

# 河川汽水域の保全と再生

国土交通省 国土技術政策総合研究所

河川研究部 河川研究室

主任研究官 中村 圭吾

# 背景と目的

## 背景

- ① 増大する水災害リスク対策として、河川汽水域の河道掘削等が求められている
- ② 多種の魚類が生息する等、生物多様性が保たれている河川汽水域での「埋め立て」や「河川工事」、「地球温暖化に伴う海面上昇」等による影響が懸念
- ③ 従来研究は個別テーマや個別河川のものが中心で、河川汽水域の保全・再生・管理に資する実践的な研究事例が少ない

## 目的

知見の不十分な河川汽水域を体系的に研究することによって、治水・利水・環境を総合的に勘案した河川汽水域の保全・再生・管理手法を提案する。

# 研究の全体像

## 基礎情報の整理

### (1) データ収集・整理

河川汽水域データベースの作成

生物多様性の観点からの位置づけ

### (2) 河川汽水域の 類型化

全国109水系の分類



## (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス 把握のための手法開発

### 基礎

物理・化学・生物環境の  
形成要因・相互関係分析

- 干潟分布パターン、干潟分布の推定手法
- 潮汐を考慮した比高と植生群落の定量的関係
- 河川汽水域における塩水の滞留時間の解析

### 応用

河川汽水域の  
インパクトレスポンス分析

- 河道掘削方法による河川汽水域環境の変化
- 河道整備とシジミの生息環境
- 東日本大震災の河川汽水域への影響
- 海面上昇に伴う干潟地形の変化



## (4)

治水・利水・環境を勘案した  
河川汽水域の保全・再生・管理

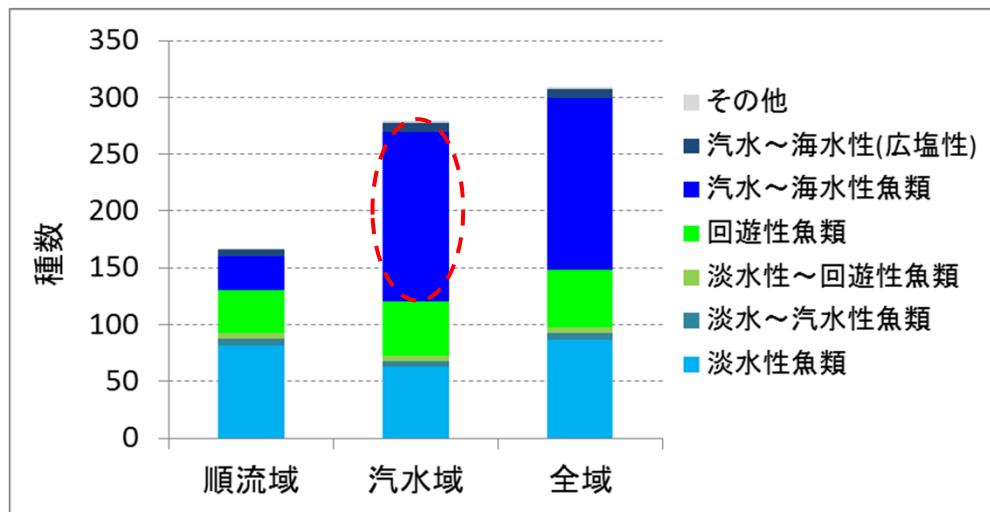
## (1) データ収集・整理

# 河川汽水域の生物多様性

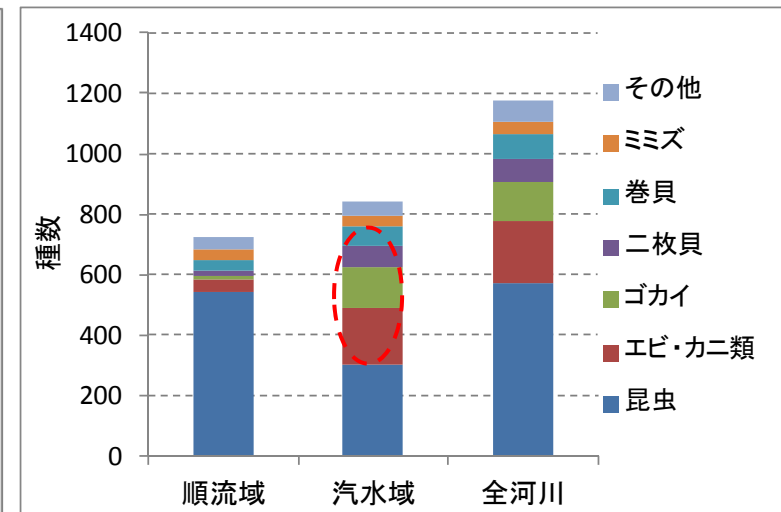
河川水辺の国勢調査結果をもとに、河川汽水域と順流域の生物多様度を整理

- 河川汽水域は順流域よりも、面積又は地点あたりの種数・貴重種が多い。
- 魚類・底生動物：河川汽水域は河川全体の種数増加又は生物多様度向上に寄与（河川汽水域では汽水～海水性魚類、エビ・カニ類・二枚貝類・ゴカイ類が多く出現）
- 植物：河川汽水域は順流域よりも多様度指数が低い。  
（河川汽水域で優占する植物群落は塩分耐性のあるヨシ・塩沼植物群落に限定）

