

オブジェクトベースの衛星画像解析による津波被災地の被害把握

東北大学大学院 学生会員 萱場 真太郎
東北大学大学院 正会員 越村 俊一

1. はじめに

2004年インド洋大津波災害の事例を教訓として、巨大津波発災直後に各地の詳細な被災状況を迅速に把握する事の重要性が指摘されている。これに対し、発災直後から能動的に被災地の情報を入手する手段として、人工衛星による緊急観測が有用であると考えられる。特に近年、空間解像度が1m以下の衛星が相次いで打ち上げられたことで、建造物一棟一棟の被害や瓦礫の広がりなどを目視判読によって詳細に把握することが可能となった(萱場・越村, 2009)。

しかし、高解像度衛星画像の自動解析手法に目を向けると、従来の中解像度衛星データに用いられてきたピクセルベースの処理では限界が生じ、微小領域(ノイズ)の大量発生や分類精度の低下を引き起こしてしまう(大西ら, 2005)。現在、津波被害の把握手段は目視判読に頼っているのが現状であり、広大な被災地全ての解析に費やす時間と労力を考慮すると大きな懸念であると言える。

そこで本研究では、インド洋津波によって大きな被害を受けたIndonesia・Banda Acehの市街地を撮影したQuick-Bird衛星画像に対し、似通った特性を持つ隣接した複数ピクセルを統合して新たに一つの解析要素とするオブジェクトベースの画像解析手法を適用する。高解像度画像の解析精度向上を目的に画像分類を実行し、津波被災地画像の自動解析手法の確立に向けた展望を述べる。なお、解析には独Definiens社のオブジェクトベース画像解析ソフトウェア“Definiens Professional 5.0”を使用した。

2. 被害概要と使用画像

本研究の対象となるBanda Aceh(人口26万人)はSumatra島北端に位置する(Fig.1a)。Banda Acehにおけるインド洋大津波の遡上高は北岸で10m超、インド洋に面した西岸で20m超と報告されている。北岸からの津波により北部海岸線から2kmまでの家屋は鉄筋コンクリート造りも含めてほぼ消滅、また津波遡上域は海岸より4km地点まで及び、市街地は瓦礫で埋まった。

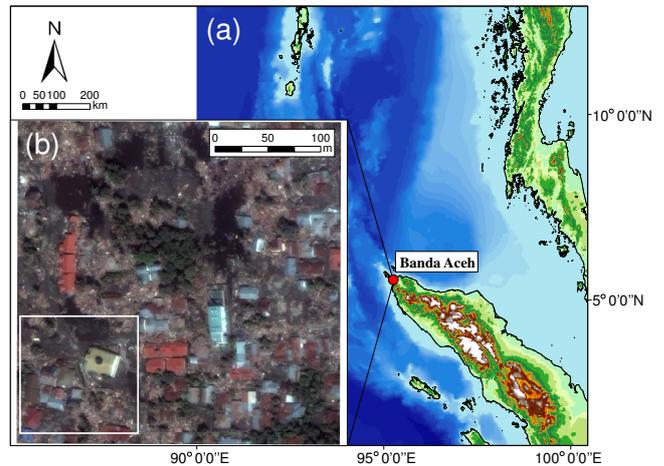


Fig. 1 Banda Acehの位置(a)と解析領域(b)。白枠はFig.2, Fig.3の表示範囲

この津波被害を捉えたQuickBird衛星画像(解像度60cm)は、津波来襲から2日後の2004年12月28日に取得された。この画像中から、Table 1に示す津波被災地の代表的な地表物(クラス)を含む300m×300mの解析領域を設定した(Fig.1b)。

3. 画像解析の実行

(1) 画像のオブジェクト分割

まず、ピクセル単位で表現される衛星画像を、オブジェクト単位に分割する。分割パラメータとして、Scale Parameter, Shape Factor, Smooth Weight, Compact Weightをそれぞれ設定する必要がある。これらのパラメータは利用する画像の解像度や解析対象となる物体等に応じて適切に設定することが求められるが、本研究では2003年Iraq・Bam地震の家屋被害をQuickBird衛星画像から抽出したGusellaら(2005)を参考に、[Scale, Shape, Smooth, Compact] = [30, 0.5, 1.0, 0.0]と設定した。

分割結果をFig.2に示す。浸水した領域や建造物の屋根など、類似した性質のピクセルが隣接している領域は比較的大きいオブジェクトに、また構成が複雑な樹木や瓦礫の領域は小さなオブジェクトに分割されている。

(2) 画像分類結果

分割されたオブジェクトに対し、教師付き分類を実行

Table 1 津波被災地における地表物

Class	説明
Water	津波による浸水で水没した領域
Vegetation	植生が密生している領域(芝, 樹木)
Debris	破壊された建造物の瓦礫
Soil	堆積した土壌
Buildings	破壊を免れた建造物

