

高分解能衛星画像を用いた災害時の被害把握

小越智博¹・阿部信行^{1*}

(平成18年6月5日受付)

要約

中越大地震の被害抽出に IKONOS 衛星画像 (マルチ分解能 4 m × 4 m) が有効であることを検証した。山古志村を対象に、教師付き分類、教師無し分類、マルチレベルスライス法から崩壊地を抽出した。その結果から、マルチレベルスライス法が崩壊地の抽出には適していると判断した。次に、マルチレベルスライス法を用いて抽出された崩壊地と地形図を重ねた崩壊被害マップを作成した。また、森林計画図と森林簿をリンクさせ、分類結果と重ねた森林被害図を作成した。

以上のことから、災害時の被害把握には高分解能衛星画像が有効であると判断した。

新大農研報, 59(1):51-55, 2006

キーワード: IKONOS 画像、マルチレベルスライス法、崩壊被害マップ、森林被害図

2004年10月23日に発生した新潟県中越大地震は、各地に甚大な被害を与えた。この地震の特徴はその規模の大きさもさることながら、中山間地域が被災地となった点である。災害時には迅速な被害把握が重要である。しかし、中山間地域は一度道路が寸断されると陸の孤島となり、被害把握が容易ではない。そこで、従来は主に航空写真から目視判読で崩壊地を地形図におとしてきた。しかし、航空写真には、判読技術が必要である、広範囲を一度に撮影できない等の問題点がある。

そこで、本研究では高分解能衛星画像を用いた災害時の被害把握を目的とし、崩壊被害マップ、森林被害図の作成に取り組んだ。

解析条件

1. 解析対象地

解析対象地は画像範囲とした (図1)。

2. 使用データ・ソフトウェア

使用した衛星画像は米国の商業用衛星 IKONOS による 2004年8月13日及び同年10月24日撮影のパンシャープン画像で、分解能は 1 m × 1 m である。

また、崩壊被害マップ、森林被害図の作成にあたり、国土地理院刊行 CD-R 版 1/25000 数値地図、森林計画図・森林簿を

それぞれ使用した。

なお、解析に使用したソフトウェアは、衛星画像に関しては EARDAS IMAGINE 8.7、崩壊被害マップおよび森林被害図の作成に関しては Arc GIS である。

解析方法

1. 前処理

衛星画像に関しては、数値地図を基に幾何補正した。また、地震後の画像から山古志村を切り出した。森林計画図に関しては、地形図、緯・経度線を削除し、Polygon 化した。

2. 画像分類

2.1 分類対象

解析対象地では崩壊と地滑りが起きているが、本研究では区別せず、まとめて崩壊とする。画像を見ると、崩壊と考えられる箇所は、図2と、図3のような2種類に分けることができる。そこで現地へ行くと、写真1、写真2のように確かに崩壊していた。さらにその輝度値を調べてみると、図4のように2種類の傾向が得られた。そこで、本研究ではこの2種類の崩壊を分類対象とし、崩壊1、崩壊2とする。

2.2 分類法の選定

本研究では、教師付き分類 (最尤法)、教師無し分類、マル



図1. 解析対象地

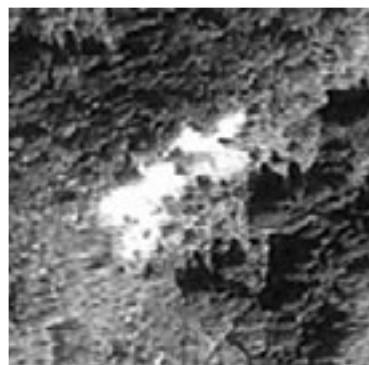


図2. 崩壊1

¹新潟大学農学部

*代表著者: tomiko@agr.niigata-u.ac.jp

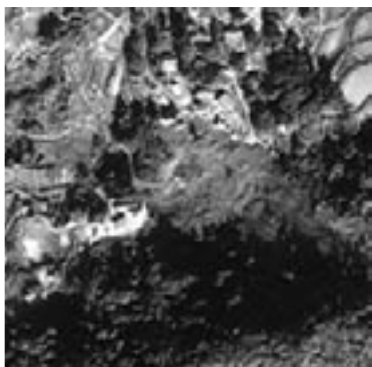


図3. 崩壊2



写真1. 崩壊1.

