

画像解析を活用した適正な粒度分布調査法に関する研究

埼玉大学 学生会員 ○土橋 実生

埼玉大学大学院 (兼)埼玉大学研究機構レジリエント社会研究センター 正会員 八木澤 順治

埼玉大学大学院 (兼)埼玉大学研究機構レジリエント社会研究センター 正会員 田中 規夫

1. 目的

河川の粒度分布調査法において、一般的には容積法が推奨されている。しかし、河川上流部において容積や重量の大きい巨石を対象とすると、この調査が非常に困難である。そこで、近年精度の上がりつつある画像解析を用いた粒度分布調査法に注目した。山岸ら¹⁾は、粗粒化が進んだ荒川上流域の砂礫州において、Dynamic Window 法を粒度分布解析に適用することで、面積格子法を実施する際の適正な格子数を算出できることを明らかにした。しかし、対象地点が1地点と限られており、河床勾配や粒度構成の異なる地点での解析を行う必要があることを指摘している。そこで本研究では、荒川の上流・中流域の複数砂礫州を対象に、定めた精度の粒度分布を得るために必要なサンプリング個数を把握することを目的とする。

2. 研究方法

(1)河床画像取得方法

解析に用いる河床の画像は、図-1に示す荒川上流部にて撮影を行った。なるべく広範囲でより多くの地点で画像を取得するために、Google Earthの航空写真をもとに一次選定をした上で、現地でのその付近において撮影に適した場所を二次選定した。観測地点は、Seg.Mで3地点、Seg.1で9地点、Seg.2-1で3地点のデータを取得した。河床画像の取得に際してUAV(Unmanned Air Vehicle:PHANTOM2 VISION+,dji社)を用いた。UAVには高解像度デジタルカメラ(RICOH GR)を搭載し、3秒ピッチでインターバル撮影を行った。また、撮影の際にはスケールが分かるように5mの標尺を置いて撮影した。

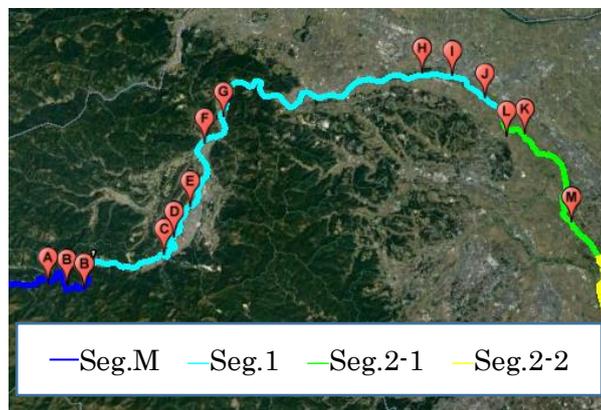


図-1 荒川における撮影地点

(2)粒度分布の解析法

本研究では、粒度分布作成にあたり BASEGRAIN²⁾を用いて解析を行った。BASEGRAINはスイス連邦工科大学において開発された MATLAB ベースのソフトウェアである。河床表層の写真から粒子の形状を検出し、その長径と短径を測定し、座標などとともに出力することができる。対象とする解析面積を同様にするために、2000px×2000pxの範囲で解析を行った。出力されたデータのうち、長径、短径、座標を元に、領域内の最大粒径程度で格子間隔を定め、その交点に最も近い粒子を抽出した。抽出されたデータを用いて、山岸ら¹⁾の研究と同様に Dynamic Window 法を用いて解析を行い、解析格子数に応じた50%粒径(d_{50})の相対誤差を算出した。

3. 結果および考察

図-2に Dynamic Window 法により算出した各観測地点の d_{50} の相対誤差を示す。Seg.1のH~J、Seg.2-1においては似たような曲線形状を示した。山岸ら¹⁾の研究では解析格子数の変化によって2つの変曲点があることを示していたが、今回の解析では目立った変曲点は見られなかった。つまり、格子数を増加させた場合でも、相対誤差の変動幅は変化し続けることを意味する。図-2より、各地点における d_{50} の相対誤差に応じた必要サンプリング個数が算出可能となるが、それらを山本³⁾の結果と比較する。山本³⁾は、粒径のばらつきを表す変動率 $K(= \sqrt{d_{84}/d_{16}}/d_{50})$ (d_{84} : 84%粒径, d_{16} : 16%粒径)を用いて必要なサンプリング個数 N が、

$$N = (\alpha_n K / \varepsilon)^2 + 1 \quad (1)$$

で算出可能であることを明らかにしている。ここに、 α_n : 信頼係数(=2), ε : d_{50} の誤差率である。この式より、観測対象地点の変動率 K を事前に把握し、許容する ε を定めれば、必要サンプリング個数 N が算出できる。図-3 に各観測対象地点の河床勾配と変動率 K との関係を示す。今回対象とした急勾配河道である Seg. M では $K=0.1$ 程度、Seg. 1, Seg. 2-1 では $K=0.4-0.5$ 程度に分布し、急勾配になるにつれて変動率 K が減少する傾向となった。

図-4 に変動率 K と必要サンプリング個数 N の関係を示す。同図には山本³⁾が提案した式(1)より算出した、誤差率 ε がそれぞれ 0.1(赤線), 0.05(黒線)とした場合における必要サンプリング個数 N を示している。また、各プロットは本研究で実施した Dynamic Window 法より得られた必要サンプリング個数を示している。

