

治水と環境が両立する河畔林管理の開発

Development of riparian woodland management for a good balance between flood control and environmental conservation

北海道科学大学 工学研究科 都市環境学専攻 ○学生員 小野寺崇彬(Takaaki Onodera)
 北海道科学大学名誉教授 岡村俊邦(Toshikuni Okamura)
 北海道科学大学 正員 白石 悟 (Satoru Shiraiishi)
 (株)北海道水工コンサルタンツ技術部 大坂哲也 (Tetuya Oosaka)
 株式会社水工リサーチ取締役 加藤一夫 (Kazuo Katou)

1. 研究の背景

これまで治水のために、河畔林管理を行ってきた。その多くは皆伐である。皆伐の結果、一時的に治水機能は向上するが、先駆性のヤナギ類や侵略的外来種のニセアカシア等の実生や萌芽による再樹林化により、3~4年で元の河畔林以上に繁茂が進み治水上の問題となっている¹⁾。また、皆伐の影響で急激な環境変化を引き起こし、河川生態系に大きなダメージを与えることから、治水と環境保全は対立関係にあった。

本研究は、スイスで開発された択伐の一種である育成木施業と林床を保全するために伐採木の運搬を馬で行う馬搬を活用した。さらに最新の UAV(ドローン)を用いて空間的な管理を行った。これらによりかつての原生的な河畔林に近い長寿命のハルニレやヤチダモの大径木が長期間にわたって低密度に生育する状況を作り出す事で、治水と河川環境の保全が両立する河畔林管理を目指した。

2. 調査対象地

研究対象地は、中標津町を流れる標津川河畔林である(図-1)。標津川流域を大きく分けると、山地(牧草地帯を含む)上流域、段丘と谷底低地(中標津町)からなる中流域、蛇行原(標津町)を含む下流域である。

標津川の特徴として河川整備が行われている河川の中流部でも原生的な河畔林が残されている。また、サケ・マスの重要な増殖河川であり、日本有数の漁獲量を誇る河川である。そのため、近隣住民や漁業関係者から河畔

林の保全と整備を要望されてきた。

一方、標津川は度々氾濫が起き、中標津町内に浸水被害が発生しており、ますます治水の面も必要とされている。これらの事より標津川水系河川整備計画(H22)では課題として中流域の早期の治水安全度の向上が掲げられており、治水対策が実施されている²⁾。

3. 研究方法

3.1 計画高水流量と粗度

本研究は河畔林を残しつつ治水機能を向上させるために、河畔林の密度管理を図-2のように20年後をイメージして、バックキャスト思考で行った。そのため、河畔林を粗度係数に換算し、不等流計算により河道断面を決定した。それを元に出した計画高水流量を流すために、許容できる河畔林としての粗度係数=0.069になるよう河畔林の密度管理を行うこととした³⁾。

標津川広域河川改修工事一試験伐採計画地の植生を調べた。これは、治水上支障になる河畔林の密度管理する事で、治水と環境の両立を目指している。

また、試験地の全体の概要を記録・観測する事により、今後のモニタリング等の作業を効率よく行える資料を作るため、UAV(ドローン)を用いて空撮を行った。また、運搬作業に伴う裸地発生と比較のために、馬搬と重機の区画を設けて調査を行っている。

さらに、試験地で行った密度管理が適切であるかを確認するために水理模型実験により検証を行った。実験に



図-1 中標津試験地の周辺状況

においては細い乱立した樹木より、低密度で大径木の樹木が高水敷平面積を占領した場合の方が治水上支障とならないと仮説を立てた。そのため直径の違う樹木モデルを使用した。

3.2 現地調査

(1) 植生調査と密度管理

以下に現地調査の概要を示す。

- ・植生調査概要
 - ①樹木の樹高測定
 - ②樹木へのナンバリングテープ打ち
 - ③樹種・状態の判定
 - ④写真撮影
 - ⑤位置の記録
 - ⑥河畔林を粗度に換算して許容できる粗度の算出
- ・残す樹木かどうかの判定
 - ①安定性：根や幹・樹幹が健全、樹幹が垂直
 - ②水際の樹木であるか(水生生物カバー)
 - ③樹種選択：持続性樹種・重要種であるか
 - ④分布：約 10m 間隔空いているかどうか
- ・伐採木の選定基準
 - ①樹種選択：先駆性樹種
 - ②機械の通行に支障となるもの
 - ③間引き伐採の際に巻き込まれる木
- ・切り出した樹木運搬
 - ①機械区と馬搬区を設定
 - ②重機と馬搬の運搬路を分けて運搬を行う
 - ③運搬終了後の林床の比較を行う
 - ④翌年に各区画の侵入稚樹を確認

