

河道内樹木群周辺における微地形の形成と表層土砂の粒度変化について

九州大学大学院工学府 学生員 諏訪田泰平 正員 池松 伸也
九州大学大学院工学研究院 正員 橋本 晴行 正員 朴 琦彦

1. はじめに

河道内の植生は、洪水時には流れを減速し魚の避難場所になるとともに、土砂堆積を引き起こす要因となる。従来より、植生・流れ・流砂・河道の4者間の相互作用については研究が行われて来たが^{1), 2)}、それらに河道土砂の分級を含めた機構については未解明な部分が多く残っている。

本研究は、河床材料として混合砂を用い、直線水路において樹木群模型を水路側壁に沿って局所的に設置して実験を行い³⁾、樹林帯周辺の微地形の形成と河床表層土砂の粒度変化について調べたものである。

2. 実験方法

実験は図-1に示す全長12m、幅0.3mの両側アクリルライト製可変勾配水路を用いて行った。流れが常流 (Case 1~Case 3) の場合は、下流端から1mを固定床、それから10.4mの間を移動床とし、下流端から6.5m上流の位置から右岸側に沿って長さL、幅Bの樹木群

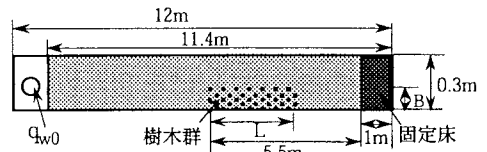


図-1 流れが常流の場合の水路平面図

を設置した。また流れが射流 (Case 4) の場合は、区間11mを移動床とし、下流端から5.5m上流の位置から同様に樹木群を設置した。河床砂の敷厚は10cm~12cmとした。用いた樹木群模型の特性を表-1に示す。

表-1 樹木群模型の特性

樹木群長さ L(cm)	100
樹木群幅 B(cm)	7.5
樹木直径 D(mm)	2.0
樹木間隔 s(cm)	2.0
樹木群密度 λ	15.7×10 ⁻³
密度度 a (1/cm)	0.1

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。河床材料としては、Case 1では平均粒径 $d_m = 0.55 \text{ mm}$ の均一な砂を用いた。Case 2, 3, 4では均一砂を所定の体積比で混ぜた混合砂を用いた。河床材料の粒度分布を図-2に示す。実験条件を表-2に示す。河床高は、通水後にポイントゲージを用いて測定した。またCase 3, 4については、下流端において流砂を採取するとともに、通水停止後表層土砂のサンプリングを行い、粒度試験を行った。採取する土砂層の厚さは最大粒径程度の5mm程度とした。

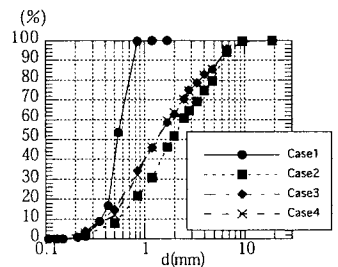


図-2 初期河床の粒度分布

3. 実験結果と考察

図-3~5は樹木群内およびその周辺の河床高の等高線と縦横断面図を示す。ここに座標軸は、樹木群入口を原点とし初期河床に沿って下流方向にx軸を取り、右岸から左岸側の方向にy軸、初期河床面に対し垂直上向きにz軸とした。

概略的に見ると、樹木群より上流側では横断方向に様な堆砂が、また樹木群内も堆砂が生じている。一方、樹木群外においては、左岸側では洗掘が、樹木群のすぐ下流側では若干の堆砂がそれぞれ生じている。

表-2 実験条件

	Case1	Case2	Case3	Case4
砂の平均粒径 d_m (mm)	0.55	2.70	2.16	2.20
$\sqrt{d_{84}/d_{16}}$	1.34	2.73	2.82	2.77
砂の比重 σ / ρ	2.64	2.64	2.64	2.64
水路勾配 I	1/101	1/101	1/101	1/54
水路幅(m)	0.3	0.3	0.3	0.3
供給流量 q_{w0} (cm^2/sec)	203	200	204	204
通水時間	10分	10分	10分	5分

流れが常流の場合、図-3(a)の平面図を見ると、各横断毎の深掘れの位置が樹林帯側から左岸下流に向かって水路を斜交するように形成されている。図-3(b)の横断面図はその特徴をよく示している。図-3(c)の縦断面図を見ると、樹林帯内部では $x=20 \text{ cm}$ で若干の侵食が、 $x=80 \text{ cm}$ で堆砂のピークが発生している。樹林帯外部では $x=50 \sim 100 \text{ cm}$ において深掘れが著しい。混合砂の場合 (Case 2, 3) についても、ほぼ同様な傾向を認めることができる (図-4)。

流れが射流の場合、図-5(c)の縦断面図を見ると、樹林帯内部では $x=5 \text{ cm}$ で堆砂のピークが、 $x=10 \sim 30 \text{ cm}$ で若干の侵食が発生している。樹林帯外部では $x=60 \sim 120 \text{ cm}$ において深掘れが著しいことが分かる。