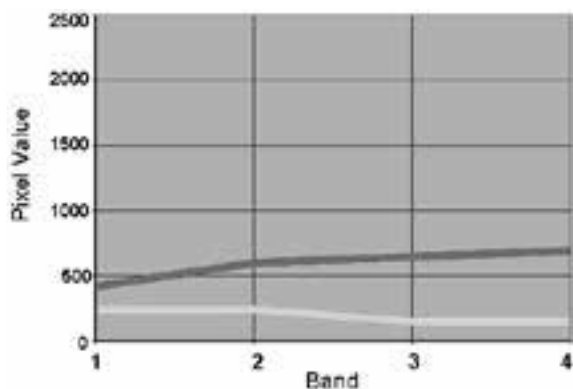


図4. 輝度値の違い



写真2. 崩壊2.

チレベルスライス法を用いて山古志村から崩壊地を抽出してその結果を比較し、崩壊地の抽出に適する分類法を選定した。

① 教師付き分類 (最尤法) :

教師付き分類とは、解析目的に応じて決められた各クラス毎 (森林、道路、水域等) に、解析者が事前にトレーニングデータを選定し、最尤法によって分類する手法である (村上, 2004)。

② 教師無し分類 :

教師無し分類とは、解析者が、幾つに分類するのかというクラス数を設定すると、その後はコンピュータが無作為に抽出した画素データをクラスタリングなどの手法により、比較的等質と考えられるグループに機械的に分類する手法である。本研究ではクラス数を30に設定した。

③ マルチレベルスライス法 :

マルチレベルスライス法とは、解析者が各Band輝度値の上限・下限値を設定し、この設定条件に当てはまるピクセルを抽出する分類法である。本研究では、EITHER関数を使用し、条件に当てはまるピクセルを1、それ以外は0となるように設定した。

2.3 精度評価

山古志村西部約21kmについて、国土交通省国土技術政策総合研究所砂防研究室、独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループが、本研究と同画像から判読した崩壊面積を真値とし、誤差率を求めた。

$$\text{誤差率 (\%)} = \frac{\text{真値} - \text{分類結果}}{\text{真値}} \times 100$$

真値：国交省の判読結果で、崩壊1と崩壊2の合計面積 (ha)
分類結果：画像分類により抽出された、崩壊1と崩壊2の合計面積 (ha)

2.4 画像分類

8月13日の画像、災害状況図、航空写真、現地調査を基に、選定したマルチレベルスライス法 (選定理由については考察で述べる。) を用いて、幾何補正済み10月24日の画像を分類し、崩壊地を抽出した。Band 1~4についてそれぞれ輝度値の上限・下限値を設定し、設定条件に当てはまるピクセルを抽出した。その後、2種類の崩壊データをArc GISの再分類、ラスタ演算機能を用いて合成した。なお、輝度値の上限・下限値の設定はERDAS IMAGINE 8.7のRegion Growing (ERDAS,2000)を用い、輝度値の最大値と最小値を読み取った。

3. 崩壊被害マップ

1/25000数値図を画像の範囲に切り出し、その後、行政区ごとに切り出した。そして、分類結果と切り出した数値地図を重ね、崩壊被害マップを作成した。

4. 森林被害図

Arc GIS 9.1の空間検索機能を用いて、分類結果と重なる被災施業班を抽出した。次に、被災施業班とそれに対応する森林簿にそれぞれ同じ番号を付け、この番号を基に被災施業班と森林簿をリンクし、森林被害図を作成した。

結果と考察

1. 分類法の選定

山古志村西部を対象に教師付きで山崩れ、養鯉池、水田、森林、道路に分類した結果は公表されている (阿部, 2005)。地

表1. 山古志村崩壊面積

	教師付き分類	教師無し分類	マルチレベルスライス法	国交省
崩壊1	50.07	62.69	24.73	
崩壊2	187.1	82.77	68.33	
計 (ha)	237.17	145.46	93.06	98.7
誤差率 (%)	-140.29	-47.38	5.71	