（魚類の出現状況）



（底生動物の出現状況）

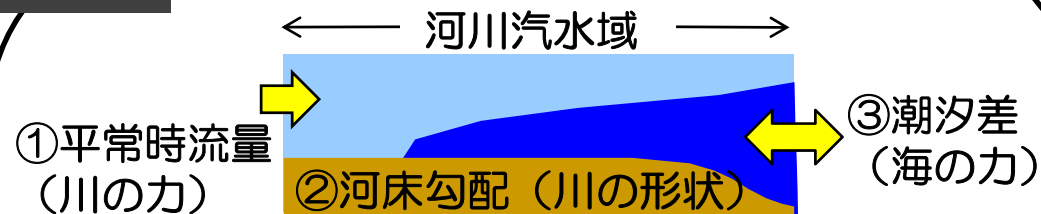


河川汽水域の多様性を評価し、順流域との差異などその特性を明らかにした。

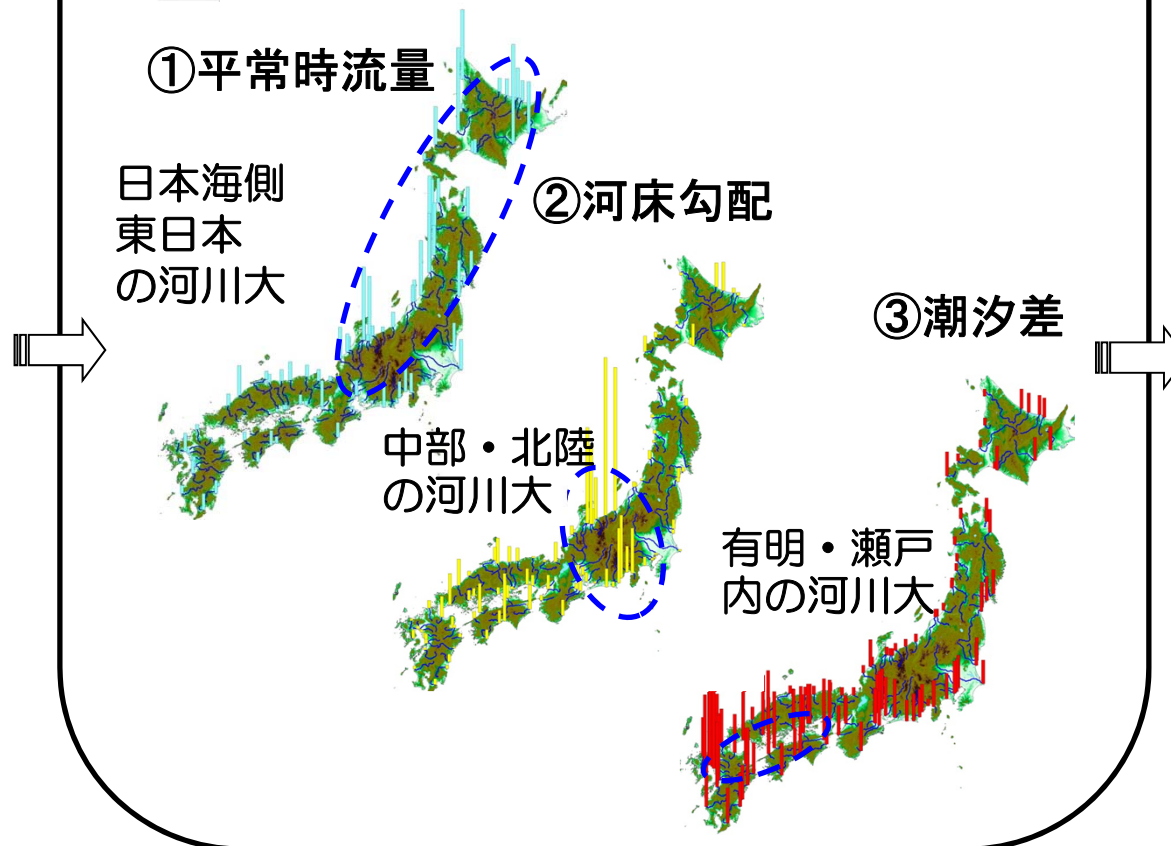
