

国土技術政策総合研究所 ○清水孝一, 岩男忠明, 福嶋 彩, 寺田秀樹  
独立行政法人土木研究所 山越隆雄, 仲野公章

## 1. はじめに

本研究は、高分解能化やマルチスペクトル化等技術進歩が著しい人工衛星リモートセンシング技術を応用し、土砂流出に関与する山地環境の変化を広域かつ迅速に把握する手法の開発を行うものである。

1972年に米国の ERTS - 1 が打ち上げられて以来、リモートセンシング技術の進歩は目覚しく、それとともに、幅広くその適用性が検討されてきた。本研究が対象とする土砂災害の予測・把握手法としての適用性に関しても、すでに検討している研究事例があり、衛星リモートセンシング技術が一定の適用性を有していることが示されている。

しかし、その適用性が確認されているにも関わらず、衛星リモートセンシング技術は土砂災害の予測・把握手法として実用されてこなかった。このことの一つの理由は、我が国では、多くの場合、機に応じて直ちに航空写真が撮影され、調査資料として供されるため、衛星リモートセンシングの利用が必ずしも必要でなかったためであると考えられる。

筆者らは、平成 11 年度から 13 年度の 3 カ年に渡り、衛星リモートセンシングが航空写真等に対して優位性を有すると考えられる場合（①噴火中の火山の調査、②土砂災害が極めて広域で発生した場合の調査、③海外で発生した土砂災害の調査）についてその適用性の検討を行ってきた。また、一方で、IKONOS の高分解能画像や干渉 SAR 技術などの新技術についても、土砂災害監視への適用性を検討してきた（④新技術を用いた調査）。本報では、これらの検討結果についてまとめるとともに、今後の人工衛星画像の利用手法についての課題を整理した。

## 2. 検討方法

### ①噴火中の火山の調査

2000 年有珠山噴火災害時に得られた SPOT、IKONOS、RADARSAT、Pi-SAR の衛星等画像データを用いて画像解析・目視判読を行い、噴火中の火山で土砂災害防止に資すると考えられる情報の抽出可能性の検討を行った。

### ②土砂災害が極めて広域で発生した場合の調査

LANDSAT, SPOT, RADARSAT の画像を解析することによって、1999 年台湾集集地震によって南北 100km 東西 30km に及ぶ範囲で数多く発生した斜面崩壊地の把握可能性の検討を行った。

### ③海外で発生した土砂災害の調査

SPOT 画像等を目視判読することにより、2001 年桃芝台風に伴う台湾中部山岳地帯での土砂災害発生状況の把握を試みた。

### ④新技術を用いた調査

差分干渉 SAR (InSAR) によって、滑動中の地すべり抽出及び移動量把握の可能性に関して検討した。また、IKONOS パンシャープ画像を目視判読することにより、東海豪雨時に発生した土石流の発生域、流下域、堆積氾濫域の把握が可能か否かを検討した。

## 3. 検討結果

本研究の結果、各個別テーマについて、衛星リモートセンシング技術がそれぞれある程度の適用性を有することが示された。すなわち、噴火中の火山においては、航空機が近寄れないような場合、IKONOS 画像のような高分解能衛星画像が唯一の調査手段であるといえる。また、その他の中分解能衛星画像も、降灰分布の把握などには有効であることが分かった。また、広域にわたり同時多発的に土砂災害が発生するような場合には、SPOT や LANDSAT といった中分解能衛星の画像によって概略調査を行うメリットがあることが示

