

樹木群模型周辺の流れ構造と繁茂状態の異なる実樹木群周辺の土砂堆積特性

埼玉大学 学生会員 ○伊藤 志穂
 埼玉大学 学生会員 八木澤 順治
 埼玉大学 正会員 田中 規夫

1. はじめに

河道内の樹林化進行プロセスを明らかにする場合、樹木の繁茂域における堆砂形態が樹木群の拡大に及ぼす影響は多大であり、周辺の堆砂特性を把握することは極めて重要である。しかし、繁茂状態の異なる樹木群周辺にどのような土砂堆積を生じるかという点に関しては不明な点が多い。そこで、本研究では樹木群密度の違いによる土砂堆積特性の変化を把握する。

2. 株状模型周辺の流速分布測定

電磁流速計を用いて樹木群を模擬した株状模型背後の流速測定を行った。株状模型は、直径 $d=5\text{mm}$ の円柱を用いて隣り合うすべての円柱間隔 L を等しくする条件、すなわち正六角形に中心を加えた7本で密集度 L/d が1, 3となるように作成した¹⁾(図-1(a)(b))。実際の樹木群が流れに及ぼす抵抗力を考える場合、投影面積で見た密度が重要である²⁾と考え、投影密度 G/d によっても整理する。ここで、 G は上流側から見た時の円柱間距離(空隙)である。円柱の配置は、流速に対して千鳥配列になるように設置し、流速測定点は図-1(b)のように $L/d=1$ の場合 Y3~Y5 の3点、 $L/d=3$ の場合 Y1~Y7 の7点として流下方向に数ライン設定した。測定結果から、株状模型背後の平均流速 u_{ave} を算出した。また、密集度の違いによる周辺の流況特性の変化を把握するために、染料(Aniline Blue)を用いて株状模型背後の流れ構造の可視化を行った。

3. 対象砂州における粒度分布調査

2006年10月出水(確率洪水1/3程度)の後に荒川の沖積区間に位置する熊谷大橋付近の砂州(80km)で、河床材料の粒度分布調査を行った。対象砂州では図-2に示すように砂州の前縁、中央、後縁に樹木群(タチヤナギ・ハリエンジュ)が繁茂している状況である。図-2に示す各測線(①~⑩)で上流側、中央、下流側に3点の粒度分布測定ポイントを定め、測定ポイントごとに河床表層の画像を撮影した。本研究では50cm四方の方形枠を用い、写真測定法により粒度分布を把握した。なお、各測定ポイントにおいて4カ所測定し、それらを平均化することによってその測定ポイントの粒度分布とした。また、細粒分が多く上記方法の適用が困難な場合は、表層部分をサンプリングしふるい分け試験を実施した。

4. 結果および考察

図-3に株状模型背後の流速分布を示す。横軸は、流下方向距離 X を模型外周直径 D_c で、縦軸は模型背後の平均流速 u_{ave} を断面平均流速 U で無次元化した。密集度 L/d が1($G/d=0$)のように密に繁茂している場合、背後の流速は2割ほどまでに減少しているのに対し、密集度が3($G/d=1$)のように疎に繁茂している場合、背後の流速は密集度が1の場合ほど減少しなかった。また、既往研究¹⁾において、

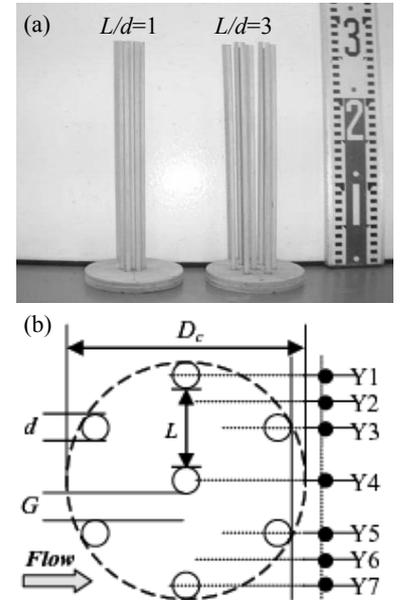


図-1 (a)株状模型と(b)円柱配置および背後の流速計測位置 (Y1~Y7)

