

回転翼による航空レーザ計測の砂防事業への活用について

国土交通省松本砂防事務所 長谷川達也 浅野広樹

株式会社パスコ ○鈴木清敬 森田真一 横田 浩 野田敦夫

1. はじめに

平常時から頻繁に土砂移動が発生している荒廃流域においては、砂防計画および土砂管理計画を立案するために、地形形状の把握および土砂移動実態等の把握（土砂モニタリング）が求められている。

しかし、このような流域は地形が急峻であることが多く、頻繁に土石流等の土砂移動現象が発生することから、現地で地形形状を実測することは非常に困難でありかつ危険が伴う。

また、地形形状や土砂移動実態を把握する際には、河床変動測量等のように断片的な地形計測を実施するよりも、面的に地形を捉えられるレーザ計測の方が有効性が高いとされている。

そこで、現地進入が困難な山間部の荒廃流域における地形形状の把握および土砂移動実態の把握に資する基盤地図を作成するため、回転翼を用いた航空レーザ計測を実施した。

本報告は、山間部の荒廃流域における航空レーザ計測実施時および計測データから地形モデルを作成する際の留意点についてまとめたものである。

2. 対象流域

対象流域は姫川水系左支川浦川流域等である。

浦川流域は、長野県小谷村に位置し、乗鞍岳を源流とする唐松沢と日本三大崩れの一つである稗田山を抱える金山沢から形成され、姫川に流入する流域面積約22km²の流域である。

浦川流域の地形は、尾根から溪床までの比高差が300m程度もあるV字谷を呈しているほか、平均河床勾配1/6の急峻でかつ急勾配な地形形状を呈している。

また、本流域内の溪床には明治44年に発生した稗田山大崩壊による崖錐堆積物が厚く堆積しているほか、流域内には溪岸侵食、山腹崩壊も多く見られ、たびたび土石流も発生している。

このため、本流域は山腹には植生がみられるものの、溪床内には植生がほとんどみられず、また、出水のたびに滞筋が変化しているような特徴的な荒廃流域となっている。

3. 計測方法および地形モデル作成方法

3.1 計測方法

本流域のように比高差の大きい急峻な地形をもつ流域では、尾根部と谷部の計測データのバラツキが生じ易く、谷部についてはデータ欠損が発生するお

それがある。

加えて、樹木等の植生が繁茂している山腹斜面では、レーザ光が樹冠に遮られ、地表面データが十分に計測できないおそれも考えられる。

このため、本計測では計測データのバラツキおよび欠損を防ぐため、回転翼を用いた対地高度一定のコンターフライト方式を採用した。

さらに、0.5m×0.5mに1点の高密度地形計測を実施することにより、河床変動等の微地形変化を捉え、植生に遮られる山腹斜面の地表面データを十分に取得した。表1に計測諸元を示す。

また、航空レーザ計測の妥当性を確認するため、溪流内の一部の区間については、実測縦横断測量を実施した。

表-1 計測諸元

対 地 高 度	700m
対 地 速 度	40knots
視 野 角	30deg (±15deg)
パ ル ス レ ー ト	117,000Hz
ス キ ャ ン レ ー ト	46Hz
ス キ ャ ン 幅	376m
コ ー ス 間 隔	188m
サ イ ド ラ ッ プ 率	60%
飛行進行方向最大取得点間隔	0.46m
飛行直行方向最大取得点間隔	0.46m

3.2 地形モデル作成方法

計測データから地形モデルを作成する際には、建物や樹木等の地表を遮蔽するデータを除去するフィルタリング処理が行われる。

今回作成する地形モデルは、地形形状および土砂移動実態を把握するための基盤地図となる地形モデルであるため、従来の地形モデル作成とは異なり、植生のない河床部では、河床に存在する巨礫や砂防えん堤等の構造物のフィルタリング処理を行わずに地形を表現した。

また、ブレイクラインを適切に取得し、巨礫や砂防えん堤等の形状を明瞭に表現するため、地形モデルは0.5m×0.5mメッシュで作成した。

4. 計測結果および考察

4.1 計測データの検証

(1) 地形再現性の比較

レーザ計測データの地形再現性（ブレイクラインの取得状況）を確認するため、実測縦横断測量結果

とレーザ計測結果から作成した地形モデルを比較した（図-1）。

比較の結果、実測縦横断測量とレーザ計測結果の大きな相違は見られず、地形形状を十分に表現した地形モデルが作成されていると考えられる。

また、実測では目視により地形変化点を判断するため、微小な地形変化点を抑えることが困難であることから、実測成果の点と点の間は実線で表現されることとなるが、レーザ計測では地形を面的に捉えているため、目視により判断できない微小な地形変化点を捉えられるため、地形が滑らかに表現される。

