

水面勾配と河床勾配を用いた淵構造の検出に関する現地観測

筑波大学大学院 学生会員 ○石川弘之, 筑波大学大学院 学生会員 森本健太
筑波大学大学院 学生会員 工藤拓哉, 筑波大学 正会員 白川直樹

1. 緒言

山地河川にある水力発電所は河川から取水を行うため本来の水量から減少する減水区間を生じさせる。この区間では生態系へ影響が懸念されており、生態系へ影響を及ぼすことのない最低限の流量（環境流量）の設定が必要である。生態系は河道の物理構造によって規定される。この物理構造として一般的に用いられるものとして瀬淵構造「早瀬、平瀬、淵」を1セットとしサイクル構造で現れることが知られている。しかし、これは河川の中流部を評価するための指標であるが、上流である山地河川においては定量的に適用性が示されていない。野上ら⁽¹⁾は北海道の山地河川を対象に、水面勾配と Fr によって物理構造を定量的に評価したが、河川や流量の違いによる影響を分析していない。そこで本研究では、茨城県の山地河川を対象に、現地観測に基づき流量や河川の違いを考慮した物理構造の分析を行った。

2. 瀬淵区分について

一般的に、淵は流速が小さく水深が大きい、瀬は流速が大きく水深が小さい。一方で、山地河川においては一般的な瀬淵の区分とは異なる物理構造が存在する⁽¹⁾。流速が小さく水深が小さい、流速が大きく水深が大きいといった物理構造である⁽²⁾。

3. 目的

山地河川では多くの区間を早瀬や平瀬で構成している⁽¹⁾。その中で淵がどこに現れるかは山地河川における河川を特徴付ける重要な物理構造といえる。そこで、本研究では淵に注目し一般的な定義で呼ばれる淵と山地河川に見られる特有の淵に近い物理構造を定量的に評価する。

4. 対象河川

現地観測は茨城県北部に位置する久慈川水系里川および花貫川水系花貫川で行った。対象区間において花貫川では目視にて一般的に淵と呼ばれる物理構造が確

認できるが里川では確認できない。河川の諸元を表1に示す。

表1 対象河川諸元

水系	花貫川	久慈川
河川	花貫川	里川
流域面積 [km ²]	23.4	12.3
平均河床勾配	1/25	1/18
観測区間長さ [m]	250	200
流量 [m ³ /s]	0.70	0.30
一般的な淵	あり	なし

5. 観測項目と観測方法

対象区間の流水表面の波立ちに基づいて、波がたしづきがあがる部分を「白波」、波が立たない部分を「緩流」、これらに当てはまらないものを「その他」として分類した。これら「白波」「緩流」「その他」を流れ型と呼び、それぞれの出現割合を2×1m（流下方向距離×横断方向距離）グリッドで集計した。また同時に、各断面における代表水深および水面幅、流量、河床勾配および水面勾配を計測した。流域面積は地形図より算出した。

6. 結果と考察

6.1 流れ型による分類

各グリッドにおける流れ型と水深を集計した。また、野上らによると水深28cm以上でありFr数が0.2未満で淵である⁽¹⁾。本研究において流れ型「緩流」部分のFr数を調査した結果、Fr数が0.2を下回ることがわかった。そこで、「緩流」かつ水深が28cm以上である場合に淵と判定される。表2に各河川での集計結果を示す。この表を見ると、全グリッドのうち「緩流」と判定された箇所では水深が28cmを上回り淵と判断できるグリッドは花貫川において20%、里川では6%となっ

キーワード 減水区間, 山地河川, 瀬淵構造, 勾配

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学白川(直)研究室 TEL. 029-853-5138 E-mail: s1520862@u.tsukuba.ac.jp

