

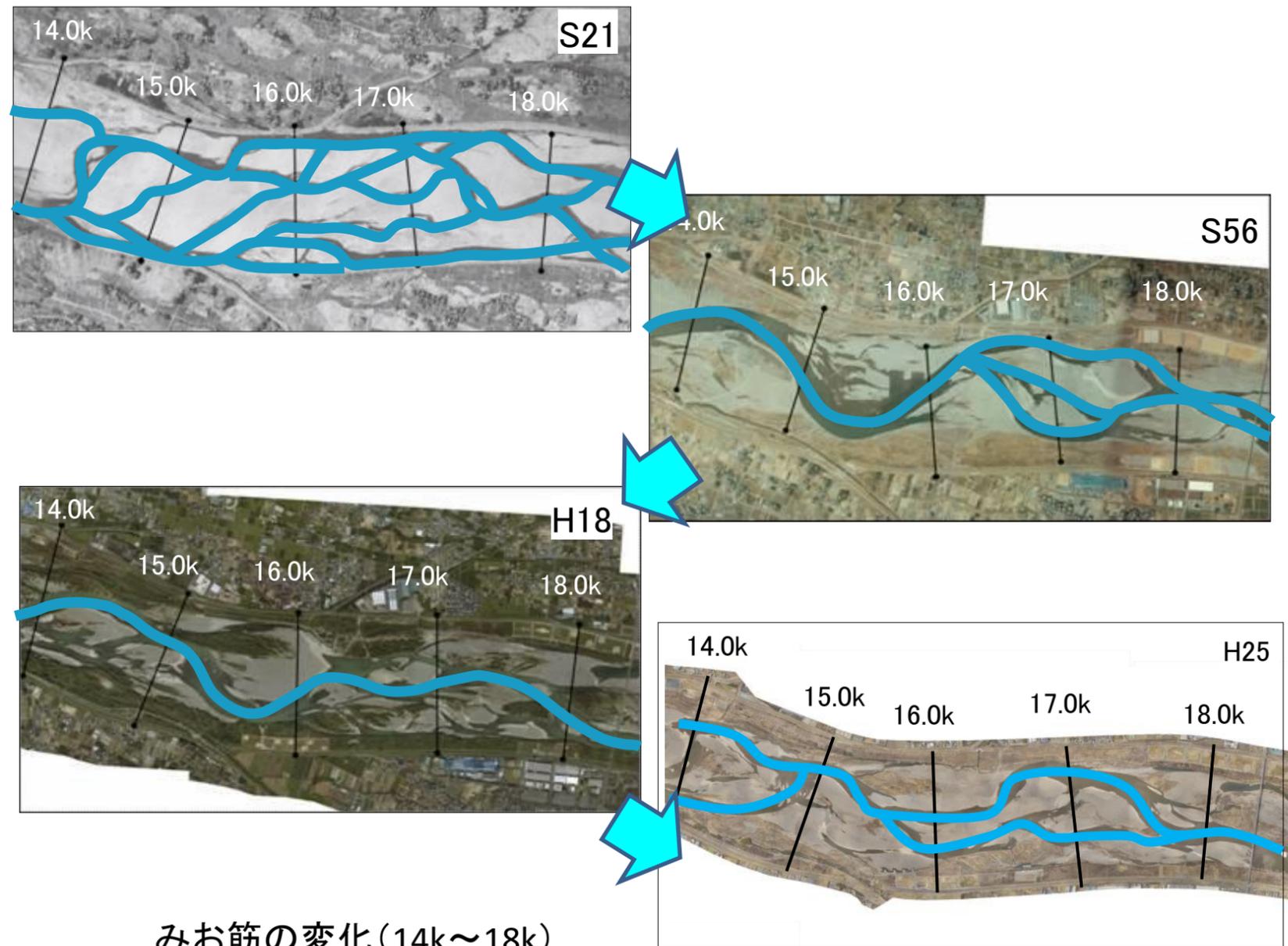
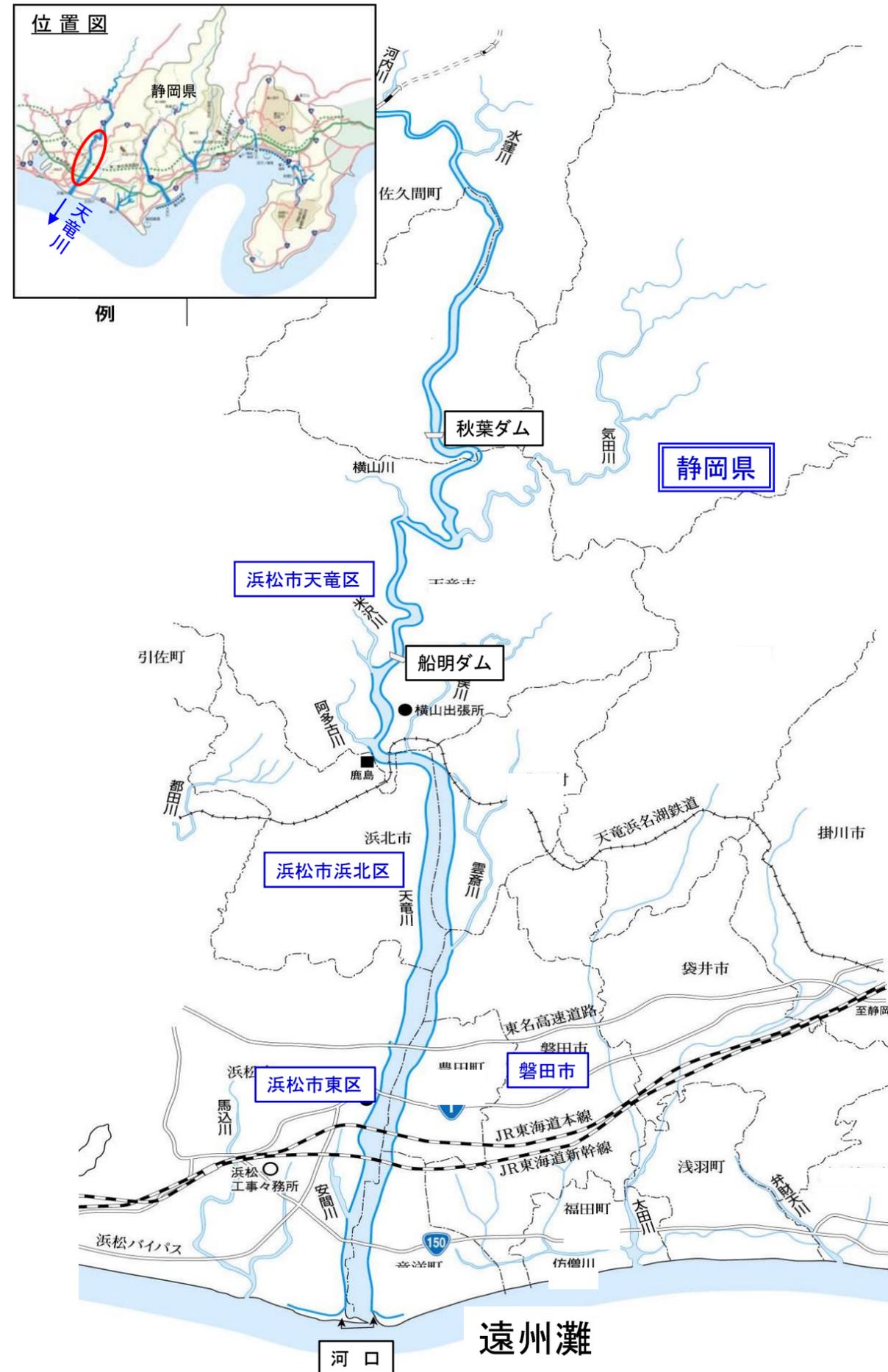
令和4年度 全国多自然川づくり会議
天竜川下流部における河道内樹木の
再繁茂抑制対策検討

令和4年12月19日

中部地方整備局 浜松河川国道事務所

天竜川における背景・課題

- 我が国有数の急流河川で流域の土砂生産量が多いため、河床洗堀や土砂堆積による被害が発生しやすい。
- 近年、河口から船明ダム区間は、砂利採取やダム建設による土砂供給量の減少等の影響により、砂州形態が複列砂州から交互砂州へと変化し、みお筋が固定化している。

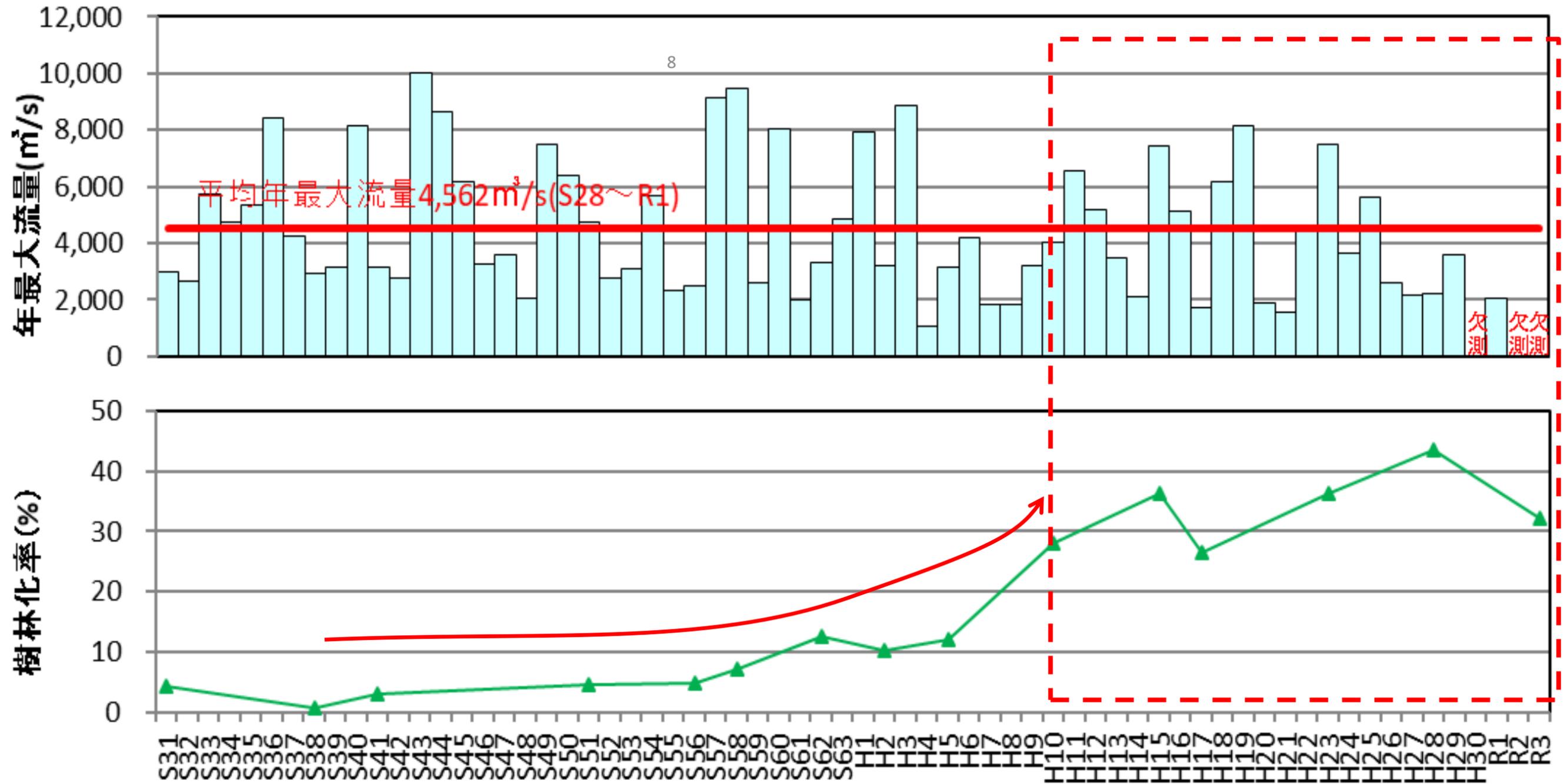


みお筋の変化(14k~18k)

