

# 大河川における多自然川づくり -河道掘削時に何を検討すべきか?-

土木研究所河川生態チーム

上席研究員（兼 自然共生研究センター長）

中村圭吾

# 「大河川における多自然川づくり」とは？



- 大河川については多自然川づくりの考え方や具体的手法が明示されてこなかった。
- 現場が直面する課題をQA形式で整理。本省河川環境課からから発出（H31.3）（監修・執筆の多くの部分を土研が担当）
- 土研の研究を含め最新の成果を毎年本資料集を通じて発信。現場への成果普及を図っていくこととしている。
- 「大河川における多自然川づくり」で検索下さい！

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 —

平成31年3月

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課



[https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/pdf/tashizenQA\\_190402.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/tashizen/pdf/tashizenQA_190402.pdf)

# 「河道掘削」は主要な水位低下（治水）対策

- 河道掘削は河川整備計画の治水整備メニューとして多くの河川で位置付けられている。
- 防災・減災・国土強靱化のための3か年緊急対策でも「全国の河川における洪水時の危険性に関する緊急対策（河道等）」として河道掘削・樹木伐開が展開
- 河道掘削は河道内の陸地部分の地盤高を下げるため湿地的な環境の再生に寄与する可能性がある。一方で、保全上重要な個所を掘削する懸念、掘削・伐開後の再樹林化の懸念があるため、掘削方法そのものを工夫する必要がある。

⇒ 大河川（直轄河川）における多自然川づくり  
= 河道掘削における最大限の工夫

特に、植生管理は治水・環境・維持管理の視点から重要

# 本日お話する内容

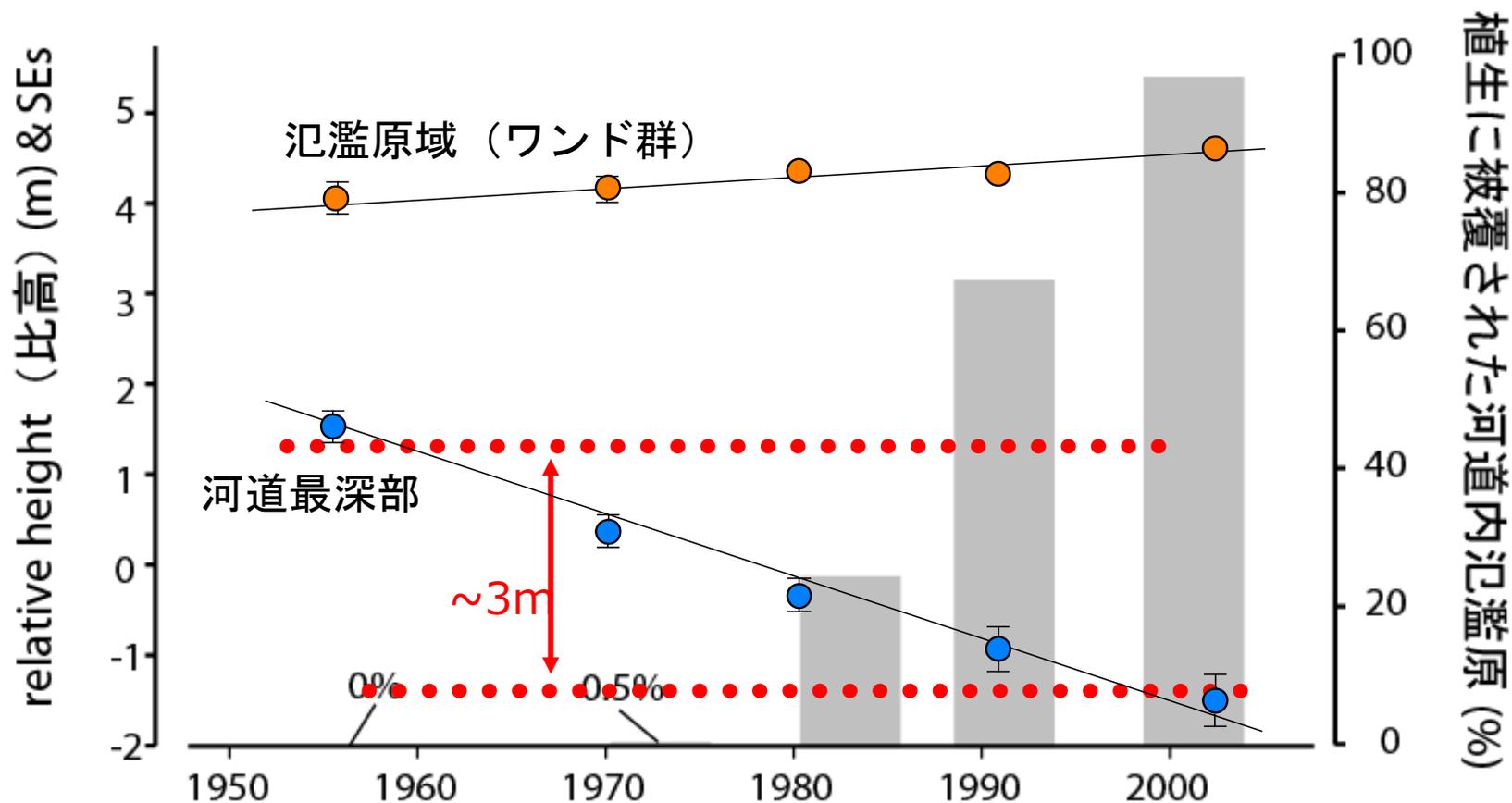
- 河川性生物の近年の生息状況とは
- 河道掘削の効果と課題の整理と対応方針
- 植生管理を踏まえた河道掘削アプローチ
  - 現況把握と目標設定
  - 河道掘削範囲・断面の設定
  - 施工段階での工夫

河床低下に伴う河道内氾濫原の  
劣化により氾濫原依存種が  
減少しています。



# 木曽川における氾濫原環境の劣化 －河床低下と樹林化の進行－

結果：河床低下の経年変化



# 木曽川の景観の変化

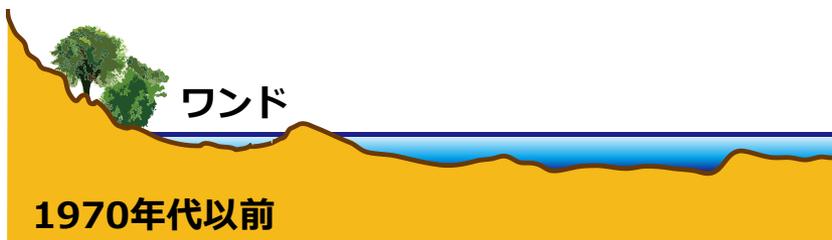
1983



2007

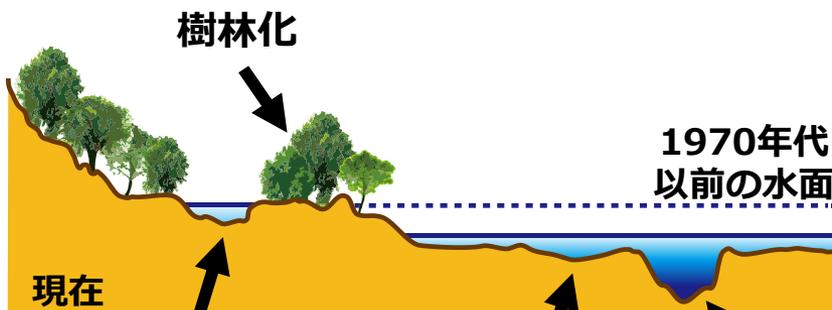


# 過度な河床低下は多様性の損失を招く (河道内氾濫原の劣化)



河道内には洪水時に冠水したり、  
本川と連結する河道内氾濫原が  
拡がり、砂州・湿地が拡がり、  
大きなワンド等が多数存在

砂利採取  
土砂供給量の減少  
冠水頻度の低下



主流路で河床低下が生じ、  
主流路の水位と河道内氾濫原と  
の間で比高が拡大、砂州・湿地  
等が樹木化し、大きなワンドが  
少なくなり、多様性が損失

孤立した  
たまり

川底が全体的  
に低下

局所的な  
深掘れ

# 魚類：河川に生息する魚の増加・減少 産卵場所の違いに着目して増減を整理しました



イタセンパラ

二枚貝



メダカ

植物



ツチフキ

泥・砂泥



オイカワ

砂・砂礫

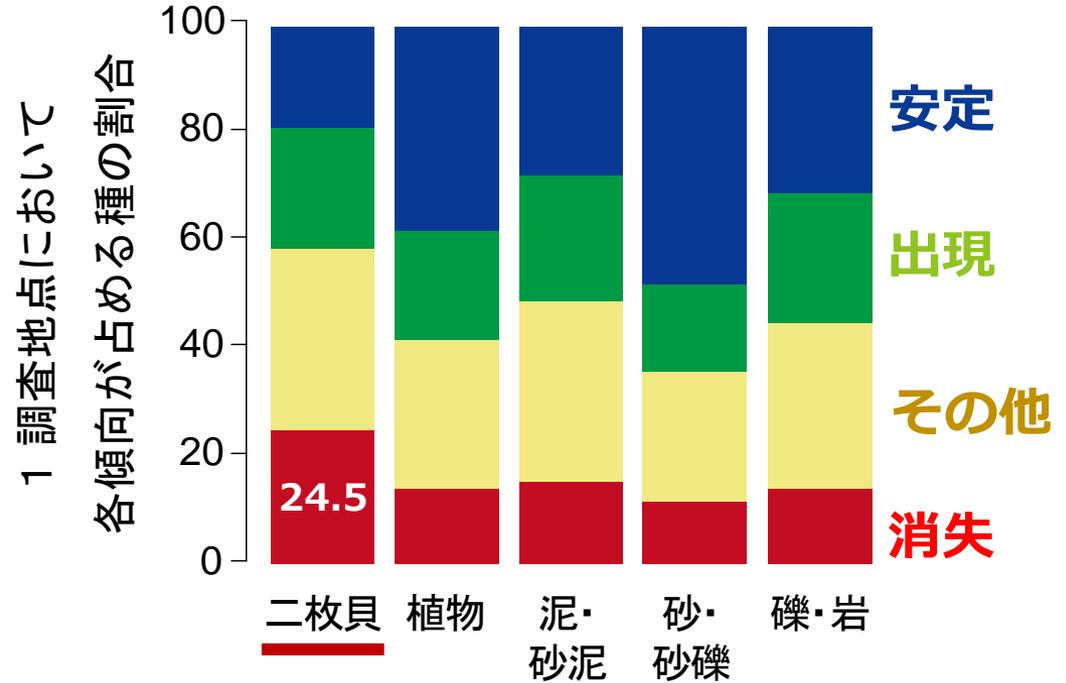
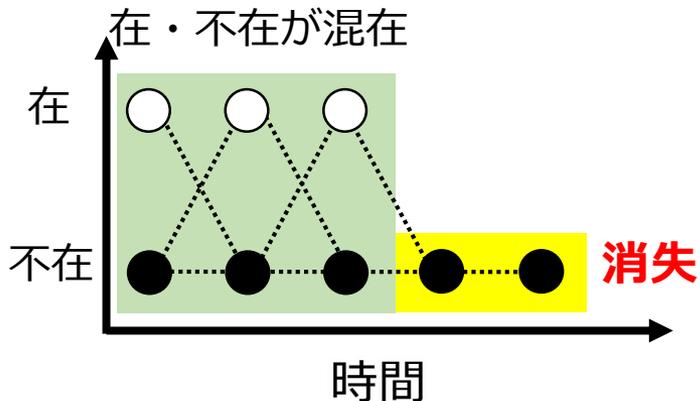
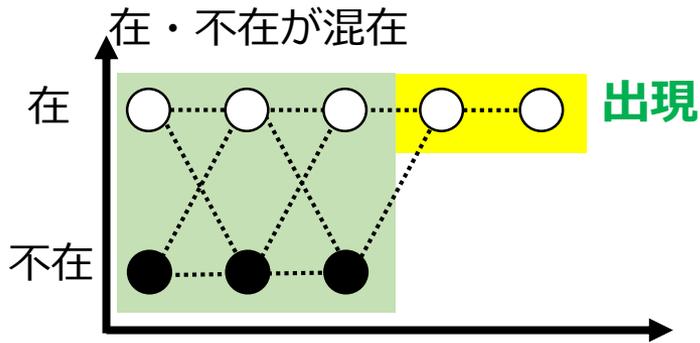
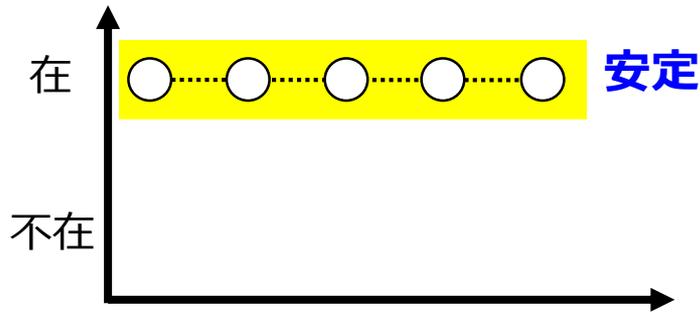


ヨシノボリ

石・礫

産卵基質を区別することができ、「二枚貝」や「泥・砂泥」に産卵する種群は氾濫原環境を必要とする

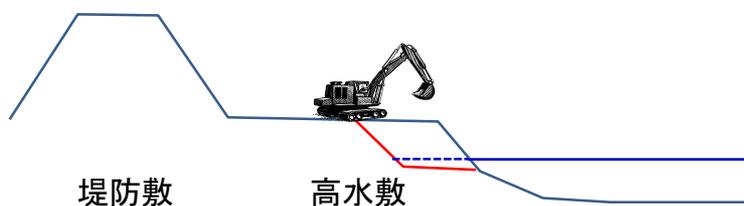
# 河川水辺の国勢調査を用いた解析



「二枚貝」に産卵する魚種  
「安定」や「出現」が少なく  
「消失」の割合が高い

**河道掘削と自然再生の相性はよい**

# 河道掘削の効果と課題（環境）



河道掘削は高水敷高の比高を下げ、減少している氾濫原性生物の生育・生息に寄与する可能性がある。

効果と課題を具体事例に基づき概観してみましよう。

# 高水敷切り下げによる二枚貝生息場の再生～揖斐川の事例

- 木曽川水系揖斐川の自然堤防帯 32～39kp (1/2,500)
- 施工年度、掘削高さの設定により14工区が存在
- “河積の拡大”と“植生遷移（特に樹林化）の検討”を目的

低く掘った箇所は赤系  
高めの箇所は青系

地区	施工年	掘削高さの目安
H	H18	豊水位程度
E	H14	渴水位以下
M	H16	床固上流：渴水位以下 床固下流：豊水位以上
L	H15	豊水位
C	H13	平水位+1.0m
O	H17	平水位

