

## 8 - 2 Question

河道内樹木の再繁茂対策の方法を教えてください。

### ■Question の意味と背景

河道内の高水敷に広く繁茂した樹木（樹林）や厚く堆積した土砂は河積阻害を招くことになる。また、河道内に維持されていた裸地や草地が樹木に覆われることで、水際部又は砂州若しくは河原などの環境を好む生物種の減少をもたらすなど、河川環境（自然環境）に関わる課題でもある。そのため、「樹木の伐採」や「高水敷の掘削」が行われているが、数年後に再び繁茂する場合が確認されている。これは伐採後の萌芽による生長や、伐採や掘削後に整地されることで裸地が出現し、ヤナギ類やハリエンジュなどにとって種子からの生育に好適な環境が用意されることが原因と考えられる。そこで、河道内における樹木（河道内樹林）に対して、伐採後の再繁茂を抑制する手法や、裸地からの定着・拡大を抑制する手法が検討されている。



写真-1 伐採後にみられる萌芽枝



写真-2 掘削跡地に定着したヤナギ

### ■関連する Question

- Q2-1 治水事業において、多自然川づくりで留意すべきポイントを教えてください。
- Q3-1 各セグメントにおける土砂動態の特徴を教えてください。
- Q5-2 高水敷掘削や切下げを行う際に、掘削の効果を長持ちさせながら、河川環境の改善に寄与するための留意点を教えてください。
- Q8-1 河川における樹木管理の基本的な考え方について教えてください。
- Q8-3 外来植物の除去において、どのように目標設定をすべきか教えてください。
- Q8-4 外来植物除去の基本的な考え方を教えてください。

## Answer

対象とする樹種の特性を考慮して、再繁茂対策の手法を選定します。

### ■ Answer の概要と基本的考え方

河道内樹木として広く繁茂している樹種としては、ヤナギ類、ハリエンジュ、タケ・ササ類（河道管理の取扱いから樹木として扱う）の3種類が挙げられる<sup>1)</sup>。北に行くほどヤナギ類が多く、南に行くほどタケ・ササ類が多くなるなど、地域や河川によって面積の違いがみられるが、この3種類で河道内樹木の約60~70%を占めている<sup>2)</sup>。伐採後に生じる再繁茂を抑制する上で重要なのは、これら3種類について再繁茂へと至る樹種の特性をそれぞれ把握し、「萌芽枝（ほうがし）からの生長による再繁茂」と「種子からの定着・生長による再繁茂」に分けて抑制手法を検討することである（表-1）。日本の気候下では時間とともに植生遷移が進み、樹木の定着・生長へと至ることになるが、伐採から再繁茂するまでの期間を長くなるような工夫をすることで、将来の樹林管理の頻度を減らすことになり、限られた予算での効率的な管理へとつながる。

表-1 主要3種の特性の違い

特性	ヤナギ類	ハリエンジュ	タケ・ササ類
萌芽に関する特性の違い			
落枝からの再生	○	×	×
切り株からの再生	○	○	×
地下茎・根からの再生	×	○	○
種子に関する特性の違い			
散布数	非常に多い	多い	不明*
埋土種子	作らない	作る	不明*
発芽スイッチ	吸水	非休眠種子：吸水 休眠種子：傷+吸水	不明*

※タケ・ササ類の種子は数十年に一度しか作られないことから不明な点が多い。

## ■ Answer の詳細

### (1) 河道内樹木の再繁茂

河道内の高水敷に樹木が広く繁茂する「樹林化」は全国で報告されている。日本の湿潤で温暖な気候は植物の生育にとって適したものであり、たとえ裸地があったとしても、その場所が「安定していれば」数年のうちに草本や生長の早い木本類（陽樹）で覆われる（図-1）。河川は洪水という攪乱により裸地が創出・維持されることもあるが、河床の低下や流況の変化、護岸の設置等、攪乱頻度や強度の低下に関連した様々な理由により、樹林化が生じていると考えられている。過去 15 年ほどの変化を捉えた研究では、樹木伐開や河道掘削によって裸地が作り出されたとしても、10 年ほどで掘削範囲の約 50%が樹林で覆われていることが示されている（図-2）。また、樹木伐開と河道掘削のどちらを実施しても、最初の 5 年間よりもその後の 5 年間の方が樹林で覆われる面積は大きく、5 年ごとに 2 回事業を実施する方が、10 年ごとに 1 回実施するよりも対象とする面積が小さくなる可能性が示唆される。河川により特性が異なるために一概に比較できないが、傾向をみる限り、樹木伐開の方が河道掘削よりも早く再樹林化している（図-2）。

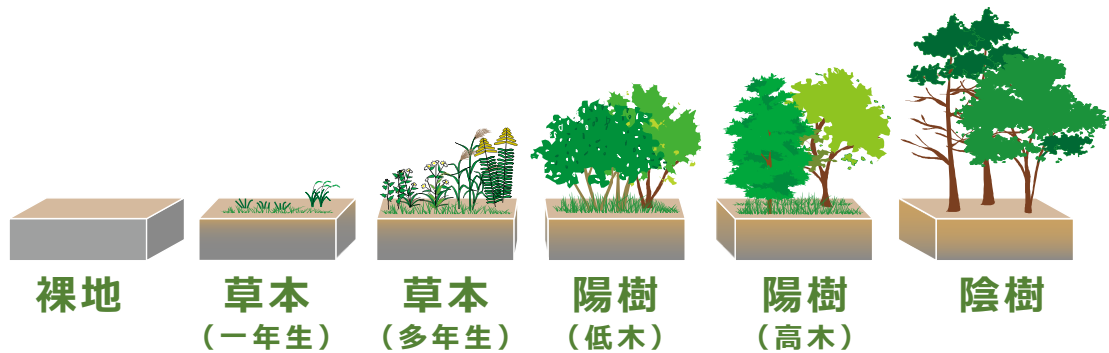
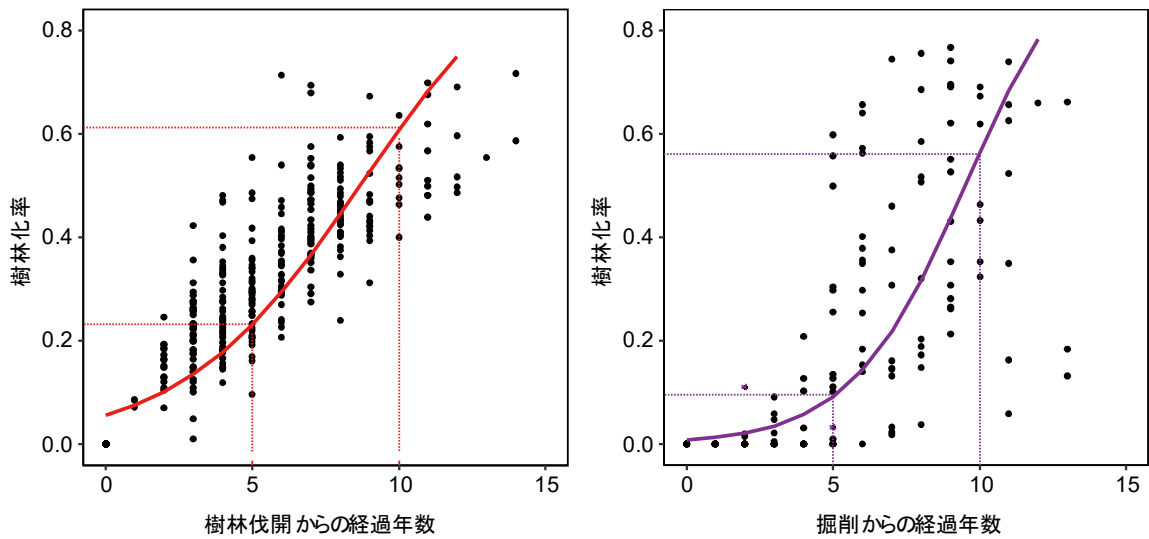


