

Dynamic Window 法による適正な粒度分布作成法に関する研究

埼玉大学 学生会員 ○山岸 玄弥
 埼玉大学大学院 正会員 八木澤 順治
 埼玉大学レジリエント社会研究センター 正会員 田中 規夫

1. 目的

二瀬ダム下流では、ダム建設の影響を受け上流部からの小型の河床材料の供給量が減少し、河床の粗粒化が発生している。そこで、二瀬ダムでは置き砂による土砂還元を行うことで、環境の改善を図っている。置き砂等による土砂を河床に定着させ粗粒化を改善させるためには、土砂を蓄える大礫群で構成される河床骨格が大きく関わる。粗粒化が進んだ河床を土砂還元により効果的に改善するためには、その場の粒度分布を正しく評価し、河床骨格を構成している大規模礫群の分布を把握することが必要である。そこで、本研究では山地河道のような粒度偏差が大きい河床において、その場を代表する正しい粒度分布を把握するための粒度分布調査法を提案することを目的とする。

2. 研究方法

(1) 河床画像取得方法

粒度分布解析に用いる河床の画像は、二瀬ダム下流(146K)の三十槌橋上流付近で取得した。この地点は、2003年以降ダム直下からの土砂還元が実施されていたものの、近年は中断していた状況で小規模粒径が少ない。そのため、今回目的とするような大規模粒径群の粒度分布の調査地点として適していると判断した。河床画像の取得に際して UAV (Unmanned Air Vehicle : PHANTOM2, dji 社)を用いた。UAVには高解像度デジタルカメラ(RICOH GR)(画像サイズは 4352×3264 pixel)を搭載し、3秒ピッチでインターバル撮影を行った。なお、用いた UAV は高度計が搭載されていないため、撮影対象となる河床に 5m の箱尺を設置してスケールとした。また、UAV 本体の飛行中の振動の影響、水面の光の反射によって低水路内の大規模粒径群が撮影できないことを防ぐため、シャッター速度を 1/1000 で撮影した。

(2) 粒度分布の解析法

本研究では、広範囲に撮影された河床の画像(図-1)を用いて面積格子法により粒度分布を得る。その際、設定する格子数の違いが粒度分布に及ぼす誤差の比較を行い、誤差の少ない粒度分布を得るために必要な格子数を検討する。粒度分布の解析にあたっては、降雨分布の補正に使用される dynamic window 法¹⁾の考え方を面積格子法に組み込んだ。すなわち、対象とする領域の大きさと位置を変化させながら粒度分布を解析した。解析に使用する粒径データは、現地調査で撮影した画像上に 20×20(格子点数 400 点)の格子線を引き、格子点に存在する礫の粒径を計測することで作成した。

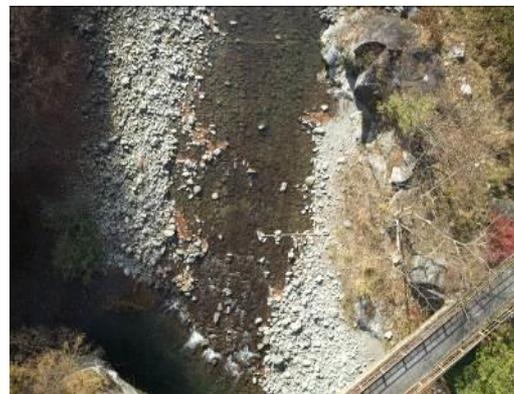


図-1 二瀬ダム対象地点において UAV により空撮した河床画像

なお、その際、格子線間隔は横断方向、流下方向ともに現地河床の最大粒径程度である 90cm とした。ここで、格子線数 $i \times i$ による領域を格子数 i と定義した。結果は格子数 20 で得られる粒度分布を真値とし、式(1)を用いて各格子数との相対誤差 $RE(\%)$ を求め、その標準偏差の変化より、面積格子法における最適格子数を算出した。

