

大阪大学大学院 学生員○大屋敬之

大阪大学工学部 正 員 中辻啓二

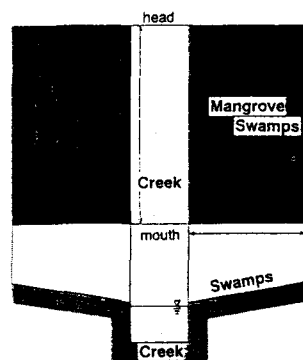
大阪大学工学部 正 員 村岡浩爾

1. はじめに

近年、マングローブ水域の環境破壊が地球環境問題の一つとして重要視されている。マングローブ水域は河口に続く河川（クリーク）と両岸に広がる湿地（スオンプ）から構成されている。上げ潮時に河口からクリークを遡上した外洋海水は両岸から大量に溢れてスオンプに氾濫し、下げ潮時にはスオンプからクリークへ流れ出て、河口から海域へと流出する。この水域の流動特性として、上げ潮時の流速よりも下げ潮時の流速の絶対値が大きくなるという“流速の非対称性”の存在が実測結果から報告されている。本研究では単純化したマングローブ水域を想定し、英国ブラッドフォード大学で開発された水平二次元数値モデル(DIVAST)を用いた数値実験から、流速の非対称性現象の物理機構の解明を行う。

2. クリーク・スオンプス系のモデル化

潮流変動に現れる非対称性は、大量の海水のスオンプへの氾濫侵入の形態、密集したマングローブの地上根や底生生物の巣穴による抵抗、スオンプの勾配等に依存すると考えられる。モデル化に際しては、図-1に示すクリークとスオンプとを連結したシステムを仮想して、マングローブ水域の物理機構の検討を行う。水理諸量はマレーシアのBuanje Estuaryの実測データを参考としている。数値実験においてはスオンプの流体抵抗を底面摩擦項で表現している。Wolanski et al.(1990)はマニングの粗度係数 n として0.4を想定している。この値は自然河川で従来から用いられている値よりも一桁大きい。また、松田ら(1991)は無次元の抵抗係数(γ^2)を採用すると $n=0.4$ が $\gamma^2=4.0$ に対応することを示した。そこで、今回の実験ではスオンプ水域の γ^2 の値を0.04～4.0の範囲で変化させて、感度解析を行った。なお、クリークでは0.0026を用いている。



3. 数値実験結果

図-2はスオンプがない場合と、スオンプがあり、 $\gamma^2=4.0$ である場合の、クリークの河口中央での流速および潮位の時間変化を示している。流速は+符号が外海への流出、-符号がクリーク内への流入を示す。スオンプがない場合に見られるように、流速は周期変動する潮汐変動に1/4周期の時間遅れで周期変動する。これに対して、クリーク・スオンプ系においては、流入の最大流速から流出の最大流速まで変化するのにわずか3時間であるのに対して、逆の場合には9.5時間も要している。また、流速の最大値は流入側では18.5 cm/s、流出側では20.9 cm/sである。いま一つ着目すべきことは流入・流出ともに最大流速の近くでピークが2度現れていることである。流出過程に着目すると、2回目のピークはスオンプがない場合の流速のピークと完全に一致している。したがって、1回目の流速のピークはスオンプが存在することにより生じていることがわかる。図には示さないが、この1回目のピークはスオンプの γ^2 の増加に伴って大きくなることが分かっており、このことからスオンプの流速変動の非対称性に与える影響が予想できる。この1回目のピークは $\gamma^2=0.04\sim0.4$ では4.5時間で生じているのに対して、 $\gamma^2=4.0$ では5.0時間になっている。このことからスオンプ内の抵抗係数の増大にともなって、

河口水深	8.0 m
河床勾配	1/1000
水路幅	60 m
水路長	4000 m
スワンプの流下方向勾配	2/10000
スワンプの横方向勾配	3/1000
スワンプの奥行き	400 m

図-1 計算領域

Yoshiyuki Ooya, Keiji Nakatsuji, Kohji Muraoka

クリーク内のピーク流速の発生時間にもずれが生じていることが分かる。

図-3はスオンプ水域内の横断面方向の水面形の時間変化を示している。横軸はスオンプ端からの距離を示し、縦軸はクリーク底面から水面までの高さを示している。クリーク内の水表面の上昇にともなって、海水がスオンプに水面勾配を呈して侵入していくのが図に明瞭に現れている。その後、水面勾配の符号が変わり、上昇時よりも大きな水面勾配を呈しながら水位が下降することになる。底部摩擦係数 γ^2 を変えた計算では γ^2 の増大に伴い、水面勾配が大きくなる傾向にあることが確認できた。

