

# 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

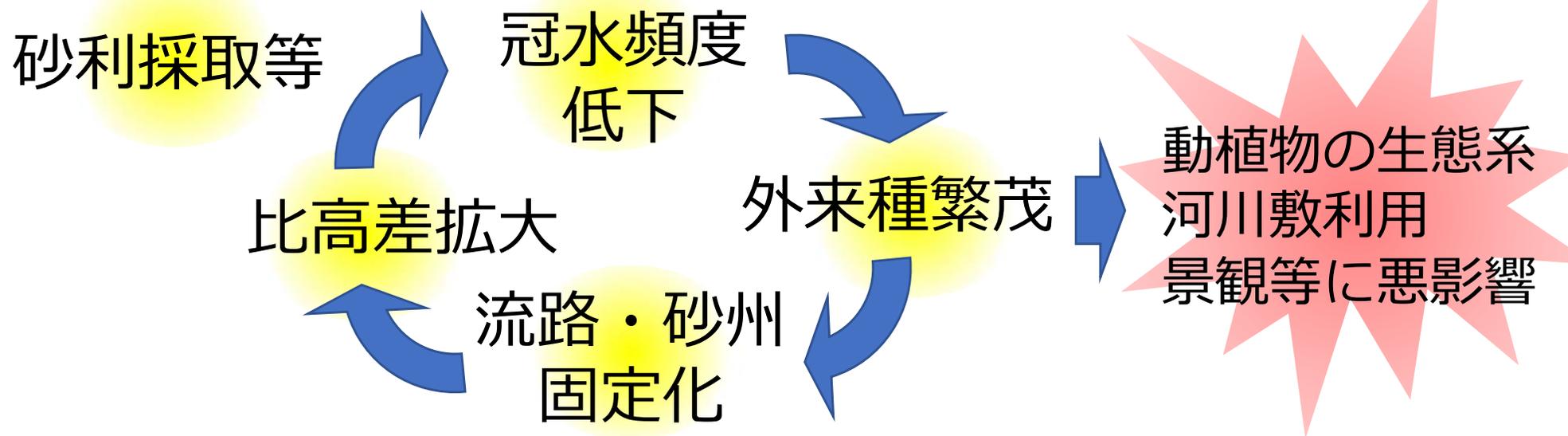
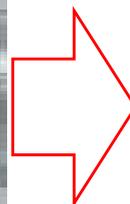
国土交通省 北陸地方整備局  
千曲川河川事務所 調査課

# 千曲川中流域の現状と課題

1964年（千曲川95.0kp付近）



2004年（千曲川95.0kp付近）



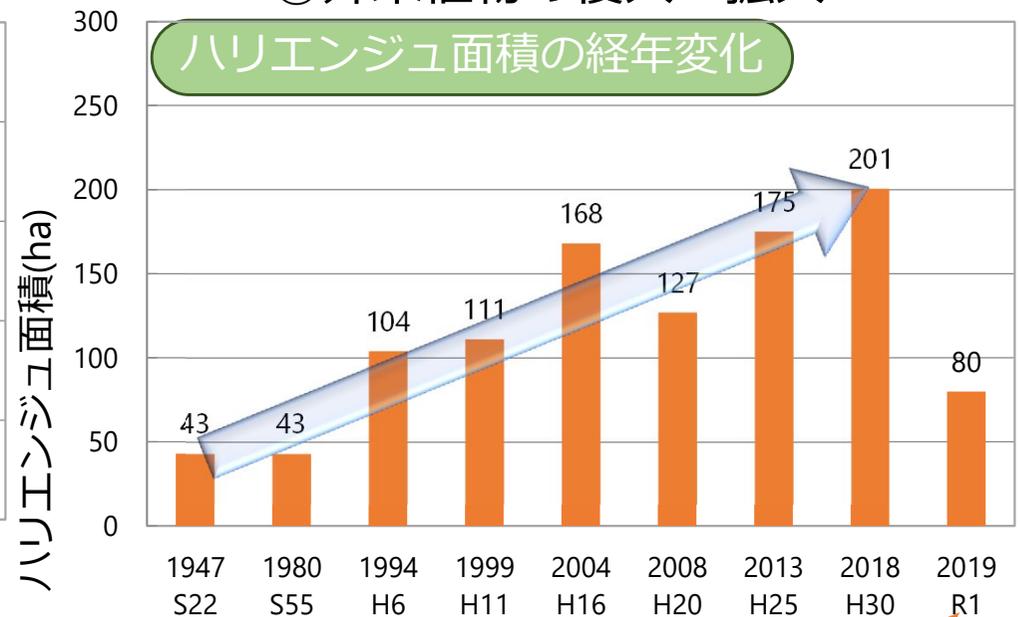
# 千曲川中流域の現状と課題

## ① 砂礫河原の減少

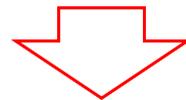


R1台風19号による回復

## ② 外来植物の侵入・拡大



R1台風19号による減少



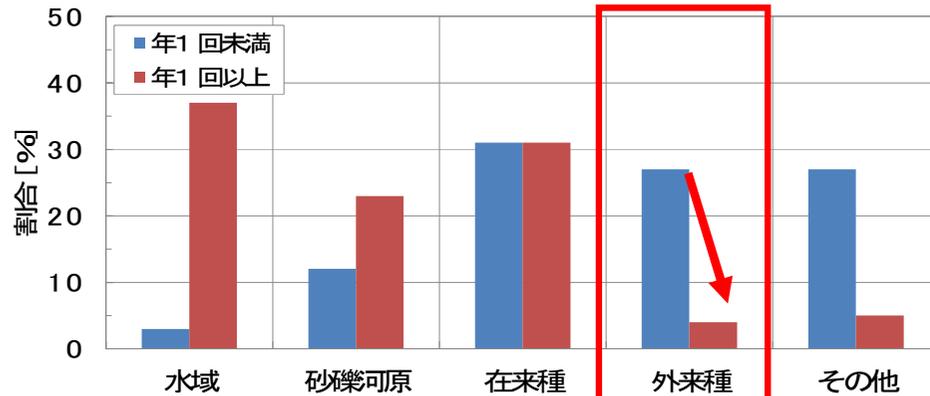
砂礫河原の保全・再生や外来植物（ハリエンジュ・アルチビ等）の拡大抑制を図り、これまでに失われた千曲川本来の自然環境を取り戻し、砂礫河原特有の生物に適した生息・生育環境を保全・再生することが必要。

