

大阪大学大学院工学研究科	学生員	○松永浩徳
大阪大学大学院工学研究科	正会員	中辻啓二
(株)建設技術研究所	正会員	大屋敬之
(株)奥村組	正会員	安田幸司

1. 研究目的

マングローブとは熱帯・亜熱帯地域の感潮帯に生息する塩性植物の総称で、“生命のゆりかご”、“生態系の栄養源”とも呼ばれる。それはマングローブ林で生産される粒子状有機体の林内土壌デトリタスが水中に流れだし、水域が栄養塩に富んでいるためである。マングローブ水域内の栄養塩の流動の解明は、生態系のより正確な把握に必要である。水中では栄養塩と Suspended Solids(以下 SS)の挙動は似ていると考えられることから SS の輸送の把握が栄養塩の輸送の理解につながる。よって本研究では河口部断面における 1 潮汐当たりの SS 収支を算出した。また、水域中流部から物質が流出した場合の拡散過程の再現も行った。

2. 研究対象エスチュアリーと計算の概要

研究対象はマレー半島の西岸に位置する Merbok Estuary である。河道全長は 35km、水深は 3～15m、河幅は河口部で約 2km、最上流部で約 3m になる。集水域は約 550km²でその約 1 割がマングローブ林である。マングローブ水域の断面図は図 - 1 に示すように、複断面河川の低水路、高水敷に相当するクリークとスオンプで構成される。

数値モデルは、クリークには 3 次元パロクリニック流れの ODEM を、スオンプには流れの先端をうまく記述できる 2 次元モデル DIVAST を適用した。ODEM では水平格子幅は 100m、鉛直格子幅は 2 m である。水平方向渦動粘性・渦動拡散係数に S G S モデル、鉛直方向には勾配型局所リチャードソン数の成層化関数を用いた。DIVAST では水平方向格子幅を 50m とし、水平方向渦動粘性・渦動拡散係数は一様に 1.0m²/s とした。境界条件として大潮時は潮汐振幅 1.0m、小潮時は 0.4m、SS 沈降速度を 4.0×10^{-4} m/s で計算した。SS 収支は河口部断面で断面積×流速×SS 濃度×時間よりもとめた。拡散については中流部の 5 つのメッシュに初期条件として無次元数 1000 を与え、移流拡散方程式を解いた。

3. 計算結果とその考察

図 - 2 は大潮、小潮時の水位と計算結果の流速、河口部断面での単位時間当たり SS の流出量の時間変化を示す。また 1 潮汐当たり大潮時の SS 収支は 25600 t 流出、小潮時 290t 流出という結果であった。流速の変動では上げ潮時にピークが 2 度見られ、下げ潮時の最大流速が上げ潮時より大きいことがよみとれる。これは既往の研究で解明されているマングローブ水域の流動特性である。今回の研究で明らかになったことは SS はマングローブ水域から流出しており、大潮時と小潮時を比較したとき流速の差は最大で 2 倍強程度であるが、SS の輸送量ではオーダーで 2 桁の差がでることである。クリークでの SS の巻き上げは、固体分率の影響を受ける限界掃流力を、流速によって生じる底面せん断力が上回るかによってきまるが、小潮時には流速が小さくほとんど限界掃流力に達しなかった。グラフからクリーク内では小潮時の最大流速付近 (0.14～0.18m/s) を境に巻き上げが起きていると考えられる。また、この結果より SS の輸送と関係があるとされるベントスや特定の窒素化合物、リン化合物も水域から外海へ流出していると考えられる。

図 - 3 は大潮時 1 潮汐間の物質拡散過程を示している。図より物質は水位変動とともに上流、下流方向に

移動しながら拡散が進み、最終的には水域内で広域に拡散することが予想できる。また図には示さないが、小潮時と大潮時の比較より大潮時のほうが拡散距離が長いことが確認できた。

4. おわりに

マングロープ水域に関する実測データは限られており、今回のSS収支の計算結果を実証することはできない。結果ではSSは絶えず外海へ流出しており、クリーク内のSSは無くなるはずである。しかし、それは実際のマングロープ水域ではありえない現象である。本モデルには河口境界部、上流境界部でのSSの境界条件は与えられていない。SSはマングロープ林で生産され雨期のflushingでクリークに流入するといわれるが、その影響も考慮されていない。今後の課題は実測データを手に入れ、モデル内で以上の点を改良してゆくことである。

