

移動床水路において樹木群が局所的に存在する場合の河床変動

九州大学工学部 学生員 椎木 武史
 九州大学大学院工学研究科 学生員 山村 謙二
 九州大学大学院工学研究科 正 員 橋本 晴行
 九州大学大学院工学研究科 正 員 高畑 洋
 九州大学大学院工学研究科 正 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定量的に評価するため、まず、樹木群が一様に河道内に存在する場合の、流量、樹木群の抗力係数について研究が行われてきた¹⁾²⁾。本研究は、これらの成果をもとに、様々な存在形態を有する樹木群の影響を検討するため、移動床水路内に樹木群模型を様々な配置で局所的に設置し、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

実験は、図-1に示すような全長1200cm、幅15cmの片側アクリルライト製可変勾配水路を水路床勾配 $\theta=3^\circ$ で行った。下流端から1130cmまで敷厚5cmの移動床とし、下流端から450cmのところから下流側に長さLの区間に樹木群模型を設置した。樹木群模型には直径Dのステンレス丸棒を用い、その中心間隔を6cmとして千鳥状に配置した。 λ は樹木群密度(河床単位面積に占める樹木の断面積の割合)、 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。河床材料には、流砂形態として掃流砂のみが生じる粗砂と、浮流砂をとまう細砂を用いた。粗砂、細砂についてそれぞれ表-1に示すtype C, E, Fの樹木群模型を用い、さらにそれぞれの樹木群模型ごとに $L=100, 200\text{cm}$ の2種類の実験を行った。粗砂を用いた実験では給砂はしなかったが、細砂を用いた実験では、一定な流量と流砂濃度を確保するために、水路の上流側から給砂量 $Q_{s0} \approx 200.4\text{cm}^3/\text{sec}$ で給砂をした。上流端から単位幅流量 $q_{w0} \approx 200\text{cm}^2/\text{sec}$ の水を供給し、側方から4～5台のビデオカメラを用いて流れの状況を撮影し河床、水深を測定した。ビデオの撮影範囲に限界があるため、同一条件下で撮影範囲を変えて実験を4～5回繰り返した。

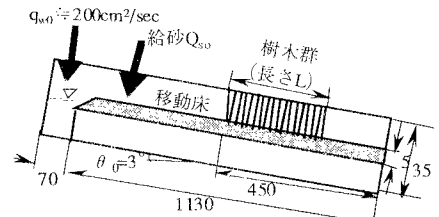


図-1 実験水路（長さの単位はcm）

表-1 樹木群模型の種類とその特性

type	C	E	F
D(mm)	4.0	2.0	5.0
λ	7.0×10^{-3}	1.7×10^{-3}	11×10^{-3}
$a(1/\text{cm})$	0.0222	0.0111	0.028

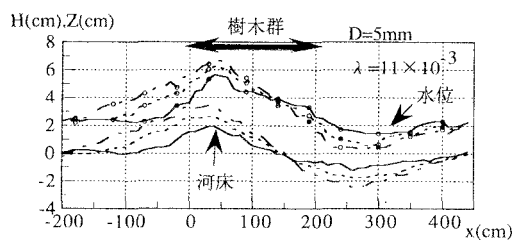
図-2および図-3は、樹木群模型type F, Eの場合について、水位H、河床高Zの時間変化を示す。初期河床に沿ってx軸をとり、樹木群の上流端を原点とする。時刻tは流れの先端が樹木群上流端に到達した時刻を $t=0$ (sec)とする。

3. 実験結果と考察

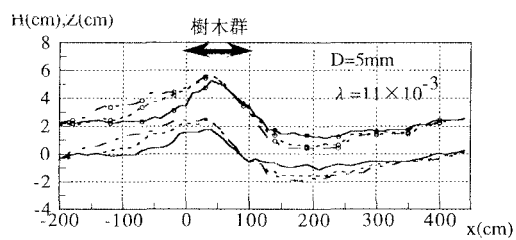
図-2および図-3は、樹木群模型type F, Eの場合について、水位H、河床高Zの時間変化を示す。初期河床に沿ってx軸をとり、樹木群の上流端を原点とする。時刻tは流れの先端が樹木群上流端に到達した時刻を $t=0$ (sec)とする。

図-2は粗砂の場合の実験結果を示す。樹木群上流端から30～40cm下流側に堆砂が生じ、堆砂が上流側に伝搬した。樹木群のすぐ下流側では洗掘が生じた。堆砂が生じたのは、樹木群によりその上流側で掃流力が低下したためである。堆砂が上流に伝搬したのは、堆砂した所より上流側の河床勾配が低下したためである。洗掘が生じたのは、再び掃流力が増大したためである。樹木群密度 λ が大きいほど堆砂高および洗掘深が大きくなるが、それらのピークの位置は λ が違っていてもほぼ一定であった。樹木群長さLが短いと堆砂高および洗掘深が小さい。これは、樹木群長さLが短くなると堆砂と洗掘の位置が近づき、その間の河床勾配が急になり大きな掃流力が生じたためと考えられる。

