

ブルーシートに着目した地震被災建物分布の即時把握技術

本田 禎人・望月 貫一郎・下村 博之（株式会社パスコ）

1. はじめに

建物被害が多発する大規模地震では、まず生き埋め者の救助・救出のため建物倒壊場所の把握が必要となり、次いで応急対応や避難者支援、復旧・復興対策に向けて一部損壊を含む被災建物数や分布の把握が求められる。しかし、自治体が行っている現状の対応では、建物被害状況把握に多大な時間を要している。図1に、熊本県が公表した平成28年熊本地震の熊本市内の被災建物数の推移を示す¹⁾。特に本震発生から約10日間は大きな増加がなく、被災建物数の把握には数ヶ月以上を要した。

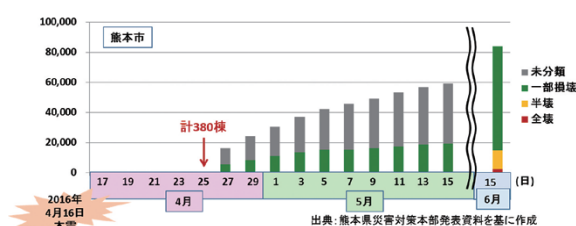


図1 熊本県が公表した熊本市内の被災建物数の推移

一方、被災建物を広範囲に把握するための1つの方法として、航空写真や衛星画像からの被災建物判読が実施されている²⁾。この方法は、画像から作業員の目で一軒ずつ判読するため、現地調査ほどではないものの、多くの人員と時間を必要とし、屋根の一部が損傷するなど軽微な破損の建物を判読することは非常に難しい。また、地震により被災した建物には、雨漏りを防止するための応急処置として、ブルーシートがかけられるため、被災した建物の分布・建物数を推定のために、ブルーシートに着目することは有効である^{3) 4)}。

そこで、平成28年熊本地震における航空写真

(垂直写真) 及び平成28年10月21日に発生した鳥取県中部地震における衛星画像を用いて、被災建物分布の即時把握を実施した事例を紹介する。

2. ブルーシート被覆建物の抽出手法

本手法ではまず、画像を同じような色を持つ複数の領域に分割する、領域分割処理を実施する。続いて、領域分割処理後の各領域において領域内の画素のRGB輝度の平均値を算出する。そして、各領域のRGB輝度の平均値をHSV色空間へ変換する⁵⁾。HSV色空間とは、色をH (色相)、S (彩度)、V (明度) の3つの成分で表したものである。実際にブルーシートがある領域をサンプルとして100カ所程度抽出し、このサンプルデータが有するH、S、Vの範囲をもつ領域を、ブルーシート領域とする。

試行段階で、上記H、S、Vの範囲からブルーシート領域の抽出を行ったが、ブルーシートでない領域をブルーシート領域として抽出してしまう過抽出がみられた。建物を被覆するブルーシートは、概ね明度が高い青色に見える。ただし、太陽光の反射でハレーションを起こし、白く見える場合がある。そのため、サンプルデータのSとVの値の散布状況をみて、サンプルデータの回帰直線を求めたところ、SとVの値に負の相関が得られた。その結果、式(1)の範囲をブルーシート抽出範囲として加えた。

$$V > -aS + b \quad (1)$$

ここで、 $-a$ はサンプルデータのSとVの値から回帰直線を引いた時の傾きを示す。 b は上記回帰直線から標準誤差の倍、Vの値を低くした

直線の切片を示す。式(1)を加えることにより、過抽出の領域を数多く除外した。

最後に、抽出したブルーシート領域と建物ポリゴンを使用し、ブルーシートが被覆している建物ポリゴンの抽出を行った。使用した建物ポリゴンは、国土地理院が提供している基盤地図情報のデータである。GISソフトで処理を行い、ブルーシート領域が重なった建物ポリゴンを、ブルーシートが被覆している建物とした。

3. 解析結果

3.1 熊本地震における航空写真を用いた事例

本震から4日後の4月20日に撮影したライセンス(ADS80)の航空写真を用いて、ブルーシート被覆建物の抽出を行った。解析対象範囲の面積は約590km²で、建物数は26万9500棟である。大きな被害が出た益城町と嘉島町の全域、熊本市と西原村の大部分を含んでいる。

