リモートセンシングによる津波被災地の瓦礫量の把握

東北大学大学院　学生会員　○福岡　巧已
東北大学大学院　正 会 員　越村　俊一

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波は．東日本の太平洋沿岸を襲い，死者・行方不明者数約2万人，全半壊家屋数22万5千棟に及ぶ甚大な被害をもたらした．その被災領域の広大さ故，被災状況の把握に困難を要した．

この問題解決の方法としてリモートセンシング技術の要請が高まっている．被災領域外部から能動的且つ迅速に広範囲の詳細情報を得る手段として，空撮画像の利用は最も適当と言える．しかし，入手された画像からの必要情報の抽出には，未だ目視判読に頼らざるを得ない．リモートセンシングの津波災害緊急対応への導入には，目視判読に伴う時間や作業のコスト軽減と判読精度の向上が中心課題とされている．また，津波被害を評価する3要素として，1)被災領域面積，2)浸水深，3)瓦礫が挙げられる．特に瓦礫は津波によって破壊された構造物に由来するため，瓦礫量と建物被害程度の密接な関係性が存在し，被害評価への有用性が示唆される．

以上の事実を踏まえ，リモートセンシング技術による瓦礫量把握の手法を提案する．画像解析による瓦礫抽出には衛星画像の近赤外バンドを用いたオブジェクトベース分類が採用されているが，本研究では航空写真を対象にオブジェクトベース解析を行い，近赤外バンドを利用しない瓦礫抽出の手法について検討する．

2. 対象領域

宮城県東部の牡鹿半島の町，女川町は，リアス式海岸によって形成された入り江に所在する(図-1c)．同津波により町の沿岸部は壊滅的被害を負い，死者572人，行方不明者381人，また3,922棟の建物に損壊が確認された(宮城県対策本部，平成23年10月31日発表)．津波氾濫流の遡上は内陸約2km，遡上高15mを記録し，町は完全に浸水した．

解析対象の航空写真には，近赤外バンドを含まない解像度25cmのRGBカラー画像を用いる．撮影日は発災8日後の平成23年3月19日であり，同日の現地調査結果から3つの解析領域を設定した(図-1c, 白枠)．

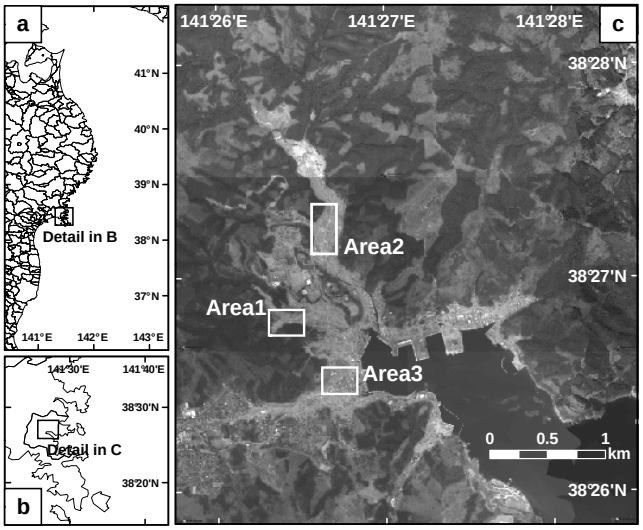

図-1　女川町全域と解析領域(Area1, 2, 3), 平成23年3月19日撮影

3. 解析

先に現地調査を行いGround Truth Data (GTD)の採取を行う．航空写真取得の後，同期観測に基づいて，画像上にGTDを定義する．ここでは地表被覆状況に応じ，瓦礫域・土壌域・植生域・道路・構造物の5つの分類クラスを定義した．

(1) セグメンテーション

複数のピクセルを1つのオブジェクトに統合させる操作(セグメンテーション)を行う．同操作を行うことで，新たに幾何情報やテクスチャ情報を得ると同時に，ピクセルベース解析で生じるノイズの除去による分類精度の向上が見込まれる．セグメンテーションは隣接するピクセルやオブジェクト間の異質性の比較により行われる．その異質性は数種の支配パラメータにより定義される．本研究ではパラメータスタディを通し，表-1に示す適当なパラメータセットを得た．

表-1　セグメンテーションのパラメータセット

Scale parameter	Color	Shape	Smooth	Compact
40	0.6	0.4	1.0	0.0

仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11-1106, TEL: 022-795-7515, FAX: 022-795-7514

