

6－2 東海地域の深部低周波地震活動と短期的スロースリップ（2008年5月～10月） Activities of Low-Frequency Earthquakes and Short-term Slow Slip Events in the Tokai Area (May - October 2008)

気象庁 地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division, JMA

四国西部や紀伊半島北部・愛知県西部で発生する深部低周波地震・微動には多くの場合短期的スロースリップイベント（短期的ゆっくり滑り）の発生が伴っていることが報告されている〔例えば、Obara et al.(2004)¹⁾, 廣瀬・小原(2005)²⁾〕。愛知県西部～長野県南部でも、深部低周波地震と短期的スロースリップの同期が過去に繰り返し発生していたことが報告されている〔気象庁・気象研究所(2006)³⁾, 小林ほか(2006)⁴⁾〕。2008年5月, 6月, 8月～9月, 10月にも同様なイベントが観測されたので報告する。

(1) 2008年5月15日～19日

2008年5月15日頃から5月19日頃にかけて、愛知県で深部低周波地震活動が活発化した（第1図）。ほぼ同じ時期に、蒲郡の体積歪計、及び佐久間、本川根（静岡県整備）、掛川、春野（静岡県整備）、浜北の多成分歪計において、ゆっくりとした歪変化が観測された（第2図）。歪変化の原因をプレート境界面の滑りと仮定し、観測された歪変化を満足させるような滑り位置をグリッドサーチで求めたところ、深部低周波地震発生領域に求まった。滑りの大きさとして推定されるモーメントマグニチュードはMw5.6であった。

(2) 2008年6月4日

2008年6月4日00時03分に愛知県西部の深さ39kmのフィリピン海プレート内でM3.6の地震（最大震度2）が発生した。この地震発生直後の00時15分から愛知県西部で深部低周波地震活動が観測された（第3図）。深部低周波地震活動は数分程度で収まった。周辺の歪計等に明瞭な変化は認められなかった。

1999年9月以降、愛知県およびその周辺でM3.0以上の通常地震の発生後20分以内に深部低周波地震活動が観測され始めた例は、今回の他に5例確認された（第4図）。一方、M3.0以上の通常地震の発生後20分以内に深部低周波地震活動が観測されなかつた例は多数あり、現在のところ、通常の地震と深部低周波地震活動の関連は不明である。

(3) 2008年8月25日～9月4日

2008年8月25日頃から9月4日頃にかけて、長野県南部～愛知県で深部低周波地震活動が活発化した（第5図）。ほぼ同じ時期に、佐久間、掛川、春野及び本川根の多成分歪計において、ゆっくりとした歪変化が観測された（第6図）。歪変化の原因をプレート境界面の滑りと仮定し、観測された歪変化を満足させるような滑り位置をグリッドサーチで求めたところ、深部低周波地震発生領域に求まった。滑りの大きさとして推定されるモーメントマグニチュードはMw5.7～5.9であった。

さらに、9月7日～8日にかけて長野県南部で深部低周波地震活動が観測されたが、この活動については周辺の歪計で明瞭な地殻変動は観測されなかつた。

(4) 2008年10月9日～10月18日

2008年10月9日から10月18日にかけて、長野県南部で深部低周波地震活動が活発化した(第7図)。この活動については周辺の歪計で明瞭な地殻変動は観測されなかった。

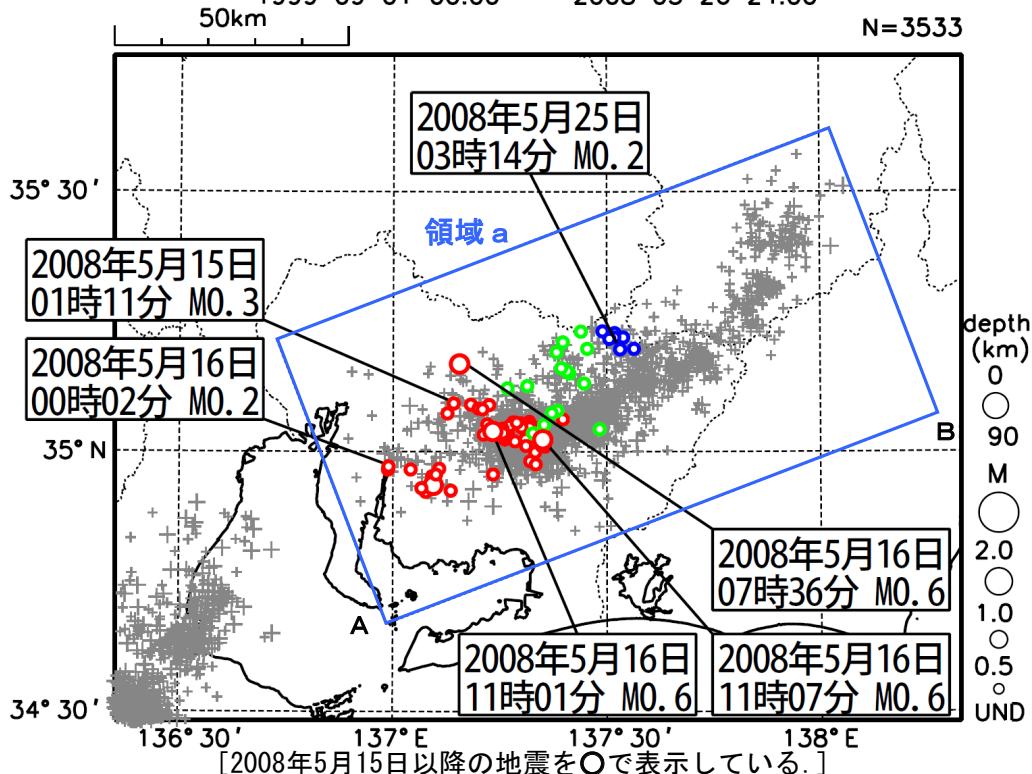
参考文献

- 1) Obara, K. et al. : Episodic slow slip events accompanied by non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L23602, doi:10.1029/2004GL020848 (2004).
- 2) 廣瀬仁・小原一成：西南日本の短期的スロースリップイベントと低周波微動 (2004年11-12月 紀伊半島北部・愛知・四国西部), 地球惑星科学関連学会2005年合同大会, D007-012 (2005).
- 3) 気象庁・気象研究所：歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ, 連絡会報, 75, 431-437 (2006).
- 4) 小林昭夫・山本剛靖・中村浩二・木村一洋：歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ (1984～2005年), 地震, 第2号, 第59巻, 19-27 (2006).

