

航空機 SAR による災害状況把握に関する研究 —SAR-DSM の精度検証と利活用の検討—

実施期間 平成 26 年度～平成 30 年度
基本図情報部地図情報技術開発室 菅井 秀翔 野口 真弓
笹川 啓 新藤 昭彦

1. はじめに

航空機搭載型合成開口レーダ（以下「航空機 SAR」という．）から照射されるマイクロ波は雲や噴煙等を透過して地表面を観測できるため、国土地理院では航空機 SAR を火山噴火等の災害発生状況把握に活用している．地図情報技術開発室では、平成 29 年度に航空機 SAR の観測データから DSM を作成するソフトウェアを改良し、DSM 作成に要する時間を大幅に短縮し、観測範囲の一部における精度検証で、それ以前と比べて DSM の精度が向上したことを確認した．

平成 30 年度は、航空機 SAR 観測データから作成した DSM（以下「SAR-DSM」という．）について、観測範囲全体の面的な精度検証を実施したほか、災害時以外に SAR-DSM を活用する方法を検討するため、SAR-DSM を用いてオルソ化した衛星画像の位置精度検証を行った．

2. SAR-DSM の精度検証

2.1 検証サイト及び検証方法

SAR-DSM の精度検証サイトとして、行田地区と伊豆大島の 2 地区、それぞれ 3km 四方の範囲を選定した（図-1）．行田地区は平坦であり、地形や植生の影響を受けずに SAR-DSM の傾きを捉えるのに適している．伊豆大島地区は、火山災害発生時の観測で SAR-DSM を作成した場合の精度を確認する目的で選定した．各地区の観測諸元を表-1 に示す．両地区とも SAR-DSM に欠測部はほぼなかったが、伊豆大島地区の三原山山頂火口内はレーダーシャドウとなったため欠測であった．

基盤地図情報 5mDEM を真値として、SAR-DSM(5m メッシュ)との差分をとり、全メッシュの RMSE で精度評価を行った．特に、空中写真を判読して植生・建物等が少ない領域を抽出し（図-1 中の斜線部）、この領域内における差分を用いて SAR-DSM の絶対的な精度評価を試みた．

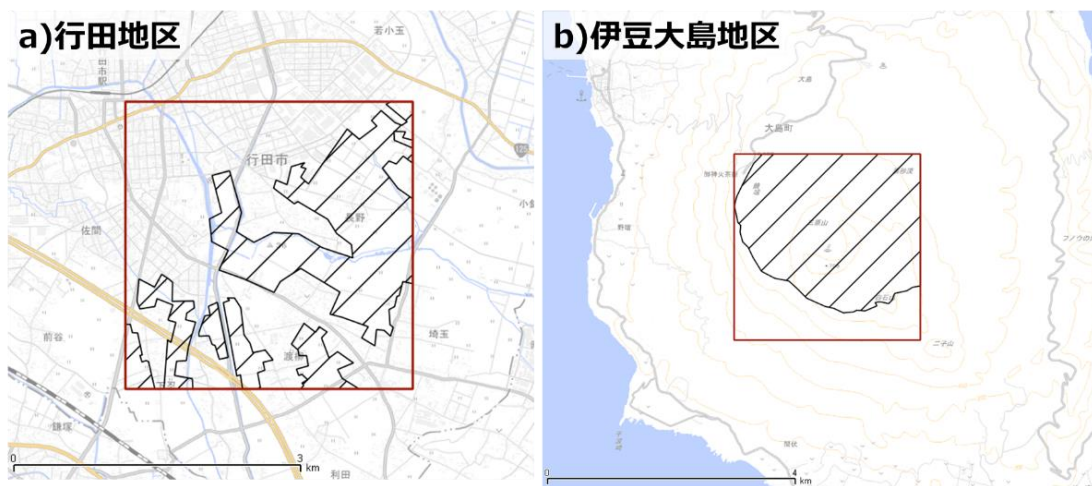


図-1 SAR-DSM の精度検証範囲：赤枠内が検証範囲，うち斜線部が表層地物の少ない領域

表-1 SAR-DSM 精度検証時の SAR 観測諸元

地区名	観測日	観測高度	オフナディア角	観測方向
行田地区	平成 30 年 5 月 1 日	3700 m	55 度	4 方向（東西南北）
伊豆大島地区	平成 29 年 4 月 24 日	2800 m	65 度	4 方向（東西南北）

