

河川基金助成事業

「河川整備により創出される裸地からの
植生遷移に及ぼす季節性の影響」

助成番号：2020 - 5211 - 013

土木研究所自然共生研究センター
主任研究員 森 照貴

2020年度

1. はじめに

大河川の河畔に広がる陸域（河畔域）は、洪水時に生じる地形変化や水位変動の影響を受けやすい¹⁾。河畔域に成立する植生は、水位の上昇や流水による攪乱を受けることで時に消失し、その後裸地が形成される^{2,3)}。一方、攪乱の少ない状況が続いた場所では、草本や木本が定着し、遷移が進行する^{4,5)}。つまり、遷移の進行と攪乱による消失は河畔域の植生を特徴づけている^{6,7,8)}。また、大河川の中でも河床の勾配に依存して洪水攪乱の強度や頻度は変化し、流速や堆積する土砂の粒径等が異なるため、これらの要因によっても植物の空間分布が不均質になる^{9,10)}。

近年、河畔域において樹木の定着範囲が増加傾向にあり、「樹林化」として全国で報告されている（写真1.1、写真1.2）^{11,12,13)}。樹林化が生じる要因は様々であり、河床の低下や流況の変化、その他にも護岸の設置等が挙げられている^{14,15,16)}。いずれの要因も河畔域での攪乱頻度や強度を低下させるものであり、その結果として樹林化が生じたものと考えられている。両側を堤防に挟まれた空間（河道）で繁茂する樹種は地域によって異なるが、扇状地や自然堤防帯を流下する河川においては、マルバヤナギ (*Salix chaenomeloides*) やタチヤナギ (*Salix sub-fragilis*) 等のヤナギ属（ヤナギ類）が全国的に多い¹⁷⁾。ヤナギ類は成長が速い上に成熟までに要する期間が短く、例えばタチヤナギは樹齢3年から4年で開花したという報告がある⁹⁾。また、ヤナギ類は多量の種子（写真1.3）が裸地等の湿った環境に分散することで面的に繁茂することが多い¹⁸⁾。このように、ヤナギ類は河畔域で広く繁茂しやすい特徴を持ち、1999年以降の10年以内に、全国の直轄河川におけるヤナギ類の樹林面積は17%増加したことが報告されている¹⁷⁾。



写真 1.1 木曽川での 1973 年から 2003 年の間に生じた樹林化

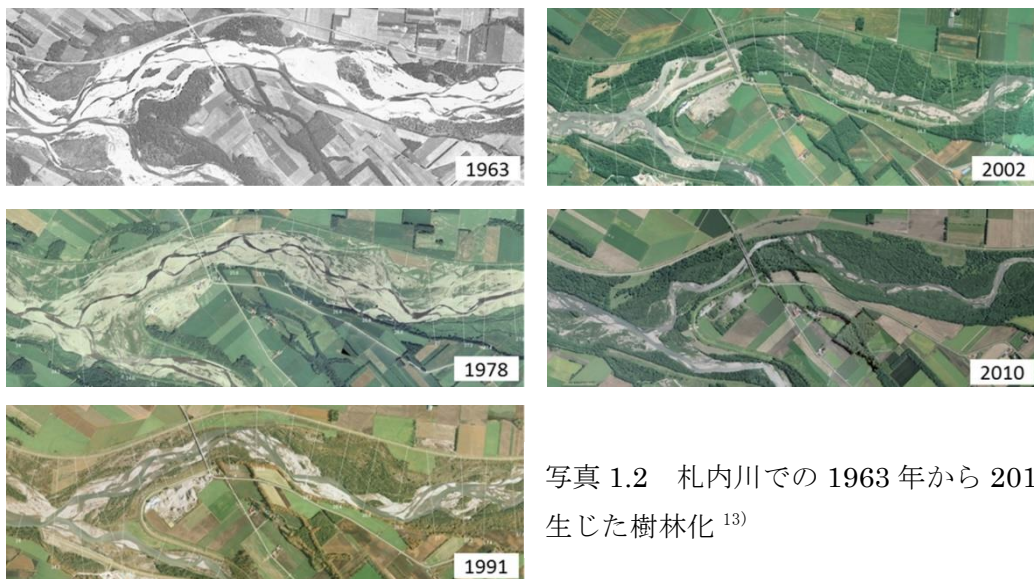


写真 1.2 札内川での 1963 年から 2010 年の間に生じた樹林化¹³⁾

樹林化は河川の環境と治水の両方にとって大きな影響をもたらす現象であり、河川管理者が注視すべき事項といえる。河道内という限られた空間の中で、ヤナギ類のような樹木が繁茂することは、裸地や草地といった攪乱が強く作用する河畔域に特徴的な環境が減少することを示唆している。裸地に先駆的に定着する植物や、水際の裸地や草地を好んで生息する昆虫類や鳥類等の動物にとっては、樹林化した河畔域は生息に適さない^{19, 20, 21)}。樹林化は流速を下げることで洪水が下流に到達するのを遅らせ、流水の集中による氾濫を防ぐといった面がある²⁴⁾ものの、一般的には、治水を考える上で懸念すべき変化として捉えられている。河道内に樹木が広く繁茂していると、増水時に水が流れにくくなり、水位が上昇しやすくなる²³⁾。さらに、樹林化した高水敷は、裸地に比べれば土砂が堆積しやすい²⁴⁾、地盤の上昇により河積の減少をもたらすことにもなる。人命や財産が集中することの多い大河川の扇状地や自然堤防帯では、水位が上昇することを避けるために、管理者が河道内の樹木を伐採すること（樹林伐開）や、河積を拡大するために伐採を行った後に地盤を掘り下げる掘削（河道掘削）が実施されている（写真1.4）²⁵⁾。

樹木伐開や河道掘削といった事業は、樹木のみを除去するのではなく、結果的に草本類など下層植生も消失することから、人工的に裸地を創出することになる。この裸地は、ヤナギ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であることが多く、数年後に再び繁茂する場合が確認されている（写真1.5）。そこで、河道内における樹木に対して、伐採や掘削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。その一方で、植物には季節性があり、展葉、開花、種子散布、発芽などにはタイミングがある。ヤナギ類は早春に展葉した後、春から初夏の間に開花から種子散布を行い、地面に定着した種子は数日で発芽することが多い。このようにヤナギに関しては、春から初夏の間に分布範囲を広げるといった特性を有しているため、この時期に存在する裸地はヤナギにとっての好適な分布拡大箇所になり得るわけである。



写真 1.3 ヤナギ類の種子。



写真 1.4 河道掘削の一例



写真 1.5 掘削から4年後の状況。
ヤナギが高密度に生育している。

キーワード：樹林化、高水敷、ヤナギ類、季節性

2. 草地化による再樹林化抑制

日本の高温多湿な気候下では、低温や乾燥、強風といった強いストレスが働く場所を除けば、時間が経過するにつれて裸地から草地に、そして樹木へと至る植生遷移（一次遷移）が観察される。そのため、樹木伐開や河道掘削により生じた裸地は、流水による影響が強く働く場所を除けば、速やかに草本や樹木が定着する。このように樹木が再び定着し、分布を拡大することを「再樹林化」と称されているが、樹木ではなく草本が定着し「再樹林化」がしば

