

11-6 西南日本内陸の活断層に発生する深部低周波地震 ～鳥取県西部地域を中心として～

Deep Low-Frequency Earthquakes Beneath the Focal Region of the 2000 Western Tottori Earthquake

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター 大見士朗

Research Center for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1. はじめに

西南日本内陸の活断層には、深部低周波地震が発生する活断層がいくつか確認されている(たとえば、大見, 2002¹⁾ など)。一方、内陸に発生する大地震の発生過程のモデルとして、活断層の深部延長上の非地震性のすべりの存在が注目されている(たとえば、飯尾・小林, 2001²⁾)。深部低周波地震は、断層の深部延長に相当する部分で発生しており、かつその発生過程に流体の関与が予想されることから、断層の深部延長部に流体が存在することを示唆するものである。断層深部に存在する流体は、直接的には深部すべりの促進に寄与することが、間接的にはそれにより内陸地震の発生を促進する可能性が予想される。そのため、内陸活断層に発生する深部低周波地震の研究は内陸地震の発生過程の理解のために重要であると考えられる。本報告では、西南日本内陸の活断層に発生する深部低周波地震のうち、鳥取県西部地震の震源域の例を中心に報告する。

2. 鳥取県西部地震の震源域震源域の深部低周波地震活動

気象庁の震源リストによる、1999年1月から2003年4月までの震源分布と時空間分布をそれぞれ第1図と第2図に示す。これらによれば鳥取県西部地震本震発生までの期間に、本震震源域に震源が決められた深部低周波地震(以下、DLFとよぶ)が4個観測されている。当地域では、本震発生後もDLFの発生が続いており、本震後2年以上が経過した後もDLFの定常的な発生が見られる。なお、これらのDLFの発生場所に大きな変化は見られない。MTダイアグラムによれば、2002年前半より、それまでに比較して若干大きめの、マグニチュード2クラスのDLFが散発するようになったことが認められた(第3図)。

3. 2003年4月の群発的活動

2003年4月22日から25日ごろにかけて、これまで最大規模のDLFの群発活動が発生した。これは4月22日の9時半ごろから発生し、消長を繰り返しながら4月25日の未明まで続いた。特徴的なこととしては、これまでの本地域のDLF活動は、基本的に孤立型のイベントが主であったのに対し、今回の活動は、連続微動タイプのイベントが多く見られたことである。たとえば、4月22日9時半ごろのイベント(第4図、観測点位置は京都大学防災研究所, 2003³⁾を参照)は、45分以上にわたり振動が継続した。さらに孤立型イベントの連続発生という形態のものも見られる。これまでの最大の継続時間を持つイベントは、2000年6月のもので、約7分から10分程度であったが、今回のものは遥かにそれを凌ぐ規模の活動である。気象庁によって、孤立型イベントとして震源を決められたもののうち、M2を超えるものは約10個あり、比較的規模の大きいイベントが含まれていたことがわかる。これらの比較的大きめのイベント約20個について、観測点補正値を評価して震源の再決定を行なった(第5図)。これには、2002年5月以降の3個のM2を超えるイベントについても同様の処理を行なった結果を示しているが、

これを見る限り、震源位置は誤差の範囲でほぼ同じで、顕著な震源移動はないように見える。長期間での震源移動の有無の検証はこれからの課題である。

4. 深部低周波地震の発生メカニズムの考察

京大防災研鳥取観測所の連続記録の精査により、本震に先行する約9時間前の2000/10/06 04:27 (JST)にも同地域でDLFの発生していたことが認められた。マグニチュードは、0.8程度である。Ohmi & Obara (2002)⁴⁾は、これらの観測点で得られた波形データを用いて、この地震の発生メカニズムを考察した。その結果によれば、本イベントの発生メカニズムは、通常地震のダブルカップル型力源よりもシングルフォース型力源を仮定すると、振幅比、S波の振動方向ともによりよく説明できることがわかった。シングルフォース型力源は流体の移動の際などに現れるもので、DLFの震源域に水などの流体が存在していることを示しているものと考えられる。

