

第Ⅱ部門 樹林河道における高水敷切り下げと樹木伐採が流況に及ぼす影響

神戸大学大学院 学生員 ○大地洋平・阿河一穂・盛岡淳二・檜達也・木村諒
神戸大学大学院 フェロー会員 道奥康治, 正会員 宮本仁志
明石工業高等専門学校 正会員 神田佳一, 学生員 魚谷拓矢

1. はじめに

治水・利水を目的として整備された全国の多くの河川では高水敷の陸地化と樹林繁茂が進行し、治水・環境機能が低下している。本研究では、流水の自然攪乱を利用した河道内樹木の適正かつ合理的な管理に要する知見を得るために、加古川をフィールドとして現地観測ならびに数値解析を実施した。間伐や高水敷の切り下げが流況に及ぼす影響を検証し、河道改修と樹林施業による樹林化抑制方策を検討する。

2. 対象区間と数値解析モデルの概要

著者らが開発した二次元二層流モデル¹⁾により、樹林帯内外の流れを再現する。樹冠をつなぐ界面で流れを上下二層に分割し、樹冠境界に発生する内部せん断力や質量・運動量交換をモデル化することによって、樹林を透過・越流する流れが再現される。樹林層内では、流速・水位に加えて樹木に作用する流体力の解が得られる。樹木の流体力は次式で与えられる。

(F_x, F_y) = \frac{\rho C_D \lambda_{veg} h_V \sqrt{u^2 + v^2}}{2} (u, v) \tag{1}

ここで、(F_x, F_y):流体力の x, y 方向成分、(u, v):層平均流速の x, y 方向成分、h_V:樹林の浸水高さ、λ_{veg}:密生度、C_D:樹木の抗力係数である。樹木に作用する倒伏モーメント M_V が流体力から算出され、樹高・樹径に応じた倒伏限界モーメント M_C を用いて M_V/M_C>1 から樹木倒伏を判定する。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} \tag{2}

ここで、N: 樹木繁茂密度(本/m²)である。倒伏限界モーメント M_C はこれまでの樹木引き倒し試験結果²⁾を参照し、樹木胸高直径の関数として与える。本研究では、樹林繁茂面積に占める樹木倒伏面積の割合によって樹木倒伏率を定義し、樹林の消長を議論する。

3. 高水敷切り下げと樹木伐採が流況に及ぼす影響

表-1 に検討した流量、樹林特性などの諸元を示す。密生度は、λ_{veg}=0.02(m⁻¹)・0.01(m⁻¹)・0.005(m⁻¹)の 3 種類を与える。また、図-1 のように切り下げの範囲を仮想的に設定し、現況・現況-0.25(m)・現況-0.5(m)の 3 種類の切り下げを想定する(図-2 参照)。実際の施工では、仕上げ断面がレベルに整地されるが、本解析では簡略的のため、現況断面から一様に一定量だけ掘削されたと考える。さらに、切り下げ後にも樹木が再繁茂することを想定し、切り下げ前と同じ密生度にまで樹林が復元されたと仮定している。

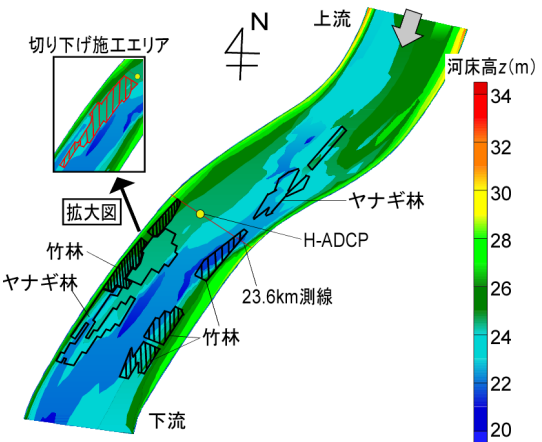


図-1 対象区間 (加古川 23.0-24.4km)