天竜川における背景・課題

■天竜川の河道内は、昭和58年頃から徐々に樹木が増加し始め、河原の面積に対する樹木の面積割合が30%~40%程度で推移している。

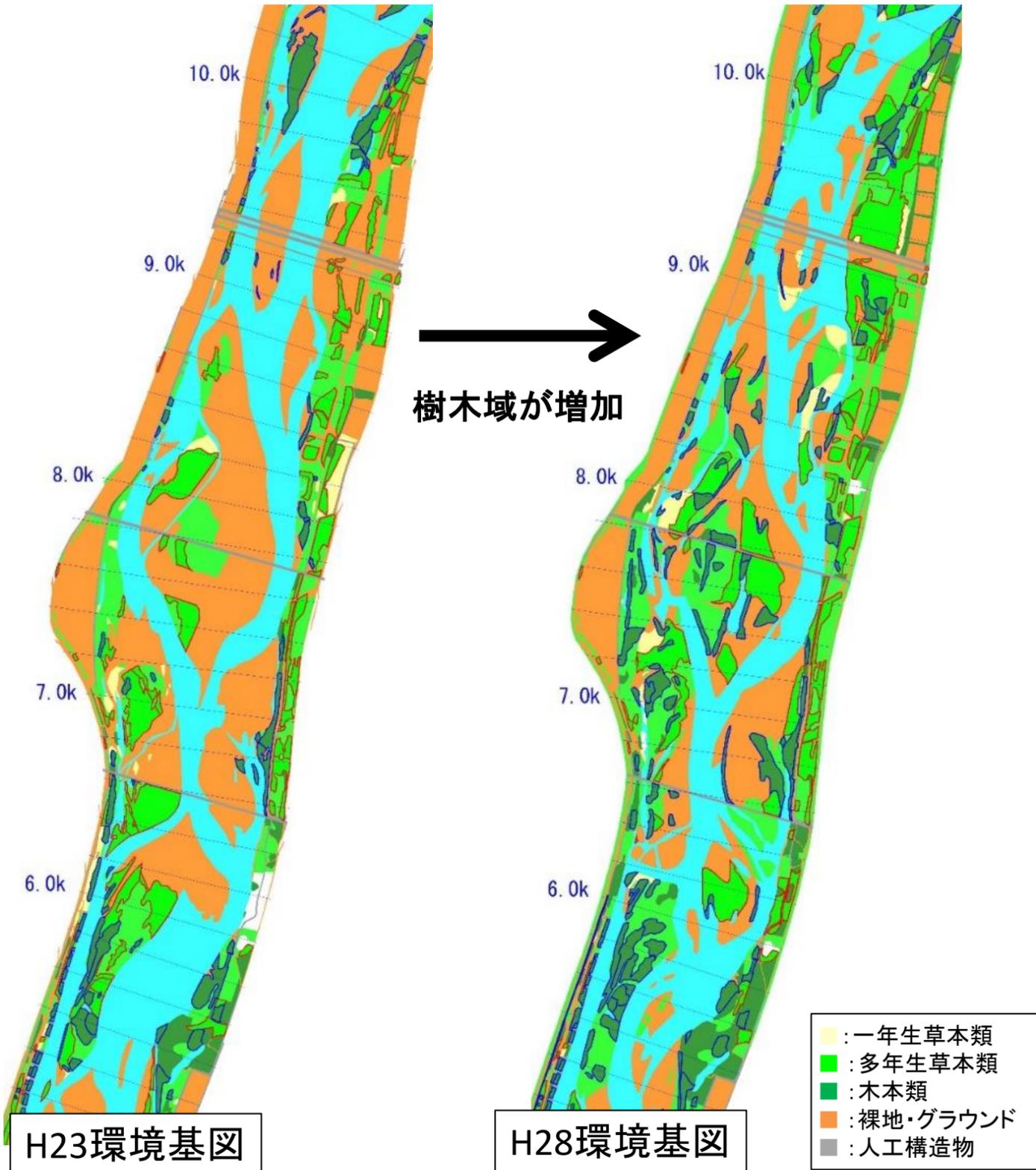
※流量は鹿島地点、実績流量



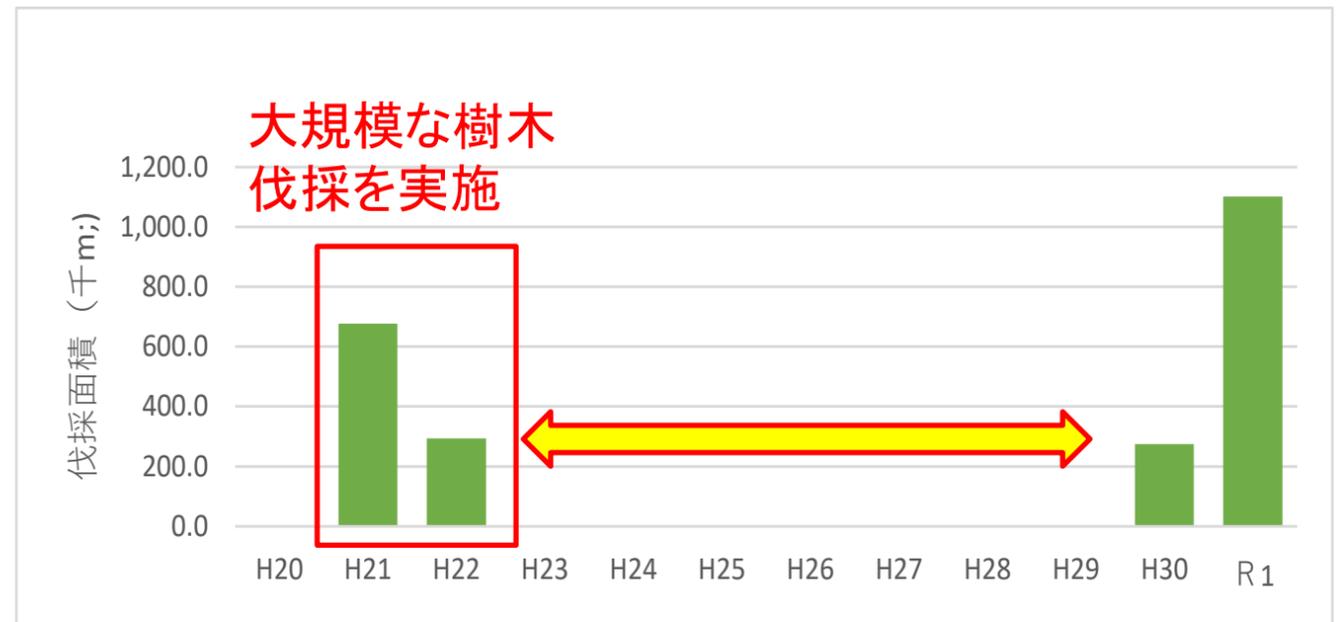
河原及び樹林の割合経年変化(河口~鹿島区間、0.4k~25k)

天竜川における背景・課題

■天竜川では整備計画策定後のH21～H22に大規模な樹木伐採を実施しているものの、その後の期間で樹木域が増加している。



伐採数量



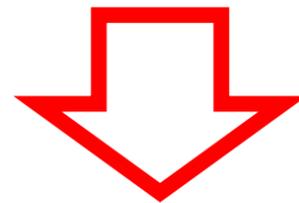
H23以降の期間に樹木域が大幅に増加



天竜川 樹木域 令和4年5月撮影

■天竜川における課題は……

- 滯筋の固定化⇒低水路は深く、砂州は高くなる二極化
- 樹林化の進行⇒流下能力の低下
- 樹木伐採しても5年後には再繁茂している



治水安全度の低下

生物の生息・生育状況に影響を及ぼす可能性があり

- 鹿島地点より下流部での目指す姿から改修による対応方針を検討

天竜川を目指す姿

① 治水安全度の維持・向上

整備計画河道箇所^①の治水安全度を維持しつつ、更なる流下能力の確保

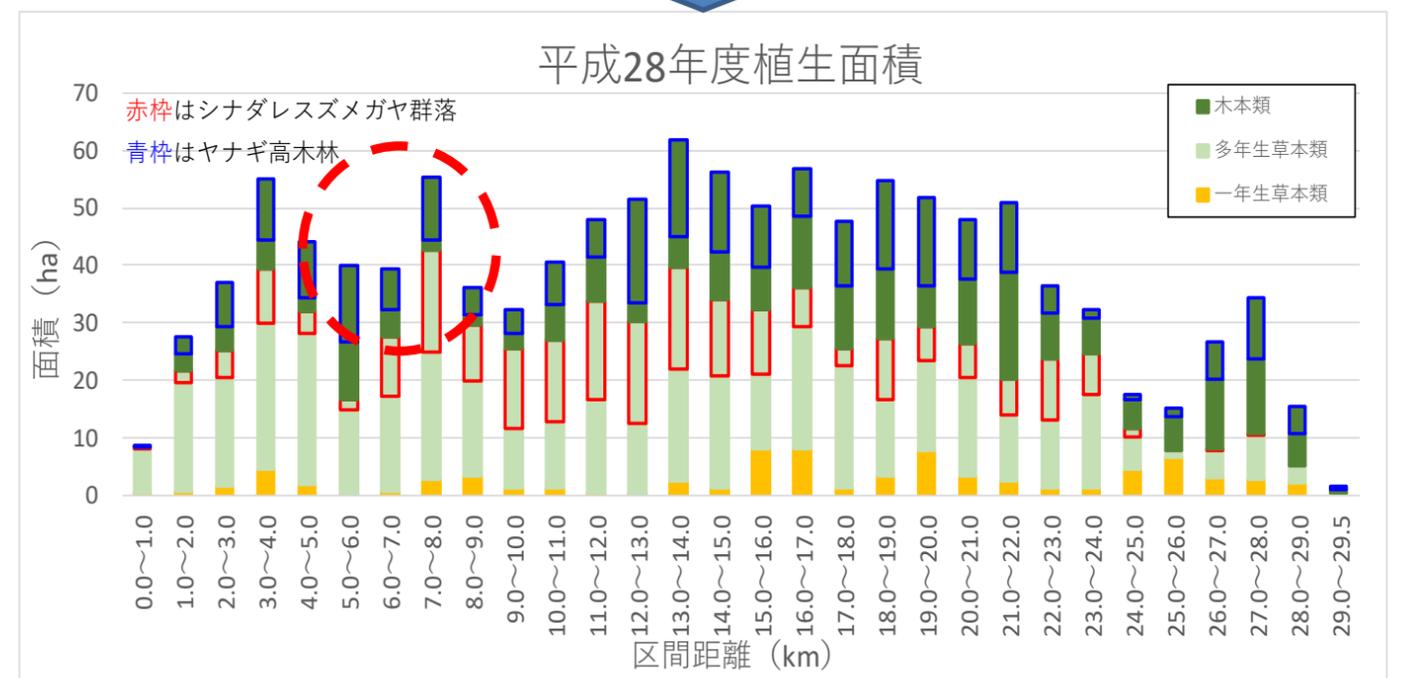
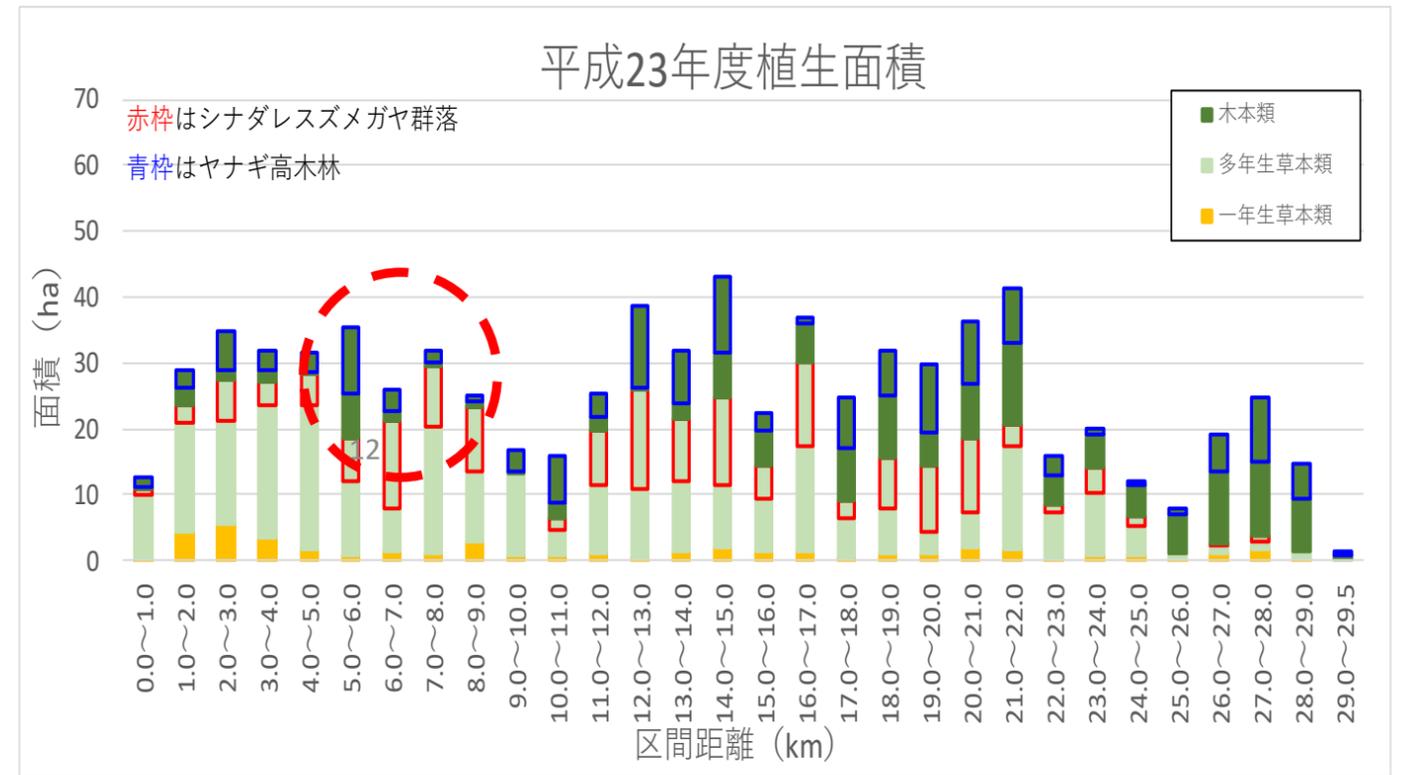
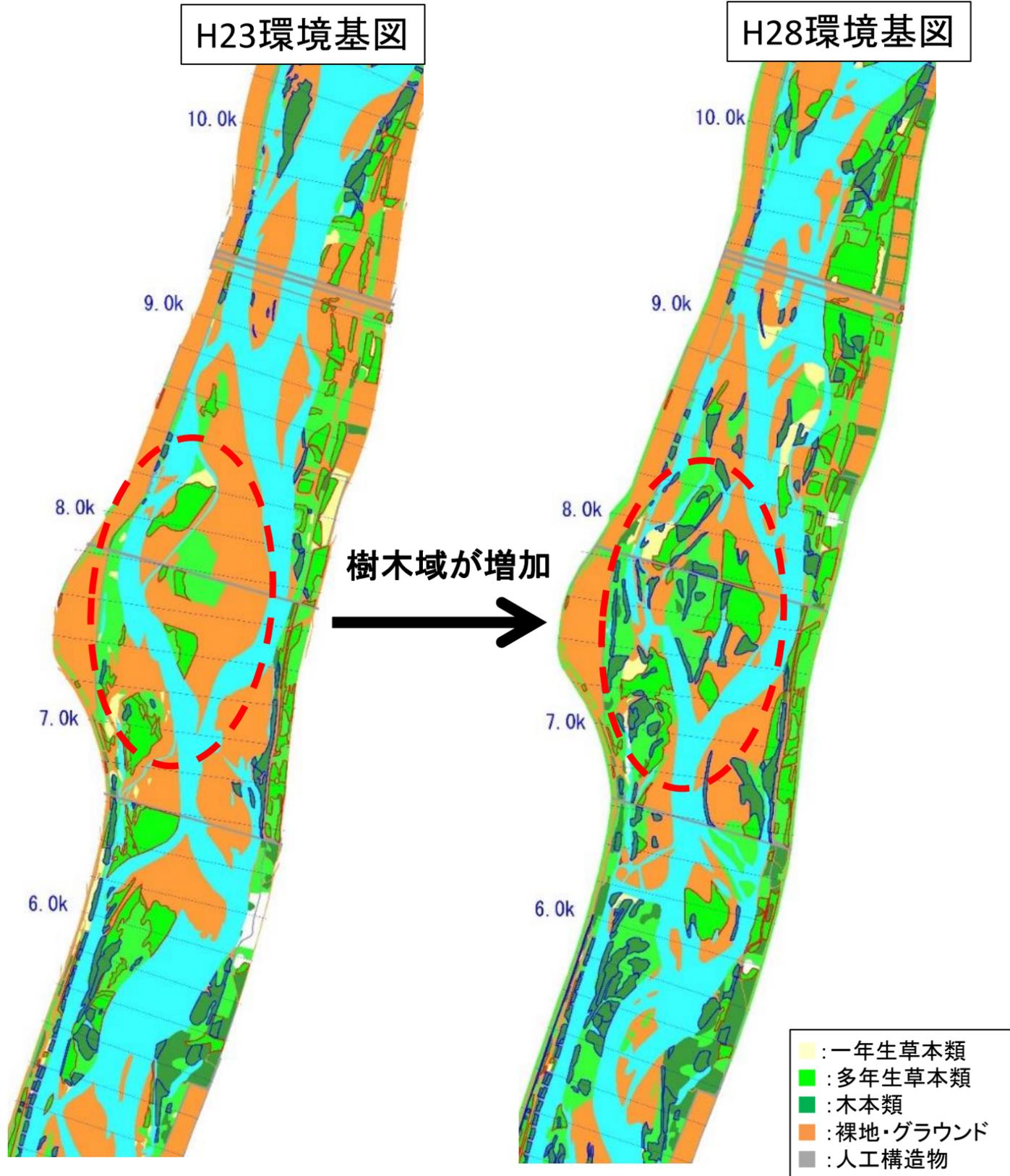
② 良好な環境の保全・回復

