

衛星データのテクスチャ特徴を用いた中越地震による道路・鉄道被害の検出

豊橋技術科学大学大学院	学生会員	○島田	貴文
豊橋技術科学大学大学院	学生会員	岡島	裕樹
豊橋技術科学大学	正会員	河邑	眞
豊橋技術科学大学	正会員	細野	康代

1. はじめに

2004年10月23日17時56分(JST)に新潟県小千谷市を震源とする、M6.8の新潟県中越地震が発生し、道路・鉄道がいたるところで分断された。一般的に交通網被害等の被害状況把握には、現地調査、航空写真判読が行われるが、被害範囲が広域に及ぶ場合、調査や判読に多大な時間と労力が必要となり効率的な把握手段が求められている。

そこで、被害が広域に及んでいる場合には、衛星画像解析を災害直後の緊急対策や意思決定を支援する有効な手段として捉え、新潟県中越地震を対象に、画像処理による道路、鉄道被害検出を行った。

2. 解析対象領域と使用データ

解析対象領域は、中越地震により被害を受けた小千谷市、長岡市、川口町、旧堀之内町(現魚沼市)、旧山古志村(現長岡市)を含む2263×3609ピクセル(東西約11km×南北約18km、面積約198km²)の図1に示される領域を設定した。

使用した画像は、SPOT-5衛星(地上分解能:5m)により撮影された地震前(2004年8月2日)の画像と地震後(2004年10月29日)の画像である。

3. 画像解析による道路・鉄道被害域検出

道路・鉄道における被害形態に注目し、①NDVIを用いた被害検出、②テクスチャ特徴を用いた被害検出の2つの手法を併用して、被害検出を行った。

① NDVIを用いた被害域検出

土砂災害による道路・鉄道被害を追跡するには、路面・路盤・道床そのものを見るのではなく、むしろその側面、斜面を捉える方が効率的であり、植生被覆変化域を抽出することで被害を捉えられる可能性が高い。そこで、2時期のNDVIを用いた手法により被害域検出を行った。NDVIは式(1)により算出される。



図1 解析対象領域(地震後 SPOT-5 画像)

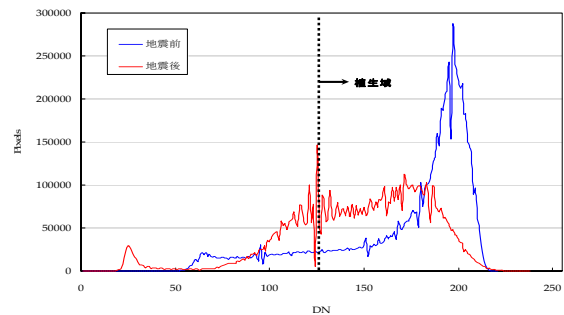


図2 NDVI ヒストグラム

$$NDVI = (NIR - V_{red}) / (NIR + V_{red}) \quad (1)$$

NIRは近赤外波長帯、VRedは可視域赤の波長帯であり、SPOT-5ではそれぞれband3, band2に対応する。算出されたヒストグラムを図2に示す。今回は、NDVIのDN値が128以上を植生域とし、「地震後、斜面崩壊により植生被覆が失われた」領域を検出した。そして、農地、平坦地等の時期変化による植生被覆変化の除去を行い、NDVIによる推定被害域を検出した。

② テクスチャ特徴を用いた被害域検出

山腹斜面や盛土斜面に植生が無い箇所や、路面・

キーワード 新潟県中越地震, 衛星画像, リモートセンシング, 被害検出

連絡先 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 TEL: 0532-44-1324 FAX: 0532-44-6831