前述のように、2002年前半より、若干大きめのDLFが散発するようになった。2003年4月の群発活動でも、10個程度以上の同様のイベントが確認されている。これまでの最大マグニチュードは2.5である。これらのDLFの波形を観察すると、P波の立ち上がり部分のパルス長がそれまでのDLFよりも長いものが存在するように見受けられた(第6図)。それらのDLF地震の震源時間関数は、通常同規模の地震の震源時間関数よりも明らかに長い継続時間を持つものである可能性が高い(第7図)。

5. 今後の課題

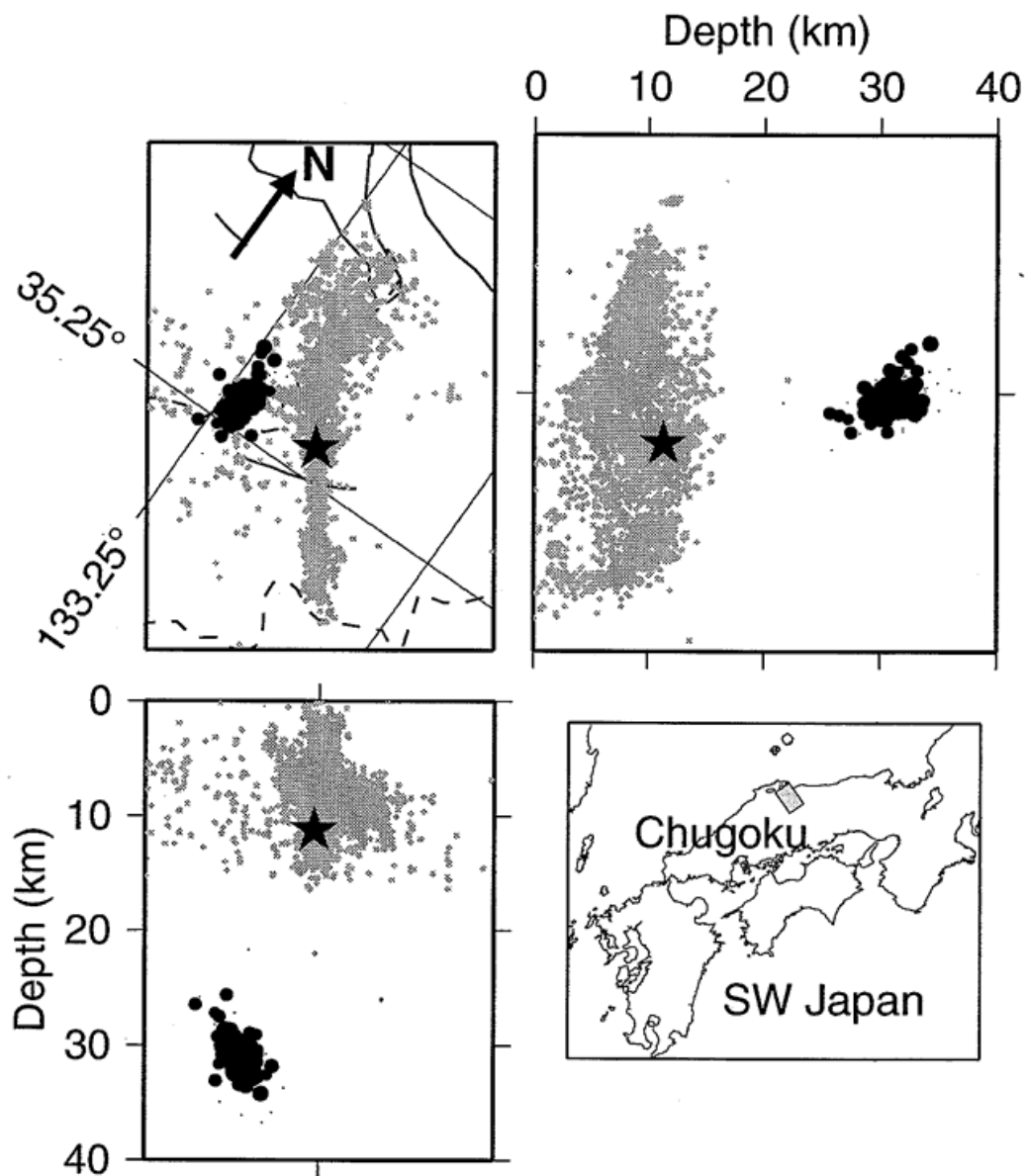
鳥取県西部地震の震源域では、発生様式がこれまでと異なるタイプのDLFが発生しはじめていることが予想され、発生機構の異なる複数種のDLFが同じ震源域で発生している可能性が出てきた。今後さらに解析を行い、DLFの震源過程を明らかにすることやその時間的変化を追うことが課題となる。さらに、鳥取県西部地域以外のDLF発生域でも同様の事例を収集するための観測が必要であると考えられる。

