

## 8 落差工直上流に存在する樹林帯の土砂堆積促進効果についての研究

建設省土木研究所 ○竹崎伸司、小山内信智、南哲行

### 1.はじめに

施工されて長期間が経過した横工の背後、例えば床固工や砂防ダム背後には土砂が堆積し、その上に樹林が成立していることが多く見られる。これまで河道内の樹木は、その多くが流木災害の原因とみなされ伐採されることが多かった。しかしながらこのような樹林帯に土砂を堆積させる効果があるのならば、結果的にその横工の土砂捕捉効果を高めることになるといえる。またそうであれば、砂防事業として積極的に樹林を保護する必要がある。よって本研究では横工と樹林帯を組み合わせた直線水路を用いて水理模型実験を行い、その土砂堆積促進効果を確認することとした。

### 2.実験方法

表-1 に示した著者の想定した流域の諸元を、模型縮尺を 1/60 として、フルード相似則に基づき模型の寸法や実験条件を設定した。実験に用いた実験水路の概要は図-1 に示した。水路内には、堆積土砂を 1/50 に敷き詰め初期河床とし、その上に樹林帯模型を設置した。樹林帯模型は幅 15cm×長さ 2m の板二枚に、直径 5mm で長さ 15cm の円柱を等間隔で千鳥配置したものである。

実験流量は開始 15 分間をピーク流量として  $Q=4.0(l/sec)$  を供給し、その後 90 分間を後続流として  $Q=0.4(l/sec)$  を供給した。給砂量は、芦田・高橋・水山の流砂量式によって計算した  $Q_b=0.0799(l/sec)$  をピーク流量通水時のみ供給する。実験に用いた砂は平均粒径 0.8mm、90%粒径 2.0mm の砂である。本実験で取り扱う土砂移動形態は掃流のみとし、土石流については対象外とした。

実験ケースは、横工が設置された流路中での樹林帯の持つ土砂堆積促進効果を比較により検証することを目的に計画した(表-2)。横工あり・なし、樹林帯あり・なしの条件からケースを構成し、さらに樹林帯密度を三種類に変化させた。また移動床で土砂を供給した土砂混入実験と、固定床で水のみを供給した清水実験の二種類を行った。計測項目は、河床高、水深、流速、流出土砂量、流出土砂・堆積土砂の粒度分布について行った。

### 3.実験結果

#### 3.1 堆積土砂量

図-2 に堆積土砂量と樹木専有面積率の関係を示す。この図の堆積土砂量は、ピーク流量通水後に計測された水路下流端から上流 400cm の範囲の堆積土砂量を意味している。表-3 には、樹林帯土砂堆積促進効果率を表した。以下に横工あり・横工なしそれぞれの場合に分けて樹林帯の持つ土砂堆積促進効果について述べる。

##### 〈横工あり〉

横工ありの流路での堆積土砂量は、横工なしの流路の堆積土砂量より約 1.4 倍多かった。これは横工自体の土砂捕捉効果である。また横工背後に樹林帯が存在する場合、横工のみの場合と比較して堆積土砂量はある程度増加した。具体的には、横工のみの場合の堆積土砂量を 1 とすると、樹木占有面積率が 0.4%、0.7%、1.0%の時の堆積土砂量はそれぞれ、1.12、1.05、1.14 で表される。よってそれぞれの樹林帯による土砂堆積促進効果率は、12%、5%、14%と評価できる。なおここでいう樹林の土砂堆積促進効果率は、「樹木ありの堆積土砂量÷樹木なしの堆積土砂量×100(%)」として定義した。

##### 〈横工なし〉

横工がない流路では、そこに樹林帯が存在することで堆積土砂量は増加した。横工・樹林帯のない場合の堆積土砂量を 1 とすると、樹木占有面積率 0.4%、0.7%、1.0%の堆積土砂量は、1.25、1.34、1.28 であった。よって横工のない流路での樹林帯による土砂堆積促進効果率は、それぞれの樹木占有面積率に対応して 25%、34%、28%と評価することができる。

