

房総沖のゆっくり地震

相似地震と地殻変動観測がとらえたプレートの非定常運動

地震研究部 主任研究員 木村 尚紀



はじめに

近年になって稠密な地殻変動観測網が整備され、世界各地でゆっくり地震が見出されてきました。ゆっくり地震、またはスロースリップイベント（SSE）とは、プレート境界などに沿って発生する断層運動という点では通常の地震と同じですが、通常の地震に比べて断層運動がきわめてゆっくり発生することが特徴です。SSEの断層運動は数日～1年の時定数で発生し、そのため地表での地面の変形も非常にゆっくりしており、人体に感じるような地震波はまったく放出されません（図1）。このため、稠密な地殻変動観測網が整備されるまでその存在はまったく知られていませんでした。

このSSEは、いずれも巨大地震の震源域の近傍で見出されています。巨大地震の震源域ではプレート運動によりひずみが蓄積することで破壊が生じると考えられますが、近傍で発生するSSEはひずみの蓄積状況をモニタリングする上で重要です。

房総スロースリップイベント

関東地方では房総沖でSSEが知られています。フィリピン海プレートと呼ばれる厚い岩盤（プレート）が関東の下に沈み込み（図2）、長年にわたる沈み込み運動により蓄積したひずみを解放するため1923年関東地震（M7.9）などの巨大地震が発生してきました。その破壊領

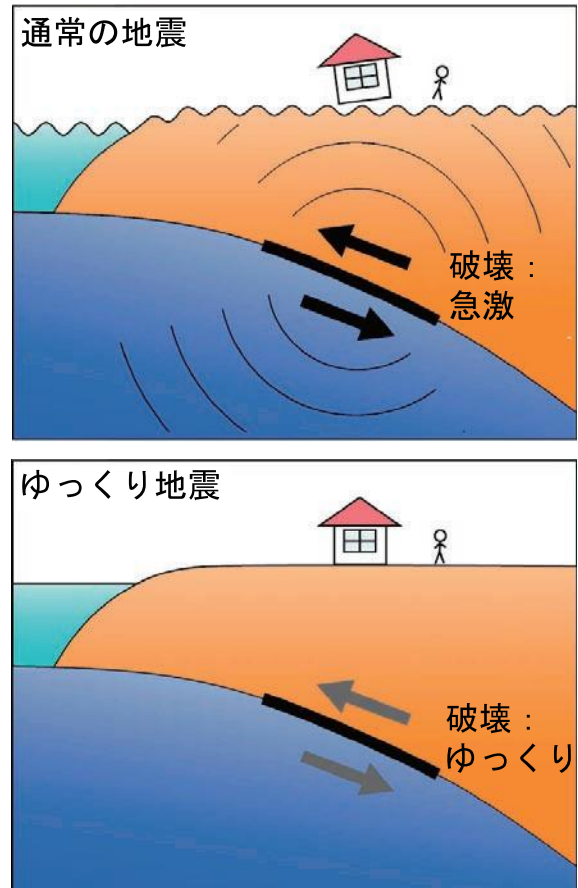


図1 通常の地震とゆっくり地震。

域は関東地方南部に推定されています。また、1923年関東地震の翌日にM7を越える最大余震（M7.5）が房総沖で発生しました。房総SSEの発生場所は、これらの巨大地震が発生したのと同じフィリピン海プレートの境界面上で、これらの巨大地震の近傍と考えられています。そのため、その活動を調べることはこれらの巨大地震の震源域でのひずみの蓄積状況を推定する

