

河畔植生の維持管理を考慮した 河岸形状設定に関する研究

とりまとめ担当 北海道開発局 建設部 河川計画課
河川工事課
河川管理課
各開発建設部（稚内除く）
寒地土木研究所

まえがき

北海道の河川の河岸には、主にヤナギ類で構成される河畔林が多く分布している。これらの河畔林は、河川景観や河川の生態系の構成に重要な役割を担っている一方で、洪水時には水位の上昇や流木の発生原因となることが懸念されている。適切な河川管理を行うためには、多様性のある水際の保全と形成に努めながら、流下能力の向上を図るための河道掘削や樹木管理を行っていく必要があるが、河畔林の維持管理を考慮した河岸形状の設定に対する知見が不足している状況にある。

以上を踏まえ、河道内の樹林化の抑制に効果的な河岸形状の設定方法や維持管理の省力化を念頭においた樹木管理手法について検討を行い、計画・工事・維持管理の各段階での指針となるガイドラインを作成することを目的として、平成21年度より本研究に着手した。

平成21年度は、全道の一級河川を対象として河道掘削や伐開などの河道改変後の植生変化に着目した現地調査を行ったほか、既往の研究成果を基にガイドラインの骨子を作成した。

今年度は、全道の一級河川において各種調査・検討を実施することにより、樹林化を抑制する水理諸量や冠水頻度等を把握し、高水敷の掘削高や河岸形状の検討を行った。最終的には、施工段階における樹林化緩和対策や、適切な伐採方法の整理、将来の樹林化を予測した樹木管理手法の検討等を行い、そのガイドライン(案)としてとりまとめるものである。なお、本研究は河畔植生が維持管理しやすい河岸形状について検討を行うものであり、掘削後の川幅縮小などの対策については対象としていない。

1. 河道内樹林化現象

積雪寒冷地である北海道の河川では、河原の裸地にいち早く侵入、定着し、群落を発達させるヤナギ林が非常に広い面積にわたって分布している¹⁾。

河道内樹木は、様々な動植物の生息・生育・繁殖環境や

河川景観を形成し、洪水時には流速の低減や河岸を保護する効果が期待できる。しかし、流下阻害を引き起こすことや、流木の発生源となること、土砂を捕捉し砂州を固定化させること等、河川管理上の支障となる恐れがある(写真-1)。このため、河道内樹木は多様な河川環境の保全・形成に配慮するほか、洪水の安全な流下等に支障とならないよう管理する必要がある。



写真-1 河道内樹木の流下支障を示す例 (美瑛川 KP8.2 付近)

北海道の河川には4属10種類余りのヤナギ類が生育する²⁾が、本章では、河道内の樹林化対策の対象樹種であるヤナギ類の河道内の生育特性と、その樹林化に至る形成要因、その特性に対応した樹林化抑制対策の選定に至った検討結果について以下に示す。

(1) 河道内のヤナギ林の概況

a) 道内の河畔林に占めるヤナギ類の割合

図-1に示す道内の一級河川の内28河川において、過去に河道掘削や伐開を行った252箇所を抽出し、樹林化状況調査を行った。北海道の河道内では、図-2に示すように調査箇所における河道内樹木の91.5%がヤナギ類であった。



図-1 調査対象河川

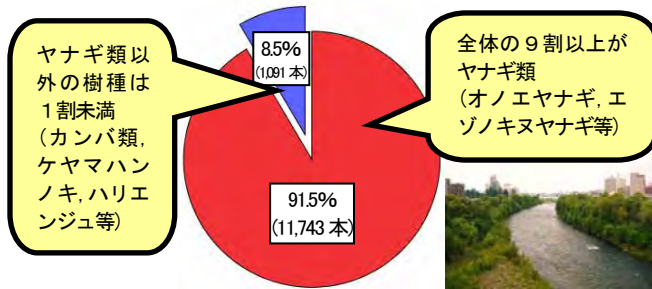


図-2 調査地の樹木本数と割合

b) セグメント別の特徴

樹木本数や樹高成長速度に影響を及ぼすと考えられるセグメント、工事後の経過年数及び冠水日数との関係については、図-3及び図-4に示す通り、セグメント2-1では本数と成長速度の値が高く、特に冠水日数30日以上の箇所での成長速度が顕著である。

これを考察すると、セグメント2では栄養分の堆積、保湿環境に冠水が寄与すると考えられ、とくにセグメント2-1は、樹高の成長に適した立地であると考えられる。

樹林化が顕著な北海道の河畔においては、セグメントは植生範囲区分の一つの見方となり、とくにセグメント2-1の樹林管理がポイントとなることを示唆している。

なお、図-4のエラーバーは95%信頼区間を示す。セグメント3はサンプル数が少ないため表示しなかった。

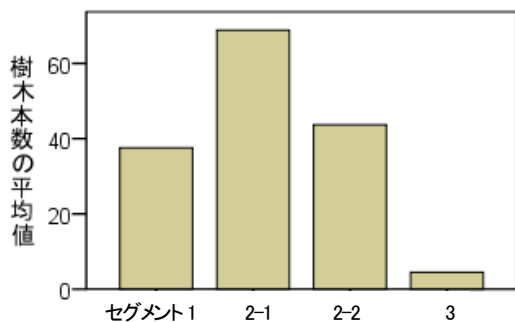


図-3 セグメント別の樹木本数

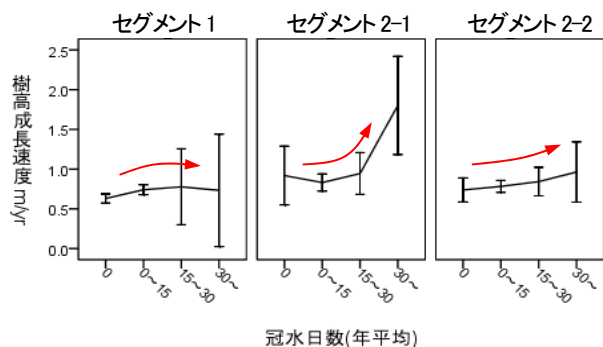


図-4 セグメント別の冠水日数と樹高成長速度との関係

(2) セグメント代表地点の現地調査

また、石狩川水系において各セグメントの代表地点を10箇所抽出し現地調査を行った(表-1、図-5、写真-2)。

a) セグメント3の特徴

セグメント3に相当するA~Dの4地点では、砂洲上等にヨシ等の植生が既に優占して繁茂している場合、林齢

2年以下のヤナギ類の稚樹が見られず、種子が新たに定着し、樹林が拡大する現象は見られなかった(図-6)。

b) セグメント2及び1の特徴

セグメント2及び1に相当するE~Jの6地点では、砂洲上にヤナギ類の稚樹が確認されている。

表-1 現地調査地点一覧

記号	セグメント	備考
A	3	ヤチダモ-ハルニレ林でヤナギ類なし
B	3	
C	3	砂洲なし
D	3	砂洲なし
E	2-2	近2年以内に強い攪乱を受けていない地点
F	2-2	
G	2-1	
H	2-1	近2年以内に強い攪乱を受けた地点
I	1	
J	1	

