

高解像度衛星によるイラン・バム地震の被害把握

01T0044C 矢野 嘉久

指導教員：山崎 文雄

1. 序論

現在，リモートセンシングは様々な分野で幅広く活用されており，防災の分野においても多くの期待をもちられている．とくに最近の人工衛星では地上解像度が1m前後の高分解能なものもあり，建物1棟1棟を十分識別できる解像度での観測が可能になった．これにより，地震発生直後の都市の衛星画像を入手することで，たとえ災害が起きた地域の被災状況の情報が入手できなくても，世界中で起きる災害の広範囲な被災地の状況を，実際に現地に立ち入ることなく比較的容易に知ることができる．そこで，本研究では，2003年12月26日に起きたイラン・バム地震の被災地を観測したQuickBird衛星の画像を用いて，高解像度衛星による被害把握について検討した．

2. イラン・バム地震とQuickBird衛星画像

現地時間2003年12月26日午前5時26分頃，イラン南東部ケルマン州の人口約10万人のバム市近郊でマグニチュードMw=6.5の地震が発生した．総死者数は2万6千人を超え，約7万5千人が住む家を失った¹⁾．市内の建物の約85%が被害を受け，特に日干しレンガで造られた伝統的建築であるアドベ造りの建物はほとんどが倒壊した．

高解像度衛星の1つであるQuickBird衛星は，2001年10月18日に米国のデジタルグローブ社によって打ち上げられた．空間分解能がパンクロモードで約0.6m，マルチスペクトルモードで約2.4mと高く，都市や自然環境の様々な状況がかなりはっきりと捉えられる^{2,3)}．このQuickBird衛星は地震の3ヶ月前の2003年9月30日(図1)と地震の8日後の2004年1月3日のバム市一帯の様子を捉えており，被災状況がかなり明確に確認できる．ただし，撮影角度や撮影時の太陽光の強さ

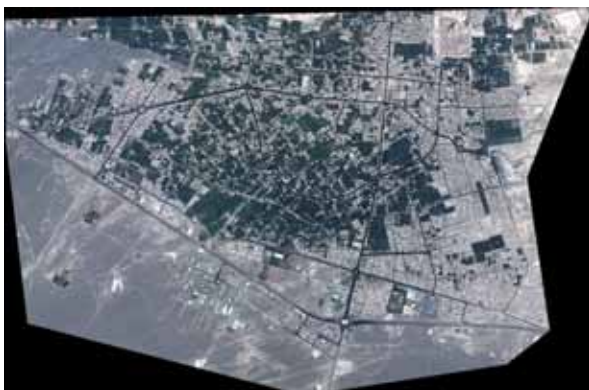


図1 バム市一帯を捉えたQuickBird画像(2003/09/30)

など，撮影環境の違いにより，画像の角度や明度に多少の差が出てしまっている．

3. 地震前後の二時期画像を用いた目視判読

まず，パンシャープン処理した事前画像を用いてバム市全体を主要な道路で街区ブロックに分け，各ブロックの建物1棟1棟の中心位置を落としたデータを作成し，その完成したデータと事後画像を比較して，1棟1棟の建物について被害ランクの判定を行う．この際の被害ランクの設定は5段階で，European Macroseismic Scale (EMS, 1998)⁴⁾に基づくものとする．被害ランクは，Grade 1が軽微(negligible to slight damage)，Grade 2は小破(moderate damage)，Grade 3は中破(substantial to heavy damage)，Grade 4は大破(very heavy damage)，Grade 5が崩壊(destruction)である．但し，Grade 1とGrade 2の判別は衛星画像による目視判読では，ほぼ不可能なので，Grade 1 & Grade 2で1つのランクとし，実際は，Grade 1 & Grade 2，Grade 3，Grade 4，Grade 5の4段階で判定する．また，各ブロックのランクごとの棟数を調べ，被害率も算出する．

目視判読結果(図2)は，Grade 1 & Grade 2=1,597棟，Grade 3=3,815棟，Grade 4=1,700棟，Grade 5=4,951棟となった．また，各ブロックの被害率を図3に示す．この図は各ブロックのGrade 5の割合をだしたものだが，バム市全体の約3分の2の地域で20~50%，もしくはそれ以上の割合だった．都市の北東部，南東部に被害が大きかったブロックが多く，逆に西部のブロックは比較的被害は小さかった．これは市の北東部などは旧市街地でアドベ造りなどの古い建築が多く，西部は比較的新しい建物が多かったことが要因の1つと考えられる．