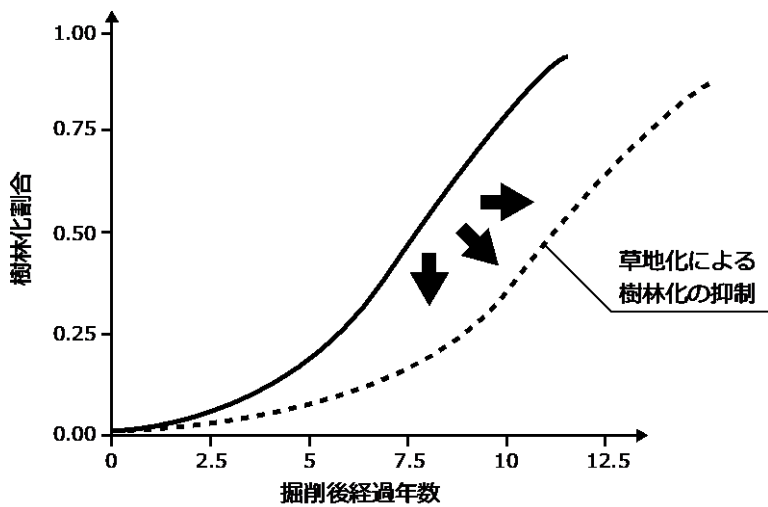


図 2.1 樹林化の抑制（イメージ）

らく起きない場所も存在する。これまでに、草本類の定着を促すことで樹木の定着を抑制できる可能性が指摘されており²⁶⁾、完全に「再樹林化」を防げるものではないが、抑制として、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、もしく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対策が検討もしくは実施されている（図2.1）。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係るコストを下げようというものである²⁸⁾。

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

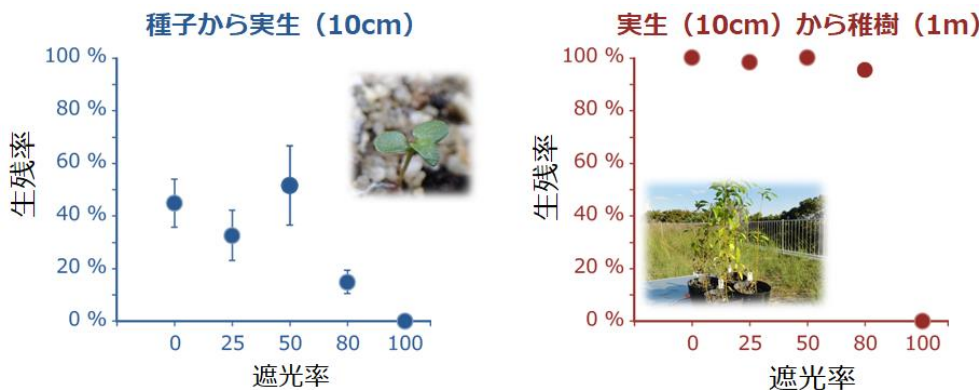


図 2.2 ヤナギ類の種子の生残率と遮光率との関係

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（図2.2）²⁶⁾。ただし、この遮光によりヤナギの定着・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、ほとんど効果が見られなかった（図2.2）。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と考えられる。

樹木抜開や河道掘削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、そこでひとつ考えるべきが「タイミング」である。前述したように、植物には展葉や開花、種子散布や発芽などには季節性があり、特定のタイミングで多くの光や水を必要とする。ヤナギ類に注目すれば、樹木伐開や河道掘削により創出した裸地において、種子散布から発芽・生長のタイミングとなる春から初夏の時点で草本類が繁茂していれば、光を制限することにより、ヤナギ類による再樹林化を抑制できる可能性があり、施工時期によっては、ヤナギにとっては不利であるが他の植物にとっては繁茂できる可能性がある。そこで本研究では、樹木伐開や河道掘削がどのタイミングに実施されているのかを明らかにした後、施工時期の違いが草本類の定着や樹木の定着に違いをもたらすのかについて検討を行った。

3. 中部地方における施工時期

中部地方を流れる一級水系の直轄区間を対象に、過去15年間に行われた樹木伐開と河道掘削についての情報を収集し、事業が実施された月（2か月以上に及ぶ場合は最終月）についてまとめた。中部地方整備局管

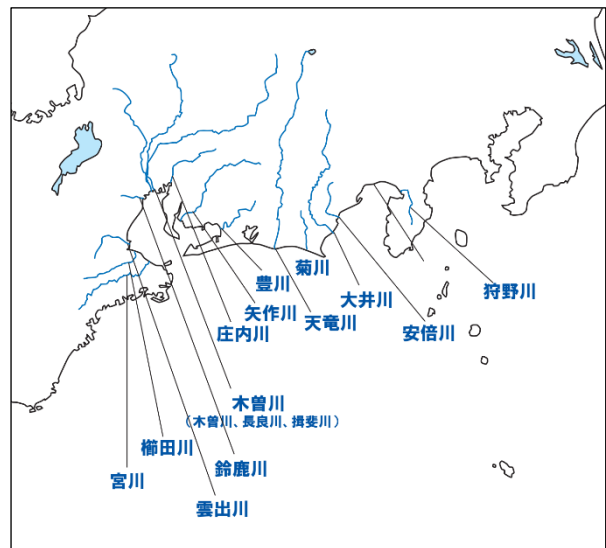


図 3.1 情報を収集した水系

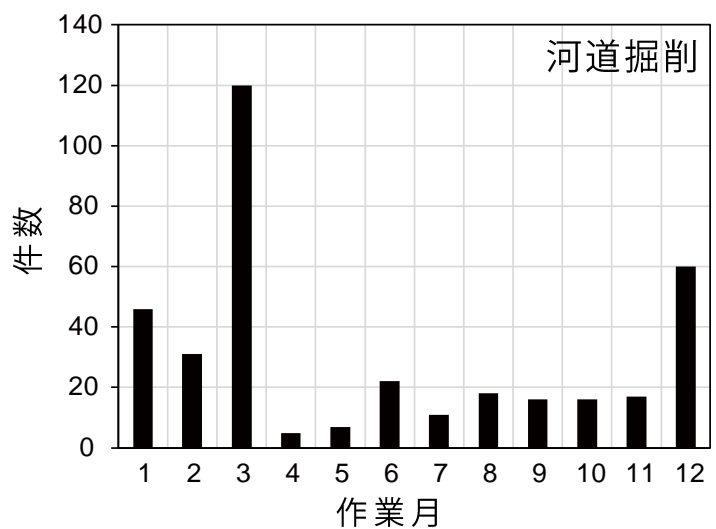


図 3.2 河道掘削が行われた作業月

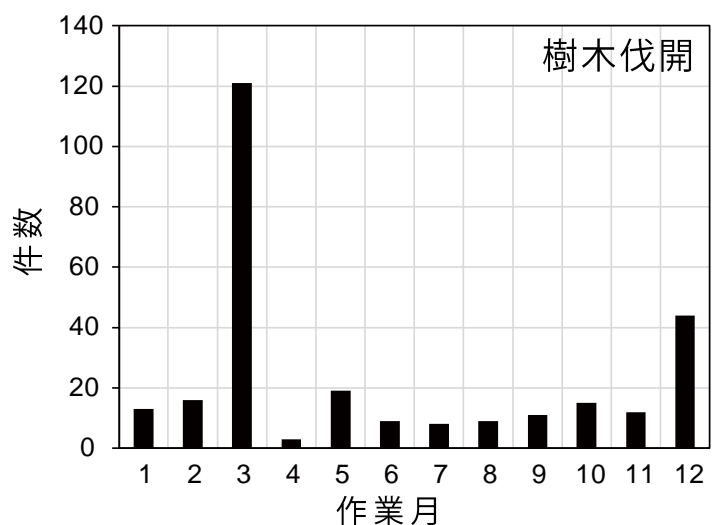


図 3.3 樹木伐開が行われた作業月

内から、木曾川（長良川・揖斐川含）、天竜川、安部川、雲出川、菊川、宮川、櫛田川、狩野川、庄内川、大井川、豊川、矢作川、鈴鹿川における河道掘削（364件）と樹木伐開（272件）に関する情報を集められた（図3.1）。