澁筋の深掘れの増大が抑制され、砂州の攪乱が適度にあり、樹林化が抑制された砂礫河原の広がる環境の保全・回復

樹木域の構成種確認

■天竜川での植生面積の変換を確認

■天竜川で繁茂している樹種の優占種はヤナギ類(主はコゴメヤナギで、木本類の43.1%)



優占種であるヤナギの特徴

- ヤナギ類は明るく、湿性な箇所に生育し、落枝や切り株からも再生する
- 生長が早く、約3年で4m程度の成木になる。主に自生しているコゴメヤナギは、最長25mとなる場合がある

表-1 主要3種の特徴の違い

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	○	×	×
切株からの再生	○	○	×
地下系・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

出典：国土交通省「多自然川づくり-Q&A形式で理解を深める」

ヤナギの特徴から繁茂抑制の効果的な対策

- 伐採後に除根まで実施する
- 種子放出時に冠水、または乾燥していれば発芽しない
- 定着、発芽、生長時の幼木段階で流出させる

対応方針検討（樹林化の要因分析）

- 出水の生起状況や冠水頻度、河床変動状況をもとに、天竜川における樹林化（ヤナギ類）の要因を整理した
- 天竜川では二極化等による比高拡大により、洪水時の掃流力が小さくなり河道攪乱が起こりにくくなることが要因であると考えられる

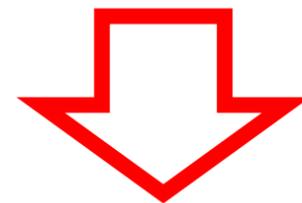
項目	分析結果	備考
冠水頻度	樹林化箇所は冠水頻度が低い傾向	現地調査より比高の低い砂州の水際にもヤナギ低木の侵入を確認
河床材料	ヤナギは様々な粒径の箇所に繁茂	
比高	比高の高い箇所は攪乱を受けにくく樹林が侵入すると樹林化が進行しやすい	
掃流力	洪水時の掃流力より、裸地と植生繁茂域に差が見られ、洪水時の掃流力（攪乱の有無）による影響がおおきいと推察	

■ヤナギの特徴及び天竜川における樹林化の要因分析の結果、検討した対応方針

流下の障害となる河道内樹木をできる限り

自然の営力により

河道攪乱をし再繁茂抑制することができないか？

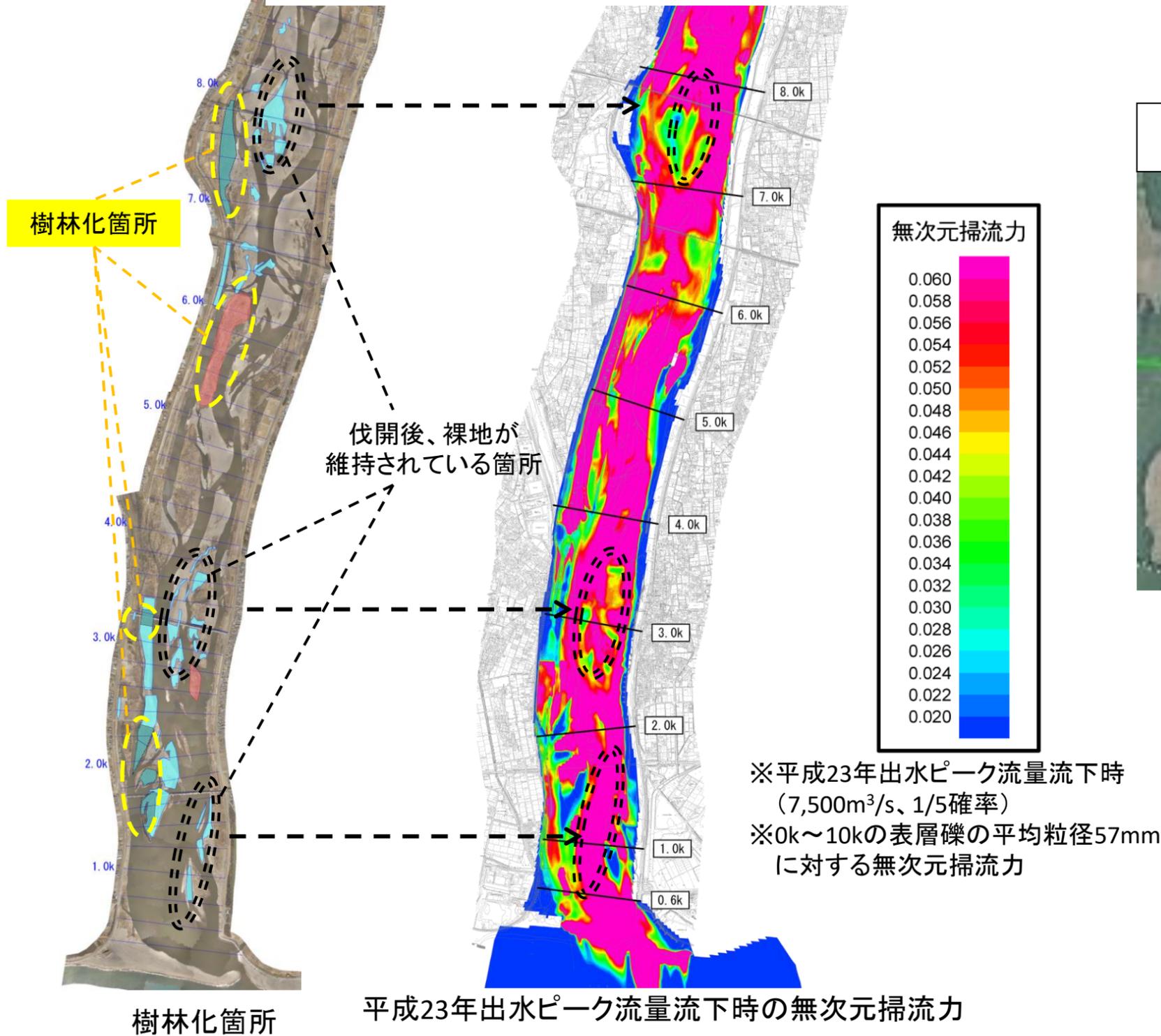


- 河道攪乱してヤナギを幼木段階に流出させる
- 指標値として、粒径に応じた礫の動きやすさを表す「無次元掃流力」を算定
- 設定した無次元掃流力を確保するような対策を検討する