## (2) 河川汽水域の類型化 全国109水系の分類

物理環境を中心とした  
河川汽水域の類型化

平常時の環境形成要因



河川汽水域DB  
(物理)

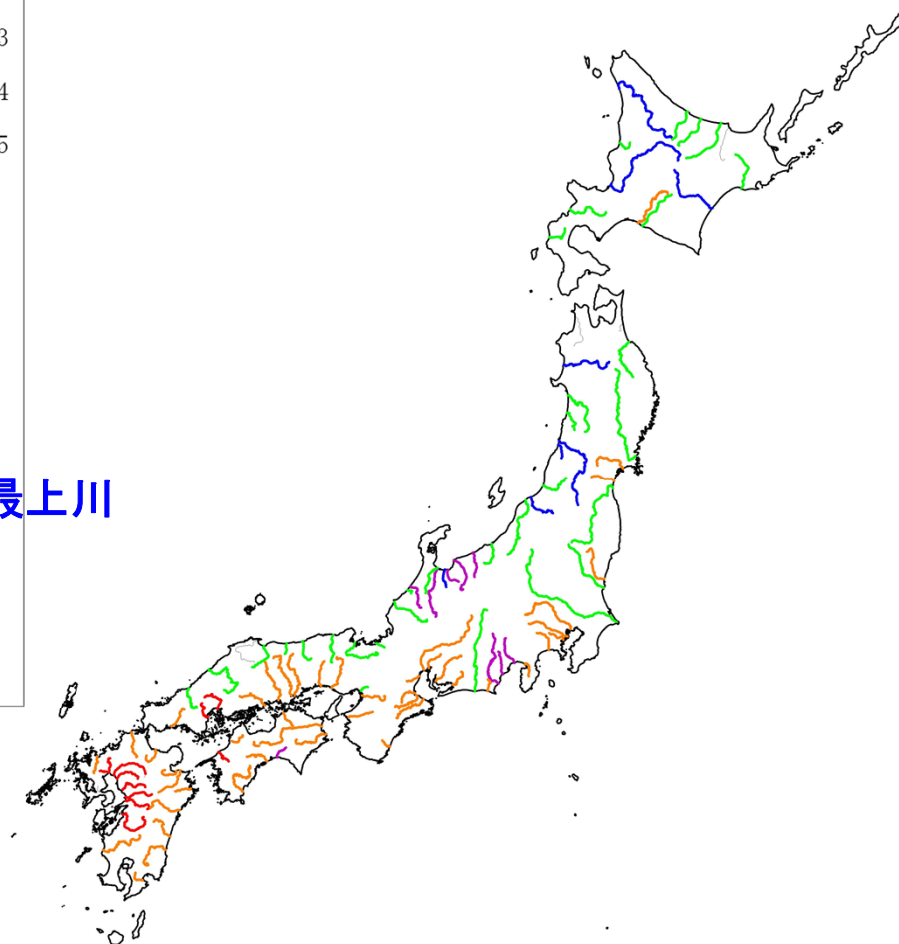
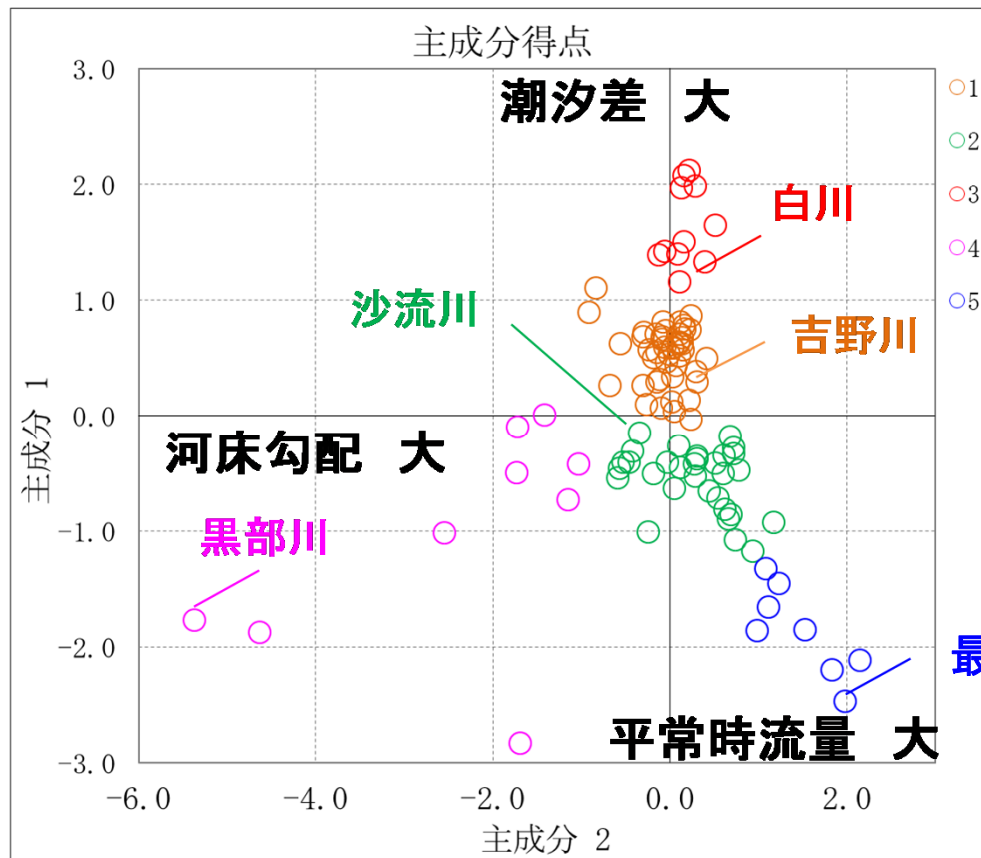