各工事の対象範囲や事業期間は様々であったが、実施月については河道掘削（図3.2）と樹木伐開（図3.3）ともに3月が最も多く、次いで12月が多かった。河道掘削については1月や2月に行われたことも多かったが、4月から11月に行われることは少ないことが明らかとなった。年度という単位で事業が進むことが多く、年度末に工期が設定されていることが多いために、このような結果となったのであろう。

4. 実験河川での検証

4.1 実験区画の設定

施工時期の違いによる植生繁茂状況の違いを検証するために、土木研究所自然共生研究センターを流れる実験河川において、4月を除き毎月樹木伐開と掘削を行い（図4.1）、その後の植生変化のモニタリングを行った（写真4.2, 写真4.2）。3本ある実験河川のうち、実験河川Aを対象に右岸側に約15m×8mの区画を12個、約20m×8mの区画を12個設定した（図4.1）。これらの区画において、2020年7月から各月の中旬に、1区画ずつ樹木伐開と掘削を行った（図4.2）。

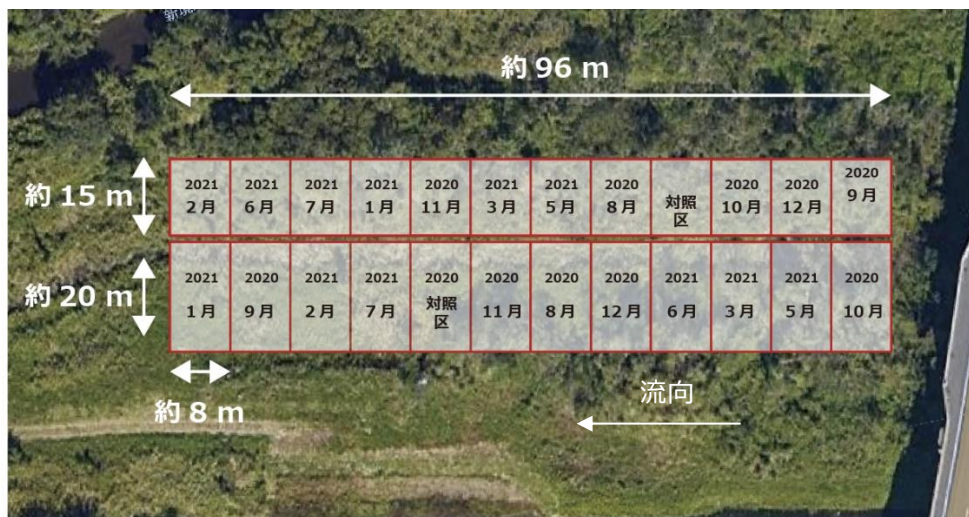


図 4.1 区画の設定。右岸側で樹木抜開を行い、左岸側で掘削を行った。

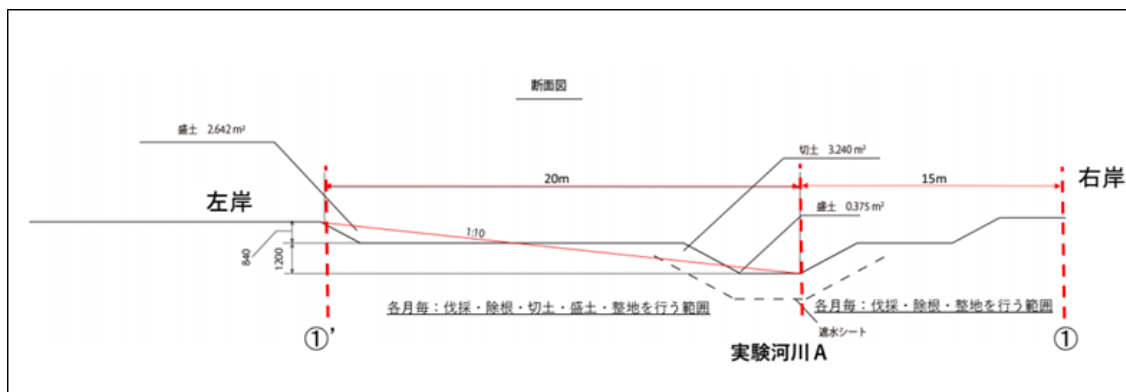


図 4.2 樹木伐開および掘削に関する横断面図

4.2 調査日時

調査は2020年6月から2022年9月までの間に行い、2020年度の主な調査は掘削を開始する前の6月に行い、以降8月と9月にも行った。2021年度および2022年度はどちらも6月と9月に植物群集調査を行った。また、6月から8月にかけての植物の展葉が終えた時期に、ドローンを用いて空中写真の撮影を行った。



写真 4.1 各月に行われた樹木抜開と掘削の状況（斜め写真）



写真 4.2 各月に行われた樹木抜開と掘削の状況（垂直写真）

4.3 調査項目

各区画において、生息が確認された全ての植物種を同定し、記録した。また、ドローンを用い、地上高約 30 m の高さから各区画を撮影し、得られた画像から ImageJ を用い、各区画における植物被度 (%) を求めた。さらに、高解像度衛星画像による植生の判別能力を検証するために、2021 年の同時期に撮影されたドローンと衛星画像を用い、判読した植生被度 (%) の違いを求めた。

4.4 調査結果

4.4.1 植物群集調査。

2020 年度から 2021 年度、2022 年度の計 8 回にわたり行った 24 区画での調査の結果、269 種の植物の生育が確認された (表 4.1)。最も多く記録されたのはセイタカアワダチソウであり、以下、ヨシ、クズ、ノイバラ、オギ、ナワシロイチゴと河川の高水敷で一般的に見られる植物であった。また、環境省レッドリスト 2020 に掲載されている種は、ミゾコウジュとカワヂシャの 2 種であった。岐阜県の「岐阜県レッドリスト (植物編) 改訂版」に掲載されている種は見つかっておらず、一般的にみられる普通種が多かったといえる。

表 4.1 実験河川で観察された植物種リスト

目和名	科和名	属和名	種和名
ウラボシ目	オシダ科	ヤブソテツ属	ヤブソテツ
トクサ目	トクサ科	トクサ属	イヌドクサ、スギナ、トクサ
アオキ目	アオキ科	アオキ属	アオキ
アブラナ目	アブラナ科	イヌガラシ属	イヌガラシ
		シヨカツサイ属	シヨカツサイ
		タネツケバナ属	タネツケバナ
		マメグンバイナズナ属	マメグンバイナズナ
ウリ目	ウリ科	カラスウリ属	カラスウリ
		ゴキヅル属	ゴキヅル
		スズメウリ属	スズメウリ
カタバミ目	カタバミ科	カタバミ属	オッタチカタバミ、カタバミ
キク目	キキョウ科	キキョウソウ属	キキョウソウ
	キク科	アキノキリンソウ属	セイタカアワダチソウ
		アキノノゲシ属	アキノノゲシ
		アズマギク属	オオアレチノギク、ハルジオン、ヒメジョオン、ヒメムカシヨモギ
		オナモミ属	オオオナモミ
		オニタビラコ属	オニタビラコ (広義)
		キツネアザミ属	キツネアザミ
		キンケイギク属	オオキンケイギク
		センダングサ属	アメリカセンダングサ、コセンダングサ
		タカサブロウ属	アメリカタカサブロウ
		タンポポ属	トウカイタンポポ
		チチコグサモドキ属	チチコグサモドキ
		チチコグサ属	チチコグサ
		ノゲシ属	オニノゲシ、ノゲシ
		ハハコグサ属	ハハコグサ
		ブタクサ属	オオブタクサ、ブタクサ
		ヨモギ属	ヨモギ

