

新しいネスティング計算法を用いた吹通川マングローブ水域における数値計算

東京理科大学大学院 学生員 今野 篤 東京理科大学土木工学科 正会員 二瓶 泰雄
 東京理科大学大学院 学生員 佐藤 慶太 東京理科大学土木工学科 正会員 西村 司

1. 序論

マングローブ林の多くはR型マンガルに属しており、河道部(creek)と氾濫原(swamp)から構成されている。その特徴としては、creekは蛇行・分岐を繰り返す複雑地形であるのに対して、swampでは植生が密生しcreekと比べて非常に面積が大きい、ということが挙げられる。このように水平スケールが大きく異なるswampとcreekが混在するマングローブ水域を対象とした数値計算をする際には、広域スケール現象を低解像度で計算しつつ、局所スケール現象を高解像度で計算するというネスティング計算法が有効である。しかしながら、この水域における流動シミュレーションの研究自体が少なく、その上、ネスティング計算法の適用例は皆無である。また、従来から用いられているネスティング計算法は開境界条件処理の問題を抱えているため、この手法をそのまま準用することは数値計算上望ましくない。

そこで本研究では、境界条件処理の問題を解決した新しいネスティング計算法(二瓶ら, 2003)を用いて、典型的なR型マンガルである沖縄県石垣島吹通川マングローブ水域における流動計算を試みる。ここでは、別途行われていた観測結果との比較を通して、新しいネスティング計算法の有効性を検証するとともに、地形条件が流動場に及ぼす影響について検討する。

2. 計算方法及び条件

数値計算における基礎方程式系としては、新しいネスティング計算法を組み込み、かつ、マングローブ植物の抵抗効果を考慮した平面二次元場を対象とした浅水流方程式とする。ここで用いられている新しいネスティング計算法は、水位等の従属変数の分離操作を介して、局所領域計算における開境界条件として放射条件等を適用することが可能となるため、従来のネスティング手法において問題となる開境界条件処理を容易に行うことが可能となっている(二瓶ら, 2003)。

計算条件としては、吹通川マングローブ水域全域を含む領域(Grid1, 708m×624m)と、同水域の中心部(Grid2, 148×104m)という二つの計算領域を設定して、one-way ネスティング計算を実施した(Fig.1)。計算期間としては、観測結果と比較するために、2001年8月16日13時から10時間とした。流れの駆動力としては潮汐のみを考慮し、河口部において水位変動の観測値を与えた。また、本研究では、地形変化が流動場に与える影響を検討するために、2つの地形条件を設定して計算を行った。具体的には、肥

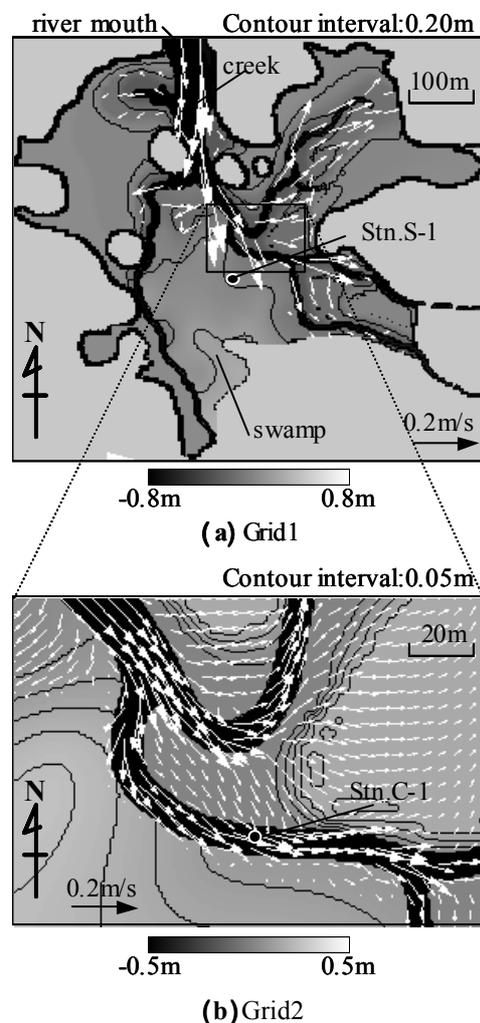


Fig.1 平面流動パターンと地盤高さコンター (上げ潮時(8/16 16:00), Case2)

キーワード：ネスティング計算法，マングローブ水域，数値計算，河道部，氾濫原

連絡先：東京理科大学理工学部 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel.04-7124-1501 Fax.04-7123-9766

後ら(1993)に記載された地形データ(Case1)と、そのデータに著者らが 2002 年に行った測量結果を加味した結果(Case2) ,という 2 つの地形データとした。

3 . 計算結果

(1) 平面流動パターン : マングローブ水域における大局的な流況を見るために , 上げ潮時(8 月 16 日 16:00 , Case2)の Grid1 と 2 における平面流動構造を Fig.1 に示す . これを見ると , 海水が creek 形状に沿うように流れて swamp へ浸入しており , その浸入挙動は creek の平面形状と関係して場所ごとに大きく異なる様子が伺える . また , creek 周辺の複雑な流れの様子は , 高解像度格子を用いている Grid2 においてより明確に見られる .

(2) Grid1 , 2 の計算値と観測値の比較 : 次に , Grid1 , 2 の計算結果と観測結果を比較するために , creek (Fig.1(b)中の Stn.C-1 , Case2)における UV プロットの結果を Fig.2 に示す . これより , 潮汐流の流速振幅としては , Grid1 よりも Grid2 の方が観測値に近づいており , 新しいネスティング計算法の基本的な有効性が示された . なお , 観測値における流向のばらつきが計算値では見られない理由としては , creek 特有の乱流現象や二次流構造を本計算では再現できていないためである .

(3) 地形条件が流動場へ与える影響 : 地形条件として Case1 と 2 を用いた時の計算結果を比較するために , swamp(Stn.S-1)と creek(Stn.C-1)における流速の時間変化を Fig.3 に示す . ここで , swamp では南北方向流速を , creek では東西方向流速を各々示している . これらを見ると , creek , swamp とともに , 著者らの測量結果が反映されている Case2 の結果の方が Case1 よりも観測値とより一致していることが分かる . この違いを定量的に比較するために , 計算値と観測値の差の標準偏差を求めたところ , creek , swamp とともに , Case2 の計算結果は Case1 の結果よりも 20%以上計算精度を改善していることが確認された . 以上の結果より , マングローブ水域の地形条件の変化によって creek や swamp における流速変動特性が有意に変化することが明らかとなった .

4 . 結論

二瓶ら(2003)により提案されている新しいネスティング計算法を用いて , 吹通川マングローブ水域における流動計算を実施した . その結果 , 現地観測結果との比較を通して , 新しいネスティング計算法の適用性が検証された . また , マングローブ水域の地形条件の変化に伴って , creek や swamp における流動構造に明確な変化が生じることが明らかとなった .

参考文献

二瓶・佐藤・灘岡・熊野・西村 : 土木学会論文集 , 2003(投稿予定) .
肥後・高杉ら : 「マングローブ林を中心とした生態系の解明に関する研究」成果報告書 , pp.63-76 , 1993 .

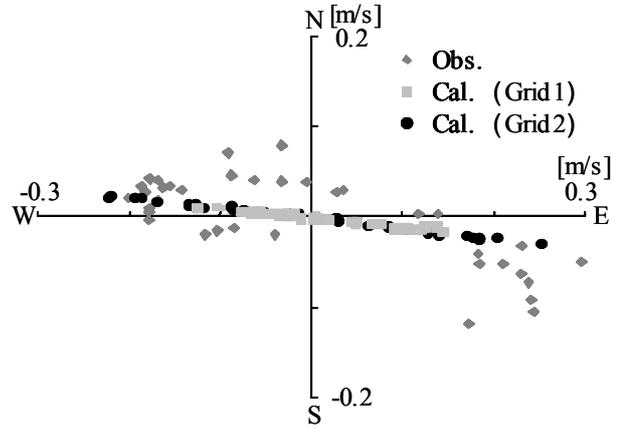


Fig.2 creek の UV プロットに関する観測値と計算値(Stn.C-1 , 全計算期間)

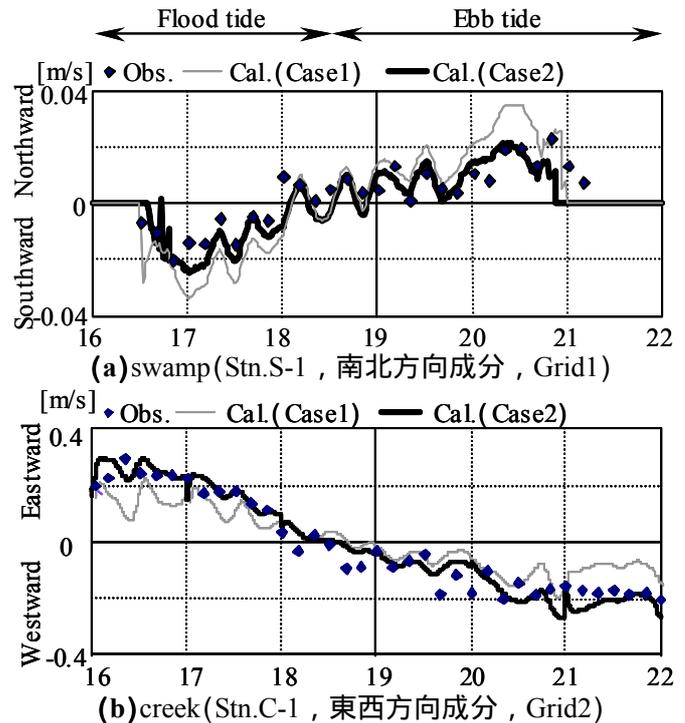


Fig.3 地形変化が流速変動に与える影響