

京都大学大学院
京都大学防災研究所
京都大学防災研究所

○鈴木裕一郎
藤田 正治
堤 大三

1. はじめに

河川環境の保全を行うためには、水生生物のハビタットの評価方法が必要である。ハビタットと河床形は密接な関係があるので、河床形を評価することによってハビタットの評価が可能になるかもしれない。そこで、本研究では、土砂水理学的手法から評価される河床形の情報から水生生物のハビタットを評価する考え方を示し、その事例の一つとしてヒル谷における階段状河床形態に付随するハビタットの評価を試みる。

2. ハビタット評価の考え方

2.1 ハビタット評価モデル

土砂水理学では、地形条件、勾配、河幅、河床材料、流量、供給土砂から河床形状、河床形態、河床材料を解析でき、生態学の分野では、ある河床構造に存在する特有のハビタットの調査が行われつつある。この二つの分野の成果を繋げて、土砂水理学から解析される河床形状や河床形態に付随するハビタットが評価できれば、図1のようなハビタットを評価するためのフレームワークを考えることができる。図1の右向きの矢印を考えると、ハビタットや水生生物に及ぼす自然的もしくは人的インパクトを評価することができる。左向きの矢印を考えれば、ある生物の生息を回復させるためにはどのような土砂管理が必要になるかということも提言できる。

ただし、土砂水理学では河床構造の中の河幅や河床波のスケールの構造しか評価されないのに対し、生態学では、礫径や空隙のスケールでのマイクロハビタットの評価が重要である。こういったスケールの違いから、土砂水理学と生態学を単純に繋げて評価することができないため、河床波や河幅スケールの河床構造と、マイクロハビタットのスケールの河床構造との関係を現地調査により詳細に調べなければならない。

2.2 主骨格、骨格構造

河床構造の中で土砂水理学的に評価できるのは河床形態についてであるが、これは様々な規模の洪水の影響を受けることによる、様々なスケールの河床波の重ね合わせである。図2はその一例として階段状河床形の構造の模式図である。この構造の中には、洪水でも破壊しにくい最大径程度の石礫で作られる主骨格、よ

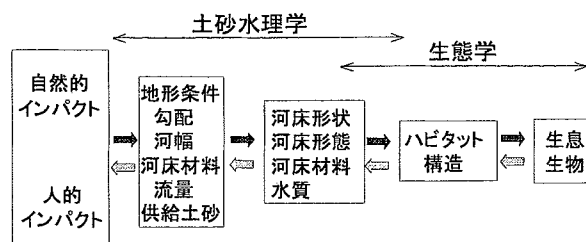


図1 ハビタット評価の基本フレーム

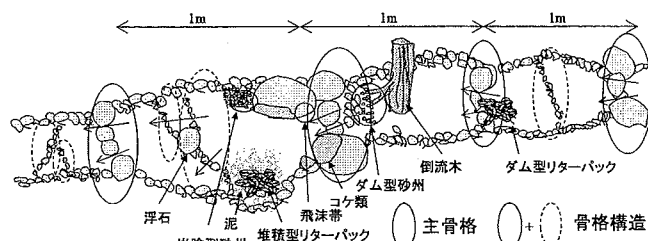


図2 階段状河床形における骨格構造とハビタット³⁾

り小さな石礫で作られる破壊されやすい骨格がある。両者を含めて骨格構造と呼ぶ。このような主骨格、骨格構造が土砂水理学で提供できる最小スケールの情報である。

主骨格構造に対応する流量がわかれば、地形条件や河床材料条件から、主骨格の平均波長、平均波高などが評価でき、これに付随する特有のハビタットがわかれば、マクロハビタットの評価が可能になる。次に、骨格構造の波長や波高の頻度分布は、統計量から推定でき、主骨格よりもよりスケールの小さいハビタット評価に繋げることができる。

2.3 骨格構造の変動

良好な生態系に必要な攪乱を考える必要がある。そこで、流量履歴、供給土砂履歴を用いると、河床形態の変形・破壊・形成やアーモアコートの破壊形成などが解析できる。これによって、骨格構造にて評価されたハビタットがどのように変形、破壊、再形成されるのかがわかれば、高度なハビタット評価に結びつけることができる。

3. 階段状河床のハビタット評価

3.1 ヒル谷の概要

自然河川には様々な形態の河床形が存在するが、階段状河床は山地河川の環境を構成する重要な要素の一つである。そこで、ヒル谷の階段状河床に関して調査、

検討を行った。ヒル谷は、神通川上流の蒲田川支流で、階段状河床形の発達した河道特性を持っている。研究対象区間は 72m、平均勾配は $i_b=0.18$ であり、とくにステップ・プールが連続した部分である。2006 年の 30~40 年確率規模の洪水によって河道は変形し、一部のステップは破壊したことが確認されている。