図-1 植生の遷移。必ずしも左から右に順番通り進むわけではなく、裸地から陽樹が定着する場合もある。



※ここでの樹林化率は、樹木伐開又は高水敷掘削により創出された裸地の面積に対して樹林化した面積の割合を示す。どちらも主に中部地方を対象に解析。

図-2 樹木伐開（左）及び高水敷掘削（右）からの経過年数と樹林化率との関係<sup>3)</sup>及び<sup>4)</sup>を改変して作図

樹木伐開や掘削後の（再）樹林化対策として重要なのは「樹林化しない」ことを目指すのではなく、

- 「樹林化するまでの年数を長くする」
- 「樹林化に至る遷移を途中で戻してやる」

ことである（図-3）。河川管理の結果、攪乱頻度や強度が高まったことで土砂が頻繁に動くようになった河川では、樹木の定着・生長が妨げられる可能性もあり、再繁茂や再樹林化が生じにくい河道も十分あり得る。

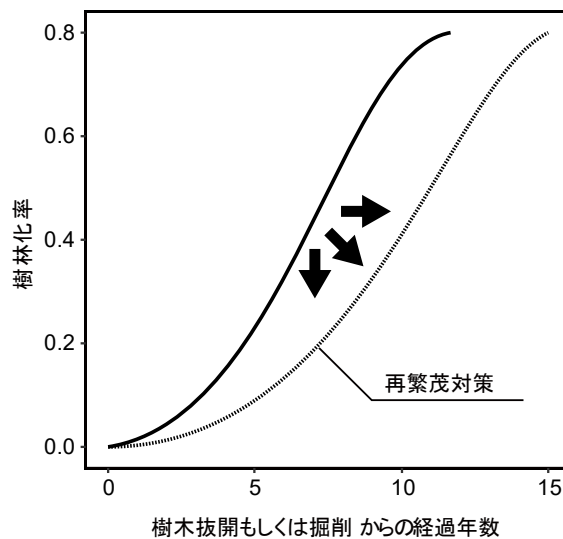


図-3 再繁茂対策のイメージ

## (2) 再繁茂に至る2つの経路

樹木を含む植物の個体が増える・面積が広がる方法として2つの繁殖様式が存在する。この繁殖様式を理解することが、再繁茂対策を考える上で重要である。1つ目は無性生殖の1つとしてのクローン繁殖（栄養繁殖）であり、挿し木に用いられるように樹木はその一部から、独立個体として生長することが可能である。2つ目は有性生殖であり、受粉によりできた種が散布されることで、クローンではない親とは別の個体として生長する。樹林化又は再樹林化を抑制するためには、繁殖様式に応じた対策が必要となる。

### 1) 萌芽枝（ほうがし）からの生長による再繁茂

樹木には葉や幹などの地上部と根などの地下部が存在するが、バイオマスの約20~40%は根であることが示されている<sup>5)</sup>。つまり、地上部の幹を伐採して切り株の状態になっても、その個体を取り除くことができたわけではない。切り株から「萌芽枝」を出すことで再び生長することが可能な樹木は多く<sup>6)</sup>（図-4、ヤナギやハリエンジュなど）、切り株にしても数年後には再樹林化する可能性が高い。さらに、切り株どころか、地下部にある根からも「萌芽枝」を出すことで生長を開始する樹木もあり（図-4、ハリエンジュやニワウルシなど）、伐採することで樹木がより高密度となる可能性もある。タケ・ササ類は地下茎（タケノコ）からの再繁茂が主な分布拡大の手段となっている。前述したように、樹木はその一部からでも別の個体として生長することが可能であり、切り株を伐根しても残った根茎から再生長することや（図-4）、根まで丁寧に取り除いたとしても地上部の枝を残置してしまえば、そこから再生長することがある（図-4）。

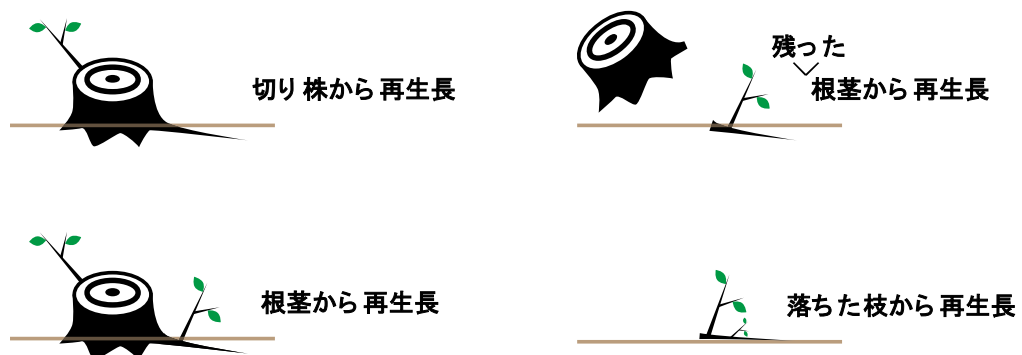


図-4 萌芽枝からの再生長

## 2) 種子からの定着・生長による再繁茂

有性生殖として受粉などによりできた種子は、散布体であり親木から周囲へ運ばれる。風や水、動物などによって運ばれる種子は、植物にとって分布を拡大する機会となる。つまり、植物のない場所でも時間が経過することで植物がみられるようになるのは種子が運ばれてくるからである。ただし、発芽能力はあるが発芽しない状態の休眠種子を作る植物も多く、この種子が土壤に存在し、何らかの刺激により生長を開始することもある。伐採や掘削により、元々あった植物を取り除いたとしても、周辺から種子が運ばれてくることや、休眠種子が生長を開始することで、再樹林化に至ることがある。

## (3) 各樹種の特徴

どのような繁殖様式を有するかは樹木によって異なっており、河畔林として代表的なヤナギは切り株から再生長することはあっても、根茎から再生長することはない。一方、ハリエンジュは切り株だけでなく根茎からも再生長する。このように、樹林化・再樹林化を考える上で、管理対象となる樹種は何か、そしてどういった特徴なのかを理解しておくべきであろう。

### 1) ヤナギ類<sup>7)</sup>

ヤナギ類は在来種で河畔林の代表ともいえる。ヤナギ類というように、アカメヤナギ、コゴメヤナギ、タチヤナギ、カワヤナギといったように、少しずつ種子の散布時期など特性の異なる種が国内には分布している。河道内にヤナギ類の樹林が形成されることがあるが、その理由としては、種子の散布能力が高いことに加え発芽率が高く、生長速度が速い、洪水によって折れたり伐採を行ったりしても残った切り株から再生長し、落ちた枝からも生長する（写真-1）といった特性によるものである。そのため、これら特性を踏まえた上で、萌芽による再繁茂と種子による再繁茂を抑制する手法を検討することが肝要である。



写真-1 ヤナギ類でみられる枝からの再生長

## 2) ハリエンジュ<sup>8)</sup>

ハリエンジュは北米原産の外来種であり、ニセアカシアとも呼ばれる。空中の窒素を固定できる根粒菌と共生していることから、貧栄養土壌でも生育でき生長も早い。そのため、古くから治山・砂防などの現場で活用されてきた。種子の散布能力も決して低いわけではなく、その上、非休眠種子と休眠種子を生産するといった特徴を持つ。非休眠種子は散布された後、速やかに発芽するものであるが、休眠種子はその年に発芽しなくとも、発芽のスイッチが入る現象が生じるまで数年の間、発芽能力を有し続ける（つまり、土壌シードバンクを形成する）。休眠種子は、不透水性の種皮に胚が包まれており、損壊や摩耗することで発芽に至るため、出水による礫との衝突や、重機の移動や掘削などによって発芽するものと考えられる。さらに、伐採すると切り株からの萌芽だけでなく（写真-2）、地下に伸びる根茎からも萌芽し（写真-2）、伐採木1本あたり約50本もの萌芽枝が発生するといった報告もある。そのため、このような性質を念頭に、萌芽による再繁茂と種子による再繁茂を抑制する手法を検討する必要があるが、ヤナギ類やタケ・ササ類に比べると対策が困難であり、早期に対策を講じる必要があるだろう。



