

平面 2 次元数値モデルによる乙津川の洪水流解析

九州工業大学工学部
(株) 建設技術研究所
九州工業大学工学部
(株) 建設技術研究所

正会員
正会員
フェロー会員
正会員

重枝 未玲
坂本 洋
秋山 壽一郎
徳永 智宏

山口大学工学部
大分河川国道事務所
九州工業大学大学院
九州工業大学工学部

正会員
正会員
学生会員
学生会員

朝位 孝二
長太 茂樹
樋口 直樹
重岡 広美

1. はじめに

近年、治水と環境の調和した川作りが求められている。河道内樹木群は、水衝の緩和、堤防・河岸保護などの治水機能や豊かな生態系環境を提供する環境機能を有することから保全される傾向にある。一方で、樹木群は、流積を減少させるとともに流れの抵抗となり、洪水時の河道内水位を上昇させることや堤防沿いに高速流を発生させるなどの治水面上の問題を引き起こす場合がある。本研究は、大野川の治水と環境とが調和した樹木管理基準を明確にするとともに、その検討方法の確立を目的とし、大野川の派川である乙津川を対象に準 2 次元解析と平面 2 次元解析に基づく樹木群が洪水流の挙動に及ぼす影響について検討したものである。

2. 乙津川の樹木繁茂状況

本研究で対象とする乙津川は、大分県の中央部を貫流する一級河川大野川の派川である(図-1)。乙津川における平成 11~16 年の樹木群繁茂面積を距離標ごとに調べたものを図-2 に示す。これより、乙津川では距離標 3~6km 区間に樹木群が集中して繁茂しており、その多くはメダケまたはメダケの竹林であることが確認できる。また、平成 11~16 年にかけてメダケ群落の面積が、距離標 4~6km 区間で急増していることが確認できる。平成 17 年 9 月の台風 14 号による出水では、この区間に位置する高田橋水位観測所で計画高水位を 0.32m 超えており、樹木群による流下能力の低下が推察される。

3. 数値解析概要

洪水流解析には、準 2 次元解析には財団法人国土技術研究センターの河道計画シミュレータ¹⁾を、平面 2 次元解析には著者等が開発した SA-FUF-2DF モデル²⁾を用いた。まず痕跡水位に基づき、両モデルの予測精度を検証した後、計画高水流量時の洪水流解析を行った。計画高水流量時の解析では、乙津川の樹木群が洪水流に及ぼす影響を調べる目的で樹木群を考慮した Run1 と樹木群を全て伐採した Run2 の 2 通りを行った。樹木群については、乙津川の樹木群のほとんどを占有しているマダケ、メダケ群集、および常緑広葉樹林(ムクノキタブノキ群落)を対象とした。

準 2 次元解析では樹木群はいずれも死水域とし、混合係数 f については標準値を用いた³⁾。SA-FUF-2DF モデルでは樹木群を x, y 方向の運動方程式にそれぞれ $F_x = C_d \cdot a / 2 \cdot u h \sqrt{u^2 + v^2}$, $F_y = C_d \cdot a / 2 \cdot v h \sqrt{u^2 + v^2}$ で表される空間平均された流体力項として取り扱った²⁾。ここに、 a = 樹木群密度パラメーター ($=d \cdot n$)、 d = 樹木の投影幅、 N = 樹木密度(本/m²) および C_d = 抵抗係数 ($=1.2$) であり、各パラメーターは、樹木繁茂状況に応じて表-1 のように設定される。なお、準 2 次元、平面 2 次元解析のいずれも、非水没状態として樹木群を取り扱った。

境界条件として上流端に流量を下流端に水位を与えた。痕跡水位との比較では、高田橋水位観測所での痕跡水位から算出した出水時の流量 724.78 m³/s と痕跡水位 0.965m を、計画高水流量時の解析では計画と同様に、計画高水流量 1500m³/s と淡水と海水の密度差による水位上昇を考慮した朔望平均満潮位と河口水深×2.5%の和 T.P.1.158m を与えた。

