

留萌川における 河道内樹木維持管理方針の検討について

留萌開発建設部 治水課 ○渡辺 哲理
松本 洋光
渡邊 一靖

留萌川は、中上流部の河道内にヤナギ類を主体とする樹林が分布し流下阻害となっていることから、河川整備計画に基づき一部区間において河道の流下能力確保を目的とした河道内樹木の伐採・管理が計画されている。本件では、平成 22 年度以降実施されたヤナギ類の萌芽抑制試験について 5 年後の状況を検証した現地調査結果から、課題とされる治水面と環境面のバランス及び維持管理コストを考慮した河道断面の検討について報告する。

キーワード：保全・共生、自然環境、防災、設計・施工

1. はじめに

留萌川では昭和 63 年 8 月洪水の発生により、平成 4 年までに市街地下流部で、激甚災害対策特別緊急事業が実施され、その後も留萌ダムや大和田遊水地といった洪水調節施設の整備や河道掘削、護岸の整備がなされ、河道の安定化が図られてきた。現状では中上流部において河道内樹木の生長等により河道断面が阻害され流下能力が不足する区間があることから(図 1-1)、流下能力が不足する区間について整備計画目標流量を安全に流下させることができるよう河道掘削及び樹木管理を行うことを留萌川水系河川整備計画で定めている。また、河道掘削及び樹木管理では、治水面と環境面のバランス、維持管理コストの縮減が課題となっている。

本報告では、具体的な樹木管理方針をもとに、事業効果を維持する上で重要な河道内樹木の再生抑制に係る現地試験及び調査結果を解析し、今後の適切な樹木管理手法について検討した。

