

潮汐流場における植生境界面付近の流れ特性に関する実験的研究

東京電機大学 学生会員 ○秋田 知広
 東京電機大学 正会員 武村 武
 東京電機大学 正会員 有田 正光

1. はじめに

近年、熱帯や亜熱帯地域の感潮域に生育するマングローブ林が持つ環境機能が着目され、多くの現地観測によりその実態が明らかにされつつある¹⁾。マングローブ林は、長周期の非定常流れである潮汐流の影響を受ける河口域に生育しているが、その影響を受ける植生周りの流動特性に関する検討は、一様流場や短周期の波動場と比較して、それほど行われていない。

マングローブは多くの気根を持つ為流れに対して強い抵抗を有するため植生内における流動が小さくなり、これにより豊富な有機物が土壌に供給され、水産生物の産卵場、幼稚仔の保育場など、生態系サービスの場等を提供する。さらに、河床の泥土の移動を減少させる事による洗掘防止機能や波からの浸食防止などの防災機能をも有している^{1),2)}。この様な、さまざまな機能を持つマングローブ林を保全する為には、現地観測に頼るのみではなく、現象を単純化した実験的検討により潮汐流とマングローブの樹林帯の干渉に関する基礎的メカニズムを把握することが重要であると考えられる。

そこで、本研究ではマングローブ地形として最も一般的に取り上げられるR型(riverine forest type)マングローブをモデル対象とし¹⁾、側岸部に設置された模擬植生周りの流れ特性に関して実験的に検討することを目的とする。

2. 実験概要

実験装置は図-1に示すように、水路部(幅 0.2m, 高さ 0.5m, 長さ 7.5m)のアクリル製水路、水路上流側水槽部(幅 0.9m, 長さ 1.8m, 高さ 0.5m)、海域部(縦 3.5m, 横 2.0m, 高さ 0.6m)の水槽、ならびにプランジャータイプの潮汐流発生装置によって構成されている。模擬植生は、沖縄諸島に多く生育するヤエヤマヒルギ(*Rhizophora stylosa*)を想定し¹⁾、現地調査により報告されている植生の密度³⁾を踏まえ、2 ケースの密度を設定した。模擬植生の素材には、ステンレス製の丸棒(直径 1.0mm, 植生高さ 120mm)を用い、これをアクリル板(長さ 1.0m, 幅 0.05m)に千鳥格子状に配列し、水路部(X=3.0m~4.0m 地点)の側岸に設置した。模擬植生の配列図を図-2に示す。なお、模擬植生設置による流況を論ずるための座標を、模擬植生下流端部より模擬植生と水路部の境界を上流方向にX軸、水路幅方向にY軸とした(図-2参照)。

実験条件を表-1に示す。流速データはPIV(Particle Image Velocimetry)解析により取得した。PIV解析の際

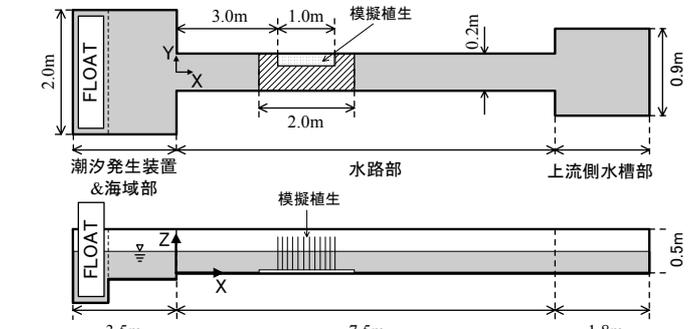


図-1 実験装置

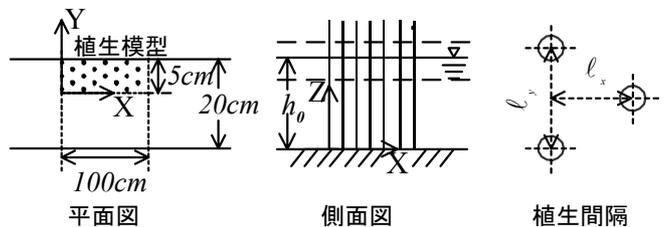


図-2 模擬植生の配列及び設置位置の座標

表-1 実験条件

Case	平均水深 h_0 (cm)	周期 T (s)	振幅 a (cm)	植生密度 (本/cm ²)	植生間隔(cm)	
					l_x	l_y
1	5.00	180	±2.00	2.25(密)	0.70	0.70
2				0.20(粗)	2.40	2.40

