

高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発（第1年次） －デジタルカメラの迅速な処理－

実施期間 平成19年度～平成21年度
測図部測図技術開発室 笹川 啓 渡部 金一郎
中島 最郎 小井土今朝己
大野 裕幸 田中 宏明

1. はじめに

我が国は、地勢上大規模地震の発生が避けられないため、被害を最小限にとどめるための減災対策が重要な課題である。特に、人命救助のためには災害発生直後の迅速な対応が必要である。しかしながら実際のところ、種々の要因により被害の早期把握がなされているとは言い難い状況である。これらをふまえて国土交通省では、総合技術開発プロジェクト「高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発」を平成19年度より開始した。このプロジェクトの一環として国土地理院では、迅速な被災状況の把握を行うための技術開発を行っている。

2. 研究概要

平成19年度は、災害発生後の迅速な空中写真撮影方法の把握を目的として、撮影可能時間帯に関する調査研究及び被災状況を把握するうえで最適な地上解像度に関する調査研究を行った。また、二時期の空中写真から倒壊家屋を自動抽出する手法の開発を行い、その精度検証を行った。

3. 被災状況の把握に最適な空中写真の諸元に関する調査研究

デジタル航空カメラを使用して迅速な被災状況の把握を行うためには、まず始めに効率的な撮影を行うことが必要である。空中写真撮影においては、地上解像度の高い写真を撮影するほど一枚の画像に写る範囲が狭くなるため、より多くの時間をかけて撮影を行わなければならない。その一方で、地上解像度の低い画像になるほど、判読やステレオマッチング等の処理における精度や効率が低下する。そこで今回、災害対応にとって最も効率的な空中写真は、どの程度の地上解像度を有するものであるかについて調査研究を行った。

今回の研究では、単眼のデジタル航空カメラ「DSS」を利用し、荒川地区（東西5km×南北2km）を地上解像度15cm、30cm、60cmの3段階で撮影した。撮影諸元を表-1に示す。表-1から分かるとおり、DSSは総画素数がおよそ2000万画素の単眼小型カメラを使用している。そのため、民生用デジタルカメラと同様に、撮影後すぐさまデジタル画像としてデータを取り出すことが可能である。なお、DSSのレンズディストーションは非常に大きいため、その補正を正確に行うなどの注意が必要である。

表-1 荒川地区撮影諸元

撮影諸元	撮影日時	平成19年9月
	地上解像度	15cm, 30cm, 60cm
	飛行高度	980m（地上解像度15cm） 1620m（地上解像度30cm） 3800m（地上解像度60cm）
カメラ諸元	カメラ名	DSS322
	焦点距離	60mm
	画像サイズ	4092pixel×5436pixel

地上解像度別の画像を図-1に示す。図-1に表示した程度の縮尺においては、地上解像度15cmと30cmの画像に大きな差は見られないが、地上解像度60cmの画像は明らかにエッジや色調の鈍いことが確認できる。これは、地上解像度60cmである

