

## 群落クラスターを用いた河道内植生の予測技術

水環境研究グループ河川生態チーム  
主任研究員 傳田 正利  
交流研究員 田頭 直樹  
上席研究員 萱場 祐一

## 研究の背景と目的

### ■背景（社会的な要請）

- 多くの河川で樹林化進行・コスト増大 ⇒ 効率的な植生管理が必要
- 生物多様性保全 ⇒ 生態系を大きく損なわないよう予防保全的な管理が必要
- e.g. 河川高水敷掘削計画時、インパクトレスポンスを予測する。
- 河道内植生を動態再現・予測するシミュレーションモデルが必要

### ■植生動態を再現・予測する際の課題

- 植物群落の空間スケール
  - 植物群落を規定するスケール ⇒ 河川工学では物理環境の再現が困難
- 将来の不確実性
  - 生態的地位（ニッチ）重複による確率論的遷移過程
  - 河道内の形成に大きく影響する将来流量の不確実性
- どの程度のスケールの植生を予測対象とすべきか？
- 植生に関連する不確実性をどのように考慮するか？

### ■研究目的

- 空間の階層性と将来の不確実性を考慮した河道内植生の動態予測モデルの開発
- 河川管理への適用方法の検討

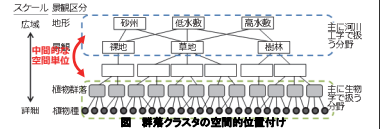
## 新しい空間単位「群落クラスター」の提案

## 群落クラスター (PCC: Plant Community Cluster)

河川工学で表現可能な物理環境(比高、水際からの距離、掃流力等)のスケールで植物群落を類型化した指標。

### ■景観と植物群落の中間的な空間単位

- 景観と植物群落の中間的な空間スケール
- 景観と植物群落を結ぶ階層構造



### ■植物と物理環境の関連性向上

- 植物の立地を規定する物理環境
- 土砂水理学で予測可能な物理環境

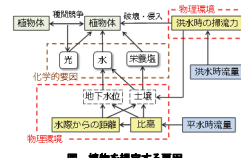


図 植物を規定する要因

### ■植物の変化パターンの抽象化

- 主要な遷移系列の抽出と遷移過程の簡略化

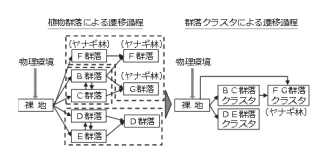


図 植物変化パターンの抽象化

## PCCの作成方法

### ■作成方法

- 平面二次元流計算
- 物理環境 (比高、水際からの距離、掃流力) 算出
- 物理環境 ⇒ 植物群落ごとに集計 (四分位)
- 四分位 ⇒ 説明変数 ⇒ 階層的クラスタ分析
- ・ 植物群落: 河川水辺の国勢調査結果

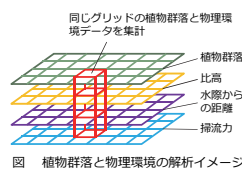


図 植物群落と物理環境の解析イメージ

類似した物理環境に生育する植物群落同士を結合

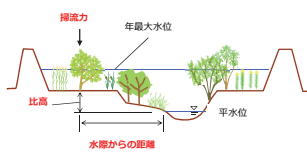


図 比高・水際からの距離・掃流力のイメージ

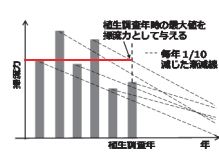


図 経過年数を考慮した掃流力

## 群落クラスター (千曲川)

### ■群落クラスター数

(草本) 21群落 ⇒ 6クラスター

(木本) 12群落 ⇒ 4クラスター

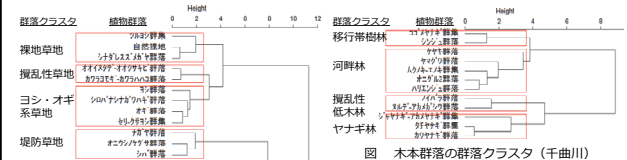


図 木本群落の群落クラスター (千曲川)

### ■米代川と共通の植物群落群 (群落クラスター別)

- 裸地草地 自然裸地, Ⅷ30群落
- ヨシ・ササ系草地 Ⅲ0群落, Ⅳ\*群落
- 乾性草地 Ⅳ10群落, Ⅲ4\*・Ⅳ1\*群落
- ヤナギ林 Ⅳ4\*類
- 河畔林 Ⅳ20群落, Ⅳ10\*1群落

図 草本群落の群落クラスター (千曲川)

### 群落クラスタの効果

- 空間的階層性
  - 植物群落～群落クラスタ～景観
    - 階層性を整理
  - 階層的クラスタ分析
    - 植物群落および群落クラスタ間の類似性を定量的に表現
- 物理環境との連関性が向上
  - 土砂水理学で再現可能な物理環境（比高，水際からの距離，掃流力）
    - 植物群落の生育環境を十分に表現できていない
  - 群落クラスタの導入 ⇒ 物理環境との連関性が向上

図 草本群落の類似性と階層性の整理結果

図 植物群落と物理環境 (25%帯～75%帯) の分布範囲

図 群落クラスタと物理環境 (25%帯～75%帯) の分布範囲

### 群落クラスタの効果

- 植物群落の変化パターンを抽象化
  - 群落クラスタの導入
    - 複雑な植物群落の変化パターンを簡略化
  - 遷移系列情報消失「③群落クラスタによる系列消失」
    - 小面積の植物群落（全体面積の1%未満）が，大面積の植物群落に統合された場合に発生

