

1. はじめに

近年、排砂や置き土などが行われているが、その効果を評価するためには河床変動とマクロ・マイクロスケールの生息場の変化を予測することが重要である。そのためには、まず、水理条件および地形条件、河床地形特性、水理特性、流域特性などから視覚的に河床形状と生息場を描くことのできる方法が確立されると便利である。本研究では、溪流を対象にしたこの手法の提案と京都大学防災研究所穂高砂防観測所試験地内のヒル谷への適用を試み、この手法の妥当性と問題点を検討する。

2. 階段状河床形状の図化

2.1 ステップの配置および流路幅

実際の階段状河床形は大小スケールの波長のステップが重なり合っている。そこで、実際に近い河床形状を作るために、次の2つの方法によってステップの位置と流路幅を決定する。

(1) 流量履歴を使って波長を重ね合わせる方法

ある流量に対するステップの間隔は、江頭らによる考えに従って Kennedy の式より求められる¹⁾。そこで、年最大流量に対する波長のステップを同じ原点に対して時系列的に重ね合わせることで、実際の河床形状を模擬する。ただし、ステップの間隔が30cm以下になると、小さい方の流量で形成されたステップは大きい方の流量によって形成されるステップに吸収されるものとする。また、流量が階段状河床形の破壊流量以上になった時は、階段状河床はリセットされ、その流量に応じた波長のステップのみが形成されるものとする。川幅は各流量に応じてレジーム則を適用し決定する。ステップの構成材料は各流量に対する移動限界粒径とする。

(2) 安定状態の平均波長にばらつきを与える方法

もう一つの方法は、藤田ら²⁾が示した「安定状態の階段状河床の平均波長は5年確率流量に対する波長にほぼ一致する」という知見を用いて、ステップの位置を決定するものである。まず、5年確率流量に対する波長でステップを描き、正規乱数などによりその位置にばらつきを与える。つぎに得られたステップ間隔に対する形成流量を逆算し、そのステップの河幅と構成材料の粒径を求める。

2.2 階段状河床のユニット形状の図化

ユニットとはステップからステップまでの小滝、プール、早瀬などからなる一つの構造のことである。その形状は図1のように Container タイプ、Torch タイプ、Pyramid タイプ、Orion タイプ、Barrel タイプに分類される。図2のように入口幅、中間幅、出口幅を求めると、中間幅に対する入口幅の比 r_1 、出口幅の比 r_2 によってこれらに分

類することができる。前述のステップの決定手法では、ユニットの形状は自動的に Container タイプ、Torch タイプ、Pyramid タイプに決定されるが、決定された各形状の頻度分布が現地溪流の頻度分布と一致しているかが問題となる。なお、Orion タイプと Barrel タイプについては、この研究では対象外とする。

3. マイクロハビタットの図化

3.1 ユニットへの流れ込の形態

ユニットへの水の流れ込みの形態は、プールでの淀みの形成に影響する。流れ込みの形態は礫の配置などによって決まると考えられるが、集中型と分散型、その中間型の3種類に分けられる。図3は3つの形態を示したものである。集中型と分散型の2種類に分けたとき、入口と出口の流水形態には4種類のパターンがあり、ユニットの形状が3種類なので、図4に示すように計12種類のユニットの形態が考えられる。

3.2 マイクロハビタットの形態

図3は典型的なプール内のマイクロハビタットの状態を示している。例えば集中型では流水が中心に集まり、河床洗掘により大きなプールが形成され、河岸部には大きな淀みができ、泥やリターが堆積する。また、流れの

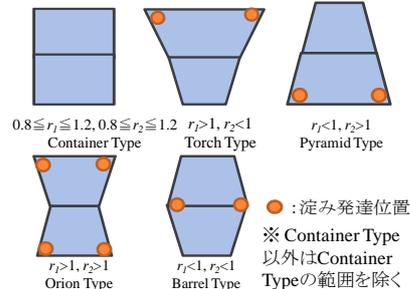


図1 プール形状タイプ

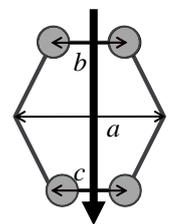


図2 プール入口、中間、出口の幅

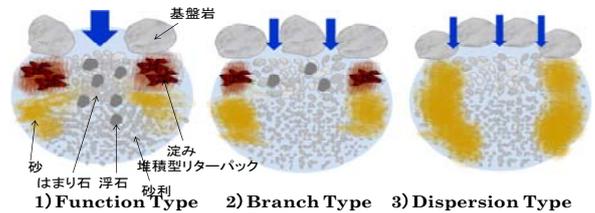


図3 ユニットへの流れ込形態とマイクロハビタット

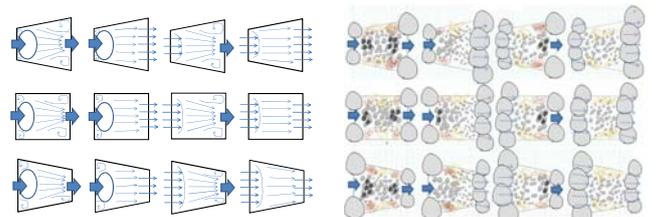


図4 ユニット形状と流水形態

図5 流れから予測される底質

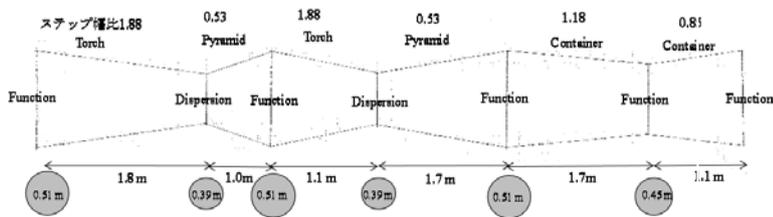


図6 予測した階段状河床地形

緩急によって浮き石と沈み石状態の河床材料になることも予想できる。分散型では比較的弱い流れがプールに入り、プールは小さく河床材料の状態も一様であると予想される。

図3の12個のパターンにおける典型的な淀み、浮き石や沈み石のパターンが描かれている。これに図3のマイクロハビタットを付け加えると、階段状河床形とマイクロハビタットの図を描くことができる。

