

土砂災害警戒区域に使用する数値地図への航空レーザ測量導入の留意点

～数値地図作成ガイドライン(案)の改定～

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 花岡正明、渡部康弘、内山均志、村上 治、○秋山晋二
アジア航測株式会社 川崎正文、株式会社パスコ 森川英治、国際航業株式会社 手束宗弘、
中日本航空株式会社 都築範仁

1. はじめに

土砂災害防止法の施行後、基礎調査の結果を用いて土砂災害警戒区域等（以下「警戒区域等」）を設定・管理する「土砂災害警戒区域等設定支援システム」を（一財）砂防フロンティア整備推進機構が平成 15 年に開発している。本システムは、空中写真測量により作成された縮尺が 1/2,500 の「砂防基盤図」から 3 次元の地形モデルを作成し、自動的に区域設定を効率的かつ正確に進め、併せて区域調書等の公示図書を作成する機能を有する。そのため当機構及び 4 社からなる「数値地図作成ガイドライン研究会」（以下 GL 研究会）により、平成 14 年 8 月に「土砂災害防止法に使用する数値地図作成ガイドライン(案)第 7 版」(以下「数値地図 GL」)を作成した。10 年以上が経過し、公共測量作業規程の全面改正（平成 20 年 4 月）により、準則に航空レーザ測量（以下「LP 測量」）が位置づけられ、長崎県に続いて佐賀県、兵庫県が砂防基盤図に LP 測量を導入し、伊豆大島(H25.10)及び広島市八木地区(H26.8)の土砂災害を契機に東京都・広島県でも着手している。他方、土砂災害防止法が一部改正され、早急な基礎調査の実施による警戒区域等の指定が求められている。

このような状況を鑑みて、GL 研究会では「数値地図 GL」の改定の検討を進めてきた¹⁾。本報告では、当機構が伊豆大島の基礎調査に LP 測量を導入した際に実際に直面した課題への対応を含めて、従来の空中写真測量及び LP 測量のそれぞれの特性を考慮した数値地図作成手法について報告する。

2. 空中写真測量と LP 測量の特性

近年、飛躍的に進歩した測量技術である LP 測量を用いて、区域設定に必要な数値地図である砂防基盤図を作成することにより、精度の高い 3 次元地形モデルを作成できるようになった（図-1 参照）。

空中写真測量では、樹木下の標高データを精度良く取得することは容易ではないが、LP 測量では、樹冠や枝葉の隙間からレーザ光が通過して地盤に到達することによって、直接的に高密度でグランドデータを取得することが可能である。これにより、樹木等の影響が小さく、より正確で詳細な地形形状が把握できる。

図-1 の事例を見ると、樹木に覆われた山地部では、細部の地形形状の表現において、より細い流路や滝地形が記載されており、空中写真測量より LP 測量の方が優れていることがわかる。

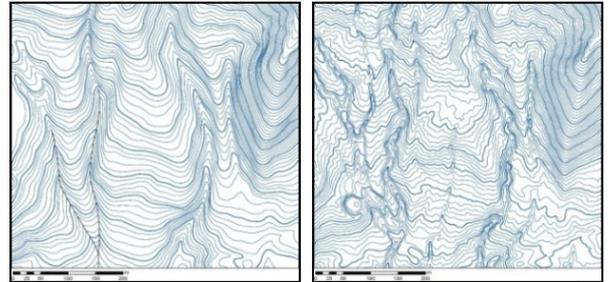


図-1 空中写真測量(左図)と LP 測量(右図)の等高線の事例

図-2 の事例を見ると、LP 測量では山地部の谷地形は明瞭に表現されているが、他方、空中写真測量は作業者が平地部の道路・建物等の地物形状や宅地境界・傾斜変換線等のブレイクラインの取得に注視するのに対し、均一的に計測するため難しいことがわかる。

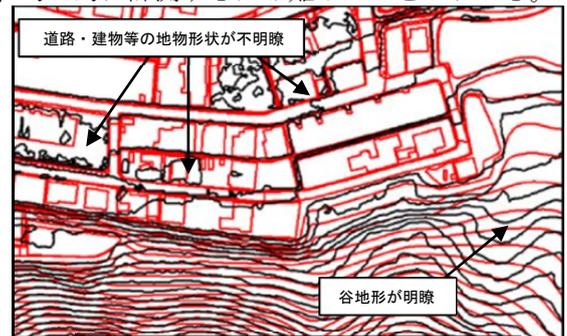


図-2 等高線の重ね合わせ比較事例
(灰色：空中写真測量、黒色：LP 測量)

表-1 に両者の特性について整理したものを示す。

表-1 空中写真測量と LP 測量の比較

比較項目	空中写真測量	LP測量
地物形状	ポリラインやポリゴンとして外形を正確に取得できる。 →道路や建物等の形状を正確に取得できる。	点の集合であるため外形を正確に取得できない。 →道路や建物等の形状の取得が難しい。
微細な地形形状	図化作業者が注視して作業ができる。 →傾斜変換線等のブレイクラインを正確に取得できる。	点の集合であるため微細な形状を正確に取得できない。 →傾斜変換線等のブレイクライン取得が難しい。
等高線	樹木の密集地や樹木等の隠蔽部及び日陰部では地盤が確認しにくい。 →平地部に比べ山地部では等高線の精度が低くなる。	直接的に高密度でグランドデータを取得できる。 →精度の高い等高線データを作成できる。特に山地部の等高線の精度が向上。 なお、樹木等の密度が高いとグランドデータの密度が低下する場合がある。
作業精度	図化作業者がステレオ立体視により取得する。 →作業者の経験や技量に依存する。	レーザ光により地盤高を直接的に取得する。 →図化作業者の経験や技量に依存しない。