地区	施工年	掘削高さの目安
N	H19	豊水位+0.5m
J	H19	平水位～豊水位
I	H18	平水位～豊水位
F	H17	豊水位
D	H13	渴水位～低水位

地区	施工年	掘削高さの目安
G	H16	豊水位-0.9～0.2m
B	H13	豊水位
A	H12	豊水位

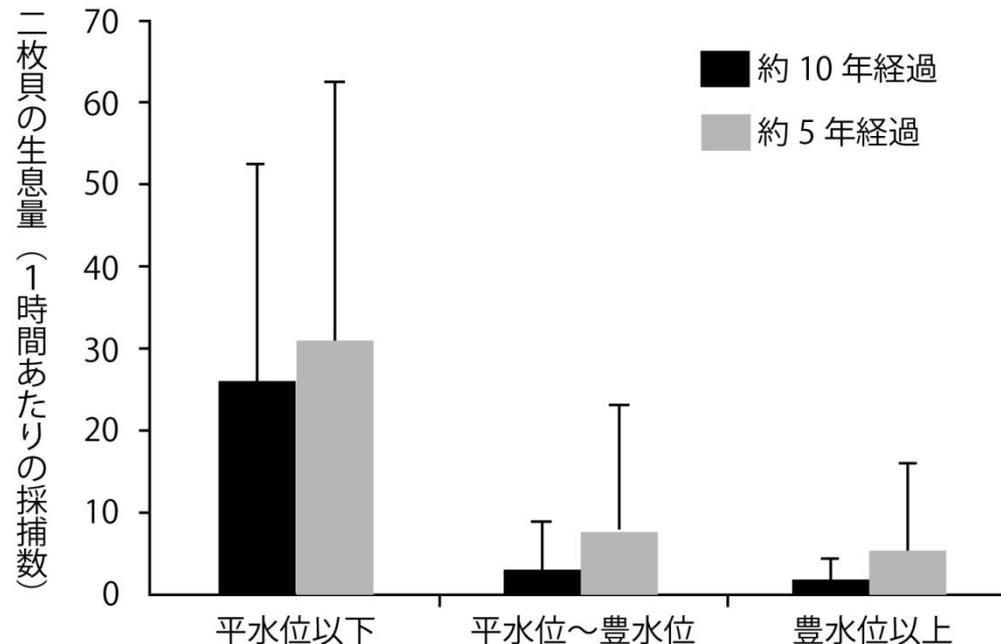
豊水：95日/年  
平水：185日/年  
低水：275日/年  
渴水：355日/年

# 河道掘削後の土砂堆積によって 微地形形成、氾濫原環境が出現



原田ほか(2015)

# 掘削高さ・経過年数と二枚貝の定着



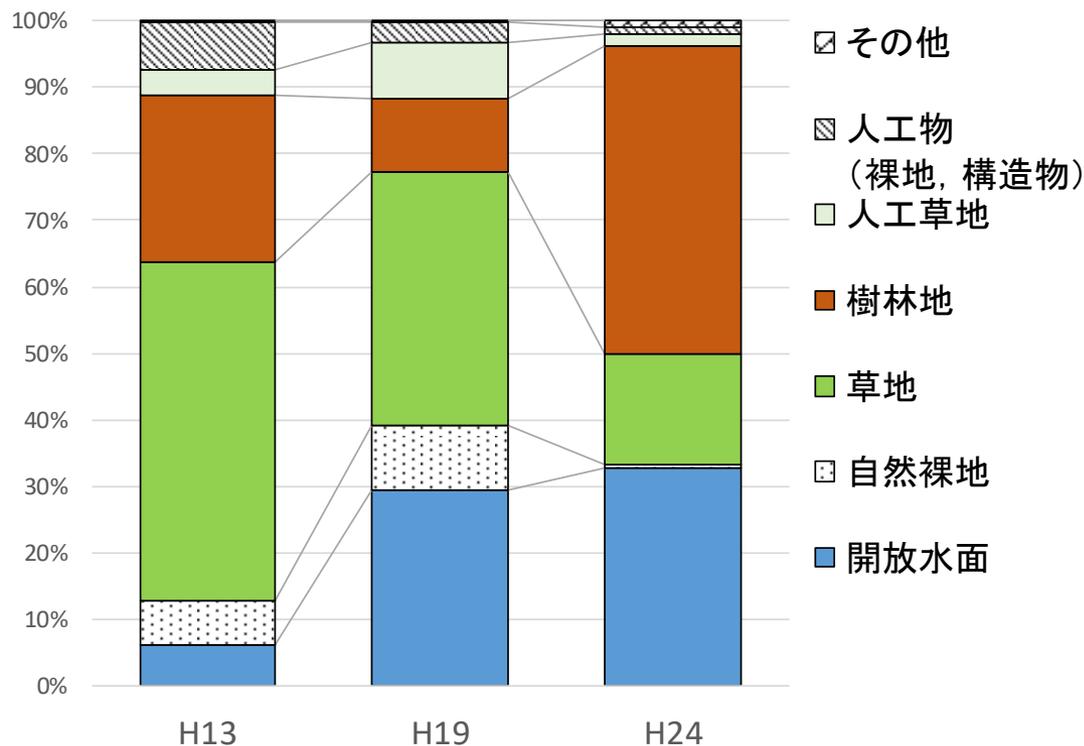
- 初期設定が**平水位以下（渴水位以上）の工区**で、二枚貝の生息量が多かった
- 経年劣化の可能性が示唆される
- 掘削後5年以内に“水域の形成”と“二枚貝の定着”があり、10年経過時点でも生息場として機能している

# 河道掘削の課題

**河道掘削により生育・生息する生物  
が一時的に減少します！**



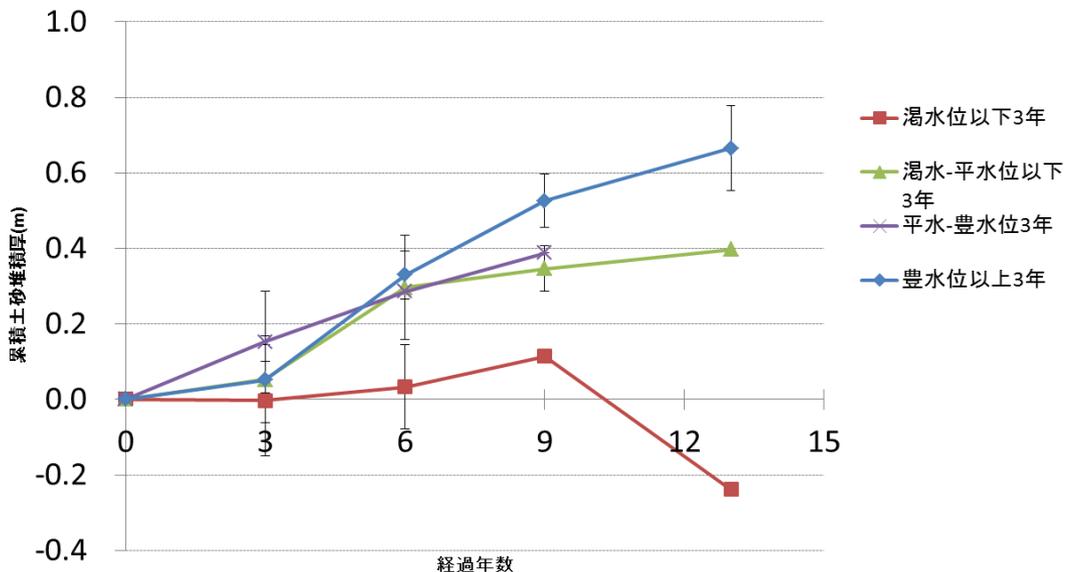
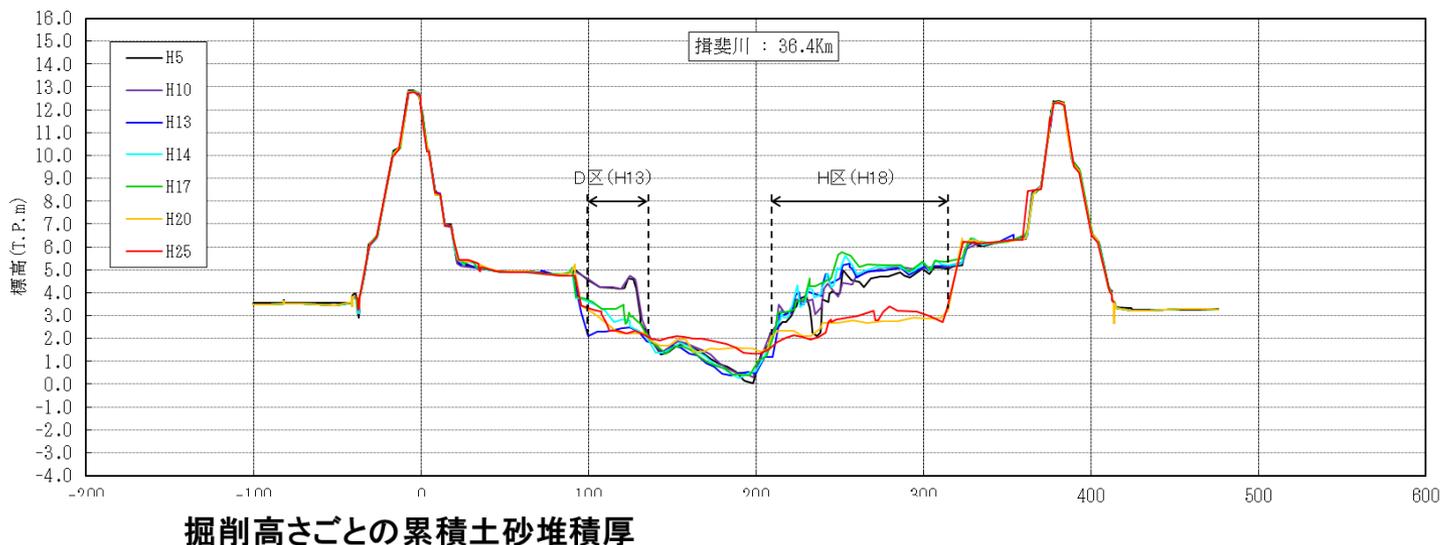
# 河道掘削後の裸地面は時間の経過と共に樹林地へと推移



- 切り下げ前は、**樹林地が20%**であり**平均的**な値。（佐貴，大石ら 2010）
- H19年は、H13-H18年度に切り下げを行った結果が反映されており、**開放水面の増加、自然裸地の増加と樹林地の減少**が示されていた。
- しかし、H24年は、開放水面は維持できたものの、**切り下げた面の50%**が**樹林地**へと変化していた。

# 河道掘削後に急速に土砂が堆積！

## ◆ 11工区における土砂堆積厚と堆積速度：定期横断測量成果



★ 高い掘削工区ほど、土砂堆積が多い

✓ 本調査サイトの場合、低い掘削工区では、土砂が堆積しても、比較的フラッシュされ易い可能性

# 河道掘削の課題の整理と対応方法

- 保全上重要な生物の生育・生息場所が改変される
  - ⇒ 環境の現況を評価し、保全すべき群落を明確にする。  
(現況評価と目標設定)
  - ⇒ 保全すべき群落と河道掘削範囲とを比較し、  
保全すべき群落への影響を回避・低減する。  
(河道掘削範囲の設定)
- 樹林化に伴う多様性の低下、流下能力の減少
  - ⇒ 保全すべき群落が再生でき、かつ、  
樹林地が形成されにくい断面を設定する  
(河道掘削断面の設定)
  - ⇒ 樹林の形成を抑制するために、  
ヨシ・オギ等が含まれて表土を撒き出す  
(施工段階での工夫)
- 土砂堆積については「大河川における多自然川づくり」を参考にして下さい。

# 植生管理を念頭においた河道掘削プロセス

## ① 現況評価と 目標設定

①

河道内の群落の時間的な変化を明らかにし、4つの視点から保全上の価値付けを行い、保全優先度マップを作成する。

## ② 計画 設計

河道  
掘削  
範囲の  
調整

②

上記マップに掘削範囲を重ねて、保全上重要なエリアを掘削範囲から除外し影響の回避・低減を図る。除外できない場合には、以下の方法で代償措置を行う。

河道  
掘削  
断面の  
設定

②

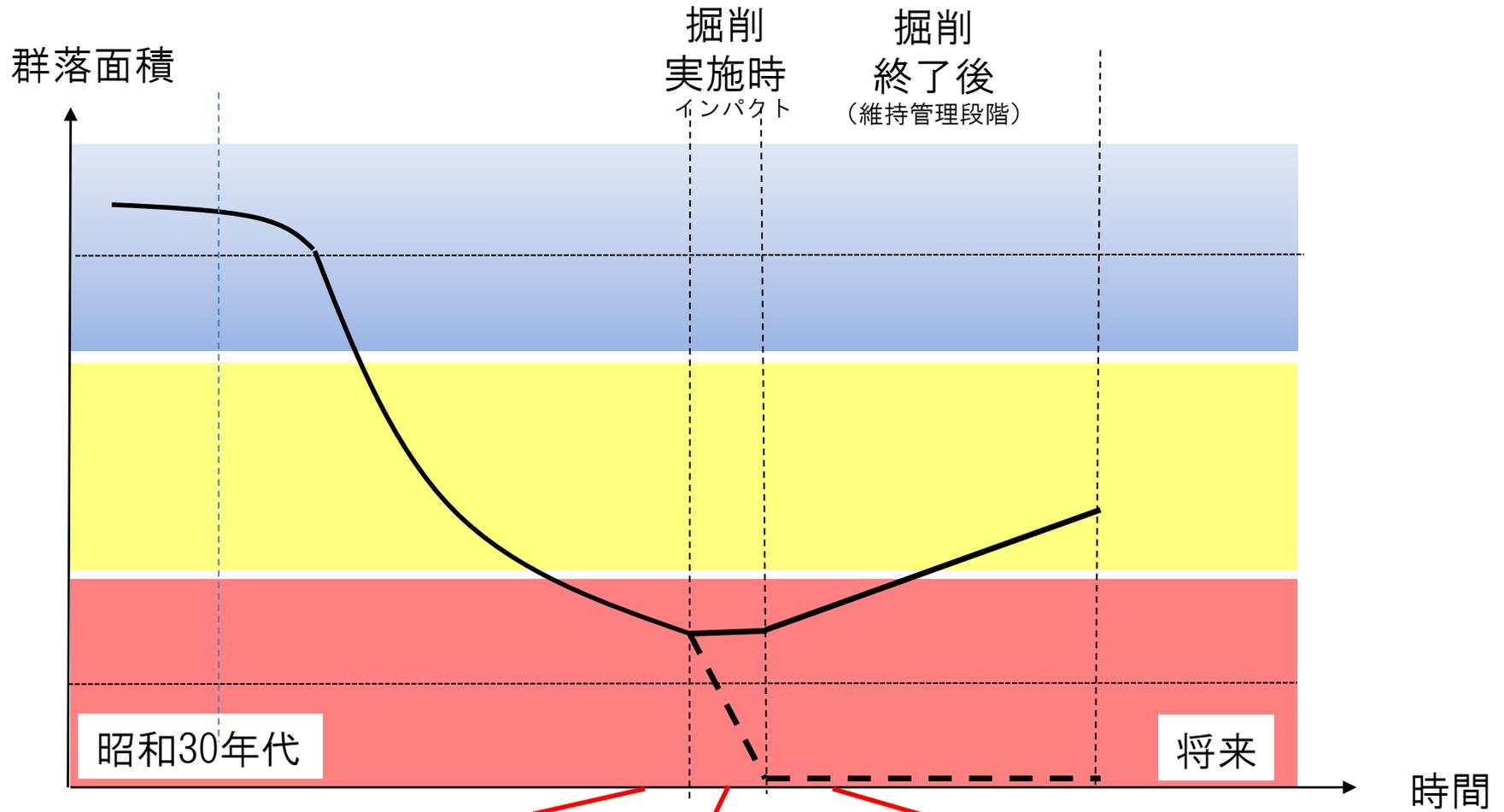
設定した河道掘削断面に対する植生分布を予測し、治水・環境・維持管理の視点から最適断面を探索する。具体的には、保全優先度の高い群落の再生、ヤナギ類等の樹林化抑制に焦点を当て、断面を設定する。

