

木酢液塗布による再樹林化抑制試験の 取組状況について

札幌開発建設部岩見沢河川事務所 ○西田 侑希

西前 駿太郎

山本 貴久

現在、岩見沢河川事務所では河道内のヤナギ等の樹木伐採を実施しているが、伐採後の切株が萌芽することで、流下阻害等の原因となる河道内の再樹林化が問題となっている。

本報は、伐採箇所に対する、萌芽抑制のための木酢液塗布について、取組状況の整理と今後の改善に向けた方針を報告する。

キーワード：維持・管理、再樹林化、木酢液

1. はじめに

河道内に繁茂する樹木は、洪水等による流下阻害が懸念される問題から、河川整備計画を踏まえ定期的に伐採が行われている。また、平成 30 年 7 月豪雨の被害を踏まえ、「防災・減災、国土強靱化のための 3 か年緊急対策」として、全国約 2340 河川で樹木伐採及び河道掘削が重点的に実施されている。

北海道において、河岸や河道内に生育する樹木の大部分を占める樹種は、オノエヤナギ (*Salix udensis*)、エゾノキヌヤナギ (*S. schwerinii*)、タチヤナギ (*S. triandra*) に代表されるヤナギ類である¹⁾。これらヤナギ類は、河川の攪乱環境に適応した樹種であり、攪乱による破壊・埋没等の物理的負荷はヤナギ類ライフサイクルの一環であるため、再生・繁殖によりその個体及び個体群を存続・維持する生態的特徴を有する。そのため、攪乱・伐採等の物理的破壊現象から状況によっては僅か 1 年程度で 2m 程度成長²⁾ し、状況によっては 3m を越える場合もあり、驚異的な生命力・再生能力をみせる。

以上の背景により、伐採後の切株等から再生した萌芽による再繁茂にて河道内が再樹林化することが問題となっている^{3) 4) 5)}。河道内を効率的に維持管理する観点から、ライフサイクルコストを踏まえ、効果的な対策方法による治水及び維持管理コスト縮減が重要な課題となっている。

岩見沢河川事務所では、管内の樹木伐採箇所に対して、再樹林化を抑制する取組を令和元年度（2019 年度）より試験的に実施^{6) 7)}している。本稿では、その取組状況の整理と取組状況を踏まえた今後の改善に向けた方針を報告する。

2. 取組の概要

2.1 木酢液塗布の効果・検証

伐採後の除根の施工・運搬・破碎処分等の処理費用は伐採工事の約 4~6 割を占め⁸⁾、施工性についても中小河川では制約条件が多く、課題となっている。そこで、既往事例^{9) 10)}を参考にコスト・施工性・安全性に優れた伐採後の切株への木酢液塗布による抑制効果に着目し、効果検証の試験を行った。

木酢液は酢酸・フェノール類・ホルムアルデヒド等を主成分¹¹⁾とした強酸性の液体で、木材等の自然由来の素材より製造され、一般に市販・流通しており、除草剤等の薬剤より環境負荷が低い等、安全性に関しては既往研究にて検証^{9) 11)}されている。しかしながら、切株への塗布等による枯死及び萌芽抑制効果に関する既往報告等の事例は少なく、効果に対する十分な検証がなされていないのが現状である。本取組では、管内の資源を循環活用できる点から、河川協力団体「山のない北村の輝き」が管内の河川敷地の倒木を炭焼きして得られた木酢液を活用し、試験を実施した。なお、本品の成分分析による安全性確認等は既往報告⁶⁾にて検証している。

【木酢液の利点】

- ◆ 容易かつ安価に入手可能で、塗布による施工性も優れる。
- ◆ 自然由来の製品であるため、萌芽抑制等に用いられる除草剤グリホサートカリウム塩等の薬剤¹²⁾と比較し自然環境への影響・負荷が小さい。
- ◆ 地域の木酢液生産を活用した地域協働や地産地

