

伊勢湾における貧酸素水塊の消長特性に関する数値的考察

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 戸田 圭亮
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 川崎 浩司

1. はじめに

伊勢湾では、一般に夏季において貧酸素水塊が発生している。貧酸素水塊の消長は、湾内の内部構造や河川流入に加えて、外洋から進入する水塊の影響を大きく受ける。したがって、数値的に貧酸素水塊の挙動を再現あるいは予測するためには、適切な外洋境界条件の設定が必要となる。本研究では、気象庁・気象研究所による新たな北西太平洋海洋データ同化システム MOVE/MRI.COM-WNP（以下、MOVE-WNP）より取得したデータを外洋境界条件に用いて、伊勢湾における貧酸素水塊の長期再現計算を行い、貧酸素水塊の消長特性について検討を行う。

2. 海洋データ同化システム MOVE-WNP の概要

MOVE-WNP は、**図-1** に示すとおり、数値海洋モデルおよび同化（客観解析）システムにより構成される。数値海洋モデルには、気象研究所共用海洋モデル MRI.COM を用いている。計算領域は、117°E~160°W, 15°~65°N の北西太平洋である。日本近海の水平格子間隔は南北・東西方向とも 1/10° であり、160°E 以東および 50°N 以北は 1/6° 間隔である。鉛直方向は 54 層を有し、水深 200m までに 17 層、最深層は 6000m となっている。MRI.COM からの出力である第一推定値と、現場観測データや衛星データなどの同化データを用い、3次元変分法により客観解析値を作成している。さらに、得られた客観解析値は、再度 MRI.COM に反映される。以上のような一連の同化サイクルを、5日間毎に実施している。なお、出力項目は、5日毎の水温、塩分、東西・南北方向流速、海面高度である。

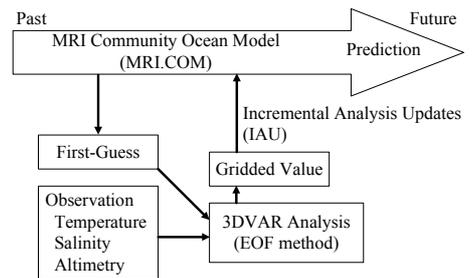


図-1 MOVE-WNP の概念図

3. 貧酸素水塊の再現計算

DO の変動計算には、3次元流動・物質輸送モデル(筧・藤原, 2007)を使用した。計算領域は**図-2**に示す伊勢湾で、水平解像度は東西・南北方向とも 1/30° (約 3km 四方のグリッド) である。鉛直方向は格子幅 4m の 15 層としている。初期条件は、水温・塩分・DO について湾全体で一定値とし、さらに水面変位なしの静止状態とした。また、酸素消費の季節変動を表現するため、酸素消費速度を正弦関数でモデル化した。河川流量は、**図-3**に示す木曾三川における実測値(木曾川・長良川・揖斐川の合計流量)を河口部に相当するセル(**図-2**参照)に与えた。同様に、海面熱フラックスも正弦関数としてモデル化し、すべての表層セルに境界条件として設定した。外洋での開境界条件としては、MOVE-WNP の長期再解析より得られた水温・塩分の値を、5日毎に**図-2**中の開境界のセルに与えている。また、同開境界セルには、湾口部の観測値に基

