

平成 23 年台風 12 号による高梁川・旭川の倒木発生と数値シミュレーション

いであ株式会社	正会員	○加藤	陽平
いであ株式会社	正会員	川津	幸治
いであ株式会社	正会員	山本	智和
中国地方整備局岡山河川事務所		松本	倫明
中国地方整備局岡山河川事務所		武本	吉弘

1. 背景・目的

近年、全国の河川において樹木の繁茂が顕著に見られ、流下能力確保上の障害となるなど、治水上の問題となっている。また、洪水外力によって河道内樹木が流木化すると、橋脚に捕捉されるなどして河道閉塞を引き起こす懸念がある。本検討は、河川管理上問題となる樹木群を抽出することを目的としており、その一環として、高梁川・旭川の平成 23 年台風 12 号時の倒木発生状況の実態調査、および平面二次元流による倒木シミュレーションを行い、計画規模洪水時に流木化が懸念される樹木群の特定を試みた。



図-1 対象流域

2. 平成 23 年台風 12 号後の高梁川・旭川における倒木状況

(1) 洪水の概況

台風 12 号発生時の流量ハイドログラフ（暫定値）を図-2 に示す。基準点の洪水ピーク流量は高梁川（酒津）で約 5700m³/s、旭川（下牧）で約 3400m³/s であり、洪水規模としては両者とも近年 10 ヶ年の平均年最大流量の 2 倍以上である。

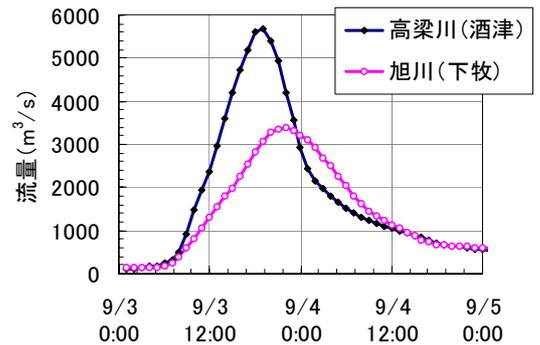


図-2 流量ハイドログラフ（暫定値）

(2) 倒木状況

台風通過後の平成 23 年 9 月 7 日・8 日に現地踏査を実施し、河道内樹木の倒伏状況を確認した。図-3 に倒木が見られた平面位置を示す（点の座標であり面積を表したものではない）。倒木は流路の河岸や堰下流の砂州などに多く見られる。



図-3 台風 12 号後の倒木状況（上段：高梁川，下段：旭川）

キーワード 流木，倒木，平面二次元流況解析，河道内樹木，樹木管理

連絡先 〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22 いであ(株)大阪支社水圏部 TEL:06-4703-2821

3. 倒木の数値シミュレーション^{1),2)}

(1) モデルの構築

水裏・水衝などの平面的な流れ場を表現できるように、一般座標系による平面二次元流況解析モデルを用いた。樹木の抵抗については、運動方程式に抗力項 F_x , F_y を付加することで表現した。

$$F_x = \frac{1}{2} \rho C_D \lambda D h_v u \sqrt{(u^2 + v^2)}, \quad F_y = \frac{1}{2} \rho C_D \lambda D h_v v \sqrt{(u^2 + v^2)}$$

ここに、 $u \cdot v$: $x \cdot y$ 方向流速, C_D : 抗力係数, λ : 密生度, D : 樹木直径, h_v : 樹高である。現地踏査の結果から $D = 0.15\text{m}$, $h_v = 10\text{m}$ とした。

樹木の倒伏については樹幹に加わるモーメント M_d と倒伏限界モーメント M_c の比較によって判定した。

$$M_d = \frac{1}{4} \rho C_D D h_v^2 (u^2 + v^2), \quad M_c = \alpha D^2, \quad M_d > M_c \text{ で倒伏}$$

ここに α は閾値であり、今回は全国の河川における引き倒し試験の結果¹⁾より $\alpha = 7.8$ と設定した。

(2) 倒木の実績再現計算

台風12号時の実績流量(図-2)を用いて流れと倒木の再現計算を行った。図-4, 図-5に倒木発生位置の再現結果を示す。主流路の水際や堰下流などの倒木を概ね再現できている。モデルの妥当性を検証できた。

(3) 大規模洪水時の倒木発生予測

戦後最大流量(高梁川 S47年: 酒津地点 $8000\text{m}^3/\text{s}$, 旭川 H10年: 下牧地点 $4700\text{m}^3/\text{s}$) が流下する場合(定常流量を供給)の倒木発生位置を予測した。図-4, 図-5に結果を示す。倒木発生範囲は台風12号時よりも拡大するが、水裏となる箇所では樹木群が直立したままと予想される。