消の取組が期待できる。

【課題・考慮すべき点】

- ◆ 伐採樹木への萌芽抑制効果等について、既往試験等の報告事例が少なく、検証結果が不十分である。
- ◆ 科学的知見に基づいた有効成分や効果発現のプロセスが解明されていない。
- ◆ 製品により成分・濃度等が一定ではなく、バラツキが大きい。
- ◆ 河川協力団体「山の無い北村の輝き」による木酢液製造は営利目的ではないため、安定供給に課題がある。

2.2 試験方法

試験は管内の樹木伐採箇所で行われ、令和元年伐採1箇所、令和2年度伐採3箇所の計4箇所（表-1）で実施した。試験は塗布のタイミングや再繁茂状況を踏まえ、以下の4ケースにて検証を行った。塗布方法は、木酢液を切株の切り口上面と切り口側面の外皮に刷毛で2回塗布している。なお、枯死の判定は以下のどれか又は複数該当するものを判断基準とした。①萌芽が発生していない。②樹皮が枯れ剥離し、手で容易に剥がせる。③切株に腐朽菌等が発生し分解が進行し、生きた葉・枝及び樹皮等の組織が確認できない。

- ケース1 伐採→萌芽除去→木酢液塗布
- ケース2 伐採→萌芽残し→木酢液塗布
- ケース3 伐採→再繁茂なし→木酢液塗布
- ケース4 伐採→直後に木酢液塗布

表-1 試験実施状況一覧

対象河川	距離標	伐採年	試験パターン
幾春別川	KP8.5右岸	R1年7月	ケース1~4
	KP29.0左岸周辺	R2年9月	ケース1、4
旧美唄川	KP6.5右岸	R2年12月	ケース4
第二幹川	KP1.5~KP4.0両岸	R2年2月	ケース1

3. 令和元年度伐採箇所の検証結果

3.1 幾春別川 KP8.5 右岸試験結果

ケース1は枯死率が9割を越えたが、木酢液の効果と萌芽除去による効果及びその相乗効果が判断できないため、追加検証の必要性が生じた。ケース2は塗布及び未塗布の比較でやや差がみられたが、明確な抑制効果は認められなかった。ケース3は塗布・未塗布による差は認められなかった。これは、伐採後に萌芽が発生しないほど伐採時にダメージを受け、樹勢の弱い個体であり、木酢液の効果ではない可能性が推定された。ケース4はサンプル数が2本のみであったため、再検証の必要性があった。ま

た、令和元年度伐採木217本のうち、木酢液を塗布しない未処理の状態でも6割程度の個体で萌芽の発生が認められなかったことから、7月の夏季伐採が影響している⁵⁾可能性も考えられた。なお、木酢液塗布の効果は時間経過により発現し、枯死率が上昇する可能性も考えられるため、複数年のモニタリングによる検証が必要である。

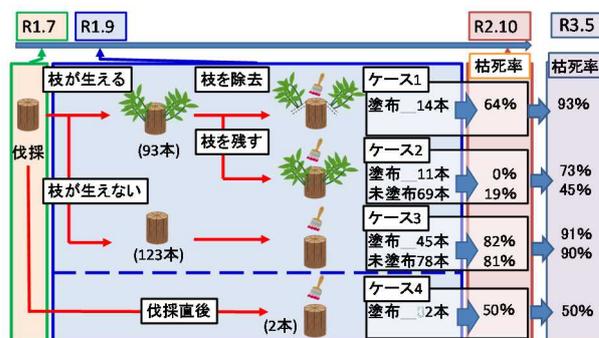


図-1 幾春別川 KP8.5 右岸試験箇所の枯死率

3.2 試験の改善・留意点

以上の令和元年度伐採箇所の試験結果から、令和2年度伐採箇所を対象として抑制対策の試験としてケース1及びケース4を検証対象とし、追加試験による検証を行った。試験の改善点として、令和元年度伐採の試験は未塗布の比較対照個体、数量等の設定が適切ではなかったため、令和2年度伐採箇所においては比較対照の明確化やバイアスの除去を目的として、試験個体数の確保、サンプル個体の大きさや健全性を精査の上、比較対照の設定等について試験木個体を選定・設定した。

