

「六甲山系での航空レーザ測量データを活用した地形モデル精度向上の一手法」

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 吉川知弘、長安勝史

株式会社パスコ ○横田 浩、板野友和、間野耕司、柴田俊彦、森田真一

1. はじめに

砂防事業では、砂防計画や事業計画立案のため、山間地域での広範囲に及ぶ地形的変化等を捉えることによる土砂モニタリングが重要となる。近年では、これらを効率的・効果的に行う為、測量新技術の進展を踏まえ航空レーザ測量による地形把握の試みが各地で行われるようになってきている。

しかし、これら航空レーザ測量により取得・作成した山間地域の地形モデル精度については、理論的には示されているものの、面的な定量的検証が行われた事例は少ない。

本報告では、樹林等の植生が繁茂する山間地域での航空レーザ測量による地形モデルの精度検証、精度向上を目的として、航空レーザ測量と実測平板測量による地形モデルを比較した結果を踏まえ、航空レーザ測量が有する誤差の要因と、これらを解消するための一手法について紹介する。

2. 計測概要

航空レーザ測量による地形モデルの検証は、以下に示す航空レーザ測量と実測平板測量データに基づき実施した。

(1) 対象地域概要

対象地域は対象面積 0.58km²、標高約 100~200m、平均斜面勾配 20~30° の山地地域である。また、植生は既存植生判読結果によるとアラカシ群落、コナラ・アベノキ群落となっている。

(2) 航空レーザ測量概要

使用した航空レーザ測量データは、落葉期にあたる 2004 年 2 月に取得している。航空レーザ測量は対地高度 1200m、スキャン角度 ±15°、計測幅 643m、飛行方向点間隔 0.8m、スキャン方向点間隔 1.2m で実施されており、平均点密度は 1.3 点/2mメッシュ（コース間ラップデータ削除）である。

(3) 実測平板測量概要

実測平板測量は、2004 年 2 月に縮尺 1/500 で実施されている。

3. 地形モデルの検証

地形モデルの検証は、航空レーザ測量による 2mメッシュ DTM データと縮尺 1/500 実測平板測量による等高線から作成した TIN データとの比較により実施した。

平面的には、図 1. に示す様に全体的には実測成果との差が ±0.3m 以下の地区が大半を占めており再現性が高い結果を示したが、実測データに比べ航空レーザ測量データが 0.5m~2m 程度高い地区が分布した。また、断面的には図 2. に示す様に、標高差が大きな地区でレーザが地表面にまで到達していないことが確認できた。各データの特徴を踏まえた場合、これらの誤差が生じる要因としては、低草木が密生する地区においてレーザが低草木の表面を捉え地表面にまで到達しないことに起因しているためと考えられた。

このため、現地調査を実施した結果、誤差が生じた地区では 1.5m~2m 程度のネザサが密生していたことから、DSM ランダムデータは地表面ではなくネザサ表面のみを捉えるために生じた誤差と考えられる。

以下には、対象地域での航空レーザ測量による 2mメッシュ DTM データと縮尺 1/500 実測平板測量による等高線から作成した TIN データとの標高誤差を示す。

- ・ 標高誤差 (DTM - 地形図等高線) . . . 3,219 (m³)
- ・ 1 km² 当り標高誤差 . . . 5,550 (m³/km²)
- ・ 平均標高誤差 . . . 0.6 (cm)

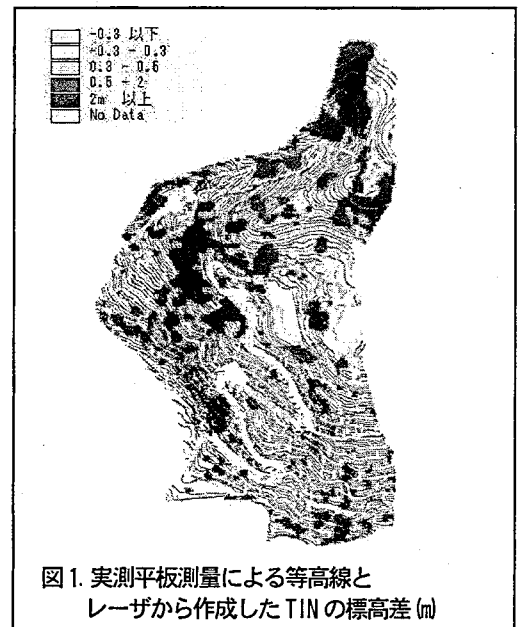


図1. 実測平板測量による等高線とレーザから作成した TIN の標高差 (m)

