

# 治水と環境の両側面に配慮した河道内樹木群の伐採・保全に関する水理的評価

建設技術事業本部 河川部 小澤 宏二

本報告は、樹木群内の低流速域(流れの透過性)を考慮した水理計算手法を用いて、樹木群の密生状況に応じた治水上の影響を適正に評価するとともに、その結果を踏まえ、治水と環境の両側面に配慮した河道内樹木の管理方法を提案したものです。

※本業務は、国土交通省東北地方整備局 能代河川国道事務所(H19.11～H22.3)からの委託で実施しました。

## はじめに

河道内に繁茂する樹木群は、治水と環境の両側面に重要な役割を持っています。従来、河道の流下能力を算出するために用いられる水理計算手法では、樹木群を死水域として取り扱う事例が多く、樹木群の治水上の影響を過大に評価し、必要以上に伐採を計画していました。

河道内樹木群を適切に管理するためには、洪水時における河道内樹木群の水理的影響を適切に評価し、治水上伐採することが望ましい樹木群を明確にしたうえで、流下能力の確保と環境との調和を図った樹木群の伐採・保全方法を適用することが必要です。本稿では、一級河川米代川を対象に実施した樹木群内の洪水流観測及びこれに基づく水理的影響の評価を踏まえた河道内樹木群の伐採・保全に関する調査結果を報告するものです。

## 樹木群内の低流速域(流れの透過性)を考慮した水理計算手法

河道の流下能力算定に用いられる準二次元不等流計算<sup>1)</sup>では、高水敷と低水路のように水深が急激に変化する位置や樹木群繁茂状況等から横断面内で流速差が顕著に生じる位置での運動量交換に伴う抵抗の増大を計算に取り込んでいます(図1)。

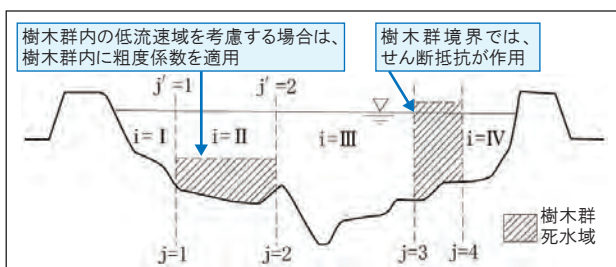


図1 横断分割例

従来手法では、樹木群を死水域として扱っていましたが、樹木群内の低流速域を考慮した準二次元不等流計算では、樹木群の繁茂密度、水理特性(水深及び水面勾配)に応じて変化する粗度係数、樹木群境界に作用す

せん断抵抗を適切に設定する必要があります。

## 樹木群内の洪水時流速観測の概要

2009年7月の洪水時に樹木群内の洪水流観測(PIV手法\*による画像解析)を実施し、樹木群内の流れの実態把握を行いました。観測は樹木繁茂密度が異なる以下の2地区を対象に行い、常盤地区では樹木伐採による水理特性変化、流下能力改善効果の把握を目的に樹木繁茂区域の一部を洪水前に伐採しました。

### ①常盤地区(11.8k付近)

当該地区は、ヤナギ高木林を主群落とし、高木林と低木林がほぼ同密度に繁茂する比較的繁茂密度が小さい群落で構成されます(写真1)。伐採区域における流下能力改善効果を把握するため、ヤナギ高木林に混在する低木林を伐採し、樹木群密度の50%程度を間伐しました(写真2)。



写真1 常盤地区樹木群



写真2 樹木伐採区

### ②前山地区(40.0k付近)

当該地区は、水際の地盤の低い場所にオノエヤナギが、堤防側の地盤の高い場所にクロバナエンジュ群落が生息する、低木林を主体とする繁茂密度が大きい群落で構成されます(写真3)。



写真3 前山地区樹木群

\*PIV手法とは、洪水流をビデオカメラ等で録画し、画像上の小領域パターンの移動した量をパターンマッチングすることで流速を求める技術

## 樹木群の密生状況に応じた粗度係数の妥当性検証

### (1)検討手法

検討は、①観測地点毎の洪水時の樹木群内流速から得られる粗度係数、②樹木群の繁茂特性等から算出される粗度係数<sup>2)</sup>の両手法を比較検証して行い、樹木群の密生状況に応じた粗度係数の妥当性を検証します。

①手法では観測地点の樹木群内の水面勾配を用いて、②手法では樹木群の樹高、幹の胸高直径や単位面積当たりの樹木本数から算出される樹木群の透過係数 $k(m/s)$ 等から、それぞれマンニングの抵抗則より粗度係数を算出します。なお、②手法は、実河川に適用可能な以下の簡便式<sup>1)</sup>より算出しました。

$$k = \sqrt{\frac{2g}{a_w C_d}} \dots\dots\dots (1)$$

$a_w = N \cdot D_m$  (本/m),  $C_d = 1.2$ ,  $g = 9.8 (m/s^2)$ ;  $k$ : 透過係数,  $N$ : 単位面積当たりに繁茂する樹木本数,  $D_m$ : 幹の胸高直径,  $C_d$ : 抗力係数

樹木を考慮した粗度係数は、水深に応じて以下のとおり算出されます。

$$h \leq h_m \text{ の場合} \\ n = (n_b^2 + h^{4/3} / k^2)^{0.5} \dots\dots\dots (2)$$

$$h_m \leq h \leq h_v \text{ の場合} \\ n = (h/h_m)^{5/3} \cdot (n_b^2 + h_m^{4/3} / k^2)^{0.5} \dots\dots\dots (3)$$

