

国土交通省土木研究所 ○ 青山浩志 (現 株式会社 拓和)  
 清水孝一 (現 国土技術政策総合研究所)  
 仲野公章 (現 独立行政法人土木研究所)  
 株式会社 パスコ 池田暁彦

1. 研究の目的・概要

広い地域を事業対象とする砂防の分野において、リモートセンシング技術を用いた調査・解析へのニーズは高い。しかし、これまでは砂防が求める空間スケールや精度と、リモートセンシングのそれとが合わず、あまり用いられてこなかったが、昨年登場した商用高分解能衛星により、空中写真に匹敵する高精度な衛星画像を得ることが可能となった。今後も高性能化センサを搭載した地球観測衛星や航空機の登場が期待され、そうしたリモートセンシングツールを活用することを視野に入れた調査解析手法の研究がますます必要となってくる。本研究はこうした背景を踏まえ、2000年の有珠山噴火災害を研究対象に、砂防分野におけるリモートセンシングの適用性について研究を行った。

2. 研究方法

有珠山噴火当時は、地球観測衛星、空中写真、レーザーロファイア、その他数々の手法を用いて情報収集が行なわれた。それらの取得されたデータのうち、地形計測が行えるものおよび、地表面情報が得られるものを集めて解析し、何をj用いてどうすれば、砂防に必要な情報のうち、何がどこまで得られるかを明らかにすることにした。併せてこれらの成果から、災害時におけるリモートセンシングデータを用いた砂防調査手法のあり方について検討した。

2-1. 収集データ

収集したデータを表-1に記す。これらのデータのうち、既にデータ処理が終わり、解析結果が出ている物については、処理済のデータや成果論文等を入手した。それ以外の物については、データを入手して加工し解析を行ったが、データの処理は当時の状況を想定し、災害対応ということで時間をかけず必要最低限の処理で行なうことにした。

表-1 収集データ

	データの種類	データの概要
データ 地形計測用	・1万分の1空中写真	・コンピュータによるステレオマッチングで標高自動抽出 (DEM作成)
	・SPOT HRV-P ステレオペア画像	・コンピュータによるステレオマッチングで標高自動抽出 (DEM作成)
	・IKONOS DEM	・J S Iがステレオペア画像から作成したDEM (既存データの購入)
	・レーザープロファイラ	・レーザー測距による直接高さ計測 (既存データの購入)
	・RADARSAT	・リピートパス観測での干渉SARによる地形変位計測 (報告書レビュー)
	・PI-SAR	・Xバンド主従アンテナでの干渉SARによる地形変位計測 (報告書レビュー)
データ 地表面変化	・空中写真	・1万分の1カラー写真 (写真判読)
	・SPOT HRV-XS リザパケル画像	・分解能20m 可視緑、可視赤、近赤外、の3バンド (画像解析)
	・IKONOS パンシャープン画像	・分解能1m 可視青、可視緑、可視赤、近赤外、の4バンド (画像解析と判読)
	・RADARSAT	・CバンドSARの強度画像 (報告書レビュー)
	・PI-SAR	・XバンドHH、VH、VVの偏波特性を用いたカラー合成画像 (報告書レビュー)

2-2. 地形データの作成

噴火前後の2時期の航空写真ポジフィルムとSPOT衛星のパンクロスステレオペア画像から、いずれもコンピュータを用いたステレオマッチングによる標高値自動抽出手法でDEMを作成した。既にヘリ搭載レーザープロファイラでの観測により、西山周辺で最大65mの隆起が報告<sup>1)</sup>されているが、ここで作成したデータからも、それと相関性のある地形変位が得られるか確認した。

2-3. 地表面情報の分析

表-1で集めたデータのうち、噴火前後の空中写真とSPOT衛星のリザパケル画像、噴火後のIKONOSパンシャープン画像は、実際に判読や画像解析にj用いて作業を行った。火山砂防基本計画の内容を考慮し、噴火災害においては、2次的大規模土砂移動現象の材料となる土砂生産源の状況と、その土砂を運ぶ水の所在の把握が重要であるとの考えから、土砂生産源となる降灰範囲と水の所在である積雪域と湛水域の抽出を、衛星のスペクトルデータの解析から試みた。また空中写真とIKONOSパンシャープン画像では、上記以外の火山噴火状況 (地表面の隆起・沈降) や被害状況 (砂防施設、保全対象) など可能な限り詳細な判読を試みた。

2-4. リモートセンシングツールの総合評価・判定

2-2、2-3項の作業を経てすべて揃った表-1のデータ (地形計測データ、画像情報データ) に対し、データ精度、コスト、

作成時間、ハンドリング性、実利用に際しての問題点の5つの項目で、評価・判定を行なった。そこで得られた結果については、会場のポスターセッションにおいて紹介する。

### 3. 航空宇宙技術を用いた砂防調査手法のあり方について

噴火災害当時、砂防分野において必要とされた情報を整理し、2-4 項の作業で得られた結果を考慮して、リモセンデータを用いた砂防調査手法を検討した。最も必要だった情報は2次災害に関するものであり、その中でも必要とされた情報を5項目あげ、それらに対する航空宇宙技術の砂防調査への適用性を表-2 にまとめた。