ε が 0.1 の場合を比較すると、変動率 K が 0.4-0.5 程度の範囲では、いくつかの地点で N が多めとなる箇所もあるものの、概ね山本³⁾が提案した必要個数と同様の値を示している。その一方で、変動率 K が小さい(0.1程度) Seg. M の地点では、式(1)から算出される必要個数に比べて、より多くのサンプリング個数が必要となった。このことは、今回対象とした変動率 K が 0.1-0.5 程度の範囲では、必要サンプリング個数 N が変動率 K によらず概ね一定であることを示唆している。図-4 より、誤差 10% を許容する場合には格子数 14(サンプリング数 196 個)程度、5% の場合は格子数 20(サンプリング数 400 個)程度を取れば、概ね想定した精度の粒度分布が得られると考えられる。

4. 結論

河床勾配・変動率の異なる複数地点を対象として、Dynamic Window 法により必要サンプリング個数を把握した。従来の研究結果とは異なり、変動率 K が小さい地点でも、 K が大きい地点と同程度のサンプリング個数が必要であることがわかった。

謝辞: 本研究を行うにあたり、(公) 河川財団の H28 年度河川基金(助成番号 285211017, 研究代表者: 田中規夫)の一部を使用した。また、国土交通省二瀬ダム管理事務所にて現地調査の快諾を頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 山岸玄弥, 八木澤順治, 田中規夫: Dynamic Window 法による適正な粒度分布作成法に関する研究, 第平成 27 年度土木学会全国大会 第 70 年次学術講演会, II-070, pp. 139-140, 2015.
- 2) Detert, M., Weitrecht, V.: Automatic object detection to analyze the geometry of gravel grains – a free stand-alone tool, River Flow 2012, pp.595-600, 2012.
- 3) 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.

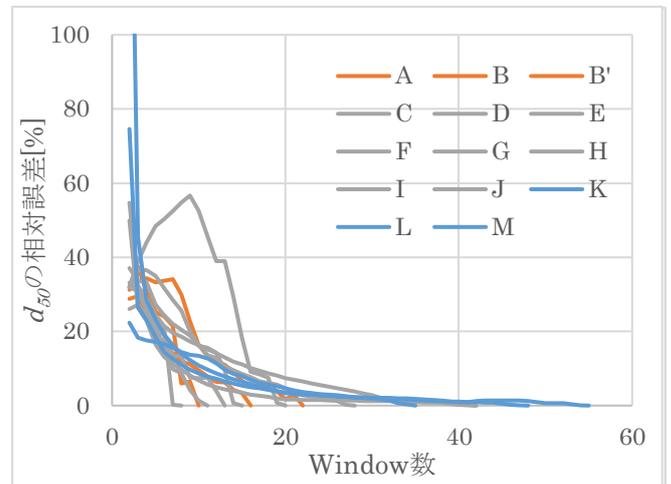


図-2 各観測地点における d_{50} の相対誤差

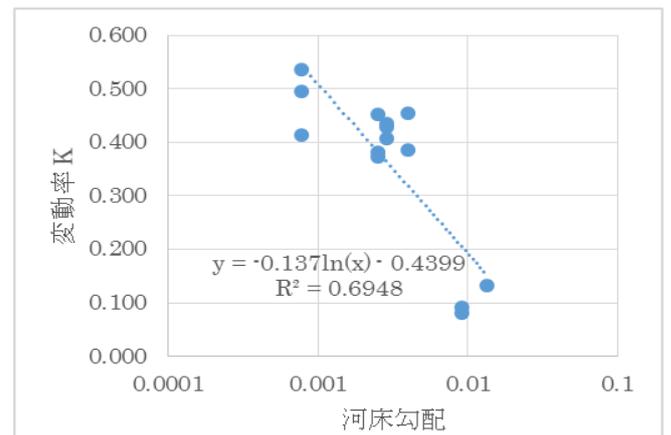


図-3 各観測地点における河床勾配と変動率 K の関係

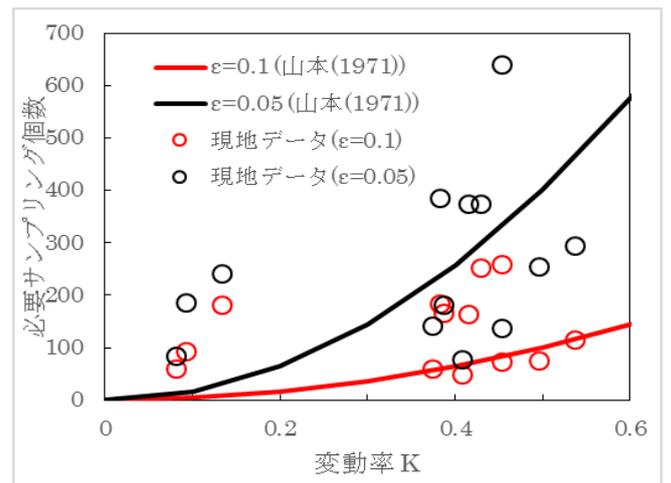


図-4 必要サンプリング数 N と変動率 K の関係