

治山ダムと周辺の地形・植生を測る新しい方法 — その2 : iPad LiDAR を用いた3D 測量 —

速水将人・中田康隆・濱坂 晃

はじめに

近年、地形や植生の3Dデータを離れた位置から取得できる測量機器の低価格化がすすみ、手軽に3D測量が可能となりました。本稿では、タブレット端末内蔵型の小型レーザー測量機器 iPad LiDAR を用いた治山ダムとその周辺の地形・植生の簡易的な3Dデータ取得法を紹介します。また同時に、近年手軽かつ低価格で作成可能となってきた3Dプリンターによる3D模型の作成方法についても、iPad LiDARで取得した3Dデータの活用例として紹介します。

3D データ取得方法 -LiDAR 測量とは-

高精度な3Dデータを取得する方法の1つに、3次元光検出測距 (Light Detection And Ranging: LiDAR) と呼ばれるレーザー測量法があります。この方法は、離れた場所にある物体にレーザー光線をパルス状に照射することで、その反射時間と角度から物体の相対的位置や空間の位置関係を算出できる光学リモートセンシング手法です。得られるデータは、無数の点の集合体としてコンピューター上に表現される“3D点群データ”になります(図-1)。この3D点群データは、LiDAR計測の際に照射されるレーザーパルスの密度(解像度)が高いほど、計測対象の空間の精緻な情報が手に入ります。一方、高解像度な点群の取得には、高密度にレーザーを照射できる高額なLiDARセンサーが搭載された測量機器や、多くの計算リソースと電力を用いて点群解析が可能なコンピューターが必要です。そのため、一定程度の計測精度を保ちつつ、非専門家でも手軽にLiDAR計測が可能となれば、より多くの方が治山ダムとその周辺の地形・植生の現況の3Dデータを取得できるようになります。

2020年3月、タブレット端末にLiDARセンサーが搭載されたiPad LiDAR (Apple社製)が登場しました。iPad LiDARは持ち運びが容易で、導入コストも地上型レーザースカナやUAV-LiDARの1/150程度(定価94800円;2022年2月確認)と従来機器より低価格であるため、これまでよりも簡単に治山ダムの地形・植生の把握が可能となると考えられます。私たちはこのiPad LiDARに注目し、治山ダム周辺の地形と植生の3Dデータ化を試みました。



図-1 3D点群データ化された治山ダム。無数にある点のそれぞれに対して、色情報・3次元位置座標などが付与され、様々な情報が抽出できる。

iPad LiDAR による治山ダムの 3D モデルの作成

林業試験場内の幅 15m の治山ダム堤体を対象に、2021 年 10 月に検証用の測量用ポール 3 本(2m, 2.2m, 1.7m) を設置し、その周辺約 300 m² を対象に約 15 分間で 3D スキャンを行いました。3D スキャンは、iPad LiDAR に専用の無料アプリケーション Scaniverse をダウンロードして用いました。Scaniverse を使用して取得した 3D データから、予め設置した 3 本の測量ポールの長さを抽出した結果、治山ダムの堤体と周辺の 3 次元モデルが誤差 5 cm 以内で取得できました (図-2)。このことは、iPad LiDAR による 3D モデルの作成は、従来の手法に比べて導入コストや利便性が飛躍的に向上したと言えます。ただし、iPad LiDAR のレーザーは最大 5 m しか届かないので、5 m 以上の離れた距離にある物体 (樹木など) の測量の際には端末を直接近づける必要があります。また、iPad LiDAR は 3D データを合成しながら対象範囲をスキャンしていくため、合成する際の位置ずれが生じないように、ゆっくりと満遍なくレーザーを照射する必要があります。水深 5 cm 以上の河床や草本が密生している場所には、レーザーがうまく反射せず、データに欠刻が生じることがあるため、対象範囲全体の正確な 3D モデルを作成するためには、iPad LiDAR の特性を事前に理解する必要があります。