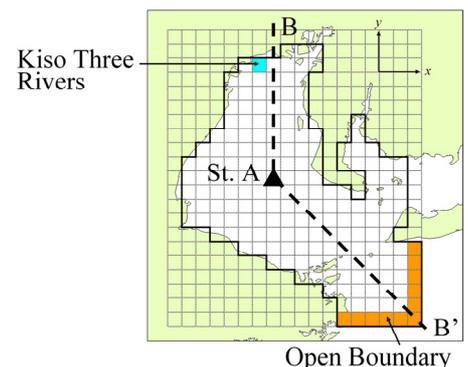


図-2 計算領域

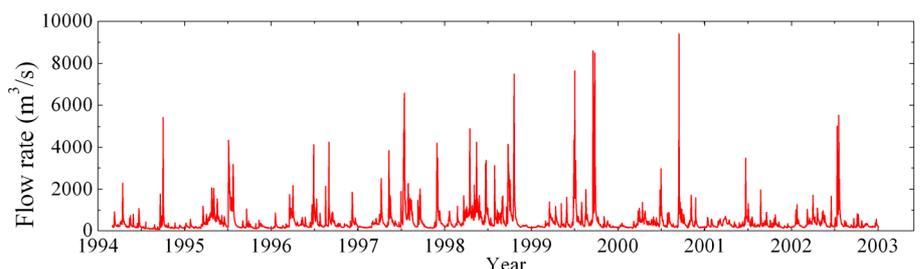


図-3 計算期間における木曾三川の流量

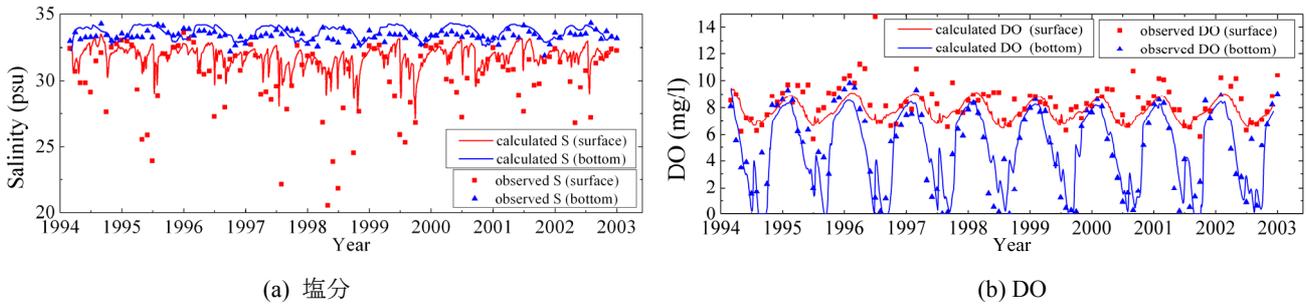


図-4 湾中部 St. A における計算値と観測値の比較

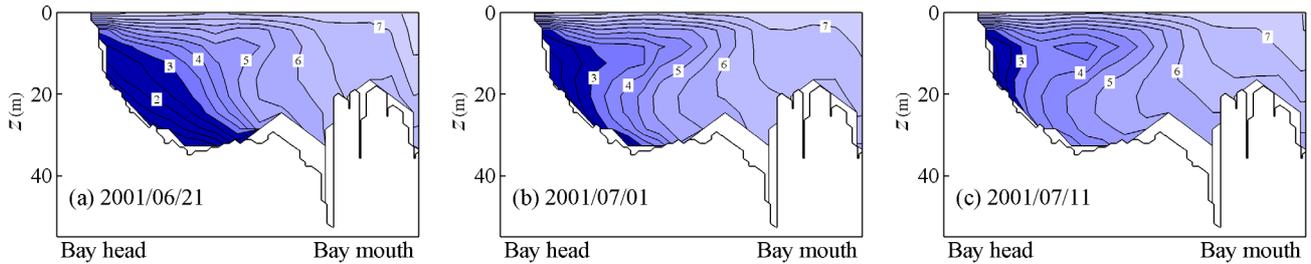


図-5 2001 年夏季における伊勢湾縦断面の DO 分布の時間変化

づく DO 値も設定している. なお, DO 値については, 年変動を与えず, 平年値を毎年同じように課している. 以上の計算条件下で, 1994 年 3 月 1 日 0 時を初期時刻とし, 2002 年 12 月までの 3200 日間 (約 9 年間) 再現計算を行った.

4. 計算結果および考察

数値モデルの妥当性を検証するために, 図-2 に示す湾中部の観測点 St. A における計算値と観測値の比較を行った. 図-4 に表層・底層における塩分と DO の時系列変化を示す. 同図より, 塩分, DO の季節変動の傾向に関して, 計算値は観測値を良好に再現していることが確認できる. また, MOVE-WNP の再解析データより得られた外洋境界条件および河川流量の経年変化を導入したことにより, 年ごとの塩分・DO 変動も評価されているといえる. 特に, 図-4(a)の塩分の変化をみると, 図-3 に示す河川流量の変動に対応して, 塩分低下が生じていることが確認される. 以上のことから, 本数値モデルは塩分および DO 変動傾向に関して十分な再現性を有しているといえる. 図-5 は, 数値計算より得られた貧酸素水塊の挙動の一例として, 2001 年夏季の縦断面 (図-2 に示す B-B'断面) における DO 分布を示したものである. 同図より, 6 月には貧酸素水塊が底層に広がっているものの, 徐々に湾奥に押し込まれ, 持ち上げられている様子が認められる. そして, 7 月になると, 貧酸素水塊が中層に移動していることが確認できる. このときの中層貧酸素水塊の形成は, 現地観測においても観察されており, 高塩分の外洋水が底層に進入したことに起因するものといえる.

5. おわりに

本研究では, 北西太平洋海洋データ同化システム MOVE-WNP より得られた海洋データを外洋境界条件に利用し, 伊勢湾における貧酸素水塊の長期再現計算を行うとともに, その消長特性を検討した. 計算値と観測値の比較により, 湾内における DO 変動に対する数値モデルの再現性・妥当性を検証した. そして, 2001 年夏季における中層貧酸素水塊の形成は, 外洋水の底層進入に起因していることを, 数値計算により示した.

謝辞

本研究を行うにあたり, 京都大学・藤原建紀教授よりご助言いただいた. ここに謝意を表す. また, 本研究の一部は, 科学研究費補助金若手研究(A) (研究代表者: 名古屋大学・川崎浩司, 課題番号: 21686046) であることをここに付記し, 感謝の意を表す.

参考文献

筧 茂穂・藤原建紀(2007): 伊勢湾の貧酸素化をモデル化し予測する, 月刊海洋, Vol.39, No.1, pp.15-21.