

# 小型ヘリコプター撮影画像を利用した 中国地方の低コスト防災調査技術開発に関する研究



所属名：広島大学大学院  
工学研究科  
発表者：作野 裕司

## 1. はじめに

近年、台風に伴う豪雨等の気象条件の他、山間部の植林・間伐などの管理不足、斜面の安定化を目的とする施工の不備等の原因も加わり、土砂災害の発件数は増加傾向にある。特に広島県は、我が国で最も土砂災害危険地域が多い自治体であり、実際多くの土砂災害が多発している。こうした状況下で最近広島県は、インターネット上（広島県防災 Web）で土砂災害マップや降雨状況を公開するなど、防災に関するあらゆる試みを行っている。しかしいまだに土砂災害予測は難しく、土砂災害マップを作成するための現地調査も時間と労力がかかることから頻りにマップを更新することも容易ではない。

一方、自然斜面や切土、盛土法面を対象とした土砂災害危険箇所評価にデジタル写真測量技術を応用する研究は、様々な災害研究分野の中で最も注目されている研究の一つである。特に衛星データ解析で培われたリモートセンシング(RS)や地理情報システム(GIS)技術を利用した土砂災害危険度評価手法は、現場技術者の判断(調査地決定等)を支援するシステムとして今後さらなる応用が期待される。ただしこのようなRSやGIS手法は解像度や観測精度や画像データコスト等の問題により必ずしも実務で十分利用されているとはいえなかった。

以上のような背景から、ヘリコプター等低高度の撮影が可能なプラットフォームを使って、高解像度・高頻度で衛星RSと同様の多波長デジタルデータが比較的簡単に入手・解析できれば、土砂災害危険度評価データの一つとして非常に役立つと考えられる。そこで本研究では、小型ヘリコプターに搭載した可視・近赤外・熱赤外カメラで撮影した画像データを利用し、斜面崩壊の素因に関する物理パラメータを導き、これらのデータを統合して、比較的簡単に土砂災害調査候補地マップを作成する方法についての検討を行った。本研究のコンセプトを図-1に示す。

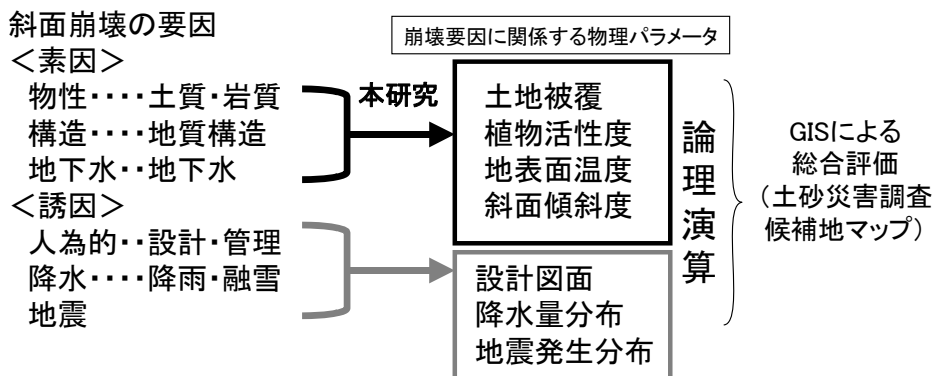


図-1 本研究のコンセプト

## 2. ヘリコプターによる近接撮影の概要

本研究で撮影箇所として選んだ地域は、広島県西部の代表的な土砂災害危険地域である「荒谷地区」、  
「相田地区」、「宮島地区」の3地点である(図-2)。

(a)位置



(b)地質図

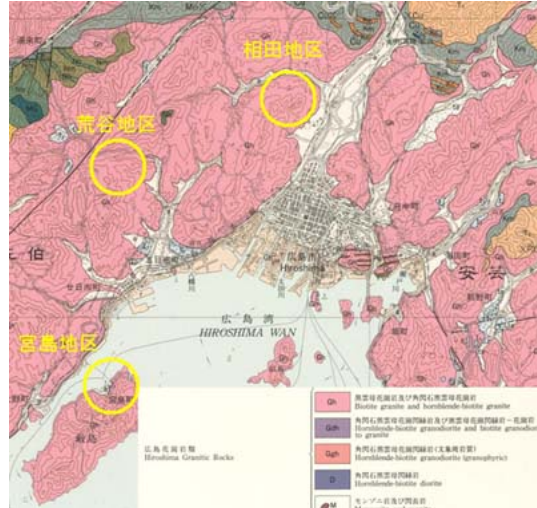


図-2 研究対象地域(左)と周辺の地質状況(地質調査所20万分の1地質図)

具体的には、小型ヘリコプターから土砂災害危険地帯の可視、近赤外、熱赤外のデジタルカメラを使って、荒谷地区、相田地区、宮島地区の近接画像をそれぞれ撮影した。表-1は今回行った撮影のカメラとその撮影条件を表している。また、これらの撮影日(基本的な撮影時刻は正午前後である)を表-2に示す。また各地区で撮影された画像の概略を図-3、図-4に示す。

