

1 2 - 3 深部低周波地震の検出方法および時空間分布について

Detection of low-frequency earthquakes by JMA and time-space distributions of low-frequency earthquakes.

気象庁 地震予知情報課

Earthquake Prediction Information Division, JMA

(1) 深部低周波地震の検出方法

気象庁では、地震判別処理（地震計の波形振幅の長時間平均と、短時間平均の比の変化により地震と判断する）をもとに、地震を検知し、通常の地震より周期の長い波形のものを低周波地震と判断し、震源決定をおこない、震源の深さが30～40 kmの深さに決定されたものを、「深部低周波地震」として、1999年9月から特定のフラグを付して震源カタログに登録している。深部低周波地震の震源決定方法は、通常の地震と同様の方法で、P相、S相、最大振幅の読み取りを行っているが、多くの場合、P相が明瞭でなく、S相だけによって震源の位置が決定されている。震源精度が基準を満たさない場合は、参考登録とされている。

なお、活火山周辺で、震源が深さ約10 kmより浅いものは、火山活動に関係する現象である可能性が高いと考え、原則として深部低周波地震のフラグをつけていない。

低周波地震の振幅が大きくても、微動活動が活発な時など波形振幅の長時間平均が大きい場合は地震を検知できないことがある。また、地震判別が行われても、震源が決定できない場合は、低周波地震として気象庁震源ファイルには登録されない場合がある（第1図）。また、深部低周波地震は連続して発生する場合があるが、それぞれのP相等の特定が困難で、連続して発生している深部低周波地震のうち、ひとつだけが震源決定されているという場合もある。

