

高精度デジタル航空カメラ(DMC)による 地震被害検出技術

小野田 敏* 高山 陶子* 三富 創* 鈴木 雄介*

はじめに

平成16年10月23日、新潟県中越地方で最大震度7の地震が発生した。今回の地震被害の特徴として、小千谷市・長岡市・旧山古志村などの比較的狭い範囲に被害が集中したこと、また、地すべり・斜面崩壊等が非常に多く発生したこと等が挙げられる。

また、地震発生直後から、各航測会社が従来の空中写真撮影にとどまらず、衛星画像やレーザー計測、高精度デジタル航空カメラ(DMC)等の先端技術により災害状況を把握したことが特筆できる。

本報告は、主に高精度デジタル航空カメラ等の最新技術の紹介と、今後の展望と課題等についてとりまとめたものである。

1. 高精度デジタル航空カメラ(DMC) について

今回用いたDMCによるデジタル航空写真

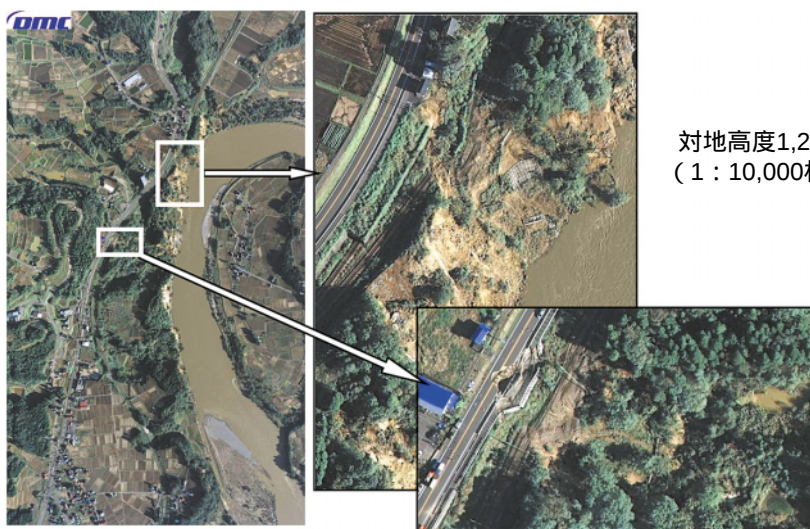
は、フィルム現像やスキャニングおよび空中三角測量も不必要であるので、即時的、効率的な撮影・解析が可能である。また、レンジ幅が12Bitであり色彩の再現性が高いことから、影部の明暗をより幅広く調整出来るなど、高画質の画像取得が可能である。

DMCの諸元は表1に示したとおりである。

DMCは理論上、高度約500mから約5cmのものが分解可能である。今回の災害において

表.1 デジタルカメラDMCの諸元表

パンクロの解像力	13,500 × 8,000ピクセル
4個のレンズシステム f =	1 : 4.0 / 120mm
画角	69.3° × 42°
4チャンネルカラーRGBとNIR	2,000 × 3,000ピクセル
4個レンズシステム f =	1 : 4.0 / 25mm
シャッター速度と絞り	可変式
記憶容量	840GB
撮影間隔	2秒
ラディオメトリックな解像力	12bit
重量(記憶装置を除く)	約80kg



対地高度1,200mから撮影
(1 : 10,000相当)

図.1 川口町大字天納付近
信濃川沿いの斜面に発生した崩壊
によりJR上越線の路盤が流失し
た。線路が宙吊りになっているの
が判読できる。

* アジア航測株式会社



図. 2 国道17号（小千谷市津山地区）



図. 3 東竹沢の北側斜面（拡大）
（幅数10mの亀裂が判読できる）

も、図. 2～図. 3に示したように、地すべりブロック内の亀裂状況や、道路路面のクラック等の被災状況を詳細に把握することができた。特に道路路面や地すべりにより生じた水田の亀裂等が明瞭に把握でき、周辺の崩壊状況などとも総合的に把握することにより、地すべりによる移動範囲の特定や、単なる沈下なのかなどを特定することができる。

