

## 第Ⅱ部門

## 樹木が繁茂した河道区間における出水現象の流況と流体力解析

神戸大学大学院 学生員 ○大地洋平・阿河一穂・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, 全国の河川において河道の陸地化や樹林化が進行している。これらは, 治水面で河道の流水能力を低下させ, 環境面で水際の植生遷移帯の喪失をもたらすため, 河道内樹木の適切な維持管理方策が求められている。本研究では, 加古川の河口距離 23.0-24.4km の樹林繁茂区間において, 出水時の流況観測と数値解析を実施し, 樹木に作用する流体力や樹林帯内の河床せん断力を評価し, 樹木への流れの影響を明らかにする。

## 2.樹林帯内外における流れの数値解析

著者ら<sup>1)</sup>が開発した二次元二層流モデルを改良して樹林帯内外の流れを再現する。樹冠をつなぐ二層界面で河川空間を上下二層に分離し, 開水路流の領域(A領域)と樹林帯領域(B領域)に区分する(図1参照)。B領域では, 上下層の流速差が大きいため, 上下層間の質量・運動量交換を考慮した二層流の取り扱い<sup>1)</sup>が有効に機能する。

図2に示す区間を解析対象とし, 計算領域は10mのメッシュで分割した。図3に示す2009年8月1日~2日の流量ハイドログラフを用い, 出水時の非定常流況を再現した。また, 当該区間にH-ADCPを設置し, 横断面の流速分布を連続計測し, 本解析との比較・検証を行う。

## 3.結果及び考察

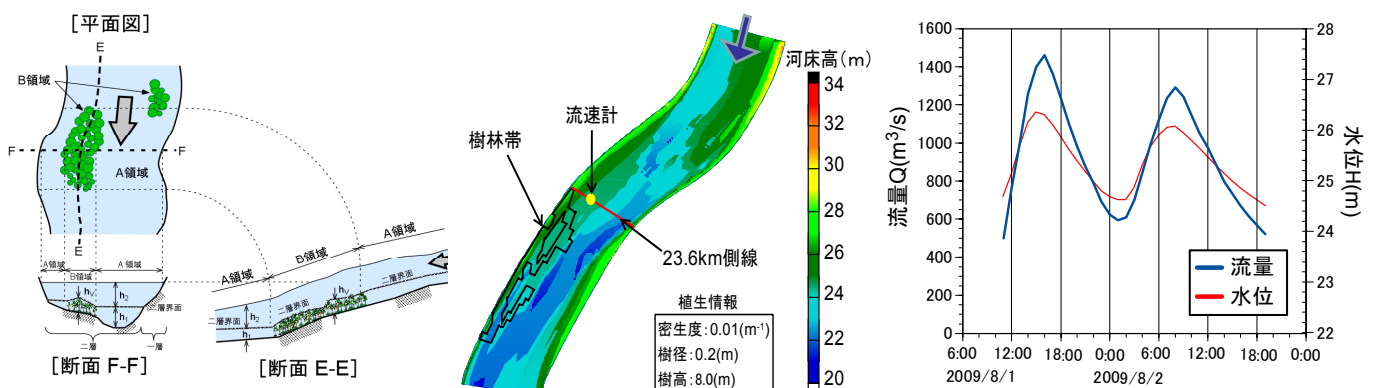


図1 平面二次元二層流モデル

図2 解析対象区間(加古川)

図3 解析対象流量

図4には数値解析によって再現された23.6km測線上における流速の時間変化を示す。図5には同じく23.6km測線上に設置したH-ADCPによる流速の測定値を示す。ここで, 図4と図5ともに, 横軸は日時, 縦軸は右岸からの横断距離を示している。H-ADCPの観測値(図5)に関しては, 特に左岸側において水中の浮遊物質量や濁度が大きいため, 十分な測定精度が得られず, 流速分布形が乱れている。このことから, 計測信頼性の高い黒枠の範囲のデータとだけ比較する。図4より, 流量とともに流速が増加し, 特に低水路内において流速が卓越している。このように出水時には低水路内と高水敷上との流速差が大きく, 低水路の河床は洗掘が進み, 高水敷上で土砂堆積と樹林化が進行しやすくなると考えられる。図4と図5の比較から, 有効測定範囲内に限定すれば, 流速は概ね一致していることがわかる。低水路上で精度が低い原因として, 実際には左岸側の高水敷上に繁茂している樹木を数値解析において設定していないためと考えられる。このことより, 本モデルは出水時の流況を概ね再現できるものと確認される。

Yohei OHCHI, Kazuho AGA, Junji MORIOKA, Kohji MICHIOKU, Hitoshi MIYAMOTO, Keiichi KANDA,  
 Takuya UOTANI, Kazuaki YOSHIDA, Satoshi YOSHIMURA  
 michioku@kobe-u.ac.jp

