

39 樹林帯による土砂流出制御に関する実験

九州大学大学院工学研究科 ○橋本 晴行 高畑 洋
 九州大学大学院工学研究科 池松 伸也 椎木 武史
 長崎県 山村 謙二

1. はじめに

山麓や溪流沿いに存在する樹林帯は、土砂流出を抑制するなど防災的機能を有する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。このような樹林帯の効果を定量的に評価するため、従来より、樹林帯が水路内に一様に存在する場合の、流出土砂量、抵抗則について基礎的研究が行われてきた^{1),2)}。しかしながら現地では一様に存在している樹林帯はほとんどなく、多くは有限なスケールで様々な形態をなしている。そこで本研究は、移動床水路内に樹林帯模型を水路横断方向には一様に、流れ方向にはある長さで局所的に設置し、流出土砂量の制御について樹林帯の長さや密度の効果を調べる実験を行ったものである。

2. 実験方法

実験は2種類行った。ひとつは移動床水路に樹林帯を設置して、下流端に流出する流量、流砂量を調べる実験であり、他のひとつは樹林帯に流入する流量、流砂量を調べる実験である。

まず前者の実験は、全長12m、幅15cmの片側アクリルライト製可変勾配水路において樹林帯を設置し、水路勾配を $\theta = 3.03^\circ$ にして行った(図-1)。樹林帯模型には直径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。河床材料には、

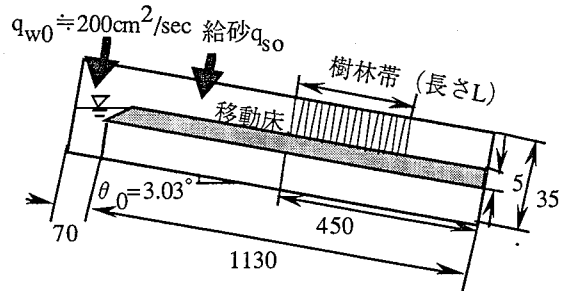


図-1 実験水路 (長さの単位はcm)

表-1 樹林帯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/cm)	0.0222	0.0111	0.028

流砂形態として掃流砂のみが生じる粗砂($d =$

0.84mm)と、浮流砂をとともなう細砂($d = 0.17\text{mm}$)を用いた。表-1、2に樹林帯の種類と実験条件を示す。

ここに、 λ は樹林帯密度(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

表-2 河床材料特性と実験条件

実験の種類	d(mm)	σ/ρ	q_{w0} (cm^2/sec)	q_{s0} (cm^2/sec)	数厚 (cm)	樹林帯長さ L(m)
caseA	0.17	2.61	200	13.4	5	1, 2
caseB	0.84	2.62	200	0	5	1, 2

りの樹木の遮蔽面積)、 q_{w0} は上流端からの単位幅流量、 q_{s0} は単位幅給砂量である。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高、水位を測定した。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。下流端では流出土砂量を測るために流れを採取した。

次に、樹林帯の上流端に流入する流量、流砂量を調べるため、同じ水路において長さ6.8mの移動床を設け、樹林帯を設置せずに実験を行い、流量、流砂量を測定した。

3. 実験結果および考察

図-2は、河床材料として細砂を用い、樹林帯typeEについて調べた水路下流端における流出流量、流砂量の時間変化を示している。同図中には比較のため樹林帯の上流端に流入する流量、流砂量も示す。ここに、 q_t は全流量、 q_s は流砂量である。細砂を用いた場合、樹林帯を經由して水路下流端に流出する流量、流砂量はいずれも流入量より減少することがわかる。樹林帯長さ $L = 1\text{m}$ より $L = 2\text{m}$ の場合の方が水路下流端での流出流量、流出土砂量の減少量は多い。また、樹林帯typeEより密度や密生度の大きなtypeFの場合の方が、水路下流端での流出流量、流出土砂量の減少量は多くなる。

図-3は、河床材料として粗砂を用い、樹林帯typeEについて行ったハイドログラフの測定結果である。樹林

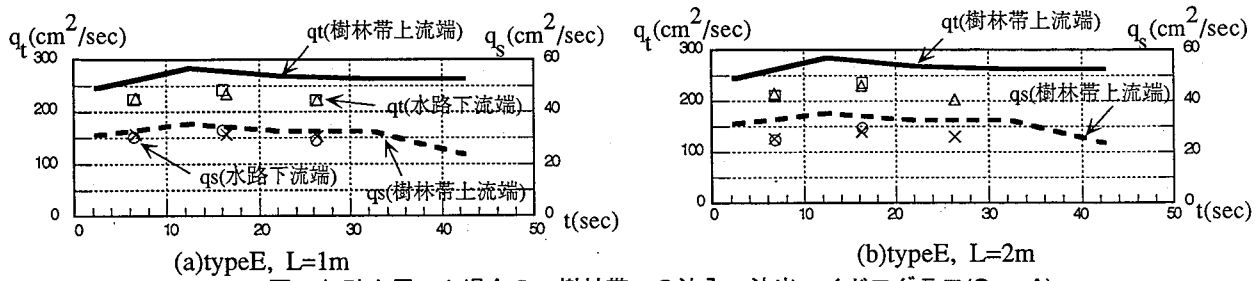


図-2 細砂を用いた場合の、樹林帯への流入・流出ハイドログラフ(CaseA)