さらに、各種画像処理により陰影部もデータを損なうことなく取得できるという利点がある。

2. 地すべり判読への応用

DMC画像は高い解像度と12bitの階調を有する。

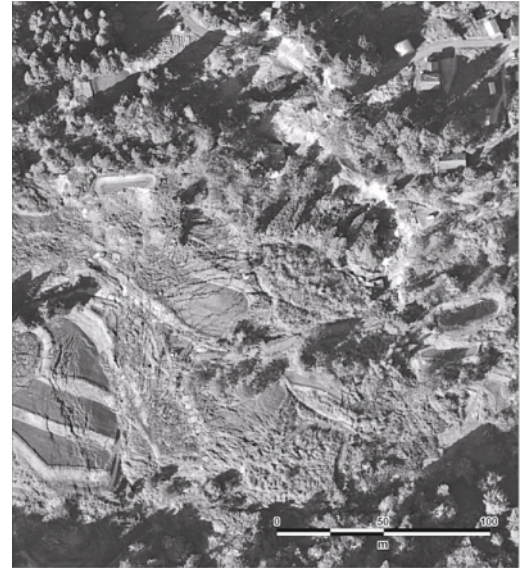


図. 4 地すべりブロック内の亀裂状況

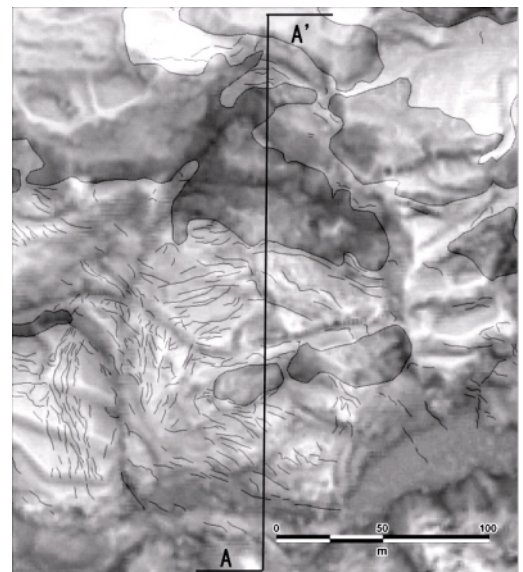


図. 5 亀裂の抽出例
（網掛け部分は樹木により判読不能箇所）

このため、これまでのアナログ空中写真では難しかった、影部や亀裂の判読を行うことも可能である。すなわち、DMC画像を用い、レーザー計測による地形データからは読みきれない地すべり内部および周辺に分布する亀裂を読み取り（図. 4）、亀裂の方向、密度等を区分することにより、地すべりブロックの活動範囲や移動方向について考察することができる。また、後述するように亀裂等を自動抽出することも試みられている¹⁾。

図.5では、亀裂方向の異なる複数のゾーンが存在し、それらでは亀裂の密度や長さなども変化していることが読み取れる。また、必ずしも従来の地すべり地形に調和的に発達しているわけではない²⁾。

3. DEMデータとの融合

今回の災害撮影ではレーザー計測も実施している。レーザーで取得された1mDEMと前述したDMC画像等を融合することにより、定性的な状況把握だけでなく、定量的な計測が可能となる。

