

庄内川における河道内樹木の管理に関する取組について

坂野 正弥¹

¹国土交通省 中部地方整備局 庄内川河川事務所

庄内川水系の直轄管理区間において、樹木伐採後に複数の再繁茂対策を実施し、モニタリング結果から樹種毎に最適な対策の選定を行った。また、AIによる樹林化予測を活用し、年次計画等をとりまとめた庄内川樹木管理計画（案）を作成した。本報告では、再繁茂対策の効果検証結果及び庄内川樹木管理計画（案）の内容について報告する。

Key Words: Riparian forest , Tree control , Sprouting and regrowth , Field trial , AI, Forestation prediction

1.はじめに

平成23年9月の台風第15号による豪雨により、庄内川では中流部の下志段味地区において本川より越水が発生したほか、名古屋市守山区、春日井市、多治見市において内水被害が発生している。

全国的に想定を上回るような豪雨が頻発している中で、河川管理者としては河道内の土砂や樹木を適正に維持管理していくことが求められている。

特に樹木の管理に関しては樹種や繁茂規模によって対策費用が大きく異なり、伐採後も再繁茂を抑制することが必要なため、より経済的な対策が求められている。

このような状況を踏まえ、庄内川における樹木管理を検討するため、平成30年度より「防災・減災、国土強靭化のための3カ年対策」（以下、「緊急3カ年対策」という。）の一環として、樹木伐採及び河道掘削を実施した箇所で、樹木伐採後の萌芽再生を抑制するための再繁茂対策を試行し、令和5年度にかけてモニタリングを実施した。

なお、対策対象樹種は、庄内川において広域的に繁茂が確認されている、ヤナギ類、ハリエンジュ、タケ類とした。これらの樹種は成長が早く、また、根株、地下茎、枝葉から萌芽再生するため、短期間での樹林回復することが課題となっている。

モニタリングの結果、抑制効果が確認された手法について、長期的な対策コストを踏まえた比較検討を行い、各樹種に最適な再繁茂対策を選定、AIを活用した樹林化予測結果と組み合わせ、庄内川樹木管理計画（案）としてとりまとめた。

2.樹種毎の特性

樹種毎の再繁茂に関する特性を以下に示す。

(1)ヤナギ類

ヤナギ類は種子繁殖と栄養繁殖によって再生産を行う¹⁾。伐採株・枝からも萌芽再生し、かつ、種子からの発芽と比べて成長が早く、伐採株からの萌芽再生の場合、約2年で高木（4m）に成長することが知られている²⁾。

(2)ハリエンジュ

ハリエンジュは種子繁殖と栄養繁殖によって再生産を行い、栄養繁殖には伐採等により損傷を受けた幹（株及び枝）からの萌芽と水平根からの萌芽（根萌芽）とがある。¹⁾栄養繁殖力は旺盛であり、伐採のみを行った場合は、伐採株から萌芽して約3年で高木に成長する。²⁾

(3)タケ類

タケ類は、主に地下茎からの栄養繁殖により再生産を行う。地下茎は毎年伸長し、新たな筍（発芽個体）を出す。また、伐採のみを行った場合には、地下茎から萌芽再生し、1年で元通りまで成長することがある。²⁾



図-1 対策対象樹種（左：ヤナギ類、右：ハリエンジュ）

3. 再繁茂対策手法

対策効果の検証は、緊急3カ年対策実施箇所において試験施工エリアを区切り実施した。なお、対策手法は次のとおりであり、初年度施工は、令和元年11月～令和2年1月にかけて実施した。

(1) ヤナギ類

庄内川右岸27.8～28.2km及び、左岸29.0km付近で以下a)～d)の対策を行った。

a)伐採除根

初年度のみ伐採除根を実施した。

b)定期伐採

1回/年の頻度で伐採のみを実施した。なお初年度施工以後の施工は、令和2年12月、令和3年9月に実施している。

c)伐採+樹皮剥皮

萌芽再生の発生源である休眠芽を取り除くことを目的として、伐採後に伐採株の樹皮を地下10cm程度まで剥皮した。

d)伐採+木酢液の塗布

木酢液の塗布により呼吸を阻害することを目的として、伐採株に木酢液を塗布した。

(2) ハリエンジュ

庄内川左岸25.8～26.2km付近で以下a)～f)の対策を行った。

a)伐採除根

初年度のみ伐採除根を実施した。

b)伐採除根+定期伐採

初年度伐採除根を実施し、2年目以降は1回/年の頻度で伐採のみを実施した。なお施工時期は令和2年12月、令和3年9月、令和4年9月に実施している。

c)伐採除根+踏み倒し

初年度伐採除根を実施し、2年目以降はブルドーザによる踏み倒しを実施した。なお、踏み倒しは3t型のブルドーザにより行い、施工時期は、令和3年2月、9月、11月、令和4年8月に行った。

