

樹林帯による土砂流出の制御に関する研究

九州大学大学院工学府 学生員 中嶋 周作
九州大学大学院工学研究院 正 員 橋本 晴行
九州大学大学院工学研究院 正 員 パクキィチャン
九州大学大学院工学府 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の土砂流出制御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、土砂流出や抵抗則について基礎的研究が行われてきた。しかしながら、従来の研究は流砂形態として掃流砂や浮流砂を対象にしたものであった^{1) 2)}。また、河床材料の粒径は樹木間隔に対して比較的小さい場合について研究が行われてきた。そこで本研究は、流砂形態として土石流、掃流状集合流動を対象にするとともに、樹木間隔に対して河床材料が比較の粗粒な場合について実験および理論的研究を行ったものである。まず、移動床水路下流部において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樹林帯模型を設置し、土砂流出の制御について、土砂の粒径の効果などを調べる実験を行う。次に河床変動計算を行い理論的な検討を行う。

2. 実験方法

実験は、図-1に示すように、全長12m、幅20cmのアクリルライト製可変勾配水路を用いて行った。実験条件を表-1に示す。ここに、 θ は水路勾配、 q_{w0} は供給された単位幅流量、 L は樹林帯長、 d は粒径である。樹林帯模型には、表-2のように直径 $D=5.0\text{mm}$ 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。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 は樹林帯の密生度(流体単位体積に占める樹木の遮蔽面積)を表している。

実験は2種類行った。ひとつは、樹林帯に流入する土砂量と全流量を測定する実験であり、もうひとつは、樹林帯を通過した流出土砂量と全流量を測定する実験である。

まず前者の実験では、樹林帯を設置せずに、水路下流端から7.5mの位置まで土砂を敷き、所定の流量の水を供給して流出土砂量を測定した。次に後者の実験では、長さ L の樹林帯を下流端に設置し、その上流側7.5mまで、土砂を敷いた。土砂の敷厚はいずれも10cmとした。そして、樹林帯を設置しない場合と同様に、所定の流量の水を供給して、流出土砂量を測定した。樹林帯を設置しない場合と比較し、樹林帯による土砂流出制御の効果について検討した。さらに、側方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。

3. 実験結果

図-2(a)は、Case4の樹林帯に流入する土石流の全流量 q_i 、土砂濃度 C の時間的变化を表したものである。ここに時間 t は流出土砂採取開始時間を $t=0(\text{s})$ とした。図-2(b),(c)は、図-2(a)と同じ条件のもとで樹林帯を設置し

キーワード： 樹林帯，土砂流出，土石流，掃流状集合流動

連絡先：〒8 12-858 1 福岡市東区箱崎6- 10- 1 TEL 092- 642- 3289 Fax 092-64 2-3322

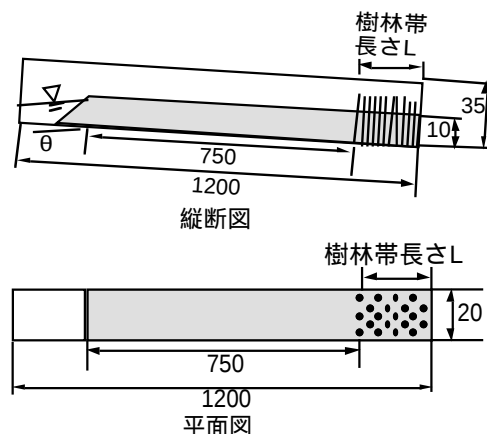


図-1 水路図(長さの単位はcm)

表-1 実験条件

	case1	case2	case3	case4	case5	case6
$\theta(^{\circ})$	6	6	6	12	12	12
$q_{w0}(\text{cm}^2/\text{s})$	200	199	200	102	103	102
$L(\text{m})$	2, 4	2, 4	2	2, 4	2, 4	2
$d(\text{mm})$	0.84	3.3	5.9	0.84	3.3	5.9

表-2 樹林帯の特性

$D(\text{mm})$	λ	$a(1/\text{cm})$	$L(\text{m})$
5.0	11×10^{-3}	0.028	2, 4

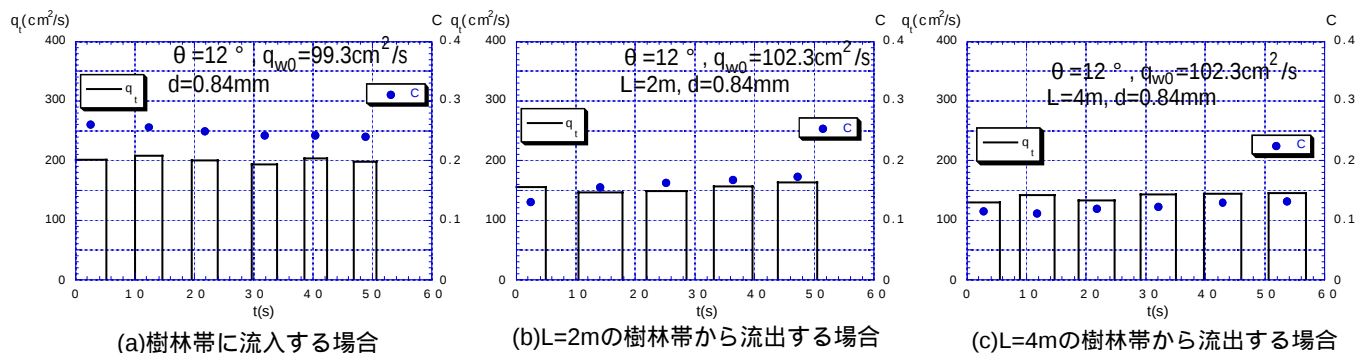


図-2 樹林帯へ流出入する土石流のハイドログラフ

た時の q_t , C の時間変化を表したものである。樹林帯を設置すると流出する土砂量が減少することが分かる。また、樹林帯が長いほど、流出する土砂量が減少することも分かる。