4. 結論

現地調査および数値シミュレーションにより、大規模洪水時に倒伏し流木化するおそれのある樹木群を予測できた。これにより、河川管理のひとつのツールとして本モデルが有効であると考えられる。ただし、洪水時の水理量の再現精度や樹木ごとの樹形(樹高・直径)など不確定要素が多く、倒木発生の精度向上に向けた課題が残る。

謝辞

本稿の作成にあたって国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所より貴重な情報・資料を提供いただきました。ここに深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小松利光, 山本晃一: 流木と災害, pp86-89
- 2) 長田信寿: 水理公式集例題プログラム集, pp18

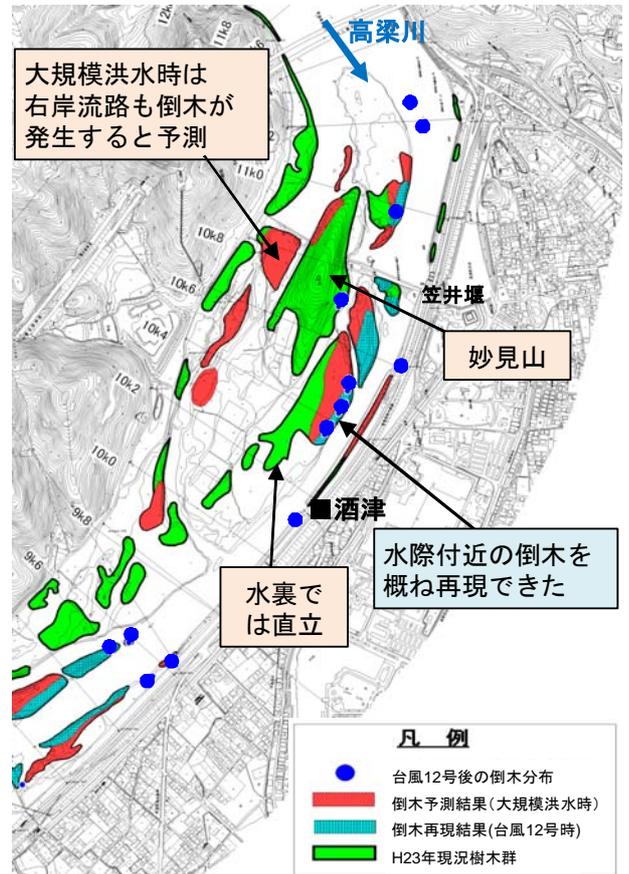


図-4 高梁川の倒木再現・予測結果

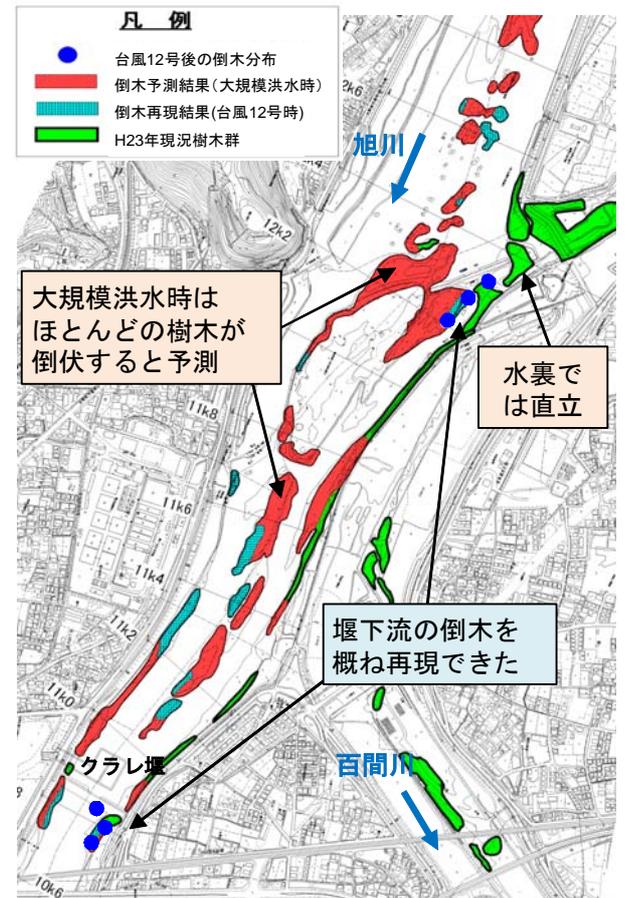


図-5 旭川の倒木再現・予測結果