主成分分析・クラスター分析

類型化

## (2) 河川汽水域の類型化 全国109水系の分類

### 主成分分析・クラスター分析

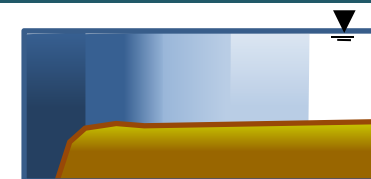


## (2) 河川汽水域の類型化 全国109水系の分類

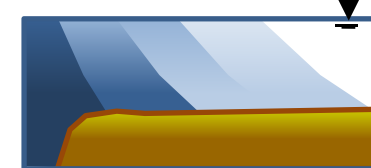
### 類型化の結果

|  | 名称   | 特徴         | 水系の分布      |
|--|------|------------|------------|
|  | 強潮汐型 | 潮汐が非常に大きい  | 有明、瀬戸内海の一部 |
|  | 潮汐型  | 潮汐がやや大きい   | 太平洋側       |
|  | 大流量型 | 勾配が緩く流量が多い | 主に日本海側の大河川 |
|  | 流量型  | 河川流量がやや多い  | 日本海側、太平洋側  |
|  | 勾配型  | 勾配が大きい     | 北陸～中国、東海   |

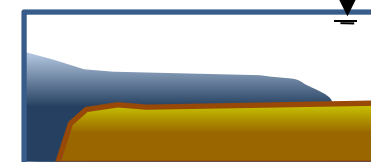
強混合



緩混合

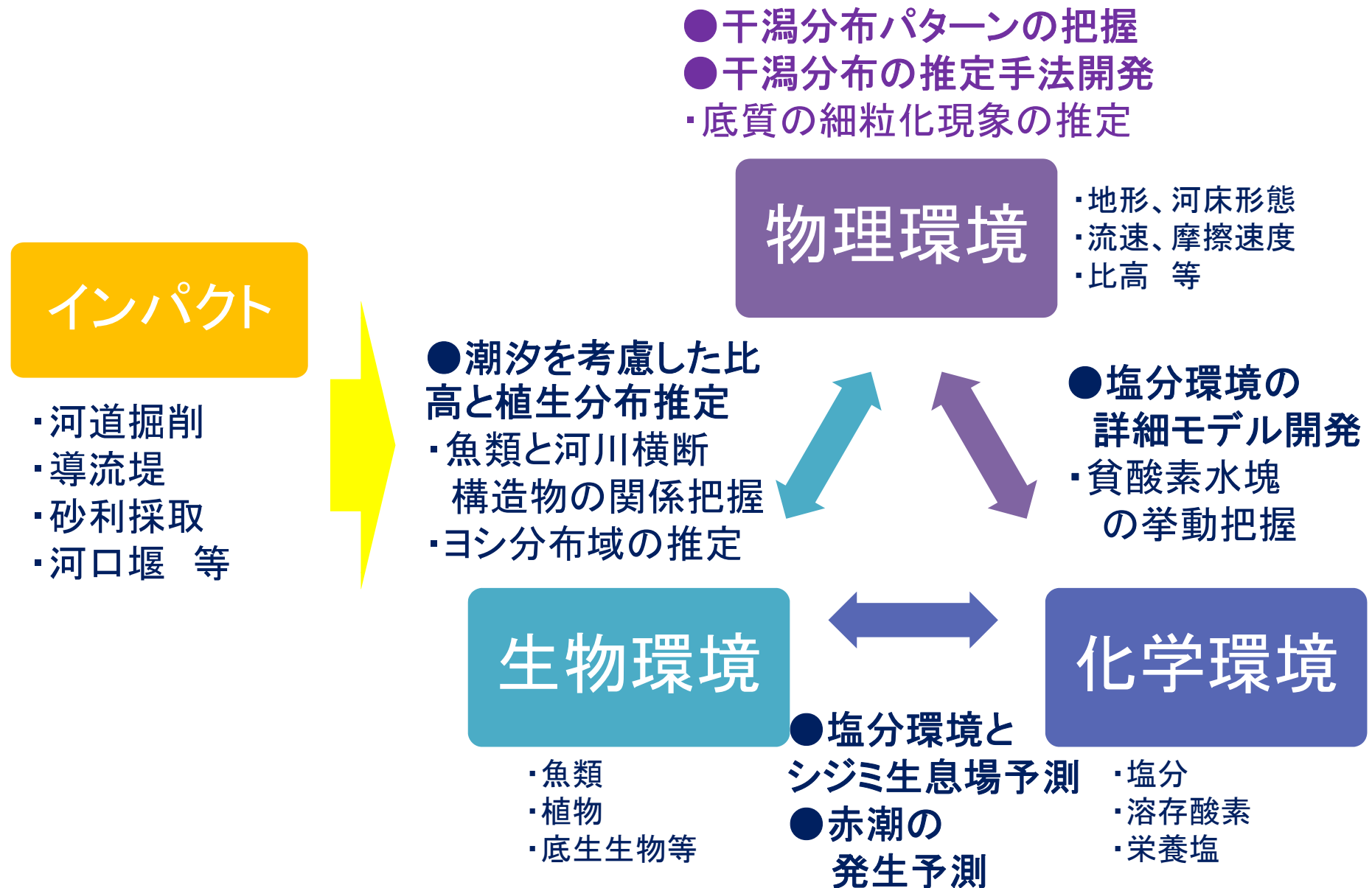


弱混合



|  | 名称   | 河川例     | 混合形態           | 河川汽水域出現魚種の特徴                            | 管理上の注意              |
|--|------|---------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|
|  | 強潮汐型 | 太田川、菊池川 | 強混合            | 海水性<br>～汽水性の魚類優占<br>(キチヌ、トビハゼ、ウロハゼ、チチブ) | 塩水遡上、塩害<br>貧酸素化、再堆積 |
|  | 潮汐型  | 木曽川、吉野川 | 緩混合<br>(一部強混合) |                                         |                     |
|  | 大流量型 | 米代川、最上川 | 弱混合<br>～緩混合    | 淡水性の魚類優占<br>(コイ、ヌマチチブ、モツゴ、ゲンゴロウブナ)      | 河口閉塞                |
|  | 流量型  | 北上川、利根川 |                |                                         |                     |
|  | 勾配型  | 黒部川、大井川 | 弱混合            |                                         | 順流域に準ずる             |

### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 物理・化学・生物環境の形成要因・相互関係分析

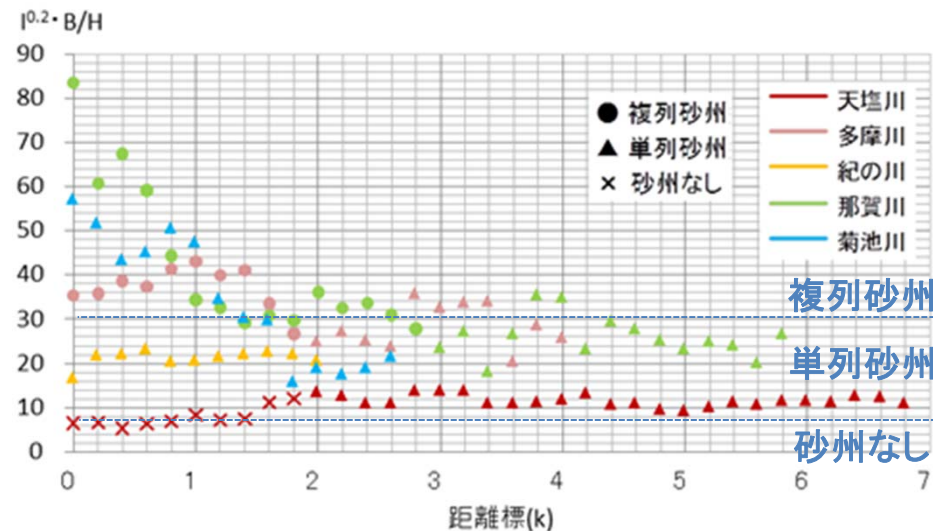




### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 干潟分布パターン

河川汽水域における砂州の形を通常の河川の知見と比較

砂州領域区分（黒木ら）へのあてはめ



I:河床勾配、B:川幅、h:水深

領域区分は平均年最大流量時の 川幅水深比等 ( $I^{0.2}B/h$ や $B/h$ )で説明可能だが、境界値については、既往の研究よりも大きな値となった

### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 干潟分布の推定手法

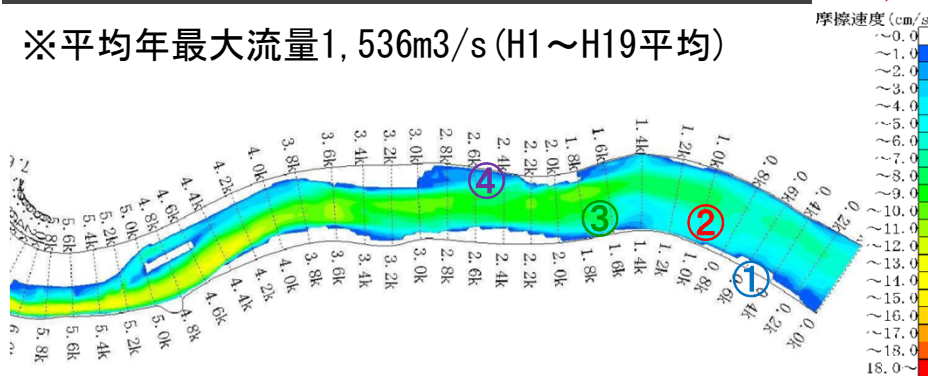
河床高変化図（多摩川）



増加範囲 干潟分布が変化 (H9～H16)  
減少範囲

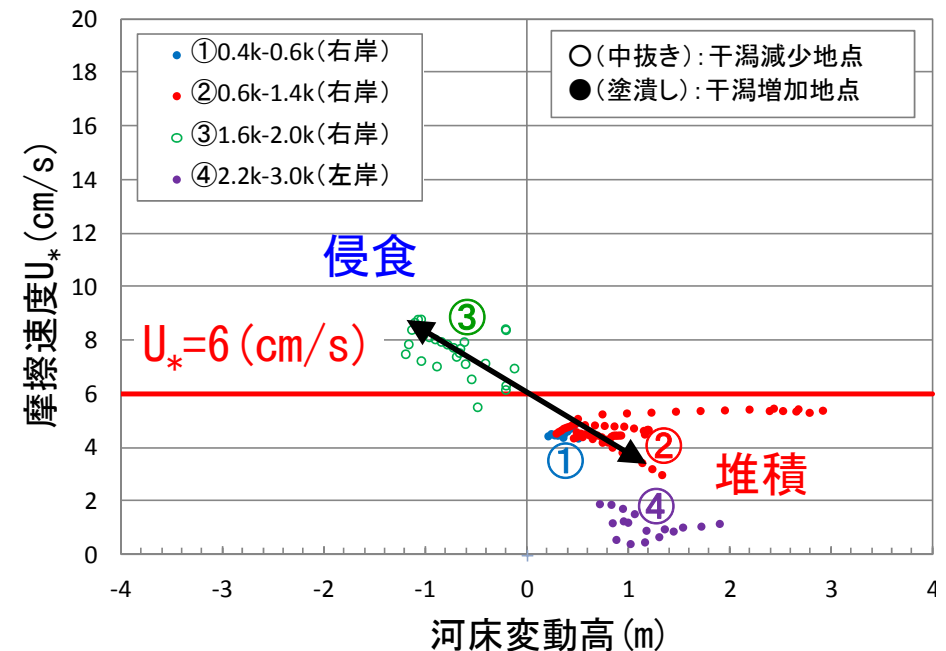
洪水時の摩擦速度の分布（多摩川）

※平均年最大流量1,536m<sup>3</sup>/s (H1～H19平均)



摩擦速度※の小さい個所で干潟が拡大  
※河床材料を押し流そうとする力

摩擦速度と河床高変化の関係（多摩川）



洪水時の摩擦速度6cm/s以下の場所で  
干潟地形が形成されやすい

干潟形成の水理条件を解明することで掘削等の河川事業の影響検討が可能

### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 潮汐を考慮した比高と植生群落の定量的関係

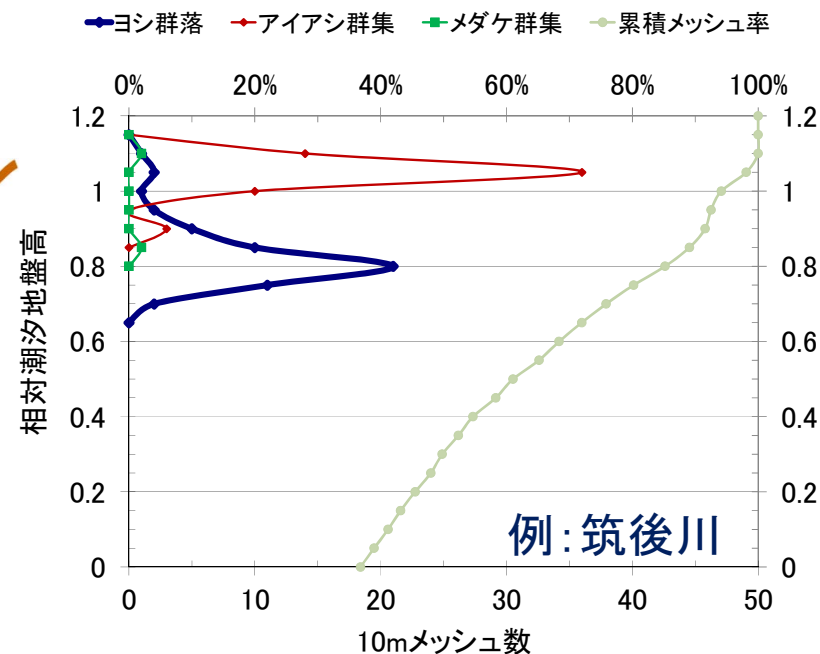
#### 潮汐を考慮した比高

潮間帯に対応して、朔望平均干潮位を0,朔望平均満潮位を1として標準化した指標(相対潮汐地盤高)で整理

$$\text{相対潮汐地盤高} = \frac{(\text{地盤高} - \text{朔望平均干潮位})}{(\text{朔望平均満潮位} - \text{朔望平均干潮位})}$$



#### 相対潮汐地盤高と植生分布



河川汽水域の比高(相対潮汐地盤高)と植生の関係を整理し、影響評価を可能とした

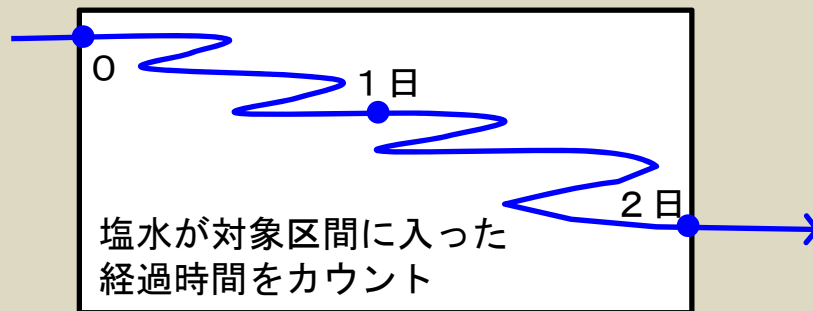
### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発

## 塩水の継続時間・滞留時間の解析

河川汽水域に侵入した塩水の滞留時間の時空間分布を評価するモデルを新たに開発： 計算対象領域を格子に区分し、移流拡散方程式を解くことでオイラー的に時空間的水質変化を計算

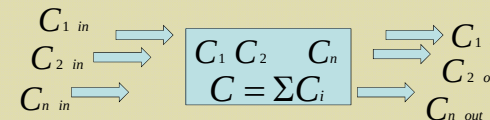
(下流)

(上流)