4. 解析結果と考察

(1) 洪水痕跡に基づくモデル精度の検証

まず、平成 11 年 9 月の出水時の痕跡水位に基づき、両モデルを検証した。図-3 は、両解析結果の河道中心軸上の水位と痕跡水位とを比較したものである。準 2 次元解析と平面 2 次元解析の結果を比較すると、4.8km 付近から違いが生じはじめ、準 2 次元解析では水位が高い右岸側の痕跡水位と、平面 2 次元解析では水位の低い左岸側の痕跡水位とほぼ一致していることが確認できる。これは、準 2 次元解析では樹木群を死水域として

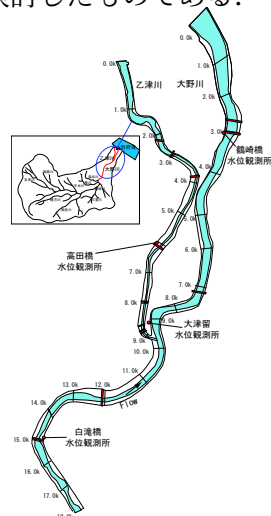


図-1 乙津川の概要

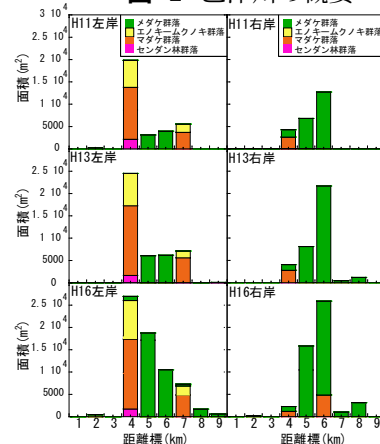


図-2 各距離標間の植生繁茂面積の経時変化

表-1 平面 2 次元解析に用いた樹木群パラメーター

	樹木密度 N (本/m ²)	胸高直径 d (m)
マダケ	3.47	0.049
メダケ	15.9	0.016
常緑広葉樹	0.13	0.450

取り扱うために、平面2次元解析では樹木の抵抗係数値が枝や葉を考慮していないために、それぞれ水位の高い右岸側、水位の低い左岸側の痕跡水位と一致したと考えられる。全体的には両結果ともに痕跡水位を良好に再現していることが確認できる。次に、計画高水流量時の洪水流解析を行い、樹木群が流れに及ぼす影響について検討した。

(2) 樹木群が流況に及ぼす影響

図-4は、計画高水流量時の準2次元解析と平面2次元解析のRun1とRun2の解析結果を示したものである。Run2の結果に着目すると、平面2次元解析の水位は、距離標3.4km～4.8kmの区間で計画高水位を若干超えるものの、両解析結果ともに計画高水位を概ね下回っていることが確認できる。Run1に着目すると、両解析結果ともに、樹木群の繁茂状況が密になる距離標4.8km付近から上流までの水位が急増し、計画高水位を超えることが確認できる。このように、樹木群は距離標4.8kmより上流側の水位上昇に大きな影響を及ぼすことが確認できる。

以下では、樹木群が洪水流に及ぼす影響を面的に検討する。図-5は、Run1とRun2の水位と流速の差をコンター図として示したものである。なお、流速差については樹木群周辺の拡大図も示している。樹木群の存在により、水位が上昇あるいは流速が増大した場合には正の値になる。これより、水位については縦断方向と同様に、距離標4.8kmを境に水位の上昇が大きくなることが確認できる。また、横断方向については大きな変化はないことも確認できる。一方、流速については、距離標5.0km周辺で樹木・堤防間の流速が増大するなど、横断方向に大きな変化が生じていることが確認できる。さらに、距離標3.4km付近の蛇行部についてはその内岸で流速が減少し、その外岸で流速が増大している様子が確認できる。

図-6は、距離標3.0～3.8km、4.4～5.4kmまでの流速ベクトルを示したものである。なお図中の塗りつぶしは樹木繁茂区間を表している。距離標4.4～5.4km付近では丸で囲まれた部分で樹木群と堤防の間で流速ベクトルが大きくなっており、樹木群により流れが加速される様子が確認できる。さらに、距離標3.0～3.6km付近では丸で囲まれた部分でRun1の流速ベクトルは蛇行部内岸側に存在する樹木群により流向が変化し、流れが外岸側へ押しやられ、水衝部がRun2に比べより外岸側へ及ぶことが確認できる。

