

対象物の分光反射特性を考慮した津波被災地画像の解析

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年インド洋大津波被害の事例を教訓として、巨大津波災害発生直後に各地の詳細な被災状況を迅速に把握することの重要性が指摘されている。この課題を解決するために、衛星画像を利用して被災地の空間情報を能動的に取得する技術の開発が各分野で進められている。

衛星画像から津波被災地を規定する要因には、1)沿岸域の浸水、2)建造物の破壊、3)土地被覆状況、地形、植生の変化、4)漂流物・瓦礫の広がりなどのいずれか、またはその全てが挙げられる。筆者ら(2008)は、2007年4月に発生したソロモン諸島沖地震津波によって被害を受けたSolomon諸島Ghizo島を撮影したQuickBird衛星画像に対し、2)に着目した目視判読による建造物被害の推定及び1),3)に着目した植生の被災状況に基づく浸水域抽出を行った。一方で、インド洋大津波規模の広大な被災域の被害把握を考えた場合、特に都市部の被災地では浸水域の評価に植物活性度を適用することは難しく、建造物被害を目視によって抽出する手法にも限界がある。

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インドネシア・バンダ・アチエの市街地を撮影したQuickBird衛星画像に対し、都市部における水没域及び瓦礫の広がりに着目した津波被害域の抽出を試みる。都市域の津波被害域を捉えた衛星画像が持つ分光反射特性をバンド毎の輝度値(以下デジタルナンバ, DN)の分布から明らかにし、その特性を画像解析手法に発展させる上での展望と課題について述べる。

2. 被害概要

本研究の対象となるバンダ・アチエ市(人口26万人)はスマトラ島北端に位置する(図-1a)。バンダ・アチエ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超と推定されている。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。津波による人

的被害は死者54,948人、行方不明者16,526人にのぼり、人口が27%減少する激甚な被害を受けた。

3. 画像解析による分光反射特性の把握

(1) 使用データ概要

QuickBird衛星は米Digital Globe社によって2001年10月に打ち上げられた高解像度の商用観測衛星である。最大解像度はパンクロマティックモードで0.61m、マルチスペクトルモードで2.44mとなっており、可視域(B, G, R)および近赤外域(IR)を観測する4バンドのセンサを持つ。画像解析に使用したデータは、津波来襲から2日後の2004年12月28日に取得されたパンクロモードとマルチスペクトルモードのパンシャープン合成画像(解像度0.61m)である。この画像中、表-1に挙げる地表物を含む2km×2kmの解析領域をバンダアチエ北岸に設定した(図-1b)。この地区における津波は北西(左上)から来襲した。図中に、目視によって確認できる陸地の水没域線と漂流した瓦礫の分布限界線の概略を併せて示す。

(2) ヒストグラム作成によるバンド値の分布特性把握

表-1の各地表物ごとに17,000-37,000画素(100m²程度)のサンプル領域を設定し、バンド毎のDNを抽出した。図-2に、各バンドでのDNヒストグラムを示す。横軸はDN、縦軸は総画素数で正規化した対応画素数の頻度である。陸地の水没域では全てのバンドにおいて低いDNに対応画素が集中しており、全波長帯で分光反射が小さいことを表している。植生においては可視域で反射が小さいが近赤外のみ強く反射していることを示す特徴的なDNの分布を見せる。瓦礫域、無被害建造物群の画素ではDNは比較的広範囲に分布している。また無被害建造物群を除く地表物のDNは正規分布に近い分布を見せることが分かる。

(3) マルチレベルスライスによる各領域の抽出

前節で得られたDN値の分布を教師データとし、全てのバンドについてのDN範囲(95%値)を満足する反射特性を持つ画素が対象地表物に相当するとして解析領域の画像分類を行った。例として、図-3に(a)水没域及び(b)瓦礫域の抽出結果を示す。植生域の抽出結果は良好であったが、

水域では画像左上の水没域が抽出されない過小評価であった。これはサンプル領域と抽出されなかった水没域で水の濁度に差があり、可視域のDN範囲が異なることが原因である。ここでバンド4の範囲のみをパラメータすると抽出精度が向上することから、解析対象によって利用すべきバンドを検討する必要がある。また瓦礫域では、瓦礫域と無被害建造物群でDN範囲が重複していることに起因して、無被害建造物の屋根の一部を瓦礫に誤分類する過大評価が見られた。抽出の精度を高めるため、DNの範囲に加えて分散、偏差などの統計量をパラメータとして導入する解析手法を引き続き検討していく。