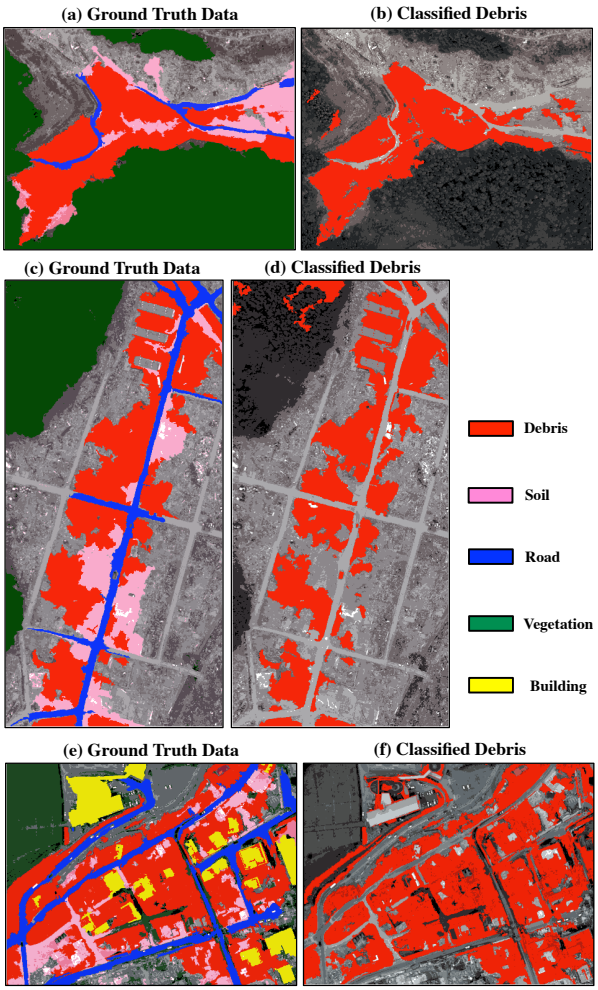

図-2　解析領域(a,b: Area1, c,d: Area2, e,f: Area3)のGround Truth Dataと抽出された瓦礫域

(2) 解析と分類

生成されたオブジェクトの解析の結果．画素値と標準偏差から特異的な閾値が見出され，各レイヤに対してそれらを教師データに定めた．得られた教師データによる教師付き分類をArea1～Area3に対して行い(図**-2**)，瓦礫分類精度を算出した(表**-2**)．Producer's Accuracy，User's Accuracy共に90%前後と良い精度が得られた．Area3のUser's Accuracy値が低いことは，残存建物の鉄骨構造等の部材や，駐車している車両群の誤抽出による過大評価に起因する．

得られた教師データを用いて，女川町全体に対し瓦礫の教師付き分類を行う．その結果，瓦礫の被覆領域面積は約0.9km^{2}であることが判明した(図**-3**)．

表-2　教師付き分類による瓦礫域分類精度の評価

	Area1	Area2	Area3
Producer's Accuracy	88.54%	82.48%	91.27%
User's Accuracy	92.10%	88.98%	63.65%

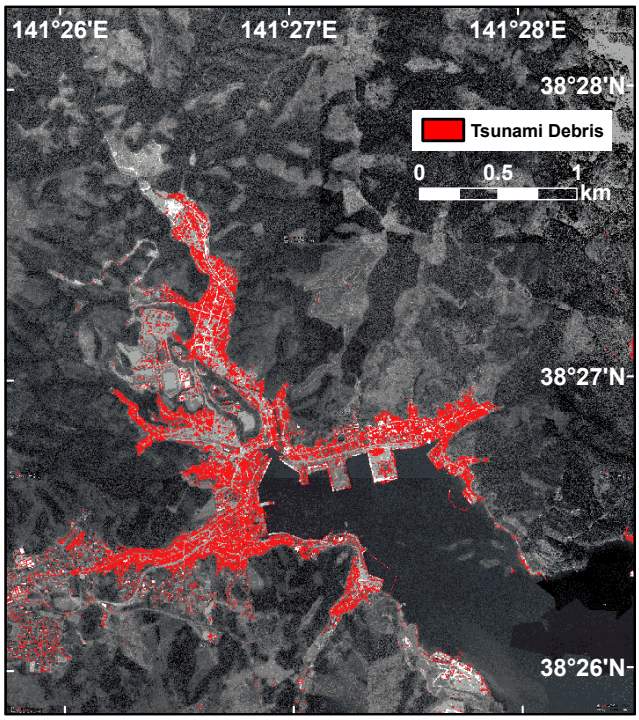

図-3　教師付き分類された女川町全域の瓦礫域

4. 結論

本研究では，オブジェクトベースによる航空写真解析で，津波瓦礫被覆領域の面積把握手法を提案し，高精度での把握に成功した．解像度の高さを利用した標準偏差への着目により，近赤外バンド欠落の補填の可能性を見出した．今後は標高データとの重ね合わせにより，瓦礫体積の算出，さらに瓦礫量への変換の可能性が示唆される．

参　考　文　献

萱場真太郎, 越村俊一 (2010) : 高分解能衛星画像のオブジェクトベース解析による津波被災地マップの作成と建物被害評価，土木学会論文集B2(海岸工学論文集, 第57巻), Vol. 66, No.1, pp.1421-1425.

Benz, U. C., P. Hofmann, G. Willhauck, I. Lingenfelder, and M. Heynen, Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 58, pp.239-258, 2004.

Yamazaki, F., D. Suzuki and Y. Maruyama, Detection of Damages due to Earthquakes using Digital Aerial Images, 6th International Workshop on Remote Sensing for Disaster Applications, 2008.

Barnes, C. F. and H. Fritz, J. Yoo, Hurricane Disaster Assessments With Image-Driven Data Mining in High-Resolution Satellite Imagery, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol.45, No.6, pp.1631- 1640, 2007.