

12 - 4 十勝沖の浅部低周波地震の観測によって分かってきたこと

Activity of Shallow Very-low-frequency Earthquakes in Tokachi-oki

浅野陽一 (防災科学技術研究所)

Youichi Asano (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)

高感度地震観測網 Hi-net に併設された高感度加速度計の記録のアレイ解析によって、十勝沖では超低周波地震活動が繰り返し発生してきたことが明らかになっており、2003 年十勝沖地震(以下、十勝沖地震)の発生直後にその活動が、余効すべり域内で活発化したことが知られている¹⁾。また、これらの超低周波地震については、セントロイドモーメントテンソル解析による発震機構解(低角逆断層型)とセントロイド深さから、海陸プレート境界で発生している可能性が指摘されてきた²⁾。

しかしながら、Hi-net の整備がまだ十分ではなかった 2002 年以前の活動については明らかではない。また、アレイ解析の震央推定精度はランダム誤差に限っても約 30 km 程度と、詳細な時空間分布を調べるには不十分であった。そこで我々は、より以前の記録に遡って活動の詳細を調べるために、広帯域地震観測網 F-net の記録の相関解析によって既知の超低周波地震と波形相関が良いイベントを検出し、それらの震央位置を精度良く推定した。

データは、防災科学技術研究所広帯域地震観測網(F-net)の観測点のうち、同一タイプの機器による観測期間が長い 5 観測点(第 1 図(a))の 1998 年 10 月から 2007 年 3 月の三成分記録を使用し、通過帯域 0.02-0.05 Hz のバンドパスフィルターに通した後に解析した。相関解析では、既知の超低周波地震(第 1 図(a))のセントロイド時刻を先頭とする 180 秒間の三成分記録波形を切り出して、連続記録波形から切り出した別の 180 秒間の三成分記録波形との相互相関係数(以下、相関係数)を評価する。この値を連続記録波形からの切り出し時間窓の先頭時刻における相関係数として、ラグ相関の計算と同様に相関係数の時系列を観測点ごとに得た。一方、検出を試みる超低周波地震の記録には表面波が卓越し、その伝播速度が約 3.8 km/s 程度であるとすれば、未知イベントのセントロイド時刻・位置から期待される相関係数が最大となる時刻(以下、理論ピーク時刻)を観測点ごとに予測することができる。この理論ピーク時刻における相関係数を全観測点にわたって平均し(以下、平均相関係数)、その値が 0.5 以上となるようなセントロイド時刻・位置をグリッドサーチで調べた。セントロイド時刻が 180 秒以内の複数のグリッドで平均相関係数が閾値を超えた場合には、同一イベントとみなして平均相関係数が最大となるグリッドを検出し、このイベントに対する最適なセントロイド時刻・位置を推定した。検出されたイベントのうち、気象庁一元化処理による震源カタログ中の $M 3$ 以上の地震に対応するイベントは取り除き、残りを超低周波地震とみなした。

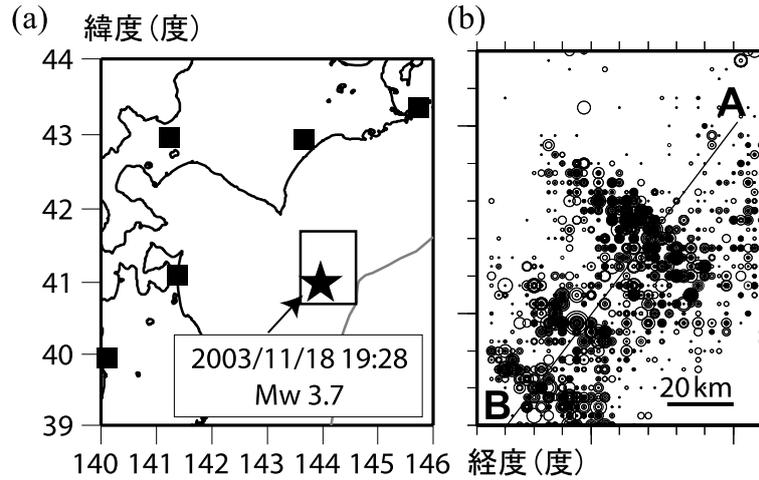
最終的に超低周波地震として分類されたイベントの震央分布を第 1 図(b)に、時空間分布を第 2 図に示す。推定された超低周波地震の活動域と活動時期は、大局的には高感度加速度計記録のアレイ解析による結果と矛盾しないが、より詳細には 3 つの活動域があることが分かった。また、十勝沖地震の発生前の約 4 年間(以下、地震前)においても、これらの活動域での超低周波地震活動が約 1 年おきに繰り返し発生していたことが明らかとなった。次に、2002 年 1 月の活動についてのより詳細な時空間分布を第 3 図に示す。図から活動の期間内に、活動域が南西から北東に移動するマイグレーションが見られたことが分かる。この活動域のフロントは約 100 km を約 5 日間かけて移動しており、西南日本の深部低周波微動発生域における微動活動のマイグレーション

