

水生生物の降河を考慮した流況改善の提案

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田陽一
日本大学理工学部土木工学科 学生会員〇篠崎遼太

1. はじめに

全国の河川整備として、洪水対策を主目的に河道が整備されている。その結果、川幅の拡幅や河床の均一的な整備により、渇水時、平水時には湛水化する箇所が出現し（写真1）、河川横断構造物によって湛水化されている状態のように、流下方向の流速が小さく水生生物の降河が難しくなっている。この場合、豊水以上の流量規模になると、流下方向の流れが感知できるようになるため、水生生物の降河環境は降雨強度に支配されていると言える。ただし、ダムなどによって流量制御が行われている場合には、中小洪水時の河川においても攪乱が生じにくく、流域内で豊水流量規模が生じる降雨などがあっても、平水時と同様な流況になることも否定できない。ニホンウナギ、サツキマス、サクラマス、アユ、ヨシノボリ、ヌマエビ（ヤマトヌマエビ、ミゾレヌマエビ、トゲナシヌマエビなど）、モクズガニなどの通し回遊性の水生生物にとって、降河経路を見失う、または迷入する河川環境では生態系保全にはつながらない¹⁾²⁾³⁾。河道断面について様々な研究⁴⁾⁵⁾が行われているが、降河環境を考慮している検討はない。これらの背景から、ここでは湛水域における微地形の工夫により降河可能な環境を造り出す可能性を見出すため、平坦に敷いた砂利の水路（写真2）に野積みの礫による突起状のもの、すなわち“Stone bump”（以下、bump とする）を設置すること（写真3）によって主流の流れを形成できることに着目し、流下方向流速の増加について実験的に検討を行った。



写真1 湛水化された河川流況



写真2 水路中6m区間に砂利を引いた状態

写真3 横断方向にStone bumpを設置した状態

キーワード 河川環境, 降河環境, 流況改善, Stone bump, 局所流

連絡先 東京都千代田区神田駿河台1-8 TEL.03-3529-0409 E-mail : csry14100@g.nihon-u.ac.jp

2. 実験概要

降河環境の改善につながる流況を検討するため、水路幅 0.80 m、水路長さ 18 m、水路高さ 0.60 m（水路中央部から下流側の高さ）を有する長方形断面水路に 6m 区間に粒径 10 mm 前後の砂利を平坦に設置し（写真 2, 4）、15 mm 前後の砂利の層となっている。水路下流端に設置されたゲートで堰上げ、湛水化された状態を設定した。水路勾配は水平および 620 分の 1、単位幅流量は $5.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 、下流部での水深が 17 cm 前後として設定している。水面付近に主流の流れを形成させるため、2 cm 前後の石を用いて横断方向に bump を 4 か所設置した（写真 4）。なお、bump を設置した場合と設置していない場合（写真 5）との水深の差異は 1mm 以内である。横断方向に設置した箇所は 50 cm～40 cm 間隔とし、3～4 cm の突出高さ、20 cm の広がりをもって設置した。比較検討のために、縦断方向に 2m 区間に bump を 3 列（中央、側壁）設置した（写真 6）。水深はポイントゲージを用い、流速は KENEK 社製の I 型プローブを有する 2 次元ポータブル電磁流速計を用いた（平均計測時間 20 秒）。



