

7-1 西南日本の超低周波地震活動

Activity of Very-low-frequency Earthquakes in Southwest Japan

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

防災科学技術研究所の準リアルタイムアレイ解析システムによって、2006年8月下旬から9月上旬にかけて、日向灘と室戸岬南東沖で超低周波地震のやや活発な活動があったことがわかった。この準リアルタイムアレイ解析システムとは、防災科学技術研究所では高感度基盤地震観測網(Hi-net)に併設された高感度加速度計の記録をフィルター処理(通過帯域 0.02-0.05Hz)した後にアレイ解析することによって、主として超低周波地震の検出とその震央推定を行うシステムである。

具体的には、半径 50km 程度の地震計アレイを全国の 110 箇所に構成し、それぞれのアレイについてセンブルンス解析を行うことによって、局所的な平面波入射を仮定した波群到来方向を推定する。このような解析によって得られるセンブルンス値は、超低周波地震によるコヒーレントな波群の到達に対応して高い値をとり、その到来方向はほぼ震央方向を表す。したがって、まずは先の解析による最大センブルンス値に閾値を設けてコヒーレントな波群を検出した後に、その時間帯における各アレイでの波群到来方向を説明するような震央位置の推定が可能である。本解析では、観測された到来方向ベクトルと震央位置から期待される到来方向ベクトルとの内積の重み平均を円筒波指数と定義し、それが最大値をとるような震央位置を推定する方法を採用した。また、各アレイで観測された到来方向の全体的な一致度を表す指標として平面波指数を定義し、震央位置の推定が困難なイベント(例えば遠地地震)の検出と除去に使用した。ここに述べた手法によって検出されるイベントは、当然のことながら超低周波地震のみならず通常地震をも含む。それゆえ以下では、震央位置の推定に成功したイベントのうちの Hi-net 震源に対応しないものを超低周波地震とみなすことにした。

上に述べた一連の解析を 2006 年 8 月～10 月の観測記録に対して行った。まず始めに例として、2006 年 8 月 30 日 5 時から 6 時までの 1 時間の記録波形および解析結果を第 1 図に示す。(a)には低周波帯域(0.01-0.1Hz)を、(b)には高周波帯域(2Hz-)を通過帯域とするバンドパスフィルターによって処理した記録波形をそれぞれ示す。ここでは、静岡県西部から九州南部までの太平洋側の観測点について、その記録波形を観測点位置の東西順に従って並べた。これらの記録波形には、低周波帯域に卓越する波群の到達が見られ(図中に薄紫色で影をつけた部分)、この時間帯に少なくとも 4 イベントの超低周波地震が発生したことが分かる。また、それらの波群の到達時刻は四国東部で最も早いことも分かる。次に同じ時間帯についての解析結果を第 1 図(c)～(f)に示す。第 1 図(c)からは、超低周波地震による地震動の到達時間帯に対応して、最大センブルンス値が 0.5 以上をとるアレイの数が大きく増えていることが分かる。その中でも円筒波指数が大きく、逆に平面波指数が小さな場合[第 1 図(d)]には、その時間帯の到来方向ベクトルの空間分布が近地地震の震央によってかなり良く説明されていることを意味する。そのような場合について推定された震央の緯度および経度を、第 1 図(e)および(f)にそれぞれ示す。この解析の結果、これらの超低周波地震の震央は室戸岬の南東沖で発生したことが分かった。

次に、2006 年 8 月～10 月の期間に検出された超低周波地震の震央分布を第 2 図に示す。図からわかるように、期間内には日向灘と室戸岬南東沖で超低周波地震の活動があった。これらの活動は、いずれも 8 月下旬から 9 月初旬にかけて一時的に活発化したものである。また、2005 年 8 月から 2006