キントラノオ目 トウダイグサ科	アカメガシワ属 エノキグサ属 トウダイグサ属	アカメガシワ エノキグサ オオニシキソウ
ヤナギ科	ヤナギ属	カワヤナギ、コゴメヤナギ、マルバヤナギ
キンポウゲ目 アケビ科	アケビ属	アケビ、ミツバアケビ
キンポウゲ科	キンポウゲ属 センニンソウ属 ヒメウズ属	キツネノボタン センニンソウ ヒメウズ
ケシ科	タケニグサ属	タケニグサ
ツツラフジ科	アオツツラフジ属	アオツツラフジ
メギ科	ナンテン属	ナンテン
クスノキ目 クスノキ科	クスノキ属	ヤブニッケイ
シキミ目 マツブサ科	サネカズラ属	サネカズラ
シソ目 アゼナ科	アゼナ属	アメリカアゼナ
オオバコ科	オオバコ属 クワガタソウ属 マツバウンラン属	オオバコ オオイヌノフグリ、オオカワヂシャ、カワヂシャ、 タチイヌノフグリ、ホナガカワヂシャ、ムシクサ マツバウンラン
キツネノマゴ科	キツネノマゴ属	キツネノマゴ
クマツヅラ科	クマツヅラ属	アレチハナガサ
サギゴケ科	サギゴケ属	トキワハゼ、ムラサキサギゴケ
シソ科	アキギリ属 イヌコウジュ属 オドリコソウ属 カキドオシ属 クルマバナ属	ミゾコウジュ ヒメジソ ヒメオドリコソウ カキドオシ トウバナ
モクセイ科	イボタノキ属 キンモクセイ属	イボタノキ、トウネズミモチ、ネズミモチ ヒイラギ
セリ目 ウコギ科	キツタ属	キツタ
セリ科	セリ属 ヤブジラミ属	セリ オヤブジラミ
ツツジ目 サクラソウ科	オカトラノオ属 ヤブコウジ属	コナスビ マンリョウ、ヤブコウジ
ツバキ科	ツバキ属	ヤブツバキ
ナス目 ナス科	ナス属	アメリカイヌホオズキ、イヌホオズキ
ヒルガオ科	ネナシカズラ属 ヒルガオ属	アメリカネナシカズラ ヒルガオ
ナデシコ目 ザクロソウ科	クルマバザクロソウ属	クルマバザクロソウ
スベリヒユ科	スベリヒユ属	スベリヒユ
タデ科	イヌタデ属	アキノウナギツカミ、イシミカワ、イヌタデ、オ オイヌタデ、シロバナサクラタデ、ボントクタデ、 ママコノシリヌグイ、ミズヒキ、ヤナギタデ、ヤ ノネグサ ギシギシ、スイバ、ナガバギシギシ
ナデシコ科	ギシギシ属 ソバカズラ属 ツメクサ属 ノミノツヅリ属 ハコベ属 マンテマ属 ミミナグサ属	イタドリ ツメクサ ノミノツヅリ ウシハコベ、コハコベ、ノミノフスマ ムシトリナデシコ オランダミミナグサ
ヒユ科	アカザ属 アリタソウ属 イノコヅチ属	シロザ アリタソウ イノコヅチ、ヒナタイノコヅチ

	ヤマゴボウ科	ヤマゴボウ属	ヨウシュヤマゴボウ
ニシキギ目	ニシキギ科	ツルウメモドキ属	イヌツルウメモドキ、オニツルウメモドキ、ツルウメモドキ
		ニシキギ属	コマユミ、ニシキギ、マサキ、マユミ
バラ目	アサ科	エノキ属	エノキ
		ムクノキ属	ムクノキ
	イラクサ科	ヤブマオ属	カラムシ、ヤブマオ
	グミ科	グミ属	ツルグミ
	クワ科	カジノキ属	ヒメコウゾ
		クワ属	マグワ、ヤマグワ
	ニレ科	ニレ属	アキニレ
	バラ科	キイチゴ属	ナワシロイチゴ
		キジムシロ属	オヘビイチゴ、カワラサイコ、ヘビイチゴ
		キンミズヒキ属	キンミズヒキ
		シャリンバイ属	シャリンバイ
		バラ属	ノイバラ
フウロソウ目	フウロソウ科	フウロソウ属	アメリカフウロ
ブドウ目	ブドウ科	ノブドウ属	ノブドウ
		ブドウ属	エビヅル
		ヤブカラシ属	ヤブカラシ
フトモモ目	アカバナ科	チョウジタデ属	チョウジタデ、ヒレタゴボウ
		マツヨイグサ属	コマツヨイグサ、メマツヨイグサ
ブナ目	ブナ科	コナラ属	クスギ、シラカシ
マツムシソウ目	スイカズラ科	スイカズラ属	スイカズラ
		ノヂシャ属	ノヂシャ
マメ目	マメ科	クサネム属	クサネム
		クズ属	クズ
		コマツナギ属	コマツナギ
		シャジクソウ属	クスダマツメクサ、コメツブツメクサ、シロツメクサ
		ソラマメ属	カスマグサ、スズメノエンドウ、ヤハズエンドウ
		ダイズ属	ツルマメ
		ネムノキ属	ネムノキ
		ハギ属	マルバハギ、メドハギ、ヤマハギ
		ハリエンジュ属	ハリエンジュ
		フジ属	フジ
		ヤハズソウ属	ヤハズソウ
		ヤブマメ属	ヤブマメ
ムクロジ目	ウルシ科	ウルシ属	ハゼノキ、ヤマウルシ、ヤマハゼ
		ヌルデ属	ヌルデ
	センダン科	センダン属	センダン
	ニガキ科	ニワウルシ属	ニワウルシ
ムラサキ目	ムラサキ科	キュウリグサ属	キュウリグサ
		ハナイバナ属	ハナイバナ
モチノキ目	モチノキ科	モチノキ属	クロガネモチ
ユキノシタ目	ベンケイソウ科	マンネングサ属	コモチマンネングサ、メキシコマンネングサ
リンドウ目	アカネ科	オオフタバムグラ属	オオフタバムグラ
		フタバムグラ属	フタバムグラ
		ヘクソカズラ属	ヘクソカズラ
		ヤエムグラ属	ヤエムグラ
	キョウチクトウ科	ガガイモ属	ガガイモ
	リンドウ科	センブリ属	アケボノソウ