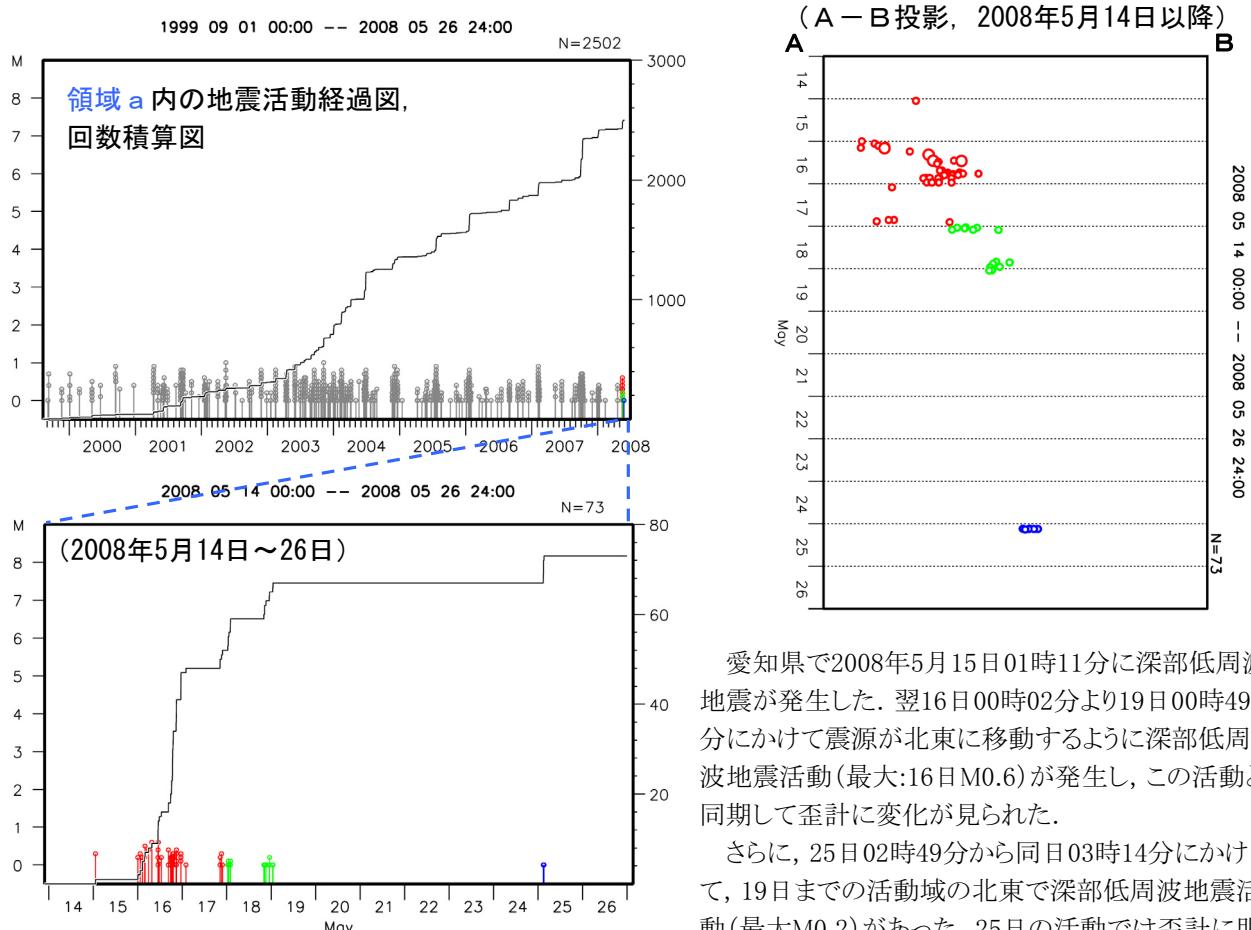
2008年5月 愛知県 深部低周波地震

愛知県西部から北東へ移動、歪変化を観測

震央分布図（深部低周波地震のみ、1999年9月以降、Mすべて）
1999 09 01 00:00 -- 2008 05 26 24:00

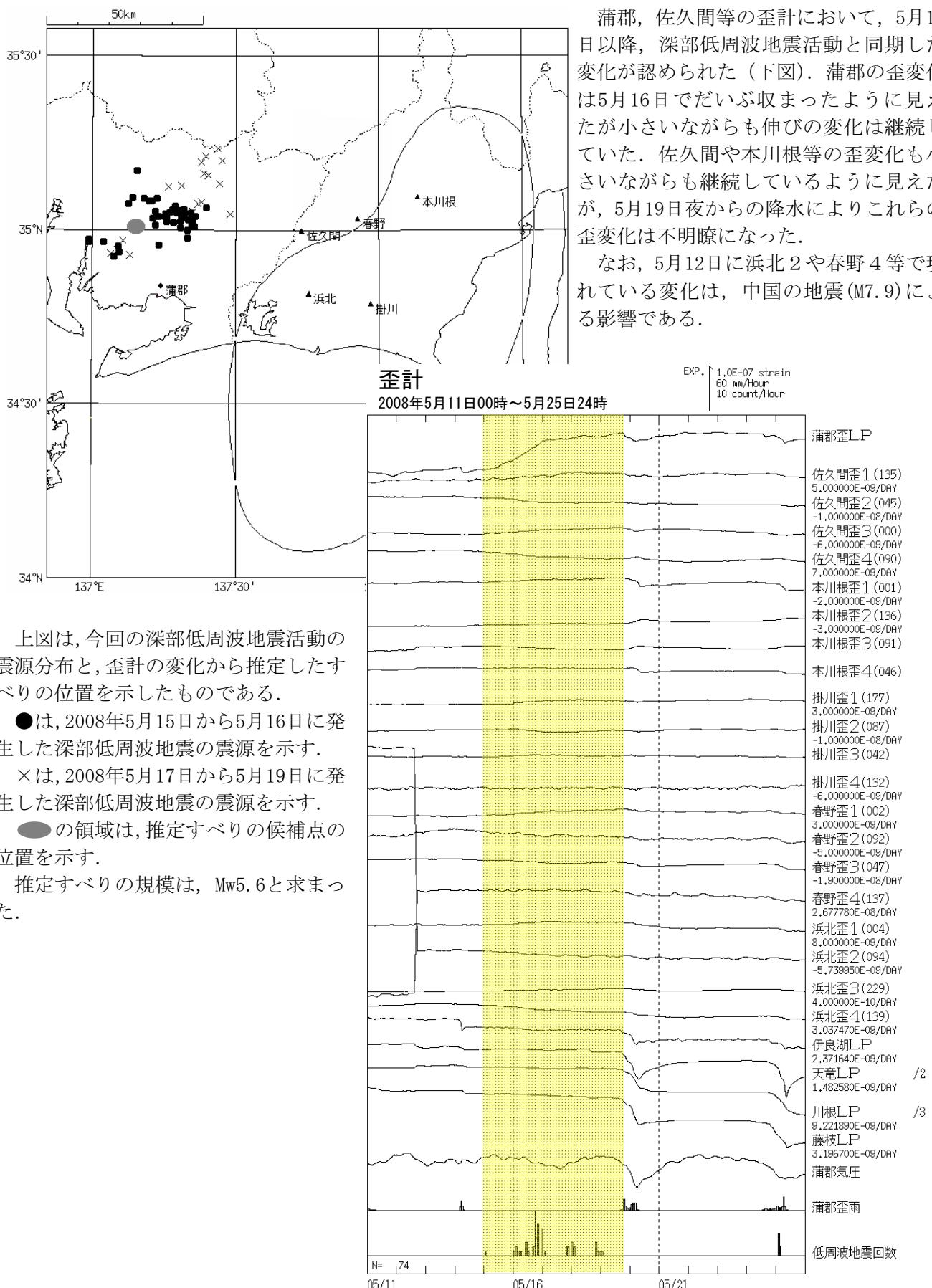


領域 a 内の時空間分布図
(A-B 投影、2008年5月14日以降)



第1図 2008年5月の深部低周波地震活動
Fig.1 Activity of low-frequency earthquakes in January 2008

2008年5月の短期的スロースリップに伴う歪計の変化



第2図 2008年5月の短期的スロースリップに伴う歪変化
