

高分解能 SAR による土砂移動モニタリングに関する研究

株式会社パスコ ○本田 健、吉川和男、柴山卓史

1. はじめに

火山噴火に伴う現象は多岐にわたる上、広範囲に影響を与える。このため、各種観測によって、火山活動が現在の様な状況にあるのかを把握することは重要である。今年1月に噴火した霧島山・新燃岳では火口から4km以内が入山規制となり、火山活動の把握に影響を与えた。

そこで、入山規制の影響が無く、天候に左右されない高分解能 SAR を用いた土砂移動モニタリングを実施し、噴火中の火山への適用について考察した。

2. 対象地域と火山活動の概要

新燃岳は宮崎県と鹿児島県の県境に位置する、標高1420.8mの火山である。1959年の噴火以降は目立った噴火は発生していなかったが、2011年1月19日に小規模な噴火が発生した。その後26日にはマグマ噴火が発生し、3月までに爆発的噴火は13回を数えた。

3. モニタリングの概要

今回モニタリングに使用した衛星画像は TerraSAR-X の StripMap と SpotLight であり、最大空間分解能は SpotLight で約 1m である。TerraSAR-X の周回日数を考慮し、計 12 時期の SAR 画像をモニタリングに使用した。表 1 に使用した SAR 画像の概要を示す。

4. モニタリング結果と考察

4.1 溶岩

溶岩の噴出状況の把握には単画像を用いた。

最初の噴火直後の画像は撮影できなかったが、1月31日の画像では火口湖が無くなり、火口底に溶岩が噴出している状況が確認できる。さらに2月6日の画像では溶岩

が火口縁まで上昇している状況が確認できる。また当初はドーム状に盛り上がっていた溶岩が平たいパンケーキ状に変化した状況や、溶岩上の溝地形、陥没地形が確認できる(図1)。

また、噴火前の地形データとSAR画像から得た溶岩堆積範囲より、溶岩の噴出量は 1250 万 m^3 と推定された。

4.2 降灰

降灰状況の把握には二時期の重ね合わせ画像を用いた。

噴火前の12月13日と2月6日の画像を比較した結果、新燃岳山頂付近で後方散乱が増加し、中岳南西斜面や東斜面、及び御鉢から高千穂峰山頂付近で後方散乱が減少した状況が確認された(図2)。後方散乱が増加した範囲では、噴石等の粒径の大きな噴出物が堆積したと推定される。また後方散乱が減少した範囲は、火山灰等の粒径の小さな噴出物が堆積したと推定される。

4.3 土砂移動状況

土砂移動状況の把握には単画像を用いた。

火山噴火によって発生する災害の一つに、小規模な降雨での土石流災害が挙げられる。実際、雲仙普賢岳では火砕流が発生する前に連続雨量 100mm 未満で土石流が発生しており、今回の新燃岳噴火においても土石流災害が懸念された。そこで、SAR 画像により土砂移動のモニタリングを実施した。

2月17日の画像では新燃岳南斜面で斜面崩壊と見られる後方散乱の減少したエリア(影)が確認された。気象庁アメダス観測データによると17日未明には降雨が発生していること、鹿児島県が設置した大浪池カメラの映像で

表1 モニタリングに使用した SAR 画像

No.	撮影時刻	入射角	軌道	撮影モード	地上分解能	備考
1	2010/12/13 6:19	39.2°	Descending	StripMap	3.04×3.00m	噴火前
2	2011/1/31 6:27	21.36°	Descending	StripMap	2.05×2.52m	1/27、1/28、1/30噴火後
3	2011/2/1 6:10	52.11°	Descending	SpotLight	1.70×1.55m	2/1(2回)噴火前
4	2011/2/6 6:19	39.2°	Descending	StripMap	3.04×3.00m	2/2(3回)、2/3噴火後
5	2011/2/7 18:10	31.14°	Ascending	High Resolution SpotLight	1.16×1.17m	
6	2011/2/12 6:10	52.11°	Descending	SpotLight	1.69×1.55m	2/11噴火後
7	2011/2/12 18:18	46.7°	Ascending	SpotLight	1.68×1.65m	
8	2011/2/17 6:19	39.2°	Descending	StripMap	3.04×3.00m	2/14噴火後
9	2011/2/18 18:10	31.14°	Ascending	High Resolution SpotLight	1.16×1.17m	2/18噴火直前
10	2011/2/23 6:10	52.15°	Descending	SpotLight	1.70×1.55m	
11	2011/3/1 18:10	31.14°	Ascending	High Resolution SpotLight	1.16×1.17m	3/1噴火直前
12	2011/3/6 6:10	52.11°	Descending	SpotLight	1.70×1.55m	

は16日の映像に写っていた積雪が18日には消失していることから、この影は降雨や融雪による土砂流出の痕跡であると推定される。なおこの崩壊は2月19日撮影の空中写真でも確認できる(図3)。

また、各時期共に高分解能 SAR 画像からガリーを判読することができた(図4)。このように、高分解能 SAR 画像によってガリーの消長が確認できれば、降灰堆積厚の観測地値とモニタリング結果の組み合わせで火山噴出物の堆積量及び降雨による土砂流出量を把握することが可能と考えられる。

