

河道内樹木の倒伏に及ぼす高水敷切り下げの効果

神戸大学大学院 フェロー会員 道奥康治 神戸大学大学院 学生員 森岡直樹
 神戸大学大学院 正会員 宮本仁志 明石高専 正会員 神田佳一

1. はじめに

河道内樹木は、大規模出水時に流木の要因となり橋脚などの河川構造物に被害をもたらす疎通障害となるなど治水上の問題となっている。河川の維持管理方策の一つとして、高水敷を切り下げて冠水頻度と土壌水分を高め、植生の新規繁茂を抑制する試みが検討されている。しかしながら冠水頻度が上昇するとヨシ類など草本が繁茂し、細粒土砂の堆積を促して、樹木繁茂を促進することも懸念される。本研究では高水敷切り下げ後にも樹木が再繁茂することを前提として高水敷切り下げが樹木倒伏率に及ぼす影響を明らかにする。

2. 水理解析概要

樹林帯など透過性物体が配置された河川流を対象に二次元二層流モデルを開発した¹⁾。これを改良して樹林が繁茂した河川の流れを解析する。図-1に示すように計算領域を樹林を含む領域(B領域)と含まない領域(A領域)に分け、さらにそれぞれを、樹林キャノピーを結ぶよう上下2層に分割する。そのため、樹林内の透過流(下層流)と樹林上を越流する流れ(上層流)を区別することが可能となる。例えば、B領域の下層における樹木の抵抗は次式のように定式化される。

$$F_x = (1/2) \rho C_d \lambda_{veg} h_v u \sqrt{u^2 + v^2} \quad (1)$$

$$F_y = (1/2) \rho C_d \lambda_{veg} h_v v \sqrt{u^2 + v^2}$$

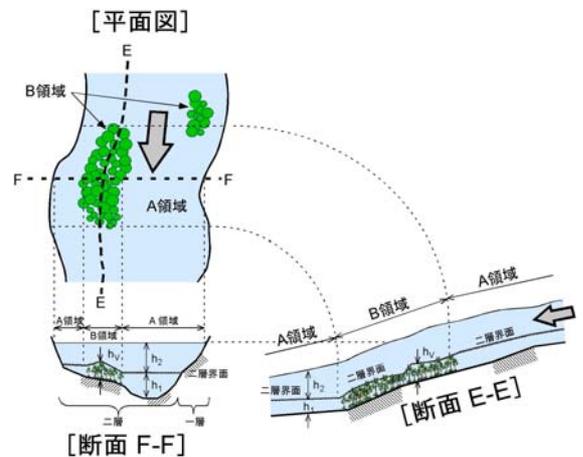


図-1 平面二次元二層流モデル

ここで、 C_d : 樹木の抵抗係数、 λ_{veg} : 樹林密生度(単位体積あたりの遮断面積)、 h_v : 樹木の浸水高さ。また、樹木の抗力係数は $Nepf^{2)}$ に従い与えた。本研究では流水による河道内樹木の倒伏について、流体力から樹木に作用する倒伏モーメント $M_V(Nm)$ を算出し、樹木特性に応じた倒伏限界モーメント $M_C(Nm)$ と比較から $M_V/M_C > 1$ を樹木の倒伏条件と考える。樹木1本あたりに作用する倒伏モーメント $M_V(Nm)$ は次式で算出される。

$$M_V = (1/2 N) h_v \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (2)$$

ここで、 N : 樹木繁茂密度(本/ m^2)である。また、樹木固有の倒伏限界モーメント $M_C(Nm)$ は過去に行われた樹木引き倒し試験結果³⁾を参照した。

3. 樹木倒伏可能性

本研究では、高水敷切り下げ前後の河道において、樹木の様々な生長段階における倒伏可能性を算出する。対象区間での様々な再現期間 T (年)に対応する確率流量 $Q(T)$ が与えられた流れを解析し、樹齢 t (年)の樹木に作用する倒伏モーメント M_V を算定する。対象樹木としては、代表的な河道内樹木であり³⁾、経年的な生長特性⁴⁾が知られているアカマツを想定した。高水敷切り下げ前後の河道地形を図-2に示す。図中の■で示

表-1 解析条件

$t \backslash T$	15	30	50	70	100
15	Case A1	Case A2	Case A3	Case A4	Case A5
30	Case B1	Case B2	Case B3	Case B4	Case B5
50	Case C1	Case C2	Case C3	Case C4	Case C5
70	Case D1	Case D2	Case D3	Case D4	Case D5
100	Case E1	Case E2	Case E3	Case E4	Case E5