例えば、大容量の画像・地形データを3次元描画できるソフトウェアで、詳細な景観を再現することができる(図.6、7)。

これらの表示空間の内部は全て3次元座標で保有しているため、距離、面積、体積計算を行うことが可能な他、位置情報に基づいた

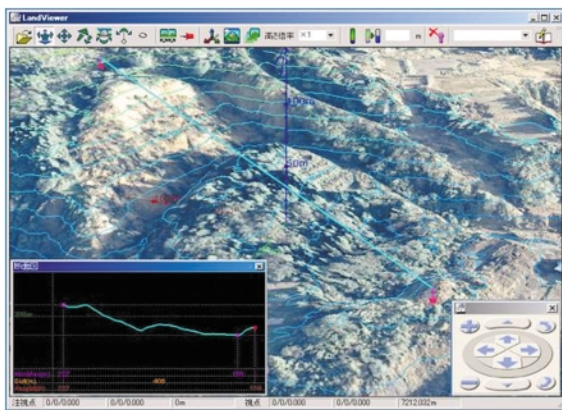


図.6 3次元可視化ソフトによる画像

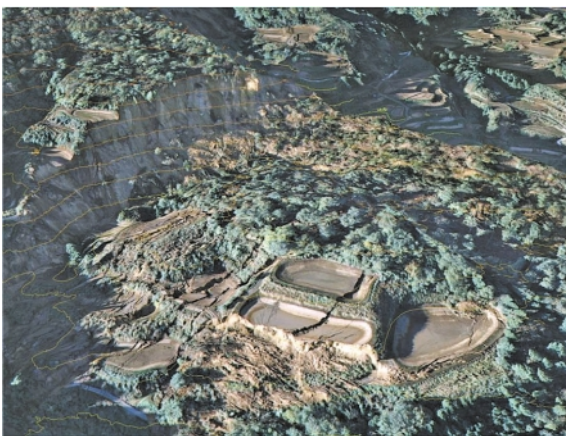


図.7 山古志村梶金地すべり滑落崖付近

詳細な視野設定を行うことができる。さらに、測線と断面図をリンクさせ、断面図の描画と更新を行うことができる。

4. 被害箇所抽出技術

DMCの12ビットの幅広い階調を有効に使うことにより、土砂災害箇所を自動的に抽出することが可能となる。例えば、線状の暗部やエッジ成分を強調することにより、亀裂の自動抽出が可能となる。さらには、崩壊土砂の色調に着目して、いくつかの教師データのRGB分布からほぼ相似した色調箇所を抽出することにより、崩壊箇所を自動的に抽出することが可能である。(図.9)さらに、他のパラメータ(エッジ成分や勾配等)を追加することにより、土砂崩壊や家屋倒壊をより高い精度で自動的に抽出することも試みられている³⁾(図.8、図.10)。

