

II-410

マングロープ・スオンプス内の流動特性に関する一考察

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

近年、マングロープ水域の破壊が地球環境問題として注目されている。本研究では河川の河口部に存在するマングロープ水域を扱う。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)から構成されている。この水域では上げ潮時に河口より流入した海水はクリークの両岸よりスオンプへ氾濫し、下げ潮時にはスオンプからクリークへ戻り、河口より外洋へと流出していく。この水域の流動の特徴として、河口部で下げ潮時の流速が上げ潮時の流速を上回る現象(以後、流動の非対称性と呼ぶ)が実測により確認されている。本研究では直線水路を想定して、水平二次元数値モデルによりマングロープ水域の流動特性を検討した。数値モデルは先端のドライ、ウェットを明確に識別できる DIVASTモデル(R. A. Falconer(1992))を用いた。

2. 数値計算の概要

流動の非対称性は上げ潮時の海水のスオンプスへの氾濫と一時的貯留により生じることが考えられる。計算領域として図-1に示すような両岸にスオンプスを有する直線水路を想定した。この水理諸量は、水路長を4km、水路幅を60m、スオンプの奥行きを400m、河口部の水深を8.0m、河床勾配を1/1000、スオンプの横方向勾配を3/1000、スオンプの縦方向勾配を1/10000、潮汐振幅を1.0m、潮汐周期を12.5時間とした。なお、この水理諸量はマレーシアのマングロープ水域の一つである Buanje Estuary の地形データを参考に決めた。

スオンプに氾濫した海水は密なマングロープの支柱根や底生生物の巣穴により抵抗を受けることが考えられる。本数値実験に際しこの抵抗を抵抗係数 γ^2 で表現する。マングロープの支柱根は図-2に示すように水深の変化によりその密度も変化している。よって、抵抗も水深によって変化することが考えられる。Sylster・Petryk(1975)は植物の流れに対する抵抗を水深とそのときの植物の密度から式(1)のように定式化した。

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

ここに、 γ^2 :無次元抵抗係数、 C_d :抵抗係数、 A :断面積、 A_i : A に占める植物の面積、 L :各樹木間の距離、 R :径深、 H :水深、 $\sum A_i / AL$:植物の密度を表す項である。

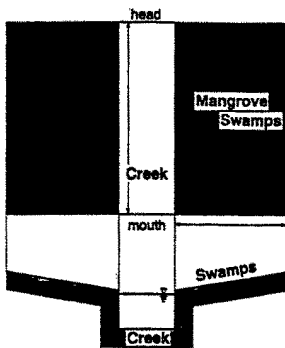


図-1 計算領域

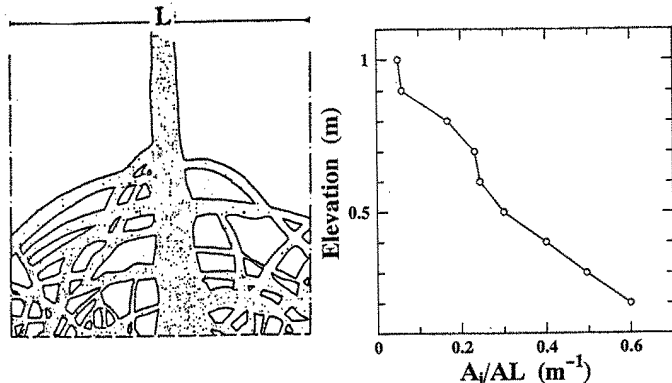


図-2 マングロープの支柱根とその密度(Wolanski(1980)より)

