

災害状況の迅速な把握・提供技術の開発 ー航空機 SAR 観測データから作成した DSM のコース間較差の調査ー

実施期間

令和 4 年度

基本図情報部地図情報技術開発室

澤 可那子 新藤 昭彦

岸本 紀子

1. はじめに

国土地理院では、災害時における国土の状況を把握し、関係機関及び国民に提供するための取組の一つとして、航空機搭載型合成開口レーダ（以下「航空機 SAR」という.）による観測を行っている。合成開口レーダは、電波を用いた観測方法で雲等の影響を受けにくいことから、光学センサでの観測が困難な、雲量が多い状況下や噴煙のある火山等での情報収集が期待できる。そのような特性をいかし、国土地理院では航空機 SAR を利用して、平時から全国の活動的な火山における火口等の観測を実施することにより地形の情報を蓄積し、火山活動活発化の際に地形の変化を明らかにすることができるよう備えている。具体的には、航空機 SAR 観測データから、反射強度画像および DSM（以下「SAR-DSM」という.）を作成し、それらのプロダクトを用いて国土の状況把握を行っている。

地図情報技術開発室では、地形変化のよりの確な情報提供を目的として、航空機 SAR のプロダクトのうち SAR-DSM のコース間較差の傾向を把握するための調査を実施したため報告する。

2. 検証内容

2.1 SAR-DSM の概要

SAR-DSM は、GNSS-IMU の最適軌跡解析結果を用いてコースごとに作成された後、欠測部をなくすため複数方向（基本は 8 方向）からの観測が統合されている。平成 29 年度の SAR-DSM 作成ソフトの改良により、作成時のパラメータの設定が自動化され、作業者によらず一定の精度を満たす SAR-DSM を安定して作成できるようになった。令和元年度には、航空機 SAR の改修及びそれに伴う GNSS/IMU の更新を行い、改修後の検証では、静岡県伊東市の大室山地区において、8 コース統合後の SAR-DSM の高さ精度は RMSE3.183m（田代ほか，2021）という結果を得た。改修前の航空機 SAR でも大室山で RMSE2.035m（伊藤ほか，2012）、浅間山山腹（火山活動による影響を受けない箇所）で RMSE2.03m, 4.16m, 2.91m（浦部ほか，2005）という結果が出ており、従来高さ精度は同程度となっている。

このことから、火山活動により 3m 程度の地形変化が生じた際、SAR-DSM ではそれが誤差なのか地形変化なのか判断が難しいが、SAR-DSM の傾向を詳細に把握しておくことで、適切な判断と情報提供に資する余地があると考ええる。

2.2 サイト及び方法

静岡県伊東市の大室山周辺を観測したデータ（観測日 2020 年 6 月 5 日、観測方向 8 方向、オフナディア角 65° 、飛行高度約 3000m）から作成した SAR-DSM のコース間較差の調査を行った。大室山は、大部分の山肌が草花にのみ覆われた形状の把握しやすい山である。8 方向からの観測（図-1）データについて、コースごとに SAR-DSM 作成を行った。なお、作成した DSM は、5m メッシュのデータに変換したうえで、後述の調査を実施している。

コース間較差の調査は、SAR-DSM の断面図を比較すること及び各コースからの SAR-DSM の高さ方向のばらつきを算出することによって行った。断面図は、図-1 の EW・NS・NEdiag・NWdiag に沿って作成した。ばらつきの算出は、各コースの DSM を重ね合わせ、高さの値についてピクセルごとの標準偏差を求めた。これらの二通りの方法により、コース間の相対的な関係を評価した。