写真-2 ハリエンジュでみられる切り株（左）及び根茎（右）からの再生長

### 3) タケ・ササ類

タケ・ササ類と一般に呼ばれるものはイネ科タケ亜科に属するもので、イネ科とあるように樹木ではなく草本に位置づけられるものである。しかし、モウソウチクやマダケ、ハチクなどは高さが5 mを越えるような竹林を形成することから、河道内樹林としてヤナギ類やハリエンジュと並んで扱われることが多い。タケ・ササ類の種類は多く、日本にも100種以上分布するものの、竹林の大部分はモウソウチクとマダケである。モウソウチクは生長速度が速く、タケノコから1か月も経過しないうちに10 mを越える高さに生長し、管理されていない場所では毎年のように分布域を広げる。この拡大スピードが速いことに加え、伐採したとしても地下茎（タケノコ）からの伸長が速いために再繁茂に至りやすいといった特性を持つ。ただし、タケ・ササ類は数十年に1度しか花をつけず、種子による分布拡大はめったなことでは生じない。そのため、伐採後の地下茎の処理を中心に、再繁茂を抑制する手法を検討する必要がある。



(4) 萌芽による再繁茂への対策と有効性<sup>9)</sup>

無性生殖の1つとしてのクローン繁殖(栄養繁殖)の有無や特性は樹種によって異なるため、その違いに応じた対策が必要である(表-2)。

表-2 樹種ごとの有効な対策

再繁茂への対策	ヤナギ類	ハリエンジュ	タケ・ササ類
伐採のみ	×	×	×
伐採→除根	○	△	—
伐採→切り株処理	○	△	—
環状剥皮→伐採	◎	△	—
伐採→切り株処理&水平根処理	—	○?	○ (地下茎処理)

1) ヤナギ類における萌芽枝による再繁茂への対策と有効性(表-3)

① 伐採のみ: ×

地上部で伸長している樹木(幹)を伐採しただけでは、残った切り株から盛んに萌芽するため、数年でヤナギ林が形成されてしまう。この萌芽は種子からの生長が1年未満の稚樹でもみられる(写真-3)。それほど明確な効果があるわけではないが、伐採する時期によって切り株からの萌芽しやすさが変わる可能性があり、光合成を活発に行う夏季に行う方が、秋や冬に行うよりも枯死する確率が高いことが示されている<sup>10)</sup>。

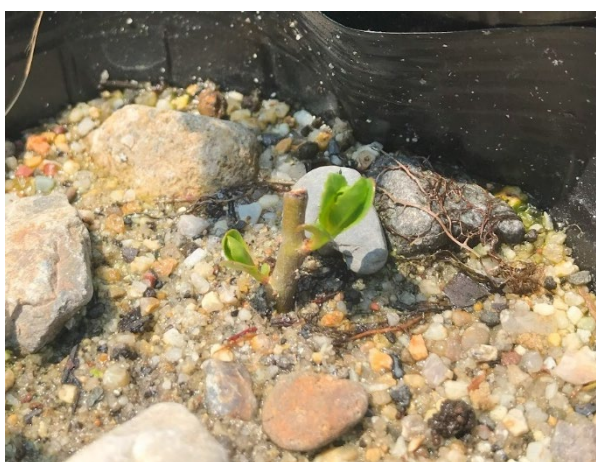


写真-3 ヤナギ類の稚樹でみられる伐採からの萌芽

## ② 伐採 → 除根：○

地上部で伸長している樹木（幹）を伐採した後、残った切り株を重機等により取り除く。この処理によって切り株からの萌芽枝による再生を防ぐことができる。ただし、伐採した地上部（幹）の搬出・処理を行う際、落ちた枝からも再生することから、施工後に枝類を残さないようにする必要がある。

## ③ 伐採 → 切り株処理：○

地上部で伸長している樹木（幹）を伐採した後、残った切り株に対し萌芽を抑制する処理を行う。現在までに効果が確認されているものとして、切り株の樹皮を剥ぐ方法（樹皮剥皮）や切り株に土を完全にかぶせてしまう方法（覆土）が挙げられる。切り株に対して木酢液の塗布や注入を行い、枯死させることで抑制しようという方法が全国の河川で試行されており、実際に枯死したとの報告もある。その一方、石狩川水系や天塩川水系で実施された木酢液の塗布については、明確な効果はなかったと報告されている<sup>11),12),13),14)</sup>。木酢液は木材由来であり合成農薬ではないものの、失効農薬であることを踏まえ使用には留意すべきであろう。切り株を覆土することで萌芽枝の生長を抑制できたといった報告もあるが<sup>14),15)</sup>、切り株が枯死したか否かについての検討は行われていない。いずれにせよ、「(2) 伐採+除根」で述べたように、伐採した地上部（幹）の搬出・処理を行う際、落枝からも再生することから、施工後に枝類を残さないようにする。

## ④ 環状剥皮（巻枯らし） → 伐採：◎

環状剥皮とは、樹皮を通る師部（葉で作られた養分は師部を伝って根まで移動する）を、樹皮を剥ぐことで破壊し、葉と根の間で行われる栄養供給を断つ手法である(図-5)。この手法は「巻き枯らし」とも呼ばれる。環状剥皮により、葉から根への栄養供給が断たれると、根における栄養の貯蔵が減少し枯死に至ると考えられている。枯死後の個体を伐採することで、切り株から生じる萌芽枝への対策は不要となる。ただし、環状剥皮によって枯死に至らしめるには、処置後に一定の期間が必要とされる。ヤナギ類の場合、成長期（＝夏季）を挟むことが望ましい。環状剥皮の利点としては、伐採する時点で枯死しているために、搬出などの際に生じる落枝から再生する可能性が低いことが挙げられる。

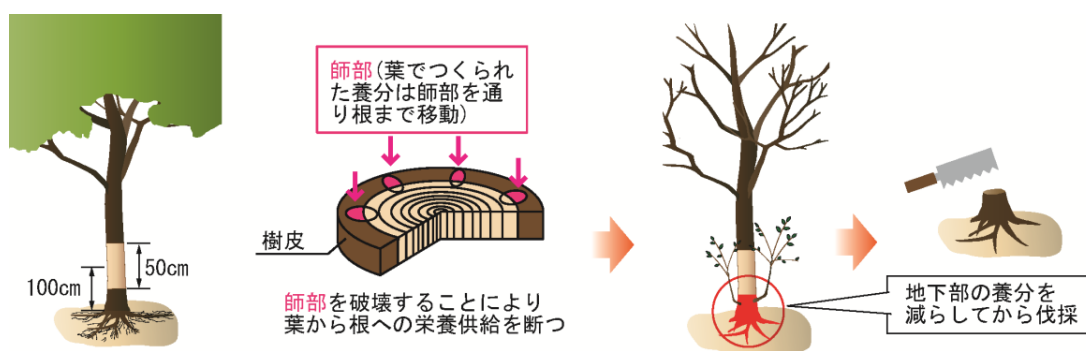


図-5 環状剥皮のイメージ<sup>9)</sup>

表-3 ヤナギ類による萌芽枝からの再繁茂抑制手法の有効性<sup>9)</sup>を参照に作成

方法	有効性	理由	条件, 留意点
伐採して搬出処理	×	切り株から萌芽し、搬出処理の落枝からも再生	
伐採後の切り株処理	○	樹皮剥皮、覆土、切り株ごと伐根	伐採木からの落枝をしっかりと処理
伐採する木を先に処理	○	環状剥皮して伐採	枯死するまで数か月が必要。倒木にも注意

2) ハリエンジュにおける萌芽枝による再繁茂への対策と有効性<sup>16, 17, 18, 19)</sup> (表-4)

① 伐採のみ：×

地上部で伸長している樹木（幹）を伐採しただけでは、残った切り株から盛んに萌芽することに加え、地下に広がる根系からも萌芽するため、数年でハリエンジュ林が形成されてしまう。