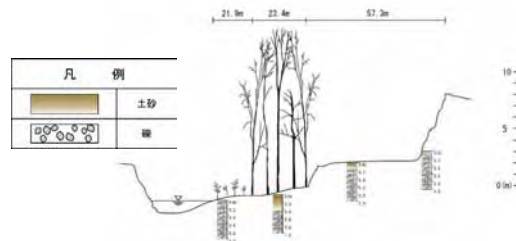


図-5 現地調査結果(セグメント1・J地点)の一例



写真-2 現地調査地点の事例

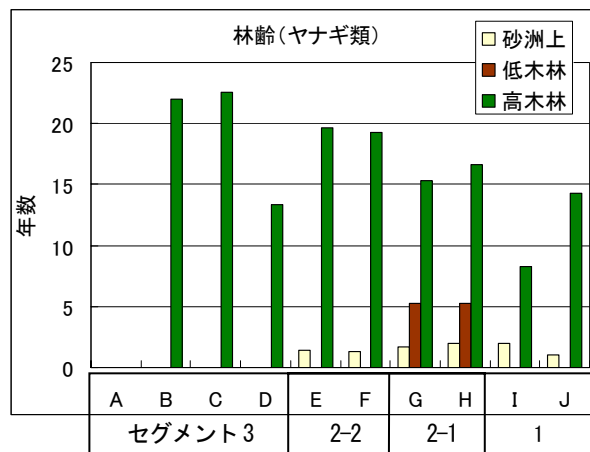


図-6 調査地点の林齢比較(2年以下を稚樹とする)

キーワード：河道内樹林化抑制、河岸形状設定、樹木管理、ガイドライン(案)

(3) ヤナギ類の生育特性

河畔林とは河川の洪水(攪乱)によってできた裸地に成立する森林²⁾のことであるが、ヤナギ類は一生のうち何度も冠水する河畔での定着に適した生育特性を有しており、以下に解説する。

① 大量の種子散布と速い発芽速度

5~6月に散布されるヤナギ類の種子は樹木種子の中でも最も小さい部類に属し、成熟すると裂開し辺り一面に綿毛付きの種子を大量に飛ばす。裸地上に落下すると着地直後から発芽をはじめ、わずか1~2日で子葉を開く²⁾。

② 「不定根」の発根

ヤナギ類は河川の増水・攪乱に伴う冠水耐性・埋没耐性が強い。²⁾多くの樹木は土砂堆積で埋没すると根が呼吸できずに枯死するが、ヤナギ類は不定根を発根し、地表付近の根茎を維持して成長を続けることができる³⁾。

③強い萌芽更新力

伐採しても枯死せずにすぐに数多く萌芽し、数年後には元の大きさ以上に成長できる。倒れた幹や折れた枝からでも発根・萌芽し再び樹体を形成する²⁾。

(4) 樹林化要因の整理と抑制対策

図-7に示すように、砂州や掘削面等の裸地にヤナギ類の種子が着床した場合は、稚樹段階で攪乱されなければ成長を続けることとなる。

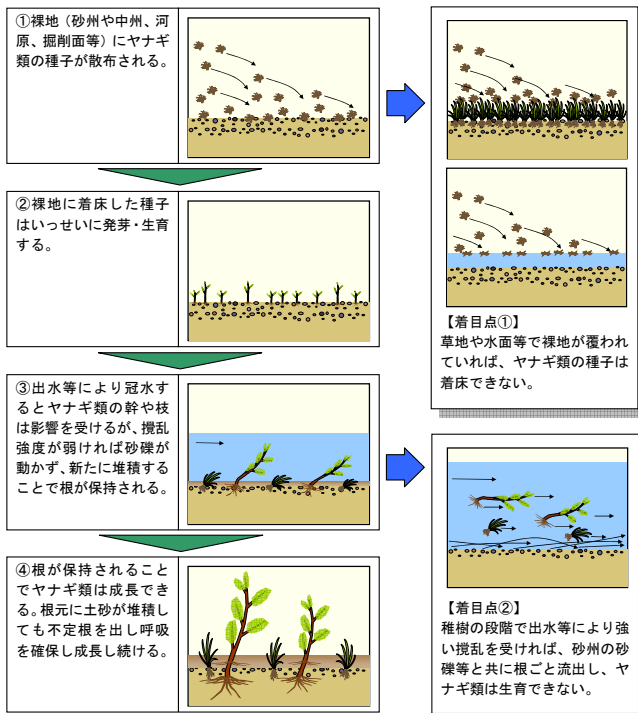


図-7 ヤナギ類による樹林化抑制の着目点

既往研究によると、種子散布期に常に冠水している場所では発芽が困難⁴⁾であることや、発芽した稚樹を出水等による強い攪乱の力で砂州の砂礫等と共に根ごと流出させる生育抑制⁵⁾が提案されている。

図-7に示すヤナギ類の樹林化要因の分析から、抑制対策の方向性は、以下の2点が挙げられる。

- 1) 裸地を草地や水面等で被覆することができれば、ヤナギ類の種子の着床を抑制できる。
- 2) 出水等による冠水時の攪乱強度を高くできれば、砂州の砂礫等と共に根ごと流出でき、ヤナギ類の生育を抑制できる。

(5) 河道内樹林化の類型分類

豊平川における調査⁶⁾によると、河道内における樹林化の分類は図-8に示すように4タイプに整理され、そのうちA~Cの3タイプは、低水路内における攪乱強度の低下により生じていると考えられることが指摘されている。Dタイプは、高水敷の場合である。

解説・模式図・事例写真	
A	<p>【土砂堆積型】 低水路の砂州・河原上に土砂が堆積し裸地が形成され、樹林化が進行したもの。低水路内の砂州上や中州上で見られる。</p> <p>常呂川 KP24.5 付近</p>
B	<p>【深掘れ型】 河道が部分的に深掘れすることにより滞筋が固定化され、対岸側の河岸や砂州等で攪乱の頻度や強度が低下し樹林化したもの。低水路内の砂州上や中州上で見られる。</p> <p>豊平川 KP17.2 付近</p>
C	<p>【流況平滑・攪乱力低下型】 攪乱に耐える根固ブロックや護岸の空隙に土砂が堆積し樹林化したもの。護岸や根固め工の上部で見られる。</p> <p>美瑛川 KP32.3 付近</p>
D	<p>【裸地形成型】 高水敷などで、掘削・整地に伴い裸地ができ、樹林化したもの。中高水敷上で見られる。</p> <p>石狩川 KP154.0 付近</p>

