

日本における気候変動による渇水継続期間の長期化解析 Analysis of Climate Change Impact on the Prolongation of Drought Duration in Japan

○田坂彰英・田中賢治・萬和明・峠嘉哉
○Akihide TASAKA, Kenji TANAKA, Kazuaki YOROZU, Yoshiya TOUGE

To reveal climate change impacts on the persistent drought tendencies, annual precipitation time series in the 150 years continuous run of MRI-AGCM3.2S are analyzed using wavelet transform, a time-frequency analysis method. Persistent drought tendencies are identified as dominant negative components in specific frequency bands. Based on these analyses for the Yodo River Basin, significant 4-10-year components at the 95% confidence level are unusual under the current climate, but are common under the future climate. In addition, 4-10-year dominant components in the future include both negative and positive ones. These results indicate that the persistent drought tendencies will become longer and that 2-5-year persistent drought and wet trends will occur alternately in the future.

1. はじめに

気候変動の影響は水資源分野でも懸念されている。例えば日本の気候変動 2025 では、観測事実として年間の無降水日数が 100 年あたり 9.2 日増加しており、RCP8.5 シナリオでは世紀末にかけてさらに 9.1 日増加すると報告しているほか、西村ら (2024) は現在気候における非超過確率 1/10 の渇水流量の RCP2.6・8.5 の両シナリオ下での発生頻度は全国の 1 級水系平均でそれぞれ 2.20 倍・4.84 倍となり、利水安全度が低下すると述べている。

これらの先行研究の課題として、渇水の評価にその継続期間が考慮されていない点がある。日本の水資源施設の多くは河川流量が多い時にそれを貯留し少ない時に放流することから、利水安全度の評価には放流を継続する期間、すなわち渇水の継続期間の評価も必要である。渇水の継続期間に言及した先行研究として、田坂ら (2022) は淀川流域における RCP8.5 シナリオ (MRI-AGCM3.2S 150 年連続ラン (Mizuta *et al.*, 2022)) 下の気象・水文データを分析し、21 世紀後半には少雨期間の継続が複数年続き、水資源施設の貯水量の極端な低下が発生することを指摘している。この先行研究は渇水継続期間の長期化のリスクを示唆しているが、解析対象地域が限定的な上に、少雨期間の継続性について現在気候と将来気候の比較は行っておらず、さらに解析を進める余地がある。

以上の先行研究とその課題を踏まえ、本研究は年降水量に着目し、気候モデルの年降水量時系列データに対する統計解析を用いて、気候変動が少雨傾向の継続年数に与える影響を明らかにする。

2. 手法

年降水量時系列データにおける少雨期間の継続性の解析には、ウェーブレット変換による時間周波数解析を用いる。ウェーブレット変換は信号の時間変化を周波数帯ごとに分解できる。この特性を生かし、少雨傾向の長期化を負の偏差が卓越する周波数帯の発生、あるいはそれが長期側へ移行する現象として捉える。

ここでは全球 20 km 解像度 150 年連続ランの流域平均年降水量を対象にした解析手法を示す。図は淀川流域の実データである。

- (1) 150 年間の年降水量時系列データからその 3 次関数近似値を差し引き、デトレンド処理を施した偏差を得る (図-1a)
- (2) (1) のデータに連続ウェーブレット変換を実施 (図-1c)
- (3) レッドノイズ背景に対して 95% 信頼水準で有意な信号を判別する (図-1c 黒曲線領域)
- (4) 逆ウェーブレット変換で、(3) で判別された領域を含む周波数帯の成分を時系列データに復元する (図-1b)

なお、連続ウェーブレット変換には PyCWT ライブラリを利用する。

3. 結果

図-1 に 150 年連続ランの淀川流域平均年降水量データの時間周波数解析結果を示す。図-1c は統計的に有意な周波数帯を抽出しているが、その偏差の符号は分からぬいため、図-1b で 4-10 年成分のみを取り出して時系列データに復元することで、

その符号を明らかにしている。淀川流域では2027年ごろに約8年周期の顕著な少雨と多雨の入れ替わりがあったことを除けば、1985–2060年に複数年継続する顕著な少雨・多雨トレンドは無かった。しかし、2060年ごろからそのトレンドが強くなり、2067–2092年にはおよそ4–10年の周波数帯で顕著な成分が見られる（図-1c）。4–10年周期の成分は正と負の両符号をとっており（図-1b），将来気候下の年降水量は顕著な少雨年と多雨年が2–5年ずつ連続するトレンドを示している。

