

扇状地河川における礫列に着目した 環境目標の検討と魚類の保全効果

TRANSVERSE RIBS AS ENVIRONMENTAL TARGET IN ALLUVIAL FAN RIVERS

唐沢和輝 | 山梨大学大学院 工学専攻土木環境工学コース (現 いであ株式会社 大阪支社河川部)

巖島怜 | 九州大学大学院 工学研究院環境社会部門

佐藤辰郎 | 九州大学大学院 工学研究院附属アジア防災研究センター

指村奈穂子 | 山梨大学大学院 総合研究部工学域土木環境工学系

●大槻順朗 | 山梨大学大学院准教授 総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター

Mail: kotsuki@yamanashi.ac.jp



本研究のポイント

■ 本研究でやっていること： 扇状地に特有の「礫列」を一つの環境目標の可能性として取り上げ、環境の階層性を考慮したモデルで潜在的な量（ポテンシャル）を評価することで目標設定し、目標達成が「魚類」に与える影響を評価した。

■ 環境目標に関する本研究のポイント

1. 「ポテンシャル」に基づく目標設定：

現況で存在する場だけを対象にするのではなく、「掘削がなければ成立しうる礫列密度」を推定している。流域・セグメントスケールとリーチスケールを階層的なモデリングで結合。

2. 「インパクト・レスポンス」を視野に入れた目標設定：

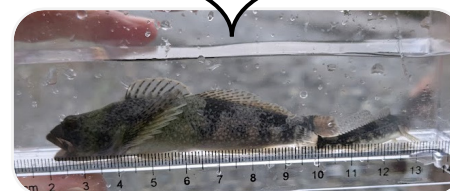
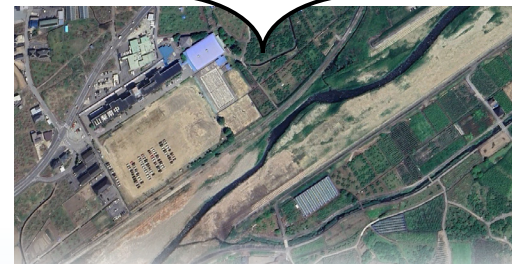
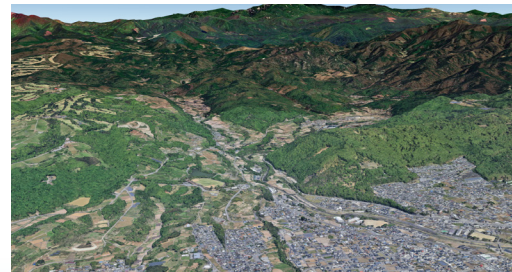
河道掘削の影響緩和、みお筋幅の修正・巨石投入の効果がわかるようにモデリング。

3. 「生物応答」を評価：

場の変化を見るだけでなく、魚類個体数のデータを用い、場と魚類応答（生物多様性）を接続した。

研究のねらい(きっかけ)

- 「川の個性」や「環境の階層性構造」はこれまでも川づくりや環境の理解の基本とされてきた。
- 環境目標にも,このような概念をしっかりと入れることが重要ではないか,という問題意識。
- 富士川の代表的な河川景観である「扇状地河川」を例に,検討をすすめた。



対象地と現地調査手法

(1) 対象地

- ・1級河川富士川水系の10支川群.
- ・様々な地質と標高.

