

東北大学大学院 学生員 清水 保
 東北大学工学部 正員 岩崎 敏夫
 東北大学工学部 学生員 渡辺 龍

1. はじめに。 著者らは、昨年、任意のモデル海域を設定しそこでの拡散物質の移動を支配する移流と拡散の効果について検討を行ない、 $P_e = \sqrt{u} \cdot \Delta S / K$ (ここに u : 流速, ΔS : 格子間距離, K : 拡散係数) の分布からマクロ的には 移流と拡散の効果を推定できることを報告した。⁽¹⁾ 今回 そのモデル海域の領域をさらに外海に向かって広げ、拡散係数の与え方についても検討を行なったのでその結果をここに報告する。

2. 数値解析手法。 図1が今回新たに設定したモデル海域である。与えた外力は、潮汐、恒流、河川流量、Source から海域へ放流される拡散物質の濃度とその放流量である。

本報では 潮汐については周期 M_2 、振幅 20cm の図1に示す方向から入射する入力波を与え、恒流については図1に矢印で示す方向に 2.5cm/sec の流速を与えた。河川流量はその固有流量を $2\text{m}^3/\text{sec}$ とし、さらに河口域への上げ潮時の貯留量、海域における水位変動との位相差も考慮して $(-2 + 8\sin(\omega t + \frac{\pi}{2}))\text{m}^3/\text{sec}$ (ここに ω : 角速度, X 軸正の向きの流量を正とする) の流量を与えた。また河口における拡散物質の濃度は上げ潮時そこでの濃度勾配を一定として求めた。下げ潮時には河口より1格子間隔上流の上げ潮時最後の濃度を固定して一次元の拡散方程式より求めた。一方、Sourceから図1のようにして流量 $6\text{m}^3/\text{sec}$ 、拡散物質濃度 20mg/l の定常放流を想定した。潮流解析に際して、外海入力境界における流量の与え方として一次元特性曲線法を用いた。つまり、潮汐、恒流は図1に示す方向より入射するので、北側境界を無反射境界とし、東側、南側境界においては潮汐と恒流とを進行波として特性値を形成させた。初期条件は、潮流解析においては静水を与え、拡散解析においては海域の拡散物質濃度零を与えた。計算は、潮流解析については2周期行ない、拡散解析にはその2周期目の水位、流速

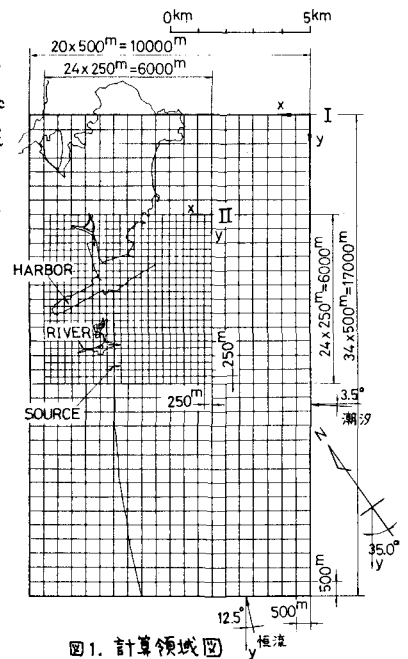


図1. 計算領域図

データを用いて6周期行なった。計算に用いた基礎式は、潮流解析については線形長波の運動、連続の式、拡散解析については、拡散物質の濃度が水深方向一様で、かつ拡散物質の海底からの巻き上げ、海底への沈降がないとした物質の保存則を表わす式である。計算における時間間隔は、潮流解析については6秒、拡散解析については150秒とした。なお拡散計算においては差分化の影響や沈泥により拡散物質の濃度が負値になることがある。また正の濃度であっても周囲4点の濃度よりも小さく極小値をとる場合、海域で拡散物質の巻き上げや沈降がない限り無意味である。このことを考慮して、上述したような現象が発生した場合には、1時間ステップ前の近傍の4点の最小濃度で置換す

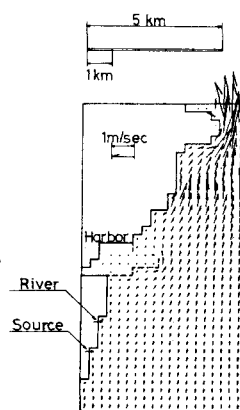


図2 沈泥ベクトル図

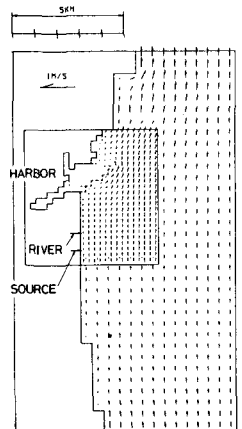


図3 沈泥ベクトル図

3. 結果と考察 図2、図3にはそれぞれ昨年および本潮流解析で得られた潮流の10時間35分時点上げ潮時の流況ベクトル図を示した。これらの図では東側境界で潮流が境界に平行して流れ、しかもその大きさは南側境界から北側境界に向かうにつれて徐々に大きくなる傾向が見られる。このような傾向は、前述した二次元特性曲線法では斜め透過の現象が考慮されないため、東側境界で反射を起こしていることに帰因するもので、領域を外海に向かって大きくとればかなり緩和されることが図3に示されている。次に示す図4は、A湾で得られた拡散係数観測値をプロットした図である。日本沿岸では染料実験によりいくつかの拡散係数観測例が報告されているが、ことA湾に関しては、 $K = 0.03 \text{ 日}^2$ (Q : 対岸までの最短距離) により拡散係数を与えることが最適であると思われる。そこで図3に見られるような潮流や、上述の式で与えられる拡散係数を入力として拡散計算を行ない、河口付近で得られた拡散物質濃度経