イネ目	イグサ科	イグサ属	クサイ、コウガイゼキショウ、コゴメイ		
	イネ科	スズメノヤリ属	スズメノヤリ		
		アゼガヤ属	アゼガヤ		
		アワ属	アキノエノコログサ、エノコログサ		
		イチゴツナギ属	スズメノカタビラ、ナガハグサ		
		ウシノケグサ属	トボシガラ		
		エゾムギ属	アオカモジグサ		
		カズノコグサ属	カズノコグサ		
		カゼクサ属	カゼクサ、シナダレスズメガヤ		
		カニツリグサ属	カニツリグサ		
		キビ属	オオクサキビ、ヌカキビ		
		クサヨシ属	クサヨシ		
		コバンソウ属	コバンソウ、ヒメコバンソウ		
		ススキ属	オギ、ススキ		
		スズメノチャヒキ属	イヌムギ、スズメノチャヒキ		
		スズメノテッポウ属	スズメノテッポウ、セトガヤ		
		スズメノヒエ属	タチスズメノヒエ		
		チヂミザサ属	ケチヂミザサ、コチヂミザサ		
		トダシバ属	トダシバ		
		ナギナタガヤ属	ナギナタガヤ		
		ヌカススキ属	ヌカススキ		
		ヌカボ属	コヌカグサ		
		ネズミムギ属	ネズミムギ、ホソムギ		
		ヒエガエリ属	ヒエガエリ		
		ヒエ属	イヌビエ、ケイヌビエ		
		ヒロハノウシノケグサ属	オニウシノケグサ		
		マダケ属	マダケ、モウソウチク		
		メダケ属	アズマネザサ、ネザサ		
		メヒシバ属	メヒシバ		
		メリケンカルカヤ属	メリケンカルカヤ		
		モロコシ属	セイバンモロコシ		
		ヤマアワ属	ヤマアワ		
		ヨシ属	ツルヨシ、ヨシ		
		ガマ科	ガマ属	コガマ	
		カヤツリグサ科	カヤツリグサ属	アゼガヤツリ、カヤツリグサ、コゴメガヤツリ、シュロガヤツリ、タマガヤツリ、チャガヤツリ、ヒメクグ、メリケンガヤツリ	
			スゲ属	アゼナルコ、エナシヒゴクサ、カワラスゲ、テキリスゲ、ナキリスゲ、ピロードスゲ、マスクサ、ミコシガヤ、メアオスゲ、ヤワラスゲ	
			テンツキ属	テンツキ、ヒデリコ	
			ハタガヤ属	ハタガヤ	
		オモダカ目	トチカガミ科	オオカナダモ属	オオカナダモ、コウガイゼキショウモ
		クサスギカズラアヤメ科		ニワゼキショウ属	ニワゼキショウ
		目	クサスギカズラ科	ジャノヒゲ属	ジャノヒゲ
				ヤブラン属	ヤブラン
			ヒガンバナ科	ヒガンバナ属	ヒガンバナ
			ラン科	ネジバナ属	ネジバナ
		ツユクサ目	ツユクサ科	ツユクサ属	ツユクサ
		ヤシ目	ヤシ科	シュロ属	シュロ
		ヤマノイモ目	ヤマノイモ科	ヤマノイモ属	ナガイモ、ニガカシュウ、ヤマノイモ
		ユリ目	サルトリイバラ科	サルトリイバラ属	シオデ、ヤマカシュウ

最初の掘削を行う直前の 2021 年 6 月に行った植物群集調査の結果、左岸の掘削を行う予定の区画では平均 16.9 種の植物が見つかり、右岸の樹木抜開を行う予定の区画では平均 20.8 種が見つかった (図 4.3)。両岸に設定した調査区画は長期間、掘削や抜開だけでなく、出水による大きな攪乱を受けていない状態であり、安定した環境のため植生遷移が進んだ状況と考えられる。

2020 年 7 月より河道掘削および樹木抜開を開始したため、2021 年 6 月に行った植物群集調査では掘削もしくは抜開してから 2 から 12 か月が経過した状況である。この時間経過の中で、掘削と抜開もどちらも、2 か月が経過した頃は植物種数が少なかったが、4 か月が経過するころにはどちらも 30 種を超える植物種が記録された (図 4.4)。掘削もしくは抜開を行う前の 6 月の種数に比べれば (図 4.3)、どちらも 4 か月が経つ頃には種数が大きく増加していた (図 4.4)。これは、安定していた植物群集に抜開や掘削といった攪乱を加えたことで、遷移初期種と呼ばれるような種が多く定着したためと考えられる。さらに一年後の 2022 年 6 月の調査では掘削もしくは抜開から 13 から 24 か月が経過していたが、掘削・抜開前よりは植物種が多かった一方、2021 年 6 月の時点よりは掘削・抜開のどちらも植物種数がやや減少していた (図 4.5)。

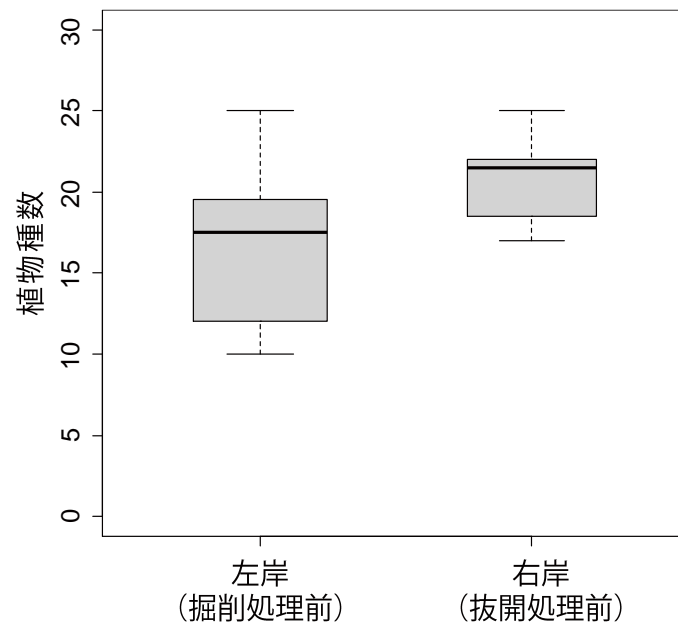
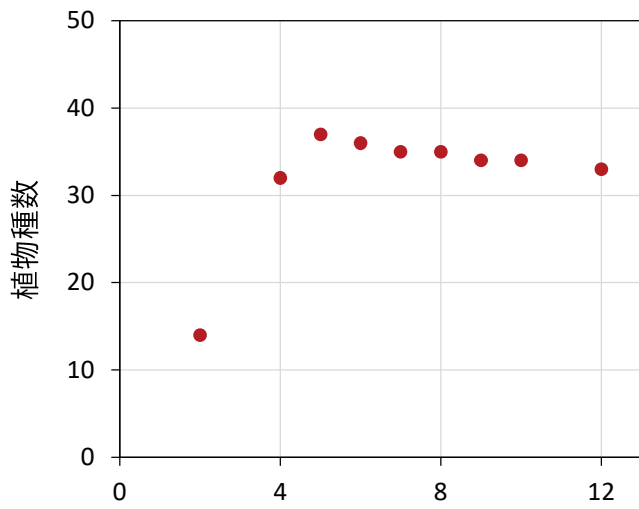
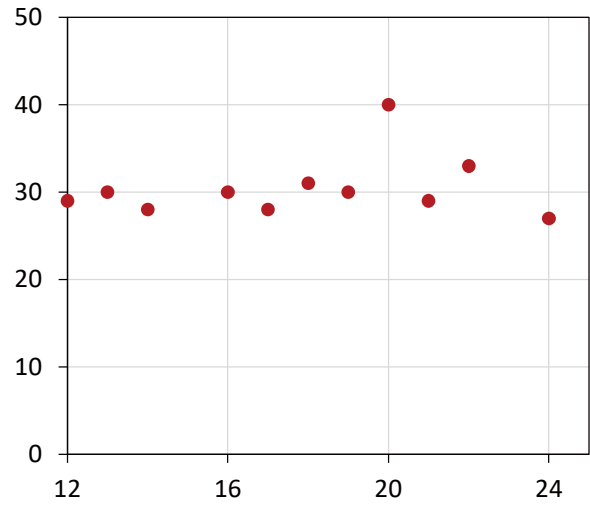


