

II-114 マングローブ林の湾曲したクリークとスオンプの流動特性

大阪大学大学院 学生員○大屋敬之
J R 東 海 正 員 伊藤 渉
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、亜熱帯地域のマングローブ林の急速かつ広範囲にわたる環境破壊が報告されている。マングローブ林は河口に続くクリーク（河川）と両岸に広がるスオンプ（湿地）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“流速の非対称性現象”の存在が、実測結果から報告されている。本研究は、文部省科研国際共同研究の一環として行っており、英国ブラッドフォード大学で開発された曲線座標系を導入した水平二次元数値モデル(CMDIVAST)を、マレーシアのBuanje Estuaryに適用し、その流況の再現を試みた。

2. Buanje Estuaryの地形特性

Buanje Estuaryは、図-1に示されるようにMerbok Estuaryの河口から約4 kmに位置しており、クリークの全長は約5 km、河口幅は約80 m、河口での最大水深が約8 m、平均水深が約5 m、上流側の平均水深が約0.5 mであり、両岸をマングローブ・スオンプに縁どられた典型的なマングローブ・クリークである。グレーの部分は干拓した農地との境界を示している。

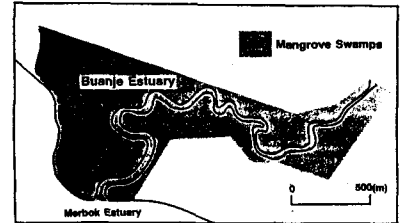


図-1 Buanje Estuary の地形図

3. 数値モデルの適用に対する基本方針

数値モデルを用いて計算を行うにあたって、スオンプをどのように表現するかが問題となる。図-1に示すように、この水域はクリークを中央に配し、それを縁どるような形でマングローブ・スオンプが存在する Riverine Forest Type と呼ばれるマングローブ水域である。この図から分かるように、クリークは全域にわたって十カ所以上の曲部を有している。この形状から考えて、スオンプを含めた形で曲線直交格子を形成することは現時点の手法では極めて困難であると考えられる。地形データを基に生成したBuanje Estuaryの曲線直交格子を図-2に示す。本数値実験においてはクリークのみを曲線座標で表現し、スオンプに関してはその形状を近似的にデカルト座標系（通常の直交座標系）で表現した形で計算を試みる（図-3に示すように、クリークの各計算格子から直線的にクリーク両岸にスオンプを配置している）。なお、計算においてスオンプの横方向勾配を3/1000とし、スオンプのマングローブの気根や生物などが作る凹凸地形による抵抗を無次元摩擦係数を用いて表現しその値を4.0とした。

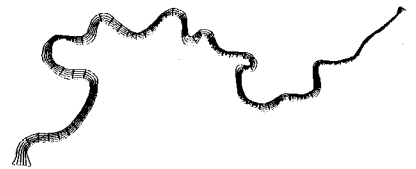


図-2 曲線直交格子網

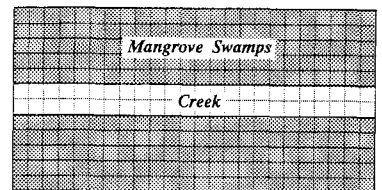


図-3 計算格子の模式図

4. 数値実験結果

図-4は、大潮時（潮汐振幅1.15m）と小潮時（潮汐振幅0.4m）満潮時のスオンプへの海水の氾濫状況の計算結果を示している。同図より、大潮時にはスオンプ全域に海水が浸入しているのに対して、小潮時にはスオンプへの海水の氾濫はほとんど生じていないことが分かる。

