

衛星リモートセンシングデータを用いた火山噴火降灰範囲推定手法の検討

国土技術政策総合研究所 林 真一郎、水野正樹、佐藤匠
独立行政法人 宇宙研究航空開発機構 (JAXA) 麻生紀子、海野順子
一般財団法人 リモート・センシング技術センター(RESTEC) 正会員 古田竜一
(株) 建設技術研究所 フェロー会員 藤原 直樹
(株) 建設技術研究所 正会員 ○上野山 直樹
宇宙技術開発 (株) 正会員 伊東 明彦

1. はじめに

火山噴火が発生した場合、土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施に際し、火山灰堆積に伴う土石流による被害が想定される区域（火山灰堆積厚 1cm 以上）を迅速に特定する必要がある。しかし、降灰分布は非常に広域に渡ることが多く、現地調査による推定には人員・時間を要するため、広域を速やかに効率的に調査するための技術が求められている。本研究は、2011 年の新燃岳噴火を対象に、噴火前後の 2 時期の光学衛星画像の差分解析による降灰範囲推定手法について、検討及びその精度評価を実施したものである。

2. 2 時期の光学衛星画像による差分解析

2. 1 使用衛星画像

使用した光学衛星画像データは、「ALOS/AVNIR-2」、「THEOS」、「Terra/MODIS」の 3 種類とした。噴火前後のデータは、季節による土地被覆変化の検出を低減するため、可能な限り同時期のデータを選定した。なお、「THEOS」については、噴火前データを「ALOS/AVNIR-2」のデータで代用することとした。

表 1 使用光学衛星画像データ一覧

		観測日付	観測幅	分解能 (マルチスペクトル)	所有	備考
ALOS/AVNIR-2	噴火前	2008/03/28	70km	10m	JAXA	2011 年 5 月に運用終了
	噴火後	2011/02/07	70km	10m		
THEOS	噴火後	2011/02/07	90km	15m	GISTDA	噴火前データは、 「ALOS/AVNIR-2」を代用
Terra/MODIS	噴火前	2008/03/28	2330km	250m	NASA	
		2008/03/28	2330km	500m		
	噴火後	2011/02/07	2330km	250m		
		2011/02/07	2330km	500m		

2. 2 光学衛星画像の差分解析方法

各光学衛星画像の差分解析方法は、「輝度差分解析」と「NDVI 差分解析」とした。
単位面積当りの明るさを表す輝度を指標として、「青」、「緑」、「赤」、「近赤外」の 4 波長域について解析を行った。また、植生指標の 1 つである「NDVI」は、画素に対応する地表面上で植物が多いほど、また被覆植生の活性度が高いほど値が高くなる特性を持ち、算定式は以下のとおりである。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

ここに、IR：近赤外波長域バンドの反射率
R：赤色波長域バンドの反射率

以上の指標について、オルソ処理を施した噴火前後の衛星画像データの重ね合わせにより各メッシュの指標値の差分を求め、その地域分布を調べた。なお、噴火前の「ALOS/AVNIR-2」データと噴火後の「THEOS」データについては、分解能が異なるため、両データを 5m メッシュに換算した上で各メッシュの差分を求めることとした。

キーワード 光学衛星画像、火山噴火、降灰範囲、AVNIR-2、THEOS、MODIS
連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1（日本橋浜町 F タワー）
株式会社建設技術研究所 東京本社水システム部 TEL03-3668-4150

2. 3 光学衛星画像の差分解析結果

差分解析の結果、いずれの光学衛星画像も、輝度「青」「緑」「赤」の波長域において、国土交通省が実施した降灰量調査結果による降灰範囲内での差分値が大きく、災害後の画像の薄雲や噴煙の影響が含まれる可能性はあるものの、降灰範囲と現地調査結果が視覚的に概ね一致していることを確認した(図1)。一方、輝度「近赤外域」及び「NDVI」では、降灰範囲と現地調査結果の一致の傾向は確認できなかった。これは、選定した噴火前後のデータ時期によって植生状況が異なり、植生変化に対する感度の高い「近赤外域」や「NDVI」がそれらに反応したためと考えられる。また、「ALOS/AVNIR-2」と「THEOS」では、ほぼ同様の差分解析結果が得られた。さらに、現地調査結果と差分解析結果について、相関係数を算出した結果、観測波長が短くなるほど相関係数が高くなる傾向が見られた(表2)。

