

衛星データによる地震発生前の地表面温度変化の把握

長崎大学工学部 学生員 山野 義雄 長崎大学大学院 学生員 柴田 諭志
 長崎大学大学院 学生員 田中 芳樹 長崎大学大学院 正会員 後藤恵之輔

1. はじめに

2004 年、国内外で大地震が相次いで発生した。9 月 5 日に紀伊半島沖でマグニチュード (以下 M) 6.9、同日東海道沖で M7.4、10 月 23 日に新潟県中越地方で M6.8、11 月 29 日、12 月 6 日に釧路沖で M7.1、M6.9 など、M7.0 前後の大きな地震が相次いで発生し、甚大な被害を被った。また、12 月 26 日にはスマトラ島沖で M9.0 の巨大地震が発生した¹⁾。地震は一瞬にして都市の生活・生産機能を破壊し、その復興には膨大な労力と資金が必要とされる。近年、様々な地震前兆現象の把握が行われている。その一つとして地震発生前に活断層上で地表面温度が変化することが報告されている²⁾。本研究では、10 月 23 日に発生した新潟県中越地震を対象として、地震発生前後の地表面温度の変化を衛星データを用いて解析し、地表面に現れる地震前兆現象を把握することで、今後の地震予知手法の開発に向けたものとする。

2. 解析方法

解析に用いた衛星データは、東北大学ノア画像データベース (JAIDAS) から取得した NOAA/AVHRR データである³⁾。

NOAA/AVHRR は空間分解能 1.1km、観測幅 2,800km であり、5 つのチャンネルを持つ。このうち、チャンネル 4、チャンネル 5 が熱赤外域の観測データである。このデータを用いて熱赤外画像解析を行なう。解析対象地域は震源地の小千谷市付近とし、観測対象地域に 2.2km ごとに観測点を置き、チャンネル 4、チャンネル 5 のカウント値より輝度温度を求める (式 (1) 参照)。その後、チャンネル 4、チャンネル 5 の輝度温度を用いて観測地表面温度を求める (式 (2) 参照)。地震発生前後の地表面温度変化を見るために、基準地表面温度との差を求め、グラフ化して比較する。ここで、基準地表面温度とは、対象地震の影響が軽微とされる地域に観測点を 4 点置き、上記と同様の方法で解析し、4 点の観測地表面温度の平均値を基準地表面温度とした。

$$T(\text{ch}) = -0.2 \times \text{カウント値} + 41 \dots \text{式 (1)}$$

$$T_s(\text{ch}) = T(\text{ch4}) + 3.33 \times \{T(\text{ch4}) - T(\text{ch5})\}^4 \dots \text{式 (2)}$$

3. 解析結果及び考察

図 1 は今回解析を行った対象地域の観測点設置状況である。図中における B2 は対象地震の震源地である小千谷市、D3 は対象地震の最大震度の震度 7 を観測した川口町を示す。また、表 1 は解析期間中とその前後に中越地方を震源として発生した地震をまとめたものである。

発生日	発生時間	北緯・東経	M
2002 年 9 月 23 日	8:43	37° 15.0 N 138° 36.7 E	3.3
2003 年 8 月 26 日	9:31	37° 15.7 N 138° 37.1 E	3.8
2004 年 9 月 7 日	20:08	37° 23.7 N 138° 56.1 E	3.4
"	21:40	37° 23.6 N 138° 56.2 E	4.3
10 月 23 日	6:07	37° 12.5 N 138° 50.5 E	2.5
"	17:56	37° 17.3 N 138° 52.2 E	6.8

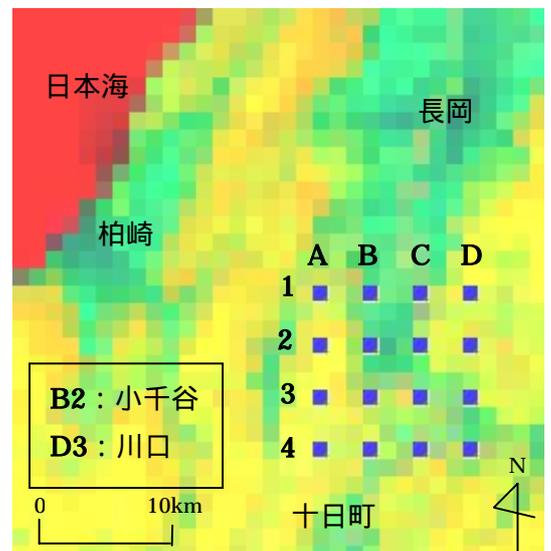


図 1 観測点設置状況

表 1 観測期間中とその前後における地震発生状況¹⁾

本研究では、2002年、2003年、2004年の9月、10月のNOAA/AVHRR画像の解析を行った。図-2は各年の観測地表面温度と基準地表面温度の差を地表面温度の比較値とし、グラフ化したものである。