# R1出水前までの自然再生事業の考え方

## ◆ 樹林流出・裸地化の指標

### 冠水頻度

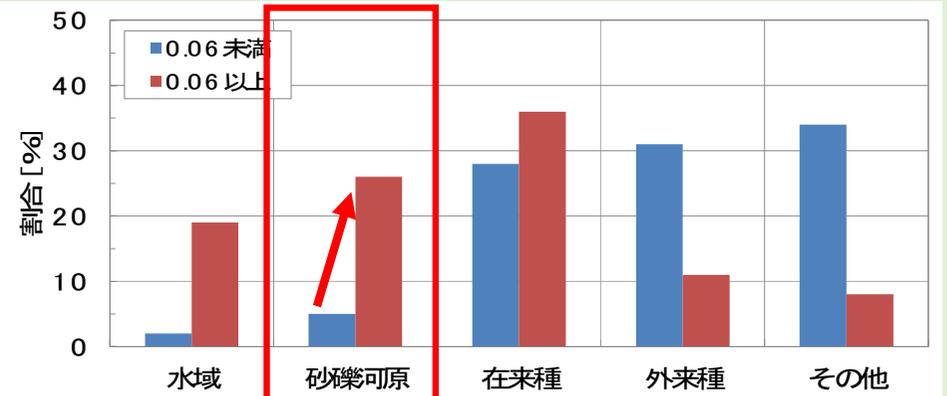
冠水頻度と植生面積の分析



外来種面積に大きな差  
→ 外来種の拡大抑制

### 無次元掃流力

砂礫河原と植生面積の無次元掃流力による分析

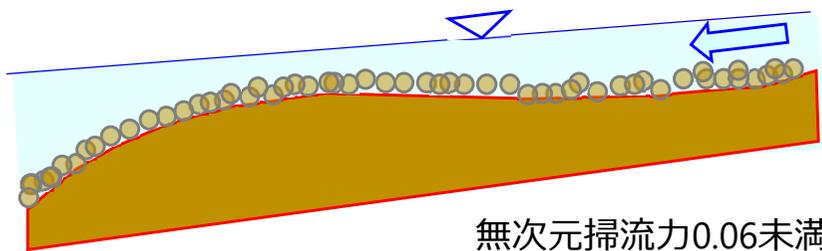


砂礫河原面積に大きな差  
→ 砂礫河原面積の増加

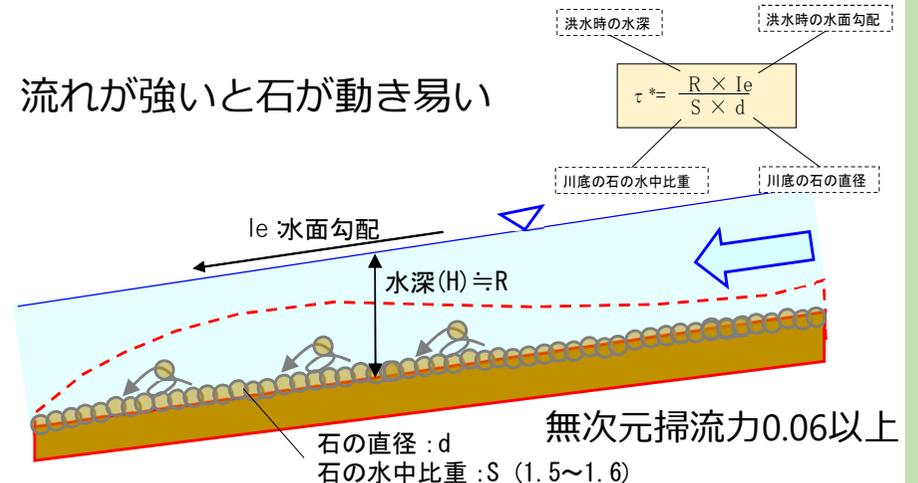
※千曲川中流域82.0~109.5k間 (H25時点)

## ◆ 砂礫再生による無次元掃流力向上の概念

流れが弱いと石は動きづらい

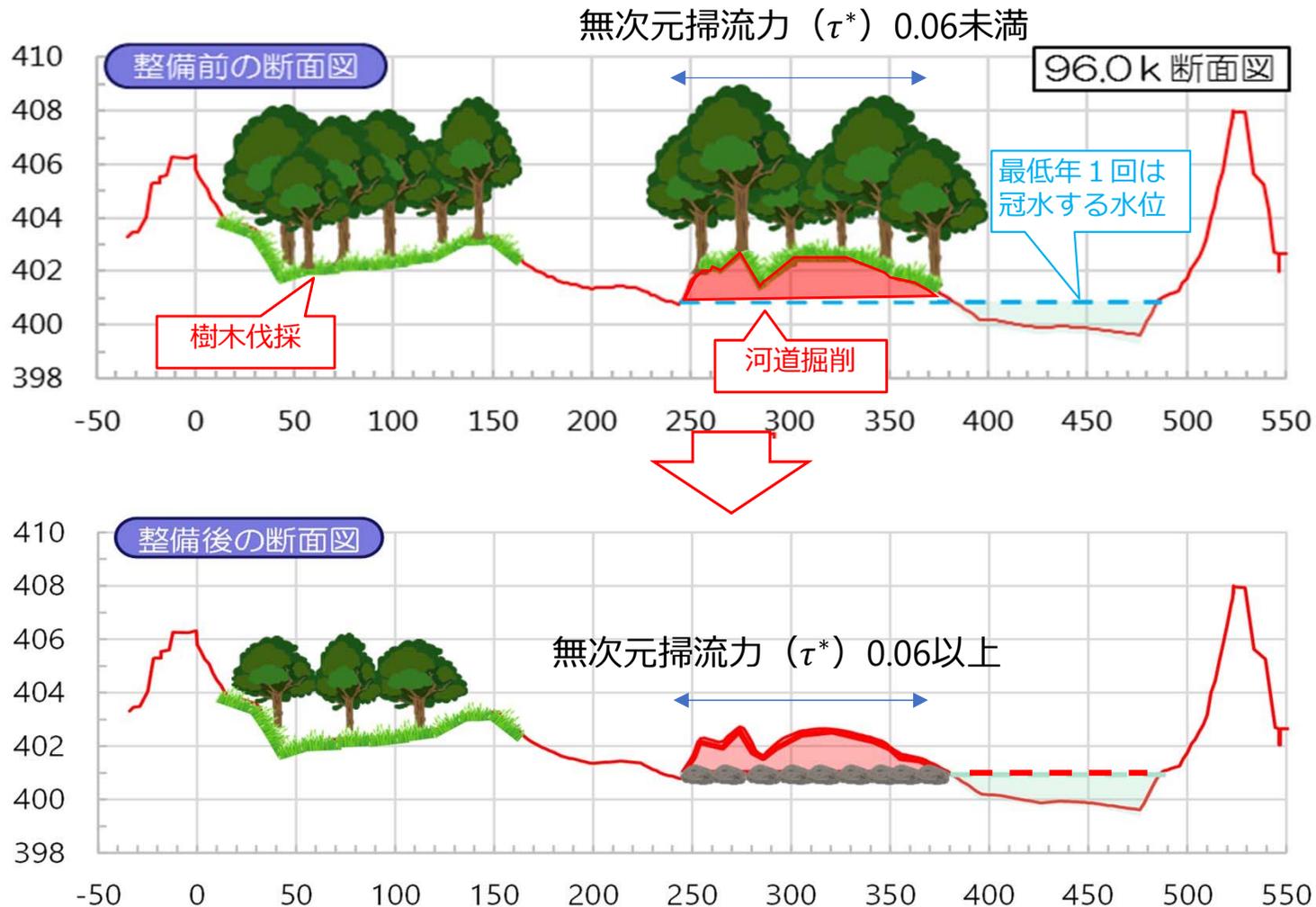


流れが強いと石が動き易い



# R1出水前までの自然再生事業の考え方

## ◆ 整備イメージ



**「冠水頻度が年1回以上」、「無次元掃流力が0.06以上」の環境を整えることで、砂礫河原が再生され、外来植物の繁茂を抑制することが出来る！**

# 河道掘削の状況

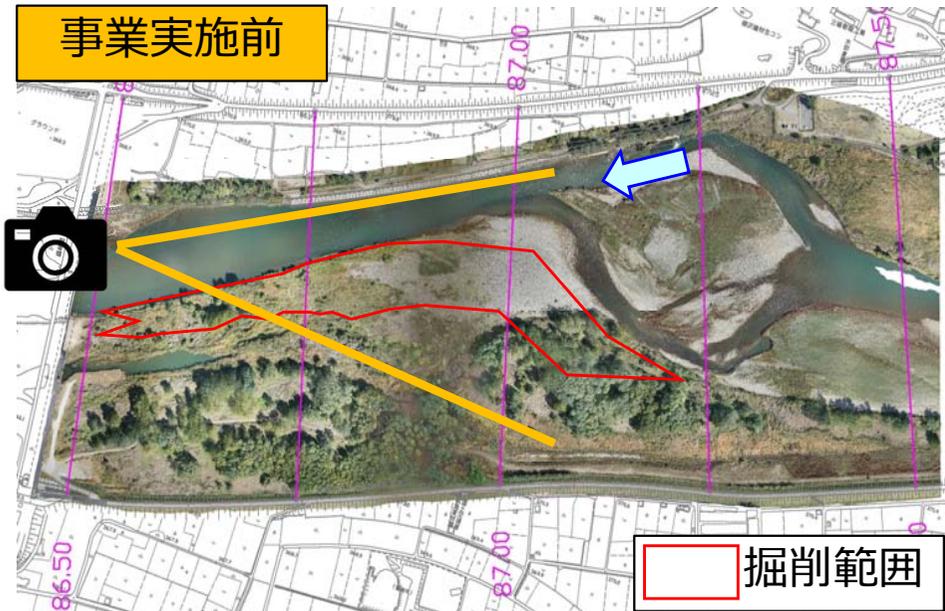
事業実施前



事業実施直後 (2015年3月時点)