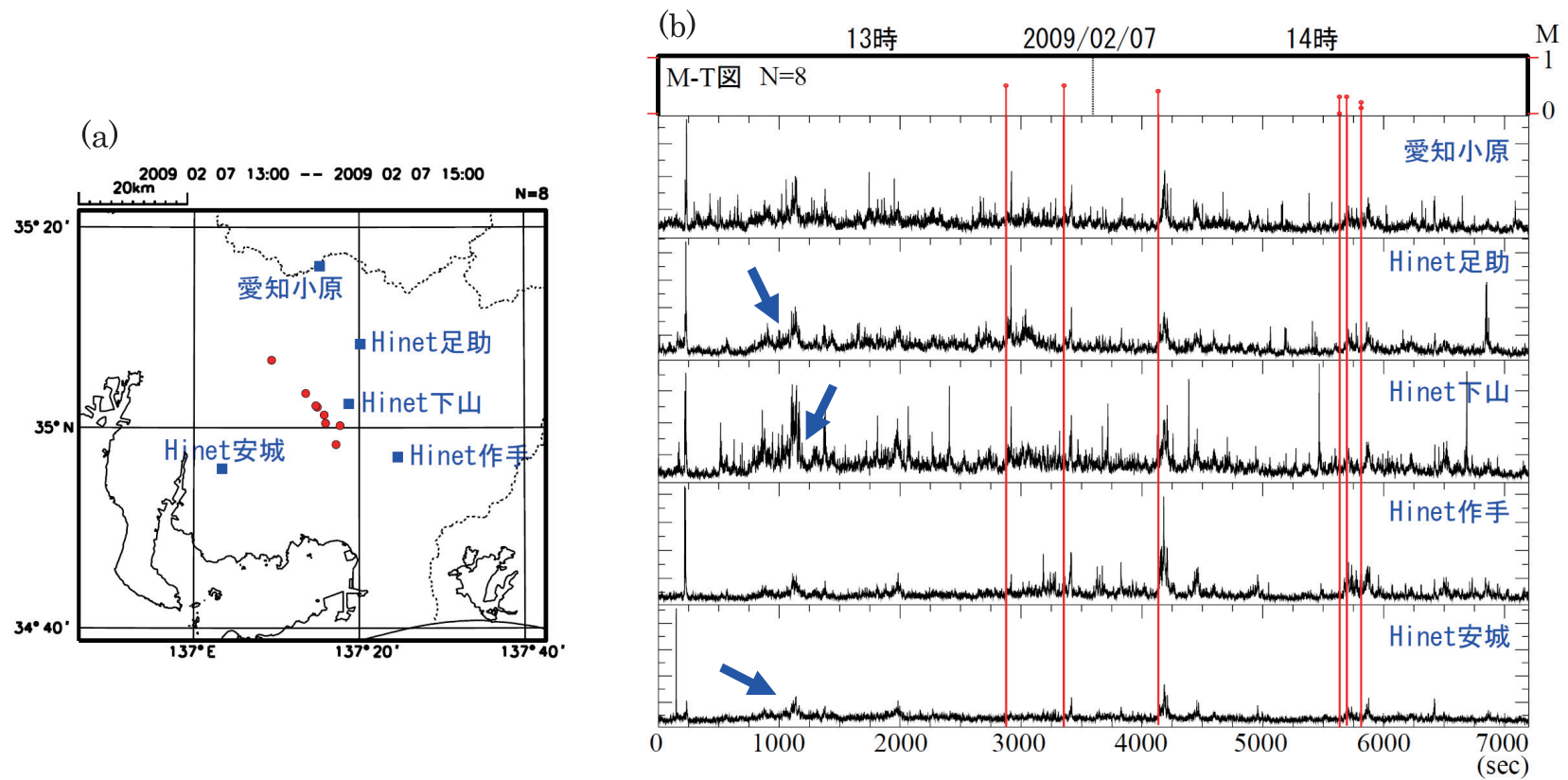
(2) 空間分布

深部低周波地震は、長野県南部から、愛知県、紀伊半島、四国にかけて、帯状に分布して発生している（以下、帯状分布領域という）。このほか、東日本および九州において、主に火山フロント沿いで孤立的に分布している。また、大阪湾や京都府、山陰地方で孤立的に発生しているものがある

（第2図上）。帯状分布領域の深部低周波地震の波形は、継続している微動の一部のように見え、S波到達時しか検出できないことが多い（第3(a)図）。これに対して、孤立的に分布している深部低周波地震は、単発のイベントであることが多く、P波到達時もS波到達時も検出できることが多い（第3(b)図）。帯状分布領域の分布を詳細にみると、発生頻度の少ない領域（ギャップ）や、集中して発生する領域（クラスター）がみられる（第2図下）。

(3) 帯状分布領域の時空間分布

長野県南部から四国にかけての深部低周波地震の帯状分布領域では、発生場所が紀伊半島から愛知県方向へ移動する現象がみられる。移動の方向は、東進だけでなく、西進の場合もあり、移動速度は、概ね1日あたり10 km程度である。紀伊半島では、2004年後半から2005年前半にかけて、発生頻度が低下したように見える。四国の深部低周波地震については、ほぼ等間隔に発生しているようにみえる（第4図）。



第 1 図 深部低周波地震の検知状況と地震波形

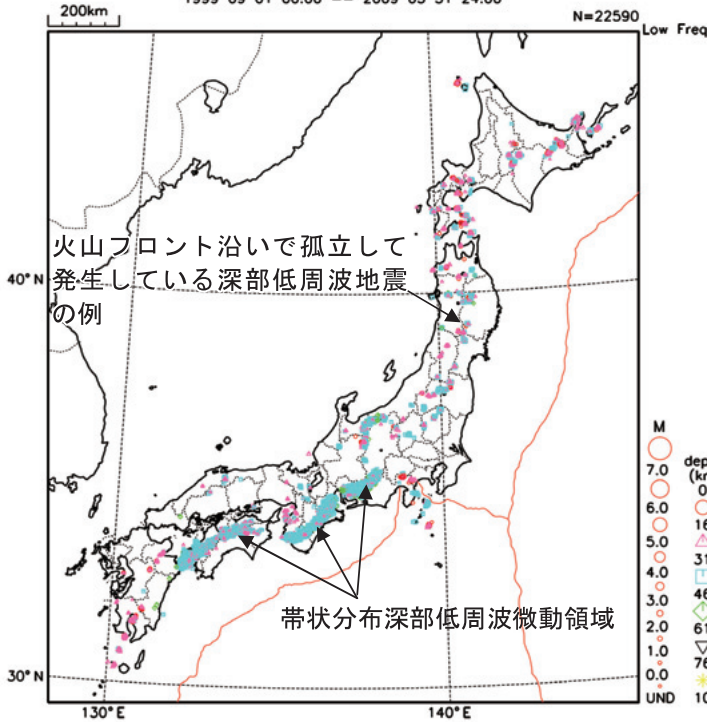
(a) 決定された深部低周波地震の震央分布と観測点分布

(b) 赤い縦の実線は深部低周波地震として検出した時間. 各観測点のエンベロープ波形は, 4 Hz のハイパスフィルターをかけ, 1 Hz でリサンプリングしたもの. 青矢印は, 深部低周波地震が決定されていない時間帯で, 低周波地震の発生が見られる部分.