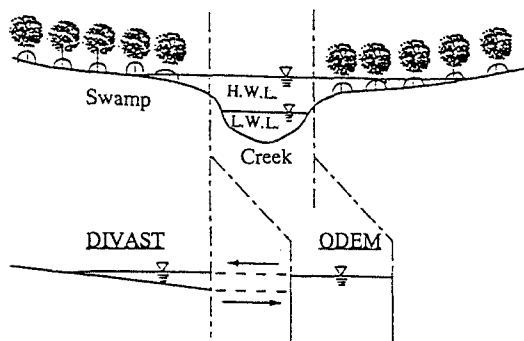


図 - 1 マングロープ水域断面

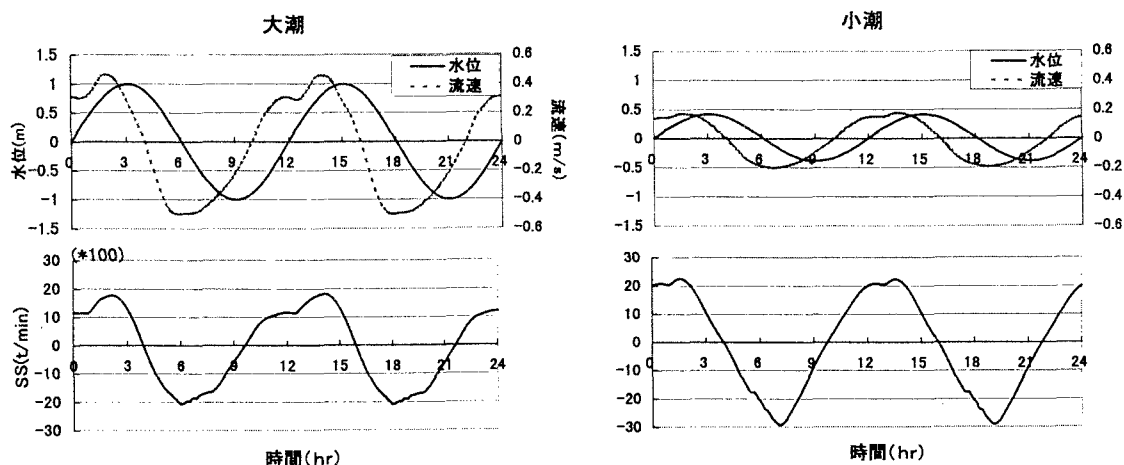


図 - 2 水位・流速・SS 流出入量

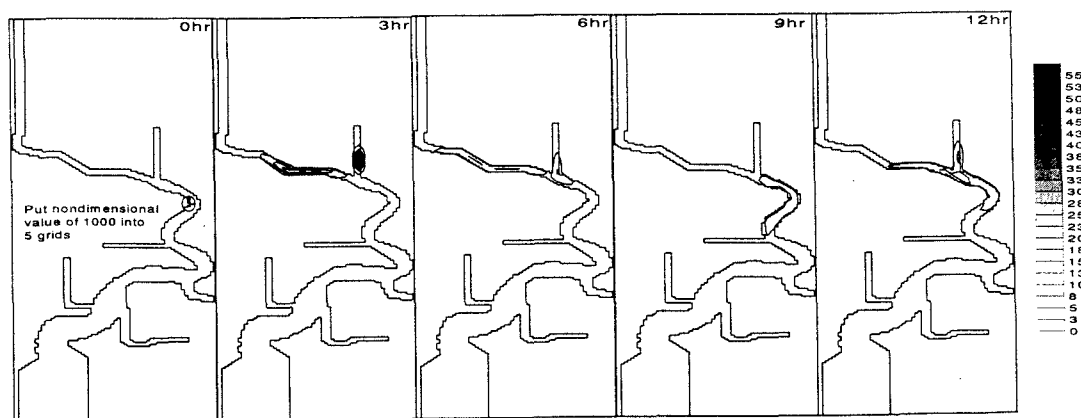


図 - 3 物質拡散 (大潮時)