Fig.2 Strain changes associated with the short-term slow slip event in January 2008

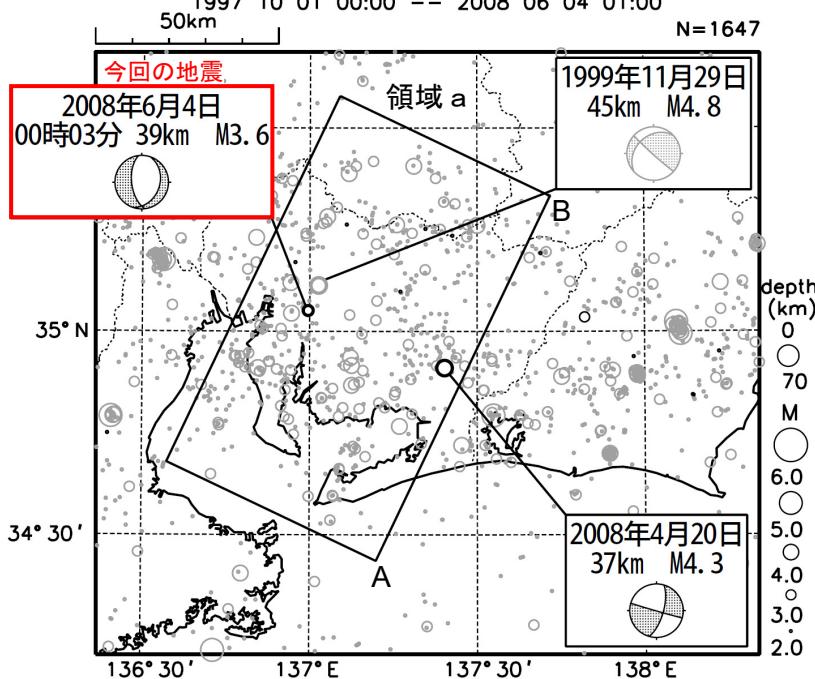
6月4日 愛知県西部の地震

フィリピン海プレート内部, M3.6, 直後から7分間深部低周波地震活動

震央分布図 (1997年10月1日以降, 深さ0~70km, M \geq 2.0)

2008年4月以降の地震を濃く表示.

1997 10 01 00:00 -- 2008 06 04 01:00

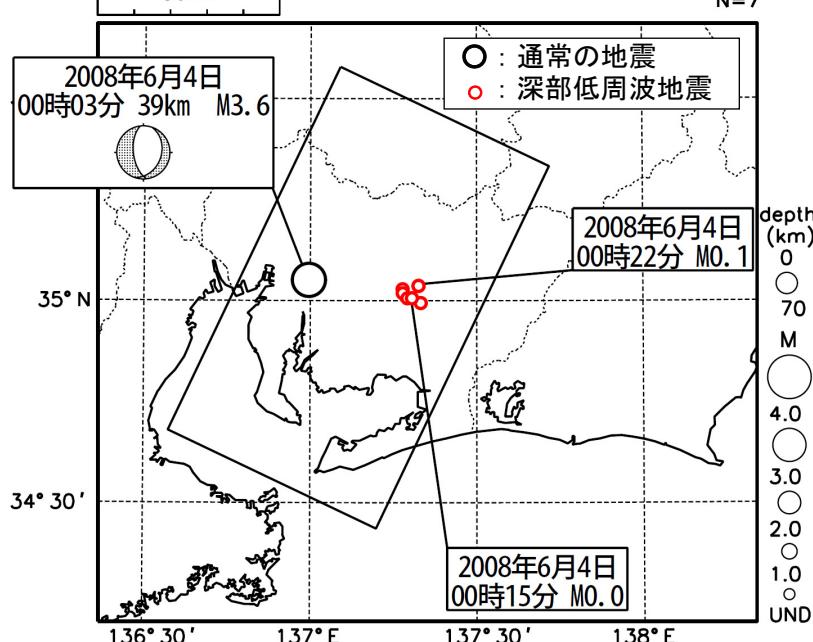


この地震発生直後の00時15分から深部低周波地震活動が発生したが、活動は00時22分までに収まった。この間の最大の深部低周波地震は00時22分に発生したM0.1の地震である。なお、周辺の歪計等に明瞭な変化は認められていない。

