

# ヘリコプターを用いた斜面調査手法

## The slope research method using the helicopter.

藤本純一\*，太田英将（有限会社太田ジオリサーチ）

萱原敏史（株式会社スカイマップ），里 優（株式会社地層科学研究所）

Junichi FUJIMOTO・Hidemasa OHTA（Ohta-GeoResearch Co.,Ltd.）

Toshifumi KAYAHARA（SKYMAP Co.,Ltd.），Masaru SATO（Geoscience Research Laboratory Co.,Ltd.）

キーワード：ヘリコプター，斜面調査，治山パトロール，植生調査，崩壊地地形図

Keywords：Helicopter, Slope investigation, Forestry conservation patrol, Vegetation investigation,

Landslide Scar Topographical Map

### 1. はじめに

山地や長大斜面の調査あるいは広範囲にわたる調査を行う場合，地上からの調査では大変な労力がかかるとともに物理的な限界が存在する。そのような場合，空中からの調査が威力を発揮することとなる。これまで，ヘリコプター・小型飛行機等を使った空中写真撮影やその解析による諸図面作成は非常に高価なものであった。

本ポスターセッションで紹介する小型有人ヘリコプターを用いた3つの斜面調査手法は，手軽に実施できる手法であるとともに，必要な情報を十分に得ることができる精度で実施される手法である。



Photo.1 小型有人ヘリコプター

（米ロビンソンヘリコプター製，R22，二人乗り用）

### 2. 治山パトロール

本調査手法は，ヘリコプターから広範囲な森林のデジタルビデオ撮影を短時間で行い，風倒木被災地，崩壊地分布調査，枯損調査を行う。

撮影したビデオから風倒木被災地や崩壊地の写真をキャプチャーし，Fig.1 に示す帳票を作成する。撮影位置は GPS で押さえ，これらを用いて，森林 GIS として森林管理を行う。

治山パトロール帳票		Page.1			
日付	2001年2月11日	時刻	12:06:05	天気	晴れ・強風
東経	135° 31' 47.4"	北緯	34° 9' 40.3"	重要度・緊急度	A・B
位置	県 振興局管内		目的	治山パトロール	
大規模崩壊地頭部状況（最上部は未対策）					
デジタルビデオ画像から静止画を切り出して帳票を作成しています					
					
記載			調査		
頭部滑落崖付近は裸地となっている。今後直立した頭部滑落崖付近から、新たな崩壊が発生する可能性がある。			定期的な監視。必要に応じて落石シミュレーションを行う必要あり。		
崩壊に伴って落石が道路まで達する恐れがある。			対策		
滑落崖付近には植生が存在せず、断続的に小崩壊が発生している可能性がある。			発生源対策をする場合には、「密着式ロックネット工」が適している。エネルギー量の大きな落石が発生する可能性がある場合は、「リングネット工」による待ち受け工が適している。		
重要度・緊急度は、A（非常に高い）・B（高い）・C（要監視）・D（やや低い）・E（低い）					
製 大源昌株式会社 TEL 0725-21-8000 FAX 0725-21-8881 dsj@genjns.ne.jp					
コメント 有限会社太田ジオリサーチ TEL 078-907-3120 FAX 078-907-3123 off@icelonia-geo.co.jp					

Fig.1 治山パトロール帳票サンプル

### 3. 植生調査

緑被率調査・植生調査は相当の経験と、労力がかかる作業である。ここで紹介する手法はその作業を大幅に効率化し、かつ精度向上を目的としたものである。

解析はヘリコプター等から撮影した空中写真を画像解析技術により行うものであり、その画像解析技術は、自然界の物性に対応した「 $L^*a^*b^*$ 分解」と、パターンを学習することにより認識率が高まる「ニューラルネットワーク技術」を組み合わせたものである。

次に画像解析の手順を示す。

取得した空中写真を  $L^*a^*b^*$ 分解する。

$L^*$ ：色の明度を示す（100 が白，0 が黒）

$a^*$ ：赤緑の色程度を示す（正方向が赤，負が緑）

$b^*$ ：黄青の色程度を示す（正方向が黄，負が青）

緑が樹林・農地，黄が草地，赤が裸地・人工構造物に区分される（Fig.3）。

（Fig.3の丸印付近では、建物や樹木の影の影響で、林地面積がやや小さくなっている）

の段階で建物の影の影響を受け認識率の低い個所や緑色の屋根・緑色のテニスコート等誤認識された部分に対して、正しい認識を学習させ再度  $L^*a^*b^*$ 分解する（Fig.4）。

