

大野川と乙津川の河道内樹木群の治水機能とその管理に関する研究

九州工業大学大学院工学研究院 重枝未玲・秋山壽一郎

1. はじめに

河道内樹木は、治水と環境機能を考慮に入れながら保全していく必要がある。河道内樹木の管理は、「河川における樹木管理の手引き」に取りまとめられており、樹木伐採範囲は、洪水流下を阻害する樹木を特定し数値解析に基づき出水時の水位と安全水位との関係を踏まえた上で決定することが望ましいとされている。しかし、河道内樹木が有する治水機能を判断する技術は未だ不十分であり、効果的な管理方法は存在しない。本研究は、以上のような背景を踏まえ、大野川と乙津川の治水と環境が調和した樹木管理基準を明確にすることを目的としている。ここでは、数値解析に基づき樹木が有する治水機能の検討を行うとともに、樹木管理マップの作成を行った。

2. 大野・乙津川の概要

大野・乙津川は、大分県の中央部を貫流する一級河川である(図-1)。河道特性による河道区分はセグメント 2-2 に対応する。メダケやマダケ等の竹林が多く、その多くは大野川では堤防沿いに、乙津川では、低水路沿いに位置する。

3. 数値解析の概要

洪水流解析には、準2次元解析¹⁾、平面2次元解析²⁾を用いた。両モデルは痕跡水位に基づき検証されており、大野・乙津川の痕跡水位と乙津川への分流量を十分な精度で再現できることがわかっている。

平面2次元解析では、樹木を空間平均された流体力項として取り扱う。樹木群密度パラメータについては、現地で行ったコドラード調査結果を基に設定した。樹木群は大野川、乙津川の樹木群のほとんどを占有しているマダケ、メダケ群落、ムクノキ・タブノキ群落、アラカシ、およびジャヤナギを対象とした。準2次元解析では、樹木群を死水域と樹木境界で流れに働くせん断力として取り扱う。死水域は樹木繁茂面積に応じて、せん断応力を求めるための境界混合係数 f は、大野川と乙津川の平均的な樹木面積の割合に応じた f 値である0.11と0.08を与えた。

まず、樹木群が洪水流に及ぼす影響を調べる目的で、平成16年の樹木繁茂状況を反映させたRun1と樹木を全伐採した場合のRun2の2通りの解析を、次に計画高水位を維持できる樹木繁茂面積を調べる目的で、樹木繁茂面積を変化させたRun3の準2次元解析を行った。いずれのRunも境界条件として上流端に流量を、下流端に水位を与えた。上流端には計画高水流量 $9500\text{m}^3/\text{s}$ を、大野川と乙津川の下流端に1.194mと1.158mの水位をそれぞれ与えた。河床の粗度係数については河床材料に基づき設定した。

4. 結果と考察

樹木群が洪水流の挙動に及ぼす影響について検討する。図-2は、Run1、Run2の河道中心軸上の水位の解析結果を示したものである。Run1の結果から、大野川では距離標8.5km付近と13km付近で、乙津川では4.6kmから上流部で計画高水位を上回ることがわかる。また、樹木の伐採により、湾曲部の影響が強いと考えられる大野川の8.5km付近を除いたほとんどの区間で計画高水位を下回ることが確認できる。分流堰付近の水位に着目すると、樹木伐採によって大野川の距離標8.5kmより上流の水位低下が見られることから、この水位低下は分流堰での越流水深を低下させ、分流量を減少させると考えられる。

図-3は、大野川上流から乙津川への分流量の解析結果を示したものである。平面2次元解析では分流量は分流堰天端上の流量を堰幅方向に積分することで求めた。図中には、過去の出水による分流流量、計画高水流量比による配分流量も示している。Run1の結果から、平成16年の樹木繁茂状況では過剰もしくは過小な分流はなされていないことがわかる。また、いずれの結果も計画高水

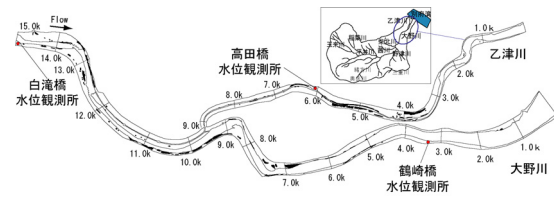
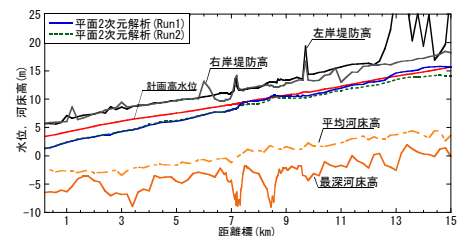
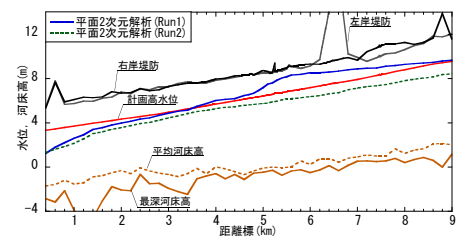


