

水理指標を介して河川環境管理シート の思想を河道設計に活用する手法

INCORPORATING THE RIVER ENVIRONMENT MANAGEMENT SHEET CONCEPTS
INTO CHANNEL DESIGN USING HYDRAULIC QUANTITIES

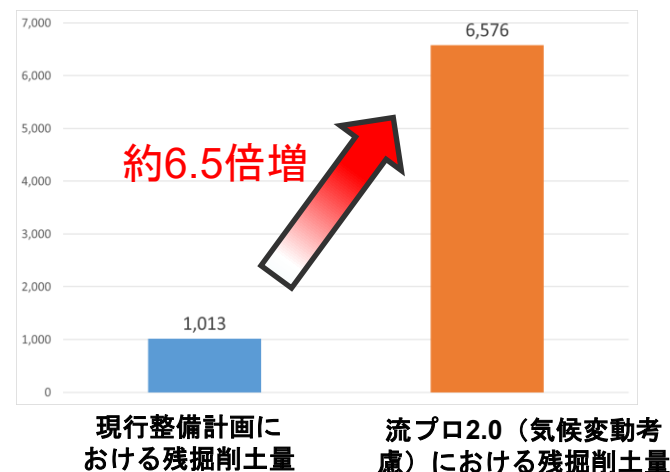
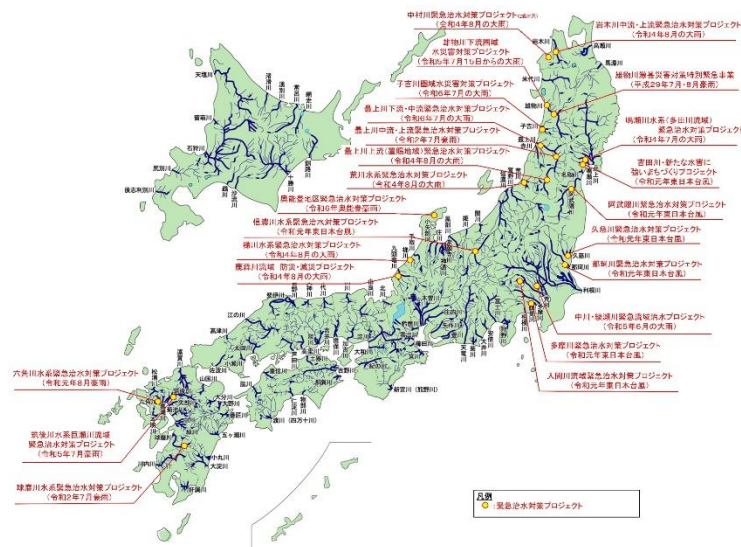
2026/6/18

秋田麗子，三好文，西口亮太，田方俊輔

1. はじめに

- ・ 背景
- ・ 河道設計における課題
- ・ 本研究の着眼点、取り組み意識

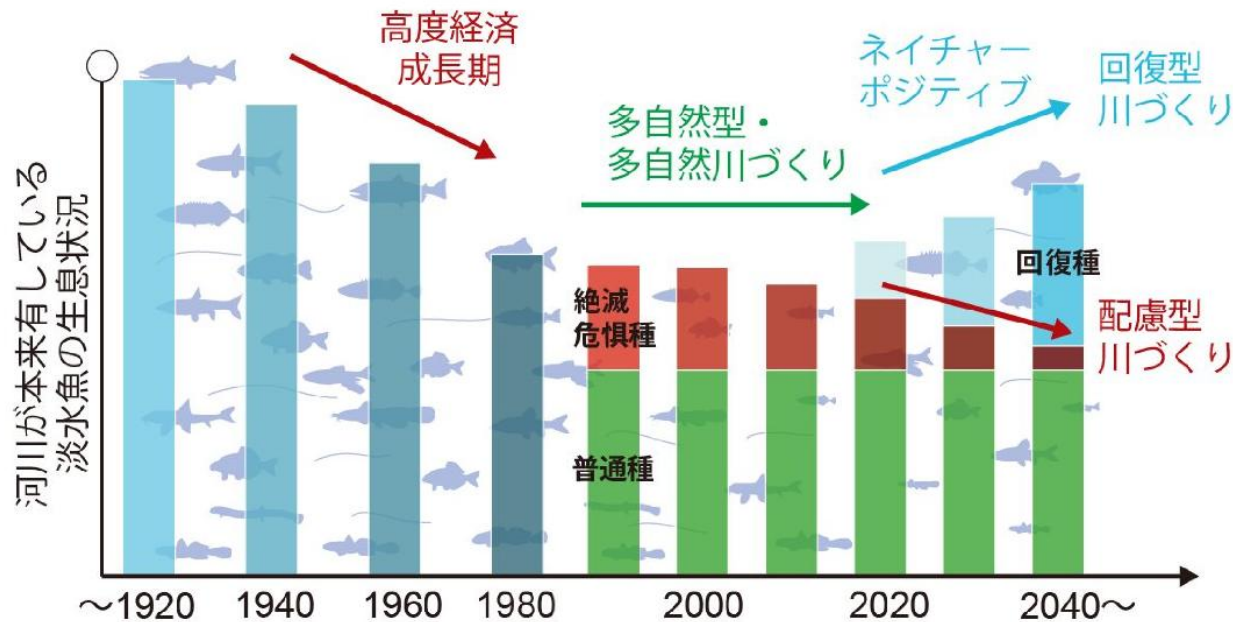
- 背景：気候変動の影響による洪水の激甚化
 - 洪水被災箇所における**再度災害防止に向けた短期事業**（緊急治水対策プロジェクト等）による大規模河道掘削の推進
 - 計画降雨の見直しに伴う、計画高水流量や整備計画目標流量の増加、**計画掘削土量の増大**



▲ 気候変動考慮前後における
残掘削土量比較
※東北12水系の直轄管理河川の合計値で比較

- 河川整備計画において、河川環境の**定量目標**を掲げるなど、配慮事項から**再生・創出（ポジティブ）**に転換を図っている。

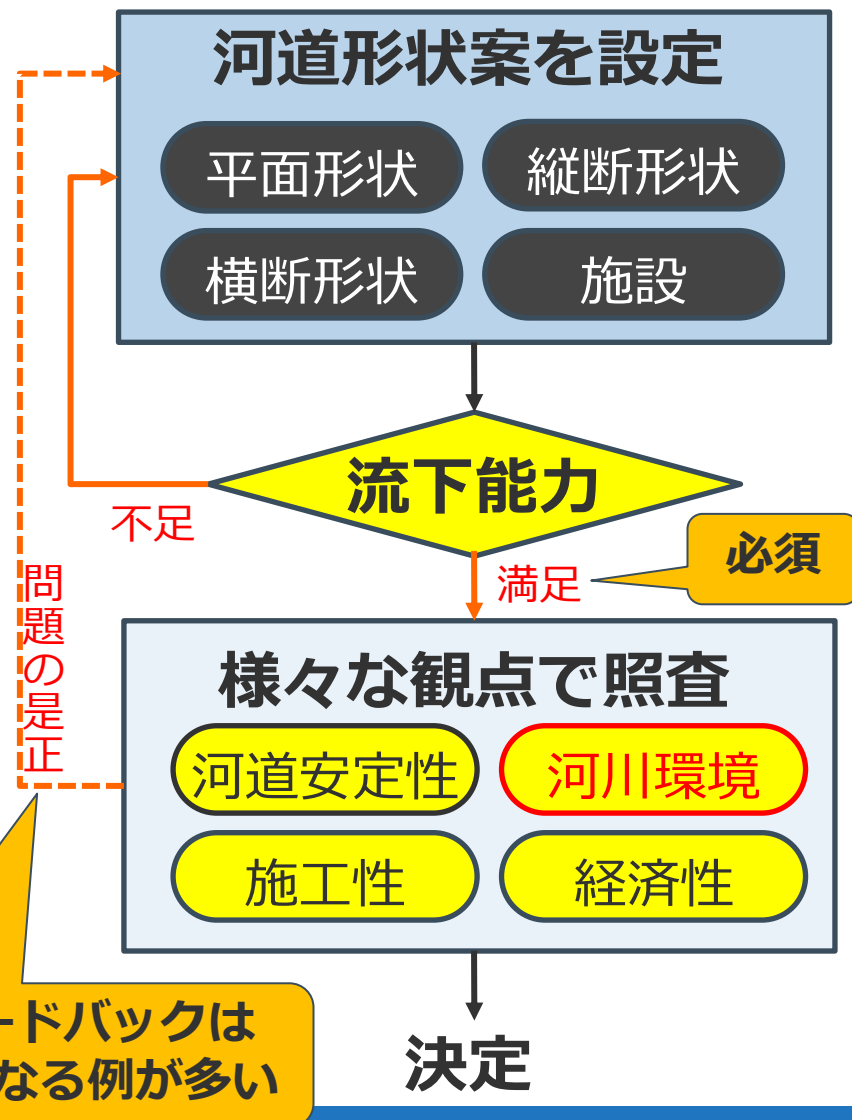
- 淡水魚類の種の絶滅や個体群の消失は1960～1970年代にピークを迎えた。
- 多自然(型)川づくりの始まった1990年代以降、淡水魚類の減少は鈍化しているが、個体群の消失に直面している絶滅危惧種もみられる



