

河道内樹林化抑制対策モニタリング調査 — 奈井江試験地におけるモニタリング調査結果（中間報告） —

札幌開発建設部 河川計画課 ○土師 健吾
札幌開発建設部 河川計画課 渡邊 信明
札幌開発建設部 河川計画課 桑村 貴志

河道内樹木は、多様な河川環境を形成する上で重要な要素である一方、洪水の安全な流下に支障とならないよう適切に管理する必要があり、今日特にヤナギ類の樹林化抑制対策の技術開発が求められているところである。

本研究は、平成23年にとりまとめられた「樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)」¹⁾の樹林化抑制対策手法の効果を検証することを目的として、同ガイドラインの考え方にに基づき河道掘削を行った石狩川の奈井江試験地におけるモニタリング調査の結果について、中間報告を行うものである。

キーワード：樹林化抑制、河道計画手法、自然環境、基礎技術

1. はじめに

河道内樹木は、河川環境上の重要な要素であるが、洪水疎通能力の確保のため、樹木群を適切に管理する必要がある。特に、河道掘削により河積を拡大した部分では、掘削面にヤナギ類が過度に繁茂しないよう、樹林化を抑制する技術の確立が求められているところである。

ヤナギ類による樹林化を抑制し、低コストで効果的な河川管理を実現することを目的に、平成23年3月、北海道開発局と寒地土木研究所によって「樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)」¹⁾がとりまとめられた。同ガイドラインでは、河道掘削後の掘削面において、ヤナギ類の種子散布時期（融雪期）にできるだけ冠水させること、草本を繁茂させることで、ヤナギ類の樹林化を抑制する手法が提案されている。

本研究では、同ガイドラインの考え方にに基づき河道掘削を行った石狩川の奈井江試験地におけるモニタリング調査の結果について中間報告を行う。

本研究でもこれらのヤナギ類を対象とする。

ヤナギ類の種子散布は、母樹から直接風によって運ばれる1次散布、水面に漂着してから水上を漂流する2次散布の2形態からなる。中州や河岸への定着は、主に後者の2次散布の定着タイプと考えられる。

ヤナギ類の種子散布時期は、図-1に示すように種によって多少のずれがあるが、多くの種が融雪出水ピークとなる5月下旬から6月中旬にかけて集中する特徴がある。

また、ヤナギ各種の生育分布域は、図-2に示すように、河岸部や砂州など種子着床部の土壌・土性環境に大きく依存しており、奈井江試験地が位置する中間帯では、オノエヤナギの優占度が高い特徴がある。

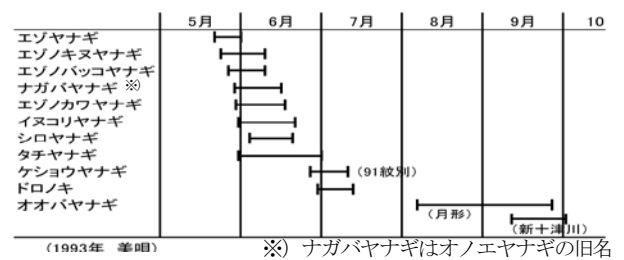


図-1 ヤナギ類の種子散布時期²⁾

2. ガイドラインにおける樹林化抑制対策の考え方

(1) 対象とするヤナギ類の特性

北海道、東北など寒冷地河川とされる河道内は、ヤナギ類が優占する河畔林が形成されている。寒冷地河川においてヤナギ類が発達する要因は、融雪出水に合わせた種子散布等、ヤナギ類の生育特性と密接な関係を持つ。道内に生息する主なヤナギ類は図-1に示すとおりであり、

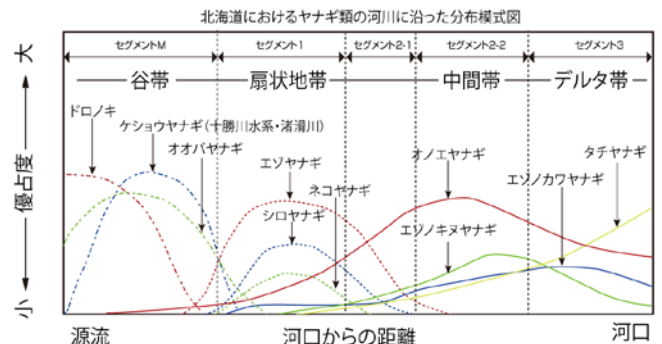


図-2 ヤナギ類の縦断分布模式図³⁾

(2) 冠水による抑制対策の考え方

図-3に示すように、ヤナギ類は、種子散布時期に掘削面が常に冠水していれば、種子の着床が困難であるという特性を持つ。冠水による抑制対策とは、この特性に着目し、種子散布時期に掘削面が冠水するような高さで掘削することで、ヤナギ類の着床を防ぎ、樹林化抑制を図るものである。