注目すべきは、図3(c)2004年の10月17日の温度データにおいて、観測点D3で温度の上昇が見られることである。観測点D3は、震度7を観測した川口町である。10月1日の温度に比べて約6の上昇が見られ、B2とほぼ同じ温度となった。一方、観測点D2では温度の下降が見られる。他の観測点は温度が上昇しているのに対し、観測点D2は約1下降している。NOAA/AVHRRデータは、1.1km×1.1kmのデータであり、半月ほどで土地利用状況が急変するとは考えにくいことから、地震前兆現象が地表面温度の変化となって現れたのではないかと考えられる。また、図3(a)2002年、(c)2004年のグラフには周期的な温度の昇降が見られる。その理由として、この地域は断層の密集地帯であり、度々地震が発生している。このことから、地震エネルギーの蓄積と放出の繰り返しが、周期的な温度変化をもたらしているのではないかと考えられる。

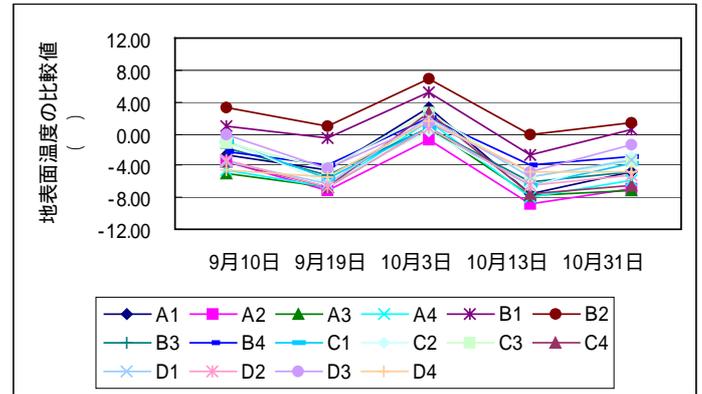
3年間を通して、B1、B2が他の観測点に比べて高い温度が見られる。その理由として、B1、B2は他の観測点に比べて都市域であり、人為活動等が他の点に比べて活発であるためと考えられる。しかし、図3(b)2003年では、B1、B2も含め、温度が収束している。このことから都市域の地表面温度にも変化が現れているのではないかと考えられる。

4. おわりに

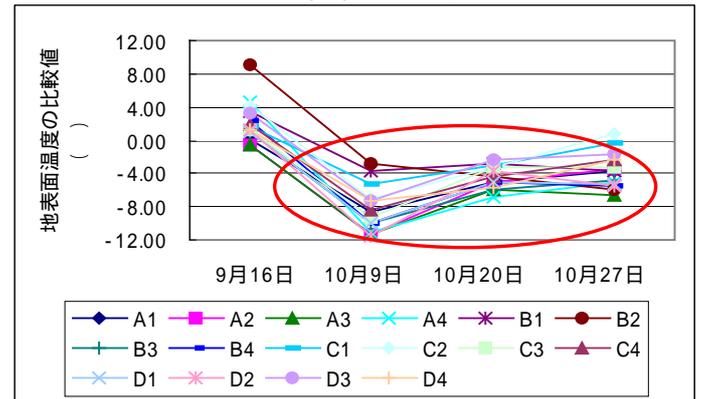
今回の解析結果から、地震発生直前に地表面温度が上昇することが確認できた。また、対象地域では温度の周期的な変化が見られるため、年間を通して解析を行うとはっきりとした変化が現れるのではないかと考えられる。衛星リモートセンシングが持つ広域観測、反復観測によって、迅速かつ継続的な情報収集を行うことで、地震の被害を最小限に抑えることが出来ると考えられる。地上での観測との組み合わせで相乗効果も期待される。今後は、過去に発生した大地震の衛星データ解析を積み重ねていくことで、地表面に現れる地震前兆現象をさらに解明していくことが必要である。

参考文献

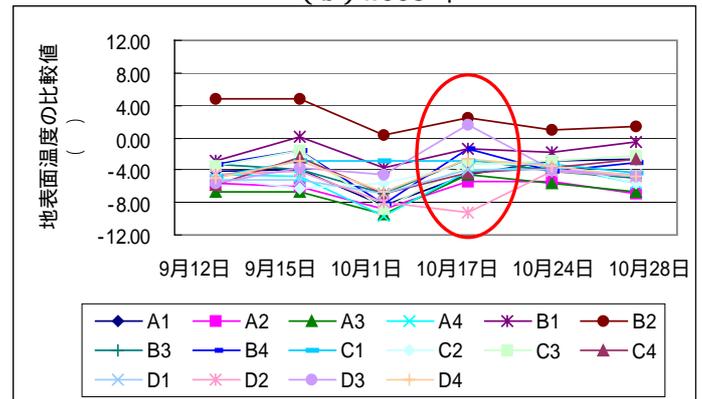
- 1) 気象庁震度データベース : http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html
- 2) 藤原正幸 : 衛星データを用いた地震発生前の地表面温度異常の検出解析, 平成14年度卒業論文, 長崎大学工学部社会開発工学科, 2003.2
- 3) 東北大学ノア画像データベース (JAIDAS) : <http://asiadb.cneas.tohoku.ac.jp/jaidas/>
- 4) Hay, S. I., Tucker, C. J., Rogers, D. J. and Packer, M. J. (1996): Remotely sensed surrogates of meteorological data for the study of the distribution and abundance of arthropod vectors of disease: *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 901-919.



(a) 2002年



(b) 2003年



(c) 2004年

図 2 地表面温度の比較グラフ