図-8 河道内樹林化の類型分類

キーワード：河道内樹林化抑制、河岸形状設定、樹木管理、ガイドライン(案)

2. 樹林化抑制を考慮した河岸の水利条件の検討

本章では、ヤナギ類の樹林化抑制の着目点が冠水と攪乱であることを踏まえながら、樹林化抑制の効果が高い河岸の水利条件について表-2 に示す 2 通りの検討を行った。なお、ここで述べる「河岸」とは、河川横断形状において、概ね平水位程度から年最大水位で水面が接する範囲の河岸を指す。

表-2 樹林化抑制を考慮した水利条件の調査・検討項目

区分	調査・検討項目
攪乱強度を用いた検討	樹林化抑制のための水利諸量の検討
	河岸形状設定における攪乱境界の使い方の検討
冠水頻度を用いた検討	樹林化抑制のための冠水頻度調査

2-1. 攪乱強度を用いた河岸形状設定手法の検討

本検討では、平均年最大流量程度の中小出水で定期的な攪乱を受けることで樹林化が抑制される範囲(攪乱境界)の概念を導入した。

ここで述べる「攪乱境界」とは、図-9 に示すように低水路内の樹林化箇所と砂州(河原)の境界線を示す。砂州(河原)は出水時の攪乱作用によって形成されると考えられることから、流水の攪乱作用により樹林が形成されなくなる範囲の境界が攪乱境界と考えた。

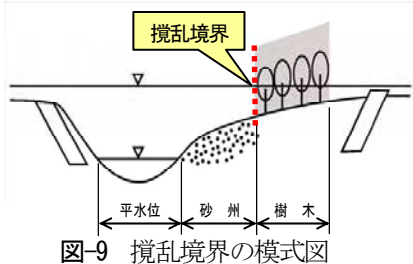


図-9 攪乱境界の模式図

(1) 樹林化抑制のための攪乱境界の水利諸量

本調査では、表-3 に示す北海道内の一級河川 13 水系の直轄区間における本・支川のデータを元に、攪乱境界の水利諸量を求め、粒径と水利諸量の関係図にプロットすることにより、攪乱境界の水利条件を検討した。なお、データについては河川整備計画策定当時の既往資料及び航空写真と河川環境情報図等を用いた。

表-3 攪乱境界の調査対象河川一覧

開建	調査対象河川
札幌	石狩川、豊平川、幾春別川、空知川、雨竜川
小樽	尻別川
函館	後志利別川
室蘭	鶴川、沙流川
帯広	十勝川、利別川、札内川
釧路	釧路川
網走	網走川、美幌川、常呂川、無加川、湧別川、渚滑川
旭川	石狩川、忠別川、美瑛川、天塩川、名寄川
留萌	留萌川

キーワード：河道内樹林化抑制、河岸形状設定、樹木管理、ガイドライン(案)

a) 調査地点の選定

表-3 に示す 24 河川から、攪乱境界を明確に見出せる 114 地点を表-4 及び図-10 に示す選定条件等を基準に抽出した。

表-4 攪乱境界調査地点の選定条件

選定基準	理由・解説・判定方法
砂州及び樹林が維持されている箇所	湾曲の内岸側やその移行帯など、水際から安定した砂州(裸地又は草地)の形成が段階的に見られ、その背後に樹木群がある箇所を選定する。 ゆるやかな横断勾配が形成されていることが望ましい。砂州の幅は問わない。判定は航空写真及び横断測量データで行う。
ヤナギ類による樹木群が形成されている箇所	樹木群がない箇所や、ヤナギ類以外の樹木群が繁茂している箇所は対象としない。 判定は河川整備計画策定時点直近の航空写真、河川環境情報図、植生図で行う。

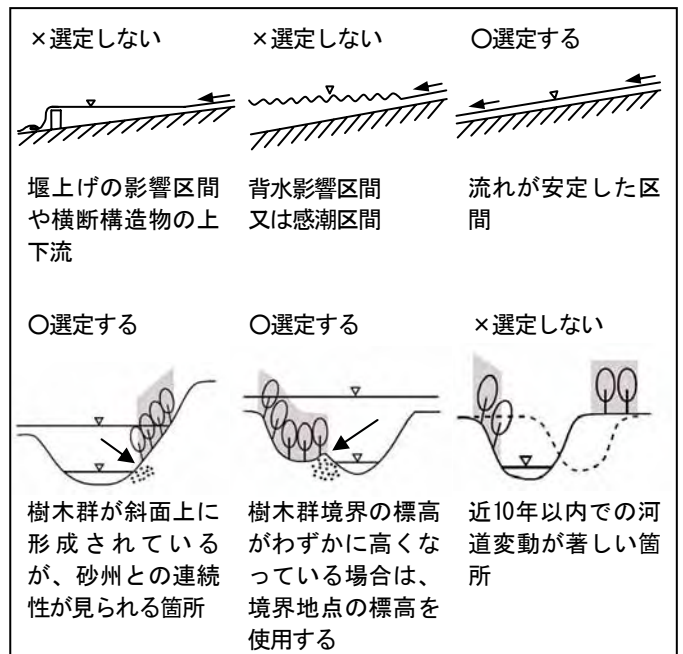


図-10 縦断・横断の適地判断の考え方の一例

b) 攪乱境界の水利諸量(摩擦速度 u_* と無次元掃流力 τ_*)

攪乱境界は、洪水時に砂州の砂礫と共にヤナギ類の稚樹が根ごと移動することを示す水利量を扱うが、土砂が動き出すかどうかは、流れの強さだけでなく、石や砂の重さや大きさ(粒径)にも左右されるので、流れと土砂との両方の要素を取り入れた無次元掃流力(τ_*)と共に、この無次元掃流力を速度の次元に置き換えた摩擦速度(u_*)を扱うものとする(表-5 参照)。

選定した 114 地点について平均年最大流量流下時における水利諸量(τ_* と u_*)を準二次元不等流計算により求め、既往研究⁷⁾⁸⁾を参考に河床材料の粒径と水利諸量の関係をプロットし、樹林化と攪乱強度と河床材料の関係を把握することによって、目安となる攪乱境界の水利諸量を算出した。

表-5 水理諸量の説明

区分	摩擦速度 u_*	無次元掃流力 τ_*
基本式	$u_* = (g \cdot H_L \cdot I_e)^{0.6}$ g : 重力加速度 H _L : 攪乱境界における平均年最大流量流下時の水深 I _e : 平均年最大流量流下時のエネルギー勾配	$\tau_* = u_*^2 / s \cdot g \cdot d_R$ u _* : 攪乱境界における摩擦速度 s : 河床材料の水中比重 (=1.65) g : 重力加速度 d _R : 河床材料の代表粒径
概要	流れが河床材料に及ぼす掃流力を示す指標として用いられる。壁面のせん断応力(流体から見たときは掃流力)を水の密度で除した値で示す。	河床材料の移動のしやすさを無次元化して示す指標として用いられる。流れが河床材料に及ぼす掃流力と抵抗力との比で示す。

c) 調査結果

結果は、図-11 及び図-12 に示す通りとなり、「攪乱境界」の目安となる値を表-6に整理した。

目安のラインを境に上側を樹林化が抑制される範囲とし、下側を樹林化しやすい範囲と解釈することができる。

代表粒径1.0cm未満のサンプルは全体の1割程度と少なかった。これはセグメント2-2やセグメント3では攪乱境界が明確な地点が少ないことを示しており、特にセグメント3では攪乱による影響が少ないことが示唆された。

