

第14回 千曲川中流域砂礫河原保全再生検討会

令和7年度の事業実施予定

令和7年3月24日

国土交通省 北陸地方整備局 千曲川河川事務所

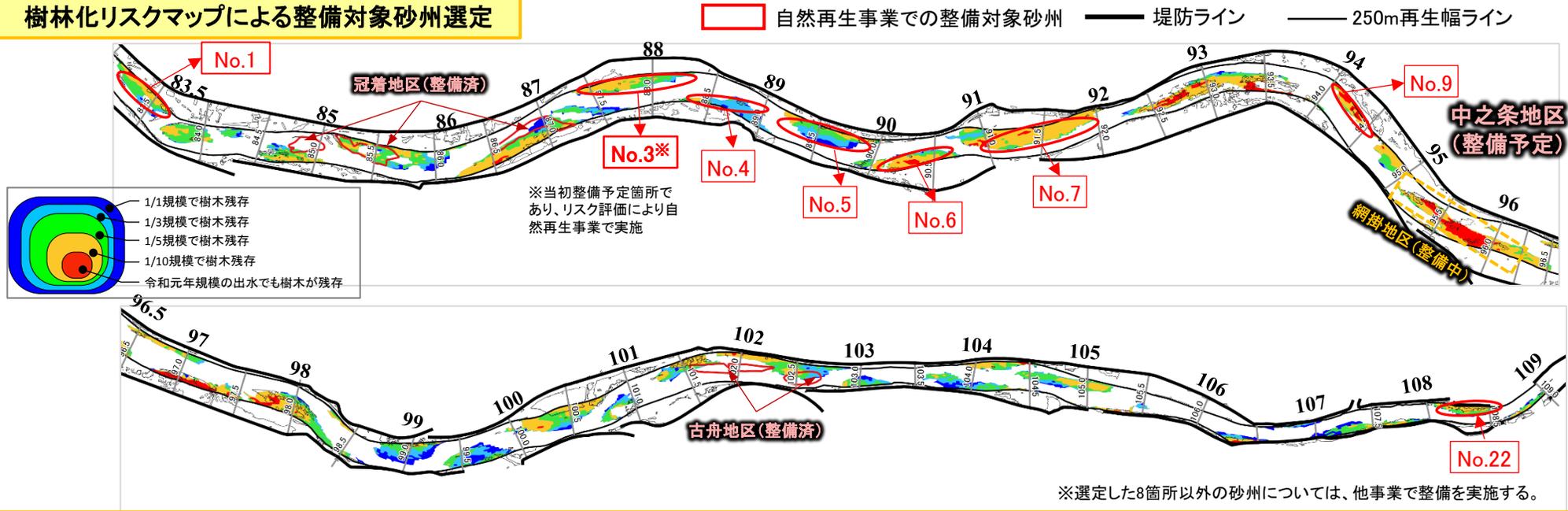
目次

1. 掘削箇所を選定	2
2. 掘削形状検討の流れ	3
3. 中之条地区の現況の把握	4
4. 掘削形状の基本的な考え方	8
5. 流況解析による掘削形状の妥当性評価	9
6. まとめと今後の検討	13

1. 掘削箇所を選定

- 自然営力による定期的なリフレッシュが期待しづらい、1/10規模（樹木が残存する）のエリアを、整備（掘削等）による砂礫再生が必要になる砂州として選定し、整備優先順位を整理した。
- 中地区に続く自然再生整備箇所として、「中之条地区」を選定（砂州No.9）した。

樹林化リスクマップによる整備対象砂州選定



礫河原再生の整備工程

砂州No.	地区名	優先順位	距離標	掘削土量(千m ³) ()はR6末残	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
	網掛		95.5	175(125)	■	■				■	■	■		
3	上徳間	1	88.0	63()	■	■	■	■	■					
1	中	2	83.5	60()		■	■	■						
9	中之条	3	94.5	78(78)			■	■	■					
7		4	91.5	143(143)									■	■

次期施工箇所
(中之条地区)

■ 自然再生事業による掘削

■ 他事業(河川等災害関連事業費)による掘削、砂利採取の活用

2. 掘削形状検討の流れ

- 掘削形状の検討は、「1. 中之条地区の現況の把握」、「2. 流況解析による掘削形状の妥当性評価」の順に行った。
- 今回の検討会以降に「3. 河床変動解析による掘削後の挙動把握」を行って掘削後の安定性の確認を行うことを予定している。

1. 中之条地区の現況の把握

- 定期測量横断面図や航空写真から経年変化を整理し、当該地区の河道特性を把握
- 自然再生計画見直し時の解析結果を用いて、水理的指標（1/1冠水頻度、1/10無次元掃流力・BOI）を整理し、重点的に対策が必要となる区間を抽出

2. 流況解析による掘削形状の妥当性評価

- 掘削形状案に対して、流況解析を実施し、下記の水理的指標について評価
 - 1/1規模（287m³/s） 冠水or非冠水
 - 1/10規模（2,736m³/s） 無次元掃流力 ≥ 0.06
 - 1/10規模（2,736m³/s） BOI ≥ 1.0
- 掘削土量を算出し、コストを評価
- 水理的評価・コスト的評価を総合的に考え、掘削形状の有力案を抽出

第14回千曲川中流域砂礫河原保全再生検討会

3. 河床変動解析による掘削後の挙動把握

- 有力案に対して河床変動解析を実施し、掘削の効果・安定性について評価
 - 短期変動 1/10規模程度洪水に対して掘削効果を確認
 - 長期変動 長期計算を実施し、掘削の安定性を確認
- 上記を踏まえ、再生整備案を決定

