

年最大規模出水の河川流量が有明海の貧酸素水塊の消長に与える影響に関する数値解析的検討

九州大学工学部 学生会員 ○眞田藍 九州大学大学院 学生会員 Hao Lin

九州大学大学院 正会員 丸谷靖幸 フェロー 矢野真一郎

1. 目的

気候変動の影響は既に顕在化しており、IPCC AR6¹⁾では人間活動の影響で地球温暖化が進行していることについて「疑う余地がない」とされた。また、地球温暖化の進行により、大雨や干ばつといった極端現象の発生確率が高まっている可能性が高いことも示唆されている。日本国内に限ってみても、降雨日数は減少する一方で、短時間降雨量や豪雨事例の発生頻度が増加している²⁾。近年では、気候変動による水災害への適応策については議論が進んでいるものの、水環境分野における影響評価や適応策に関する検討例はいまだ少ないのが現状である。

田所ら³⁾や Hao ら⁴⁾は、有明海の淡水流入量の増加に伴い貧酸素水塊の発達が促進されること、貧酸素水塊の持続時間が増加することを示唆している。有明海に流入する河川流量が貧酸素水塊の消長に与える影響について評価するためには、統計的有意性を確保するために、長期的なデータ（水文現象では一般的に30年以上）に基づく検討が重要となる。ただし、有明海流入河川における時間流量の観測データが公開されている期間は2001年からと限定的である。そのため、過去の有明海における貧酸素水塊の消長に与える河川流量の影響を評価するには、降雨流出モデルから河川流量を推定せざるを得ない。そこで本研究では、気象観測データが存在する1991年以降を対象に、降雨流出モデルと田所ら³⁾や Hao ら⁴⁾で用いられている3次元流動モデル(Delft3D-Flow)および低次生態系モデル(Delft3D-WAQ)を組み合わせ、有明海へ流入する淡水の量が貧酸素水塊の形成や持続時間に与える影響を評価することを試みる。

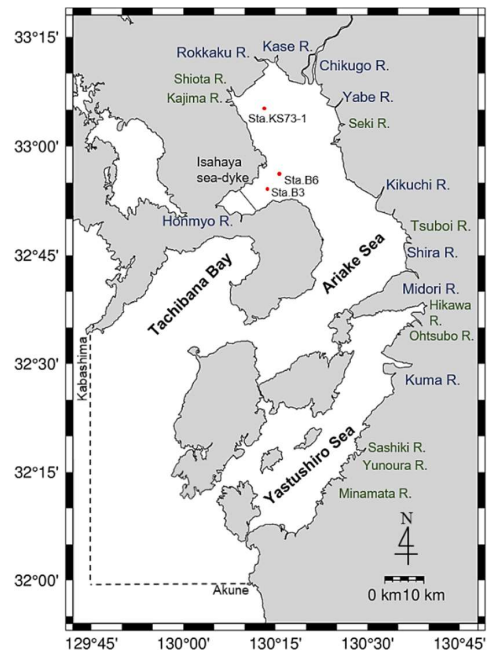


図-1 計算領域(Hao ら⁴⁾)

2. 研究内容

(1) 計算領域について

田所ら³⁾や Hao ら⁴⁾と同様に、汎用型沿岸域流動数値モデル Delft3D-Flow により有明海の水温・塩分分布、ならびに流動を計算する。その後、その結果を用いて低次生態系モデル Delft3D-WAQ により貧酸素水塊の消長に関する解析を行う。本研究では有明海と八代海を結合した範囲を計算領域とする(図-1)。開境界条件は長崎県の樺島水道と鹿児島県の阿久根を結んだ線上である。本研究で考慮した流入河川は、図-1に青字で示した1級河川、緑字で示した2級河川および諫早湾締切堤の南北排水門であり、時間流量を用いた。なお、諫早湾締切堤が建設された1997年以降は南北排水門からの流量を考慮し、建設前に関しては本明川の流量を計算に使用した。