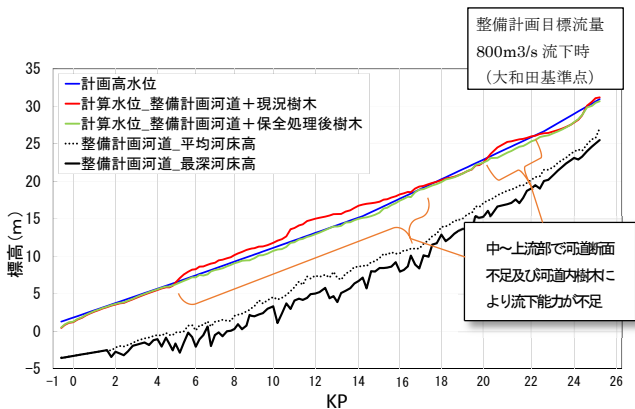


図 1-1 留萌川計算水位縦断面図

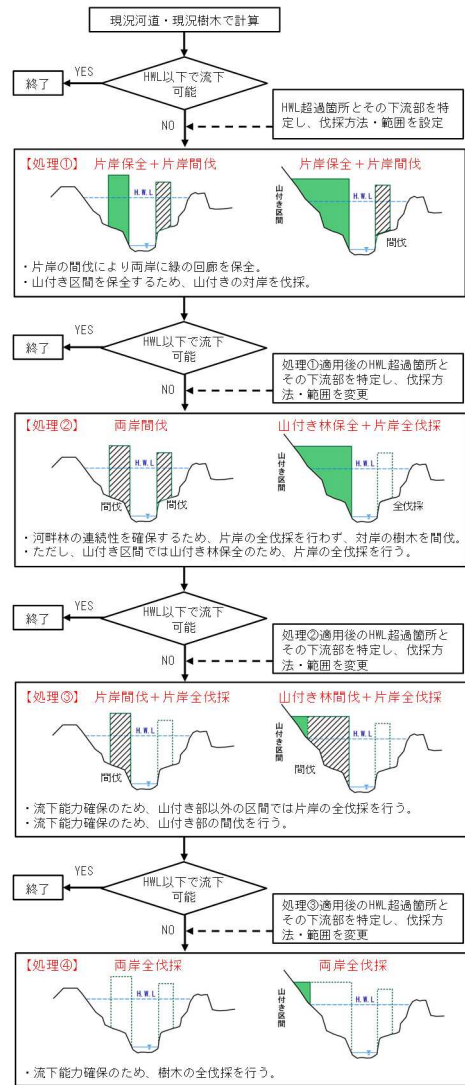


図 2-1 樹木管理フロー

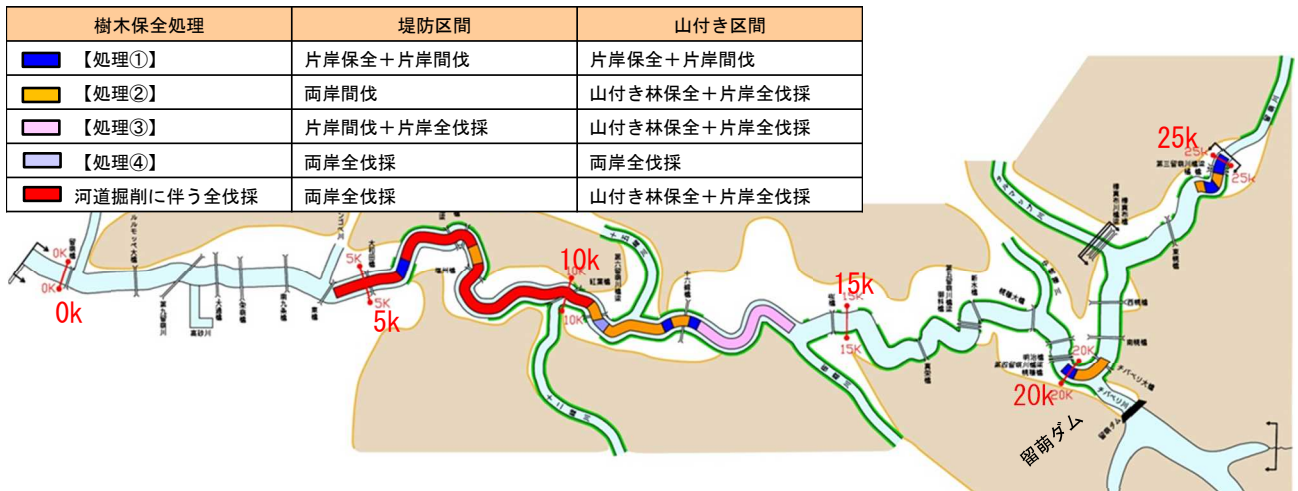


図 2-2 樹木保全処理適用結果

2. 留萌川における河道管理方針

河道掘削断面の考え方としては、整備計画目標流量は河道の拡幅で流下可能であるため現在の平面形状を活かし、掘削は極力平水位以上で掘削するものとし、河床の保全に努める。樹木管理の考え方としては、山付き林の保全や間引き伐採等生物の息・生育環境に配慮し、流下能力を確認しながら現地条件にあわせた樹木管理を行うこととし、図 2-1 に示すフローにしたがって図 2-2 に示すとおり留萌川の各区間における処理方法を設定した。

しかし過去の河道変遷の分析の中で、KP11～KP15 で確認されたように、ヤナギ林の伐採後 10 年以内に河道内ではヤナギ類により再樹林化することが確認された (図 2-3)。このため、樹木伐採の 10

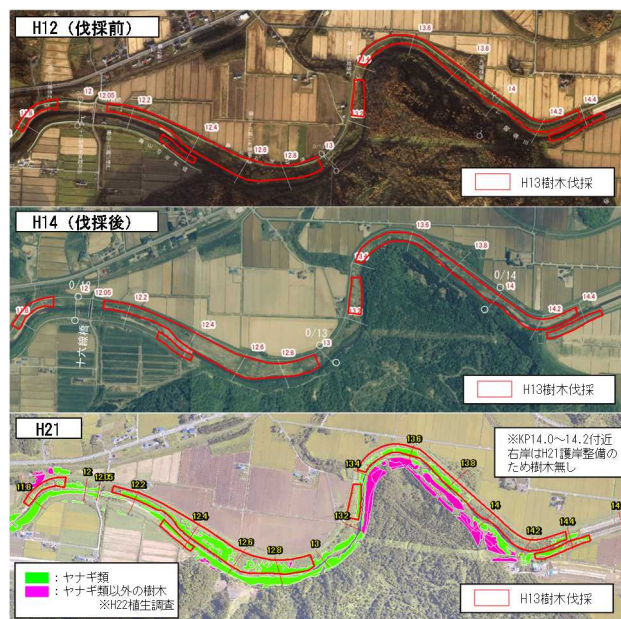


図 2-3 KP11～KP15 における河道内樹木伐採後の再樹林化

※H13年に伐採したヤナギ林は、8年後のH21年時点で伐採範囲の殆どが再樹林化している。

年後には再び流下能力が阻害され、事業効果が低下するおそれがあるため、効果的かつ維持管理コストを考慮した再樹林化抑制対策について検討すべく、中流部のヤナギ林においてヤナギ類再萌芽抑制試験を実施した。また、草本群落の優占する区間において現地調査を行った。これらの調査結果からヤナギ類の生育しない要因を検討した。

