

2023年度 河川技術に関するシンポジウム  
Room6 河川環境・河川生態 (1)

# 環境DNAを用いた江の川水系における オオカナダモの季節的繁茂特性の把握

EXAMINATION OF SEASONAL ENVIRONMENTAL FACTORS CAUSING *EGERIA DENS*A  
OVERGROWTH USING ENVIRONMENTAL DNA IN THE GONOKAWA RIVER

宮平 秀明<sup>1)</sup>, 宮園 誠二<sup>1)</sup>, 赤松良久<sup>1)</sup>

1) 山口大学大学院 創成科学研究科

## オオカナダモ (*Egeria densa*) :

- 南米原産の沈水植物
- 北海道を除く日本全国に分布<sup>1)</sup>
- 切れ藻による栄養生殖<sup>1)</sup> ➡ 高い繁殖能力
- 河床の付着藻類の生育阻害
- 河川景観の悪化



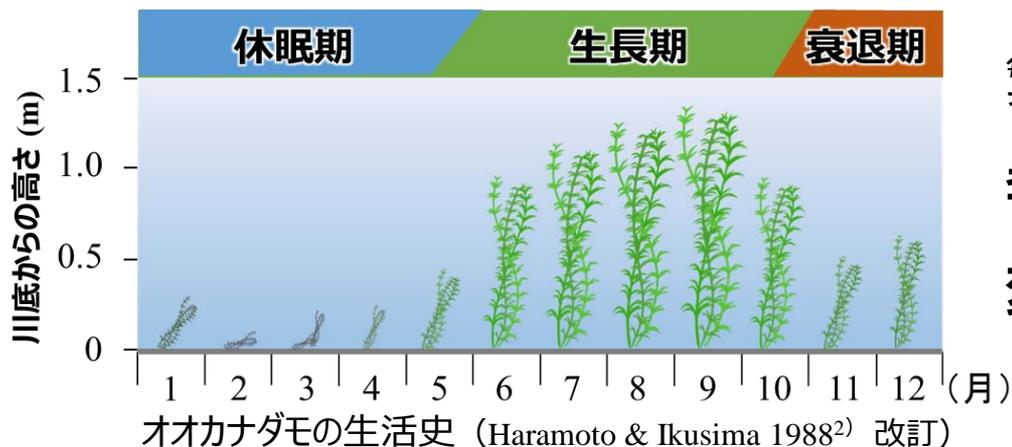
河川環境の人為的な改変（堰堤の設置など）や

気候変動に伴う河川水温の上昇による、さらなる分布拡大が懸念

**オオカナダモの異常繁茂を抑制するための河川管理が必要**

## オオカナダモが繁茂しやすい河川区間

- 堰堤・床止めなどの河川構造物の影響や地形特性により  
流れが緩やかな河川区間<sup>1)</sup>  
➡ 繁茂のもととなる切れ藻が定着しやすい可能性
- 冬季の河川水温が相対的に高い河川区間<sup>1)</sup>