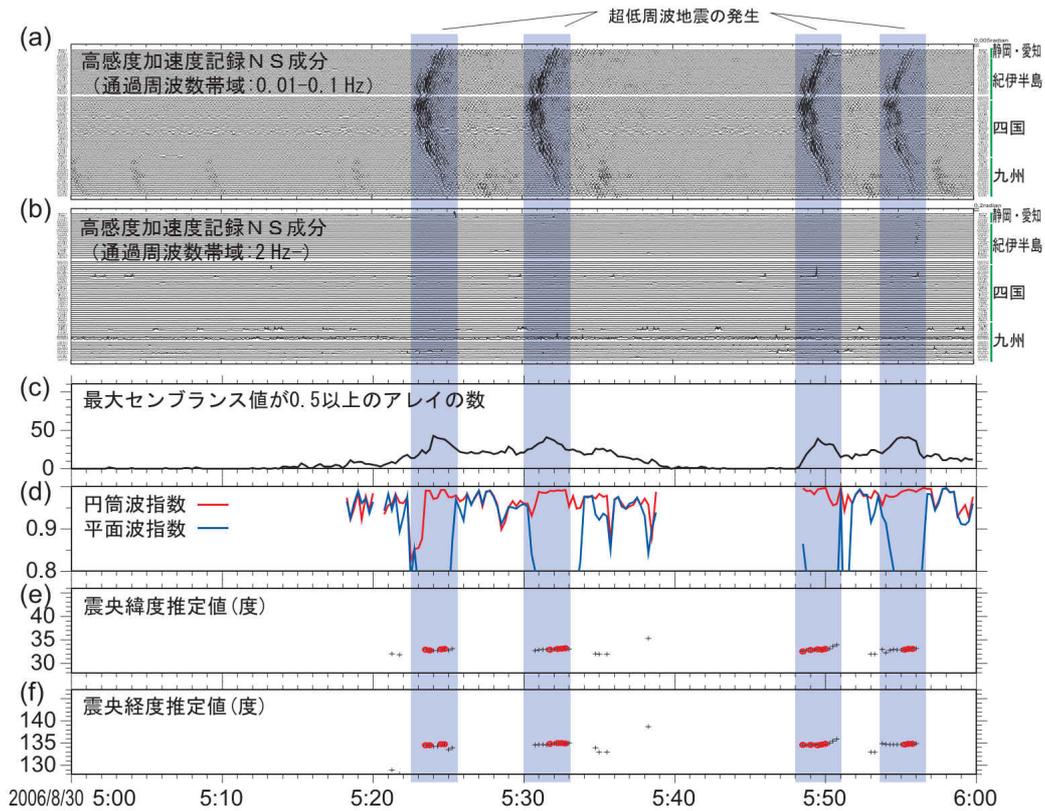
年7月の期間に発生した超低周波地震を第2図中に併せて示す。日向灘では過去1年間にも多数の超低周波地震が発生してきたが、室戸岬南東沖ではそのような活動は捉えられていない。Obara and Ito (2005)¹⁾によると、この地域では2004年9月に超低周波地震の活動があった[第3図]。今回の活動は、それ以来の活動であったと考えられる。

最後に、室戸岬南東沖で発生した超低周波地震のセントロイドモーメントテンソル解析について述べる。この解析には、防災科学技術研究所の広帯域基盤地震観測網 F-net, および Hi-net に併設された高感度加速度計の記録波形にフィルター処理を行ったものを使用した。解析の結果、11個のイベント (Mw3.5~3.9) について残差が十分に減少し、セントロイドモーメントテンソル解 (以下、CMT 解) を推定することができた[第3図]。推定された発震機構はいずれのイベントも概ね逆断層型[第3図(a)]であり、セントロイドの深さは約 5km 程度[第3図(b)]であった。ここで推定された CMT 解と Kodaira et al. (2000)²⁾ による地下構造を比較すると、セントロイドの深さは海陸プレート境界よりも浅い付加体内部に位置する[第3図(b)]。また、節面の一方を断層面と仮定した場合の傾斜角は、沈み込むプレート境界のそれよりも高角であり、むしろ、反射探査などによってイメージングされてきた付加体内部の逆断層系[Park et al. (2002)³⁾]の傾斜角と調和的である。これらのことから、今回の室戸岬南東沖で発生した超低周波地震は、紀伊半島南東沖や日向灘について指摘されてきた[Ito and Obara (2006a,b)⁵⁾⁶⁾]ように、付加体内部の逆断層系でのゆっくりとしたすべりによるものと考えられる。

(浅野陽一・伊藤喜宏)