3. ヤナギ類萌芽抑制試験

(1) 試験目的

ヤナギ類は伐採後の伐株から萌芽により再生し、数年後には再び樹林を形成する^{1) 2)}。このため、河道内における伐採の効果を持続させ、管理コストを低減させるには効果的な萌芽抑制手法を検討する必要がある。本試験では、萌芽再生のプロセスを考慮した伐採回数の試験と、残置した成木による日陰効果を考慮した間伐・全伐採の試験を実施した。

(2) 試験・調査方法

a) 対象箇所

対象箇所は、留萌川左岸 KP11.6～KP11.8 のオノエヤナギ、エゾノキヌヤナギを主体とする樹齢約 10 年程度のヤナギ高木林に設定した(図 3-1)。

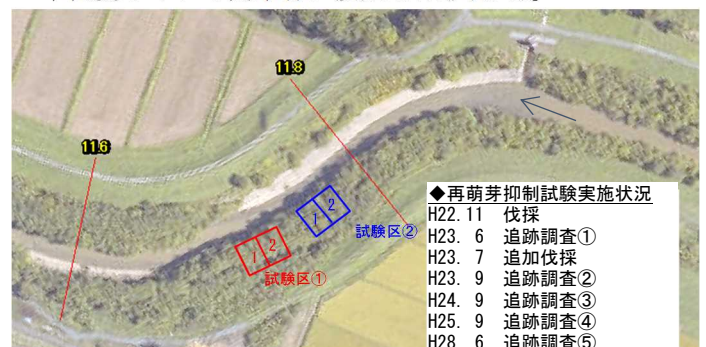


図 3-1 再萌芽抑制試験地の概要






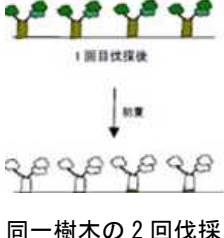
伐採方法	① 間伐		② 皆伐(対照区)	
	5~10mに1本残す		全伐採	
試験区	①-1	①-2	②-1	②-2
試験の目的	<ul style="list-style-type: none"> 樹冠の形成により林床における照度を低下させることで萌芽抑制の効果を検証 1回伐採(①-1)と同一樹木の2回伐採(①-2)の追跡調査結果から再萌芽の抑制効果を検証 		<ul style="list-style-type: none"> 対照区として、従来と同様に皆伐(全伐採)を行う 1回伐採(②-1)と同一樹木の2回伐採(②-2)の追跡調査結果から再萌芽の抑制効果を検証 	
試験本数	20本前後			
試験区の状況 (H23.6) 1回伐採 H22.11				
2回伐採 (H23.7)		 <p>1回伐採後 初夏 2回目 地際伐採 同一樹木の2回伐採</p>		 <p>1回目伐採後 初夏 2回目伐採 同一樹木の2回伐採</p>

図3-2 再萌芽抑制試験の実施内容一覧

b) 試験方法

萌芽抑制試験は、有識者の指導をふまえ、ヤナギ類の萌芽再生のプロセスを考慮して、再萌芽抑制の効果検証を目的とした1回伐採・2回伐採の効果と、残置した成木の日陰による生長抑制の効果検証を目的とした間伐・全伐採の効果の比較試験を行った。伐採試験はH22年11月に全伐採を行い、2回伐採をH23年7月に実施した(図3-2)。

c) 現地調査手法

現地調査は、伐採翌年のH23年からH25年までの期間に、伐採した伐株を対象とした萌芽数、最長萌芽幹長、各調査区の群落調査、開空度調査を実施した。また、H28年には萌芽の有無、株を中心とした周囲2×2mの草本層の出現種と被度(%),草本層の高さ及び相対照度を計測した。

