

1. はじめに

山地山麓を調査対象とする砂防分野において、地上移動による現地調査には制限があり空中写真を利用した調査にもコストの面で頻度が限られる。これに対して衛星リモートセンシングを用いた観測では、広範囲を定期的に繰り返し観測ができ、データも空中写真のコストよりも安価に入手できる。ただ空間分解能の面で空中写真に比べて劣るため、砂防調査に必要なスケールとのオーダーが合わずあまり使われてなかったが、昨年打ち上げられた IKONOS を始めとする高分解能衛星が、今後も増えていく見込みであり、さらに国土マネジメントにGISが導入されると、衛星データはその情報ソースとして重要な担い手となり、ますますその活用が見込まれる。そうなる衛星データを用いた砂防調査手法について、定性的および定量的に観測可能な項目を見極めておく必要がある。

今回は平成7年7月に発生した姫川集中豪雨災害をモデルとして、災害前後の衛星データを用いて何がわかるか、特に災害で発生した崩壊地を抽出することが出来るかについて研究を行った。

2. 研究方法

災害前後の2時期のデータとしてランドサット5号の光学系センサー、セマティックマッパーの、94年8月26日と95年8月29日のデータを(財)リモートセンシング技術センターより取得した。取得したデータはラスタ型GISソフト EARDAS IMAGINE に合わせてフォーマットし、10進緯度経度座標系にて幾何補正を行った。さらに数値地図画像25千分の1、50mメッシュDEMと重ね合わせて解析がおこなえるよう、地図画像4枚分のエリアを1つとして対象エリアを切り出した。今回はそのうち、北小谷を中心とした「越後平岩・雨飾山・白馬岳・雨中」のエリアを対象に研究をおこなった結果について報告する。(表-1参照)

表-1 仕様データおよび解析ソフト

衛星データ	L-5/TM サブシン画像 94/08/26、95/08/29、パスID 109-34、 空間分解能~30m、スペクトル分解能~可視光3band・赤外線4band、ビットリク分解能~8bit 256階調
数値地図画像 S=1/25000	糸魚川、梶屋敷、小滝、越後大野、越後平岩、雨飾山、白馬岳、雨中、白馬町、塩島
50mメッシュDEM	同上
現地調査資料	平成7年度姫川流域流出土砂量調査業務報告書(国際航業株式会社作成)
解析ソフト	ラスタ型GISソフト EARDAS IMAGINE ver3.1 ベクタ型GISソフト ARCVIEW SPATIALANALYST ver3.1

一般的に衛星データを用いて崩壊地を抽出する場合、光学系センサーでは物質の分光反射特性を利用して植生の無い裸地を抽出することになる。その方法には2つあって、1つはバンド間演算であるNDVI(正規化植生指標)を用いて、輝度値の低い部分を植生の劣化した部分(=裸地)として抽出する方法と、もう1つは画像分類処理をおこなって裸地を表す輝度値を探す方法とがある。NDVIでは植物活性度の高い春から夏場にかけての時期であれば、植生と裸地とのコントラストがハッキリ現れるので、同じ季節の2時期のNDVIの差分を取れば、新たに生じた裸地を抽出することが出来る。分類処理の方は、衛星観測と同期したグラントゥールズデータを用いる「教師付分類」と、それを用いずコンピューターの自動解析のみで行う「教師無し分類」の2種類がある。当然教師無分類の方が精度が低く、通常は教師付分類を行う前の予備調査に使われる物であるが、災害後の状況調査のように精度よりもクイックレスポンスを要求される場合には、地上データが不要なこちらの方が都合がよい。今回の解析では、NDVIの差分画像だけを利用して崩壊地を抽出する予定だったが、NDVI画像は雲の影響が顕著に現れたため、95年の教師無し分類画像も合わせて参照することにした。

3. 作業内容

切り出し後の衛星画像をバンド間演算を用いてNDVI画像を作成し、災害後の物から災害前のものを減算して差分画像を作成した。そして画像の輝度値に対して閾値を設けて2値化を行い、裸地の候補地を特定した。但しこれらのエリアには崩壊地とは認めにくい緩斜面の裸地や河道の砂州、飛騨山脈山頂付近の岩場も含まれているため、次のステップとして傾斜区分図を作成し緩斜面のエリアを除去(スクリーニング)する必要がある。これらの作業はベクター型GISソフト ARCVIEW SPATIAL ANALYSTを用いて行った。まずDEMから傾斜区分図を作成し、傾斜角30度を閾値として、それ以上とそれ未満のエリアに分けるマスク画像を作成した。さらに差分画像、分類画像にマスク画像を用いてマスク解析を行い、斜度30度以上に存在する裸地を抽出した。これらの裸地を抽出した画像は地図画像と重ね合わせることによって位置の特定が可能となる。しかし傾斜角30度以上のマスク解析では主だった崩壊地までが消えてしまったため、別途傾斜角20度のマスク解析も行い、実質的には傾斜角20度以上に存在する裸地の位置特定をおこなった。