震央分布図 (2008年6月4日00時~01時, Mすべて)

2008 06 04 00:00 -- 2008 06 04 01:00

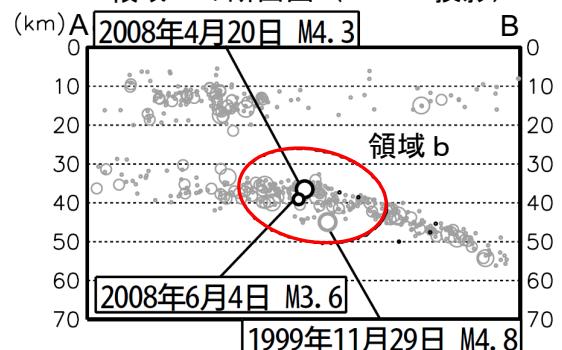
50km



2008年6月4日00時03分に愛知県西部の深さ39kmでM3.6の地震（最大震度2）が発生した。発震機構は東西方向に張力軸を持つ正断層型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。余震は観測していない。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域b）では、M3.5以上の地震が年に0~3回程度発生しており、1999年11月29日にはM4.8の地震（最大震度4）が発生している。

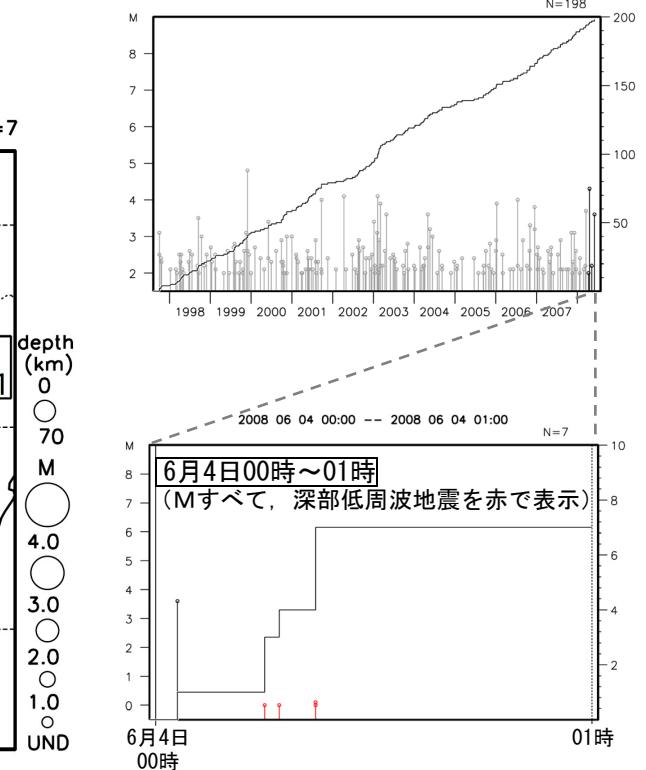
領域aの断面図 (A-B投影)



領域b内の地震活動経過図, 回数積算図

1997 10 01 00:00 -- 2008 06 04 01:00

N=198



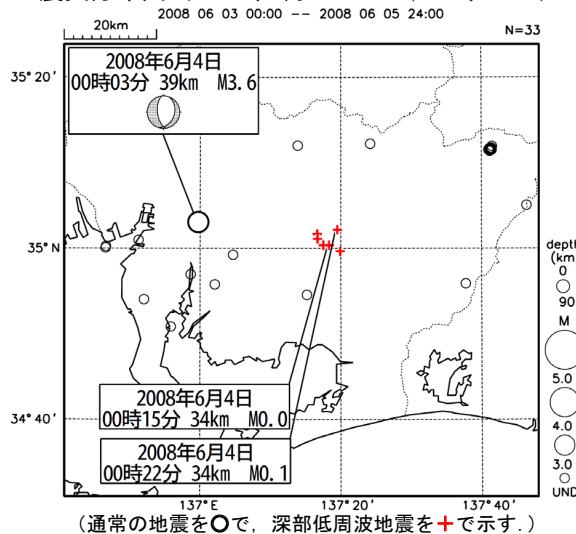
第3図 2008年6月4日 愛知県西部の地震

Fig.3 The earthquake in the western part of Aichi prefecture on June 4

通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係 (1 / 4)

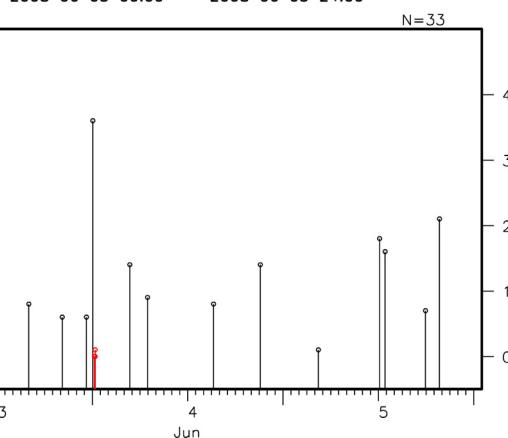
周辺の通常の地震と深部低周波地震発生の関連は不明

震央分布図 (2008年6月3日～5日, Mすべて)



