

京都大学大学院 学生員○古寄裕三

京都大学防災研究所 正会員 井上和也

1 はじめに 本研究は、沿岸水域の河口近傍に埋立が行われた場合、それによって流況がどのように変化するか、とくに河川からの流出がどのような影響を受けるかを明らかにするため、3次元の数値解析法を展開するとともに、これを大阪湾とその湾奥部に位置する淀川や大和川の河口付近の水域に適用したものである。

2 数値解析モデル 数値解析モデルには、流れの3次元性および密度の非一様性を重視して3次元解析法を採った。基礎式は連続式、運動方程式、密度の保存式およびトレーサー（染料）の濃度保存式から構成される。ただし、 z 方向の運動方程式は静水圧分布式で置き換え、トレーサーの濃度保存式では移流のみを考えて、拡散項は含めないことにした。この基礎式をcontrol volumeにおいて積分し、さらにLeap-Frog法によるexplicitな差分式に変換した。なお本研究では気圧の変化や風の吹送などによる気象的要因は考慮していない。

3 大阪湾への適用 対象領域は、図1に示されるように、大阪湾の全域と湾奥部の淀川および大和川の河口付近とする。まず大阪湾全域を対象領域とする計算（広領域計算、計算L）を、海側の開境界には明石海峡および紀淡海峡で潮位ハイドログラフを与え、陸側境界である河川流入に関しては淀川や大和川などの河口に流量ハイドログラフを与えるという境界条件のもとで行なった。ただし、潮位ハイドログラフはそれぞれの断面において横断方向には一様とし、流量ハイドログラフは時間的に一定とした（武庫川：3,800 m^3/s 、淀川：12,000 m^3/s 、大和川：5,200 m^3/s 、中島川：400 m^3/s 、神崎川：1,400 m^3/s ）。ついで大阪湾奥部をクローズアップし、問題となる河口部周辺を詳細に解析した（狭領域計算、計算S）。この計算Sは淀川や大和川の河口近傍の流れをより詳しく調べることを目的とするものなので、差分格子は計算Lより細かくし、計算Lで求められた狭領域の開境界における流速、水位、密度および濃度を計算Sの境界条件として与えた。河川流入に関しては計算Lと同様である。

4 計算条件 計算は埋立がない場合（現状）と湾奥部に埋立を想定した場合（埋立後）の2ケースについて行い、両者を比較することによって流況の変化の予測を試みた。ここで考えるのは仮想的な埋立であって、図5に示されるように、淀川および大和川の河口から拡がり角 11° の法線に沿って外側に $P_1 \sim P_4$ を想定した。差分格子は計算Lにおいては $\Delta x = \Delta y = 1000\text{m}$ 、 $\Delta t = 10\text{s}$ 、計算Sでは $\Delta x = \Delta y = 250\text{m}$ 、 $\Delta t = 2.5\text{s}$ としたが、 Δz は計算Lと計算Sとで共通とし、0.P.-2.0mより上を第1層としてこの層だけは Δz を水位の昇降に応じて変数扱いにし、それ以外の0.P.-2.0~-49.5mでは $\Delta z = 2.5\text{m}$ 、0.P.-49.5mより以深では $\Delta z = 10\text{m}$ とした。河川水および海水の密度はそれぞれ $\rho = 1000.0\text{kg}/\text{m}^3$ および $1022.0\text{kg}/\text{m}^3$ とした。トレーサーを河川から投入したときの境界条件は河川からの流入トレーサーの濃度を1.0、海側境界では計算領域内に流入する場合は濃度を0、流出する場合は領域内の濃度が領域外へ輸送されるとした。計算継続時間は3日間であるが、計算開始後の3時間は計算の安定を図るため、境界の潮位は初期値と同一の値を継続するものとした。

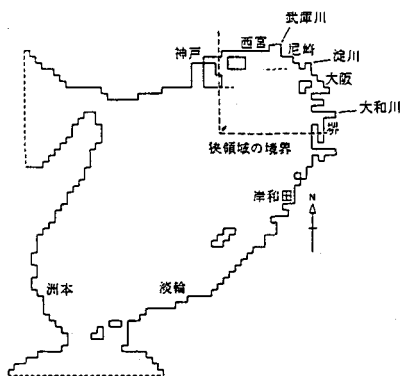


図1 対象領域

5. 密度分布とトレーサーの濃度分布の比較 図2および図3は「現状」の計算Sにおけるトレーサー濃度および密度分布である（計算開始12時間後）。ただし、密度については密度の最大値から最小値を引いた値（ 22.0kg/m^3 ）を1とし、図表示におけるトレーサーの濃度の区分と密度の区分とを一致させてある。トレーサーは密度分布と比べると、やや西に大きく進んでいる。洪水発生時の大阪湾の衛星画像では淀川から流出した濁度がやや西に偏ることがあるので、トレーサーの方が密度分布よりも西に進んでいるのは、トレーサーは流体運動に影響を与えずpassiveであり、同じくpassiveと考えられる濁度により近い拡がりを示すからと思われる。