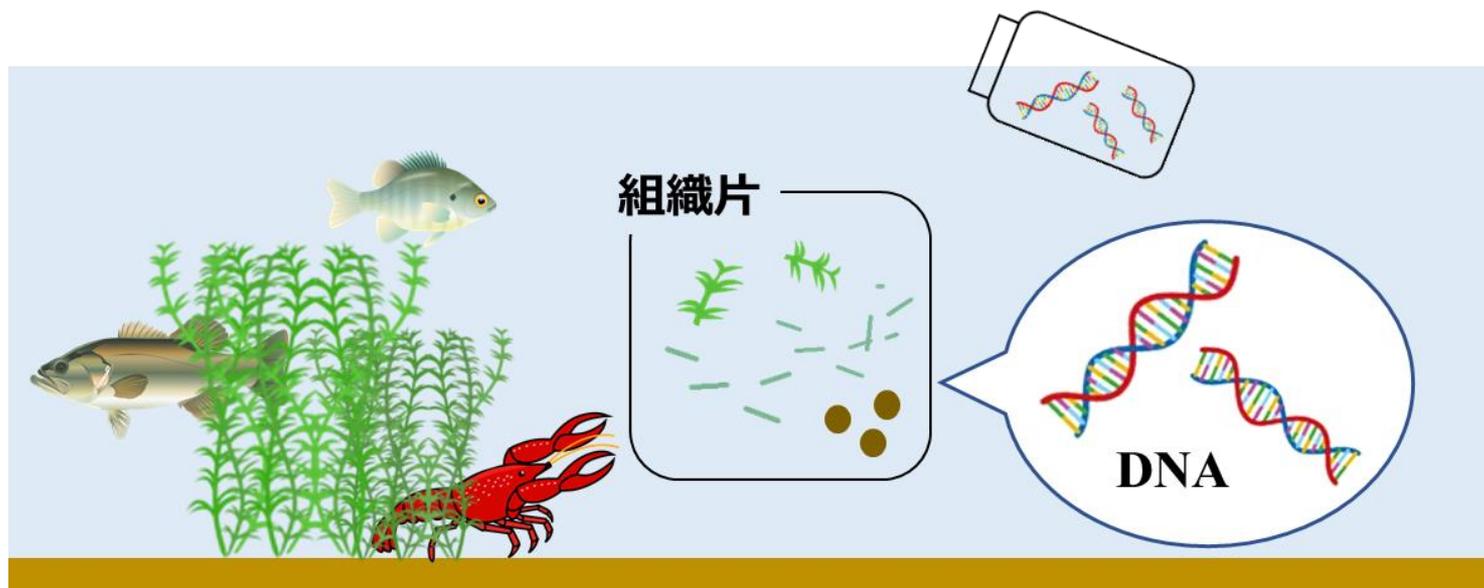
繁茂に影響し得る環境要因は、  
季節ごと（休眠期・生長期）に  
変化する可能性

**オオカナダモの繁茂特性を季節ごとに把握する必要がある**

1) 宮平秀明, 宮園誠二, 児玉貴央, 赤松良久, 中尾遼平: 環境DNAを用いた中国地方一級水系におけるオオカナダモ繁茂要因の基礎的検討, 河川技術論文集, Vol.28, pp.163-168, 2022.  
2) Haramoto, T. and Ikushima, I.: Life cycle of *Egeria densa* Planch., an aquatic plant naturalized in Japan. Aquat. Bot., Vol.30, pp.389-403, 1988.

**環境DNA**：水中や土壌に含まれる生物のDNAの総称

- **河川水を採集するだけで生物情報が入手可能**



**環境DNA濃度が上流約1kmまでのオオカナダモ群落面積を最も反映<sup>1)</sup>**

**水系広域での効率的なモニタリングが可能に！**

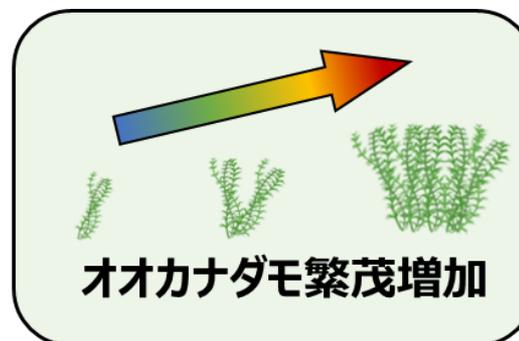
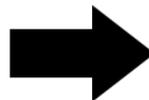
1) Kodama, T., Miyazono, S., Akamatsu, Y., Tsuji, S. and Nakao, R.: Abundance estimation of riverine macrophyte *Egeria densa* using environmental DNA: effects of sampling season and location. *Limnology*, Vol.23, pp.291-308, 2021.

## 水系広域における外来沈水植物オオカナダモの 季節的な繁茂特性の把握

検討①：環境DNAを用いて水系広域における季節ごとの  
オオカナダモの繁茂状況を把握

検討②：オオカナダモの季節的な繁茂増加に影響する  
環境要因の把握

環境要因  
(水温, 地形, etc.)