(2) 礫列の観測

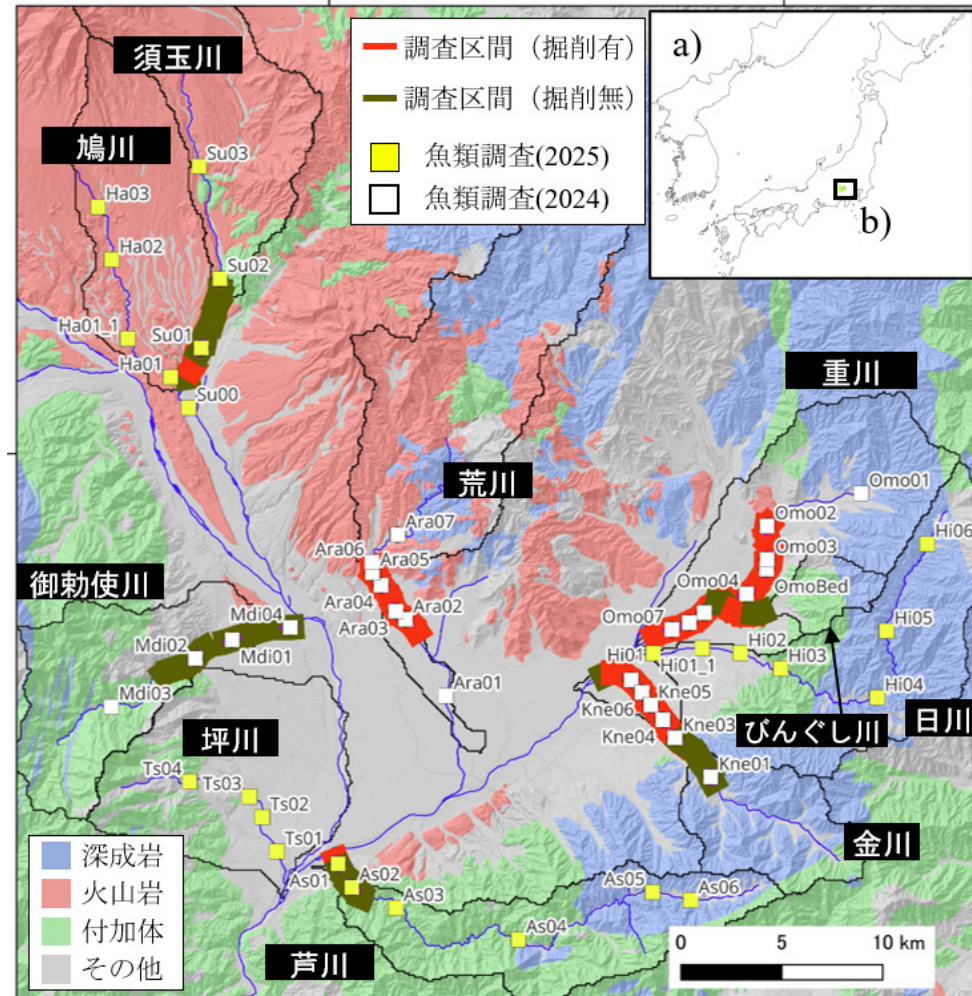
- ・ UAVで空撮しオルソ画像から礫列・巨石を抽出
- ・ 500mごとに礫列・巨石の個数密度を整理

(3) 掘削範囲と履歴の特定

- ・ 県ヒアリングと衛星画像を突合

(4) 魚類の観測と分析

- ・ 電気ショッカーによる直接採捕(4020個体, 3属17種)
- ・ 環境調査(水深・流速, 河床材料)