Fig. 1 Detection of deep low-frequency earthquakes. (a) Epicenters of deep low-frequency earthquakes and distribution of observation stations. (b) Waveforms of 4Hz high-pass filtered waveforms. Red lines indicate times when deep low-frequency earthquakes were detected.

①全国

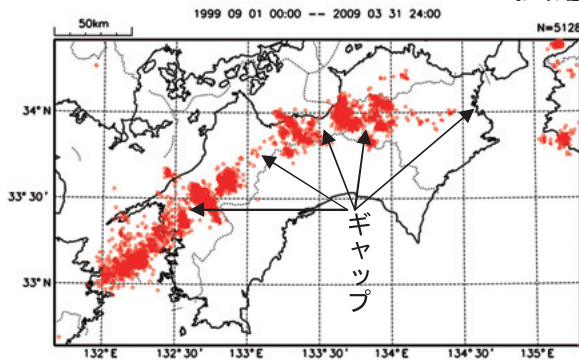
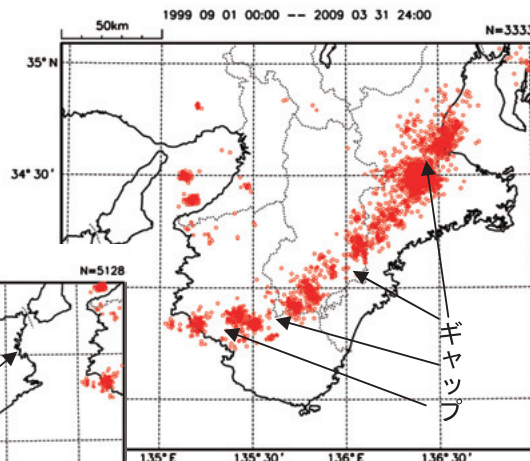
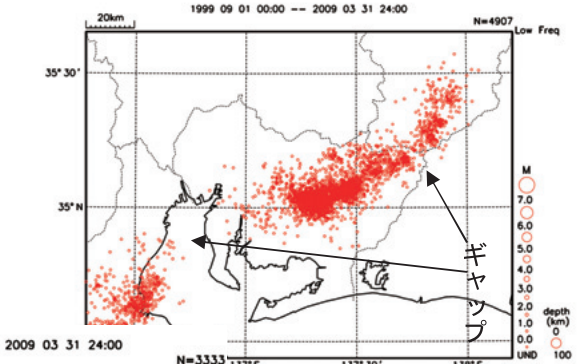
全国の深部低周波地震の震央分布図
(1999年9月以降、Mすべて、深さ100km以浅)
1999 09 01 00:00 -- 2009 03 31 24:00



- ・ 深部低周波地震の分布・・・帯状分布深部低周波微動領域で発生しているもの
他、東日本および九州において主に火山フロント沿いで孤立して発生しているものや、大阪湾や京都府、山陰地方で孤立して発生しているものがある。
- ・ 帯状分布深部低周波微動領域で発生する深部低周波地震・・・継続している微動の一部のように見え、S波しか検出できないことが多い。
- ・ 孤立分布深部低周波地震・・・単発のイベントであることが多く、P波もS波も検出できることが多い。

②帯状分布深部低周波微動領域で発生する深部低周波地震

各地域の深部低周波地震の震央分布図
(1999年9月以降、Mすべて、深さ100km以浅)