図-3は樹林帯内の堆砂形状の時間的な変化を示したものである。太線は実験結果であり、細線は後述の計算結果である。材料の大きさによって堆砂形状が若干異なり、粗粒な材料ほど樹林帯の入口付近に集中して堆積し、樹林帯内に堆砂が比較的進行していないことが分かる。

図-3は樹林帯内の堆砂形状の時間的な変化を示したものである。太線は実験結果であり、細線は後述の計算結果である。材料の大きさによって堆砂形状が若干異なり、粗粒な材料ほど樹林帯の入口付近に集中して堆積し、樹林帯内に堆砂が比較的進行していないことが分かる。

4. 河床変動計算

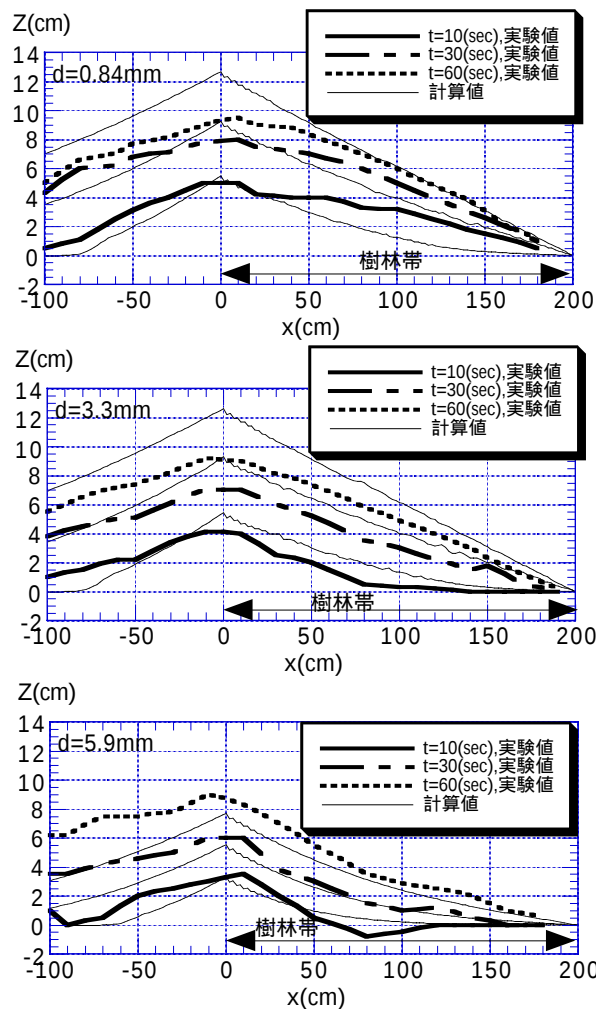
計算に用いた運動方程式と連続式は式(1)～(3)である。流砂量式には樹林帯に流入する流砂濃度が実験値に一致するように式を選んだ。まず、粒径 $d=0.84\text{mm}$, 3.3mm の材料の場合は、エネルギー勾配が0.14以下の場合は掃流状集合流動の流砂量式(4)を、0.14以上の場合は高橋の土石流の流砂量式(5)³⁾を用いた。また粒径 $d=5.9\text{mm}$ の場合は、流砂量式(4)を用いた。樹林帯内の堆砂形状の計算結果を図-3に細線で示す。計算結果は、ほぼ実験結果を表しているが、材料が粗粒になるほど計算が過小評価になっている。特に、樹林帯入口より上流で過小となっている。これは、計算においては掃流力の減少が堆砂を発生させる仕組みになっているのに対して、実験では掃流力の減少とともに粒子が樹木に衝突して停止する効果が粗粒な材料の場合に顕著になっているものと考えられる。

5. おわりに

以上、樹林帯による土砂流出の制御効果について実験・理論両面から検討を行った。その結果、河床材料の粒径が粗いほど、掃流力の減少とともに樹木への粒子衝突効果が顕著になり、樹林帯入口付近で土砂堆積が促進されることが分かった。

参考文献

- 1) 平野・橋本・玉松・Park・火箱, 水工学論文集, 第4 3巻, 1999.
- 2) 橋本・高畑・火箱・Park, 水工学論文集, 第4 4巻, 2000.
- 3) 高橋, 京大防災研年報, 20号B-2, 1977.

図-3 樹林帯内の堆砂形状の実験と計算との比較 (Case 4,5,6 L=2m, $\theta=12^\circ$)