

## 溪流における水生生物生息場構造の描画に関する研究

京都大学防災研究所  
東洋エンジニアリング(株)  
(株)建設環境研究所

藤田 正治  
鈴木裕一郎  
富田 邦裕

### 1. はじめに

河川水生生物の生息場は、洪水などの自然的要因、または排砂などの人為的要因によって変化する。生息場は河川生態系において重要な位置づけにあり、生息場の動態を明らかにすることは土砂管理を進めるうえで必要不可欠なことになってきている。土砂水理学からのこの問題に対する貢献は、生息場の骨格構造の変化を解析することであるが、一般にそれは河床変動計算による河床位や河床材料の粒度分布の変化を示すことで済まされている。これらの計算結果は無論重要であるが、河川管理者や住民にとっては、もっと実際の溪流を観察しているような結果の提示が望ましい。本研究は、溪流を対象として、生息場構造の変化を、土砂水理学の研究成果に基づき、視覚的に表現する方法を検討したものである。

### 2. 溪流における生息場物理環境

#### 2.1 微生息場構造

河川水生生物の生息場は、河床波スケールの河川構造と関係する生息場および淀みや石礫などのスケールと関係のある微生息場からなる。図1は岐阜県高原川上流蒲田川流域で見られたマイクロハビタットの典型的な構造<sup>1)</sup>である。大小の波長の階段状河床波が重なり、ステップの幅の変化や流れ込みの形式によって淀みが形成されている。そこには、シルトまたは砂が堆積して、一つの特有の生息場を形成している。また、石についた苔も生息場として利用されている。

#### 2.2 プール構造

階段状河床形の平面構造を特徴づけるプールへの流れ込みの様子および平面形状について、蒲田川において調査した。図2は流れ込みの様子と微生息場の関係を示したものである。流れ込み形式には集中型と分散型があり、集中型の方が下流に大きなよどみを形成する。これらの出現は偶然の要素が強く、その出現割合はほぼ等しかった。

次にプールの平面形状について、入口幅  $b$ 、出口幅  $c$ 、中間幅  $a$  を用いて、2つの指標  $r_1=b/a$ 、 $r_2=c/a$  で特徴を調べた。図3の○は  $r_1$  および  $r_2$  の調査結果を示したものである。両者の値が共に1より大きいもの、または共に小さいものがあり、これらはそれぞれ鼓型、樽型を呈しているものである。

### 3. 生息場構造の描画方法

#### 3.1 階段状河床形に関する基礎理論

構造骨格の描画の基礎となる理論式は、河幅—流量関係式（レジーム則）、芦田・江頭らの階段状河床形の波長の式<sup>2)</sup>、芦田・道上による Egiazaroff の混合粒径の移動限界の修正式<sup>3)</sup>である。以下に各式を示す。

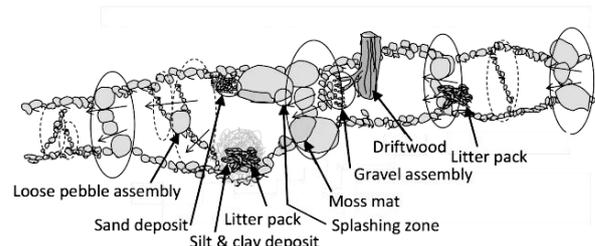


図1 階段状河床における微生息場

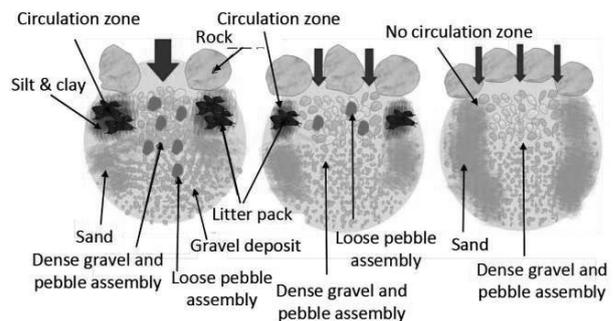


図2 プール流れ込みの形式と淀み

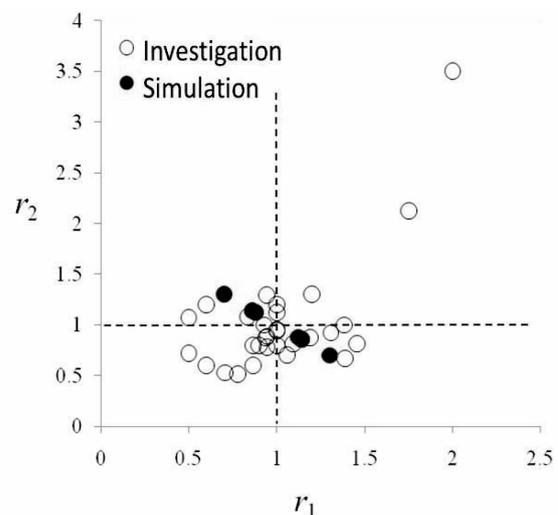


図3 プールの平面形状特性

$$B = \alpha \sqrt{Q} \quad (1) \quad Fr^2 = \frac{2 + k_* \tanh k_*}{k_*^2 + 3k_* \tanh k_*} \quad (2)$$

$$\frac{u_{*ci}^2}{u_{*cm}^2} = \frac{1.64}{(\log_{10} 19d_i/d_m)^2} \frac{d_i}{d_m}, \quad (d_i > 0.4d_m) \quad (3.a)$$

$$\frac{u_{*ci}^2}{u_{*cm}^2} = 0.85, \quad (d_i \leq 0.4d_m) \quad (3.b)$$

ここに、 $k_* = 2\pi h/\lambda$ 、 $B$ ：川幅、 $Q$ ：流量、 $\alpha$ ：係数、 $Fr$ ：フルード数、 $h$ ：水深、 $\lambda$ ：波長、 $u_{*cm}$ ：平均粒径に対する移動限界摩擦速度、 $u_{*ci}$ ：粒径  $d_i$  に対する限界摩擦速度、 $d_m$ ：平均粒径である。

