

○国土防災技術株式会社 金子秀人
 新潟大学農学部 山本仁志
 新潟大学農学部 松崎 健
 新潟大学農学部 権田 豊

1. はじめに

近年、砂防事業と自然生態系及び景観の保全の両立が求められるようになりつつある。河川の瀬・淵構造は生物に多様なスケールの生息空間を提供しており、瀬・淵構造を保全することが河川の生態系を保全することにつながると考えられている。瀬・淵構造については、従来さまざまな研究が行われているが、河川の全長スケールの視点から、自然の瀬・淵の形態の空間的な変化をとらえ、その変化を規定する要因を明らかにしようとした研究は少ない。そこで本研究では、景観面からも漁業面からも重要視されている、M型 (Meander type) の淵を研究対象とし、淵の長さを規定する要因を明らかにすることを目的とした。まず、岩崎ら(1997)の提示した、M型の淵の長さ と 地形的な要因の關係式について考察する。その結果をふまえ、淵の長さ と 河床勾配(以下勾配と呼ぶ)の關係式を仮定する。3つの河川での調査結果をもとにその式の妥当性について検討する。

2. 従来の研究に対する考察

岩崎ら(1997)は、能生川において淵の長さが河口からの距離のべき関数で近似できることを示した。そして、淵の長さを式(1)に示すような、淵の存在する地点を基準とした流域(集水)面積 A とその地点の河床勾配 I の関数であると仮定し、実測値との適合性が良くなるように式(1)の係数 α, β を試行錯誤により決定している。しかし能生川においては、淵の長さ L 、勾配 I 、および流域面積 A が、それぞれ式(2)~(4)に示すような河口からの距離 D のべき関数で近似できる。式(1)に、式(2)~(4)を代入して整理すると、式(5)となる。式(5)が常に成立するためには、つまり能生川の場合、式(1)と実測値との適合性が高くなるようにするためには、式(6)、(7)が満たされるように、係数 k, α, β を選べばよい。しかし、式(7)を満たす α, β の組み合わせは、無数に存在し、一意に定まらない。たとえば $\alpha = 0$ とした場合でも、式(1)が成立するような β は必ず存在することになる。式(1)と実測値との適合性が良くなるように、試行錯誤で α, β を決定する場合、 α, β の大きさから、淵の長さ L を規定する要因を考察することは難しいと考えられる。また、一般の河川に式(1)を適用することを考えてみよう。能生川とは異なり、大きな支流が流れ込むような河川では、流域面積 A は支流の合流点で不連続に変化するため、式(3)の近似精度が悪くなる。淵の長さ L 、河床勾配 I と河口からの距離 D の間關係が、式(2)、(3)で近似できる場合、式(1)の適合性を高くするためには、係数 α の値を0に近づけなくてはならないことが予想される。本研究の目的は、淵の長さを決定する要因を明らかにすることであり、初めはできるだけ単純な淵の長さ L の評価式を仮定し、実測データと評価式の關係を吟味することが望ましい。そこで本研究では、淵の長さ L と勾配の間には式(8)の關係があると仮定し、実測データにより式(1)の妥当性、係数 k, β の値について検討する。

表1. 数式一覧	
$L = kA^\alpha I^\beta \dots\dots (1)$	$L = xD^\gamma \dots\dots (2)$
$A = yD^\delta \dots\dots (3)$	$I = zD^\epsilon \dots\dots (4)$
$xD^\gamma = (kyz)D^{\delta\alpha + \epsilon\beta} \dots\dots (5)$	
$k = x / (yz) \dots\dots (6)$	$\delta\alpha + \epsilon\beta = \gamma \dots\dots (7)$
$L = kI^\beta \dots\dots (8)$	$L = 0.5 / I \dots\dots (9)$
ただし L : 淵の長さ, A : 流域面積, I : 河床勾配	
x, y, z : 比例定数, D : 河口からの距離	
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$: べき数をあらわす定数である。	