また、公共測量作業規程の準則には、1/2,500 数値地図に対する格子間隔は 2m 以内を標準としているが、区域設定に携わる側からは基礎調査にはより詳細な地形

情報がなくより適正な警戒区域等の設定ができないとの意見があり、砂防レーザ測量成果の格子間隔は1mに1点以上のより精度の高いデータを要求している。

3. 空中写真測量とLP測量の等高線の接合編集

両者の特性を鑑みて、樹木に覆われた範囲(山地部)はLP測量データを用い、地物形状等の取得が必要な範囲(平地部)は空中写真測量を用いる(図-3参照)。

山地部と平地部の接合部の編集にあたっては、図-3に示した「等高線の接合編集部」を設けて、明瞭な起伏変化や尾根・谷などの地形形状を壊さない範囲で山地部の等高線を修正し、平地部の等高線に接合する。平地部の空中写真測量による等高線及び現地調査(微地形調査)により得られた等高線は原則として維持する。



図-3 等高線の接合編集のイメージ

4. 等高線データ容量の適正化処理

LP測量による等高線データは、土砂災害警戒区域等設定支援システムを使用するとき、データ容量が大きすぎるため、適正化処理を行う必要がある。

地形形状を損なわないようになめらかにする処理(スムージング)と過剰な頂点の数を減らす処理(間引き)を行い、等高線データの容量を適正な範囲で軽減する。

5. LP測量データを活用した数値地図作成

前述した空中写真測量とLP測量の特性や留意点を考慮し、LP測量データを活用した数値地図作成手法を以下に示す(図-4参照)。

①LP測量成果の確認

測量精度や各種データを確認し、活用が可能か否か調査・検討する。

②LP測量成果を用いる作業範囲の設定

LP測量成果を用いる作業範囲(山地部)を検討・設定する。

③等高線データの抽出

LP測量成果で作成された主曲線間隔1mの等高線データから、標高値が偶数の等高線データ(主曲線間隔2mの等高線データ)を抽出する。

④等高線データ容量の適正化処理

抽出した等高線データはスムージングや間引きを行い、地形形状に影響しないようにデータ容量を軽減する適正化処理を行う。

⑤数値図化

現地調査(微地形調査)結果に基づき、平地部は空中写真測量、山地部はLP測量データを活用して図化を行う。

⑥数値編集

数値図化で取得した地物や等高線について、データの接合、修正、属性等の付与、その他必要な編集処理を行う。

⑦照査(品質評価)

作成した数値地図について、データの過不足・矛盾や位置的な誤差を確認し、品質評価を行う。

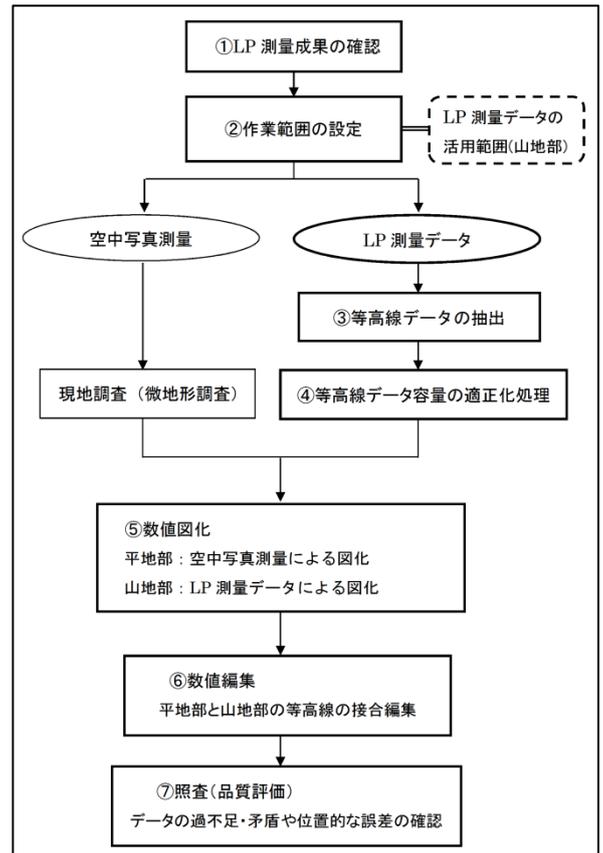


図-4 LP測量データを活用した数値地図作成フロー

6. おわりに

精度が高く詳細なLP測量データから作成した砂防基盤図を用いることで、区域設定作業の迅速化と精度の向上が期待され、さらに移動可能土砂量を推定するための上流域の地形形状及び基準地点・流下方向の設定に必要な詳細な地形形状等を適正かつ効率的に把握することができる。今回改定する「土砂災害防止法に使用する数値地図作成ガイドライン(案)第8版」の内容を関係各位が十分理解され、土砂災害防止法の基礎調査から区域指定までの作業が効率的に実施されることを願うものである。

参考文献

- 1) 亀江幸二・花岡正明・渡部康弘・内山均志・伴野弘幸・手束宗弘・都築範仁・川崎正文・森川英治(2014)土砂災害防止法に使用する数値地図ガイドライン(案)の改定について、平成26年度砂防学会研究発表会概要集, pp. B-154-155.