図-1 大野川・乙津川の概要



(a) 大野川



(b) 乙津川

図-2 水位の解析結果

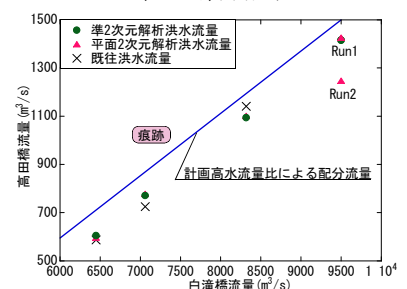


図-3 分流量の解析結果

流量比の関係は保たれている。また、乙津川への流量は Run1 では $1426\text{m}^3/\text{s}$ 、Run2 では $1,248\text{m}^3/\text{s}$ であり 17%程度流量が減少している。このように、分流堰付近の大野川距離標 8～10km の樹木は乙津川への分流量に影響を及ぼす。したがって、この区間の樹木管理は分流量に配慮しつつ行う必要がある。

図-4 は Run1 と Run2 の水位差と流速差を示したものである。水位差については、樹木により水位が上昇する場合に値は大きく、流速差については、樹木により流速が増大する場合に正、減少する場合に負となる。水位差のコンター図より、計画高水位を超える箇所と樹木により水位が上昇する箇所と一致しており、この水位上昇は樹木群により引き起こされていることが確認できる。また、流速差のコンター図より、乙津川では距離標 5km 付近の左岸、大野川では距離標 14km 付近の左岸、13km の両岸および距離標 7km 付近の右岸で流速が増大すること、距離標 9～11km の右岸や距離標 7km の左岸で流速が減少していることが確認できる。

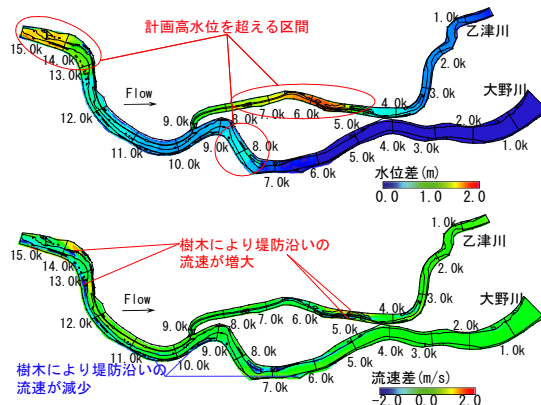


図-4 Run1 と Run2 の水位差・流速差コンター図



図-5 樹木群の有する治水機能

このような区間の河道平面形状の特性量である蛇

行度 S と相対水深 Dr との関係を調べると、水位上昇が顕著な大野川の 13km では、 $S \approx 1.1$ 、 $Dr \approx 0.55$ 、乙津川の 5km 付近では $S \approx 1.02$ 、 $Dr \approx 0.7$ であった。これらの S および Dr を複断面河道での流れの分類³⁾に適用すると、いずれの区間についても低水路線形が流れに影響を及ぼさない直進性の強い複断面蛇行流れとなる。したがって、このような流れが生じる区間に樹木が繁茂する場合には大きな水位上昇を引き起こす可能性があるため、管理上注意を要する。

流速差についても同様に、各距離標での蛇行度 S と相対水深 Dr との関係を調べると、大野川の距離標 7、9～11、15km については低水路線形の影響を受け内岸側または水路中央に最大流速が生じる複断面蛇行流れに、13km では低水路線形の影響を受けない直進性の強い複断面蛇行流れとなる。したがって、7km の内岸部にある樹木群は、内岸で発生する最大流速を減速させる役割を果たしていると考えられる。また、9～11km の右岸側の樹木群は、抵抗として高水敷の流れを河道中央へ向かわせる水制的な役割を果たしていると考えられる。このように、この区間の樹木群については、河岸を保護する機能を有していると考えられる。また 7km の右岸、13、14km の左岸では、樹木群が流れの抵抗となることで流向が変化し、そのため堤防付近の流れが加速される。したがって、この区間の樹木群については堤防沿いの高速流を引き起こす可能性があるため、樹木管理上注意が必要となる。

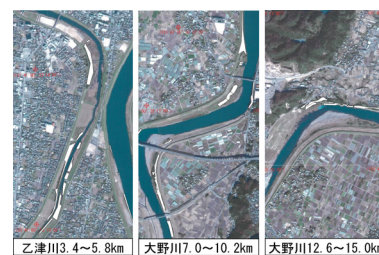


図-6 計画高水位を維持できる樹木繁茂状況

以上のような大野川と乙津川の水位上昇や堤防沿いの高速流を発生させる樹木、堤防・河岸の保護機能を有する樹木をまとめると図-5 のようになる。

最後に、Run3 の結果に基づき、大野川の距離標 8.5km を除く区間で水位が計画高水位程度になる樹木繁茂状況を示した樹木管理マップを作成した。境界混合係数 f 値には大野川と乙津川の平均的な値を用いた。その結果、大野川では距離標 12.6～15.0km の低水路沿いに繁茂する樹木群を全伐採することで、乙津川では大分河川国道事務所が計画および施工を行っている「樹木および竹林伐採計画案」に従って伐採することで、解析水位は計画高水位程度となった。以上を踏まえると、水位上昇に注意を要する区間での計画高水位を維持できる樹木繁茂状況を示す樹木管理マップは図-6 のようになる。

5. おわりに

本研究より、図-5 のような樹木群の有する治水機能、図-6 のような樹木管理マップなどの樹木管理を行う上での有用な情報を得ることができた。

謝辞： 本研究を実施するに当たり、国土交通省九州地方整備局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, 秋山：土木学会論文集, No.740/II-64, pp.19-30, 2003., 3) 岡田ら：水工学論文集, 第 46 巻, pp.761-766, 2002.