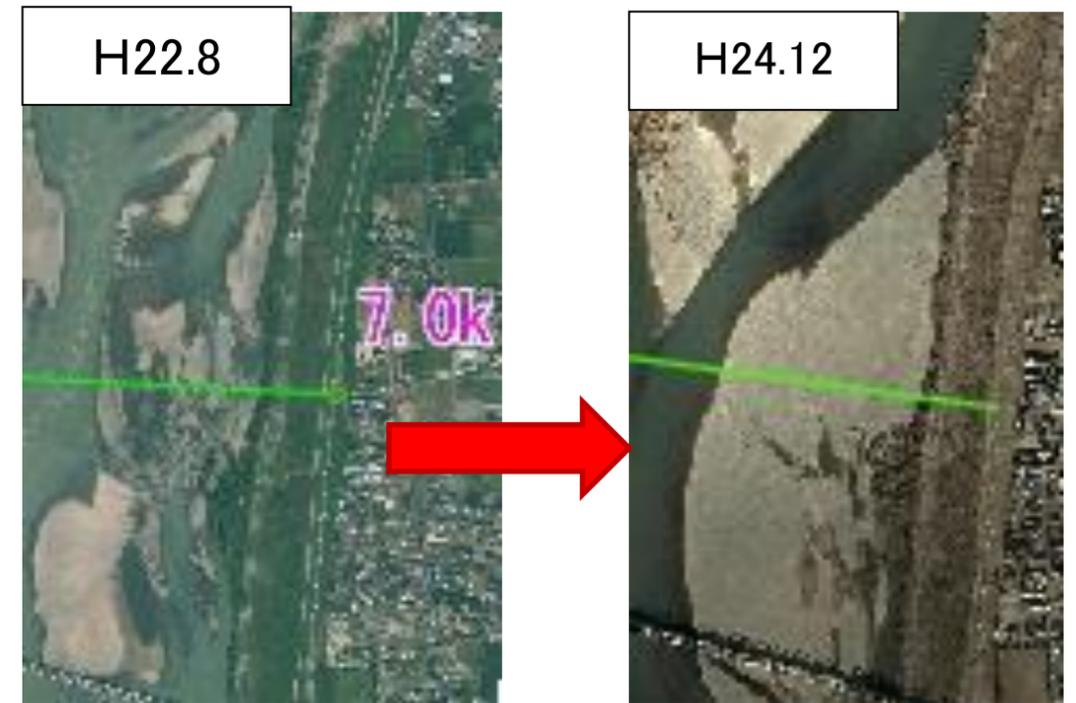
対応方針の検討

- 平成21年以降に樹木伐開を実施した箇所では裸地が維持されているのは、平成23年出水時（流量7,500m³/s 相当）の無次元掃流力 τ^* が概ね0.03以上の箇所であった
- 指標値 無次元掃流力 $\tau^* \geq 0.03$ 対象流量 平均年最大流量（4,500m³/s 相当）に設定

無次元掃流力 τ^* が0.03以上の箇所（緑～赤）



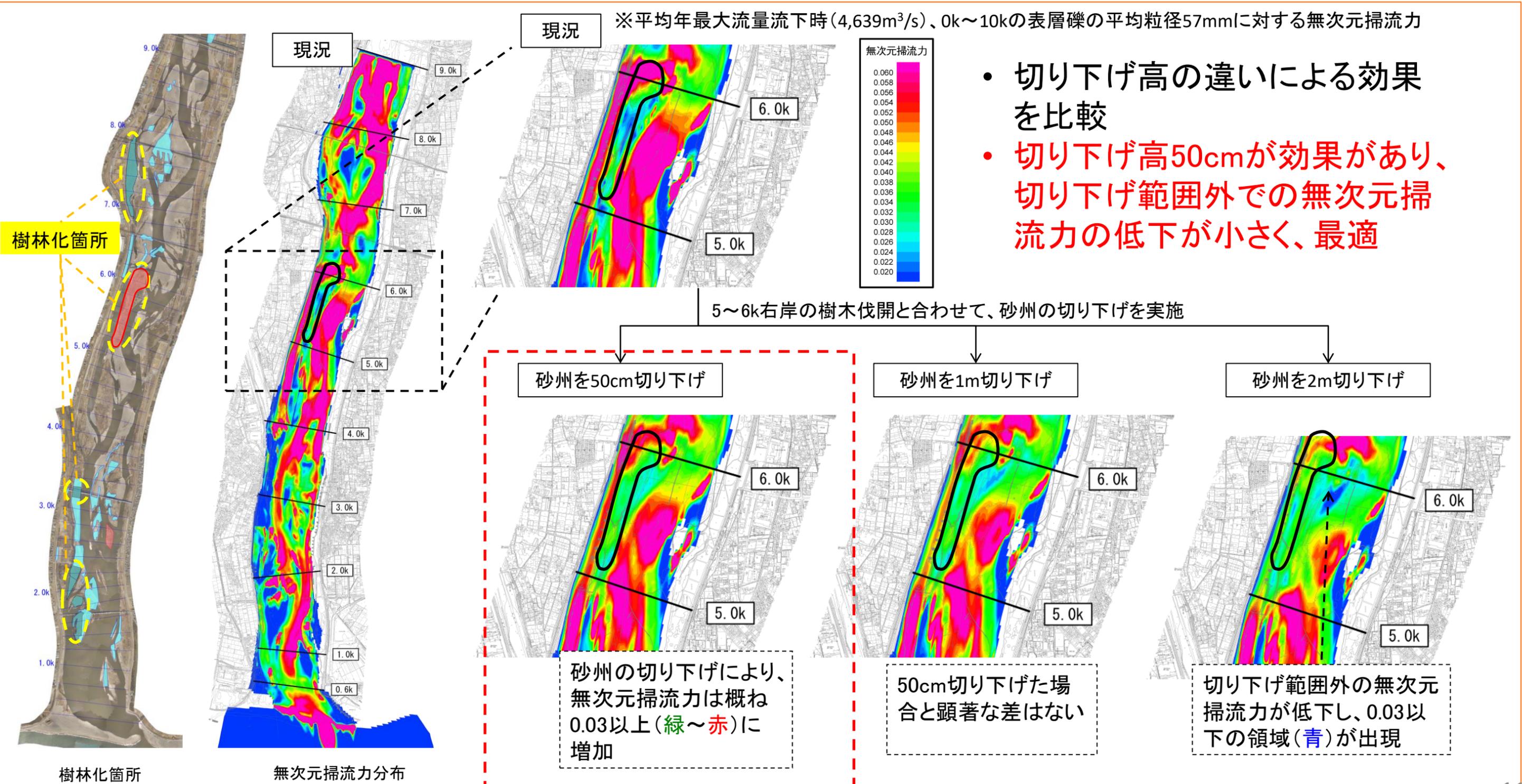
洪水による河床変動
（裸地の回復）



裸地（礫河原）

樹木再繁茂対策の方針

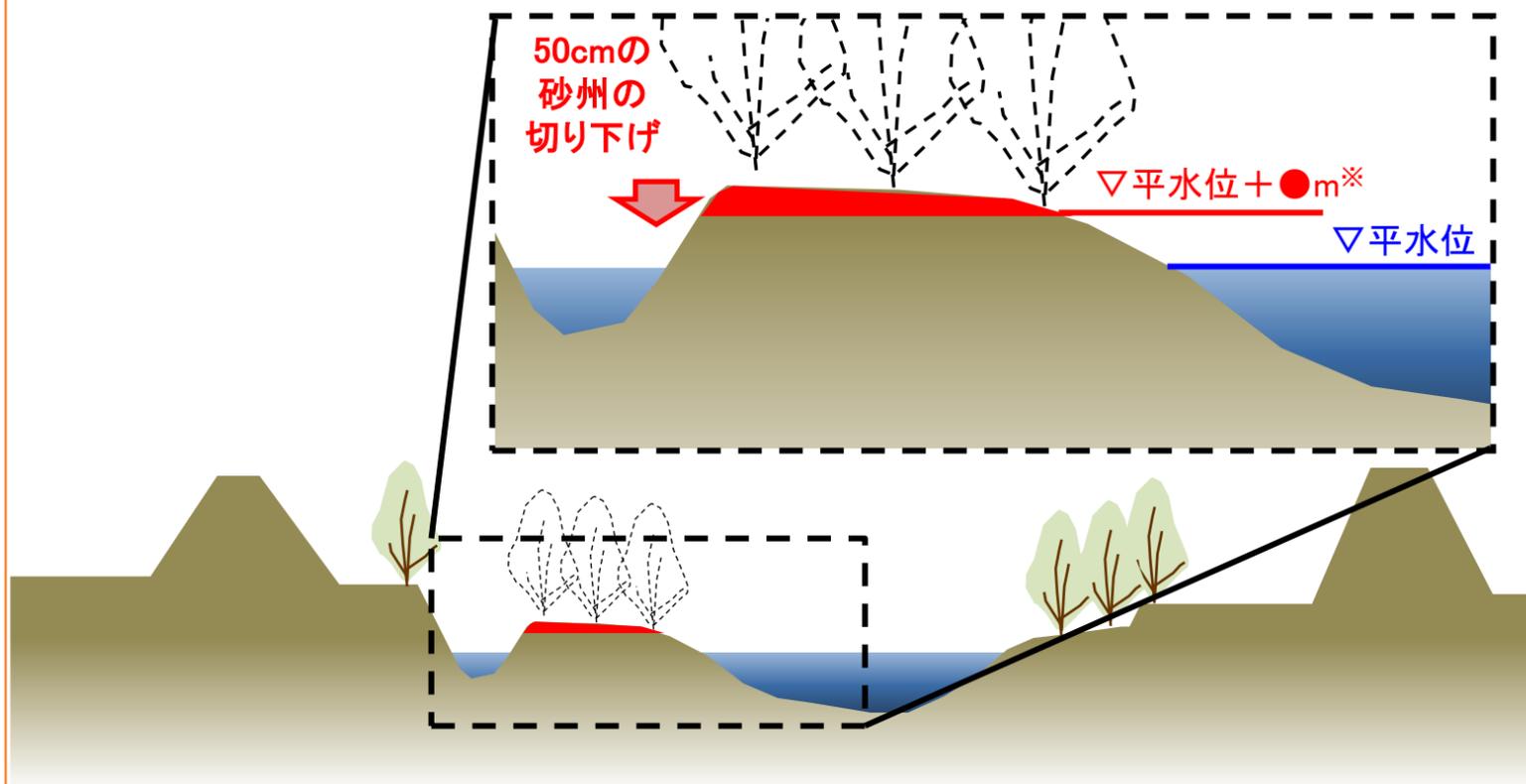
- 樹木伐開と合わせて砂州を切り下げることにより、平均年最大流量流下時(4,500m³/s 相当)に無次元掃流力 t^* を0.03まで増加させることを確認
- 樹木再繁茂対策として、「樹木伐開+砂州の切り下げ」を実施し、「無次元掃流力 $t^* \geq 0.03$ 」を確保することを目標とする



試験施工の実施

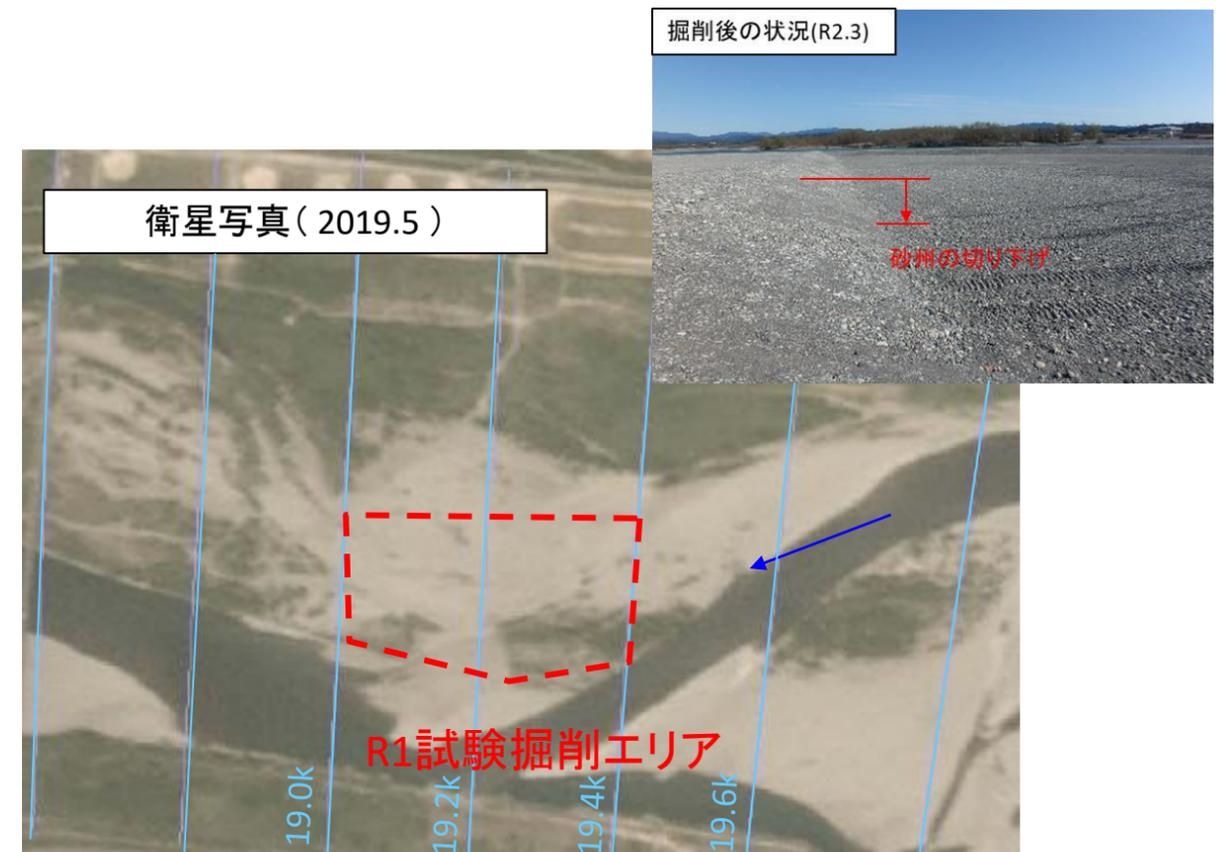
- 砂州上に樹木が繁茂し、流下能力が不足している14k、19k付近を対象に、樹木伐開に合わせて砂州の切り下げ方法を検討。
- 砂州の切り下げ高は、平均年最大流量規模(4,500m³/s相当)流下時に無次元掃流力0.03を確保できる「平水位+20cm程度」とし施工した。

