

有明海における貧酸素水塊の発生予測シミュレーション

山口, 創一
九州大学総合理工学研究院

葉山, 修平
九州大学総合理工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/7362158>

出版情報：日本地球惑星科学連合2025年大会予稿集, 2025-05-16. Japan Geoscience Union
バージョン：
権利関係：©2025. Japan Geoscience Union.



有明海における貧酸素水塊の発生予測シミュレーション

Numerical forecast simulation of the occurrence of hypoxic water mass in Ariake Sea, Japan.

*山口 創一¹、葉山 修平¹

*Soichi Yamaguchi¹, Shuhei Hayama¹

1. 九州大学総合理工学研究院

1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu university

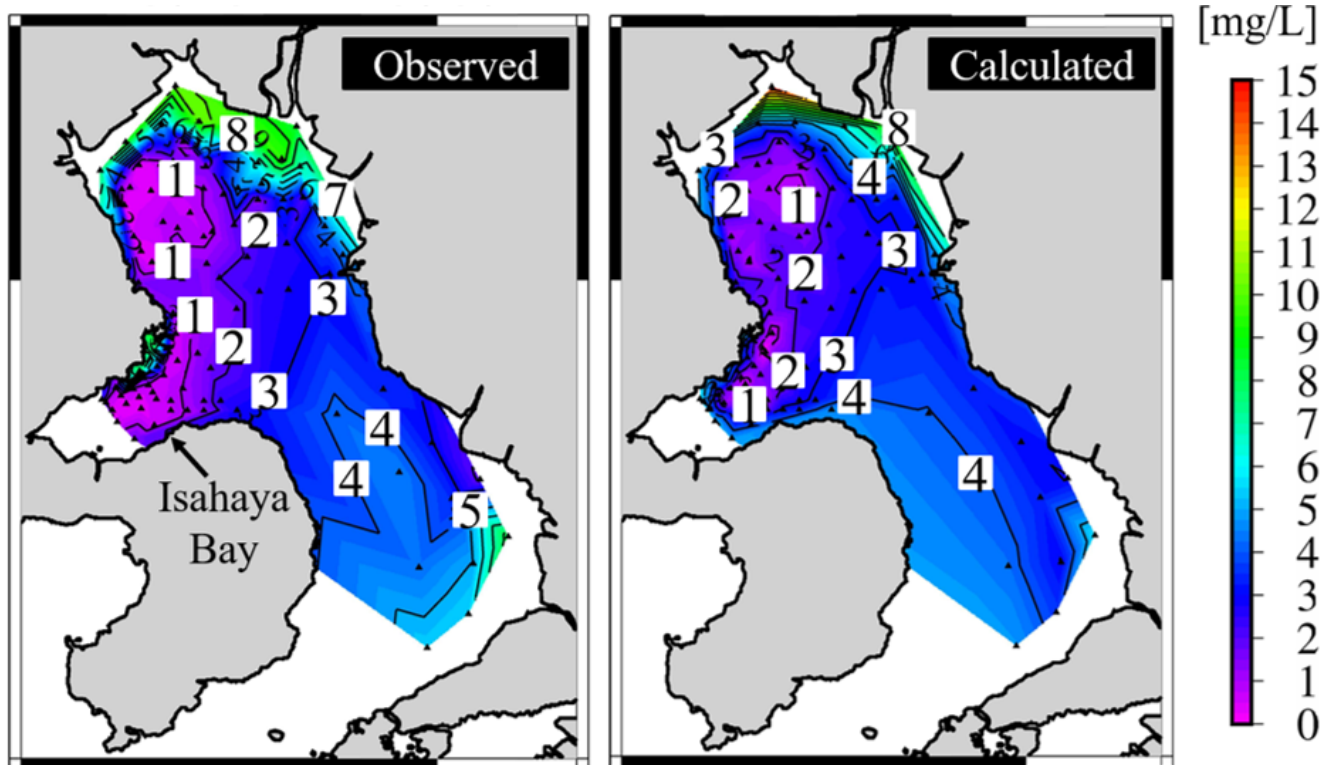
有明海は九州の北西部に位置する九州最大の半閉鎖性内湾である。有明海において発生する環境問題の一つが夏季の貧酸素水塊（本研究では溶存酸素（DO）濃度 <3.0 mg/L）の発生であり、アサリや赤貝をはじめ、海洋生物の生存を脅かし、養殖業にも深刻な被害をもたらしている。経年的にその深刻化も報告されている（Hayami and Fujii, 2017）。有明海奥部の貧酸素水塊は1週間以内という短い時間スケールで急速に発達するため（徳永ら, 2011）、現地では対策が遅れがちとなり、被害が拡大する。そのため持続可能な漁業生産の実現に向けて、1週間スケール程度の近未来における貧酸素水塊発生予測が求められている。発生予測については、夏季に定常的に貧酸素化するような他の沿岸域で、現況推定や長期的な発生予測が行われてきた（例えば, Andrew et al., 2019 ; Miki et al., 2025）。しかしながら、有明海奥部に見られるような短期間に急速に発達する貧酸素水塊の発生予測を試みた研究はほとんど存在しない。そこで本研究では、高解像度に近未来の沿岸海洋環境を予測する海陸結合モデルUCHI（Unstructured Coastal model with High-resolution Information）に数値生態系モデルを結合し、近未来のDO濃度の変動予測、とりわけ貧酸素水塊の発生予測の実現可能性について検証した。

