

九州産業大学 正員○加納正道  
山 口 大 学 正 員 浮田正夫  
九州産業大学 正員 赤坂順三

1・まえがき 我々は、周防灘西部海域において水質予測あるいは水質制御を目的として、N、P、CL<sup>-</sup>、COD等の水質調査、採取底質コアによる底質調査、潮流計算、ボックスシミュレーション、拡散数値計算をおこなってきた。夏季と冬季に実施した水質調査と底質調査結果によれば、水質項目や底質項目の値は季節によりかなり変化することが判明し、また文献1) に述べたように潮流においても変化することがわかった。そこで、本報では図-1に示す対象海域において夏季と冬季のCOD濃度の季節変化に着目して、潮流計算、拡散数値計算および水質底質調査の結果より検討を加える。

2・数値計算手法 潮流計算には文献1)、2) のように、ナビヤ・ストークス式および連続式のエクспリシットの差分を使用するが、季節変化を与えるには運輸省四建各所検潮所の潮位記録<sup>3)</sup>の1979年1月および7月実績を半日周期までとってフーリエ級数で調和分解<sup>4)</sup>したものを対象海域内の検潮所および境界値として入力する。下関、宇部検潮所の実測潮位と調和分解潮位を図示すれば図-1、2のようであり、式で示せば

$$\xi = A_0 + A_1 \cos \theta + A_2 \cos 2\theta + B_1 \sin \theta + B_2 \sin 2\theta \cdots (1)$$

となる。この潮流計算方法による計算結果を夏季恒流、冬季恒流で代表して示せば図-4、図-5である。

つぎに、拡散数値計算では文献5) のように時々刻々の往復流を採用する方法と文献6) に示されている残さ流拡散モデルを併用することを考える。残さ流拡散モデルはCL<sup>-</sup>のような保存系の計算では従来の非定常拡散方程式をそのまま解く方法に比較して計算時間を数十分の一に短縮できるという報告がある<sup>5)</sup>。しかし、移流と拡散、沈殿とまき上げ、内部生産と減衰、陸上負荷および溶出などが関係するCODのような有機物の計算においては残さ流モデルによりこれらすべての因子を正当に表現できるかを検討する必要がある。

3・C O D およびその季節変化への影響因子 残さ流モデルを水質底質調査結果と重ねて、層のCOD濃度計算へ適用すれば

$$H \frac{\partial C}{\partial t} = -M \frac{\partial C}{\partial x} - N \frac{\partial C}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} [K_x H \frac{\partial C}{\partial x}] + \frac{\partial}{\partial y} [K_y H \frac{\partial C}{\partial y}] + [G_c + R_c + Q_c + M_c - \lambda_c \cdot C - K_d \cdot C^2] \cdot H \cdots (2)$$

$$K_x = \alpha \cdot \Delta x \cdot U_0 \cdots (3), Q_c = \begin{cases} 7.2 \cdot Pa/H & \cdots \text{夏季} \\ 2.4 \cdot Pa/H & \cdots \text{冬季} \end{cases} \cdots (4)$$

$$M_c = 0.45 (1.47 + 1.03/r) \cdot a \cdot b / H^3 \cdots (5)$$

$$\lambda_c = \frac{w_p}{H} \cdot \frac{ssCOD}{TCOD} \cdots (6), w_p = \begin{cases} 1.02 - U \frac{1.02}{V_g} & \cdots |U| \leq V_g \\ 0 & \cdots |U| > V_g \end{cases} \cdots (7)$$