図-4は河口から距離にして0.5 km上流の地点でのクリークからスオンプへの流出（-符号）およびスオンプからクリークへの流入（+符号）の横方向の単位幅流量を示している。計算結果は図-2に対応している。スオンプへの流入量と流出量の時間変化は潮汐周期 T の $1/2$ 時間で周期変動している。つまり、潮位が平均水位を越えてから $T/4$ 時間の間にスオンプへ溢れた海水が残り、 $T/4$ の間にクリークに戻る。したがって、流出側の最大単位幅流量は $3T/8$ 時付近に生じ、これが図-2に現れたクリーク内の流下方向流速の1回目のピークの出現に対応していることが分かった。

4. おわりに

マングローブ水域に見られる流速の非対称性現象は海水のクリークからスオンプへの流出・流入に伴う潮位・流速の位相差により生じることが分かった。なお、本研究は英国のブラッドフォード大学との国際共同研究として行われた。元大阪大学大学院生 伊藤渉氏には全般に渡って協力を頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

- 松田義弘ら(1991):日本海洋学会秋季大会, 概要集.
Wolanski, E. (1990):Hydrodynamics of a Tidal Creek - Mangrove Swamps System

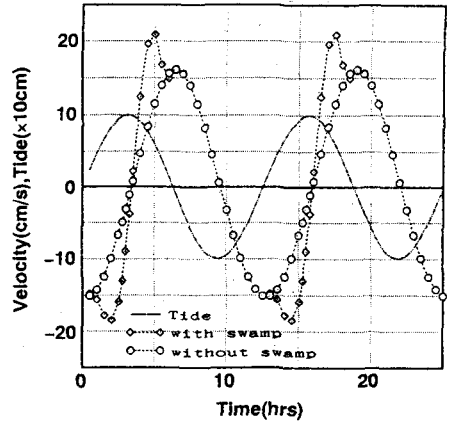


図-2 流速・潮位の時間変化

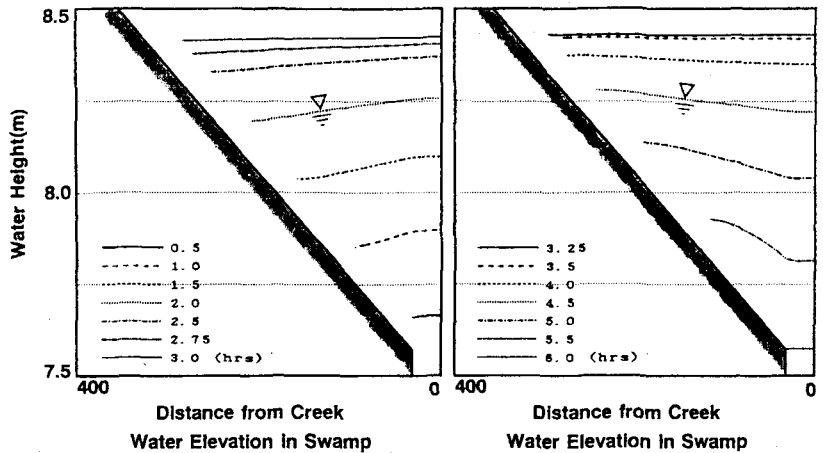


図-3 横断面方向の水面形の時間変化

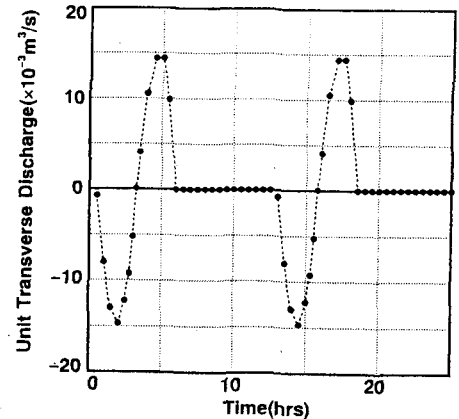


図-4 横方向の流量の時間変化