項目	施工量	設定根拠
伐開対象樹木	19.0~19.4k	流下能力に影響を与える樹木死水域を設定した樹木群を対象 ※「萌芽枝からの成長による再繁茂」対策のため、伐木除根を基本
砂州切り下げ高	現況-0.5m	平均年最大流量規模(4,500m ³ /s)流下時に無次元掃流力0.03を確保 (第6回河川基本技術会議の指標で設定)
砂州切り下げ範囲	19.0~19.4k	今年度施工可能な掘削量約20,000m ³



樹木伐開の横断イメージ

※施工箇所により平水位からの高さは変わる



R1年度 試験施工箇所(19k付近)

試験施工のモニタリング計画

■砂州の切り下げによる樹木繁茂抑制効果や、砂州切り下げ高の妥当性を確認することを目的にモニタリング計画を作成した。

R1年度試験施工の実施

・19k付近を対象に樹木再繁茂対策を実施

①モニタリング調査の実施 R2、3

- ・砂州切り下げによる効果の確認
- ・再堆積・洗掘等の河床変動状況の把握
- ・洪水時の状況把握
- ・水理量（無次元掃流力等）の把握
- ・砂州の構成材料の確認

②砂州の切り下げ効果の評価

- ・平面二次元解析による無次元掃流力等の水理量の把握
- ・樹木再繁茂抑制の指標の評価

③樹木再繁茂対策の決定

- ・R1年度試験施工の評価
- ・対策実施後の安定性の評価
- ・R4調査による樹木再繁茂抑制指標の妥当性の検証
- ・再繁茂抑制に効果的な切り下げ高を決定

R5年度以降の樹木伐開工事

・R5年度以降実施予定の樹木伐開工事に反映

R1年度試験施工モニタリング計画

項目	モニタリング項目	調査時期	調査目的
河床高	工事測量	工事前後	<ul style="list-style-type: none"> ・砂州切り下げによる効果（河道攪乱等）確認 ・再堆積・洗掘などの河床変動状況の把握
	レーザスキャナ	洪水前後	
	LP測量（グリーンレーザ）	洪水後	
	リングセンサー	洪水前後	洪水時の河床変動状況の確認
水位	簡易水位計（ダイバー式）	洪水時	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水時の状況把握 ・水理量（無次元掃流力・摩擦速度、水深等）の把握
画像	タイムラプスカメラ	洪水時	洪水時の状況把握
	衛星写真	洪水時	
河床材料	ふるい分け分析	工事前	<ul style="list-style-type: none"> ・水理量（無次元掃流力等）の把握 ・砂州の構成材料の確認
	表層材料の写真撮影	工事前	

モニタリング結果(令和2年7月出水)

- R2.7洪水を踏まえ、試験施工箇所について樹木繁茂抑制に必要な無次元掃流力が確保できていたかを平面二次元流況解析及びモニタリング調査により確認した。
- 試験施工箇所についてはR2.7洪水において目標とする無次元掃流力を確保していたことを確認した。

<検討方法>

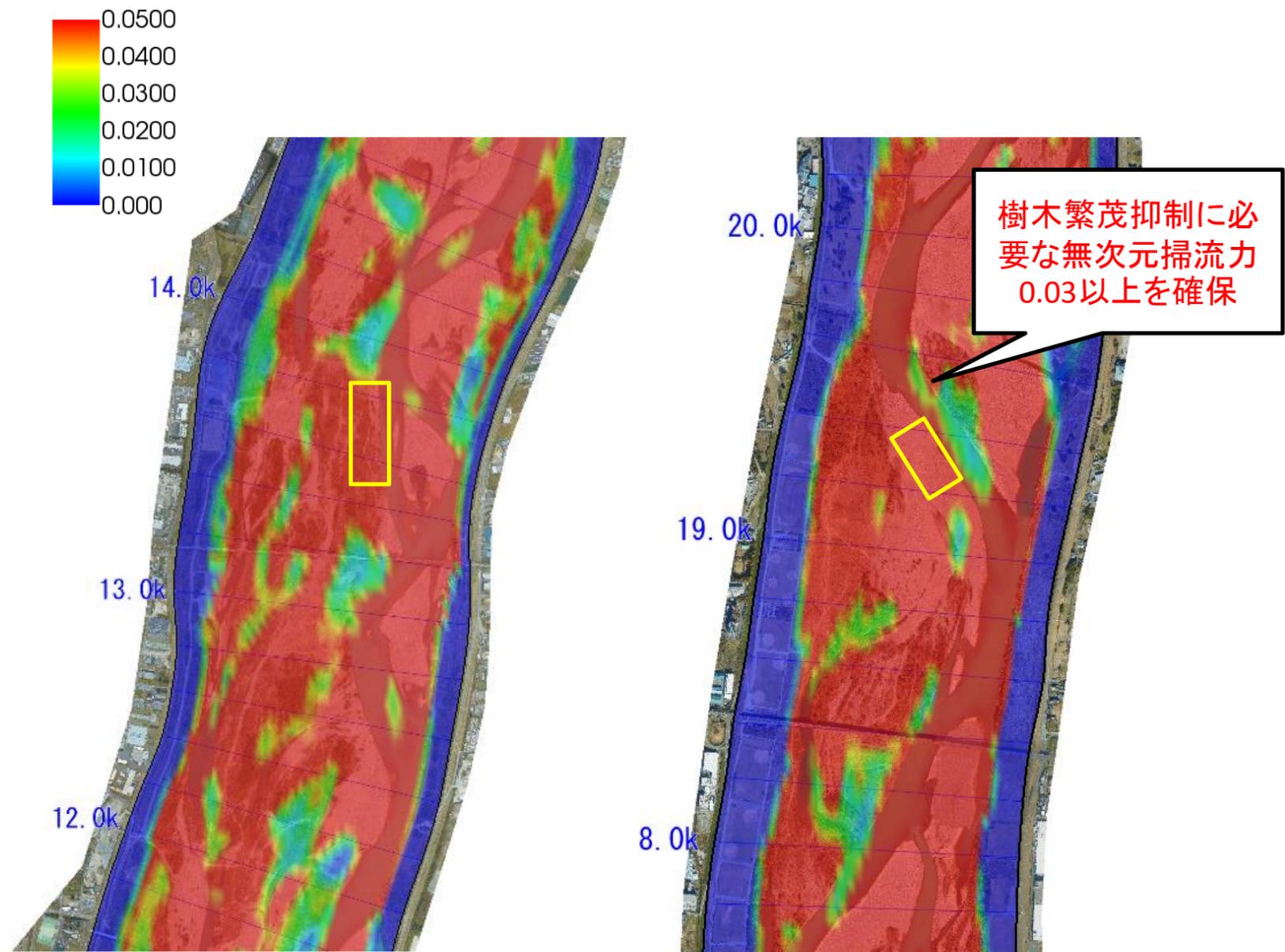
- 試験施工箇所の上下流に簡易水位計を設置
- 平面二次元解析モデルを用いて再現計算を行う

(結果)

無次元掃流力(0.03以上)が確保されていたことを確認

<無次元掃流力の算定条件>

計算手法: 平面二次元河床変動解析
対象流量: R2.7実績流量
下流端水位: 御前崎実績潮位
粗度係数: 地被に応じて設定
無次元掃流力算定時の粒径: 工事実施後の粒径調査結果



試験施工箇所の無次元掃流力の確認(Q=4,500m³/s:7/1 6:00時点)

モニタリング結果(令和2年7月出水)

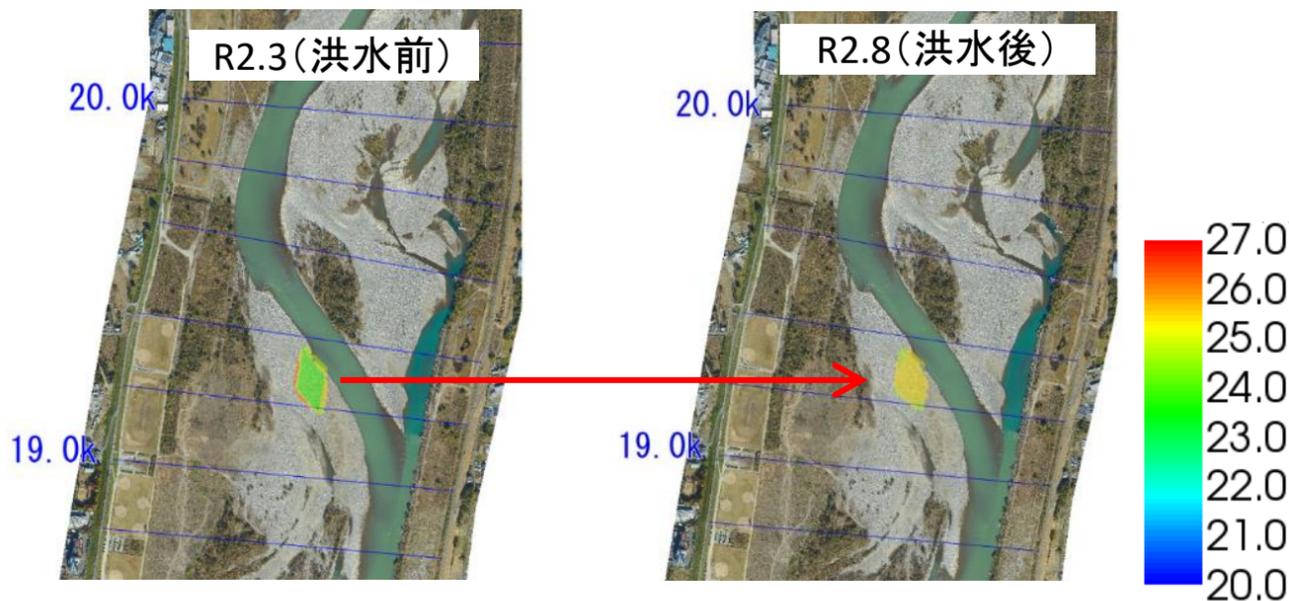
- 次に樹木繁茂抑制に必要な河道攪乱が生じていたかを確認した。
- 試験施工箇所についてはR2.7洪水において河道攪乱が生じており、樹木繁茂を抑制する効果が発揮されていたと推察される。

(結果)

- 試験施工箇所で河道攪乱(±1~2m)を確認
- 無次元掃流力0.03以上を確保すれば
 - ⇒河道攪乱が生じる
 - ⇒樹木繁茂を抑制できる可能性がある

■19k試験施工箇所

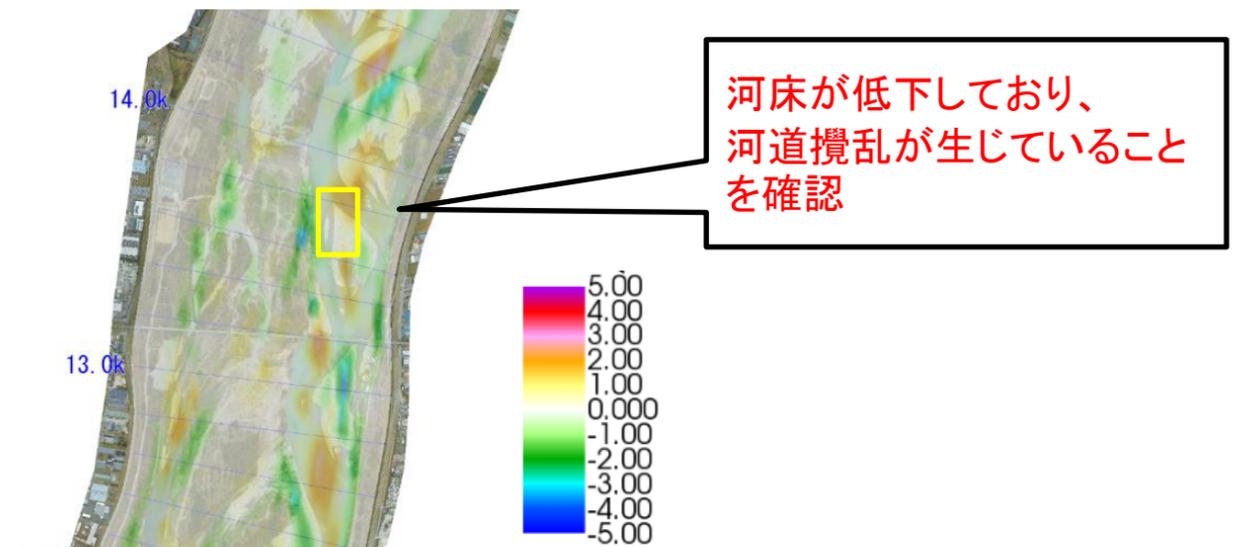
- 洪水前後にレーザスキャナにより河床高を計測
- 洪水後には河床が1~2m上昇し、河床変動(河道攪乱)が生じていることを確認