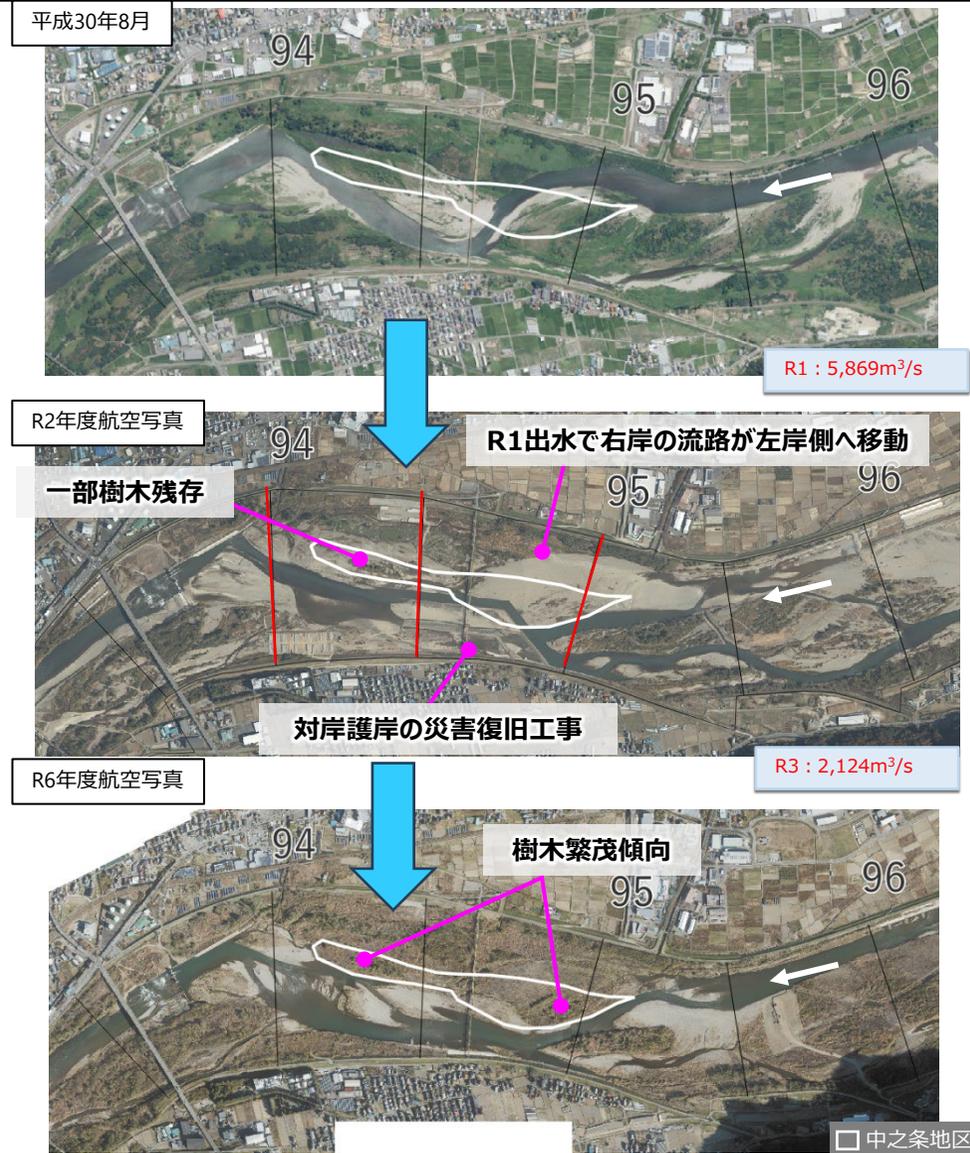
4. 自然再生整備のモニタリング計画の策定

- 自然再生整備後の調査項目・評価方法を検討しモニタリング計画を策定

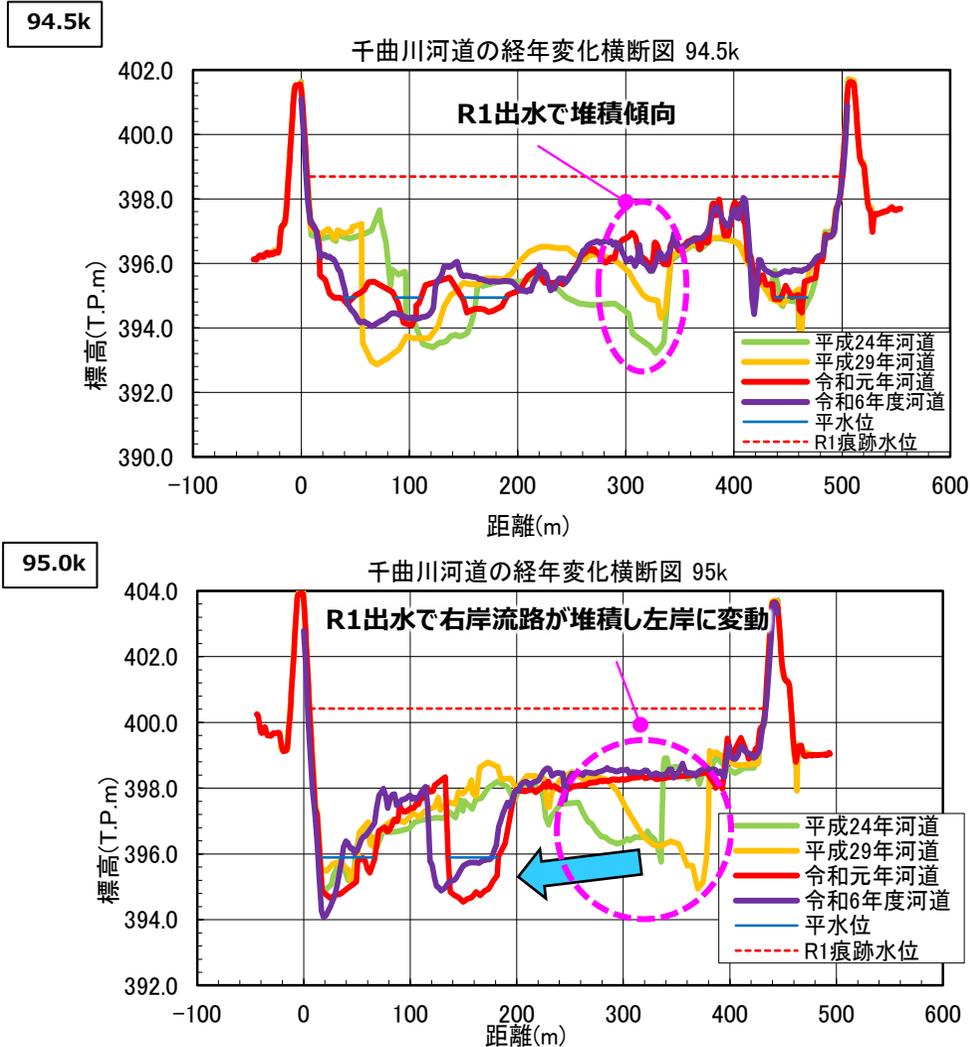
今後の検討

3. 中之条地区の現況の把握

- 令和元年東日本台風時には中之条地区上流側の中央を通る流路が左岸側に変動した。
- 中之条地区の砂州上の植生は流出したが一部の樹木が残存し、現在は樹木繁茂範囲が拡大している。



中之条地区の経年変化 (横断図)

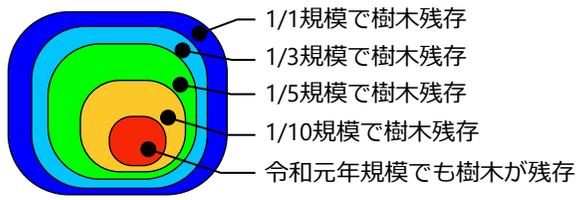


3. 中之条地区の現況の把握