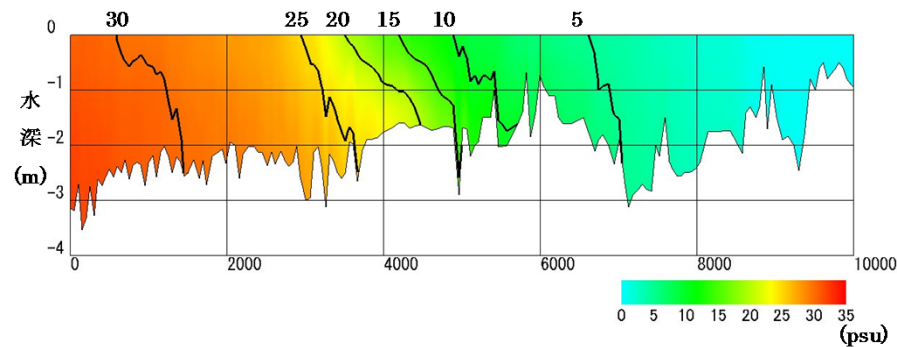
分画モデル

$$\frac{\partial \bar{C}_i}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{C}_i}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{C}_i}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{C}_i}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ A_H \frac{\partial \bar{C}_i}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ A_H \frac{\partial \bar{C}_i}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[ K_H \frac{\partial \bar{C}_i}{\partial z} \right]$$

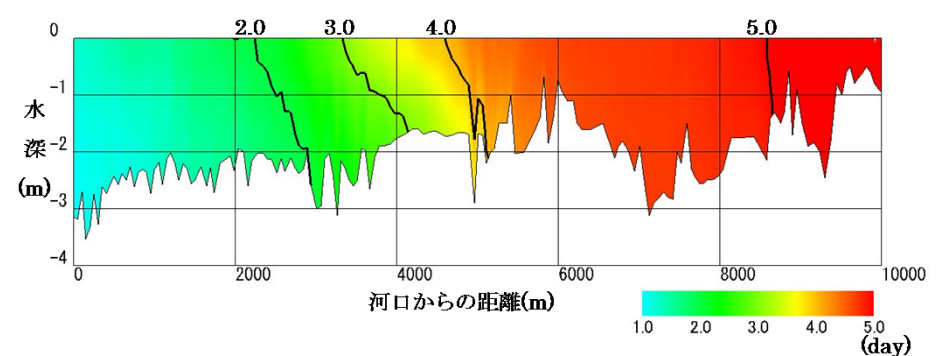


移流拡散方程式を適用しつつ計算  
変数を分画した塩分毎に独立の変数として個別に分割して計算

(塩分分布) (豊川)



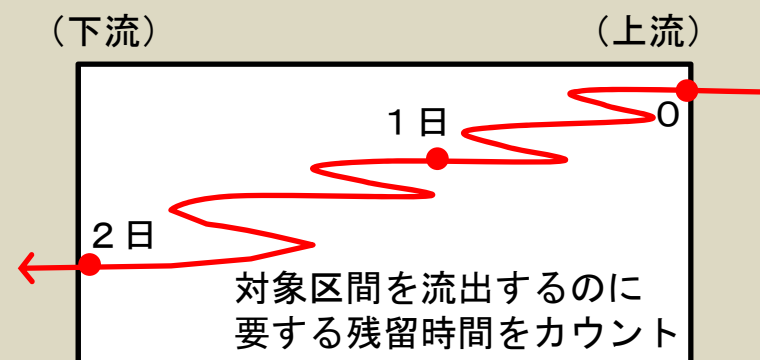
(塩水の経過時間) (豊川)



任意の水域の滞留時間を評価することにより貧酸素水塊の形成などの評価に効果を発揮できる

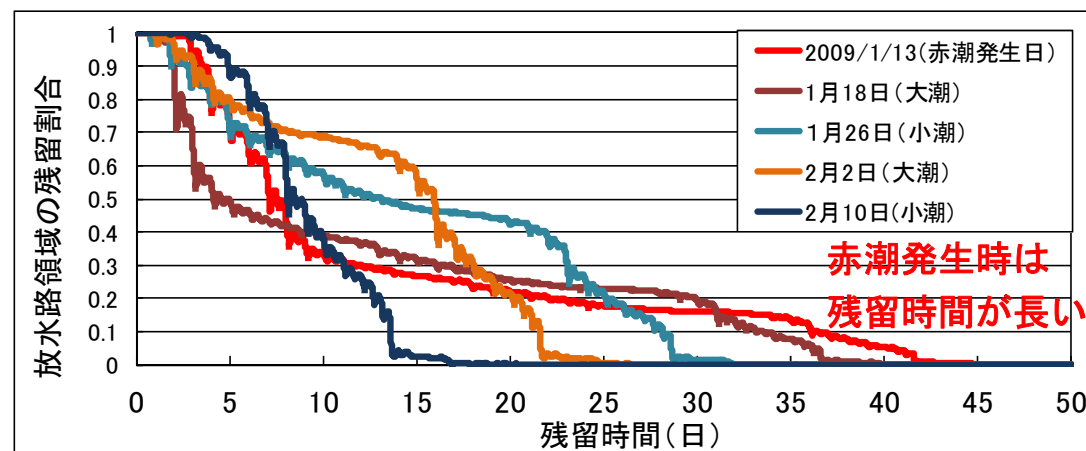
### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 塩水の継続時間・滞留時間の解析

滞留時間(河川水の残留時間)を計算することで、  
赤潮発生の原因となる植物プランクトンの挙動の把握が可能



(河川水の残留時間)

(豊川放水路)



任意の水域の残留時間の検討により赤潮発生を推定できる可能性が示唆

### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発

## 河川汽水域における類型ごとのインパクトレスポンス

| 類型と<br>特徴(ポテンシャル) |                                 | 掘削                     |                                  | 河口処理              | 海面上昇                    |                        |
|-------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|
|                   |                                 | 河道掘削<br>(インパ°外小)       | 砂利掘削<br>(インパ°外大)                 | 導流堤               | 海面上昇<br>(インパ°外緩)        | 地盤沈降<br>(インパ°外急)       |
| 潮汐型               | 強潮汐型<br>汽水:長<br>干潟:大<br>ヨシ原:小   | 潮汐による<br>再堆積大          | 遡上距離延伸<br>塩分上昇<br>(堰があると<br>影響小) | 事例少ない             | 干潟・ヨシ原<br>分布が緩やか<br>に変化 | 干潟・ヨシ原<br>分布が急速<br>に変化 |
|                   | 潮汐型<br>汽水:長<br>干潟:大<br>ヨシ原:小～大※ | 出水による<br>地形修復大         |                                  |                   |                         |                        |
| 流量型               | 汽水:短～長※<br>干潟:小<br>ヨシ原:小～大※     |                        |                                  | 影響は河<br>口に限定<br>的 |                         |                        |
| 勾配型               | 汽水:ほぼ無<br>干潟:ほぼ無<br>ヨシ原:ほぼ無     | 汽水域が短く、汽水域としてのインパクト小さい |                                  |                   |                         |                        |