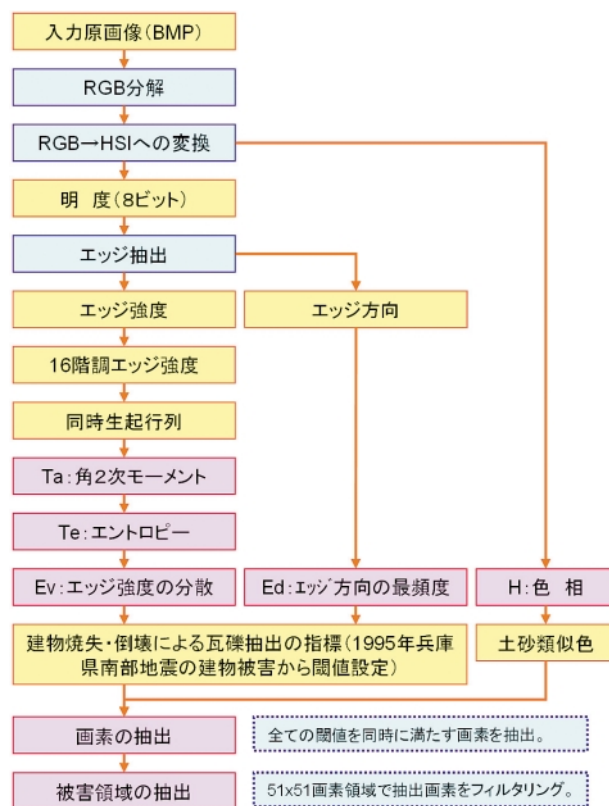


図.8 被害抽出の流れの一例

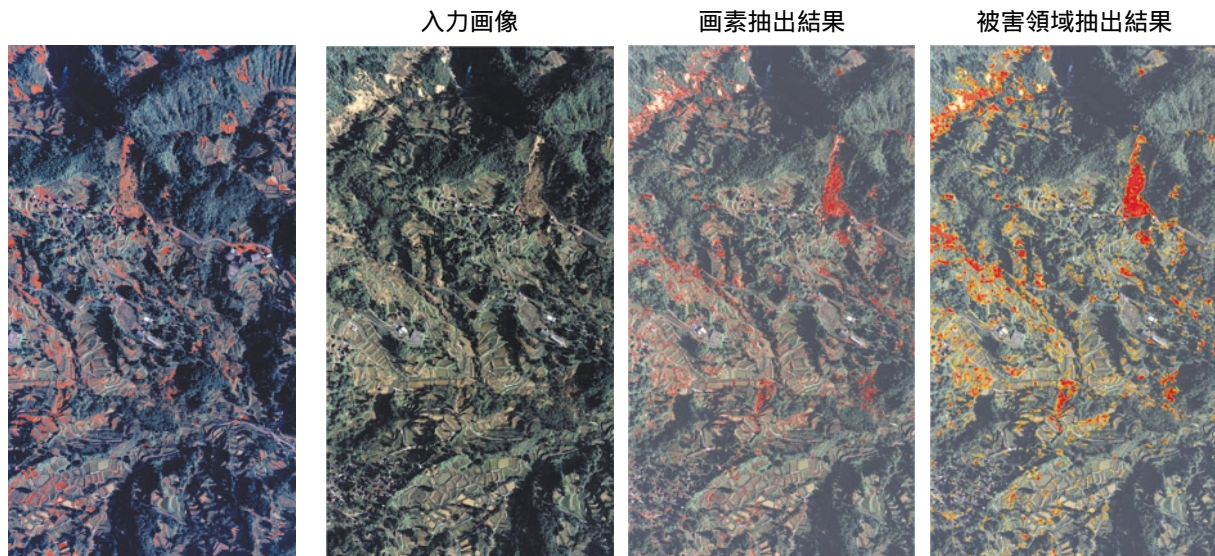


図.9 RGBのみでの抽出

図.10 旧山古志村中心部 抽出結果

5. 今後の展望と課題

地震直後は、いかに早く正確な情報がそれらを必要とする人々に提供することができるが重要となる。そのイメージを図.11に示す。

今回の災害では、多くの詳細なデータがデジタルで取得でき、インターネット等を通じて配信することもできたが、課題も多い。ただし、列挙した課題は解決可能であり、地震災害時に計測技術者の果たす役割と責任は益々重くなるであろう。

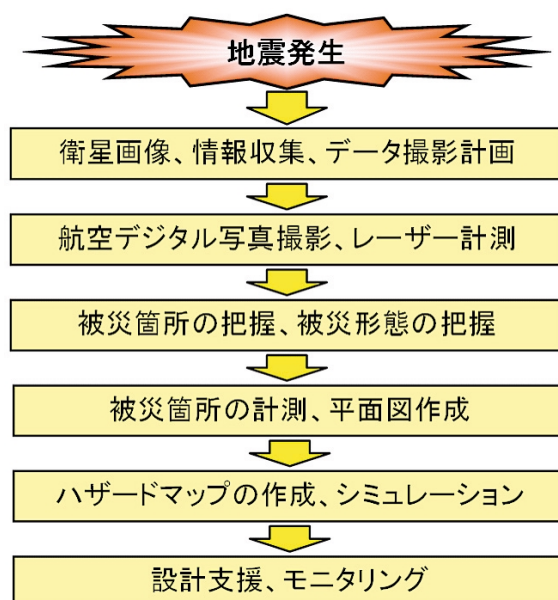


図.11 災害時の地形情報対応流れ図

精度に比例してデータが大きくなり、データ処理および画像などの処理環境が限定される。

各航測会社などのデータ取得範囲が似通っており、データの重複が多い。

データの著作権や配信等の手続きやルールが曖昧である。

被災箇所の自動抽出化等による災害形態の把握も含む即時性も求められている。

あらかじめ地震前の地形を取得しておくことにより、土砂移動現象などをより定量的に把握することが可能となる。

行政・住民が必要とするデータの見極めや配布先が十分に検討されていない。

■ 参考文献

- 1) 川邊 洋ほか：2004年新潟県中越地震による土砂災害（速報）、砂防学会誌、57（5）、pp.39-46、2005
- 2) 高山陶子ほか：中越地震において発生した地すべりの微地形解析、第44回日本地すべり学会研究発表会講演、pp.481-484、2005
- 3) 三富 創ほか：空撮画像を用いた汎用的な建物被害抽出方法に関する考察、土木

学会論文集、No.710/I-60、pp.413-425、
2002

■ 発表者紹介

小野田 敏（おのだ さとし）

所属：アジア航測