

画像相関解析による底質粒度分布の簡易計測法に関する基礎的研究

金沢大学大学院 学生会員 ○脇田康介, 松山正之 石川県 中村風太
金沢大学理工研究域 正会員 斎藤武久, 由比政年

1. はじめに

従来、底質粒度分布の計測は、ふるい分け試験により行われてきた。ふるい分けによる計測は、多くの時間を要し、広領域を高頻度で解析する際に難があった。近年、IT技術の発展により、デジタルカメラで撮影した画像を基にして底質粒度分布の推定を行う手法が Rubin (2004) により提案されている。画像解析による手法は、①ふるい分け試験に比べて測定に要する時間が極めて短い、②堆積砂表面を乱さずに粒度分布を測定できる、③現地ではぼりアルタイムに粒度測定ができるなどの利点を有する。本研究では、Rubin の画像計測手法を対象に、理論的な推測値との比較から、画像解析手法の妥当性を検討した。

2. Rubin による粒度分布の推定法

Rubin (2004) は次のような方法で粒径分布を求めている。

- ①解析対象地域の砂をふるい分けし粒径別に分級する。
- ②粒径別にデジタル画像を取得し、その画像から輝度値の空間的相関係数のコレログラム(検定曲線)を取得する。
すなわち、画像に基準となる矩形領域を設定し、その矩形領域から一定距離だけ離れた同じ大きさの矩形領域との空間的自己相関係数を計算する。
- ③解析対象地域で底質の画像を取得し、同様に空間的相関係数のコレログラムを取得する。
- ④③で取得したコレログラムを②で取得したコレログラムと照合することで粒子径分布を求める。

3. 画像解析手法の適用性に関する検討

画像相関解析による粒度計測法の適用性を検討するために、MATLAB を用いて、円形粒子で構成されるテスト画像を作成し、以下の検討を行った。テスト画像は、粒子中心位置はランダム配置、粒径は指定した最小・最大値の範囲で一様分布、輝度値は0~255の範囲で正規分布(平均127.5, 標準偏差42.5)となるように設定を行った。現地撮影した砂粒子写真では、輝度値分布が正規分布状となっていたことから輝度値をこのようにして決定した。

3.1 理論推定値との比較

テスト画像を用いた画像解析により粒度分布を求めて粒径加積曲線を作成し、理論的に推定される分布形状と比較した(図-1)。ここで、対象となる画像は、粒径0.063mm~2.000mmの混合粒径とした。検定曲線数については、5および10本の場合を対象に検討を行った(表-1)。解析結果において、理論値と画像による値は、良好な一致を示しており、画像解析による粒度分布推定法の妥当性を確認することができる。また、検定曲線の数が5個の場合と10個の場合を比べると10個の方が理論値と画像による値の適合度が高いことがわかる。

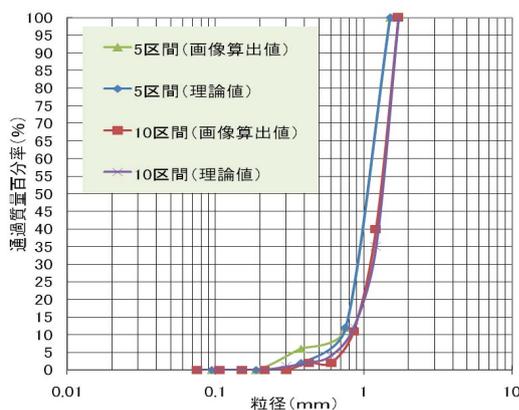


図1 理論および画像解析による粒径加積曲線

表1 5区間と10区間の粒径範囲

5区間	10区間
0.063mm~0.125mm	0.063mm~0.088mm
	0.088mm~0.125mm
0.125mm~0.250mm	0.125mm~0.177mm
	0.177mm~0.250mm
0.250mm~0.500mm	0.250mm~0.354mm
	0.354mm~0.500mm
0.500mm~1.000mm	0.500mm~0.707mm
	0.707mm~1.000mm
1.000mm~2.000mm	1.000mm~1.414mm
	1.414mm~2.000mm

3.2 相関解析の方向性

扁平形状の砂粒子を対象に相関を検討する際、一般に、長径と短径で相関係数のコレログラムは異なるはずである。したがって、このような場合、空間的相関係数を求める方向によりコレログラムに違いが生じないか確認する必要がある。そこで、現地画像およびテスト画像を対象に、画像の縦・横方向にピクセルを移動させて相関を調べ、結果の比較検討を行った。縦方向、横方向の相関、および、両者の平均を解析した結果を図2に示す。