図5. 地形図



図6. 崩壊被害マップ

震被害が大きかった養鯉池や水田、山崩れの分類は実用的な精度であると考えられる。一方、今回は崩壊地に焦点をあてたものであり、2種類の崩壊タイプの分類結果(表1)を見ると、分類法によって非常に大きな差が生じていることが分かる。この結果は、分類法の特徴をそのまま表していると考えられる。まず、教師付き分類は、解析者が、あるトレーニングデータを崩壊と選定すると、その範囲に含まれるピクセルについて、崩壊を表すピクセルか否かに関わらず全て崩壊とみなしてしまうという特性を持つ。低分解能画像であれば情報量が少ないのでそれほど影響は無いと考えられるが、高分解能画像では情報量が多いため、このような誤分類が生じると考えられる。また、トレーニングデータの選定にある程度技術が必要であることも影響している。次に、教師無し分類は、解析者の設定するクラス数により、コンピュータが分類するという特性を持つ。この分類法も、教師付き分類と同様に、高分解能画像であるが故に、分類を困難にしていると考えられる。最後に、マルチレベルスライス法は、設定条件に当てはまるピクセルのみを抽出するという特性を持つ。そのため、誤差率が5.71%と低く、豊富な情報量を持つ高分解能画像に最適といえる。

また、速度の面から考察すると、教師付き分類はトレーニングデータの選定に時間がかかる。さらに、教師付き分類と教師無し分類は共に、分類対象を崩壊とした場合、崩壊以外にもトレーニングデータを選定しなければならない。一方、マルチレベルスライス法は輝度値の上限・下限値を読み取り、式に代入するだけで分類対象を抽出できるので非常に早い。また、分類結果を輝度値から説明することが容易である。

以上のことから、高分解能画像を用いた崩壊地の分類には、マルチレベルスライス法が最も適していると判断した。

2. 崩壊被害マップ

衛星画像上で崩壊地を見ていると地名などが分からず不便で

あったが、分類結果を地形図に重ねた崩壊被害マップは、何処でどの程度の崩壊が起こったのか一目瞭然であった。

さらに、崩壊地の地形についても直ぐに判断することができた。例えば、図5、図6からは、○(丸)のように等高線の込んでいる箇所に崩壊の表示があれば、急斜面で崩壊が起こっていることがわかる。また、□(四角)のように道路が寸断されていることもわかる。

以上のことから、崩壊被害マップを現場に携帯する、あるいは説明会で住民に提示すると非常に有効であると考えられる。

また、新潟県には森林GISが導入されている。被害地のデータをGISに入力し、地図上に表示することは容易である。今回、衛星データを利用した被害状況の把握、あるいはその結果を森林GISを利用して地図上に表示するシステムを構築できたことの意義は大きい。これは行政の効率化につながるのではないだろうか。

3. 森林被害図

中越地震では住居や道路の他に、森林も多大な被害を受けた。崩壊した斜面を放置すればさらに崩壊が進む可能性がある。そこで、森林の保全にも目を向ける必要がある。しかし、一口に森林と言っても樹種や施業法など多種多様で、それに合わせて保全法も変える必要がある。やはり、被災した森林の詳しい情報が必要となる。

そこで、有効であると考えられるのが森林計画図と森林簿である。森林計画図に分類結果を重ねただけでは林班、小班、施業班しかわからず、詳しい情報が得られない。そこで森林簿とリンクさせる必要があると考えた。森林簿には様々な情報があり、被災した森林の樹種、所有形態、傾斜などの詳しい情報を得ることができる。森林被害図を図7に示す。