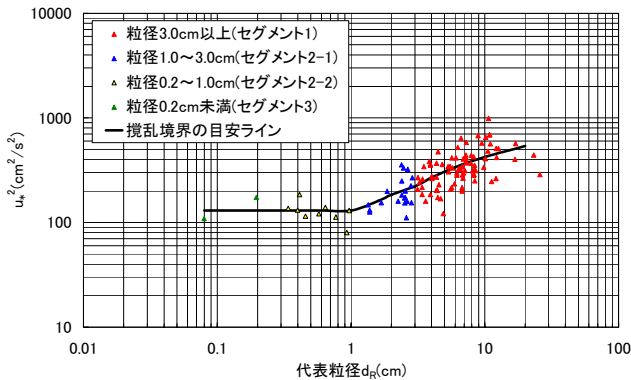


図-11 攪乱境界の水理諸量(u_*)調査結果

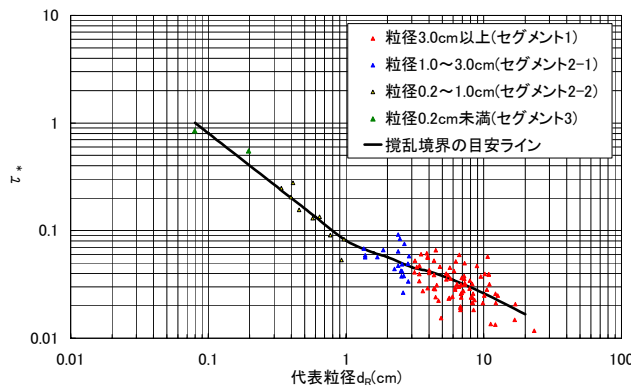


図-12 攪乱境界の水理諸量(τ_*)調査結果

表-6 攪乱境界の目安値

代表粒径 d_R (cm)	攪乱境界 u_*^2 の目安	攪乱境界 τ_* の目安
0.20 未満	130(一定)	~0.080
0.20~ 1.00		
1.00~ 3.00	130~222	0.080~0.046
3.00 以上	222~	0.046~

d) 目安値の検証

ここでは、攪乱境界の目安値が、実際の現地状況と適合するか否か検証した。

第1章の(2)で示した現地調査地点のうち、セグメント2及び1に相当するE~Jの6地点では、砂洲上に林齢2年以下のヤナギ稚樹が確認されている(図-6参照)。ヤナギ類の樹木密度を見ると、図-13に示す通り、E,F,Gの3地点とH,I,Jの3地点で差が見られることが分かる。

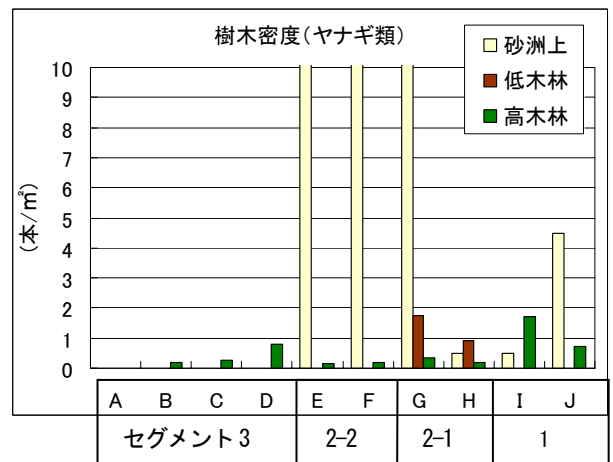


図-13 現地調査地点の樹木密度比較

前者(E,F,G)をヤナギの定着が抑制されていない事例、後者(H,I,J)をヤナギの定着が抑制されている事例として捉え、近傍の水位観測データより過去の出水状況を把握し(図-14参照)、年最大水位時の各地点の攪乱境界 u_* を算出して攪乱境界の目安値と比較した。

その結果、表-7に示すように、近2年間におけるE,F,Gの3地点の攪乱境界 u_* は目安値より弱く、H,I,Jの3地点の攪乱境界 u_* は目安値より強いことが確認できた。

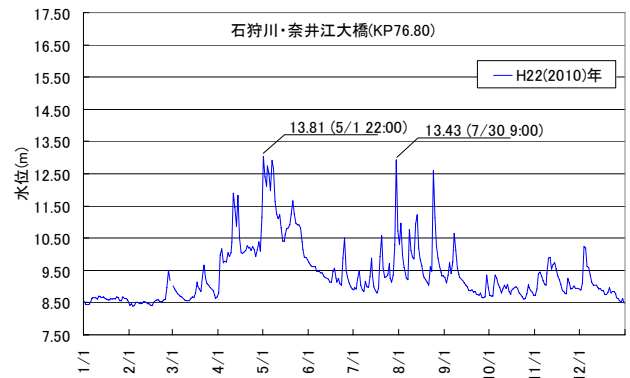


図-14 平成22年の日平均水位の例(ピークの値は時刻水位)

近 10 年程度の年最大水位から、現在の砂州及び河岸形状を形成したと思われる攪乱境界 u_* を算出したところ、6 地点全ての u_* は目安値に近いかそれ以上の値を示した。

以上より、攪乱境界の目安値は、意味のある数値指標となる可能性が示唆された。今後の知見蓄積により、さらに精度を高めてゆく必要がある。

表-7 攪乱境界の調査結果一覧

地点	砂州 稚樹の 樹木 密度 (本/m ²)	攪乱境界			
		代表 粒径 (cm)	H21~ H22 攪乱 境界 u_*^2 (cm ² /s ²)	(参考) ^{*1} 過去の攪 乱境界 u_*^2 (cm ² /s ²)	目安値 u_*^2 (cm ² /s ²)
E	18.5	0.93	83	115	130
F	11.3	0.20	77	208	130
G	41.0	3.40	132	228	225
H	0.5	3.43	168	256	230
I	0.5	4.36	397	679	290
J	4.5	10.66	737	1,389	500

*1) 水理計算に使用した横断データ調査年(樹木調査年)より近 2 年間のピーク出水時の水理諸量。

(2) 河岸形状設定における攪乱境界の使い方

攪乱境界の目安を用いて河岸形状を設定する際の考え方を述べる。評価は、 τ_* 、 u_* のどちらを用いても構わないが、 τ_* で評価する場合、粒径の妥当性に留意する必要がある。