(2) UAV を用いた上空撮影と林床踏みつけ比較撮影

使用した機器は、DJI 製の MAVIC2 PRO と DJIGOGGLES を使用した空撮を行った。使用アプリケーションは DJI GS PRO のフォトマップ機能を利用して自動飛行撮影とマニュアルによる林床空撮を行った。

3.3 水理模型実験

以下のように水理模型実験を実施した。

- ①標準断面及び水理諸元を試験地の標準断面を等流計算により評価した断面を用いてモデルを作成した(図-3)。
- ②事前に数値シミュレーションを行い模型の設計を行う。流況解析には、河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア iRIC の非定常平面 2 次元解析モデルである Nays2DH ソルバーを用いた。
- ③使用する循環型水路の幅に合う模型縮尺(1/25)を選択。
- ④木材を用いて 2 種類の模型を作成した(図-4)。
- ⑤水路の勾配を設定した 1/589 に合わせる。
- ⑥粗度係数(下草)が $n=0.023$ (現地 0.040) になるように水路内の粗度調整。調整においてイボ型粗度により計算するのでナットを使用する⁴⁾。
- ⑦設定流量 5.7ℓ/s に近づけるように流量を 120ℓ の容器を使用して計測した。
- ⑧それぞれのケースで流量と実験間隔区間 5m を 1m 間隔で 6 箇所ポイントゲージにて水位を計測してまとめた。