※河道形状(勾配)により異なる

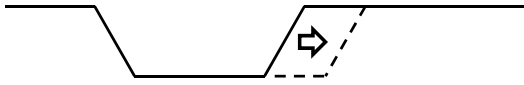
### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 河道掘削方法による河川汽水域環境の変化

#### 塩水の経過時間(豊川)

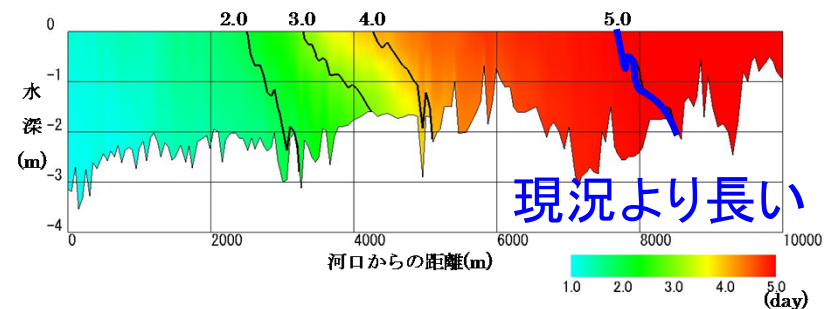
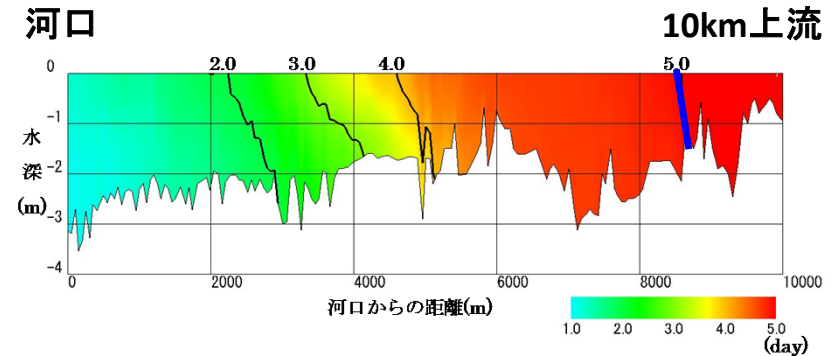
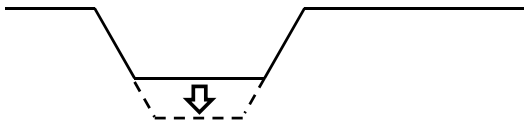
現況河道



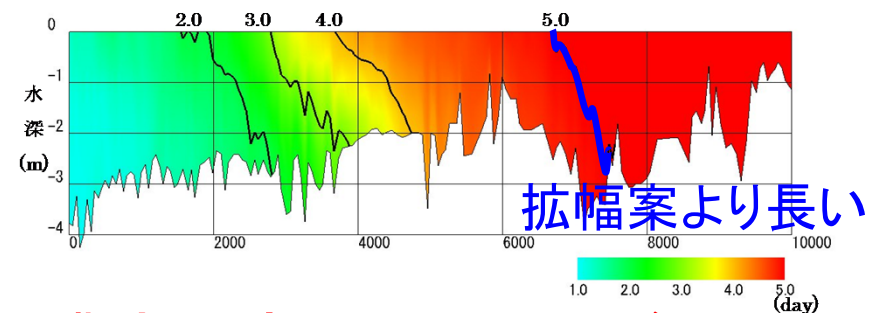
20%拡幅



20%掘削



現況より長い



拡幅案より長い

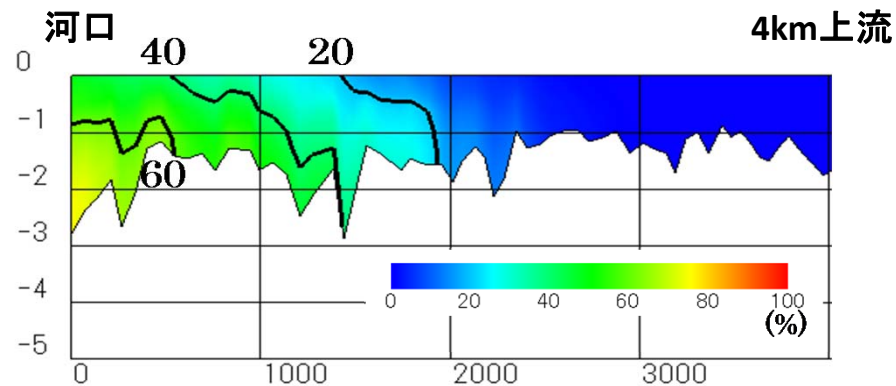
河道掘削方法による塩分濃度の変化は小さいが、  
滞留時間の変化は大きいことが分かった



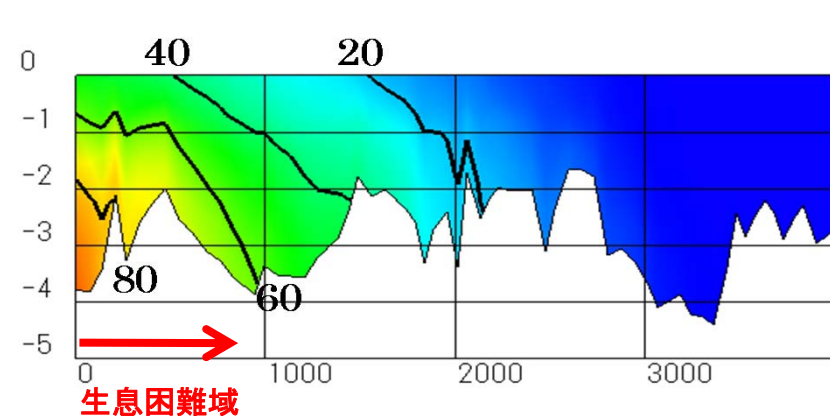
### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 河道整備とシジミの生息環境

