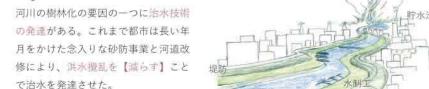


# 森になる川の遷り

## 川が森になる【河川の樹林化】

近年、日本に多くの河川において、従来の礫河原の面積が減少し、河道内に樹木が繁茂している。京都府の中心を流れる桂川もその一つである。

### □<sub>1</sub> 川が森になるのは都市域治水が成功した証拠



### □<sub>2</sub> 川が森になるしくみ

従来の河川植物は頻繁に起こる洪水擾乱により動的平衡状態が維持されていた。洪水が激減した川は擾乱が減って遷移が進行し、都市に新たな森を形成している。

#### 従来の河川植物

頻繁に起きた洪水擾乱により動的平衡状態を維持



### □<sub>3</sub> 森になる川がもたらすもの

川の樹木域の豊富と拡大は良好な河川環境をもたらす一方、新たな洪水リスクを生んでいる。

#### 良好な緑地空間の形成

森はいきものみやえ生きをもたらす。



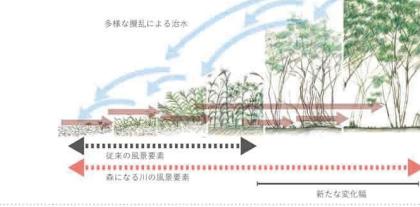
## 動く河川公園

そこで本研究では、淀川水系桂川 10-12 km を対象に、河道内の擾乱・変動の創造により河川生態環境と都市域治水を両立する河川緑地空間デザインとして、「動く河川公園」を提案する。

小さな擾乱を【増やす】ことで都市を守るインフラ

提案：動く河川公園

擾乱を【増やす】ことで起きた川の変化を楽しむ河川公園



### 動く河川公園の設計フロー

#### 1. 河川植物の動きの調査研究と設計

現在の植生群落の動き（消長動態）と（季節動態）を把握し、動きの増幅方法を検討。

#### 2. CFD解析シミュレーションソフトを用いた水制工による擾乱方法の検討

擾乱を減らし都市を守る河川構造物水制工に着目し、その機能を擾乱の「制御」から「増幅」に読み替える。

シミュレーションによって水制工の配置を計画する。

#### 3. 実河川に当てはめたシミュレーションを基に動く河川公園の河床と植生の動きを予測

シミュレーションソフトを用いて50 年間の公園の動きを予測。

#### 4. 動く河川公園内の設計

## □動いている植生群落

植生の解析に用いられる空間指標である植物群落は、単位性をもち、立地する場の生態的特性を表現しうるため、環境面から場を評価する場合に適している。現在の植物群落の動きの特性【動態特性】を把握し、植物の動きを設計する。対象に分布する 10 群落について過去の航空写真から植生分布と動態を判読し、植物群落の動態特性を分析した。

### ■ 植生群落は

擾乱の強さと浸水頻度によって住み分けている。

### ■ 群落の動き（消長動態特性）

は 4 つに分類できる。

### ■ 季節動態は群落の動きが

小さい草本が優先する群落で

大きい

大きい。

### ■ 激動は群落の動きが

小さい草本が優先する群落で

大きい

大きい。

### ■ 水位との高比

水位との高比 : 0-0.05m

・最も水辺に近い

・流れが穏やかな環境に成立

## □動いている植物

春と秋の現地調査で作成したスケッチに基づき、構成種・種比率・群落高の 3 点を把握し群落内の植物の動きを調べる。なお、調査期間中の大規模擾乱なく観察された変化は年間での遷移の様子である。

### ■ 季節動態は群落の動きが

小さい草本が優先する群落で

大きい

大きい。

### ■ 激動は群落の動きが

小さい草本が優先する群落で

大きい

大きい。

### ■ 水位との高比

水位との高比 : 1-2m

・10-50 年に一度浸水

・成長するにつれ自己開拓する

### ■ シーズン別

水位との高比 : 1-2m

・10-50 年に一度浸水

・成長するにつれ自己開拓する

### ■ メタケ群落

水位との高比 : 1-2m

・10-50 年に一度浸水

・成長するにつれ自己開拓する

### ■ ジャヤナギ群落

水位との高比 : 0-1m

・1-50 年に一度冠水

・多様な環境に適応可

・成長が早い

### ■ メダケ群落

水位との高比 : 1.5m

・5-10 年に一度冠水

・変動が最も小さい

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.5m

・年に数回冠水

・流れが速い水辺に生育

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.4m

・年に数回冠水

・流れが速い水辺に生育

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.3m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.2m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.1m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.05m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.01m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000000000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.000000000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000000000001m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.00000000000000005m