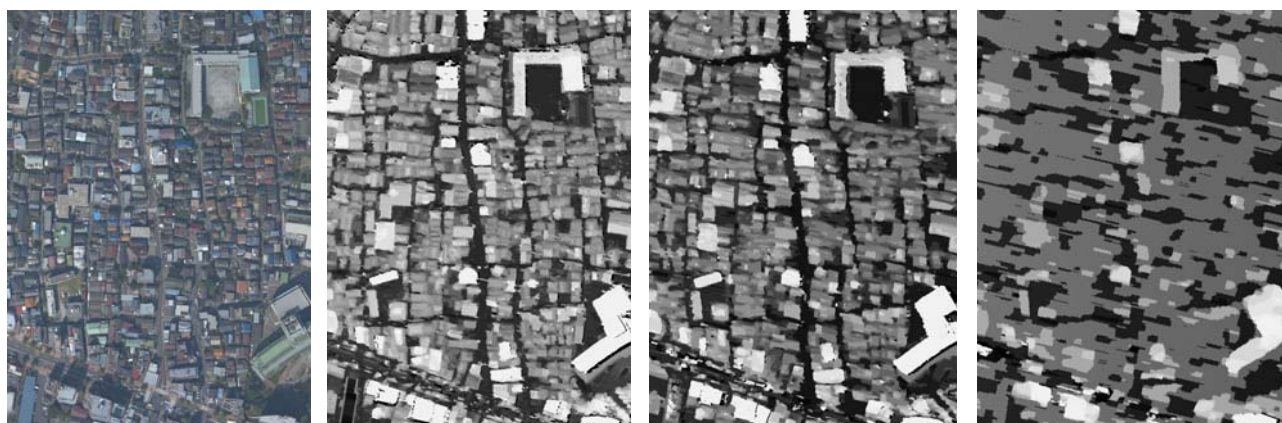


地上解像度 15cm 地上解像度 30cm 地上解像度 60cm

図-1 画像比較（地上解像度別）

ことそのものに加え、大気中の各種物質による拡散が影響しているものと思われる。

次に、DSS画像に対してステレオマッチングを行い、DSMを作成した。その一部を図-2に示す。



オルソ画像 地上解像度 15cm 地上解像度 30cm 地上解像度 60cm

図-2 ステレオマッチングにより作成した DSM

図-2より、地上解像度15cmの画像から作成したDSMについては、ほぼ全ての建物について表層高を取得できていることが確認できる。地上解像度30cmの画像から作成したものについては、小さな建物一棟単位での取得はできず隣の建物と同化してしまっているが、小規模建物を除いてはおおよそのデータを取得できていると言える。一方、地上解像度60cmの画像から作成したDSMについては、建物の形状を殆ど留めておらず、地上解像度及びデータ精度の面で使用に耐えるものではないと判断される。これらの点及び第5章で述べるDSMの活用手法を勘案すると、災害発生後の被災状況を把握するための空中写真としては、30cmよりも高い地上解像度での撮影が好ましいと考えられる。

4. 空中写真の撮影可能時間帯に関する調査研究

迅速な被災状況の把握を行うためには、先に述べたとおり効率的な地上解像度での撮影を実施すると同時に、撮影可能な時間帯を正確に把握し、その範囲内で目一杯撮影を実施することが必要となる。そこで本研究では、撮影可能な時間帯を把握するため、デジタル航空カメラ DMC による夕刻撮影を行った。

夕刻撮影の撮影諸元を表-2に示す。DMC を始めとするデジタル航空カメラの多くはその色深度が 12 ビ

表-2 京都夕刻撮影諸元

撮影諸元	撮影日時	平成 19 年 12 月 6 日
	撮影時刻	10:27-10:46 (日中撮影) 14:55-16:58 (夕刻撮影) [日没時刻:16:45]
	地上解像度	10cm
	飛行高度	1000m
カメラ諸元	カメラ名	DMC
	焦点距離	120mm
	画像サイズ	7680pixel × 13824pixel
	色深度	12ビット

ットであるため、従来のアナログ航空カメラより詳細な色表現が可能である。そのため、光量の少ない夕刻撮影においても、アナログカメラより画質のよい空中写真が撮影できると考えられる。撮影された画像の一例を図-3に示す。