※相対照度：開空度がほぼ100%の場所(全天)と、群落内の光量子束密度(単位時間に単位面積を通過する光量子の数 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)を同時に測定し、群落内/全天%で示したもの

d) 統計解析

H28年の現地調査結果については、再萌芽抑制に係る環境要因を把握するため統計解析により、ヤナギ再萌芽の有無と被度、相対照度及び開空度等の関係を解析した。これにより再萌芽に影響を与える環境要因を抽出した。

(3) 調査結果と萌芽抑制に係る環境要因

H23年~H28年の調査結果を図3-3に示す。1回伐採と2回伐採との比較では、1回伐採では、4年後の萌芽率が間伐区間で30%、全伐採区間で28.6%であるのに対し、2回伐採では、間伐・全伐採ともに2回目の伐採翌年に15.0%及び27.3%と急減し、

4年後は0%となった。1回伐採より2回伐採の萌芽率が低いことから、2回伐採による再萌芽抑制効果があったと考えられる。間伐と全伐採との比較では、1回伐採では5年後の萌芽率は間伐が全伐採より低くなっている傾向が見られる。2回伐採でも2回目の伐採翌年時点の萌芽率について、間伐区間が全伐採より低くなっている傾向がみられる。間伐の生存率が全伐採よりやや低いことから、間伐による再萌芽抑制効果があったと考えられる。

以上から、伐採回数及び伐採方法については、2回伐採で、かつ、間伐を行うことが最も再萌芽抑制効果が高いと考えられた。

なお、いずれの伐採方法についても伐株の萌芽率が徐々に低下している傾向がみられた。これ以降は萌芽率が徐々に低下する環境要因について分析する。

伐株の萌芽の有無と周囲の環境要因との関連性を把握するため、統計解析を行った結果を表3-1に示す。

統計解析結果では、ヤナギ類の再萌芽率に影響を及ぼすとされる最適な変数の組み合わせとして、オオイタドリ、相対照度、クマイザサ、及びアキタブキが抽出された。変数選択の基準を満足する組み合わせでは³⁾、オオイタドリ、相対照度、クマイザサ、アキタブキ、エゾニワトコ、オニシモツケ、開空度及びオニグルミが選ばれたが、いずれのモデルにもオオイタドリの被度と相対照度が含まれた。

したがって、本試験地では、伐採後のオオイタドリの繁茂による被圧の増加とそれに伴う相対照度の低下が伐株の再萌芽率低下の大きな要因になったものと推察される(図3-4)。

