

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 河川および海域における底質のまき上げ現象は水中工事、浚渫、洪水時などの異常流速の場合に着目した解釈がなされてきた。しかし、本報で取り扱う周防灘西部海域においては、工場废水、都市排水の負荷が大きく灘のほぼ全域に底泥が形成されておりかつこの底泥の粒径と密度が小さい箇所があることおよび水深が比較的浅く潮流が速い箇所が多いことが作用して、定常状態の潮流によって底質のまき上げがおこりCOD, N, Pなどの水質に影響を与えるようである。そこで、わきわけは、採取した底質の粒度分析や底質コアの定性的なまき上げ試験を参考にして、底質のまき上げを導入した拡散シミュレーションにより現状COD濃度を再現する試みをした。

2. 解析の手法 海域におけるCOD解析を、陸上負荷、沈殿、減衰、溶出、生産およびまき上げを考慮した拡散シミュレーションによりおこなう。図-1に示す海域を1km×1kmのメッシュに分割し、次式(1)を基礎式としその保存系項の数値計算方法は文献1)にのべた手法により解析する。

$$\frac{\partial (ch)}{\partial t} = -u \frac{\partial (ch)}{\partial x} - v \frac{\partial (ch)}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ D_x \frac{\partial (ch)}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ D_y \frac{\partial (ch)}{\partial y} \right\}$$

$$- \lambda_c \cdot C - K_d \cdot C + g_c + R_c + Q_c + M_c \cdots \cdots (1)$$

C: COD濃度, λ_c : 水深, λ_c : 沈降係数(%), K_d : 減衰係数(%), g_c : 陸上負荷(%), R_c : 溶出量($\text{mg}/\text{m}^2/\text{日}$)
 Q_c : 生産量($\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$), M_c : まき上げ量($\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$)

生産はプランクトンがP, N, Cの無機質をCODへ合成生産することを意味し、これを評価する方法にはi)△COD法²⁾とii)生産速度法³⁾があるがここでは生産速度法を使用する。そして生産速度は海域一次生産量の考え方に準じて定める。すなわち、 $Q_c = g_c / h$ (g_c : 生産速度($\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$)) $\cdots(2)$ となる。

つぎに、まき上げ量については、市街地河川の浮上量実験により限界掃流力と関連づけたもの⁵⁾、海域の底層流平衡時の鉛直拡散係数と関連づけたもの⁶⁾など2, 3の文献例はあるが、本解析にはそのままでは使用し難いのでつぎの方法によった。まき上げ量はまき上がって再沈殿する量をさし引いた正味の量とし $M_c = m_c / h$ (m_c : 持ち上げ速度($\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$)) $\cdots(3)$ とする。この m_c は豊前海の実験によれば g_c とほぼ等しいので m_c の当初値として g_c と等しく与える。これを図示すれば図-2となり、この当初 m_c 値による解析結果を図-3に示す。図-4に示す実測値と比較すれば全般的に解析濃度が低い。そこで、底質コアのまき上げ試験結果(表-1, 図-5に示す)と底質表層5cmのフルイ分け試験(表-2に1部分を示す)および潮流速を勘案して図-6に示す修正まき上げ分布を与え、修正まき上げ速度による解析をおこなった。

3. 解析結果および考察 修正まき上げ速度によるCOD濃度と実測COD濃度を図-4により比較すれば、対象海域全域においてほぼ実測値と等しく

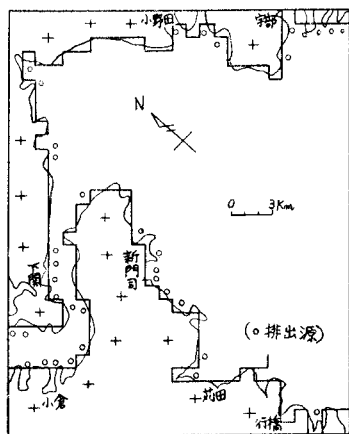


図-1 対象海域

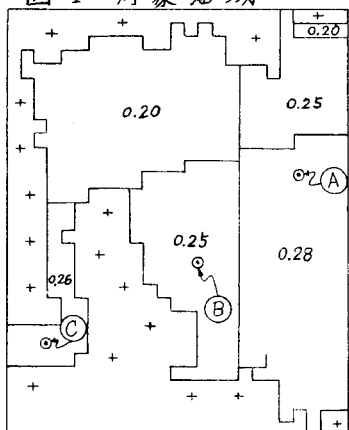


図-2 当初まき上げ速度 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$)

