

熱赤外面像を用いた地震被害把握の試み

07T2081W 花田 大輝
指導教員：山崎 文雄

1. はじめに

日本は世界の中でも、最も地震発生頻度が高い国の1つである。地震調査研究推進本部によると、首都圏で今後30年以内にM7.0クラスの地震が発生する確率は約70%といわれている¹⁾。地震被害の早期把握は、迅速な災害対応をとるために極めて重要である。日本では、災害早期把握に航空リモートセンシングが多く用いられており、地上からのアクセスが困難な場合や被害が広域にわたる場合に力を発揮している²⁾。しかし、空撮に用いる映像・画像は可視域、近赤外域の光を利用しているため、太陽光のない夜間においては撮影することが困難である。そのため、夜間には「空白の時間」が生じてしまう。一方、熱放射を観測する熱赤外センサは太陽光に依存しないため、夜間における空白の時間をなくすることができる。

従来、地震被害を把握できるほど高解像度の熱赤外面像は少ないため、地震被害把握に使われる例はほとんどなかった。そこで本研究では、まず小型熱赤外カメラを用いて、瓦礫など地震被害を想定した簡単な建物や模型などの熱赤外面像を撮影した。同時に光学画像も撮影し、これらを比較することで熱赤外面像の有用性について検証した。地震前後の変化を見るために、事前情報としてGIS建物・道路輪郭データの利用を想定し、事後情報には熱赤外面像から抽出したエッジを利用した。前後情報を比較することで瓦礫抽出を試み、建物・道路被害早期把握を行うための基礎的研究を行った。

2. 研究手法

2.1 熱赤外面像の有用性の検証

熱赤外面像の有用性を検証するために、小型熱赤外カメラ（NEC製 TH7102WX サーモレーサ）を用いて建物や道路、建物に見立てた模型、人、動物など様々なものを撮影した。同時に光学画像も撮影し、両者を比較することで、熱赤外面像から対象物の輪郭を判断できるかを検証した。

例として、千葉大学6号棟付近のレンガ歩道を、非常階段5階から撮影したものを図-1、2に示す。画像中央のレンガ歩道を対向2車線の高速道路とし、上空300mから撮影したものを想定した。また、レンガががらばらになっている部分を崩壊した道路と仮定した。

2.2 二時期の異なる情報を使用した被害把握

二時期の情報から瓦礫等の被害を抽出するための方法として、前後の画像からそれぞれエッジを抽出し、重ね合わせる方法などがある。しかし、実際の空撮画像では撮影する高度や向き、傾きの違いなどにより建物の倒れ込みが生じてしまう。また、画像に表示される色の違いなどによってもエッジの抽出結果が左右されるため、エッジの重ね合わせにより被害を把握することは極めて難しい。

そこで本研究では、事前情報としてGIS建物・道路輪郭データの利用を想定し、対象物の輪郭が分かっているという前提のもとで被害判読を行う。事後情報には熱赤外面像から抽出したエッジを利用した。GIS輪郭データ内における、エッジによる温度勾配の不均一性に着目して被害を抽出した。エッジ抽出を行うにあたり、まずサーモレーサのレポートソフト（TH71-703）を用いて温度情報をCSV形式で書き出し、3次元グラフ描画ソフト（Graph-R、フリ



図-1 工学部6号棟付近レンガ歩道の光学画像

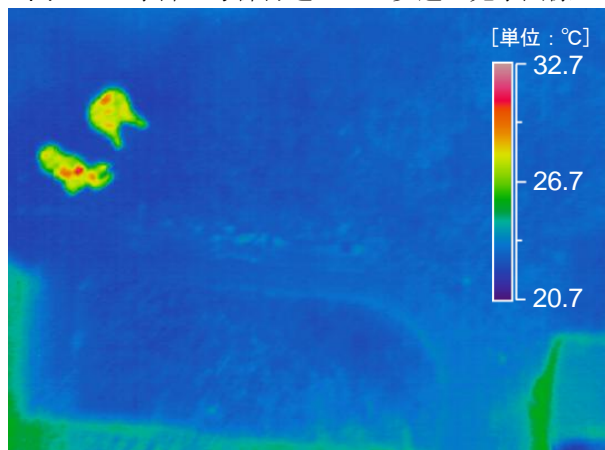


図-2 工学部6号棟付近レンガ歩道の熱赤外面像

ソフト)を用いて、温度の表示範囲を変更した熱赤外面像を作成した。表示範囲は、もとの熱赤外面像における温度のヒストグラムから判断し、対象物を含んだヒストグラムの値が大きい箇所の下限值と上限値により設定した。表示色は黒から白のグラデーション表示とした。次に、画像解析ソフト(ENVI)により Sobel フィルタを適用してエッジ抽出を行った。画像の編集には Photoshop を用いた。

