

水上ドローンを用いた水面下の河床粒度分布計測技術の開発に向けた課題抽出

高知高専 特別会員 ○吉岡航太 高知高専 正会員 岡田将治 高知高専専攻科 学生会員 井ノ上青虎

1. はじめに

河床材料の粒度分布を把握することは、流送土砂量の算定や河床変動解析に必要となるだけでなく、河川の生態環境を把握する上でも重要となる。河床材料の粒度分布を把握する手法として、表層の河床材料にスケールを入れた撮影画像を用いて、BASEGRAIN¹⁾で粒度分布を解析する手法がある。しかし、常にスケールを含めて画像を撮影しなければ、粒度分布を計測することができないため、複数地点の調査には手間を要する。池田ら²⁾は、この手間を省くため、センササイズをカメラの解像度で除した値と、対地高度の比により、 $1\text{px} \times 1\text{px}$ あたりの寸法を算定することによりスケールを必要としない手法を提案した。それによって、UAVで撮影した大量の画像を連続処理できるようになり、陸上の粒度分布を面的に把握できるようになった。

一般的に、水中の粒度分布は陸上と同じと仮定し、河床変動解析に用いているが、河床変動が発生する場所は主に水中であるため、水中の粒度分布を使用することが望ましい。そこで、本研究では、池田らの手法を参考に、水上ドローンを用いた水面下の河床粒度分布を計測する技術を開発するための課題抽出を行う。

2. 研究方法

本研究で使用する水中ドローン(PowerDolphin)に搭載されているカメラの解像度は $4000 \times 3000\text{px}$ 。センササイズを取得するために、地面にスケールを置き、高さ1mから撮影した。それによって焦点距離が1mの時にカメラが写せる範囲(縦1.45×横1.95m)を取得できた。搭載した測深器(Seeker)は、0.7m以下の水深の時、取得するデータの精度に影響があるため、水深が0.7mから3.0mの河床材料を撮影した。

本研究では、高知県の梶原川を対象として、現地実測をした。水上ドローンに搭載されたカメラで水中の河床材料の画像を撮影し、測深器で連続的に水深を計測する。取得した画像をBASEGRAINで解析を行うために、池田らの手法の対地高度を水深にし、 1px あたりの寸法を計算する。また、撮影する際、明らかに誤判定が発生しそうな大きな岩がある場所を避けて撮影した。

3. 成果と課題の抽出

水中計測の特徴として図-1のようにコケなどで石に色がついている事や、図-3のように画像全体に色がつく事が挙げられる。図-1のように水深が浅い場合、石の表面の特徴をはっきりと認識できる。図-1をBASEGRAINで解析した結果を図-2に示す。図-2を見ると一つの石を複数の石として認識していることが分かる。この要因として、細かく認識している部分に注目すると、影で暗くなっている部分や、コケやノリ等の石の表面模様が特に目立つ部分に集中していることから、これらの表面模様



図-1 水中撮影画像(水深 0.9m)



図-2 図-1をBASEGRAINで解析した結果



図-3 水中撮影画像(水深 2.9m)



図-4 図-3をBASEGRAINで解析した結果

を認識しているのではないかと考えられる。池田らは、大粒径の表面模様や傷、影の影響を受けて画像解析時に誤認識が発生している。これらのことから、水深が浅いとコケやノリなどの石の表面模様を誤認識するといえる。

次に、図-3のように、水深が深い場合、画像全体に色が付き、暗くなっている。図-3を解析した結果を図-4に示す。その中でも比較的大粒径の石は認識できているが、小粒径の石は複数個の石として認識していることが分かる。この要因として、水の分子が黄色や赤色の光を吸収し、補色である青緑色の光が水中のごみやプランクトンに散乱されて画像全体に色が付き、暗くなってしまうこと、水中では光の屈折率が変わり、ピントが合わなくなることで、遠視と同じ状況が作り出されることが考えられる。これらのことから、水深が深くなると、光が吸収され、画像全体が暗くなり、誤認識が発生するといえる。

もし、このことが事実ならば、画像全体を明るくすると、誤認識が軽減できるのではないかと考えられる。池田らは、輝度向上により、大粒径の石礫表面における誤認識を抑制し、解析精度を改善した。そこで、方法が水中でも可能かを検証した。図-3を、明るさ+80、露出+25で処理したものを図-5に示す。それを解析したものを図-6に示す。図-4と比較すると、大粒径の石を認識しやすくなっている。これらを数値的に判断するために、粒径加積曲線で比較した結果を図-7に示す。画像処理を行った図-5の曲線が、90mm以上の石が多く認識できている。そのため、輝度向上による誤認識の抑制は水中でも有効であるといえる。しかし、図-6の右下は画像処理を行ったが、誤認識が抑制されていない。連続処理を行う場合、このような結果が得られると、面的に粒度分布を取得する際に影響があると考えられる。このような解析結果が得られる画像を含めて連続処理するためには、画像処理を行う方法を変える、またはその部分だけを除外するなどの処置が必要になる。

4. おわりに

本研究では、水上ドローンを用いた水面下の河床粒度分布計測の開発を行うために、現地観測を行った。その結果、水中計測特有の課題として、水深が浅いと、表面がはっきり認識されて、石の表面のコケやノリ、表面模様によって誤判定すること、深いと画像全体に色が付き暗くなることや、霞むことで、誤判定が発生することなどの課題が抽出できた。画像全体が暗くなり、霞むことに対しては、画像処理で輝度向上を行うと誤認識を抑制することができた。しかし、画像の一部だけ抑制することができない場合があり、連続処理を行う際に影響する可能性がある。

今後は、これらの課題を踏まえ、誤認識を抑制するために必要な処理、画像の一部に誤認識が発生した際に必要な処理を検討する。

参考文献

- 1) ETH zürich : BASEGRAIN, <https://basement.ethz.ch/download/tools/basegrain.html>
- 2) 池田圭吾・安田晃昭・西山典志・岡田将治.: UAV 撮影画像の連続処理による 詳細な河床表層粒度分布把握技術の提案, 河川技術論文集, 第 28 巻, pp.2-4, 2022



図-5 図-3を明るさ+80 露出+25で画像処理を行った画像

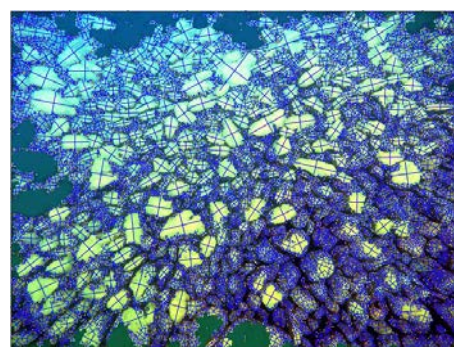


図-6 図-5をBASEGRAINで解析した結果

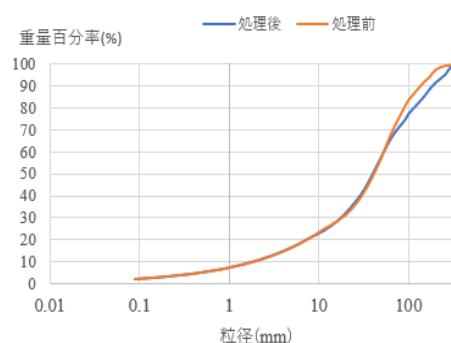


図-7 画像処理前後の粒径加積曲線の比較