

大山川における微地形に着目した数値解析適用事例

九州大学大学院 米倉瑠里子 田井明 清野聡子

1 はじめに

我が国では、1997年の河川法改正により、河川事業の目的として「治水」「利水」に加えて「河川環境の整備・保全」が新たに追加されたが、河川環境の整備・保全を目的とした計画に際しても治水計画のスケールで河川環境の解析が行われる場合が多い¹⁾。しかし、一般的に、河川上流の渓谷部では、河道幅が狭く河床材が大きい²⁾ため、コンクリート三面張りの平坦な河道の下流よりも流量の違いによる流況や生物生息場の変化が顕著であるといえる。現状での中小河川の治水計画においては、横断面形状の測量後に数値解析を行うことが推奨されているが、横断面形状は堤防設計時に約100m間隔、詳細設計時に約20m間隔のものを使用することが多い³⁾。このようなスケールで渓谷部の解析を行う場合、巨礫や巨石の存在が考慮されず、複雑な河道地形が生み出す多様な流況を表現できず、結果として適切な生物生息場評価ができないことが予想できる。河川環境改善策に際しては、様々な研究がなされているが、高度に細分化、専門化されてしまい、その成果が市民に伝わらないという問題も浮上している。

これらの問題を受け、本研究では、筑後川上流大山川をモデル河川とし、河川環境における巨石などの微地形が物理場と与える影響を評価し、従来の治水計画で使用されるスケールを河川環境の整備・保全を目的とした評価に利用する際の問題点について検証した。

2 材料および現地観測

調査対象区間として大山川の85k430m～85k600mの区間を選定した。はじめに、数値解析で巨石や巨礫の分布を表現できるように、河床高を測量し対象区間の地形データを作成した。得られた対象区間の河床高の分布を図-1(a)に示す。次に、大山川の多様な流況変化を確認するために、現地写真を使用した流況変化の定性的把握を行った。その結果、対象区間では流量変化に伴い流況が顕著に変化し、流量が増加すると、水張り域と白波発生領域が増大することが確認できた。流向・流速観測の結果を図-1(a)に示す。観測の結果、流量 $3.3\text{m}^3/\text{s}$ の時、しわ岩に沿うように左岸側に流速の大きい主流域が存在し、右岸側は比較的流速の小さい領域とな

っていた。また、巨石下流側には緩速域が生じること、白波部分や河道が急彎している区間の流速が速くなることが分かった。したがって、治水計画で単一の地形・流況として扱われる領域内において、実際には多様な流況が存在することが確認できた。

3. 数値解析

図-1(a)のような現地の流況を正確に再現するために精密に作製した地形データを使用するケース (Case1)、図-1(b)のような治水計画のスケールに基づき作成した地形データを使用するケース (Case2)について、大山川解析対象区間 (図-1(c)の黄枠内) の流況を平面2次元数値解析⁴⁾により再現した。Case2は、従来の治水計画の手法に基づき、既存の85k600m地点断面の横断面データをもとに作製した縦断方向に一樣な河床地形データである。抵抗則はManning則 ($n=0.035$) を用い、境界条件として上流端に流量、下流端に水位を与え定常となるまで計算を行った。図-1(c)に示した白枠内の領域を一般曲線型標を用いて約 $1\text{m} \times 1\text{m}$ の 120×300 の格子に分割した。流量は、 $3.3\text{m}^3/\text{s}$ 、 $7.1\text{m}^3/\text{s}$ 、 $14\text{m}^3/\text{s}$ 、 $67.5\text{m}^3/\text{s}$ の計4通りを採用した。

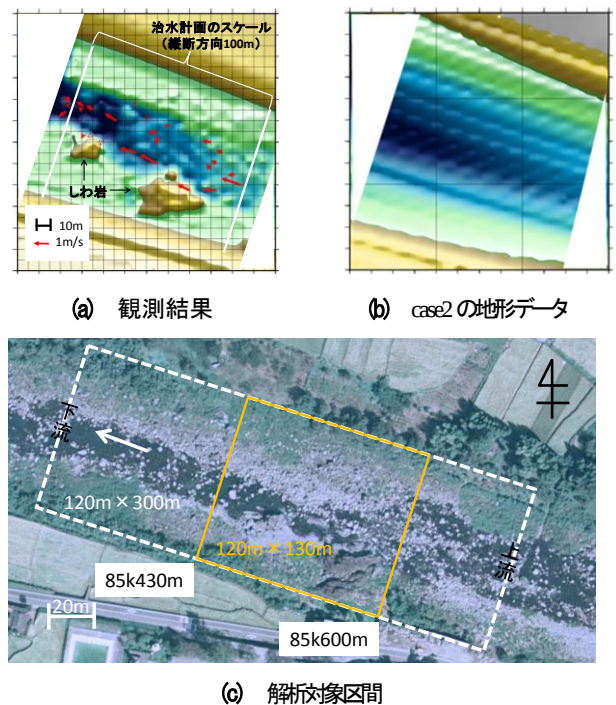


図-1 解析対象区間の地形

4. 結果と考察

代表例として、流量 $3.3\text{m}^3/\text{s}$ 時の水深および流速の空間分布を図-2に示す。次に、水深、流速の各値に対する面積百分を調べるために、格子数の個数のヒストグラム化を行った結果を図-3に示す。Case1のように縦断方向に一樣な地形データを使用した解析では、渓谷部の流況は再現できず、Case2のように詳細な地形データを使用した解析では、河川渓谷部の巨石周辺の流れについて水没や流速域の有無を再現できることが示された。また、Case1のような河道の場合、水深と流速は、偏りのある極端な分布となること、Case2のような巨石の点在する河道では、多様な流況が生じることが分かった。したがって、Case1よりCase2の方が、生息場として多様性が高いと考えられる。