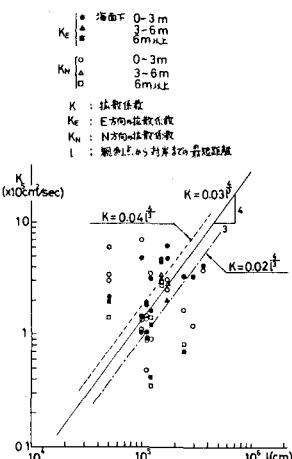
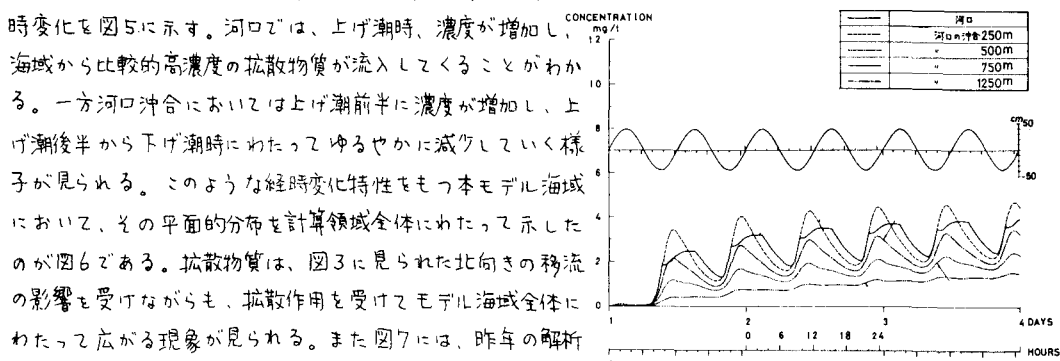


图4 共轭系数、规则值



18 24 0
圖 5 拡散物質濃度経時変化

の場合の拡散物質濃度平面分布を示した。拡散係数が $10^6 \text{ m}^2/\text{sec}$ のオーダーであると、拡散物質は移流のみによって拡散し、図6に見られる分布とは異なる分布特性を示す。

4. おわりに. 拡散係数の与え方次第で、拡散物質の分布特性はかなり異なることがわかった。拡散解析をするにあたっては、拡散係数の評価を慎重に行なう必要がある。最後に本解析を行なうにあたりまして、貴重な助言をいただきました東北大学工学部奥野明講師に対し感謝の意を表します。

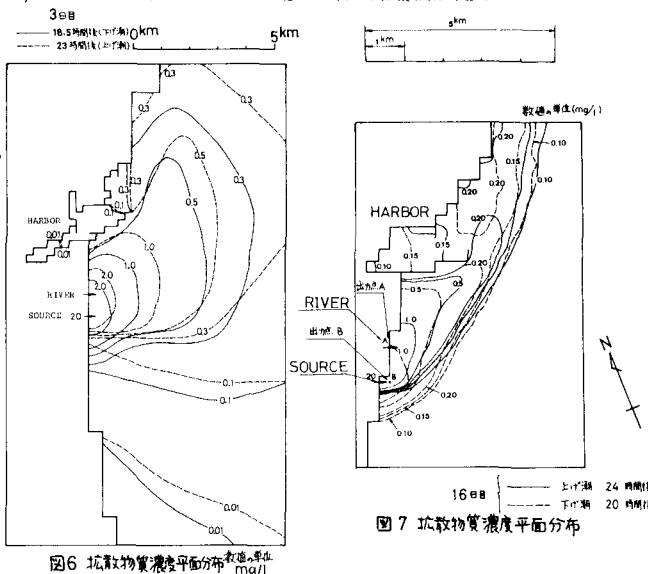


図6 拡散物質濃度平面分布 数値の単位 mg/l

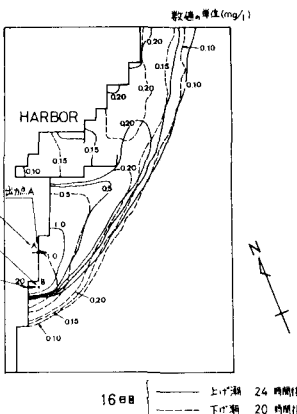


圖 7 抗敵物質濃度平面分布

参考文献(1)岩崎、真野、清水：沿岸海域での物質移動に及ぼす移流と拡散の影響評価，第36回年講 pp.739~740
(2)玉井信行：密度流の水理，P45，1980