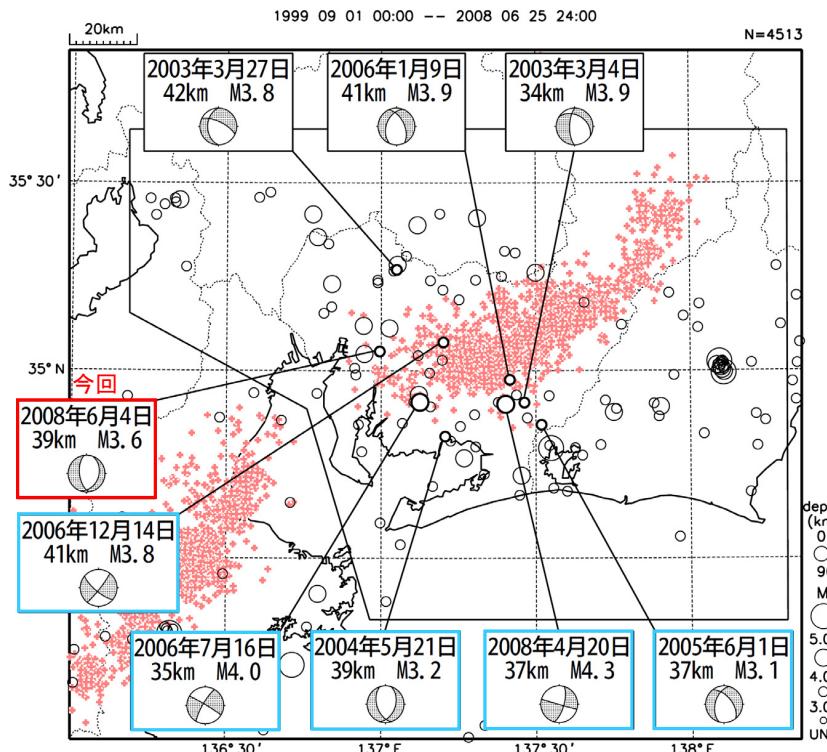
左図内の地震活動経過図

2008 06 03 00:00 -- 2008 06 05 24:00



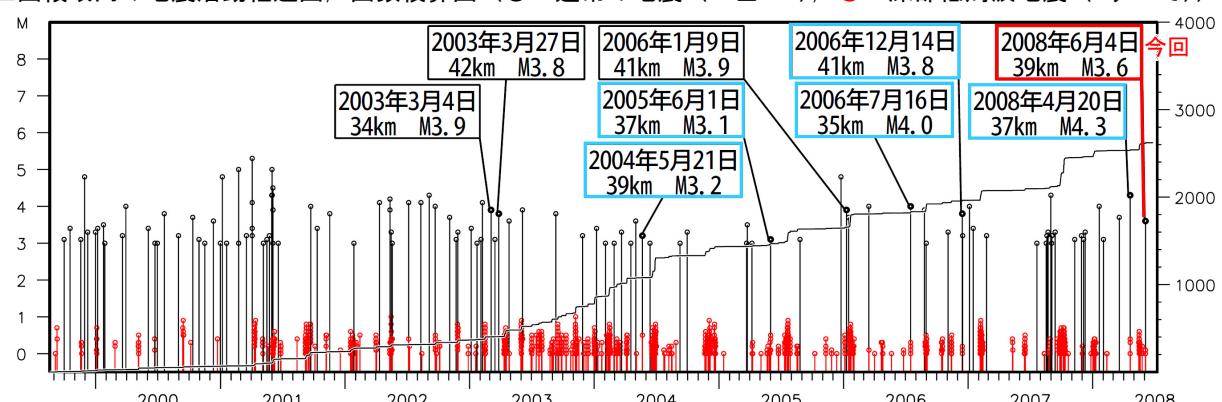
2008年6月4日に愛知県西部の深さ39kmでM3.6（最大震度2）の地震が発生した。この地震の直後から愛知県西部で深部低周波地震活動が観測された。

震央分布図 (1999年9月以降, ○: 通常の地震(フィリピン海プレート内, M ≥ 3.0) +: 深部低周波地震(Mすべて))



1999年9月以降、愛知県を含む左図の領域で発生した深部低周波地震と、M3.0以上の通常の地震を重ね合わせて示す。M3.0以上の地震と同期して深部低周波地震が発生しているように見える箇所は多くみられるが、今回の地震と同様にM3.0以上の地震の後20分以内に深部低周波地震活動が観測された例は他に5例確認できた。これらを図中に青枠の吹き出しで示す。一方、発生後20分以内には深部低周波地震が観測されなかったM3.0以上の地震のうち特に3例を黒枠の吹き出しで示す。

上図領域内の地震活動経過図、回数積算図 (○: 通常の地震 (M ≥ 3.0), ○: 深部低周波地震 (Mすべて))



第4図(a) 通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係

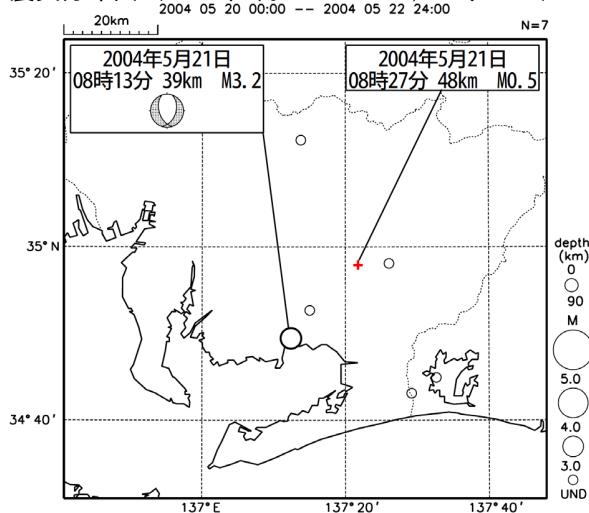
Fig.4(a) Positional relation between ordinary earthquakes and low-frequency earthquakes