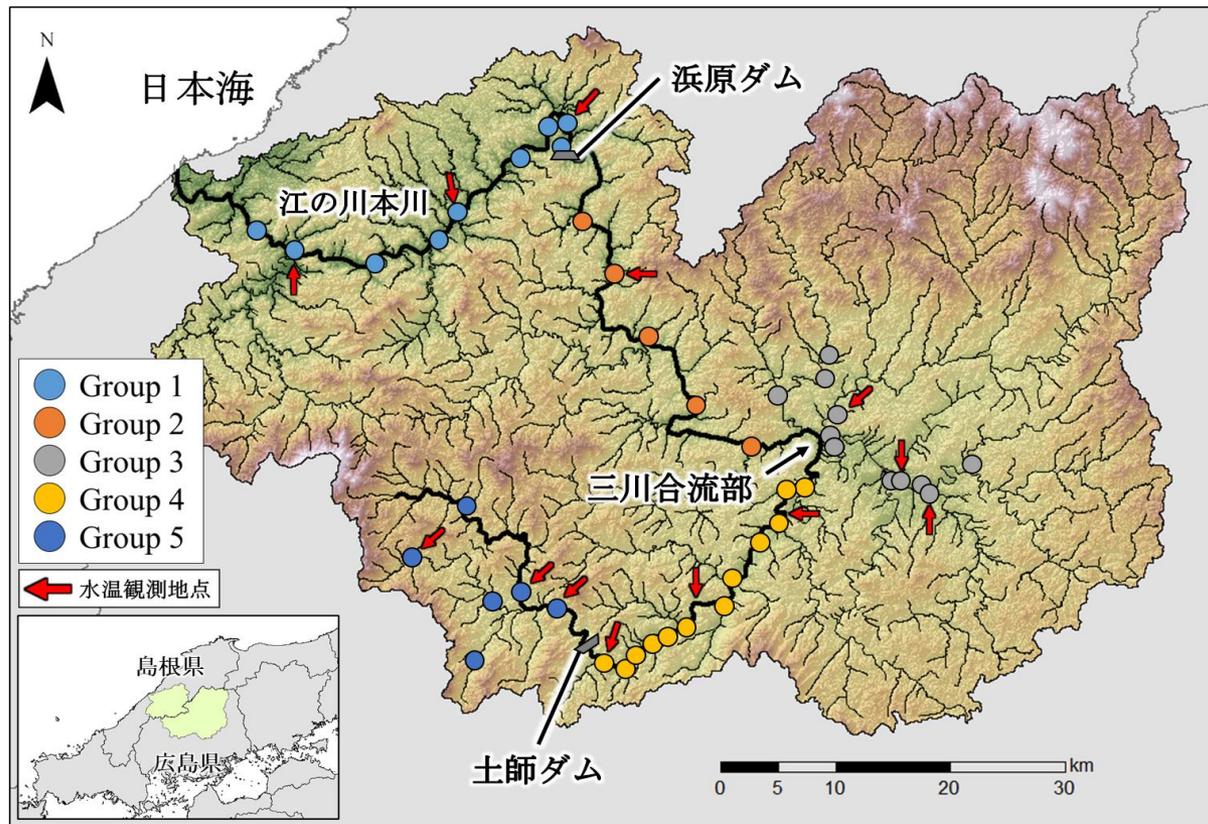
**調査地点**：江の川水系の計43地点

**調査期間**：①2021年11月26日, 12月2日（衰退期<sup>1)</sup>）

②2022年6月12～13日（生長期<sup>1)</sup>）

調査地点を5グループに区分

➡ ダム設置の河川環境への影響やオオカナダモ繁茂の本流・支流間の違いを検討



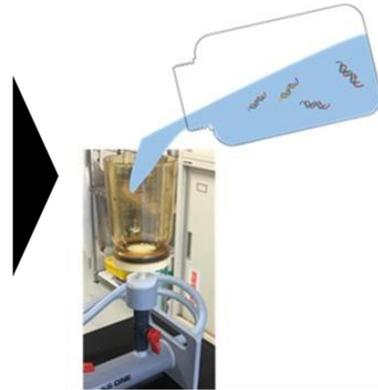
## 環境DNA分析（リアルタイム定量PCR法）

### ①採水



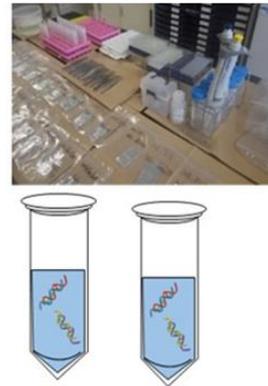
表層水1L

### ②ろ過

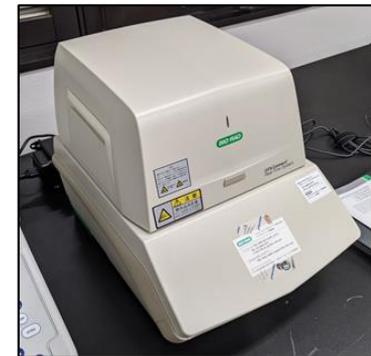


フィルター：0.7µm GF/F

### ③DNA抽出



### ④定量PCR



- ・ プライマー & プロブにはFujiwara et al<sup>1)</sup>を用いた