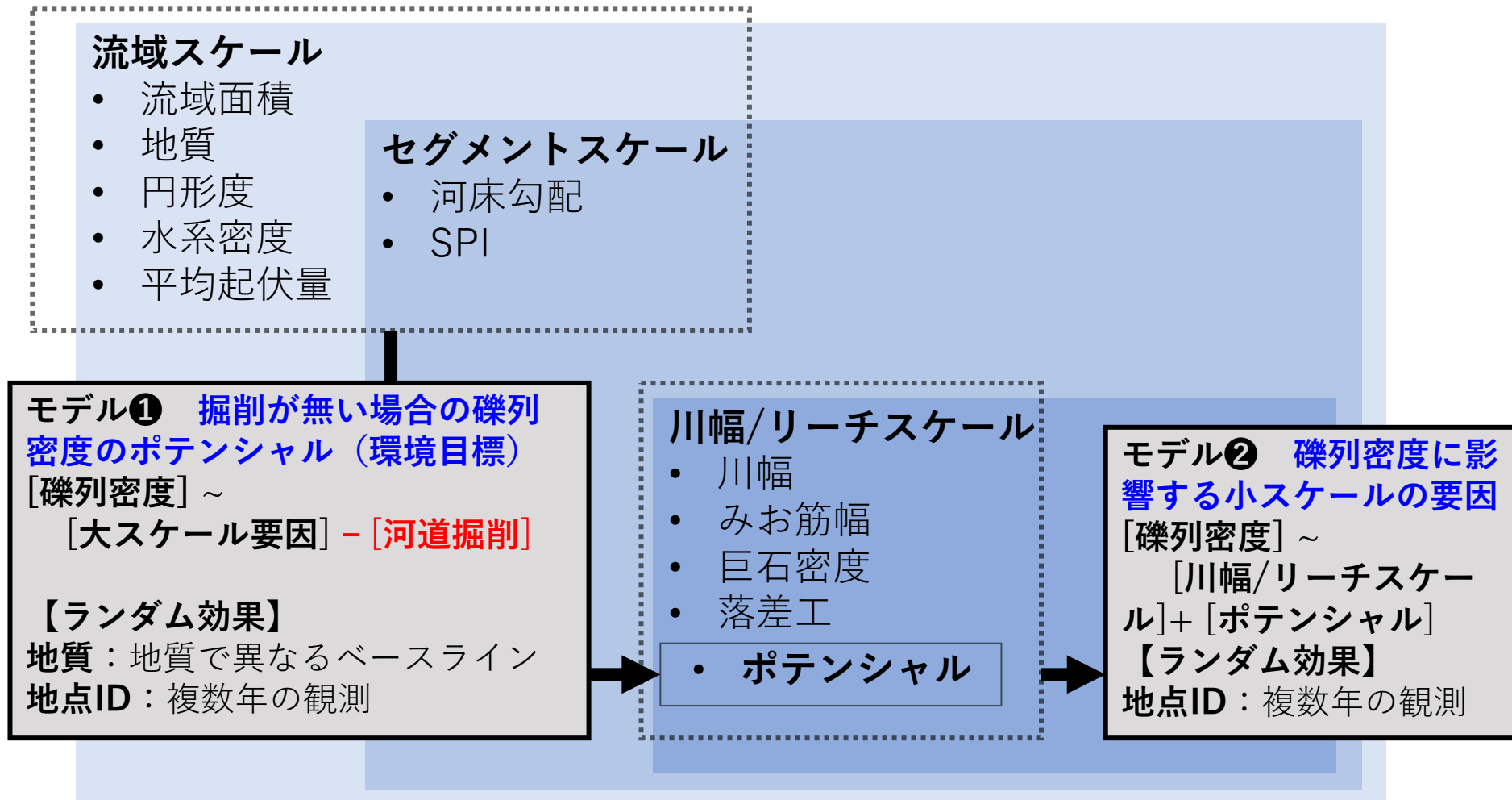
「その川らしさ」に基づく環境目標設定

- ・急流扇状地河川の特徴とは何か？
- ・現在の流域・セグメントスケールの環境下で形成しうる最大の礫列密度（ポテンシャル）を環境目標とする。
- ・礫列：扇状地河川で卓越する階段状の河床形態。流量・土砂・勾配・河床材料の結果として形成される河床構造で、扇状地河川らしさを表す指標になりうる。



「河川環境形成の階層性を考慮した」礫列推定モデル

(1) モデルの構成



- GLMM(一般化線形混合モデル)を用いたモデル化で個別性の考慮
- モデル選択により, 重要な要因を特定

「河川環境形成の階層性を考慮した」礫列推定モデル

(2) モデルの推定結果

モデル①：礫列ポテンシャルを求める

- ・大スケールの要因で礫列の**ポテンシャル**が決まる
- ・**河道掘削**により礫列が減少

目的変数	変数の数							AICc
	水系密度	SPI ²	SPI	河床勾配	掘削有無	平均起伏量	円形度	
礫列ポテンシャル	#1	4	-	+	+			816.1
	#2	6	-	+	+	+	-	816.6

モデル②：小スケールの要因の影響

- ・小スケールの**要因**により実際に**礫列**ができるかどうかが決まる
- ・ポテンシャルも変数に入れる.