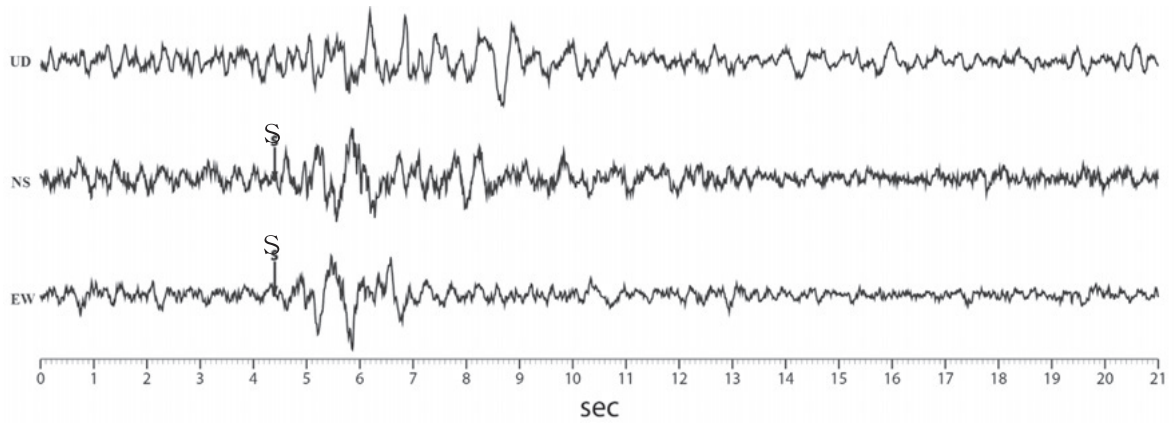


- ・ ギャップ (ほとんど発生しないところ) がある。
- ・ いくつかのクラスターを形成している。

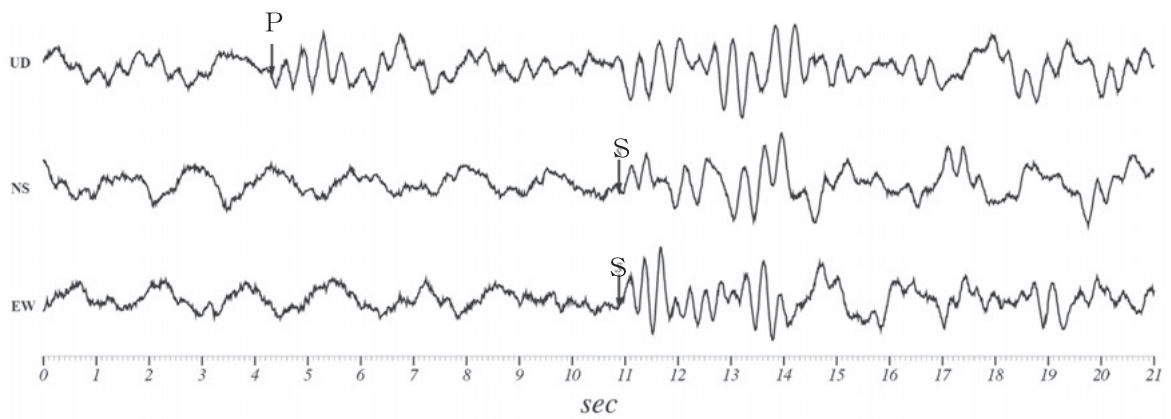
第2図 深部低周波地震の震央分布

Fig. 2 Distribution of deep low-frequency earthquakes.