キーワード 河道内樹木, 平面二次元モデル, 樹木倒伏可能性

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL078-803-6056

された箇所に樹林が繁茂すると仮定する。

樹木倒伏率(%)を次式で定義する。

$$D(t, T) = \frac{A_v^D(t, T)}{A_v(t)} \times 100 \quad (3)$$

ここで、 $D(t, T)$ ：樹齢 t 年の樹林が繁茂する河道で、再現期間 T に対応する流量が生起したときの樹木倒伏率。 $A_v(t)$ ：樹齢 t 年の樹林が繁茂する面積。 $A_v^D(t, T)$ ：再現期間 T に対応する流量が生起したときの樹齢 t 年の樹林倒伏面積である。解析条件を表-1 に示す。一例として Case A1 では樹齢 15 年のアカマツ林が繁茂することを想定し、再現期間 15 年に対応する流量 $\{Q(15)\}$ を用いて水理解析を行い、樹木倒伏率を算出する。

4. 結果・考察

図-3(a),(b)に、各ケースの高水敷切り下げ前後における樹林帯 I の樹木倒伏率を示す。図-3(a),(b)ともに、各 t について、 $Q(T)$ の増大とともに樹木倒伏率が増加している。また、各 $Q(T)$ について $15 \leq t < 50$ においては樹木倒伏率が減少しているが、 $50 \leq t < 100$ では増加しており、50 年程度の樹木が最も倒伏されにくいことが分かる。高水敷の切り下げ前後を比較すると、切り下げ後に樹木倒伏率が増加することは明らかであり、切り下げによる樹林生長の抑制効果を確認することができる。以上はここで設定したアカマツ特有の生長特性（例えば、樹木繁茂密度や胸高直径の経年変化）に対する結果であり、他の樹種についても生長特性を考慮して同様の解析を実施することにより、河川管理に供する情報を得ることができる。

5. 結論

樹林内透過流の再現可能な平面二次元モデルにより、高水敷切り下げによる河道内樹林の比高変化とその倒伏率との関係を明らかにした。今後、他の河川についても図-3 と同様の解析を実施すれば、各樹種及び成長段階について、その定量的な倒伏評価を行うことが可能となり、河川管理上に利用できる。本研究を行うにあたり、国土交通省姫路河川国道事務所関係各位には多大なご協力を賜った。

参考文献

1)道奥康治,南條雅志,石垣泰輔,前野詞朗:捨石水制が冠水した開水路流の二次元二層流モデル,土木学会論文集, No.782/II-70, pp.31-50, 2005 年, 2)Nepf, H.M. 1999. Drag, turbulence, and diffusion in flow through emergent vegetation, Water Resources Research, Vol.35-2, pp.479-489, February.1999. 3) (財)リバーフロント整備センター編:河川における樹木管理の手引き,山海堂, pp.157, 1999 年. 4)林一六:植物生態学,古今書院, pp.90-91, 2003 年.

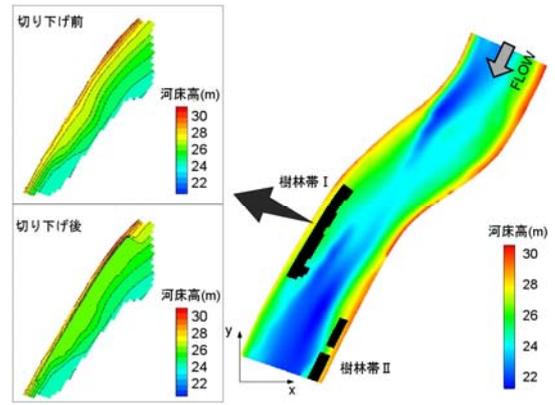


図-2 切り下げ前後の河道地形

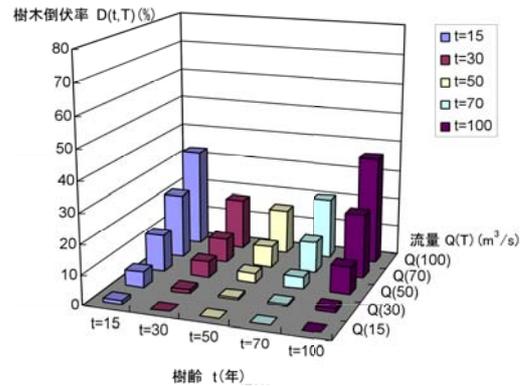


図-3(a) 樹木倒伏率 (高水敷切り下げ前)

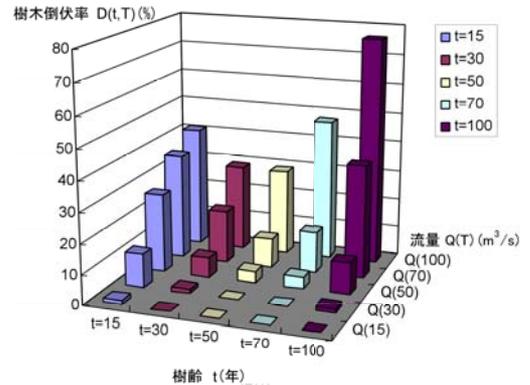


図-3(b) 樹木倒伏率 (高水敷切り下げ後)