

Ⅱ-403

マングロープ・エスチュアリーにおける3次元流動と物質輸送

大 林 組 正会員 山本多成

大阪大学工学部 正会員 中辻啓二

建設技術研究所 正会員 大屋敬之

1. はじめに

マングロープ水域は河道であるクリークと、その氾濫源であるスオンプから成り立っている。スオンプには樹木が繁茂しており、その特殊な地形要素と潮汐の相互作用によりマングロープ水域ではそれ特有の水理現象が見られる。既往の研究では2次元的な扱いに止まっており、物質の移流、拡散に重要な鉛直方向の流動や密度構造には全く触れられていない。本研究ではマングロープ水域における流動を3次元的に扱うモデル化を行い、流動や物質輸送過程の再現を可能にした。そのモデルをマレーシアの Merbok Estuary への適用し、マングロープ水域での流動とスオンプにおける土砂の堆積機構の解明を試みた。

2. モデルの概要

マングロープ水域は感潮域に属している。干潮時には水はクリークだけに存在するが、水位が上昇するにつれてスオンプに氾濫し、満潮時にはスオンプの奥深くまで侵入する。また雨期の小潮時には陸水と海水とがクリーク内で成層化している。このような流動を3次元的に表現するために、クリーク内の流動は3次元、スオンプ内のそれは2次元として扱った。モデルにおいてはクリークに3次元バロクリニックモデル ODEM をスオンプには平面2次元モデル DIVAST を適用した。移流拡散方程式についても同様にクリークでは3次元的に、スオンプでは鉛直方向に積分したものを考慮した。そしてそれぞれをクリークとスオンプの境界で連結することによりマングロープ水域全体の流動と物質輸送を再現した。

3. 計算領域および計算条件

計算領域は図1に示すマレー半島西岸に位置する Merbok Estuary を想定し、クリーク、スオンプともに直交座標格子を適用した。スオンプの底部勾配は $3/1000$ とし、底面摩擦係数 γ^2 を 4.0 とした。この値はマニングの抵抗係数 $n=0.4$ に相当する。境界条件は河口で潮汐振幅を、上流端で淡水流量を与えた。大潮時を想定した場合の振幅は 1.0m であり、小潮時は 0.4m である。淡水流量については観測降水量に基づいた流出解析の結果によるものである。物質輸送に関してはスオンプ内の浮遊土砂の挙動に注目し、クリークでの土砂濃度を 1.0g/l と仮定した。また土砂の沈降速度を 0.4mm/s とした。

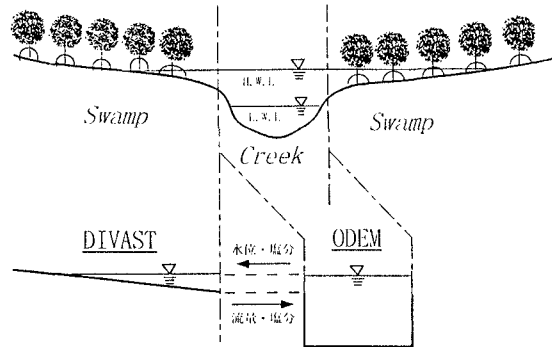


図1：マングロープ水域の模式図

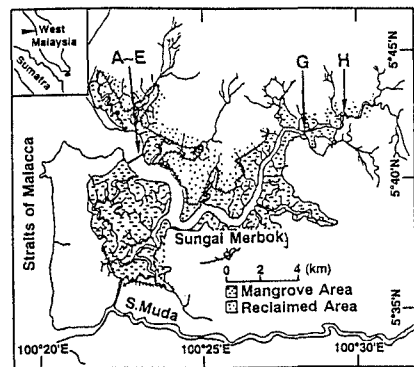


図2：Merbok Estuary

keyword: mangrove, mass-transportation, density flow

〒565 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL 06-879-7613 FAX 06-879-7616

4. 計算結果

図3は縦断面における塩分分布と流速ベクトルを表している。同図から大潮時より小潮時の方が成層が強化されていることがわかる。これは小潮時のほうが潮汐の振動が小さく、鉛直方向の乱れが小さいためであると理解できる。また、淡水流量が加わるとさらに成層度が強くなり、その量が大きいほどその傾向が強くなっている。これは密度の小さい陸水が上層に流れ込むためである。これらの現象は現地観測によっても確認されている。