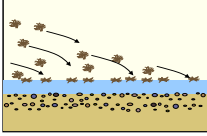

考え方	ヤナギ類の特性	イメージ写真
冠水による抑制対策	 <p>種子散布時に裸地面が冠水していればヤナギ類の種子は着床できない。</p>	 <p>水面に落下したヤナギ類の種子 (天塩川 5月)</p>

図-3 冠水による抑制対策の考え方¹⁾

(3) 草本による抑制対策の考え方

図-4に示すように、ヤナギ類は、種子散布時期に掘削面が他の植生群落によって既に優占されていれば、種子は着床しても十分な日照を得られないため生育せず、淘汰されるという特性を持つ。草本による抑制対策とは、この特性に着目し、河道掘削後の掘削面において早急にヨシ等の草本を優占させることで、ヤナギ類の樹林化抑制を図る対策である。

なお、ヤナギ類は樹木群となり河川の流下阻害や流木発生源となるのに対し、ヨシ等の草本群落は出水時には流れに沿って倒伏することから、流下阻害や流木発生源となる可能性は低い。

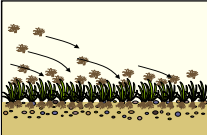

考え方	ヤナギ類の特性	イメージ写真
草本による抑制対策	 <p>ヨシ等、他の植生群落が既に優占している箇所では、ヤナギ類の種子は着床しにくく、着床しても淘汰されやすい。</p>	 <p>河川敷に優占して繁茂したヨシ群落 (石狩川 10月)</p>

図-4 草本による抑制対策の考え方¹⁾

3. 奈井江試験地の概要

(1) 試験地設置概要

奈井江試験地は、石狩川中流部に位置し、図-5、図-6に示すように、奈井江大橋水位観測所 (KP76.8) の下流において、平成21年3月に中比高区を、平成22年3月に低比高区を造成した。

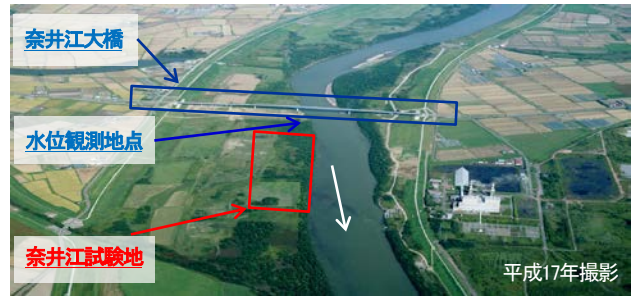


図-5 奈井江試験地の位置

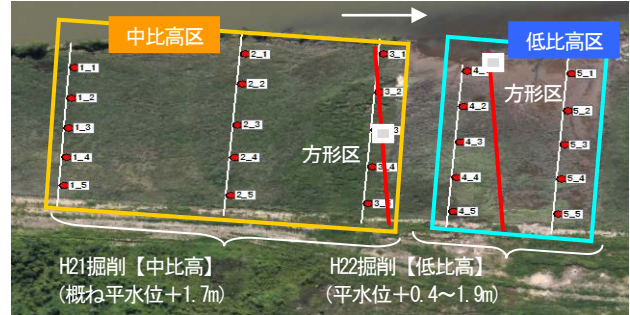


図-6 奈井江試験地の平面図

試験地造成にあたっては、冠水頻度の違いによるヤナギ類の樹林化傾向を調査することを目的とし、表-7に示す奈井江大橋水位観測所における10カ年平均の平水位から年最大水位の範囲で、図-8、図-9に示すように、中比高区では概ね平水位+1.7mの高さになるよう平坦に掘削を行い、低比高区では平水位+0.4~+1.9mの高さになるよう斜面状に掘削を行った。

なお、奈井江大橋水位観測所と奈井江試験地における水位差は、表-10に示すように10cm未満と軽微なことから、奈井江大橋水位観測所における観測水位を試験地の水位として扱うこととした。