森林簿と森林計画図をリンクさせて、施業班単位で山古志村の樹種ごとの被害率を調べてみた。その結果、表2のようにど

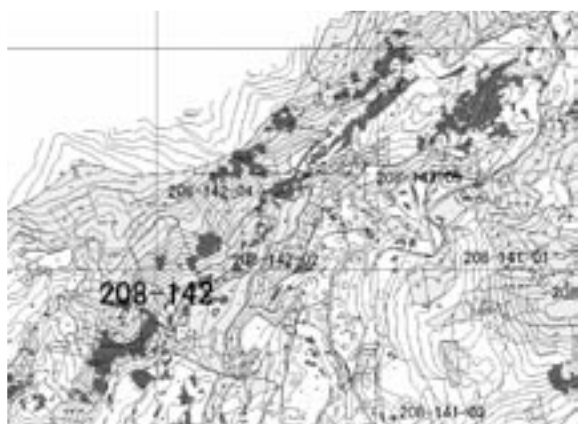


図7. 森林被害図

の樹種も20%前後の割合で被災しており、樹種によって被災する割合は変わらないと考えられる。

まとめ

災害時には迅速な被害把握が重要となる。従来、衛星画像では細部まで確認することができないとされ、被害把握には航空写真が用いられてきた。しかし、航空写真には判読技術が必要であること、GIS等に取り込む際にはデジタル化が必要であることなど問題点が多い。そこで、本研究では、分解能に優れ、航空写真には無い利点を多く持つ高分解能衛星画像を用いた災害時の被害把握をテーマに研究を進めてきた。

まず、分類法を選定した。処理速度に優れ、高分解能衛星画像の豊富な情報量を活かすにはマルチレベルスライス法が優れていると判断した。その分類結果は山古志村西部で、約5.71%という誤差率に抑えることができた。

次に、得られた分類結果を1/25000数値地図に重ねた崩壊被害マップ、森林計画図に重ね、森林簿とリンクした森林被害図を作成することができた。崩壊被害マップは、衛星画像からは判断しにくい地名や地形が一目瞭然であり、現場への携帯、説明会での使用によって、その利点をおおいに発揮すると考えられる。森林被害図は、被災森林の詳細な情報を得ることがで

表2. 樹種ごとの被害率

	被害	全体	%
キリ	4	22	18.18
カラマツ	2	10	20.00
スギ	304	1523	19.96
ブナ	6	29	20.69
その他広	743	3620	20.52
草生地	737	3495	21.09
計	1796	8699	20.65

き、被災森林の保全に役立つと考えられる。

このように、画像を単体で用いるのではなく、数値地図や森林計画図のような他のデータと組み合わせることにより、迅速に被害を把握することができる。画像が高価であること、気象条件により迅速に撮影できるかどうかなど課題もあるが、これらの課題については、平成18年1月24日に打ち上げられた陸域観測衛星「だいち (ALOS)」※が解決してくれるであろう。以上のことから、災害時の被害把握には高分解能衛星画像が有効であると考えられる。

自然災害は必然である。本研究のようなりモートセンシング技術を行政が理解・実用化し、災害時の被害把握が迅速に行われることを切に願う。

引用文献

- 阿部信行. 2005. 衛星データで中越震災を解析. 中越地震新潟大学調査団. pp.171-175. 新潟県連続災害の検証と復興への視点.
- ERDAS IMAGINE. 2000. 講習会テキスト. 株式会社パスコ, 東京.
- 村上拓彦. 2004. 画像処理(Ⅲ)分類. pp.107-116. 加藤正人編著. 森林リモートセンシング. 日本林業調査会, 東京.

Detection of Disaster-Damaged Sites Using High-Resolution Satellite Image

Tomohiro OKOSHI¹ and Nobuyuki ABE^{1*}

(Received June 5, 2006)

Summary

The IKONOS satellite images (multi-resolution, 4cm x 4cm) proved valuable for detecting the areas damaged by the great earthquake in Chuetsu district. We extracted the area of landslides in Yamakoshi village by supervised classification, unsupervised classification and multilevel slice classifier methods, and found that the multilevel slice classification method was suitable for detection of landslides.

Then, the area of landslides was mapped by overlaying the area detected by the multilevel slice classification method on the topographical map linked with the forest register. From these results, we judged the high-resolution satellite image useful for detecting the area of damage after a disaster.

Bull.Facul.Agric.Niigata Univ., 59(1):51-55, 2006

Key words : IKONOS, Multilevel slice, Damage landslide map, Damage forest map

¹Faculty of Agriculture, Niigata University

*Corresponding author : tomiko@agr.niigata-u.ac.jp