

内陸被害地震における強震動分布と余震分布の関係

東北工業大学	学生会員	○東海林郁未
々	フェロー会員	神山 眞
々	正会員	松川忠司

1. はじめに

2004 年新潟県中越地震（2004 年 10 月 23 日発生，M6.8）はいわゆる活褶曲地帯の中山間地を襲った直下地震であり，甚大な土砂災害と家屋などの構造物被害がもたらされた。この地震の特徴は被害様相の他に，強震記録が非常に高密度で得られたことである。一方，2008 年 6 月 14 日に発生した 2008 年岩手・宮城内陸地震（M7.2）も同様に山間地の内陸直下型の地震であり，世界最大の振幅値をもつ加速度記録など豊富な強震記録を提供したことで特筆される。ただし，この地震は甚大な土砂災害があったものの，記録された加速度の大きさに比し家屋などの構造物被害が相対的に少ないことで注目された。このように豊富な強震記録と異なる被害様相から，これら二つの地震は被害と地震動の関係を考察する格好の対象地震と考えられる。地震動と被害の関係には，震源特性，ローカルサイト効果など多様な要因が関与する。このうち，震源特性は余震分布と強い関係を有しているが，これまで，内陸直下の被害地震における余震分布と地震動の関係はあまり考察されることがない。本研究は，地震被害と強震動の相関を明らかにする研究の一環として，上記二つの地震を対象に最大加速度(PGA)，最大速度(PGV)，最大変位(PGD)，計測震度，SI 値（スペクトル強度）などの強震動分布と余震分布の関係を考察したものである。本稿では紙数の制限から 2004 年新潟県中越地震を中心に述べる。

2. 余震分布と強震動分布のマッピング処理

図-1 に 2004 年新潟県中越地震における強震観測点を示す。これらは（独）防災科研の K-NET，KiK-net および気象庁震度観測網（自治体の震度情報ネットワークを含む）による観測点である。被害地震で図-1 に示すような震源近傍を含む広範囲にわたる高密度の強震記録が得られたのは珍しい。特に，新潟県震度情報ネットワークの震度計により震源直近で豊富な強震記録が得られたことは特筆される。本研究ではこれらの強震加速度記録から気象庁方式による計測震度を算定するとともに，数値積分，応答スペクトル算定により最大加速度(PGA)，最大速度(PGV)，最大変位(PGD)，SI 値（スペクトル強度）を求めた。また，本震発生の以降 1 年にわたる余震の震源要素を「気象庁地震年報」により入手した。これらのデータはマッピングソフト GMT で統合的に処理された。図-2 に色調でイメージされた PGA 分布と赤点としてプロットした余震分布との関係を示す。PGA 分布では色調による識別に加えて 720 ガル以上の領域を区別するためのコンターが黒線で引かれている。PGA は十日町付近と震央付近（川口町）に大きく二つの極値をもつ。分布としては，この二つの極値を結ぶ南西-北東の方向に伸長して，さらに北端で東側に扁平した複雑な形状をもつことが 720 ガルのコンターから明らかである。このような特徴的な PGA の分布に対応して，余震もほぼ 720 ガルのコンター内に収まって発生しており，全体的な分布形状も最大加速度 720 ガルのコンターに比較的相似していることがわかる。ただし，720 ガルのコンター内の南西側の PGA 分布は密な余震分布に重なっておらず，余震の発生は 720 ガルのコンター内で東側に片寄っている様相がみられる。この余震と PGA の分布から 2004 年新潟県中越地震の震源断層は地震発生直後の調査研究で指摘された南西-北東方向に長辺をもつ矩形のような単純なものでなく，さらに北端で東側に伸びる複雑な形状をもつことが推定される。いずれにしても，図-1 から PGA 分布は余震分布と比較的高い相関を有することが指摘できる。以上の最大加速度 PGA の分布に対して，同様に最大速度 PGV の分布と余震分布の関係をプロットしたのが図-3 である。図-3 の PGV の場合では色調による識別に加えて 55cm/s 以上の領域区別のためのコンターが黒線で示されている。PGV の分布は PGA と大き

く異っており、震央に対して西側に重心が移動した円形に近い形となっている。この結果、余震分布と PGV 分布の整合性は PGA 分布の場合ほどよくない。余震の多くが 55cm/s のコンターの外に発生しているのがみられる。この結果から PGV の分布は震源断層の分布以外の要因が強く影響することが示唆される。図-1 では観測点に加えて震源近傍の地形が標高により識別できるが、これをみると震源の東側は山地であり、西側に沖積低地が分布している。図-3 の PGV の分布は震源から西側の沖積低地へ広がる形で分布している。これから、PGV は震源特性に加えてローカルサイト効果が PGA よりも強く影響することが指摘できよう。同様に、余震分布と最大変位 PGD、計測震度、SI 値の分布の関係が図-4～図-6 に与えられている。これらから、PGD、SI 値は PGV と同様な分布、計測震度は PGA と PGV を合わせたような分布形状をしていることがわかる。同様な考察を 2008 年岩手・宮城内陸地震の強震動分布と余震分布にも行ったが、ほぼ同一の結論が得られた。