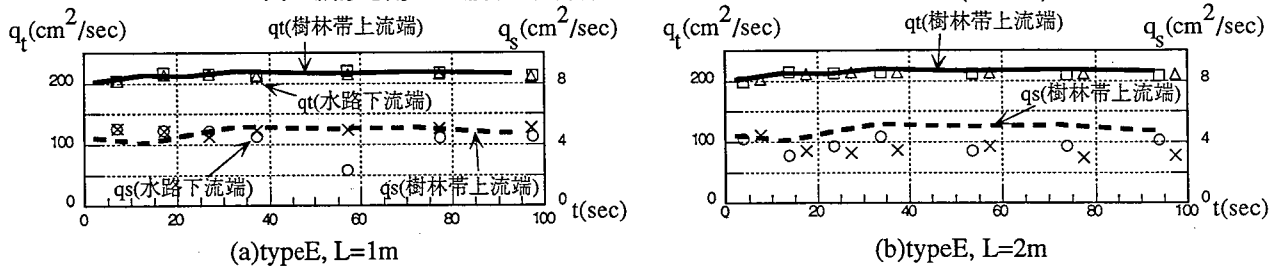


図-3 粗砂を用いた場合の、樹林帯への流入・流出ハイドログラフ(CaseB)

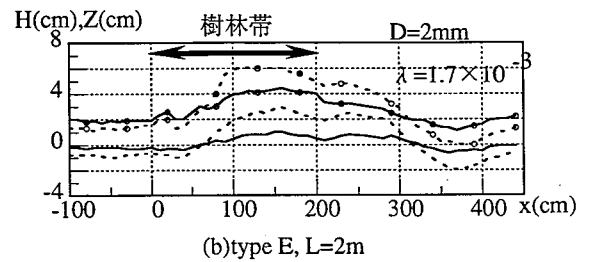
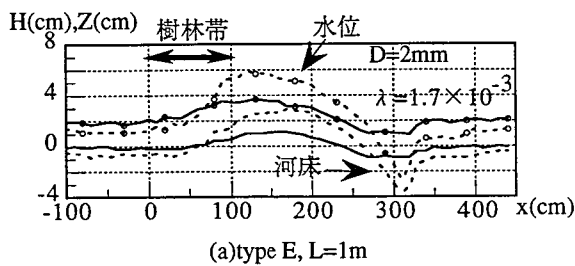


図-4 樹林帯typeEについて細砂を用いた場合の水位、河床高の時間変化(CaseA)

帯を經由して水路下流端に流出する流量は樹林帯への流入流量とほぼ同じであることがわかる。しかしながら、樹林帯からの流出土砂量は減少する。L=1mの場合よりL=2mの場合の方がその減少量は大きい。樹林帯typeEの場合よりtypeFの場合の方が、流出土砂量はより多く減少する。

図-4は河床材料として細砂を用い、樹林帯typeEについて行った実験について水位H、河床高Zの時間変化を調べた結果である。ここで、初期河床に沿ってx軸をとり、樹林帯の入口を原点とする。時刻tは流れの先端が樹林帯入口に到達した時刻をt=0(sec)とする。

河床材料として細砂を用いた場合は、樹林帯によって掃流力が低下し、樹林帯内部およびその下流の樹林帯外部でも堆砂が生じる。堆砂域の下流側では、樹林帯内部より掃流力が增大し、洗掘が生じる。堆砂量と洗掘量を比較すると、堆砂量の方が多いことがわかる。

河床材料として粗砂を用いた場合は、図は省略するが、樹林帯内部で掃流力が低下したため堆砂が生じ、樹林帯出口付近では樹林帯内部より掃流力が增大したので洗掘が生じる。堆砂量は洗掘量と同じ程度である。

以上の結果、樹林帯内では堆砂が、そのすぐ下流では洗掘が発生する。流砂量は、堆砂域で一度減少しその後洗掘域で増加するが、堆砂量の方が多いので完全には復元せず下流端では減少する。また、樹林帯長が長く、密度や密生度の大きい方が、堆砂量は洗掘量より増加する。河床材料として粗砂よりも細砂を用いた場合の方が、洗掘量より堆砂量が増加するので、全流出量と流出土砂量の減少が著しい。

4. おわりに

樹林帯内では堆積が、そのすぐ下流では侵食が発生する。樹林帯密度 λ や密生度 a が大きいほど、樹林帯長さLは長いほど、侵食量より堆積量の方が増加するので、流出土砂量は減少することがわかった。

参考文献 1)平野宗夫・橋本晴行・玉松潤一郎・Park Kichan・火箱貴文、水工学論文集、第43巻、1999。

2)橋本晴行・高畑洋・火箱貴文・Park Kichan、水工学論文集、第44巻、2000。