**衰退期&生長期のオオカナダモ環境DNA濃度（copies/L）を定量**

## オオカナダモの季節的な繁茂変化に影響しうる環境要因を解析

### 着目した環境要因

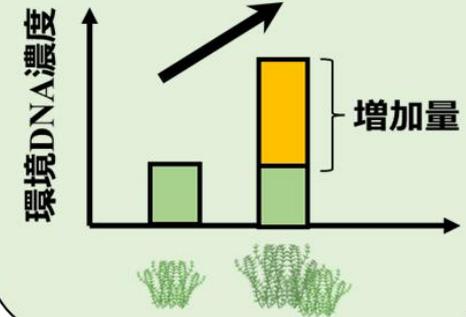
- 切れ藻が定着しやすい環境 → 地形特性，河床勾配，河川横断構造物
- オオカナダモの藻体の生長に影響し得る河川水温

### 環境要因

- 河床勾配
- 河川横断構造物
- 平均TWI
- 河川水温



### オオカナダモ 環境DNA濃度増加量



環境DNA濃度の増加（衰退期→生長期）に  
影響し得る環境要因を検討

## 切れ藻の定着に関連し得る環境要因

### 河床勾配：

- 採水地点上流1kmの河床勾配を算出

### 河川横断構造物

- 採水地点から最も近い河川横断構造物までの距離を測定

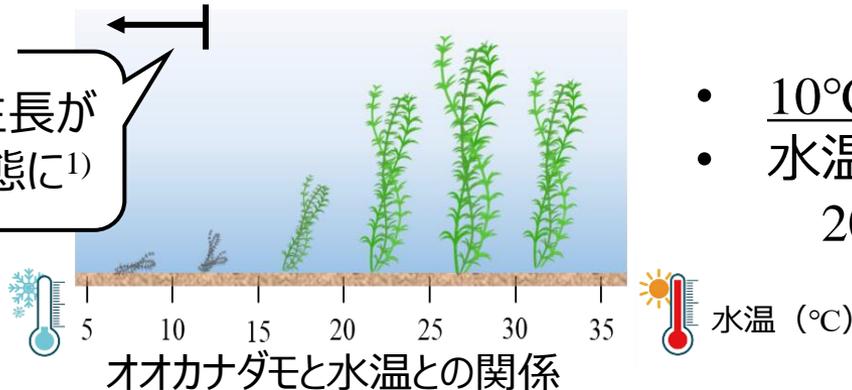
### 地形特性：

- TWI (Topographical Wetness Index) : 土砂堆積の起こりやすさを示す指標  
 $TWI = \ln (As/\tan\theta)$  ( $As$ : 累積流量,  $\theta$ : 傾斜角)
- 採水地点上流1km, 幅1kmのポリゴン内のTWIの平均値を算出