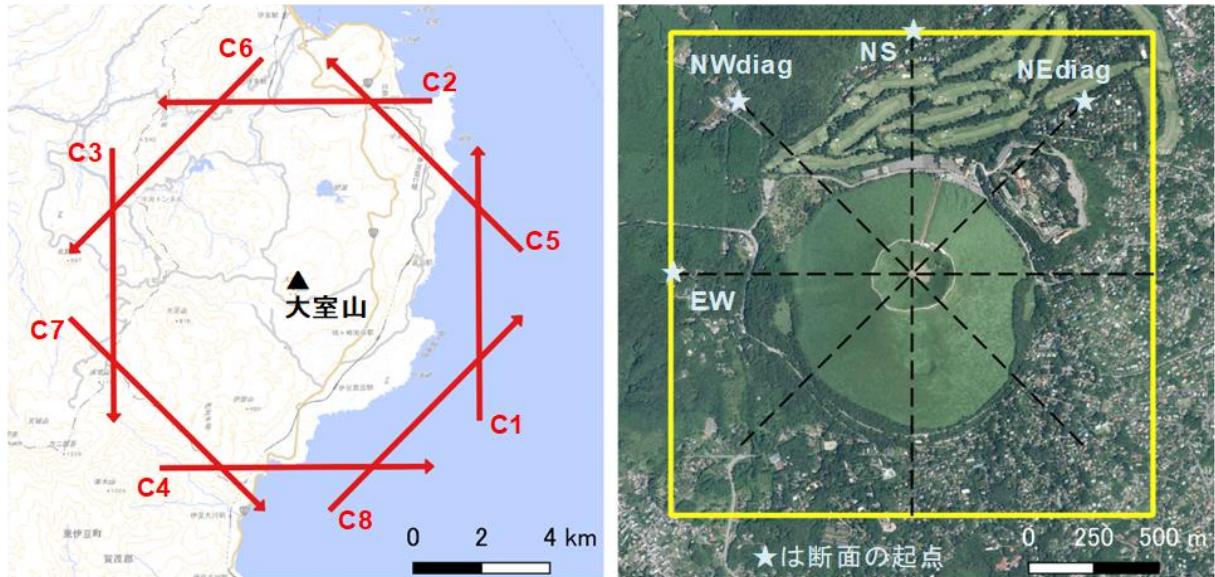
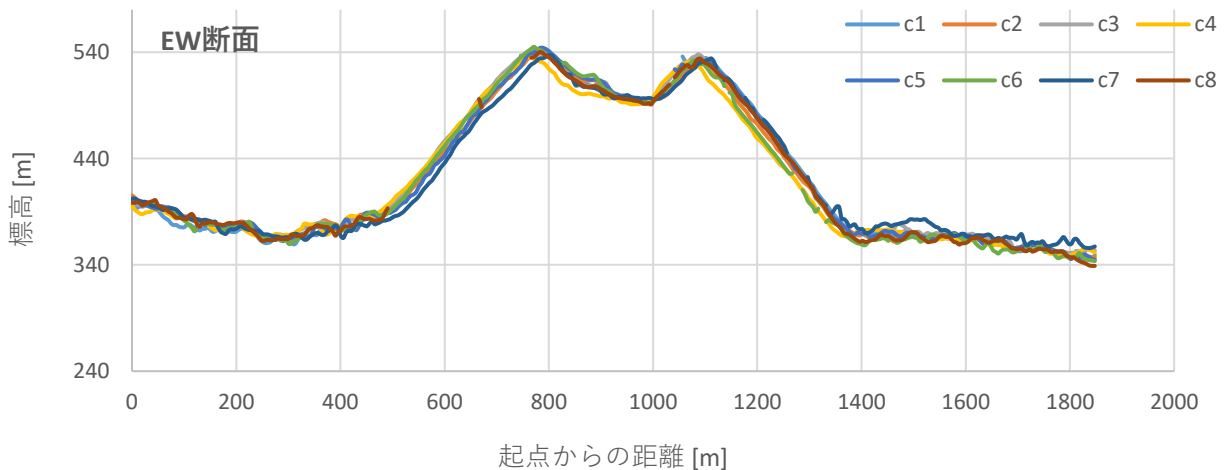