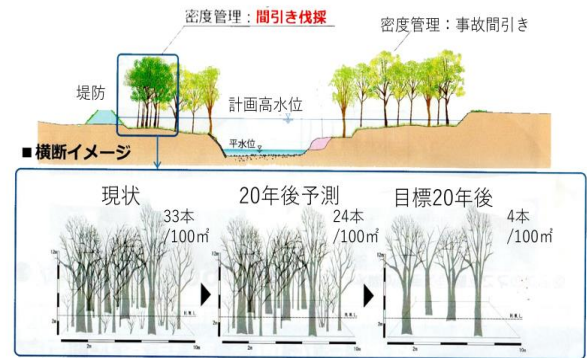


図-2 調査地横断と密度管理イメージ

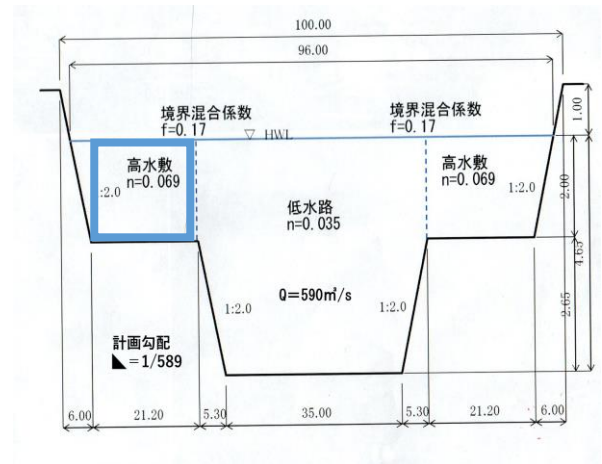


図-3 試験地標準断面を等流計算により評価した断面

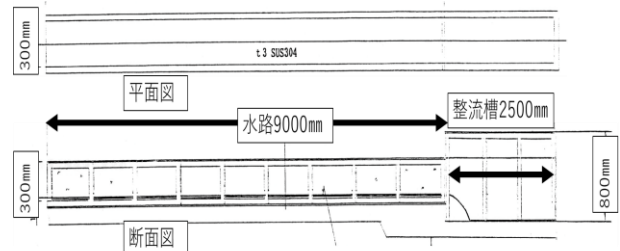


図-4 循環型開水路図面

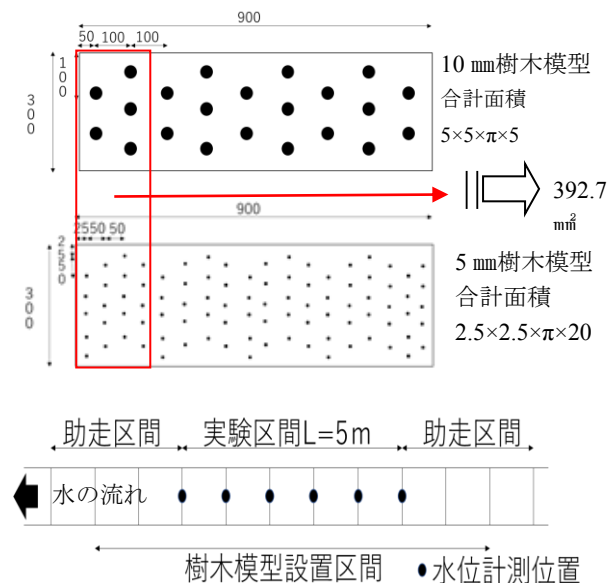


図-5 ケース 10mm と ケース 5mm 図面と設置様子

4.調査結果

4.1 現地調査

植生調査の結果を図-6 に示す。試験地内で優占していた樹種は、ヤチダモ、ケヤマハンノキ、ハシドイ、オノエヤナギ、オニグルミである。ここでは長寿命種が多く優占しているため、比較的原生的な河畔林であったことが見て取れる⁵⁾。

間伐した樹種は、ケヤマハンノキ、ヤチダモ、ハシドイ、オノエヤナギ、エゾノキヤナギである。これは先駆性樹種を中心としており、優占していたヤチダモも治水機能向上のため間伐を行った。

保全した樹種は、ヤチダモ、オニグルミ、エゾイタヤ、ケヤマハンノキ、エゾノウワミズザクラである。優占している樹木が長寿命種なので、先駆性樹種を間伐したことから、先駆性樹種の種子散布抑制が期待できる。ケヤマハンノキは間伐対象樹木であるが、低水敷の水際に生育しているものは、一部、水生生物カバーとして保全した。

次に上空から撮影されたオルソ画像図-7 は高度 35m 航路上オーバーラップ 90%、航路間オーバーラップ 60%、写真枚数 415 枚から作られた。高さは、赤・橙・黄・青・紺、と高い順から色分けされており、高低差の識別が容易にできる。また位置情報が記録されているので、GIS ソフトにより記録された樹木位置と組み合わせることができる。プロットされた点は樹木位置であり、赤が伐採・黄が保全樹木である。

4.2 馬搬と重機による林床ふみつけ比較

2018 年に行った場搬区の試験地(図-8)では、踏みつけ有り 83%踏みつけ無 17%に対し、機械区試験地では裸地 11%踏みつけ有り 60%踏みつけ無 30%であった(図-7)。機械区での裸地形成は幅 3m、深さ 0.2~0.3m であった。これは重機の金属板キャタピラである事による。

2019 年に植生状態を調査したところ、馬搬区・機械区共に稚樹の発生は見られなかった。草本類は機械区内の林床は日陰の場所では裸地のままであった。馬搬区では草本類が茂っており運搬路の識別が困難であった。

2019 年では重機を金属キャタピラでなく、ゴムキャタピラを使用した。なお当日雨が降っており地面は湿っていた。幅 1.2m、深さ 0.05m ほど圧縮されており、前年度より深く林床が破壊されていなかった。