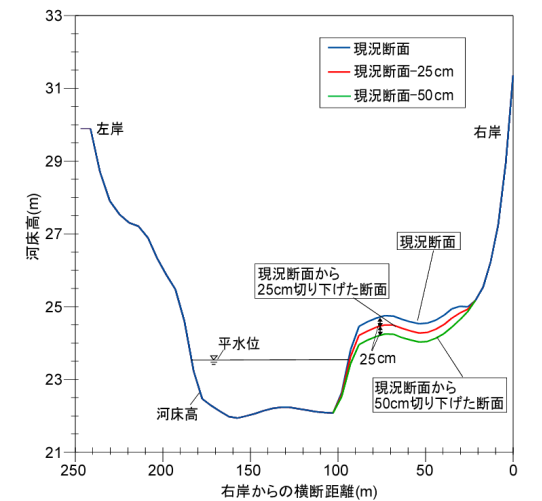


図-2 高水敷切り下げの設定

表-1 解析条件

流量	3220 (m ³ /s) (5年確率相当)	4500 (m ³ /s) (20年確率相当)
下流端水位	29.3(m)	30.6(m)
粗度係数	低水路: 0.028 (m ^{-1/3} ・s)	高水敷: 0.055 (m ^{-1/3} ・s)
樹高	8.0 (m)	
密生度	ヤナギ林: 0.02 (m ⁻¹) 竹林: 0.21 (m ⁻¹)	ヤナギ林: 0.01 (m ⁻¹) 竹林: 0.21 (m ⁻¹)
樹径	ヤナギ林: 0.20 (m) 竹林: 0.10 (m)	

図-3～図-4に $M_V/M_C > 1$ から判定される樹木の倒伏状況を示す。図-3より、流量が $3,220(\text{m}^3/\text{s})$ の場合には水衝部である樹林带上流部や主流の影響を受けやすい低水路側で $M_V/M_C > 1$ となる倒伏モーメントが発生し、樹木が倒伏すると判定される。図-4より、流量が $4,500(\text{m}^3/\text{s})$ の場合には竹林の直下流と下流端付近を除く水衝部のほぼ全域で $M_V/M_C > 1$ となり、樹林帯全ての樹木が倒伏すると判定される。ここで、竹林直下流では流れが減勢されており、竹林の水防効果が確認される。流量 $3,220(\text{m}^3/\text{s})$ でかつ密生度が小さい場合には、 $M_V/M_C > 1$ となる領域が下流方向に広がっている。また、高水敷を切り下げた状態に流量 $4,500(\text{m}^3/\text{s})$ が作用すると、樹林带上流部の $M_V/M_C > 1$ となる水衝領域が拡大している。これは、高水敷の切り下げによって樹木の浸水深が増大することや高水敷上の流れの直進性が高まり大きな倒伏モーメントが発生しやすくなったためである。以上のように、伐採や高水敷の切り下げが樹木の倒伏領域を拡大させ、樹林化を抑制する効果があることを確認した。

図-5に樹木倒伏率と切り下げ量、樹木密生度との関係を $3,220(\text{m}^3/\text{s})$ と $4,500(\text{m}^3/\text{s})$ について比較する。流量の増加により樹木倒伏率が増加する。また、現況、現況-25(cm)、現況-50(cm)と高水敷の切り下げにともない倒伏率は増加する。さらに、樹木間伐により密生度を $\lambda_{\text{veg}} = 0.02(\text{m}^{-1})$ 、 $0.01(\text{m}^{-1})$ 、 $0.005(\text{m}^{-1})$ と管理した場合においても、密生度の減少とともに倒伏率が増加し、間伐によって樹木1本あたりに作用する流体力が増加することにより倒伏を促進できることがわかる。切り下げよりも密生度抑制の方が、倒伏率増加の効果が大きく、コスト面・治水面を考慮せずに樹木の倒伏率に着目した場合、高水敷の切り下げ以上に施業（間伐）の方が樹林化抑制に効果的なようである。

4. おわりに

本研究では、樹木伐採（間伐による密生度管理）や高水敷切り下げによる樹林抑制方策の有効性を検証した。その結果、倒伏率に着目すると高水敷の切り下げ以上に伐採管理の方が樹林化抑制により効果的であると推察された。本研究を進めるにあたり国土交通省姫路河川国道事務所の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, 南条雅志 他: 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.
- 2) (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.