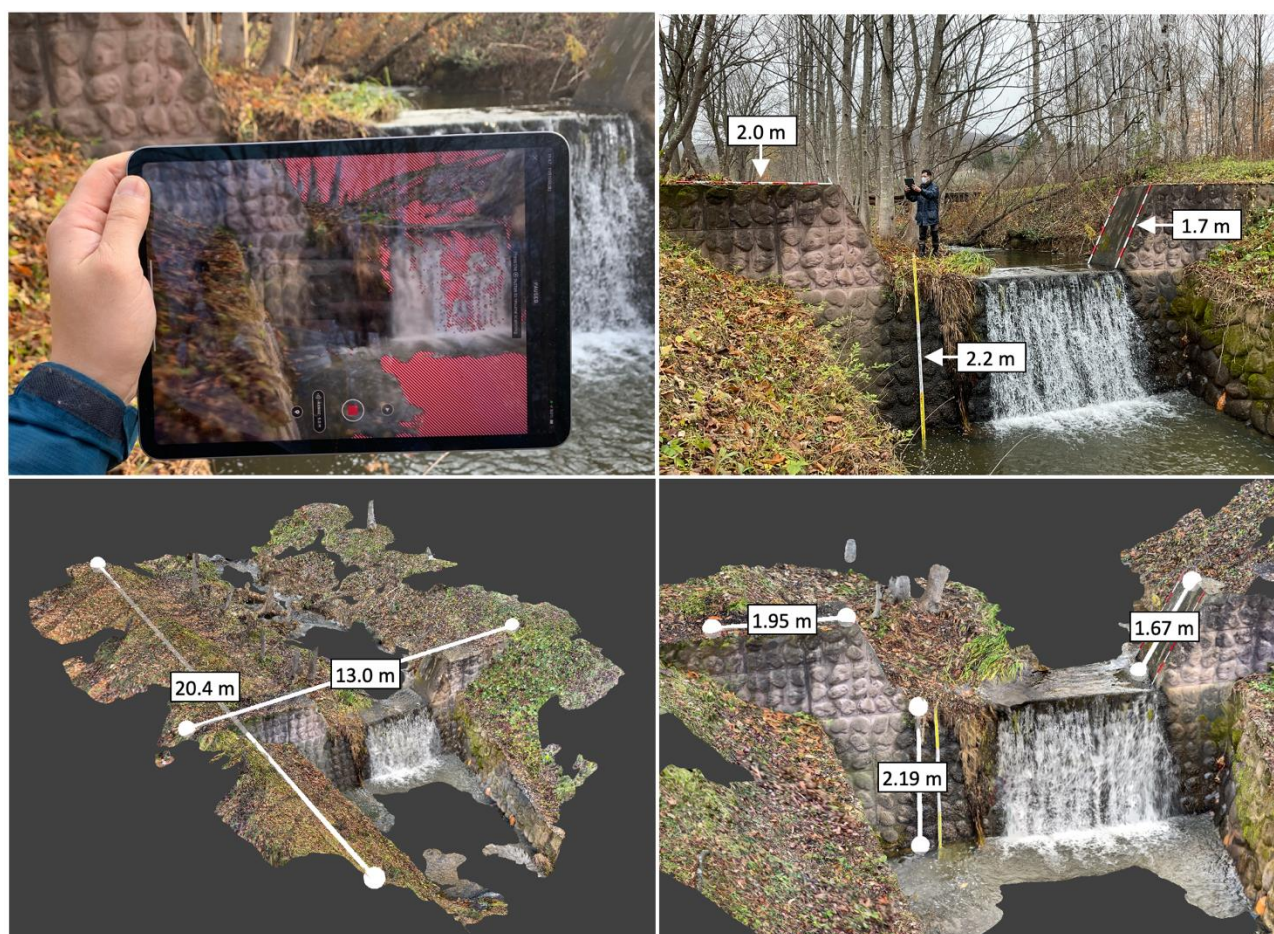


図-2 iPad LiDAR 測量の様子(上)と構築した 3D モデル(下)。上段写真内の数字は、検証用ポールの長さ (m) を示す。下段の 3D モデル内の数字は、3D データから抽出した距離 (m) を示す。

治山ダムの 3D データ活用例 -3D プリントによる模型作成-

iPad LiDAR による測量で構築された 3D データは、タブレット端末上で高精細な 3D モデルとして表示させることができますが、その 3D データを活用して精巧な 3D 模型を作成することができます。現在 3D プリントは、作成元データの加工に若干の知識が必要ですが、30×30 cm 以内の模型であれば、高価な専用ソフトはほとんど不要で、無料のアプリケーションや有料の 3D プリントサービス (例えば