に使用する可視化画像は、トレーサー粒子に発泡スチロールを加工したものを用い、植生区間域の側面からレーザーシート光(YAG/YVO₄ laser)を照射し、SONY製デジタルビデオカメラ(HDR-SR8)を用いて30fpsで取得した。

3. 結果と考察

既往の研究⁴⁾において、植生密度が大きくなると植生領域と非植生領域の境界付近における平面流速分布の変曲点における曲率が大きくなるため、植生境界部において発生する平面渦が大規模化する事が報告されている。しかし、これは可視化実験の結果から現象を定性的に捉えたものであり、その流場の特性に関する検討は行われていない。そこで、本研究では平面渦が最も大規模化する最大上潮流速時におけるX(主流)方向とY(横断)方向の流速分布を用いて平面渦の発生する瞬間の模擬植生周りの流れ特性に関して検討を行う。

PIV解析により取得した流速データから各ケースのX, Y方向の流速分布のコンター図を作成した。作成したコンター図のX方向の結果を図-3に、Y方向の結果を図-4に示す。なお、解析に用いた可視化画像

キーワード 潮汐流, マングローブ, 平面渦

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL: 049-296-2911 FAX: 049-296-6501

の取得範囲は、 $X=33\sim 47\text{cm}$ 、 $Y=3\sim 13\text{cm}$ の範囲であり、潮時は最大上潮流速時付近のものである。

この結果より、植生密度の違いによる流速分布の変化を確認することが出来る。**Case2**の流速分布を見ると、植生境界面付近における流速差が小さい為、明瞭な平面渦が発生しないものであると考えられる。一方、**Case1**では、 $Y=5\text{cm}$ 辺りに主流が存在し、植生帯から非植生帯にかけて($Y=0\text{cm}\sim 3\text{cm}$)流速が大きく変化している事が確認出来る。このことから植生密度が密になると平面渦が明瞭に現れ、かつ大規模化していくものであると考えられる。

ここで、既存の研究⁵⁾より、平面渦の流下に伴い植生帯側から非植生帯に低流速の流体が流出し、非植生帯から植生帯側へは高流速の流体が流れ込むことが報告されている。図-4(b)をみると、**Case2**では水路内の流れが微小であり、一様流場に近い挙動を示している。一方、図-4(a)をみると、**Case1**では、植生帯側から非植生帯に低流速の流体が流出し、非植生帯から植生帯側へは高流速の流れ込みが $X=0\sim 5\text{cm}$ の範囲で起こり、一様流場と同様の現象が確認出来た。

以上より、植生密度が密になると植生境界面付近に発生する平面渦が明瞭かつ大規模化していく事、渦の流下に伴い、非植生帯側への低流速の流体の流出、植生帯側への高流速の流体の流れ込みを確認した。この流体の流出・流れ込みの発生は物質の輸送を促進するものであると考えられる。

4. まとめ

潮汐流場に存在する植生周りの流れ特性に関して実験的検討を行った結果、植生密度が密になると植生境界面付近における流速の変化率が大きくなる事が確認出来た。このことより、植生密度は植生境界面付近において発生する平面渦の規模を規定するものの1つであり、この流速の変化率が大きくなる範囲では物質の輸送が促進されているものであると考えられる。なお、本研究は非定常流場である潮汐流場について検討を行ったが、非定常乱流場のエネルギーの移動や乱流構造の特徴が水平渦の強さや規模に大きな影響を与えている可能性については今後の検討課題である。また、本研究では植生密度を密と粗の2ケースで実施したが、前述の内容を検討するに当たってはケースの数が十分ではないと考えられる為、この点についても今後の課題である。

参考文献

- 1) 松田義弘: マングローブ沿岸水域の物理環境, 海の研究, Vol. 6, No2, pp.87-109, 1997.
- 2) Tanaka, N.: Vegetation bioshields for tsunami mitigation: review of effectiveness, limitations, construction, and sustainable management, Landsc. Ecol. Eng., 5, pp.71-79, 2009.
- 3) Sato, K.: Studies on the Protective Functions of the Mangrove Forest against Erosion and Destruction, Sci. Bull. Coll. Agr. Univ. Ryukyus, 25, pp.615-630, 1978.
- 4) 武村武・秋田知広・有田正光: 潮汐流場のマングローブの環境機能に関する実験的研究, 水工学論文集, 第54巻, pp.1549-1554, 2010.
- 5) 中矢哲郎・池田駿介・戸田祐嗣: 側岸部植生密度の変化が開水路横断方向運動量輸送に及ぼす影響, 河川技術論文集, 第9巻, pp.383-388, 2003年6月.

