

92 ランドサットTMデータを用いた崩壊発生状況の把握

三重大学 ○本多 潔、馬淵 泰、山田 長生

1. はじめに

ランドサットデータなど、衛星をプラットフォームとするリモートセンシングデータは広域観測、反復観測などの特性を持っている。このデータの利用により、「広域の砂防情報をリアルタイムで収集し流域のモニタリングを行うシステム」を構築していくことが可能になると思われる。

ここでは、山形県の温海地区と栃木県の足尾地区（図-1）で、分解能30mのランドサットTMデータ（表-1、2）を用いて、崩壊発生状況の把握を行った結果について報告する。

崩壊地の実態把握は次の4点について行った。

- ①個々の崩壊地の把握 どこに崩壊地があるか
- ②災害前後の比較 どこで崩壊地が新たに発生したか
- ③崩壊面積率による把握 崩壊面積率で画素内の崩壊を把握
- ④対策工施工後のモニタリング どの程度植生を回復しつつあるか



図-1 位置図

表-1 温海地区で使ったデータ

崩壊発生日時	1987/08/28-30	
衛星データ	崩壊発生前	LANDSAT L-5 TM 108-33 86/06/10
	“ 後	LANDSAT L-5 TM 108-33 86/04/28
空中写真	崩壊発生前	86/06/10 1:16.000
	“ 後	87/09/24 1:16.000

表-2 足尾地区で使ったデータ

衛星データ	LANDSAT L-5 TM 107-35 86/05/21
空中写真	83/10 85/04 1:16.000

表-3 足尾地区 クラス分離可能比演算画像

	広葉樹	粗悪林	崩壊地	露 岩	水域
針葉樹	1/2	*1/2 4/3	*1/2 *2/7	1/2 *4/3	*1/2 *2/7
	1/5	*1/3 *3/7	*1/3 *4/3	*1/3 *4/5	*1/3 *4/3
	2/7	*1/5 *4/5	1/4 3/7	*1/4 *4/7	*1/4 *3/5
		*1/7 *4/7	1/5 *4/5	*1/7 *7/5	*1/5 *3/7
		2/3 *7/5	*1/7 *4/7	*2/3	*1/7
	*2/5	*2/3 *7/5	*2/4	*2/4	
	*2/7	*2/4	*2/7	*2/5	
広葉樹		*1/3 7/5	*1/3 *4/5	*1/3 *4/7	*1/2 *2/7
		*1/7	1/4 *4/7	*1/4 *7/5	*1/3 *4/3
		*2/3	1/7 *7/5	*2/3	*1/4 *3/5
		*2/7	*2/3	*2/4	*1/5 *3/7
		4/3	*2/4	*4/3	*1/7
	*4/5	*4/3	*3/5	*2/4	
	*4/7	3/5	*4/5	*2/5	
粗悪林			1/4	*1/4 *7/5	*1/2 *2/5
			1/5	*1/5	*1/3 *2/7
			*2/4	*2/4	*1/4 *4/3
			2/5	*2/5	*1/5 *3/5
			4/3	4/3	*1/7 *3/7
		4/7	3/5	*2/3 *4/5	
		7/5	4/7	*2/4 *4/7	
崩壊地				無し	*1/2 *2/5
					*1/3 *2/7
					*1/4 *4/3
					*1/5 *3/5
					*1/7 *3/7
				*2/3 *4/5	
				*2/4 *4/7	
露 岩					*1/2 *2/5
					*1/3 *2/7
					*1/4 *4/3
					*1/5 *3/5
					*1/7 *3/7
				*2/3 *4/5	
				*2/4 *4/7	

*印無しは分散から計算される90%区間が互いの1/4以上オーバーラップしないもの
*印は分散から計算される90%区間が完全に分離しているもの

2. 画像の比演算

一般に砂防で対象となる地域は、急傾斜面を多く含む多様な斜度と方位の斜面で構成される場合がほとんどで、斜面によって太陽光の反射強度が大きく異なる。このため、たとえ同じような崩壊地であってもデータが大きくばらつき、教師付き分類を行うときにトレ

ーニングエリアの統計値が崩壊地全体の反射特性を代表しなくなる可能性が高い。

そこで、各画素の値をバンド間で割り算して得られる比演算画像を用い、斜面の向きや傾斜に起因する分類の誤差をなるべく無くすようにしている。実際に比演算画像を作成するときには、0～255の整数に適正にスケールするため、割り算の後に対数をとっている。