4. 令和2年度伐採箇所の試験結果

4.1 令和2年度伐採箇所における試験の概要

令和元年度試験の改善点を踏まえ、試験対象を表-2に設定した。また、幾春別川 KP29.0 の伐採箇所は、ヤナギ類のほかハリエンジュが伐採対象として含まれていたため、同様に試験対象として設定を行った。また、3箇所全ての試験地において、木酢液の汎用性を検証する観点から、「山の無い北村の輝き」提供品（以下、A液と呼称）と市販品（以下、B液と呼称）についてほぼ同数の塗布を行い、効果の差を検証した。

表-2 令和2年度伐採箇所試験実施状況一覧

対象箇所 河川	ケース	対象樹種	A液塗布	B液塗布	対照 未処理
幾春別川	ケース4 (塗布のみ)	ヤナギ類	26	23	20
		ハリエンジュ	13	11	10
旧美唄川	ケース4 (塗布のみ)	ヤナギ類	19	20	20
第二幹川	ケース1 (萌芽除去 +塗布)	ヤナギ類	25	21	10

※幾春別川はケース4のデータ取得後ケース1として一部10月に刈り払いを実施した。

R1 伐採箇所の取組の課題と留意点を踏まえ、令和2年度伐採箇所の抑制対策の試験としてケース1及びケース4を試験として設定した。検証項目は枯死の確認のほか、萌芽の本数、高さの計測を行い、旧美唄川、第二幹川の試験地は参考として萌芽直径の計測を追加計測した。

4.2 幾春別川 KP29.0 左岸

幾春別川 KP29.0 左岸試験地は令和2年9月伐採、直後に木酢液を塗布、翌年の令和3年10月にモニタリングを実施した。図-2に示すように枯死率は未処理の場合10%程度に対し、A液及びB液塗布の個体は20%程度の枯死率となり、やや差が認められた。萌芽本数、萌芽の高さは図-2及び図-3に示すように塗布・未塗布で明確な差は認められなかった。A液とB液ではほぼ差は認められなかった。ハリエンジュは塗布・未塗布の全て個体が生存しており、枯死した個体はなかった。萌芽本数は差が認められず、萌芽高は塗布した個体が未塗布個体よりやや大きくなり、逆転する結果となった。本試験では、ヤナギ類は全体に木酢液塗布の有効性は僅かであり、ハリエンジュにはほぼ効果がない結果となった。

4.3 旧美唄川 KP6.5 右岸

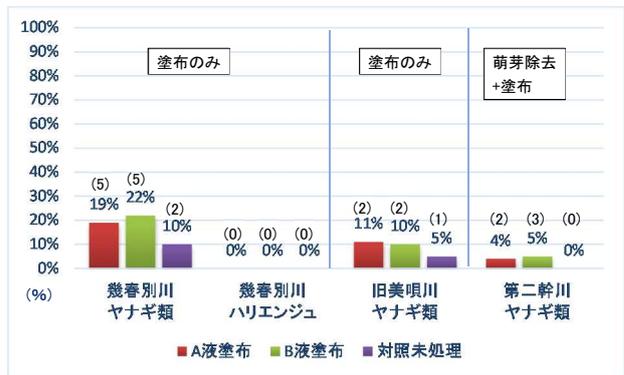
旧美唄川の試験地はR2年12月伐採、直後に木酢液塗布を実施し10月にモニタリングを実施した。図-2に示すように枯死率は未処理の場合5%程度に対し、A液及びB液塗布の個体は10%程度の枯死率で、やや差が認められた。萌芽本数、萌芽の高さでは、図-3及び図-4に示すように塗布・未塗布で明確な差は認められなかった。萌芽直径は未塗布がやや太くなる傾向がみられ差が認められた。全体にA液とB液では差は認められなかった。塗布個体は枯死率でやや優位となる結果となったが、未処理の個体でも5%割程度が枯死していたことから、木酢液の効果は僅かであった。また、A液とB液では差は認められなかった。本試験では、ヤナギ類は全体に木酢液塗布の効果は僅かであった。