路盤・道床そのものを捉えなければ検出できない被害もある．そこで，セグメント領域を用いた統計的テクスチャ特徴の差分処理により被害を検出する．

セグメント領域を用いて，図 3 に示す地震前後のテクスチャ特徴変化量を算出し，以下の被害形態別検出パラメータを設定した．

（路面損壊・路面損傷）

・ $RANGE_NIR > 0$ and $RANGE_Vred > 20$ and $RANGE_Vgreen > 0$

（路盤陥没・斜面崩壊・土砂堆積）

・ $RANGE_NIR < -10$ and $RANGE_Vgreen < -10$ and $SD_Vred < 0$

ここで， $RANGE$ は領域内の最大値－最小値における地震前後の差， SD は領域内の標準偏差における地震前後の差である．被害検出パラメータを対象領域全体に適用し，被害形態別に検出を行い，テクスチャ特徴による推定被害域を検出した．

4. 被害域検出における精度検定

2 つの手法による推定被害域をマージし，図 4 に示す道路 45 路線・上越線を対象とした道路・鉄道被害域を検出した．精度検証は以下の指標により行った．

① 検出精度（解析による被害域検出の精度）

$$AR(\%) = (Ad / Ao) \times 100 \quad (2)$$

Ad : 推定被害域と重なる検証データ数

Ao : 総検証データ数

② 推定精度（解析により検出された被害域信頼性）

$$PR(\%) = (Pd / Po) \times 100 \quad (3)$$

Pd : 検証データと重なる推定被害域数

Po : 総推定被害域数

道路・鉄道被害の全体的な精度検証結果を表 1 に示す．全体的な精度は，道路・鉄道併せて検出精度が 68%程度である．推定精度は，鉄道部の検証データ数が少ないことを考慮すると 26%程度である．道路部においては，旧山古志村に繋がる路線や山間部を通る道路で検出精度，推定精度が良かった．平地部・丘陵部の道路は，検出精度，推定精度が山間部の道路よりも低く，誤検出である箇所が多い．これらは，衛星撮影に起因する問題が考えられる．上越線では，被害域，検証データ数が道路と比較して少ないものの，道路部全体と大差のない結果となった．

また，規模別の精度検定（表 2）を行った結果，被害面積が 500m²以上の被害域は 90%以上検出されて

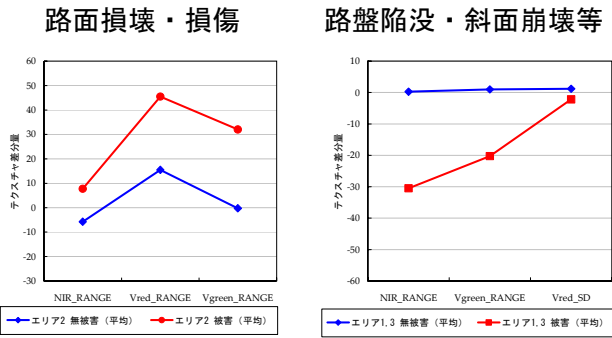


図 3 各被害形態における特徴量変化



図 4 道路・鉄道推定被害域

表 1 道路・鉄道被害における精度検証結果

種別	検出精度			推定精度		
	Ao	Ad	AR(%)	Po	Pd	PR(%)
道路	337	231	68.5	894	234	26.2
鉄道	9	6	66.7	18	6	33.3

表 2 道路・鉄道全被害における規模別精度

被害規模別	検出精度			推定精度		
	Ao	Ad	AR(%)	Po	Pd	PR(%)
レベル1 ($x \geq 1000m^2$)	37	35	94.6	134	80	59.7
レベル2 ($1000m^2 > x \geq 500m^2$)	48	45	93.8	161	63	39.1
レベル3 ($500m^2 > x$)	261	157	60.2	617	97	15.7

いる．災害直後の応急対応時では，緊急性が高い，大規模被害検出が重要である．画像解析による検出結果は，大規模被害域が高精度で検出され，推定精度は低いものの，災害直後の情報がない場合には，効率的で有効な把握手段になると考えられる．

参考文献

1) 土木学会 新潟県中越地震被害調査特別委員会：平成 16 年新潟県中越地震被害調査報告書，社団法人土木学会，2006．