ランドサットTMデータは熱赤外を除くと6バンドあり、組み合わせは15通りある。ここでは足尾地区で全ての組み合わせ検討した結果をもとに（表-3）、目的に応じて適宜1～4種の比演算画像を組み合わせで解析を行った。

3. 個々の崩壊地の把握

温海地区において、比演算画像からマルチレベルスライスと最尤法の2つの手法で崩壊地を抽出した。解析に用いた比演算画像はB1/B3、B7/B5、B4/B3である。

6月のデータを用いた崩壊地の抽出結果は、非常に良いものであった。抽出可能な崩壊地の規模は一定ではないものの、最小で幅10m以下のものを捉えていることが確認できた。最尤法による広葉樹と針葉樹の判別でも非常に良い結果が得られる。一部で伐採跡地が崩壊地と誤判別されたり、その逆の現象が見受けられる。

4月のデータを用いた場合、崩壊地抽出、広葉樹・針葉樹の区別など、いずれも6月のデータと比較すると精度が落ちる。分類結果は地形の尾根と谷の形状に大きく影響されている。

4月のデータで精度が落ちる理由としては、

- ・太陽高度が低く、北斜面と南斜面の差が大きくなって、比演算画像でも十分な補正ができていない。
- ・太陽高度が低いため、特に北斜面で太陽光の反射が弱く、十分な精度が得られない。
- ・植物の活性が低いので森林の反射特性が崩壊地に近づき、さらに、活性も一様でないので、小さい崩壊地の森林からの分離が難しくなる。

ことなどが考えられる。

4. 災害前後の比較による新規崩壊地の把握

温海地区では1987年8月の大雨により小規模の崩壊が多数が発生した。崩壊発生前後の2時期のデータから、新規に発生した崩壊地の抽出を試みた。2時期の抽出結果の論理演算や、崩壊地と森林を区別するのに有効な比演算画像B7/B5同士の差演算・比演算により、森林から崩壊地へ変化した場所を抽出したが、抽出結果は十分なものではなかった。その理由として、

- ・崩壊発生後のデータ（4月）において崩壊地抽出の精度が良くなかった。
- ・6月から4月へは一般に植生の活性度が弱まるが、この活性度の変化が崩壊発生地点の反射特性の変化のパターンと似ている。

ことなどが考えられる。したがって、小規模の崩壊地を対象とする場合は、

- ・事前に植生の季節的变化を補正したうえで比較を行う。
- ・太陽高度が高い同時期のデータを選択する。

・崩壊後の方が崩壊前より植生の活性度が高くなる関係にある2時期のデータを使う。

ことなどが有効になってくると思われる。崩壊発生の把握が通常、緊急を要することを考えれば、なにもまして、悪条件でも崩壊地を正確に抽出できる手法を開発していく必要がある。また、事前に植生の季節的な変化を十分解析しておく必要がある。

5. 崩壊面積率による崩壊地の把握

崩壊地の幅はほとんどが5~30m程度であってTMの1画素の大きさと同等かそれ以下であることが多い。さらに、1画素のデータは地理補正の段階で平均化の処理を受けていて、もともと近傍のデータをある程度含んでいる。したがって、崩壊地が小さい場合、たとえ多数あっても、TM画像の1画素ごとにそれが崩壊地であるかどうかを2値的に判別すると、抽出が不十分になることがある。そこで、崩壊地の分布を崩壊面積率という形で捉えることによってこの問題を解決しようとした。

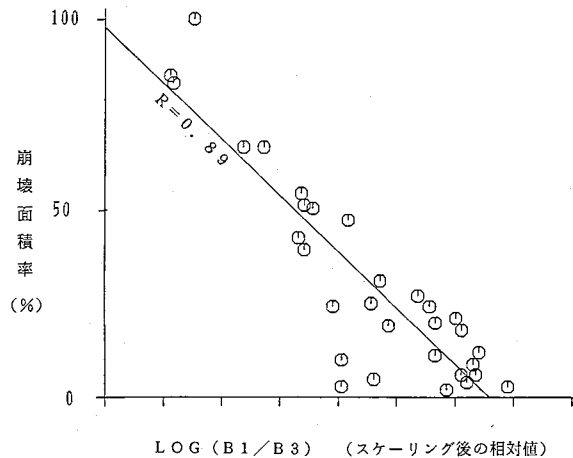


図-2 100mメッシュ内の崩壊面積率とB1/B3の関係

実際には、TM画像の数画素を平均することによって分解能を100mに落とし、疑似的に画素が大きくなった画像を地上の崩壊面積率データと重ね合わせ、崩壊面積率を比演算画像の値から重回帰分析で推定する。分解能を落とすことにより、地上データとの重ね合わせの誤差を相対的に小さくでき、地上のデータとの対応が取り易くなる。