対象区間の計画掘削敷高の水理諸量を水理計算(準二次元不等流計算等)により求め、攪乱境界の評価を行う。攪乱境界の目安より値が下回る場合は、樹林化する河岸になると予想されることから、低水路幅や掘削敷高を調整し、攪乱境界の目安値を上回る河岸形状への改善を図る。

図-15は改善前の河岸形状を示し、図-16は改善後の河岸形状を示している。図-17は改善前後の掘削面の攪乱境界を評価したイメージ図である。

改善策は、低水路の拡幅幅を狭くする代わりに、平水位より下まで掘り込み、高水敷高を平均年最大水位まで下げること、計画高水での河積を確保しつつ、平均年最大流量流下時の攪乱強度を高めることを可能とした。

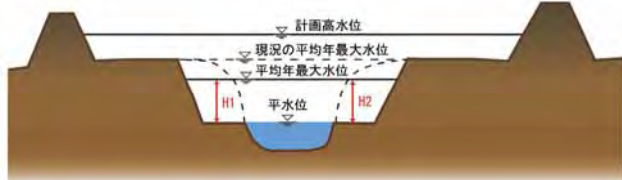


図-15 改善前の計画断面イメージ



図-16 改善後の計画断面イメージ

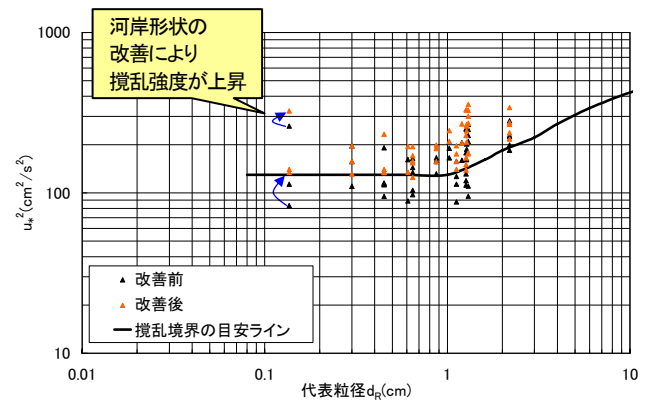


図-17 改善前後の攪乱境界値の比較イメージ

この他、湾曲や蛇行が顕著な箇所や深掘れによる水位や流心の偏りがある箇所については、攪乱境界の評価を補正する必要があると考えられ今後の検討が必要である。

河岸形状の改善だけでは攪乱境界の目安値を上回ることが困難な箇所については、設計・施工段階における樹林化の「緩和対策」を図る必要がある。

2-2. 冠水頻度を用いた河岸形状設定手法の検討

既往研究⁴⁾によると、ヤナギ類は種子散布期に常に冠水している場所では発芽が困難であり、種子散布期(5月~6月)と成長期の冠水頻度を調節することで稚樹の定着を抑制できることが指摘されている⁴⁾ (図-18)。また、現況河床形状(濬筋)を保全し魚類や底生動物の生育環境に与える影響を最小限に抑えることを目的として、道内の一級河川では、平水位程度の高さで掘削敷高を設定し河積を確保する「平水位掘削」が主流となっている。

本章では、樹林化抑制を考慮した冠水頻度について調査した結果、平水位から年最大水位の範囲で裸地が生じるとヤナギ類による樹林化の可能性が高いことを調査結果から示す。

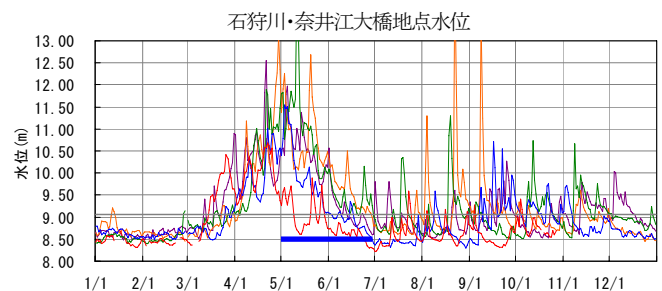


図-18 種子散布時期(5月~6月)の水深(例)

(1) 奈井江試験地(石狩川 KP76.8 右岸)での調査結果

当該試験地はセグメント 2-2 に相当し、平水位から年最大水位より下の範囲において、敷高をか変えた掘削試験を実施している(写真-3 参照)⁹⁾。

1 年目の結果、冠水日数が多いほどヤナギ類の個体数、樹高が増加した。個体数については、図-19 に示すよう

に冠水 100 日以上の箇所では 0 本であったことから定着抑制の一つの目安になると言える。

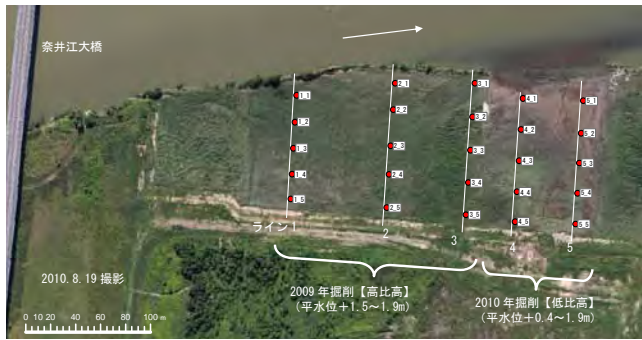


写真-3 奈井江試験地の現況写真

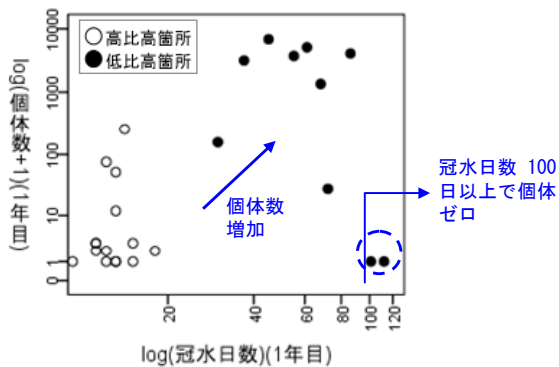


図-19 冠水日数とヤナギ個体数の関係

(2) 後志利別川試験地 (KP5.4 右岸) における調査結果

当該試験地はセグメント 2-1 に相当し、平水位から年最大水位の範囲において、冠水頻度や土質条件の異なる掘削箇所を設け、裸地状態の箇所と表土復元処理を行った箇所を比較し、ヤナギ類の進入抑制効果の調査を実施した。