速度³⁾ とほぼ同程度か、それよりもやや速い。

西南日本の深部低周波微動は短期的スロースリップイベントや深部超低周波地震を伴うことが知られている⁴⁾。十勝沖ではそのような短期的スロースリップイベントの報告例はないが、陸上における地殻変動観測からは検出できないような短期的スロースリップイベントが発生し、それに伴ってマイグレーションを示すような超低周波地震活動が励起されている可能性がある。

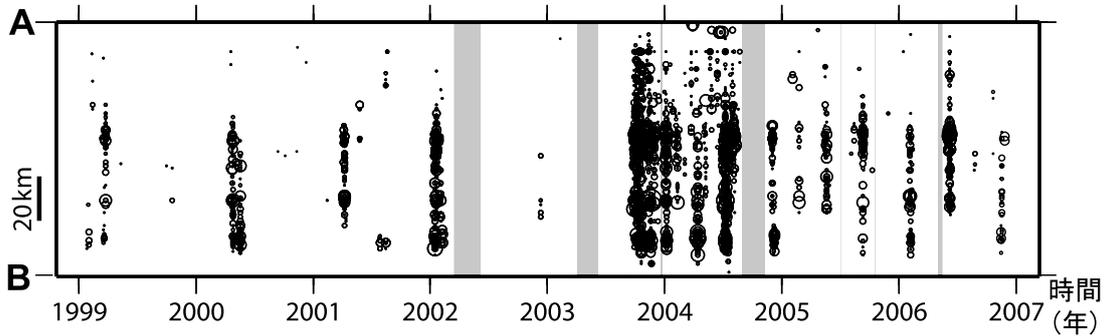
参考文献

- 1) Asano et al. (2008), *Earth Planets Space*, **60**, 871-875.
- 2) 浅野・他 (2008), 日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集, S143-006.
- 3) Obara (2002), *Science*, 296, 1679-1681.
- 4) Ito et al (2007), *Science*, 315, 503-506.



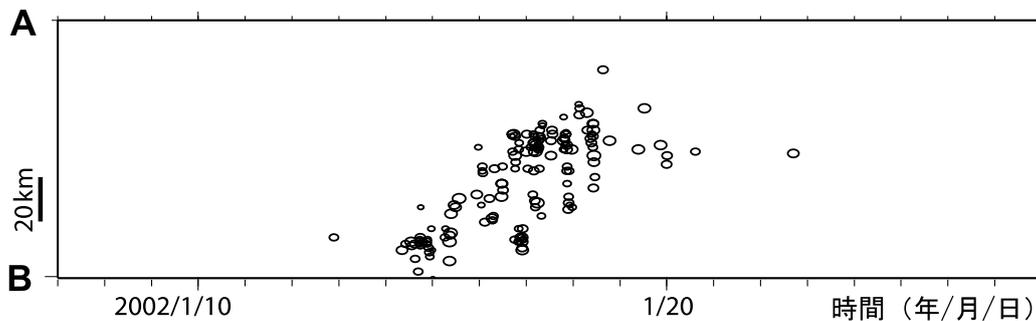
第 1 図 (a) 解析に使用した観測点および既知イベントの分布. 観測点を四角印, 既知イベントを星印でそれぞれ示す. (b) 図の図示範囲を矩形で併せて示す. (b) 超低周波地震の震央分布. 震央を丸印で表し, シンボルの大きさは平均相関係数の大きさを表す. また, 第 2 図の縦軸に対応した測線 AB の位置を併せて示す.

Fig. 1 (a) Stations and a template event for detection and location based on the cross correlation analysis are respectively shown by squares and a star. A rectangle denotes study area shown in (b). (b) Detected and located very-low-frequency earthquakes (VLFEs) are shown by circles. Size denotes cross correlation coefficient averaged over five stations used in this study. Line AB indicates horizontal location for Figs. 2 and 3.



第 2 図 1998 年 10 月から 2007 年 3 月までの期間に検出されたイベントの時空間分布. 少なくとも一つの観測点が欠測するなどの理由による解析対象外の期間を灰色で示す.

Fig. 2 Spatiotemporal distribution of VLFEs along Line AB in the period of October, 1998 - March, 2007. Gray areas indicate not analyzed periods due to data acquisition troubles at stations. Symbols are the same as Fig. 1(b).



第 3 図 2002 年 1 月の活動におけるイベントの時空間分布.

Fig. 3 Spatiotemporal distribution of a VLF activity on January, 2002. Gray areas indicate not analyzed periods due to data acquisition troubles at stations. Symbols are the same as Fig. 1(b).