学習を数回繰り返す、最終的に高い認識率の植生分布が得られる（Fig.5）。

（Fig.4 から Fig.5 へと進むと、丸印内の林地面積が改善されている）

#### 本解析上の留意点と課題

今回試した解析結果で、最も誤認識が多かったのは、構造物や大型自動車の影の影響である。高層ビルなどの影は、印画紙焼き付けの色合いと相まって、解析上緑地と判断されやすい。このため、都市部での撮影は極力影の出来ない時間帯に行うことが望ましい。



Fig.2 空中写真原図

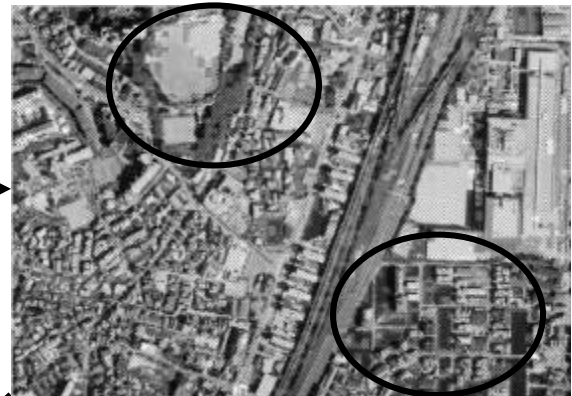


Fig.3 初期段階  $L^*a^*b^*$ 分解



Fig.4 学習後  $L^*a^*b^*$ 分解

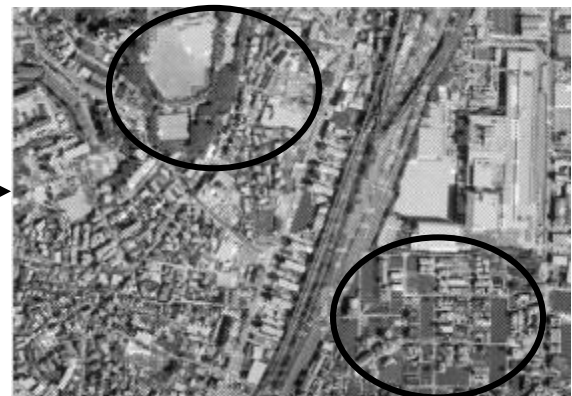


Fig.5 最終段階

1枚の画像において学習した認識パターンは、他の画像に利用できるが、都市部・田園地帯・山間部などではそれぞれ認識パターンが異なるため、地域ごとに学習結果を保存し、地域の土地利用パターンに合わせた学習結果を適用することにより精度が向上する。

#### 4. 崩壊地地形図作成

空中から撮影した斜め写真を用いて、三次元データで構成される地形図の作成手法を紹介する。

対象斜面は人工斜面・崩壊地斜面・対策済み法面・岩盤斜面など植生の繁茂していない斜面が望ましい。

次に作成手順を示す。

##### 単点の設定

撮影された写真に対して、単点を設定する。単点は崩壊地の端・水路・露岩など他の写真にも写っている位置に設定する (Fig.6)

##### 対応点の設定

で設定した単点に対し、他の複数の写真上で対応点を設定する。対応点は2枚以上の写真で設定する (Fig.7)