2.2 精度検証結果

両地区における差分の分布を図-2 に、全ピクセルにおける差分の RMSE を表-2 にそれぞれ示す。

平成 29 年度に実施した精度検証では、SAR-DSM の精度は 5m 程度であったが、今年度実施した面的な検証では、表-2 に示す通り、伊豆大島地区で平成 29 年度の検証結果と同程度、行田地区でそれよりも精度が良いという結果が得られた。行田地区では検証範囲全体と表層地物が少ない領域で RMSE がほとんど変わらなかった一方、伊豆大島地区では、表層地物が少ない領域の方が RMSE で 1m ほど精度が良い結果となった。

行田地区の表層地物が少ない領域では、差分の分布が比較的一様であり、作成された SAR-DSM には明瞭な傾きがないことを確認できた。また、検証範囲中心部の埼玉古墳群において、古墳の形状をした差分が負の領域があり、差分値が古墳群の比高とほぼ一致した。伊豆大島地区では、カルデラ外で正負を問わず差分が大きい筋状の領域が多数見られた。

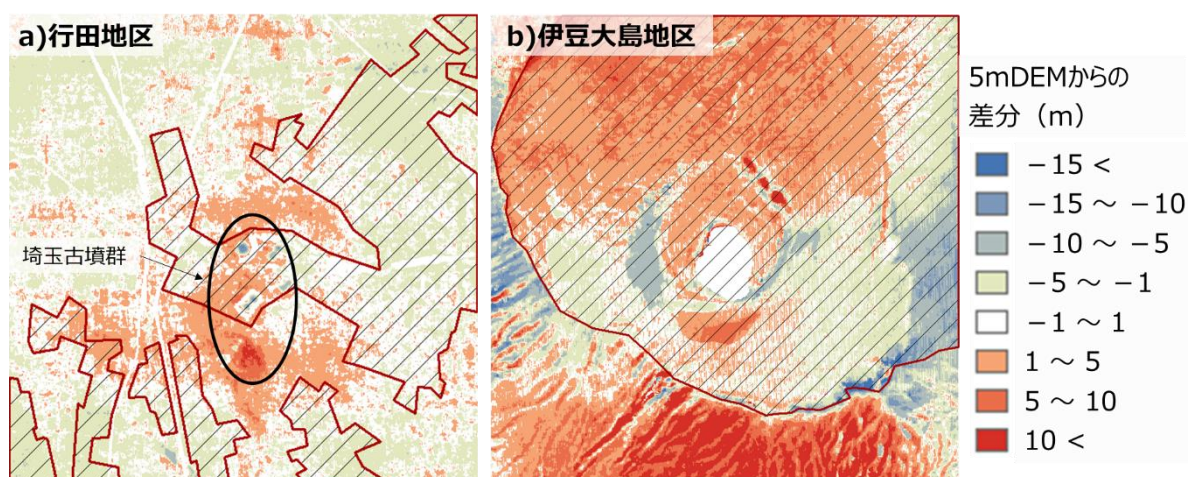


図-2 SAR-DSM と基盤地図情報 5mDEM との差分図：斜線部が表層地物の少ない領域

表-2 全ピクセルにおける差分の RMSE（単位はメートル）

	検証範囲全体	うち、表層地物が少ない領域
行田地区	1.92	1.96
伊豆大島地区	5.64	4.50

2.3 考察

行田地区の埼玉古墳群で古墳の形状をした負の差分領域が見られ、その差分値が古墳の比高とほぼ一致したことは、すなわち SAR-DSM は古墳群の形状を表現できず、ほぼ平面に近似してしまっていることを表す。また、伊豆大島地区のカルデラ外で見られた筋状の差分が大きい領域は、地形図で比較すると谷筋と一致しており、尾根谷のような地形の凹凸を滑らかに表現してしまっていることがわかる。両地区の結果から、SAR-DSM は大筋で地形の特徴を捉えてはいるものの、表現できる地形の解

像度には限度があると推察される。今後、SAR-DSM を用いて火山の噴火時の地形変化を計測する場合、SAR-DSM が捉えられる地形の解像度を念頭に置いて解析、解釈する必要がある。

3. SAR-DSM を用いて作成した衛星オルソの精度検証

3.1 目的及び検証サイト

平成 30 年度、災害時以外での SAR-DSM の活用方法を検討した。土地造成等で大規模に地形が改変された地域では、基盤地図情報の DEM が現況と合わなくなるため、基盤地図情報の DEM を用いて空中写真や衛星画像から簡易オルソ画像を作成すると、地物が大きく歪んでしまい、電子国土基本図更新の参考資料に用いる上で障害となる。そこで、比較的簡便に作成できる SAR-DSM に着目し、現況と著しく乖離した基盤地図情報 DEM の代替として簡易オルソ画像作成に活用できるか確かめるため、衛星画像を SAR-DSM を用いてオルソ化し、位置精度検証を行った。