## ③ 施工

③

河道掘削により出現した裸地面へのヤナギ類の侵入の可能性が高い場合には、表土の出し等により早期安定草本群落の成立を目指す。

# 保全すべき植物の考え方（保全すべき種）



## ①現況評価と目標設定

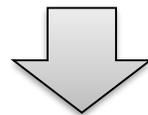
保全優先度マップを作成して  
保全上重要なエリアを“見える化”する

詳細は「河道掘削における環境配慮プロセスの提案」  
河川技術論文集第20巻、2014を参照して下さい。

# 本手法の 行政上・学術上の位置付け

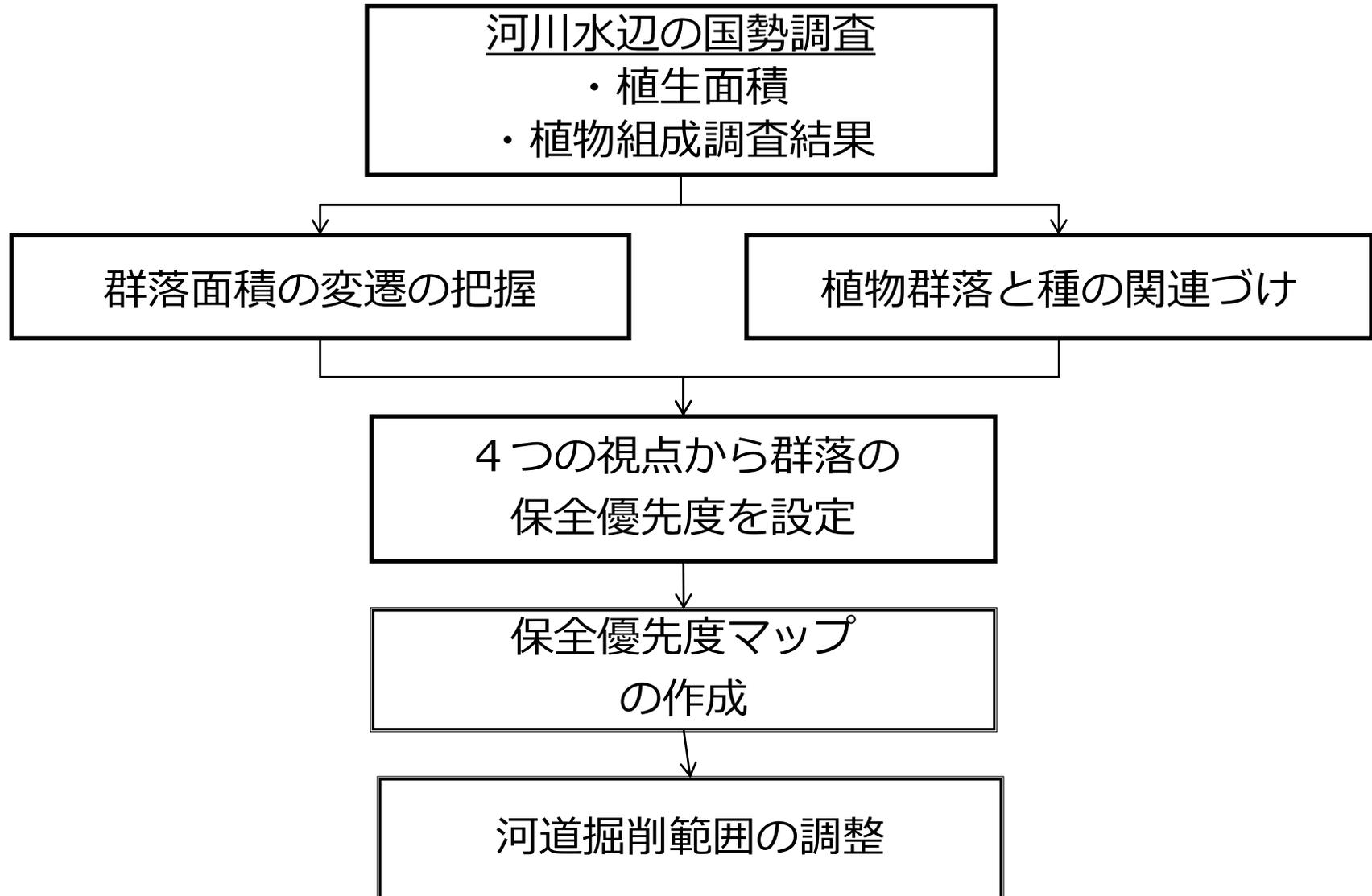
現況評価・河道掘削の影響軽減については、

- 河川整備計画策定河川に適用に適用。問題なく適用できることを確認
- 河川砂防技術基準に関する学会との意見交換（土木学会環境水理部会、応用生態工学会）において本技術を紹介、適切なアプローチであることを確認。

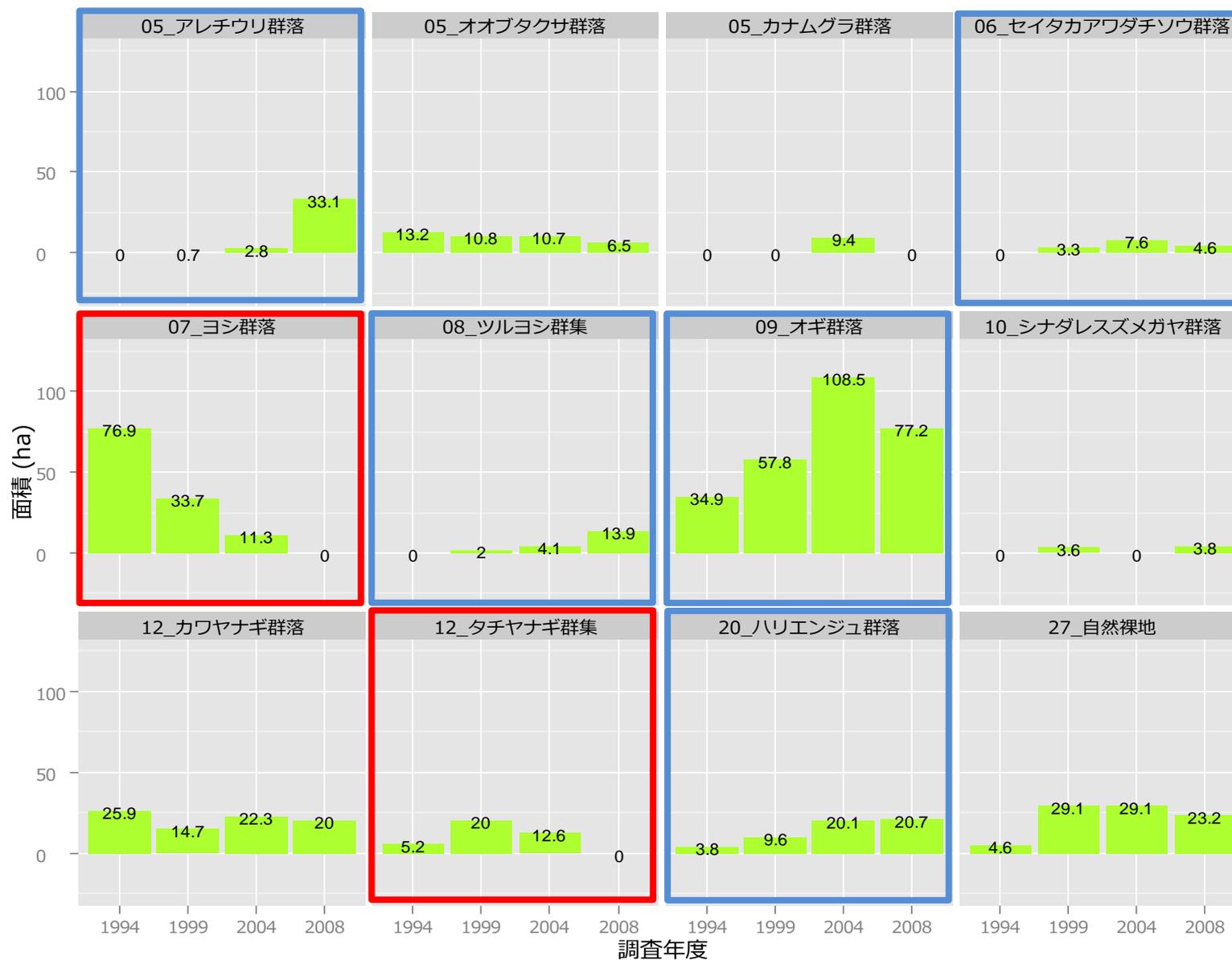


河川整備計画策定だけでなく、河道掘削の  
実施計画・設計においても適用を進めたい

# 陸域環境現況評価のフロー



# 群落面積の変遷を把握する。

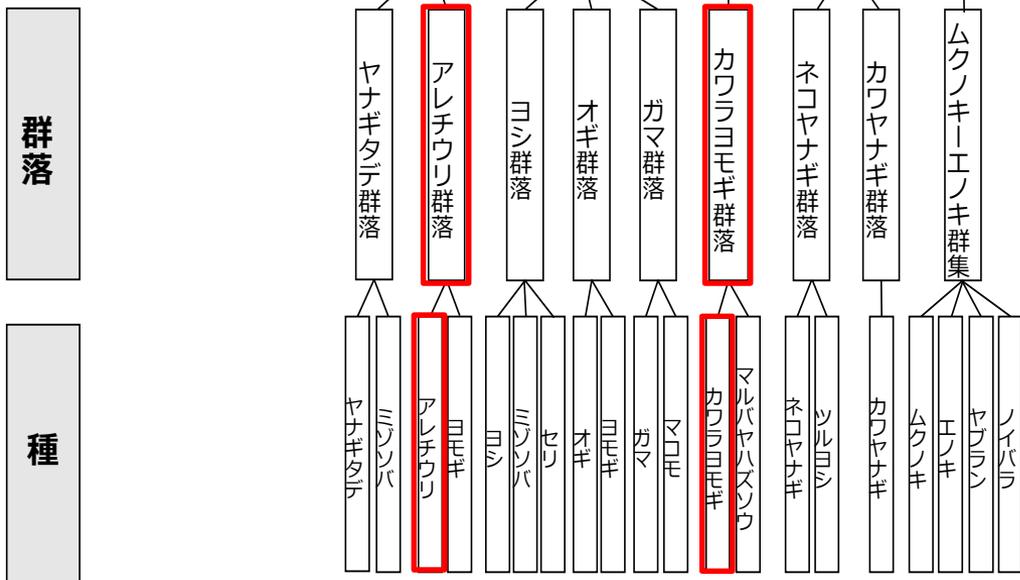


# 植物群落と種の関連付けを行う — 群落の種組成を推定する —

水域 ←————→ 陸域

氾濫原的環境

景観タイプ	水面	自然裸地	草地			木本地		人工地		← 空中写真
	水面	自然裸地	一年生草本群落	単子葉草本群落	多年生草本群落	ヤナギ林	落葉広葉樹林	グラウンドなど	耕作地	← 河川水辺の国勢調査



河川水辺の国勢調査  
・ 植物組成調査結果  
↓  
希少種・特定外来種  
が含まれるか？  
これで価値付けが  
可能になる！

# 群落の価値付け 4つの視点とは何か？

## － 保全優先度の設定の視点 －

### ①希少性

全国的に減少している種、地域的に減少している種が含まれる群落

### ②典型性

河川性（水辺性）の種から構成され、当該河川で面積が減少している群落（70%、90%の減少率を閾値として設定）

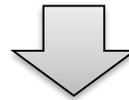
→典型性の消失が懸念される群落

### ③特殊性

種組成が特殊で面積が小さい群落

### ④外来性（防除対象）

特定外来生物が含まれない群落、外来種の被度合計が大きくない群落



**保全優先度が高い群落とは**

**= ①、②、③のいずれかの条件を満たす、かつ、④の条件を満たす**

# 保全優先度の設定例

- 希少種、注目種（典型性、特殊性）、外来種の3つの視点から、ひとまず、保全優先度を設定して見た。

#	評価対象項目	ケーススタディー河川における設定基準	
		保全優先度の最も高い群落（保全優先度A）	保全優先度の高い群落（保全優先度B）
1)	希少性		
a	全国的に減少している種	<u>絶滅法、環境省第4次レッドリスト植物I（維管束植物）の掲載種が優占している群落</u>	環境省第4次レッドリスト植物I（維管束植物）の掲載種が含まれている群落
		絶滅法、環境省第4次レッドリスト植物I（維管束植物）の高ランクの掲載種（絶滅危惧I類）が含まれている群落	-
b	地域的に減少している種	<u>県版レッドリスト（維管束植物編）の掲載種が優占している群落</u>	県版レッドリスト（維管束植物編）の掲載種が含まれている群落
		県版レッドリスト（維管束植物編）の高ランクの掲載種（絶滅危惧I類相当）が優占している群落	-
2)	典型性	<u>河川性（水辺性）の種を含む在来植物群落で基準年から90%減少している群落</u>	河川性（水辺性）の種を含む在来植物群落で基準年から70%以上減少している群落
3)	特殊性		
a	種組成が特殊な群落	<u>TWINSpanにより抽出された種組成の特殊な群落</u>	-
b	当該河川で小面積の群落	<u>直轄管理区間における面積の合計が10ha未満の群落</u>	-
4)	外来種	<u>特定外来生物を含まない、かつ、外来種被度の平均が10%未満の群落</u>	特定外来生物を含まない、かつ、外来種被度の平均が50%未満の群落