6. 「埋立後」の流れの変化 図4および図5は、それぞれ表層のトレーサーの濃度分布を「現状」と「埋立後」とで比較した結果である（計算開始6時間後）。「現状」では淀川からの流れは同心円状に近い形で拡がっているのに対し、「埋立後」では流れが変わり、埋立 P_1 、 P_2 の間を西向きに流下した後埋立の少し沖から同心円状に拡がりはじめる。「埋立後」の場合、淀川と大和川の流れは埋立によって隔たれており、この付近ではまだぶつかっていないが、「現状」ではすでに両者はぶつかっている。このように淀川と大和川の流れの混合が遅れるのは、淀川の流れが埋立により西に向かう傾向が強まるからであり、また「埋立後」の大和川の流れも、埋立 P_4 に遮られて直進的に浸出する距離が長くなるからである。さらに、埋立 P_2 、 P_3 に囲まれた閉鎖性の水域にはトレーサーが流れ込みにくくなっているが、これは逆に考えれば水の交換性が低下していることを表しており、水質などの環境変化を考えると示唆となる結果であろう。このように、河口近傍に埋立があると、それが河口から拡がり角 11° よりも外側であっても河川水の拡がりを限定する結果流れに影響を与え、さまざまな流況変化が生ずると考えられる。

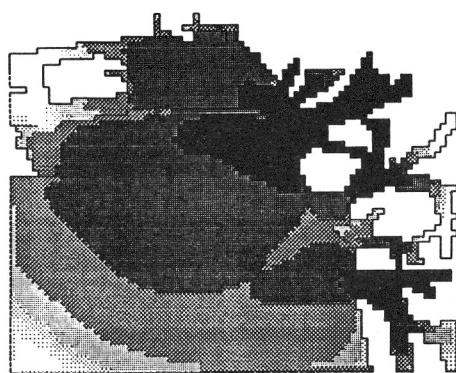


図2 トレーサーの濃度分布

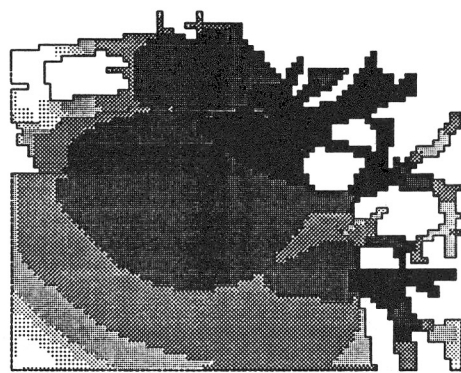


図3 密度分布

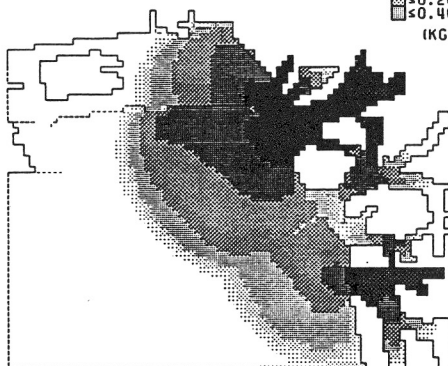


図4 トレーサーの濃度分布（現状）

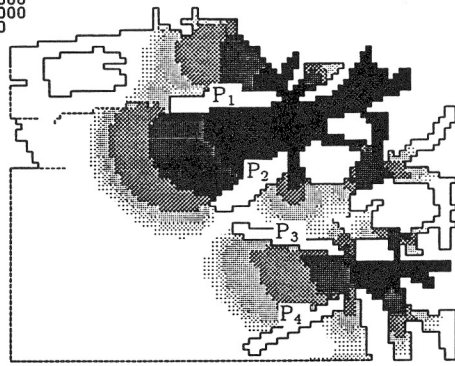


図5 トレーサーの濃度分布（埋立後）