森・中川 (2023) 土木技術資料 65(5) pp.25-27

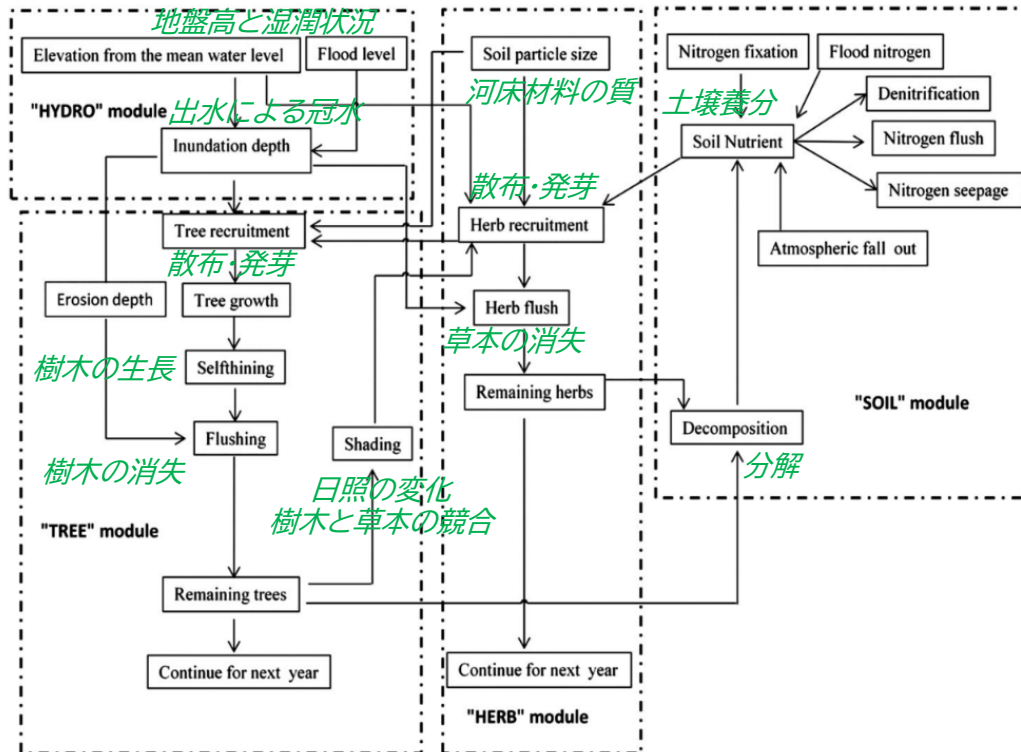
- 河道形状案を設定した後、必須条件とするのは「流下能力」。
- 「河川環境」は、終盤プロセスでの照査項目の一つとなる場合が多い。
- この場合、フィードバックは任意であり、必ずしも河川環境の質を最大化するような計画とならない。

設計段階から、流下能力のみでなく、河川環境の質を高めるような河道を志すには？！

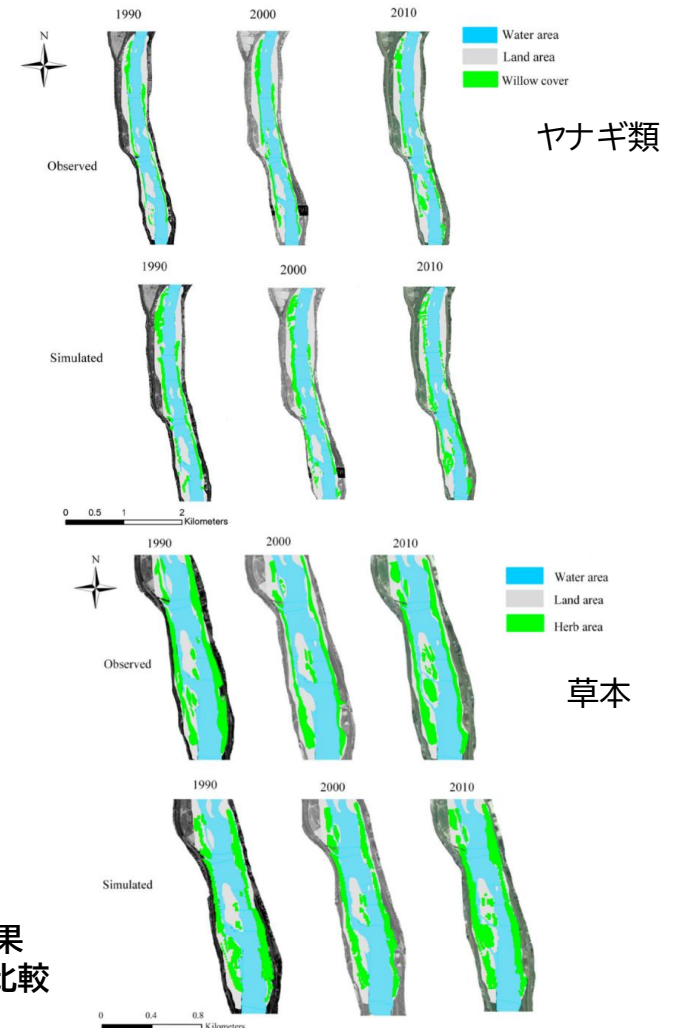


地被の評価（予測）手法の例① ～演繹的手法～

- Sanjaya & Asaeda 「Assessing the performance of a riparian vegetation model in a river with a low slope and fine sediment」, 2017



DRIPVEM内の計算プロセス概略図

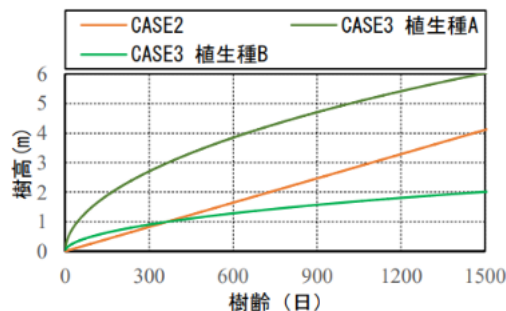
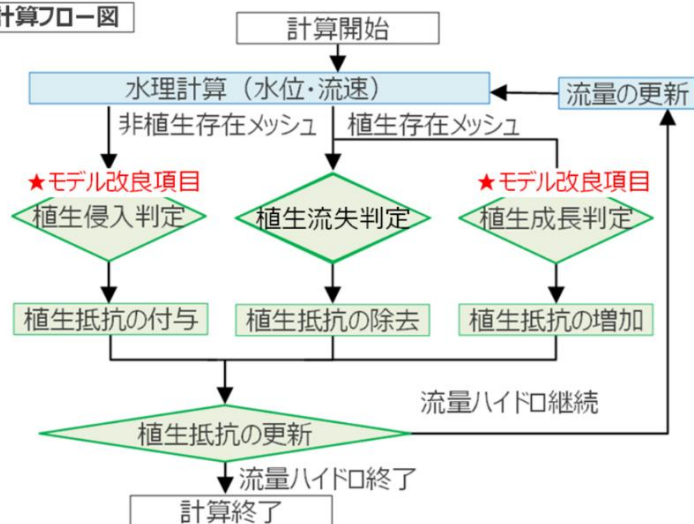


20年間の計算結果
と実績の比較

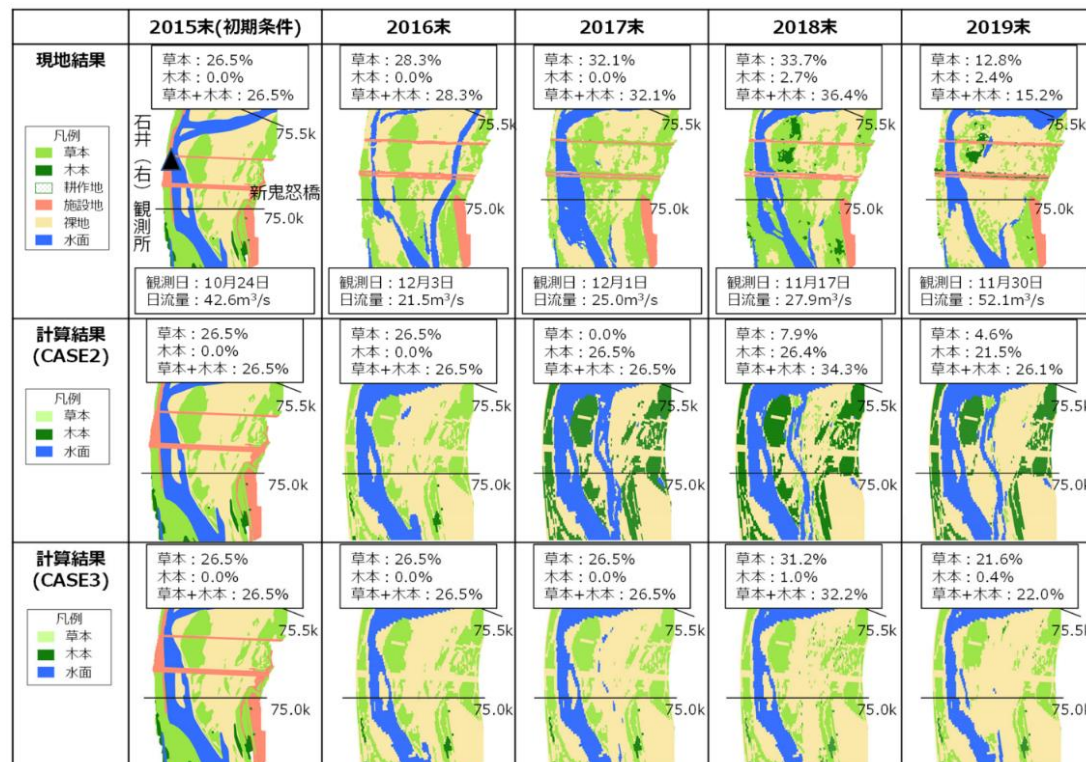
地被の評価（予測）手法の例② ～演繹的手法～

- 松下・旭ら, 「実用的に植生消長過程を考慮した平面二次元河床変動解析モデルの改良および実河川での効果検証」, 2024

計算フロー図



ケースの相違は生長曲線

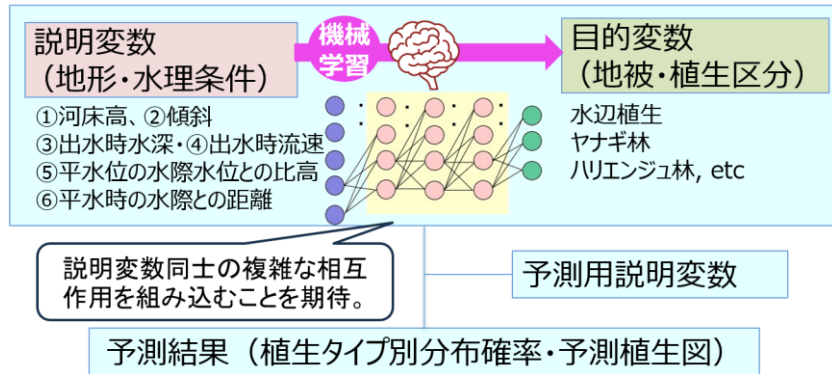


▲5年間の計算結果と実績の比較

地被の評価（予測）手法の例③

～帰納的手法～

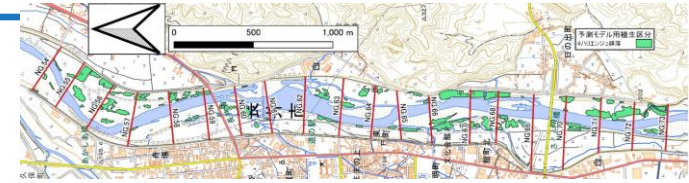
- 藤村ら「AIを活用した河道内植生の予測」, 2025
- 藤村・村上ら「深層学習を用いた河道内植生予測モデル」, 2026