通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係（2／4）

愛知県西部で2008年6月4日に発生したM3.6の地震と同様に、地震発生後20分以内に深部低周波地震活動が始まった5例を示す。

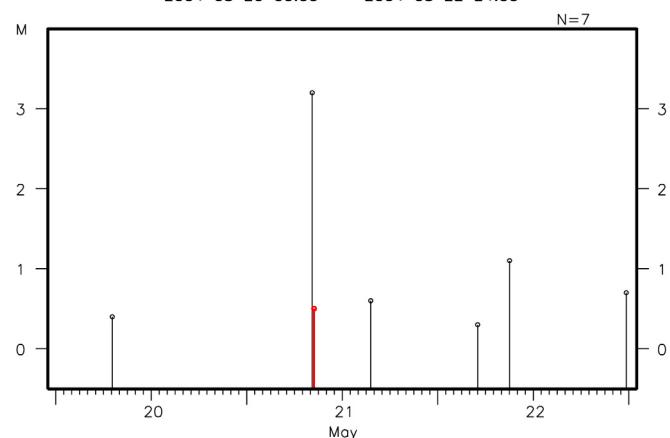
(通常の地震を○で、深部低周波地震を+で示す。)

震央分布図（2004年5月20日～22日、Mすべて）

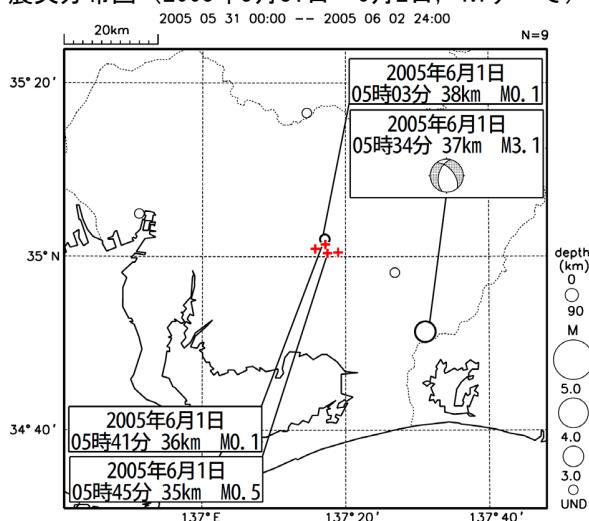


左図内の地震活動経過図

2004 05 20 00:00 -- 2004 05 22 24:00

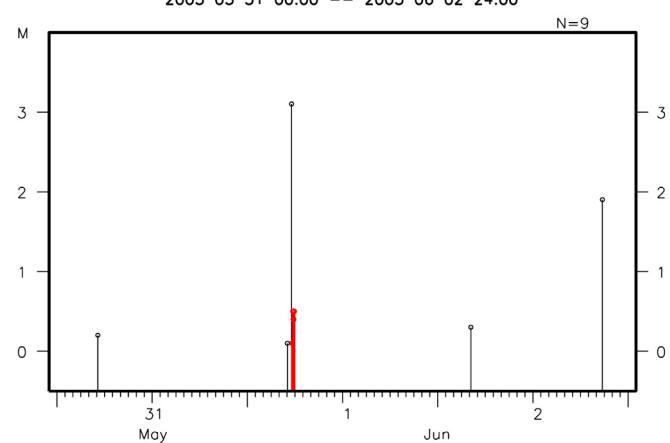


震央分布図（2005年5月31日～6月2日、Mすべて）

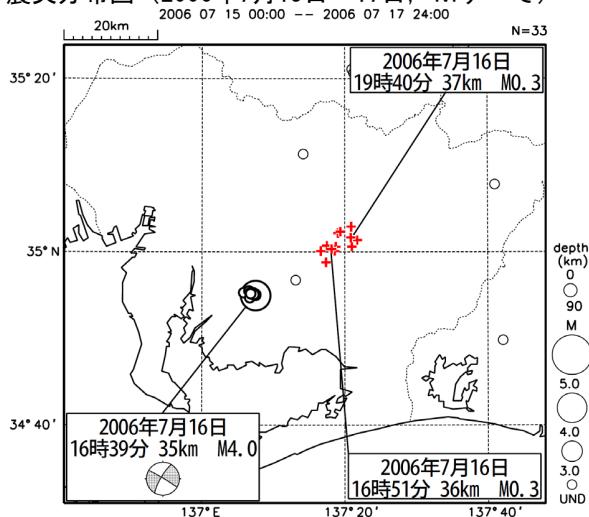


左図内の地震活動経過図

2005 05 31 00:00 -- 2005 06 02 24:00

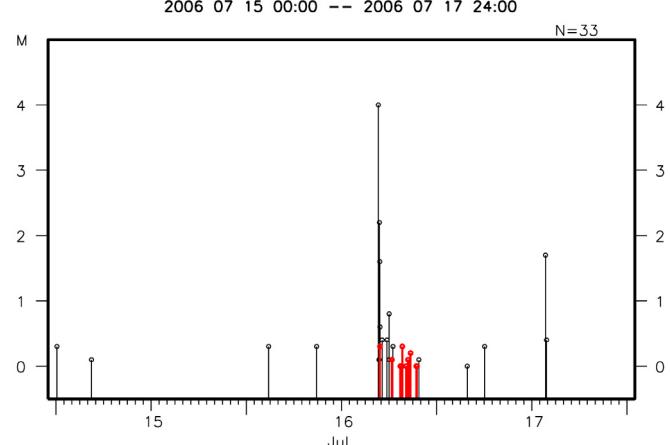


震央分布図（2006年7月15日～17日、Mすべて）



左図内の地震活動経過図

2006 07 15 00:00 -- 2006 07 17 24:00



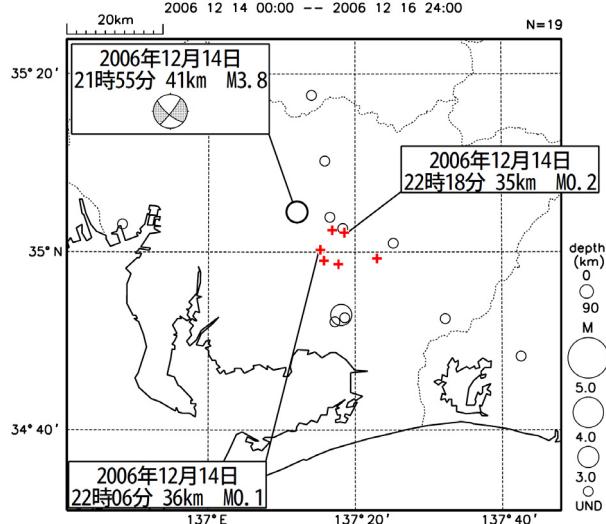
第4図(b) 通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係