事業実施前



事業実施直後 (2015年5月時点)



# モニタリング調査（注目種の選定）

- H6～H25の河川水辺の国勢調査を元に、砂礫河原と関連性の深い種を注目種として選定。

## ■ 鳥類注目種

**コチドリ**：砂礫河原を繁殖地として利用しており、近年、減少傾向にある

**イカルチドリ**：減少傾向には無いが、砂礫河原を繁殖地として利用しており、砂礫河原の環境が維持されているかの評価のため選定



コチドリ



イカルチドリ

## ■ 植物注目種

**カワラヨモギ群落**：かつて砂礫河原の多い85km上流に分布し、近年、砂礫河原の減少と同じく減少してきている



カワラヨモギ群落

## ■ 魚類注目種

**アカザ**：礫河床の瀬に生息する魚類として選定。

**アユ**：漁業対象種であり礫河床の環境が維持されているかの評価のため選定

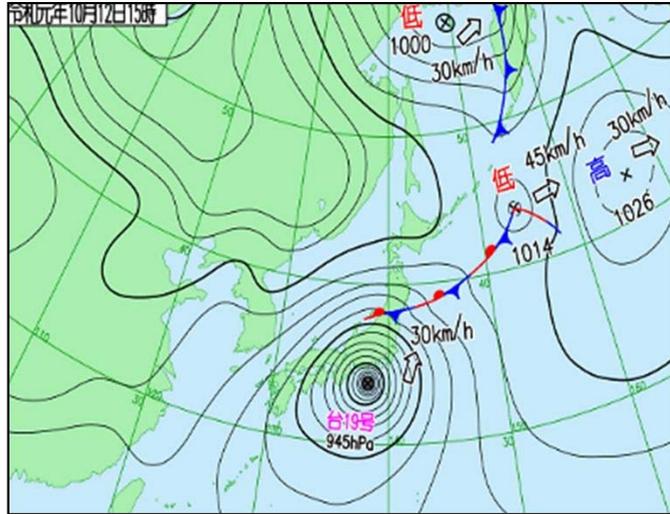


アカザ



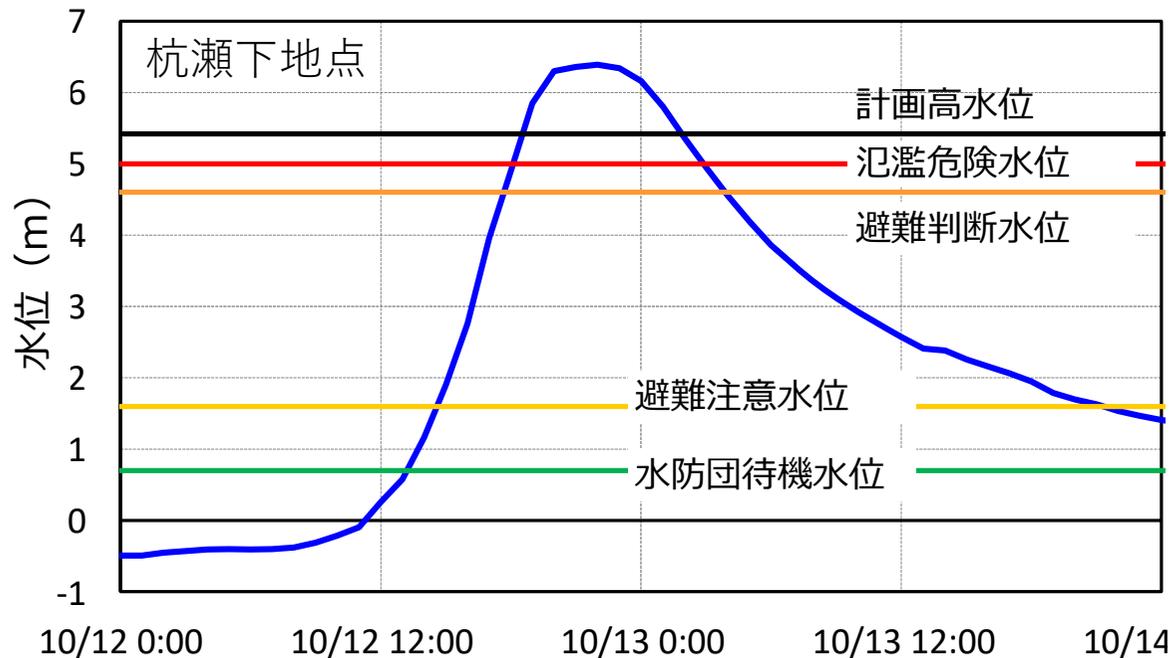
アユ

# R1出水の概要

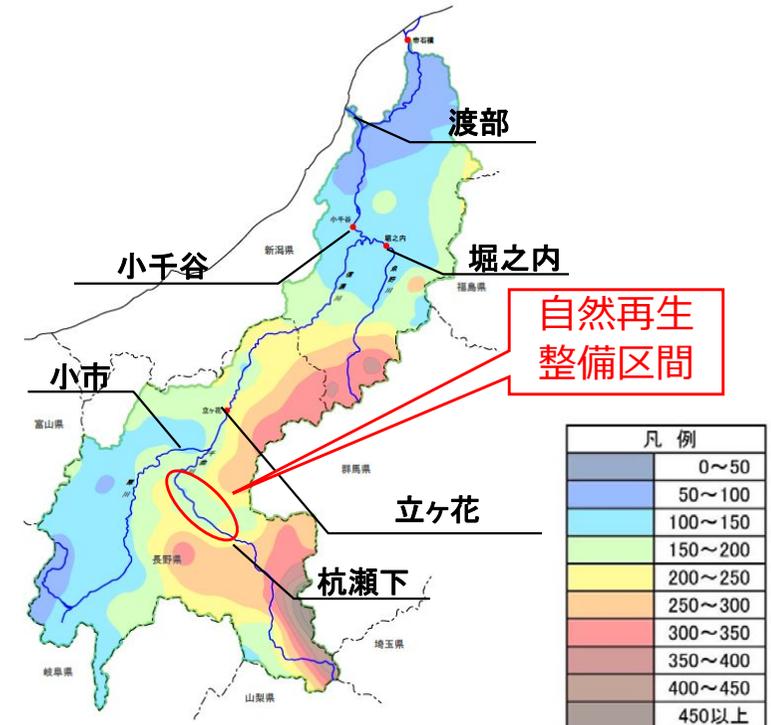


天気図(10月12日15時、気象庁HPより)

- 大型で非常に強い台風第19号が令和元年10月12日の夕方から夜にかけて、既往最大を超える大雨をもたらした。
- 杭瀬下地点のピーク水位は既往最高に達し、計画高水位を超過した。自然再生整備区間の痕跡水位は計画高水位程度となった。