謝辞

今回の解析では、大学、Hi-netの地震波形データのほか、気象庁の速報震源データを参照させていただいた。記して感謝する。

参 考 文 献

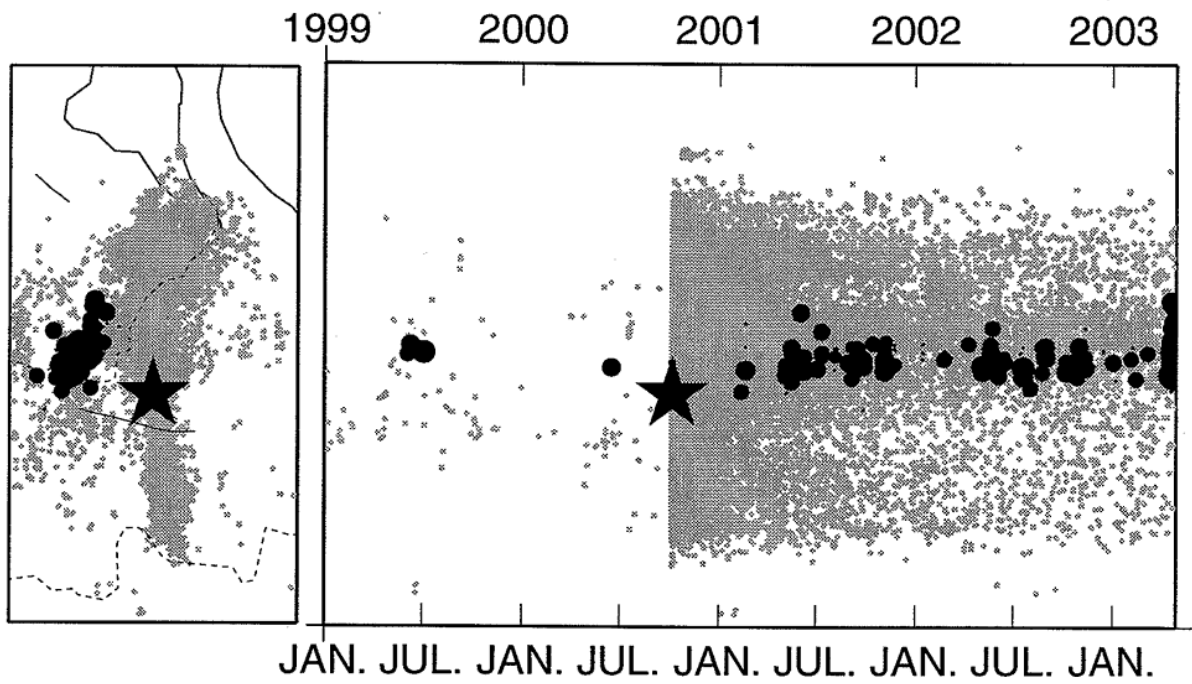
- 1) 大見士朗, 2002, 西南日本内陸の活断層に発生する深部低周波地震, 月刊地球, 号外 No.38:109-113.
- 2) 飯尾能久・小林洋二, 2001, 内陸大地震の始まり, 月刊地球, Vol.23, No.5:306-312.
- 3) 京都大学防災研究所, 2003, 鳥取県西部の深部低周波地震の現状, 連絡会会報, 69:593-596.
- 4) Ohmi, S. and Obara, K., 2002, Deep Low-frequency Earthquakes beneath the Focal Region of the Mw6.7 2000 Western Tottori Earthquake, Geophys.Res.Lett., Vol.29, No.16, 10.1029/2001GL014469.



