

大阪大学大学院 学生員○大屋敬之
大阪大学大学院 学生員 山本多成
大阪大学工学部 正 員 中辻啓二

1. はじめに

マングローブとは熱帯・亜熱帯地域の感潮帯に生育植物の総称であるが、近年このマングローブが乱開発により急速に失われつつあり、このことが環境問題として重要視されている。本研究では河川の河口部にあるマングローブ水域を扱う。この水域は河川（クリーク）とその両岸に広がる湿地（スオンプ）からなっている。また流動はおもに潮汐変動による。上げ潮時河口からこの水域に流入した海水は、両岸のスオンプに氾濫し、下げ潮時氾濫した海水はスオンプからクリークに戻り河口より外洋へ流出していく。この水域の流動特性として、下げ潮時の流速が上げ潮時の流速を上回る（流動の非対称性）ということが報告されている。ここでは、直線的な水路を想定し、平面2次元モデルを用いて、流域の流動の再現を試みる。

2. 数値計算の概要

流動の非対称性は、大量の海水のスオンプへの氾濫形態と密集したマングローブの支柱根や底生動物の巣穴による抵抗、スオンプの勾配によると考えられる。計算において想定する水路は図-1に示すような両岸にスオンプを有する直線水路である。水理諸量は河口の水深を8.0m、河床勾配を1/1,000、水路幅を60m、水路長を4km、スオンプ横方向勾配を3/1,000、スオンプの縦方向勾配を1/10,000、スオンプの奥行きを400m、潮汐振幅を1.0m、潮汐周期を12.5時間とした。なお、水理諸量はマレーシアの Buanje Estuary を参考にしている。

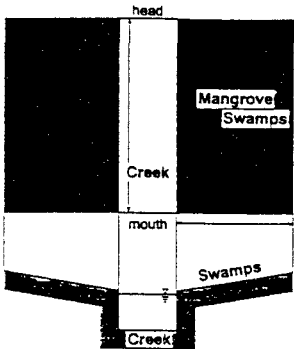


図-1 計算領域

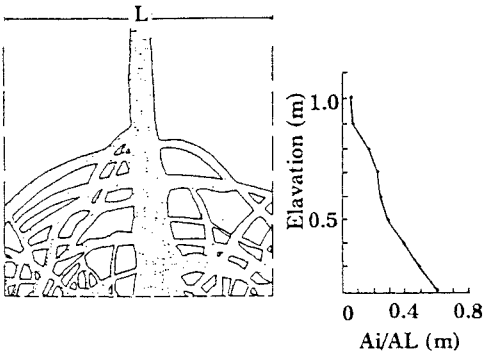


図-2 マングローブの支柱根とその密度

数値実験においては、スオンプの流域のマングローブなどによる抵抗を底部摩擦項として表現している。マングローブの支柱根は図-2に示すように、水深の変化にともない根の間隔も変化する。さらに、それにとり流動の抵抗も変化すると考えられる。Sylester Petrykら(1975)は植物による流れの抵抗を水深とそのときのマングローブの密度によって式(1)のように表現した。

$$\gamma^2 = \gamma_b^2 + \frac{C_d R}{2} \frac{\sum A_i}{AL} = \gamma_b^2 + \frac{C_d H}{2} \frac{\sum A_i}{AL} \tag{1}$$

ここに、 γ ：無次元抵抗係数、 C_d ：抵抗定数、 A ：断面積、 A_i ： A に占めるマングローブの面積、 L ：各

Yoshiyuki OOTA, Kazunari YAMAMOTO, Keiji NAKATSUJI

樹木間距離、 R ：径深、 H ：水深である。なお、 $\Sigma A_i / AL$ がマングローブの密度を表す項である。
マングローブの密度は Wolanskiら(1990)が求めたものを参考にして(式(2))の様に式化した。

$$\frac{\Sigma A_i}{AL} = 0.08^H \quad (2)$$

すると、マングローブの密度と無次元抵抗係数 γ^2 との関係は図-3のようになる。図より γ^2 は水深約 40cm で最大値をとることがわかる。松田ら(1991)はスオンプでの抵抗を γ^2 を用いて表現し、 $\gamma^2=4.0$ としている。このことを参考にして、本研究では平均して約4.0 になるように γ^2 を30倍して計算した。またクリークにおいては $\gamma^2=0.0026$ と一定にして計算した。