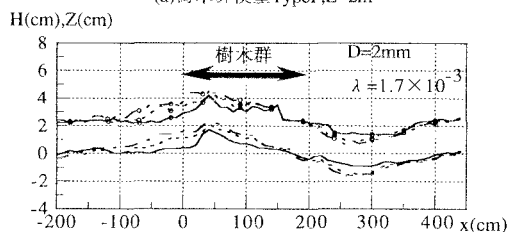
図-3は細砂の場合に実験結果を示す。堆砂は樹木群内部だけでなく下流側でも生じた。これは、浮流砂特



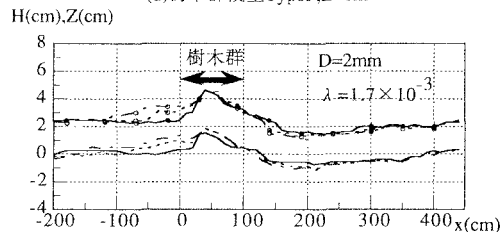
(a) 樹木群模型TypeF, L=2m



(b) 樹木群模型TypeF, L=1m



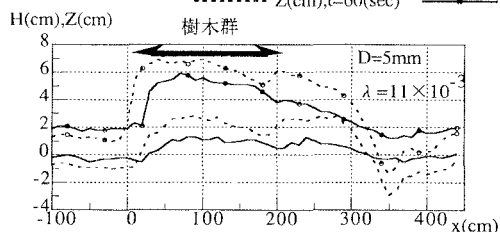
(c) 樹木群模型TypeE, L=2m



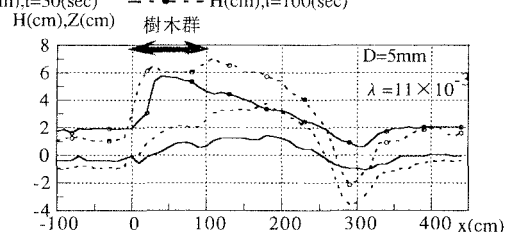
(d) 樹木群模型TypeE, L=1m

図-2 粗砂を用いた場合の水位と河床高の時間変化 (粒径d=0.84mm)

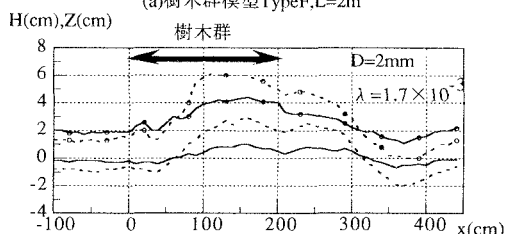
—— Z(cm), t=30(sec) - - - Z(cm), t=100(sec) - · - H(cm), t=60(sec)
 - · - Z(cm), t=60(sec) - · - H(cm), t=30(sec) - · - H(cm), t=100(sec)



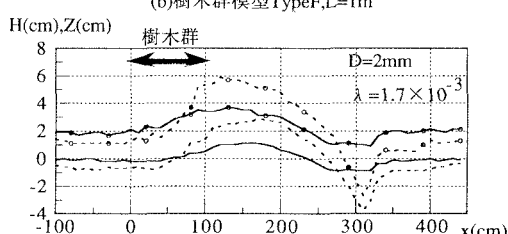
(a) 樹木群模型TypeF, L=2m



(b) 樹木群模型TypeF, L=1m



(c) 樹木群模型TypeE, L=2m



(d) 樹木群模型TypeE, L=1m

図-3 細砂を用いた場合の水位と河床高の時間変化 (粒径d=0.17mm)

—— Z(cm), t=10(sec) - - - Z(cm), t=20(sec) - · - H(cm), t=10(sec) - · - H(cm), t=20(sec)

有の非平衡性のため、堆砂が生じるのに必要な距離が長くなるためと考えられる。

4. おわりに

以上より、粗砂を用いた場合は樹木群内部で堆砂が、その下流側で洗掘が生じ、細砂を用いた場合は樹木群の下流側でも堆砂が生じた。堆砂、洗掘のピーク位置は樹木群密度 λ によらずほぼ一定で、 λ が大きいとそれぞれのピークは大きくなることがわかった。また、樹木群長さ L が短くなると堆砂高、洗掘深は小さくなることがわかった。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 橋本・高畑・火箱・Park: 樹林帯をとまう急勾配水路における浮流砂濃度分布に関する研究, 水工学論文集, 第44巻 (掲載予定).