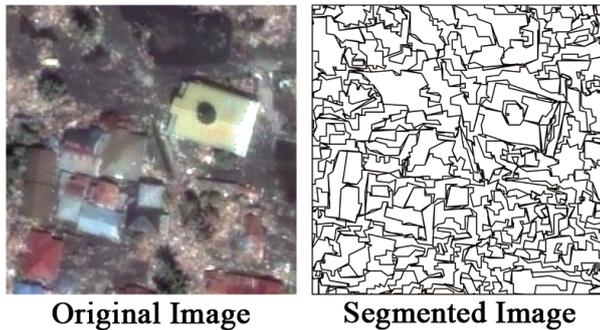


Fig. 2 元画像とオブジェクト分割結果(拡大)

する。各クラスの教師は、分割されたオブジェクトから3つずつ(建造物は屋根の色毎に)取得した。また、同一箇所から取得した教師によるピクセルベース解析も同時に行った。目視判読によって作成した分類図(Ground Truth Data, GTD)と比較した結果をFig.3に示す。オブジェクトベースの解析結果では、ピクセルベースの解析に見られる微小領域が大幅に減少し、目視判読により近い分類結果が得られていることが分かる。

(3) 精度の比較

得られたそれぞれの手法による分類結果の精度を、User's Accuracy (U.A.)、Producer's Accuracy (P.A.)及びTotal Accuracy (T.A.)によって評価する。U.A.は分類結果の的中率、P.A.は実際の地表物(GTD)に対する網羅率である。すなわち、あるクラスを過大評価するとU.A.は低下し、また過小評価するとP.A.が低下する。適切な分類が行われると、どちらの精度も向上する。また、T.A.は画像全体の分類精度を表す。

Table 2に結果を示す。オブジェクトベース解析ではピクセルベース解析と比較してDebrisの抽出精度が大幅に向上し、全体精度もより良好な結果を得た。これは、様々な物質の混合物である瓦礫をオブジェクトとして統合した事で、微小領域の影響が減少したためと考えられる。瓦礫の広がりや津波被害を端的に表す地表物であるため、津波被災地の解析では特に有用と考えられる。対して、他のクラスでは互いの誤分類によるU.A.・P.A.の上下変動が見られ、解析フロー改善の余地がある。

Table 2 解析手法による分類精度の比較

Class	Pixel Base	Object Base
	U.A. / P.A. [%]	U.A. / P.A. [%]
Water	81.2 / 76.2	74.4 / 85.4
Vegetation	81.6 / 81.6	98.2 / 75.5
Debris	70.5 / 59.2	76.8 / 67.7
Soil	57.2 / 67.1	63.7 / 65.7
Buildings	68.0 / 67.9	60.4 / 75.2
T.A. [%]	67.0	71.4

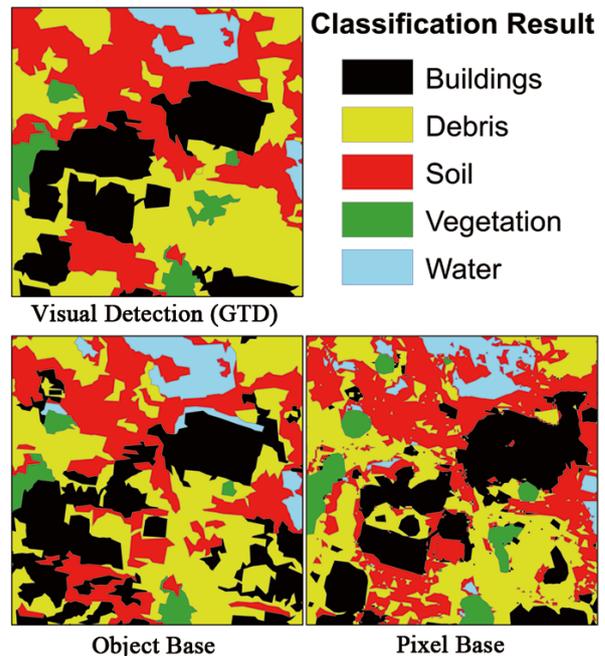


Fig. 3 目視で作成したGTD(上)とオブジェクトベース(左下)、ピクセルベース(右下)解析結果の比較(拡大)

4. おわりに

本研究では津波被災地を撮影した高解像度衛星画像に対してオブジェクトベースの画像解析手法を適用し、従来のピクセルベース解析と比較して瓦礫を中心に高い分類精度が得られることを定量的に示した。

今後は地表物毎の分光反射特性や、オブジェクトが持つ形状や相互の位置関係などの空間的パラメータを解析に導入することで、より精度の高い津波被災画像の自動解析手法を確立することが目標である。

参考文献

- 萱場真太郎, 越村俊一: 地表物の分光反射特性を考慮した都市域津波被災地の衛星画像解析, 海岸工学論文集, 第56巻, pp.1421-1425, 2009
- 大西紀子, 村上拓彦, 溝上展也, 吉田茂二郎: オブジェクトベース画像分類による林相区分, 九州森林研究, No.58, pp.131-134, 2005
- Gusella, L., B. J. Adams, G. Bitelli, C. K. Huyck: Object-Oriented Image Understanding and Post-Earthquake Damage Assessment for the 2003 Bam, Iran Earthquake, Earthquake Spectra, Vol. 21, No.s1, pp. S225-S238, 2005