Fig.4(b) Positional relation between ordinary earthquakes and low-frequency earthquakes

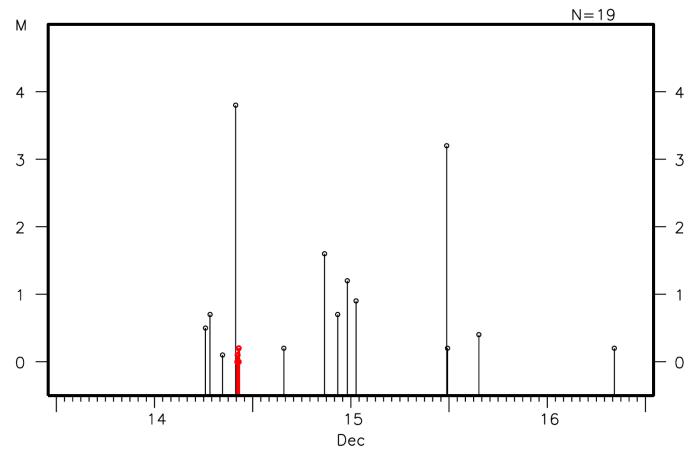
通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係（3／4）

（通常の地震を○で、深部低周波地震を+で示す。）

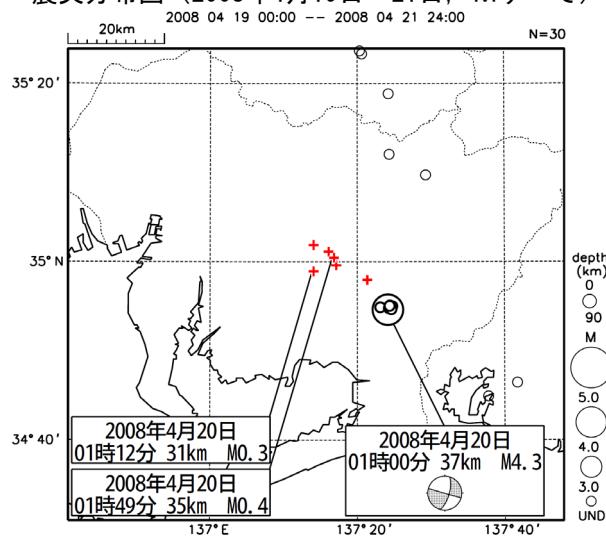
震央分布図（2006年12月14日～16日、Mすべて）



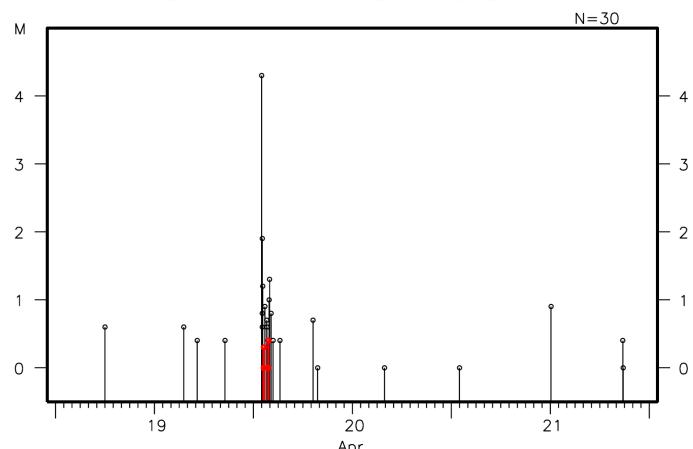
左図内の地震活動経過図
2006 12 14 00:00 -- 2006 12 16 24:00



震央分布図（2008年4月19日～21日、Mすべて）



左図内の地震活動経過図
2008 04 19 00:00 -- 2008 04 21 24:00



第4図(c) 通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係

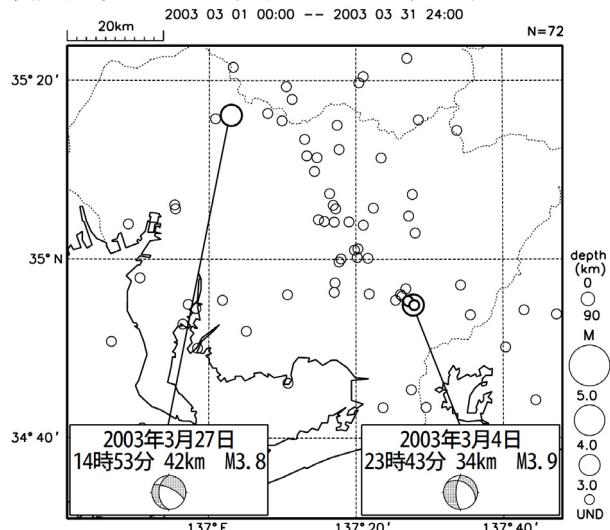
Fig. 4(c) Positional relation between ordinary earthquakes and low-frequency earthquakes