## 藻体の生長に影響し得る河川水温

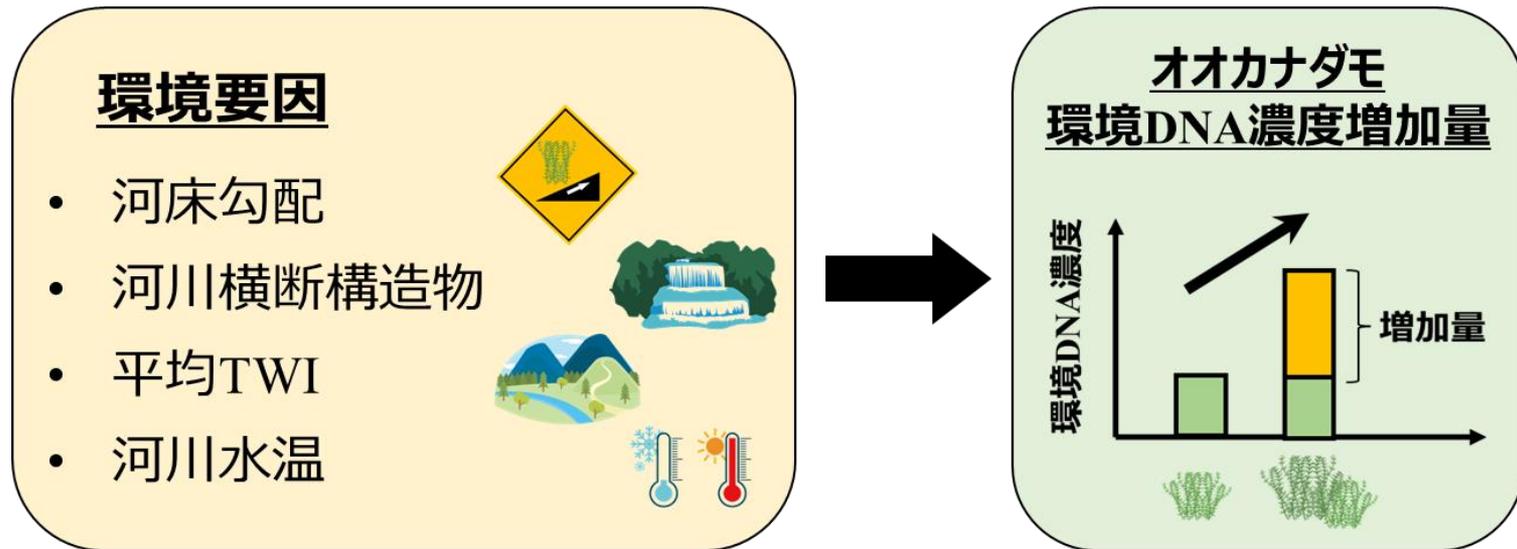
10°C以下

オオカナダモの生長が  
停止し休眠状態に<sup>1)</sup>



- 10°C以下の時間数を算出
- 水温観測期間：  
2021年10月～2022年3月

## 環境DNA濃度の増加に影響し得る環境要因を検討



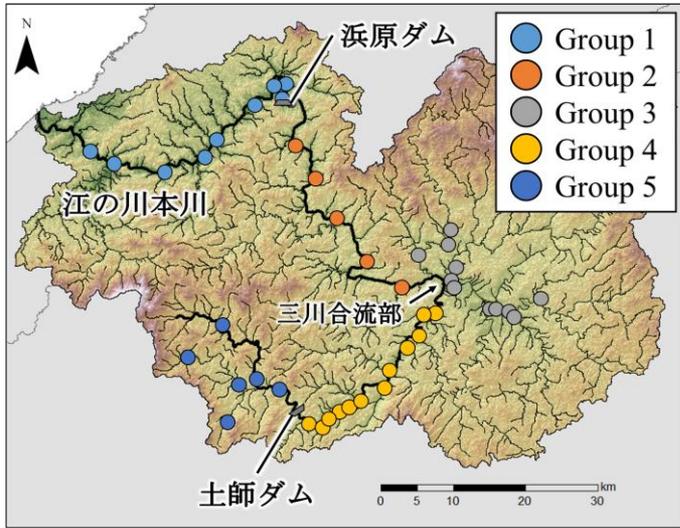
- Kendallの順位相関係数 ( $\tau$ )