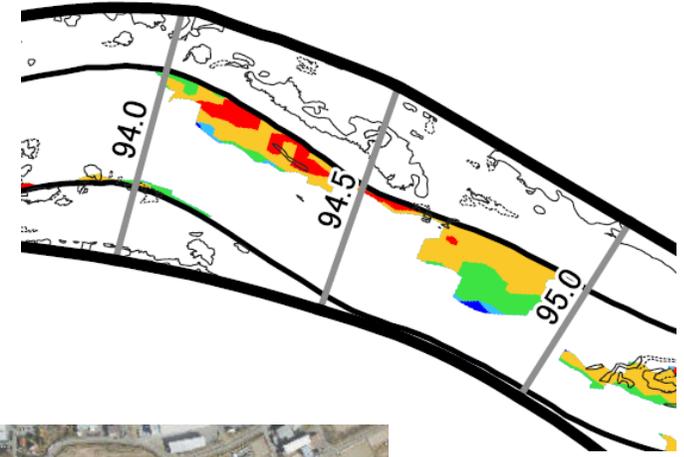
- 概ね10年に1回程度発生する洪水（以下、「1/10規模洪水」）に対しても樹木が残存することから、人為的な砂礫河原回復が必要と判断した。
- 周辺に大望橋や埴科頭首工などが設置されているため、周辺構造物への影響にも配慮した計画を検討した。

掘削対象箇所抽出（自然再生計画検討時）

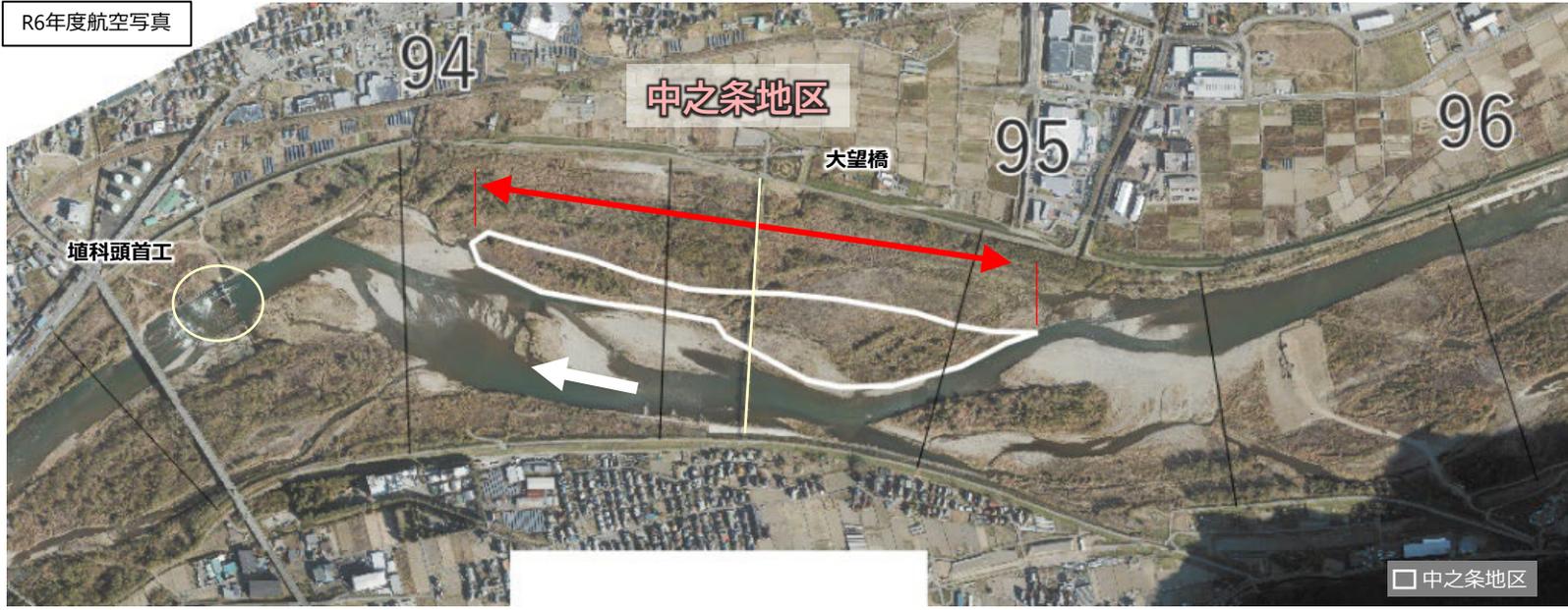
$\tau_* < 0.06$ かつ $BOI < 1.0$ かつ 1/1非冠水 かつ 自然再生エリア内
 河床変動による樹木流失しづらい 流体力による樹木破壊しづらい 冠水せずに草本・樹木が生長しやすい 自然営力による維持が一定程度期待できる