図 4.3 河道掘削および樹木抜開を行う直前に各区画で見られた植物種数の平均値

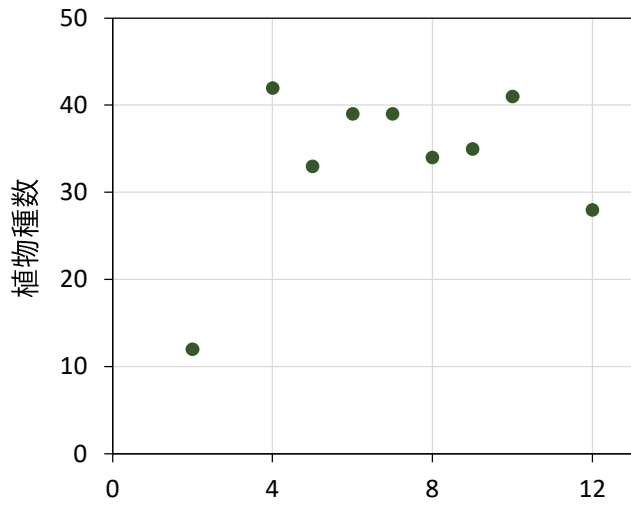


掘削からの経過月数
(2021年6月時点)

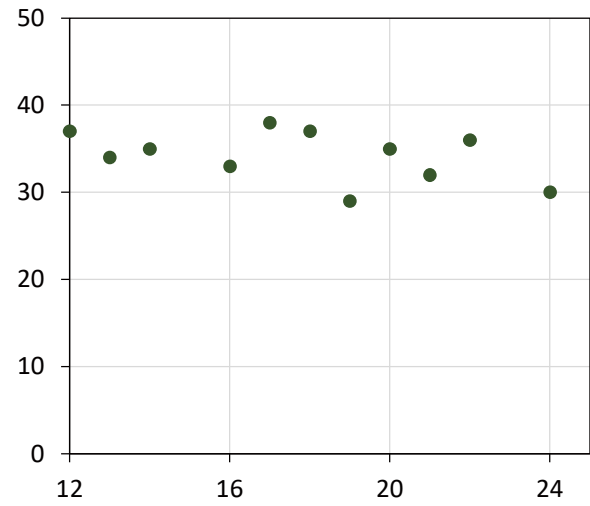


掘削からの経過月数
(2022年6月時点)

図 4.4 掘削から 2 から 24 か月が経過した時点の植物種数



抜開からの経過月数
(2021年6月時点)



抜開からの経過月数
(2022年6月時点)

図 4.5 抜開から 2 から 24 か月が経過した時点の植物種数

4.4.2 植物被度調査。

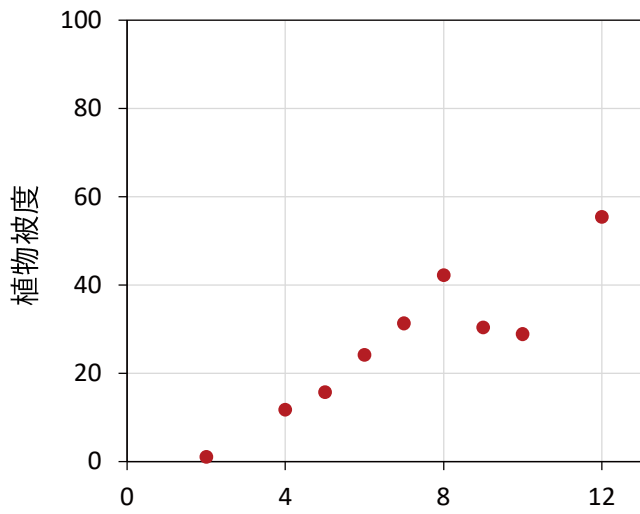
2020年6月の掘削もしくは抜開を行う前に撮影した画像において、いずれの区画も植物被度は100%であった(写真4.3)。掘削もしくは抜開を行う際、地表面にみられた植物は全て取り除いたことから、掘削直後の植物被度は0%となる。掘削もしくは抜開から2から12か月が経過した2021年6月に撮影した画像を解析したところ、掘削区では徐々に植物被度が回復しており、12か月が経過しころには約55%となっていた(図4.6)。一方、抜開区の方が、被度の回復は早く、4か月が経過するころには50%近くまで回復しており、12か月が経過した時点で約82%となった(図4.7)。やはり、掘削の方が表層土壌を取り除くことから、抜開に比べて植生の回復に時間がかかることが示された。さらに、そこから1年後の2022年6月の結果を見ても、掘削区では緩やかに被度が回復している様子が捉えられ、16か月を超えるころに地表面の8割近くが植物で覆われ、24か月が経過したころにようやく区画全体に植物が定着していた(図4.6)。一方、掘削区の方がやはり回復は早く、約80%の被度は8か月を経過するころには達成され、20か月を過ぎたころには全体が植物で覆われていた(図4.7)。つまり、地表面の8割程度が植物に覆われる時間として、掘削の方が抜開よりも8か月程度、全体が覆われる時間として4か月以上の違いがあることが示された。



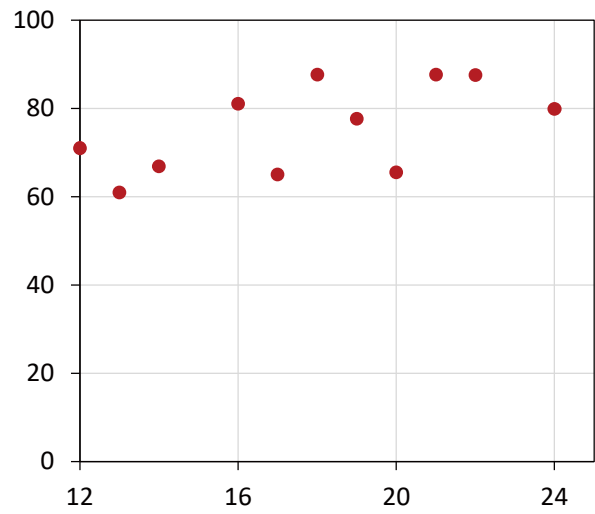
写真4.3 初期の時点での植被率はどこの区画も100%であった。

4.5 植物群集と植物被度の回復速度の違い。

掘削や抜開による植物の回復速度を見ると、植物種数だけをみれば4か月程度で回復しているように見えてしまうが、これは先駆種が多く定着したことで植物種数が急増したためである。そのため、高水敷の再樹林化を考える際に重要となる植物被度を見ると、掘削から4か月ではまだ20%にも達しておらず、裸地が多く存在していた。一方、掘削よりも回復の早い抜開であっても、4か月では50%程度であった。