図2に、ブルーシート領域の抽出結果とブルーシート被覆建物の抽出結果を示す。一部でブ

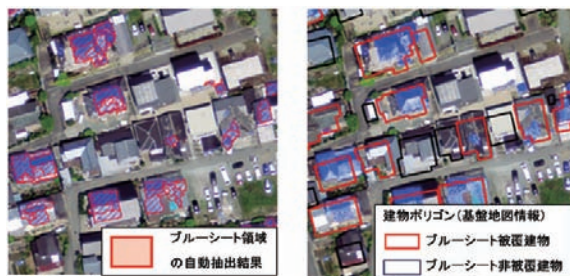


図2 ブルーシート領域とブルーシート被覆建物の抽出結果

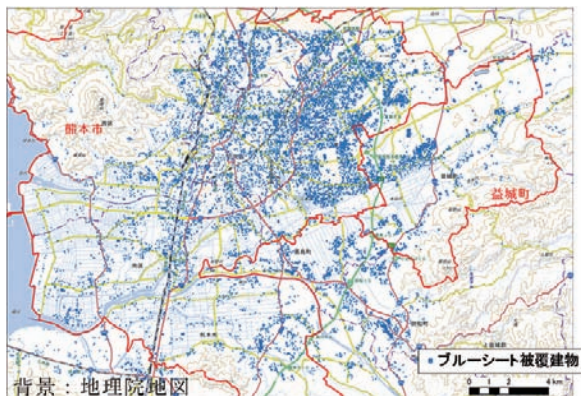


図3 抽出したブルーシート被覆建物の分布(航空写真)

ルーシートに似た青い色の屋根、建物の影等が抽出された箇所が見られたものの、ブルーシート領域が抽出できた。また、ブルーシート領域と重なった建物ポリゴン1万9933棟がブルーシート被覆建物として抽出された。ただし、使用した建物ポリゴンはデータが古く、抽出したブルーシート領域が建物ポリゴンと重ならないために、ブルーシート被覆建物として抽出されなかった箇所があった。また、ブルーシート領域が隣接する家屋の建物ポリゴンと重なってしまい、隣接する建物ポリゴンが誤って抽出された箇所もあった。

図3に、ブルーシート被覆建物の分布を示す。特に、熊本市東区から益城町にかけての地区に多く分布していることが確認できた。

3.2 鳥取県中部地震における衛星画像を用いた事例

2種類の衛星画像を使用し、それぞれの画像でブルーシート被覆建物の抽出を実施した。使用した衛星画像は、地震発生の約2ヶ月後に撮影されたWorldView-2とSPOT-7である。表1に撮影諸元を示す。解析対象範囲の面積は約158km²であり、倉吉市、北栄町、湯梨浜町、三朝町の大きな被害が出た部分を含んでいる。

図4に、ブルーシート領域の自動抽出結果を

表1 撮影諸元

撮影センサ	WorldView-2	SPOT-7
撮影日	2016/12/19	2016/12/19
地上解像度	0.5m	1.5m

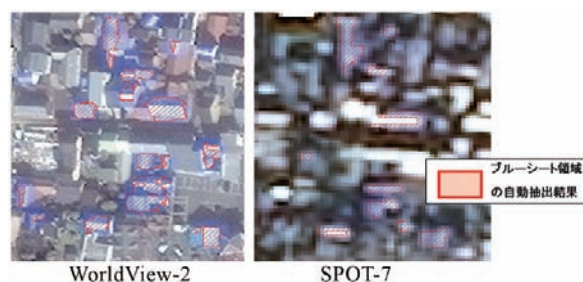


図4 ブルーシート領域の抽出結果



図5 抽出したブルーシート被覆建物の分布 (WorldView-2)



図6 抽出したブルーシート被覆建物の分布 (SPOT-7)

示す。今回の自動抽出により、ブルーシート領域はWorldView-2で約8.79ha、SPOT-7で約4.78ha抽出された。解像度により、面積が小さいブルーシートほど抽出できなかった傾向が見受けられた。主棟部分のみに被覆しているような小さな面積のブルーシートが抽出されず、SPOT-7ではより多くのブルーシートが抽出されなかった。

図5、図6に、ブルーシート領域と重なった建物ポリゴンを抽出した、ブルーシート被覆建物の自動抽出結果の分布を示す。WorldView-2では2,087棟、SPOT-7では1,165棟が、ブルーシート被覆建物として抽出された。どちらの結果も、倉吉市中心部でより多く分布しており、

抽出数が異なるものの、分布の傾向は変わらないことが確認できた。ただし、熊本地震の事例と同様、ブルーシート領域が隣接する家屋の建物ポリゴンと重なってしまい、隣接する建物ポリゴンが誤って抽出された箇所もあった。

4. 考察

航空写真を使用した場合、概ね良好な抽出結果が得られた。良好な結果が得られた大きな要因として、ブルーシートに似た青い色の屋根や車等の大きな物体が、一般的に存在しないことが挙げられる。また、サンプルデータのH、S、Vの値の範囲の他に、S-V相関による閾値を設定したことも良好な抽出結果につながった