・年に一度冠水

・流れが速い砂州の陸域

### ■ メドハギ群落

水位との高比 : 0-0.0000000000000001m

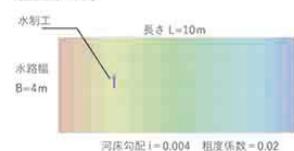
・年に一度冠水

水制工とは

川を流れる水の作用(浸食作用など)から河岸や堤防を守るために、  
水の流れの方向を変えたり、水の勢いを弱くしたりすることを目的として設けられる施設。  
本提案では擾乱を減らすことで都市を守るインフラである水制工を  
擾乱を増やすことで都市を守るインフラに読み替え、動く河川公園の設計を試みる。

## □水制工形状のシミュレーション

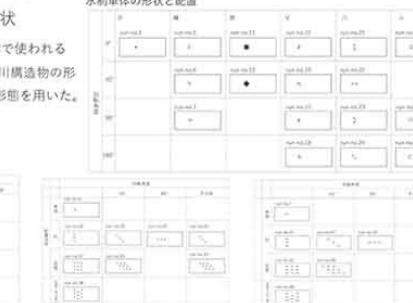
河川シミュレーションソフト iRIC を用いて擾乱に適切な水制工の形状を検討。対象地の水理条件を超單純化した水路を用意し、平面二次計算により流れベクトルと河床変化量を求める。



### □1 検討する水制工の形状

水制工形状は今日の河川工学で使われる水制工形状と横構等の河川構造物の形状を参考に、単純な幾何学形態を用いた。

### 水制群の構成と配置



### 流速ベクトル

### 河床変化量

### 浸食作用

### 堆積作用

## □2 シミュレーションソフト iRIC を用いた水制工形状の検討\_実験結果

### 堆積・洗堀の相互作用

### 水制の周囲には堆積作用・洗堀作用

双方が同時に起きる。

### 水位により効果が変化

水制の高さ【超流 or 非超流】によって流れ構造と河床変化に与える影響

が異なる。

### 水制の形状

#### 高傾 斜面配置

#### 斜傾 垂直配置

#### 直傾 平行配置

#### △ 下向き配置

#### 非超流条件:

堆積作用が強い。

流れが強く変化。

#### 越流条件:

作用が小さい。

洗堀作用が相対的に大きい。

#### 高傾 高傾配置

#### 直傾 直傾配置

#### △ 下傾配置

#### 高傾度で堆積が大きい

#### 直傾度で堆積が大きい

#### 直傾 上向き配置

#### △ 下向き配置

#### 直傾の堆積が大きい

#### 高傾 小さい

#### 直傾 小さい

#### △ 下傾 小さい

#### 多様な河床変化を生む

#### △ 堆積が大きい方が堆積が大きい

高い方が流れを大きく変化させないと勘定に古い堆積がある。

#### 水制工の配列\_縱断方向

#### △ 単体反復

#### △ 内反復

#### △ 平角配置

#### △ 頂点配置

河床変化を複雑にする、多様な流れの発生を生む

△ 堆積を生む

△ 多様な流れの発生を生む

#### △ 水制工の配列\_横断方向

#### △ 平角配置

#### △ 頂点配置

△ 堆積を生む

△ 多様な流れの発生を生む

△ 堆積を生む

### □動きの設計

1. 搪乱が強い環境で植生群落の動きが大きい。そこで今ある動きを増幅するための擾乱のコントロールを行い動く風景を形成する。そのため、現況の流れを増幅する。

2. 今回は一蛇行を流れの単位と捉え流れの速い河川構造区画を起点として擾乱をつくる水制工の配置を検討する。

### 落差工

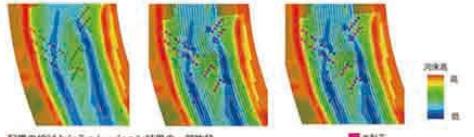
### 対象地の流れ

### △ 運移促進

### 平湖

### △ 運移促進

実河川に当たはめたシミュレーションによる水制工配置  
実河川を再現した計算水路を用意。計算で求められた流速ベクトルとともに  
水制の配置の検討を行い、配置を決定。



配置の検討とシミュレーション結果の一例

#### □50年間の経年変化予測

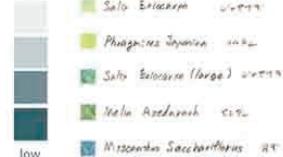
決定した水制工の配置がもたらす経年変化を  
シミュレーションを用いて予測

##### 実験方法

1. 対象地の地形をもとにした格子棒を用意。  
以下の条件をもとめる。  
粗度係数: 0.1 粒径: 20mm 種生の抵抗: 0.03 (草本) または 0.07
2. 1年に1度1日洪水が起きたと仮定し、流量、水位を設定。シミュレーションを行う。