最終的にはこれらの衛星データから得られた崩壊地分布図(傾斜角20度のマスク解析)と、災害後行われた現地調査より得られた崩壊分布図とを比較して、検討を行った。

4. 検討結果

衛星データから得られた崩壊分布図と現地調査データの比較には、①位置の正誤の確認・②崩壊面積を算出しての確認・③1つ1つの崩壊スケールの確認の3項目でおこなった。

①位置の正誤の確認

崩壊場所の特定においては、傾斜角 30 度のマスク解析ではめばしい崩壊地が消えてしまったので、傾斜角を 20 度に落としてマスク解析をおこなったところ、沢沿いの主だった崩壊地を表わすことが出来た。但し雲の影響によって、余計な黒のエリアが表れたり、逆にあるべきはずの部分が隠れたりしてしまい、そうした場所を特定することは出来なかった。また明らかに雲の無い場所で、現地調査にも表示されてない場所に黒いピクセルが表れている箇所もあり、それらについての真偽は明らかに出来ていない。

②崩壊面積を算出しての確認

崩壊面積においては、崩壊地を現わすピクセル数を1ピクセルの分解能の面積(約 900 m²)でかけてやれば数値として出すことは出来る。但し差分画像には雲の影響を受けていて、数値が大幅に狂っている。参照データとして作った分類画像では雲や影は明らかに崩壊地とは別のクラスになるのでそれらの物は取り除くことは出来るが、代わりに雲の周囲の水蒸気の薄い部分に崩壊地と同じクラスの輝度値のピクセルが存在するため、解決策とはなり得なかった。

また衛星画像で捉えた崩壊地は斜度 20 度以上のエリアに存在する植生の無い裸地を表わすため、崩壊地の下に貯まった残土を崩壊地としたり、崩壊地の中に残った樹木を植生として判断するため、現地調査の崩壊状況とは捉え方が全く異なる。よって面積による比較は出来なかった。

③1つ1つの崩壊スケールの確認

崩壊地のスケールの確認においては現地調査写真の残っている箇所で、衛星画像からもそれがわかる箇所のうち、なるべく小さく規模の違いが分かる物を選んで比較してみた。

表-2 崩壊地スケール比較検討箇所

	現地調査資料					衛星データ(斜度 20 度の解析)	
	位置	平均幅× 平均長 (m)	概略 面積(m ²)	平均深 (m)	平均広さ・形態	緯度経度	ピクセル数
1	大所川 L-29	60.0×60.0	3600	2.0	45 溪岸	E 137 49 59.52 N 36 53 07.52	2PIXEL
2	土沢 L-5	30.0×70.0	2100	5.0	45 山腹	E 137 51 31.65 N 36 49 24.97	1PIXEL
3	土沢 L-6	40.0×80.0	3200	6.0	50 山腹	E 137 53 32.66 N 36 50 06.98	2PIXEL
4	中谷川 S-51	26.0×63.0	1638	0.5	47 山腹	E 137 57 29.17 N 36 49 52.38	不明

※Lは2000m以上、Sは2000m未満の崩壊地調査対象箇所

ここから読み取れることは、衛星画像で判読できた崩壊地は最小といっても地上では 2000 mを超える規模になっていること。次に溪岸崩壊と山腹崩壊とでは捉え方に違いがあり、溪岸崩壊では河道に接しているため実際の規模よりも大きく捉え、逆に山腹崩壊の場合は周囲の植生のスペクトルの影響を受け、実際の規模より捉え方が小さくなってしまふこと。そして当然のことながら分解能のスケールより小さい物は認識されず、崩壊地を確実に認識するには、分解能のスケール(30m四方)よりひとまわり大きい範囲である 50m四方の規模からでないといふ困難であろうと考えられる。

5. 結論

災害前後の衛星データを用いて、災害地において発生した崩壊地の抽出を試みたが、データの観測時期がほぼ1年離れているため、必ずしも新規の崩壊地の抽出とはなり得ていない。それでは2時期のデータの隔測期間ほどのくらいが望ましいかと言うと、シーズンが異なってしまうと太陽高度と植生が異なってしまうため、光学系センサーのスペクトルデータの比較とはなり得ないのでやはり同じシーズンの物が望ましい。災害前後1ヶ月以内で2時期のデータが取得できれば最も望ましいであろう。次に画像解析を行うにあたって厄介なのは雲の処理と幾何補正の問題。雲域は「ヘイズ除去」という方法を用いて影響を弱めることが出来るが、完全に消すことは出来ない。データを取得する際には雲量が0に近いものを選択したいところであるが、山地を対象とする砂防調査では、山の影の影響の少ない太陽高度の高い春から秋にかけての時期を選ぶことも条件に入っており、そうすると水蒸気の多い時期は避けられないようである。そして幾何補正に関してであるが、山間部には標定点となる大規模な人工構造物が乏しく、30m分解能の範囲で判読できる物を 10 箇所選び、そのポイントの緯度経度を地図画像から調べて入力し、幾何補正を行ったのだが、5万分の1ぐらいのスケールに拡大すると微妙なズレが生じてくる。元々衛星画像と地図画像とではピクセルサイズが桁違いため(L-5/TM 30m 四方、地図画像 2.5m 四方)、地図画像で詳細な位置を割り出しても衛星画像の方が粗くては精度の高い幾何補正は難しい。よって衛星データは少しでも分解能の高い物が望ましい。

今回の研究はリモートセンシング技術の中でも最も基本的な崩壊地抽出の手法を行ったに過ぎないので、これらの結果から衛星データに対する評価を行うのは不十分である。また定性的及び定量的な観測項目を具体的にあげることが出来なかった。砂防分野における衛星データ利用に関する見極めは、今後も多角的な視点から行わなければならない。