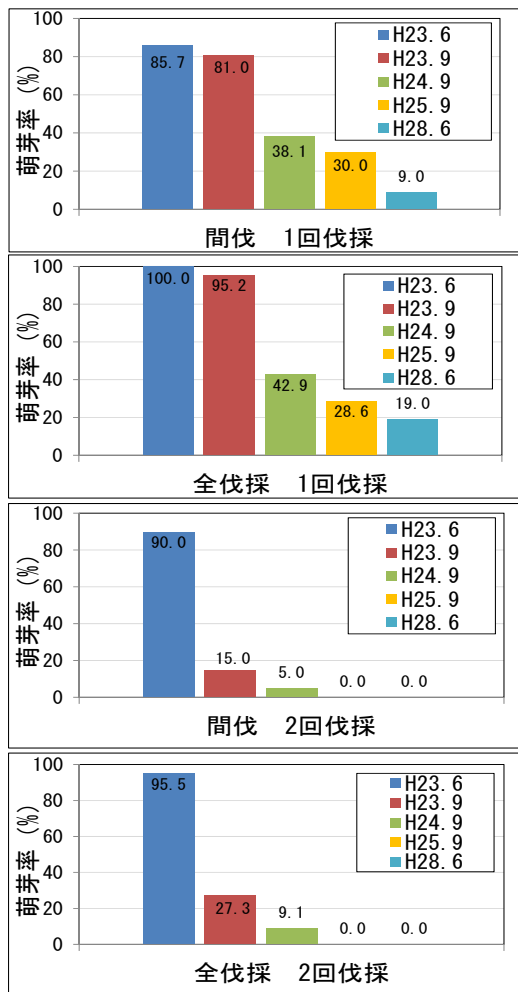


図 3-3 各試験区の再萌芽率の経年変化

表 3-1 再萌芽抑制試験地におけるヤナギ伐株の生存率と環境要因に関する統計解析によるモデル選択の結果

モデル	AIC	ΔAIC
1 材伐り、相対照度、クハサ、アキタブキ	31.1	0.00
2 材伐り、相対照度	31.6	0.50
3 材伐り、相対照度、クハサ	31.8	0.64
4 材伐り、相対照度、アキタブキ	31.9	0.76
5 材伐り、相対照度、クハサ、アキタブキ、エゾコトコ	32.5	1.38
6 材伐り、相対照度、クハサ、ホシツツ	32.8	1.65
7 材伐り、相対照度、クハサ、エゾコトコ	33.0	1.81
8 材伐り、相対照度、クハサ、アキタブキ、ホシツツ	33.1	1.85
9 材伐り、相対照度、クハサ、開空度	33.1	1.92
10 材伐り、相対照度、エゾコトコ	33.1	1.93
11 材伐り、相対照度、クハサ、アキタブキ、ホタル	33.1	1.96

※統計解析は一般化線形モデル(glm)を用い、ヤナギ再萌芽の有無を二項分布に従う応答変数、各環境因子を説明変数とした。変数選択は総当たり法により AIC が最小となる組み合わせ(最適モデル)を抽出した。また、最適モデルと同等とされる $\Delta AIC < 2$ のモデルも示した。

AIC: モデルの当てはまり度を表す統計量

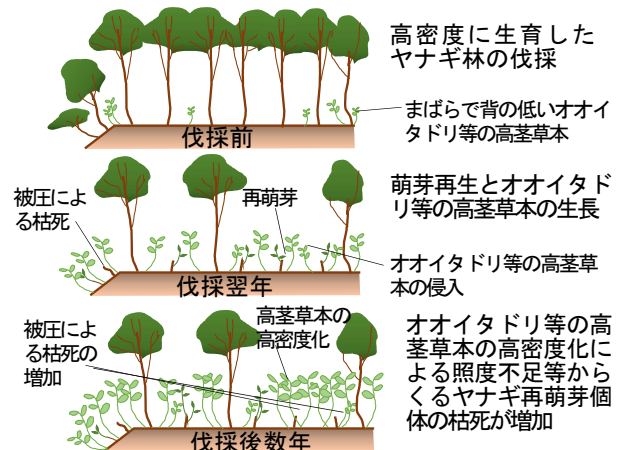


図 3-4 オオイタドリによる伐株の萌芽抑制概念図

4. 留萌川における草本による再樹林化抑制効果

(1) 調査目的

オオイタドリ等の高茎草本による抑制効果を検証するため、留萌川の草本群落の優占区間において、ヤナギ類の生育が抑制されている要因についての現地調査及び解析を行った。

(2) 調査方法

a) 対象箇所

調査箇所は、中流～上流部の KP5.8～KP22.0 の区間において、ヤナギが侵入していない草本群落が分布する箇所とヤナギ林が分布する箇所を対象に、合計 10 カ所の断面調査区を設定して群落ごとに合計 27 地点の詳細な環境因子を取得する調査区を設定した。

b) 現地調査方法

現地調査は各断面において群落の分布範囲を計測し、群落区分毎に 2×2m の方形区を設定して出現種と被度(%), 群落の高さ、土性⁴⁾、有機物及び腐食層(O 層及び A 層)の深さ⁵⁾、土壤水分(飽和体積含水率(%))及び相対照度を計測した。

c) 統計解析

現地調査結果については、ヤナギ類の生育阻害に係る環境要因を把握するため、統計解析により、ヤナギ類の生育の有無と草本類の被度、相対照度等の関係を解析した。これによりヤナギ類の生育に影響を及ぼす環境因子を抽出した。

(3) 調査結果と樹木抑制効果の要因

統計解析の結果を表 4-1 に示す。統計解析結果では、ヤナギ類の有無に影響を及ぼすとされる最適変数の組み合わせとして、オオイタドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、クマイザサが抽出された。変数選択の基準を満足する組み合わせでは、オオイタドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、クマイザサ、オオアワダチソウ、オオヨモギ及びオニシモツケが選ばれたが、ほとんどのモデルにオオイタドリ、相対照度、アキタブキが含まれた。

したがって、留萌川におけるヤナギ林の分布に係る環境要因は、統計解析結果により、オオイタドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、クマイザサとなった。