杭瀬下地点における水位の変化



R1.10降雨総雨量等雨量線図

# R1 出水による河道変化

## ■ 洪水前後における礫河原（自然裸地）面積の変化

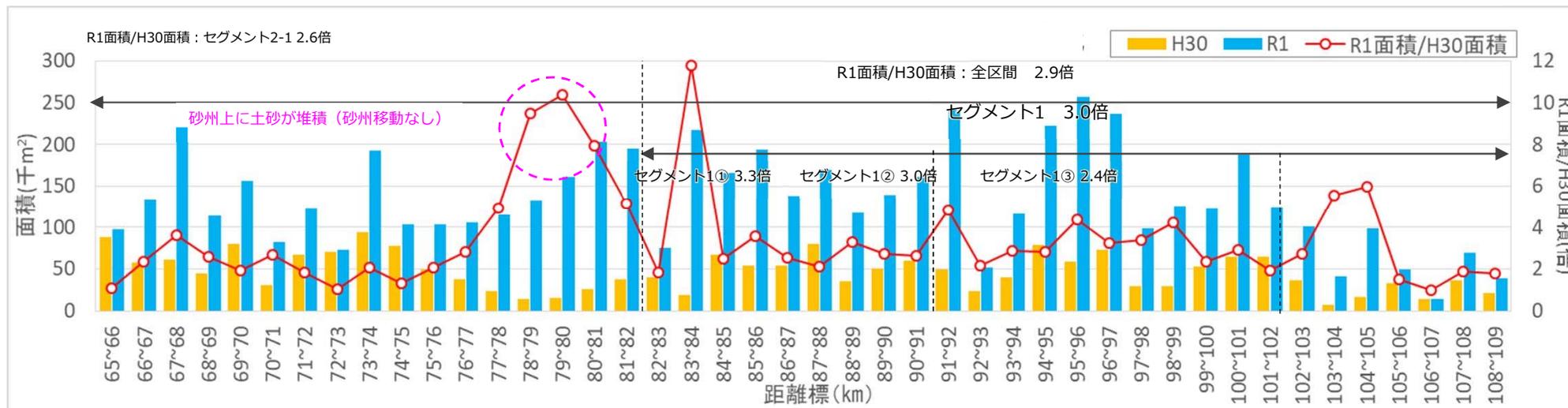


図 令和元年出水前後における砂礫河原面積の変化（距離標ごと）

## ■ 洪水前後における樹木分布面積の変化

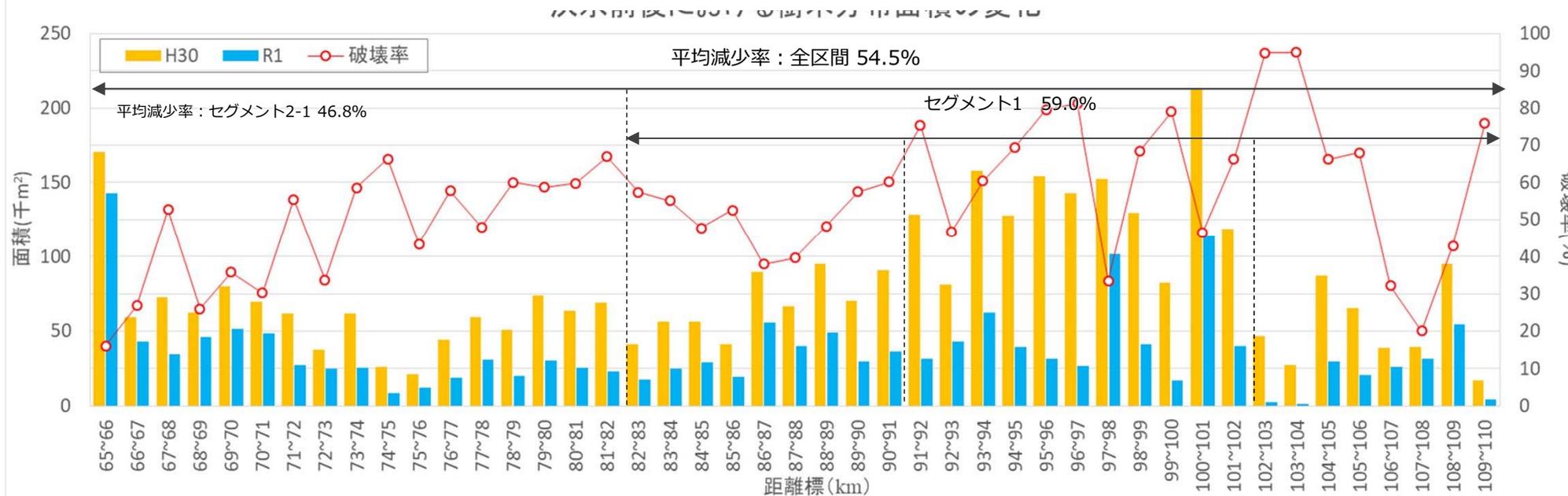
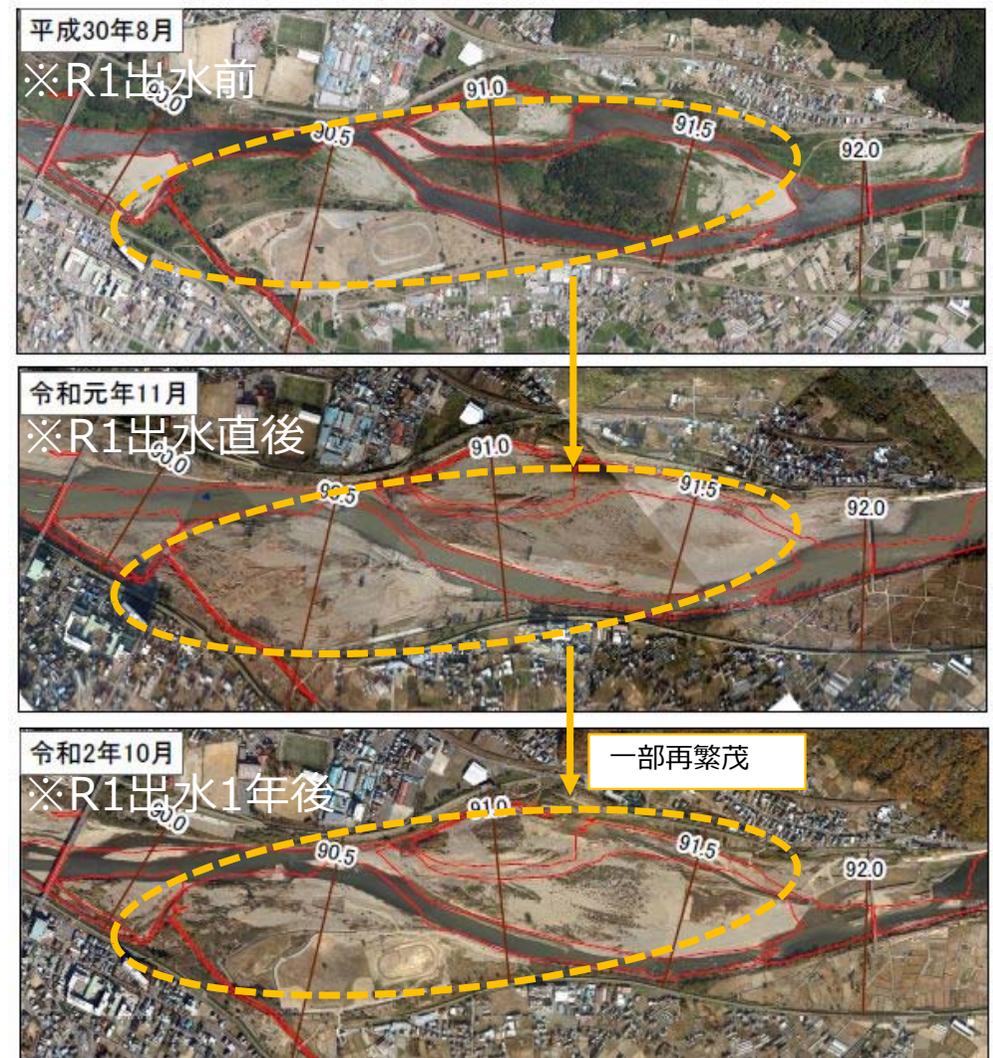
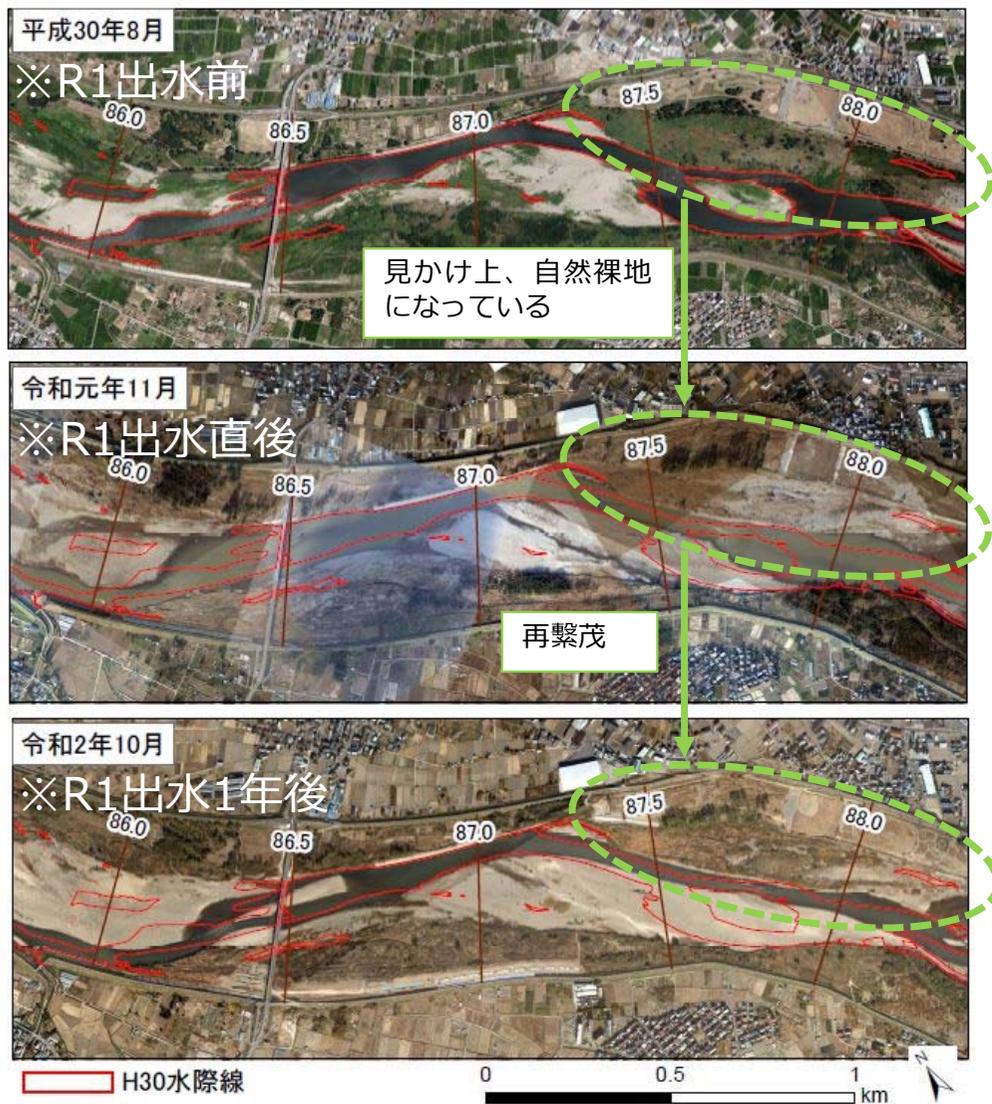