第1図 気象庁速報震源リストによる鳥取県西部地域の深部低周波地震の分布

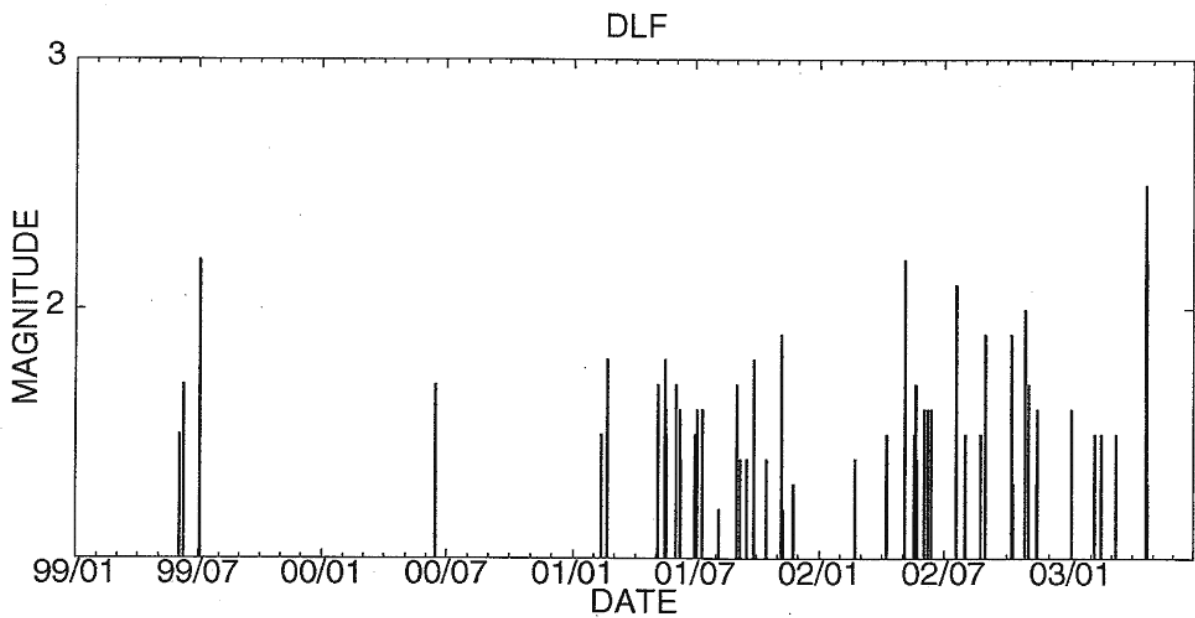
1999年1月～2003年4月までのデータによる。●が深部低周波地震，灰色は通常の地震を表す。

Fig.1 Hypocenter distribution of the deep low-frequency earthquakes in the western Tottori region together with ordinary shallow earthquakes. Hypocenters from January 1999 to April 2003 are plotted. Solid circles represent the deep low-frequency earthquakes while gray dots show the ordinary earthquakes. Star represents the mainshock. The JMA Preliminary Determined Earthquake catalogue is used.