1年目の調査の結果、冠水頻度が平水位程度と高く、草本被覆率の低い箇所（裸地）でのヤナギ類の進入数が多いことが示された。土質条件による進入状況は明確ではないが、最も密生したのは礫質砂の箇所であった。なお、表土復元を行った箇所のヤナギ類の進入数は冠水頻度に関係なく 0%であり樹林化の抑制に効果が認められる¹⁰⁾。

2-3. 水理条件による河岸形状設定方法

上記2-1「攪乱強度を用いた河岸形状設定手法の検討」及び2-2「冠水頻度を用いた河岸形状設定手法の検討」の結果を基に、樹林化抑制を考慮した河岸形状の設定方法についてとりまとめたものを以下に示す。

- ① 高水敷高については、平均年最大水位より高い標高で設定することにより、冠水頻度が低減され樹林化を抑制することができる。
- ② 平均年最大水位以下で掘削する場合は、攪乱境界が目安の値以上となるよう設定することにより樹林化を抑制することができる。
- ③ 平均年最大水位以下で掘削する場合で、攪乱境界

が目安の値以下となる箇所については、樹林化する可能性が高いため、この範囲が極力狭くなるように設定する。河岸法面勾配は、1:2 を一つの目安とする。

- ④ 攪乱境界の目安値以下で掘削せざるを得ない場合は、緩和対策を実施する。（緩和対策については第3章で詳述する）

3. 設計・施工段階における樹林化緩和対策

本章では、第2章で示した水理条件を目安とした河岸形状の設定だけでは樹林化を抑制することが困難な箇所について、第1章で示した冠水と攪乱による樹林化抑制の観点を踏まえ、設計・施工段階における対策によって樹林化の進行低減を図る方法について検討した。

(1) 緩和対策の種類

湿性植生導入、冠水面確保、表土復元等により樹林化を遅らせる対策を「緩和対策」と名づけるものとする。その種類と適用条件を表-8及び図-20に示す。

表-8 樹林化を遅らせる「緩和対策」とその適用条件

区分	名称	適用条件
主に高水敷	草本による対策 【(2)参照】	<ul style="list-style-type: none"> ・融雪期でも冠水しない位置にある箇所 ・主に高水敷（セグメントは問わない、図-19の①） ・低水路内（セグメント3、セグメント2-2、図-19の②③） ・河道掘削後の裸地面（図-19の①②③） ・湾曲部の場合、内岸側の掘削面
	複合対策	<ul style="list-style-type: none"> ・出水等で一時的に冠水するならば水面の維持と湿性植生形成を組み合わせた緩和を図る ・主に低水路内の河岸掘削面（セグメント2、セグメント3、図-19の③） ・w*2が目安の値を下回ると予想される箇所
冠水による対策	水面維持による種子着床緩和対策 【2-2参照】	<ul style="list-style-type: none"> ・常に冠水する箇所は水面の維持を図る ・主に低水路内（セグメントは問わない、図-19の④）

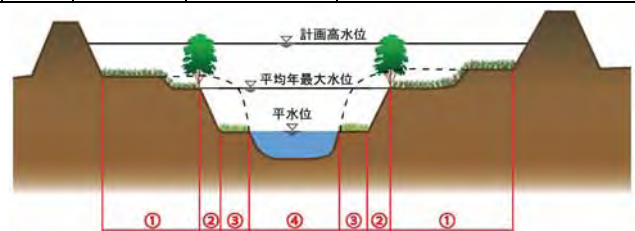


図-20 緩和対策の適用箇所模式図

(2) 草本植生の形成による着床緩和対策

ヤナギ類の種子散布時期に草本が優占して繁茂している箇所にはヤナギ類の種子は着床しにくい特性に着目し、予め掘削面に草本植生を繁茂させ被覆することでヤナギ類の種子定着の低減を図る対策である。

a) 表土復元による緩和対策

河道掘削後の裸地面はヤナギ類の好適な定着地となることから、冠水頻度が低い低水路法面部には、積極的に表土戻しを行うことで草本植生の早期回復を促し、ヤナギ類の侵入を抑制する対策である。

現況でヨシ原や草原となっている箇所の表土を採取し、低水路掘削面に定着させるものとする。適当な表土が少なく現地で十分に確保できない場合は、在来種の種子吹付けで代用する。

b) 表土復元の具体例¹⁰⁾

後志利別川(KP5.4 付近右岸)では、掘削面でのヤナギ類の定着抑制を目的に、早期草本植生を再生するため、掘削後の表土復元試験を実施した。その結果、3年後には、クサヨシ、オオヨモギ等が優占する植生が再生しており、ヤナギ類の定着が少なかった事例がある。

また、3段階の冠水頻度、表土復元の有無を組み合わせた試験も実施しており、1年目の調査結果によると、表土復元箇所は冠水頻度に関係なく草本植被率が平均70%以上に達し、進入したヤナギ類は0本であった。特に冠水頻度の高い裸地(草本植被率約30%、ヤナギ類進入数192本)との差があり、表土復元による草本植生の導入は有効であることが示された(表-9参照)。

当該試験施工地はセグメント2-1に位置し樹木群の成長の適地であることから、長期的な樹林化抑制効果について今後の知見蓄積が必要である。

表-9 表土処理の違いによる植生の変化(1年目)

試験区	表土処理	草本層植被率				ヤナギ類の進入状況(本)	1年間の冠水頻度
		5m	15m	25m	平均		
①-A	裸地	25%	35%	35%	32%	192	52%
①-B	表土復元	75%	90%	95%	87%	0	
②-A	裸地	90%	70%	60%	73%	0	19%
②-B	表土復元	90%	80%	50%	73%	0	
③-A	裸地	75%	90%	80%	82%	10	4%
③-B	表土復元	95%	90%	95%	93%	0	

(3) 湿性植生の形成により種子の定着を緩和する対策

掘削面に湿性植生を優占させることでヤナギ類の種子定着の低減を図る対策が考えられる¹¹⁾。

図-21に示すように低水路内に河岸の一部を残し、河道の掘削を行うことで、中小出水時に、掘削拡張した箇所が越水しないため、浮遊砂の堆積が生じず、柳の侵入も抑制される。最終的には、掘削面のヨシが十分繁茂した時点で河岸部を撤去し、治水安全度を確保する。