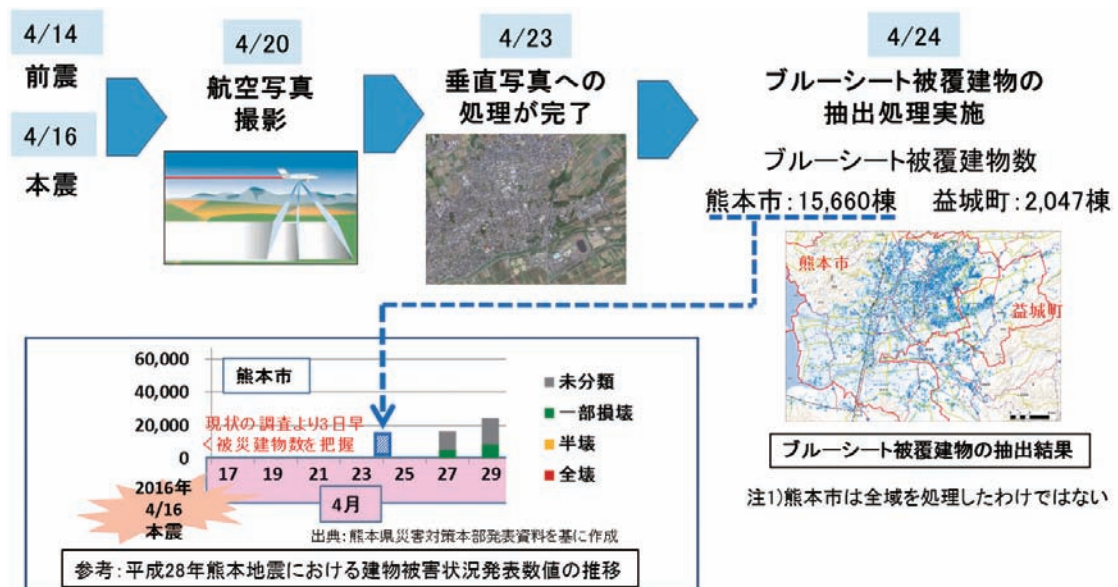


図7 熊本地震の際に実施したブルーシート被覆建物抽出のタイムライン

といえる。

衛星画像では、航空写真より解像度が低いものの、本手法を実施することで、ブルーシート被覆建物の分布傾向を知ることができた。一方で、SPOT-7のような解像度が低い画像ほど、ブルーシート被覆建物の抽出数は少なくなった。これは、被覆面積が小さいブルーシートが未抽出になることが原因と考えられる。精度向上の手法としては、解像度が低い画像ほど、領域分割処理の際に、より少ないピクセル数で、領域分割されるようにするなどが考えられる。

今回、航空写真からブルーシート被覆建物を抽出する処理は、何れの事例も数時間で完了できた。図7に、熊本地震の際に実施したブルーシート被覆建物抽出についてのタイムラインを示す。4月24日の抽出処理完了時に、熊本市内では1万5660棟のブルーシート被覆建物を抽出しており、自治体が行っている現状の調査より短時間で被災建物数を知るための情報となることが判明した。

5. おわりに

ブルーシートに着目することで、被災建物分布の推定が可能であることが分かった。どの地域でより被害が大きいのかなど、地震発生後に定量的に把握しにくい情報を早く取得するための1つの指標になるデータといえる。

また、本手法は、衛星画像にも適用できることが分かった。一棟単位の被害判読に利用するのは難しいものの、被災建物の分布を確認することができた。衛星画像が入手できれば、本手法を使用することにより、航空機による空撮

をその都度実施することなく、被災建物の分布状況を知ることができる。

今後は、抽出精度の向上を目標として、手法の改良や、高解像度の衛星画像への手法の適用を進めていく。

参考文献

- 1) 熊本県:災害対策本部ホームページ(参照日:2018.4.21)、http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15459.html
- 2) 山田哲也・下村博之・細川和弘・寶楽裕:衛星・空中写真を用いたH28熊本地震の建物被害緊急判読、先端測量技術109号、pp.89-90、日本測量調査技術協会、2017.
- 3) 本田禎人・望月貫一郎・下村博之・門馬直一:成28年熊本地震での被災建物判読を目的としたブルーシート被覆建物の自動抽出、日本地震工学会2016年大会梗概集、2016.
- 4) 本田禎人・望月貫一郎・下村博之・門馬直一:鳥取県中部地震での衛星画像によるブルーシート被覆建物の自動抽出、日本災害情報学会第19回学会大会予稿集、2017.
- 5) 昌達慶仁、[詳解] 画像処理プログラミング、SoftBank Creative、pp.257-259、2008.

執筆者

本田 禎人 (ほんだ よしひと)

株式会社パスコ

(共著者) 所属は筆頭著者に同じ

望月 貫一郎 (もちづき かんいちろう)

下村 博之 (しもむら ひろゆき)