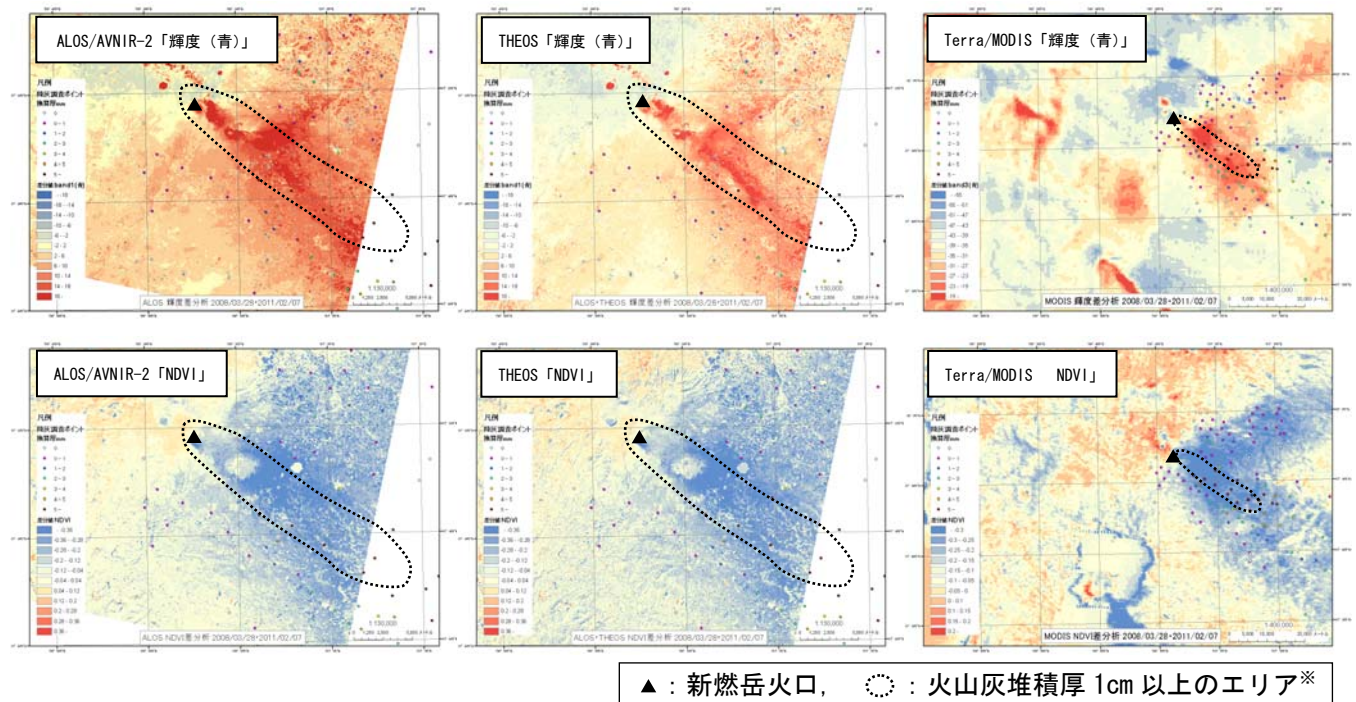


図1 2 時期の光学衛星画像による輝度差分解析結果

表2 輝度差分値, NDVI 差分値と堆積厚※との相関係数

波長	ALOS/AVNIR-2	Terra/MODIS	THEOS
可視光青	0.390	0.528	0.209
可視光緑	0.341	0.546	0.199
可視光赤	0.271	0.509	0.120
近赤外	0.095	0.224(Band2) 0.148(Band5) 0.362(Band7)	0.129
NDVI	0.101	0.331	0.008

※国土交通省 2011. 1. 28~29 降灰量調査結果による

3. まとめ

本研究の結果、噴火前後の2時期の輝度差分解析による簡便な手法により、迅速かつ効率的な火山噴火降灰範囲の推定ができる可能性があることを確認した。また、分解能が低い「Terra/MODIS」によっても、概ねの降灰範囲は十分に把握でき、観測幅の広さを活かした広域の降灰範囲の推定ができる可能性があることを確認した。さらに、「ALOS/AVNIR-2」と「THEOS」のように、異なる衛星画像同士であっても、分解能や観測波長帯が近ければ、差分解析を行うことが可能であり、解析対象衛星画像に問題が生じた際にも他の衛星画像を代替使用できることを明らかにした。なお、差分解析の精度向上のためには、①2 時期の光学衛星画像データの選定にあたっては、データ時期の整合に努めるとともに、噴煙や雲の影響が小さいものとする②降灰そのもののスペクトル特性を把握し、最適な観測バンドを選択することが必要である。

本研究は、国土技術政策総合研究所と宇宙航空研究開発機構(JAXA)の共同研究「陸域観測衛星「だいち」(ALOS)による土砂災害監視手法の開発に関する研究」の成果であり、利用した ALOS/AVNIR2 データは JAXA より提供を受けたものである。