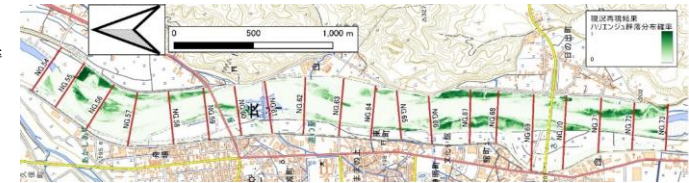
検討フロー

モデル構築
 (現況再現解析)
 予測解析

実績
 (R2水図)

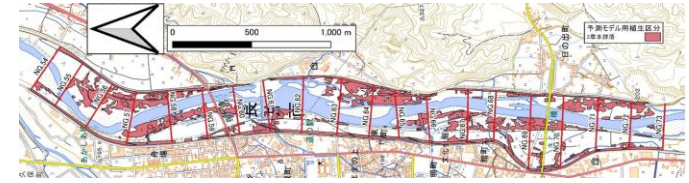


現況再現結果

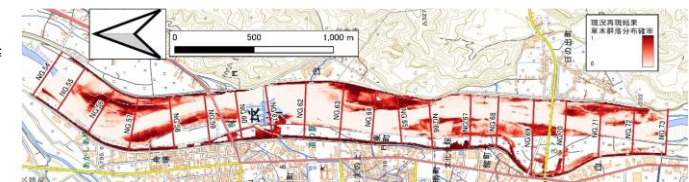


▲再現結果(ハリエングジュ群落)

実績
 (R2水図)

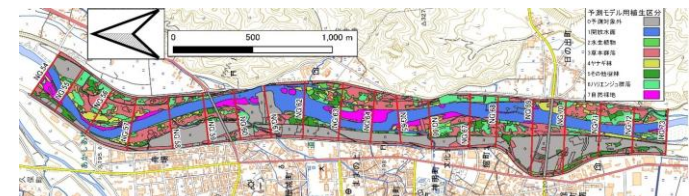


現況再現結果

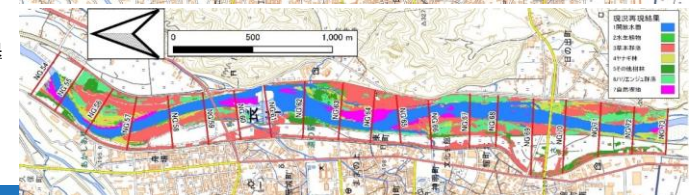


▲再現結果(草本群落)

実績
 (R2水図)

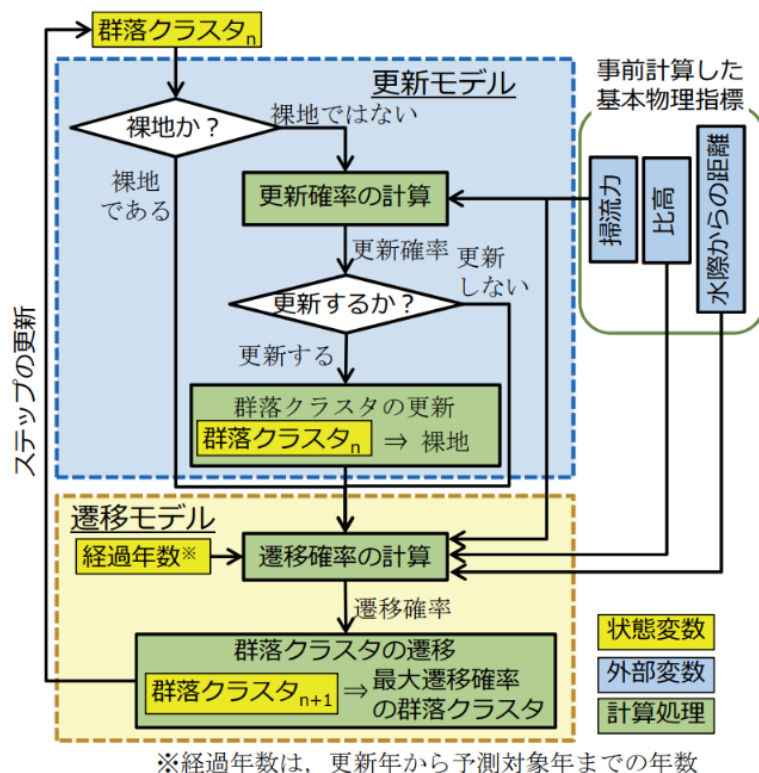


現況再現結果

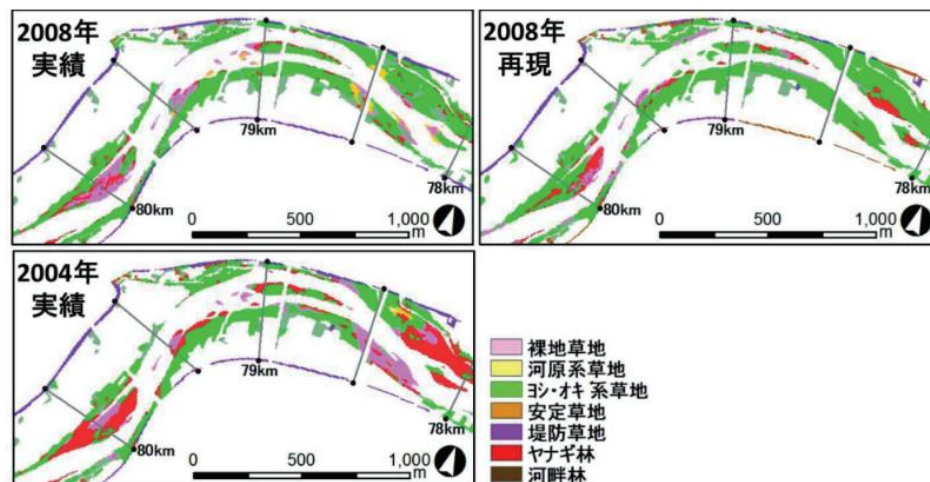
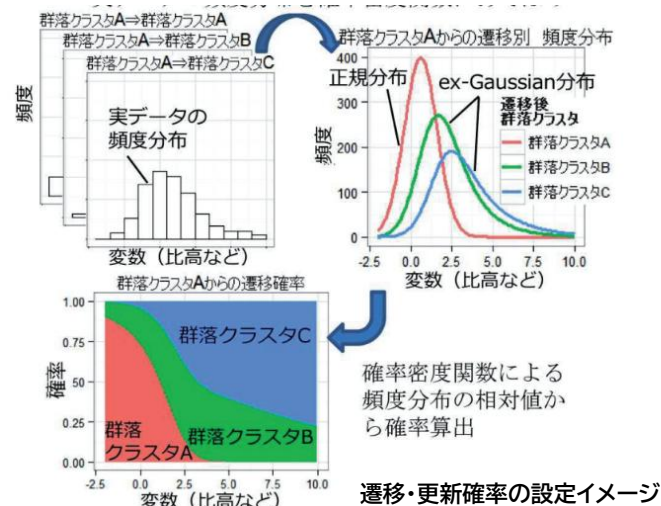


▲再現結果(植生図)