$$V_g (\text{沈殿のおこる限界流速}) = 0.085 \cdots (8)$$

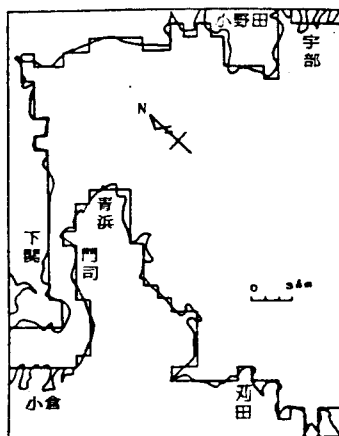


図-1 対象海域

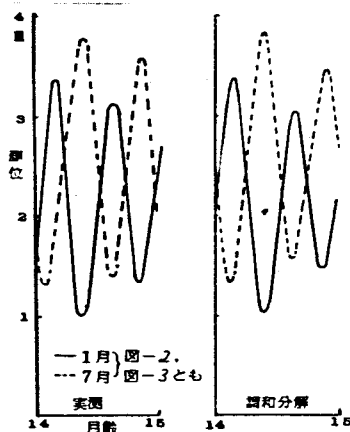


図-2 下関実測および調和分解潮位

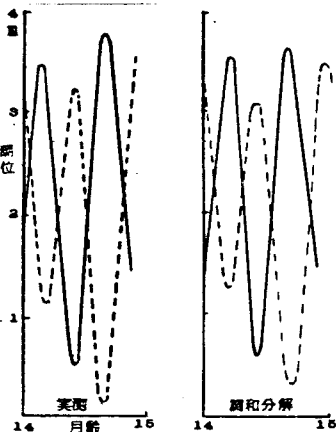


図-3 宇部実測および調和分解潮位

C: COD濃度、H: 水深、M,N: x,y方向の潮流量、  
 Rc: 溶出、Qc: 生産量、Mc: まきあげ量、 $\lambda c$ : 沈降係数、  
 U0: 流速振幅、Pa: 活性なリン濃度、  
 Kx,Ky: x,y方向の(拡散+分散)係数、Cc: 負荷、  
 r: 乾泥率 a: 微細泥率 b: 50 $\mu$ 以下泥のCOD含量  
 Kd: 減衰係数、U: 潮汐流、Wp: プランクトンの沈降速度、  
 また一のついたものは/潮時の平均値

となる。つぎに各項の検討をおこなう。

(1)移流・拡散 式(2)の右辺1,2項が残さ流による移流、右辺3,4項が式(3)の定義によって往復運動による分散を含んだ拡散を示す。これらは夏季、冬季の恒流、流速振幅および図-6,7のようなCL<sup>-</sup>の季節変化を再現するKxの季節変化をもとめれば移流と拡散の季節変化は表現できる。

(2)負荷・溶出・生産・まき上げ 負荷と溶出は調査および実験によって、また生産とまき上げは式(4)、(5)および実験により潮流とは別に季節変化を表現できよう。

(3)沈殿 沈殿は時々刻々の往復流の影響をうけるので残さ流モデルの考え方では十分表現できない。そこで、往復流Uの/潮時の間の沈殿を場所毎に別途求めて残さ流モデルに重ね合せれば、季節変化を表現できる。

(4)減衰 式(2)の右辺最後の項に示しているように、Cの2乗に比例することが調査および実験により判明し、季節による明確な差はあらわれていないが、C自体が季節変化することは図-8,9のCOD実測濃度分布よりわかるので、 $Kd \cdot C^2$ で減衰の季節変化は表現できよう。

4・むすび 半日周潮までとった夏季および冬季の恒流は図-4、図-5の如く流向と流速に差がでており、図-6、図-7のCL<sup>-</sup>分布によ

り示される夏季における関門方面(図中左方向)からの流れおよび冬季における小野田、宇部方面(図中上右方向)からの流れを説明している。また、実測COD濃度は図-8、図-9の如くその分布に差があるが、式(2)~(8)における定義および水質と底質の調査実験により、そして、夏季と冬季の潮流計算結果の恒流および潮汐往復流を使用することによりCOD濃度の季節変化を表現できる。

#### 参 考 文 献

- 1) 加納, 赤坂: 季節変化を考慮した周防灘の潮流計算, 35回年講2部
- 2) 加納, 赤坂: 拡散水理模型と流況シミュレーション, 33回年講2部
- 3) 第四港湾建設局下関調査設計事務所: 驗潮記録, 1979
- 4) 中野猿人: 潮汐学, 生産技術センター
- 5) 加納, 浮田, 赤坂: 湾内における底質のまき上げとCOD濃度, 34回年講2部
- 6) 環境庁編: 海底汚染物質等の影響を考慮した海域水質の予測モデルの開発に関する研究, 環境保全成果集(II), 昭和52年度