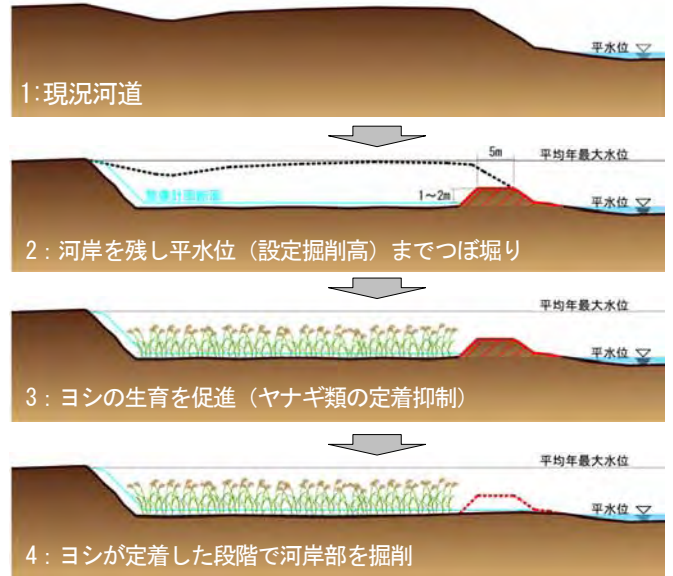


図-21 湿性植生形成による緩和対策の模式図

(4) 施工段階での留意事項

a) 河岸形状の設定

中流部河川の蛇行部等に形成される自然の河岸形状を参考に河岸の構造を検討することが考えられる。改修前の状況から保全すべき要素や改善すべき要素を把握し、必要に応じ河岸形状を一律の法面から修正する。

b) 河川環境への配慮(工事前の重要種等確認)

調査段階で重要種等の分布がみられるなど注意を要する区間と考えられる場合は、工事前にも再確認する。

また、掘削範囲外であっても周辺で希少猛禽類の営巣が確認された場合等には、柔軟に対応する。

c) 高水敷掘削の配慮(樹木の保全)

貴重種等の保全位置を工事前に再度確認し、変更が生じる際には適宜移植する。移植は、作業効率、移植後の活着の面から、樹高1m程度までであれば山取苗、小、中径木は切株による移植がある。

d) 施工時期・施工計画の調整

ヤナギ類の種子散布時期(5~6月)前にヨシ等の湿性植物を定着させるために、湿性植物の成長期である春期(4月)前には掘削を完了しておく必要があることから、掘削は冬期間にすることが望ましい。なお、(2)a)表土復元による緩和対策を実施する場合においても、地下茎等を傷めないよう草本の根茎が休眠している冬期間が適している。

e) 表土採取の留意点

草本植生の早期導入のために、表土を採取する上での留意事項を表-10に示す。ただし、どのような群落の表土を使用すれば効果的なのか、今後の知見の蓄積を要するものである。

表-10 表土採取時における留意点

区分	解説
表土採取可能な箇所	在来種であるヨシやツルヨシ等が既に密生して繁茂している箇所の表土を優先的に採取し、使用することが望ましい。また、ガマ等の湿性植生群落が形成されている箇所の表土は使用可能とする。
表土の採取を避ける箇所	既にヤナギ類等の木本群落や、ハリエンジュやオオイタドリなど侵略的外来種による群落が形成されている箇所の表土は使用を避ける。

4. 河道内樹林管理方法（維持管理）

(1) ヤナギ林の管理方法

樹木伐採方法は、表-11 に示すように皆伐、間伐、枝払いに大別される。

表-11 ヤナギ林の管理方法

区分	細区分	解説
皆伐	伐採のみ	萌芽抑制は、樹皮剥皮、根元伐採、活動期伐採、多回伐採、薬剤塗布等が有効。これらの組み合わせが効果的。
	伐採+抜根	抜根後の裸地では早期に草本植生を再生しヤナギ類の定着を抑制。樹種(ハリエンジュ、ドロノキ)によっては根萌芽での再生もあるため極力根系を残さない。
間伐	林冠の連続する状況の間伐	環境、景観の改変が小さい。群落高、密度の関係を活用し、対象樹林の発達状況を確認し間伐の程度を設定。切株上方は枝葉で覆われ萌芽が抑制されるが伐採木に対しては上記皆伐を参考に実施。
	林冠が疎開する状況の間伐	伐採樹木については、上記の皆伐と同様。
枝払い	—	HML までの枝払いとなるが若齢林は可塑性が大きく下枝再生が旺盛。樹高の高い発達した樹林であれば実施効果は高い。

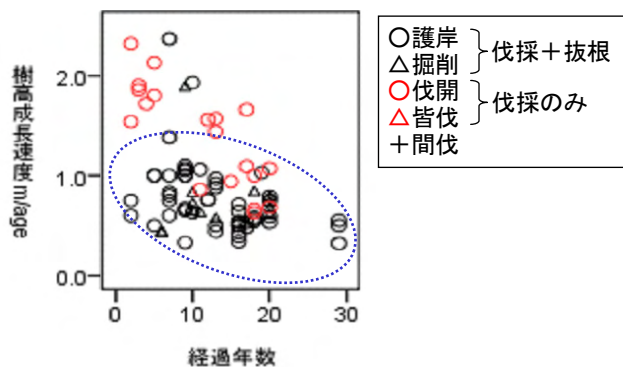


図-22 工種別に見た伐採後の樹高成長速度(セグメント 2-1)

第 1 章(1)で実施した樹林化状況調査では、図-22 に示すように、伐採だけでなく抜根を組み合わせた方がより抑制効果は高い結果となった。最近の伐採試験例によると樹皮剥皮¹²⁾、根元伐採¹³⁾などが萌芽抑制につながるとの報告があり、このように、萌芽抑制には伐採のみで

はなく何らかの別なストレスを加えると効果的であり、他にも活動期伐採、多回伐採、薬剤塗布等も考えられる。他方、伐採後の萌芽再生には個体サイズの影響も大きい。

上記の他、伐開後の切り株からヒコバエ(切り株から生える萌芽のことで、成長すると流化阻害の元となる)が生えてくるが、ヒコバエの成長が一旦止まる 6 月下旬～7 月上旬に切り株ごと取り除くことによりヒコバエの成長を抑制する維持管理手法¹⁴⁾も提案されている。