d)伐採除根+砂利敷均し

伐採除根後転圧を行い、表層に30cm砂利を敷均した。砂利はC40材料を使用し、転圧はしていない。

e)天地返し

伐採除根後、上層50cm、下層50cmの層厚で上層土を下層土に入れ替えた。

f)伐採+木酢液の塗布

ヤナギ類と同様に伐採株に木酢液を塗布した。

(3) タケ類

庄内川左岸27.8～28.2km付近で以下a)～f)の対策を行った。

a)伐採除根

初年度のみ伐採除根を実施した。

b)伐採+追加伐採

初年度に伐採を実施し、令和2年9月、11月、及び令和4年9月に再度伐採を実施した。

c)伐採+踏み倒し

初年度に伐採を実施し、2年目以降はブルドーザによる踏み倒しを実施した。なお、踏み倒しは3t型のブルドーザにより行い、施工時期は、令和3年2月、9月、11月、令和4年8月に行った。

d)1m残し伐採

地表面から1mを残して伐採を実施し、その後令和2年6月、12月、令和4年9月に再度伐採を実施した。

e)伐採+転圧+竹チップ敷均し

伐採後転圧を行い、表層に30cm竹チップを敷均した。竹チップの転圧はしていない。

f)伐採+転圧+砂利敷均し

伐採後転圧を行い、表層に30cm砂利を敷均した。砂利はC40材料を使用し、転圧はしていない。



図-2 踏み倒しの状況（左：施工前、右：施工後）

4. 結果

モニタリングは毎年8月に実施している。その結果、胸高直径が10mmを超えるものが確認された場合、「再繁茂が確認された」としている。それ以下の場合は草本類に区分されるものとし、「再繁茂が確認されなかった」と評価した。

次に、樹種毎の令和5年度末時点での評価結果を示す。

(1)-1 ヤナギ類（庄内川右岸27.8～28.2km）

a)伐採除根

全期間で再繁茂が確認されなかった。

b)定期伐採

令和2年8月の調査では、対象株11本中10本が枯死或いは衰弱していることが確認され、再繁茂したヤナギ類の樹高は0.7m、胸高直径は12.5mmであった。その後令和2年12月に伐採が実施され、令和3年8月以降の調査では再繁茂は確認されなかった。

c)伐採+樹皮剥皮

令和2年8月の調査では、対象株11本のうち10本が枯死或いは衰弱していることが確認され、再繁茂したヤナギ類の樹高は0.7m、胸高直径は11.8mmであった。令和3年8月の調査では1本（樹高1.96m、胸高直径17mm）確認されたが、これは伐採株からの再繁茂ではなかったため、出水等により供給された種子等による萌芽によるものと想定される。令和4年8月の調査では、全ての株が枯死していることが確認された。令和3年8月に確認されたものに対しては伐採等は行っていないため、出水等の影響により枯死したものと推定される。

d)伐採+木酢液の塗布

令和2年8月の調査では、対象株11本のうち、9本が枯死或いは衰弱していることが確認され、再繁茂したヤナギ類の平均樹高は0.7m、平均胸高直径は12.7mmであった。令和3年8月以降の調査では再繁茂が確認されなかつた。対象株に土が被覆していたため、出水等で土が被覆し、酸素供給等が阻害されたことで枯死したものと推定される。



図3 伐採株の状況

（左：良好（多数の萌芽有）、右：衰弱（萌芽が少ない）、

左下：土被覆により枯死した状況、右下：ヨシに遷移した状況）

(1)-2 ヤナギ類（左岸 29.0km）

庄内川右岸27.8~28.2kmの試験施工箇所においては、全ての試験施工手法において再繁茂抑制効果が確認されたが、競合植生であるヨシに遷移している箇所も確認されており、冠水による土の被覆も確認されている。