た。里川では「緩流」となっても水深が小さくなるために淵とは認められないものが増えると考えられる。

表2 流れ型水深分類

流れ型	水深	花貫川[%]	里川[%]
白波		39	38
その他	<28	8	21
	≥28	21	15
緩流	<28	12	20
	≥28	20	6

6. 2 勾配による分類

6. 2. 1 水面勾配による分類

野上らは北海道浜益村を流れる流路延長 15.7km, 流域面積 33.9km², 平均河床勾配 1/43 の群別川において水面勾配による瀬淵区分を行った。水面勾配による瀬淵区分を「早瀬」は 1/23~1/30, 「平瀬」は 1/50~1/100, 「淵」は 1/200~1/1000 と定義している。これらの区分を用いて里川, 花貫川で検証する。その結果, 野上らの区分による「早瀬」よりも急となる箇所が多く存在した。これは, 里川と花貫川が群別川と比較して平均河床勾配が急であることに起因すると考えられる。そこで, 野上らによる区分から里川と花貫川の物理構造を評価できるよう再定義した。その定義に従って水面勾配から花貫川と里川で分類した結果を表3に示す。この表を見ると, 里川は花貫川と比較して急勾配である急早瀬に多く分類されていることが分かり, 急流河川での適用性が確認できる。また, 目視により淵となる部分を見ると, 「平瀬淵」「淵」「緩い淵」であった。そこで, 「平瀬淵」は山地河川特有の淵構造と考えられる。

6. 2. 2 河床勾配による分類

水面勾配は流量に依存するため流量条件によるものか, 里川に淵を形成しうる要因がないのかが区別できない。そこで, 河床勾配を調べることで河床地形から流量に関係なく淵を形成しうる要因があるのかを調べる。水面勾配による分類によって「平早瀬」「淵」「緩い淵」と判定された箇所の河床に注目すると, 図1のH1~3, S1~3の部分であった。この部分の河床は凹型の地形となり登りの勾配が存在した。この登り勾配に

ついて調べると, 下向きを正とすると H1 では-1/16, H2 で-1/9, H3 で-1/11 となっていた。S1 では-1/60, S2 で-1/64, S3 で-1/522 であった。よって目視の結果淵となる河床勾配は-1/9~-1/16, 淵でないものは-1/60~-1/522 の範囲であった。

表3 水面勾配による区分定義と結果

野上らによる区分	水面勾配	本研究での区分	花貫川 [%]	里川 [%]
-	~1/23	急早瀬	31	53
早瀬	1/23~1/30	早瀬	7	4
-	1/30~1/50	早平瀬	21	10
平瀬	1/50~1/100	平瀬	17	2
-	1/100~1/200	平瀬淵	12	1
淵	1/200~1/1000	淵	7	4
-	1/1000~	緩い淵	5	0

7. 結言

- ・里川には一般的な淵と異なる浅く遅い淵が存在する。
- ・花貫川では 1/100 より緩い水面勾配で淵となる。
- ・河床勾配が-1/9~-1/16 のときに目視による一般的な淵と一致する。

参考文献

- 1) 野上毅ら, 「急流河川における生息場としての河床地形区分」, 水工学論文集, 第46巻, 2002.
- 2) 森本健太, 「波立ちに基づいた山地河道の物理構造に関する検討」, 土木学会環境システム委員会, 2015.

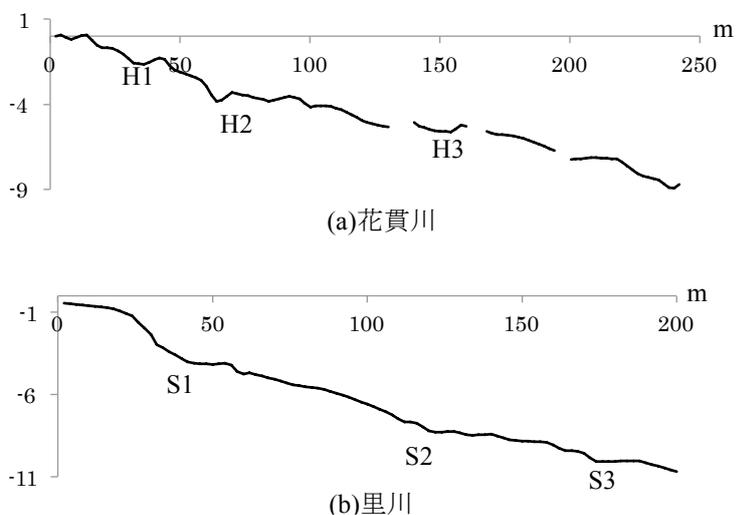


図1 縦断方向距離と河床高