

山地河川における流れ型に基づく河川物理構造の流量減少に伴う変化

○筑波大学大学院 学生会員 森本健太  
筑波大学 正会員 白川直樹

1 緒言

水力発電所などにより取水され、自然状態の河川より少ない水量の区間を減水区間と呼ぶ。減水区間では、魚類の隠れ場の減少や水温上昇等が発生しやすく生態系への影響が懸念されている。しかし現在、この減水区間における生息場の変化を定量的に評価している指標は少ない。本研究では同一区間において流量の異なる条件のもとで、何度も現地観測を行うことで、流量と物理構造の関係を明らかにしようと試みた。そして川の流れの状態を表す流れ型に基づいて、流量減少に伴う河川物理構造の変化を調べる。

2 現地観測方法

対象河川は茨城県北部を流れている久慈川水系の里川、花貫川水系の花貫川である。観測は2014年5月から2014年11月にかけて計5回行なった。調査地点の流量は観測日によって異なり、里川は0.039, 0.11, 0.3, 0.6m<sup>3</sup>/s、花貫川は0.05, 0.085, 0.13, 0.3m<sup>3</sup>/sであった。調査区間の長さは250~450 m、河床勾配は1/18~1/25、流域面積は13.2~25.5 km<sup>2</sup>である。

河道内を2 m × 1 m (流下方向距離×横断方向距離)の長方形グリッドに分別し、各グリッドにおける流れ型を目視によって判別した。流れ型は流れと水面の波立ちから、「荒波」「波立ち」「緩流」「止水」の4つに分類している。「荒波」は流れがあり水面にしぶきの立つ荒い状態、「波立ち」は波立ちがあるものの、荒波のようにしぶきは立たない、「緩流」は流れがあるものの、水面が淀んだ状態であり、棒などをたてると後流に波立ちが発生する、「止水」は流れ、波立ちがない状態である。なお、これらの分類はNewsonら[1]の文献を参考に定めた。

3 区間全体でみた各流れ型の割合

図1に里川、図2に花貫川における各流れ型の面積割合を示す。両河川ともに流量減少にともない、荒波割合が里川では40%から20%へ、花貫川では50%から5%へと減少し、止水割合が里川では15%から25%へ、花貫川では10%から30%へと増加していることが見て取れる。このことから、荒波および止水の面積率は河川の種類に関わらず流量と正の相関および負の相関をもつと考えられる。

しかし、この結果は河川全体でマクロ的に評価しているため、細かな物理構造を評価できていない可能性がある。そこで、流れ型に基づいて河道内の物理構造を細分化し再評価する。

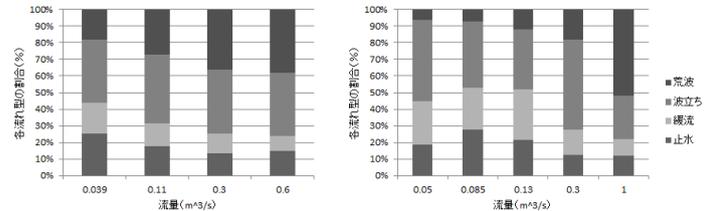


図1: 里川における流量と各流れ型の割合      図2: 花貫川における流量と各流れ型の割合

4 単位形態ごとにみた荒波の面積割合

4.1 単位形態の区分方法

中上流部の河川構造は一般的に、淵、平瀬、早瀬を1セットとする単位形態の繰り返しにより構成されている。現在、瀬淵の構造を定量的に把握するための研究がすすめられており、野上ら[2]は表1に示すように瀬淵を流速やフルード数(Fr)と関係づけている。本研究で用いた流れ型について、現地で計測した水深と流速から求めたFrの範囲を表2に示す。なお、止水は流速が零であるため、Frも零である。本研究の流れ型と野上らの値を比較すると、早瀬と荒波の条件がほぼ一致していることがわかる。従って、早瀬と荒波は同等のものとして扱うことができると考えられる。そこで本研究では、荒波を境に単位形態の区分を行なえるものとし、荒波がなくなる地点が周期構造の境目であるとして分析を進めた。

表1: 瀬淵と流速およびFrの関係(野上ら)

	早瀬	平瀬	淵
流速 (m/s)	0.28~	~0.28	
Fr	0.2~		~0.2

表2: 流れ型と流速およびFrの関係

	荒波	波立ち	緩流
流速 (m/s)	0.3~1.2	0.15~0.5	0.01~0.18
Fr	0.2~	0.1~0.3	~0.12

キーワード: 山地河川, 河川流量, 現地観測, 単位形態, 流れ型

連絡先: 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻  
E-mail: s1420938@u.tsukuba.ac.jp