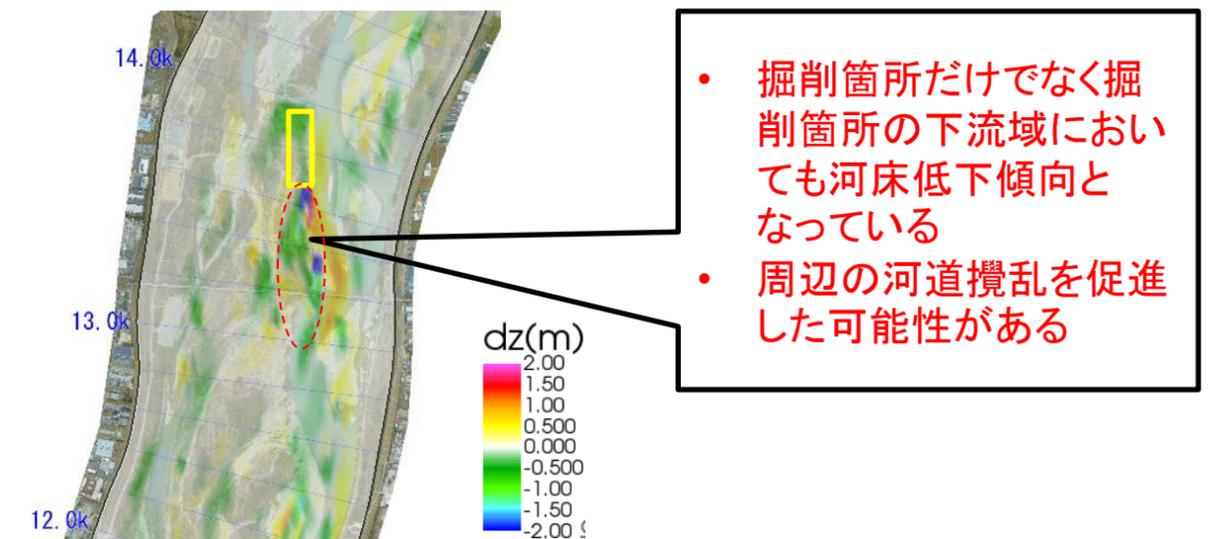
レーザスキャナによる洪水前後の河床変動状況の確認(19k)

■14k試験施工箇所

- R2.7洪水により試験施工箇所の砂州が流出
- 平面二次元河床変動モデルによる再現計算により、R2.7洪水では試験掘削箇所が1~2m程度洗堀しており河道攪乱が生じていることを確認



R2.7洪水による河床変動高(初期からの河床変動)



試験掘削の有無による洪水後の河床高の比較(試験掘削あり-試験掘削無し)

モニタリング結果(令和4年9月台風第15号)

- R3.5洪水、R4.9台風第15号による出水においても河道攪乱が生じていたかを確認した。
- R4.9台風第15号の最大流量は約5,000m³/sであり、概ね平均年最大流量(4,500m³/s)と同等規模の出水であった。

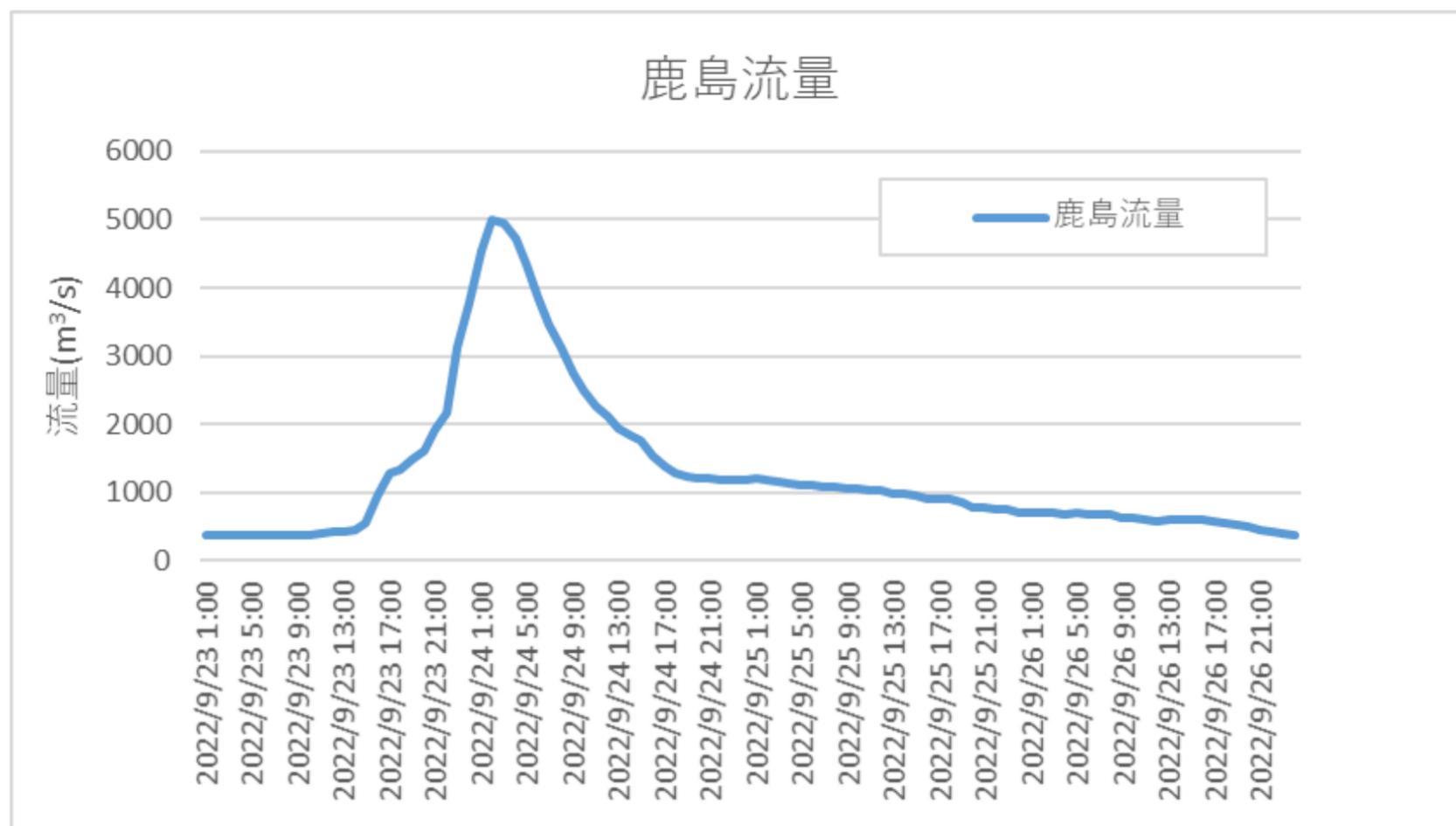
(現地調査)

下表、右図に示す洪水後において、現地調査をおこなった。

- ・河床高の計測
- ・空中写真(UAV撮影)
- ・現地踏査及び写真撮影



図_R4.9台風第15洪水時のハイドログラフ(鹿島地点流量)



表_現地調査の対象洪水

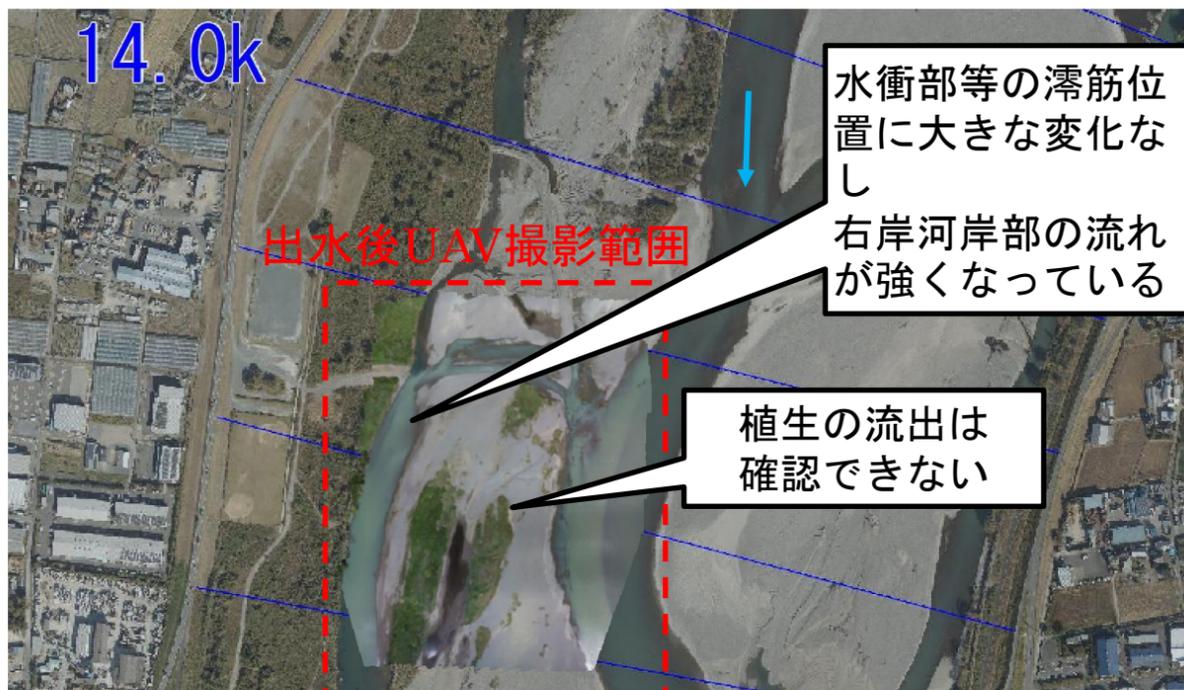
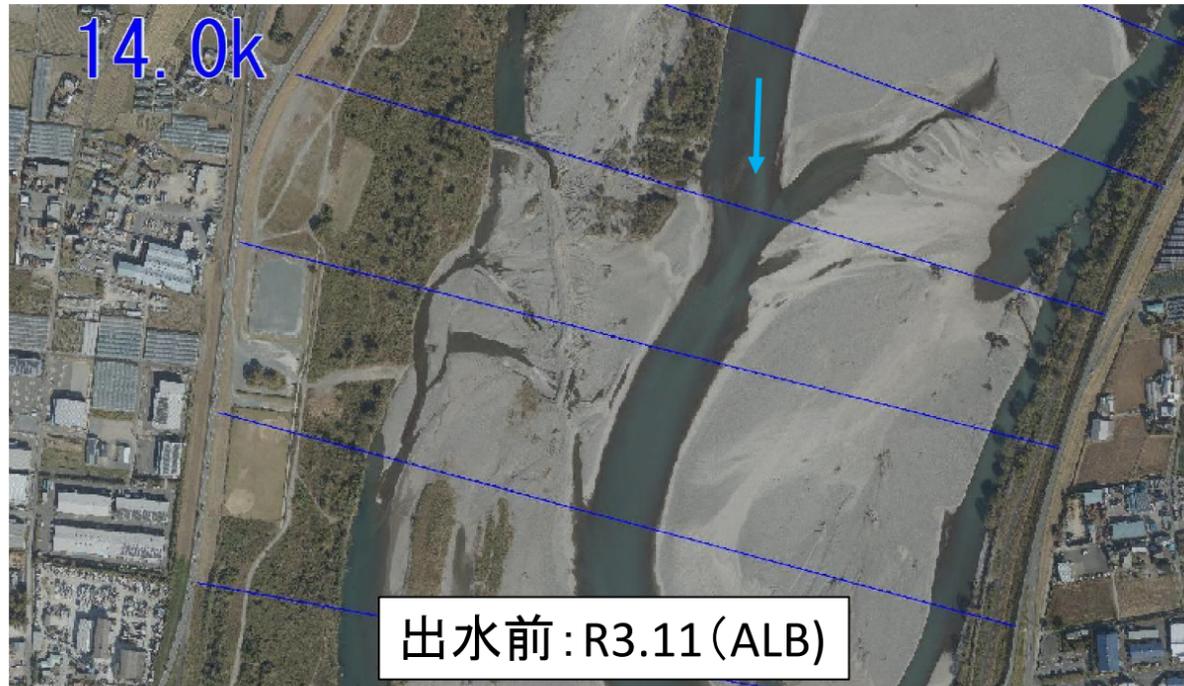
日時	最大流量	備考
2022/9/23~9/24洪水	5,001m ³ /s	鹿島地点水位よりR3暫定HQ式を用いて算定

