

明石工業高等専門学校専攻科 学生員 魚谷 拓矢  
 明石工業高等専門学校 正会員 神田 佳一

1. はじめに

近年、全国の河川では河道改修や流送土砂量の変化に伴って砂州や高水敷など河道内における樹林化が進行する傾向にあり、治水面において問題となっている。本研究では、高水敷上に繁茂した樹木が流れに与える影響を樹木の密生度を変化させることにより実験的に考察する。

2. 実験概要

実験には図-1 に示した水路長 6.4m、幅 0.8m の開水路を用い、水路の両岸に低水路との高低差を 3.5cm とした高水敷を設け、この高水敷上に高さ 6cm の樹木模型を図-1(b)および(d)のように千鳥配置で設置した。実験条件を表-1 に示す。ここで、樹木の密生度  $\lambda$  とは、単位体積当たりの樹木の投影面積で表し<sup>1)</sup>、樹木径  $D$  を樹林間隔  $\Delta S$  の 2 乗で除したものであり、式(1)により算出する。

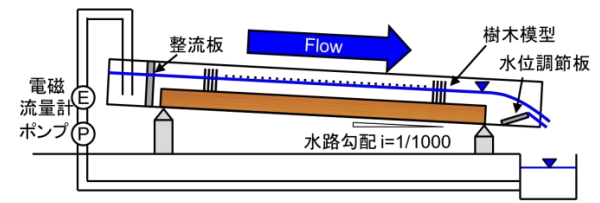
$$\lambda = \frac{Dh}{\Delta S^2 h} = \frac{D}{\Delta S^2} \quad (1)$$

流量は大規模な出水が発生すると、樹木全体が冠水する可能性があることから、樹木模型が冠水しない場合 ( $Q=10$  l/sec) および冠水する場合 ( $Q=18$  l/sec) となるように 2 種類設定した。

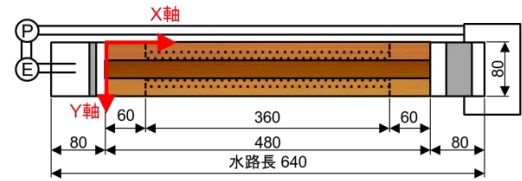
測定項目は、実験時の水深(等流状態の確認)、表面流速および断面内流速分布である。表面流速は、LSPIV 法を用いて解析を行い、断面内流速分布は、水路断面の半分に関して、プロペラ流速計を用いて計測した。

表-1 実験条件

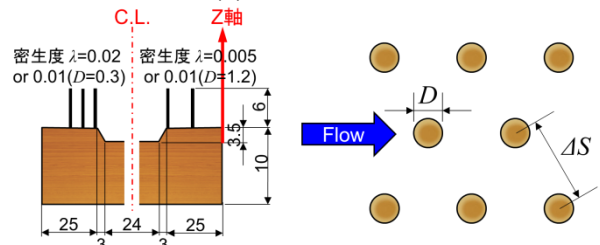
RUN No.	密生度 $\lambda$ [cm <sup>-1</sup> ]	樹木径 $D$ [cm]	流量 $Q$ [l/sec]
1a	0.005	0.6	10(非冠水)
1b			18(冠水)
2a	0.01	0.3	10(非冠水)
2b			18(冠水)
3a	0.01	1.2	10(非冠水)
3b			18(冠水)
4a	0.02	0.6	10(非冠水)
4b			18(冠水)



(a) 水路側面図



(b) 水路平面図



(c) 水路断面図

(d) 樹木模型(縮尺: 1/50)

図-1 実験水路概略図(単位: cm)

3. 実験結果および考察

図-2 に RUN 4a の表面流速の結果を示す。横軸は流下方向距離  $X$ 、縦軸は左岸からの距離  $Y$  であり、表面流速  $u_s$  をベクトルの長さおよび色で表している。樹林帯では、樹木によって流速が著しく低下する流速低減効果が表れており、樹木によって流下能力が阻害されていることが

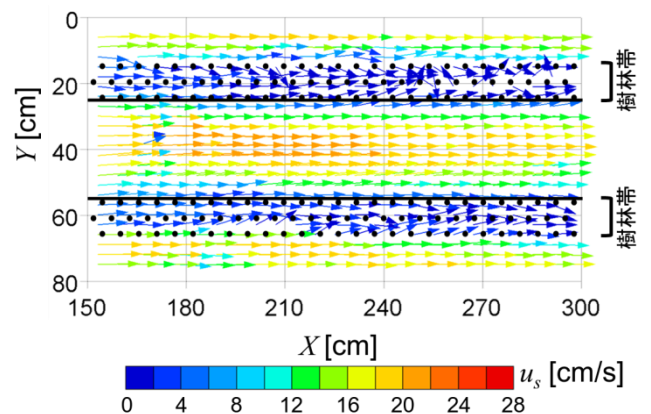


図-2 表面流速(RUN 4a)

分かる。

図-3は、RUN 1a, 4a, 2a, 3a, 1b, 4bの断面内流速分布の結果である。横軸は左岸からの距離  $Y$ 、縦軸は低水路部からの高さ  $Z$ 、流速  $u$  をコンターの色で表している。

また、黒実線は樹木模型を示している。非冠水状態の場合において、RUN 4aは同一流量であるRUN 1a, 2aおよび3aと比べて、全体的に流速が小さくなっていることが分かる。そのために、水位が上昇したと考えられる。つまり、樹林化が進行し、密生度が高くなると、洪水時に全体的に流速を低下させるとともに水位を上昇させ、治水面においては障害となると考えられる。