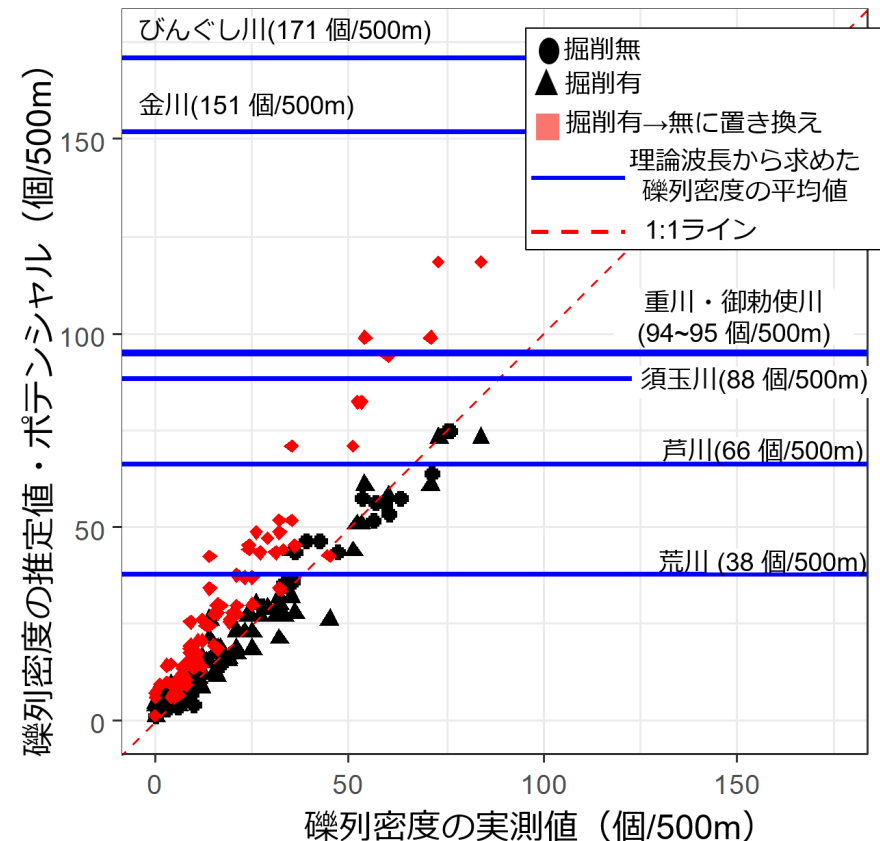
目的変数	変数の数						AICc
	局所勾配	巨石密度	落差工の数	断面形	みお筋幅	川幅	
礫列密度	#1	4	+	+	+	+	709.9
	#2	5	+	+	+	+	711.5

SPIに対する極大性が見られたので#2を選択

「河川環境形成の階層性を考慮した」礫列推定モデル

(3) 礫列ポテンシャル推定の精度と物理的妥当性の検証

- ・モデル①の推定結果は、RMSEは4.3(約20%)であり推定は概ね妥当.
- ・礫列ポテンシャルは礫列の多い(>40個/500m)ところでは大き目
- ・しかしながら、長谷川(2005)の礫列波長式による理論値(青線)と比較すると物理的に妥当な範囲.