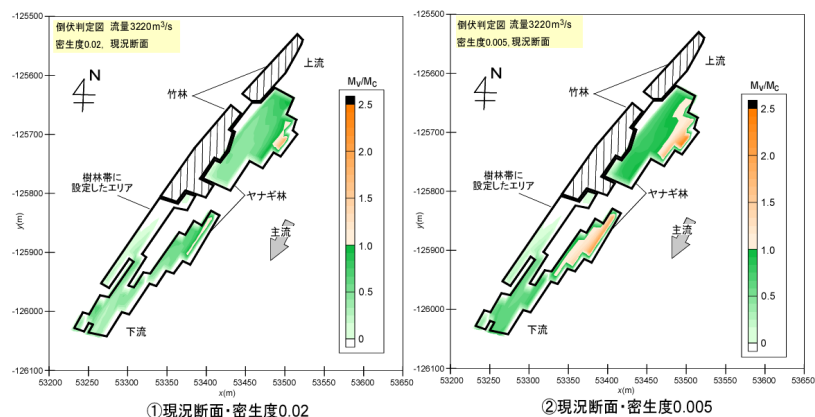


図-3 流量 $3220\text{m}^3/\text{s}$ の場合の樹木の倒伏判定

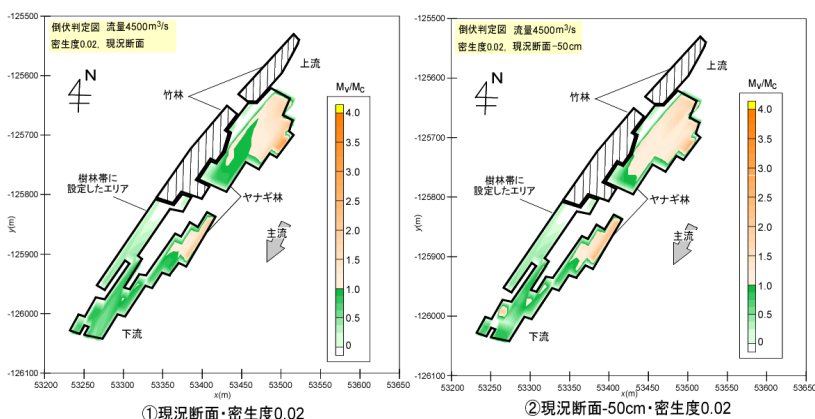


図-4 流量 $4500\text{m}^3/\text{s}$ の場合の樹木の倒伏判定

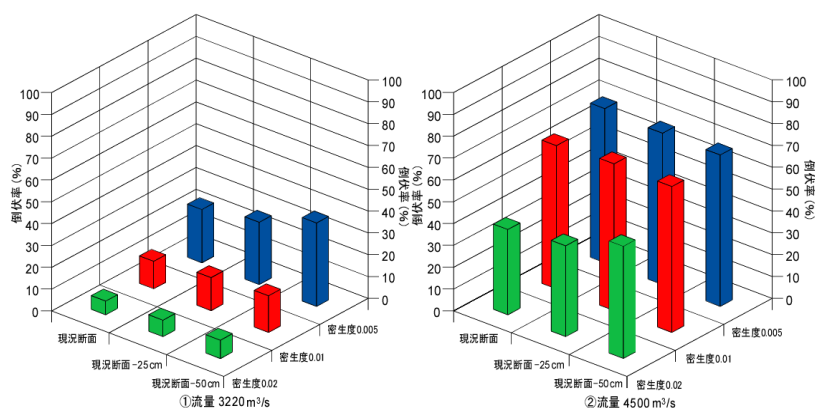


図-5 各流量における樹木倒伏率