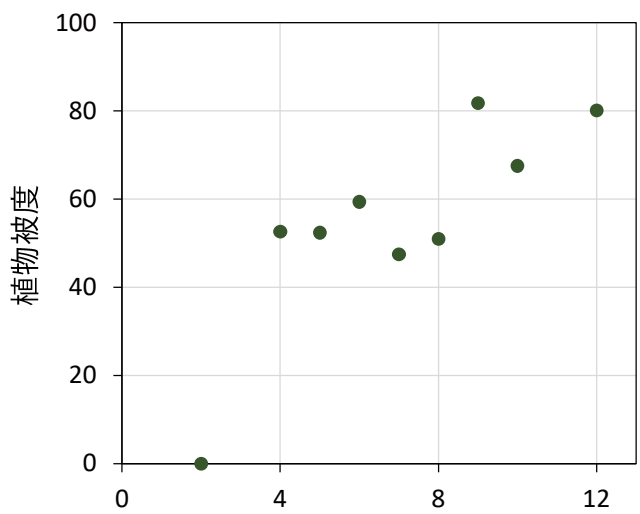


掘削からの経過月数
(2021年6月時点)

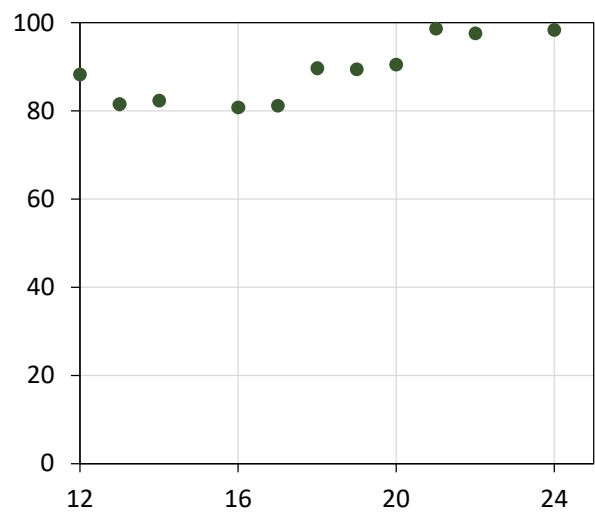


掘削からの経過月数
(2022年6月時点)

図 4.6 掘削から 2 から 24 か月が経過した時点の植物被度



抜開からの経過月数
(2021年6月時点)




伐開からの経過月数
(2022年6月時点)

図 4.7 抜開から 2 から 24 か月が経過した時点の植物被度

5. 草地化を促すための事業の実施時期

掘削もしくは抜開してから 13 から 24 か月が経過した 2022 年 6 月時点でのヤナギ類の稚樹の定着について調査結果を整理したところ、ヤナギ類が確認された区画は 12 月から 3 月に掘削を行った区画であった（表 5.1）。一方、右岸側の抜開を行った区間ではヤナギ類の定着は確認されておらず、掘削を行った区画においても 6 月から 9 月に実施した場所では稚樹は見られなかった。これらの結果は、やはり 12 月から 3 月の冬季に掘削を行い、裸地を創出することで、5 月あたりに散布されたヤナギ類の種子が定着しやすかったことを示していると考えられる。また、5 月あたりに種子の定着があったとしても、また 1m にも満たない大きさの時に掘削を行うことでヤナギ類は取り除かれ、2021 年には回復した草地の影響により定着しなかった可能性がある。ただし、5 月と 6 月の掘削は 2021 年に行っていることから、2022 年 5 月に定着していた場合、6 月の調査では実生が小さいため確認が難しかった可能性もある。2023 年度以降も調査を継続することで、本当に 5 月から 9 月に掘削を行うことで、ヤナギ類を取り除きつつ、その年の間に植生が回復し、ヤナギ類が新規に定着する可能性を低減できるかについて検討を行う必要があるだろう。

表 5.1 掘削のタイミングに応じたヤナギ類の稚樹の定着の有無

掘削の実施タイミング	ヤナギ類の稚樹の定着 (2022 年 6 月時点)	ヤナギ類の 種子散布時期
1 月	有	
2 月	有	
3 月	有	
4 月	実施せず	
5 月	有	
6 月	無	
7 月	無	
8 月	無	
9 月	無	
10 月	有	
11 月	無	
12 月	有	

6. 高解像度衛星画像による植物被度の判別能力

高解像度衛星画像による植生の判別能力を検証するために、2021 年の 8 月に撮影したドローンの画像（写真 6.1）と、2021 年 7 月に撮影された衛星画像（写真 6.2）を用いて植生被度（%）を判読した。衛星画像は、Spot Image 社が運用する光学系人工衛星で地上解像度 50cm カラーの超高解像度であるプレアデス (Pleiades) を用いた。ただし、2021 年の 7 月に掘削および抜開した区画について、ドローンでは実施済みであるが、衛星画像では実施前であったことから、これらの区画については解析から除いた。



写真 6.1 ドローンにより撮影した画像



写真 6.2 衛星により撮影された画像

ドローンおよび衛星により撮影された画像から、ImageJ を用いて植生被度を求めたところ、両者は相関関係にあり（図 6.1）、ドローンを飛ばさなくとも高解像度の衛星であれば植物被度を読み取れることが示された。

