

高解像度衛星画像を利用した津波被害の判読手法に関する研究

東北大学 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年に発生したインド洋大津波の被害は沿岸12カ国に波及した。津波発生直後は、被災地からの情報が断片的であったため、死者・行方不明者の合計22万人以上という被害の全容を把握するのに数ヶ月の時間を要した。この事例を期に、広域にわたる被害を生む津波災害発生時におけるリモートセンシング技術の有用性が注目されている。巨視的視点から能動的に情報を入手することで被災域を早期に把握し、救命活動や復旧活動の迅速な指針決定に役立てることが期待されている。

本研究では2007年4月に発生したソロモン諸島沖地震に伴う津波被害をモデルケースとし、津波被災前後のソロモン諸島ギゾ島を撮影したQuickBird衛星画像からソフトウェアによる画像処理を行い、植生の変化から浸水域を抽出して現地調査の遡上高分布との比較を行った。また浸水域内で建造物被害の目視判読を行い、現地調査による津波高分布と共にGIS上での可視化を行ったのでここに報告する。

2. ソロモン諸島沖地震と対象領域

ソロモン諸島沖地震は現地時間2007年4月2日07:40頃、ソロモン諸島ウエスタン州の海域（南緯8.48°，東経156.9°）で発生した。モーメントマグニチュードは8.1，震源の深さは約10kmであり，直後に発生した津波によって52名の死者を含む約5,000名の被災者と約2,500棟の建

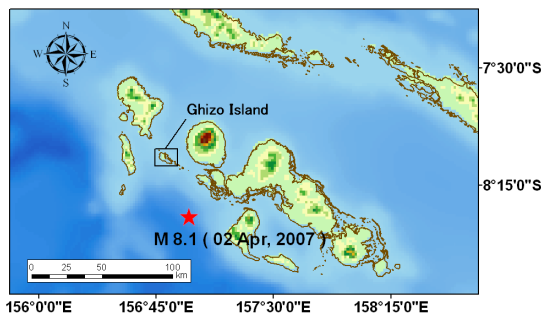


図-1 震源及びギゾ島の位置



図-2 ギゾ島南部での調査領域設定(Area I～V)

造物被害が生じた。今回対象としたギゾ島は震源の位置から北西に位置し(図-1)，特に島の南部で大きな被害が見られた。今回の研究では島南部にArea IからArea Vまで5つの調査領域を設定し(図-2)，各領域で目視判読と画像処理による解析を行った。

3. 使用データ

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。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の最大解像度を持ち，この精度の下で建造物一棟一棟の被害判読が可能となっている。使用した2枚の画像は2003年9月20日及び2007年4月5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。

また現地調査が2007年に西畑ら・PARI・JAEEの各団体によって行われ，その中からギゾ島における浸水深及び遡上高の分布調査結果をデータとして利用した。

4. 画像処理による浸水域抽出

(1) 手法

画像処理ソフトLeica Image Analysis for ArcGISによって被災前後の衛星画像のバンド情報から植生指標(NDVI)を算出し，植生ラインの変化を津波による浸水の影響に依るものと考えて浸水域を抽出した。NDVIは(1)式によって算出される。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (-1 \leq NDVI \leq 1) \quad (1)$$

ここにIRは近赤外バンド反射率，Rは可視域赤バンド反

射率である．結果をGIS上に図示し，現地調査の遡上高分布との比較を行った．

(2) 結果

図-3にArea IIでの結果を示した．Kouchiら(2007)を参考に閾値を設定し，NDVI=0.504を閾値として赤で示したラインを引くと遡上高分布のポイントとよく一致していることが判る．このラインと海岸線に挟まれた領域を浸水域として抽出することができた．他の領域においても概ね良好な結果を得た．

5. 目視判読による建造物被害の推定

(1) 手法

Area I~Vのそれぞれにおいて被災前後の画像を目視で比較し，Miuraら(2005)に倣って建造物の受けた被害を表-1に挙げる5段階で評価した．この評価基準は衛星画像の特性上，直上からの画像で判断可能な変化をもとに設定した．この判読結果を領域ごとに表にして被害状況をまとめ，浸水域内の建造物被害の分布を現地調査の浸水深分布と共にGIS上で図示した．

(2) 結果

表-2に各領域における浸水深と建造物の被害結果をまとめた．また図-4はArea II及びArea Vにおける結果を比



図-3 植生指標による浸水ラインの抽出（赤線）

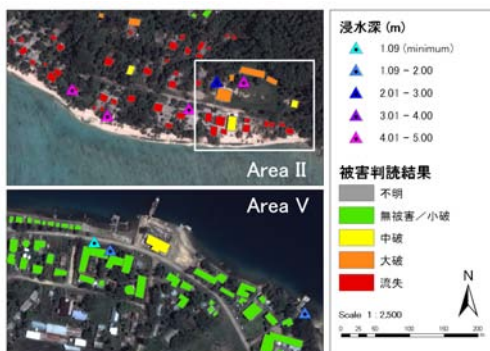


図-4 目視判読結果（白線内は図-3の表示範囲）

表-1 目視判読による建造物被害の評価基準

Level	基準
詳細不明	新しく建造されたと考えられる
無被害 / 小破	画像からは明確な変化を確認できない
中破	形状に変化が見られるが，屋根は残っている
大破	屋根を含め完全に壊れているが，建材は残っている
流失	建材を含めてすべて津波に流されている

表-2 各エリアにおける浸水深と建造物の被害状況

Area	H_M	N_A	N_D	P_D	
I	4.35	85	68	0.800	H_M : 領域内最大浸水深 (m)
II	4.71	98	88	0.897	N_A : 領域内建造物数
III	4.94	40	35	0.875	N_D : 被破壊建造物数
IV	4.53	62	44	0.710	P_D : 被破壊率 = $\frac{N_D}{N_A}$
V	1.98	105	2	0.020	

較表示したものである．Area I ~ Area IVでは全体的に4mを超える大きな浸水深が観測され，建造物の被破壊率も非常に高くなっているのに対し，Area Vでは最大浸水深も2m弱と比較的小さく，建造物にも大きな被害が見られなかったことが分かる．

6. おわりに

2007年に発生したソロモン諸島沖地震による津波で被害を受けたギゾ島を対象に，被災前後の衛星画像を利用して画像処理及び目視判読による被害抽出を行った．画像処理ではバンド情報から植生指標を算出し，閾値を設定して津波による影響が見られた範囲を浸水域として抽出，遡上高分布と共にGIS上に図示した．目視判読ではエリアごとの被害率を算出すると共に，建造物の浸水深分布と共にGIS上で図示した．

謝 辞

現地調査のデータは防衛大学の藤間功司教授からご提供いただいた．ここに記して謝意を表する．

参 考 文 献

越村俊一，巨大津波災害の広域被害評価，第四紀研究．Vol.46, pp.499-508, 2007.

Miura, H., A. C. Wijeyewickrema and S. Inoue, Evaluation of Tsunami Damage in the Eastern Part of Sri Lanka Due to the 2004 Sumatra Earthquake Using High-Resolution Satellite Images, Proceedings of 3rd International Workshop on Remote Sensing for Post-Disaster Response, 2005.

松富英夫，藤間功司，嶋原良典，2007年ソロモン諸島地震津波の現地調査，第26回日本自然災害学会学術講演会，pp.85-86, 2007

Ken'ichi Kouchi, Fumio Yamasaki, Characteristics of Tsunami-Affected Areas in Moderate-Resolution Satellite Images, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL.45, NO.6, pp.1650-1656, 2007