5. おわりに

以上、準2次元解析および平面2次元解析結果に基づくと、乙津川では距離標4～6km区間の樹木群は、距離標4.8kmから上流の水位上昇を生じさせていること、5.0km付近の左岸堤防沿いの流速を増大させること、また、距離標3.0～3.6kmの蛇行部左岸側の樹木群が洪水流の流向に影響を与え、水衝部を外岸まで押しやること、などがわかった。今後は、乙津川の治水面上許容可能な樹木繁茂状況を明確にするとともに、伐採等を含む乙津川の樹木管理について検討する予定である。

謝辞： 本研究は、河川懇談会の活動の一環として、国土交通省大分河川国道事務所と共同で研究を行ったものである。本研究を実施するに当たり、大分河川国道事務所の関係各位には現地調査の実施やデータの提供など多大な協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 財団法人国土技術研究センター：河道計画シミュレータ WebSite, <http://kasen-keikaku.jp/index.html>, 2004.
- 2) 重枝末玲, 秋山壽一郎：土木学会論文集, No. 740/II-64, pp. 19-30, 2003.
- 3) 財団法人国土技術研究センター（編）：河道計画検討の手引き, 山海堂, 2002.

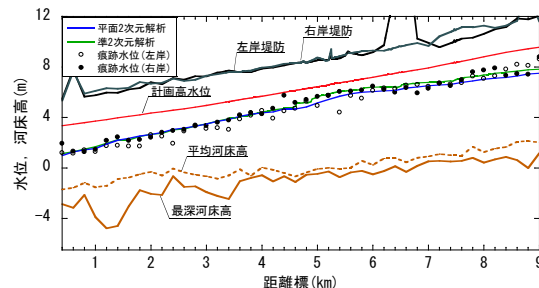


図-3 平成11年9月の出水時の痕跡水位と解析結果の比較

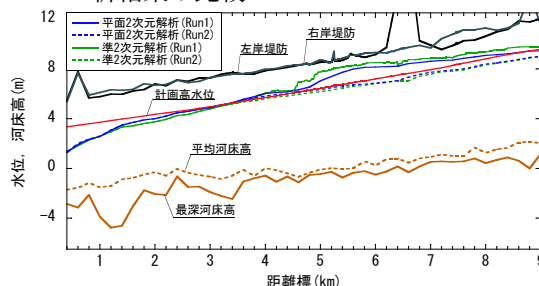


図-4 計画高水流量時の水位の解析結果

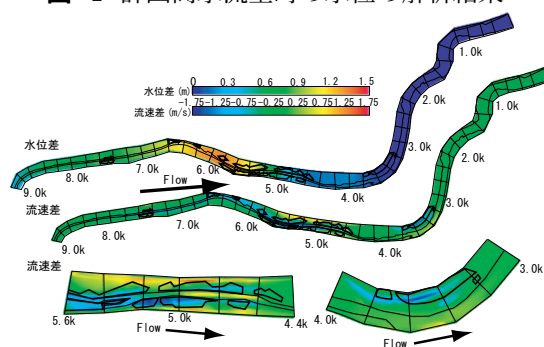


図-5 計画高水流量時のRun1とRun2の水位差と流速差

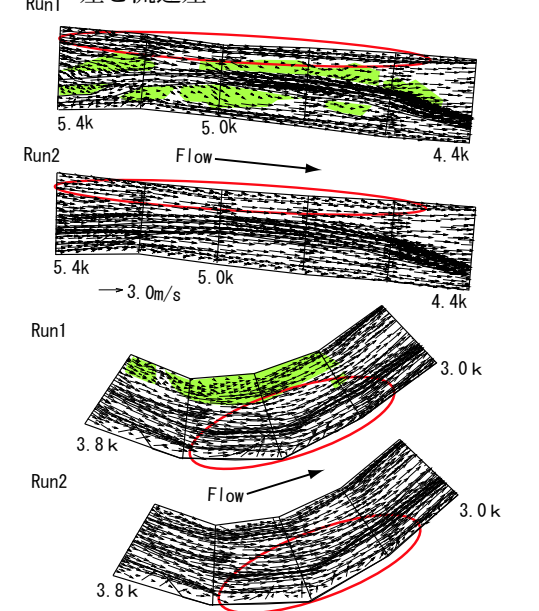


図-6 平面2次元解析による流速ベクトル結果