図 令和元年出水前後における樹木分布面積の変化（距離標ごと）

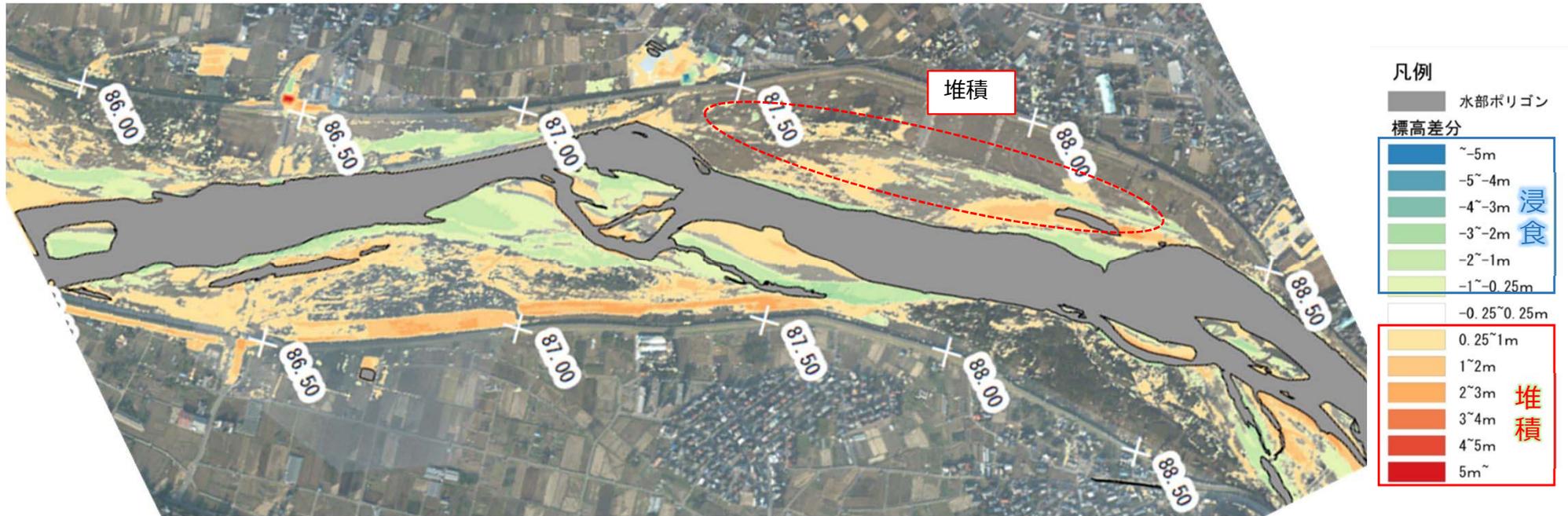
# R1出水による河道変化の課題

## ■ 令和元年出水前後での河道変化の状況（航空写真）



# R1出水による河道変化の課題

## ■ 令和元年出水前後での標高の変化（標高差分図）



平成30年度と令和元年度（R元10月出水直後測定）のLPデータから標高差分図

### 課題

- ・ 令和元年洪水後、見かけ上、植生が消失し、砂礫河原となっていた箇所が多数ある。
- ・ 見かけ上で砂礫河原に回復した箇所において、再繁茂がすでに始まっている箇所が確認されている。
- ・ 再繁茂のリスクを踏まえた礫河原再生のための整備が必要である。

### 対策

地形や出水規模を考慮した水理解析の実施により、自然営力による礫河原の再生可能性を評価し、整備内容について検討する。

### 検討の流れ

- ・ 樹木残存リスクを適切に評価する指標を用いて、洪水後河道における樹木残存・再樹林化リスクを推定
- ・ 種々の確率流量規模における水理解析から、樹林化リスクマップを作成
- ・ 整備対象砂州の抽出、優先順位の検討

