

## Kinect センサーを用いた山地小河道の河床構造の把握

東京大学演習林 ○藤原菜生子・浅野友子

### 1 はじめに

山地河道の河床構造を詳細にとらえその変化を追跡できれば、土砂管理や河川生態系管理、河道の水理特性解明において大変有意義である。3次元測量技術の進歩はめざましく（例えば LiDAR）手法も確立されつつあるが、依然としてセンサーが高額であること、数~数十 cm の水面下にある河床の測量に適応した例は少なく手法も確立されていないことなど課題がある。Kinect センサー（Microsoft Xbox 360 用のコントローラ）は、安価(14800 円)で高い解像度をもち、計測可能距離は約 5m までと短い LiDAR センサーと似た 3次元データを取得することができるため小河川の水深測量に有効であると報告されている（Mankoff & Russo 2012）。本研究では Kinect センサーを用いて山地小河道の水面下にある河床構造の把握が可能かを検討した。

### 2 Kinect センサーについて

Kinect センサーはビデオ（RGB 画像）カメラと深度センサーカメラを内蔵しており、ビデオカメラは 32 ビットカラーで解像度 640×480、深度画像センサーも解像度 640×480、水平視野 57 度、垂直視野 43 度である。計測可能距離は 0.5~5m で計測範囲は最大 5m<sup>2</sup>、解像度(=1 ピクセルの大きさ)は計測距離が長くなるほどあらかくなり、計測距離 0.5m では 1mm 以下、5m では 75mm 程度である。測定精度も計測距離によって変化し 0.5m で 1mm、5m では 75mm である。直射日光の当たるところではデータが得られない。赤外線を吸収する物質は写らない。また水面下の画像取得においては赤外線の吸収、波の影響、大気との屈折率の違いなどの課題があるという（Mankoff & Russo 2012）。従って水面下の撮影においては濁りや波がなく、水深は浅いほうが望ましい。本研究で Kinect センサーの操作に用いたパソコンの OS 環境は Windows7、32 ビット、Kinect ドライバーにはオープンソースソフトウェア libfreenect を用いた。プログラムの開発言語は C++、開発環境は VisualStudio 2010 である。

### 3 調査方法

Kinect 本体を計測範囲の中心から約 2m の高さに設置した(写真 1)。河道の両側に三脚を立て、川幅の長さの角度を渡して Kinect センサーが水面に対して垂直になるよう固定した。バッテリーとノートパソコンにつなぎ、RGB 画像と深度画像ファイルを 15 分間出力し 100 画像以上取得した。RGB 画像は日中に、深度画像は日没後に撮影した。

杭を河川の両側立てて、河床断面図を作成する時の目安とし、10cm 幅ごとの河床高を実測した。また、水面下の測定を検証する目的で、既知の大きさのブロック（10×10×6 cm）を水中に置いて計測を行った。そのほかに、Kinect 本体から河床の石と杭までの距離を実測した。深



写真 1

度データは 11 ビットの Digital Number (DN) のため、三次元座標変換プログラムを使用して XYZ 座標(mm)に変換した。また、同プログラムで RGB 画像と深度画像を重ね合せ、深度データの位置確認を行った。

