

気候モデルを用いた日本の将来の水資源量評価
Evaluation of Future Water Resources in Japan Using Climate Models

○田坂彰英・田中茂信・田中賢治
○Akihide TASAKA, Shigenobu Tanaka, Kenji Tanaka

It is gradually becoming possible to predict the hazard risks under future climate with the recent development of climate models. It is predicted that the amount of available water resources will decrease in most part of Japan. In this study, the future quantity of water resources is evaluated by the water stress index CWD which shows the ratio of withdrawn water to demand with MRI-AGCM3.2s 150 years seamless run. The areas with high risk of water shortage under future climate are identified. In addition, it is found that CWD will change variously in some regions.

1. はじめに

近年の気候モデルの発展により、将来気候下でのハザードリスクを明らかにすることが徐々に可能となっている。水資源の分野では、たとえば田中ら¹⁾は d4PDF_NHRCM20 を用いて 20km 解像度の解析を行い、日本の多くの地域で将来の水資源賦存量(ここでは年降水量と年蒸発散量の差とする)が減少することを明らかにした。本研究はこの田中らの先行研究を受け、水需給のバランスを考慮し、空間解像度を上げ、最新の気候モデルを利用した解析を行い、日本の中で将来の水資源量逼迫リスクが高い地域の特定を行った。

2. 解析の概要

本研究では、先行研究で水資源量の評価を水供給量のみに着目した水資源賦存量で行っていたところを、水需要量と供給量の両方を変数として扱う水ストレス指標で評価する。この水ストレス指標計算は日本全域を対象に 5km 解像度で行い、気候モデルは MRI-AGCM3.2S の 150 年連続ランと d4PDF の 5km 解像度ダウンスケーリングデータを利用する。

水ストレス指標には Cumulative Withdrawal to Demand ratio(以降 CWD, 式 1)²⁾を利用する。

$$CWD = \frac{\sum_Y \sum_{doy=1}^{365} w_{Y,doy}}{\sum_Y \sum_{doy=1}^{365} d_{Y,doy}} \quad (1)$$

ここに、Y と doY は年と日を、d は水需要量を、w は取水量を表す。取水量は水需要量と水供給量(すなわち河川流量)の小さい方の値をとる。

水ストレス指標は様々なものが提案されているが、この指標は日本の水資源量評価に適している。

なぜならば、日単位の水需給を比較するため、日本の水使用量の 6 割以上が水田灌漑用水で水使用量に季節的偏りが大きいことと、水資源賦存量のうち豪雨によるものはすぐに海へ到達し、水資源として利用できないという特徴を考慮できるからである。なお、CWD は 1 に近いほど水ストレスが低いことを示す指標である。

式 1 の CWD 計算を行うには、水需要量と河川流量の算出が要る。水需要量は、農業用水については陸面過程モデル SiBUC を用いて日単位で計算し、生活・工業用水は統計ベースの値をグリッドセルごとに通年同じ値を与えた。河川流量は SiBUC と河川流下モデル CaMa-Flood を利用して日単位で求めた。

3. 解析の結果

ここでは 150 年連続ランを利用した解析結果のみを示す。150 年連続ランは RCP8.5 シナリオに従い 1950-2099 年を 1 メンバで計算している。本研究ではこの結果を 30 年ごとに分け、1980-2009 年を現在気候とし、それ以降を将来気候とする。

図 1 は現在気候の CWD 計算結果である。図 1 では、たとえば渇水被害が比較的多い沖縄県や香川県、この解析では考慮していない大規模流域外導水で水資源を補っている神奈川県東部や福岡県北西部で水ストレスが高くなっており、現実に即した妥当な解析ができている。

図 2 はこの CWD が将来気候下で現在気候からどの程度変化するかを示したものである。この図の解析では社会シナリオ(人口の変化・耕地面積の変化など)は考慮していないため、純粋な気候変

動による水需給量の変化のみが反映されている。

図 2.1 から図 2.3 は 150 年連続ランの結果を 30 年ごとに区切っているが、水ストレスの変化が一定方向に定まらない地域があることが分かる。たとえば九州地方の大部分は 2010-2039 年では水ストレスが若干改善したが、2040-2069 年では水ストレスが悪化し、2070-2099 年ではさらに悪化している。このように現在から将来にかけての連続的な変化を追跡することもできるのが、最新の気候モデル 150 年連続ランの特徴である。