モニタリング結果(令和4年9月台風第15号)

■出水前後の空中写真を比較し、水衝部、植生の変化状況を確認した

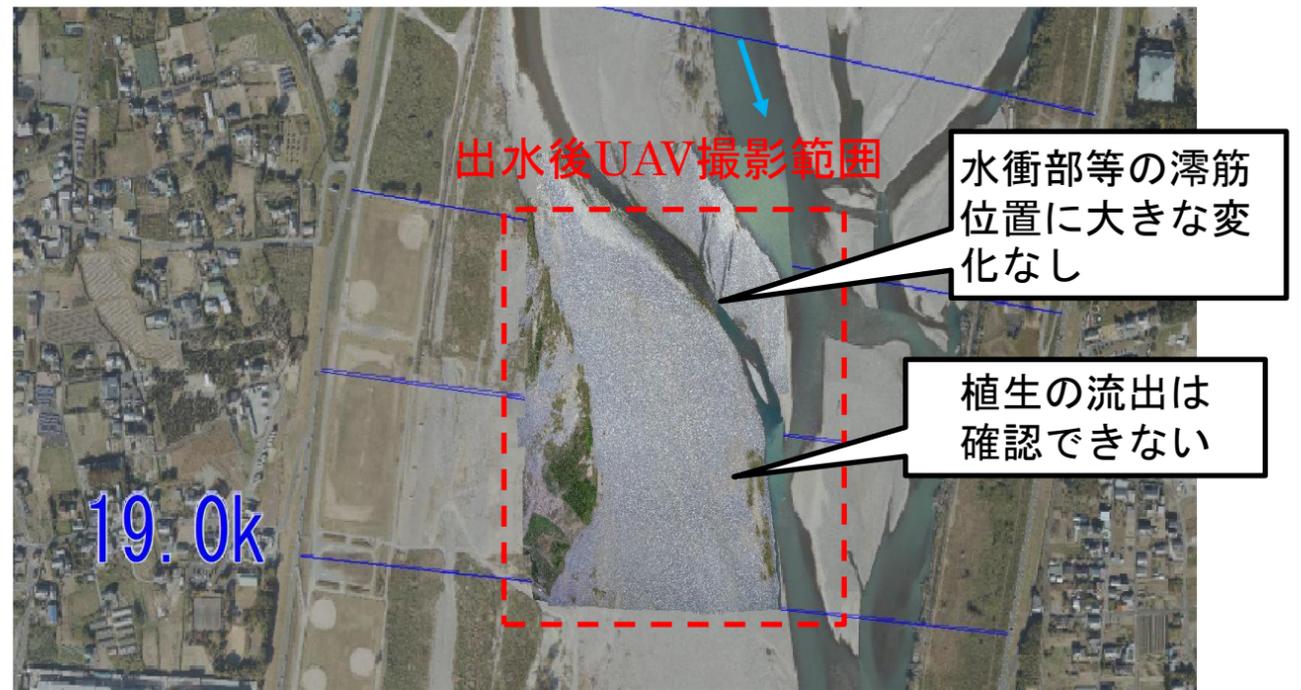
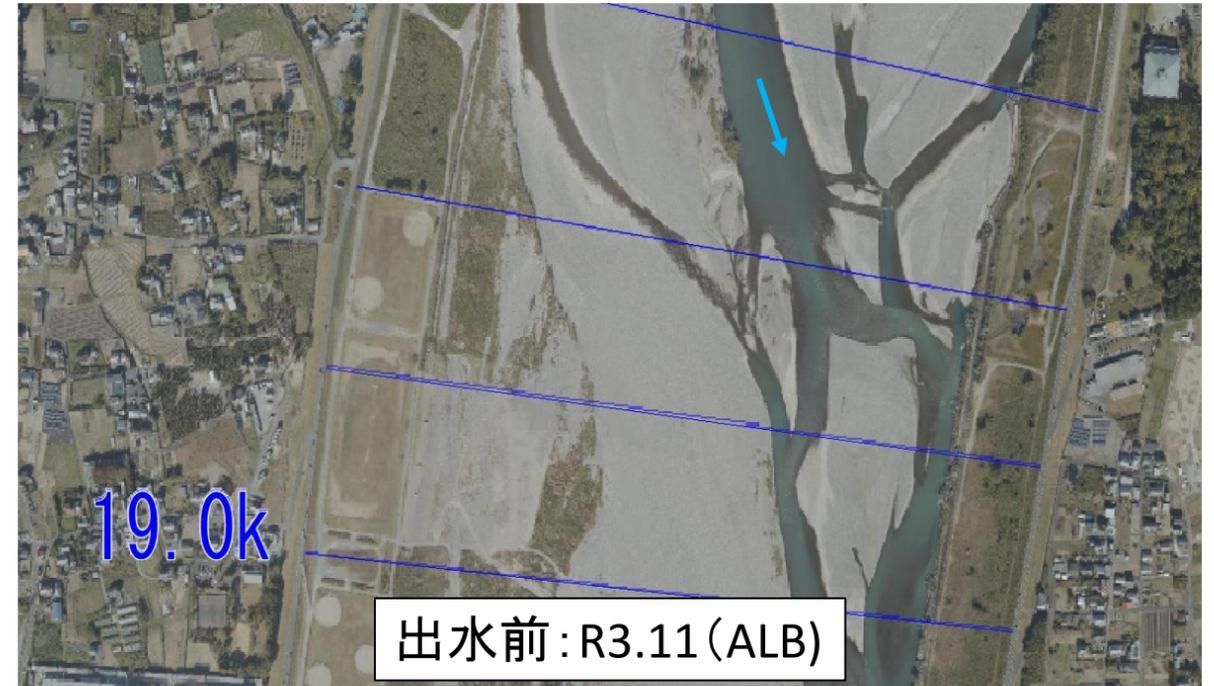
■14k試験施工箇所

- R4.9洪水により河床変動し、砂州へのアクセスがなくなった
- 繁茂状況に大きな変化は見られなかった



■19k試験施工箇所

- 繁茂状況に大きな変化は見られなかった
- 新たな植生した箇所は確認されず裸地が維持されていたが、水際に繁茂した草本類の流出は確認できなかった。

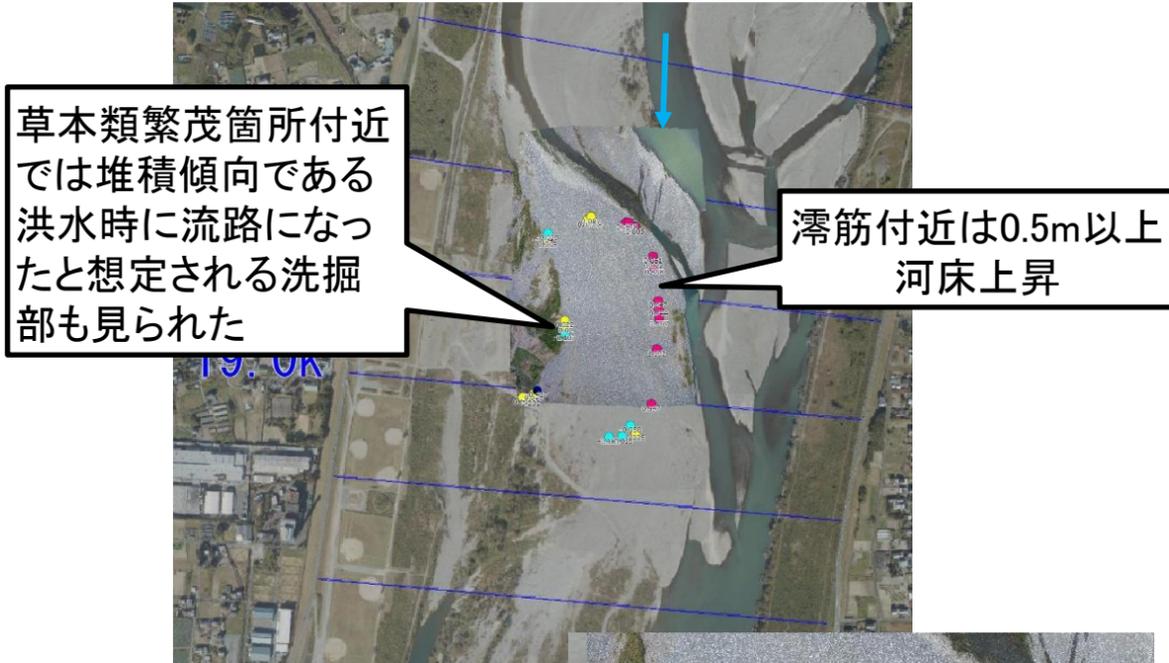


モニタリング結果(令和4年9月台風第15号)

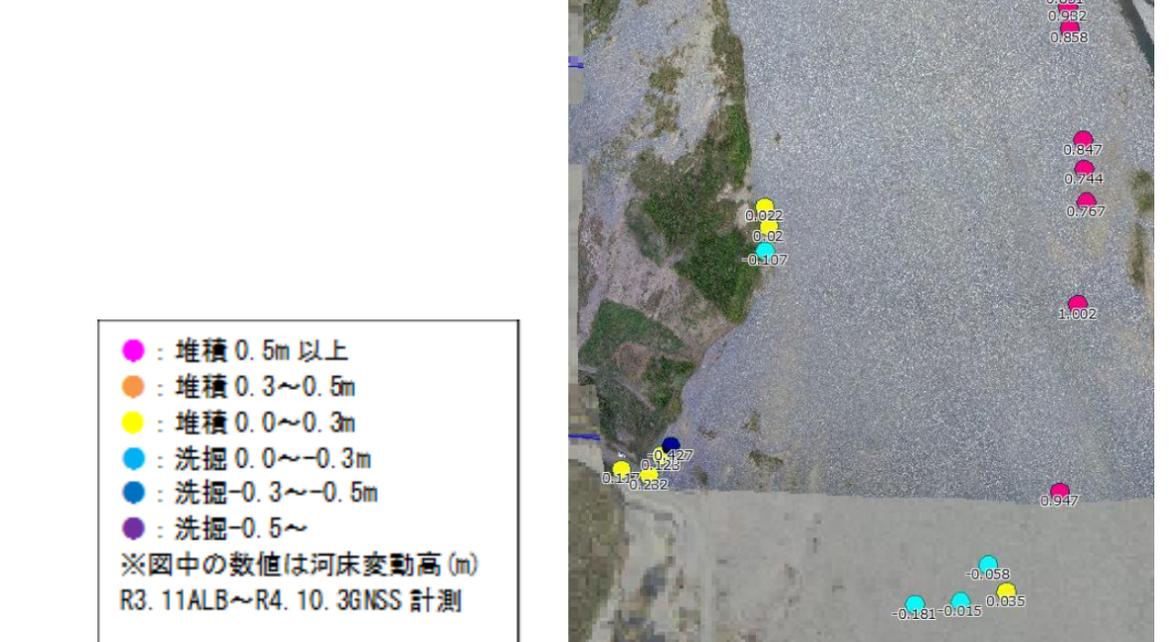
■河床高計測及び河床材料、樹種等現地調査を行った ※14k箇所はアクセスできないため19k試験施工箇所のみ

■河床高計測

- ・ 滯筋付近の河床変動量が大きく、0.5m以上河床上昇している
- ・ 右岸川岸近くの植生付近は0.3m程度の河床上昇し、流路となったと想定される箇所では洗掘が生じている