② 伐採 → 除根：△

地上部で伸長している樹木（幹）を伐採した後、残った切り株を重機等により取り除く。この処理によって切り株からの萌芽は防げる。しかし、ハリエンジュは根萌芽と呼ばれる、地下に広がる根からも萌芽する。そのため、切り株から水平に広がる根を掘り出す必要があるが、通常は困難である。実際、除根を行ってもハリエンジュの再繁茂が観察されており、除根した上で、定期的な刈取り（1回/年）や踏み倒し（1～数回/年）を実施することで、

徐々に抑制できる可能性はある<sup>20)</sup>。

### ③ 伐採 → 切り株処理：△

地上部で伸長している樹木（幹）を伐採した後、残った切り株に対し萌芽を抑制する処理を行う。処理方法としては、切り株の樹皮を剥ぐ、覆土するなどが挙げられ、ヤナギでは有効な手段であるが、ハリエンジュに対して検討された例は少ない。しかし、「(2)伐採 → 除根」で紹介したように切り株だけの処理だけでは根萌芽を防ぐことができず、根萌芽を抑制する手法を組み合わせる必要がある。切り株に木酢液を塗布したとしても根茎まで影響する可能性は低く、効果はないとされている<sup>11),20)</sup>。

### ④ 環状剥皮（巻枯らし） → 伐採：△

環状剥皮とは、樹皮を通る師部（葉で作られた養分は師部を伝って根まで移動する）を、樹皮を剥ぐことで破壊し、葉と根の間で行われる栄養供給を断つ手法である（図-5）。この手法は「巻き枯らし」とも呼ばれる。ヤナギ類では環状剥皮によって枯死させることができ、その後の伐採で切り株からの萌芽を防ぐことができる。しかし、ハリエンジュは環状剥皮によって地上部が枯死したとしても、更に枯死した後に伐採したとしても、根系からの萌芽を抑制することはできない。上述の除根や切り株処理と同様に根萌芽を抑制する手法の検討が必要である。

### ⑤ 伐採 → 切り株処理&水平根処理：○？

ハリエンジュは伐採することで、切り株からだけでなく水平に広がる根茎（水平根）からも萌芽するため、①から④で紹介した方法では再繁茂対策として不十分なことが多い<sup>16)</sup>。水平根を土壌ごと除去するといった掘削に近い方法も考えられるが、根や埋土種子を多く含む残土の処理には注意を要する。水平根を除去しようと、スケルトンバケットを用いてすき取りが実施された事例もあるが、取り残しも多く密度の減少には至らなかったことが報告されている<sup>17)</sup>。ただし、これまでの研究例を整理すると、水平根は浅い土壌層から萌芽枝を伸ばすことができるが、深い土壌層からは伸ばすことができない可能性が示唆されている。赤川水系での調査によると、萌芽していた根茎は地上から深さ 24 cm 以内にあり、40 cm ほどの深さで根茎の除去や切下げを行うことで効果があるのかもしれない<sup>21)</sup>。他にも、根を深い層へと追いやることで、再繁茂を抑制できる可能性がある。例えば、砂利の被覆を行った

場所<sup>20)</sup>や 10~20 cm の堆砂があった場所ではハリエンジュの根からの萌芽が減少していたことが報告されており<sup>18)</sup>、木片チップを 10~15 cm ほどマルチングした場所でも萌芽数が減ったとの報告がある<sup>19)</sup>。伐採及び除根後に根系を含む土壌層を、更にその下の土壌層と入れ替える天地返しを実施された事例があるが、赤川水系では明確な効果は示されていない<sup>17)</sup>。一方、庄内川水系で実施された天地返しでは、抑制効果を示唆する結果が得られている<sup>20)</sup>。このような結果の差異は、入れ替える深さや根茎の量に応じて効果が異なる可能性が考えられる。

他にも効果が確認されている方法としては、伐採と除根後、天地返し又はスケルトンバケツトを用いたすき取りまで行い、その翌年に「抜取り」を行うものである<sup>17)</sup>。この抜取りは人の手で行うものであるが、2 回にわたり実施することで、数年後の密度が減少していたと報告されている<sup>17)</sup>。伐採によって地上部を失ったハリエンジュは、残された根系に貯蔵された資源（エネルギー）を使って萌芽枝を伸ばし、光合成による栄養獲得を図る。天地返しやすき取りによって断片化した根系では残された資源も少なく、限られた資源を目一杯使って萌芽枝を伸ばしている可能性がある。そのため伸長した萌芽枝を、資源の獲得となる光合成が行われる前や初期段階で抜き取ってしまうのは効果が大きいものと考えられる。

表-4 ハリエンジュによる萌芽枝からの再繁茂抑制手法の有効性<sup>16),17),18),19)</sup>を参照に作成

方法	有効性	理由	条件, 留意点
伐採して搬出処理	×	切り株と水平根から萌芽	
伐採後の切り株処理	△	水平根から萌芽	水平根からの萌芽を防ぐ必要
伐採後の切り株と水平根処理	○?	スケルトンバケツト・天地返し・抜取りなどを組合せでの可能性	抜取りなど追加処理が必要。厚いマルチングや覆土でも対処できる可能性

### 3) タケ・ササ類における地下茎からの再繁茂に対する対策と有効性<sup>22)</sup> (表-5)

#### ① 伐採のみ：× (定期伐採により○)

地上部で伸長している部分（稈（かん））を伐採しただけでは、残った地下茎から盛んにタケノコが出現し、すぐに元の竹林に戻ってしまう。ただし、大型タケ類のマダケ及びモウ

ソウチクについては、年 1~2 回の定期伐採を 3 年程度実施することにより、萌芽再生をほぼ抑制できることが示唆されている<sup>23)</sup>。ただし、伐採を 3 年連続で行ったとしても、一部で再生もみられるとの報告があるように<sup>24)</sup>、根茎からの再生が速いことを踏まえれば 3 年で取りやめるのではなく、モニタリング結果に応じて再度伐採を行う必要があるだろう。繰り返し伐採の効果は大分川水系でも報告されており<sup>25)</sup>、取り残した根茎からの再繁茂が想定される伐根よりも、繰り返し伐採の方がコストは安くなることが試算されている。一方、数回の伐採を 1 年の間に行ったとしても抑制できていないとの報告があり<sup>20)</sup>、複数年にわたって伐採を続けることが重要なかもしれない。その他、タケ類を地上から 1 m の位置で切ることで枯らす方法が提案されているが、効果がみられなかったとの報告が多い<sup>24)</sup>。竹林での実施例は少ないものの、伐採後に行う定期的な踏み倒しについては抑制効果が示唆されているが<sup>20)</sup>、生長の早いタケ類に対してはタイミングが重要であると考えられる。

## ② 伐採 → 地下茎処理：◎

地上部で伸長している部分（稈）を伐採した後、重機等によって残った地下茎を取り除く手法は、タケ・ササ類にとって有効な方法である。ただし、伐根したとしても取り切れなかった地下茎から竹林が再生してしまう事例も報告されている<sup>20),25)</sup>。伐採よりも伐根した方が抑制効果は高いものの、根茎の取り残しがあることを念頭に追加伐採をあらかじめ計画しておくのが良いであろう。また、一定のまとまりのある竹林の全域に対して、地下茎の処理を行うことは有効であるが、一部のみに対して行う場合には注意を要する。たとえ竹林の一部を伐採し地下茎を取り除いたとしても、残った（残した）タケ・ササ類で作られた栄養によって、急速に地下茎を再度、伸長させる可能性がある。そのため、竹林を一部残すような場合には、将来的に拡大することを念頭に計画する必要がある。また、伐採及び除根後に、地下茎を取り除くのではなく、地下茎を含む土壌の層を、更にその下の土壌の層と入れ替える天地返しの有効性も確認されている<sup>22)</sup>。その他にも、チップのような柔らかい材料で覆っても抑制効果はみられないが、砂利による被覆は抑制効果があったと庄内川水系では報告されている。