# 各群落の保全優先度設定の例

基本分類名	群落名	H20の面積 (ha)	保全優先度の最も高い群落 (保全優先度 A)						保全優先度の高い群落 (保全優先度 B)						
			希少性	典型性			特殊性	外来種	判定	希少性	典型性			外来種	判定
				河川性	減少率	河川性 × 減少率					河川性	減少率	河川性 × 減少率		
沈水	01_ホザキノフサモ群落	-		1			1	1	●	1	1			1	
沈水	01_リュウノヒゲモ群落	-		1			1	1	●	1	1			1	
一年草本	05_アレチウリ群落	33.11												1	
一年草本	05_オオイヌタデ-オオクサキビ群落	5.09		1						1	1	1	1	1	●
一年草本	05_オオブタクサ群落	6.53													
一年草本	05_カナムグラ群落	59.51													
一年草本	05_ヒメムカシヨモギ-オオアレチノギク群落	5.11													
一年草本	05_メヒシバ-エノコログサ群落	5.24										1		1	
一年草本	05_メマツヨイグサ-マルバヤハズソウ群落	0		1	1	1				1	1	1			
多年広葉草本	06_カワラヨモギ-カワラハハコ群落	0		1	1	1	1	1	●	1	1	1	1	1	A
多年広葉草本	06_セイトカアワダチソウ群落	4.58													
多年広葉草本	06_ヨモギ-メドハギ群落	11.39												1	
単子葉草本	07_ヨシ群落	0		1	1	1			●	1	1	1	1	1	A
単子葉草本	08_ツルヨシ群集	13.88		1						1				1	
単子葉草本	09_オギ群落	77.17		1						1				1	
単子葉草本	10_オニウシノケグサ群落	3.15								1				1	
単子葉草本	10_ガマ群落	0		1			1	1	○	1				1	
単子葉草本	10_カモガヤ-オオアワガエリ群落	0									1				
単子葉草本	10_シナダレスズメガヤ群落	3.81													
単子葉草本	10_シバ群落	0.13						1						1	
単子葉草本	10_ススキ群落	0						1						1	
単子葉草本	10_セリ-クサヨシ群集	20.01		1				1		1				1	
単子葉草本	10_チガヤ群落	0										1		1	
ヤナギ高木林	12_カワヤナギ群落	20.02		1						1					
ヤナギ高木林	12_コゴメヤナギ群集	2.96		1				1		1				1	
ヤナギ高木林	12_タチヤナギ群集	0		1	1	1				1	1	1			
その他の低木林	13_クズ群落	0.64						1						1	
その他の低木林	13_クロバナエンジュ群落	1.47													
その他の低木林	13_ノイバラ群落	0						1				1		1	
落葉広葉樹林	14_オニグルミ群落	0.02		1	1	1				1	1	1			
落葉広葉樹林	14_ケヤキ群落	0						1						1	
落葉広葉樹林	14_ムクノキ-エノキ群集	0		1	1	1	1	1	●	1	1	1	1	1	A
植林地 (竹林)	18_竹林	0											1	1	
植林地	19_スギ・ヒノキ植林	0						1						1	
植林地	20_シンジュ群落	0.06						1						1	
植林地	20_その他の樹林	0						1				1		1	
植林地	20_ハリエンジュ群落	20.7								1				1	

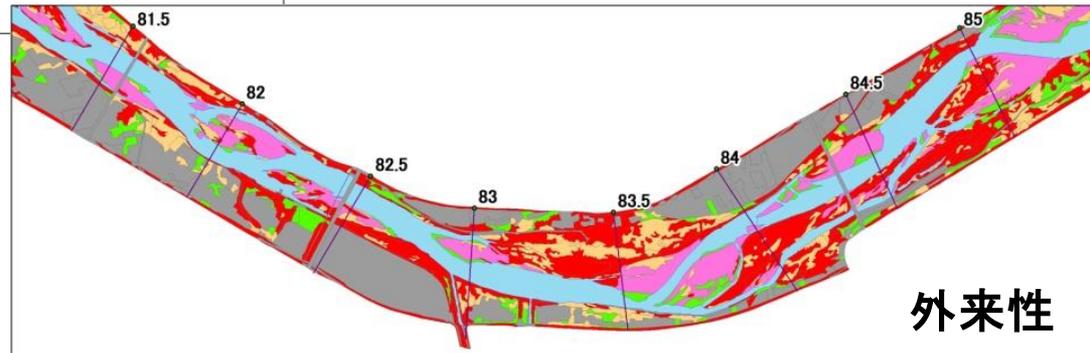
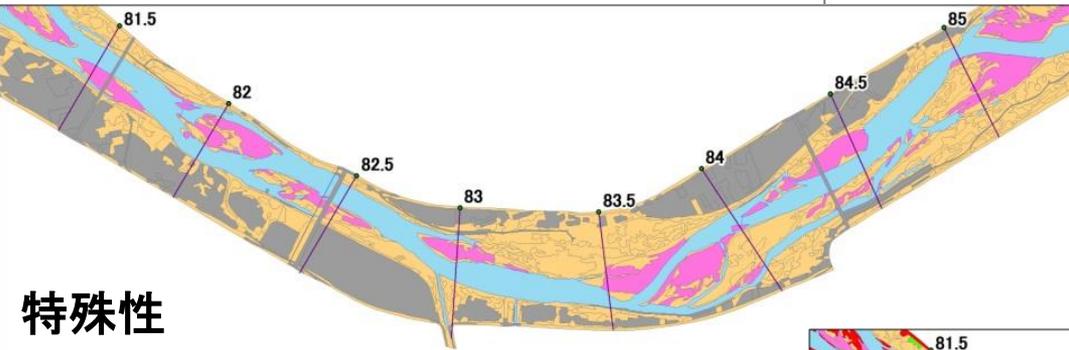
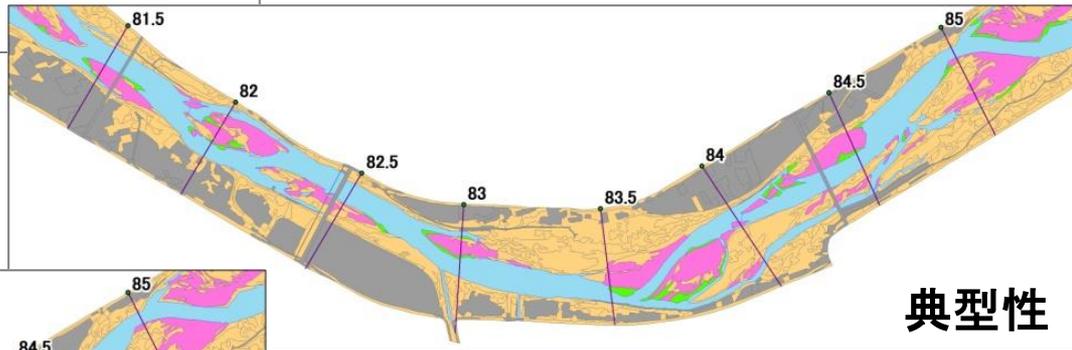
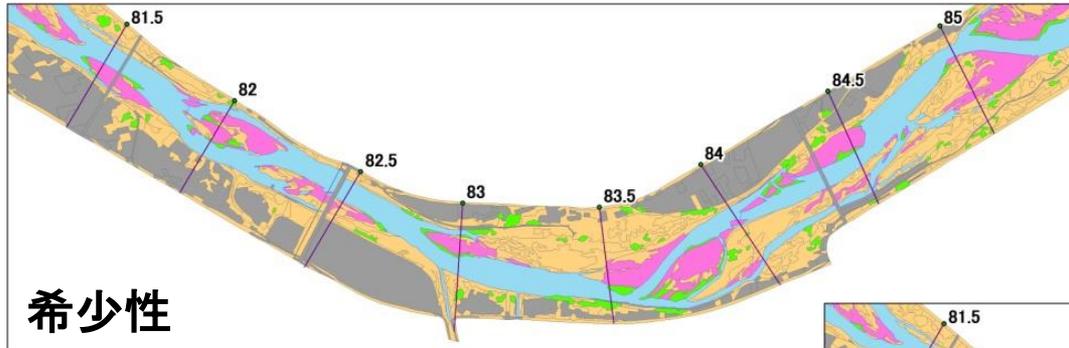
OR

AND

OR

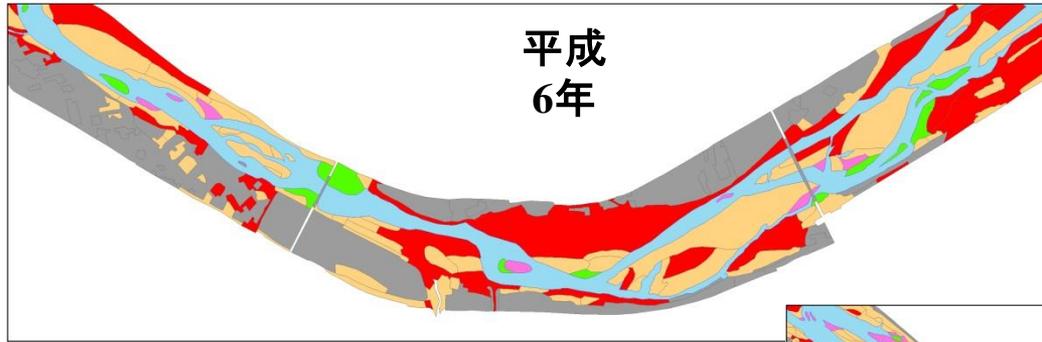
AND

# 保全優先度群落の地図化 (H20)

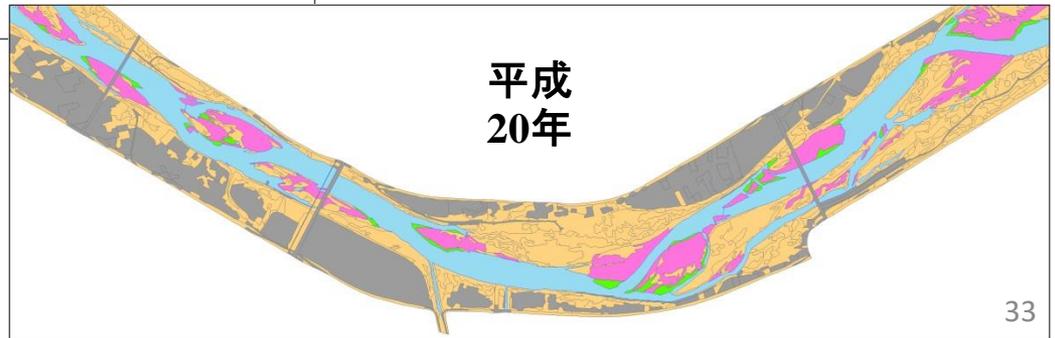
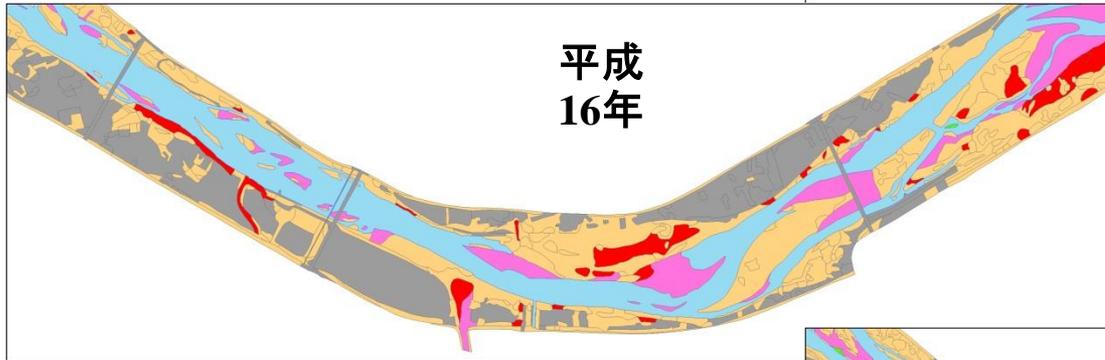
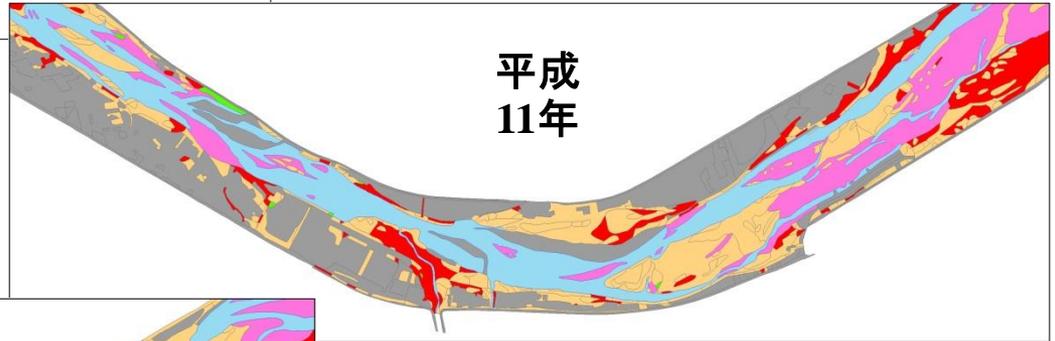