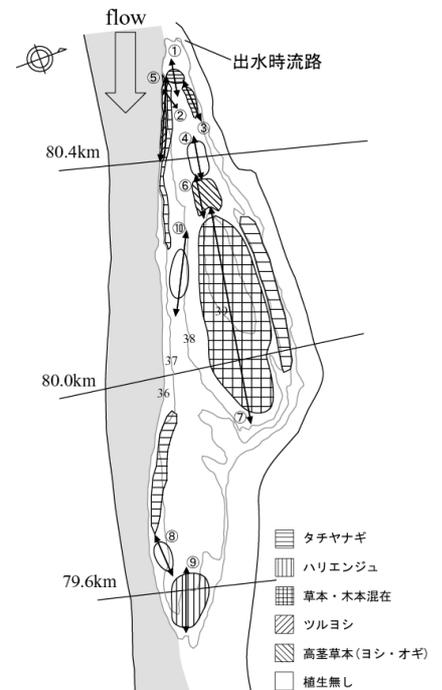


図-2 調査対象砂州の植生分布および粒度分布測定位置 (○付き数字箇所)

キーワード 樹木群, 砂州, G/d , 堆砂特性

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科

株状模型を正方配列に配置した場合、模型背後の流れの可視化により $L/d=0.5$ ($G/d=0.4$)では株状模型背後に株全体を基本とした大規模なカルマン渦列(以後、大規模渦列)が形成され、 $L/d=3$ ($G/d=2.6$)では、株状模型を構成する個々の円柱の背後にカルマン渦列が形成されることが確認されている。本研究(千鳥配列)においても同様に、 $L/d=1$ ($G/d=0$)で大規模渦列が形成され、 $L/d=3$ ($G/d=1$)で、正方配列に比べ明瞭ではないが個々の円柱背後にカルマン渦列の形成が確認された(図-4)。以上から、配列によらず、 $G/d < 1$ のように樹木が密に繁茂している場合には、株状模型すなわち樹木群として流れ場に与える影響が卓越し、樹木群背後に低速域が形成されて細砂が堆積する。一方、 $G/d > 1$ のように比較的疎に繁茂している場合は、個々の樹木が流れ場に与える影響が卓越し、樹木群ではなく個々の樹木背後に低速域が形成され、個々の樹木背後すなわち樹木群内部に細砂が堆積することが推測できる。

図-5には測線②(タチヤナギ繁茂地点)および測線⑨(ハリエンジュ繁茂地点)の粒度分布を示す。測線②では群落上流側・群落内部に比べ、群落下流側において細砂の堆積が見受けられる。一方、測線⑨では、タチヤナギ群落とは異なり、群落内部において細砂の堆積が顕著であることがわかる。この理由として、タチヤナギ群落は G/d が1程度、ハリエンジュ群落は G/d が4程度であり、両種の G/d の違いによって細砂の堆積形態が変化したものと考えられる。

5. おわりに

樹木群の密度を代表するパラメータである G/d によって樹木群周辺の堆砂形態が異なることがわかった。多年生草本や樹木によって捕捉された細砂が、さらに植生が侵入しやすい土壌基盤を作り、樹林化の拡大が生じているとすると、本研究の結果から、タチヤナギは群落の外部に、ハリエンジュは群落内部に植生の侵入基盤を作る可能性が示唆された。

謝辞: 本研究を実施するにあたり、河川環境管理財団河川美化・緑化調査研究助成(助成番号:2005-1(ロ) 代表者田中規夫)の一部を使用した。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 武村武・田中規夫：株状粗度モデルに作用する流体力の評価に関する基礎実験, 水工学論文集, 第49巻, pp871-876, 2005.
- 2) Takemura, T. and Tanaka, N.: Flow structures and drag characteristics of a colony-type emergent roughness model mounted on a flat plate in uniform flow, Fluid Dynamics Research, 2007 (accepted).