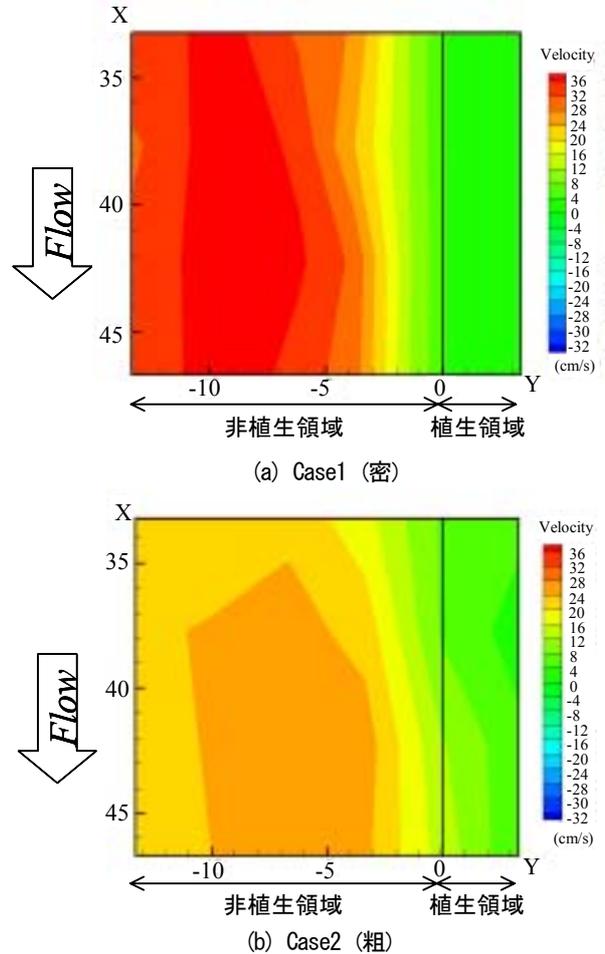


図-3 最大上潮流速時付近におけるX方向の流速分布

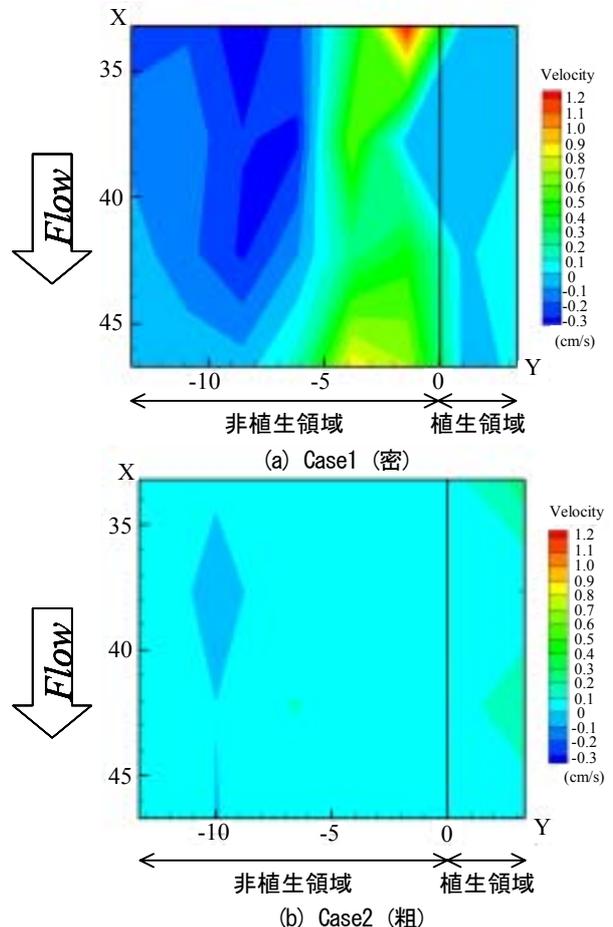


図-4 最大上潮流速時付近におけるY方向の流速分布