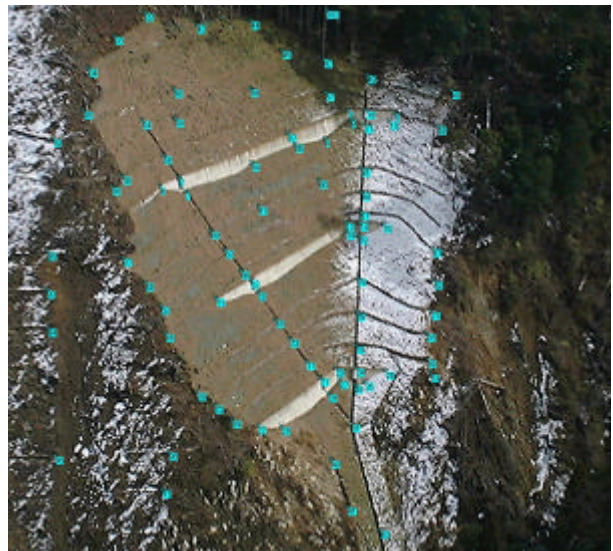


Fig.6 単点の設定

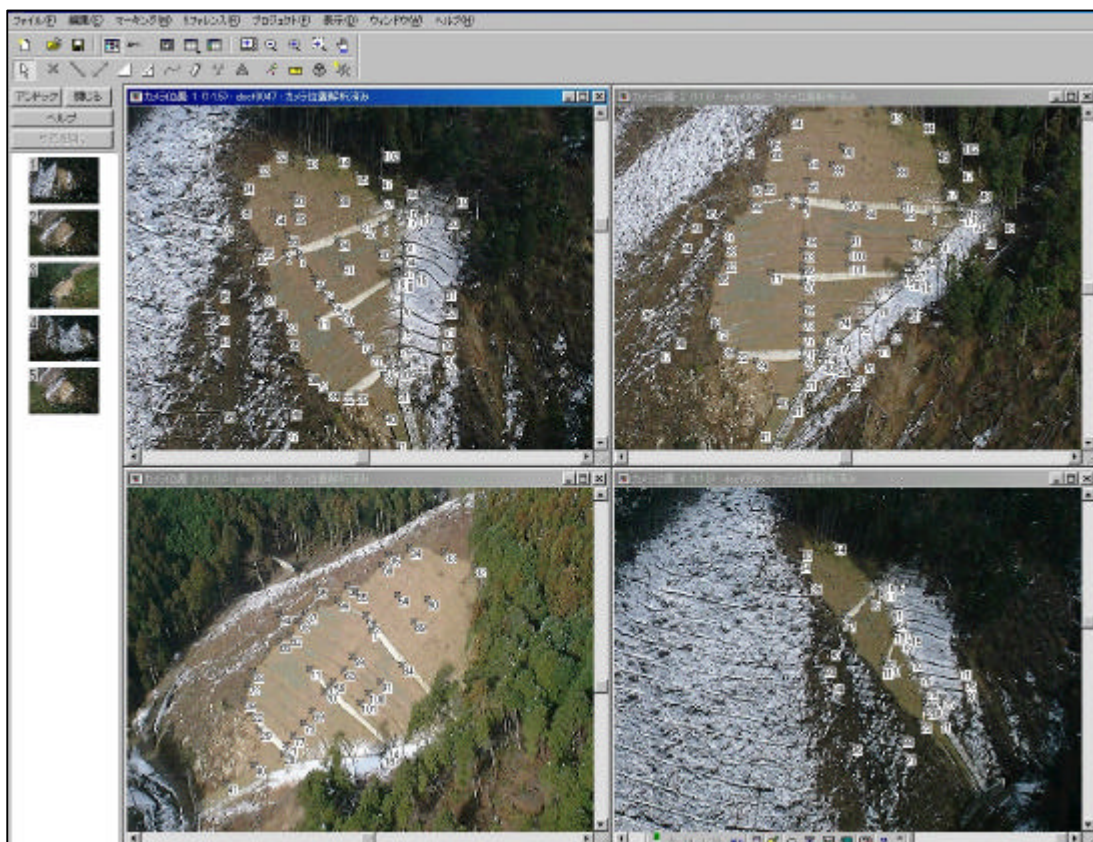


Fig.7 複数の写真への対応点の設定

### 三次元解析

カメラの諸元と写真の対応点より、対応点の三次元解析を行う。カメラの座標、回転角、単点の座標をバンドル法\*により求める。

(\*バンドル法：写真測量手法の一つで、カメラや単点などの座標が未知の場合に用いられる)

### 地形図の作成

で得られた三次元座標 (XYZ 座標) をもとに等高線を作成する (Fig.8)