(a) 5/10 23:01:23 M0.6 三重県中部の低周波イベントのH嬉野観測点における波形

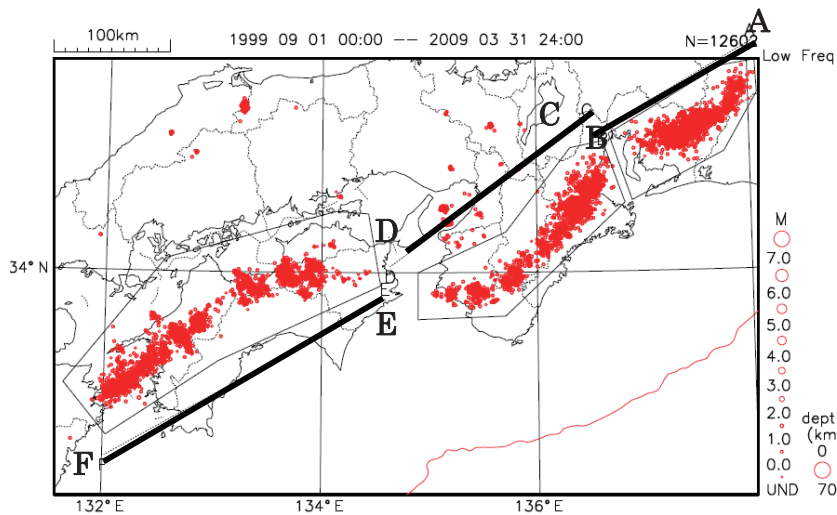


(b) 4/12 22:01:49 M0.5 大阪湾の低周波イベントのH東条観測点における波形



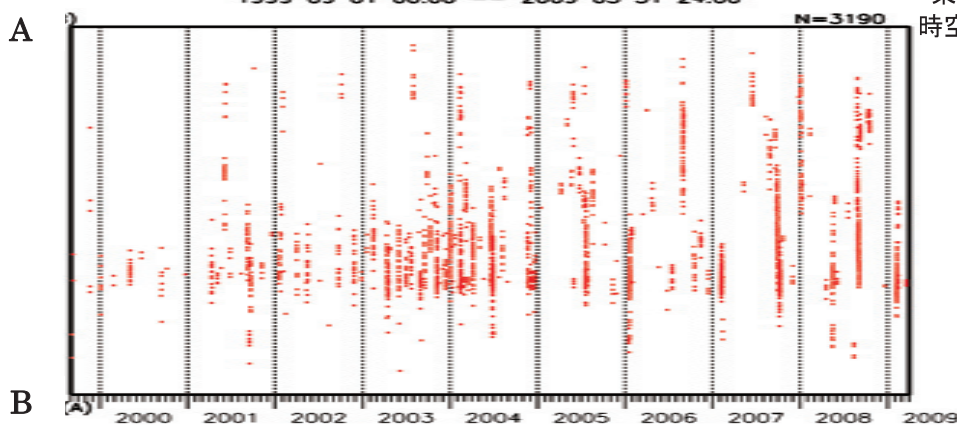
第3図 深部低周波地震の波形例

Fig.3 Waveform examples of deep low-frequency earthquakes.



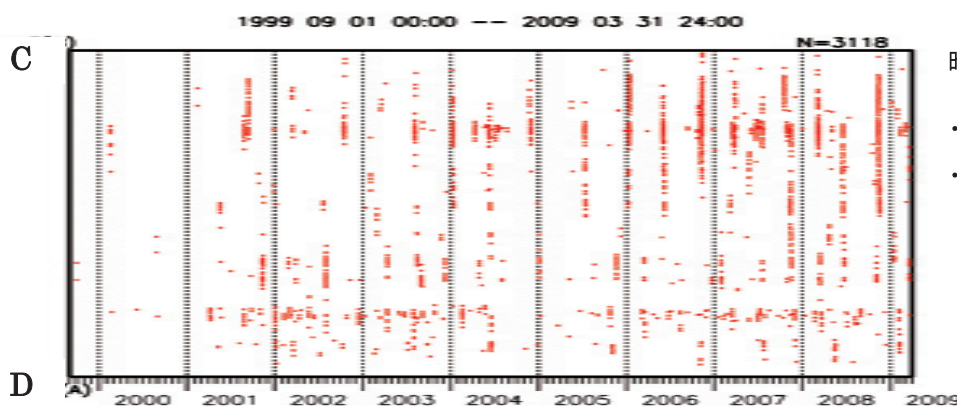
東海地域の
時空間分布図

- ・移動速度は10km/日程度
- ・東進・西進どちらもあり
- ・距離の離れた場所に飛び火も
- ・紀伊半島→愛知が多い。
- ・長野→愛知は、まれ。
- ・愛知中部では 2003 年から 2004 年に頻発。