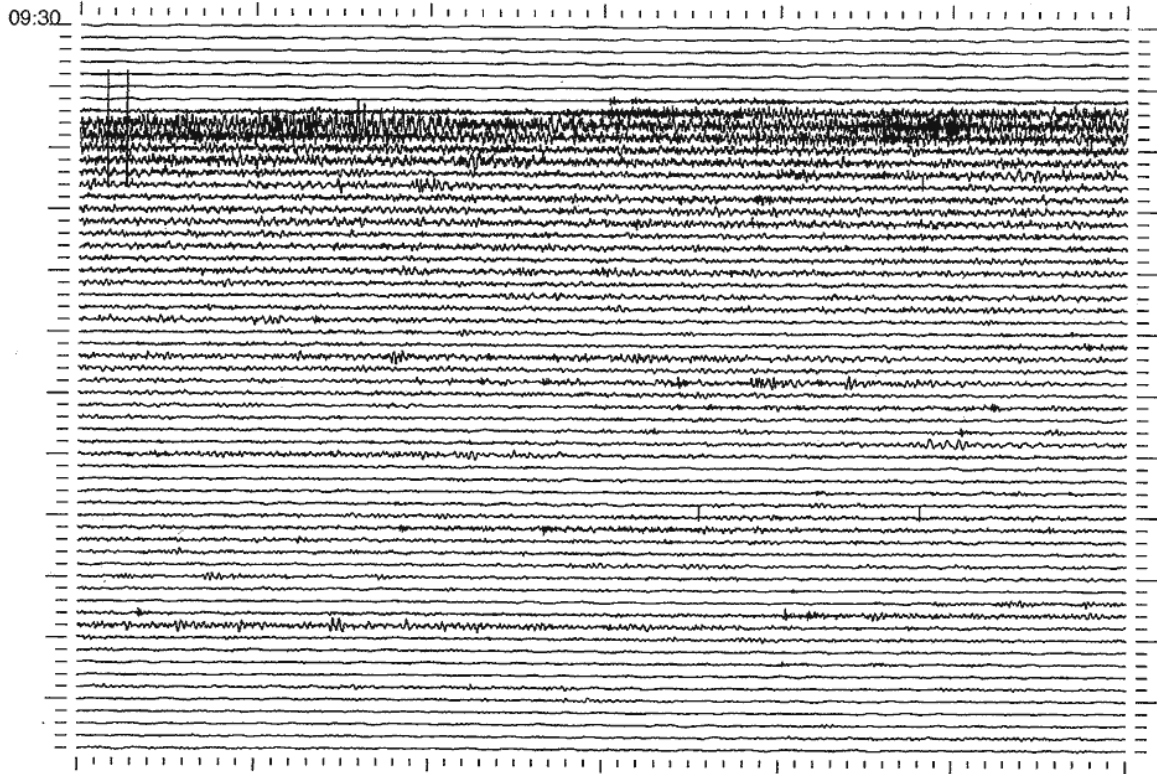
第2図 深部低周波地震の時空間分布図

Fig.2 Space-time plot of the deep low-frequency earthquakes. Solid circles represent the deep low-frequency earthquakes. For other symbols, see Fig.1.