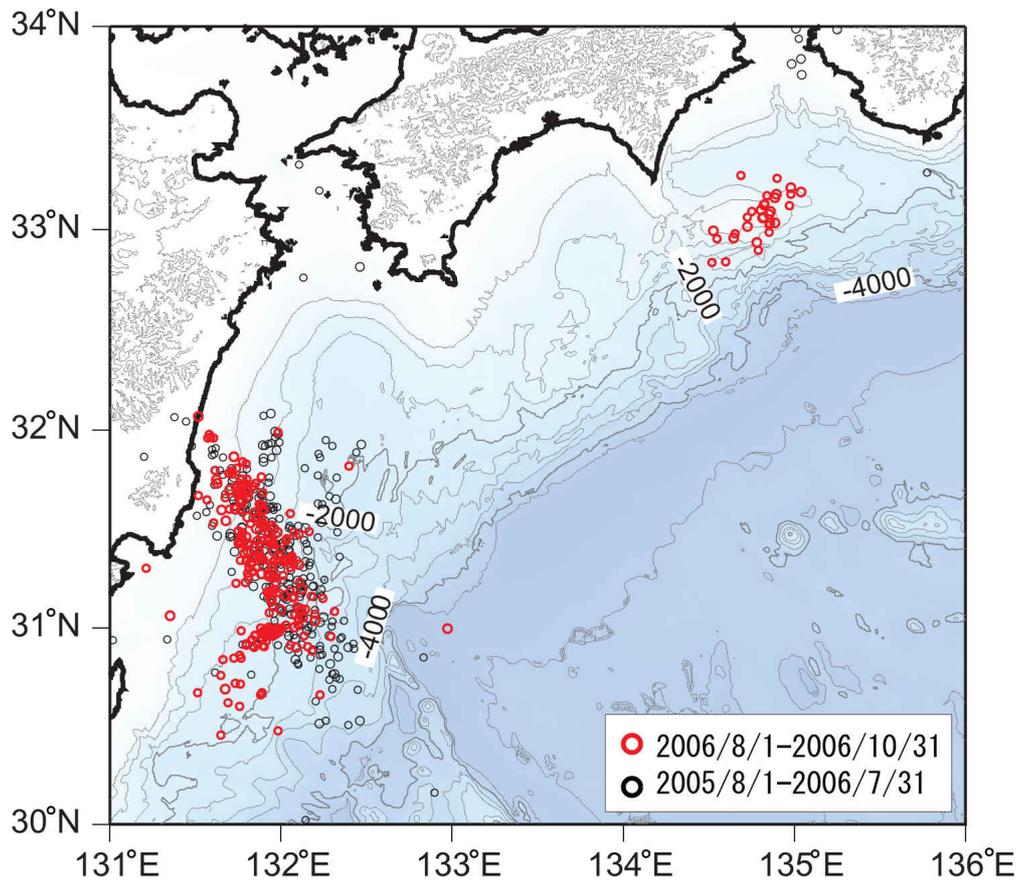
参 考 文 献

- 1) Obara and Ito (2005), *Earth Planets Space*, **57**, 321-326.
- 2) Kodaira et al. (2000), *Science*, **289**, 104-106.
- 3) Park et al. (2002), *Science*, **297**, 1157-1160.
- 4) Ito and Obara (2006a), *Geophys.Res. Lett.*, **33**, L02311, doi:10.1029/2005GL025270.
- 5) Ito and Obara (2006b), *Geophys.Res. Lett.*, **33**, L09302, doi:10.1029/2006GL025883.