3.2 計算方法

階段状河床の変形・破壊に関する評価として、江頭ら¹⁾による方法を用いた。ここで、平均粒径 $d_m=0.2m$ 、最大粒径 $d_{max}=0.5m$ とし、河幅はレジーム則、水深は対数則にて求め、平均波長は Kennedy の式より求めた。ただし、最大粒径の無次元限界掃流力は Egiazaroff の混合砂礫における移動限界の理論を用いた。

3.3 主骨格構造の評価

主骨格構造の評価には、支配流量を知ることが重要である。そこで、ヒル谷の調査区間における支配流量について検討する。1999 年の調査²⁾によれば、明確な主骨格構造が形成されており、平均波長は約 1m 程度である。そこで、5 年確率流量における平均波長を求めると、0.78m であり、1999 年時の平均波長と近い値となることから、支配流量は 5 年確率洪水程度と推察できる。しかし、これに関しては、他の場所でも検討する必要があるが、支配流量がわかれば、主骨格の波長が計算でき、マクロハビタットの評価にも繋げることができる。

3.4 骨格構造の評価

図 3 は各年の最大流量に対する波長の頻度分布を示したものである。この図から、波長は 0.2~1m の間に分布するが、0.4~0.6m 程度の波長が多いことがわかる。

ここで、河床形状とハビタット構造を繋ぐ一例を示す。野村ら³⁾は、ヒル谷の階段状河床にどのようなマイクロハビタットが存在するかについて詳細に調査している。その結果と主骨格、骨格構造評価で得られた結果から、図 2 のようなマイクロハビタットが存在する模式図を描くことができる。図中では、ステップ上流部にダム型リターパックやダム型砂州、ステップによって跳ねた水が当たる部分には飛沫帯、岩陰には岩陰型砂州、淀みには泥や堆積型リターパック、水辺などの湿った部分にはコケ類といったマイクロハビタットがある。その他にも、倒流木や浮石による間隙がマイクロハビタットとして存在する。

3.5 骨格構造の変動の評価

ここで生態系に必要な攪乱を評価する。1999 年と同場所で行った 2007 年 12 月の調査結果によると、2007 年では明確なステップの平均波長が 4.8m であり 2006 年の洪水のステップ破壊により、平均波長がかなり大

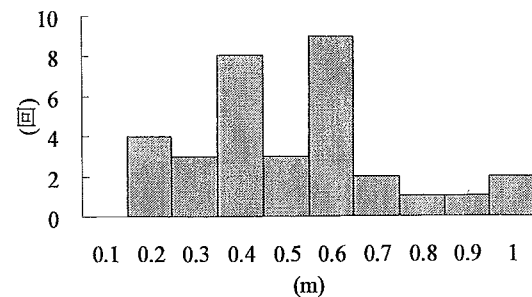


図 3 平均波長の頻度分布

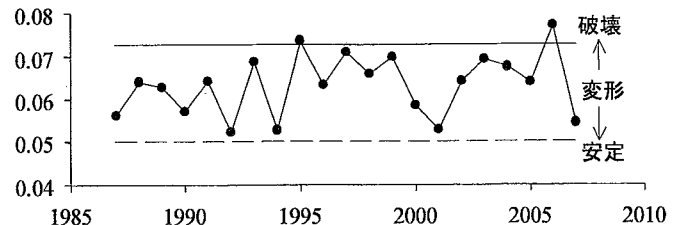


図 4 各年の最大流量における無次元掃流力

きくなった。今後の洪水で、1999 年の安定した河床に戻ることが考えられる。

ここで、ヒル谷における攪乱の頻度を考えるために、毎年の最大流量に対する無次元掃流力を求めると、図 4 のようになる。図中の実線は破壊限界を示し、点線は安定限界を示す。図 4 によると、1992、1994、2001 年ではあまり変形せず、1993、1995、1997、1999、2003、2006 年では大きく変形すると考えられる。その中でも、破壊限界を超える年が 1995 年と 2006 年の 2 回存在する。この結果より、ヒル谷では 10~15 年に一度の割合で大きな攪乱が起こると考えることができる。

4. おわりに

実際にハビタットの評価をするにあたっては、洪水による河床の変形とハビタットの変化をさらに関連付ける必要があり、土砂水理学と生態学でのスケールの違いを克服することが今後の課題である。また、河床形態だけでなく、水質、河床材料、気候変動など、他の様々な要素に関しても今後考慮し、より総合的な評価をする必要がある。

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) 藤田正治ら：砂防ダムからの排出土砂の移動とそれが溪流環境に与える影響、水工学論文集、第 44 巻、pp. 1215-1220、2000。
- 3) 野村理絵ら：河道特性の異なる谷間における生態場構造と底生動物群集の比較—攪乱前後の違いについて—、生態学会、p355、2008。