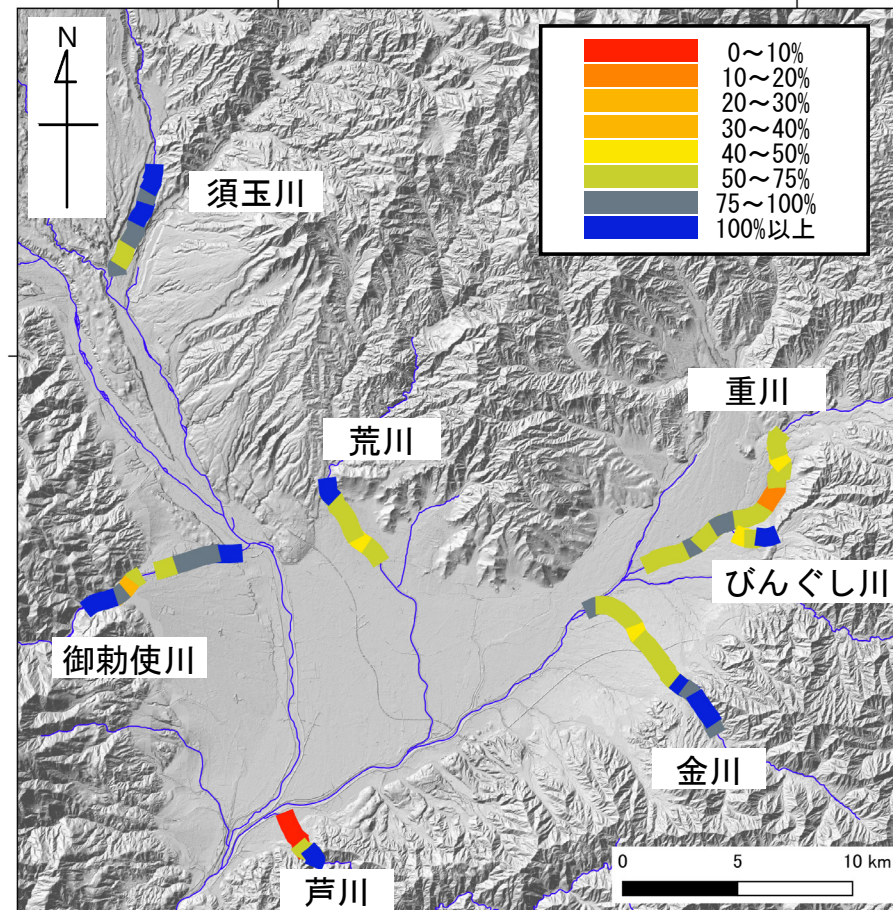


統計モデルだけでは不安が残るが、物理式を比較することで妥当性がある程度担保できる

「河川環境形成の階層性を考慮した」礫列推定モデル

(4) 河道の操作による改善効果

- ・モデル②のモデル選択の結果「みお筋幅」「巨石密度」を管理すると礫列密度を高められると示唆された。
- ・みお筋幅の拡幅(現況に対し+50%)と巨石の投入・存置・再配置(近傍の最大密度)で80%程度まで上昇し, 環境改善できる可能性があることが示唆。



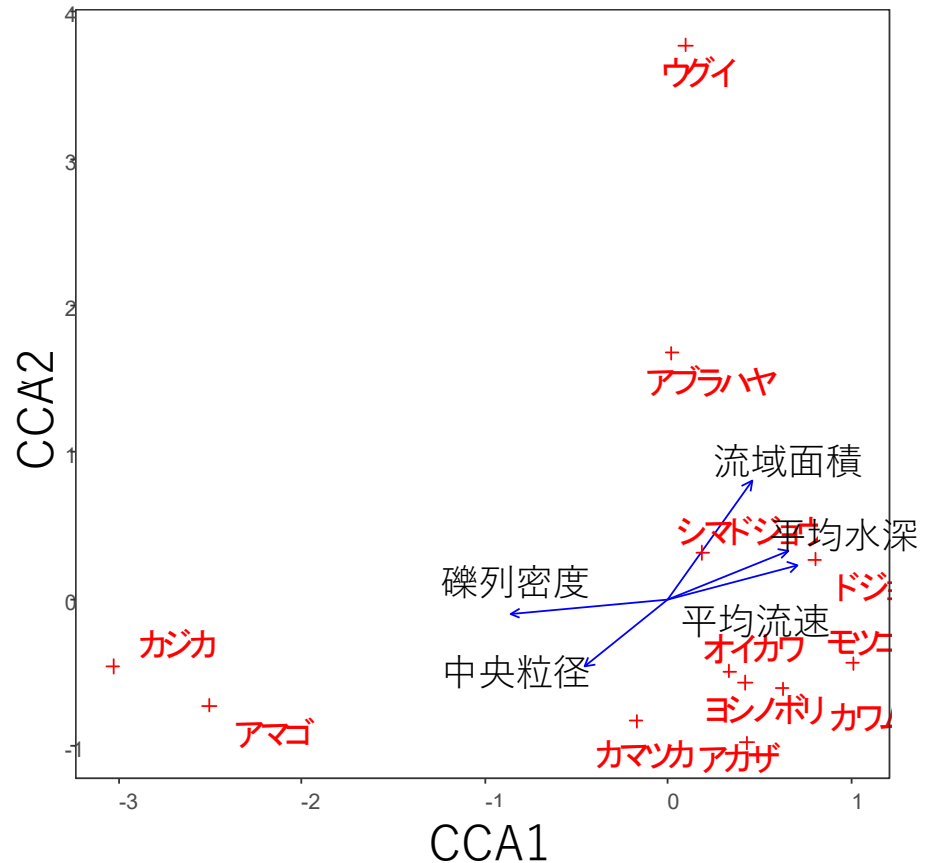
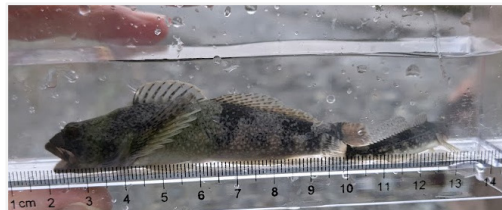
階層的な統計モデルの枠組みで, ポテンシャルからインパクトレスポンスまで評価できた。

環境目標と生物多様性(魚類)への接続

(1)「礫列」に応答する魚種の絞り込み

- ・CCA解析の結果, 礫列に
答する主としてカジカ・アマゴ
が抽出された.