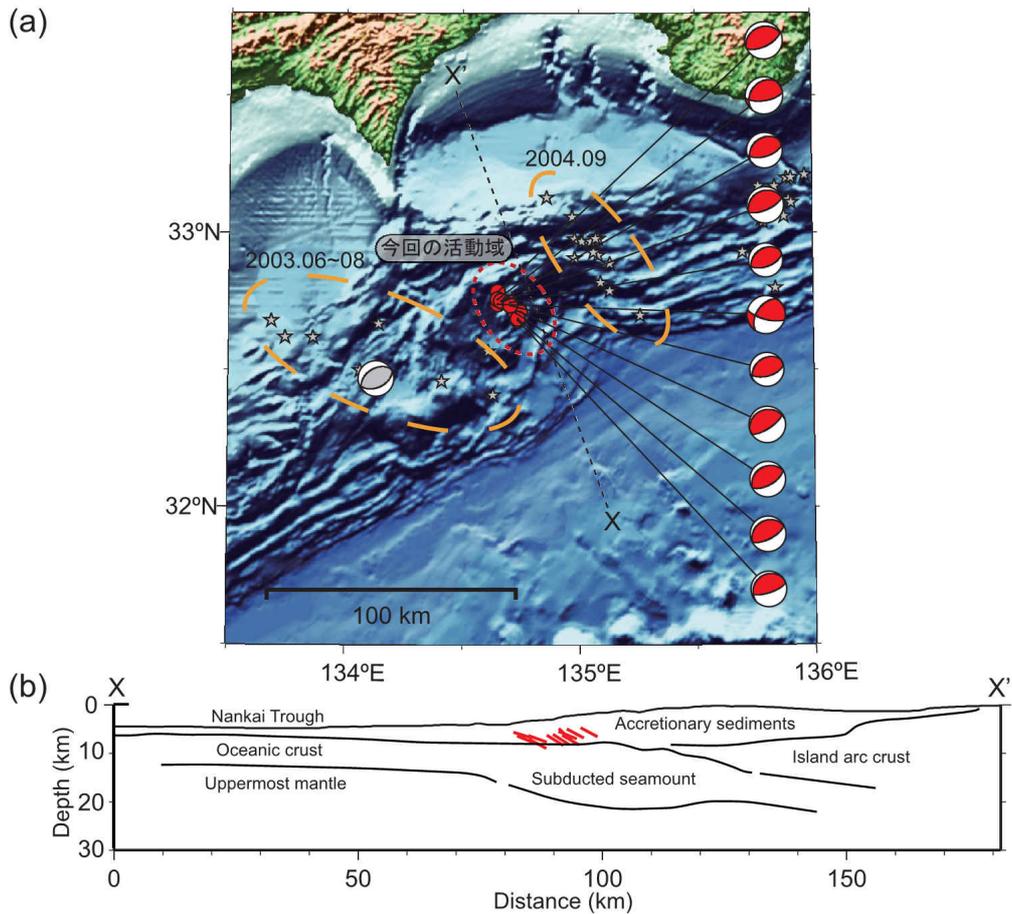
第 1 図 室戸岬南東沖で発生した超低周波地震の記録波形と解析結果の例。2006 年 8 月 30 日 5 時～6 時の 1 時間について、(a) 高感度加速度記録 N S 成分のバンドパスフィルター (0.01-0.1Hz) 処理波形、(b) ハイパスフィルター (2Hz-) 処理波形、(c) 最大センブランス値が 0.5 を超えるアレイの数、(d) 円筒波指数および平面波指数、(e) 震央緯度推定値、および (f) 震央経度推定値を示す。

Fig. 1 NS-component seismograms filtered by (a) band-pass (0.01-0.1 Hz) filter and (b) high pass (2 Hz-) filter, and (c)-(f) results of array analysis. A number of arrays with a higher semblance coefficient than 0.5 (solid line), cylindrical- and plain-wave indexes (red and blue lines), estimated epicentral latitude, and longitude are shown in (c), (d), (e), and (f), respectively.



第2図 推定された超低周波地震の震央分布. 2006年8月から10月の期間に発生した超低周波地震を赤丸印で, 2005年8月から2006年7月の期間に発生した超低周波地震を黒丸印でそれぞれ示す.

Fig. 2 Distribution of very-low-frequency (VLF) earthquakes which occurred in periods of August 1-October 31, 2006 (red circles) and August 1, 2005-July 31, 2006 (black circles).



第3図 室戸岬南東沖で発生した超低周波地震のセントロイドモーメントテンソル解 (CMT解). (a) 平面図, および (b) 鉛直断面図を示す. 平面図においては発震機構解を下半球等積投影で, 鉛直断面図においては節面のうちの一方の傾斜角を赤実線でそれぞれセントロイドの位置に示す. また, 平面図には Obara and Ito (2005)¹⁾による過去の超低周波地震の活動域を, 鉛直断面図には Kodaira et al. (2000)²⁾による地下構造を併せて示す.

Fig. 3 Centroid moment tensor solution in (a) map and (b) vertical cross-section across the Nankai trough. Red circles in (a) and lines in (b) denote centroids and one nodal planes projected into vertical cross-section, respectively. Orange ellipsoids in (a) denote previous activities of VLF earthquakes reported by Obara and Ito (2005)¹⁾. Interpreted crustal structure by Kodaira et al. (2000)²⁾ are also shown in (b).