$$RE = \frac{d_{50}(i) - d_{50}(20)}{d_{50}(20)} \times 100 \quad (1)$$

ここに、 $d_{50}(i)$ は格子数 i における 50% 粒径である。

3. 結果および考察

図-2 に解析対象格子数 i と d_{50} の相対誤差との関係を示す. 同一格子数で比べた場合, 格子数が小さくなるにつれて, 得られた d_{50} が大きくばらついていることがわかる. これは, 河床のどこを解析対象範囲としたかによって, d_{50} に大きな相違が生じることを意味する. また, 図-3 に格子数と d_{50} の相対誤差の標準偏差との関係を示す. d_{50} の相対誤差の標準偏差は格子数の変化によって変曲点を持ち, 直線の傾きが格子数 2-8(格子点数 4-64), 8-12(64-144), 12-20(144-400)の 3つの範囲で大きく変化していることがわかる. このことは, (I) 格子数 2-8 の範囲では変化幅が大きく, 格子数を増加させることで相対誤差を大幅に減少させることができる, (II) 格子数 8-12 の範囲では格子数の増加に対する相対誤差の減少幅が小さくなり始める, (III) 格子数 12-20 の範囲では格子数の増加による相対誤差の減少幅が他と比べほとんど見込めない, ことを意味している. 山本²⁾は, 河床材料粒度分布調査の表層サンプリング法(面積格子法, 線格子法, 写真解析法)において, 粒径のばらつきを表す変動率 K を 0.5, 誤差として粒径の 5%以下を許すとした場合に, 必要なサンプリング数は 400 個以上と指摘している. 本研究で得られた粒度分布より変動率 K を求めると 0.31 となり, それを山本²⁾と同様に必要サンプリング数を算出すると 150 個程度となる. 本研究で相対誤差の標準偏差が 5%となる格子数を図-3 より確認すると, 格子数がおおよそ 12-14(サンプリング数が 144-196)となり, 山本と類似の結果が得られていることを確認できた. また, この河床において粒度分布調査を行う際には少なくとも格子数 8 まで行うことで, 真値に対する誤差を大きく減少させることができる. なお, さらに誤差を小さくしたい場合には作業負荷と求める精度に応じて格子数 8 以上まで増加させればよいと考えられる.

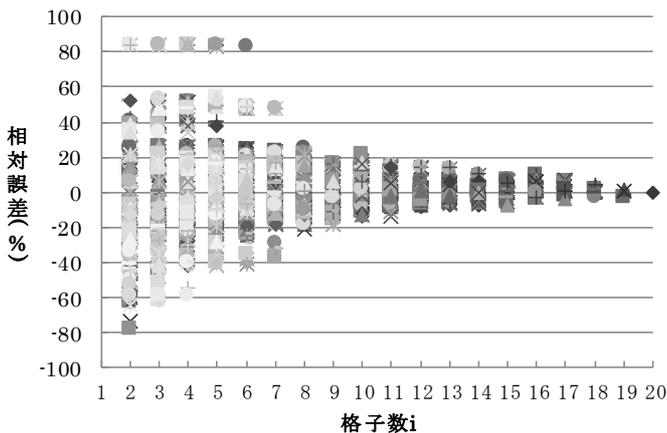


図-2 解析対象格子数 i の変化が d_{50} の相対誤差に及ぼす影響

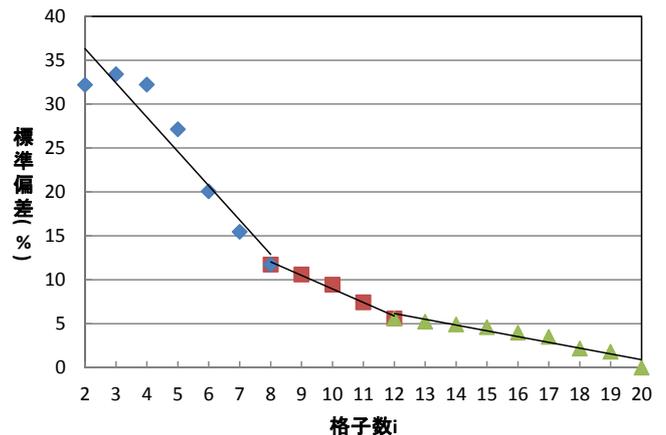


図-3 解析格子数 i における d_{50} の相対誤差の標準偏差

4. 結論

dynamic window 法を粒度分布解析に適用することで, 面積格子法においてその河床に応じた作業量とその効果に見合う, 適した格子数を算出することができた. 今後の課題は, 河床勾配や構成する粒径の大きさ等の異なった河床において同様の解析を行い, 適した格子数を簡易に判断できるパラメータを見つけることである.

謝辞: 本研究を行うにあたり, 国土交通省二瀬ダム管理事務所に現地調査の快諾を頂いた. また, 水源地環境センター・WEC 応用生態研究助成(2013-03; 代表・田中規夫)により実施された. ここに記して謝意を示す.

参考文献

- 1)(財)河川情報センター: <http://www.river.or.jp/03reda/04.html>
- 2)山本晃一: 礫河床のサンプリングと統計的処理, 土木技術資料, Vol.13, No.7, pp.40-44, 1971.