表-7 奈井江大橋観測所における10カ年平均水位

奈井江大橋観測所の10カ年平均 (H12-H21)	
年最大水位	14.30m
豊水位	9.43m
平水位	8.98m
低水位	8.74m
渇水位	8.56m
平均水位	9.26m

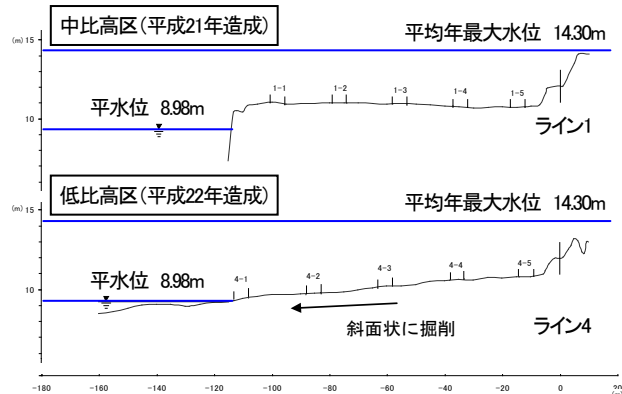


図-8 奈井江試験地造成直後の各比高区における横断面図

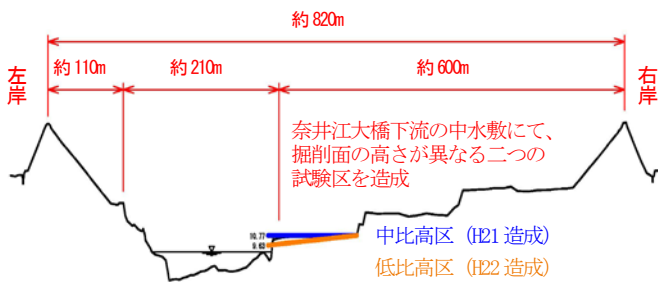


図-9 KP76.5地点の横断面図と各比高区の横断面の重ね図

表-10 奈井江大橋観測所と奈井江試験地の水位差

	奈井江大橋水位観測所との水位差 (m)	奈井江大橋水位観測所からの距離 (m)	100 m あたり水位低下 (m)
低比高区	0.091	360	0.025
中比高区	0.079	308	0.025

(2) モニタリング期間における流況

奈井江大橋水位観測所における、平成21年から平成26年までの4月から7月の水位変化を図-11に示す。いずれの年においても、4月から5月にかけて融雪出水が発生しており、頻度は違えど奈井江試験地は冠水している。

また、平成23年9月には、奈井江大橋水位観測所における最高水位が17.5mに達する出水が発生している。

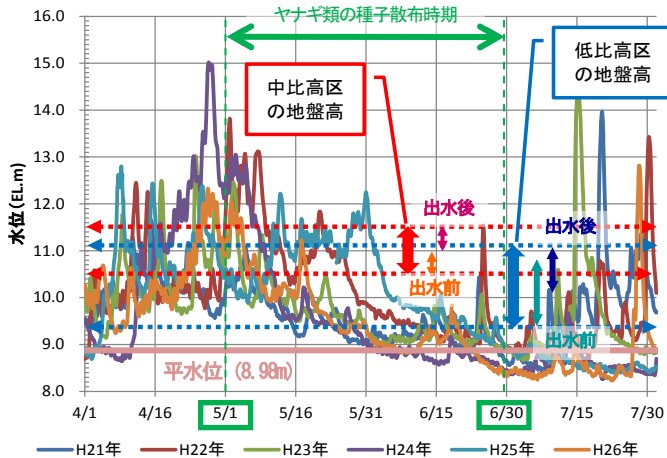


図-11 奈井江大橋水位観測所での水位変化

(3) 試験地造成後の地形変化

図-12、図-13は、図-6における赤線上の各横断面の重ね図である。試験地造成後の平成23年9月に発生した出水により、図-12、図-13に示すように、低比高区で最大1.2m程度、中比高区で最大1m程度の土砂堆積が発生した。特に低比高区では、試験区の約2/3の面積が標高11m程度まで埋まり、斜面状であった試験地が平坦化した。また、出水後も低比高区と中比高区の両方で、数10cm単位の土砂堆積が緩やかに進行している。

なお、図-12、図-13に示す地点①～④は、横断面における高水敷の端点からそれぞれ120m、100m、80m、50mの地点をさす。これらの地点については、今後の報告および考察において活用する。