- 田頭・萱場ら「新たな空間指標「群落クラスタ」を用いた植生動態の再現・予測手法の開発」, 2015



計算フロー

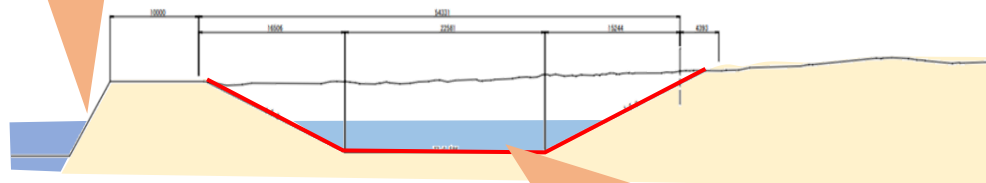


5年間の計算結果と実績の比較

掘削後の河道変化事例① 緩流域での掘削

水際環境を保全

A-A'断面



人工ワンドを創出

ヨシ・ガマ群落が形成

工事から3年後



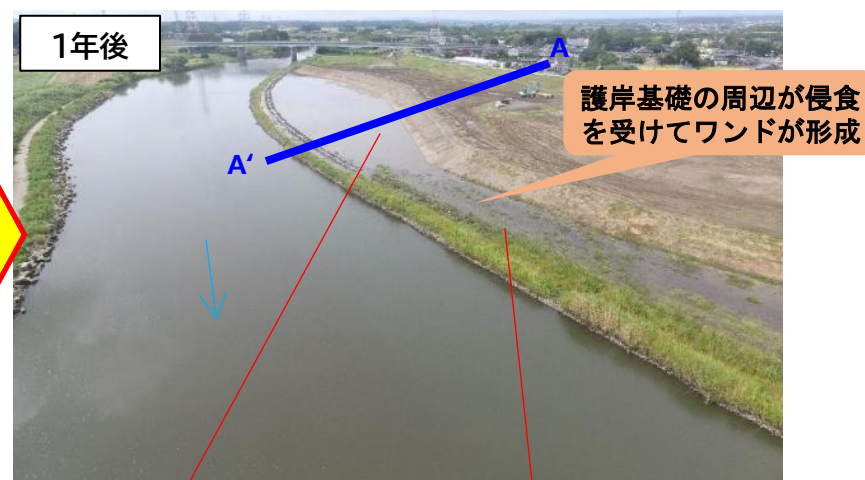
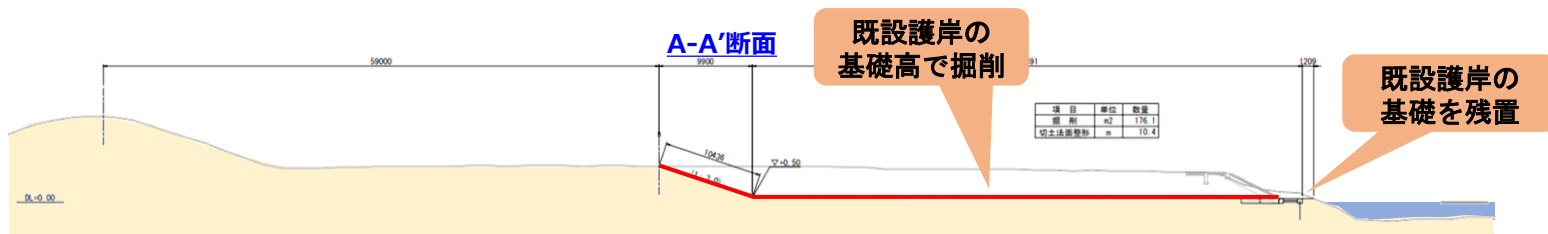
工事前



工事直後



掘削後の河道変化事例② 緩流域での掘削

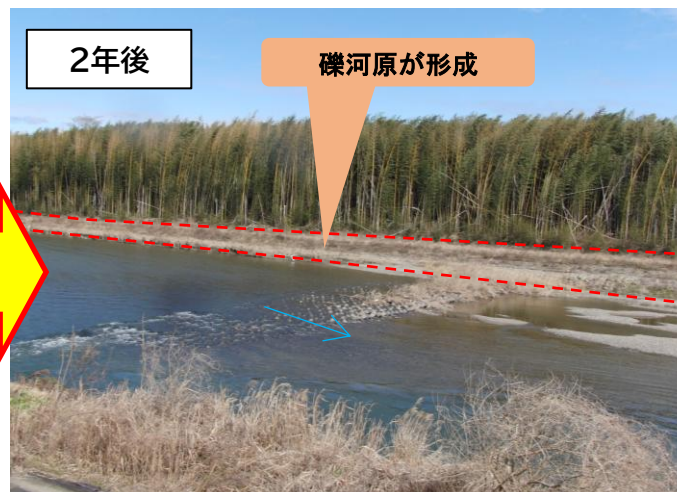
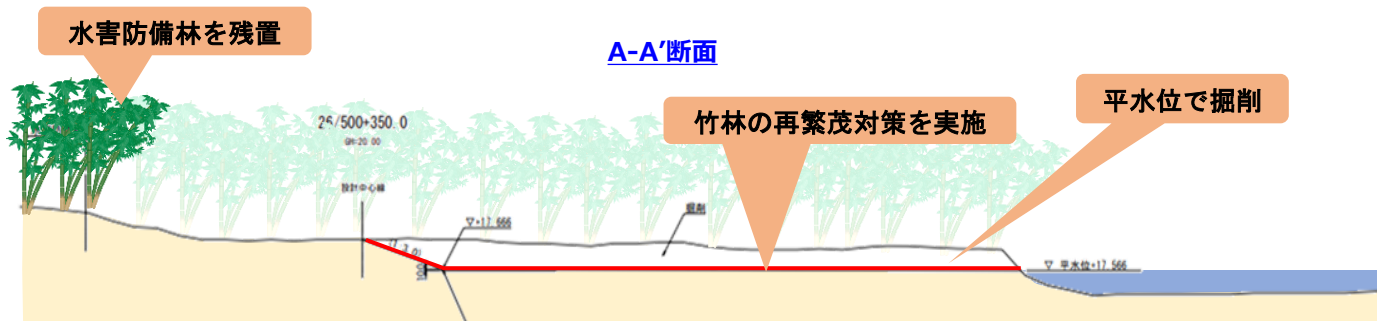