4.4 第二幹川 KP1.5~4.0 両岸

第二幹川の試験地はR3年2月伐採、6月に萌芽の除去、木酢液塗布を実施し10月にモニタリングを実施した。枯死率は図-2に示すように未処理の場合全ての個体が生存に対しA液及びB液塗布の個体は3%~5%程度の枯死率であった。萌芽本数、萌芽の高さでは図-3及び図-4に示すように萌芽除去に塗布した個体と未処理の個体で差があり、未処理の個体は総じて萌芽数・高さが大きい結果であった。A液とB液では差は認められなかった。

本試験では、萌芽除去と木酢液塗布の併用で僅かに効果が認められたが、R2伐採箇所の他試験地において木酢液塗布のみで効果が認められなかったことに対し、萌芽除去と木酢液塗布を併用した当該試験地

では、枯死率、萌芽数、萌芽高で抑制傾向が認められたことから、木酢液塗布の効果ではなく萌芽除去の影響と推定される。



※()の数字は枯死本数を示す

図-2 令和2年度伐採試験地の枯死率 (%)

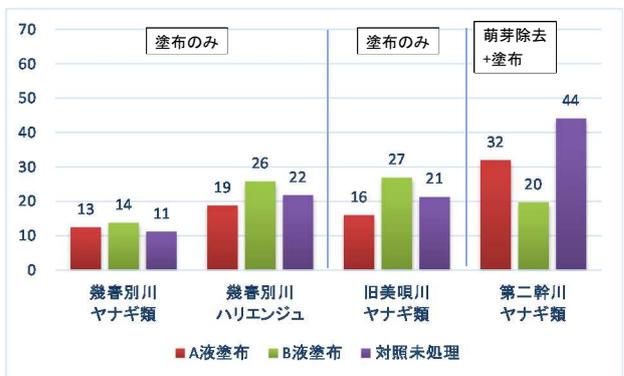


図-3 令和2年度伐採試験地の萌芽数 (平均本数)

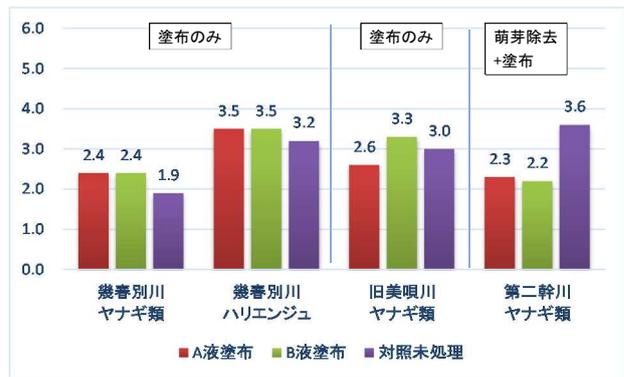


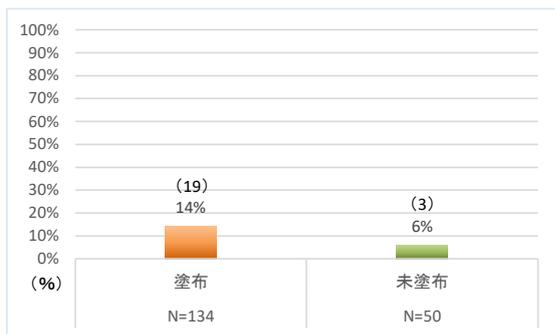
図-4 令和2年度伐採試験地の萌芽高 (平均 m)