図 2.3 は世紀末の CWD の現在気候からの変化量を示している。世紀末に水ストレスが 0.05 以上改善した地域は北海道のほかは数グリッドセルしかみられない一方で、千葉県から福島県東部の地帯や瀬戸内海沿岸域、九州沖縄地方で水ストレスが特に悪化する。これらの地域は将来の水資源量逼迫リスクが高い地域といえる。

4. まとめ

本研究では、気候モデルの予測する将来気候下での水資源量を、CWD を指標に評価した。そして、日本の中で将来気候下において水資源量逼迫のリスクが高い地域を特定した。さらに、最新の気候モデル MRI-AGCM3.2S の 150 年連続ラン利用したことで、水ストレスの変化が現在から将来にかけて一定方向に定まらない地域があることを明らかにできた。

参考文献

- 1) 田中賢治・田中茂信・正木隆大：気候変動が日本の水文循環に及ぼす影響評価-d4PDF の活用-, 水文・水資源学会 2019 年度研究発表会要旨集 pp6,7
- 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 Science., 12, pp1027-1037, 2008

謝辞：本研究では河川流量の解析に、東京大学生産技術研究所山崎大先生の CaMa-Flood を使用しました。この場を借りて深くお礼申し上げます。

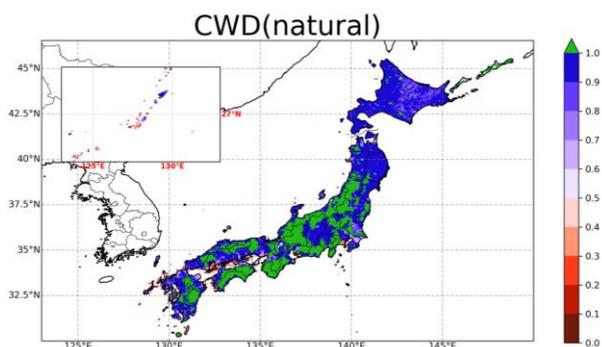


図 1 現在気候の CWD 計算値

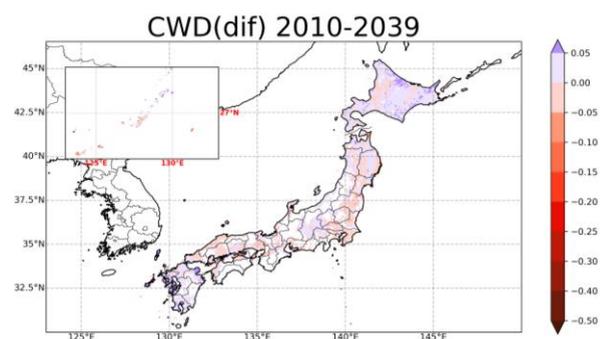


図 2.1 2010-2039 年の CWD の現在気候からの変化量

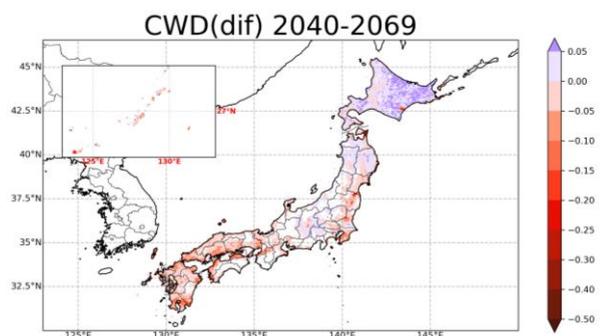


図 2.2 2040-2069 年の CWD の現在気候からの変化量

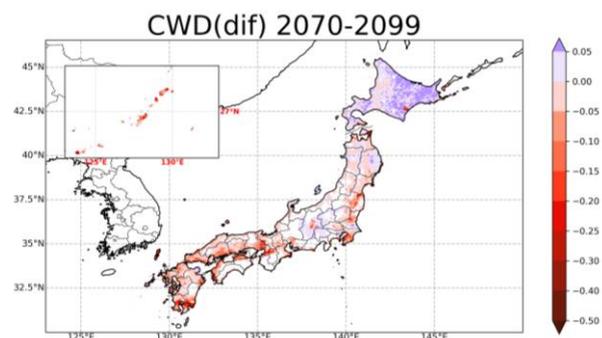


図 2.3 2070-2099 年の CWD の現在気候からの変化量