また、初回の現地調査の時点で、全ての対策箇所において、対象株の8割以上が枯死或いは衰弱していたこともあり、再繁茂対策による効果ではなく、外的要因（ヨシ、冠水等）による効果である可能性が高いと考えられた。

このため、各試験手法の再繁茂抑制効果を再度確認するべく、令和5年1月に、近傍のヤナギ類林にて同様の試験施工を実施した。前回施工箇所との違いは、周辺にヨシ群落が少ない点、対象株数が多い点（前回：平均11株、今

回：平均25株）平均比高が高い点（前回：比高0.7m、今回：比高1.6m）である。

令和5年8月に実施した現地調査の結果は、以下のとおりであった。各試験施工箇所でヨシの繁茂は確認されたが、伐採株への土の被覆は見られず、各対策の効果の差を詳細に確認することができた。

a)伐採除根

全期間で再繁茂が確認されなかつた。

b)定期伐採

対象株31本のうち、6本が枯死或いは衰弱していることが確認された。1株あたりの平均萌芽本数は、4.5本であった。

c)伐採+樹皮剥皮

対象株18本のうち、4本が枯死或いは衰弱していることが確認された。1株あたりの平均萌芽本数は、2.3本であった。

d)伐採+木酢液の塗布

対象株26本のうち、9本が枯死或いは衰弱していることが確認された。1株当たりの平均萌芽本数は3.2本であった。

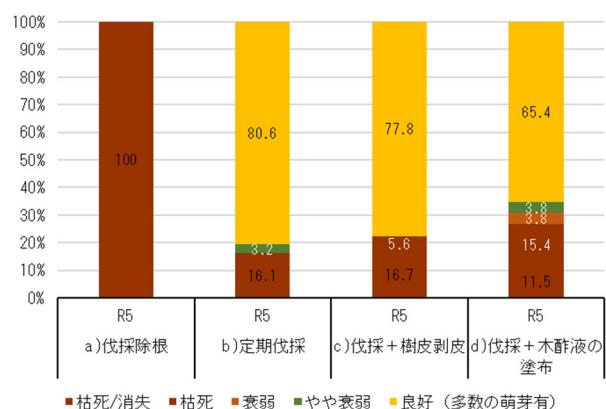


図4 ヤナギ類試験施工対象株の枯死率及び樹勢

②ハリエンジュ

a)伐採除根

令和2年8月の調査では、30本（平均樹高3.2m、平均胸高直径15.1mm）の再繁茂が確認され、令和5年8月の調査では、24本（平均樹高6.5m、平均胸高直径49mm）まで生長した。初年度施工以降未対策のため、本数が減少した要因としては、出水等による消失が考えられる。

b)伐採除根+定期伐採

令和2年8月の調査では、4本（平均樹高3.3m、平均胸高直径16.8mm）の再繁茂が確認され、令和3年8月の調査では再繁茂が確認されず、令和4年8月の調査では、5本（平均樹高2.4m、平均胸高直径11mm）の再繁茂が確認され、令和5年8月の調査では再繁茂が確認されなかつた。

c)伐採除根+踏み倒し

令和2年8月の調査では、16本（平均樹高3m、平均胸高直径13.3mm）の再繁茂が確認され、令和3年8月の調査では23本（平均樹高3.01m、平均胸高直径17mm）、令和4年8月の調査では12本（平均樹高2.7m、平均胸高直径11mm）、令和5年8月の調査では13本（平均樹高2.8m、平均胸高直径12mm）確認された。

a)伐採除根

全期間で再繁茂が確認されなかった。

e)天地返し

全期間で再繁茂が確認されなかった。

f)伐採+木酢液の塗布

令和2年8月の調査では、102本（平均樹高3.4m、平均胸高直径19.6mm）の再繁茂が確認され、令和3年8月には575本（平均樹高3.34m、平均胸高直径22mm）の再繁茂が確認されたことから、抑制効果はないものとして、以降のモニタリングを中止した。