# R1出水による樹木流出指標の有効性評価

今までの指標

①年1回の冠水頻度

②無次元掃流力  $\tau_* < 0.06$

河床の動きやすさ

+

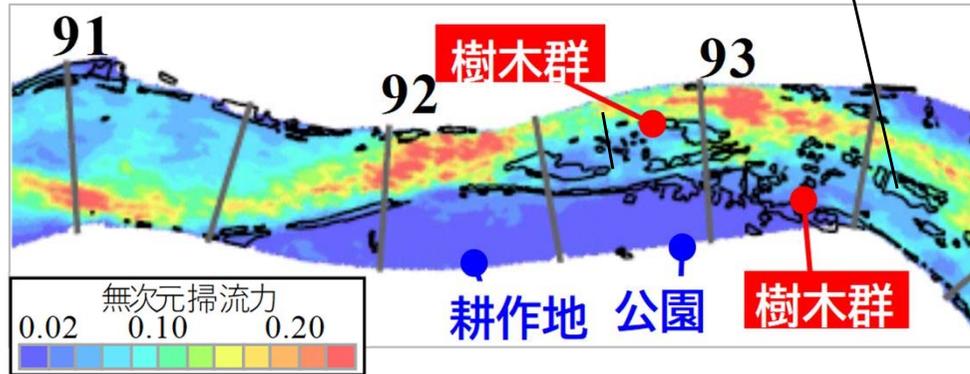
新たな指標

③樹木にかかる流体力  $BOI < 1.0$

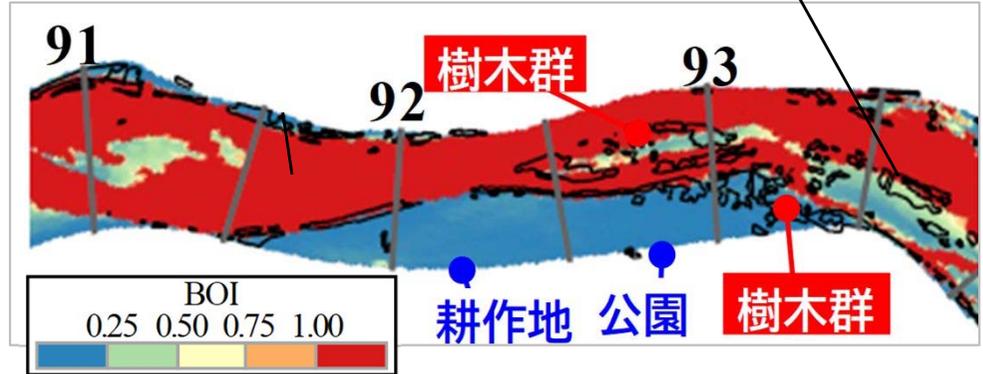
樹木の破壊しやすさ

□ : R元出水による樹木残存域

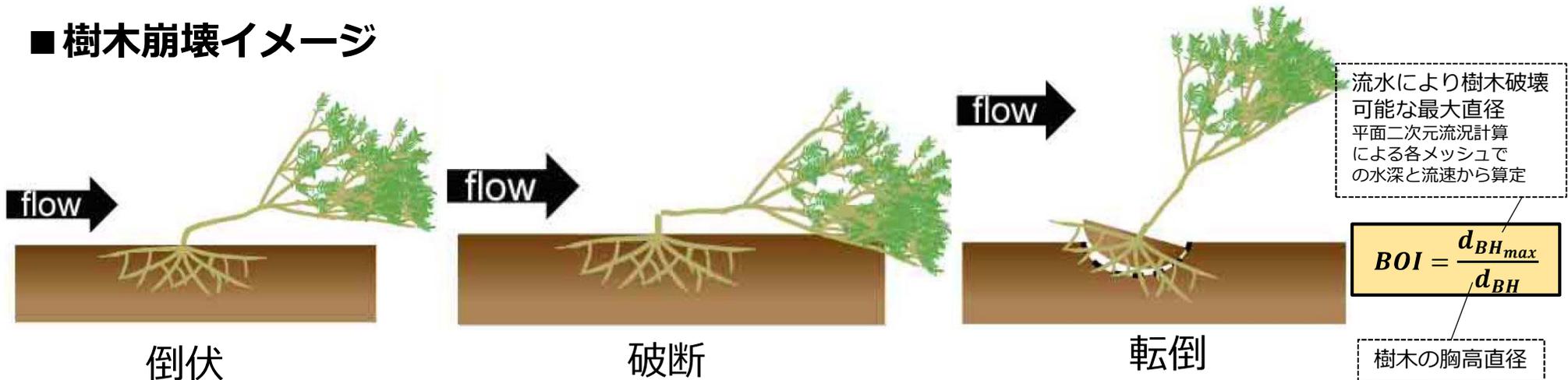
①無次元掃流力



②BOI

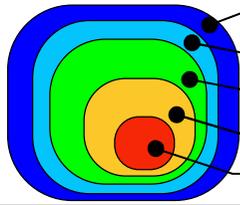


## ■ 樹木崩壊イメージ



# R1出水による自然再生事業箇所の見直し

種々の流量規模において  
以下の範囲を可視化



- 1/1規模で樹木残存, 1/3規模ではリフレッシュ
- 1/3規模で樹木残存, 1/5規模ではリフレッシュ
- 1/5規模で樹木残存, 1/10規模ではリフレッシュ
- 1/10規模で樹木残存, 令和元年規模ではリフレッシュ
- 令和元年規模の出水でも樹木が残存

