

衛星データによる地震発生前の地表面温度に着目した地震予知への試み

長崎大学工学部 学生員○藤原 正幸
長崎大学工学部 正会員 立入 郁
長崎大学大学院 正会員 後藤恵之輔

1. はじめに

兵庫県南部地震は、都市地域を地震が直撃し、6000 人を超える死傷者をもたらすとともに、都市の生活・生産活動に極めて甚大な被害をもたらした。その教訓から地震メカニズムの解明や防災技術の開発など多くの成果がもたらされた。しかし、被害を最小にする地震発生予測に繋がる新たな成果は出ていない。予測につながる少ない研究事例¹⁾の一つとして、地震発生時の活断層上の温度上昇がある。本研究では、衛星データの熱画像を用いて地震発生前後の活断層付近の温度変化解析を行った。

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)²⁾ から取得した NOAA/AVHRR 画像である。データは、NOAA12 号の早朝(4 時～5 時半)の画像を用いている。このデータを用いて以下の手順で熱画像解析を行った。

NOAA/AVHRR 画像は、空間分解能 1.1km のカウント値で表しており、これから地表面温度を求めるにはカウント値を輝度温度に変換する必要がある。輝度温度の最大値、最小値と AVHRR のカウント値との相関表からチャンネル 4 [10.3～11.3(μ m)]とチャンネル 5 [11.5～12.5(μ m)]における輝度温度の変換式 (式 (1)) を導いた。次に、チャンネル 4、5 の輝度温度を用いた推定地表面温度式³⁾ (式 (2)) を用いて地表面温度を推定する。観測地域内における地震発生前後の地表面温度変化を見るために、観測対象地域に 2.2km 毎に観測点を置き、画像内の基準地表面温度との差を算出しグラフに図示した。ここで基準地表面温度とは、データ内の地上部 4 点の地表面温度を求め、平均したものである。

$$T(^{\circ}\text{C}) = -0.2 \times \text{CCT 値} + 21 \quad (\text{CCT 値 : NOAA 画像のカウント値}) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$Ts(^{\circ}\text{C}) = T(\text{ch4}) + 3.33 \times [T(\text{ch4}) - T(\text{ch5})] \quad \cdots \text{式 (2)}$$

3. 結果と考察

本研究では、兵庫県南部地震の発生前後の神戸市域に図-1 に示ような観測点を置き解析を行った。図-2 に観測地域の活断層図⁴⁾を示している。この地域は、六甲活断層系に属し、多くの活断層があり、市街地にも活断層が分布していることが確認できる。

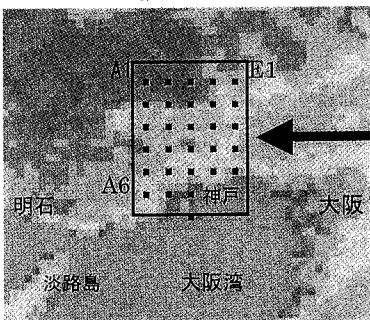


図-1 観測点位置を示した NOAA 画像

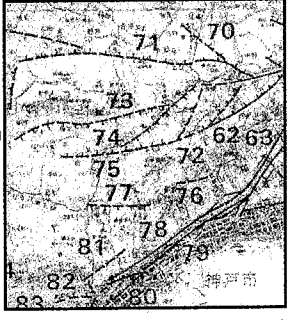


図-2 観測地域の活断層図⁴⁾

A1 農地・山林	B1 ゴルフ場	C1 農地・住宅地	D1 住宅地・農地	E1 山林
A2 農地・断層 71	B2 農地・断層 71	C2 住宅地・断層 71	D2 ゴルフ場・断層あり	E2 ゴルフ場・山林
A3 山林	B3 山林・断層 73	C3 山林・断層あり	D3 山林・断層あり	E3 山林・断層あり
A4 住宅地・農地	B4 山林・断層 7475	C4 山林	D4 ゴルフ場	E4 山林
A5 住宅地・断層 81	B5 山林・断層 77	C5 山林	D5 住宅・断層 7879	E5 山林・断層 6364
A6 山林	B6 山林・断層 81	C6 市街地		