また、伐採跡地を採草地、雪堆積場として活用することにより、半永久的な樹林化抑制にもつながり、周辺の土地利用状況を勘案した計画も有効となる。

(2) 林分構造の推定方法

密度、樹高、枝下高などの林分構造は、洪水時の疎通能力を検討するうえで重要な要素である。

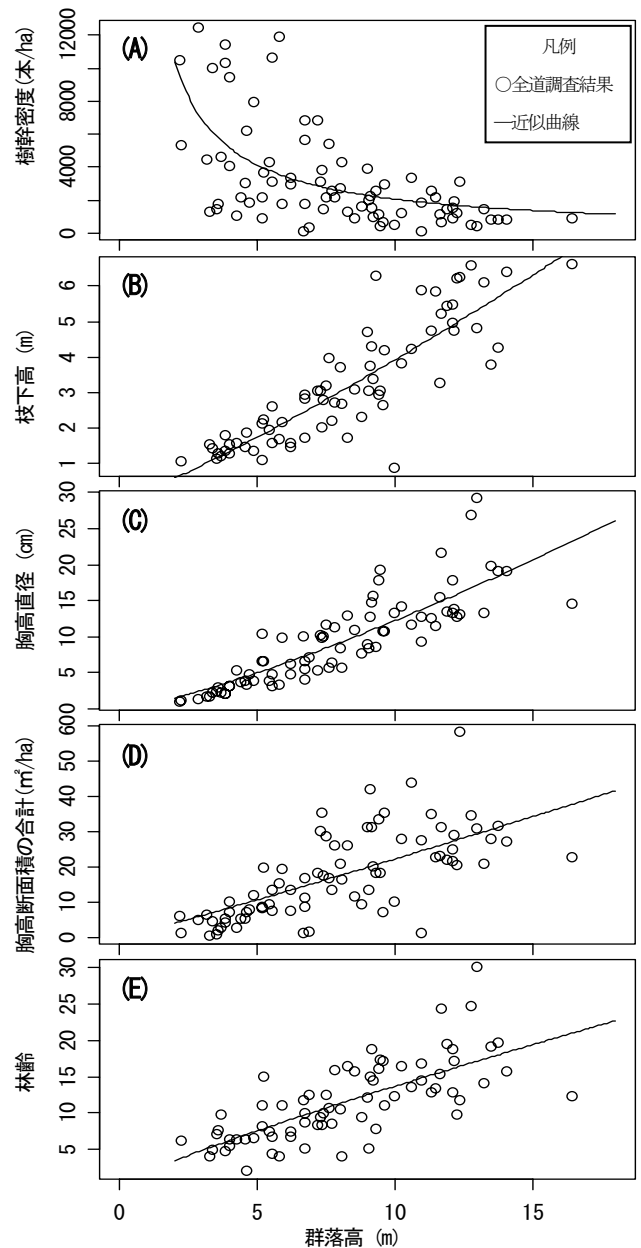


図-23 ヤナギ林における群落高と(A)樹幹密度、(B)枝下高、(C)胸高直径、(D)胸高断面積の合計、(E)林齢との関係

計画的な樹木管理を行っていくためにはヤナギ林がどのような発達状況にあるかの確認がポイントとなる。

樹木の密度、枝下高等は、自然淘汰や成長過程によって変化するが、特にヤナギ類は一斉林を形成することから、林分構造が群落高、林齢が単純であり、整理が比較的容易である。

今年度の調査では、全道 20 河川における 79 地点のヤナギ林の毎木調査データを使用し林分構造の関係を示した(図-23)。林分構造の関係図は、管理対象の樹木の発達状況、間伐時等の管理水準の設定に活用できる。この他にも、林分構造の将来予測、レーザープロファイラデータ等と群落高を組み合わせた広域的な林分構造の推定にも活用できる。

(3) 多様性ある河畔植生創出方法

河川環境は、自然の状況においても遷移するものであることを認識したうえで、本来の河川が有する河川環境の多様性や連続性を保全し、動植物の生息・生育環境の保全・形成を図るとともに、多様性ある河畔植生の創出に努めることも重要である。

具体的な創出方法としては、安定した河畔ではヤチダモやハルニレ等の極相的樹種への更新を促したり²⁾、ヤナギ類と競合する不安定な河畔ではヨシ等の湿性植生の形成を促すことが考えられる。

また、流域の変化に富んだ河川景観については、周辺の景観と一体となった望ましい水辺景観の保全・形成に努める。

(4) 樹林管理に必要となるモニタリング

a) モニタリング項目とその考え方

河道内の樹林化状況、裸地発生状況、抑制状況等、現地で検証されていないことが多いことから、継続的なモニタリングを実施し、初期状態の把握、定期的監視、樹林化状況について河川カルテ等を利用した整理が必要である。

b) 初期状態チェック

- ・出来形の整理、植生状況

事後評価には初期状態を把握することが重要であることから、施工直後は出来形を整理し、1、2年後には植生状況や冠水・攪乱頻度等を把握する。

c) 定期的な監視

- ・横断地形(測量)、樹林分布(空撮)、樹林構造

5年に1度を目安に空中写真から樹林化状況を確認し、樹林化が進行している箇所等では、その状況を調査する。また、樹林化箇所の重要度に応じて、樹林化原因の特定や樹林化抑制対策を実施する。

d) 樹林化状況の整理

- ・樹林化状況の定期的な把握

5年～10年に一度を目安に樹林化状況を把握し記録する。

- ・樹林化状況の経年的な把握

林分構造予測式等を用いた計画時の予測との差異を把握し、調査や対策の方向性を整理する。

あとがき

本研究では、全道の一級水系での現地調査結果を基に河畔林の維持管理が容易な河岸形状について検討を行い、特にヤナギの樹林化を抑制できる水理条件について整理を行うことができた。しかしながら、それらを一般の河川に適用するためには、今後のモニタリング結果などを踏まえつつ、適用条件などについて知見を積み重ねていく必要がある。

参考文献

- 1) 石川慎吾 (1980) 北海道地方のヤナギ林. 高知大学学術研究報告, pp. 73-78
- 2) 長坂 有 (2001) 洪水からはじまる河畔林, ヤナギ類の生態から見た河畔の保全, 自然史研究ネットワーク2000「みなみ北海道」
- 3) 東 三郎 (1964) 砂防植生工におけるヤナギ類導入に関する研究. 北海道大学演習林研究報告 23: 151-228.
- 4) 伊木千絵美・矢部浩規・中津川誠 (2005) 河川の水理条件による河道内樹木の稚樹定着抑制, 河川技術論文集11,
- 5) 福岡泰斗・鎌田磨人 (2005) 洪水によるシナダレスズメガヤの除去効果及びそれに対するヤナギ類群落の阻害効果. 応用生態工学会第9回研究発表会講演集: 187-190.
- 6) 石狩川開発建設部 (2007) 平成19年度 水辺域・水辺林管理計画検討業務報告書
- 7) 山本晃一 (1994) 沖積河川学-堆積環境の視点から, 山海堂
- 8) 阪口 豊・高橋 裕・大森博雄 (1986) 日本の川. 岩波書店
- 9) 石狩川開発建設部 (2009) 平成21年度 水辺域・水辺林管理計画検討業務報告書
- 10) 函館開発建設部 (2009) 平成21年度後志利別川河川整備計画検討業務(試験施工地調査)報告書
- 11) 石狩川開発建設部 (2008) 平成20年度 水辺域・水辺林管理計画検討業務報告書
- 12) 伊木千絵美・斎藤敦子・矢部浩規・中津川 誠(2004) ヤナギ類の樹皮剥皮による萌芽抑制実験, 応用生態工学会第8 回研究発表会講演集, pp. 37-40
- 13) 畠 秀樹・渡辺康玄・野上 毅・坂井一浩・吉井厚志 (2007) 河畔林の管理伐採後の形状変化に関する報告, 河川技術論文集7, pp. 387-392.
- 14) 斎藤新一郎 (2001) ヤナギ類-その見分け方と使い方, 北海道治山協会