5. まとめと今後の課題

高分解能 SAR 画像を用いて噴火中の火山を対象に土砂移動をモニタリングした結果、以下の有用な事項が確認された。

- ・溶岩噴出範囲の推移、及び噴火前の地形データを用いた溶岩噴出量の算出。
- ・火山噴出物の範囲、質(粒径)とその推移。
- ・土砂流出やガリーの範囲とその推移。

また今回モニタリングを実施した結果、以下の課題が確認された。

・降灰堆積量の算出について

土石流の発生予測には降雨と降灰堆積量のモニタリングが重要となる。特に後者は噴火が活発な状況下では現地計測や航空機レーザ計測等の実施が困難であり、衛星による地形計測が期待されている。

NASA では Shuttle Radar Topography Mission としてスペースシャトルにレーダを搭載し、地形計測を実施した。航空機レーザ計測ほどの空間解像度は得ることはできないが、情報が無い災害発生直後の段階では有用な情報源となる。よって、高分解能 SAR においても地形計測に関する技術的課題を早期に解決することが望まれる。

高分解能 SAR は運用が開始されてから間もないため技術的課題がまだ残されている。しかしながら、低コストで頻りにモニタリングが可能である上、今回のように噴火活動中であっても安全に、且つ安定的にモニタリングすることが可能である。よって、人が立ち入ることができないような大規模災害においても、モニタリングのツールとして今後の活用が期待される。

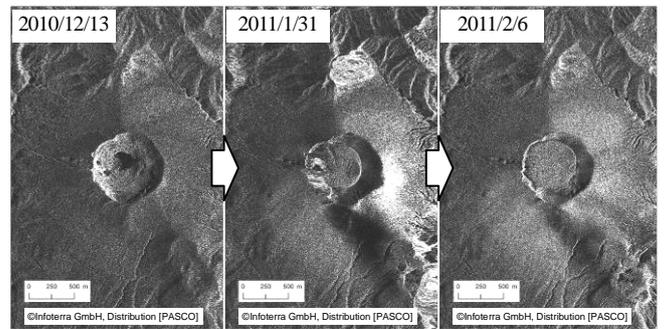


図1 火口内の溶岩の変化

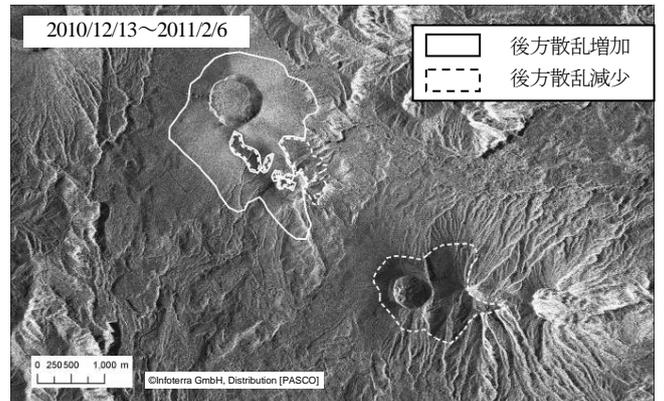


図2 火山噴出物の堆積による後方散乱の変化

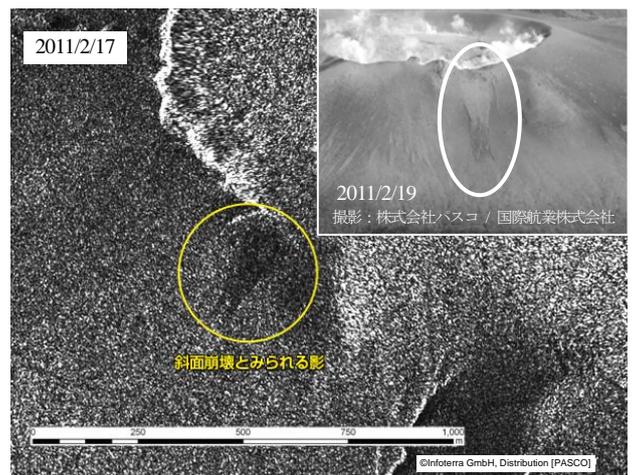


図3 新燃岳南斜面で発生した崩壊の状況

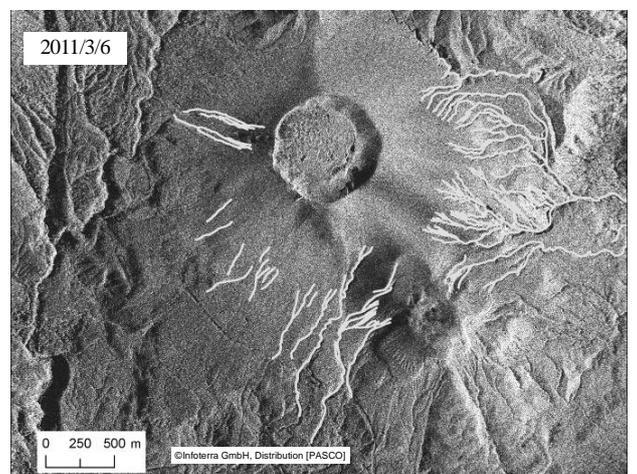


図4 SAR 画像で判読したガリーの例