表-2 航空宇宙技術の砂防調査への適用性

調査項目	目的	広域	狭域	悪天候時
1 土砂生産源	噴火活動による降灰域や噴石位置、地震動で発生した崩壊地を探索。将来の土砂移動現象の発生と、その流下方向を予測する。	降灰範囲が広い場合 →SPOT HRV-XS  崩壊地 60km 四方以上の分布 →SPOT HRV-XS	降灰範囲が狭い場合 →空中写真、IKONOS(1mハンシャープ)、PI-SAR  崩壊地 11km 四方までの分布→空中写真 11km 四方以上の分布→IKONOS(1mハンシャープ)	噴火中であればRADARSATによる概況把握。 噴火沈静時あるいは噴煙量が少ない日を狙ってSPOT、IKONOS、空中写真を使用する。 またIKONOSと空中写真については対象面積によって使い分ける。
2 水の所在	積雪域や湛水域を探索。土砂移動現象の発生危険度、および土砂量を推定。	広域概査 →SPOT HRV-XS →RSDARSAT	ある程度範囲が特定できる場合 →空中写真、IKONOS(1mハンシャープ)	
3 土砂移動実績	泥流や土石流が発生した箇所を探索。復旧対策を立案。	広域概査 →SPOT HRV-XS	ある程度範囲が特定してから →空中写真、IKONOS(1mハンシャープ)、PI-SAR	
4 地形変化	地形の隆起・沈降による流下範囲方向の変更を予測。	広範囲の地形変動の把握 →RSDARSAT 干涉 SAR による地形変位計測	流域単位での地形データ取得 (対数値シミュレーション等) 空中写真 一場所を指定して一 河道沿い等限定された範囲での地形データ取得 火山周辺地域など限定された範囲での地形データ取得 レーザプロファイラ	天候条件が悪い場合の地形データ取得 PI-SAR
5 砂防施設	砂防施設の被害状況や、堆砂状況など、施設の機能を確認。	広域での防災施設の位置把握 →IKONOS(1mハンシャープ)	狭域での防災施設の位置確認→空中写真 一場所を指定して一 堆砂状況等の施設機能調査→レーザプロファイラ	天候条件が悪い場合の防災施設の位置把握 PI-SAR

### 4. まとめ

砂防分野における、航空宇宙技術を用いた観測項目や、調査手法を明らかにするために、上記の検討を行った結果、現状では以下の物が有効に活用できると考えられる。

—航空宇宙技術を用いた砂防調査手法として有効な物—

#### ○地形計測 (鉛直方向の計測。土砂量算出の目安となる物)

- ・レーザプロファイラ (標高精度 0.15~0.3m)
- ・空中写真測量 (標高精度 5.0m) 1 万分の 1 空中写真をコンピュータによるステレオマッチングで処理した場合

#### ○地表面観測 (画像情報)

- ・大縮尺空中写真 (5 千分の 1~1 万分の 1) 11km 四方まで
- ・高分解能衛星 IKONOS の画像 (1mハンシャープ画像) 11km 四方以上
- ・SPOT 衛星の画像 60km 四方以上 ※広域の概査に適用
- ・PI-SAR Xバンドの偏波を利用した高解像度カラーレーダー画像 ※但し研究機関所有

但し、これらにおいても気象条件や観測スケジュールに左右されて、要求時にデータが入手出来ず、意思決定に間に合わないことがある。また光学系センサーのスペクトルデータを用いた解析や、干涉 SAR を用いた地形計測などは未だに研究段階の物であり、これならほぼ確実にわかる、砂防事業に使えるといった、確立された手法はまだ出ていない。現状において RS の評価をするとここまでとなる。そして実際に日本の地球観測衛星が打ち上がってからでないと、砂防分野に向けた適応性の調査を行なうのは難しい。

それまでに行える事は、航空機に搭載されたセンサを、将来衛星に載せられるセンサと見立てて運用し、実験調査をすること。例えば航空機搭載の刈-ラインキヤや通総研 PI-SAR を、2003 年に打上る陸域観測衛星 ALOS 搭載の PRISM や PALSAR と見立てて、地形計測や偏波観測を行う、といったことが考えられる。いずれにせよ、これらはそう遠い先の話ではないので、今後も航空宇宙技術の動向には目が離せないものになるであろう。

1) 仲野公章、杉浦信男、葛西勝栄、山越隆雄 (2001) : 噴火に伴う有珠山土砂災害緊急対応について、土木技術資料, Vol. 43, No. 2, pp34-39