3. 調査地と調査方法

調査は山形県小国町を流れる玉川(全長約 37km, 流域面積約 200km²)と新潟県新潟市と五泉市の境界付近を流れる早出川(全長約 45km, 流域面積約 260km²)で行った。玉川の調査区間は荒川との合流地点から上流へ約 25km の区間とした。一方、早出川の調査区間は阿賀野川との合流地点から上流へ約 22km の区間とした。それぞれの調査区間で淵の長さ及び幅、洪水路幅、低水路幅を計測した。勾配、流域面積は2万5千分の1の地形図から求めた。また、能生川のデータについては岩崎の論文(岩崎ら 1997)から引用した。

4. 結果と考察

玉川、早出川の縦断面図及び河川縦断面方向に対する流域面積の変化を図1、2に示す。玉川、早出川、両河川において、勾配は合流点からの距離のべき関数で近似できるが、流域面積は支流が合流する点(図の↓)において、不連続に変化し、

合流点からの距離のべき関数で近似するのは難しいことがわかる。次に両河川における河川縦断方向に対する淵の長さの変化をそれぞれ図3、4に示す。両河川とも、合流点からの距離が大きくなるほど、淵の長さが小さくなる傾向があることがわかる。また、淵の長さにはばらつきがあるが、合流点からの距離が同程度の淵同士を比較した場合、最大の淵は最小の淵の高々2倍程度の大きさであることがわかる。図5～7に玉川、早出川、能生川の淵の長さとの関係を示す。3つの河川とも、淵の長さとの関係を式(5)で近似できることがわかる。図8、9は3つの河川のデータを同一のグラフ上にプロットしたものである。3つの河川の淵の長さのプロットは、ほぼ1本の曲線(式(9))上に乗っているとみなせることがわかる。これは淵の長さが勾配に強く依存していることを意味し、規模の異なる河川においても淵の長さはおよそ式(9)で評価できる可能性を示していると思われる。

5. まとめ

本研究により、淵の長さは勾配のべき関数で近似でき、そのべき数の河川毎の違いは小さいことが示された。今後は、さらに多くの河川において同様の計測を行い、データを増やすとともに、勾配と淵の長さの相関が強い理由についても考察していきたいと思う。

6. 参考文献

岩崎敏・丸井英明(1997)急流河川における瀬-淵構造の分布-能生川を事例として-,新潟大学災害研究報告,第19号,pp65-82

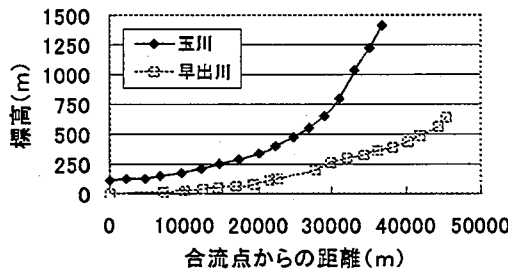


図1. 縦断面図

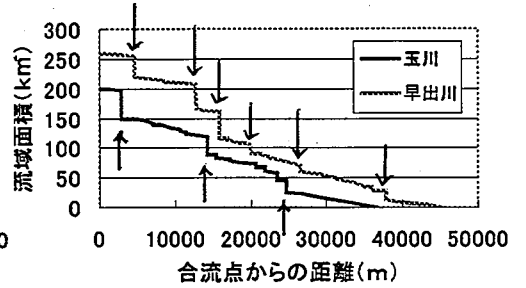


図2. 河川縦断方向に対する流域面積の変化

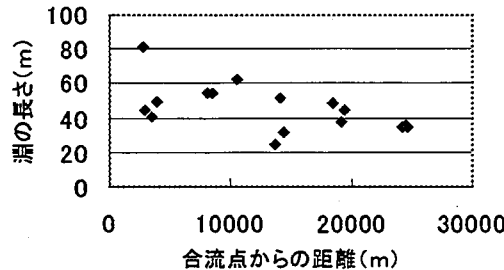


図3. 淵の長さの変化(玉川)