3. 計算結果

図-4は河口での水位と流速の時間変化である。縦軸が流速(cm/s)と潮位($\times 10$ cm)で、横軸が時間である。これより、スオンプにおける抵抗 γ^2 を水深により変化場合の方が変化させない場合よりピーク時の流速が大きいことがわかる。ここで非対称性の度合いを下げ潮時のピーク流速と上げ潮時のそれとの比で表すことにすると、 γ^2 を変化させた場合 1.424、一定の場合 1.290 となり、 γ^2 を変化させた場合の方がそれが一定の場合より非対称性が強まっていることがわかる。これについては、中辻ら(1995)によりスオンプの抵抗の増大により非対称性は強まることが確認されているが、本実験では図-2に示すように水深により変化させた場合の γ^2 が全体として4.0を下回っている。このことから、 γ^2 を水深によって変化させた場合に流動の非対称性はより強くなる。

図-5は河口での横方向単位幅流量の時間変化である。である。これより γ^2 を変化させた場合の方がより多くスオンプへ海水が氾濫することがわかる。

4. おわりに

スオンプの存在により生じる非対称性が特徴的な流動のより正確な再現をマングローブの抵抗に着目して試みたが、マングローブは水深によりその密度が変化し、それによって抵抗も変化する。数値実験ではこのことにより流動の非対称性がより強くなることがわかった。また、図-5より水位が0mより小さくなると流量も0m/s³となる。これは実際の現象としては考えがたく、更なるモデルの改良が今後の課題となる。

参考文献

- 1) Sylester Petrykら(1975): Analysis of Flow Though Vegetation
- 2) 松田ら(1991): 日本海洋学会秋季大会、概要集
- 3) Wolanskiら(1980): Hydrodynamics of a Tidal Creek-Swamp System

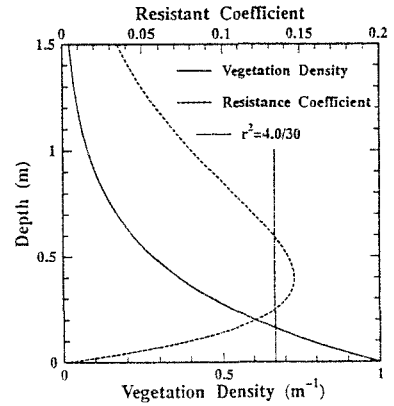


図-3 密度と γ^2 の関係

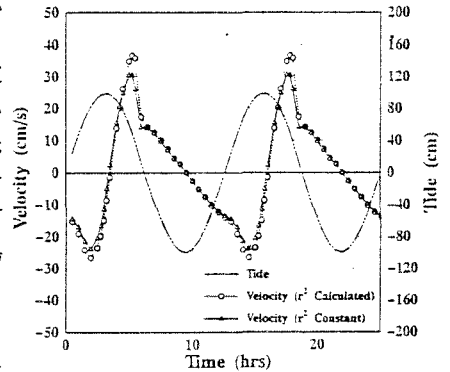


図-4 流速と潮位の時間変

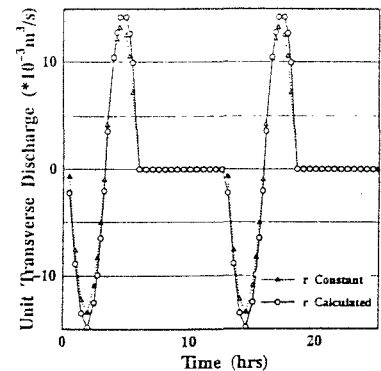


図-5 横方向の単幅流量