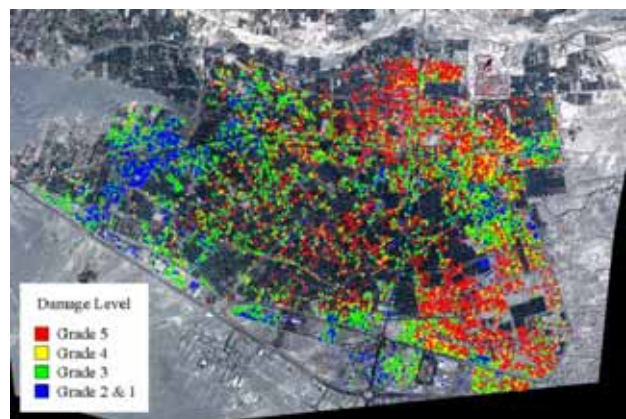


図2 目視判読結果

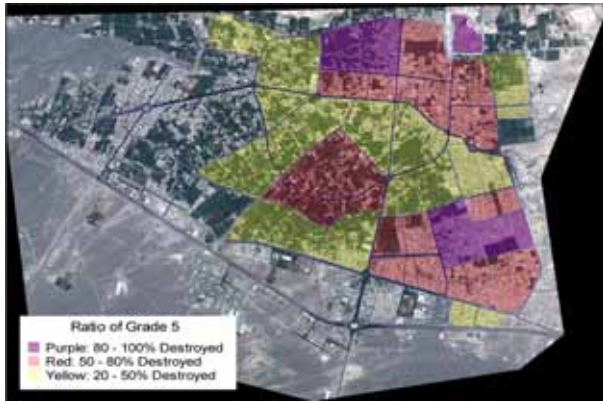


図3 各ブロックの棟数に対する Grade 5 の棟数の割合

4. 地上調査との比較

目視判読結果の正確性を検証するために、特定の6つの地域における地上調査の結果⁵⁾との1棟単位での比較を行った。この地上調査の被害ランクの設定もEMS-98に基づき5段階である。

図4は、ある1つの地域における地上調査との比較結果である。この地域は全体的に被害が大きかった。比較した結果では、Grade 5では高い割合で地上調査と目視判読の結果が一致していた。また、比較結果の合計(図5, 図6)を全体的にみて、目視判読では実際の被害よりもランクを低く判定してしまう傾向が少しある。これは、衛星画像による目視判読では建物を屋根部分の被害や周りに散らばっている瓦礫など、垂直方向からの情報のみで判読するので、側面における建物の被害を確認するのができないことが原因の1つと考えられる。このことによって、もし、実際の被害が大きくても屋根部分があまり損傷を受けていなければ、被害ランクの判定にずれが生じてしまう。しかし、少々の誤差はあるが、高解像度衛星による被害把握についての総合的な結果としては、十分に信頼性の高い結果が得られたといえる。とくに、被害の大きい Grade 5 の建物の被害は十分判読可能であることがわかった。一方、被害の小さい建物の判読は困難であった。

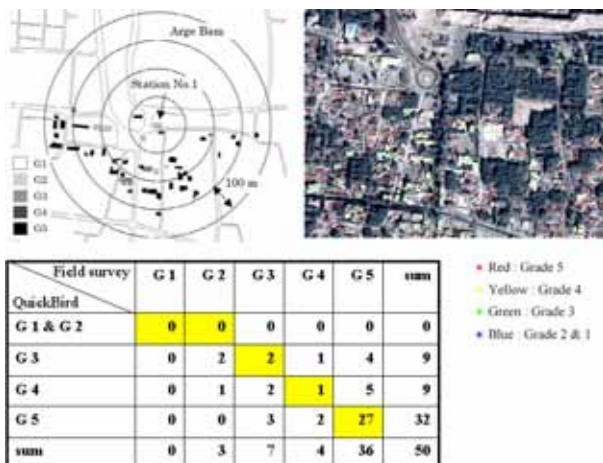


図4 ある1つの地域における地上調査との比較結果

Field survey	G1	G2	G3	G4	G5	sum
QuickBird						
G1 & G2	12	50	29	15	2	108
G3	4	37	57	30	25	153
G4	0	2	10	11	30	53
G5	0	0	10	7	95	107
sum	16	89	101	63	152	421

図5 6つの地域における地上調査との比較結果の合計

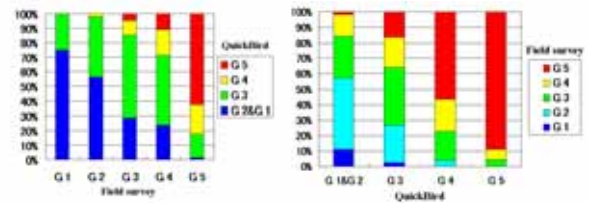


図6 地上調査、目視判読結果をそれぞれ基準にした被災度の割合

5. 結論

本研究では、高解像度衛星による被害把握について2003年12月26日に発生したイラン・バム地震のバム市一帯の被害状況をとらえた QuickBird 衛星の画像を用いて検討した。

地震前後の二時期画像を比較し、目視での判読によって作成した被害データについて、地上調査によるデータとの比較をした結果、多少の誤判読や全体的に被害ランクを低くみてしまうという、衛星画像による判読では必ず出てしまう傾向があったが、被害の大きい建物に関しては、十分判読可能であるという結果が出た。よって、広範囲における災害時の被災状況の大局的な把握といった面では、有効性の高い情報収集の手段であることがわかった。

今後、さらに高解像度衛星による被害把握の可能性を広げていくために、衛星画像を用いた被害自動判読法の検討や、別の地域における衛星画像を用いての被害判読の検討を行っていきたい。

参考文献

- 1) ReliefWeb, 2004. <http://www.reliefweb.int/w/rwb.nsf>
- 2) Victor Mesev : Remotely sensed cities, Taylor & Francis, 2003.
- 3) 日本リモートセンシング研究会：改訂版 図解リモートセンシング, 社団法人 日本測量協会, 2001.
- 4) European Seismological Commission, 1998, European Seismic Scale 1998.
- 5) 久田嘉章, 柴山明寛：2003年イラン・バム地震の被害調査報告(その5: 余震観測点における建物全数調査について), 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp. 1117-1118, 2004.