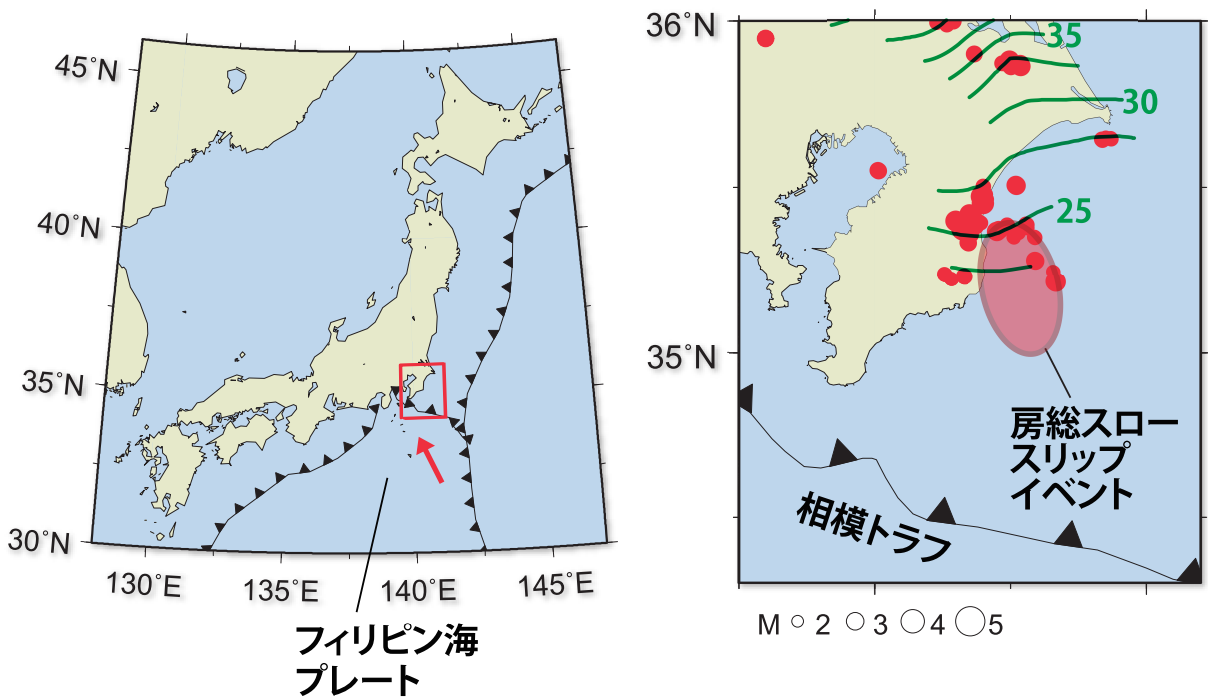


図2 房総スロースリップイベントと相似地震の発生場所。それぞれ、矢印はフィリピン海プレートの運動方向、赤丸が相似地震の位置、数字が相似地震の深さを km で表しています。

上で重要です。

なお、SSE は西南日本でも多数見出されています（詳しくは2007年春号「沈み込み帯深部のゆっくり地震3兄弟」をご覧ください）。西南日本のSSEは微動などのスロー地震を伴いますが、房総SSEの場合は通常の地震を伴うことが大きな違いです。

房総SSEはほぼ6年間隔で繰り返し発生し、最近では2007年8月に発生しました。このSSEによる地面のゆっくりした変形はHi-netに併設された多数の高感度加速度計（傾斜計）で明瞭に観測されました。また、このイベントに伴って多数の地震が群発的に発生しました。Hi-netで観測されたこれらの地震の波形記録を詳しく調べたところ、相似地震と呼ばれる特殊な地震が多数見出されました。

房総スロースリップイベントに伴う相似地震

相似地震はプレート境界上のほぼ同じ位置で繰り返し発生すると考えられ、プレート境界に埋め込まれたセンサーとしてプレート運動のモニタリングに活用できます（詳しくは2004年春号「関東地方で発生する小繰り返し地震」をご覧ください）。

2007年8月の房総SSEに伴って多数の相似地震が発生したことは、房総SSEに伴うプレートの断層運動（すべり）を表すと考えられます。図3は相似地震の活動をHi-net傾斜計で観測された地面の変動と比較したものです。赤いシンボルが相似地震で、黒いシンボルが通常の地震です。時間変化を詳しく見るため、縦軸を緯度、