群落クラスタ導入による消失情報は少ない  
 主要な遷移系列を抽出し，遷移系列を簡略化

表 群落クラスタ導入による遷移系列減少パターン要因(米代川)

遷移系列減少要因	H11 ~ H16	H16 ~ H21
①同一群落クラスタ遷移	2	8
②群落クラスタによる系列集約	2	4
③群落クラスタによる系列消失	3	5
合計	7	17

図 植物群落と群落クラスタの変化パターン(米代川H11⇒H16)

### 群落クラスタ実用性の検証方法

- 他河川への適用
  - 米代川で作成した方法を千曲川へ適用
- 景観調査
  - 高水数と砂州上 横断方向の調査測線 (L1～L5) を設定
  - 定点班・移動班の2組で実施
    - 定点班：橋梁および砂州上の視点場に，下記3名を配置
      - 評価者A) 植物生態学者
      - 評価者B) 河川計画と河川環境の実務に精通した河川技術者
      - 評価者C) 土砂水理を専門とする河川技術者
    - 移動班：調査測線上を移動する2名を配置
  - 定点班の3名の評価者から，各自の自視判断による景観境界を移動班に無線で連絡
  - 移動班は，景観境界の座標と標高をRTK-GPSで記録

図 景観調査イメージ

### 景観調査結果

- 景観境界と群落クラスタの関係
  - 評価者B・Cが抽出する景観境界
    - 群落クラスタの境界と概ね一致

群落クラスタは，河川技術者が自視判断可能な植生変化を表す空間単位

表 評価者が区分した境界と植物群落および群落クラスタ境界との関係

評価者	評価者 点数数	実地採取			評価者-植物群落境界			評価者-群落クラスタ境界		
		植物群落	群落クラスタ	一致	不一致	未検出	一致	不一致	未検出	
A	22	22	13	22	0	0	13	9	0	
B	12	22	13	11	1	11	10	2	3	
C	11	22	13	12	2	10	10	4	3	

### 群落クラスタを用いた河道内植生動態予測の試行

### 植生動態予測モデルの概要

- モデルの特徴・新規性
  - 植物の生態特性を活用
    - 適切な空間単位（植物群落×物理環境）群落クラスタを導入
    - 群落クラスタによる遷移系列を把握
    - 遷移系列ごとに，物理環境に応答した遷移確率を設定
  - セルオートマトンによるシミュレーションモデル
  - 洪水イベント発生 ⇒ 更新モデルを適用 ⇒ 裸地化判断
  - 物理環境との関係を理論分布で表現 × 実現象の遷移プロセスを表現
- 遷移確率の設定方法
  - 遷移系列ごとに，物理環境の頻度分布から理論分布をあてはめ
  - 複数の物理環境による遷移確率を加算
- 更新確率の設定方法
  - 解析データ ⇒ 更新・非更新の2値区分
  - 掃流力の頻度分布から理論分布をあてはめ，更新確率を算出

13

### 植生変化の方向性

■河川生態系の特徴

- 洪水による定期的な攪乱発生 → 洪水攪乱による不連続な植生変化を捉えることが重要
- 攪乱 ⇒ 植生が変化する機会

■遷移と更新の分離

- 遷移：極相方向への変化 → 比高、水際からの距離、掃流力などに応答して変化
- 更新：極相方向と逆方向の変化 → 掃流力などに応答して変化、洪水イベントに応じて判断

図 遷移モデルが対象とする植生変化イメージ

図 更新モデルが対象とする植生変化イメージ

凡例

- 砂礫地
- 一年生草本
- 多年生草本
- 樹林地

14

### 遷移確率（調整後）

堤防岸地、河群林は、他の群落クラスタへの遷移が確認されなかったため未表示

15

### 植生動態予測モデルの試行（吉野川）

図 H7年⇒H12年の植生変化

図 H12年⇒H17年の植生変化

16

### 将来予測に際して考慮すべき事項

■将来流量の不確実性

- 将来流量 ⇒ 物理環境の改変、植物体の破壊に影響 ⇒ 植生立地へ影響大
- 将来流量 ⇒ 決定論的に予測不可能
- 流量規模だけではなく、発生パターンも重要

将来予測の精度低下の要因

■アンサンブル（集団）※予測

- 洪水を確率的に発生 ⇒ 複数の流量シナリオ作成 ⇒ 複数の予測結果
- 複数の予測結果の最頻値・出現確率を算定
- ※異なる初期値や条件を複数与え、複数の予測結果の平均やばらつきなどの統計的な指標を用いて予測する手法

0.75	0.80	0.80	0.75	0.75
1.00	1.00	1.00	0.80	0.80
1.00	0.75	0.75	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	0.75	0.75

17

### まとめ

- 河道内植生動態を再現（予測）するため、河川工学で表現可能な物理環境（比高、水際からの距離、掃流力等）のスケールで植物群落を類型化した指標である群落クラスタ（PCC：Plants community Cluster）を開発・提案した。
- PCCの実用性を検証し、PCCの示す境界と目視による植生境界が概ね一致する等、実用性を確認した。
- 吉野川を対象行ったPCCを用いた河道内植生動態の予測計算試行において、PCCを用いた河道内植生動態予測は、微細な植生動態の変化は再現できなかったが、景観として見た場合、良好な予測が可能であることが確認できた。

18

第7章 本研究のまとめ

## 御静聴ありがとうございました

## Appendix