### 3.2 描画方法

図4は構造骨格の平面形の描画方法を示したものである。まず、ある流量  $Q_1$  に対する波長と河幅を算定し、ステップの位置と幅を決める。次の流量  $Q_2$  が  $Q_1$  より大きいとき、以前のステップは破壊され、 $Q_2$  に応じたステップが形成されるとする。この点は破壊流量を考慮すべきであるが、ここでは簡単に流量の大小関係で判断する。次の流量  $Q_3$  が  $Q_2$  より小さいとき、その流量に対応する波長のステップが重なり合うとする。ここで、最大粒径程度の間隔でステップが重なるときは、新しいステップは古いステップに吸収されるものとする。その後、存在する各ステップに対する流量よりも大きな流量が発生したときは、それよりも小さな流量で形成されたステップは破壊されるものとする。ステップを構成する粒径は、各流量時に移動限界となる粒径とする。このような方法で、図4の下図のような平面形状が描画できる。微生物場は、図1のような現地調査結果から、流れの構造や流速の大きさなどを考慮して経験的に各所に配置する。

## 4. 適用

### 4.1 条件

3. で示した方法を蒲田川支流のヒル谷に適用する。ヒル谷は流域面積  $0.85\text{km}^2$  で、平均勾配は  $0.13$  である。図5は1990年以降の流量を示したもので、このデータを使って2005年末時の骨格構造と微生物場の平面形状を描画する。3. の方法によると、対象となる流量は矢印で示した6つである。

### 4.2 描画結果と現地調査の比較

プールの平面形状特性の一つを図3のように示したが、描画結果のデータをプロットすると●のようになる。この方法では樽型、鼓型は表現できないので実際と傾向が異なるが、数値の範囲は両者で一致している。

図6の上図と下図は2005年末時の描画結果および2008年における測量結果を示したものである。描画結果は実際の形状をよく再現している。また、微生物場も実際のように描かれている。ただし、描画結果の波長は実際の波長より小さい。これは、図5から2006年に大出水があり、その後2008年まで対象流量は一つであり、2008年の調査時の波長は2005年時よりも長くなるためと考えられる。

### 参考文献

- 1) 鈴木・野村ら：洪水による河川地形と微生物場の変化，平成21年度砂防学会研究発表会概要集，P-179
- 2) 芦田ら：階段状河床形の発生機構と形状特性に関する研究，第28回水理学講演会論文集，pp.743-750，1984
- 3) 芦田ら：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究，土木学会論文報告集，208，pp.59-69，1972

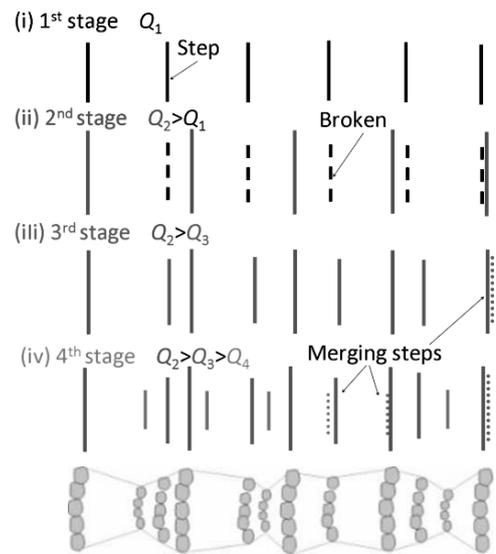


図4 平面形状の描画方法

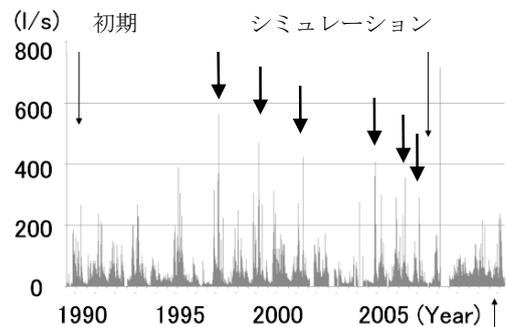


図5 流量時系列 調査

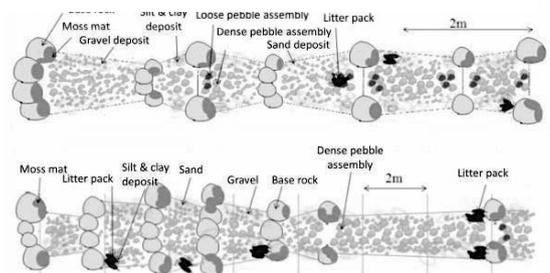


図6 平面形状の描画結果と測定結果