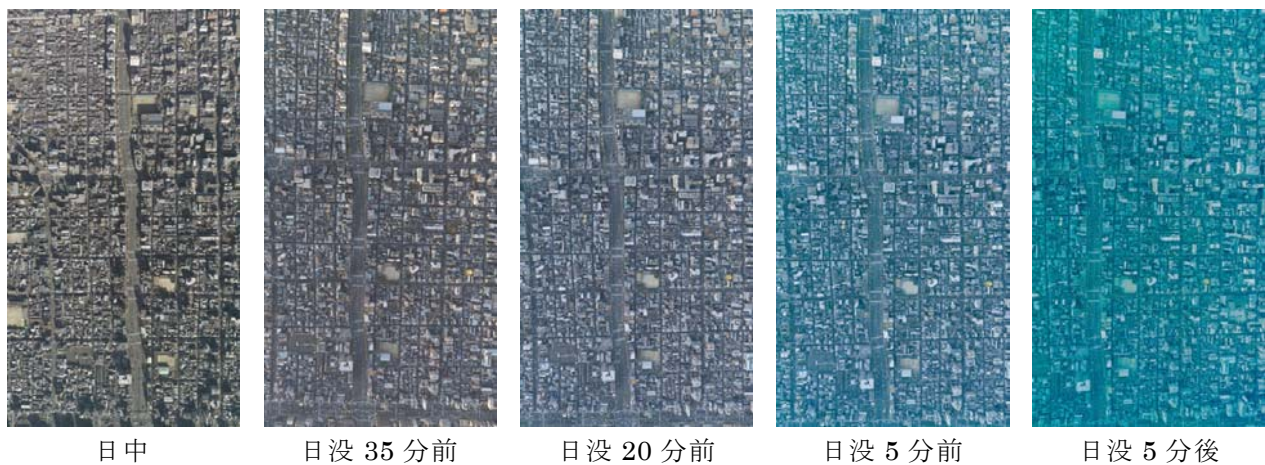


図-3 撮影時間帯の異なる画像の比較

図-3より、コントラストは徐々に低下しメリハリのない画像となっていくものの、空中写真の撮影を行うこと自体は日没5分後まで可能であることが分かる。さらに、日没35分前の画像と日中撮影の画像を比較すると、日没35分前の画像の方が若干コントラストは落ちるものの、あまり遜色のない画像となっていることも確認できる。

図-3の一部箇所の拡大画像を図-4に示す。日没時刻が近づくにつれて画質が徐々に低下していく様子は図-4からも確認できるが、日没5分前の画像までは建築物や白線のコントラストがしっかりと出ており、判読する上で大きな影響はないものと考えられる。