図-3 観測地点における地形状況図

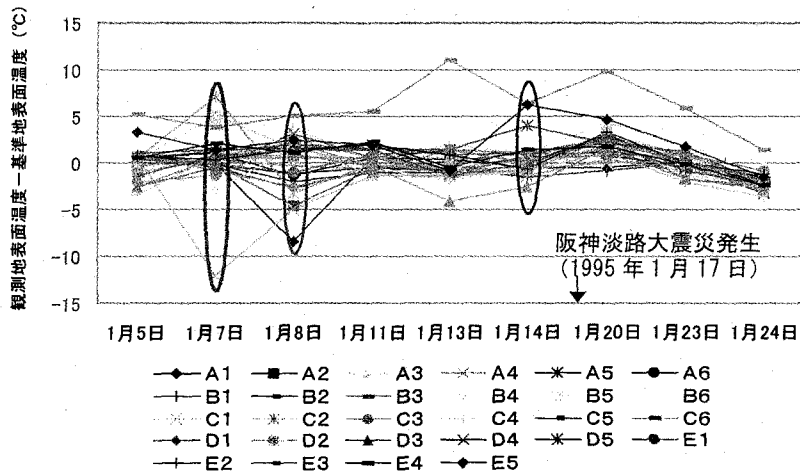


図-4 観測地点における温度比較グラフ

観測地表面温度と基準値表面温度の差を図-4に示す。図-4から1月7日、1月8日、1月14日に3つの大きな変化が確認できる。1月7日には、他の観測点に比べてC1で10℃以上減少しB5、B6、C2で約5℃の上昇が確認できる。1月8日には、A2で約6℃の減少が確認され、一辺約15kmの範囲内で観測点の温度差が大きいことがわかる。温度変化の大きい所について、図-3と比較すると、C1を除き活断層上にあることが確認できる。

1月14日に注目すると、観測点E5が約6℃、D5が約4℃と基準地表面温度と大きな差があることがわかる。図-2と図-3を比較すると、観測点E5、D5が、図-2の78(布引断層)、79(諏訪山断層)、63(大月断層)の活断層上にあることが確認できる。これら断層のうち諏訪山断層は、兵庫県南部地震発生時に大きく破断した野島断層の延長上に位置している。NOAA/AVHRRデータは、1.1 km四方のデータであるため、数日で土地利用状況による変化が生じるとは考えられない。またここで用いたのが早朝5時頃のデータであることを考えると、D5、E5で、大きな温度上昇を起こす人為活動があったとは考えにくく、活断層が輝度温度上昇に関係したと考えられる。C1についても、六甲断層系は細かい断層の集合によるものであることや、断層70(藤原山湾曲)の延長上付近に位置するため、断層による影響が否定できない。

4. おわりに

兵庫県南部地震は、断層破断を生じた直下型地震である。今回の解析結果から地震発生直前に活断層の温度上昇があることが確認できた。また、地震発生前の1月7日、1月8日に観測点ごとに地表面温度が大きく異なることがわかる。プレート型地震である芸予地震でも解析を行い、地震発生2日前に同様の地表面温度の温度差が見られており、地震発生の原因が違う二つの地震で同様の結果が出たことから、地震が起こる際に地表面温度を変化させる現象が共通して起こっているのではないかと考えられる。今後、衛星データ解析を行い、この現象をより詳しく考察していきたい。

参考文献

- 1) 後藤恵之輔、西川麗、柳浩二、後藤健介(1999): 活断層のずれによる温度上昇の実験的検討-岩石破壊時の温度測定-、土と基礎、地盤工学会、Vol.47、No.2、pp.28-30、
- 2) 東北大学理学部大気海洋センター: JAIDAS (<http://asiadb.cneas.tohoku.ac.jp/>)
- 3) 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.
- 4) 活断層研究会(1992): 日本の活断層図 地図と解説、東京大学出版会、p.224.