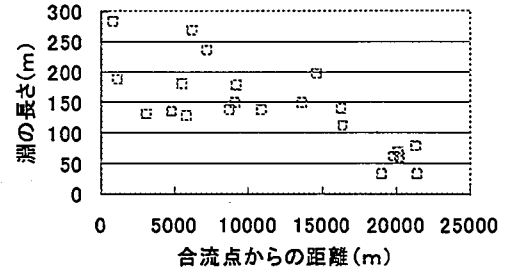


図4. 淵の長さの変化(早出川)

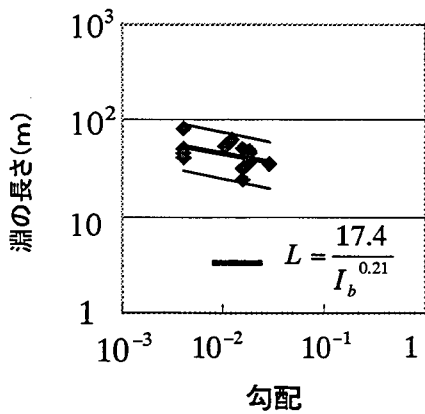


図5. 淵の長さとの関係(玉川)

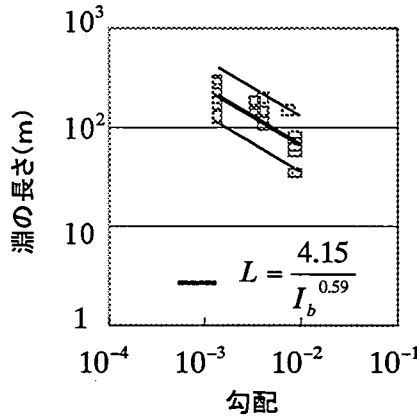


図6. 淵の長さとの関係(早出川)

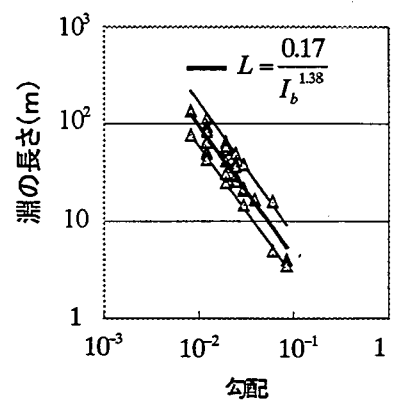


図7. 淵の長さとの関係(能生川)

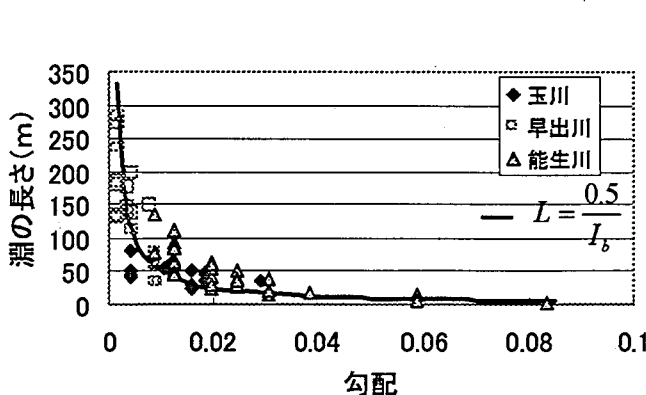


図8. 3河川の淵の長さとの関係

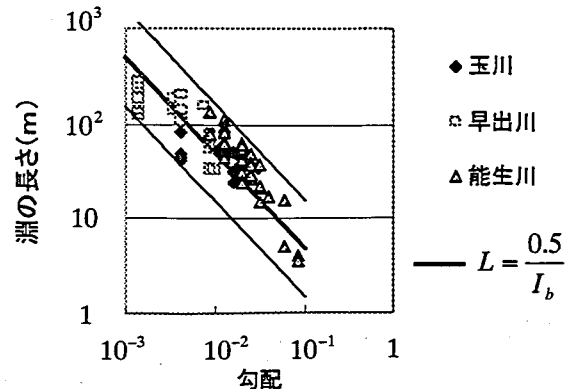


図9. 3河川の淵の長さとの関係