

II-287

縦断方向に樹木群の分布が異なる河道の浮遊砂濃度分布

(株) 北開水工コンサルタント 正員 目黒 春彦
 北海道開発局 正員 渡邊 康玄
 北海道開発局 正員 山下 彰司

1. はじめに

近年、河川環境への配慮に対する世論の高まりを受け、河道内に樹木が存在する場合の流れや土砂移動に関する研究が数多くなされるようになってきている。しかし、流下方向に樹木の存在が変化する場の流れや流砂を扱ったものは少ない。河川における樹木の存在は、そのほとんどが高水敷に位置し縦断的に様々に変化している。このため、樹木群外の流れの場と樹木群内の流れの場と遷移箇所における現象把握についての検討も必要不可欠なものと考えられる。

本研究は、渡邊^{1),2)}らの等流を仮定した樹木群内流速分布および浮遊砂濃度分布のこのような箇所への適用性の把握、および遷移領域における現象解明を目的として水理実験を実施した結果について報告するものである。

2. 実験の概要

実験は、長さ50m、幅30cmの亚克力水路（一部鋼製）を用いて、流下方向流速の水深方向分布の測定と浮遊砂濃度の測定を行った。河床材料として粒径0.053mmの珪砂を所定の勾配に敷き均し、樹木群を想定して水路の下流側25mの区間に直径4.0mmのアルミ製円柱を縦断方向に8.0cm、横断方向に4.0cmの間隔で正則に配置した。流速は直径3.0mmの2次元電磁流速計を用い、浮遊砂測定のための採水は直径5.0mmの円柱管を用いてサイフォンの原理で行った。流速および浮遊砂の測定位置は、樹木群境界から上下流に0.3, 5.0mと境界の計5地点とした。樹木群境界上流5.0mから樹木群境界下流5.0mにかけてそれぞれの地点をNo.1, No.2, No.3, No.4, No.5とする。表-1に実験の諸元を示す。今回の実験はcase03である。case01, 02は過去に著者らが行った等流条件での実験¹⁾である。

表-1 実験条件

	流量	水深	勾配	河床粒径	樹木群高	樹木密度	河床抵抗係数
	$\bar{Q}(cm^3/s)$	$\bar{h}(cm)$	i	$\bar{d}(cm)$	$\bar{h}_t(cm)$	$\bar{a}(1/cm)$	C_b
case01	7,560	10.0	1/1500	0.0053	—	—	0.025
case02	5,520	10.0	1/300	0.0053	10.0	0.0125	0.030
case03	2,250	10.0	1/1200	0.0053	10.0	0.0125	0.030

3 実験結果と考察

3-1 流速分布

流速の測定結果を図-1に示す。なお、縦軸は河床からの高さ z を水深 $\bar{h}$ で無次元化した値 z であり、横軸は流速 $\bar{u}$ を摩擦速度 $\bar{u}_*$ で無次元化した値 u である。樹木群外である地点No.1では、(1)式で表される放物分布（図-1中破線）に一致している。また、樹木群境界に近い地点No.2では、水面近傍でNo.1に比較して流速が若干減少していることが伺える。一方樹木境界地点であるNo.3、および樹木群内の地点であるNo.4, No.5地点では、No.3とNo.4において河床近傍の流速がNo.5に比較して大きく樹木の存在しない箇所の流速に近い値となっているが、(2)式で表される渡邊ら²⁾が導いた樹木群の解析解（図-1中実線）にはほぼ一致する結果となった。

このことは、樹木群が存在しない箇所から樹木群が存在する場合へ流れる場合、流速分布が樹木群境界近傍で急激に変化することを意味している。この場合、樹木群境界を挟んで水深の約6倍程度の縦断距離が遷移領域と考えられる。この遷移領域において流速の減速の仕方を見てみると、水面近傍で流速の減速が生じ始め河床近傍の流速の減速が遅れて生起していることが読みとれる。