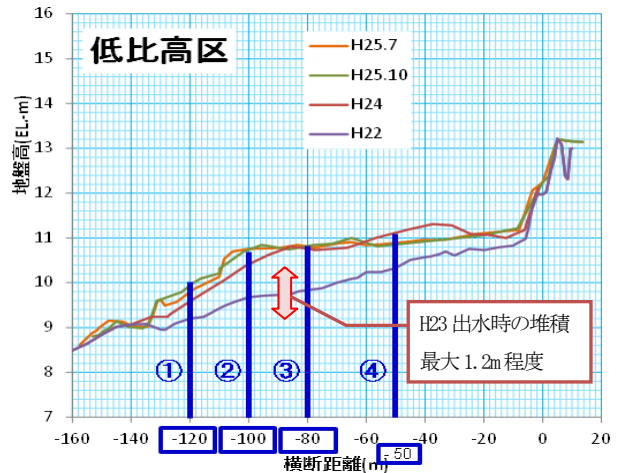


図-12 低比高区における横断面の経年変化図

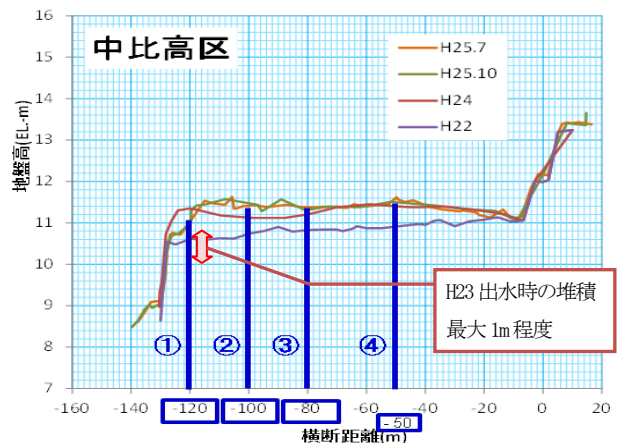


図-13 中比高区における横断面の経年変化図

4. モニタリング調査結果の中間報告

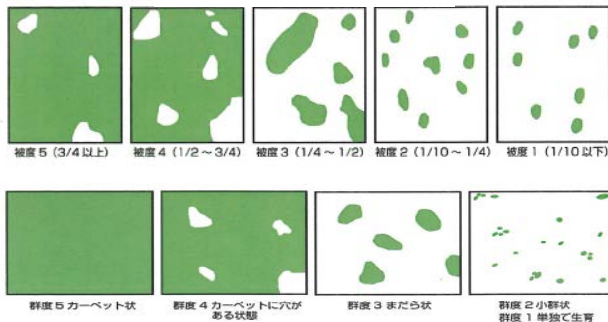
(1) 調査の概要

試験区における樹木や草本の地被状況の変化を把握するため、平成21年、22年、24年、26年の計4回、植生断面調査（中比高区、低比高区で各1ライン設定）、方形区調査（群落組成調査。中比高区、低比高区で各1箇所設定）によるモニタリング調査を実施した。

方形区調査（群落組成調査）とは、ブラウン-ブランケ法を採用し、調査範囲内に存在する植物群落ごとに方形区を設置して、方形区内で確認された植物種について、図-14に示すような階層構造ごとの各植物種の被度・群度等を記録する調査である。被度とは方形区内でそれぞれの種が地上を覆う割合をさし、群度とは方形区内でそれぞれの種がどのように配布されているかという集合の度合を示すもので、被度の大小とは関係なく個体の配分状態のみが対象となる。



(a) 階層構造模式図



(b) 被度・群度の指標

図-14 方形区調査（群落組成調査）における各調査項目

(2) 低比高区における調査結果

低比高区では平成23年出水の土砂堆積によって植生状況が大きく変化し、ヤナギ類の侵入・成長が進んだことが確認された。

図-15、図-16に示すように、平成23年出水前の掘削後1年目の調査では、傾斜状に掘削された試験区において、地点①、②などの水際に近い箇所ではヤナギ類の定着は確認されなかった。一方で、地点④などの水際から離れ



