

河道内樹木の分布と出水時に作用する流体力特性

神戸大学大学院 学生員 ○阿河一穂・大地洋平・盛岡淳二
 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
 国土交通省姫路河川国道事務所 吉田一亮・吉村敏

1. はじめに

近年, 全国で河川断面内の樹林化による洪水疎通能力の減少やエコトーンの喪失が問題となっている. 一方, 樹林繁茂を伐採・伐木だけで制御する場合には維持管理費が嵩むなど事業規模に限界があるため, 河川流の自然攪乱機能を利用した省力的で合理的な樹木管理方策が必要である. 本研究では, 加古川の河口距離23.0-24.4(km)における樹林繁茂区間を対象に, 出水時の流れと樹林特性を観測・解析し, その知見を河道内樹木の管理に適用することを目指している. 加古川では2009年8月に小規模な出水が発生し, 対象区間の砂州上の樹林帯が浸水した. 本研究では, 出水時の樹木に作用する流体力分布を再現し, 砂州上の樹木分布や倒伏状況と比較して樹木への影響を予測するための水理学モデルの妥当性を検証する.

2. 流れの数値解析モデルおよび解析条件

著者ら¹⁾が開発した二次元二層流モデルを樹林帯内の透過流を記述できる仕様に改良した. 河川空間を樹林の有無によってA領域, B領域に区分し, 樹冠をつなぐ二層界面でそれぞれの領域を上下二層に分割する(図1参照). 樹林が冠水する場合はB領域において上下層間で流速差が発生するため, 上下層間の質量・運動量交換を考慮できる本モデルが有効である.

図2に示す区間を横断方向に5(m), 縦断方向に10(m)のメッシュで分割して解析対象とする. また, 対象区間の砂州上における植生調査に基づいてヤナギと竹の樹林特性を考慮して流体力をモデル化し, 2009年8月1日出水のピーク流量相当の1460(m³/s)(確率年にして約1年に相当)に対する流れの数値解析を実施した.

3. 解析結果および考察

図3に右岸砂州上の樹林帯に作用する流体力(樹木に作用する樹林帯内の単位面積当たりの抗力)を示す. 図中の黒色の記号は樹径ごとのヤナギの位置, 赤色, ピンク色の記号は出水後の観測で確認された倒伏樹木位置を示す.

図3より, 砂州上のヤナギは流体力が大きな主流部に近いほど樹径が小さい. これは, 出水毎に流水攪乱を受けて倒伏・伐根を繰り返し, 残った根茎から, あるいは新規に発芽・生長を開始するためであると考えられる. すなわち, 洪水攪乱を受ける領域においては, 陸上部の樹齢が若く樹径の小さな樹木が多く分布するものと考えられる. 植生調査を通して, 流体力が大きな領域では倒伏履歴を有するヤナギが多く分布し, 特に流体力が顕著な箇所では樹径が50(cm)を超えるヤナギの倒伏痕跡が確認された. これに対し, 堤防側に近く地盤が高い砂州領域では流体力が小さく, 樹径が30(cm)以上のヤナギが大半を占めている. この領域では主流部と比較して河床抵抗が大きく, 流速が低減するため, ヤナギに作用する流体力はそれほど大きくない. このため, ヤナギの消長は顕著でない. その

キーワード 河道内樹木, 二次元二層流モデル, 樹木に作用する流体力, 樹木倒伏

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

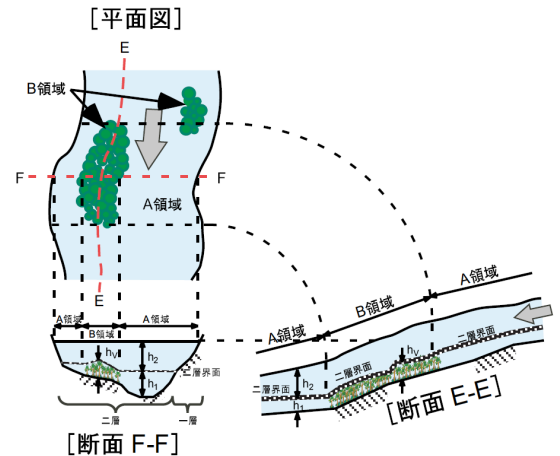


図1 二次元二層流モデル

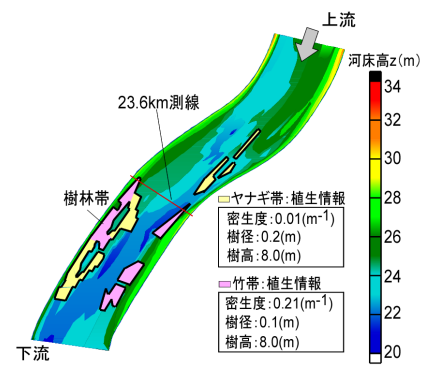


図2 対象区間

一方、樹径の大きなヤナギの日射遮蔽による成長阻害によって樹木の新規参入が抑制されているため、樹木密度は低いと考えられる。また、竹林の直下では竹林の流水阻害効果が顕著であるため、ヤナギに作用する流体力は小さく、倒伏は確認されていない。ただし、竹林は密生度が大きいいため、竹に作用する流体力は大きい。現地観測の結果、竹林内では出水により倒伏にまで至らないものの折れた竹が多数確認された。ヤナギについては根元から屈曲しているものが大半を占める。なお、2009年8月の小規模な出水だけで倒伏したと考えられるヤナギは主に砂州の下流端に集中していた。樹林帯の下流端