検証サイトとして、大阪府箕面市、京都府木津川市の 2 地区を選定した（図-3）。いずれも宅地造成のために大規模に切土された地域が含まれる。両地区の航空機 SAR 観測はいずれも平成 30 年 6 月 25 日に実施し、観測高度 3000m、オフナディア角 60 度の条件で、東西南北 4 方向から観測を行った。

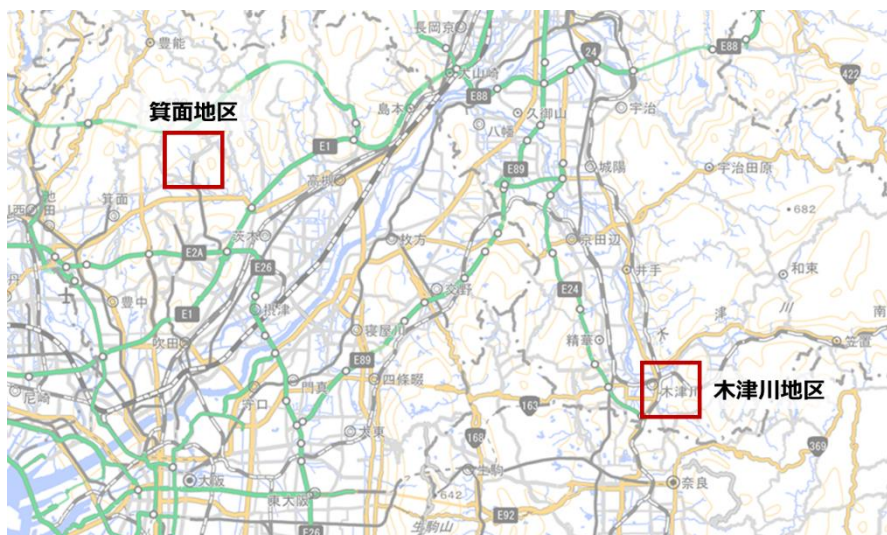


図-3 SAR-DSM と衛星画像を用いて作成したオルソ画像の検証地区

3.2 検証方法

本検証では衛星画像を RPC モデル、SAR-DSM を用いてオルソ化した。使用した衛星画像の諸元を表-3 に示す。画像に写っている明瞭な地物を検証点とし、オルソ画像上での読み取り座標と現地での RTK-GNSS 測量（VRS 方式）成果座標を比較した。箕面地区では 2km×3km の範囲に 22 点、木津川地区では 2.5km×3km の範囲に 16 点の検証点を一様に設定した。

また、既存 DEM を用いた場合と SAR-DSM を用いた場合で精度を比較するため、基盤地図情報 DEM（5m、10m メッシュ）でも同様にオルソ化し、精度を比較した。

表-3 オルソ作成に使用した衛星画像の諸元

地区名	衛星	撮影日	オフナディア角	撮影方位角	解像度
箕面地区	WorldView-2	平成 29 年 11 月 1 日	15 度	343 度	50cm
木津川地区	WorldView-2	平成 30 年 3 月 1 日	24 度	306 度	50cm

3.3 検証結果

検証点におけるオルソ画像の位置精度を表-4 に示す。基盤地図情報 DEM を用いてオルソ化した画像に比べて、SAR-DSM を用いたオルソ画像の方が検証点における位置精度は向上した。ただし、オルソ画像の一部で地物の歪みが見られ（図-4）、SAR-DSM 作成の設定によっては広範囲に歪みが見られることもあり、電子国土基本図更新の参考資料には適さない部分が見受けられた。SAR-DSM 作成時に行う平滑化処理の程度を調整することで地物の歪みの軽減は可能と考えられるが、参考資料としての使用の可否は場所によって個別に判断する必要がある。

表-4 検証点におけるオルソ画像の位置精度（RMSE，単位はメートル）

	基盤地図情報 DEM		SAR-DSM (5m 解像度)
	10mDEM	5mDEM	
箕面地区	1.93	1.39	1.15
木津川地区	3.49	2.77	2.47



図-4 SAR-DSM を用いたオルソ画像の歪みの例

4. 結論

平成 30 年度、国土地理院が運用する航空機 SAR の主要プロダクトの一つである SAR-DSM について、その特徴や精度、活用方法について検討を行った。SAR-DSM の面的精度を確かめることができたほか、地形解像度には限度があることを把握した。今後航空機 SAR を用いて災害時に地形計測を行った際には、本検証の結果を踏まえ、的確な情報を発信できるよう努めていく。

参考文献

高橋祥，野口真弓，中村孝之，新藤昭彦（2018）：航空機 SAR による災害状況把握に関する研究（第 4 年次）－干渉処理ソフトウェア改良－，国土地理院平成 29 年度調査研究年報，66-69。