表-5 タケ・ササ類による地下茎からの再繁茂抑制手法の有効性<sup>20),23),24),25)</sup>を参照に作成

方法	有効性	理由	条件, 留意点
伐採のみ	×	地下茎から再繁茂し、すぐに戻ってしまう。	
定期伐採	○		モニタリング結果に応じた追加伐採をあらかじめ計画しておく
伐採→地下茎処理	◎		取り切れなかった地下茎から再生する可能性

#### (5) 種子の定着・生長による再繁茂への対策

樹木を伐採し萌芽枝からの再生を抑制したとして、最後に整地されるなどして裸地が創出されることが多い。また高水敷を掘削することで、新たな地表面が出てくるわけであるが、これも裸地に該当する。このような裸地が、ヤナギ類やハリエンジュの種子にとって定着・生長するのに適した環境を有することもあり、新規に加入した種子が実生へと生長し、数年のうちに高木層が成立することがある。

ヤナギ類の種子は含水率が10%程度と低く、乾燥した土壌では発芽・生長することは少ないことが示されており(図-6)、地盤高が高く土壌が乾燥した高水敷では種子からの再繁茂が生じる可能性は少ないものと考えられる。一方、ハリエンジュは乾燥にも強いことが示されているが、水際での定着はそれほど確認されておらず<sup>26)</sup>、土壌水分が高い環境では生育が困難なのかもしれない。種子の定着・生長による再繁茂への対策は、対象となる樹種の特性と土壌水分や水面比高などの環境条件とを組み合わせるべきである。

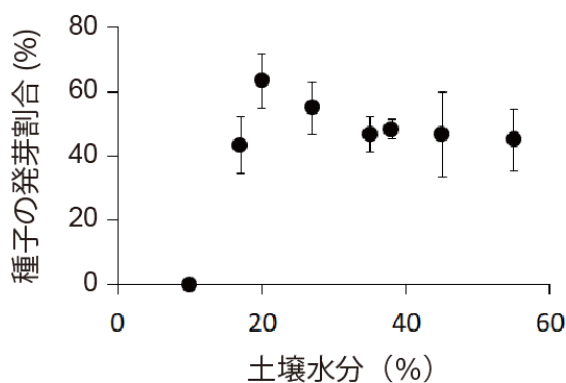


図-6 ヤナギ類の種子からの発芽割合と土壌水分との関係

### 1) 定期的な刈取り

基本的な対策として、刈取りの実施が挙げられる。タケ類を除き、ヤナギ類やハリエンジュなどの樹木は1年で2 m以上の樹高となる可能性は低く、重機やチェーンソーを使わずとも刈り取りできる大きさにとどまる。そのため、年1回だとしても毎年の刈取りを行うことで、樹林化を抑制できる可能性は高い。

### 2) 抜取り

信濃川下流河川事務所では、湿地においてヤナギ類の抜取りを実施しており、2年又は3年の間に、3回の抜取りを実施することを提案している(図-7)<sup>27)</sup>。ヤナギ類は早春から葉をつけるため、見つけやすいという特徴がある。このことを活用し、早春の展葉時期に抜取りを実施するのは効果が高い可能性がある。また、ハリエンジュについても、トゲを持つために種を識別しやすく、抜取りの効果が確認された事例も報告されている<sup>17)</sup>。

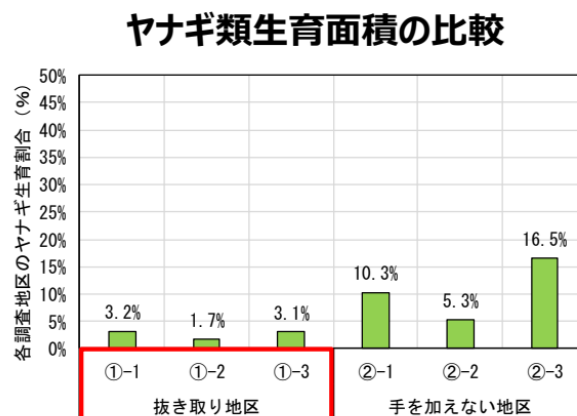


図-7 ヤナギ類に対する抜取りの効果<sup>27)</sup>

### 3) 出水を活用した対策

掘削は河川地形を改変するため、流速や水深などが事業前とは変化することになり、出水を活用した樹林化の抑制を検討することが可能である。長良川では出水時の無次元掃流力(=  $hI/1.65d$ ,  $h$ :水深,  $I$ :河床勾配,  $d$ :粒径)が0.05を越えない場所でヤナギ類が生育・拡大していることが報告されている<sup>28)</sup>。千曲川では砂礫河原の再生と外来植物の抑制を目指し、冠水頻度が年1回以上であり、出水時の無次元掃流力が0.06以上の環境を整える取組が行われている<sup>29)</sup>。さらに、目指す環境の条件にBOI(樹木にかかる流体力による破壊の



指標)も加えた検討も進められている。天竜川では出水時の無次元掃流力がおおむね 0.03 以上の箇所裸地が維持されていたことから、再樹林化対策として「樹木伐開と砂州の切下げを実施し、無次元掃流力が 0.03 以上となることを目標としている<sup>30)</sup>(その後、0.017 以上に見直しされている)。他にも、河口域での取組として、櫛田川では朔望(さくぼう)平均満潮位と摩擦速度に注目して、樹林化を抑制する掘削断面の検討が行われている<sup>31)</sup>。

#### 4) 草地化工法

樹木伐開や掘削後にヨシやオギなどの高茎草本を早期に回復させ、樹木の繁茂を抑制する手法(以下、草地化工法)の有効性が確認され始めている<sup>32)</sup>。草本による樹林化抑制は、種子の発芽や実生の生長に必要な光環境を制限することを狙いとしており、現在までにヤナギ類においては、その効果が実験的に確かめられつつある(コラム参照)。一方、ハリエンジュに対する効果については、野外にて示唆する結果が得られているものの<sup>33)</sup>、まだ不明な点も多いことに留意が必要である。これまでに赤川水系で草地化対策が実施されているが、まいた表土が湿潤だったことで、試験施工区(草地化工法の実施区)でヤナギ類の定着が多く確認されている<sup>34)</sup>。一方、対象区(草地化工法の未実施区)は乾燥していたことから定着が少なく、ヤナギ類のように湿潤な土壌を好む樹種の抑制が狙いであれば、乾燥している地面に対しては逆効果となってしまうことが示されている。一方、最上川水系で実施された草地化工法では、ヤナギ類の定着を抑制できているようであり<sup>35)</sup>、今後、抑制効果の強弱を左右する要因について、更に検討が必要であろう。

#### 5) 水面形成

開放水面を作り出すことで、ヤナギ類の種子による定着を抑制する取組が行われている(図-8)。ヤナギ類の多くは春から初夏にかけて種子を散布させるが、この種子が水中で発芽・生長する可能性は低い。そもそも、ヤナギ類の種子には綿毛がついており、水中に沈むことは少ない。このヤナギ類の特性と、融雪出水という北日本の流況を活用した抑制が試行されている。石狩川水系では掘削後の水際に網場(あば)を残すことで、融雪出水時に水域を作り出し、ヤナギ類の種子散布が終えた後に網場の撤去が行われた<sup>12)</sup>。網場が撤去された後に草本類が繁茂することで、その後もヤナギ類の定着・生長を抑制しようというものである(草地化工法を参照)。