## **環境DNA濃度増加量と環境要因との相関関係を解析**

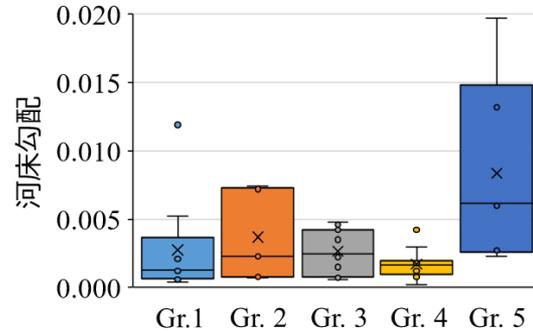
- 一般化線形モデル (GLM) (確率分布: 負の二項分布, link 関数: log)

## **環境要因の環境DNA濃度増加量への相対的な影響を推定**

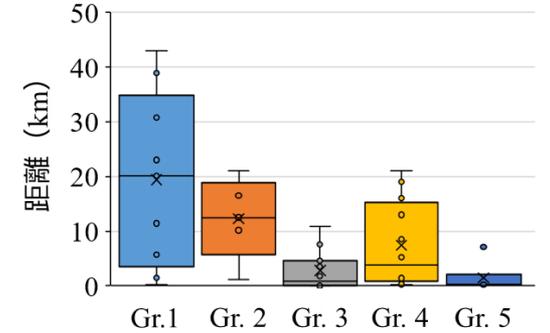
※ $\Delta AIC < 2.0$  のモデルを対象に解析



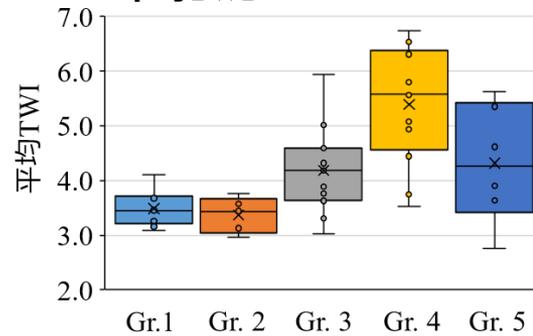
上流の河床勾配



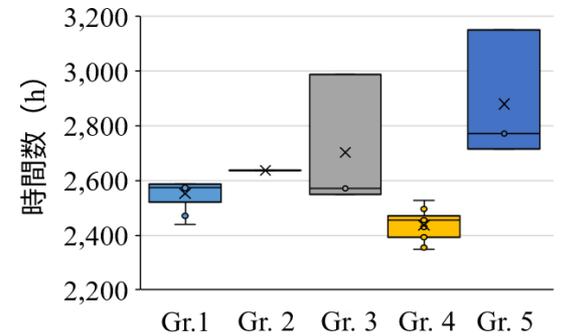
河川横断構造物までの距離 (km)