5. 考察

5.1 木酢液塗布の有効性

試験結果から、図-5に示すようにヤナギ類の枯死率は塗布個体14%に対し未塗布は6%と効果に大きな差はみられなかった。また、ハリエンジュへの有効性は認められなかった。木酢液の効果発現は、主成分の酢酸・フェノール類・ホルムアルデヒド等

が樹木の道管・師部等の経路を介し、切断面等から根系や樹皮等の他組織に伝達し、効果を発現することが想定された。しかし本試験では明確な効果が確認されなかったことから、不定芽が発生する樹皮下等の他組織へ伝達せず、仮に伝達した場合においても範囲が限定的で微量に止まり、効果が鈍化し軽減されたと推定される。また、強酸性の物理的影響による切断面及び樹皮等の他組織への影響も期待されたが、切断面は木酢液塗布により黒色に変化し、腐朽菌の発生が多くの試験個体でみられるなど、一部で組織分解が確認されたものの、枯死や樹皮からの萌芽抑制に至らず、切断面のみ限定された現象であった。



※()の数字は枯死本数を示す

図-5 令和2年度伐採試験地における木酢液塗布・未塗布によるヤナギ類の枯死率

5.2 萌芽除去による抑制効果

第二幹川 KP1.5～4.0 両岸の試験地においては、図-6 に示すように萌芽を除去した場合は 11%の枯死率に対し、未処理は 0%であり、萌芽平均高と平均本数は萌芽除去したものは高さ及び本数の値はやや低下する傾向がみられたことから、萌芽除去により再繁茂が抑制されたと考えられる。なお、萌芽の除去を除去したものは木酢液塗布も併用しているが、物理的ダメージを与える萌芽の除去と再生による蓄積養分を損耗させ樹勢を削ぐ効果に加え、腐朽菌等の感染を促す傷つけ効果等との相乗効果が期待されたが、他の試験地と比べ併用による効果に明確な差は認められなかった。

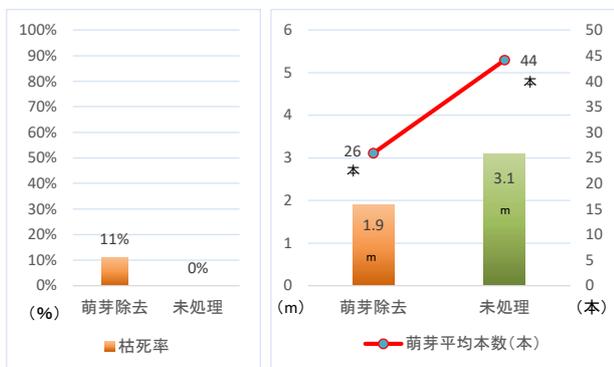
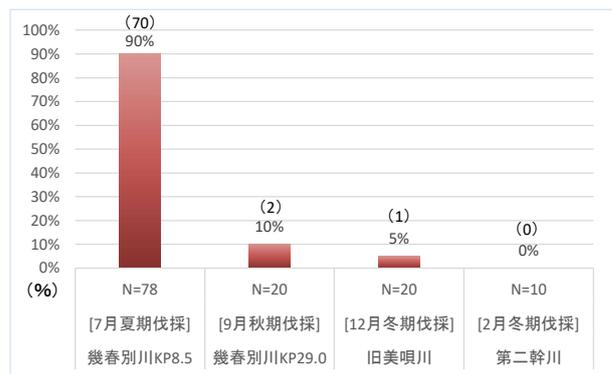


図-6 第二幹川試験地の萌芽除去と未処理の枯死率(%)、平均高(m)、平均本数(本)