表-1 撮影に使用したカメラと撮影条件の一覧

カメラ機種	可視デジカメ ニコンD100	近赤外デジカメ Tetracam ADC2	熱赤外ビデオ NEC 三栄 TS7302
(3月)			
カメラ解像度(画素)	3008*2000 (≒600万)	1280*1024 (≒130万)	320*240 (≒8万)
地上解像度(m)	0.1      0.2	0.2      0.4	0.5
撮影高度(m)	450      900	300      600	300
撮影範囲(m*m)	300*210      500*360	250*180      500*360	155*117
撮影枚数(枚)	8      18	4      21	—
(10月)			
カメラ解像度(画素)	3008*2000 (≒600万)	1280*1024 (≒130万)	320*240 (≒8万)
地上解像度(m)	0.1	0.2	0.5
撮影高度(m)	450	300	300
撮影範囲(m*m)	300*210	250*180	155*117
撮影枚数(枚)	7	4	—

表-2 画像撮影日及び撮影画像

観測地	1回目	2回目
荒谷地区	2005/3/26-27 (可視・近赤外・熱赤外)	2005/10/19 (1回目と同じ波長)
相田地区	2005/3/26-27 (可視・近赤外・熱赤外)	2005/10/19 (1回目と同じ波長)
宮島地区	2005/3/27 (可視・近赤外)	2005/10/19 (可視のみ)

(a) 可視デジタル画像 (相田地区)



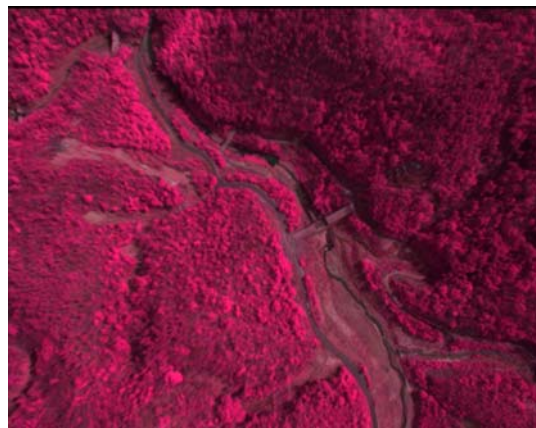
(b) 可視デジタル画像 (荒谷地区)



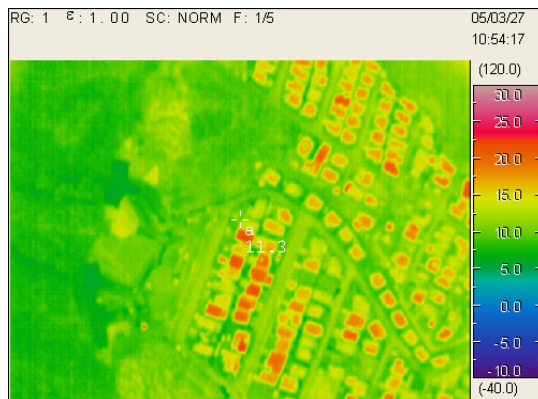
(c) 近赤外デジタル画像 (相田地区)



(d) 近赤外デジタル画像 (荒谷地区)



(e) 熱赤外面像 (相田地区)



(f) 熱赤外面像 (荒谷地区)

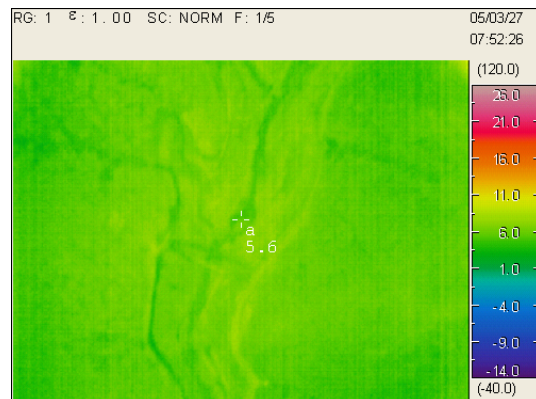


図-3 相田・荒谷地区で撮影された可視・近赤外・熱赤外面像の例 (2005年3月撮影画像)

(a) 可視デジカメ画像（宮島地区）

(b) 近赤外デジカメ画像（宮島地区）



図-4 宮島地区で撮影された可視・近赤外画像の例（2005年3月撮影画像）

### 3. 多波長画像データを利用した土砂災害危険地域の評価

各種撮影データ解析の結果、「土砂災害危険地域における調査候補地マップ」を作成するため、最も土砂災害の素因と関係深く、現時点で定量的に利用できる可能性の高いデータは、近赤外画像によるNDVIマップとDEMから作成した傾斜度マップであった。従って、今回はデータとしてやや少ないが、この2つの項目のマップを使って、調査候補地マップを作成する。具体的には、NDVIと傾斜度の解析結果から得られた土砂災害危険溪流で得られた数値「 $[0.4 < \text{NDVI} < 0.7]$ かつ $[\text{傾斜度} > 30 \text{度}]$ 」を満たす地域を論理演算によって抽出し、抽出したエリアを可視画像に重ねることにより、「調査候補地マップ」を作成した。ただし論理演算に先立ち、それぞれの波長で取得した画像の位置が異なるため、地上基準点を用いて位置補正を行い、GIS化した。使用する画像データは第1回目（3月）撮影の可視画像と5mDEMから作成した傾斜度分布図である。