DMM 社の 3D プリント造形サービスは材料により価格が大きく変動) を利用して手軽に作成できるようになっています。また、3D プリントされた模型は、高校生・大学生を対象とした地学・地理教育の授業や、視覚障害を持つ方々が直接触れながら地形的特徴を理解するため触察立体教材としても活用されています(行富ほか 2014; 澤村・曾我 2014; 山内ほか 2019)。このように、3D プリンターで現況を忠実に再現した立体模型を作成できれば、従来の単点測量では困難だった「治山ダム周辺環境の面的な様子」を広く普及できるツールとして有効ではないかと考えました。

今回私たちは、iPad LiDAR で取得した治山ダムの 3D データを使用しました。3D データは、メッシュデータ加工ソフト Meshmixer を使用し、ノイズや余分な箇所を除去する簡単な加工を行った後、3D プリンター(機種名: Artillery Sidewinder X1 300×300, Shenzhen Yuntu Chuangzhi Technology 社製)に出力しました。材料はフィラメント PLA 樹脂(ポリ乳酸)を使用し、3D プリントの設定は、積層ピッチ 0.2mm・インフィル密度 20%としました。その結果、約 36 時間で無色の模型が出力されました(写真-1 左)。その後、実際の写真を参考にしながら着色などの加工を行い、治山ダムの立体的な模型を作成しました(写真-1 右)。



写真-1 iPad LiDAR の 3D データにより作成した 3D 模型(左)と、加工した模型(右)

作成した模型は、林業試験場に来場してくださった高校生への測定の授業でも活用しました(写真-2)。3D 模型があれば、画面上での解説と並行して、実際に手に取りながら自由に視点を変えて見ることができます。また、2次元の地図で地形や植生の特徴を捉えることが難しい人でも、全体を俯瞰して見ることができるため、理解を深めることができます。リモートセンシングにより取得した 3D データは、iPad LiDAR に限らず、ドローンを用いて作成した 3次元モデルも加工することで 3D プリントが可能です。このように 3D 模型は、治山ダムが設置された場所の地形や植生の特徴を、幅広い年齢層やハンディキャップを持つ人々に広く理解してもらうために有効と言えます。



写真-2 3D 模型を触りながら地形と植生の特徴を学ぶ高校生

まとめ・今後の展望

本稿では、iPad LiDAR を例に、簡易的な 3D データ取得法とその活用法を紹介しました。iPad LiDAR による 3D モデルの作成方法は、従来の手法に比べて導入コストや利便性が飛躍的に向上し、非専門家でも手軽に治山ダムの現況を面的に把握できる革新的な技術と言えます。また、iPad LiDAR から取得した 3D データから簡易的に治山ダムの 3D モデルを作成できるため、同地点の異なる時期のモデルを作成することで、地形や植生の変化を可視化することもできます。林業試験場では、進歩するリモートセンシング技術と使用者のニーズにあわせた効率的な地形・植生の把握手法の検討を続けるとともに、測量結果をわかりやすく示すことのできる 3D モデルを活用し、治山ダムを含めた山野の現況などの理解の促進につなげていこうと思います。

謝辞

治山ダムに関する資料を提供頂いた北海道水産林務部、空知総合振興局の方々に厚く御礼申し上げます。また、3D モデル作成・着色にご協力頂いた林業試験場普及 G のみなさまに御礼申し上げます。

(森林環境部環境グループ・水産林務部森林環境局森林活用課)

引用文献

澤村貴雄・曾我聡起 (2014) 3D データ・3D プリンタの教育利用の可能性について. PC Conference 論文集 (pp. 48-51).

山内啓之・小口高・早川裕弐・小倉拓郎・浅野悟史 (2019) 3D プリントによる地形模型の教育的活用. In 日本地理学会発表要旨集 2019 年度日本地理学会秋季学術大会 (p. 73). 公益社団法人 日本地理学会.

行富誠一・小針智雄・春日亀美智雄・金子秀聡 (2014) 視覚障害児のための触察立体教材の開発. 日本デザイン学会研究発表大会概要集, 61, 126.