陸地化して、移植すべき湿性植物は数株程度

設計段階で予測できる？！



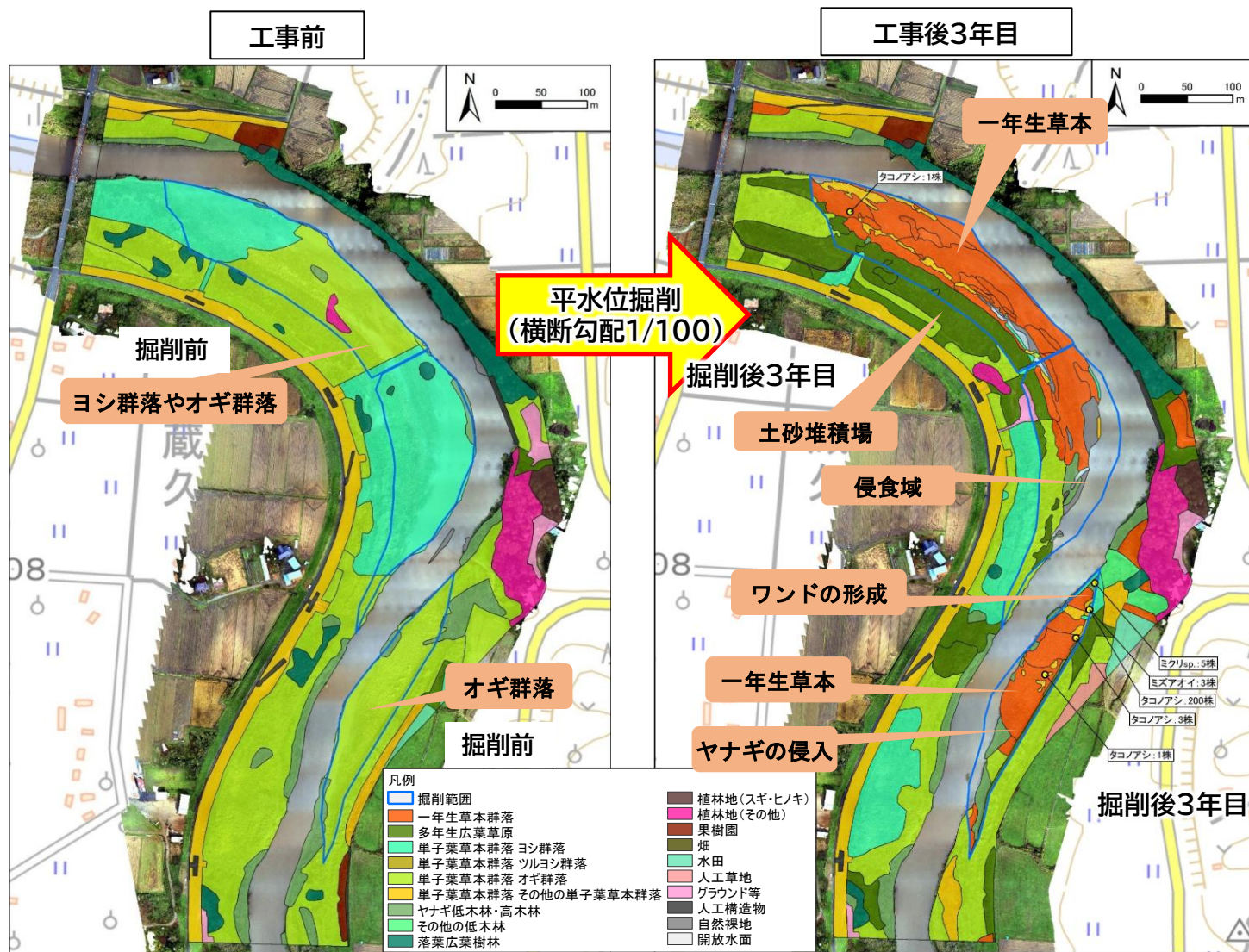
掘削後の河道変化事例③ 礫床区間での掘削



多様な場が形成
10年後に再堆積して、元に戻ってもOK？



掘削後の河道変化事例④ 礫床区間での掘削



主に水際で確認された
様々な魚類

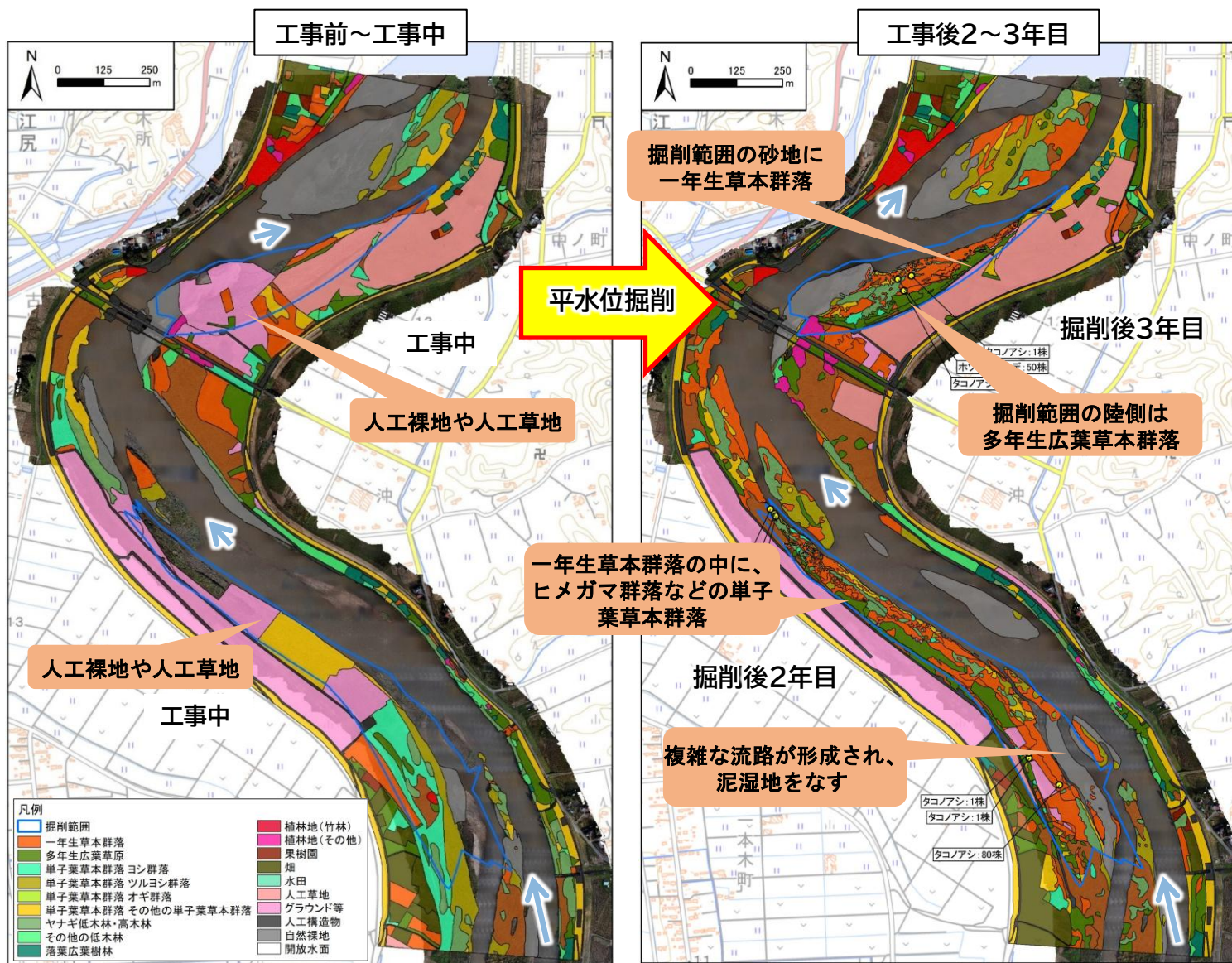


★:流れの緩やかところに
に生息する種

多様な場が形成

10年後に再堆積して、元に戻ってもOK ?

掘削後の河道変化事例⑤ 砂床区間での掘削

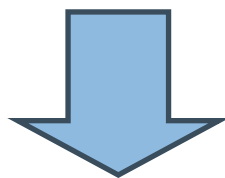


主に水際で確認された
様々な魚類



★: 流れの緩やかところに
生息する種

- 河川環境の評価（予測）技術として、
 - **対象**：何が追えればよいのか？（地被？地形？生物？環境場？）
 - **空間**：どれぐらいの解像度で想定できればよいのか？
 - **時間**：時間変化をどう考えるのか？（直後？数年後？10年後？）
 - **目標**：どういう姿になればOKなのか？（環境場？多様性？生物？）



意外と曖昧

- 少なくとも、**河道設計**において、**流下能力**（※不等流計算で、水位のミリ単位の調整を実施）のように扱うには、以下が要求される。

- **因果関係が明白であること**

（何を正せば、河川環境が改善するか）

- **評価基準と閾値が明白**

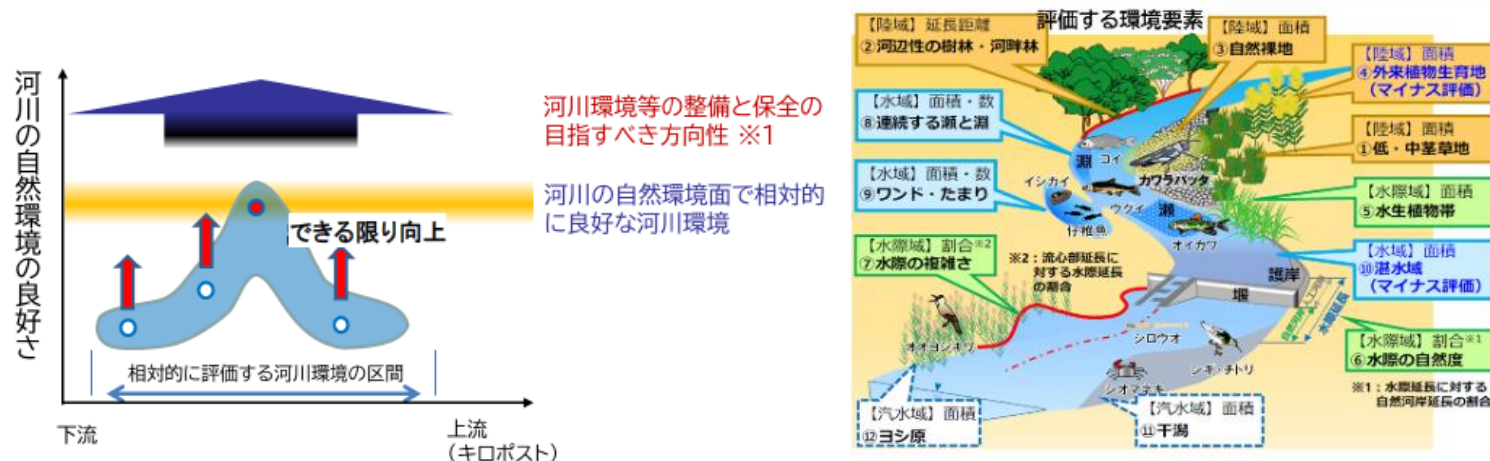
（フィードバックの必要性があるかないか）

水理量を用いた指標で説明できると理想的



着眼点：河川環境管理シートの運用

- 河川環境の分かりやすい通信簿的なものとして、直轄河川において、河川環境管理シートが導入され、今後も更新されていく。



◆基本情報2-1：生物の生息場の分布状況（全川の中央値に基づき評価）

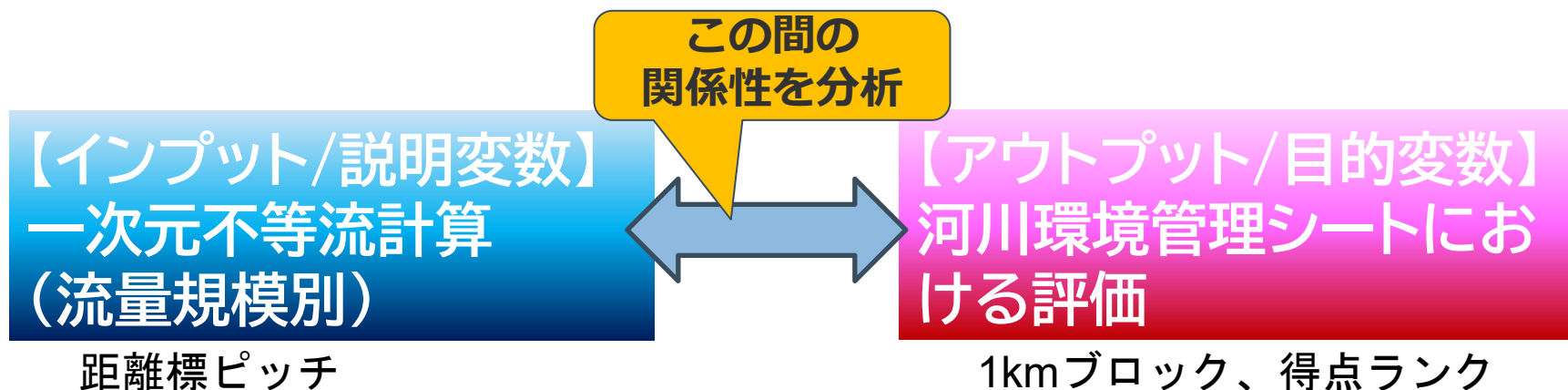
		距離標																																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
典型性	陸域	1. 低・中茎草地	○	△	○			○	○	○					△		△						△				○		△	○	△			○	○				○		
		2. 河辺性の樹林・河畔林	○	△		○			△	△	○	△	△			△	△					△				○		△	○	△	○	△		△	△				○		
		3. 自然裸地	○	○	○	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	○	○	△	○	△	○	△	○	○	△	△	△	△	
		4. 外来植物生育地	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×			△	△	△	△	△	△	△	△	△	×	△	×	△	△	△	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△		
	水際域	5. 水生植物帯	○		△	○				△			△					△					△	○			△		△	△	○	△									
			6. 水際の自然度	○	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	△	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	
			7. 水際の複雑さ	○	△	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	水域	8. 連続する瀬と淵	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
			9. ワンド・たまり	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
			10. 湛水域			×		×									△										△														
	汽水	11. 干潟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			12. ヨシ原	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
特殊性	磯河原の植生域	○	○		○	○	○	○					○										○			○			○	○	○										
	湧水地	○	○																																						
	海浜植生帯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	塩沼湿地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
生息場の多様性の評価値		7	1	3	2	0	2	1	3	4	2	2	3	1	3	2	2	1	6	1	4	4	3	1	2	5	5	1	3	4	2	2	4	2	2	2	2	2			