3. むすび

余震分布と最大加速度(PGA)、最大速度(PGV)、最大変位(PGD)、計測震度、SI 値（スペクトル強度）の関係が 2004 年新潟県中越地震に焦点を合わせて考察された。PGA が余震分布と最も高い相関をもって分布すること、PGV ではローカルサイト効果がより強く影響して分布を決定することなどが指摘できる。

謝辞

K-NET, KiK-net, および気象庁提供の強震記録を利用させて頂いた。記して、関係機関に感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ. 2) 防災科研 K-NET, KiK-net ホームページ

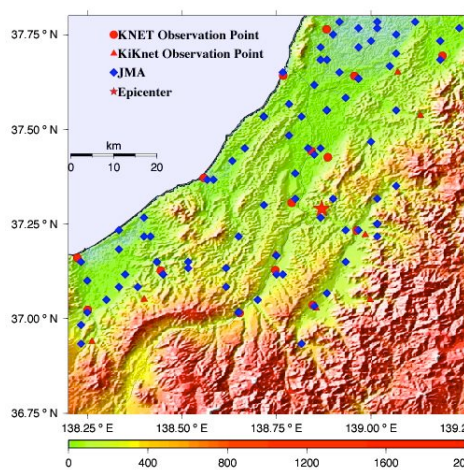


図-1 観測点分布と地形

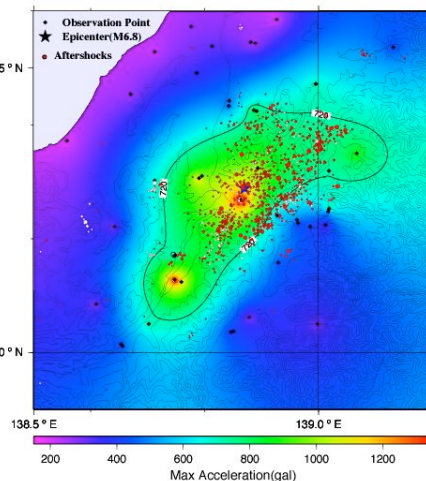


図-2 余震分布と最大加速度分布

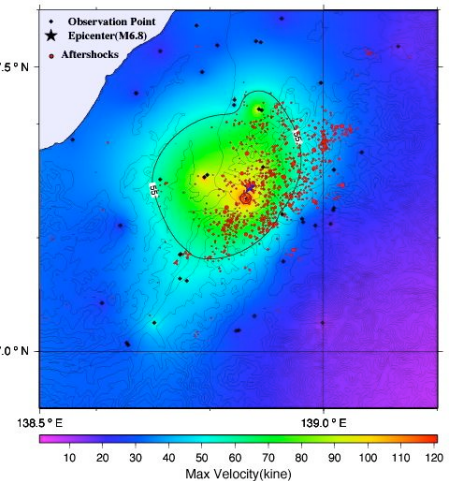


図-3 余震分布と最大速度分布

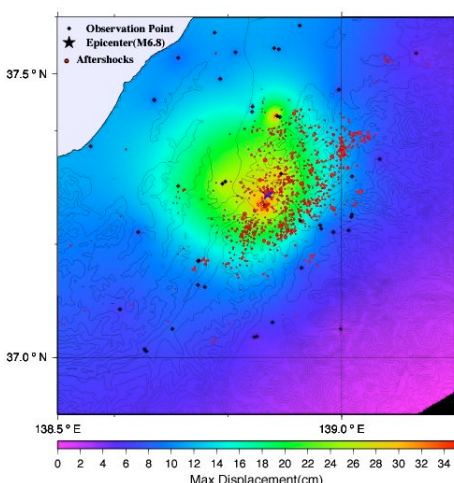


図-4 余震分布と最大変位分布

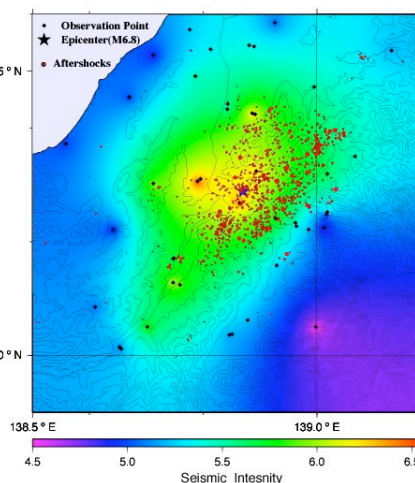


図-5 余震分布と計測震度分布

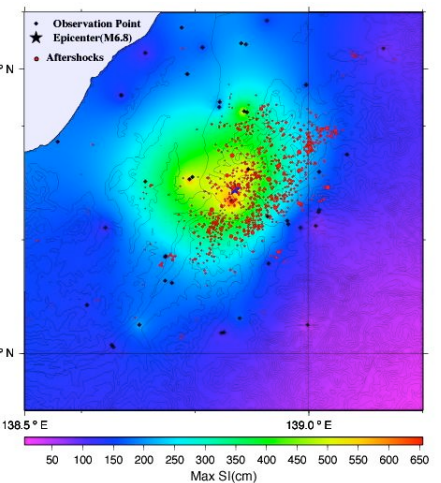


図-6 余震分布と最大 SI 値分布