

急勾配移動床水路側岸部に樹木群を局所的に設置した場合の河床変動

九州大学大学院工学府 学生会員 椎木武史  
 九州大学大学院工学研究院 正会員 橋本晴行  
 九州大学大学院工学研究院 正会員 高畑洋  
 九州大学大学院工学府 正会員 池松伸也

1. はじめに

山麓や溪流沿いに存在する樹木群は、防災的機能とともに、豊かな自然環境を創造するものとして注目されている。そのような樹木群の効果を土砂水理学的視点から定量的に評価するため、従来より、樹木群が水路内に一様に存在する場合の、流砂量や樹木群の抗力係数について基礎的な研究が行われてきた<sup>1),2)</sup>。しかしながら現地では一様に存在している樹木群はほとんどなく、多くは有限なスケールで局所的に存在している。そこで本研究は、移動床水路内に種々の密生度やスケールの樹木群模型を、水路の縦断方向には局所的に、横断方向には水路側岸部からある有限な長さで局所的に設置した場合について樹木群内とその周辺の河床変動を調べる実験を行ったものである。

2. 実験方法

用いた水路は、図-1, 2のような全長12m、幅0.3mの両側アクリルライト製可変勾配水路である。実験は2種類行った。ひとつは、 $\sin \theta = 1/101$ として常流の場合の実験を行った。もうひとつは、常流の実験と比較するため、水路勾配を $\sin \theta = 0.0528$  ( $\theta = 3.027^\circ$ )として射流の場合の実験を行った。実験条件を表-1に示す。実験で用いた樹木群模型の種類とその特性を表-2に示す。表中のsは樹木の中心間隔、 $\lambda$ は樹木群密度、aは密生度(流体単位体積あたりの樹木の遮蔽面積)である。上流端からの供給水量は単位幅流量 $q_{w0} = 200 \text{ cm}^2/\text{sec}$ とした。右岸と左岸の両岸からビデオカメラを用いて流れの状況を撮影し、河床高、水位を測定した。また、各Caseごとに同一条件下で実験を2~3回繰り返しておこない、それぞれ所定の時間に給水を停止し、ポイントゲージを用いて河床高を測定した。

3. 実験結果と考察

図-3は、Case IV, Vにおける水位H、河床高zの時間変化を示したものである。流れが射流となるCase IVでは、樹木群を設置した右岸側においては樹木群内上流端付近で堆砂が生じ、樹木群出口のすぐ下流側で洗掘が生じた。また、樹木群を設置していない左岸側においては、樹木群上流端の対岸側で堆砂が生じた。左岸側で堆砂が発生したのは、右岸側の流速の遅い樹木群内流体と左岸側の流速の早い流体との間に働くせん断力によって流砂の掃流力が減少したためと考えられる。また、樹木群出口からすぐ下流の対岸側でより深い洗掘が生じた。これは、樹木のない左岸側では流速がはやく、流れが右岸側からも集中したこと、その上流での堆砂によって流砂量が減少したことなどに起因していることが考えられる。

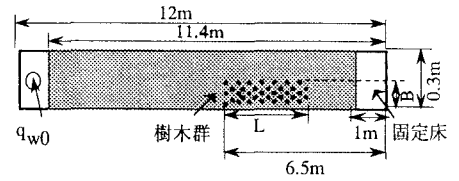


図-1 樹木群を側岸部に設置した場合の水路平面図 (常流の場合)

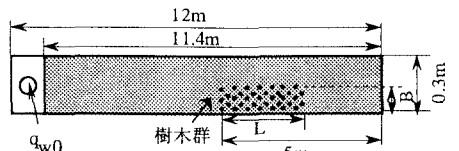


図-2 樹木群を側岸部に設置した場合の水路平面図 (射流の場合)

表-1 実験条件

	Case I	Case II	Case III	Case IV	Case V
樹木群 type	F	F	G	G	H
樹木群長さL(m)	2	1	1	1	1
樹木群幅B(cm)	13.5	13.5	14.25	8.25	7.5
砂の粒径d(mm)	0.84	0.84	0.84	0.84	0.55
砂の比重 $\sigma/\rho$	2.62	2.62	2.62	2.62	2.65
水路床勾配( $\sin \theta$ )	0.0528	0.0528	0.0528	0.0528	1/101
供給流量 $q_{w0}$ ( $\text{cm}^2/\text{sec}$ )	200.3	203.4	204.3	206.1	202.6
通水時間	1分, 2分, 3分	1分, 2分, 3分	1分, 2分, 3分	2分, 3分	5分

表-2 樹木群模型の種類とその特性

type	F	G	H
D(mm)	5.0	2.0	2.0
s(cm)	6	3	2
$\lambda$	$11 \times 10^{-3}$	$6.98 \times 10^{-3}$	$15.7 \times 10^{-3}$
a(1/cm)	0.028	0.044	0.1