} 自然営力による定期的なリフレッシュが期待できる
 } 実績樹木残存域 と合わせて人為的な砂礫河原回復措置が必要



R6年度航空写真



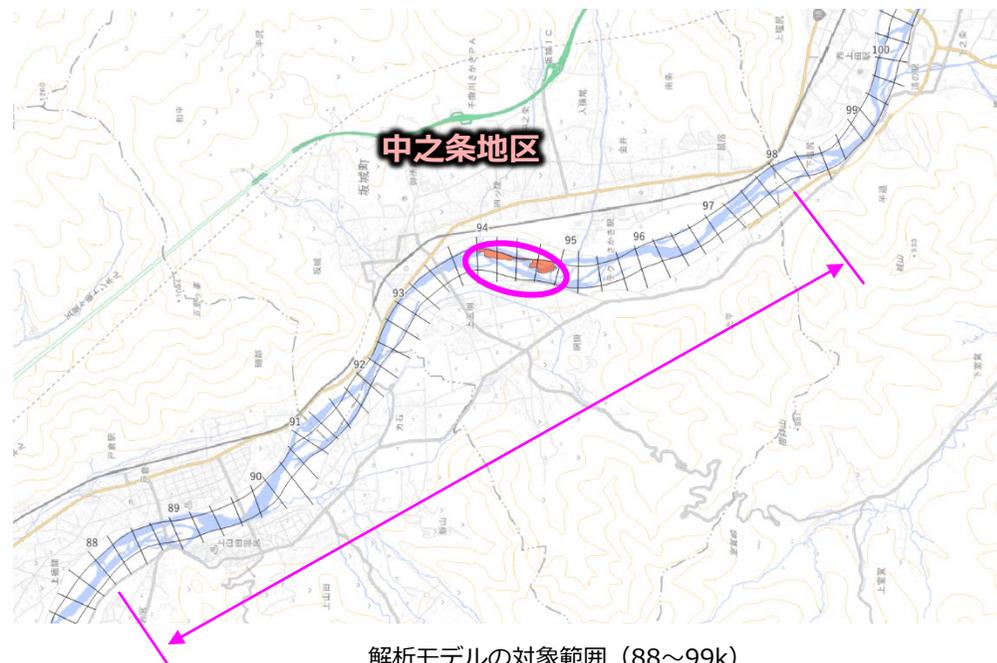
3. 中之条地区の現況の把握

- 中之条地区の現況を検証する為、平面二次元流況解析モデルを構築した。
- これまでの知見をもとに掘削案の効果を検証する指標として、1/1洪水規模の冠水、1/10洪水規模流量の無次元掃流力及びBOIを算出した。

1) 平面二次元流況解析モデルの構築

- 平面二次元流況解析モデルを構築し、洪水時の流れを解析

項目	解析条件
解析手法	平面二次元流況解析（固定床）
解析区間	88~98k
メッシュサイズ	横断方向10m、縦断方向30m程度
地形	令和6年度ALB測量 ※グラウンドデータが暫定値のため今後見直す可能性がある
粗度係数	低水路：0.027 ※令和元年東日本台風の水位を再現する粗度係数 ※測量データ確定後に見直す可能性がある
上流端境界条件	1/1流量：287m ³ /s 1/10流量：2,736m ³ /s
下流端境界条件	等流計算



2) 砂礫移動・樹林化に関わる指標の設定

指標として冠水頻度と無次元掃流と、樹木破壊の指標であるBOIを採用

指標	考え方
冠水頻度	<ul style="list-style-type: none"> 1/1流量規模での冠水有無
無次元掃流力 τ^*	<ul style="list-style-type: none"> 流れによって河床の砂礫を動かそうとするせん断力 $\tau^* < 0.06$の場合、土砂が移動しにくい。
BOI (Breakage or Overturning Index)	<ul style="list-style-type: none"> 樹木の破壊（倒伏・破断・転倒）のしやすさを表す指標 ハリエンジュ（幹径16cm、枝下高2.4m、樹高9.8m）を対象樹種とし流況計算から外力モーメントを評価 ハリエンジュの破壊限界は論文記載の載荷試験値を設定 BOI < 1の場合、樹木は破壊されにくい（残存しやすい）

樹木破壊イメージ



出典：『田中ら, 樹木の洪水破壊指標と流失指標を考慮した砂礫上樹林地の動態評価手法の提案, 土木学会論文集B, Vol.66, No.4, pp.359-370, 2010』

3. 中之条地区の現況の把握

- 中之条地区の現況は、1/1洪水規模で非冠水であり、1/10洪水規模に対して下流側は無次元掃流力が小さい傾向にある。
- 人為的な河道掘削を行わない場合、中之条地区は樹林化していくと想定される。