第3図 深部低周波地震のMT図

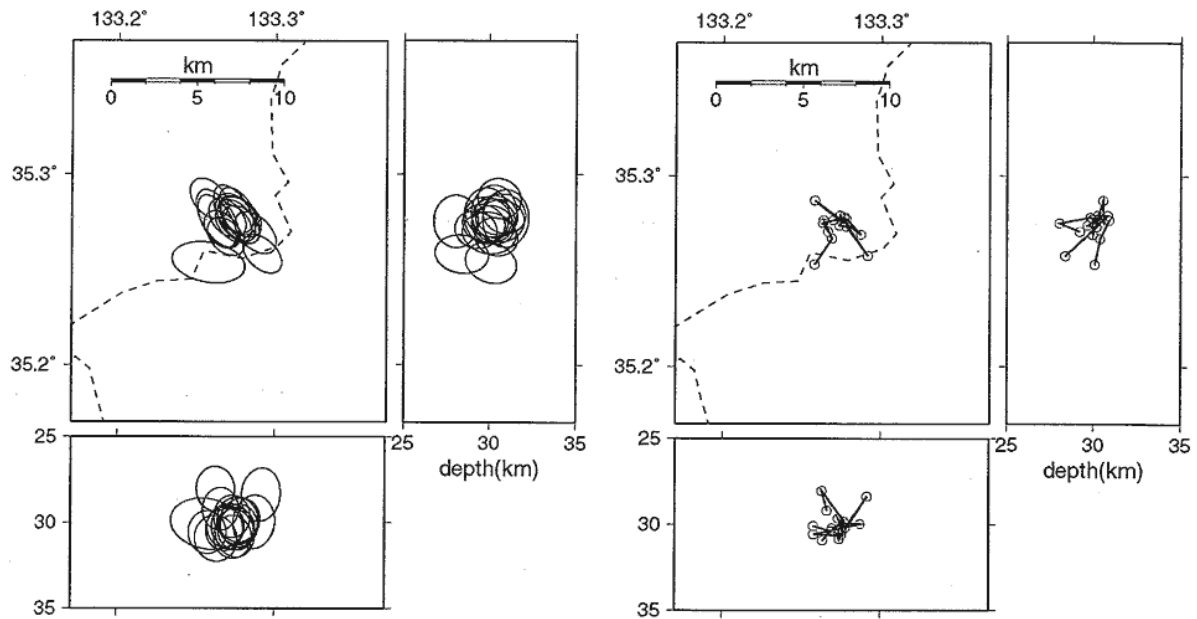
Fig.3 Magnitude-time diagrams of deep low-frequency earthquakes.



第 4 図 微動的な深部低周波地震の波形例

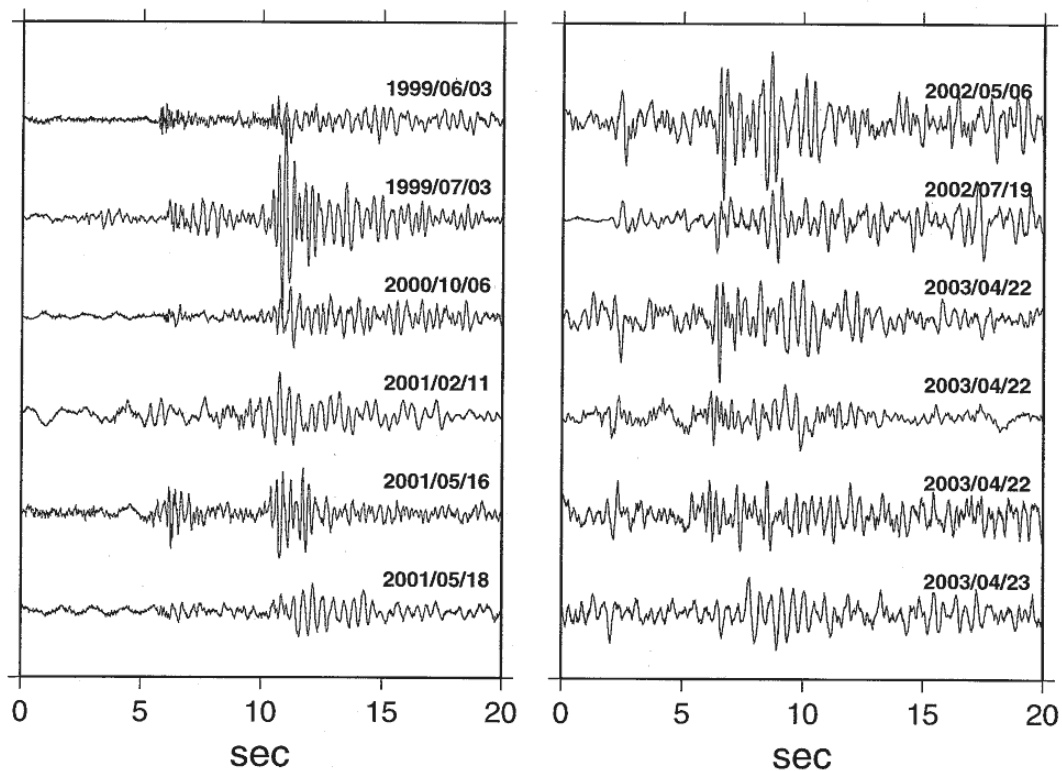
2003 年 4 月に発生した微動的な深部低周波地震の連続波形の例。2003/4/22 09:30 から 1 時間の TRT 観測点における上下動成分。