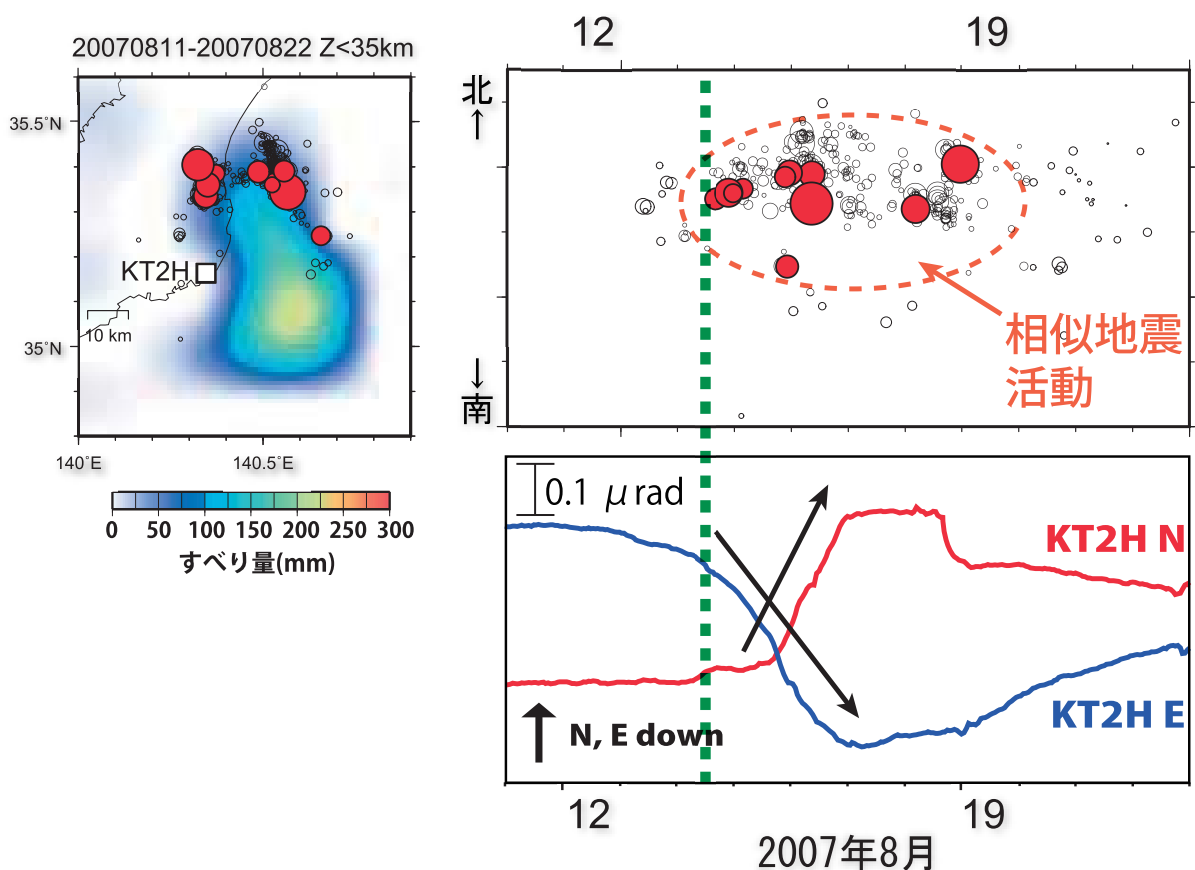


図3 2007年房総スロースリップイベントに伴う相似地震の発生状況。赤いシンボルは相似地震を、黒いシンボルは通常の地震を示します。右側の図は、横軸を時間、縦軸を緯度として示した相似地震の活動の時系列、Hi-net 勝浦東観測点 (KT2H) の傾斜記録です。左図には傾斜計データから推定されたすべりの分布を背景に示しました。

横軸を時間としてプロットした図を右側に示します。比較のため、Hi-net 勝浦東観測点 (KT2H) の傾斜計の記録を下に示しました。これを見ると、8月12日頃から傾斜計の記録に変化が現れはじめ、14日頃から変化が大きくなっています。相似地震の活動と比較すると、ほぼ同じ時期に多数の相似地震が発生しており良い対応が見られます。

これらの相似地震はそれぞれ別のグループに属し、一つ一つのグループについて見ると数年の間隔でほぼ定期的に繰り返し発生しています。多数の相似地震が数日の間にほぼ同時に発生したことは、房総 SSE に伴うすべりの加速が起きたことにより相似地震の震源域にひずみが蓄積

し破壊が生じたものと考えられます。傾斜計により、房総 SSE に伴う地表面付近での地面の変動が観測されますが、相似地震により地下深くのプレート境界で発生するすべりを直接捉えることができました。