- 保全優先度A
- 保全優先度B
- 自然裸地
- 水域
- 評価対象外

# 保全優先度群落の地図化（統合地図）

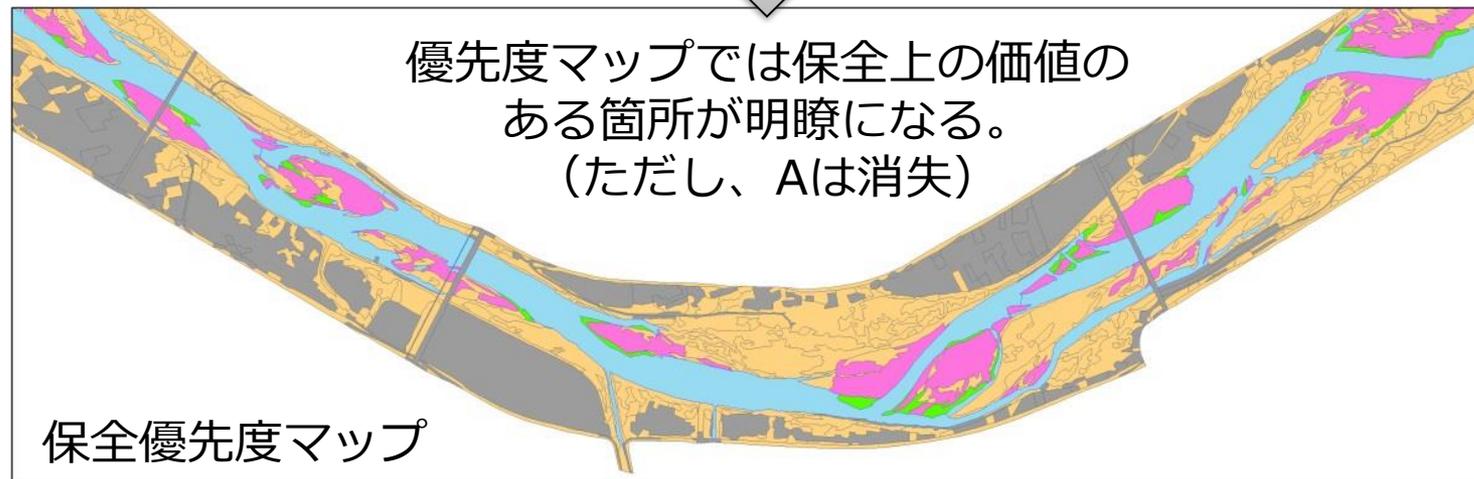
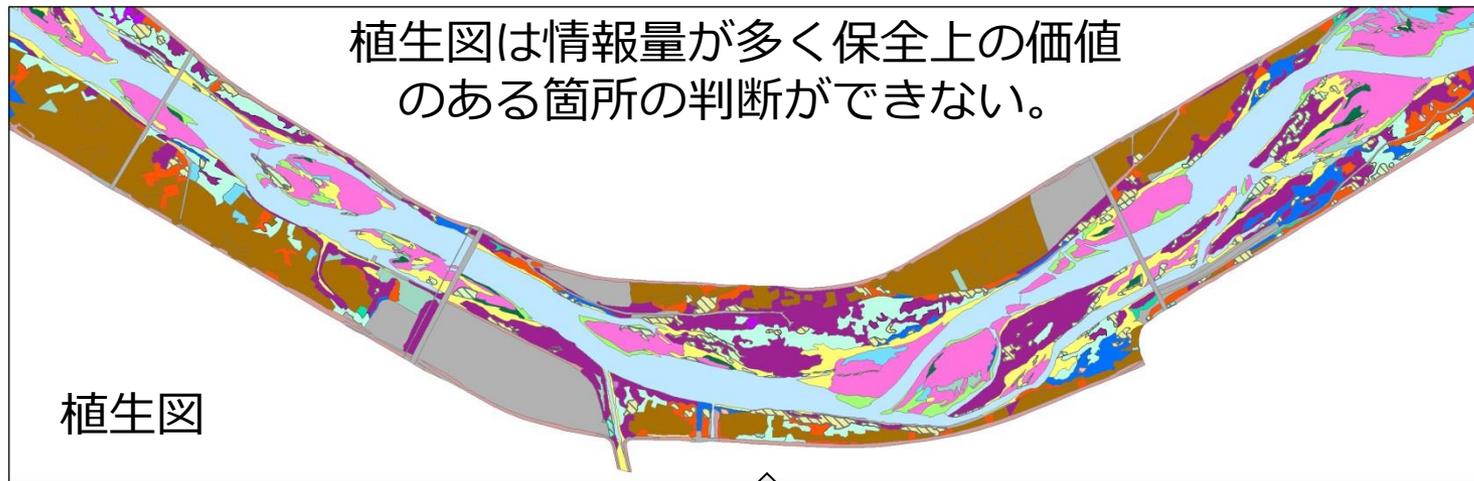


0 500m



- 保全優先度A
- 保全優先度B
- 自然裸地
- 水域
- 評価対象外

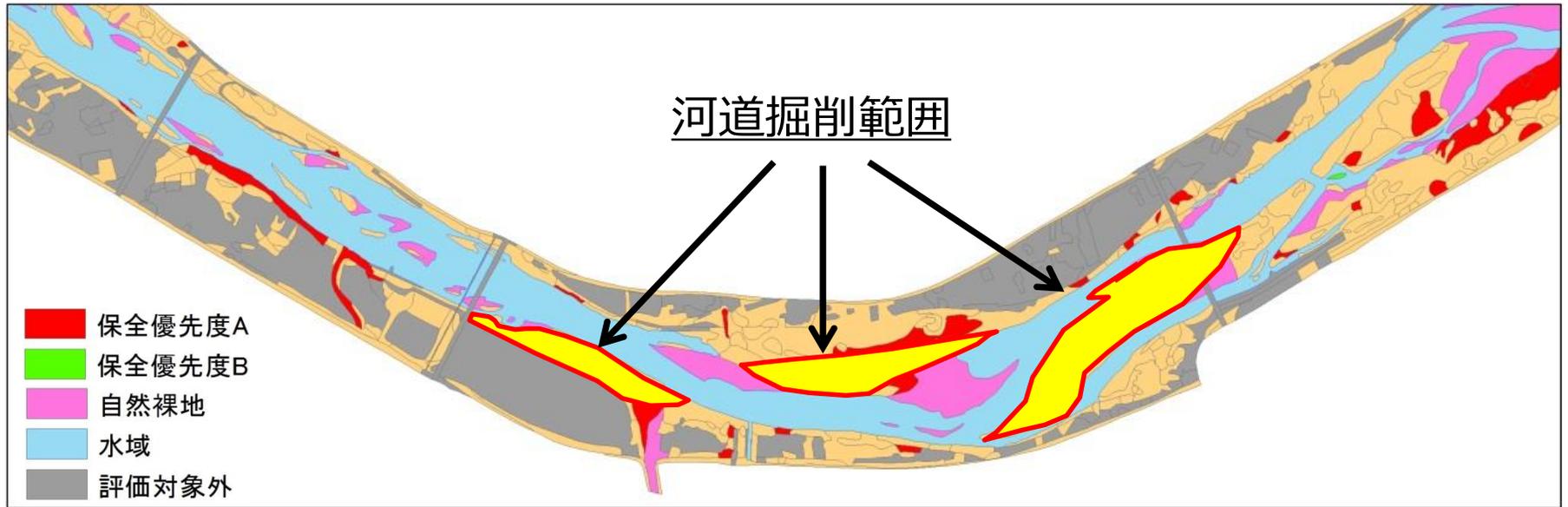
# 普通の植生図と保全優先度マップの比較



## ②河道掘削範囲と断面の設定

- 保全優先度の高い群落への影響を回避・低減を図る。  
⇒河道掘削範囲の設定
- 植生動態を予測して保全優先度の高い群落の拡大を図るとともに樹林化を抑制する。  
⇒河道掘削断面の設定（工夫）＋施工段階での工夫

# 河道掘削範囲の設定

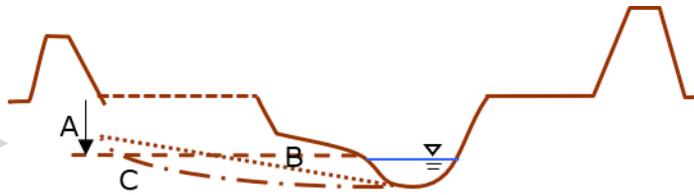


保全優先度マップに河道掘削範囲を重ね、  
掘削範囲を調整することにより、影響軽減を図る。  
しかし、実際には困難なことも・・・



河道掘削断面設定・施工段階の工夫で  
保全優先度の高い群落を再生させ、  
樹林化の抑制を図る。

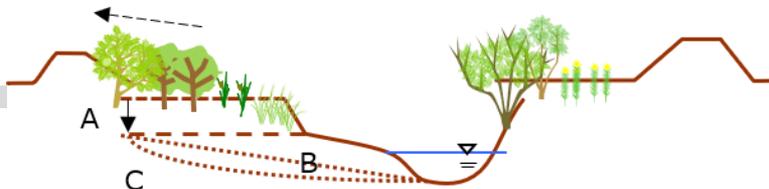
# 植生予測を河道掘削断面設定に活かす



例) A: 盤下げ、B: 傾斜面形成、C: 船底型  
様々な掘削形状からどれを選択するのか?