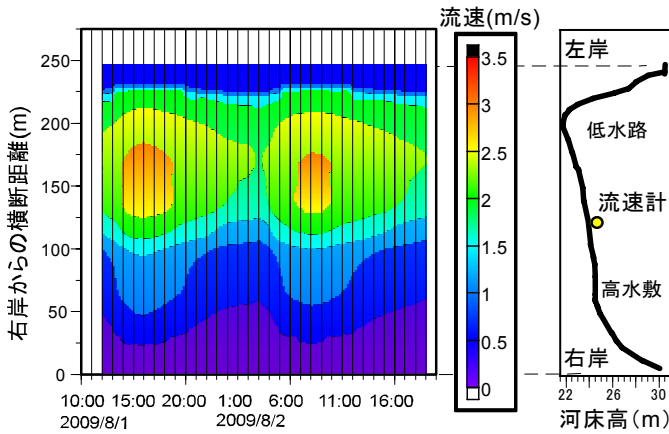


図4 23.6km地点における解析値

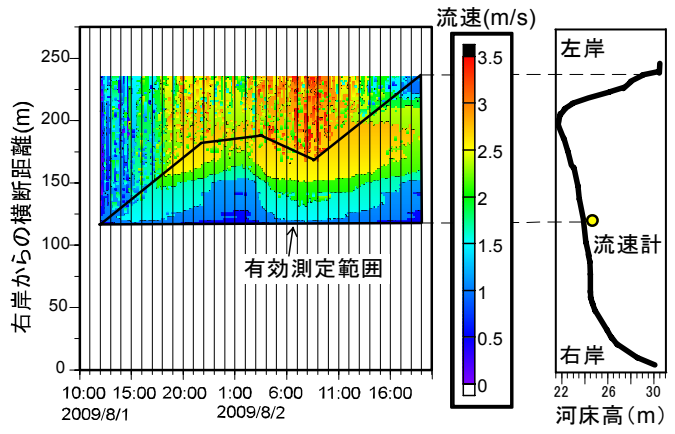


図5 H-ADCPによる実測値(23.6km地点)

樹木に作用する流体力  $F$  は、次の式(1), (2)で表される。

$$(F_x, F_y) = \frac{\rho C_D \lambda_{veg} h_v \sqrt{u_1^2 + v_1^2}}{2}, \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (1), (2)$$

ここで、 $C_D$ :樹木の抵抗係数、 $\lambda_{veg}$ :樹木密生度、 $h_v$ :樹木の浸水深、 $u_1, v_1$ :下層の平均流速である。図6に樹木に作用する流体力の分布を示す。樹林帯の上流端と樹林帯の右側に流体力の大きな領域が確認される。前者は水衝部に相当する。後者に関しては、樹林帯の東側の主流の影響によると思われる。2009年9月6日と10月17日の定期観測において、8月の出水で倒伏した樹木を確認した。黒枠はその時に観測された倒伏樹木的位置を示している。倒伏箇所と流体力が大きい箇所が概ね一致している。

河床せん断力は次の式(3), (4)で表される。

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = \frac{\rho g n \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} (u, v), \quad \tau_b = \sqrt{\tau_{bx}^2 + \tau_{by}^2} \quad (3), (4)$$

ここで、 $\rho$ :水の密度、 $g$ :重力加速度、 $n$ :マンニングの粗度係数、 $u, v$ :全層平均流速の  $x, y$  方向成分、 $h$ :全水深である。図7に樹林帯周辺における河床せん断力の分布を示す。樹林帯内部では流速が小さく水位が高いために河床せん断力が主流よりも小さいことが確認される。しかし、樹木周辺の局所洗掘が樹木倒伏を促す効果があるため、樹木倒伏に河床せん断力の役割も無視できないと考えられる。

#### 4.おわりに

河道樹林内の河床せん断力と樹木へ作用する流体力を考察した。今後さらに、樹林化を抑制するための河道整備を検討していく予定である。

#### 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

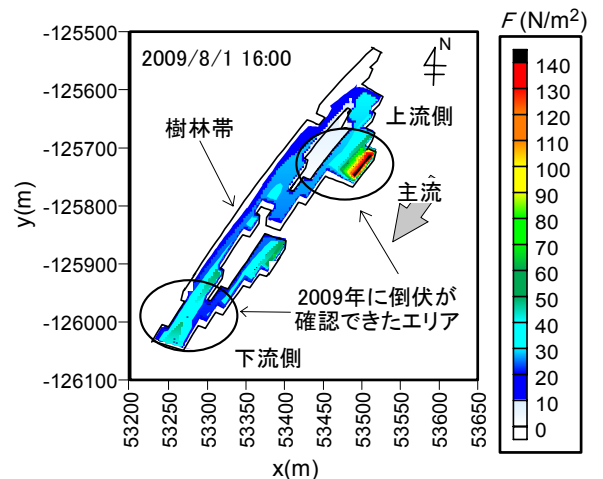


図6 樹木に作用する流体力

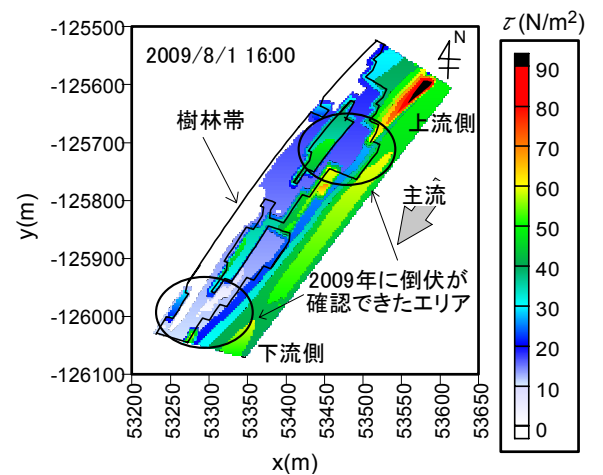


図7 樹林帯周辺の河床せん断力