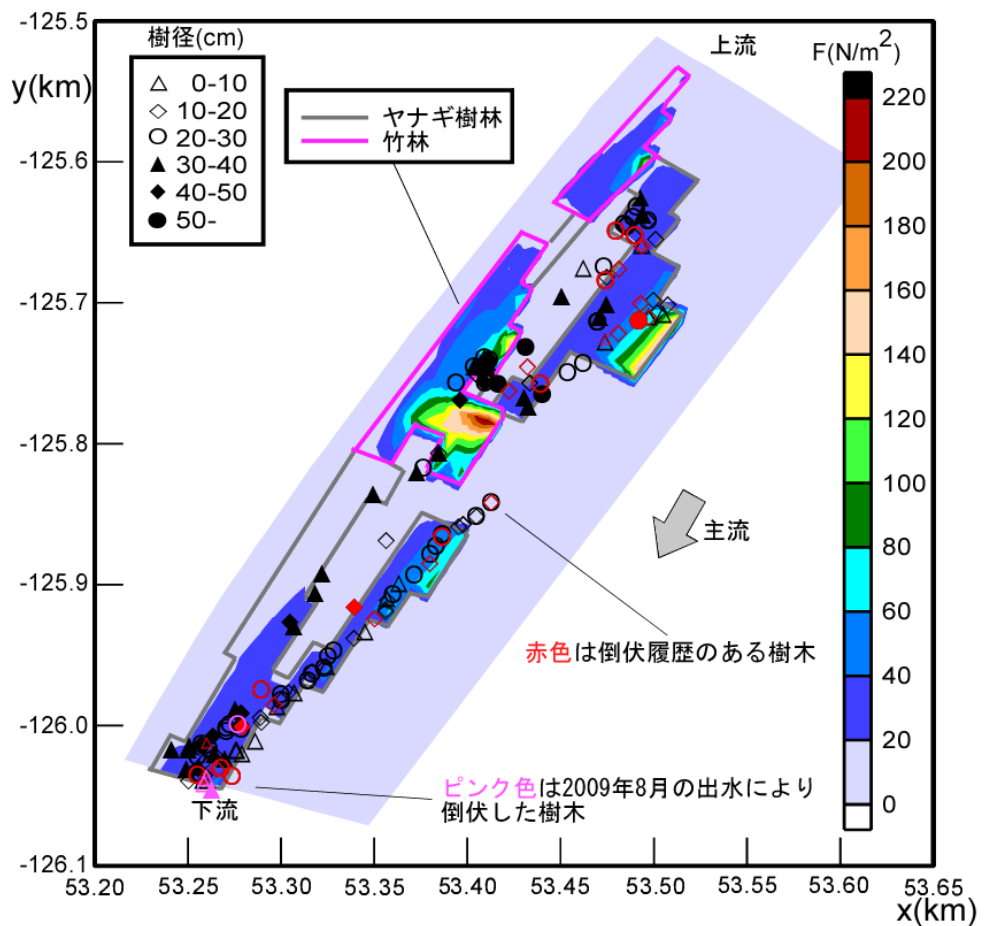


図3 流体力分布と砂州上の樹木の幹径と位置

側では河床高が小さく樹木の根が浅いために支持力が小さく、樹木は倒伏しやすかったと推定される。しかし、本報告での流れの解析では、樹木の限界倒伏モーメントに対する根の深さの影響が考慮されていないため、堆積層厚さなどの地盤特性や根茎と流水耐荷力の関係などに関して、さらに知見を集積する必要がある。しかしながら、数値解析と砂州上の樹木の倒伏状況から判断すると、出水時に砂州上の樹木に作用する流体力は数値解析によって概ね再現されているものと考えられる。

図4に既往の観測値²⁾を再整理し、近似曲線を付加したヤナギの樹径の経年変化を示す。主流部近傍では0-10(cm)の非倒伏樹木が確認でき、加古川で大規模な出水が発生した2004年の台風23号以降に発芽したヤナギ(樹齢5年以下)が多くを占めることが図4から推定される。これに対し、樹径が10-20(cm)以上の非倒伏樹木は2004年の大規模な出水以前(樹齢5年以上)に発芽した可能性が高く、2004年の出水時には倒伏しなかったと考えられる。このことから流体力が大きな箇所でも、根の深さや他の樹木の影響で倒伏しない樹木があることがわかる。

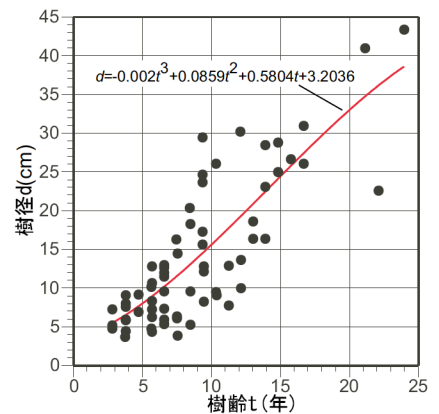


図4 ヤナギの樹齢-樹径の関係

4. おわりに

数値解析によって再現した砂州上の樹木に作用する流体力と、現地における河道内樹木の調査結果を比較した。これにより、砂州上の樹木分布特性や倒伏特性、数値解析結果の妥当性を示した。今回得られた成果は出水を利用した省力的な河道内樹木管理に有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 道奥康治, 南条雅志, 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
- 2) リバーフロント整備センター: 河川における樹木管理の手引き, 山海堂, pp.131-135, 1999