注) 生息場の多様性の評価値は、全川の中央値を基準として陸域・水際部・水域の物理環境を○・△・×で評価し、○の数から×の数を差し引いた数値。

環境の良否が
一目瞭然



- 河川環境管理シートを用いて、河川環境の良い場所／悪い場所における水理量の相違を分析
 - 個々の「**環境要素**」…環境目標（礫河原面積など）に相当
➡**単回帰分析を実施**
 - 「**多様性の評価値**」…ボトムアップを図る
➡**多変量解析を実施**
- 水理量は、河川環境管理シートの空間精度を踏まえて、**一次元不等流計算**を使用。

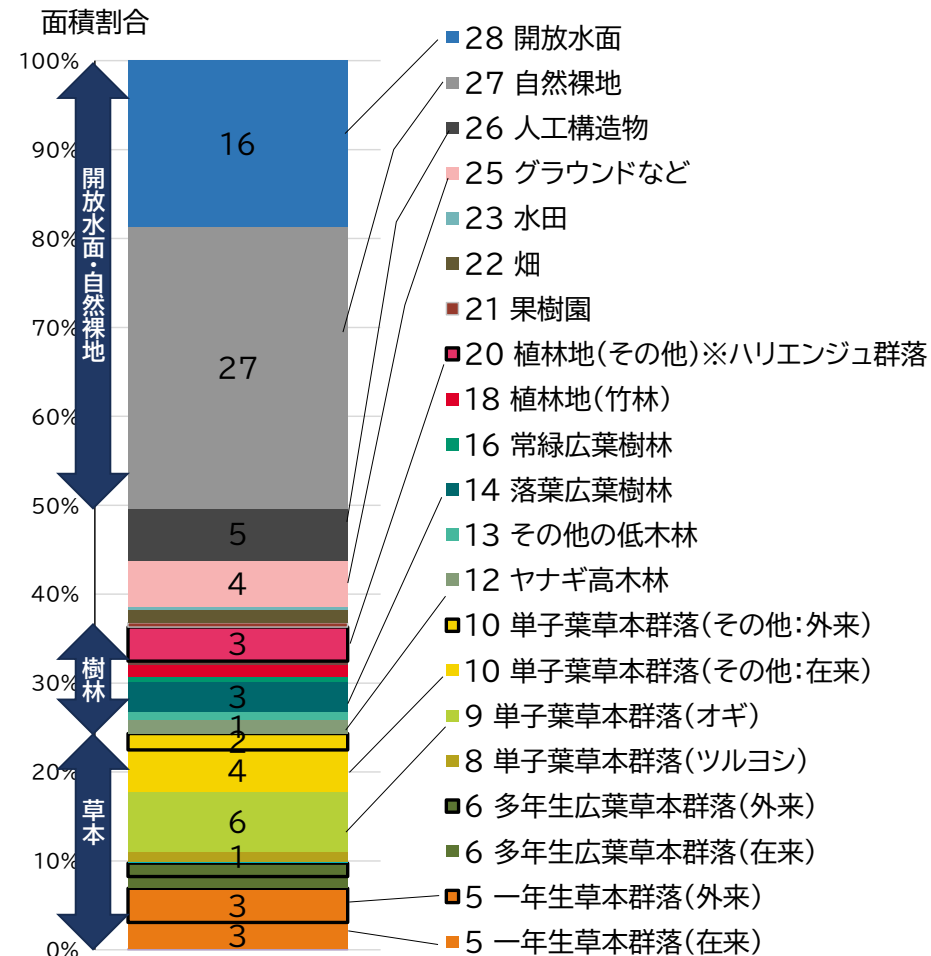


2. 分析用データセット

- ・対象河川・地区
- ・インプットデータ（目的変数）
- ・アウトプットデータ（説明変数）

● H川 (85km)

- ✓ 川幅の広い急流礫床河川
- ✓ セグメント1～2-1
- ✓ 複列的交互砂州～複列砂州
- ✓ 今も良好な礫河原環境が維持



検討対象区間の地被区分

- 河川環境管理シート（基本情報2-1）より

- ✓ 12個の環境要素に対する評価結果（○△×） ➡単回帰分析
- ✓ 上記の合計による「多様性の評価値」（得点） ➡多変量分析

立地区分	環境要素		評価別 ブロック数				合計
			○	△	－	×	
陸域	1	低・中茎草地	20	20	46	0	86
	3	自然裸地(礫河原)	43	43	0	0	86
	4	外来植物生育地	0	42	2	42	86
	11	★ 礫河原植生	15	0	71	0	86
水際域	2	* 河辺性の樹林・河畔林	31	30	25	0	86
	5	水生植物帯	15	15	56	0	86
	6	水際の自然度	62	24	0	0	86
	7	水際の複雑さ	43	43	0	0	86
	9	* ワンド・たまり	33	33	20	0	86
	12	* ★ 湧水	4	0	82	0	86
水域	8	連続する瀬と淵	33	41	12	0	86
	10	湛水域	0	3	79	4	86

*立地区分を、通常の分類から変更したもの ★特殊性の環境要素(それ以外は典型性)

インプットデータ（説明変数）

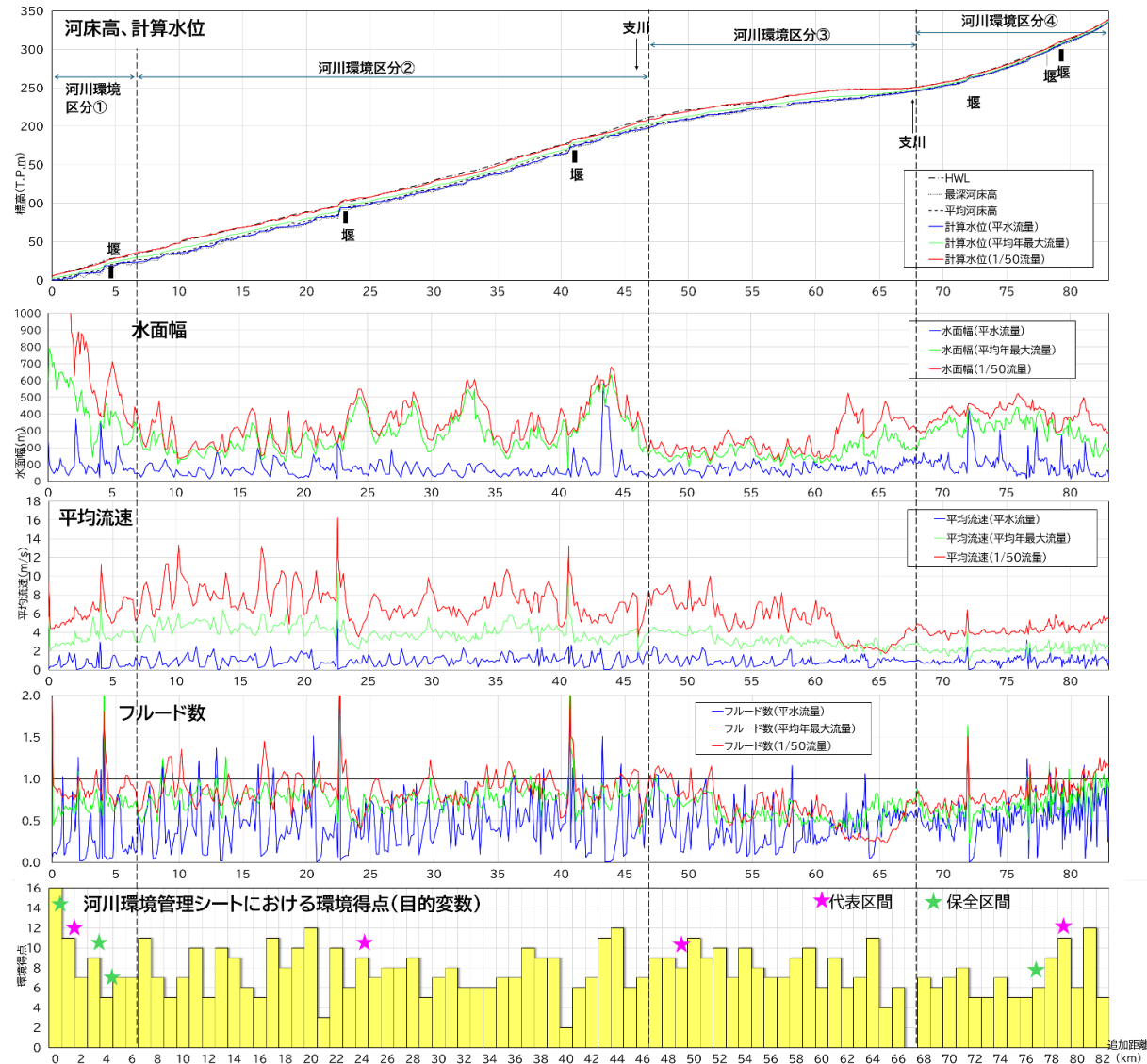
● H川の一次元不等流計算

- ✓ 河川環境管理シートの評価と同時期の地形条件
- ✓ 横断ピッチ100～200m
- ✓ 流量は3パターン

平水流量

平均年最大流量

整備計画目標流量



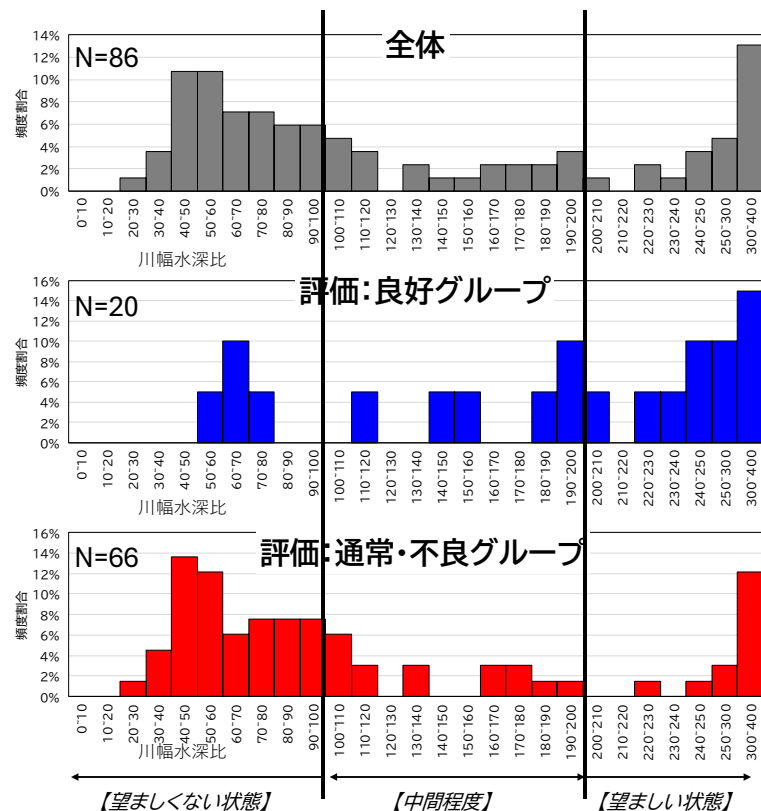
- 一次元不等流計算（100～200mピッチ）を、河川環境管理シート
のブロック（1kmブロック）に合わせて整理