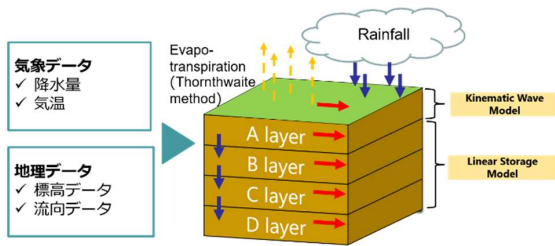


図-2 流出モデルの概要

(2) 流出モデルについて

本研究で対象とする 2000 年以前は 1 級河川における時間流量が存在していない。そこで本研究では、降雨流出モデルである 1-K DHM⁵⁾をベースとし、基底流出成分を考慮するため 3 層の線形貯留モデルを組み込んで改良した流出モデルを用いた (図-2)。本モデルは標高および流向データに基づき流出解析を行う、分布型流出モデルである。なお、本解析における標高および流向データの作成には、国土地理院における 10m メッシュデータを用いた。また、計算時間の効率化を図るため、各流域を空間解像度 1 km メッシュとした。ただし、球磨川流域および本明川流域に関しては、空間解像度 1 km では流域界を正確に再現できなかったため、それぞれ 250 m, 500 m として解析を行った。また、入力データとしては、流域内外の国土交通省水文水質データベースの降水量、および AMeDAS の降水量、気温を用いた。パラメータ同定には、各流域における観測史上最大の流量を観測した洪水イベントをキャリブレーション期間とし、python 用ライブラリである SPOTPY⁶⁾の SCE-UA 法により、NSE(Nash-Sutcliffe model Efficiency), KGE(Kling-Gupta Efficiency)および RRMSE(相対二乗平均平方根誤差)を指標とし、それぞれの合計値が最小となるものを最適パラメータとした。

(3) 流出モデルの計算結果について

本要旨執筆時点では、有明海に流入する球磨川を除く 8 つの 1 級河川において、流出モデルの構築が終了している。キャリブレーションにより同定されたパラメータを用い、観測史上 2,3 番目の流量を観測したイベントにおいて行ったバリデーション結果を表-1 および図-3 に示す。NSE および CoD は 0.7 以上で再現性が高いとされており、ほぼすべての河川で NSE および CoD が 0.7 以上となっており、良好に観測値を再現できていることが分かる(表-1, 図-3)

表-1 1 級河川 8 つのキャリブレーション結果

河川名	キャリブレーション期間	NSE	CoD
筑後川	2020 年 7 月	0.936	0.934
矢部川	2012 年 7 月	0.874	0.919
嘉瀬川	2010 年 7 月	0.967	0.968
六角川	1990 年 7 月	0.965	0.982
菊池川	2012 年 7 月	0.910	0.910
白川	2012 年 7 月	0.886	0.890
緑川	2016 年 6 月	0.904	0.904
本明川	2020 年 7 月	0.839	0.846

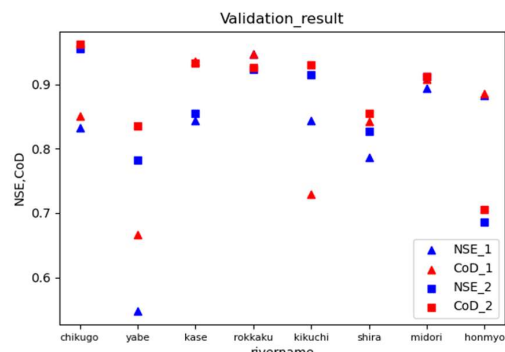


図-3 1 級河川のバリデーション結果

3. 結論

本研究では、数値モデルを用いることで、有明海への淡水流入量が貧酸素水塊の消長に与える影響を評価することを試みた。講演時には、構築済みの分布型降雨流出モデルを用いて推定する河川流量を Delft3D に与え、有明海における淡水流入量と貧酸素水塊の発生状況に関する関係性について報告する予定である。

[参考文献]

- 1)IPCC AR6 WG1 報告書 概要(ES) 暫定訳(2022 年 12 月 22 日版), p13.
- 2)文部科学省 気象庁(2020):日本の気候変動 2020-大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書-, p6.
- 3)田所ら(2019):土論 B2,75(2),pp.I_1231-I_1236.
- 4)Hao ら(2021):土論 B2,77(2),pp.I_865-I_870.
- 5)1-K DHM Kyoto-U: <http://hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp/products/1K-DHM/1K-DHM.html>
- 6)SPOTPY Documentation: <https://spotpy.readthedocs.io/en/latest/>