図-5は相田地区における論理演算前のGIS画像である。また、これらの画像を使ってそれぞれの地区で論理演算した結果を、図-6に示す。図中、赤の地帯が「 $0.4 < \text{NDVI} < 0.7$ , 斜面傾斜度 $> 30 \text{度}$ 」の条件を満たす箇所である。この図が妥当であるかの議論は現時点では不十分であるが、このように、土砂災害に関わるいくつかの素因を画像化して論理演算すれば、比較的簡単に土砂災害危険地域における調査候補地マップを作成することができることを実際の土砂災害危険地域のデータを使って提示することができた。

(a)可視画像

(b)NDVI画像

(c)斜面傾斜度画像

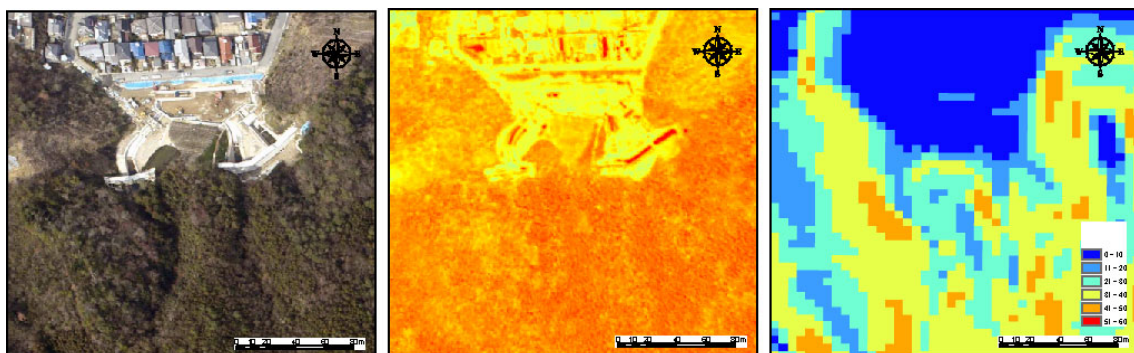


図-5 相田地区において撮影された可視画像(a)と近赤外画像から作成されたNDVI画像(b)及びDEMから作成された斜面傾斜度画像(c)



図一六 植物活性度 (NDVI) と斜面傾斜度から推定された相田地区の調査候補地マップの例  
 (「 $0.4 < \text{NDVI} < 0.7$ 」かつ「斜面傾斜度  $> 30^\circ$ 」の条件にあてはまる場所が赤の範囲)

#### 4. まとめ

本研究の成果は以下のようにまとめられる。

- 1) 土砂災害危険地域である相田・荒谷・宮島地区において、小型ヘリ搭載の多波長（可視・近赤外・熱赤外）カメラを使った超高解像度の画像取得（100枚程度）を行った。
- 2) 可視画像を使って最尤法による土地被覆分類を行った結果、各地域における分類精度は90%以上であり、森林の正解率も90%以上であった。
- 3) 相田・荒谷・宮島地区において近赤外画像を使った正規化植生指数（NDVI）を算出し画像した結果、危険渓流付近で周辺より相対的に5~10%程度の低下が確認された。
- 4) 相田・荒谷・宮島地区において熱赤外画像を使って植生の温度分布図を作成した結果、森林内の温度差は $\pm 1^\circ\text{C}$ 程度であり、大きな温度変化がある場所は日射の影響を強く受けていることがわかった。
- 5) 相田・荒谷地区において1/2500都市計画図から、5mメッシュのDEMデータを作成し、斜面傾斜度、斜面方位の計算を行った。その結果、危険渓流付近の斜面傾斜は約30~50度であった。
- 6) 近赤外画像とDEMデータを組み合わせて土砂災害危険箇所調査候補地を論理演算で行う方法を提示した。

以上の結果から、小型ヘリコプターから撮影された超高解像度の多波長画像（特に近赤外画像）は土砂災害危険地域における調査候補地マップの作成に有益な情報であることが示唆された。同様の方法を使う、又は改良すれば調査地を絞り込むことが容易であり、調査労力や費用の軽減に役立つと考えられる。また、土砂災害危険渓流を管理する自治体や住民にわかりやすく、かつ客観的な情報を伝える手段としても今後この方法は役立てられると考えられる。今後の課題としては、近接撮影画像の日射・地形補正を適正に行った上で、可視・近赤外・熱赤外データを複合的に使って、調査候補地マップを精度よく作成する方法を検討することが挙げられる。さらに、同様の方法を衛星データ等に適用して、広域的に更新可能な調査候補地マップを作成できるシステムを開発することも重要である。