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

$\tau_* < 0.06$  かつ  $BOI < 1.0$  かつ 1/1非冠水 かつ 自然再生エリア内

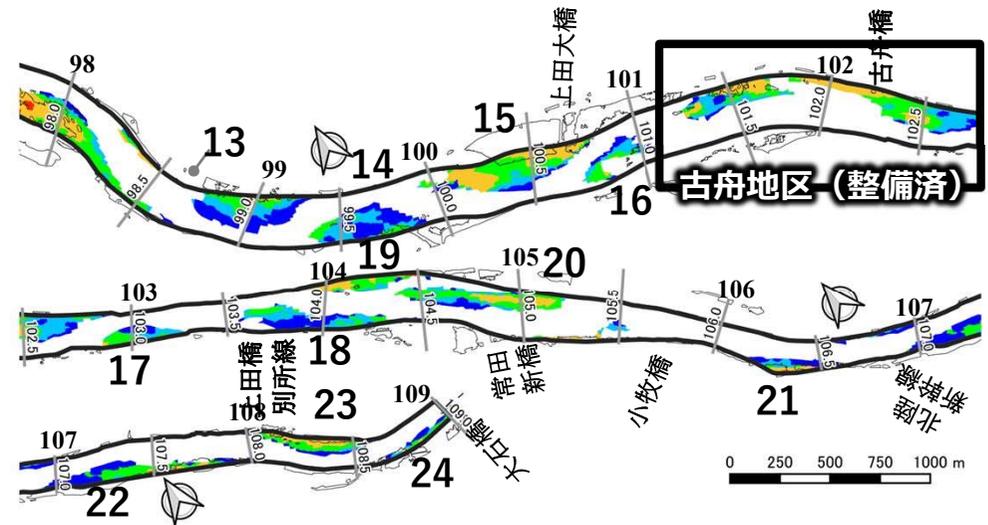
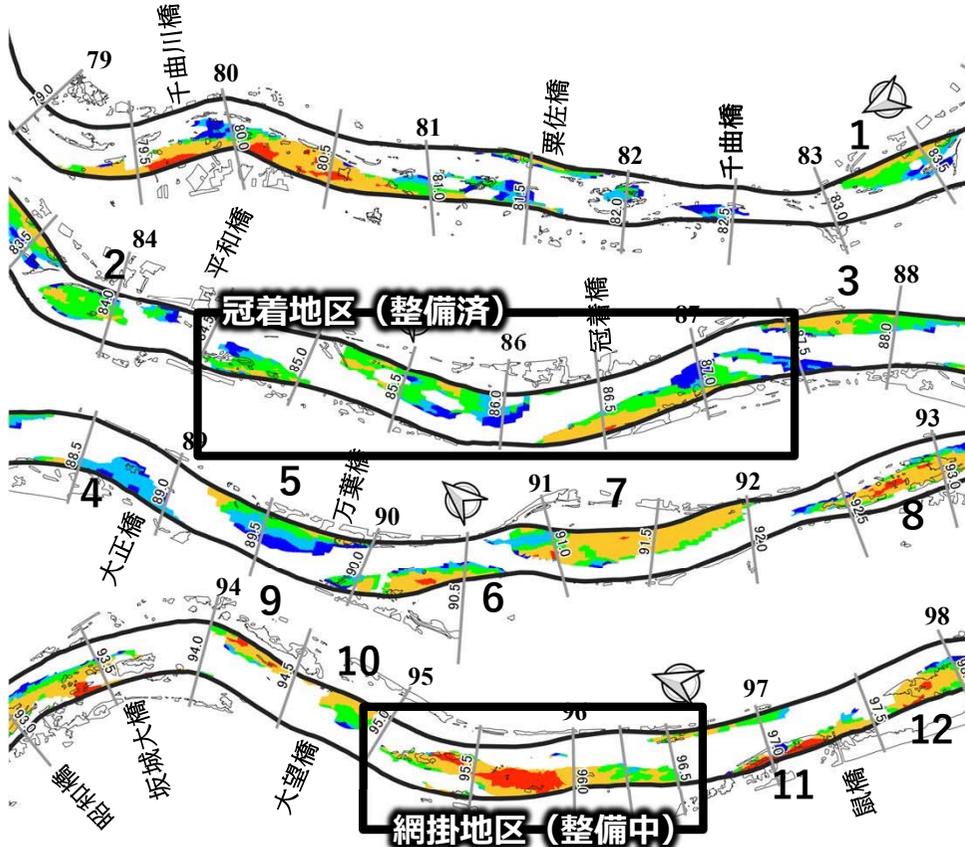
河床変動による  
樹木流失しづらい

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

## ■ 樹林化リスクマップの作成

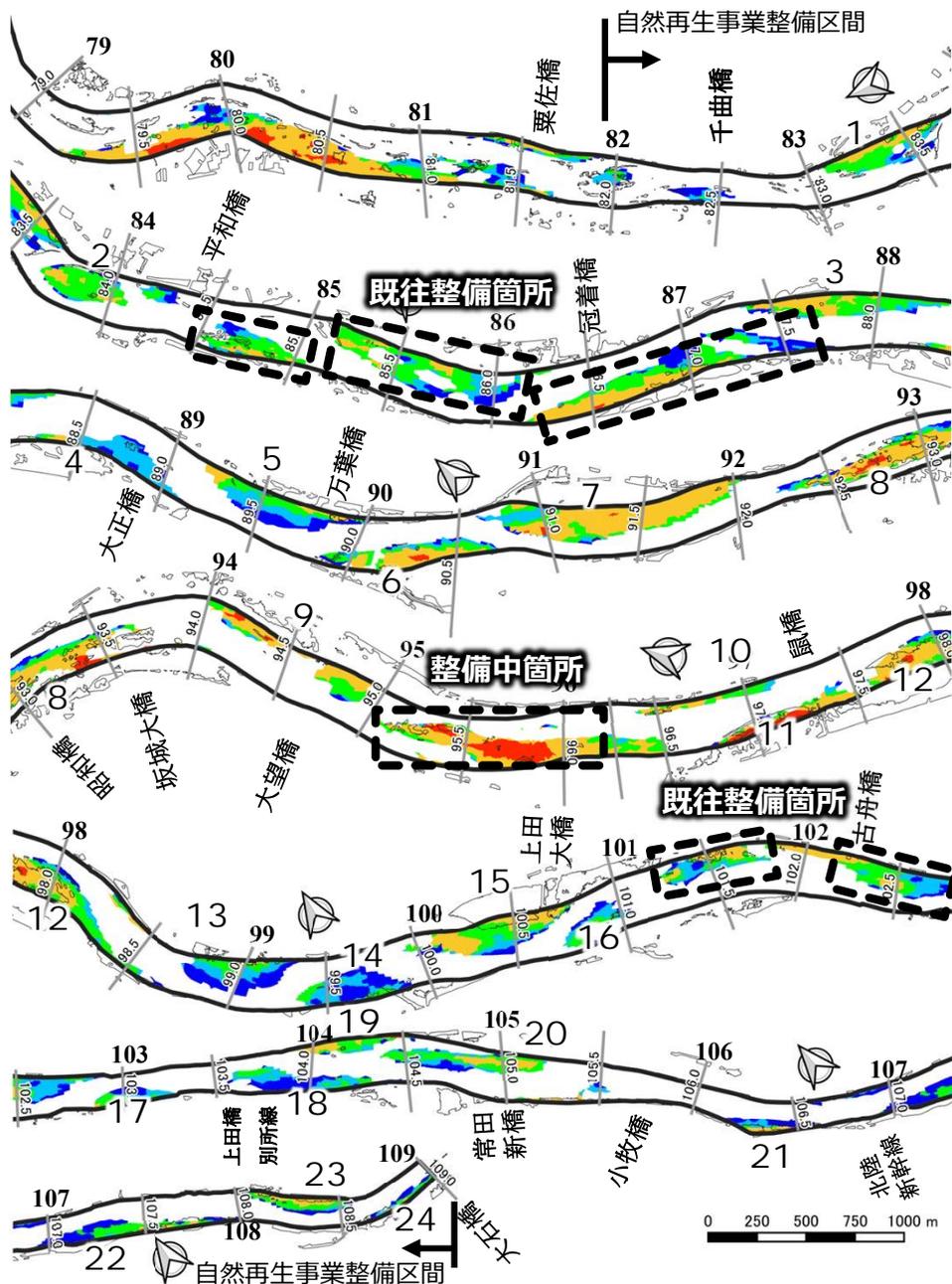


各流量規模における再樹林化懸念範囲

- 1/1流量
- 1/3流量
- 1/5流量
- 1/10流量
- 令和元年台風19号

# R1出水による自然再生事業箇所の見直し

## ◆整備対象砂州の抽出



## ◆掘削対象砂州の整理

再繁茂進行箇所  
⇒整備優先度が高い

掘削土量⇒少ないほど低  
コスト・早期効果発揮

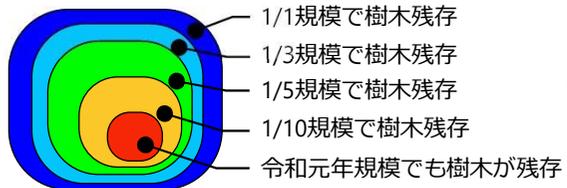
掘削面積⇒大きい  
ほど事業効果大

砂州 No.	距離標 [kp]	植生状況	①1/1水位以上の土量 (m <sup>3</sup> )	②1/10リスクエリア面積 (m <sup>2</sup> )	短期対応箇所	参考：当初計画箇所
1	83.5	R1~R2植生再繁茂	63,896	25,670	○	
2	84.0	R1~R2植生再繁茂	53,026	17,643	○	
3	88.0	R1~R2植生再繁茂	70,385	44,516	○	○
4	89.0	R1~R2植生再繁茂 (一部)	31,053	5,470	○	
5	89.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	135,356	23,256	○	
6	90.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	85,330	46,506	○	
7	91.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	142,939	138,154	○	
8	93.0	R1洪水樹木残存	320,832	107,437		○
9	94.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	37,830	51,792	○	
10	97.0	なし	14,560	15,976		
11	97.0	R1洪水樹木残存	86,792	38,854		
12	98.0	R1洪水樹木残存	130,731	60,526		○
13	99.0	なし	107,618	9,040		
14	99.5	なし	46,591	2,152		○
15	100.5	なし	160,823	53,199		
16	101.0	なし	14,108	3,087		
17	103.0	なし	34,881	3,085		
18	104.0	なし	10,116	4,558		
19	104.0	なし	46,072	17,823		
20	105.0	なし	52,243	21,760		○
21	106.5	なし	74,108	9,488		
22	107.5	なし	40,299	9,650		
23	108.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	73,650	17,413	○	
24	109.0	なし	29,976	5,208		