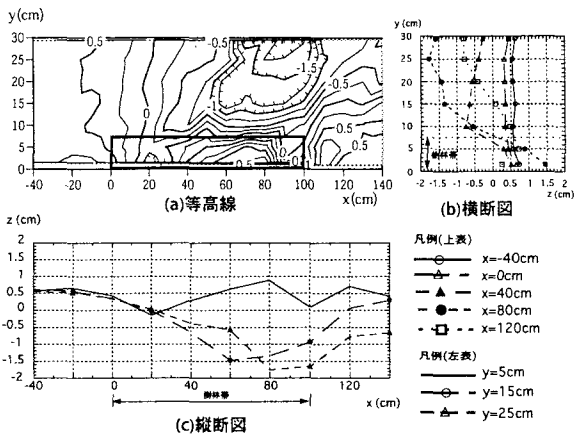


図-3 Case 1($d_m = 0.55\text{mm}$)の河床高の等高線と縦横断面図

図-6はCase 3の通水後における河床表層土砂のサンプリング範囲を、図-7はサンプリングした土砂の粒度分布の試験結果をそれぞれ示している。ここに、サンプリング範囲は微地形の形成や河床表層土砂の粒度変化に対応して区切られたものである。

図-7中には、比較のため、下流端において採取した流砂および実験前のオリジナル河床の粒度分布も示している。図-7は、大きく3つの粒度分布に分けることができる。ひとつは領域2, 4, 5, 6, 7における粒度分布であり、ふたつめは領域1, 3および流砂とオリジナル河床の粒度分布である。三番目は、領域8における粒度分布である。まず、最初の粒度分布はオリジナル河床のそれより細粒となっており、地形的には、比較的低い領域2, 4, 5, 6, 細かい砂が縦筋状に堆積した比較的高い領域7となっている。一方、最後の、領域8は粗粒化した土砂が堆積していることが分かる。

4. おわりに

樹木群により流れに変化が生じて、その周辺に堆砂・洗掘が発生し微地形が形成された。樹木群の上流と、樹木群内およびその下流の部分では堆砂が、そして樹木群出口付近の対岸側では洗掘が生じた。このような微地形に対応して、河床表層土砂の粒度分布は変化した。水路の中心付近や堆砂・洗掘が生じた領域では比較的粒径の小さい土砂が集まり、水路の側岸付近、特に樹木群から下流の右岸などでは逆に粒径の大きい土砂が集まる傾向があることがわかった。本研究は、一部、文部科学省学術フロンティア推進事業（日本大学工学部）（代表小野沢元久）の補助を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)橋本, 池松, 山村, 椎木, 九州大学工学集報, 第75巻 第1号, 2002.
- 2)橋本, 朴, 流体力の評価とその応用に関する研究論文集, 第2巻, 2003. 3)内野, 九州大学工学部卒業論文, 2003.

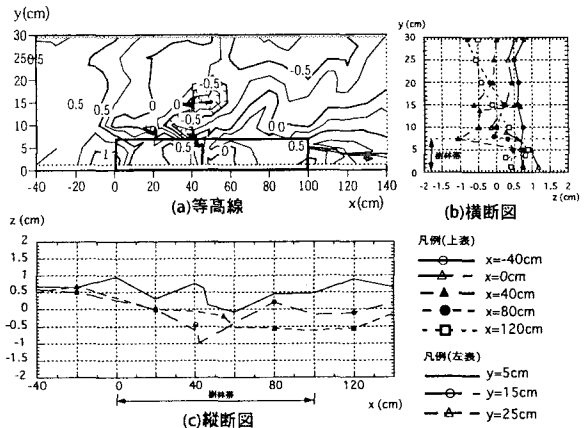


図-4 Case 3($d_m = 2.16\text{mm}$)の河床高の等高線と縦横断面図

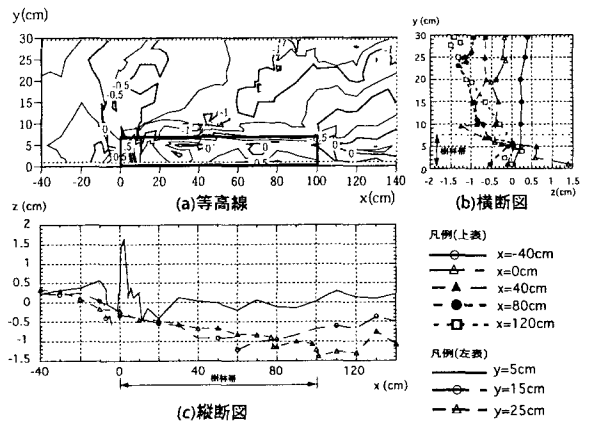


図-5 Case 4($d_m = 2.16\text{mm}$)の河床高の等高線と縦横断面図

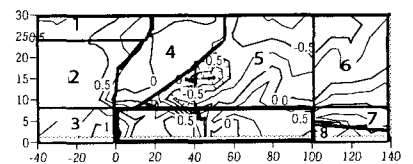


図-6 Case 3の実験における河床表層土砂のサンプリング領域

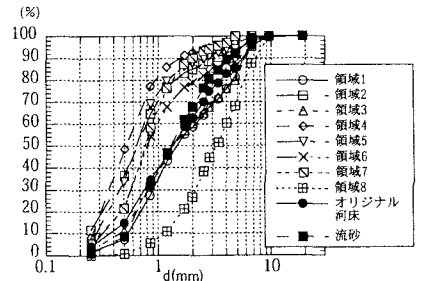


図-7 Case 3の実験における流砂および河床表層土砂の粒度分布