数値モデルには海洋モデルFVCOM（Finite Volume Community Ocean Model, Chen et al., 2006）を採用し、外海条件にDreams_Ep（Hirose et al., 2005）、淡水流入量評価に降雨流出氾濫モデルRRI（Rainfall Runoff Inundation model, 佐山・岩見, 2014）、気象条件に解析雨量、降水短時間予報、メソ数値予報モデル（MSM）および全球数値予報モデル（GSM（日本域））を用いた。DO濃度を計算するため、低次生態系モデル（Yamaguchi and Hayami, 2018）をUCHIに実装した。2024年7月29日に沿岸4県の関係諸機関（調査概要は徳永ら(2024)を参照）と共同で貧酸素水塊の発生状況を調査し、大規模な貧酸素水塊の発生を確認した。本研究ではこの貧酸素化をターゲットとして、ハインドキャスト計算（HC）を実施すると共に、HCによる結果を初期値として、各種境界条件を予報値に切り替えたフォアキャスト計算（FC）を6日前から1日前までの6ケース実施した。

HCでは、干潟域で観測値に比べてDO濃度が低く計算されたものの、2024年7月29日に観測された有明海奥部から諫早湾にかけた深刻な貧酸素水塊の発生（最低DO濃度は 1.0 mg/l以下）の再現に成功した。HCの結果によると、この貧酸素化は1週間以内という短時間で形成されていた。河川水量増加に伴って形成された強い塩分躍層下で貧酸素化が再現されており、現地観測と同様の様相を示した。HCを初期値としたFCの適用の結果、1日前から5日前での発生予測が可能であることが示された。一方で6日先予測では、GSMによる風予報が過大評価していた影響で、密度成層が浅海域を中心に崩壊し、貧酸素水塊の発生予測精度が低下した。今後、より長期の発生予測を行うには、FCに与える気象予報値について、再考することが必要であることが示唆された。

キーワード：貧酸素水塊、集中豪雨、有明海、数値生態系モデル

Keywords: Hypoxic water mass, Heavy rain, Ariake Sea, Ecosystem model



Numerical forecast simulation of the occurrence of hypoxic water mass in Ariake Sea, Japan.

*Soichi Yamaguchi¹, Shuhei Hayama¹

1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu university

Ariake Sea is located in the northwestern part of Kyushu region, Japan. One of the environmental problems here is the occurrence of hypoxic water masses in summer (in this study, dissolved oxygen (DO) concentration < 3.0 mg/l), which threatens the survival of marine organisms such as clams and ark shells and causes serious damage to the aquaculture industry. Hypoxia has been becoming more serious over the years (Hayami and Fujii, 2017). Because hypoxic water masses here develop rapidly on a short time scale of less than one week (Tokunaga et al., 2011), local countermeasures tend to be delayed, resulting in great damage. Therefore, in order to achieve sustainable fisheries production, there is a need of near-future prediction (up to 1-week) of the occurrence of hypoxic water masses. In other coastal areas where hypoxia is consistently observed in the summer, current status estimates and long-term occurrence forecasts have been conducted (e.g., Andrew et al., 2019; Miki et al., 2025). However, there are few studies that attempt to predict the occurrence of hypoxic water masses in a short period of time. In this study, we therefore verified the feasibility of predicting near-future changes in DO concentration using a high-resolution physical-ecosystem coupled model.

The numerical model is based on the unstructured grid ocean model FVCOM (Finite Volume Community Ocean Model, Chen et al., 2006) and a numerical ecosystem model (Yamaguchi and Hayami, 2018), with Dreams_Ep (Hirose et al., 2005) for open boundary conditions, the rainfall-runoff-inundation model (Sayama and Iwami, 2014) for freshwater input, and analysis rain, short-range rain forecast, mesoscale model (MSM), and global spectral model (GSM (Japan region)) by Japan Meteorological Agency for meteorological conditions.

On July 29, 2024, we investigated the occurrence of hypoxic water masses in collaboration with relevant institutions (for a summary of the survey, see Tokunaga et al. (2024)) and confirmed the occurrence of large-scale hypoxic water masses. This study, targeting this hypoxia, performed hindcast simulation (HC) and forecast simulation (FC) from 6 day to 1 day prior to the survey date, using the results of the HC as the initial condition.

Although the HC calculated lower DO concentrations in the tidal-flat area than observed values, it succeeded in reproducing the occurrence of a severe hypoxic water mass (minimum DO concentration below 1.0 mg/l) on July 29, 2024 extending from the inner Ariake Sea to Isahaya Bay. According to the HC results, this hypoxia developed within one week. Hypoxia was formed under a strong halocline due to an increase in river water volume. It was shown that FC with HC result as the initial condition could predict the occurrence from 1 day to 5 days in advance. However, in 6-day prediction, the accuracy of predicting the DO concentration was reduced and the predicted hypoxic water masses became smaller in size than observed, because overestimation of wind strength forecast by GSM collapsed density stratification, especially in shallow water areas. It was suggested that in order to make longer-period prediction, it will be necessary to reconsider the weather forecast values given to FC.

Keywords: Hypoxic water mass, Heavy rain, Ariake Sea, Ecosystem model