密生度を  $0.01 \text{ cm}^{-1}$  に固定したRUN 2aと3aの比較を行うと、高水敷および低水路において、断面内流速分布に大きな差異はないが、樹林帯の中央において、RUN 2aは樹木によって流速が低減しているのに対し、RUN 3aでは樹林帯内で流速が増加していることが分かる。このことから、樹木による流速低減効果は、樹木径  $D$  を大きくするよりも樹林間隔  $\Delta S$  を小さくすることによってより顕著に働き、樹林管理を行う上では、樹木径を小さくするよりも樹林間隔を広げるように間伐を行う方が流速を低減させずに流下能力の阻害を緩和することができると考えられる。

また、冠水状態の断面内流速分布は、樹林帯内と樹林帯の上層では大きな差があり、その流速差の関係を明らかにするために、断面内流速分布を水深方向に積分し、水深で除した水深平均流速  $U$  を樹林帯内  $U_{ve}$  と樹林帯の上層  $U_{wa}$  に分けて図-4に示した。図-4の横軸は密生度  $\lambda$ 、左縦軸は水深平均流速  $U$ 、 $U_{ve}$ 、 $U_{wa}$ 、右縦軸は樹林帯内と樹林帯の上層の流速比  $U_{wa}/U_{ve}$  を表している。樹林帯内、樹林帯の上層および非冠水状態の全層の水深平均流速は、密生度が大きくなるに従い、線形的に減少する。流速比  $U_{wa}/U_{ve}$  は、密生度が大きくなるに従い、線形的に増加するという結果が得られた。これは、樹林帯内よりも樹林帯の上層の方が傾きは大きい、つまり、樹林帯の上層の方が密生度の増加に伴う流速の減少が顕著に表れるためである。

#### 4. まとめ

本研究では、高水敷上の樹木が流れに与える影響について模型実験を行い、樹木の密生度および樹木の冠水・非冠水状態の変化による河道内の流れの特性について考察した。今後は、樹木の抵抗を考慮した次元等流解析への適用を行う予定である。

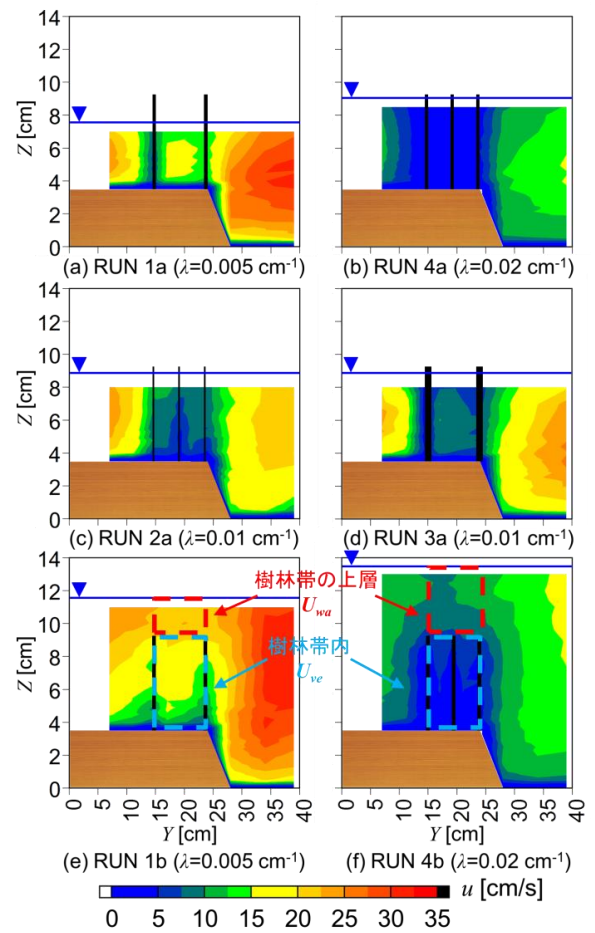


図-3 断面内流速分布

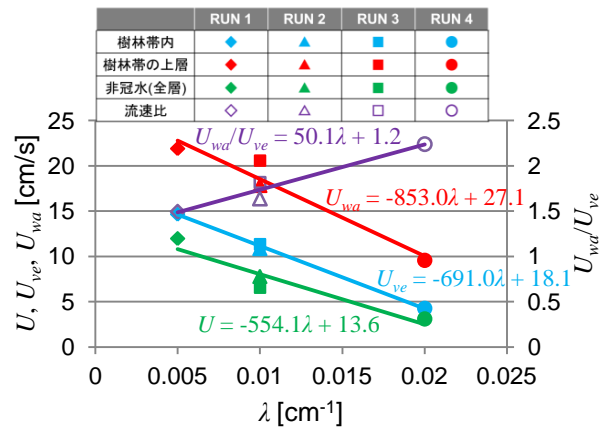


図-4 水深平均流速および流速比

#### 謝辞

本研究を行うにあたり、神戸大学大学院工学研究科 宮本仁志准教授に模型の材料を提供していただくとともにご助言を賜った。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) H.M.Nepf : Drag, turbulence, and diffusion in flow through emergent vegetation, Water Resources Research, Vol.35-2, pp.479-489, (1999).
- 2) 藤田一郎 : PIV 技術の実河川表面流速への応用, 河川技術論文集, 第4巻, pp.41-46, (1998).