図-15 低比高区における試験区の植生変化状況

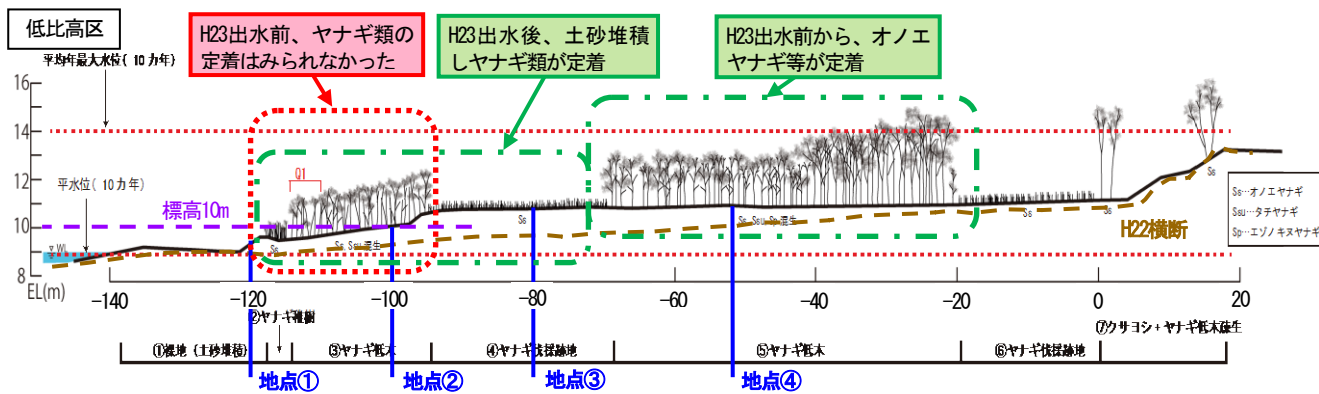


図-16 低比高区における植生断面図（平成26年調査）

た比高が高い箇所では、オノエヤナギを中心にヤナギ類の定着が確認された。

しかし、平成23年出水によって土砂堆積が生じたことにより、特に地点①、②などの水際部における水面からの比高が上昇した箇所において、翌年の平成24年以降ヤナギ類の新たな侵入・成長が確認された。一方で、地点④などの水際から離れた箇所では、依然としてヤナギ類が繁茂しており、一部では低木層から亜高木層への移行が確認された。

(3) 中比高区における調査結果

中比高区では平成23年出水による植生状況の大きな変化は確認されなかったが、土砂堆積が進んだ水際部ではヤナギ類の定着が確認された。

図-17、図-18に示すように、平成23年出水前の掘削後1年目の調査では、オオイヌタデやタイヌビエ等の一年性草本が侵入する未発達な箇所では、ヤナギ類の稚樹が確認されたが、掘削地のほぼ全面では多年生草本のクサヨシ等が優占していた。掘削後2年目の調査では、一年性草本のオオイヌタデやタイヌビエ等は確認されず、依然として多年生草本のクサヨシが優占しており、被度・群度が5レベルの箇所も確認された。

平成23年出水による土砂堆積後も、散在するヤナギ類の一部では低木層から亜高木層への移行がみられたが、引き続きクサヨシ等の草本が中比高区全体で密生している状況が確認された。一方で、地点①などの水際に近い箇所では、土砂堆積のあった箇所においてヤナギ類の新たな定着が確認された。