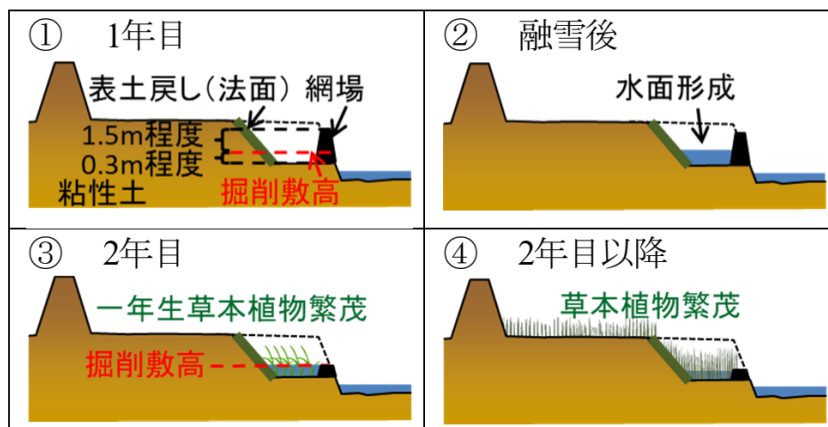


図-8 水面形成によるヤナギ類の抑制

#### 6) ブルドーザーによる踏み倒し

樹木の繁茂を抑制する手法として、ブルドーザーによる踏み倒しも様々な河川で試行されている。樹木を伐採した後、ブルドーザーが定期的に(1~2回/年)通行することで、伐採後に生えてくる樹木を幼木段階で踏み倒し、樹木の生長・繁茂を防ぐことが狙いである(写真-4)。ブルドーザーにより踏み倒された幼木や草本類はそのままとするため、刈草の集草・処分費がかからず除草よりもコストの削減が図れる場合もある。ヤナギ類の幼木のまともった生育が確認された箇所にて、踏み倒しを行うことで生存率が約20%前後に抑えられているとの報告があり<sup>36)</sup>(図-9)、継続することで抑制効果が期待できる。他にも、鳴瀬川水系<sup>37)</sup>や矢作川水系<sup>38)</sup>、四万十川水系<sup>39)</sup>ではブルドーザーによる踏み倒しを行っており、2年という短いモニタリング期間であるが効果があったとの報告がある。



写真-4 ブルドーザーによる踏み倒しの例

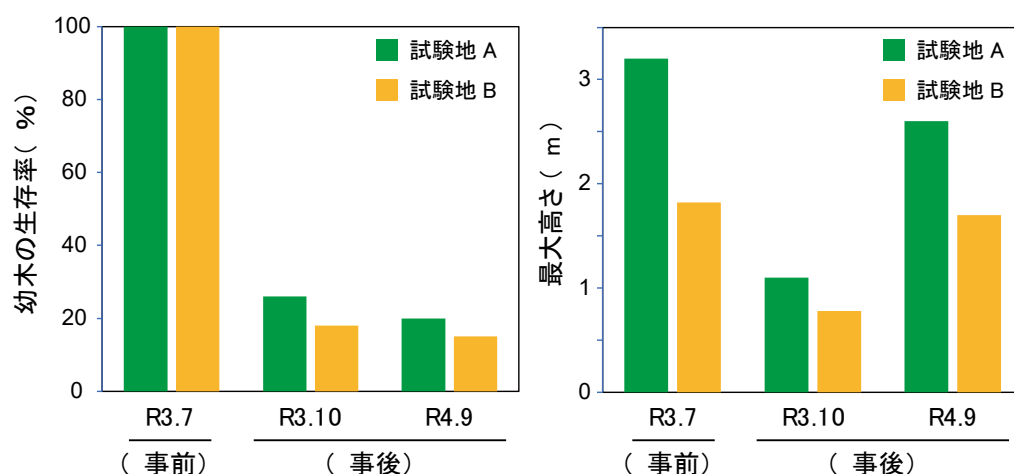


図-9 ブルドーザーによる踏み倒しが幼木の生存率と最大高さに及ぼす影響<sup>36)</sup>

#### (6) モニタリングと維持管理

本 Question ではヤナギ類、ハリエンジュ、タケ・ササ類に関する再繁茂抑制手法を紹介したが、これらは事例が少なく知見はまだ十分ではない状況である。そのため、ここで紹介した手法を対象とする河川に適用した場合、気候の違いだけでなく、河床材料や流量変動などの河川環境の違いによって、得られる結果も異なることが想定される。対策の効果を把握するためには、期待した結果に対し、どのような結果が実際に得られたかを記録し、より多くの事例を積み重ねることが重要となる。伐採後は、モニタリングを行い、必要に応じて対策の見直しを行うことも考えるべきである。

## ■コラムー 草地化工法の検討フロー<sup>40)</sup>

草地化工法とは、樹木の伐採や高水敷の掘削によって生じた裸地を対象に、草本類の定着を促すことで樹木の定着を抑制しようとするものである。ここでの抑制とは、樹木の定着を遅らせることで次の維持管理までの時間を長引かせる、又は樹木の定着数を減らすことで、次の維持管理で必要となる処分にかかる数量を減らすことを意味している。日本の気候下において、頻繁に出水の影響を受ける場所を除けば、樹木の定着を完全に排除する（ゼロにする）ことは現実的ではないことから、抑制することで維持管理にかかるコストを下げようというものである<sup>40)</sup>。

河道内において樹林帯を形成する樹木としてヤナギ類やハリエンジュが代表的であるが、これらの樹種は一般に陽樹と呼ばれる「光に対する要求性が高い」ものである。そのため、陰樹と呼ばれる「光に対する要求性が低い」樹木が、陽樹の下で生長を続け、陰樹に覆われることで陽樹が衰退していくのが、一般的に考えられる植物の遷移である。ヤナギ類やハリエンジュは、「光に対する要求性が高い」ために、施工後に生じた裸地において旺盛な生長を遂げるわけだが、ヨシ・オギなどの背の高い高茎草本類が裸地を覆うことで地表面に達する光を遮ることになり、陽樹の生長を抑制できる可能性が示されつつある。これまでに、地表面の50%ほどが植物に覆われ、地表に到達する太陽光の70%ほどが遮られることで、ヤナギの定着数が減少することが示されている<sup>41)</sup>。ただし、この遮光によってヤナギの定着・生育を抑制する方法は、種子から10cmほどの実生へと生長する過程においては効果的であったが、実生から1mほどの稚樹へと生長する過程においては、ほとんど効果がみられなかった(図-10)<sup>41)</sup>。つまり、生長段階の「初期」の方が抑制しやすい可能性が高く、ヤナギ類の種子が散布される時期(春～初夏)には、草本類が定着し生長していることが望ましい。

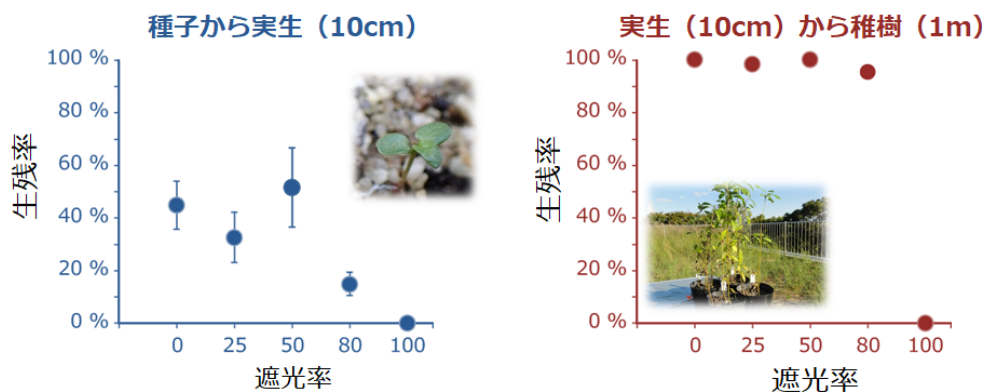


図-10 ヤナギ類の種子の生存率と遮光率との関係<sup>40), 42)</sup>

伐採や切下げにより生じる裸地で、樹林化を招くことが想定される場合、どのようにして「早期に草本の定着を促すか」が重要な点であるが、自然な植生遷移に頼る場合と、表土のまきだしによる草地化工法を用いる場合とに分けられるだろう。表土に用いる草本群落の選定については、河川水辺の国勢調査のデータを活用することが1つの案として考えられる。例えばヤナギ類と似たような環境（水際からの距離や比高など）に存在する草本群落を抽出し、その草本群落が調査ごとに（例、4巡と5巡目との間で）、どの程度変化するか（維持されるのか、又はヤナギ類へと遷移してしまうのか）を整理することで、表土の候補を選定することができる。現在、まだ検討段階ではあるが、図-11のようなフローに基づき、図-12 から図-14 で示す関係性をベースに草地化工法を実施することができる<sup>40)</sup>。ただし、表土をどのようにまくことが効果的であるかなどは、今後も検討していく必要がある。