##### 〈共通〉

樹林の有無に関わらず、横工のある全ての場合で横工のない場合より、堆積土砂量が多かった。樹林帯の土砂堆積促進効果量を比較すると、横工なしの方が横工ありの方より 2 倍程度大きいことが分かった。これは横工自体の土砂捕捉効果(40%)が、横工背後にある樹林帯の土砂堆積促進効果(5~14%)より非常に大きいためと考えられる。また横工がない場合には、流水への抵抗としては、樹林帯と河道潤辺

粗度しかないと、樹林帯の存在が直接的に堆積土砂量増加の大きい要因となったと考えられる。

### 3.2 堆積形状

図-3 にピーク流量通水後の河床縦断形状を示した。横工のある場合の堆砂面は、横工のない堆砂面より全て上に位置することが分かる。横工のある場合の堆積形状は、横工付近(0~130cm)の区間では樹林なしの堆砂面が一番高い位置にあり、そこより上流区間では逆に樹林なしの堆砂面が最低の位置にあった。このことから、横工直上流のには樹林帯が存在しても土砂堆積促進効果は低く、逆にある程度横工から離れた位置では樹林による土砂堆積促進効果は高いと考えた。横工のない場合の堆積形状は、樹林なし・樹林ありの堆砂面の位置がはっきりと分かれていて、樹林なしが最低の位置にあった。また河道横断形状の特徴として、樹木占有面積率が高くなるほど、水路下流端付近の流路中央の河床洗掘が深くなるということがわかった。これは流路中央には樹林が存在しないことから、流路両脇の樹林帯と比較して流水抵抗が低くなり、結果的に流路中央の掃流力が高くなったためと考えられる。

### 4.まとめ

実験結果より、横工背後に樹林帯が存在することで土砂堆積促進効果があることが確認された。本実験では5~14%程度の堆積土砂量の増加があった。また土砂堆積縦断形状から、横工付近(0~130cm)では樹林帯のない場合の土砂堆積厚が最も厚かったため、この区間では樹林帯がない方が堆積土砂量を増やすことができるのではないかと考えた。ただしこれらは限られた条件下での結果であるので、より広範囲の検討を行った上で結論を出す必要がある。また今後は、横工背後の樹林帯区間での掃流力を求めることが必要である。

表-1 想定した洗填の諸元

諸元	値
流域面積 N(km <sup>2</sup> )	5.0
流出率 f	0.8
流域内平均降雨強度 re(mm/hr)	80

表-2 実験ケース一覧

実験ケース	横工の有無	樹林帯の樹木占有面積率 P	樹木の本数 N(本/枚)	樹木間隔 B(cm)
1-1	あり	樹林帯なし	-	-
1-2	あり	0.01037 (1.0%)	165	4.4
1-3	あり	0.00716 (0.7%)	114	5.5
1-4	あり	0.00390 (0.4%)	62	6.8
2-1	なし	樹林帯なし	-	-
2-2	なし	0.01037 (1.0%)	165	4.4
2-3	なし	0.00716 (0.7%)	114	5.5
2-4	なし	0.00390 (0.4%)	62	6.8