写真 4 横断方向に設置した bump の拡大写真



写真 5 bump 設置前の状態

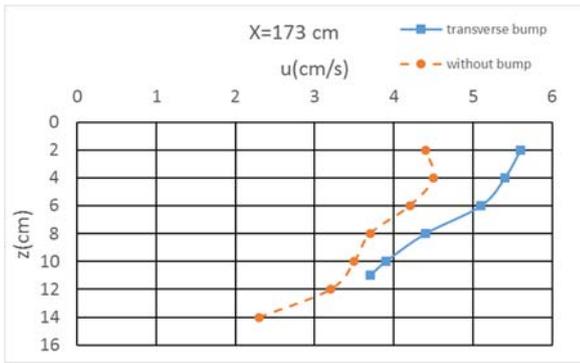


写真 6 水路中 2m 区間において縦断方向に bump を 3 列設置した場合

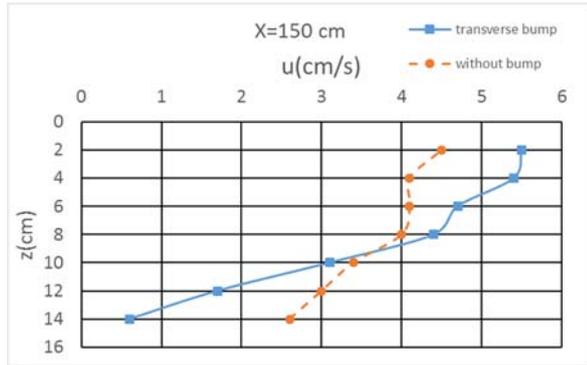
3. 実験結果

横断方向に bump を設置した場合と設置していない場合との比較を図 1 に示す。縦軸の z は水面から鉛直下向きの座標（測定位置の水深）を示し、横軸は水路縦断方向（流下方向）の時間平均流速を示す。

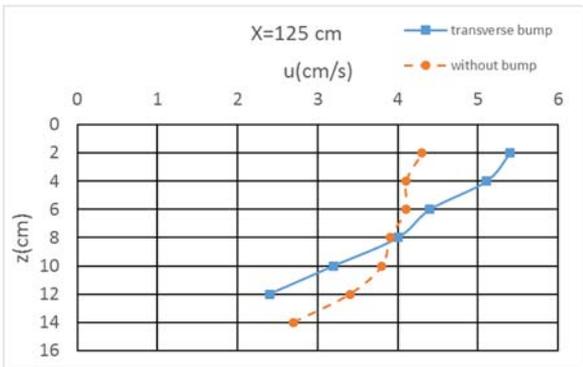
図から第 3 の bump 上部では突起の形状効果により、bump を設置していない場合に比べ流速が約 25% 増加していることがわかる。（図 1 a）参照）。また、第 3 の bump と第 4 の bump の中間および第 4 の bump 上部で、底部付近を除いては同様な流速分布となる（図 1 b, c）参照）。これは、上流側に設置された bump の影響を受けて主流が偏向されたためと考えられる。



a)

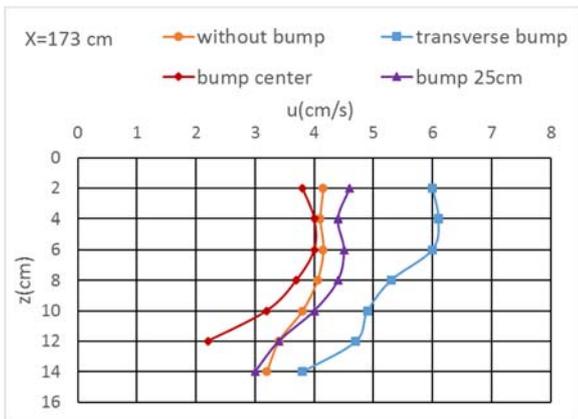


b)

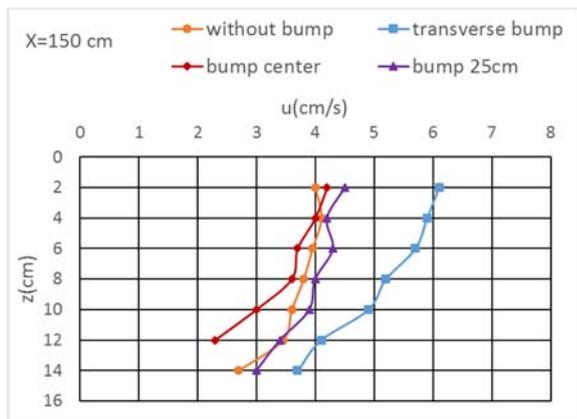


c)