4. おわりに

本研究では画像衛星で撮影された津波被災地の地表物を表す画素が持つDN値を各地表物毎に抽出し、DN値の範囲のみを教師データとしたマルチレベルスライスによる画像分類を行った。水や植生のように、あるバンドにおいて特徴あるDN分布を見せる地表物の抽出は、利用するバンドを工夫することで比較的良好な結果を得たが、瓦礫域の抽出においては無被害建造物の屋根を含む過大評価の抽出結果となり、津波被災地の解析手法として課題を残した。今後、引き続き開発を進める上で、ピクセルベースの解析に加えDNの統計量を抽出パラメータとして利用可能にするオブジェクトベース解析など解析要素に面積を持たせる手法を導入する方針である。

参 考 文 献

萱場真太郎, 越村俊一, 村嶋陽一, 高解像度衛星画像を利用した津波被害の把握手法に関する研究, 海岸工学論文集, 第55巻, pp.1456-1460, 2008.
河邑眞, 辻野和彦, 辻子裕二, 森林の樹種に関する高分解能衛星画像特性の分析, 写真測量とリモートセンシング, Vol.44, NO.5, pp.82-90, 2005.

Table 1 選定した地表対象物

名称	備考	画素数
水没域	津波による浸水で水没した領域	25123
植生域	植生が密生している領域(森林)	16821
瓦礫域	破壊された建造物の瓦礫が広がっている領域	18519
無被害建造物群	破壊を免れた建造物の領域	37119

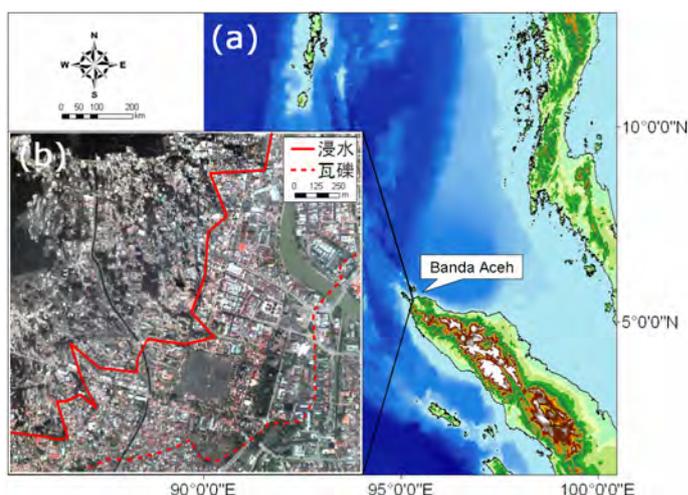


Fig. 1 バンダ・アチェの位置と解析領域

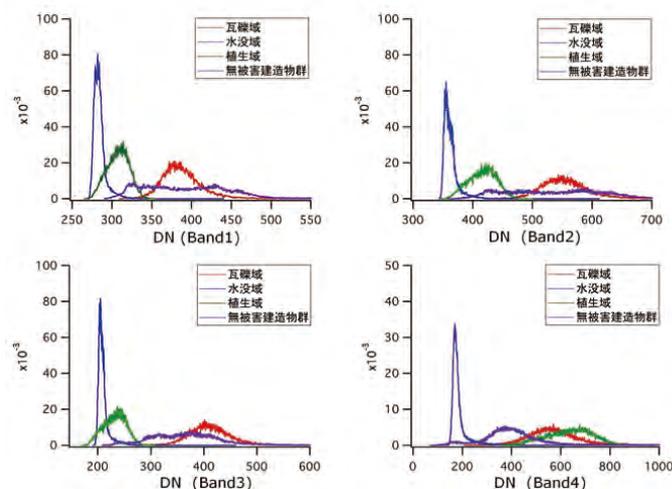


Fig. 2 DN値のヒストグラム (Band1 ~ Band4)

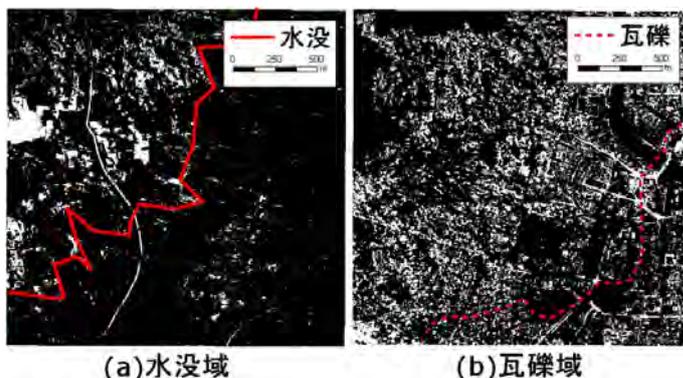


Fig. 3 マルチレベルスライスによる地表対象物の抽出結果 (白色箇所が抽出された画素)