4. ヒル谷への適用

4.1 ヒル谷の概要

ヒル谷は神通川水系蒲田川流域の支川で、流域面積0.85km²、平均河床勾配0.12、平水時は河幅1m程度の谷である。河床材料は数cmから数十cmの礫から成っており、河道全体にわたって階段状河床が発達し、そのステップ部分は数十cmの巨礫で形成されている。

4.2 階段状河床形

2.1(1)の方法で安定状態のヒル谷を描くため、1988年から2004年までの年最大流量に対するステップを重ね合わせた。その結果が図6であり、ステップを構成する粒径も図の下に記している。図7はこれによって得られた r_1 と r_2 の値を実測値と比較したものである。2008年時の r_1 、 r_2 の実測値はおよそ0.5~1.5に分布しているが、シミュレーションによる値もほぼ実測値の範囲内にデータが収まっている。しかし、Barrel TypeとOrion Typeを対象としていないので、データのばらつく範囲に相違が見られる。図8は2005年の大洪水後比較的安定してきた2008年時の波長の測定値の頻度分布を示したものである。図9は2004年のシミュレーション結果による波長分布を示したものである。波長を求める際の水理量の計算精度が十分でないためか、2008年の階段状河床が十分発達していないためか、シミュレーションの波長がかなり小さくなっている。しかし、両者の分布性状は同様の傾向を示している。

4.3 ヒル谷のハビタットの図

これまでの結果に加え、鈴木ら³⁾によって示されたヒル谷の苔面積率約30%という結果を総合すると、安定したヒル谷の階段状河床とマイクロハビタットの形態は図10のようである。図11は2008年時点の比較的安定した状態の実測値である。これらを比較すると、スケールの違いはあるが、形状特性やマイクロハビタットの分布特性はおおむね合っていると思われる。

5. おわりに

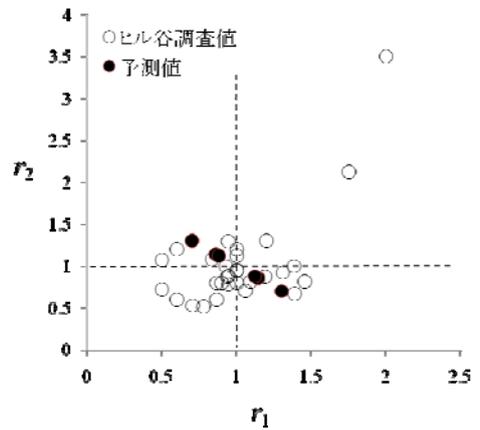


図7 ユニット形状の調査結果とシミュレーション結果

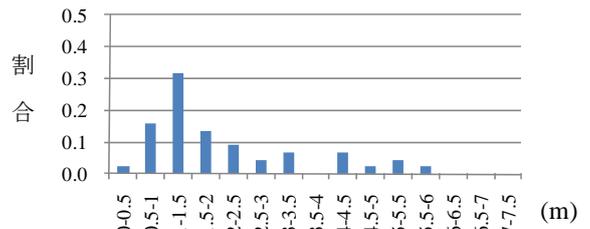


図8 2008年7月3日のヒル谷波長分布

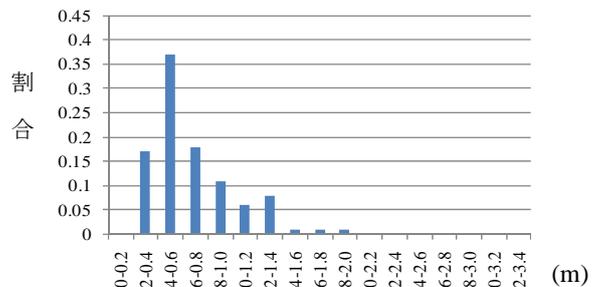


図9 シミュレーションによる2005年時の波長分布

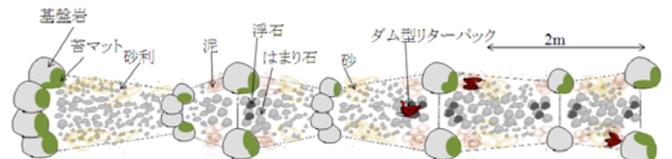


図10 階段状河床と生息場のシミュレーション結果

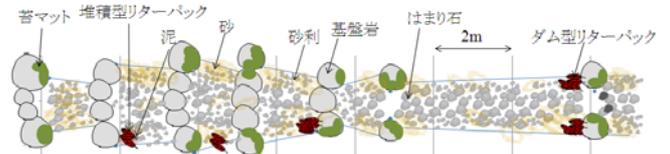


図11 2008年7月3日の階段状河床と生息場の調査結果

今後、シミュレーション精度の向上を図るとともに、排砂や置き土による階段状河床やマイクロハビタットの変化の解析に適用し、妥当性を検討したい。

参考文献

- 1) 江頭進治ら：階段状河床波と流砂の挙動、第30回水理講演会論文集、pp.223-229、1986。
- 2) 藤田正治、道上正規：千代川の淵の構造と魚類の生息、水工学論文集、第40巻、pp.181-187、1995。
- 3) 鈴木裕一郎ら：洪水による河川地形と微生物場の変化、平成20年度砂防学会研究発表会概要集、2009。