治水・環境上の視点から問題がある。維持管理が困難であれば断面を変更

設定断面等を与条件として植生分布を予測



## • 治水

流下能力の評価だけであれば樹林（粗・密）、草本（高径・低茎）、裸地等基本的な景観レベルでの予測で十分

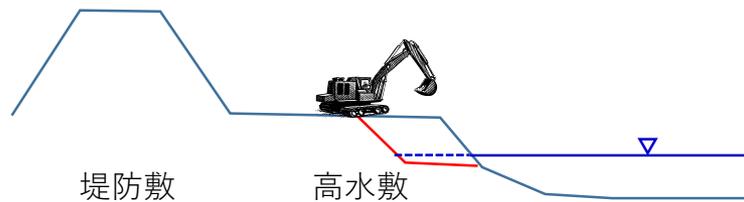
## • 環境

多様性を評価するためには、上記のレベルでの予測では不十分。最低限でも群落レベルでの予測結果が欲しい。ただし、群落レベルでの予測は現時点では相当困難

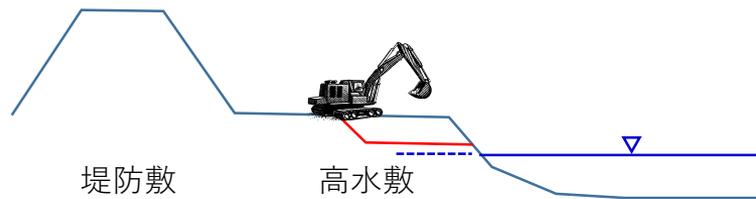
# 簡易的な植生予測の方法

— 既往の整備計画策定時等で活用 —

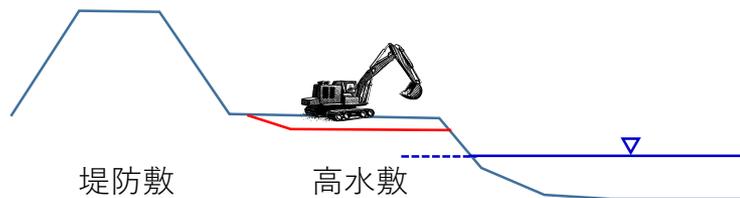
## ① 平水位以下の掘削



## ② 平水位よりやや高い掘削

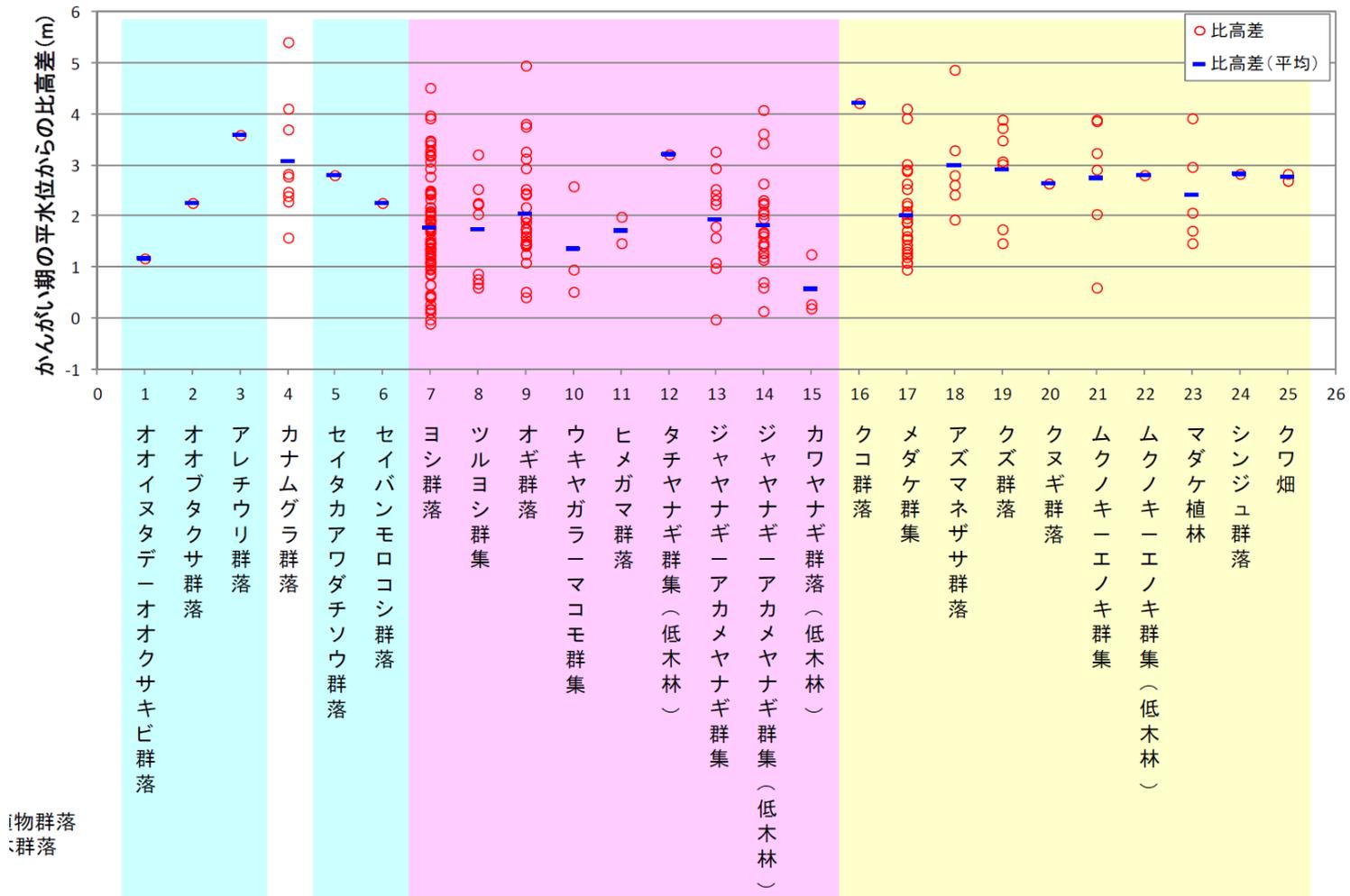


## ③ 平水位より高く掘削



掘削高さ和平水位との  
関係から簡易に植物群  
落を予測する

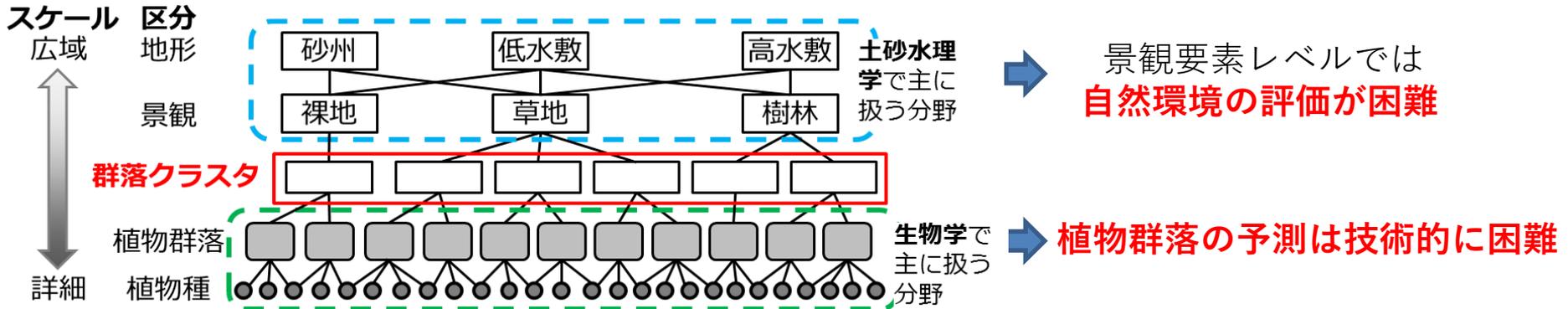
# 平水位と植物群落との関係



比高だけを変数とした予測には限界

# 群落クラスタの概念

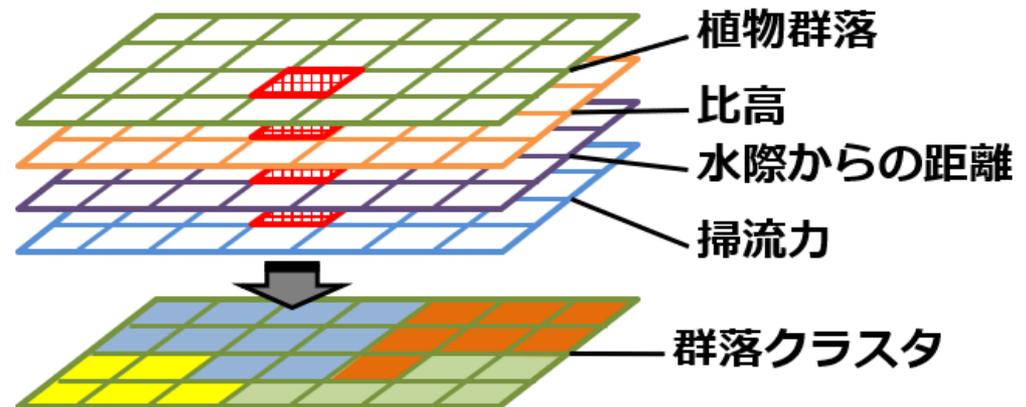
## ■ 植生動態予測と空間スケール



■ 群落クラスタとは - 植物群落を立地する場の物理環境で類型化した空間指標

## ■ 群落クラスタの作成方法

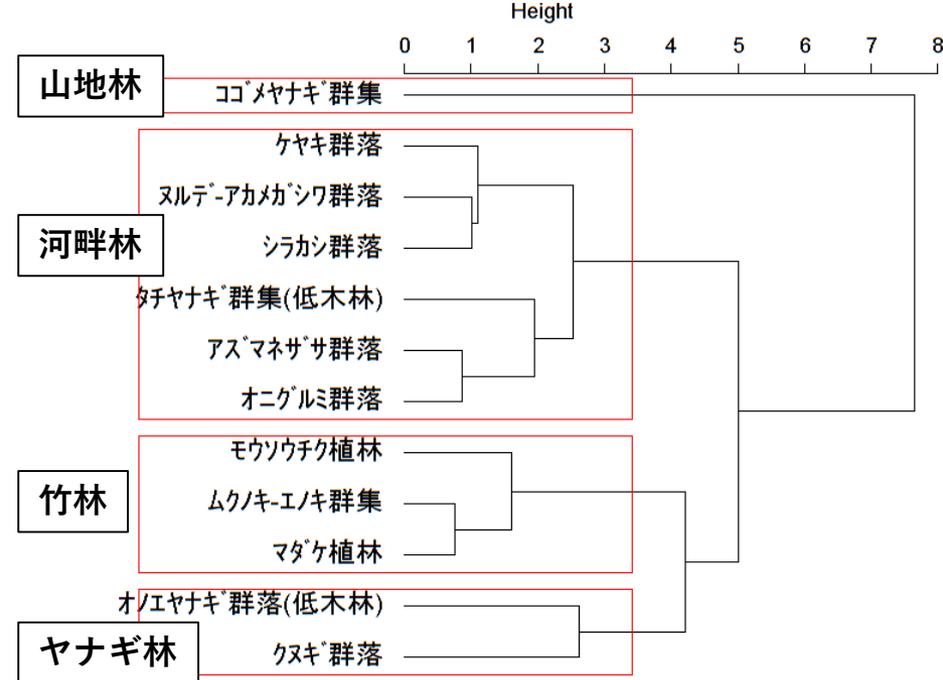
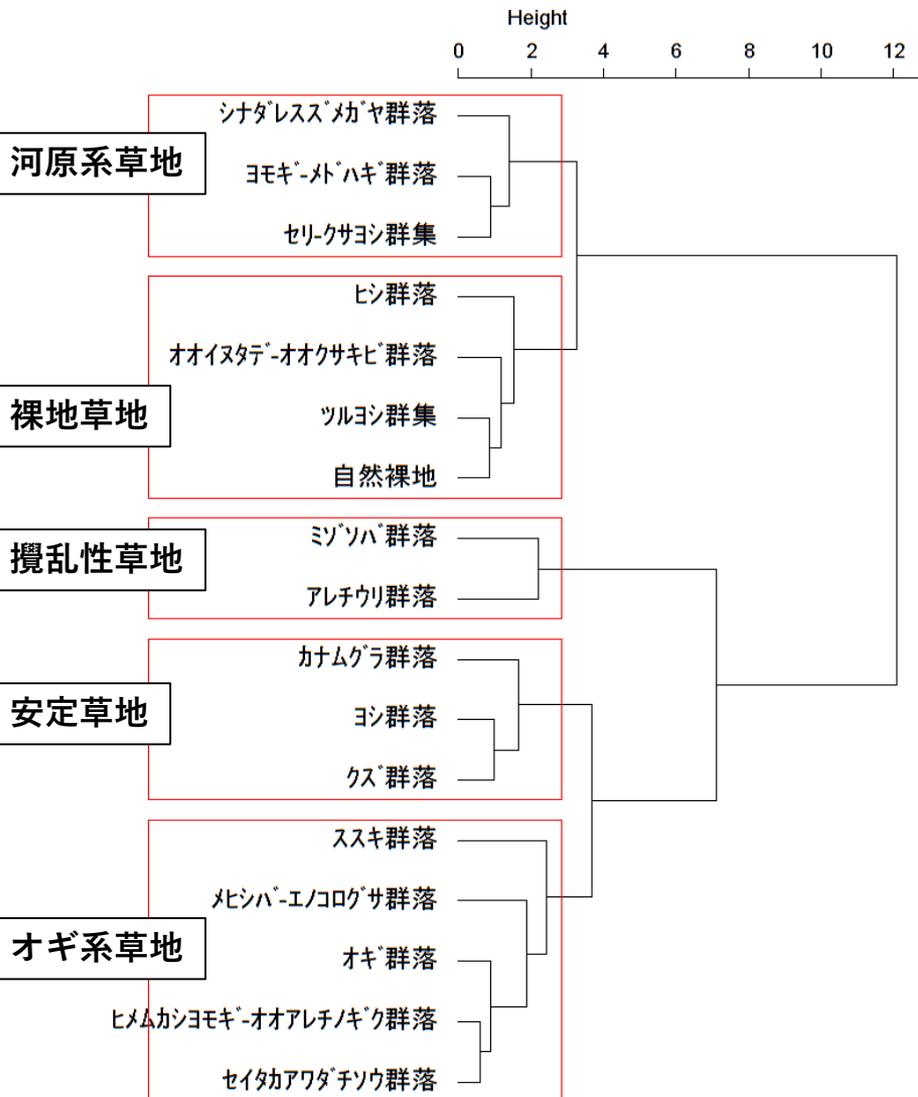
- 5m×5mの解析グリッドを作成
- 同一解析グリッドの植物群落と物理環境を抽出
- 植物群落ごとに物理環境の四分位(25・50・75%値)を集計
- 標準化した四分位を用いてクラスタ分析(Ward法)



# 群落クラスタの作成結果

## ■ 草本群落

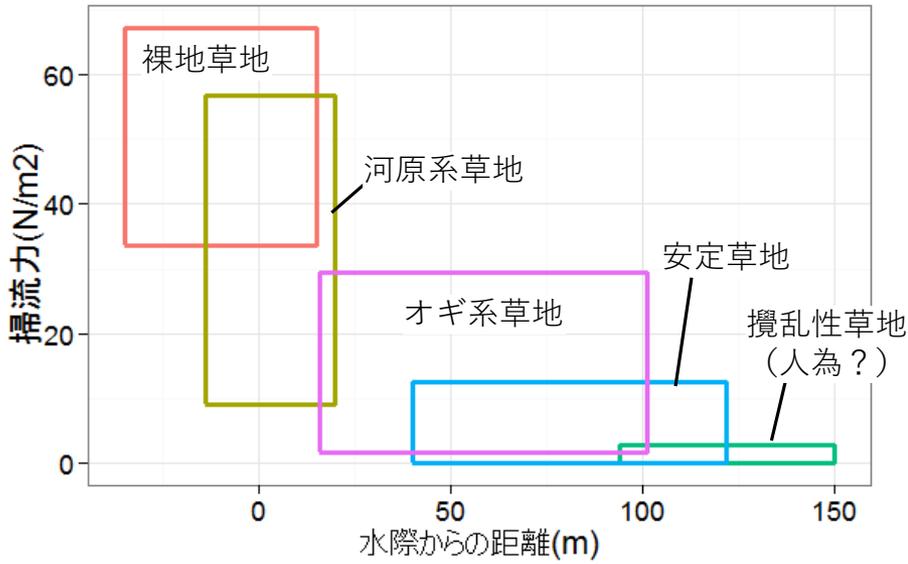
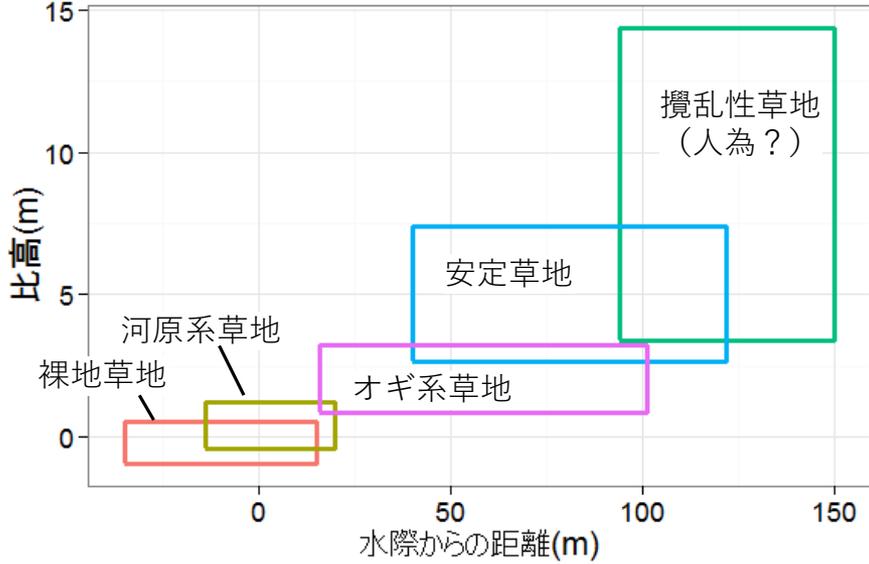
## ■ 木本群落



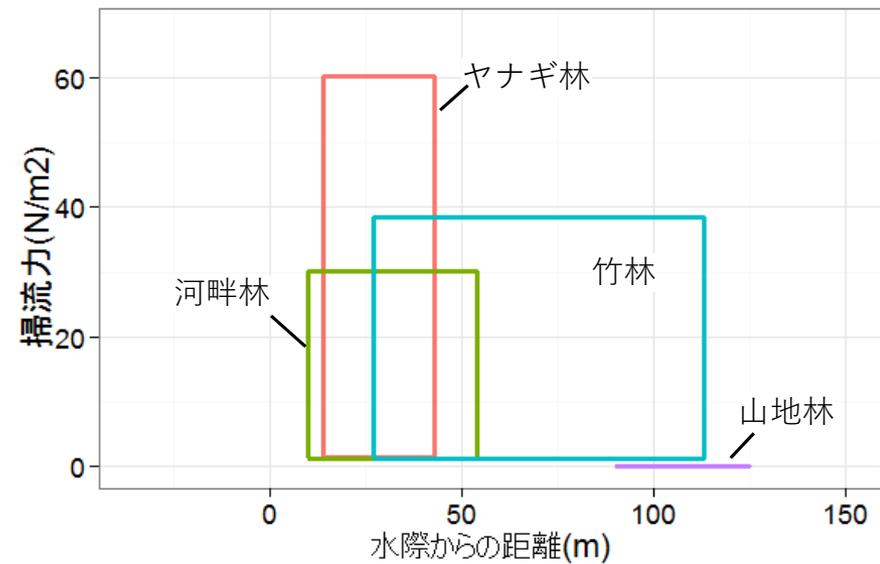
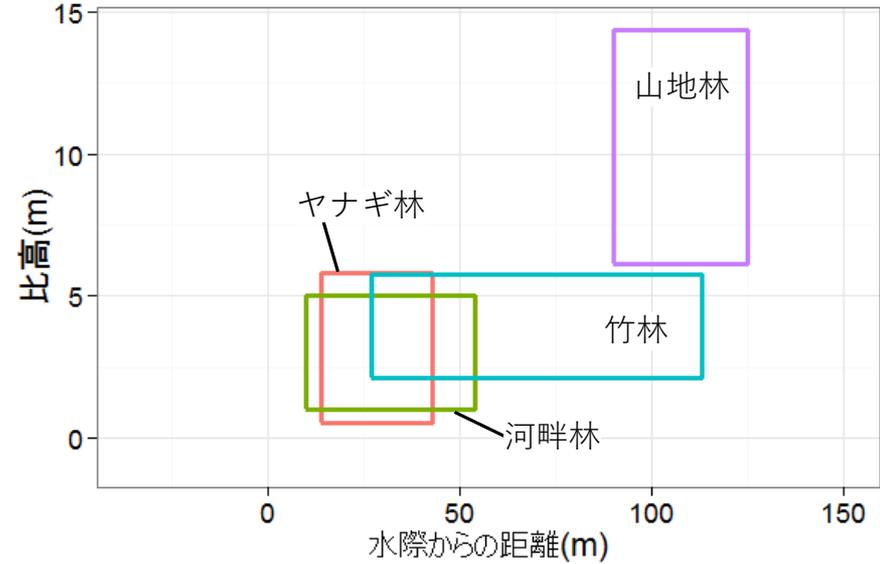
※H14年, H19年, H24年の合計面積が0.25ha未満の群落は除外して検討