5. おわりに

本研究で得られた知見を以下にまとめる。(1) Case1のように約1m間隔で作製した詳細な地形データを使用した解析では、水被り域の概形、水深・流速分布や巨石の水没状況を再現できる。

(2) Case2のように縦断方向に一樣な形状の地形データを使用した解析では、渓谷部の多様な流況変化を再現できない。(3) Case1

のように巨石が点在する河道では、多様な流況が生まれ、Case2のように縦断方向に一樣な形状の河道では、水深・流速がある値に偏在する。(1)と(2)より、従来の治水計画で用いられる解析スケールでは、渓谷部の河川の多様な流況を再現できないことが分かった。したがって、河川環境の整備・保全計画の際は、対象河川の流況を再現できる詳細なスケールを検証した後解析を行うべきである。また、従来の治水計画のように、河道を一樣な形状に整備することで、流況は単調かつ極端になることが分かった。したがって、生物生息場の多様性を考慮するならば、流況変化をもたらす巨石などは河道中に存在させるべきである。(3)より、河道を一樣な形状に整備することは、特定の種にとって適当な生息場を作ることの可能にするが、多様な生息場が壊滅されず、結果として河川環境にとって悪影響をもたらすと考えられる。

参考文献

- 1) 大石ら：土木学会論文集B1（水工学）Vol.68, No.4, pp.1399-1404, 2012；
- 2) 長田：一般座標系を用いた平面2次元非定常流れの数値解析，土木学会水理委員会基礎水理部会，水工学における計算機利用の講習会講義集，土木学会水理委員会基礎水理部会，pp.161-76, 1999

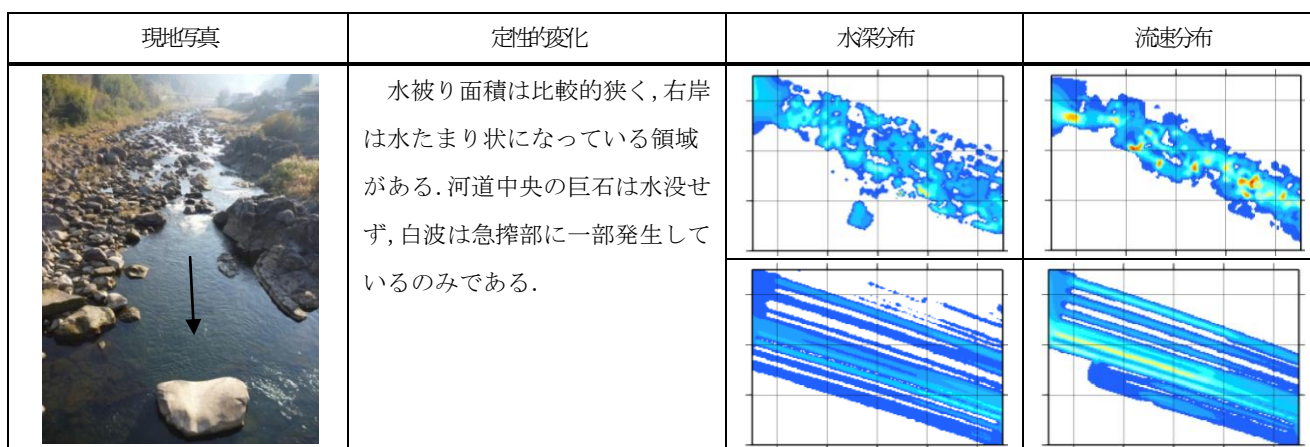


図-2 流量 $3.3\text{m}^3/\text{s}$ 時の流況（水深・流速分布について上段はcase1，下段はcase2を示す）

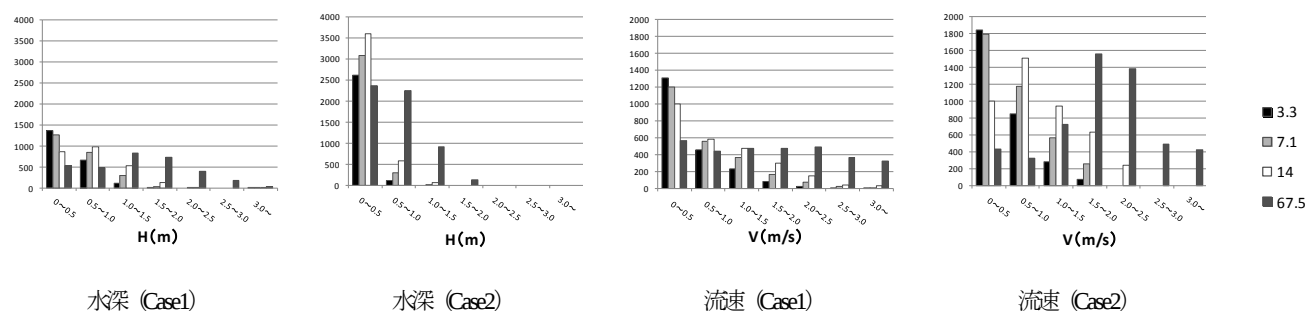


図-3 水深・流速の分布（図中縦軸は格子数を示す）