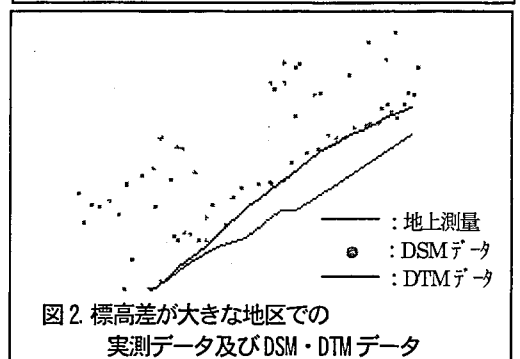


図2. 標高差が大きな地区での実測データ及び DSM・DTM データ

4. 地形モデルデータ精度向上の一手法

密生する低草木（ネザサ等）分布域における地形モデルの精度向上を図る為、DSM ランダムデータの取得特性に着目した地形モデルの補正を試みた。

すなわち、DSM ランダムデータは、植生の林相や疎密度により異なり、高木や中低木が混在しリターンパルスが地表面に到達する地区では DSM 標高データの分散範囲が大きくなる、密生する低草木（ネザサ等）が分布しリターンパルスが地表面にまで到達しない地区では DSM 標高データの分散範囲が小さくなる、植生が生育しない裸地等の地区では DSM 標高データの分散が微小となる、といった特性の反映である。以下には、密生する低草木（ネザサ等）の分布域を想定し、地形モデルを補正した手法を示す。

(1) DSM・DTM の標高差、平均二乗誤差より密生する低草木（ネザサ等）の分布域を想定

- ① 2m間隔の DTM データから TIN モデルを作成
- ② DSM の XY 座標から DTM の TIN モデルの高さを取得し、DSM ランダムデータに DTM の高さ情報を付加
- ③ ネザサの高さが 1.5m~2m程度であった為、4m間隔メッシュ単位（1メッシュ内 DSM データ数考慮）で DSM データの集計を行い、各メッシュ内を計測した DSM データから DSM と DTM の標高差が 2m以下を計測した割合が高いメッシュを抽出
- ④ 4m間隔メッシュ単位で DSM と DTM の標高差が 2m以下の平均二乗誤差を算出
- ⑤ 密生する低草木（ネザサ等）分布域での平均二乗誤差が 0.5m程度以上(図 3)、裸地等での平均二乗誤差が 0.5m程度以下(図 4)であるため、メッシュ毎の平均二乗誤差 0.5m以上の分布図を作成

(2) 処理(1)により想定した地区での DSM と DTM の平均標高差から地形モデルの補正値を算出

(3) 処理(1)により想定した密生する低草木（ネザサ等）の分布域で処理(2)の補正値により標高値を補正した DTM を作成

上記手法により地形モデルの補正を行った結果、図 5. に示す様に概ね密生する低草木（ネザサ等）分布域を想定することができ、実測平板測量との標高差を低減することができた。

5. おわりに

航空レーザ測量では、植生等による遮蔽物の影響を受けるが、取得時期を最大限に配慮することにより、精度の高い DSM データとこれに基づく地形モデルの取得が可能であることが確認できた。しかし、六甲山系では、落葉期でも密生する低草木（ネザサ等）の影響により最大 2m程度の標高誤差が生じる地区が確認された。これに対しては DSM ランダムデータの取得特性を踏まえた分布域を想定し、平均的な低草木の高さを考慮することで実測平板測量との誤差を低減できた。これらの手法は、レーザが地表面にまで到達しない密生する低草木（ネザサ等）分布域における地形モデル精度向上の一手法となると考える。