### 4 結果と考察

#### 4.1 水面下の深度データ取得

図 1 に RGB 画像と深度画像を示す。計測を行った範囲の最大水深は 14cm であったが、全域で深度データが得

られ、水面下の河床構造を把握できた。図 1 からは、少し波立っている箇所や完全に水没しているブロック (1) の形状も撮れていることがわかる。

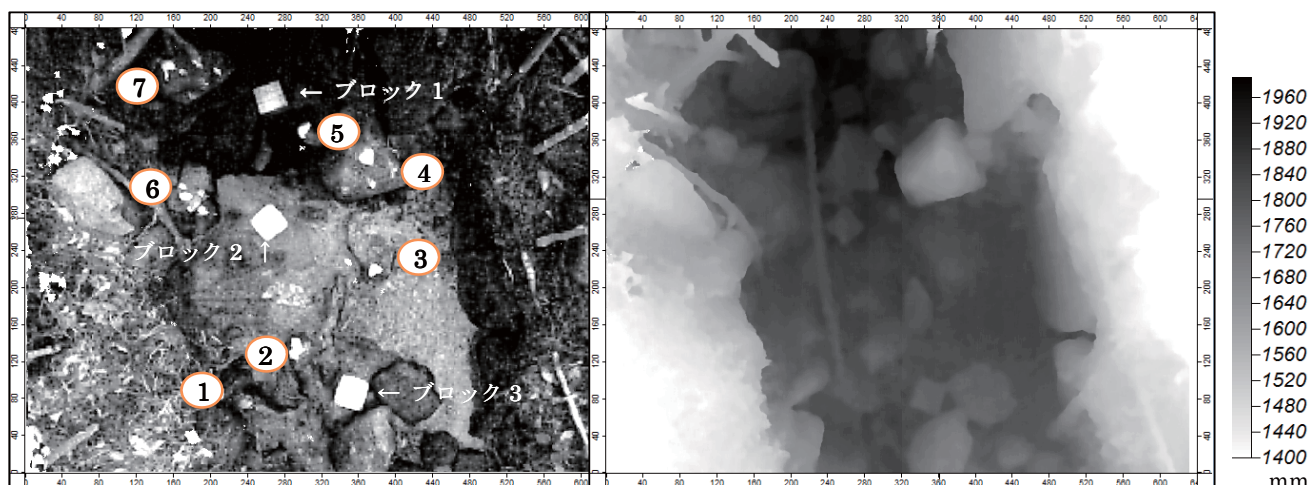


図 1 RGB 画像と深度画像 深度画像は 100 画像の平均値を示す

#### 4.2 深度データ精度

出力した 100 の深度データ (DN) の標準偏差を算出した (図 2)。最大水深が 10cm を超える場所でも標準偏差は小さく安定した計測ができた。しかし、水深が 0~6cm 程度の浅い場所であっても水面が波立っている場所では標準偏差値が大きい。また、川岸や岩の側面など深度の変化が大きい箇所や、Kinect の中心から左右へ距離が離れると標準偏差は大きくなり精度が小さくなる。

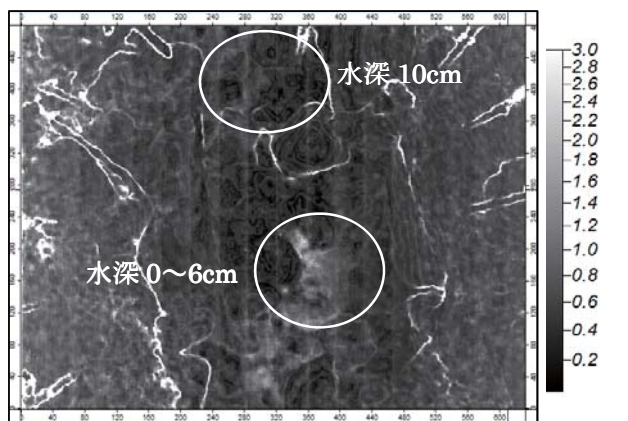


図 2 深度画像 100 個の標準偏差

#### 4.3 実測値との比較

100 の深度データを平均し、XYZ 座標に変換したデータを基に計算した距離を実測値と比較した (表 1)。Kinect 本体から石までの距離の実測値と Kinect による計測値の差はほとんどの箇所において 30mm 以下であり、最大で 48mm であった。実測値と計測値の差を実測値で割った誤差の範囲は 0.9%~2.4% であった。ブロック一辺の長さの実測値と計測値の差は 0mm~6mm、誤差は 0%~6% であった。実測値と Kinect 計測値の差は Kinect の測定精度以下ではあるが、実測値より計測値のほうが常に小さい傾向があり、今後詳しく検討する必要がある。

表 1 実測値と計測値の比較 (単位: mm)

	水面下	実測	計測	誤差 (%)	
石 1 までの距離	0	1830	1802	1.5	
石 2 までの距離	0	1821	1790	1.7	
石 3 までの距離	0	1820	1795	1.4	
石 4 までの距離	0	1658	1644	0.9	
石 5 までの距離	0	1910	1891	1.0	
石 6 までの距離	0	1880	1867	0.7	
石 7 までの距離	0	2050	2002	2.4	
ブロック 1 の 大きさ	縦	60	99	100	0
	横	60	100	102	0.2
ブロック 2 の 大きさ	縦	15	100	96	4.0
	横	15	100	94	6.0
ブロック 3 の 大きさ	縦	0	100	97	3.0
	横	0	98	95	5.0

#### 5 参考文献

Mankoff K.D. & Russo T.A. (2012) The Kinect: a low-cost, high-resolution, short-range 3D camera, *Earth Surface Processes and Landforms*, DOI:10.1002/esp.3332.

西林・小野 (2011) キネクトハッカーズマニュアル、ラトルズ、256pp.