図-5は大潮時、小潮時のそれぞれにおける河口付近のクリーク中央での流速および潮位の時間変化を示している。また、図中に示した実測サインカーブはスオンプが存在しない場合に生じると考えられるクリーク内の流速の時間変化を示している（サインカーブは、潮汐周期に対して1/4周期の遅れ時間で、振幅が上げ潮時の流速と同じとしてある）。図の縦軸は流速・潮位、横軸は時間をそれぞれ示す。流速に関しては、+が下げ潮流速（クリークから外洋へ）、-が上げ潮流速（外洋からクリークへ）を示している。まず、大潮時の流速の時間変化を見ると、上げ潮流速と下げ潮流速の間に、著しい流速差が生じていることが分かる。上げ潮時のピーク流速が -40.2 cm/s であるのに対して、下げ潮時のピーク流速は 65.8 cm/s となっており、その差が 25.6 cm/s と非常に大きい。つぎに、小潮時の流速の時間変化を見ると、上げ潮時のピーク流速は -14.9 cm/s 、下げ潮時のピーク流速は 16.3 cm/s である。その流速差は 1.4 cm/s であり、大潮時と比較して上げ潮時と下げ潮時の流速差はほとんど生じていない。図中に示したサインカーブと、クリーク内の流速の時間変化との相違を見ると、小潮時には大潮時と比較してこの両曲線は概ね一致しているのが分

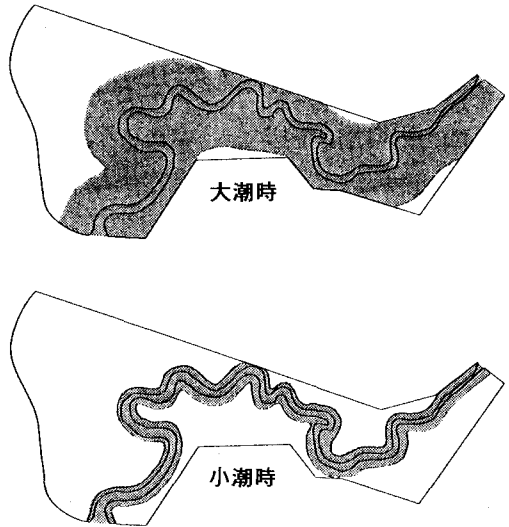


図-4 スオンプへの海水の氾濫

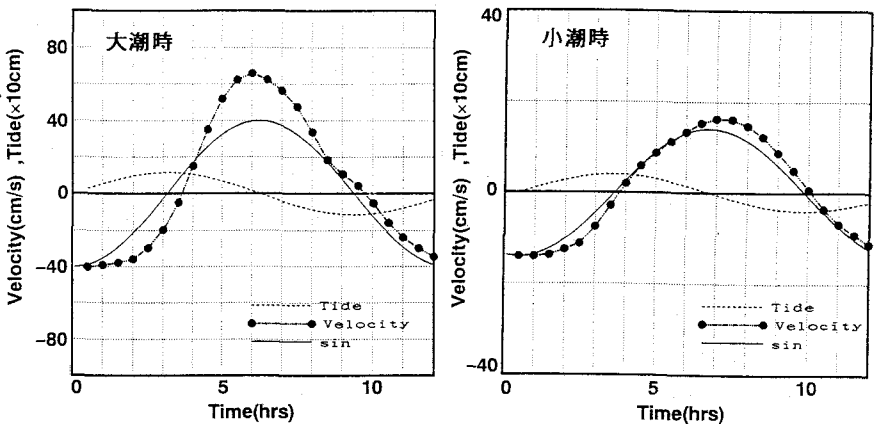


図-5 河口における流速・潮位の時間変化

かる。つまり、大潮時には、上げ潮から下げ潮までの流速の時間変化が、下げ潮から上げ潮にかけてのそれよりも大きくなっている。このことはマングローブ水域から外洋へと物質を運ぶフラックスが大きく、河口閉塞が生じないこと、栄養塩等の外洋への流出の可能性があることを示唆している。

5. おわりに

曲線座標系を導入した数値モデルを用いて、マングローブ水域の流動の再現を試みた。その結果、本数値モデルはマングローブ水域にも適用が可能であることが分かった。現在、マレーシア理科大学の協力のもとに現地観測を実地しており、データの入手次第数値実験の検討を行う予定である。