しかし、これらの手法ではレーザが地表にまで到達する疎な低草木の生育地においても同様の傾向となるため、現段階では画像データによる確認も必要と考える。今後は、他手法との組合せによる補正方法も含めた検討に取り組みたい。

最後に、本検討を実施するにあたり六甲砂防事務所調査課の久内係長、上田技官には資料提供及び多大な指導・助言を頂いた。ここに記して心より感謝の意を表します。

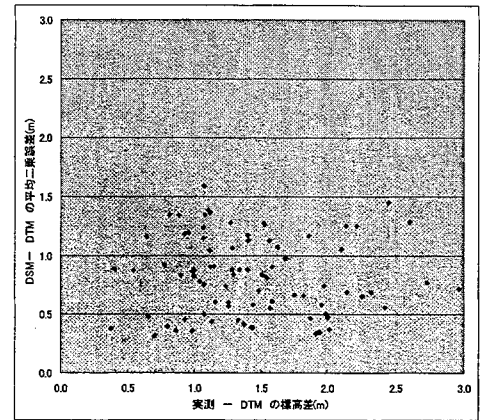


図 3. DSM-DTM の平均二乗誤差 (RMS)
実測-DTM の標高差が大きい地区【A 地区】

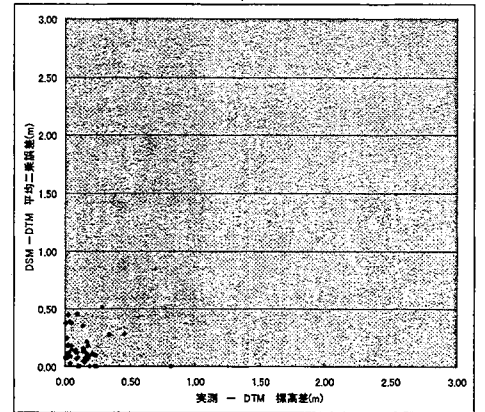


図 4. DSM-DTM の平均二乗誤差 (RMS)
実測-DTM の標高差が小さい地区【B 地区】

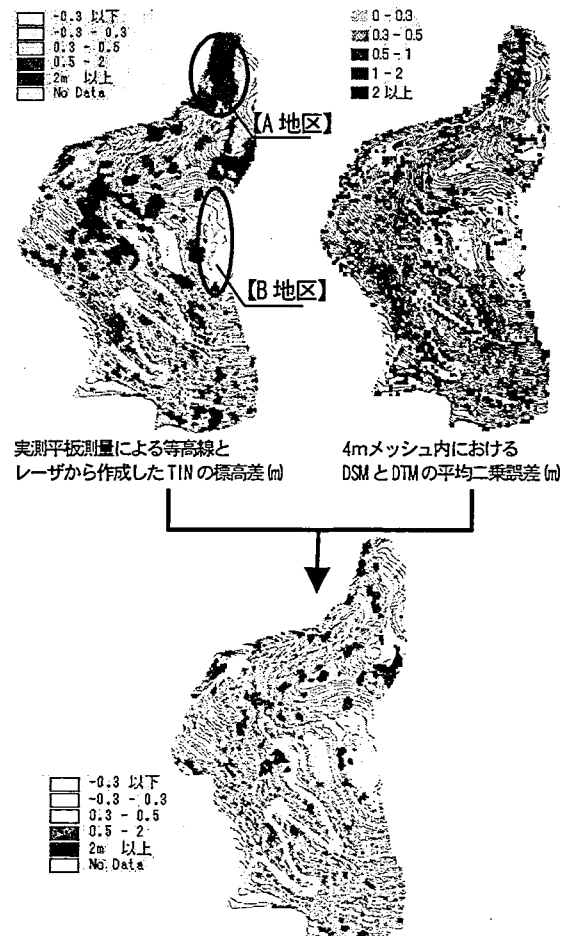


図 5. 平均二乗誤差による補正結果