$h$ : 水深,  $h_m$ : 枝下長さ,  $h_v$ : 樹高,  $n_b$ : 樹木群が繁茂する範囲内での高水敷地表面の粗度係数

(2) 樹木群の密生状況に応じた粗度係数の妥当性検証

2009年7月の洪水時の洪水初期から洪水ピーク時までの5時点について、前述①及び②の両手法の粗度係数を比較検証した結果、両者の粗度係数ズレ率は15%以内に収まり、樹木群の粗度係数は、樹木群の密生状況、水深の関数によって一義的に定まることが確認できました(図2)。なお、樹木群粗度係数の定式化は、②手法より導かれます。

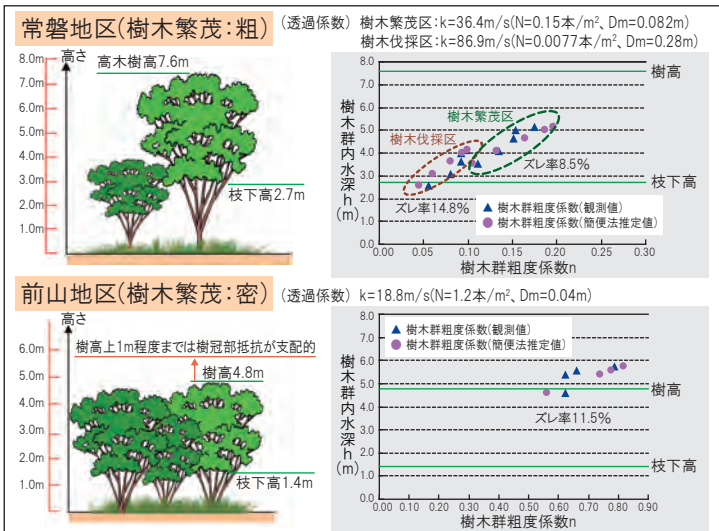


図2 樹木群粗度係数の妥当性検証

河道内樹木群の伐採・保全に関する水理的評価

(1) 樹木群水理特性のモデル化

米代川の樹木群構成は、樹木繁茂密度が小さい高木林と低木林が混在するシロヤナギ、オニグルミ、ハリエンジュ群落、樹木繁茂密度が大きい低木林を中心とする

オノエヤナギ、クロバナエンジュ群落に大別されます。ここでは、先に示した常磐地区の樹木群粗度係数を前者に、前山地区の樹木群粗度係数を後者にそれぞれ適用しました。樹木群境界に作用するせん断抵抗(境界混合係数)は福岡・藤田による理論式<sup>3)</sup>より河道特性毎に設定し、2007年9月洪水、2009年7月の洪水痕跡水位より、米代川全川モデルの妥当性を確認しました。

(2) 河道内樹木群の伐採・保全に関するケーススタディ

魚付林や湿地環境の保全に配慮する場合は、従来必要とされる治水上の樹木伐採範囲について、間伐あるいは群落保全によって密生管理する必要があります(図3)。

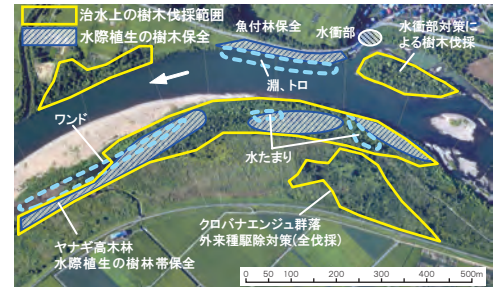


図3 河道内樹木群の伐採・保全ケーススタディ

従来の計算手法では、樹木群の密生管理を定量的に評価する指標がなく、樹木群の治水上の影響を過大評価していましたが、樹木群内の低流速域を考慮した水理計算手法(樹木群透過モデル)を適用することにより、樹木群の治水上の影響を適正に評価することが可能となります(図4)。

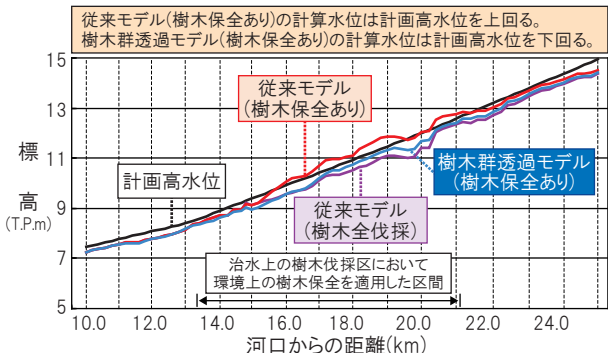


図4 ケーススタディ箇所における計算水位縦断面

おわりに

樹木群内の低流速域を考慮した水理計算手法の適用は、樹木群を死水域として扱う従来手法と比較し、伐採樹木群の規模を適正化(規模を縮小)することが可能であり、さらに環境面に配慮した樹木伐採(樹木群の密生管理)についても、その治水上の効果を評価する手法として有効であることがわかりました。

【参考文献】

- 1) (財)国土技術研究センター編:河道計画検討の手引き,山海堂,2002.2
- 2) (財)リバーフロント整備センター編:河川における樹木管理の手引き,山海堂,1999.9
- 3) 福岡捷二,藤田光一:洪水流に及ぼす河道内樹木群の水理的影響,土木研究所報告第180号-3号,1990.1