Fig.4 Examples of waveforms of a tremor-like deep low-frequency earthquakes that occurred in April 2003. Vertical component seismograms observed at station TRT are shown.



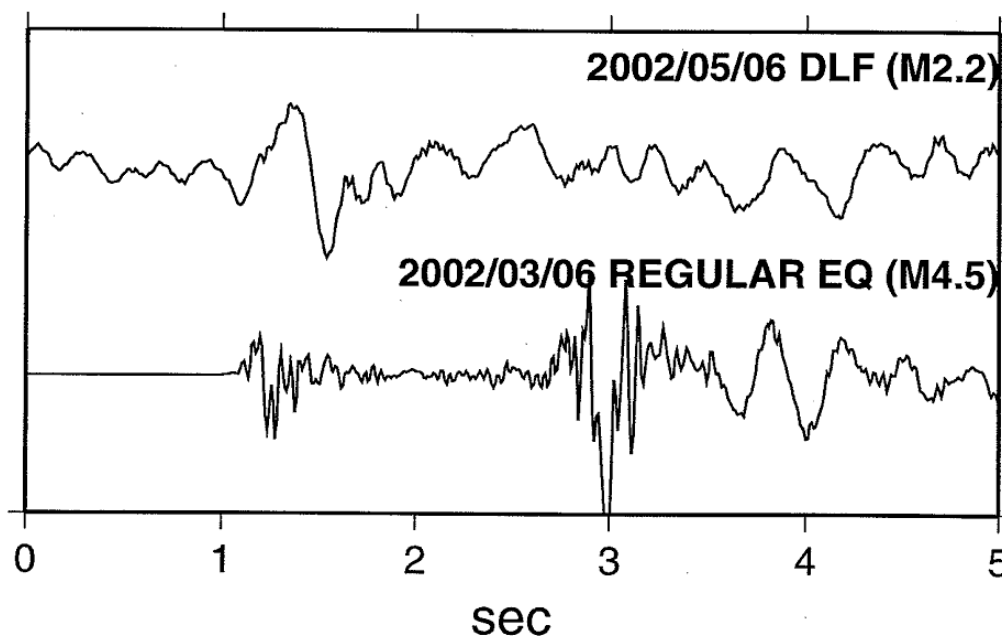
第 5 図 再決定した M2 クラスの低周波地震の震源分布。(左) 誤差楕円で表した震源分布。(右) 発生順を示したもの

Fig.5 Relocated hypocenters of M2 class DLF earthquakes. (Left) Hypocenter distribution of DLF earthquakes represented by error ellipsoids. (Right) Time-sequence of the M2 class DLF earthquakes.



第 6 図 深部低周波地震の波形の変化. (左)2002 年 5 月以前の DLF 地震. (右)2002 年 5 月以降の DLF 地震.

Fig.6 Change of waveforms of DLF earthquakes with time. (Left) Waveforms of DLF earthquakes that occurred before May 2002. (Right) DLF earthquakes that occurred after May 2002.



第 7 図 低周波地震と通常の地震の P 波立ち上がり部分の比較. (上) 2002/5/6 の低周波地震 (M2.2). (下) 2002/3/6 の M4.5 の通常の地震.

Fig.7 Comparison of the waveform around the onset portion of the P-wave arrival of the DLF and regular earthquakes. (Upper) DLF earthquake on May 2002 (M2.2). (Lower) Regular earthquake of M4.5.