説明変数			単位	算出方法	
1	地勢・地形	河口からの距離	km	ブロック下流端の追加距離	
2		区間延長	m	ブロックの区間距離	
3		山付き有無		山付き or 築堤区間	
4	河道特性	河川環境区分		4区分(支川等で区分)	
5		セグメント		セグメント1 or 2-1	
6		平均勾配		区間の平均河床勾配	
7		代表粒径	mm	区間の代表粒径	
8	水 理 量	平水流量時	平水時水深	m	
9			平水時水面幅	m	
10			平水時フルード数		
11		平均年最大 流量時	Qm時摩擦速度	cm/s	
12			Qm時水面幅	m	
13			Qm時 u_s/w_f		摩擦速度/沈降速度
14			Qm時無次元掃流力		
15			Qm時 B/H		水面幅/平均水深
16			Qm時 H/d		平均水深/代表粒径
17		計画流量時	高水時水面幅	m	
18		上記の 重ね合せ	砂州幅	m	Qm時水面幅－平水時水面幅
19			高水敷幅	m	高水時水面幅－Qm時水面幅
20			砂州高	m	Qm時平均河床高－平水時平均河床高
21			河岸勾配		砂州幅／砂州高

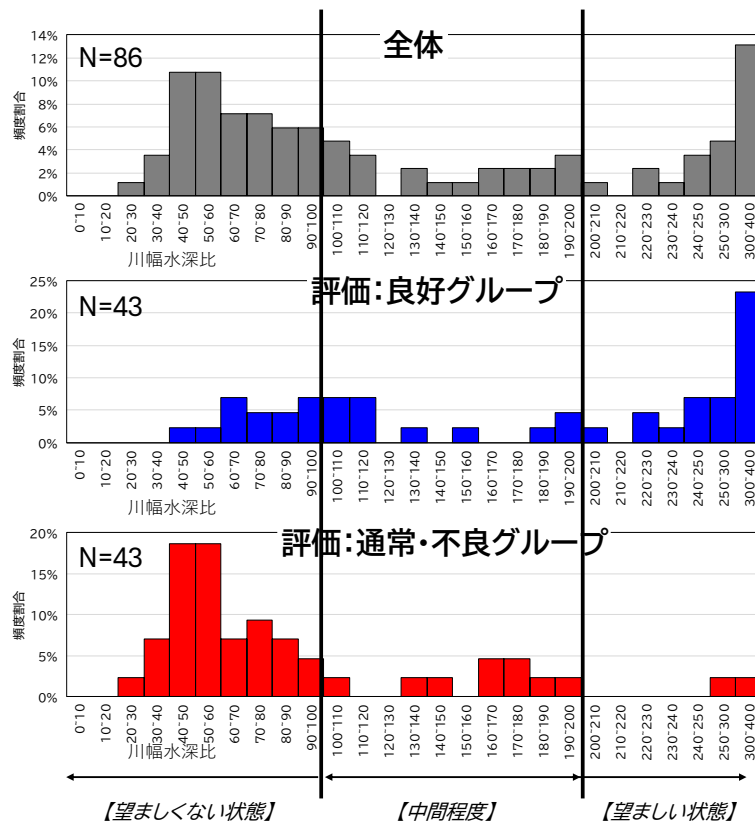
3. 個々の環境要素との関係 (単回帰分析)

- 個々の環境要素（低・中茎草地、自然裸地・・・）の良否（○△×）のグループに分けて、水理量（川幅水深比・・・）を整理。

1 低・中茎草地面積



3 自然裸地面積



有意性検定の結果（T検定 p 値）

- 河道特性値（平均勾配，代表粒径等）や，平時の水理量との関連性は比較的低く、**出水時の水理量や川幅，砂州の形状が強く関与。**

物理量・水理量 環境要素			基本諸元		平水時の水理量								砂州に関する諸元									
			平均勾配	代表粒径	水深			水面幅			フルード数			砂州高			砂州の横断勾配			川幅水深比		
					平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
陸域	1	低・中茎草地面積	0.291	0.183	0.307	0.349	0.047	0.556	0.154	0.726	0.829	0.813	0.526	0.075	0.048	0.093	0.028	0.054	0.003	0.003	0.006	0.005
	3	自然裸地面積	0.011	0.023	0.697	0.398	0.058	0.031	0.004	0.213	0.791	0.577	0.439	0.003	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	4	外来植物群落面積	0.034	0.000	0.000	0.551	0.457	0.000	0.003	0.148	0.119	0.420	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.072	0.000	0.000	0.010
水 際 域	2	河辺性の樹林・河畔林	0.303	0.104	0.419	0.406	0.757	0.955	0.866	0.541	0.889	0.856	0.533	0.040	0.033	0.064	0.250	0.168	0.428	0.539	0.366	0.730
	5	水生植物群落面積	0.679	0.525	0.382	0.811	0.081	0.229	0.890	0.089	0.274	0.715	0.439	0.013	0.025	0.006	0.071	0.064	0.022	0.027	0.055	0.036
	7	水際の複雑さ	0.802	0.960	0.554	0.246	0.012	0.009	0.007	0.526	0.687	0.084	0.180	0.019	0.024	0.011	0.008	0.004	0.029	0.037	0.012	0.079
	9	ワンド・たまり面積	0.078	0.441	0.749	0.846	0.019	0.015	0.025	0.050	0.475	0.786	0.645	0.030	0.015	0.045	0.009	0.014	0.014	0.020	0.026	0.013
水域	8	連続する瀬と淵	0.142	0.168	0.000	0.021	0.016	0.386	0.850	0.110	0.478	0.155	0.015	0.001	0.000	0.006	0.001	0.007	0.003	0.008	0.016	0.014

環境要素		物理量・水理量		平均年最大流量時の水理量							大規模出水時の水理量					
				水面幅			摩擦速度 (us)			us/wf 無次元 掃流力	水面幅			大規模出水時のみの冠水幅		
				平均	最大	最小	平均	最大	最小		平均	最大	最小	平均	最大	最小
陸域	1	低・中茎草地面積	0.001	0.001	0.000	0.205	0.389	0.397	0.011	0.009	0.009	0.011	0.001	0.121	0.098	0.137
	3	自然裸地面積	0.000	0.000	0.000	0.950	0.525	0.682	0.003	0.013	0.000	0.000	0.000	0.332	0.298	0.993
	4	外来植物群落面積	0.036	0.000	0.149	0.002	0.086	0.000	0.007	0.017	0.007	0.000	0.016	0.000	0.000	0.014
水際域	2	河辺性の樹林・河畔林	0.378	0.483	0.312	0.002	0.125	0.001	0.284	0.224	0.815	0.805	0.967	0.273	0.363	0.144
	5	水生植物群落面積	0.371	0.348	0.441	0.067	0.230	0.095	0.577	0.546	0.159	0.208	0.074	0.130	0.126	0.045
	7	水際の複雑さ	0.227	0.172	0.295	0.217	0.973	0.013	0.203	0.639	0.152	0.195	0.109	0.204	0.198	0.171
	9	ワンド・たまり面積	0.024	0.051	0.009	0.983	0.911	0.874	0.186	0.180	0.147	0.238	0.062	0.685	0.825	0.953
水域	8	連続する瀬と淵	0.480	0.445	0.549	0.067	0.564	0.014	0.845	0.821	0.948	0.889	0.446	0.620	0.739	0.978