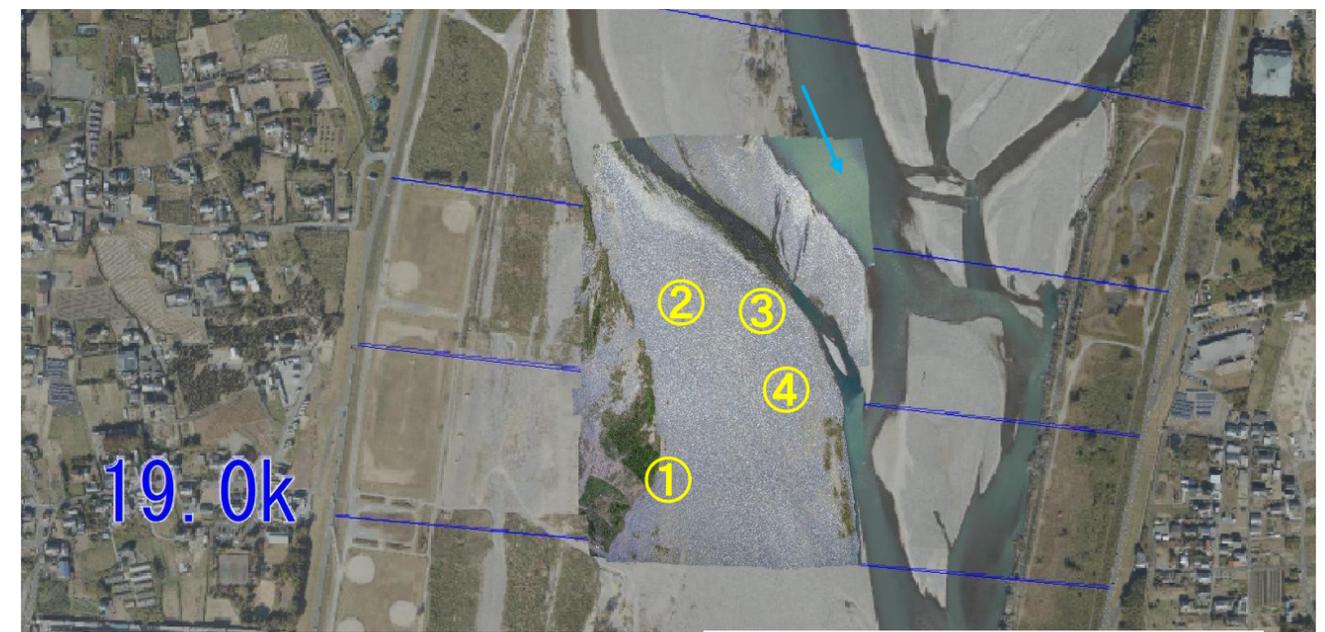


調査箇所拡大⇒



■河床材料・樹種等

- ・ 河床材料は概ね10cm以上の礫で、締固めが緩く、洪水時には河床変動が生じていることが想定される
- ・ 大部分は植生が繁茂しておらず、ヤナギの稚樹等もみられなかった



①草本類の周辺に砂が堆積



①植生付近には砂が堆積



④植生の繁茂なし



④10cmの礫が主、締固め緩い



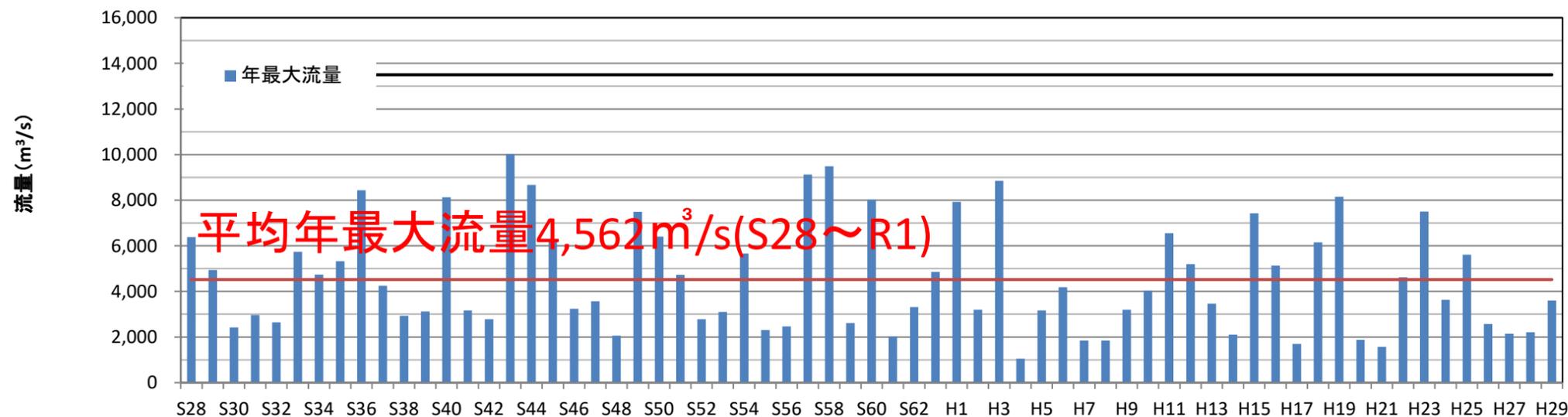
- R4年度まで試験掘削箇所でのモニタリング調査を行った結果、植生や水衝部等大きく地形がかわるような変動は見られなかったが、砂州上の河床変動が生じていることが確認できた。
- 河床変動が確認できた箇所では、河床の締め固めが緩く、洪水毎に河床が攪乱していることが推察される

■砂州の切り下げは、自然の営力により河道攪乱し、樹木の再繁茂抑制に効果がある

【課題】

設定した指標値

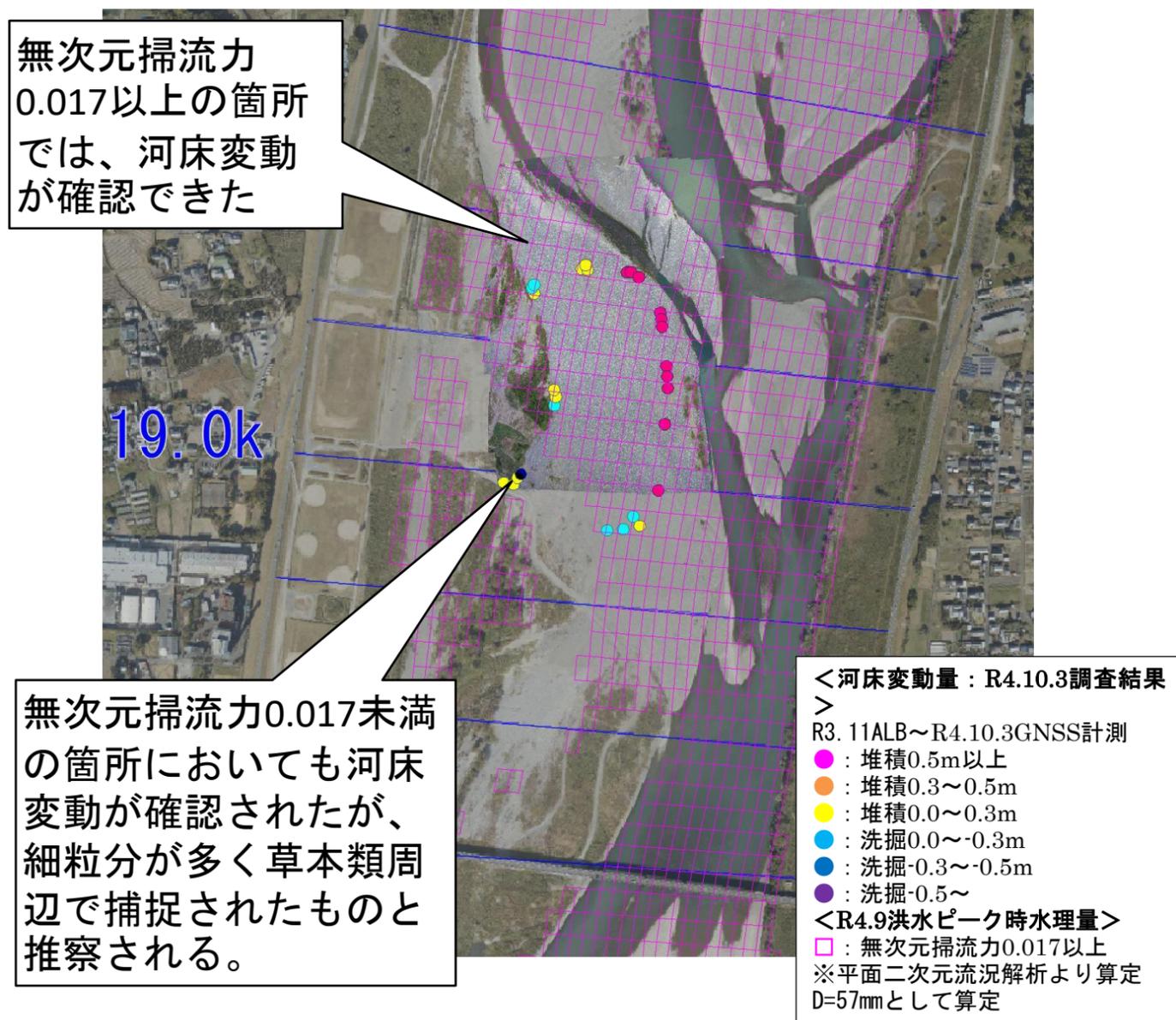
平均年最大流量流下時(4,500m³/s 相当)の生起頻度は2~3年/回程度。
2~3年で成木になるため、対象流量が過大では？



まとめ

- 年1回必ず1回は生起する出水規模(2,000m³/s)を対象流量とし、指標値を見直し
- 2,000m³/s流量流下時とR4.9洪水時の河床変動量を比較した結果、無次元掃流力0.017以上の範囲で新たな植生繁茂等は見られなかった
- 「無次元掃流力 $t^* \geq 0.017$ 」を確保することを目標とし、整備計画で位置づけられた箇所「樹木伐開」に「砂州の切り下げ」の実施を検討

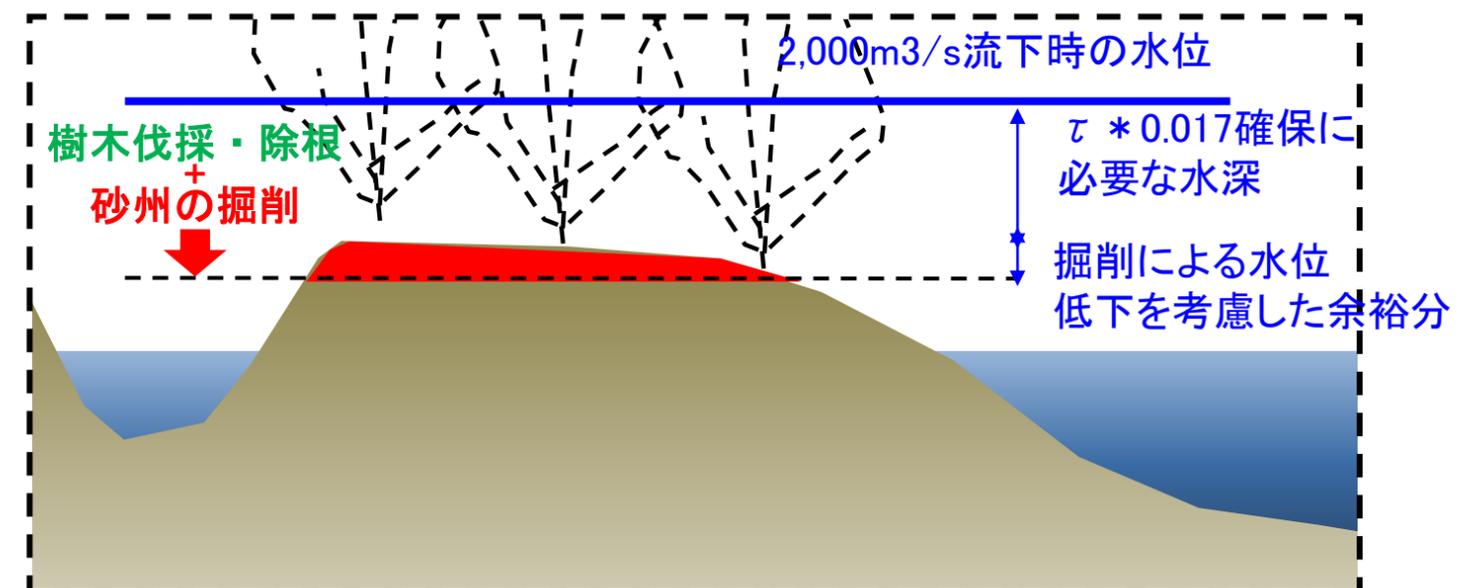
■R4.9洪水時の無次元掃流力分布と河床変動量の比較



■2,000m³/2流量流下時 樹木伐開の横断イメージ

- 無次元掃流力0.017を確保できる水深を算定
- 2,000m³/2流量流下時の目標とする水深を確保できる砂州の掘削高を算定
- 掘削による水位低下量を考慮

⇒切り下げ高さを決定し試験施工を実施
 モニタリングをし、効果を検証
 ⇒指標値として妥当か確認



- 対策効果を検証しながら、管理しやすい指標値に更新
- ライフサイクルコストを考慮し、効果のでる対策箇所を選定する等工夫

樹林化が抑制された砂礫河原の広がる環境の保全・回復 を目指す