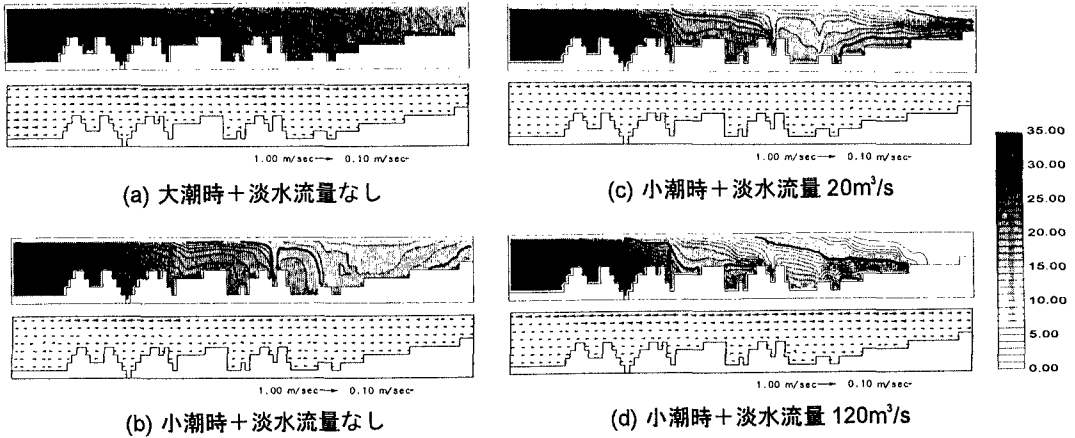


図3：縦断面における塩分および流速ベクトル

図4はスオンプ内のクリーク側の位置における水位、流速、浮遊土砂濃度および輸送量の時系列である。境界の水位が上昇するにしたがってクリークからスオンプへ水が流入している。そのときの浮遊土砂濃度は比較的高い値をとる。下げ潮に転じるとスオンプに氾濫した水はクリークへ流出し、そのときの濃度は流入時に比べて非常に低い値を示している。これはマングローブの根によって生じる大きな抵抗によってスオンプ内の流速が小さくなり、土砂の沈降が促進されたために水中の濃度が低下したと予想できる。

一潮汐における土砂輸送量に着目すると上げ潮時に流入した土砂のうち9割以上がスオンプ内に沈降していることがわかる。現にマングローブ林は土砂を取り込む性質があり、このことは観測によっても確認されている。

5. まとめ

連結モデルによりマングローブ水域の3次元流動および物質輸送が再現できた。流動に関しては潮汐と淡水流量の影響を大きく受けることがわかった。土砂輸送についてはスオンプ内の沈降過程が再現できた。しかし、その輸送量、沈降量等の絶対量は観測結果に基づくものではないので想像の域を超えない。マングローブ水域全体の物理機構を解明するには現地における実測が急務となる。

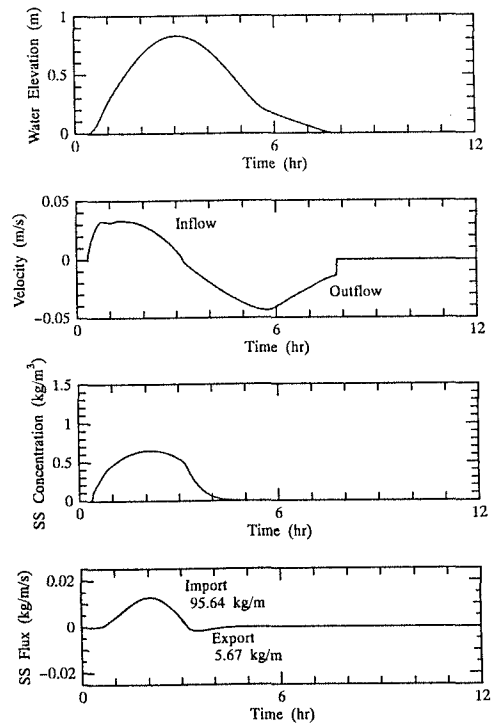


図4：スオンプの境界における水位、流速、SS濃度および輸送量