特に有意な差あり

0.005未満
0.01未満
0.05未満
0.05～0.4
0.4以上

評価「○」とそれ以外のグループのデータに有意な統計差あり

有意な統計差なし

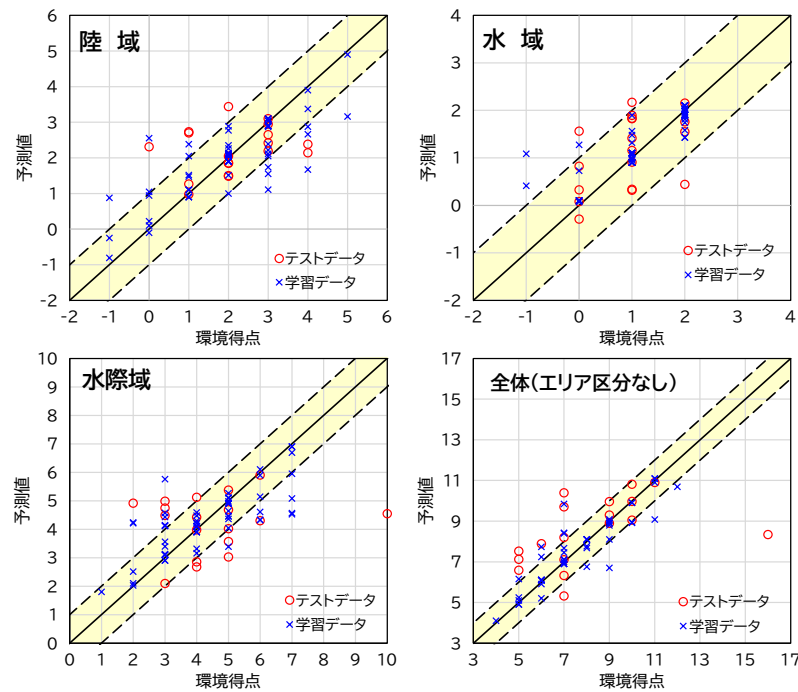
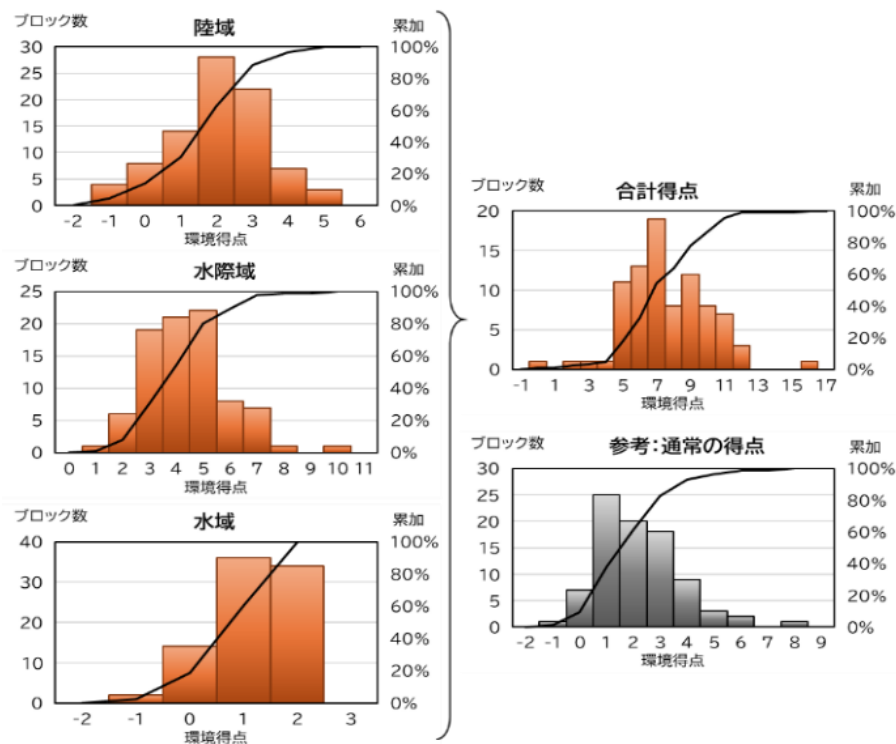
4. 多様性の評価値との関係 (多変量分析)

水理量～多様性の評価得点の多変量分析

- ✓ 小規模データ解析に適した手法
- ✓ 立地区分ごとの評価
- ✓ 点数のばらつき、ノイズの除去
- ✓ 説明変数の絞り込み

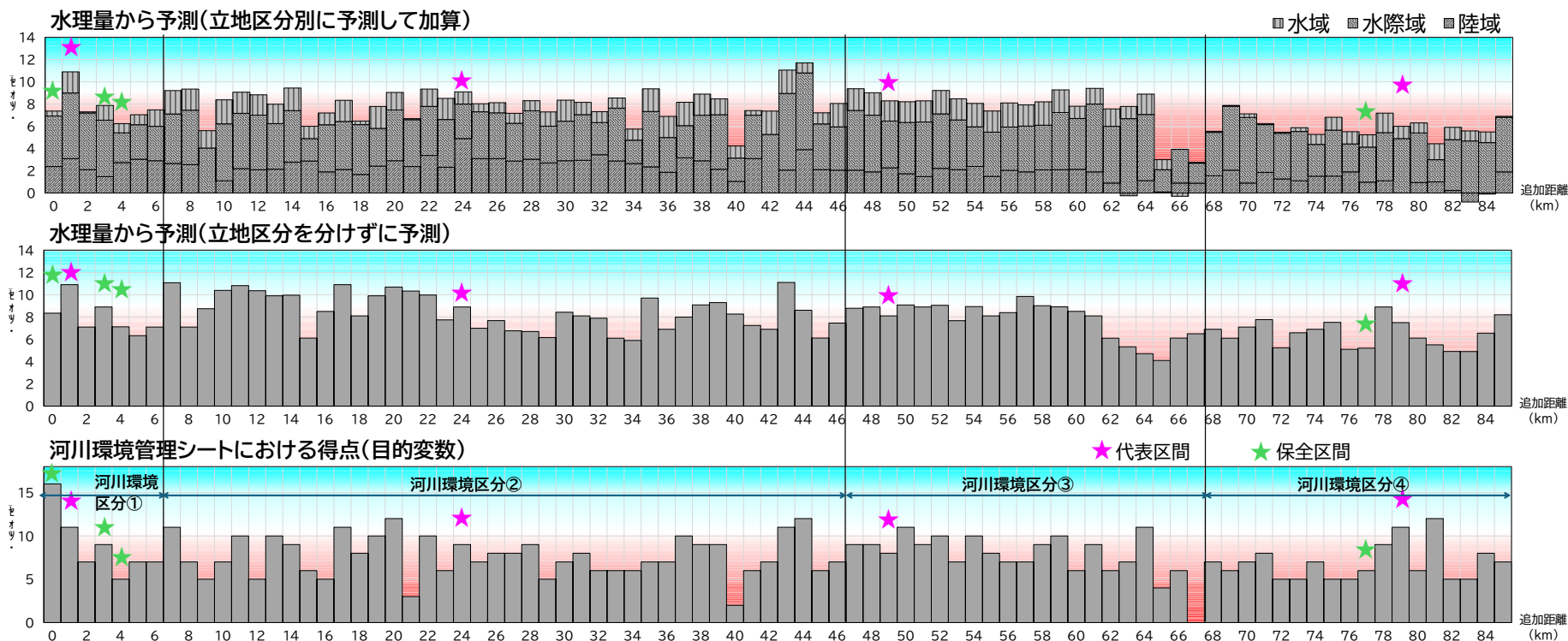
立地区分	学習データ(8割)		テストデータ(2割)		的中率の差
	完全一致 正解率	±1点以内 的中率	完全一致 正解率	±1点以内 的中率	
陸域	0.6515	0.9242	0.4118	0.7059	22%
水際域	0.5970	0.8507	0.2353	0.6471	20%
水域	0.8824	0.9853	0.5000	0.8889	10%
区分なし(全体)	0.7414	0.9310	0.1333	0.4667	46%

正解率と的中率



水理量～多様性の評価得点の多変量分析

- 現時点の多様性の評価値のよいところ、悪いところは、概ね推定できそう？！



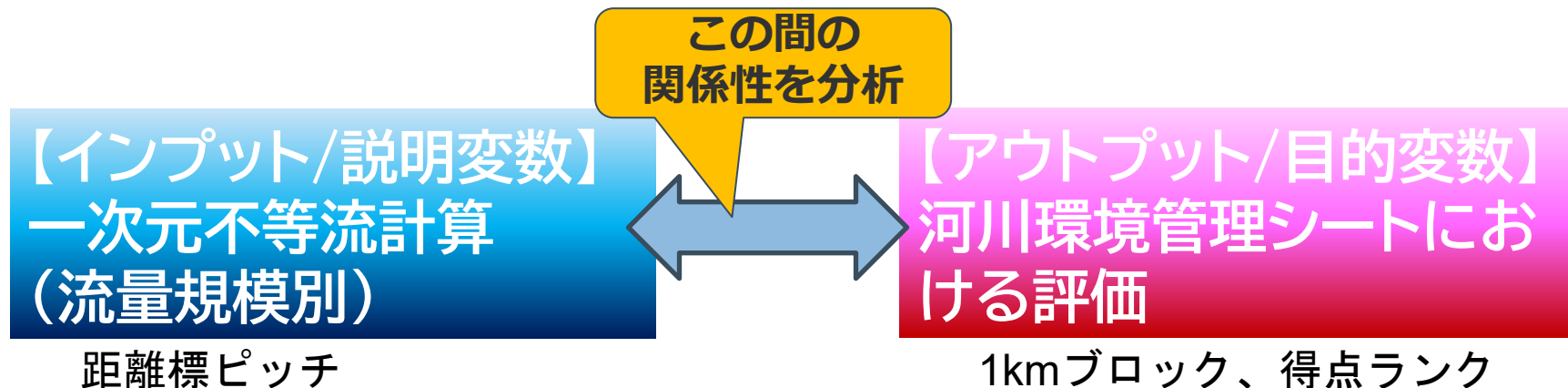
- 地勢や平水時の水理量よりは、出水時の水理量や川幅，砂州の形状が強く関与。

説明変数			陸域	水際域	水域	区分なし (全体)
地勢	1	河口からの距離	0.235			
	3	山付き有無		0.086		
平水時の水理量	8	平水時水深			0.039	
	9	平水時水面幅			0.037	0.070
	10	平水時フルード数		0.035		0.001
出水時の水理量	11	Qm時摩擦速度	0.160	0.089	0.338	
	12	Qm時水面幅	0.185			
川幅の大きさ	17	高水時水面幅		0.078		0.166
	19	高水敷幅		0.089		0.097
砂州の形状	18	砂州幅				
	20	砂州高	0.130		0.005	0.271
	21	河岸勾配	0.659		0.212	

大きく変化しない河道特性的な変数

現地調査等で推定可能な変数

5. おわりに



- 環境の良否は、地勢や平水時の水理量よりは、出水時の水理量や川幅、砂州の形状が強く関与することを把握。
- 平時における現地調査や机上整理のみでは分からない事項であるため、水理量を介した評価（予測）の重要性を把握。



- このような関係性が蓄積されることで、水理量～環境場をつなぐ技術が構築され、河道設計において活用できる可能性
時系列的な変化、改修の有無による影響、他の河川など・・・