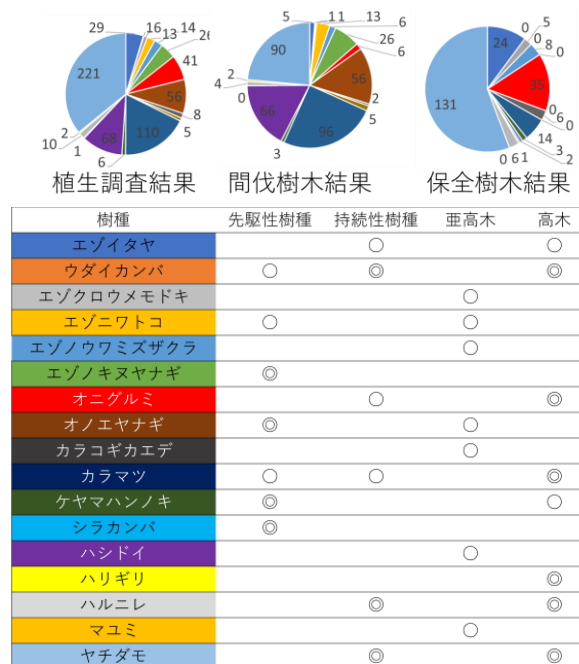


図-6 植生調査結果と樹種の特性

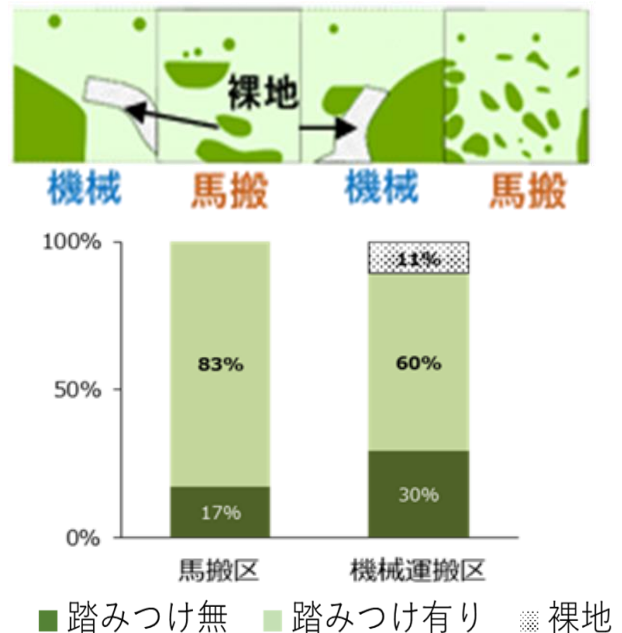


図-8 2018 年林床踏みつけ範囲

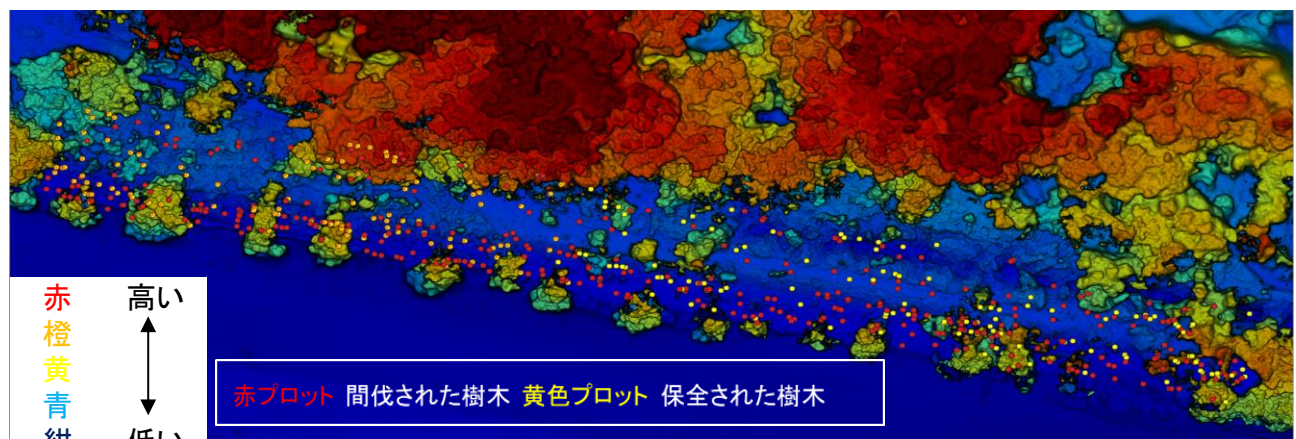


図-7 皆伐後の高低差オルソ画像と樹木位置

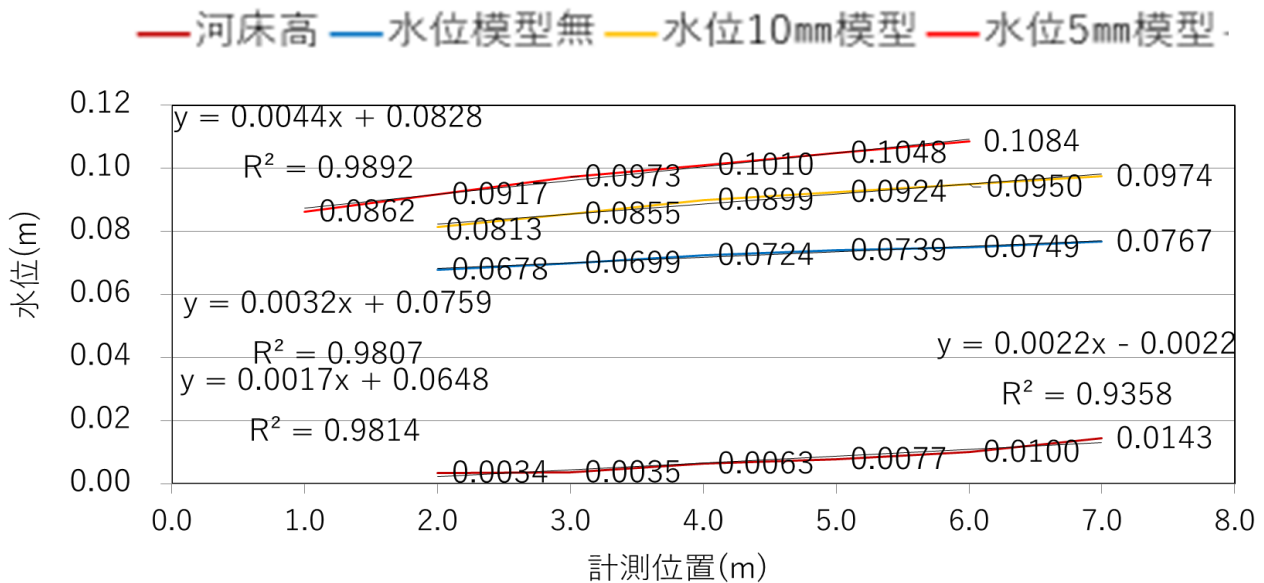


図-9 3 ケースの水位計測結果

表-1 実験で得られた平均水位・粗度

	水位河畔林無	10mm模型水位	5mm模型水位
L(m)	H	H	H
平均値	0.0726	0.0902	0.0982
現地換算	1.8148	2.2560	2.4556
平均粗度	0.023	0.037	0.050
現地粗度	0.040	0.064	0.085

4.3 水理模型実験

水理模型実験にて得られた結果は図-9 と表-1 に示す。水路内水位は直径 5 mm 河畔林模型、直径 1mm 河畔林模型、模型無の順で差がみられた。河床高は全て同条件である。平均された水位の値では、10mm 模型と 5mm 模型の差は 0.008m であった。粗度係数では、0.013 の差が出ている。

現地換算された値を見ると、10mm 模型では 2.2560m、5mm 模型では 2.4556m で、差は 0.1996m であった。次に粗度では、10mm 模型が 0.037 に対し、5mm 模型は 0.050 となり違いは 0.017 となった。

5.考察

本試験地は優先している樹種がヤチダモであったため比較的に原生的な自然に近い河畔林であったことが見て取れる。

次に林床の結果を見ると 2018 年に行われた金属キャタピラ重機運搬では深く掘り返された裸地が発生した。これはキャタピラの凸がゴムキャタピラより長く・固いためではないかと思われる。来年以降にゴムキャタピラで生じた裸地に先駆性樹種が侵入していなければ、馬搬と重機併用により、効率よく林床を保全して河畔林整備ができることが確認できるのではないかとと思われる。