マングローブの密度は図-2の Wolanskiら(1990) が求めた値を参考に式(2)のように式化した。

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

式(1)、(2)より、マングローブの密度と無次元抵抗係数との関係は図-3のようになる。縦軸が水深(m)、横軸がマングローブの密度(m^{-1})と無次元抵抗係数をそれぞれ表している。同図より γ^2 は水深約 40cmで最大値をとっていることがわかる。松田ら(1991)は実測データよりマングローブの抵抗は、 $\gamma^2=4.0$ となるとしている。これを参考にして本研究では γ^2 が平均して約 4.0 になるように、式(1)を 30倍にして計算した。なお、クリークでは $\gamma^2=0.0026$ と一定にした。また、比較のためスオンプでの抵抗を $\gamma^2=2.0$ 、 $\gamma^2=5.0$ と一定とした場合の計算もおこなった。

3. 計算結果

図-4は河口部での流速の時間変化である。縦軸が潮位($\times 10cm$)と流速(cm/s)、横軸が時間を示している。図中にはスオンプでの抵抗を式(2)により変化させた場合と、 $\gamma^2=2.0$ 、 $\gamma^2=5.0$ と一定とした場合がある。これより、スオンプでの抵抗を変化させた場合と一定とした場合ではほとんど違いがみられない。

図-5は河口部でのスオンプからクリークへの単位幅流量の時間変化である。縦軸が流量、横軸が時間を示している。この図もそれぞれ3ケースを示しているが、3つの場合で相違は全く見られない。また、下げ潮時水深が平均水深を下回ると同時にスオンプからクリークへの流出が 0 (cm/s) となっている。水深が平均水深を下回ると同時にスオンプが干上がることは考えがたい。

4. 考察

スオンプでの抵抗に着目して数値実験をおこなった。スオンプでのマングローブの支柱根による流れの抵抗を底面として無次元抵抗係数で表現し、水深により変化させた場合と一定とした場合を比較したが相違は見られなかった。このモデルは流動の非対称性は表現できたが、図-5よりスオンプでの流動を正確に表現しているか疑問である。今後、マングローブの密度により断面積が変化する可能性もあり、抵抗を用いた表現の妥当性を議論すべきである。

参考文献

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

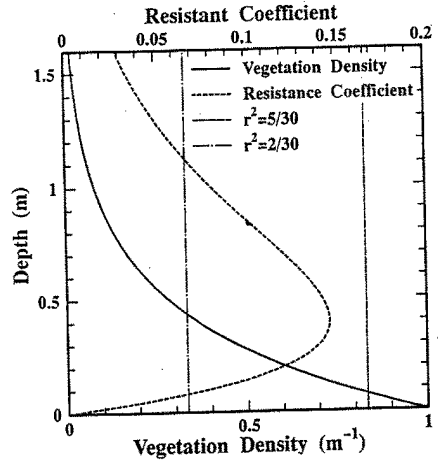


図-3 密度と γ^2 の関係

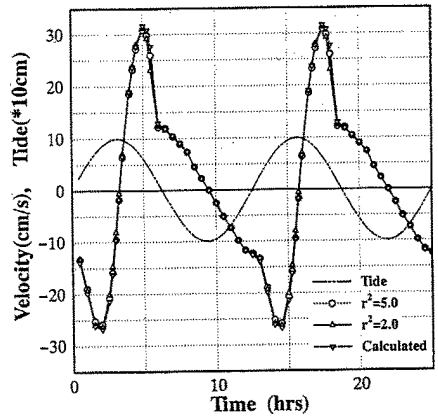


図-4 流速の時間変化

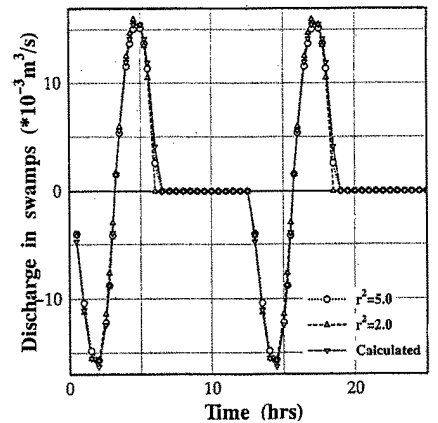


図-5 横方向の単位幅流量