# 群落クラスタの分布範囲

## ■ 草本群落



## ■ 木本群落

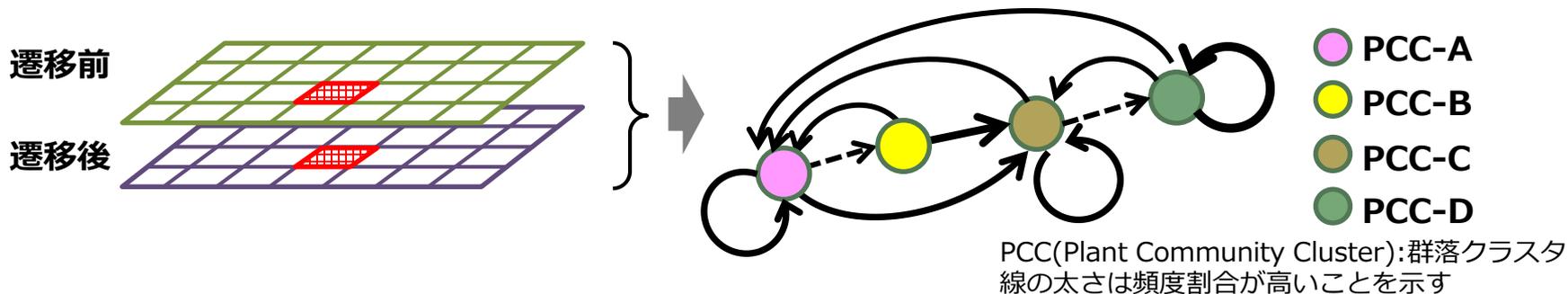


※図は各群落クラスタの比高、水際からの距離、掃流力の25%値～75%値を示す

# 植生動態モデルの作成 1

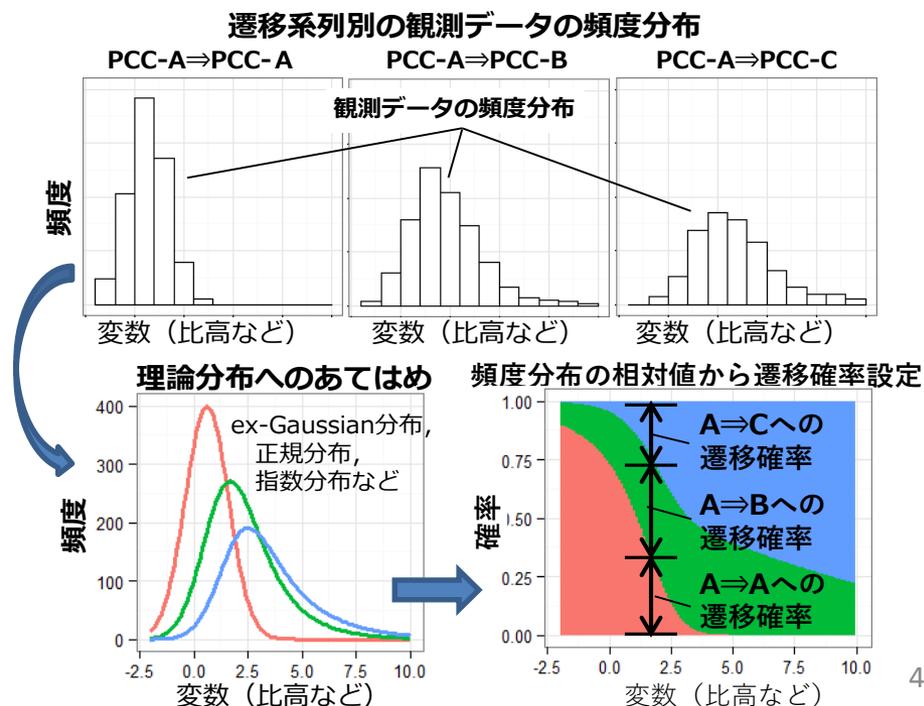
## 遷移過程の設定

- 2時期の群落クラスタを重ね合わせ、同一解析グリッドの変化パターンを抽出
- 遷移系列別の頻度を集計し、3%未満など微細な遷移系列を削除



## 遷移確率の算出

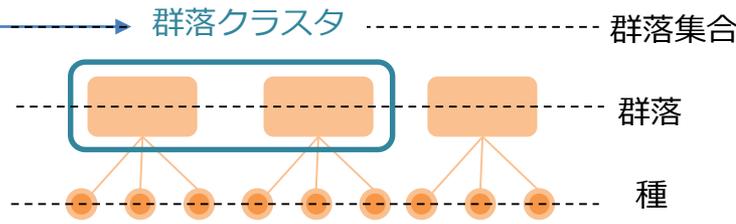
- 遷移系列別に、観測データの頻度分布を集計 (x軸: 比高, 水際からの距離, 掃流力)
- 観測データの頻度分布を理論分布 (確率密度関数) へあてはめ
- 頻度分布の相対値から遷移系列別の遷移確率を設定
- 全群落クラスタからの遷移系列を対象に上記の遷移確率を計算



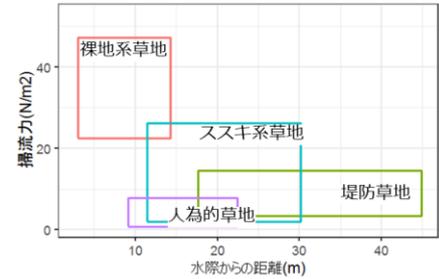
# 植生動態モデルの実装事例：北陸地整 梯川

## ■ 梯川におけるPCCの適用

植物群落を物理環境（比高、水際からの距離、掃流力）を用いて分類。物理環境を用いた植生動態予測に有効



梯川では13の草本群落を4つのPCCに集約できた。

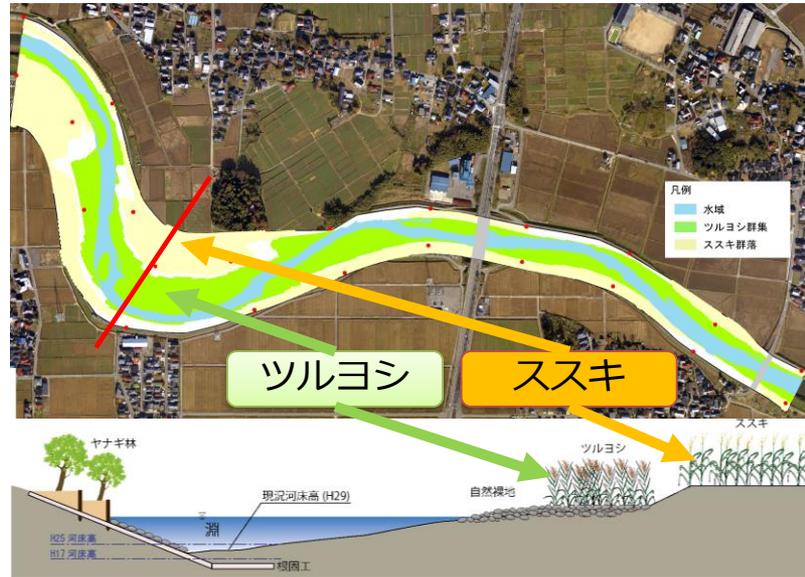
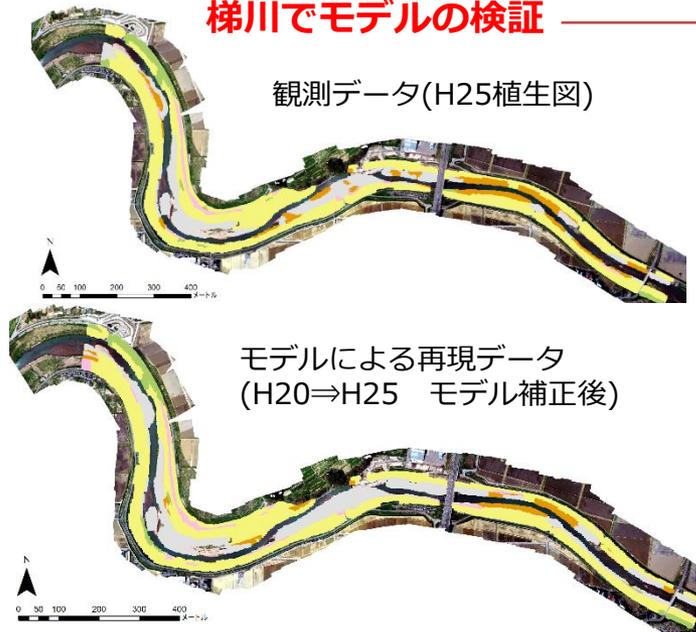


## ■ 梯川引堤時の植生予測 - ツルヨシ、ススキの保全が断面設定上の課題

梯川における群落クラスター

梯川でモデルの検証

梯川の断面設定の妥当性の検討に活用



再現計算結果

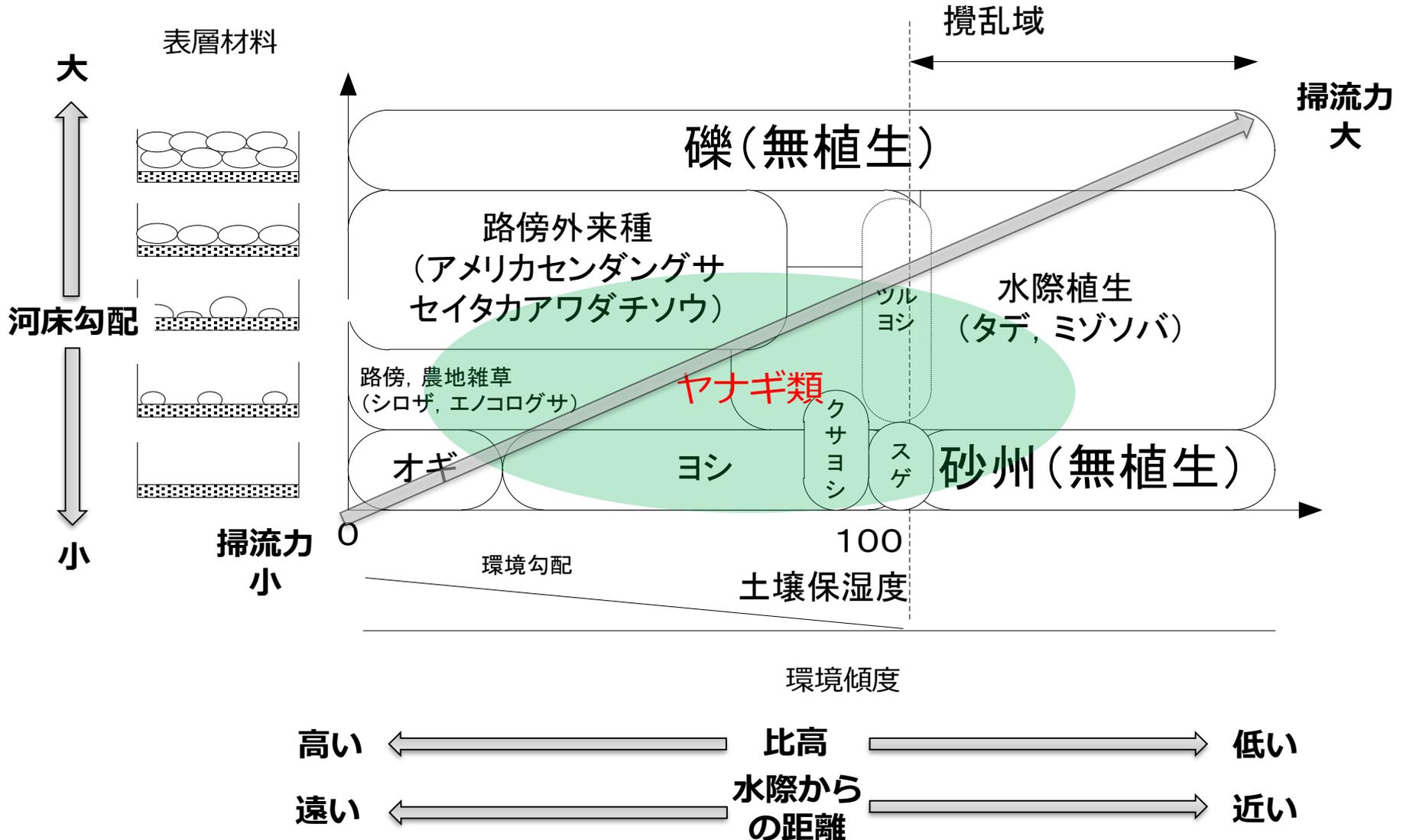
植生動態モデルを用いて引堤後の植生を予測。事務所が目標とする植生が維持されることが明確になり、**河川管理者の断面設定の根拠**となった。

事務所が目標とした植生分布 (ツルヨシ・ススキ)

# 群落クラスターに基づく予測 と河道掘削断面設定の課題

- 群落の変化パターンに河道掘削後の裸地面からの変化が含まれない場合には、河道掘削後の裸地面からの植生予測精度が低下する可能性がある。
- 樹林化を引き起こす代表的 3 樹種（ヤナギ類、ハリエンジュ、タケ）の中で、河道掘削後に繁茂する可能性が高いヤナギ類は幅広い環境下で生育する。このため、例えば、掘削後の裸地面がヨシ群落になるか、ヤナギ群落になるかの予測が難しい。