平均TWI



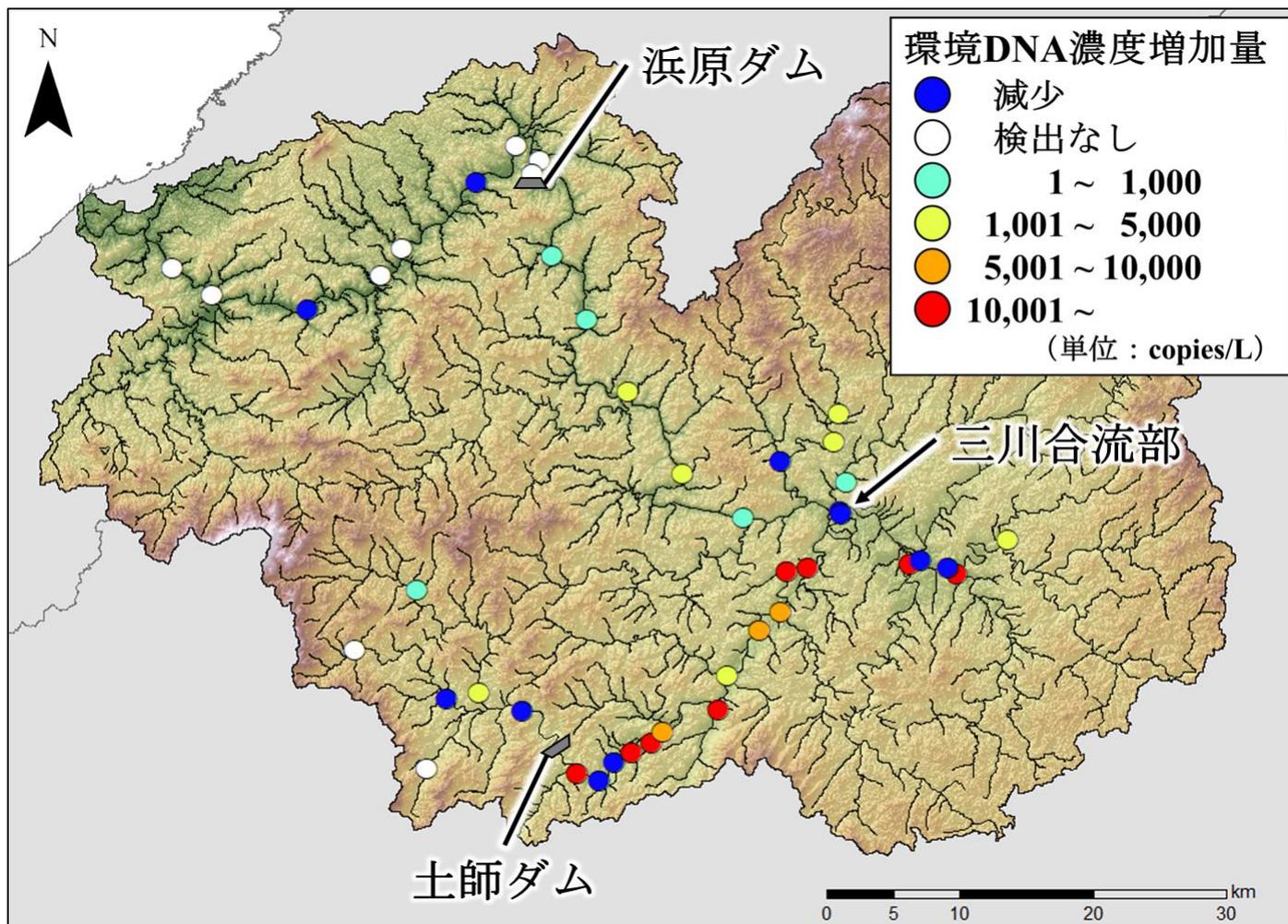
河川水温10°C以下の時間数 (h)



