

伊勢湾における DO の長期変動に関する研究

中部大学工学部 非会員 ○坪内靖樹・立松敦史

中部大学工学部 正会員 武田 誠 フェロー 松尾直規

1. はじめに

伊勢湾は伊良湖岬(愛知県)から大王崎(三重県)まで結んだラインより北部の陸岸によって囲まれた海域を指し、水域面積約 2130km²、平均水深約 16.8m、海水容積約 39km³ という規模を持つ内湾である。湾口部は約 34.7km と狭く、大小の島々が存在していることから、外海水との水交換が悪く、汚濁物質が蓄積しやすい閉鎖性水域である。

伊勢湾における代表的な水質問題として、湾底層部における溶存酸素(DO: Dissolved Oxygen)の低下(貧酸素水塊の発生)が挙げられる。本研究では、数値解析を用いて伊勢湾内における DO の長期変動について考察する。

2. 解析手法

本研究で用いる解析方法は、海域における水平・鉛直方向の物質輸送および水質変化を対象とするため三次元解析法を用いる。基礎方程式には連続式、運動方程式、水温、塩分、DO の収支式と、状態方程式(knudsen の式)を用いた。また、渦動粘性係数と渦動拡散係数が同等であると仮定し、水平方向の値は 100m²/sec、鉛直方向の値 ε_v はリチャードソン数 (R_i) の関数として以下の式で表した。

$$\varepsilon_v = a \exp(-bR_i) + 0.000001 \quad (1)$$

ここで、 $a=0.001$ 、 $b=0.5$ とした。さらに、水温収支式では、水表面および水中での熱収支を考慮した。海面に侵入する太陽の輻射熱 Q_s と、水面からの熱損失として、有効長波放射、顕熱交換、潜熱交換を取り扱った。また、水中に侵入する熱量を式(2)で求め、水温収支式に式(3)を考慮した。

$$q_z = (1 - \beta)(1 - \alpha)Q_s \exp(-\eta(H - z)) \quad (2)$$

$$q_s = \frac{1}{\rho_w C} \frac{\partial q_z}{\partial z} \quad (3)$$

ここに、 q_z : 標高 z (水深 $(H - z)$ 、水位: H) に進入する輻射熱、 β : 水面吸収率、 α : アルベド、 η : 減衰係数、 ρ_w : 水の密度、 C : 比熱である。ここで、 $\alpha=0.06$ 、 $\beta=0.5$ 、 $\eta=0.5$ とした。DO の収支式では、水中における酸素消費項、水表面での再曝気項、底泥の酸素消費項を考慮した。

数値解析法は有限体積法を用い、移流項は QUICK スキームを、時間項には前進差分を、その他の項には中央差分を適用している。

3. 計算領域および計算条件

ここでは、長期的な DO 変動を対象にすることから、計算時間を考慮し、図 1 のような比較的粗い 1500m の格子を用いる。また、用いた水深を図 2 に示す。さらに、本研究では 1992 年の三重県水産技術センター観測の伊勢湾・外海の水質データ、気象庁の気象データ、国土交通省の河川データを用いて検討を行っている。図 3 に示す三重県水産技術センターの 1992 年の観測点における水温、塩分、DO 等の水質観測データ¹⁾を用いて、初期条件を設定した。また、開境界条件の潮位に推算天文潮を与え、塩分、水温、DO には、図 3 の観測点 18 と M22 の値を参考にそれぞれの開境界箇所との距離を考慮して設定した。また、水面の気象条件として、気象庁が観測した伊勢湾周辺(伊良湖岬、東海市、四日市市、津市、鳥羽市)の気象データ²⁾(風速、気温、相対湿度、面気圧、日照時間、降水量)を平均して用いた。さらに河川データ³⁾として、国土交通省河川局が観測した長良川、揖斐川、木曽川、庄内川、矢作川、豊川、鈴鹿川、雲出川、櫛田川、宮川の流量データ(時間ごとのデータ)と河川水質データ(月毎の DO)を用いた。

4. 解析結果および考察

伊勢湾内の観測点 11 の水温分布を図 4 に、塩分分布を図 5 に、伊勢湾内の縦断方向の DO 分布を図 6 と図 7 に示す。図 4 から、解析値で示された水温の時間変化は観測値を概ね表現しているといえるが、夏季における表層と底層の水温差が解析値に現れていない。また、図 5 の塩分分布もその変化の傾向は解析値と観測値で一致しているものの、底層において両者に差が生じていることが分かる。本研究では、前述したように開境界値を図 3 に示した観測点 18 と M22 の観測値から距離を考慮して設定している。