以上の結果、樹木群を含む河道におけるマクロの流れの解析において、上流側の樹木境界では流れの遷移をそれほど意識する必要はないものと考えられる。

3-2 浮遊砂濃度分布

浮遊砂濃度の測定結果を図-2 に示す。縦軸は図-1 と同様に無次元化された河床からの高さ z 、横軸は河床にもっとも近い観測点 ($z=0.1$) の浮遊砂濃度 C_a で基準化された浮遊砂濃度 C/C_a である。樹木群境界およびそれより上流である地点 No.1, No.2, No.3 では (3) 式で与えられる樹木群の存在しない流れ場の浮遊砂濃度分布を表す Rouse 分布でほぼ表現され、この範囲では樹木の影響をそれほど大きく受けていない。また、樹木群内の地点 No.4 においても若干水深方向の濃度勾配が大きくなるもののそれほど大きな違いは無い。

一方、樹木境界から 5m 下流の地点 No.5 では、濃度勾配が樹木群の無い箇所の浮遊砂濃度分布に比較して大きくなっており、(4) 式で表される渡邊らの樹木群内の浮遊砂濃度分布に極めて近い分布となっている。このように浮遊砂濃度分布は、樹木群外の領域から樹木群内の領域に極めて緩やかに変化していることがわかる。

$u = \frac{6}{\kappa} z \left(1 - \frac{1}{2} z\right) + \frac{1}{\sqrt{C_b}} \quad (1)$ $\frac{C}{C_{av}} = \left[\frac{1-z}{z} \frac{av}{1-av} \right]^{w_f/\kappa} \quad (3)$	$u = \sqrt{\frac{2}{aC_d}} + \frac{\kappa}{3aC_d} [C_0 \exp(\chi z) + C_1 \exp(-\chi z)] \quad (2)$ $\frac{C}{C_{av}} = \exp\left(-\int_{av}^z \frac{w_f}{\epsilon} dz\right) \quad (4)$
上 流	下 流
樹 木 境 界 遷 移 領 域	
距離：今後の課題	

ここで、 κ ; カルマン定数、 C_b ; 河床の抵抗係数、 a ; 無次元樹木密度、 av ; 浮遊砂濃度の基準面高さ、 C_d ; 樹木の抗力係数、 w_f ; 摩擦速度で無次元化された砂粒子の沈降速度、 l_e ; 水深で無次元化された混合距離、 ϵ ; 樹木群内の渦動粘性係数

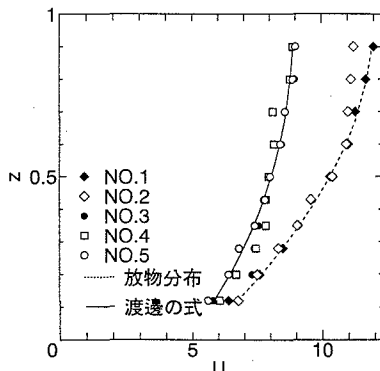


図-1 流速分布図

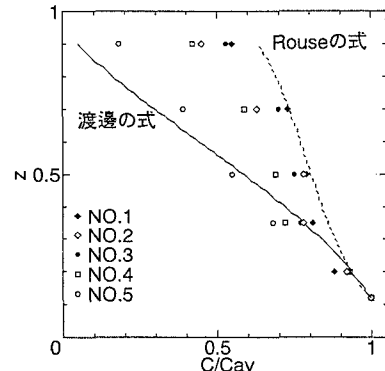


図-2 浮遊砂濃度分布図

4. おわりに

今回の実験でわかったことを以下に示す。

1. 今回のようなケースでの流速分布の解析では、上流側の樹木境界では流れの遷移をそれほど意識する必要はない。
2. 樹木境界での浮遊砂濃度分布は、Rouse の浮遊砂濃度分布でほぼ表される。
3. 流速分布及び浮遊砂濃度分布は、樹木群境界を境に大きく分布が変わる。

《参考文献》

- 1) 住友裕明, 渡邊康玄, 井出康郎; 樹木群内の浮遊砂濃度分布に関する実験, 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第2部, 平成7年9月, p394-p395.
- 2) 渡邊康玄, 石田享平, 井出康郎; 樹木群内の流速水深方向分布と浮遊砂濃度分布, 開発土木研究所月報 No502, 1995年3月.