ii) 移動窓の単位 n を決定し、前 n 日分の和から成る時系列データを作成する。(iii) (ii)の時系列データが従う確率分布を決定し標準化する。*SPEI*は値が小さいほど渇水を表す。本研究では、頻度を日単位、移動窓の単位を10日と設定し、確率分布としてVicente-Serrano et al. (2010)が提案したlog-logistic分布⁴⁾を使用した。

(2) 利水渇水指標*DWD*

WAquaCropは井上ら(2024)が使用したダム放流操作-水稲成長シミュレーションモデル⁵⁾であり、圃場における気象条件と土壌条件、作物の成長生育段階の閾値、ダムの実際の流入量を入力することで、圃場における日単位での水稲が要求する水量とダムが圃場に供給する水量を出力する。本研究では、水稲が要求する灌漑需要水量とダムが圃場に供給する水量である圃場供給水量を使用して、利水渇水指標*DWD* (Daily water Withdrawal to Demand Ration)を次のように定義した。

$$DWD_i = \frac{WS_i}{WD_i} \quad (1)$$

ここに、 WS_i [m^3]；第*i*日のダムの圃場への供給水量、 WD_i [m^3]；第*i*日の水稲が要求する需要水量である。0から1の範囲をとり0に近いほど渇水、1に近いほど豊水を表す。

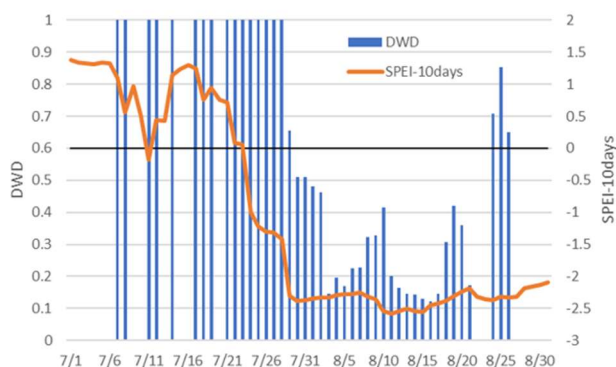


図1 2023年夏季におけるSPEIとDWDの推移
オレンジ色の折れ線がSPEIの推移を表わし、青色の棒がDWDを表わす。

3. データ

(1) SPEI

SPEIを求めるためには、日ごとの降水量と可能蒸発散量の時系列データが必要である。可能蒸発散量の導出の際に、Penman 式を採用し三浦ら(1993)の手法⁶⁾を用いた。導出には日ごとの平均風速、日照時間、比湿、平均気温が必要である。気象データは全て新潟気象観測台で観測されたデータを使用した。

(2) DWD

DWDを求めるために WAquaCrop に入力するデータとして、気象要素、土壌要素、水稻要素、ダム要素で構成される。気象要素として新潟気象台の観測データ、土壌要素として農研機構の土壌インベントリーの土壌データ、水稻要素として農業水産省の水陸稲・麦類・大豆奨励品種特性表 平成28年度版、ダム要素として早出川ダム管理事務所からご提供いただいた早出川ダムの日流入量データを使用した。

4. 結果・考察

早出川灌漑域における2023年夏季のSPEIとDWDの日単位の推移を図1に示す。SPEIの移動窓は10日である。DWDの低下に先立ちSPEIの低下が生じていたことがわかった。しかし、7月上旬にSPEIが0付近まで低下していたのに対しDWDはSPEIの低下に反応せず水需給バランスが一致していた。この原因として、ダム等の水資源の貯留施設による水資源貯留が考えられる。詳細な分析、すなわち、DWDが低下するためにSPEIが満たす条件やSPEI推移の傾向を調べるためには多くの渇水事例が必要である。

5. まとめ

本研究では、2023年夏季渇水を対象として早出川灌漑域における気象学的渇水指標SPEIと利水渇水指標DWDの推移と両者の伝播特性についての特徴を捉えた。SPEIの低下が伝播しDWDが低下した場合が存在したことがわかった。しかし、DWD低下の条件を明らかにするためには、早出川灌漑域におけるより多くの渇水事例が必要である。さらに、ダムの利水容量の大きさや灌漑域の面積が利水渇水SPEIとDWDの伝播仕様に影響すると考えられる。そのため、他の複数の灌漑域において渇水時におけるSPEIとDWDの伝播仕様を調べることでダムや灌漑域がSPEIとDWDの伝播仕様にとどの程度影響を与えるのかを分析できる。以上を今後の課題とする。

REFERENCES

- 1) 令和5年産米に関する研究会. (2023). 令和5年産新潟米の1等級比率低下要因と対応について～令和5年産米に関する研究会報告書～.
- 2) Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3), 111-120.
- 3) Li, Q., He, P., He, Y., Han, X., Zeng, T., Lu, G., & Wang, H. (2020). Investigation to the relation between meteorological drought and hydrological drought in the upper Shaying River Basin using wavelet analysis. *Atmospheric Research*, 234, 104743.
- 4) Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscale drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of climate*, 23(7), 1696-1718.
- 5) 井上湧太, 堀智晴, & 山田真史. (2024). 農業用ダムを利用した稲作灌漑に関する気候変動に伴う長期的な影響分析. *土木学会論文集*, 80(16), 23-16119.
- 6) 三浦健志, & 奥野林太郎. (1993). ペンマン式による蒸発散位計算方法の詳細. *農業土木学会論文集*, 1993(164), 157-163.