

高解像度衛星画像による2009年米領サモア地震津波被災地の建物被害の分類

東北大学大学院 学生会員 郷右近 英臣
 東北大学大学院 正会員 越村 俊一
 産業技術総合研究所 正会員 行谷 佑一
 北海道大学大学院 西村 裕一
 北海道大学大学院 中村 有吾

1. はじめに

巨大津波が発生すると、被害の全容把握に時間を要し、被災者救援のための意思決定が遅れることがある(情報空白期)。2004年のインド洋大津波では、被害の全容把握が津波発生から数ヶ月後となり国際的な社会問題となった(越村, 2007)。このような時に遠隔地から被災地の情報を能動的に収集する技術が要請される。その要請を叶える唯一の手段がリモートセンシングである。

特に、高い分解能を有する衛星画像を利用すれば被災地の詳細な情報を入手することが可能である。例えば萱場ら(2008)はQuickBird衛星画像を使用して、Solomon諸島沖地震津波の被災地の建物被害の状況を目視により判読した。

しかし、津波被災直後を捉えた衛星画像上での建物被害判読結果と、実際の被害状況との整合性について、厳密に比較検討した研究はまだ行われていない。

そこで本研究では2009年9月29日のサモア諸島沖地震津波の研究を通じてそれらの整合性について検討する。

2. 現地調査

まず本研究では、人口分布メッシュデータLandScanTMと津波数値計算との統合分析(越村, 2007)により、津波被災地を米領サモアTutuila島と判断し現地調査を行った。現地調査を行ったのは著者らによるITST(International Tsunami Survey Team)であり、特に被災後のPago Pagoの建物一件一件を撮影した写真を使用し、衛星画像による被害判読結果の検証材料とした。

3. 衛星画像による建物被害分類

(1) 建物被害分類手法

本研究では、米Digital Globe社のQuickBird衛星画像を使用した。津波被災後の米領サモアを捉えた画像は地震

表-1 衛星画像判読による建物被害分類基準

Id	判読結果	判断基準
0	Survived	明確な形状変化なし
1	Major	明確な形状変化あり(小規模)
2	Collapsed	明確な形状変化あり(大規模)
3	Washed away	建物基礎以外は流失
99	Unknown	衛星画像から判定することが不可

表-2 現地調査結果による建物被害分類基準

Id	判読結果	判断基準
0	No damage	浸水無し
1	Only flooded	窓ガラスが割れる程度の被害
2	Moderate	壁や柱の一部が破壊される
3	Major	構造の一部・多くが破壊される
4	Collapsed	構造全体が破壊(修復不可)
5	Washed away	建物基礎以外は流失
99	Unknown	衛星画像から判定することが不可

発生から4時間後のものであり、被災直後の状況を示す貴重な資料となった。

建物被害の分類は、Miura et al.(2005)および松富ら(1994)を参考に、衛星画像のみを用いた判読を実施し(表-1)、さらに現地調査の結果を参考に、表-2に示す基準に基づいて行った。対象となる建物は、米領サモアTutuila島中心部のPago Pagoの浸水域内建物129件である。衛星画像判読では、ArcGIS上で被災前後の画像を一件一件丁寧に比較して建物被害の分類を行った。そして被災後のPago Pagoの建物一件一件をGPSカメラにより撮影した写真を使用し、それらの緯度・経度情報を参考にすることで衛星画像と現地写真の建物の被害の分類結果の比較・検討を行った。

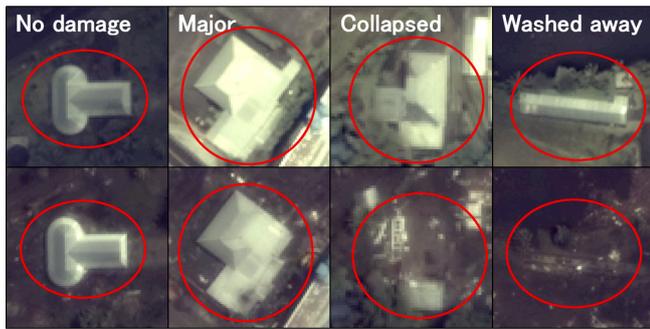


図-1 上段は津波被災前(09年09月24日,GMT),下段は津波被災後(09年09月29日撮影,GMT)。

表-3 衛星画像判読による建物被害分類結果に対する現地調査による建物被害分類結果の内訳

		衛星画像判読結果					計
		Survived	Major	Collapsed	Washed away	N/A	
現地調査結果	No damage	8	1	0	0	3	12
	Only flooded	40	7	1	0	15	63
	Moderate	3	2	0	0	0	5
	Major	0	0	0	0	0	0
	Collapsed	0	3	1	0	0	4
	Washed away	0	1	5	29	0	35
	N/A	3	0	0	5	2	10
	計	54	14	7	34	20	129