$\tau_* < 0.06$

河床変動による
樹木流失しづらい

BOI < 1.0

流体力による
樹木破壊しづらい

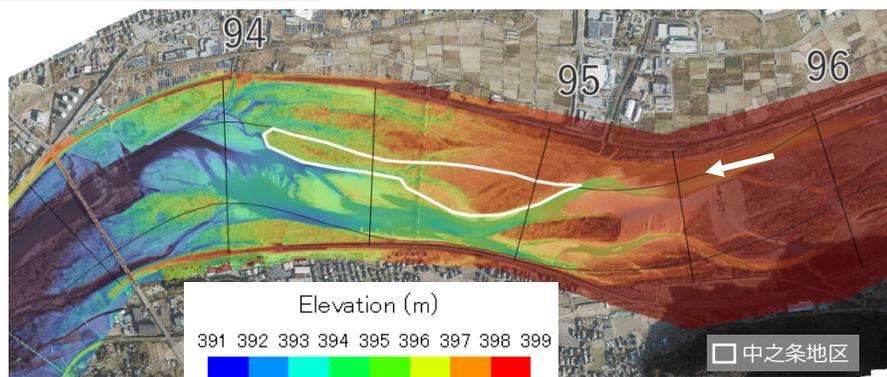
1/1非冠水

冠水せずに
草本・樹木が生長しやすい

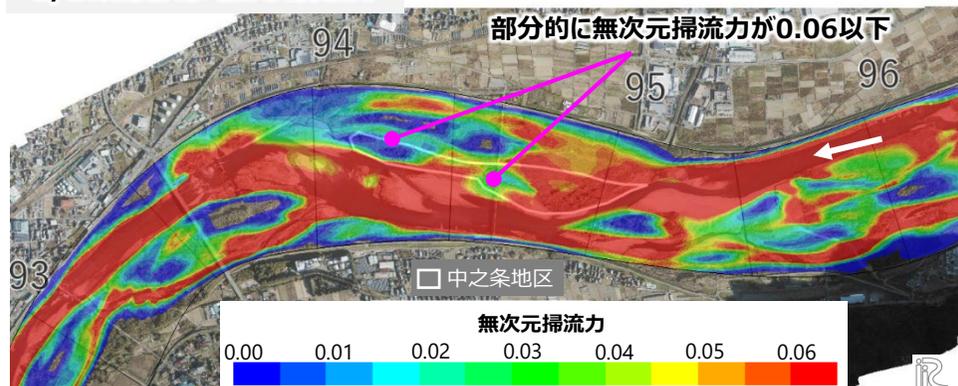
自然再生エリア内

自然営力による維持が
一定程度期待できる

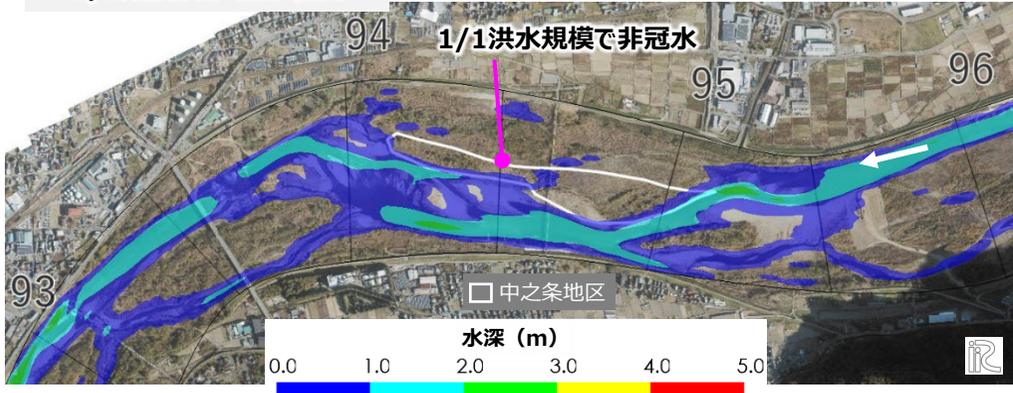
標高 (R6.12測量地形)



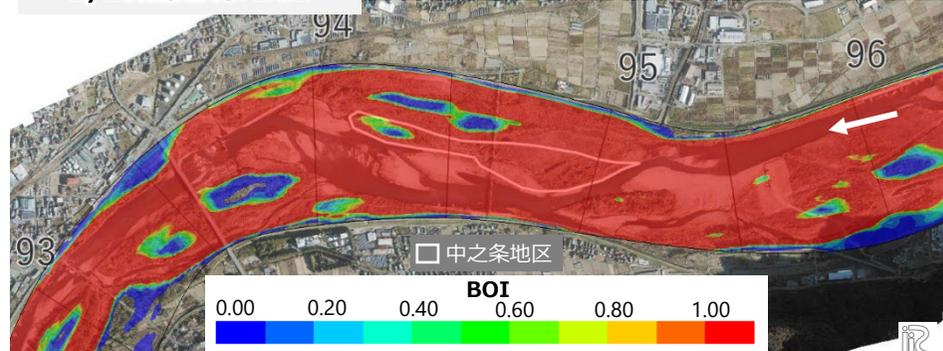
1/10規模洪水 無次元掃流力



1/1規模洪水 冠水範囲



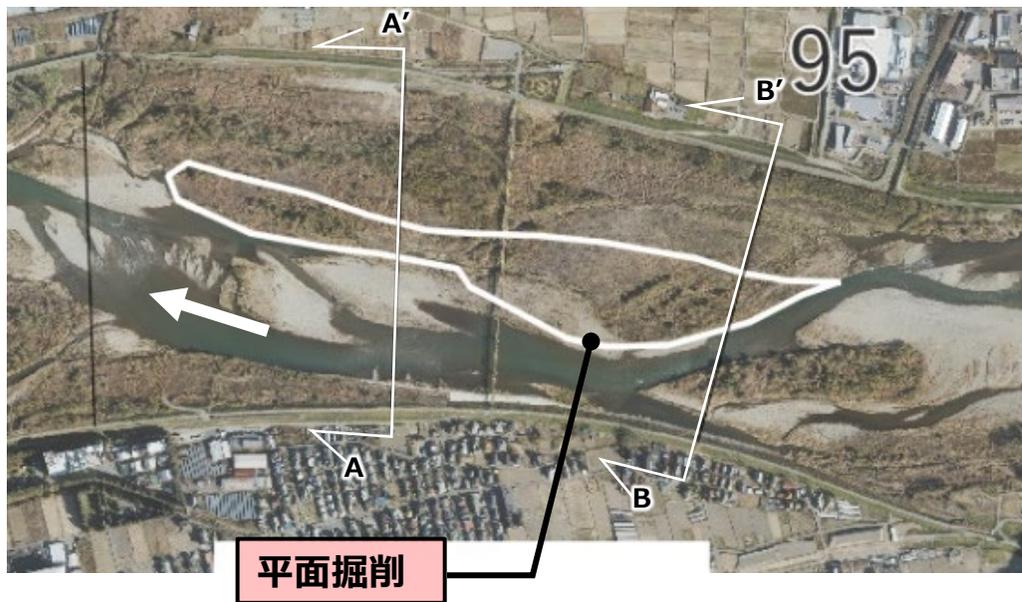
1/10規模洪水 BOI



4. 掘削形状の基本的な考え方

- 外来種の繁茂抑制のため、概ね1年に1回程度発生する洪水（以下、「1/1規模洪水」）で冠水する掘削高を基本とした。
- 洪水による自然の営力で砂礫河原が維持されるか否かを水理的な指標（1/10規模洪水時の無次元掃流力、BOI）により確認した。