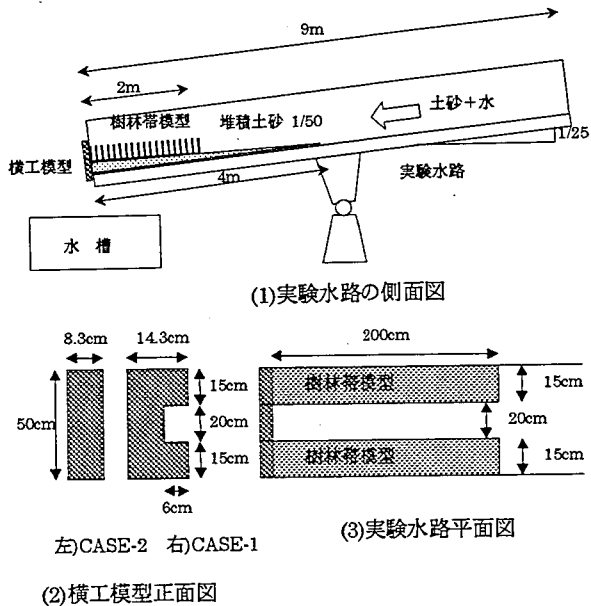


図-1 実験水路概要図

表-3 樹林帯の土砂堆積促進効果

横工の有無	樹木占有面積率	堆積土砂量 (cm)	「横工なし」+「樹林帯なし」の堆積土砂量を1とした場合の堆積土砂量	「樹林帯なし」の堆積土砂量を1とした場合の堆積土砂量
○	0 (樹林なし)	88,600	1.41	1
○	0.0039	99,100	1.58	1.12
○	0.00716	92,650	1.48	1.05
○	0.01036	100,880	1.61	1.14
×	0 (樹林なし)	62,650	1	1
×	0.0039	78,410	1.25	1.25
×	0.00716	84,060	1.34	1.34
×	0.01036	80,490	1.28	1.28

※「樹木占有面積率=樹林帯の断面積÷樹林帯の立地面積」である

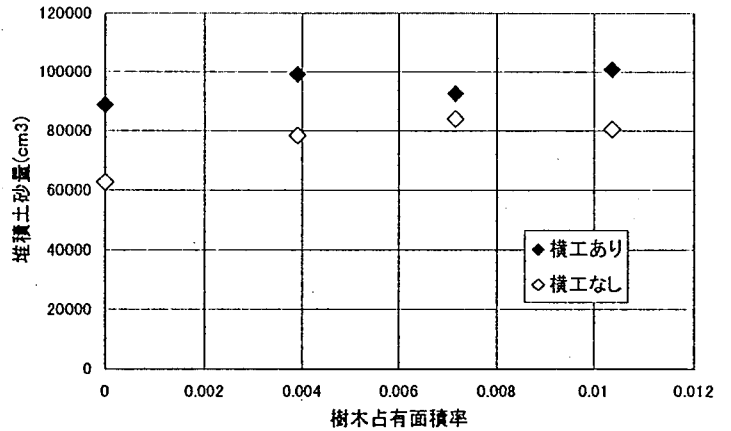


図-2 樹木占有面積率と堆積土砂量の関係

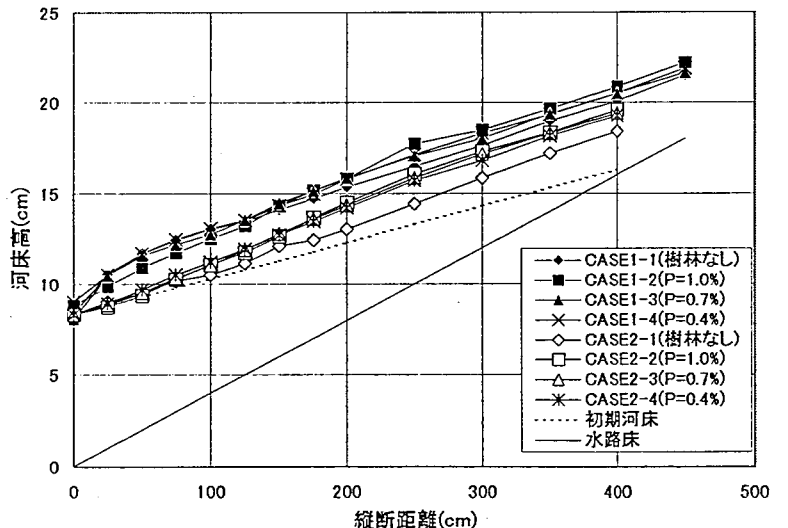


図-3 ピーク流量通水後の平均河床縦断形状 (CASE1横工あり・CASE2横工なし)

参考文献 1)石川芳治,藤田英信,水原邦夫,成富靖(1998):深畔林を持つ河道における掃流砂量に関する研究,砂防学会誌 Vol.51, No.3, pp35-43. 2)水山高久,天田高白,栗原淳一,小林幹男(1989):樹林帯の抵抗特性と土砂堆積促進効果,砂防学会誌 Vol.42, No.4, pp.18-22. 3)南哲行,小山内信智,千田剛次,竹崎伸司,伊木敏仁(1997):樹林帯の土砂堆積・野積効果に関する実験,平成9年度砂防学会研究発表会要録, pp128-129