##### 河床高

high



low

時間 開始 5年後 10年後 15年後 20年後 25年後 30年後 35年後 40年後 45年後 50年後

時間 開始 5年後 10年後 15年後 20年後 25年後 30年後 35年後 40年後 45年後 50年後

#### □洪水レベルで流れ切り替わる水制工

種類ごとに洪水擾乱のレベルによって非越流・越流が切り替わる。過去の桂川下流域の流況から4段階の擾乱レベルを設定する。

1年に

1度レベルの洪水

200 m/s

5年に

1度レベルの洪水

1000 m/s

10年に

1度レベルの洪水

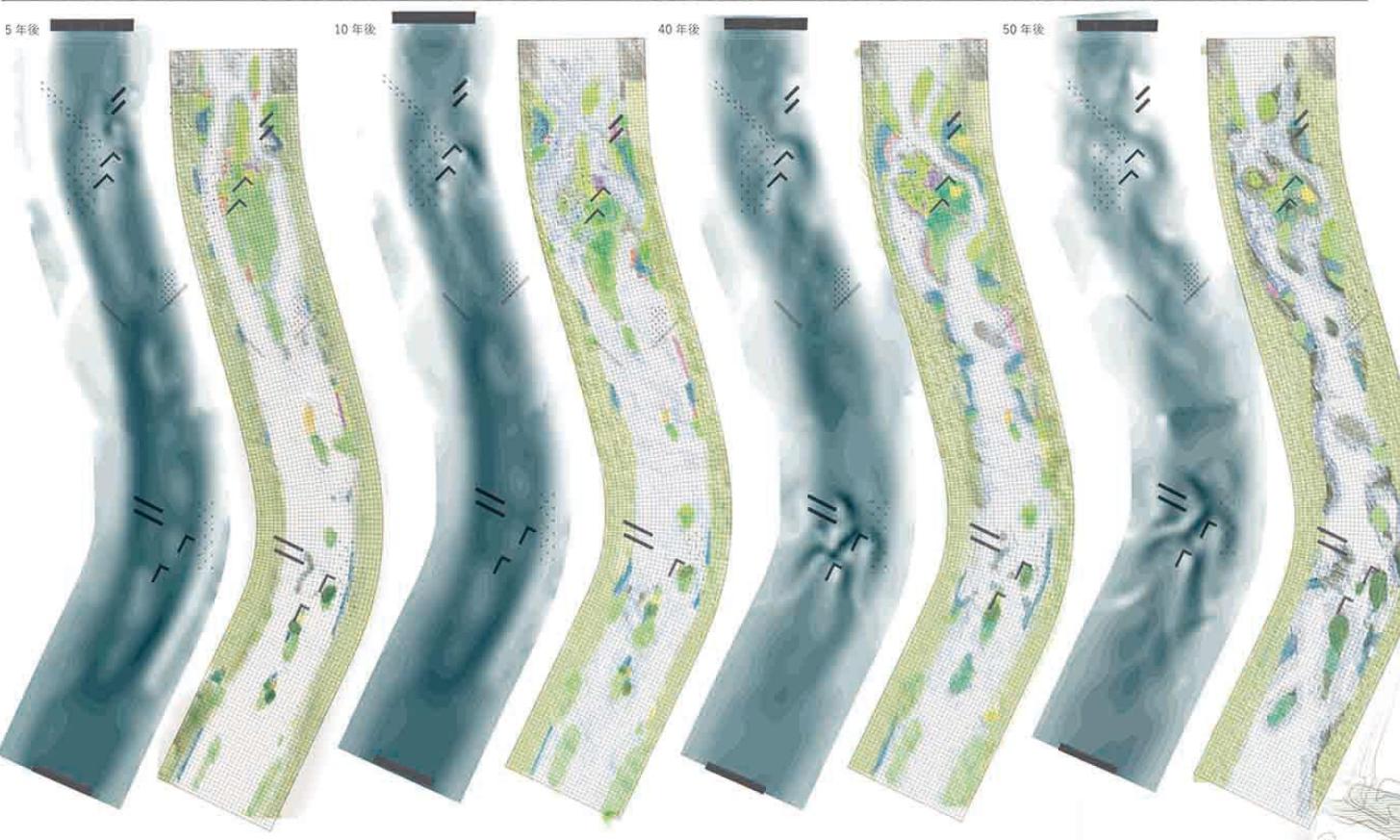
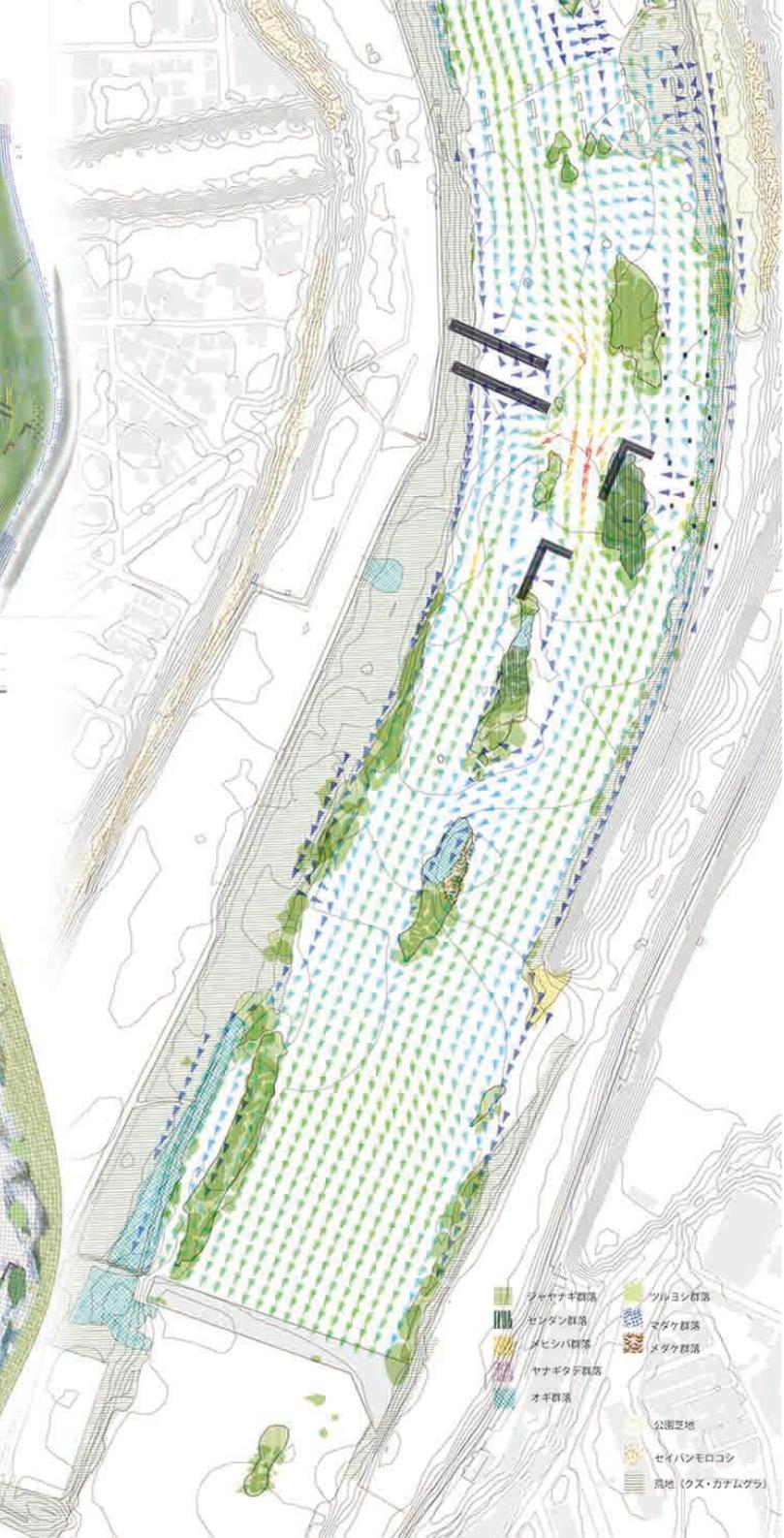
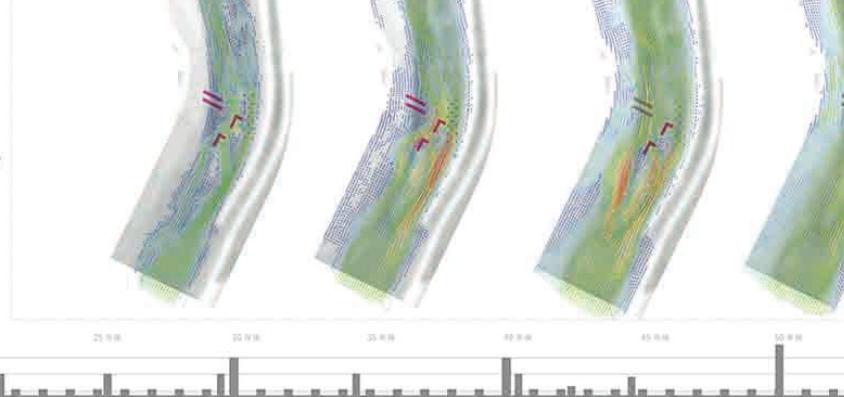
2000 m/s

50年に

1度レベルの洪水

3000 m/s

3000 m/s



ジャカクギ群落  
センダン群落  
メビンバ群落  
ヤナギタケ群落  
オギ群落  
ツルヨシ群落  
マダケ群落  
メダケ群落  
公園芝地  
セイバンモロコシ  
荒地（クス・カナムグラ）