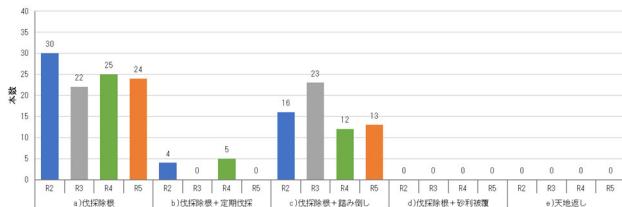


図-5 ハリエンジュ試験施工箇所の対策毎の再繁茂本数

(3) タケ類

a)伐採除根

令和2年、3年の調査では再繁茂が確認されなかったが、令和4年8月の調査で3本（平均樹高2.5m）、令和5年8月の調査で9本（平均樹高4.3m）の再繁茂が確認された。

b)伐採+追加伐採

令和2年8月の調査では、119本（平均樹高3.1m）の再繁茂が確認され、令和3年8月の調査では再繁茂が確認されず、令和4年8月の調査では175本（平均樹高3.5m）の再繁茂が確認され、令和5年8月の調査では再繁茂が確認されなかった。

なお、令和3年8月及び令和5年8月に再繁茂は確認されなかったが、特段対策は行っていないため、要因は特定できていない。

c)伐採+踏み倒し

令和2年8月の調査では、78本（平均樹高3.5m）の再繁茂が確認され、令和3年8月の調査では、175本（平均樹高2.99m）の再繁茂が確認され、それ以降の調査では再繁茂は確認されなかった。

d)1m残し伐採

令和2年8月の調査では再繁茂が確認されなかったが、令和3年8月の調査では、150本（平均樹高2.48m）令和4

年8月の調査では225本（平均樹高3.9m）の再繁茂が確認された。令和5年8月の調査では、再繁茂は確認されなかつた。

e)伐採除根+竹チップ敷均し

令和2年8月の調査では4本（平均樹高2.5m）の再繁茂が確認され、令和3年8月の調査では89本（平均樹高2.98m）が確認されたことから、再繁茂抑制効果が1年以上継続しないことが確認出来たため、以降のモニタリングを中止した。

f)伐採除根+砂利敷均し

全期間で再繁茂が確認されなかった。

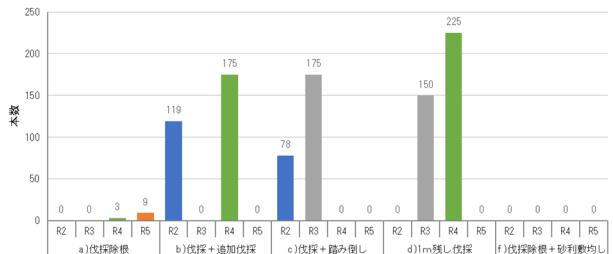


図-6 タケ類試験施工箇所の対策毎の再繁茂本数

5. 考察

(1) ヤナギ類

試験施工箇所2箇所に共通して、伐採除根を行った場合、再繁茂が完全に抑制されることが確認できた。

右岸29.0kmの試験施工箇所で再繁茂が確認されている手法間の再繁茂状況の違いを比較すると、平均萌芽数では、c)樹皮剥皮を行った手法、株の枯死率で比較した場合には、d)木酢液の塗布をした手法が有意である結果となっており、それぞれの手法の狙い（樹皮剥皮：休眠芽の除去による萌芽抑制、木酢液：呼吸阻害による伐採株の衰弱）通りの効果は確認出来ている。

一方、全ての手法で60%以上の再繁茂率が確認されていることから、a)伐採除根と比較すると、再繁茂抑制効果が見られない。しかし、令和6年以降にかけて自然枯死する可能性もあり、b)定期伐採を行った箇所においては、現地調査以降に行った伐採の効果を確認する必要がある。また、競合植生であるヨシ等の繁茂による伐採株への日照の阻害、出水による冠水の影響についても注視する必要がある。

(2) ハリエンジュ

現地調査の結果、d)砂利被覆及びe)天地返しにより、再繁茂が完全に抑制されることが確認できた。両手法の共通点は、日光が遮断（抑制）されることであり、既往研究等でも、ハリエンジュの耐陰性は無い（日照が確保出来ない箇所では生長できない）とされている。³⁾

敷均しや天地返し以外の伐採手法としては、伐採除根のみでは再繁茂抑制効果が得られないことは明らかであり、生育密度に着目すると、木酢液の塗布では、伐採前より状況が悪化していることから、伐採株及び水平根からの萌芽が顕著であることが確認出来る。一方で、定期的な伐採や踏み倒しにより、再繁茂のスピードを遅くさせることができた。

耐陰性が無いことを踏まえると、定期的に伐採、踏み倒しを行うことにより樹勢が抑えられ、かつ、競合植生による地表被覆により萌芽後の生長抑制効果が期待できる結果となった。