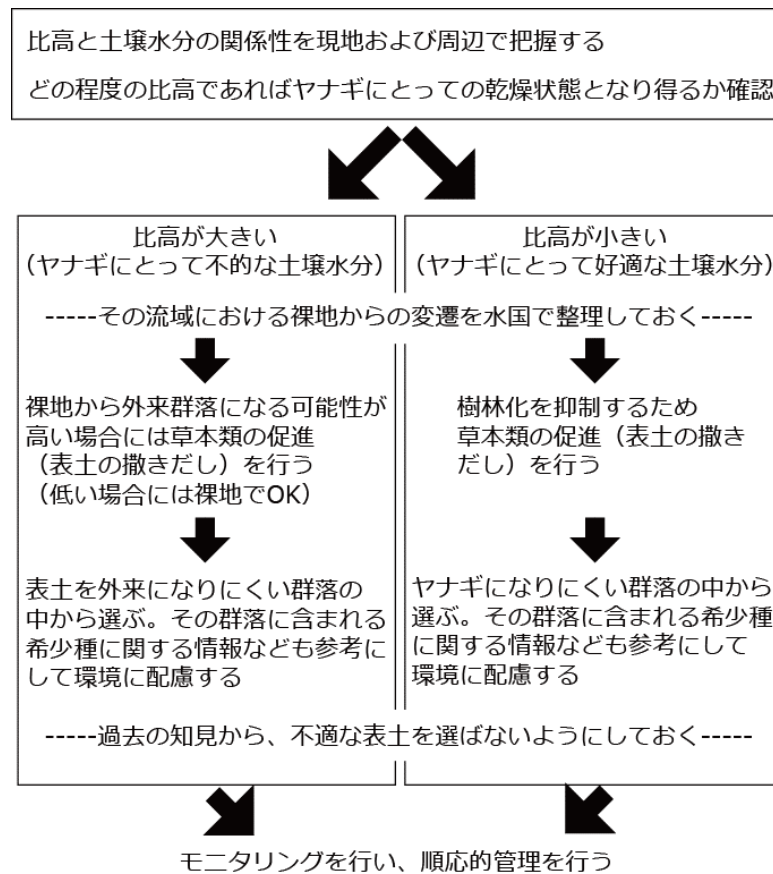


図-11 草地化工法の適用検討フロー（案）<sup>40)</sup>

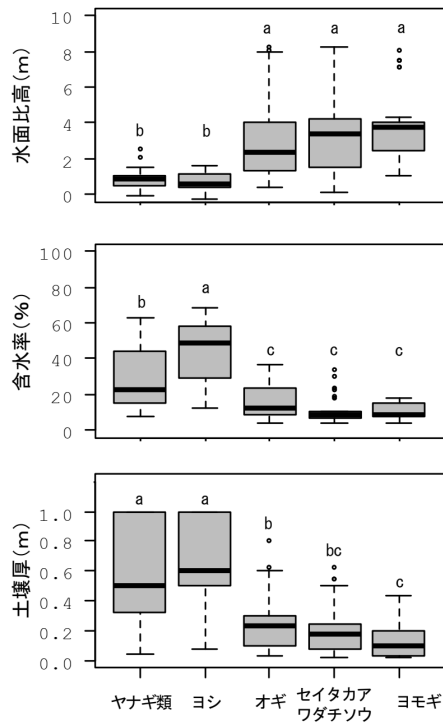


図-12 主な植物の生育環境の比較<sup>32)</sup>

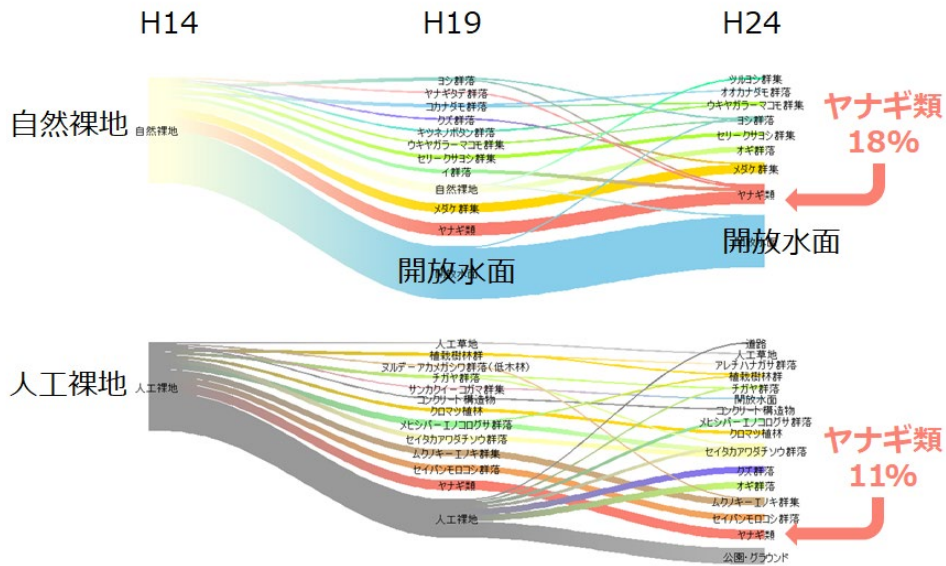
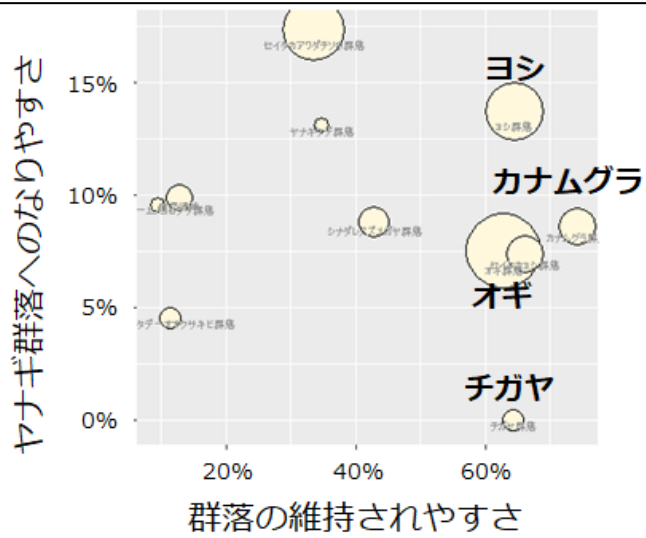


図-13 草地化工法の適用検討フローで利用する自然裸地や人工裸地からの変遷の整理方法<sup>40)</sup>  
 データは河川水辺の国勢調査を利用し、R package の"riverplot"で表現。帯の太さが面積に該当する



※ プロットサイズは面積の大きさを表す

図-14 河川水辺の国勢調査を用いた各群落の維持されやすさと、ヤナギ群落へのなりやすさの関係性<sup>40)</sup>。ここでの群落の維持されやすさとは、各群落が次の巡目の調査でも、おなじ群落のまま維持されている面積割合を示し、ヤナギ群落へのなりやすさとは、各群落が次の巡目でヤナギ群落へと変化している面積割合を示す。