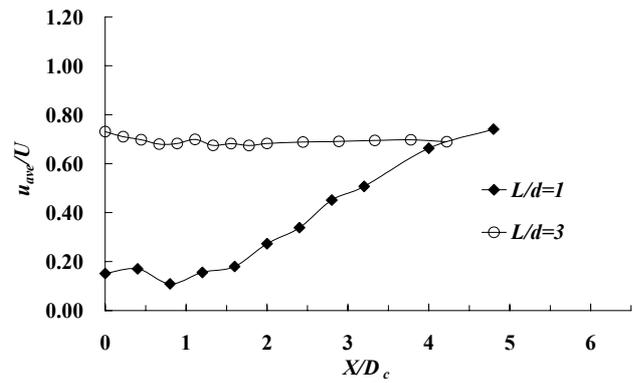


図-3 株状模型背後流下方向の流速分布

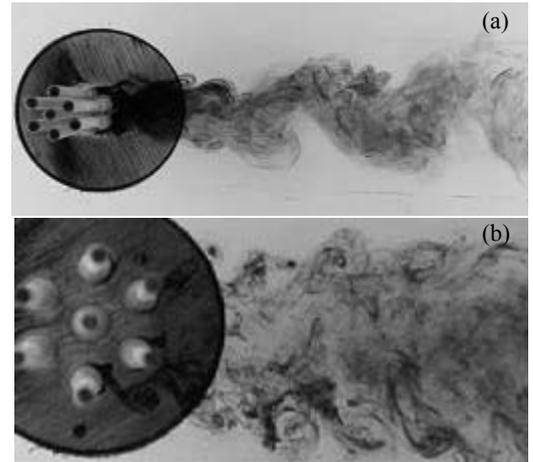


図-4 流れの可視化 $U=0.05\text{m/s}$

(a) $L/d=1$, (b) $L/d=3$

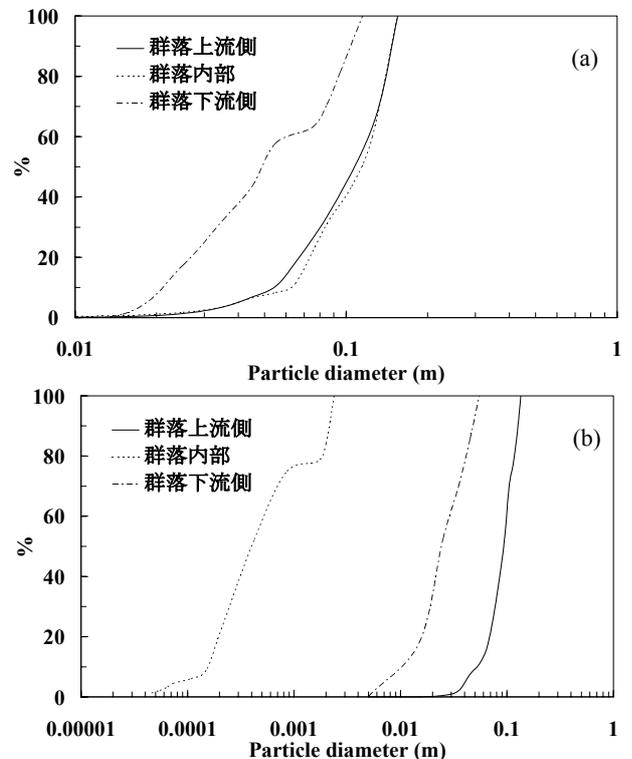


図-5 樹木群前後における堆積土砂の粒度分布

(a) 測線② (タチヤナギ, $G/d=1$ 程度)

(b) 測線⑨ (ハリエンジュ, $G/d=4$ 程度)