シジミの生息が困難(塩分22psu以上が67%)な時間割合の評価(菊池川)

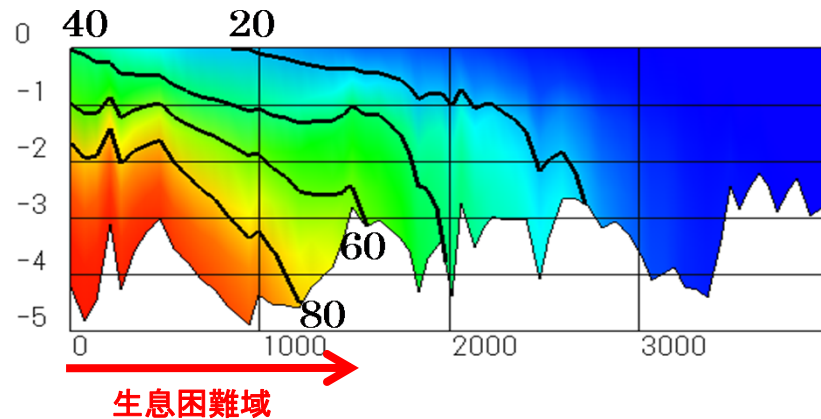
①過去(砂利大量採取前)河道条件



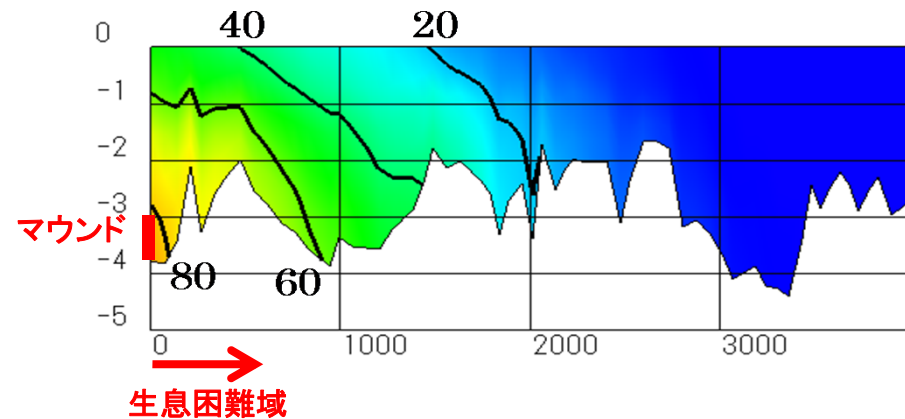
③河床1mかさ上げ条件



②現状河道条件



④河床1mかさ上げ+マウンド条件



- ・過去では、河口まで生息可能、現状では1.5kmより下流では生息不可。
- ・修復河道では、生息可能範囲が③で0.7km, ④で1km程度下流に拡大



### (3) 河川汽水域におけるインパクトレスポンス把握のための手法開発 東日本大震災の河川汽水域への影響

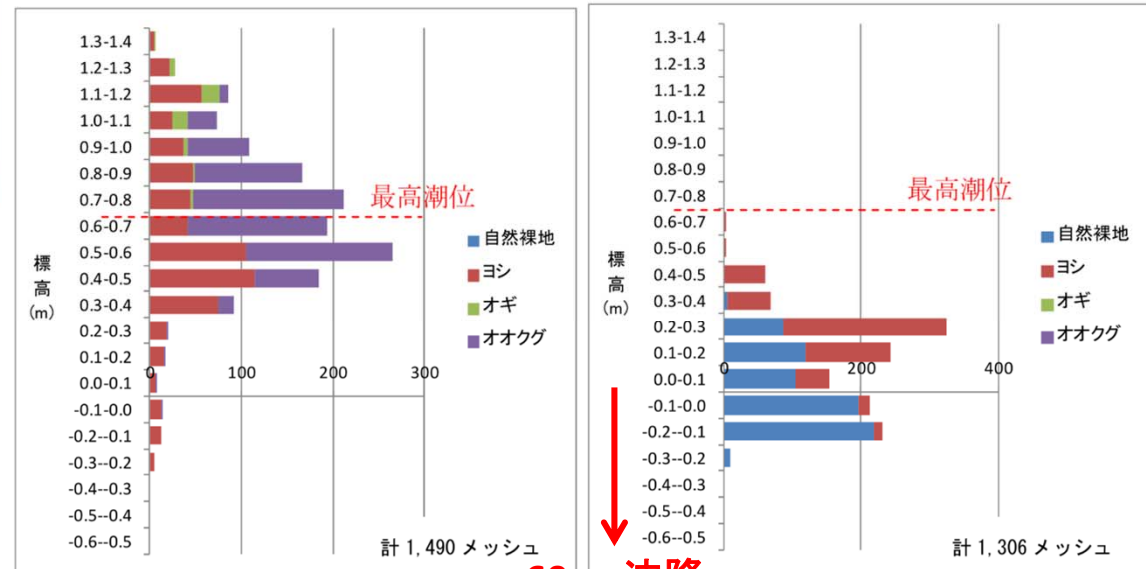
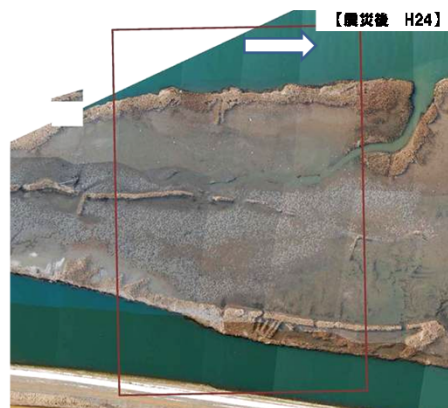
北上川河口

被災前後の標高と植生の関係

震災前



震災後



ヨシ原への影響は直接破壊に加えて、地盤沈降による塩分上昇と津波堆積物によるヨシの埋没

# まとめ

- 河川汽水域を物理環境により5つに類型化
- 河川汽水域における砂州の分布特性を解明
- 潮汐を考慮した植生分布の検討手法の開発
- 河川汽水域に侵入した塩水の滞留時間の時空間分布を評価  
するモデルを開発し、貧酸素水塊の形成や河川汽水域生物  
への影響を評価
- 今後は、研究成果を実務で活用しながら、汎用性を検証