表1 衛星リモートセンシング技術の流域土砂環境把握への適用性の検討結果および課題

検討課題	メリット	検討結果	今後の課題
噴火中の火山における土砂災害の調査	噴火活動中でも安全に情報収集が可能	IKONOS画像を用いれば、噴火時に必要な情報はほとんど得ることができる。	光学系センサー画像が有用なのは、雲や噴煙に覆われていない場合に限られる。
		空間分解能の低いSPOT画像であっても、降灰範囲などの検出には有用である。 高空間分解能ボラリメトリックSAR画像を用いれば、降灰範囲、土砂流出範囲なども検出可能である。	ボラリメトリックSAR画像の利用は始まったばかりであり、その適用性は未知数である。
広域土砂災害の調査	広域を迅速かつ安価に概略調査が可能	比較的大きな斜面崩壊であれば、SPOTやLANDSAT等でも概況把握が可能である。	画像中に雲があると斜面崩壊の誤抽出が多くなる。
		SAR強度画像を用いた解析では天然ダムの検出が可能であると考えられる。	SAR強度画像の差画像を作成してもほとんどの斜面崩壊を抽出することができない。ボラリメトリックSAR画像などの適用性の検討が必要である。
海外の土砂災害の調査	地図などの情報が得られない国外においても情報収集が可能	基本的にSPOTやLANDSATで調査を行う方がコストが安い。特に1000km <sup>2</sup> を上回る面積を調査する場合には、費用は10分の1以下である。	DEMの入手が困難とすると重ね合わせ画像の歪み補正ができる。全球DEMが公開されればより精度の高い解析が可能となる。
新技術を用いた調査	干渉SAR技術の利用	広域にわたる数cmという微小な地盤変動が検出可能	現状では干渉SARによって滑動している地すべりを抽出することは困難である 森林に覆われた山地斜面において干渉性を高める工夫が必要である 干渉SARを行うことが可能な画像ペアが得られるように、SAR衛星の高精度軌道制御技術が必要である
	IKONOS画像の利用	従来の衛星画像に比較して空間分解能が高く、多階調である。	土石流の氾濫堆積範囲は把握可能 土石流下部は樹林の影となり判別困難 流木の有無、粒径、施設の破損状況なども判別困難 通常発生するような比較的小規模の土砂災害に対して衛星リモートセンシングを適用して詳細情報を得ようすることは避けるべきであると思われる。

された。以上をまとめた結果を表1に示す。

#### 4. 今後の課題

一方、今後これらの用途に衛星画像を利用して行くにあたり、課題として残された点も数多く指摘された。IKONOSのような光学系の高分解能衛星画像であれば、既に航空写真と同等の分解能を有している。したがって、衛星リモートセンシング技術の利活用を図るためにには、今後はむしろ画像の迅速な提供などの運用面での充実や災害時利用だけではなく広域でのデータが蓄積できるというメリットを活かしたGIS上の利用方法の充実が重要と考えられる。これらの課題を、航空宇宙技術開発・運用者への要求仕様および土砂災害対策担当者としての課題に分けて以下にまとめた。

##### ○航空宇宙技術開発・運用者への要求仕様

- 1) 歪みの無い衛星画像を供給するためのデータ処理体制やDEMの整備
- 2) 撮像機会の増加およびデータ配信の迅速化
- 3) SAR衛星の高精度軌道制御技術の開発

##### ○土砂災害対策担当者としての課題

- 1) 画像解析・目視判読数を増やし衛星画像による地物判読技術の向上
- 2) 衛星画像を補足する各種GISデータの充実およびGIS上の効果的な情報処理手法の検討
- 3) 衛星画像同士の位置合わせ精度の向上

#### 参考文献

- 国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター砂防研究室ほか(2003)：人工衛星による流域の土砂環境把握と危険度評価手法に関する研究、国土交通省総合技術開発プロジェクト 災害等に対応した人工衛星利用技術に関する研究総合報告書, p.52-61.
- 仲野公章(2002)：土砂災害監視技術の動向と今後の課題、平成13年度土木研究所講演会講演集, p.61-86.
- 清水孝一ほか(2001)：IKONOS画像の土砂災害調査への適用性の検討、土木技術資料, Vol.43, No.8, p.38-43.
- 福嶋 彩ほか(2001)：衛星リモートセンシングによる斜面崩壊等の監視手法の検討、土木技術資料, Vol.43, No.6, p.54-59.