5.3 伐採時期による抑制効果

幾春別川 KP8.5 の試験地においては、図-7 に示すように7月の夏期伐採の後、未処理の状態では約6割程度の個体で萌芽が発生せず、約2年経過で9割の枯死が確認されている。また、その他試験地の夏期以外における伐採は未処理の状態にて、0～10%程度と概ね低い枯死率であった。夏期は樹木が展葉・開花結実により養分蓄積が最も損耗する時期¹³⁾に相当し、萌芽再生能力が劣った状態であったことに加え、分解者である腐朽菌や微生物、昆虫の食害等が最も活発な時期と考えられ、夏季出水による物理的損傷の可能性もあることから、萌芽再生が抑制され最終的に枯死したものと推定される。



※()の数字は枯死本数を示す

図-7 伐採時期の違いによるヤナギ類の枯死率

第二幹川の試験地では、他試験地より全体に萌芽発生本数が多い傾向にあり、伐採高は平均 1.6m、最大 3.0mであった。これは2月伐採時の積雪深に起因しており、伐採の伐高が高い場合、切株の樹皮表面積が地盤付近での伐採に比べ大きくなり、不定芽からの萌芽が発生する余地を大きく残し、多数の萌芽が発生する要因となることが確認された。また、樹木の萌芽再生能力は地下部に貯蔵¹⁴⁾されている資源量に依存することが明らかにされており¹⁵⁾、生長に消費される養分の貯蔵が最も充実する冬期¹⁵⁾の伐採は萌芽再生の能力が最も高い時期に相当するため、冬期伐採が多数の萌芽発生に影響を及ぼしたと考えられる。これらの観察結果から、冬期伐採は他期より萌芽発生リスクが高いと考えられる。

以上、本試験の2事例より、再樹林化抑制の観点から、伐採時期は夏期伐採が冬期伐採より優位であると考えられる。

6. 改善と今後の方針

本取組による試験の結果から、北海道内の河道内主要樹種であるヤナギ類への木酢液塗布による萌芽抑制効果は僅かであると考えられる。一方、本取組の試験において、夏季伐採の有効性、冬期伐採による萌芽発生の不利益な要因等、伐採時に有効と考えられる留意点・改善点がみえてきた。第二幹川及び

旧美唄川の試験地では、冬期伐採で切株の伐採高が高くなり、地上部表面積が大きくなることで多数の萌芽が発生する状況が確認された。ヤナギ類は地下部の根系より萌芽が発生しない¹⁶⁾ため、地上部の伐採を可能な限り地際で行い、不定芽が潜在する部位を完全に除去することで萌芽の発生を大幅に減らすことができると予想され、伐採時の工夫・改善も有効と考えられる。また、本試験では木酢液を塗布した切株断面に腐朽菌が発生し分解が進行している状況が多数観察されている。腐朽菌の活用は既往報告事例^{8) 17) 18)}として、天塩川水系の河畔林にて白色腐朽菌を採取・培養が試験的に実施され、切株分解への応用が模索中である。再樹林化抑制の観点から腐朽菌の活用は有効と考えられる一方、腐朽菌の切株への分解速度と再生・再樹林化速度の関連性や施工性など課題が多いことから、今後の研究進展が注目される。なお近年、林業分野において北海道におけるヤナギバイオマス利用の可能性に関する研究が進んでおり、河畔林のヤナギ活用も言及されている¹⁹⁾ことから、今後の動向が注目される。

以上を踏まえ、再樹林化抑制対策は木酢液塗布後の時間経過による効果発現の検証等を進めつつ、他の新たな手法の導入も視野に入れ検討していく必要がある。今後は施工性やコスト等を踏まえ、伐採時期による抑制対策の実現性や腐朽菌の活用等、他事例を参考に管内で有効性の高いものを検討し改善を図っていきたい。

7. まとめ

- ヤナギ類は木酢液塗布により、僅かな抑制効果が確認されたが、明確な有効性は認められなかった。
- ハリエンジュは木酢液塗布により、抑制効果が認められなかった。
- 木酢液塗布の効果は時間経過により発現し、今後枯死率が上昇する可能性も考えられるため、複数年のモニタリングによる検証が必要である。
- 夏期伐採は冬期伐採と比較すると枯死率が高くなる傾向があり、伐採時期による有効性が示唆された。
- 冬期伐採は再樹林化抑制の点で不利益となる要因を多数含み、萌芽発生数等の増加に影響を及ぼすことが確認された。
- 本試験の結果を踏まえ、伐採時期、腐朽菌の活用等を参考に抑制手法の再検討により改善を図る。