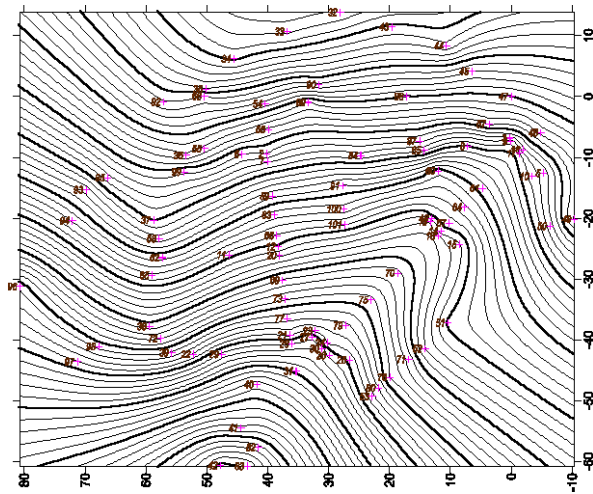


Fig.8 単点座標による等高線の作成

### 三次元座標取得による応用

地形の三次元データを取得することにより、地形のワイヤフレームモデル (Fig.9)、最大傾斜方向図 (Fig.10)、傾斜区分図 (Fig.11) などの種々の図面を作成することができ、地形情報をより深く理解することが出来る。

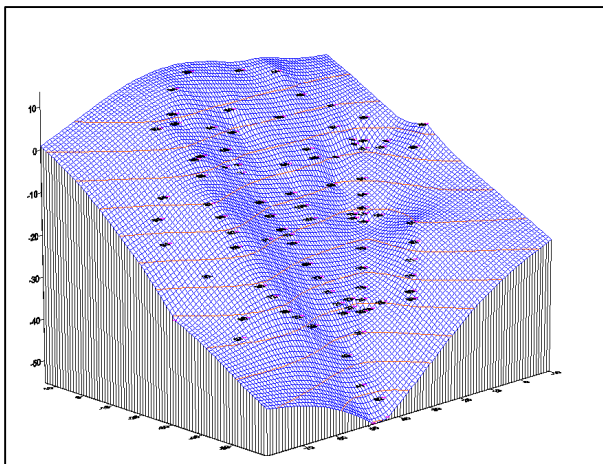


Fig.9 ワイヤフレームモデル

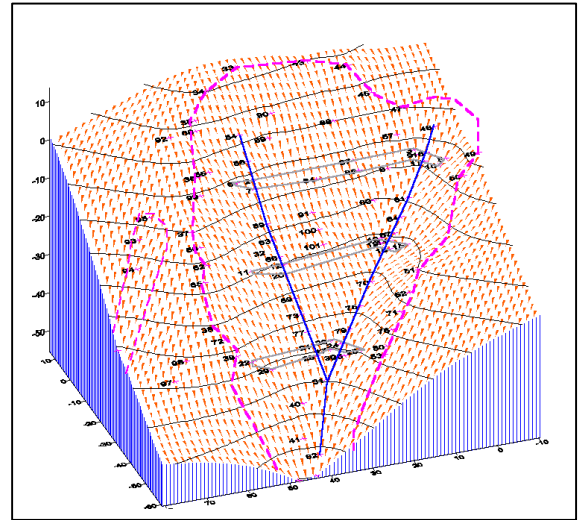


Fig.10 最大傾斜方向図

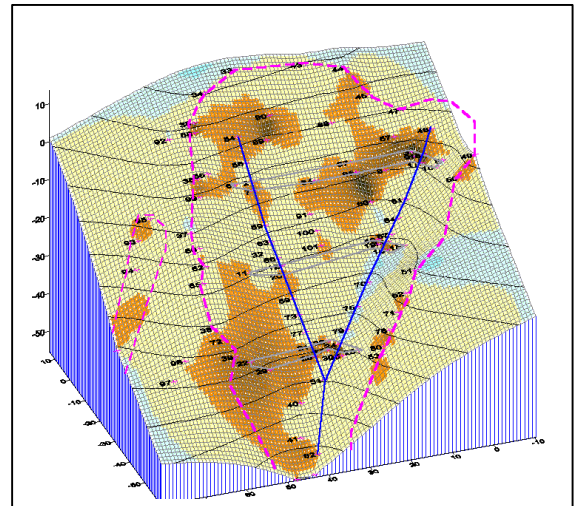


Fig.11 傾斜区分図

## 5.まとめ

今回紹介した手法は、作業の効率化や迅速性を目標とするものであり、なおかつ低価格化を目指すものである。これにより、より多くの地域や個所の調査を実施することが可能となる。

今後、これまで以上に、多くの斜面等におけるソフト・ハード対策が必要となっていくなか、このような手法が求められるであろう。