図-7 再繁茂状況（上段：初回施工直後 下段：令和5年8月時点）

(3) タケ類

伐採除根した場合、2年程度は再繁茂抑制される結果となつたが、3年目以降、徐々に回復していく傾向が見られる。

伐採後、追加で伐採や踏み倒しを実施した箇所では、冬季に伐採をした場合、翌年再繁茂が確認されたが、夏季に伐採をした場合、翌年再繁茂が抑制されている。（表-1赤枠）しかし、1年経過後に再繁茂していることから、伐採の再繁茂抑制効果は1年と考えられる。

既往研究において、竹類伸長時の養分使用実態から、夏期の伐採が有効であることが報告されている⁴⁾、実証のため、令和5年度は刈取及び踏み倒しを秋～冬期にかけて実施した。この結果については、令和6年度の現地調査にて確認する。

表-1 試験施工時期によるタケ類の再繁茂抑制効果の違い

施工頻度	手法	1年目		2年目		3年目		4年目	
		施工時期	再繁茂	施工時期	再繁茂	施工時期	再繁茂	施工時期	再繁茂
		R1 年度	年度	R2 年度	年度	R3 年度	年度	R4 年度	年度
年1回	b)伐採+追加伐採	11～12月	あり	9月、11月	なし	—	あり	9月	なし
	d)1m残し伐採	11～12月、6月、7月	なし	12月	あり	—	あり	9月	なし
	c)伐採+踏み倒し	11～12月	あり	2月	あり	9月、11月	なし	8月	なし

6. 樹木管理手法の選定

モニタリング結果及びコスト比較結果により、庄内川における樹種毎の管理手法を以下のとおり選定した。

なお、コスト比較は、20年間のトータルコストで比較することとし、モニタリングの結果再繁茂が確認されていない試験手法については、庄内川における樹木生長曲線⁵⁾及び既往文献⁶⁾より再伐採期間を設定した。

表-2 再繁茂が確認されていない試験手法の各樹種の再伐採期間

樹種	再伐採が必要な樹高 (死水域設定の樹高)	再伐採期間
ヤナギ林	6 m	6年程度
ハリエンジュ林	8 m	5年程度
竹林	3 m程度	5年程度

(1) ヤナギ類

新たに設定した試験施工地にてモニタリング検証途中ではあるが、現状で効果が見られトータルコストが最も安価となる、「伐採除根」を選定した。

(2) ハリエンジュ

再繁茂スピードを遅くする効果があり、従来工法（伐採除根）に比べて最も経済的となる、「伐採除根+踏み倒し」を選定した。

(3) タケ類

再繁茂抑制効果が高く、従来工法に比べて最も経済的となる、「伐採+踏み倒し」を選定した。

7. 樹木管理計画（案）の作成

前述した伐採後の対策効果の検証と合わせて、将来的に繁茂する箇所や樹種を予測することで再繁茂対策の優先度を検討するため、AI（深層学習）を活用した予測モデルの構築を行い、予測結果を反映した庄内川樹木管理計画（案）を作成した。

(1) AI（深層学習）による植生予測

河道を10mメッシュに区切り、河川環境基図（令和2年作成）に基づく、対象メッシュの半径60m内及び上流側1kmの同種群落面積、現地の地盤高、水面からの距離を予測用説明変数としてモデルを構築し、植生予測を実施した。

予測の樹木判別結果は、ヤナギ類群落、ハリエンジュ群落、竹類群落、その他樹林の4種に分類され出力される。

精度確認として、構築したモデルにより、河川環境基図を再現した結果に対し、ROC曲線(Receiver operating characteristic Curve)を作成し、AUC(Area Under Curve)を確認したところ、ヤナギ、ハリエンジュ、タケ類共に0.9を超えるAUCとなっており、信頼度の高いモデルを構築できていることが確認された。(AUCは1に近いほど信頼性の高いモデルと評価される。)