3. 検討結果

図-2における温度のヒストグラムを図-3に示す。レンガ周辺の温度は、図-3における点線で示した範囲に含まれるため、下限値を22.0°C(黒)、上限値を24.0°C(白)と設定した熱赤外面像を作成した。抽出したエッジをレインボーカラーで表示し、道路輪郭と比較したものを図-5に示す。また、それに対応する光学画像を図-4に示す。

2.1において様々な画像を撮影し検証したところ、材質が同じで連続しているものは基本的に同じ温度であることが分かった。図-5における、道路輪郭内下部の整ったレンガの列を見ると、比較的同じ温度勾配で連続していることが分かる。同一の材質であれば大きな温度変化はないため、この箇所は被害を受けていないとすることができる。一方、道路輪郭内上部の、レンガがばらばらになっている箇所では温度勾配が大きくなっている箇所があり、被害を受けている、ということができる。どの程度被害を受けているか、ということまで判断することはできないが、地震被害を早期に把握するという点に関しては十分であるといえる。

今回対象物として取り扱ったレンガは小さく、地面の上にあるため周囲の温度の影響を受けやすい。実際の構造物の場合、大きいと周囲の温度にそれほど影響されず、材質による温度差が大きく現れると考えられる。そのため、同一の方法で比較的精度良く被害を判定できると予想されるが、日当たりや天候、季節など様々な要因が重なってくるため、これらの条件の変化による材質の温度変化について検討し、この方法に組み込んでいく必要がある。

4. まとめ

本研究では、小型熱赤外カメラにより撮影した簡単な建物や模型の画像から、擬似的な瓦礫を把握することを試みた。二時期の情報による被害把握を試み、事前情報としてGIS輪郭データの利用を想定し、事後情報として熱赤外面像から抽出したエッジを用いた。GIS輪郭データ内での温度勾配の不均一性に着目することで被害抽出を試みた。その結果、崩壊

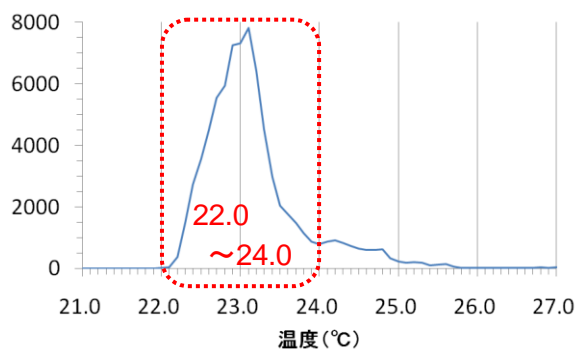


図-3 もとの熱赤外面像の温度ヒストグラム



図-4 レンガ歩道を拡大した光学画像

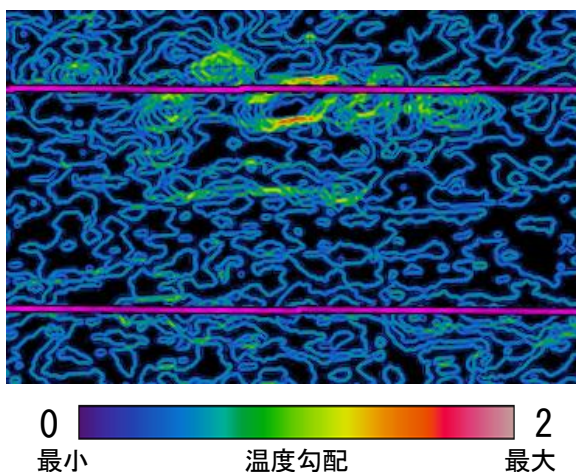


図-5 図-4におけるエッジと道路輪郭

箇所がどの程度崩壊しているかということまでは判断できないものの、概ね良好な瓦礫抽出結果を得ることができ、地震被害早期把握の可能性を示した。

今後は、事前情報として実際のGIS輪郭データを用いて、実際の空撮熱赤外面像においても適用できるか検証を行いたい。さらに、日当たりや天候、季節など様々な要因を考慮して精度向上を図り、定量的に判断できる方法を構築したいと考えている。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部, 地震に関する評価, 長期評価: http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka02.htm
- 2) 鈴木大輔, 丸山喜久, 山崎文雄: デジタル航空画像を用いた新潟県中越沖地震の建物被害抽出, 日本地震工学会論文集, Vol. 10, No. 3, pp. 33-45, 2010.5