

1. はじめに

水生生物のハビタットの評価手法は、環境の観点からの流域の土砂管理において必要なツールの一つである。ハビタットは流水と流砂が形成する様々なスケールの河床構造の中に作られるので、河床構造を土砂水理的に評価することによってハビタット評価が可能になるかもしれない。本研究は、土砂水理学的手法から評価される河床構造の静的または動的情報から、水生生物のハビタットを評価する手法の考え方と問題点を示す。また、評価対象の一つとして、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

土砂水理学の知識を使えば、地形条件、河川勾配、河幅、河床材料、流量、供給土砂などの河道データから、河床形状、河床形態、河床材料などの解析を行うことができる。一方、生態学の分野では、一つの河床構造に存在する特有のハビタット構造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、河道データからハビタット構造が評価できれば、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構築することができる。図1を右向きに見れば、ハビタット構造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、左向きに見れば、ある生物の生息のハビタット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検討できる。

このような手法を確立する上で、土砂水理学で評価される河床構造のスケールと様々な生物のハビタットのスケールの違いをどのように解消するかが問題である。すなわち、土砂水理的に評価される河幅や河床波のスケールの河床構造と生物にとって重要な礫径や空隙のスケールのマイクロハビタットをどう結びつけるかである。この点は現地調査によって解決しなければならないと思われるが、両者の関係に関するデータの蓄積を今後推進しなければならない。

2.2 主骨格、骨格構造

河床構造は様々な規模の洪水の影響を受け、様々なスケールの河床波の重ね合わせとして形成されている。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。この構造は、通常の洪水では変形も破壊もしないステッ

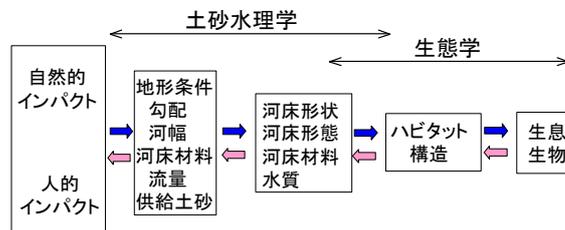


図1 ハビタット評価の基本フレーム

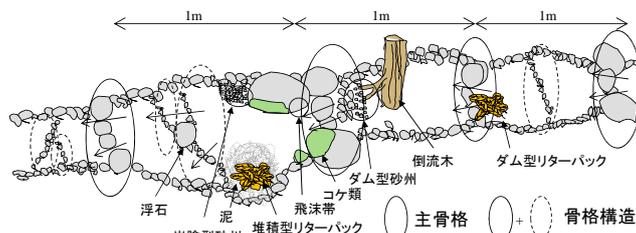


図2 階段状河床形における骨格構造とハビタット³⁾

プールとそれよりも強度の小さいステッププールからなる。ここでは、前者を主骨格、後者も含めたものを骨格構造と呼ぶことにする。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。調査と解析によって、主骨格構造に対応する流量（主骨格を形成する流量ではない）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、また、水流量の統計データから波長や波高の頻度分布も解析でき、骨格構造が評価できる。この骨格構造に付随する特有のハビタットの情報が整理されていれば、ハビタット評価が可能になる。ただし、マイクロハビタットにおいて、リター、コケ、泥などもその構成要素となるので、森林の状態、土砂生産、流砂などの情報も正確な評価には必要になる。

2.3 骨格構造の変動

良好な生態系には攪乱が必要であることが知られている。そこで、流量履歴、供給土砂履歴から河床形態の変形・破壊・形成やアーモアコートの破壊形成などを解析し、骨格構造の変動特性を評価することも重要である。骨格構造の変動に伴うハビタットの変動過程に関して十分な研究がなされているとは言えないが、これについて研究が進捗すれば、さらに高度なハビタット評価が行えるようになる。

階段状河床のハビタット評価

3.1 ヒル谷の概要

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。ハビタット評価の一例として、神通川上流蒲田川支流のヒル谷を対象として、階段状河床の形状特性、変動特性について検討する。研究対象区間は 72m、平均勾配は 0.18 であり、約 40 年間の流量データが蓄積されている。2006 年には 30~40 年確率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おり、この前後の河床構造の変化についても調査した。

3.2 解析方法

河床構造評価では、階段状河床の波長、波高、および変形・破壊を解析する必要があるが、これは江頭ら¹⁾の方法によった。ここで、河床材料の平均粒径は 0.2m、最大粒径は 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。また、最大粒径の無次元限界掃流力は Egiazaroff 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従来の研究も参考にして検討する。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。ここで、5 年確率流量における平均波長を求めると 0.78m となり、1999 年時の主骨格の波長と近い値となる。このことから支配流量は 5 年確率洪水程度と推察できるが、これに関しては、今後検討する必要がある。しかし、5 年確率流量が支配流量であるとすれば、まず、主骨格の波長が計算できる。

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、河床構造とハビタット構造を繋ぐ一例を示す。野村ら³⁾は階段状河床におけるマイクロハビタットの分類と形成地点について詳細に調査している。その結果と主骨格、骨格構造の評価結果を統合すると、図 2 のようなハビタット構造の模式図を描くことができる。図中には、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描かれている。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

ここではヒル谷での骨格構造の変動特性について検討する。まず、2006 年の 30 年確率の洪水をはさむ 1999 年と 2007 年の河道調査によると、2007 年では明確なステップの平均波長が 4.8m であり 1999 年の主骨格の波長 1m に比べて大きい。これは 2006 年の洪水によって階段状河

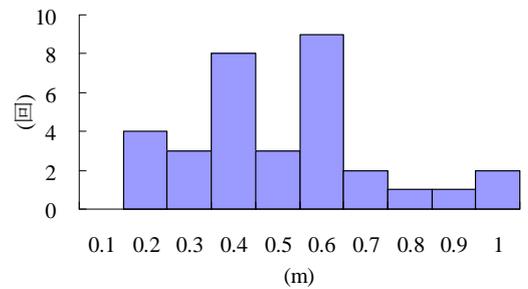


図 3 平均波長の頻度分布

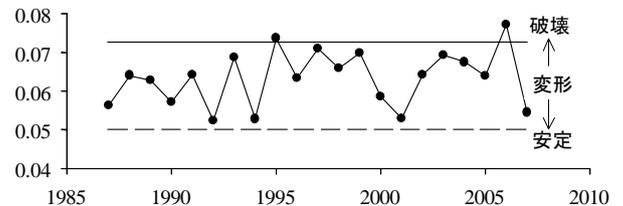


図 4 各年の最大流量における無次元掃流力

床が破壊されたためであるが、今後の洪水で 1999 年の安定した河床に戻ることが推察される。

図 4 は毎年の最大流量に対する無次元掃流力の時系列を示したものである。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 1 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息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。