基本的な掘削形状(基本ケース)

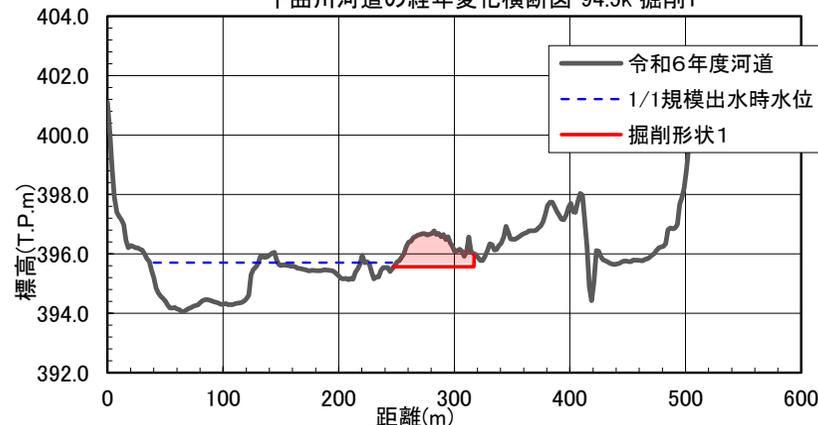


掘削形状

- 外来種の繁茂抑制のため、1/1規模洪水で冠水する掘削高とする

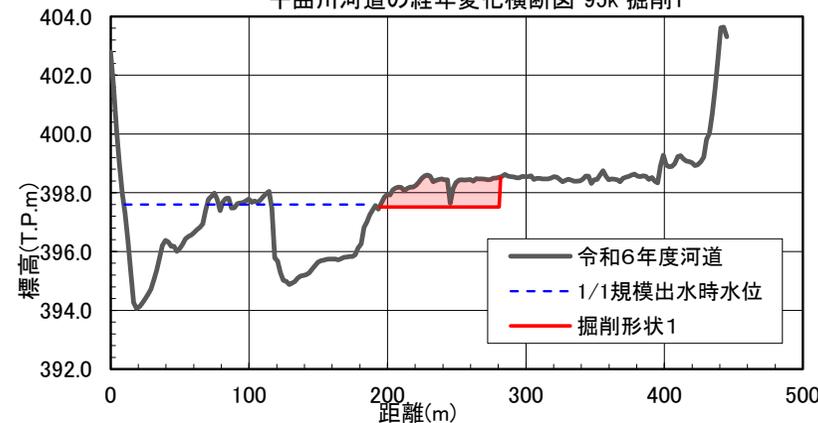
横断イメージ図(A-A'断面)

千曲川河道の経年変化横断面図 94.5k 掘削1



横断イメージ図(B-B'断面)

千曲川河道の経年変化横断面図 95k 掘削1

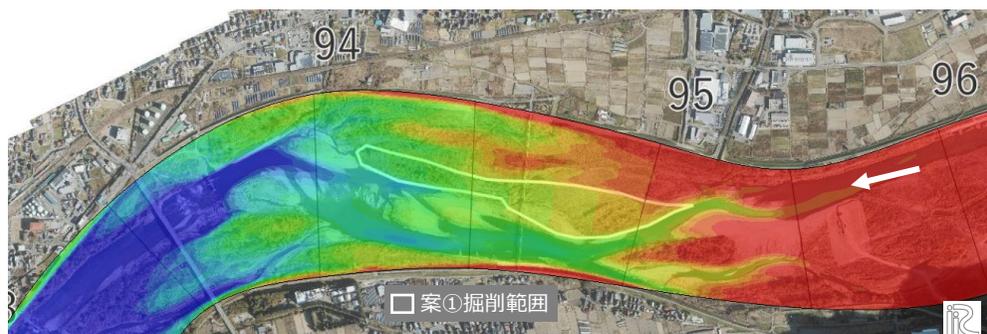


5. 流況解析による掘削形状の妥当性評価

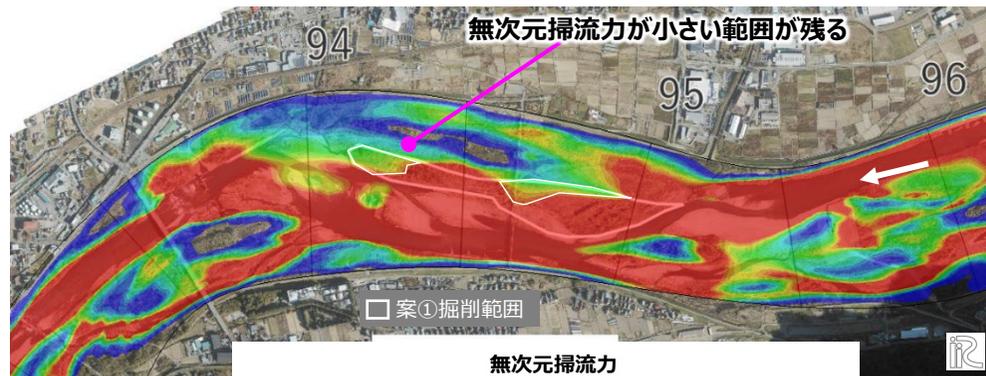
- 1/1洪水規模で冠水する高さで平面掘削を実施した場合、1/10洪水規模での無次元掃流力が現況よりも大きくなるものの、閾値0.06を超えない範囲が残る。