ドローンにより得られたオルソ画像を利用することで、全体の様子や高低差マップにより日の当たりやすい場所を視覚的に確認することができる。この場所は現時点で裸地が発生したら先駆性の樹種が繁茂してしまう地点である。この地点に稚樹が有れば将来的には日陰になり、

先駆性樹種の繁茂を防ぎ、長期間低密度で治水上支障が少ない河畔林が維持されるのではないかとと思われる。

水理模型実験の結果により、10mm 模型と 5mm 模型で水位の差が出た。これは占領面積が同値でも粗度の違いが発生したためである。

上記より大径樹木で構成された河畔林は細い樹木が乱立した河畔林に比べ、水位上昇が抑えられた。しかし今回の実験は片側高水敷のみ切り出して実験を行っている。そのためすべての範囲を使用した実験を行う事で、より確かなものとなると思われる。

6.まとめ

調査対象地における河畔林は密度管理により治水と環境が両立された河畔林となった。

馬搬を調査地で行った結果、林床が重機で行うよりも保全された結果となった。

ドローンによる調査の有効性が確認され、高低差が見て取れるオルソ画像を作成することができた。

水理模型実験により細い樹木が密集して有るよりも、大径木が低密度で有るほうが粗度が低く、治水上の支障度合いが少ないことが分かった。

参考文献

- 1) 坂井一浩・渡邊康玄・吉井厚志：伐採による河畔林の樹木特性 第 44 回水理講演会、pp1221-1226、1994.
- 2) 株式会社 北海道水工コンサルタンツ：標津川広域河川改修工事 河道設計委託試験伐採計画書 令和元年 2019.
- 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 - pp129-192
- 4) 足立昭平：京大防災研究所年報 5 号 A、人工粗度の実験的研究、1962.
- 5) 岡村俊邦・佐々木裕司・杉山 裕・佐々木勝男：寒冷地における原生的な河畔林の姿とその再生法自然環境復元研究、5(1)、pp.1-10、2011.