## ■参考文献

- 1) 佐貫方城, 大石哲也, 三輪準二: 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, 16: 261-246, 2010.
- 2) 佐貫方城, 大石哲也, 三輪準二: 河道内樹木化と樹木管理の現状に関する考察. 土木技術資料 52-6: 34-37, 2010.
- 3) 川尻啓太, 森照貴, 内藤太輔, 今村史子, 徳江義宏, 中村圭吾: 高水敷を掘削した後に見られる河道内樹林の拡大速度. 応用生態工学, 26-1: 23-32, 2023. <https://doi.org/10.3825/ece.22-00011>
- 4) 森照貴, 増田進一, 相川隆生: 河道での樹林伐開後の再繁茂と継続的把握. 土木技術資料 65-12: 46-47, 2023.
- 5) Brunner I., Godbold D. L.: Tree roots in a changing world. Journal of Forst Research, 12: 78-82, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10310-006-0261-4>
- 6) de Kroon H., Van Groenendael J.: The ecology and evolution of clonal plants. Backhuys Publishers, Leiden, 1997.
- 7) 崎尾均, 山本福寿: 水辺林の生態学. 東京大学出版会, 2002.
- 8) 崎尾均: ニセアカシアの生態学—外来樹の歴史・利用・生態とその管理. 文一総合出版, 2002.
- 9) 槇島みどり, 田屋祐樹, 赤松史一, 中西哲, 三輪準二, 萱場祐一: 河道内におけるヤナギ類の効果的な伐採方法. 土木技術資料, 55-3: 38-41, 2013.
- 10) 大石哲也, 平田智道, 布川雅典, 山岸祐介, 西田侑希, 山中直樹: 展葉直後の伐採および複数回の刈取りによるヤナギ類の再繁茂抑制効果の検討. 河川技術論文集, 29: 347-352: 2023. [https://doi.org/10.11532/river.29.0\\_347](https://doi.org/10.11532/river.29.0_347)
- 11) 西田侑希, 西前駿太郎, 山本貴久: 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. 第65回(2021年度)北海道開発技術研究発表会論文: 636-640, 2022.
- 12) 小林瞬, 石川大朗, 伊東秀規: 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: 524-529, 2021.
- 13) 西村柁哉, 姫野一樹, 伊東秀規: 河道内樹木伐採における再樹林化抑制について—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: 743-748, 2020.
- 14) 留萌開発建設部 幌延河川事務所 鈴木順也: 天塩川下流域樹木管理方法の紹介について. 令和4年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2022. [https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_R04.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_R04.html)
- 15) 田村孝夫, 馬場和夫, 加藤陽子: 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年度北陸地方整備局 事業研究発表会, 2018.
- 16) 田屋祐樹, 槇島みどり, 赤松史一, 中西哲, 三輪準二, 萱場祐一: 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, 19: 459-464, 2013.
- 17) 田熊亮介, 小山浩正: 河川敷におけるニセアカシア駆除の工法別の有効性. 森林立地, 55: 37-42, 2013.
- 18) 長坂有: 冠水する河畔に植栽されたニセアカシアの生育状況. 日本林学会北海道支部論文集, 56: 17-19, 2008.
- 19) 増子輝明, 前村良雄, 森川陽一, 阿部充: 神流川における河道内樹林の適正管理について. リバーフロント研究所報告, 21: 67-76, 2010.
- 20) 庄内川河川事務所: 令和3年度庄内川河道環境モニタリング業務報告書, 2024.
- 21) 丹野幸太, 前田諭: 伐採・抜根によるハリエンジュ駆除効果と今後の課題. リバーフロント研究所報告, 18: 119-127: 2007.



- 22) 槇島みどり, 田屋祐樹, 赤松史一, 中西哲, 萱場祐一: 河道内樹木の管理方法に関する研究. 平成 23 年度国土交通省国土技術研究会, 2012.
- 23) 塩見真矢, 伊藤一之, 寺田伸子, 森脇広志, 今井洋介, 大石哲也: 竹林の再繁茂を抑制する管理技術の検討. 河川技術論文集, 25: 595-598, 2019
- 24) 山本洋, 中村大輔: 河道内の効果的な竹伐採方法について. 令和 2 年度近畿地方整備局研究発表会 論文集, イノベーション部門Ⅱ No.2: 1-6, 2020.
- 25) 九州地方整備局 大分河川国道事務所 渡邊文恵: 大分川・大野川の河道管理における環境配慮への取組. 平成 29 年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2017.  
[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_h29.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_h29.html)
- 26) 内藤太輔, 金縄健一, 福永和久, 今村史子, 萱場祐一: 全国の河川を対象とした河道内植生の分布特性と成立要因および河道掘削後の変化. 河川技術論文集, 22: 469-474, 2016.
- 27) 北陸地方整備局 信濃川下流河川事務所 永井新悟: 信濃川下流河道掘削における環境配慮の取組み. 令和 3 年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2021.  
[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_R03.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_R03.html)
- 28) 野副健司, 北岡洋尚, 山本晃一, 賀川真樹, 賀川泰棋: 長良川中流部礫河原再生箇所におけるヤナギ類の抑制条件の検討. 令和 5 年度(第 33 回)建設コンサルタント業務技術発表会 発表論文集: 133-136, 2023.
- 29) 北陸地方整備局 千曲川河川事務所 渡邊洋之: 千曲川自然再生実施箇所における大規模洪水後の再樹林化リスク評価手法の立案. 令和 3 年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2021.  
[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_R03.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_R03.html)
- 30) 中部地方整備局 浜松河川国道事務所 足立美津江: 天竜川下流部における河道内樹木の再繁茂抑制対策検討. 令和 4 年度全国多自然川づくり会議: 2022
- 31) 鈴木杏奈, 池羽邦佳, 野副健司, 森光弘: 植生の状態変化予測手法を用いた再繁茂抑制断面の設定と効果検証. 第 31 回建設コンサルタント業務技術発表論文集: 2021.
- 32) 兼頭淳, 大石哲也, 萱場祐一: 高水敷切下げ後の樹林化抑制に向けた草本植物の早期植生回復に関する研究. 河川技術論文集 24: 179-184, 2018.
- 33) 崎尾均: ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia* L.) は溪畔域から除去可能か? 日本林学会誌, 85: 355-358, 2003.
- 34) 東北地方整備局 酒田河川国道事務所 中村公貴: 赤川における河道掘削箇所の樹木再繁茂対策について. 令和 2 年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2020.  
[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_R02.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_R02.html)
- 35) 東北地方整備局 酒田河川国道事務所 田中大輔: 最上川下流河道掘削事業における樹木再繁茂対策について. 令和 3 年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2021.  
[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_R03.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_R03.html)
- 36) 里村駿佑, 三上孝敏, 笹谷佑人: 後志利別川における樹木伐採後のヤナギ幼木対策について—維持管理のコスト縮減に向けた再樹林化抑制の取り組み—. 第 66 回(2022 年度)北海道開発技術研究発表会論文: 670-675, 2023.
- 37) 東北地方整備局 北上川下流河川事務所 田中優希: 鳴瀬川水系吉田川における斜め掘削の実施とモニタリングについて. 平成 29 年度全国多自然川づくり会議 開催記録, 2017.  
[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou\\_h29.html](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/gaiyou_h29.html)
- 38) 山下隆弘: 豊川及び矢作川における河道内樹木の管理について～河道内樹木の再繁茂を簡易な工法で抑制する取り組みについて～. 令和 5 年度中部地方整備局管内事業研究発表会, 2023.
- 39) 川崎智仁: 河川の維持管理における中村河川国道事務所の取り組みについて, 四国地方

整備局管内技術・業務研究発表会，2016.

- 40) 森照貴：河道内樹木の伐採および掘削後の動態と再繁茂対策～多自然川づくりとしての植生管理～. 応用生態工学会名古屋フィールドシンポジウム，2019.
- 41) 兼頭淳，森照貴，大石哲也，中村圭吾，萱場祐一：ヨシやオギなどの草本による河川の樹林化抑制に関する研究. 応用生態工学会 第23回研究発表会，2019.
- 42) 溝口裕太，森照貴，中村圭吾，萱場祐一：河道掘削後の土砂堆積・植物繁茂に関する特性と樹林化抑制に資する草地化工法の提案. 土木技術資料，62-8：24-29. 2020.