基本的な掘削形状での流況評価

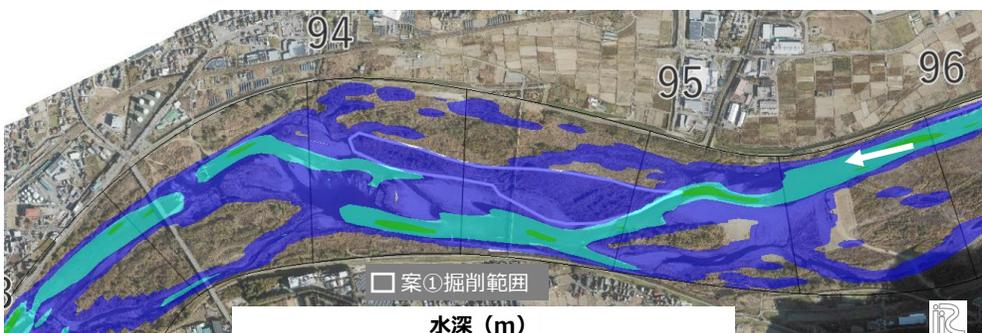
標高



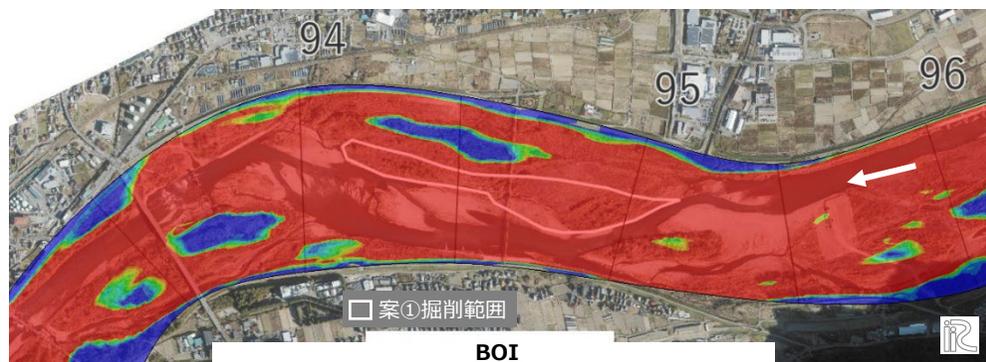
1/10洪水規模 無次元掃流力



1/1洪水規模 冠水範囲



1/10洪水規模 BOI



5. 流況解析による掘削形状の妥当性評価

- 基本ケースでは無次元掃流力が小さい範囲が残ることから、砂州中央から上流側の線形を見直し、主流路の流れを砂州上に導く平面形状に修正した。
- 平面掘削（線形見直し）案：主流路の流れを砂州上に導く形状に修正し、1/1洪水規模時に冠水する高さでの平面掘削

平面掘削(線形見直し)案

主流路の流れを砂州上に導く形状に修正

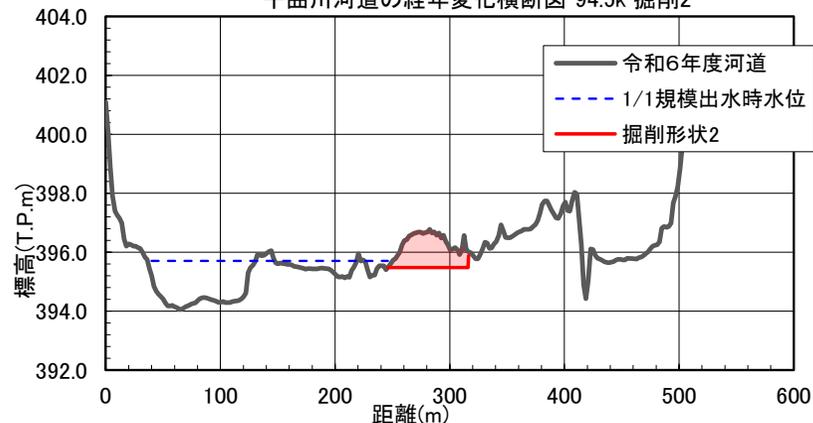


掘削形状

- 植生再繁茂抑制のため、1/1規模洪水で冠水する掘削高とする
- 主流路の流れを砂州上に導く形状に修正

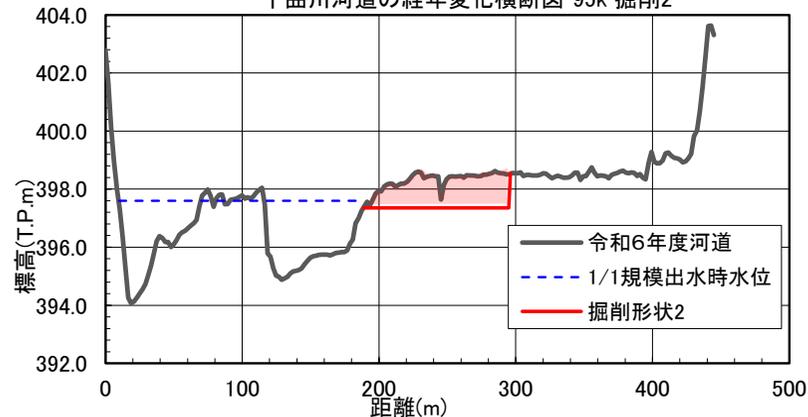
横断イメージ図(A-A'断面)

千曲川河道の経年変化横断面図 94.5k 掘削2



横断イメージ図(B-B'断面)