(2) 建物被害分類の比較とその検証

建物被害分類結果の比較結果は表-3のようになった。赤線で囲った箇所は衛星画像判読結果と現地調査結果が整合するべきところだが、分類項目によっては必ずしも整合性があるとは言えない。このように、衛星画像のみでは実際の被害を正確に把握できない場合があることが判明した。その例を以下に示す。

- 屋根は壊れていないが側面部に損傷が見られる場合には把握できない
- 建物の基礎部分を屋根として誤認識することがある
- 建物の周りの付属的構造物やひさしが流されただけの時に被害を過大評価してしまう

これらの誤認識は、衛星画像判読により得られる情報が真上からのものであるということにより生じる。衛星画像上ではSurvivedと分類されながらも、実際には被害を受けている建物が多数存在するということは、衛星画像判読では被災地の建物被害状況を過小評価してしまうこともあるという事を示している(表-3参照)。当然、これらの要因は被災地域の環境によって大きく変わりうるものである。しかし、流失した建物、浸水域(図-2参照)は高解像度衛星画像において目視判読により高い精度で判読できることがわかった。流失した建物は表-3に示すように高い正解率で判読することができ、さらに浸水域は現

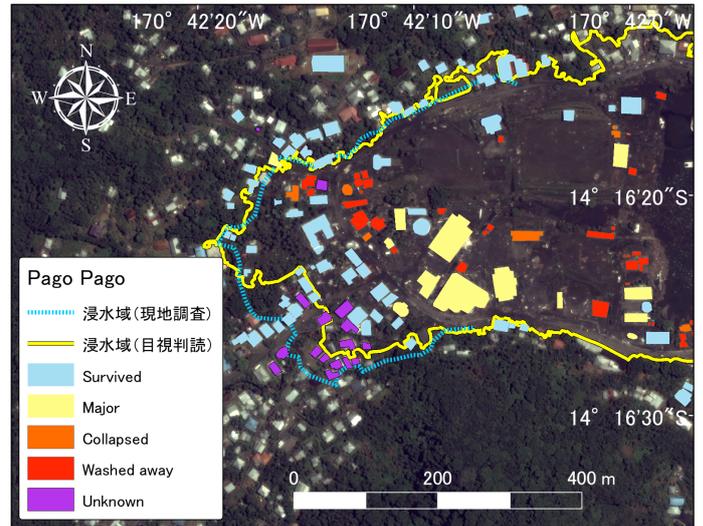


図-2 津波被災から4時間後のPago Pago(QuickBird衛星画像)。

地調査により抽出した結果と図に示すようになりかなり高い整合性が見られた。この2点については、木や雲で対象が遮られなければどんな場所においても高い精度で抽出することが期待できる。

4. 結論

本研究で得られた成果を以下に列挙する。

衛星画像上での建物被害判読結果と被災地で撮影した写真を比較したところ、流失した建物と浸水域に関しては衛星画像上からでも正確な結果を得られることが判明した。その一方、浸水域内の建物のうち衛星画像上でSurvived, Major, Collapsedと判定されたものは現地調査による建物分類結果と比較する際、ある程度の誤差を考慮すべきことが明らかとなった。

巨大津波が発生した際には、高分解能衛星画像の判読により、誤差はあるものの建物被害の状況を定量的に把握することができることが示された。

参考文献

- 越村俊一(2007): 巨大津波災害の広域被害評価, 第四紀研究, 第46巻, 第6号, pp.499-508
- 萱場真太郎, 越村俊一, 村嶋陽一(2008): 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.
- Miura, H., A. C. Wijeyewickreme and S. Inoue (2005): 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
- 松富英夫・首藤伸夫(1994): 津波の浸水深, 流速と家屋被害 海岸工学論文集, 第41巻, pp.246-250.