この解析を日本全国の主要流域で実施したところ、淀川流域と同様の傾向は西日本の吉野川・筑後川流域などでも見られた。

4. まとめ

気候変動が少雨傾向の継続年数に与える影響を明らかにするために、150年連続ランの流域平均年降水量データに対して連続ウェーヴレット変換による時間周波数解析を行った。その結果、淀川流域では現在気候下で稀だった4–10年周期の顕著な少雨・多雨の継続トレンドが21世紀末には常態化しており、渇水継続期間が長期化する傾向にあることが確認された。水資源施設の利水安全度を評価する際には、この傾向も考慮すべきである。

参考文献

田坂彰英, 田中賢治, 田中茂信: 150年連続ランによる琵琶湖水位の将来予測, 水文・水資源学会
日本水文科学学会2022年度研究発表会, 2022
西村宗倫, 高田望, 坂井大作, 水垣滋, 竹下哲: 気候変動による非超過確率1/10の渇水流量の発生頻度の変化の計算, 河川技術論文集, vol. 30, pp. 363–368, 2024
Mizuta, R., M. Nosaka, T. Nakaegawa, H. Endo, S. Kusunoki, A. Murata, I. Takayabu, 2022: Extreme precipitation in 150-year continuous simulations by 20-km and 60-km atmospheric general circulation models with dynamical downscaling over Japan by a 20-km regional climate model. J. Meteor. Soc. Japan, 100, 523–532
文部科学省と気象庁:「日本の気候変動2025 – 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書-」,
<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html> (2026.1.17閲覧)
PyCWT, <https://github.com/regeirk/pycwt> (2025.11.30閲覧)

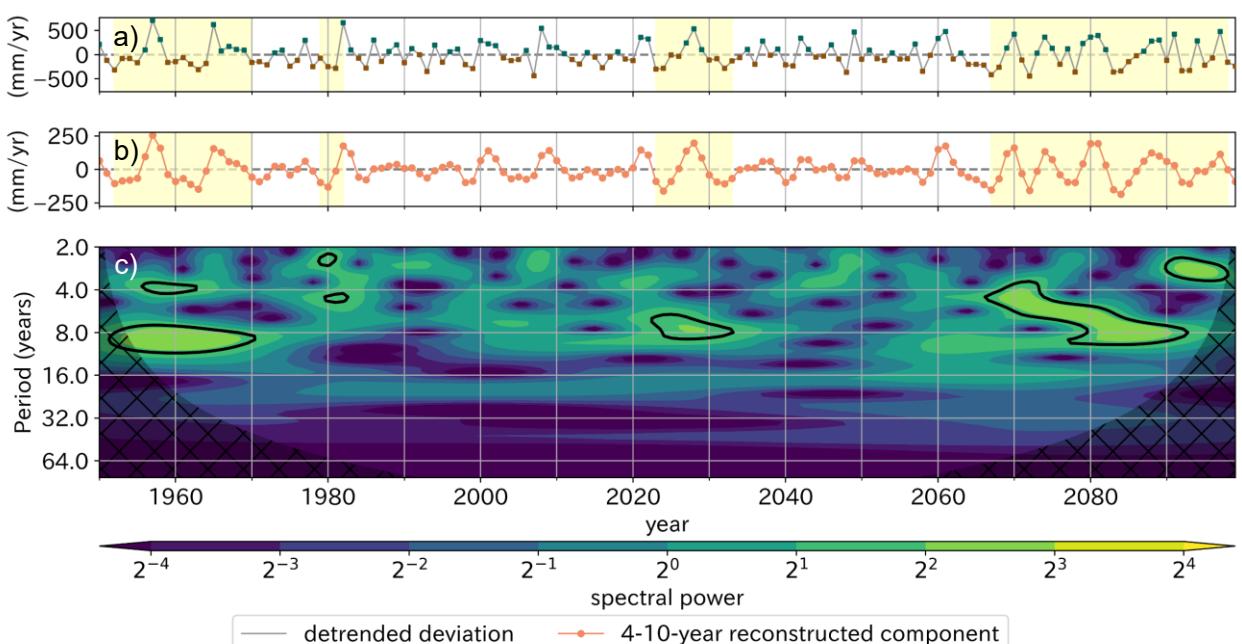


図-1: 全球20 km解像度150年連続ランの淀川流域平均年降水量の時間周波数解析結果
a) デトレンドされた年降水量偏差 b) 逆ウェーヴレット変換で取り出された4–10年成分
c) 連続ウェーヴレット変換で得られたスペクトル強度。黒曲線はレッドノイズ背景に対して95%信頼水準で有意な領域。U字型のshadeはウェーヴレット変換の特性上誤差を含む領域。