千曲川河道の経年変化横断面図 95k 掘削2

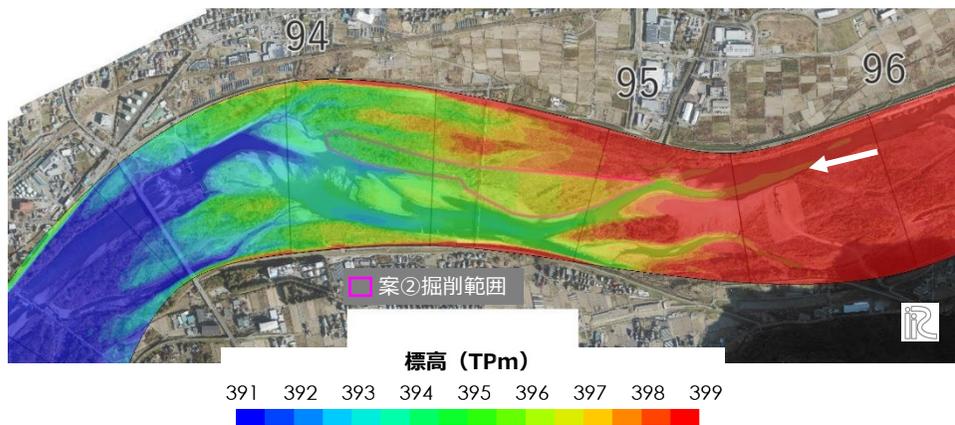


5. 流況解析による掘削形状の妥当性評価

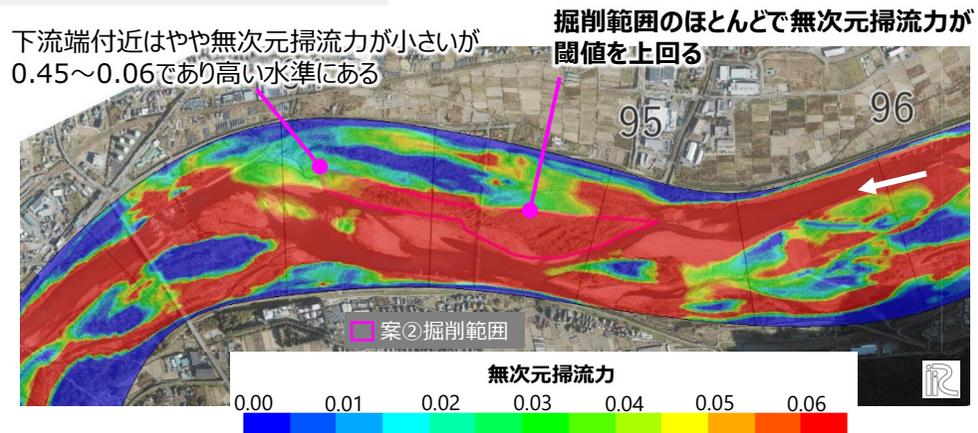
■ 主流路の流れを砂州上に導く形状とし、1/1洪水規模で冠水する高さで平面掘削を実施した場合、1/10洪水規模での無次元掃流力が大きくなり、概ね閾値0.06を超える。1/10洪水規模でのBOIについても閾値を満足する。

平面掘削(線形見直し)案での流況評価

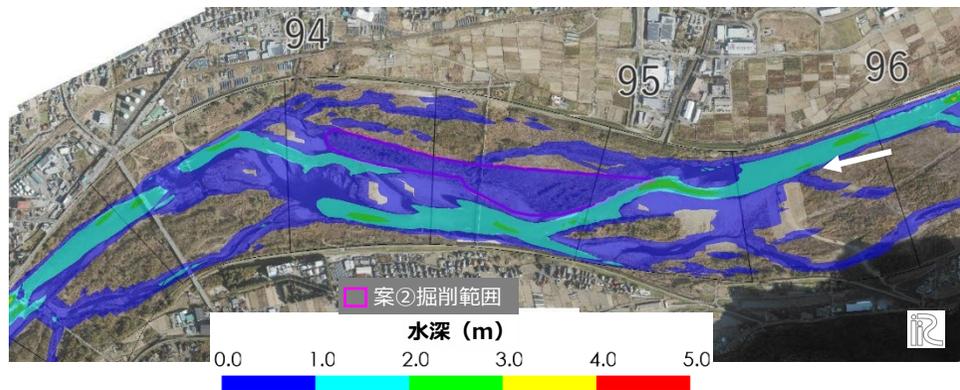
標高



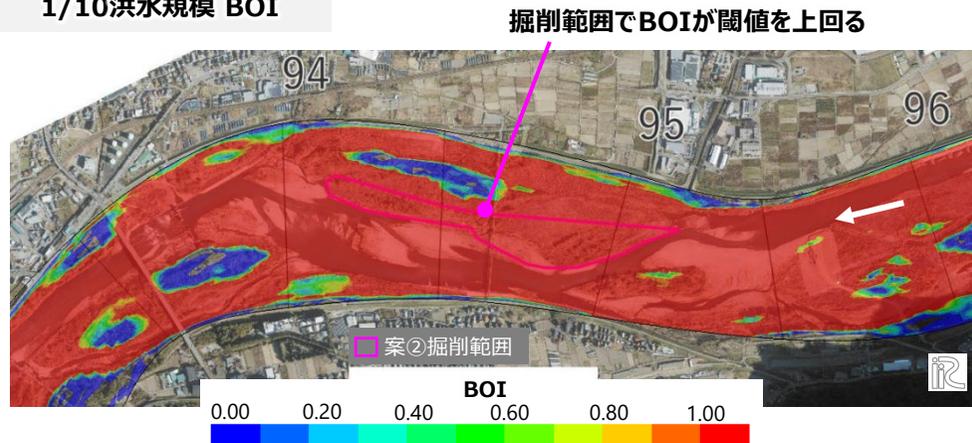
1/10洪水規模 無次元掃流力



1/1洪水規模 冠水範囲



1/10洪水規模 BOI



6. まとめと今後の検討

- 主流路の流れを砂州上に導く形状に修正し、1/1洪水規模時に冠水する高さで平面掘削する掘削形状とする。
- 中之条地区では掘削土量が多いことから工区を三分割し段階施工を行う。

工区分割イメージ