図-17 中比高区における試験区の植生変化状況

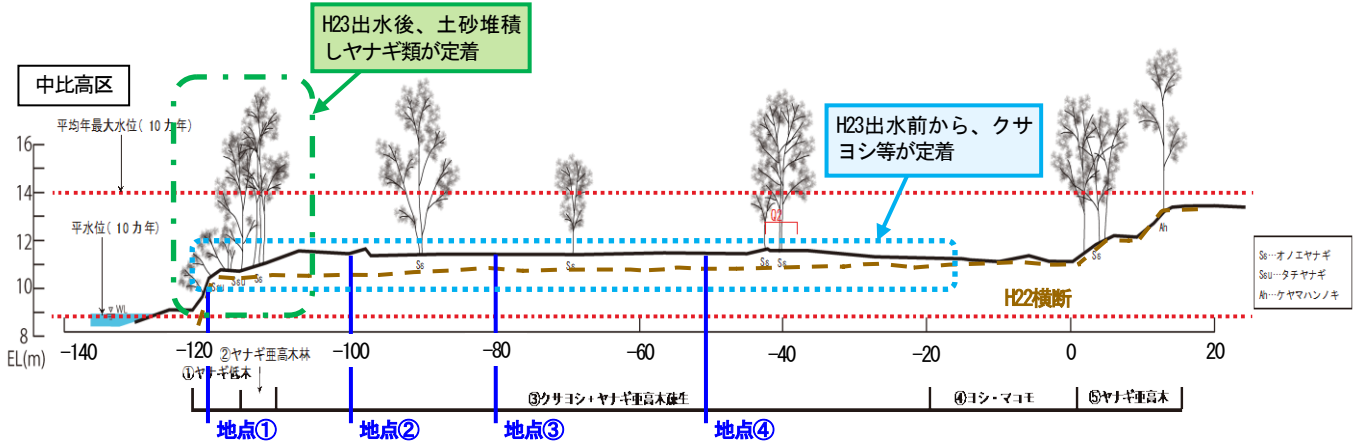


図-18 中比高区における植生断面図（平成26年調査）

5. 樹林化抑制対策の効果についての考察

(1) 冠水による抑制対策（低比高区）

ヤナギ類の種子散布時期における冠水頻度と、樹林化の関係について考察を行う。表-19は、図-12、図-13に示す地点①～④ごとに、ヤナギ類の種子散布時期（5、6月）における冠水日数を示したものである。また、各比高区における方形区調査でのヤナギの定着状況について、表-20に示す。

平成23年出水前の低比高区における方形区調査では、ヤナギ類の定着は確認されず、表-19に示すように、標高10m以下の箇所では40日～60日程度、標高10m以上の箇所では20日～30日程度の冠水日数となっていた。しかし、平成23年出水により特に低比高区の水際部において土砂堆積が生じると、図-16、表-20に示すように、オノエヤナギを中心にヤナギ類の個体数が大幅に増加している。

平成23年出水後は、地点①～④の全てで冠水日数が減少していることから、冠水頻度の減少がヤナギ類の個体数の増加をもたらした可能性が高い。標高10m以下の箇所においては、出水後も当初と同等の冠水日数が維持されれば、樹林化を抑制できた可能性がある。

また、図-21のように死水域となっている箇所においては、ヤナギ類が一度定着すると土砂堆積が進行しやすく、ヤナギ類の樹林化がさらに進行する傾向にある。このような箇所においては、冠水頻度を確保するだけでなく、比較的小さな出水等によっても水際部での攪乱が発生する状態を維持することも重要となる。

なお、オノエヤナギが多く定着した要因については、図-22に示すように、オノエヤナギの種子散布時期が5月末から6月にかけてと融雪期のピークより遅く、種子が定着しやすい条件となっていたことが考えられる。

(2) 草本による抑制対策（中比高区）

一方で、中比高区における方形区調査では、表-19に示すように、掘削後から平成23年出水までの間10日～20日程度とあまり冠水しておらず、平成23年出水後も土砂堆積によって冠水日数が10日以下にまで減少しているにもかかわらず、掘削直後からクサヨシ等の草本が密生しており、表-20に示すように、ヤナギ類の個体数の増加はほとんど確認されなかった。平成23年出水で土砂堆積した後も、図-23のようにクサヨシ等の草本が密生した状態が維持されている。

冠水頻度が少なかったにもかかわらず、ヤナギ類の個体数の増加が確認されなかった要因は、早期に草本による優占が図られ、ヤナギ類が育成せず淘汰されたためと考えられる。掘削直後からクサヨシ等の侵入がみられた要因は、現時点では明らかではなく今後調査が必要であるが、試験地造成直後の裸地土壌中に含まれたクサヨシ等の埋土種子がヤナギ種子より先に発芽し、表面を覆ったことが要因のひとつとして考えられる。

なお、散在するヤナギ類については、一部では低木層から亜高木層への移行が確認されており、今後高木林化が懸念されるため、適切な伐採時期および頻度を見極めていく必要がある。

表-19 冠水日数の変化

低比高区								
	地点①		地点②		地点③		地点④	
	冠水日数	標高(m)	冠水日数	標高(m)	冠水日数	標高(m)	冠水日数	標高(m)
H22	59	9.0	40	9.5	29	10.0	25	10.5
冠水日数多い H23出水発生 出水後、冠水日数減少								
H24	20	9.5	10	10.5	8	11.0	8	11.0
H25	33	10.0	18	11.0	18	11.0	18	11.0
中比高区								
	地点①		地点②		地点③		地点④	
	冠水日数	標高(m)	冠水日数	標高(m)	冠水日数	標高(m)	冠水日数	標高(m)
H22	25	10.5	15	11.0	15	11.0	15	11.0
出水前後を通して、H23出水発生 ほとんど冠水せず								
H24	7	11.5	8	11.0	8	11.0	7	11.5
H25	6	11.5	6	11.5	6	11.5	6	11.5