- 土師ダムを境に (Gr.4 と Gr.5の間) , 河川水温, 河床勾配及び平均TWIが流程方向に断続的に変化

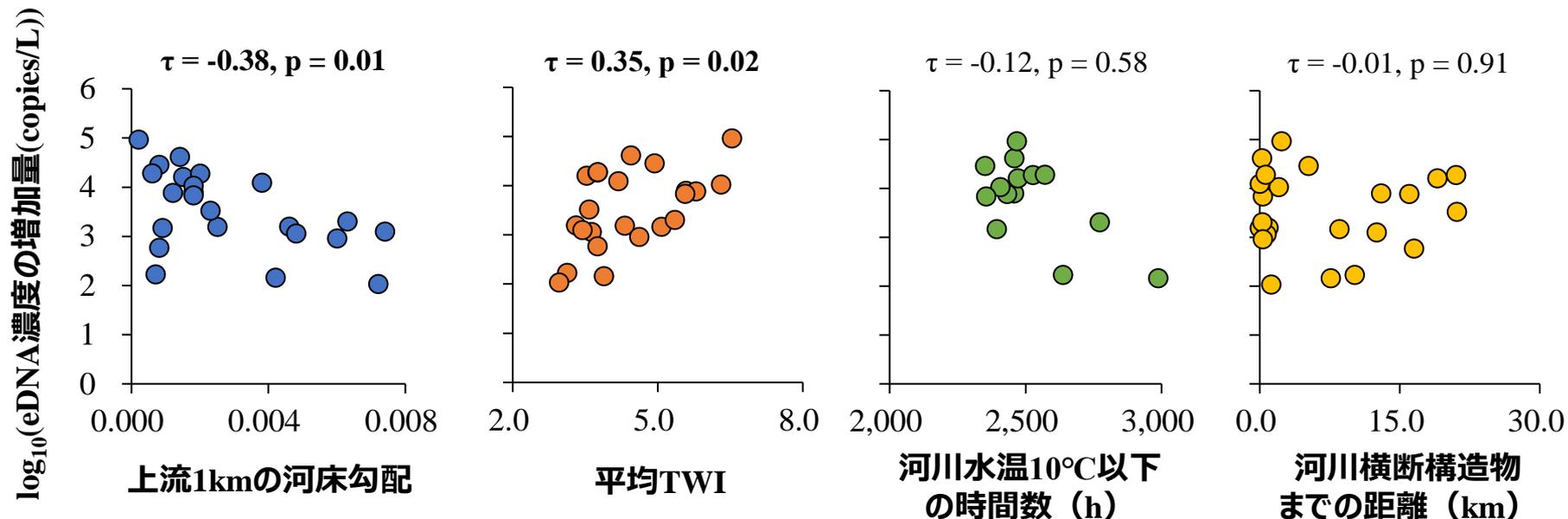
**土師ダムが江の川の河川環境に様々な影響をもたらしている可能性**

# 結果：環境DNA濃度増加量



- 43地点中34地点で環境DNAを検出（23地点で増加，11地点で減少）
- **土師ダム下流区間**で環境DNA濃度の増加が相対的に高い傾向

# 結果：環境DNA濃度増加量 vs. 環境要因



- 環境DNA濃度増加量と上流河床勾配との間に負の相関,  
平均TWIとの間に正の相関
- **河床勾配のゆるやかな地形, 土砂堆積の起こりやすい地形で  
環境DNA濃度が増加しやすい傾向**

モデル	上流河床勾配 	水温10°C以下の 時間数 	河川横断構造物 までの距離 	平均TWI 	ΔAIC
1	-0.878				0.00
2		-1.394			0.01
3	-0.469	-0.824			0.76
4		-1.418	-0.261		1.06
5	-0.865			0.253	1.34
6	-0.895		-0.188		1.51
7		-1.309		0.197	1.53
選択回数	4	4	2	2	

※説明変数の値を標準化

- 上位モデル ( $\Delta AIC < 2.0$ ) に7種類のモデルが選択
  - トップモデルに**河床勾配**のみが選択, 環境DNA濃度増加量と負の相関
  - **河床勾配と水温10°C以下の時間数**がともに4回選択
- **河床勾配のゆるやかな地形, 休眠期の河川水温**が相対的に高い河川区間でオオカナダモ群落の増加が起こりやすい可能性

## 目的：江の川における外来沈水植物オオカナダモの 季節的な繁茂特性の把握

検討① 環境DNA分析から複数水系のオオカナダモの繁茂状況の把握  
**土師ダム下流区間**で環境DNA濃度の増加が相対的に高い傾向

検討② 環境DNA濃度増加に影響し得る環境要因の把握

以下の環境条件を伴う河川区間でオオカナダモ群落が増加しやすい

- **河床勾配**がゆるやか河川区間
- **土砂堆積**の起こりやすい地形
- **休眠期**の河川水温が相対的に高い河川区間