温海地区において一部の崩壊地を選択して、その周囲で100mメッシュ内崩壊面積率を計算し、分解能を落とした6月の比演算画像と重ね合わせた。変数増減法による重回帰分析を行ったところ、B1/B3の比演算画像が選択された。このときの相関係数は0.89であった(図-2)。回帰式を使って、画像全体について100mメッシュ内の崩壊面積率を推定した。

その結果、全体としては崩壊地を崩壊面積率として捉えることができた。しかし、崩壊面積率が低いメッシュでは推定の誤差が大きかった。

これは、分解能を100mに落とすために平均化を行う際、崩壊地が反射特性に及ぼす影響が、近傍の画素のデータの変動に呑み込まれてしまうためと考えられる。この問題には、回帰式を使って崩壊面積率を推定する最後の段階では分解能を落とす前の画像を使用し、その後、面積率を集計する方法をとることにより対処していく予定である。

6. 対策工施工後のモニタリング

足尾の荒廃地では、古くから山腹工が施工されてきており、植生もかなり回復してきている。ここ

では植生の回復状況を B7/B5を指標として評価した。B7/B5は数値が低いほど植物の量が多いことを示す植生指標である。

各施工年度に対応するマスクを作成し、そのマスク内の B7/B5の平均値を計測した(図-3)。施工後、時間が経過するに従って植生が回復していく傾向がはっきりわかり、対策工により順次植生が回復してきていることが確認できる。

今回の方法は、経年変化を直接追ったものではないが、1時期のデータだけで対策工施工後の経年変化を疑似的に捉えることができる。複数の時期のデータを使用すれば、一定の施工範囲内での対策工の効果を直接評価できる。

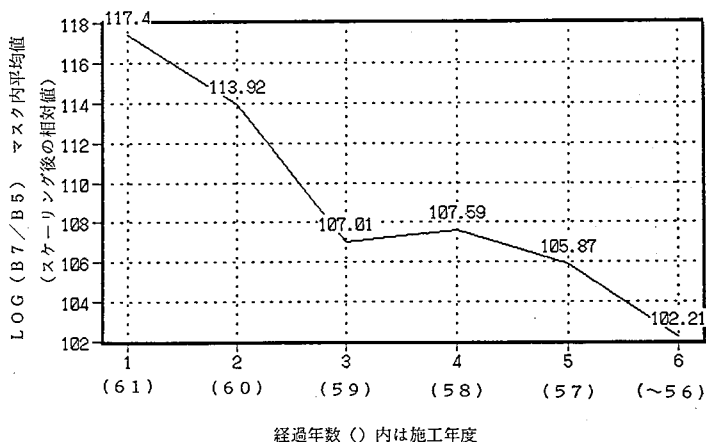


図-3 対策工施工後の経過年数と植生指標 B7/B5 の関係

7. おわりに

太陽高度の高い時期のデータを用いれば、北斜面を含めて精度の高い解析が可能である。また、対策工の効果のモニタリングにも有効に適用できる。今後は、南北斜面の問題や崩壊面積率の推定方法の改良などに取り組み、分析精度の向上と適用範囲の拡大をはかっていきたい。

なお、温海地区の解析は砂防学会のワークショップ「砂防におけるリモートセンシング技術の活用について」の活動の一環として行ったものであり、同地区の貴重な資料を提供された山形県の関係各位に感謝いたします。また、足尾地区の解析では、前橋営林局、並びに足尾治山事業所、(財)林業土木コンサルタンツの関係各位から快く資料を提供いただいたことを記し感謝いたします。

参考文献

本多潔他：リモートセンシングの地すべり・砂防分野への応用に関する研究報告書、日本工営(株)・三重大学、1989

本多潔他：ランドサットデータによる流域概況の把握、砂防学会研究発表会概要集、1989