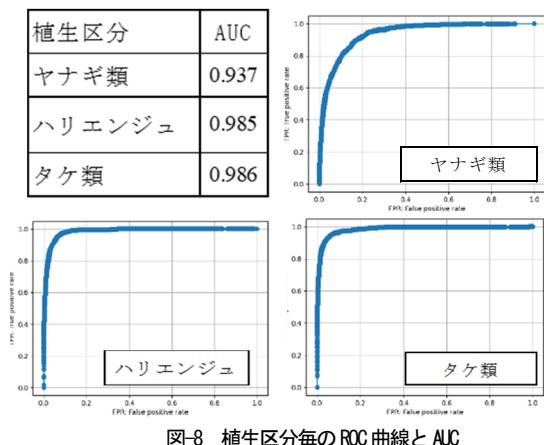


図-8 植生区分毎のROC曲線とAUC

(2)治水面から支障をおよぼす樹木群の抽出

植生予測結果を基に死水域を設定、準二次元不等流計算を実施し、計算水位が計画高水位を超過する区間の樹木群を、治水面から支障を及ぼす樹木群として抽出した。

(3)年次計画の作成

対策範囲、対策優先度、コストを踏まえた以後20年間の年次計画を作成した。樹種毎の対策手法は前述のとおりであるが、樹林化予測の結果、その他樹林と予測される箇所においては、樹種が特定できないため、繁茂特性に応じた対策ができない。このため、低コスト、かつ、効果を継続させることができない。このため、「伐採+定期踏み倒し」を実施する想定とした。

20年間の累計費用は約9億円となり、伐採除根等初期対策が必要な期間(令和6年～令和9年)では、約1.2億円/年が必要となるが、その後は伐採や踏み倒しのみとなり、維持対策が主体となることから、約4千万円/年の対策費用で対応可能となる。

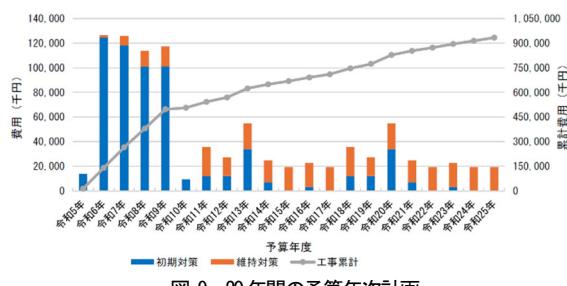


図-9 20年間の予算年次計画

(4)今後の更新

樹木管理計画は、河道の将来予測を基に検討しているため、定期縦横断測量や水辺の国勢調査が実施されたタイミングで、予測モデルの精度確認(樹種の変化状況)、説明変数等の更新を行い、伐採実施面積や要した費用の実態と合わせ計画更新をする必要がある。

計画更新は概ね5年に1度を想定しており、更新までの期間は、調査時期等を一律としたモニタリングを継続する必要がある。

8.まとめ

河道内樹木の適切な管理が全国的な課題となっている中、今回の取組により、ヤナギ類、ハリエンジュ、タケ類に対して有効な対策を選定し、対策費用を含めた年次計画等を作成することができた。

ヤナギ類の対策は伐木除根であり、6年程度に1度の対策で効果が期待できるが、ハリエンジュ、タケ類に対しては毎年の対策(踏み倒し)を継続する必要がある。

限られた予算の中で対策を継続するため、今後、施工頻度を2年に1回にした場合、踏み倒し回数を変えた場合など、施工方法の違いによる再繁茂状況の変化を把握することで、コスト縮減につなげていく。

また、対策効果の検証も継続し、他河川への展開も視野に入れていく予定である。

更に、再繁茂対策と併せて、伐採から処分まで、民間事業者への公募等を活用してさらなるコスト縮減を図り、適切な河川管理に努めていきたい。

参考物件

- 1)崎尾均(編)：ニセアカシアの生態学, 文一総合出版, 2009
- 2)(独)土木研究所：河道内樹木の萌芽再生抑制方法事例集, 土木研究所資料, 第4253号, 2013
- 3)平成26年度 第1回愛知目標達成のための侵略的外来種リスト作成会議 参考資料1 ハリエンジュに関する情報(案)
- 4)田屋祐樹、楳島みどり、赤松史一、中西啓、三輪準二、萱場祐一(2013)河道内樹林の効率的な管理に向けた伐採後の萌芽再生抑制方法の検証(河川技術論文集第19巻)
- 5)庄内川河川事務所 平成30年度 庄内川樹林化対策検討業務報告書(2019.6)
- 6)楳島みどり、赤松史一、田屋祐樹、中西啓、萱場祐一(2013)萌芽再生抑制方法の適用による河道内の樹木管理費用の低減効果(河川技術論文集第19巻)