※オレンジ：植生再繁茂箇所 緑：植生一部再繁茂箇所

# リスクマップに基づく整備箇所の方考え方

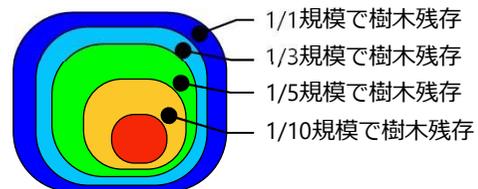
## 考え方1



ハイリスク箇所  
から順次着手

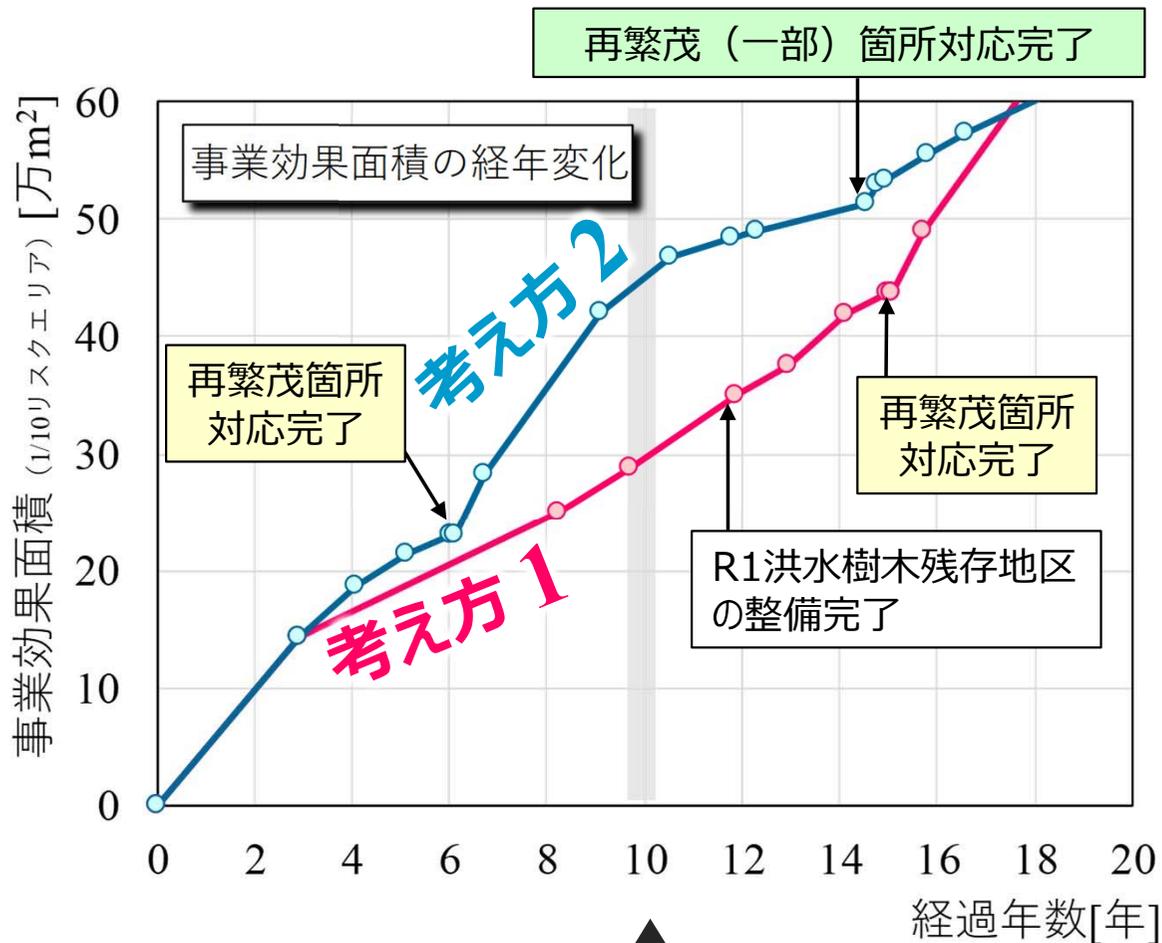
事業優先度：高  
事業量・期間：大

## 考え方2



1/10規模で樹木が  
残存する箇所から  
整備効率優先

事業量・期間：中



考え方2は考え方1に対して  
1.5倍の範囲を再生可能

# 整備箇所における優先順位の設定

## 【優先順位設定の考え方】

- 令和元年洪水後の再繁茂状況を踏まえ、植生再繁茂がより早いと想定される砂州の優先順位を高く設定

レベル1：植生再繁茂箇所

レベル2：植生が一部再繁茂した箇所

- 同一レベルの中、事業実施による効果を最大限に発揮させるため、各砂州の掘削効率より、優先順位設定（但し、他事業連携箇所は対象から除外）

## 【優先順位の設定結果】

砂州 No.	距離標 [kp]	植生状況	①1/1水位以上の土量	②1/10リスクエリア面積	③掘削効率 (②/①)	優先順位
3	88.0	R1~R2植生再繁茂	70,385	44,516	0.63	1
2	84.0	R1~R2植生再繁茂	53,026	17,643	0.33	2
1	83.5	R1~R2植生再繁茂	63,896	25,670	0.40	-
9	94.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	37,830	51,792	1.37	3
7	91.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	142,939	138,154	0.97	4
6	90.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	85,330	46,506	0.55	5
4	89.0	R1~R2植生再繁茂 (一部)	31,053	10,829	0.35	6
23	108.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	73,650	17,413	0.24	7
5	89.5	R1~R2植生再繁茂 (一部)	135,356	23,256	0.17	8

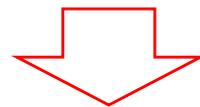
植生再繁茂箇所において、掘削効率の高い順に設定

緊急治水対策Pの掘削箇所であるため、除外

植生が一部再繁茂した箇所において、掘削効率の高い順に設定

# まとめ

1. 千曲川中流域において、かつての**砂礫河原の再生**や**外来植物の拡大抑制**を目標に自然再生事業に取り組み、その効果を確認してきた。
2. R1出水後、**見かけ上で砂礫河原に回復**した箇所において、再繁茂がすでに始まっている箇所が確認されている。よって、**自然営力による礫河原の再生**可能性を評価し、整備内容について再検討した。
3. 種々の流量条件における①**1/1流量での非冠水範囲**、②**河床変動指標**(無次元掃流力)不足範囲、③**樹木破壊指標**(BOI)不足範囲から評価する**樹林化リスクマップ**を作成し、**人為的な河道掘削を必要とする砂州を明らかにした**。
4. 概算掘削土量と掘削効果の作用する面積の整理により、R1出水後河道における**今後の砂礫河原保全再生実施箇所の再設定**を行った。



R1出水のインパクトレスポンスについて引き続きモニタリングを行い、他事業と連携した整備を進め、最終的な目標である千曲川中流域の原風景の再生を目指す。