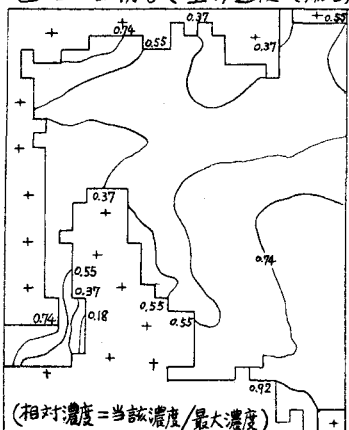


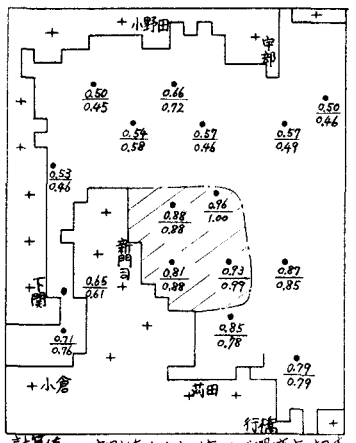
図-3 当初まき上げ速度によるCOD相対濃度

っており現状濃度を解析により再現できた。この解析結果によるCOD濃度-時間曲線を図-7に示しているが、50潮時以上経過すればすべて定常濃度となっている。また、このときの修正まき上げ速度と当初まき上げ速度を図-2と図-6によって比較すれば、当初値は全海域でオーダーは等しくほぼ同じような値になっているのに対し修正値は最小値0.01~最大値1.20の如くその値にかなり差がでている。この差は当海域のまき上げ量が地域によってかなり異なることを意味している。ここで、当海域のCOD濃度の場所による違いをみれば図-4に斜線を入れて示した新門司沖地域が最大値を示している。最大CODを与える原因を式(1)の諸元によって考察してみよう。減少側に作用する入の沈殿および K_d の減衰係数は水質底質調査結果などから他の地域より小さい理由はないようである。増加側に作用する g_c , R_c , Q_c , M_c のうち g_c の陸上よりの負荷は左側の下関や上側の小野田、宇部の陸部より小さい値であり R_c の溶出や Q_c の生産は特に他地域より大きい理由はないようである。しかし、 M_c のまき上げ量については表-1、図-5の定性的なまき上げ試験や表-2のフルイ分け試験結果に差がでていることから推測されるように地域によって差がありうると思われる。ただし、当海域の調査研究は始めたばかりであって Q_c , K_d , λ_c などについても把握が充分とは言えないので、図-6に示す M_c の値にも検討の余地があると考え。

つぎに、筆者らの徳山湾のCOD解析と比較すれば、徳山湾では底質の粒度や潮流速が本報海域とは違うので、徳山湾のまき上げ速度は特に地域差を入れず沈降項において沈殿量とまき上げ浮上する量の差と考えることにより解釈することができた点が周防灘と異なっている。

参考文献

- 1) 加納・崎山: 湾域における汚濁物質の解析について, 土木学会第4回環境問題シミュレーション講演集 1976
- 2) 中面・浮田: 海域におけるCOD生産について, 用水と廃水 Vol.17 No.6 1975
- 3) 芦部他: 閉鎖水域での水質シミュレーションの考察, 昭和51年度下水協講演集
- 4) 遠藤: 瀬戸内海の一生産に関する研究, J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ. 1970
- 5) 村岡・三浦: 底質汚泥の浮上と濁度に関する基礎的研究, 土木学会第27回年講(第2部) 1972
- 6) 福田他: 瀬戸内海環境保全に関する研究, 環境庁 環境保全研究成果集(II) 1975
- 7) 加納・赤坂: 徳山湾におけるCOD濃度の数値解析について, 土木学会西部支部 52年年講 1978



計算値 実測値は北九州市および環境庁の調査(548~552年)より(相対濃度)
 図-4 実測値と修正まき上げ速度によるCOD

表-1 底質コアのまき上げ試験

まき上げ 流速	A	B	C	D
	まき上げ量			
2 cm/s	中	小	無	無
5 cm/s	大	中	小	無
10 cm/s	激	大	大	小

表-2 底泥表層5cmのフルイ分け試験

粒度 分布	①	②	③
210μ以上	93.1%	7.8%	1.1%
74μ以下	5.1%	86.0%	98.2%

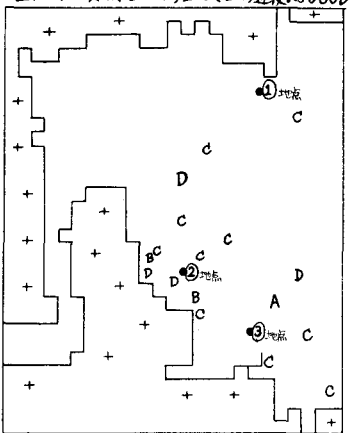


図-5 まき上げランク図

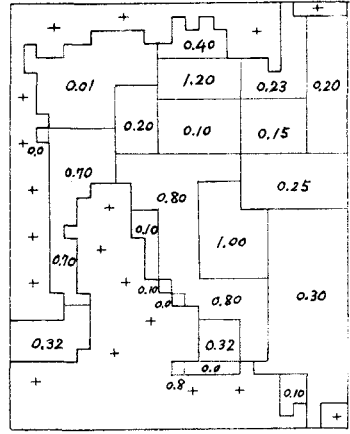


図-6 修正まき上げ速度(3/2日)

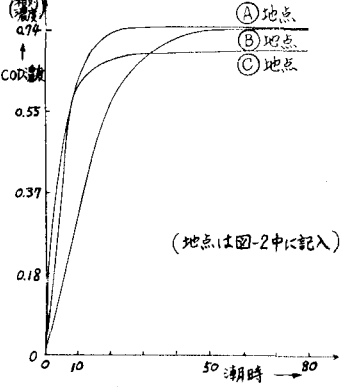


図-7 拡散解析によるCOD時間曲線