なお、ヨシ及びクマイザサはオオイタドリと同様の関連性を示すことから、環境要因に含むものとする。このうち、相対照度、オオイタドリ、アキタブキについてヤナギの有無と各因子の関連性について図4-1～3に示す。相対照度はその値が高くなるとヤナギの生育が増え、約10%を下回るとヤナギの生育が減少した。また、オオイタドリの被度が高くなるとヤナギの生育が減少し、アキタブキの被度が高くなるとヤナギの生育が増加した。

これらのことから、留萌川においては、オオイタドリ等の高茎草本が高密度に生育すると、日当たりの良い環境を好むヤナギの稚樹や伐株からの萌芽が抑制されていると推察される。また、アキタブキ等の比較的生育高が高くない種が生育する場所では、萌芽や樹幹を草本より高く伸ばすことで日光の確保が可能のため、ヤナギ類が生育できると考えられる。

表 4-1 留萌川河道内におけるヤナギ類の分布と環境要因に関する統計解析によるモデル選択の結果

モデル	AIC	ΔAIC
1 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、クマイザサ	41.4	0.00
2 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ	42.3	0.85
3 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、クマイザサ、 材ワダチク	42.5	1.06
4 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、材ワダチク、 木シヅク	42.9	1.50
5 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、クマイザサ、 材ワダチク	43.1	1.67
6 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、材ワダチク	43.2	1.76
7 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、材ワダチク	43.3	1.85
8 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、材ワダチク、 木シヅク	43.3	1.86
9 材外ドリ、相対照度、アキタブキ、ヨシ、木シヅク	43.3	1.88
10 材外ドリ、相対照度	43.4	1.93
11 材外ドリ、相対照度、木シヅク	43.4	1.96

※統計解析は一般化線形モデル(glm)を用い、ヤナギ再萌芽の有無を二項分布に従う応答変数、各環境因子を説明変数とした。変数選択は総当たり法によりAICが最小となる組み合わせ(最適モデル)を抽出した。また、最適モデルと同等とされる $\Delta AIC < 2$ のモデルも示した。

AIC：モデルの当てはまり度を表す統計量

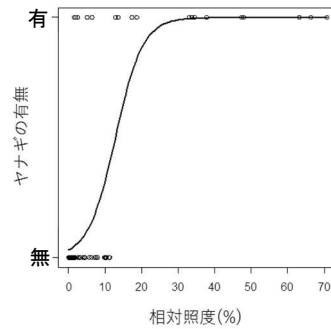


図 4-1 相対照度とヤナギの生育の有無

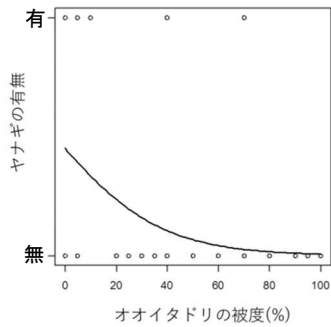


図 4-2 オオイタドリの被度とヤナギの生育の有無

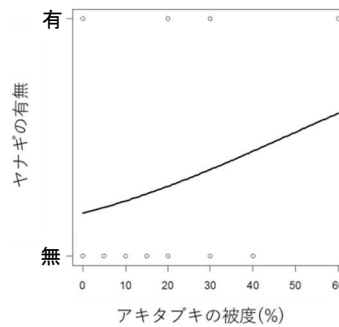


図 4-3 アキタブキの被度とヤナギの生育の有無



写真 4-1 オオイタドリ群落の外観とその下部

※スケールの高さは3mで下部の照度は低く薄暗い

5. まとめと課題

これまでの調査・検討結果を以下のとおり整理した。

- KP4.2-10.2の区間では、河道掘削及び河道内樹木の伐採により流下能力を確保する。
- KP10.2より上流の区間では、河道内樹木の伐採により流下能力を確保する。
- 再萌芽の抑制には、2回伐採と間伐が有効
- オオイタドリ、ヨシ、クマイザサ等による高茎草本群落は、群落内の照度を下げることによりヤナギ類の生育を阻害することから、河道内における樹林化抑制効果が期待できる。
- 再萌芽抑制対策を実施した場合、再樹林化の速度を抑制できるため、初期コストは対策を講じない場合より高くなるが、長期的視点からは管理頻度を低減できることから、その後の維持管理コストを減らす効果がある。