図-1 観測コース図（左）と断面図作成箇所（右：黒破線）及び SAR-DSM ばらつき算出範囲（右：黄線）

2.3 結果

断面図の比較（図-2）により、一部のコースにおいて、明瞭な水平位置のずれがあることを確認した。本観測では、特に、C4 と C7 コースに相対的な位置ずれが見られた。C4 コースは、南西寄りの傾向が見られ、コース進行方向と逆側への偏りであった一方、C7 コースは、南東寄りの傾向が見られ、コース進行方向側への偏りであった。

コース間の高さ方向のばらつきを算出した結果、場所により SAR-DSM のばらつきに違いがあることを確認した（図-3）。平坦部又はなだらかな地形においては、コース間のばらつきが小さいのに対し、等高線が密になっている傾斜地においては、ばらつきが大きい傾向にあった。



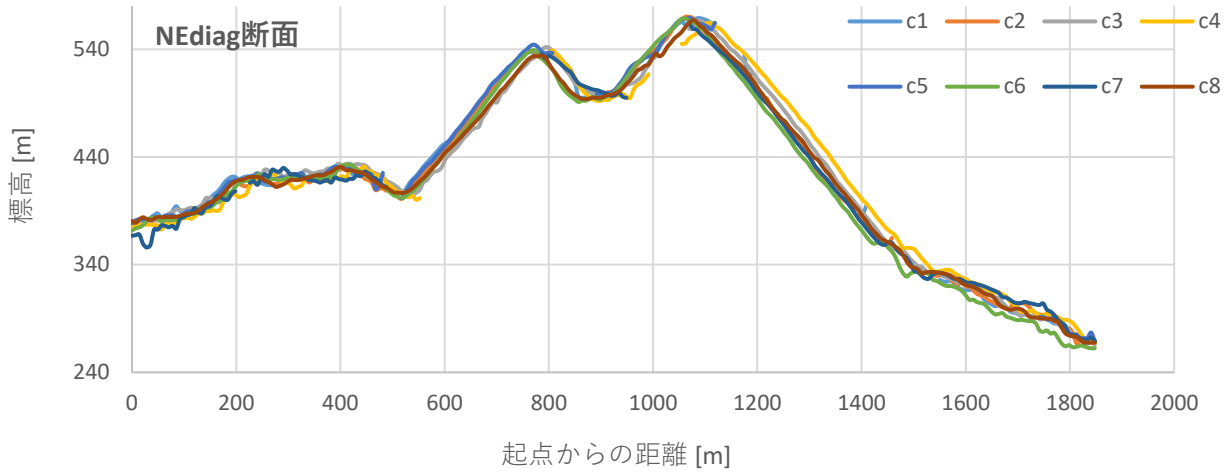


図-2 各コースの SAR-DSM の断面図の例 (EW 断面と NEdiag 断面)