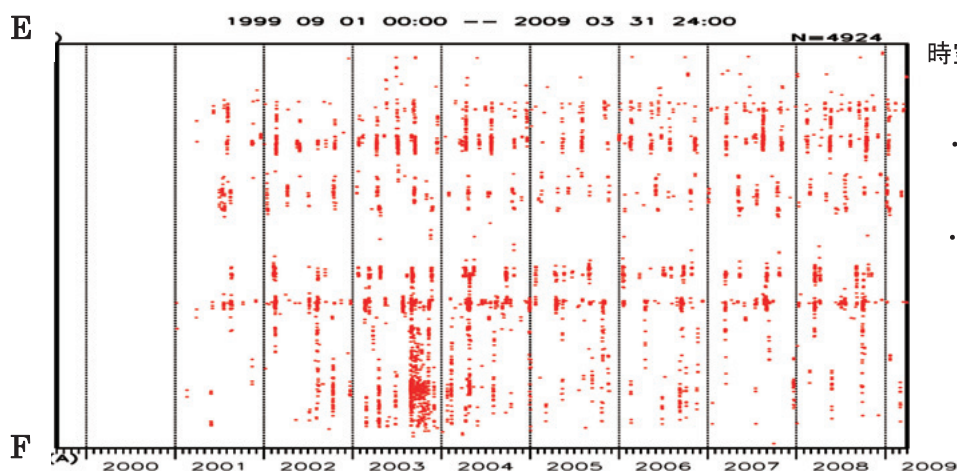
紀伊半島の
時空間分布図

- ・2007 年は伊勢湾側でやや多い。
- ・2004 年半ば～2005 年半ばまで、紀伊半島南部で少ない。(2004 年 9 月の紀伊半島南東沖の地震の影響か?)



四国の
時空間分布図

- ・クラスターごとにはほぼ等間隔で発生。
- ・2003 年後半、豊後水道で活発化 (2003 年 8 月～11 月の豊後水道スロースリップに関連あり)

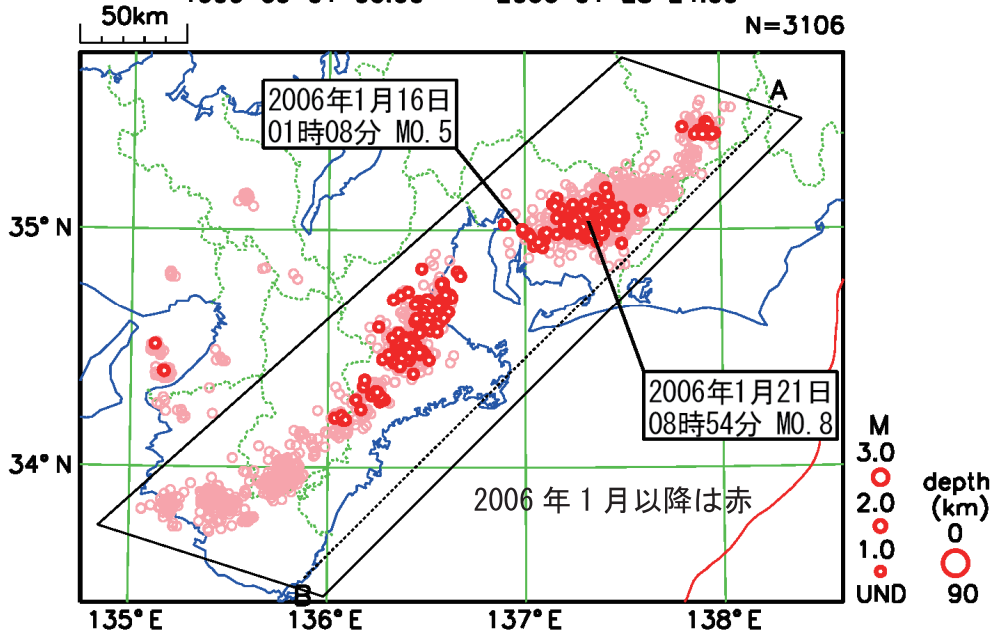


第4図 深部低周波地震の時空間分布図
Fig.4 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes.