予想されるように、テスト画像においては縦方向、横方向、平均の曲線がほぼ重なっており、方向性は見られない。実験室において乱された砂粒子サンプルを対象として画像解析を行った場合も同様となる。このような場合には相関解析は一方向についてのみ考慮すればよい。一方、現地画像においては縦方向と横方向の曲線に違いがあり、方向性が現われている。この結果は、現地海浜においては、波の遡上・流下時に砂粒子の配列方向が揃うことの影響を示唆しており、現地海浜においては、2方向の撮影を実施することが望ましいことがわかる。

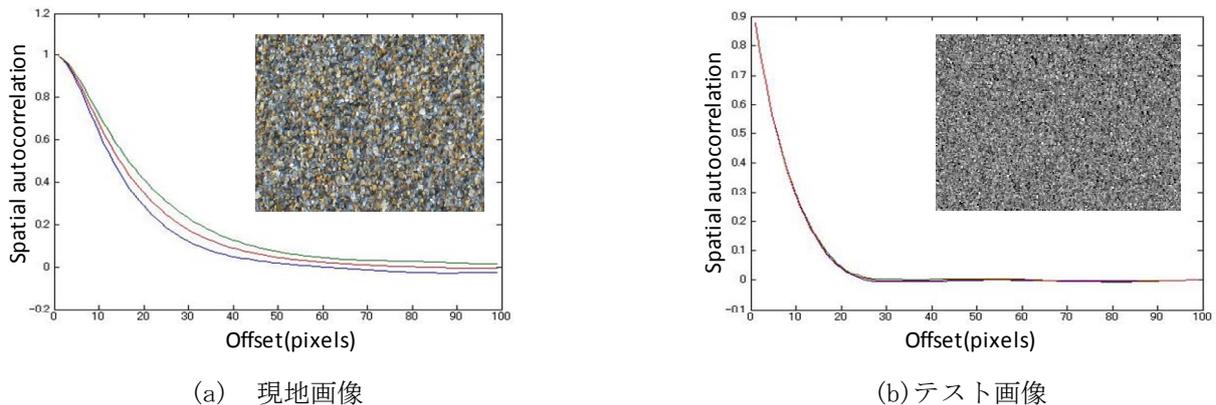


図2 二方向から撮影した場合の空間的相関曲線の比較

3.3 検査領域の大きさの影響

相関係数を求める際の矩形領域の大きさを変えることで相関曲線がどう変化するかを検討した。矩形領域の大きさが、画像全体の1/4, 1/9となるように設定して相関曲線を求めた(図3)。現地画像・テスト画像ともに顕著な相違は見られず、撮影領域を1/4程度, 1/9程度にしても相関には有意な違いは生じないことが確認された。

4. おわりに

Rubinによる画像解析手法に対して、テスト画像・現地画像に基づく検討を行い、以下の結果を得た。

- (1) 画像解析による粒度分布は理論的な推定値とよく一致し、計測法の妥当性が確認された。
- (2) 現地海浜で画像撮影を行う場合には、縦・横の二方向に相関解析を行うことが望ましい。
- (3) 相関係数を求める際、検査領域を元の画像の1/9(縦横各1/3)程度に狭めても解析結果には影響しない。

謝辞 本研究の一部は平成20・21年度土木学会中部支部リサーチグループ活動の一環として行われた。

参考文献

- 1) D.M.Rubin (2004) : A simple autocorrelation algorithm for determining grain size from digital images of sediment, Journal of Sedimentary Research, Vol. 74, No. 1, pp. 160-165.

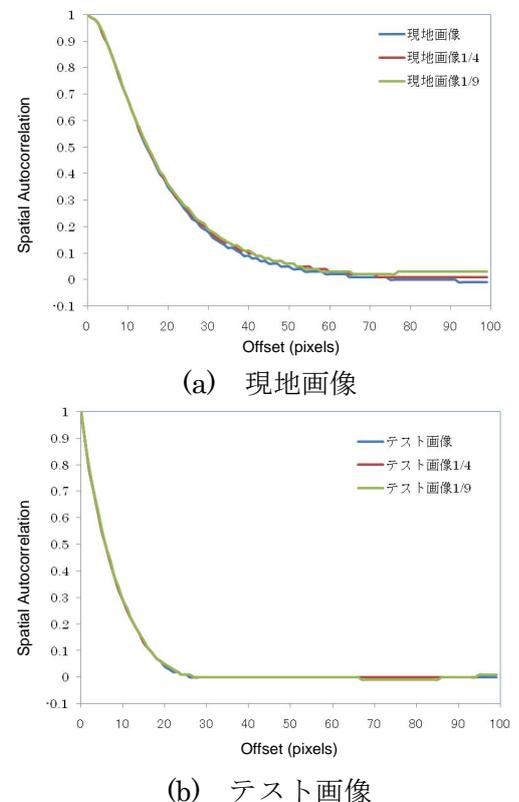


図3 検査領域の大きさを縮小した場合の空間的相関曲線の比較