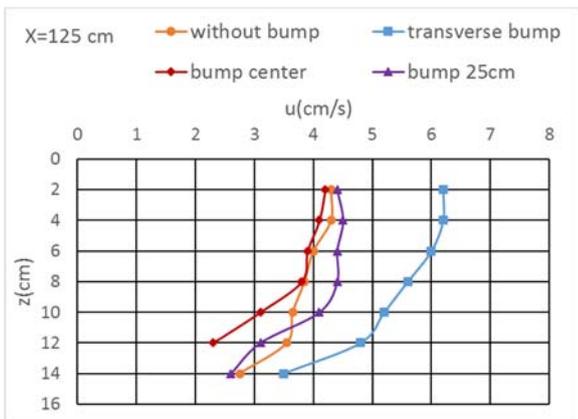
図1 横断方向に bump を設置した場合と設置しない場合の流速の比較 (1/620 勾配の場合)



a)



b)



c)

図2 横断方向に bump を設置した場合, 縦断方向に bump を設置した場合, および bump を設置しない場合の流速の比較 (水平の場合)

図2は砂利を設置した水平水路を対象に、bumpを横断方向に設置した場合と縦断方向に設置した場合（両者とも同量の礫を用いて設置）とbumpを設置していない場合の流下方向の流速分布の比較を示す。図に示されるように、縦断方向にbumpを設置した場合、主流が水面に向かって偏向しないため、bumpを設置していない場合との違いは小さい。しかし、横断方向にbumpを設置した場合には、設置していない場合より流速が50%程度大きくなった。すなわち、高さ3cm～4cm程度のbumpを4か所に設置したことで、主流の偏向および上層の流速の増加が可能となり、降河環境の改善の可能性を示すことができた。また、底層ではbumpを設置していない場合に比べて、滞留域がつくられるようになり、甲殻類、底生魚を中心とした新たな生息環境の形成が想定される。さらに、Stone bumpは原型スケールでは20cm前後の礫の使用を想定しているため、礫間の空隙を利用したウナギ塚または石倉の形成⁶⁾についても期待することができる。なお、ここで報告した実験は平水時または渇水時を想定したものであり、洪水時のbumpの安定性やせき上げによる水位上昇については不明な点が多い。この点について、今後検討を進めていきたい。

4. まとめ

河川整備に伴い平水時の河川流況が湛水化された状態になることによって、水生生物の降河が停滞する状況を改善するため、砂利を平坦に設置した実験水路にて、横断方向に野積み状態の礫による突起状のもの、すなわち“Stone bump”を4箇所設置した。高さは3cm～4cmであり、砂利の表面から水深16cmの箇所に設置している。水路勾配は水平または620分の1に設定することで、湛水化された状態を再現し、bumpが設置された場合と設置されていない場合との比較を行った結果、bumpを横断方向に設置したことによって、主流が水面に向かって偏向するようになり、設置していない場合に比べて25%～50%の流下方向流速の増加が認められた。したがって、湛水域の微地形の工夫による降河環境の改善の可能性を示すことができた。また、底層では甲殻類・底生魚などの新たな生息環境となる滞留域が形成され、さらに、野積みによってbumpが構成されていることからウナギ塚または石倉としての利用が期待できることを示した。

参考文献

- 1) 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン, コロナ社, 2011, 144 pages.
- 2) 安田陽一, 河川整備の土木技術から見た通し回遊性の水生生物の保全に向けた貢献, 海洋と生物 225, 生物研究社, Vol. 38, No. 4, 2016, pp.387-396.
- 3) 安田陽一, 生態系保全と治山・治水との調和のとれた河川環境, フォレストコンサル, 森林部門技術士会, No.138, 2014, pp. 7-22.
- 4) 笹木拓真, 宮原幸嗣, 福岡捷二, 複断面から船底形断面河道への改修による洪水流況及び低水路河床高の変化, 土木学会, 河川技術論文集, 第20巻, 2014年6月.
- 5) 長田健吾, 安部友則, 福岡捷二, 急流礫床河川における低水路護岸沿いの深掘れ流路形成とその特性, 土木学会, 河川技術論文集, 第13巻, 2007年6月.
- 6) 柵瀬 信夫, 石倉カゴ設置によるウナギ資源保護再生の実績 鹿児島県「高尾野川をきれいにする会」の取組, 鹿島建設株式会社, http://hitoumi.jp/event/23_takaonogawa.pdf, 2016年11月8日閲覧.