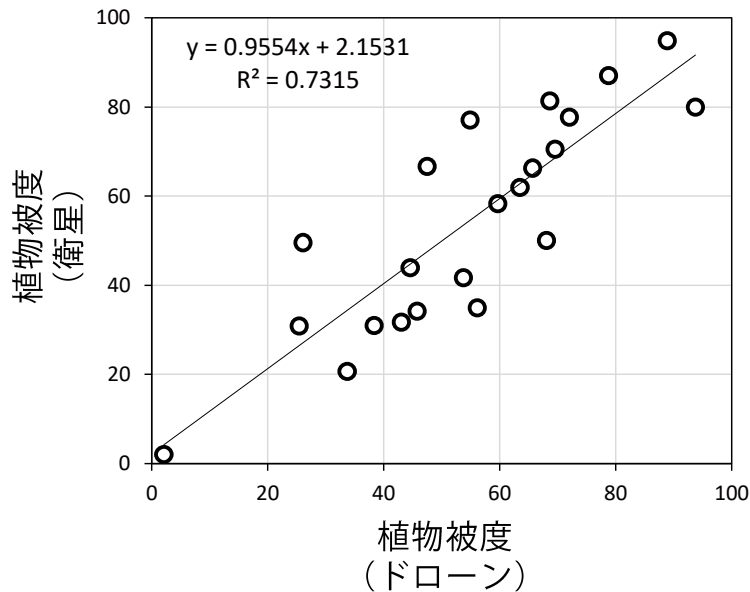


図 6.1 ドローンおよび衛星により撮影された画像から読み取った植物被度の関係性

7. 河川事業等の推進に寄与することが期待される効果

ヤナギ類は大河川の河畔域に広く分布する代表的な樹木であり、春季に風散布および水散布の種子を大量につくる^{9, 27, 28)}。毎年多くの種子が様々な場所に運ばれるが、その中でも年度末に行われる河道掘削や樹木伐開によって創出された裸地では、空間や光資源を巡る競争相手がいないために種子が定着し生長する可能性が高い。これまでも伐開や掘削した後、すぐに「再樹林化」する現象が、様々な現場で報告されている。樹木伐開や河道掘削が行われてから、樹林がどのように変化するかを考えることは、河道内の樹木を適切に管理するうえで重要であり、再樹林化を抑制する方法の一つとして草地化が挙げられており、オギやヨシといった草本類の定着を促すことで再樹林化に至るまでの年数を長くする手法である。本研究では、この草本類の定着に対して、掘削や伐開を実施するタイミングの影響について検討を行った。その結果、樹木伐開や河道掘削の後、速やかに植物が定着し、伐開や掘削前に比べて種数は多くなることが示された。しかし、種数が多くなった状況でも、地面を覆うまでには至っておらず、植物により地表面が一定程度（80%）覆われるには掘削の場合16か月、伐開の場合8か月ほどが必要であった。伐開は表層土壌が残ることで、植生の回復が早いものと考えられる。一方、掘削は表層土壌を取り除くため、埋土種子なども一緒になくなることで、伐開よりも回復に時間がかかるのだろう。伐開に関していえば、8か月で植物被度が回復するのであれば、ヤナギの種子が散布される6月から遡ること10月もしくは11月に工事を行うことで、草地の回復が見込める可能性がある。また、ヤナギの定着が想定される6月もしくは7月に工事を行うことで、定着初期の個体を除去できる可能性もある。ただし、春季や秋季は様々な生物の繁殖、産卵期であるため、地上部では卵が産み付けられた場所を踏みついたり、取り除いてしまう可能性がある。水中部については、地上部と同様に直接的な影響だけでなく、濁水が発生することで間接的に負の影響を及ぼす可能性がある。このように、地上部・水中部での繁殖および産卵環境に対して影響を及ぼすことがないかについて注意が必要であり、こういった環境への影響を考えたうえで工事時期を考えることで、草地化を促すことが可能な場合もあるだろう。

参考文献

- 1) Steiger J., Tabacchi E., Dufour S., Corenblit D. & Peiry J.L. (2005) Hydrogeomorphic processes affecting riparian habitat within alluvial channel-floodplain river systems: a review for the temperate zone. *River Research and Applications* 21(7): 719-737.
- 2) Hupp C.R. & Osterkamp W.R. (1996) Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. *Geomorphology* 14(4): 277-295.
- 3) 八木澤順治・田中規夫 (2009) 河道内植生の洪水による破壊・再生を考慮した植生動態モデルの開発. *水工学論文集* 53: 1171-1176.
- 4) Geerling G.W., Kater E., Van den Brink C., Baptist M.J., Ragas A.M.J. & Smits A.J.M. (2008) Nature rehabilitation by floodplain excavation: The hydraulic effect of 16 years of sedimentation and vegetation succession along the Waal River, NL. *Geomorphology* 99(1-4): 317-328.
- 5) 田頭直樹・桐浩司・傳田正利・大石哲也・萱場祐一 (2014) 植物群落と物理環境を基準とした景観区分とその遷移過程—セグメント2河道を対象として—. *河川技術論文集* 20: 115-120.
- 6) Robertson K.M. & Augspurger C.K. (1999) Geomorphic processes and spatial patterns of primary forest succession on the Bogue Chitto River, USA. *Journal of Ecology* 87(6): 1052-1063.
- 7) Fierke M.K. & Kauffman J.B. (2005) Structural dynamics of riparian forests along a black cottonwood successional gradient. *Forest Ecology and Management* 215(1-3): 149-162.
- 8) Latterell J.J., Scott Bechtold J., O'Keefe T.C., Van Pelt R. & Naiman R.J. (2006) Dynamic patch mosaics and channel movement in an unconfined river valley of the Olympic Mountains. *Freshwater Biology* 51(3): 523-544.
- 9) 新山馨 (2002) 河畔林. 「水辺林の生態学」(崎尾均・山本福壽編), pp.61-93. 東京大学出版会, 東京.
- 10) Shin N. & Nakamura F. (2005) Effects of fluvial geomorphology on riparian tree species in Rekifune River, northern Japan. *Plant Ecology* 178(1): 15-28.
- 11) 宮本仁志・赤松良久・戸田祐嗣 (2013) 河川の樹林化課題に対する研究の現状と将来展望. *河川技術論文集* 19: 441-446.
- 12) 今村史子・徳江義宏・日高初淑・中村隆人 (2014) 長良川の樹林化実態の把握と要因推定の試み. *河川技術論文集* 20: 211-216.
- 13) Nakamura F., Watanabe Y., Negishi J., Akasaka T., Yabuhara Y., Terui A., Yamanaka S. & Konno M. (2020) Restoration of the shifting mosaic of floodplain forests under a flow regime altered by a dam. *Ecological Engineering* 157: 105974.
- 14) Marston R.A., Girel J., Pautou G., Piegay H., Bravard J.P. & Arneson C. (1995) Channel metamorphosis, floodplain disturbance, and vegetation

development: Ain River, France. *Geomorphology* 13(1-4): 121-131.

- 15) 根岸淳二郎・萱場祐一・佐川志朗 (2008) 氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響—淡水性二枚貝の生息状況の観点から. *土木技術資料* 50(11): 38-41.
- 16) Janssen P., Stella J.C., Piégay H., Räßple B., Pont B., Faton J.M., Cornelissen J.H.C. & Evette A. (2020) Divergence of riparian forest composition and functional traits from natural succession along a degraded river with multiple stressor legacies. *Science of the Total Environment* 721: 137730.
- 17) 佐貫方城・大石哲也・三輪準二 (2010) 河道内樹林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.
- 18) 池内幸司・田口隆男・原田圭助 (1998) 河道内樹林の生育特性に関する基礎調査. *リバーフロント研究所報告* 9: 155-167.
- 19) Nakamura F. & Shin N. (2001) The downstream effects of dams on the regeneration of riparian tree species in Northern Japan. In: *Geomorphic processes and riverine habitat.* (ed. Dorava J.M., Montgomery D.R., Palcsak B.B. & Fitzpatrick F.A.), pp. 173-181. American Geophysical Union, Washinton, DC.
- 20) Washitani I. (2001) Plant conservation ecology for management and restoration of riparian habitats of lowland Japan. *Population Ecology* 43(3): 189-195.
- 21) Yabuhara Y., Yamaura Y., Akasaka T. & Nakamura F. (2015) Predicting long - term changes in riparian bird communities in floodplain landscapes. *River Research and Applications* 31(1): 109-119.
- 22) Thomas H. & Nisbet T.R. (2007) An assessment of the impact of floodplain woodland on flood flows. *Water and Environment Journal* 21(2): 114-126.
- 23) 重枝未玲・朝位孝二・坂本洋・西尾崇・秋山壽一郎・重岡広美・樋口直樹・徳永智宏 (2007) 大野川と乙津川の河道内樹木群が有する治水機能の検討. *水工学論文集* 51: 595-600.
- 24) 辻本哲郎・北村忠紀 (1996) 植生周辺での洪水時の浮遊砂堆積と植生域の拡大過程. *水工学論文集* 40: 1003-1008.
- 25) 片桐浩司・萱場祐一・傳田正利 (2019) 河道内氾濫原の保全と再生. 「河道内氾濫原の保全と再生」(応用生態工学会編), pp. 73-101. 技報堂出版, 東京.
- 26) 国土交通省河川環境課 (2023) 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—,
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/tashizen/qa.html
- 27) 斎藤新一郎 (2001) ヤナギ類その見分け方と使い方. 社団法人北海道治山協会, 北海道.
- 28) 戸澤宗孝・木村恵・上野直人・加納研一・清和研二 (2003) 河畔性ヤナギ科樹木の種子散布における綿毛の定着適地検出機能. 複合生態フィールド教育研究センター報告 19: 27-31.