謝辞：本試験にあたり、河川協力団体「山の無い北村の輝き」に木酢液提供の御協力を頂いた。ここに記し、深謝する。

引用・参考文献

- 1) 石川慎吾 (1981) 北海道地方の河辺に発達するヤナギ林について
- 2) 坂井一浩, 渡邊康玄, 吉井厚志 (2000) 伐採による河畔林の樹形特性 水工学論文集, 第44巻
- 3) 佐貫方城, 大石哲也, 美輪準二 (2010) 全国一級河川における河道内樹林化と樹木管理の現状に関する考察 河川技術論文集, 第16巻
- 4) 槇島みどり, 田屋裕樹, 赤松史一, 中西哲, 三輪準二, 萱場祐一 (2013) 河道内におけるヤナギ類の効果的な伐採方法
- 5) 村上泰啓, 谷瀬敦, 岩田啓佑 (2019) ヤナギ類河畔林における伐採後の再萌芽について 寒地土木研究所月報 No.790
- 6) 西村征哉, 姫野一樹, 伊東秀規 (2019) 河道内樹木伐採における再樹林化抑制について一取り組み状況とモニタリング方法— 第63回 (2019年度) 北海道開発技術研究発表会論文
- 7) 小林瞬, 石川大朗, 伊東秀規 (2020) 河道内樹木伐採における再樹林化抑制の取組状況について 第64回 (2020年度) 北海道開発技術研究発表会論文
- 8) 国奥大雅, 榎本隆志, 村上泰啓 (2020) 河道内樹木の夏季伐採による除根コスト縮減について— 施工時期による再萌芽抑制効果及びコスト縮減— 第64回 (2020年度) 北海道開発技術研究発表会論文
- 9) 田村孝夫, 馬場和夫, 加藤陽子 (2018) 効率的な樹木伐採への挑戦～萌芽抑制の取り組みについて～平成30年度 北陸地勢整備局 事業研究発表会
- 10) 大石哲也, 谷瀬敦, 橋本慎一 (2019) 河道内の樹木伐採・伐根および切下げ後の再樹林化防止対策に関して 63回 (2019年度) 北海道開発技術研究発表会論文
- 11) 谷田貝光克 (2013) 木酢液ハンドブック 海青社
- 12) 電力中央研究所 (2016) わが国における樹木伐採後の萌芽抑制に関する文献調査 研究報告: V16001
- 13) 畑野健一, 佐々木恵彦編著 (1987) 樹木の生長と環境 普賢堂
- 14) 佐藤孝夫 (1995) 樹木の根系の成長に関する基礎的研究 北海道林業試験場研究報告 第32号
- 15) 村尾末奈, 藤原菜, 正木隆, 壁谷大介, 佐藤明 (2013) 萌芽能力の異なる2樹種における地下貯蔵物質～個体サイズと伐採の影響～ 関東森林研究 64-1 (2013)
- 16) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 (2019) 大河川における多自然川づくり —Q&A形式で理解を深める— (令和2年3月一部改訂)
- 17) 村上泰啓, 布川雅典, 宮本敏澄 (2020) 天塩川流域で採取した木材腐朽菌の分離培養と種駒化 64回 (2020年度) 北海道開発技術研究発表会論文
- 18) 村上泰啓, 布川雅典 (2021) 河畔林等樹木管理濡向けた伐採時期の選定と白色腐朽菌の活用について 寒地土木研究所月報 No.825
- 19) 北方森林学会 (2021) 北方林業 2021 Vol.72 No.4 Autumn <特集>北海道におけるヤナギバイオマス生産の可能性と課題