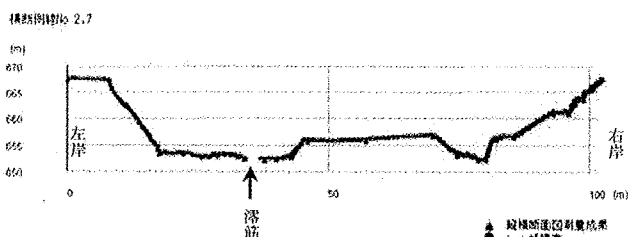


図-1 実測縦横断測量とレーザ計測結果の比較

(2) 地表面データの取得状況

レーザ計測による地表面データの取得状況を確認するため、地表面データの取得点群密度図を作成した（図-2）。

確認の結果、植生のない河床部分等では、 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 内に1点以上の地表面データが取得されていた。

また、植生が疎な範囲は植生がない範囲と同様に $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 内に1点以上の地表面データが取得されており、一部の樹冠が密な範囲を除けば、樹冠に覆われる山腹斜面においても、地表面データとして $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ に1点程度が取得されていた。

以上の結果、本計測により作成された地形モデルは、河床部・山腹斜面ともに現地地形を適切に表現していると考えられる。

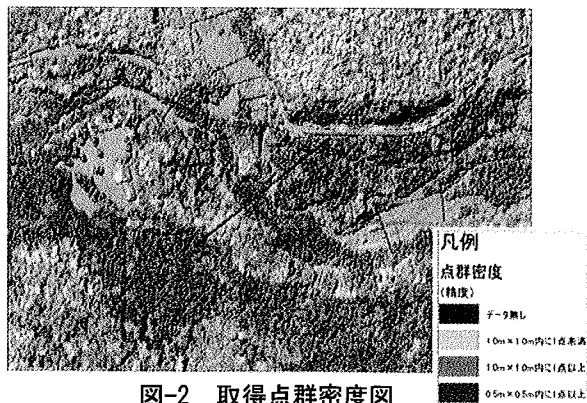


図-2 取得点群密度図

4.2 地形モデルの表現結果

(1) 河床部（巨礫、構造物）の地形表現

河床部の地形状況として、巨礫および土砂堆積形状が十分表現されていることを確認した。

中でも浦川砂防えん堤では土砂流出による水通し部の破損や施設内の巨礫等の堆砂状況が現地確認されたが、これらの形状は作成した地形モデルにおいても明瞭に表現されており、土砂モニタリング時等のランドマーク等として用いることができると考えられる。

(2) 山腹斜面の地形表現

施設計画時等における周辺の微地形状況を把握するため、レーザ計測による地形モデルを用いて、地形強調標高段彩図を作成した（図-3）。

従来、行われてきた空中写真判読による微地形判読と比べ、植生や写真の影響により把握しづらい崩壊跡地や滑落崖、溪岸侵食部等の侵食地形や中位段丘、崖錐、土石流堆等の堆積地形についてその平面的な位置、形状が分かり易く表現できる。

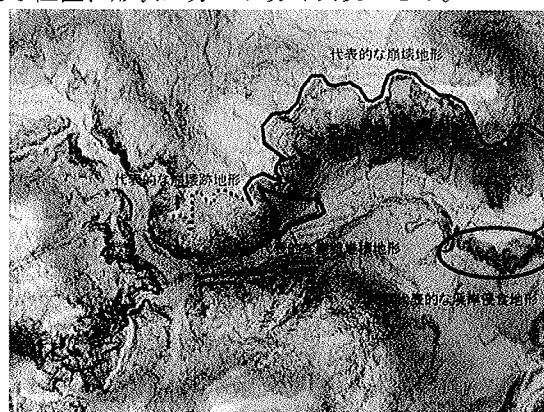


図-3 レーザ計測結果から作成した地形強調標高段彩図

5. おわりに

今回の計測では、航空レーザ計測実施時に計測データの欠損を防ぐコンターフライト方式を採用し、かつ、地表面データを十分に取得する点群密度（ $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ）での計測を実施した。

その結果、計測データから地形モデルを作成する際には、河床内のランドマークとなり得る巨礫や構造物のフィルタリングに留意するとともに、それらの形状を明瞭に表現するための細密地形モデル（ $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ メッシュ）を作成することで河床内での微地形が表現可能となった。

また、地形モデルを地形強調標高段彩図により表現することで微地形を面的に分かり易く捉えることが可能となった。

今後は、同様に作成した地形モデルを用いた2時期の差分解析により、従来空中写真判読等で実施されていた土砂生産源・土砂生産量の把握とともに、河道内での面的な変動量の把握がより高い精度で可能となると考えられる。