# ヤナギ林は河道掘削後の裸地面に侵入しやすい



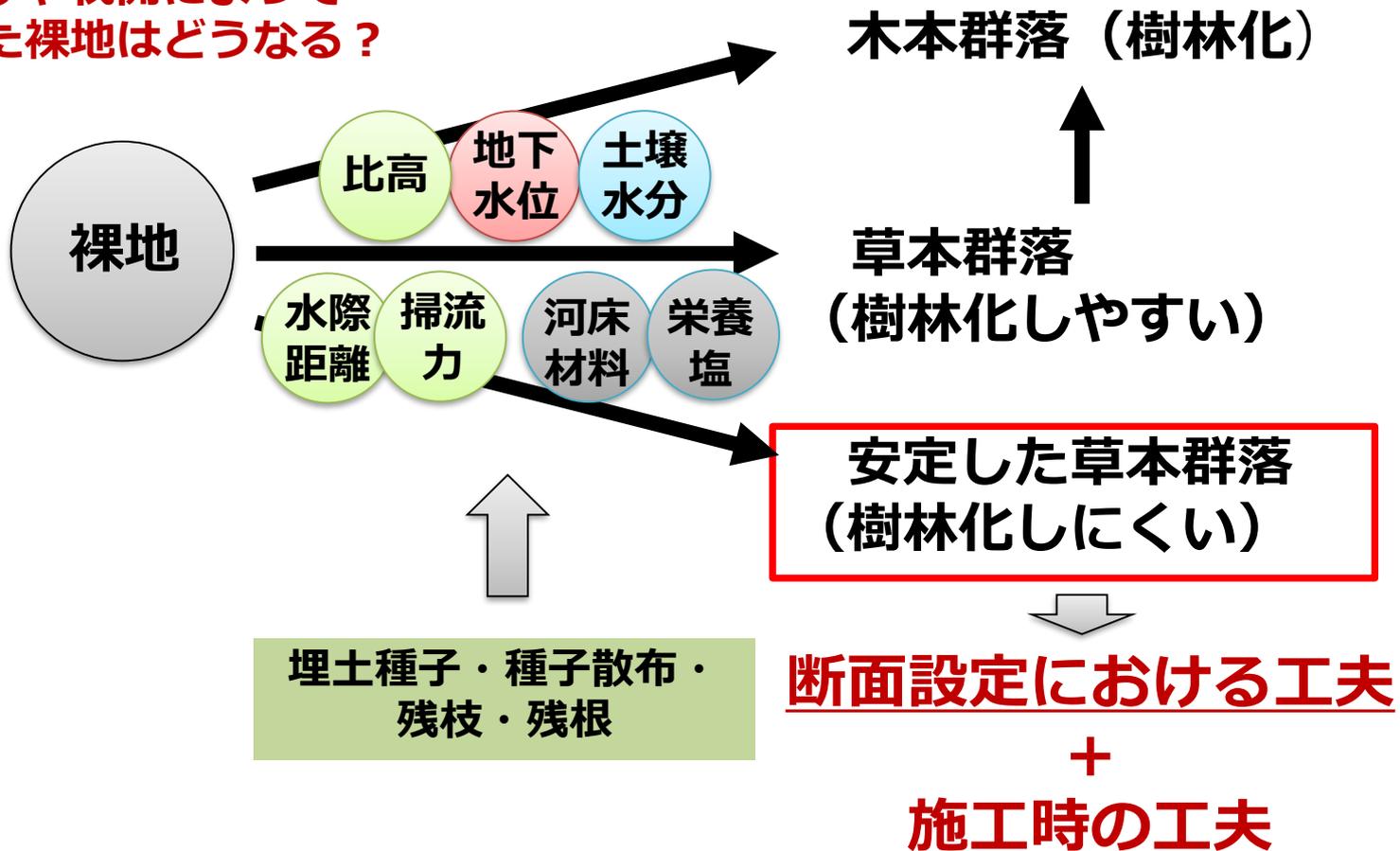
### ③施工段階での工夫

#### **【草地化工法】**

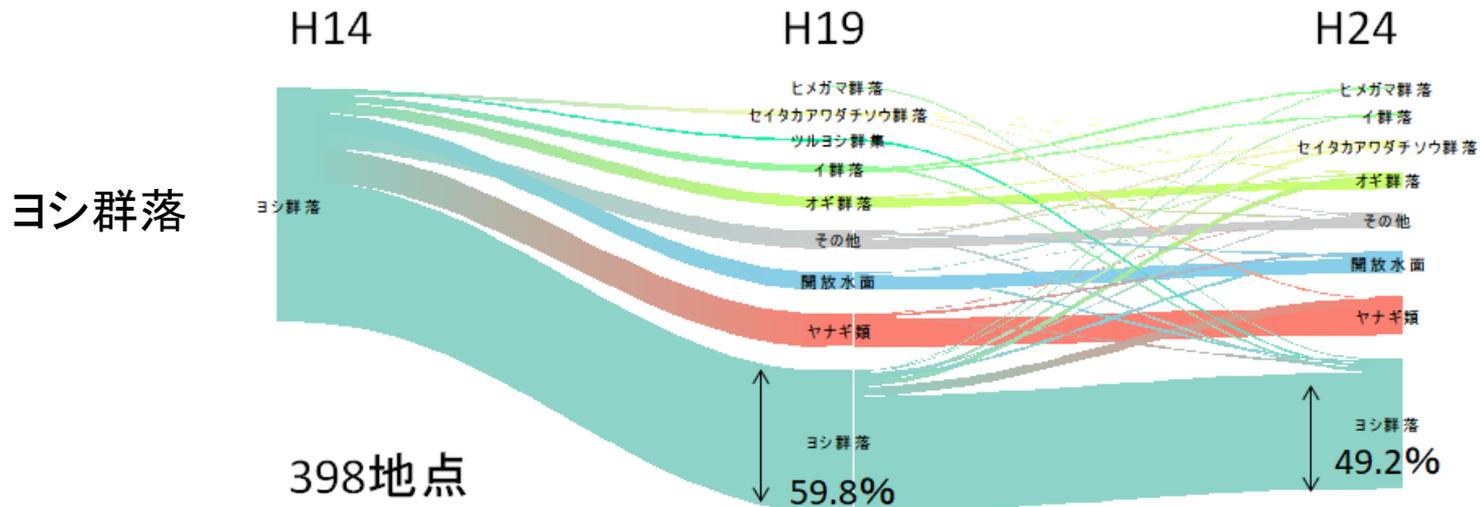
表土を撒き出し安定した  
“草本群落”で被覆し、  
樹林化を抑制する。

# 施工段階での工夫の考え方

切下げや伐開によって  
生じた裸地はどうか？



# ヨシ群落での植生変化パターンの比較

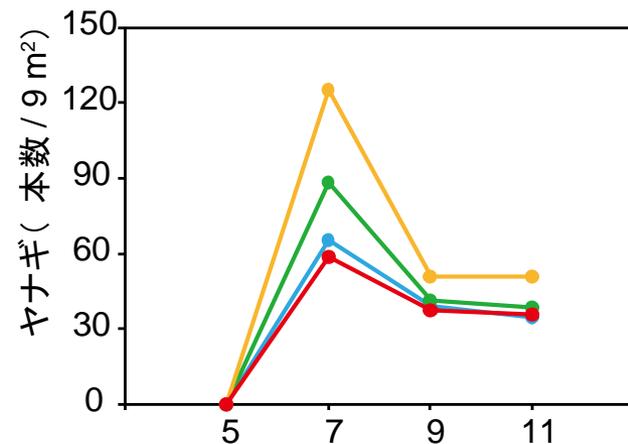
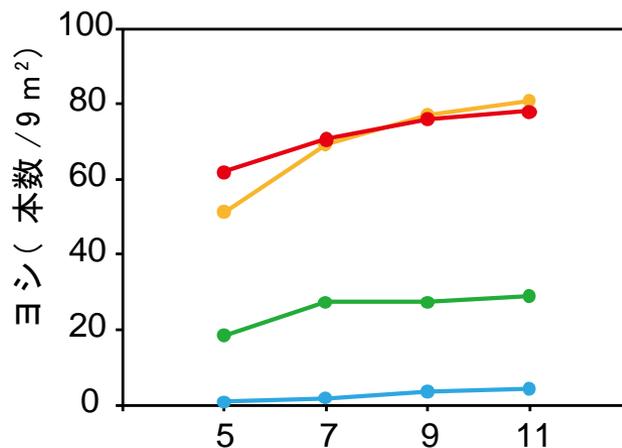


# ヨシの存在は樹林化を抑制できるかを実験的に検証

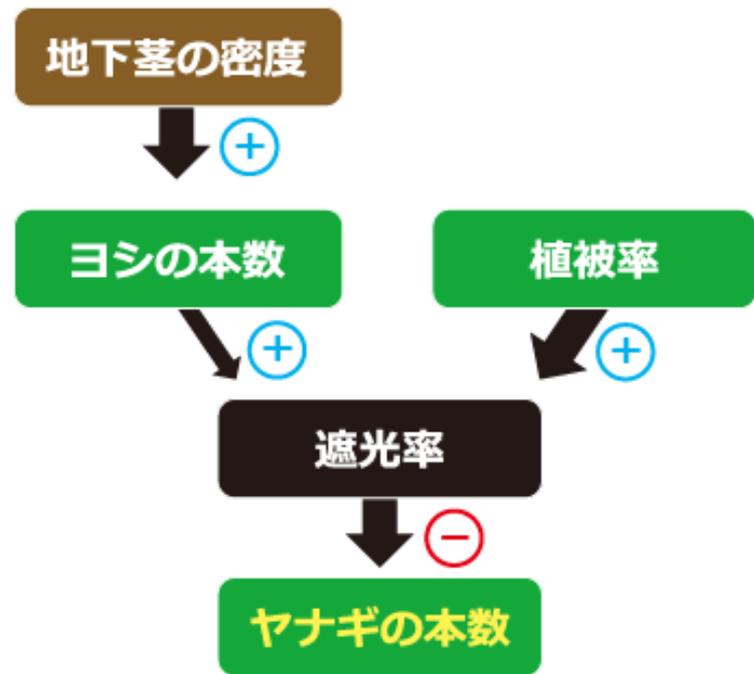
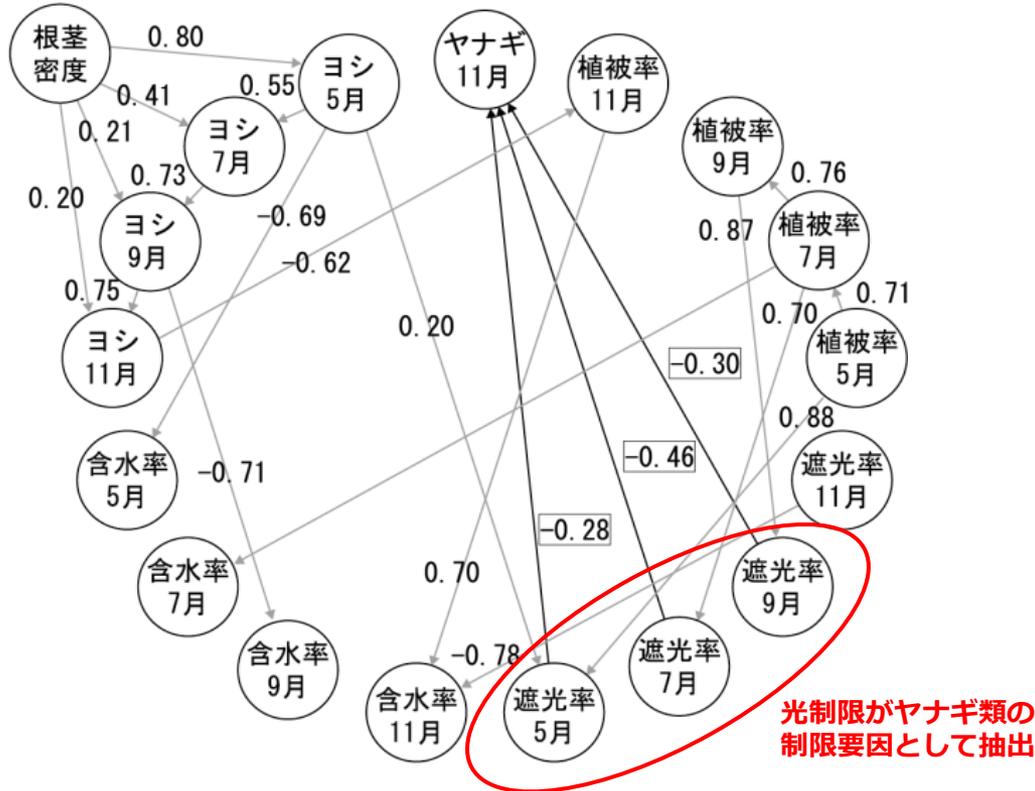
実験河川にて地盤高を変えた区間（36m）に、それぞれ3×3mの区画を定め、0, 3, 6, 9本/m<sup>2</sup>と密度の異なるオギ・ヨシの地下茎を含む土壌を撒き、各区画にヤナギの種子（約900個）を散布



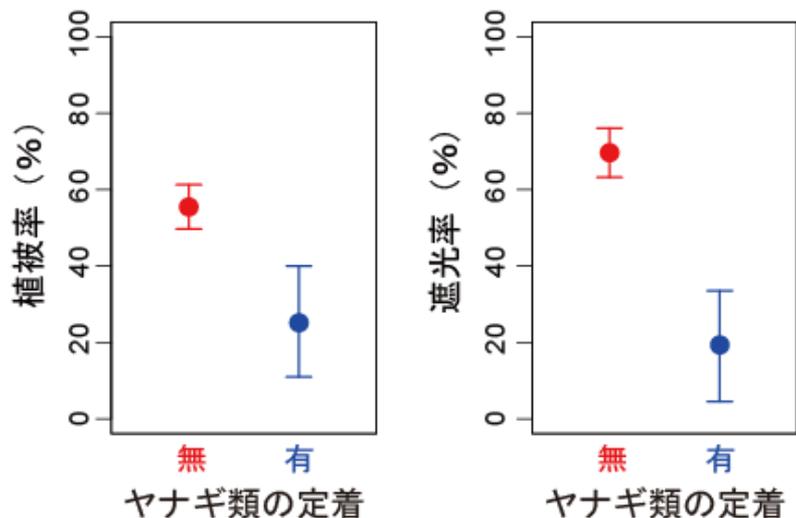
- 地盤高が高い方の区画では、土壌が乾燥しておりヤナギの生育がほとんど確認されなかった  
→ 土壌水分：約26.8%（高）、約7.4%（低）



- 地盤高が低い方の区画では、ヤナギが確認され必ずしもヨシの密度が高い区画で、ヤナギの定着が抑制されているわけではなかった



ベイジアンネットワークを用いたヤナギ類の制限要因に関する解析結果



ヤナギの定着数は、ヨシだけでなく他の草本類も含めて密に植物が繁茂した区画で少なく、光環境の制限 (70%ほどの遮光) によりヤナギの定着が抑制されていたと示唆される結果が得られた

# 施工時の工夫—草地化工法

- 表土の選定 : ヨシ群落、オギ群落・・・等  
⇒ 長期安定・面積が大きい群落が良い
- 撒き出し : 点状、線状、面状 (厚さ)  
⇒ 鬼怒川において現地実験 (下写真)
- 撒き出し時期 : 掘削直後、翌年春  
⇒ 今後検討



# まとめ

- ① 保全上重要なエリア（群落）を地図化し、現況の環境の良し悪しを評価する。
- ② 保全優先度マップの上に河道掘削範囲を重ね、保全すべきエリアに対する影響の軽減を図る。
- ③ 植生動態モデルに基づき設定断面下における植生予測を行い、環境の面からも（治水は当然）最適な断面を探索する。
- ④ 上記プロセスにより断面設定を行った上で、掘削裸地面がヤナギ林となる可能性が高い領域は、裸地面が“早期”にヨシ群落等の安定した草本群落になるよう表土の撒きだし（草地化工法）を行う。
- ⑤ 維持管理段階において植生動態・土砂堆積を注意深く監視し、管理基準を超えそうな場合には早期に対応する。



上記成果は「大河川における多自然川づくり」に掲載予定