4.2 流量ごとに区分した単位形態による荒波面積

里川における流量と単位形態の平均長さ、長さの中央値および個数の関係を図3に示す。流量が減少するにつれて単位形態長さが短縮、数は増加していることが見て取れる。また、長さの平均と中央値の値はほぼ一致している。また、図4と図5に単位形態ごとにみた荒波および止水の面積割合を示す。これらは1単位形態あたりの荒波面積を平均川幅および1単位形態の流下方向距離で割ったものであり、ひとつのプロットがひとつの単位形態を示している。図中に線を引いたのは、各流量のときの平均値を結んだものである。両図より流量が減少するにしがって荒波および止水面積のバラつきが大きくなっていることがうかがえる。また、荒波面積割合は流量の減少と共に小さくなり、止水面積割合は流量の減少と共に大きくなっている。

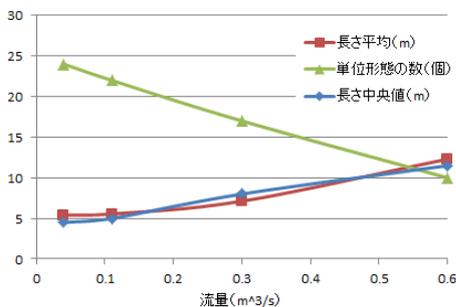


図 3: 単位形態区分の結果

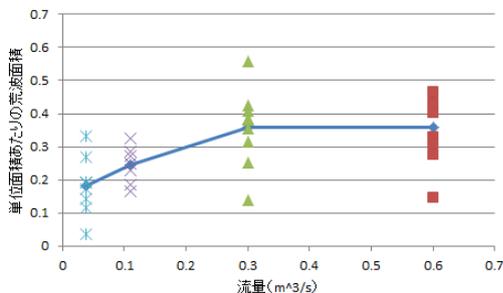


図 4: 一単位形態に占める荒波の面積割合

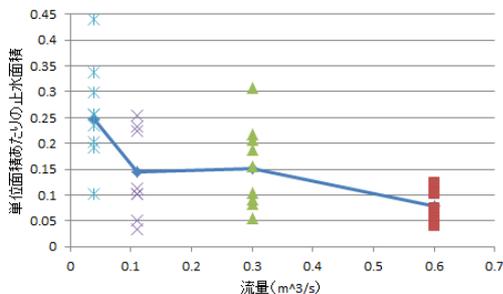


図 5: 一単位形態に占める止水の面積割合

次に、観測対象のうち最大の流量である流量 0.6m<sup>3</sup>/s のときに荒波が生じた状況に基づいて、すべての流量時に河道内を区分して分析を行なった。図6に荒波面積割合、図

7に止水面積割合をそれぞれ示す。両図より流量が減少するにしたがい、面積のバラつきが大きくなっていることがうかがえる。また、4.2と同様に、荒波面積割合は流量の減少と共に小さくなり、止水面積割合は流量の減少と共に大きくなっていることがわかる。

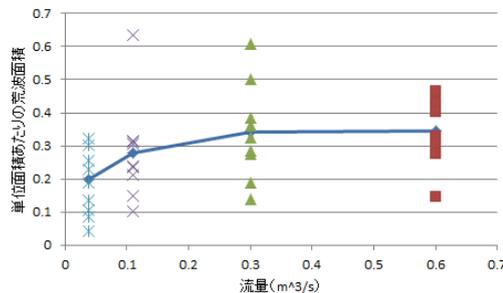


図 6: 流量と単位幅面積あたりの荒波面積 (流量 0.6 m<sup>3</sup>/s の区分に固定)

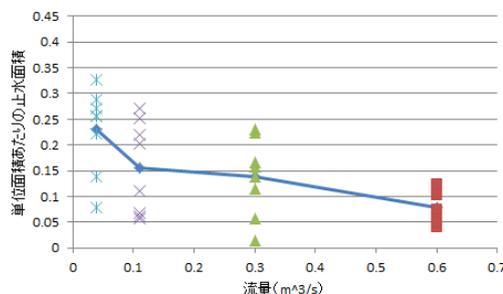


図 7: 流量と単位幅面積あたりの荒波面積 (流量 0.6 m<sup>3</sup>/s の区分に固定)

5 結言

現地観測を行い荒波および止水の面積割合による物理構造の変化を分析した結果、以下の結論を得た。

- (1) 区間全体で見たとき、河川を問わず流量と荒波および止水割合は正の相関および負の相関がある。
- (2) 荒波による物理構造周期分類を行なった結果、流量と長さ平均には正の相関、周期数には負の相関がある。
- (3) 流量が減少すると、単位幅面積あたりの荒波および止水面積のバラつきが大きくなる。

6 参考文献

[1]Geomorphology, ecology and river channel habitat: mesoscale approaches to basin-scale challenges M.D.Newson and C.L.Newson, Progress in Physical Geography 24, 2 (2000) pp195-217  
 [2] 上流河川における生息場としての河床地形区分 Research on classification of habitat in Mountain Rivers 野上 毅, 渡邊 康玄, 長谷川 和義, 水工学論文集 第46巻 2002年2月 pp33-38