以上のことから、夕刻に撮影された空中写真も災害対応に十分利用可能であるということが出来る。

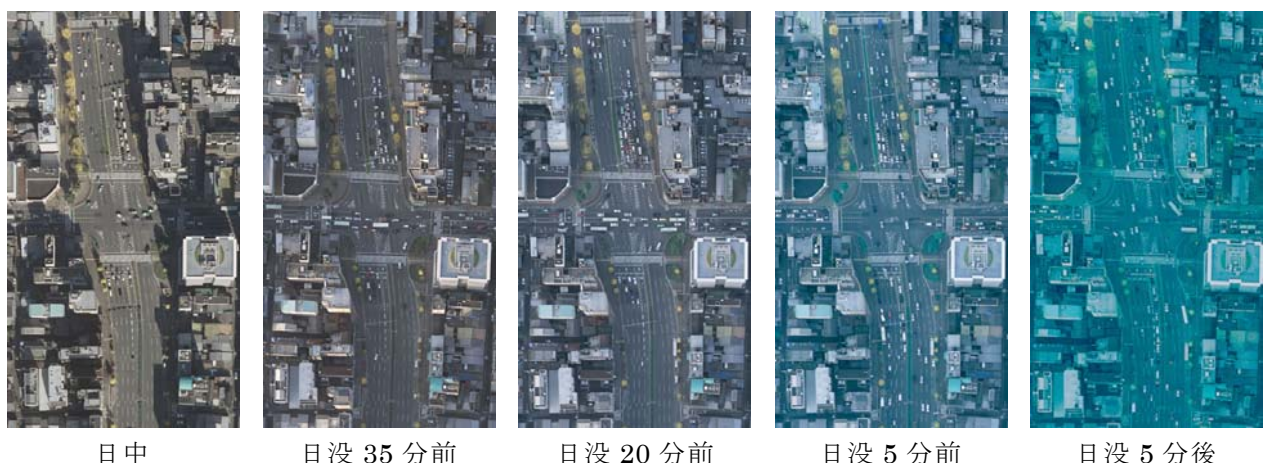


図-4 撮影時間帯の異なる画像の比較（一部拡大）

5. 二時期の空中写真を用いた倒壊家屋自動抽出手法の開発

迅速な被災状況の把握を行うためには、空中写真を撮影した後の処理も重要である。従来は、人間が空中写真の判読を行うことにより倒壊家屋を抽出していたが、これは人手と時間をかけて実施しなければならない作業であり、迅速な対応とは言い難い。また、被災箇所が広範囲にわたる場合や被災

の程度が大きい場合にもその限界が見えてくる。そこで、災害発生前及び災害発生後の空中写真を利用して自動的に被災箇所(倒壊家屋)を抽出する手法について、研究開発を行った。

今回開発した手法の処理工程を図-5に示す。本手法ではまず、災害発生前及び災害発生後の空中写真を利用してそれぞれのDSMを作成する。その際、建物一棟単位での被災箇所抽出を行うため、全画素ステレオマッチングソフトウェアを使用し、空中写真の地上解像度と同一メッシュサイズのDSMを作成する。次に、二つのDSMの差分を取り、被災前より被災後の方が低くなっている箇所を抽出する。その後フィルタリングを実施して、差分値が2m以下の箇所(車両の移動等が原因と考えられる箇所)やDSMを作成する際に発生する線状ノイズを削除する。この一連の工程によって被災箇所抽出データを作成する。

倒壊家屋抽出の例を図-6に示す。図-6は、平成19年7月に発生した新潟県中越沖地震における柏崎市の倒壊家屋を自動抽出し、都市計画図と重ね合わせたものである。被災前の空中写真として地上解像度16cmで平成19年4月に撮影されたものを、被災後の空中写真として地上解像度20cmで平成19年7月に撮影されたものを使用した。精度検証のための現地調査を行ったところ、自動処理によって倒壊家屋とされた建物のおよそ9割は実際に倒壊していることが分かった。現在のところ事例はこの一つだけであるが、今回の結果より本手法の有用性が示唆される。

6. まとめ

迅速な被災状況の把握を目指して、本年度は3項目の調査研究を行った。その結果、空中写真が災害対応の場面において有用なデータとなるためには、30cmよりも高い地上解像度で撮影を実施しなければならないことが分かった。また、空中写真の撮影時刻については、通常の空中写真撮影が実施されない夕刻時であっても、十分利用可能な空中写真画像を取得できることが分かった。更には、災害発生前及び直後の空中写真を利用することにより、広範囲の倒壊家屋をほぼ的確に把握することが可能であることを確認した。今後、災害状況を把握するための新たな写真撮影手法の調査研究を実施するとともに、倒壊家屋抽出の際に行うフィルタリングのプログラム改良を行い、より高い精度での倒壊家屋抽出を目指す予定である。

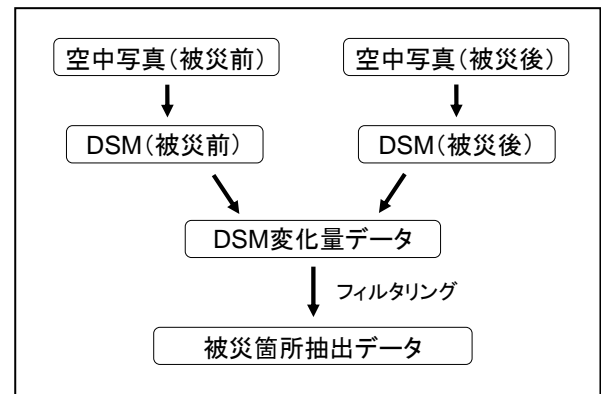


図-5 倒壊家屋抽出処理工程



図-6 倒壊家屋抽出例 (黒色：倒壊箇所)