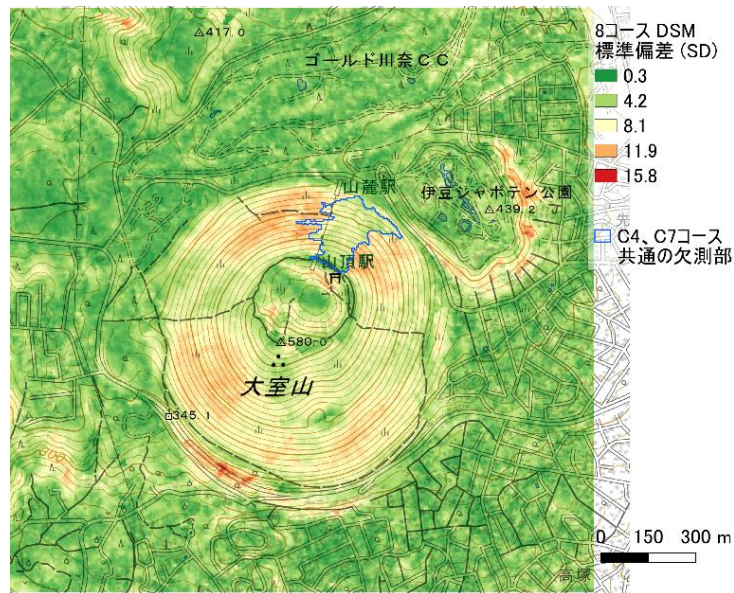


図-3 各コースの SAR-DSM のピクセルごとの標準偏差

3. 考察

傾斜部において高さ方向のコース間のばらつきが大きかった要因として、以下のことが挙げられる。まず、一部のコースで水平位置のずれが見られたことである。水平位置のずれは、平坦部においては影響しにくいものの、傾斜部においては高さ方向の差異として現れやすい。本検証において、特に C4 及び C7 コースで相対的な位置ずれが見られたことは、傾斜部における SAR-DSM のばらつきに繋がったと言える。SAR-DSM の相対的な位置ずれの誘因としては、GNSS-IMU の精度等が考えられ、各コースに共通する偏りは確認できないことから、一時的な機体の動揺等による精度低下の可能性があり、SAR-DSM のばらつきに繋がる他の要因として、SAR-DSM 作成に基盤地図情報 10m メッシュ DEM (以下「DEM10B」という。)を使用していることが挙げられる。SAR-DSM は、DEM10B と差分干渉処理を行った上で、DEM10B を基準に高さが求められる。DEM10B は 10m メッシュのデータであり、傾斜地においては本来の高さと乖離が生じやすいことから、傾斜部の SAR-DSM の精度が低下し、ばらつきの増加に影響したと考える。

また、大室山山腹において、SAR-DSM のばらつきが一様でない要因として、レーダーシャドウに

よる欠損部が影響していることが挙げられる。一例として、山腹における C4 及び C7 コースからの観測データの欠損部を図-3（青線）に示す。C4 及び C7 コースは、断面図の比較において、特に水平位置のずれが見られた観測コースであるが、山腹内において両データの欠損部は SAR-DSM のばらつきが比較的小さいことが確認できる。こうした要因も影響し、山腹部では SAR-DSM のばらつきに差が生じたと考える。

4. まとめ

SAR-DSM のコース間較差を、断面図及びばらつきの観点から調査した。断面図の調査により、コース特有の系統的な誤差が存在する可能性があることを確認した。こうした状況下での実運用においては、コース間調整を行うことや、レーダーシャドウ等の影響がない場合、ずれの大きいコースを使用しないことが、精度を高める一手段となる可能性があり、今後検討が必要である。4 断面による簡易的な本調査では、コース特有の位置ずれの原因の特定に至っていないが、今後も継続的な航空機 SAR によるデータ取得・分析を実施していくことで、本事象が発生する際の傾向等が明らかになってくるものと考ええる。

SAR-DSM の高さ方向のばらつきの調査により、平坦部と山等の傾斜部では標準偏差に差があることを確認した。航空機 SAR では、活動的な火山における火口等を観測しているが、傾斜部では SAR-DSM のばらつきが大きくなることから、山頂火口でも火口内の傾斜が大きい場合や山腹に位置する側火口のような場合は、SAR-DSM の解析において特に留意が必要であると言える。

こうした分析結果も用いて災害時によりの確な情報提供ができるよう、引き続き、航空機 SAR による観測及びデータ解析を実施していく。

参考文献

- 伊藤裕之，笹川啓，藤原博行，大野裕幸（2012）：災害時の運用に向けた航空機搭載型合成開口レーダの改修及び制度検証，平成 24 年度日本写真測量学会秋季学術講演会発表論文集，65-66.
- 菅井秀翔，野口真弓，笹川啓，新藤昭彦（2019）：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-，国土地理院平成 30 年度調査研究年報，66-69.
- 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.
- 田代ゆかり，石塚麻奈，笹川啓，柴田光博（2021）：災害状況の迅速な把握・提供技術の開発-航空機 SAR の精度検証-，国土地理院令和 2 年度調査研究年報，92-96.
- 浦部ぼくろう，渡辺信之，村上亮（2005）：航空機搭載型合成開口レーダ（航空機 SAR）による浅間山火口内の観測，国土地理院時報，107，15-20.