ところで、Hi-net に併設された傾斜計による詳細な地殻変動データを基に房総 SSE に伴うすべりの分布が推定されています。推定結果を図3左側のマップの背景にカラーパターンで示しました。暖色系の色ほどすべりが大きかったことを表します。相似地震の分布と比較すると、相似地震は房総 SSE ですべりが大きい領域 (黄緑～水色の領域) のすぐ北側に並ぶことが分かります。

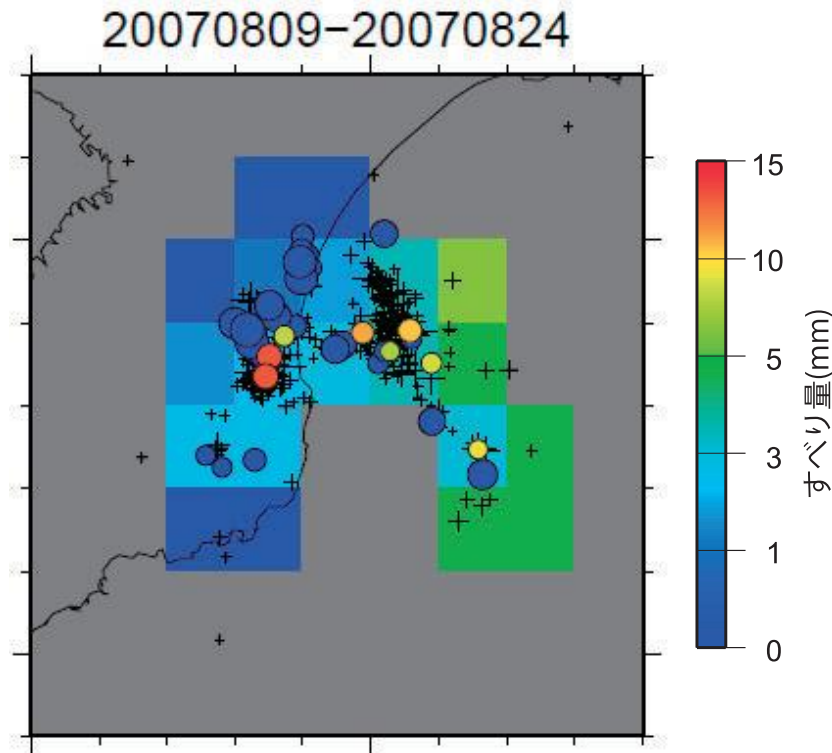


図4 相似地震から推定した2007年房総スロースリップイベントのすべり分布。○は相似地震を、+印は通常の地震を表します。

相似地震でもプレート運動がとらえられていますので、相似地震を用いて房総 SSE に伴うすべりの分布を推定しました。その結果が図4です。先ほどと同様に暖色系の色ほどすべりが大きいことを示しています。これを見ると、相似地震の分布域の西側では青～水色が見られますが、東側では水色～黄緑色が見られ、東側ですべりが大きかったことが分かります。図3の傾斜計データを用いた推定結果と比較すると、房総 SSE の震源域の周囲のすべり分布の特徴は良く一致します。このように、相似地震を用いることで房総 SSE のすべり分布などの活動の詳細も推定できる可能性があることが分かりました。

SSE はプレート運動に伴って蓄積されたひずみを解放する現象ですので、図3や4で大きなすべりが推定された領域では SSE の発生前にひずみが大きく蓄積されていたと推測されます。この結果は、巨大地震の近傍でのひずみの蓄積

状況を知る上で役立ちます。

おわりに

Hi-net 傾斜計による地殻変動観測と相似地震を組み合わせることで房総 SSE の活動状況を詳しく調べることができました。ひずみの蓄積状況をモニタリングするため、房総 SSE の活動を今後も監視し続けることは重要です。

同時に、過去の活動状況を調べることもひずみの蓄積・解放過程を明らかにし今後の活動を予測する上で重要です。2007年房総 SSE に伴う活動を調べることで、相似地震からのみでも房総 SSE の詳細を推定できる可能性が示されました。房総 SSE は通常の地震を伴い、また防災科研では長年にわたる地震観測の積み重ねがありますので、過去の相似地震を調べることで稠密な地殻変動観測網が整備される以前の房総 SSE を調べることができると期待されます。