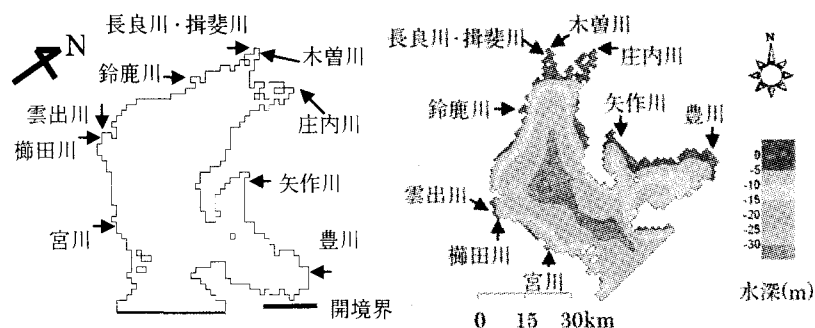


図1 計算領域

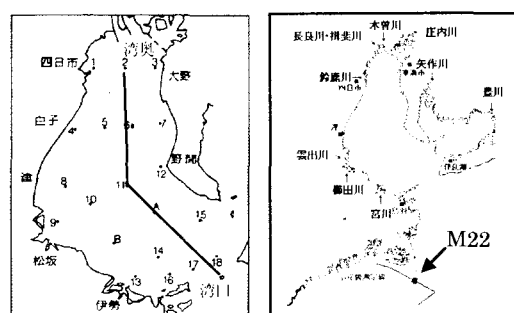


図3 観測点・河川流入位置

今後、開境界値の設定法について検討すると共に、渦動粘性係数・渦動拡散係数（特に、 a と b の係数値）と、熱収支のパラメータ（特に、 β と η の係数値）について検討する予定である。また、図6と図7に、冬季と夏季におけるDOの縦断分布を示す。本図から、解析値の分布傾向は、概ね観測値の分布傾向を示しているようであるが、夏季の底層における貧酸素の状況が十分に表現できていない。この点に関して、今後、DO収支式の水表面における再曝気、水中の酸素消費、底泥の酸素消費に関する項（係数）の検討が必要と考える。

5. おわりに

本研究では、伊勢湾内のDOの長期変動に関する解析モデルの構築を行い、水温、塩分、DOの再現計算を試みた。現状では、ある程度の成果が得られているものと考えられるが、今後、パラメータ設定などの詳細な検討が必要である。再現計算の精度が向上できた後には、各種境界条件の違いにより、その影響によりDOがどのように変化するかを考察する予定である。

参考文献

- 1)三重県水産技術センター：漁況海況予報事業結果報告書，1992年。
- 2)気象庁のホームページ：
http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/index.html
- 3)国土交通省河川局ホームページ：
<http://www.mlit.go.jp/river/>
- 4)国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾空港技術

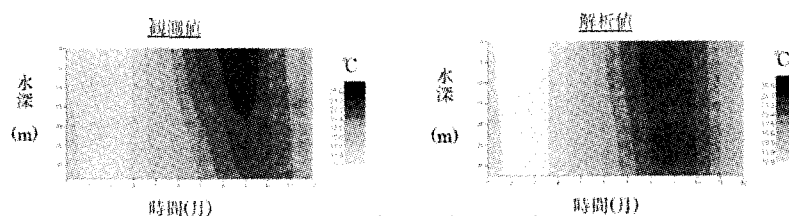


図4 観測点11 水温分布

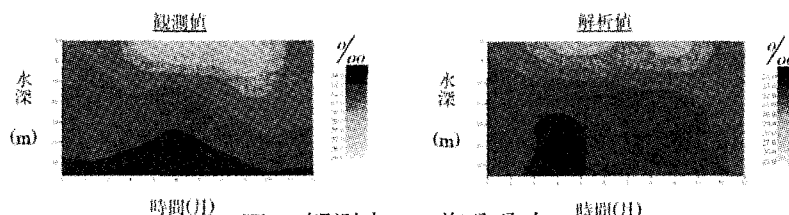


図5 観測点11 塩分分布

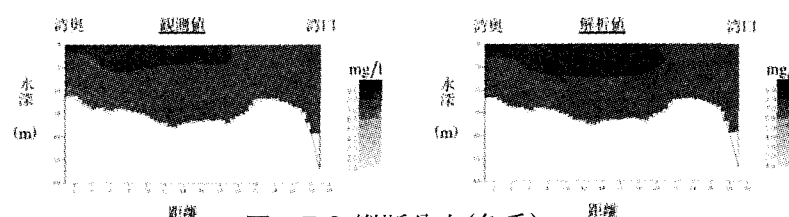


図6 DO縦断分布(冬季)

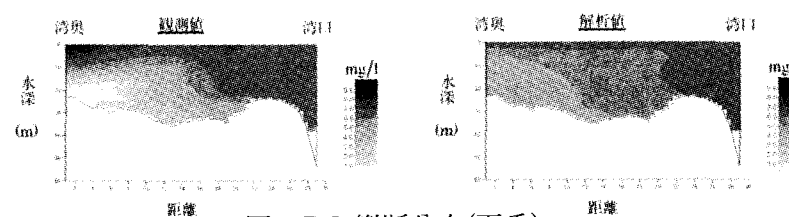


図7 DO縦断分布(夏季)

調査事務所 伊勢湾環境データベース：

<http://www.isewan-db.go.jp/top.html>

- 5)小野田央好：伊勢湾における成層発達とDO変化に関する研究，平成16年度中部大学大学院工学研究科建設工学専攻，2004。
- 6)荒河武司・伊尻康幸・横地旭：伊勢湾の貧酸素水に及ぼす影響因子に関する研究，平成16年度中部大学工学部土木工学科，2004。