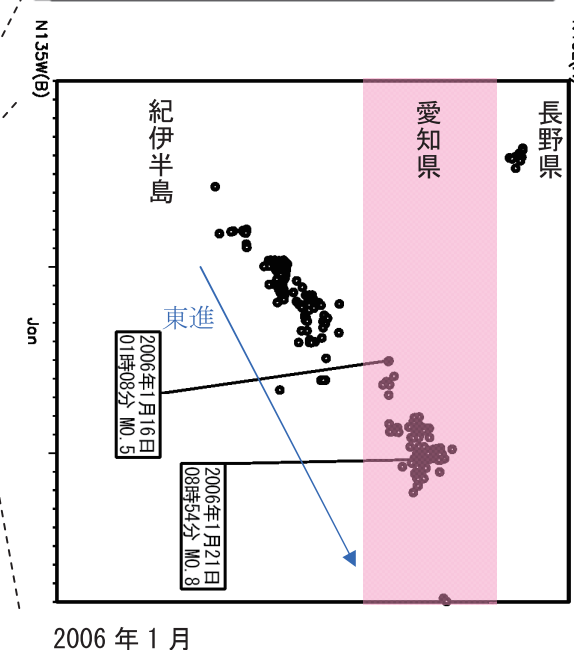
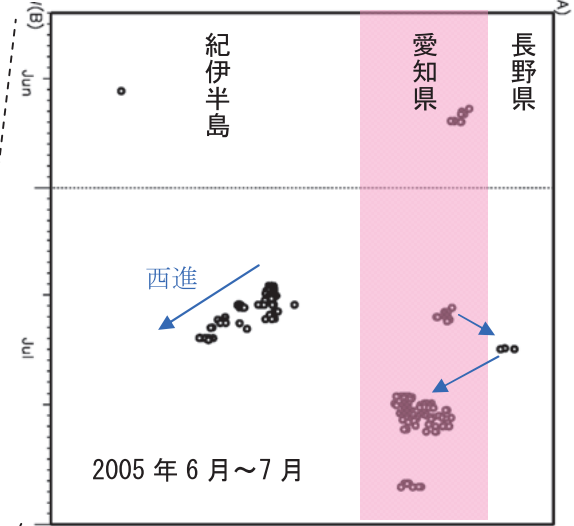
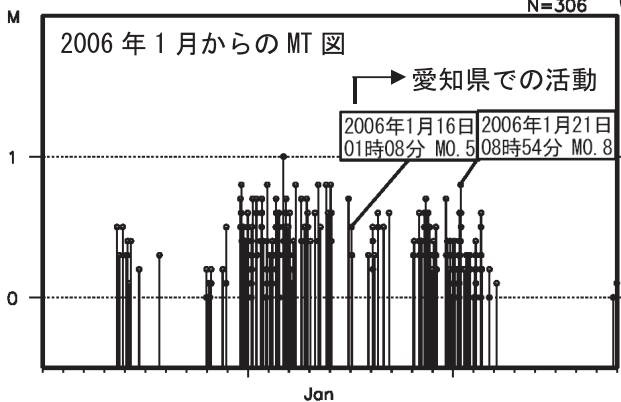
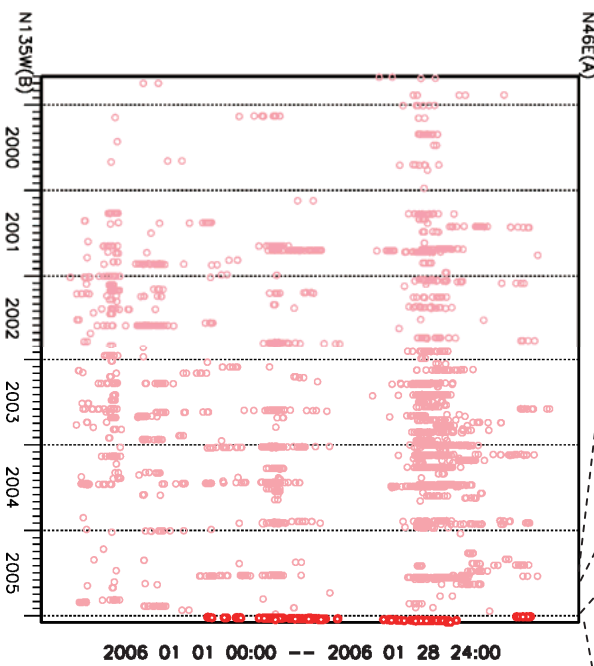
深部低周波地震の活動域の移動の様子（長野県南部～紀伊半島）

深部低周波地震の震央分布図（99年9月以降、Mすべて）

1999 09 01 00:00 -- 2006 01 28 24:00



上図の四角領域内の時空間分布図（A-B 投影）



第4図 深部低周波地震の時空間分布図（つづき）

Fig.4 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes.