

マングローブ河道部・氾濫原境界部の乱流特性と運動量輸送過程に関する現地観測

東京理科大学大学院	土木工学専攻	学生員	○佐藤 慶太
東京理科大学	土木工学科	正会員	二瓶 泰雄
(株)ジェイアール東日本情報システム		非会員	綱島 康雄
東京理科大学大学院	土木工学専攻	学生員	中村 武志
東京理科大学	土木工学科	正会員	西村 司

1. はじめに

マングローブ水域では、河道部（creek）を介して、植生が繁茂する氾濫原（swamp）と沿岸域に位置する reef との間で潮汐作用に伴う海水・物質交換が活発に行われている。このような海水・物質交換過程は、マングローブ水域内のみならず、隣接する周辺海域の生態系に大きく関与し、それらの維持に重要な役割を果たしている¹⁾。そのため、マングローブ水域 - reef 間の物質輸送特性のベースとなる creek と swamp 間の物質交換過程を把握することは、マングローブ生態系を保全・管理する上で重要な課題となる。しかしながら、creek は複雑な平面形状を有し、その両岸では特異な形状をした植生が繁茂する広大な氾濫原が存在するという地形的特徴、さらには潮汐による流向変化などの影響で creek・swamp 境界部近傍の流動構造は極めて複雑であり、その運動量交換過程に関しては従来の河川工学の知見をそのまま準用することが難しいものと推察される。

そこで本研究では、マングローブ河道部・氾濫原境界部における乱流構造と運動量輸送過程を把握するために、河道部両岸における乱流観測を実施した。また、同時に、河道部水表面上の流速分布を把握するために、デジタルビデオカメラによる水表面流速観測も実施した。

2. 現地観測の概要

現地観測は、沖縄県石垣島北西部吹通川マングローブ域のほぼ中央部に位置する河道部周辺において行われた（図 - 1）。観測期間は、上げ潮時（2002/9/19 16:06:55 ~ 18:50:35）と、下げ潮時（2002/9/20 6:36:00 ~ 10:02:30）である。creek・swamp 境界部における乱流観測では、観測断面の右岸側と左岸側の境界部に電磁流速計（VM-201H、(株)ケネック製）を同時に設置した。これらのサンプリング周波数は 10Hz とし、上記期間において連続的に計測した。また、水表面流速観測では、swamp 右岸側にデジタルビデオカメラ（DCR-TRV9000、SONY (株) 製）を設置して、creek 水表面を流れるトレーサー（V フォーム、(株)東京パック製）の軌跡を撮影することにより、水表面流速ベクトルを算出することとした。

3. 観測結果と考察

(1) 流速生データの特徴

電磁流速計から得られた creek 主流方向流速（図 - 1 中の x 方向）の生データを見たところ、様々な周期の変動を確認することができた。ここでは、2002/9/20 下げ潮時における流速変動に対して、潮汐成分（30 分以上の周期）とセイシュ成分（3 分以上から 30 分以下の周期）、乱流成分（3 分以下の周期）に分離した結果を図 - 2 に示す。これを見ると、水位が低下するとともに、潮汐成分の流速値は大きくなり、9 時頃にピークとなっている。また、乱流成分の変動振幅はセイシュ成分よりも大きく、その大きさは潮汐成分の値と概ね対応して増減して

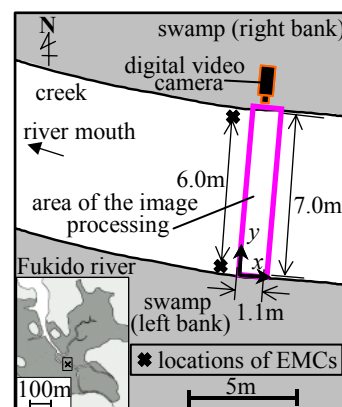


図 - 1 現地観測の概要

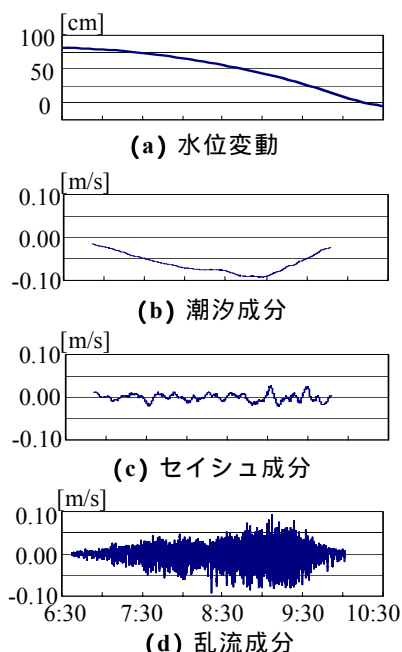


図 - 2 右岸側主流方向流速の時系列変化(9/20 下げ潮時)

キーワード：マングローブ水域、運動量フラックス、乱流構造、潮汐流

連絡先：〒278-8510 野田市山崎 2641 土木工学科水理研究室 Tel.04-7124-1501(ex.4069) Fax.04-7123-9766

いることが分かった。

(2) 乱流統計量の時間変化

次に河道部両岸における乱流特性を比較するために、2002/9/20 下げ潮時の乱流統計量（creek 主流方向流速の乱れ強度・レイノルズ応力）の時間変化を図-3に示す。ここでは、図-2(d)に示すような乱流成分データを10分毎に分割して、各々の乱流統計量を算出している。これを見ると、乱れ強度は全般的に左岸側よりも右岸側の方が大きく、ピークの値を示している時刻は図-2(b)に示した潮汐成分のピークより20~30分程度遅れている。また、レイノルズ応力における右岸側と左岸側の値の大小関係やピーク時刻は乱れ強度とほぼ同様であることが分かる。

上述したような河道部両岸における乱流統計量の違いの要因を検討するために、乱れ強度・レイノルズ応力のピーク値が現れる時間帯(9:16~9:17)における水表面流速分布を図-4に示す。これはデジタルビデオカメラより撮影されたトレーサーをラグランジュ的に追跡したものを、creek 横断方向(図-1中のy方向)に50cm 間隔で平均化した結果である。これを見ると、主流方向流速の最大値は右岸側に寄っており、右岸側境界部における速度勾配が左岸側よりも大きくなっている。さらに、流速ピーク位置が右岸側境界よりやや中央部に位置しているため、右岸側における乱れ強度やレイノルズ応力が左岸側における値よりも大きくなったと考えられる。なお、ここでは示していないが、上げ潮時の乱流統計量に関しては、下げ潮時と比較して、その大小関係が右岸側・左岸側で逆転しており、creek・swamp 境界部の乱流構造が時間的に大きく変化していることが示唆された。

(3) creek・swamp 境界部における運動量フラックス

creek・swamp 境界部における運動量フラックスについて調べたところ、右岸側・左岸側ともに乱流・セイシュ成分よりも潮汐成分が顕著となっていることが確認された。ここで、潮汐成分の運動量フラックスに対する乱流成分の寄与を検討するために、乱流成分の運動量フラックスを潮汐成分で無次元化したものを図-5に示す。この結果を見ると、左岸側の乱流成分はほぼ0%であるのに対して、右岸側では約5~12%であった。これより、下げ潮時には左岸側よりも右岸側のほうが運動量フラックスに対する乱流成分の寄与が相対的に大きいこと、このことは乱流統計量の傾向と一致していることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、マングローブ河道部・氾濫原境界部の乱流構造と運動量輸送過程を検討した。その結果、河道部内の流速分布形状の影響を受けて、右岸側と左岸側では乱流構造が大きく異なることが明らかになった。また、河道部両岸における運動量フラックスを求めたところ、潮汐成分による運動量輸送量が乱流・セイシュ成分に比べて顕著であること、乱流成分による寄与は乱流統計量の差を反映して両岸で異なっていたことが明らかになった。

参考文献

1)小滝：マングローブの生態，信山社，pp.1-138，1997。

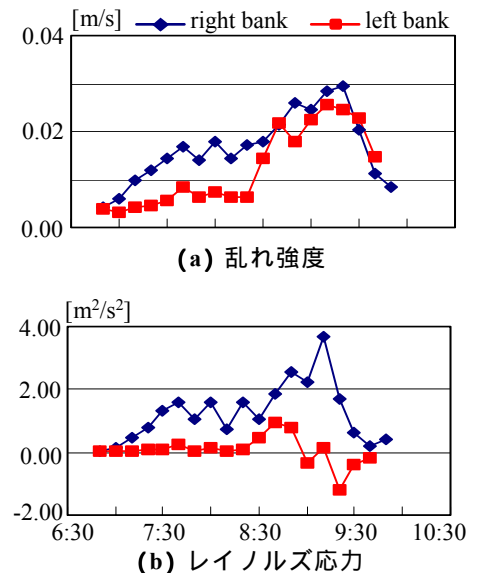


図-3 乱流統計量の時間変化
(9/20, 下げ潮時)

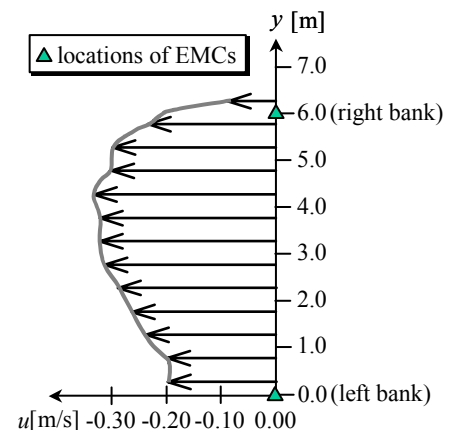


図-4 creek 主流方向の水表面流速分布
(9/20 9:16~9:17)

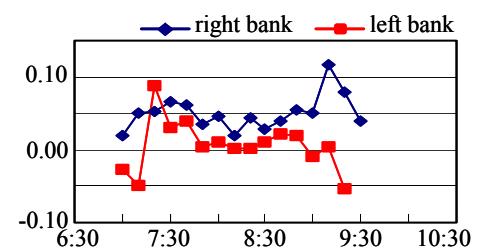


図-5 潮汐成分に対する乱流成分運動量フラックスの寄与(9/20)