- ・カジカは産卵場として, アマ
ゴは泡沫を隠れ場所として利
用する可能性があるため, 生
態学的にも妥当な推定.

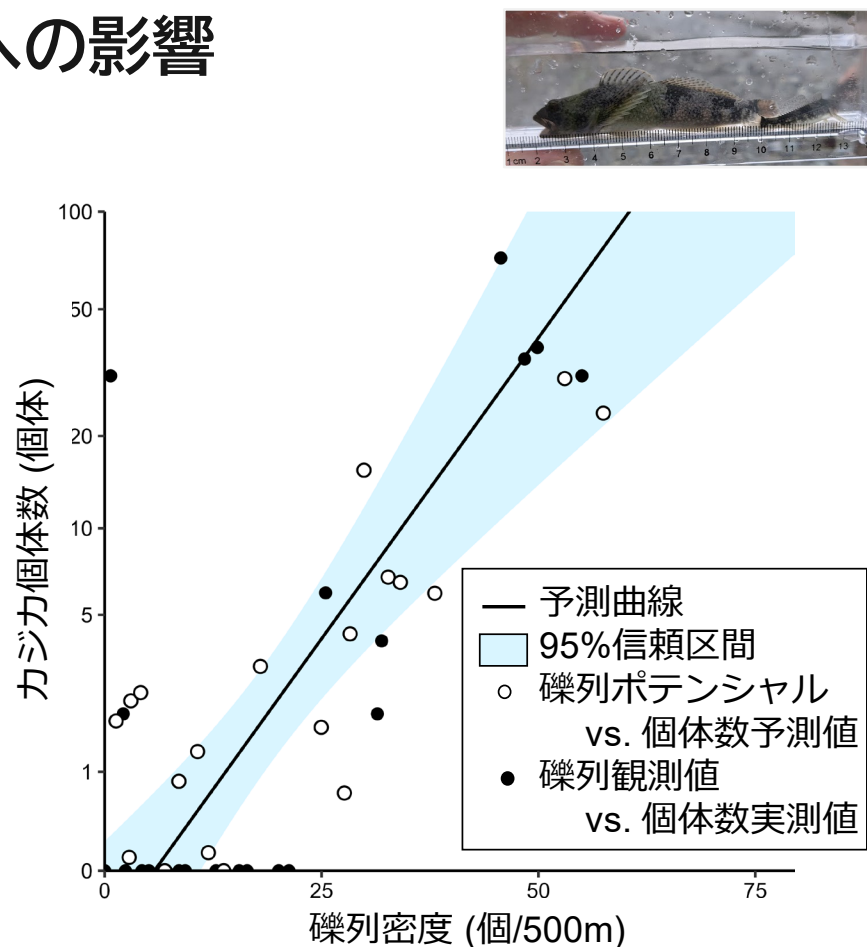


個体数情報を用い環境目標の感度の高い魚種を抽出し, 想定されるレスポンスを定量化できる.

環境目標と生物多様性(魚類)への接続

(2)環境目標充足によるカジカへの影響

- ・GLMによる個体数推定モデルを構築
- ・環境目標を満足した場合、解析対象とした全地点で個体数が増加すると推定.
- ・増加倍率は中央値で1.9倍.



魚類調査(個体数調査)により, マイクロハビタットスケールの礫列の効果を定量化できた.

- 統計モデルによるポテンシャルの推定と物理的妥当性の評価によって実務的な目標値を提案できる.
- 河道掘削時に礫列を増加させるために、みお筋幅の拡幅と巨石の投入・残置が有効.
- 魚類調査結果を用いて、礫列の環境目標を達成するときの指標種と影響を明らかにできる.

今後の環境目標定量化に向けて

■河川環境目標に対する提案:

本研究は礫列に絞った一つの事例ですが....

- 本研究からは, 今後の環境目標定量化に向けて, 少なくとも
“ポテンシャルを見ること”
“人為的インパクトを組み込むこと”
“生物応答に接続すること” が重要ではないか?
- 目標と言っても, いろいろな段階がある.
行政目標, 誘導目標, 生物多様性目標, 学習目標, 操作目標
は役割が違う.
今回の礫列密度は, この中で“河川らしい環境を誘導する目標”であり, みお筋幅や巨石密度は“操作目標”に近い.

ご清聴ありがとうございました