以上の結果をもとに、再樹林化抑制対策を適用した整備計画河道を設定した（図5-1）。

なお、樹林化抑制対策としては、以下の内容を適用した。

- 樹木管理区間：『2回伐採』及び『草本による抑制対策』を適用し、現況の草本群落の生長・繁茂による樹林化抑制効果を促す。
- 河道掘削区間：掘削面に新たなヤナギ類の侵入が想定されるため、初期段階で草本の形跡を促す方法（ヨシ等の植栽）について、今後調査・試験を行い評価していく。

なお、現地調査結果の解析によりオオイタドリ、ヨシ、クマイザサ等の草本の分布と環境因子の関連について予察的な解析を行っているが、今後モニタリングを実施し、管理伐採及び草本群落の生長・繁茂による樹林化抑制効果の知見を蓄積するとともに、妥当性の検証を行う予定である。

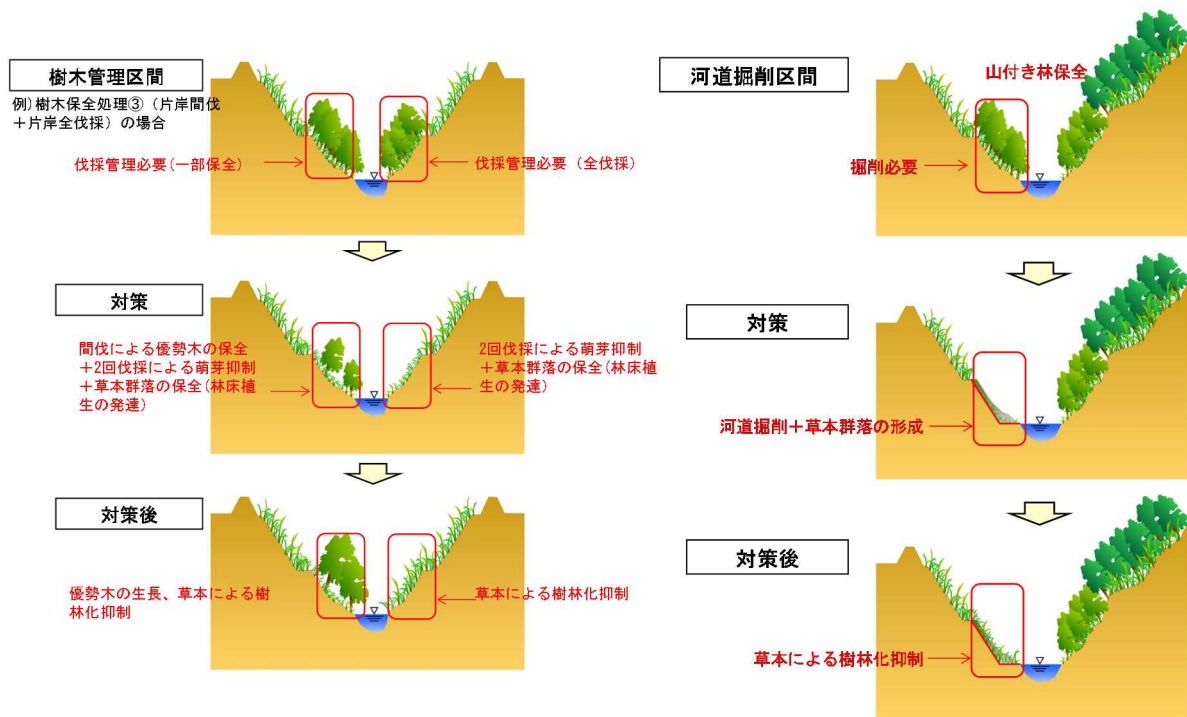


図5-1 再樹林化抑制対策を適用した整備計画河道

参考文献

- 1) 島秀樹、渡邊康玄、野上毅、坂井一浩、吉井厚志(2001)河畔林の管理伐採後の形状変化に関する調査報告,河川技術論文集,第7巻
- 2) 本局建設部(1998)河道内植生の計画と適正管理に関する研究,平成10年度北海道開発局技術研究発表会
- 3) Dobson A.J. (1990) An Introduction to Generalized Linear Models, London: Chapman and Hall
- 4) 土壤環境分析法編集委員会(1997)土壤環境分析法,博友社,東京
- 5) 久馬一剛、佐久間敏雄、庄子貞雄、鈴木皓、服部勉、三土正則、和田光史(1993)土壤の事典,朝倉書店,東京