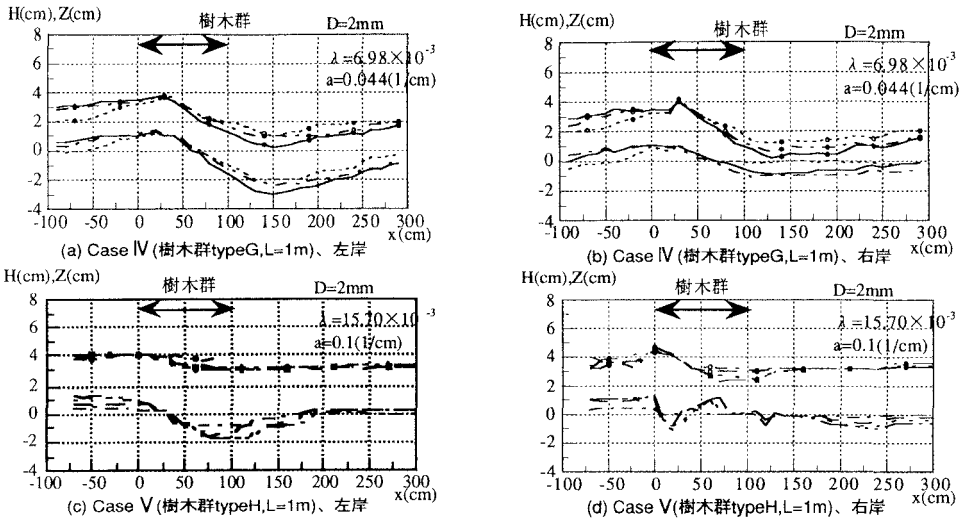


図-3 水位、河床高の時間変化

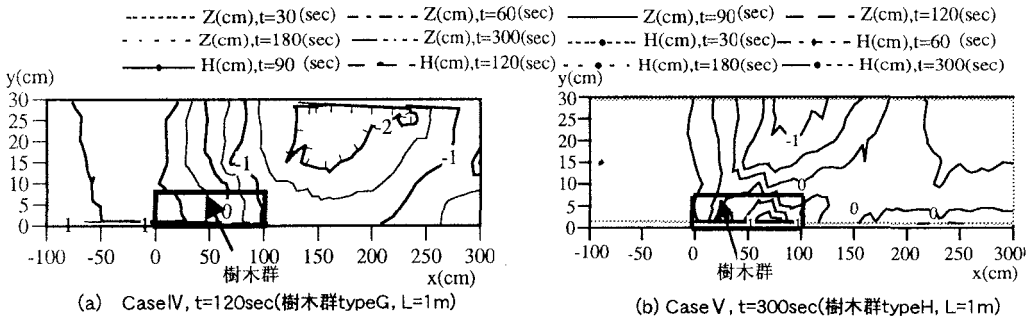


図-4 河床高の等高線

一方、流れが常流となるCase Vでは、右岸側では樹木群入口より上流側で堆砂が生じ、入口のすぐ下流で洗掘が生じた。また樹木群出口から1m程下流では浸食傾向にある。樹木群を設置していない左岸側では、樹木群上流端の対岸側で堆砂が、樹木群出口の対岸側で洗掘が生じた。

また、Case I～Ⅲの実験結果は紙数の関係から省略しているが、Case I～Vの実験を通じて樹木群長さL、幅B、密度aが小さくなると堆砂高、洗掘深は小さくなる傾向がある。

図-4に樹木群内およびその周辺の河床高の等高線を示す。樹木群出口より若干下流の対岸側で著しく洗掘されていることがわかる。流れが常流となるCase Vでは、上述のように、樹木群出口の対岸側で洗掘が生じた。射流の場合（Case IV）より比較的の上流側で洗掘が生じているのが特徴である。いずれの場合も樹木群入口から樹木群中央部までの間はy方向には一様な、2次元的堆砂形状を示している。

#### 4. おわりに

流れが射流の場合、樹木群を設置した右岸側では樹木群内上流端付近で堆砂が生じ、樹木群出口のすぐ下流側で洗掘が生じた。樹木群を設置していない左岸側においては、樹木群入口の対岸側で堆砂が生じ、樹木群出口からすぐ下流の対岸側では、より深い洗掘が生じた。流れが常流の場合、右岸側では樹木群入口より上流側で堆砂が生じ、入口のすぐ下流で洗掘が生じ、樹木群出口のすぐ下流側で洗掘が生じた。左岸側では樹木群入口の対岸側で堆砂が生じ、洗掘は射流の場合より上流側で生じた。

#### 参考文献

- 1) 平野, 橋本, 多川, 玉松: 樹林帯に作用する土砂・水混相流の流体力と土砂堆積, 水工学論文集, 第41巻, 1997.
- 2) 平野, 橋本, 玉松, Park, 火箱: 樹林帯における掃流砂量と河床変動に関する研究, 水工学論文集, 第43巻, 1999.