※ヤナギの種子散布時期（5、6月）における冠水日数は、奈井江大橋地点での水位観測値から想定したおおよその値。



図-23 中比高区の草本被覆状況（平成26年撮影）

6. 今後に向けて

奈井江試験地におけるモニタリング調査によって、平成23年出水前の低比高区の水際部では、ヤナギ類の種子散布時期（5月、6月）に冠水することで、樹林化を抑制する効果が確認された。中比高区では、掘削直後からクサヨシ等の草本が密生することで、樹林化を抑制する効果が確認された。

しかし、冠水による樹林化抑制を図った場合、掘削面の敷高を平水位程度まで下げることから、出水時に土砂堆積が生じやすく、土砂堆積後の冠水頻度の減少に伴い樹林化が進行することが危惧される。

また、草本による樹林化抑制の効果は良好であったが、平成23年出水時に土砂堆積が生じた水際部では、ヤナギ類の侵入が確認された。これらのヤナギ類が淘汰されぬまま成長した場合、水際部から草本が後退し、徐々にヤナギ類の樹木群が拡大することも考えられ、引き続きモニタリングを継続する必要がある。

なお、本試験地は低水路を局部的に拡幅したため、死水域が発生するなど特に土砂堆積が生じやすい形状であったが、実際の河川改修（河道掘削）においては極力河道内に土砂堆積が生じない形状とすることが、今後の課題となる。加えて、土砂堆積が生じやすい本試験地の規模では、高い冠水頻度を維持した条件での樹林化抑制対策の検証には限界があることから、来年度以降新たに低水路掘削や土取用掘削が行われる機会を活用し、樹林化抑制対策の検証を行っていく必要がある。

参考文献

- 国土交通省 北海道開発局、(独) 土木研究所寒地土木研究所 (2011) 樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン (案)
- 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」
- 新山 馨 (1995) ヤナギ科植物の生活史特性と河川環境 日本生態学会誌 45 : 301-306

表-20 方形区（5m×5m）内のヤナギの定着状況の変化

調査年	低比高区		中比高区	
	個体数 平均値	樹高(cm) 平均値	個体数 平均値	樹高(cm) 平均値
H21	—	—	10	13
H22	0	0	25	70
H23出水発生				
H24	513	48	3	330
H26	150	161	3	510

<低比高区> 出水直後に急激に増加
<中比高区> 掘削当初から少ない個体数

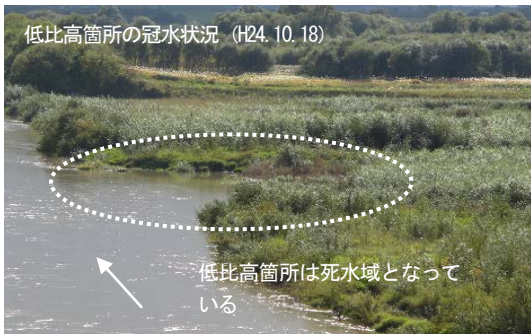


図-21 低比高区における死水域（平成24年撮影）

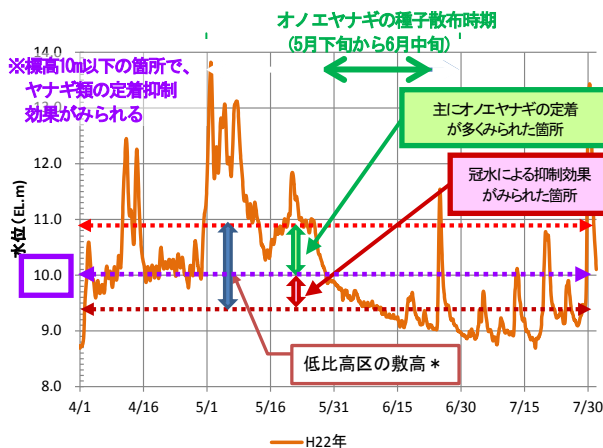


図-22 低比高区掘削後敷高と融雪期水位（平成22年）