通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係（4／4）

愛知県西部でM3.0以上の地震発生後20分以内には低周波地震が観測されなかった場合の例を示す。

（通常の地震を○で、深部低周波地震を+で示す。）

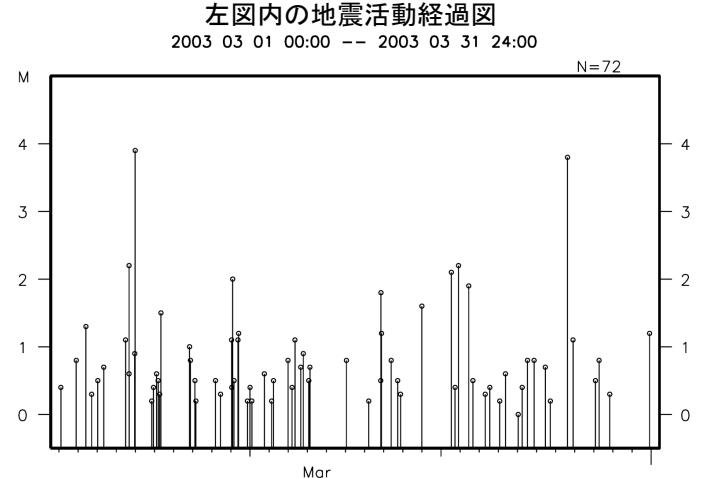
震央分布図（2003年3月1日～31日、Mすべて）



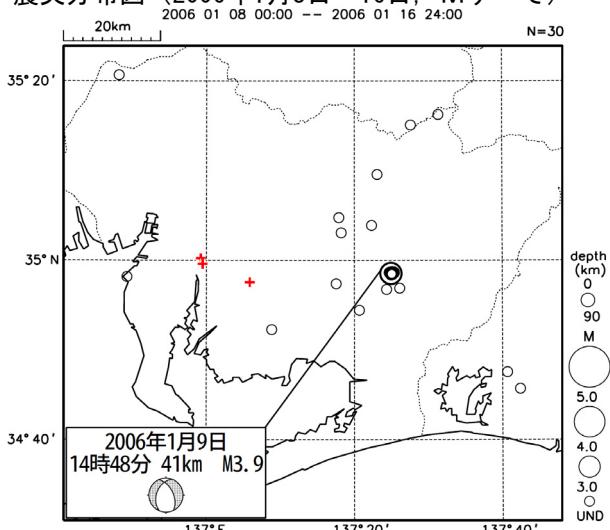
左図内の地震活動経過図

2003 03 01 00:00 -- 2003 03 31 24:00

N=72



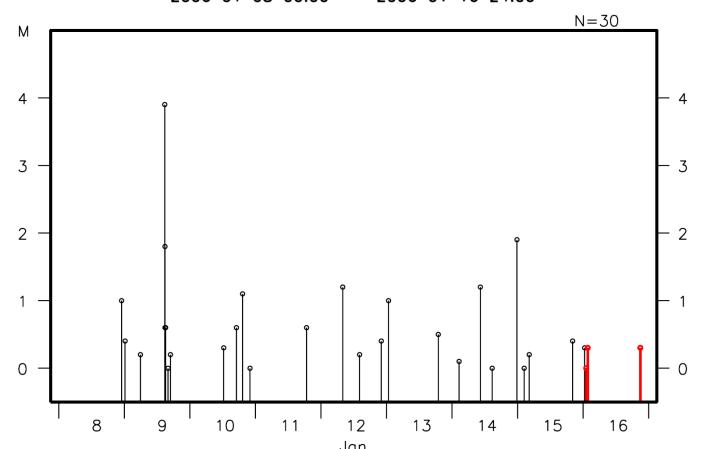
震央分布図（2006年1月8日～16日、Mすべて）



左図内の地震活動経過図

2006 01 08 00:00 -- 2006 01 16 24:00

N=30



第4図(d) 通常の地震と深部低周波地震の震央の位置関係

Fig.4(d) Positional relation between ordinary earthquakes and low-frequency earthquakes

2008年8月25日～9月8日 長野県南部～愛知県 深部低周波地震活動

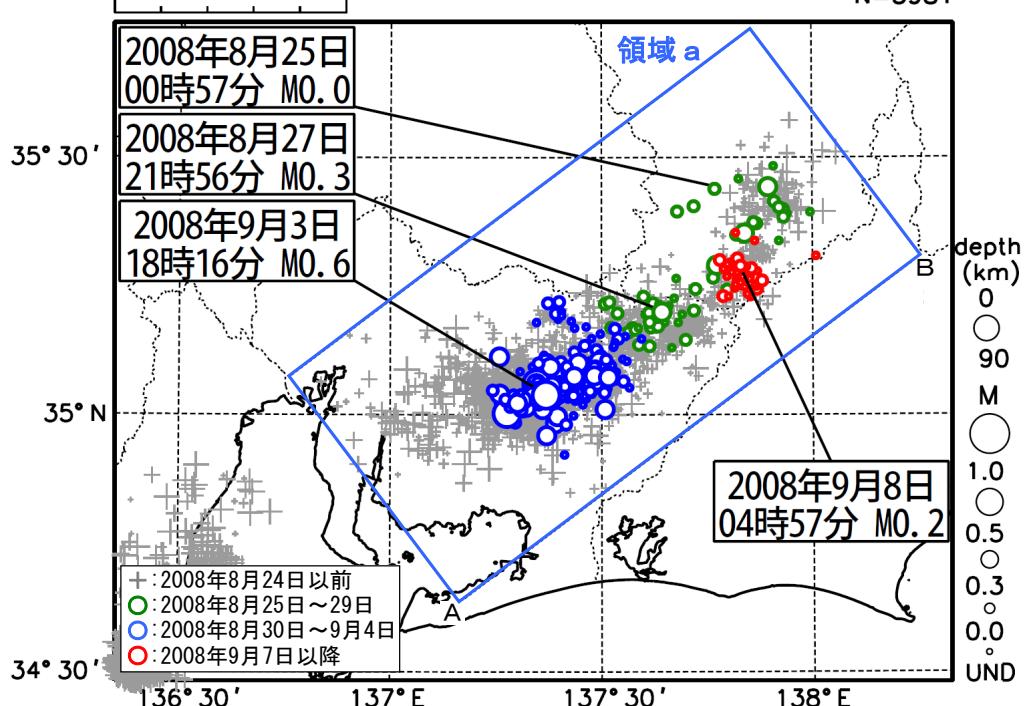
8/25-9/4 長野県南部から愛知県へ移動、歪変化を観測、9/7-8は長野県南部で歪変化なし

震央分布図（低周波地震のみ、1999年9月以降、Mすべて）

1999 09 01 00:00 -- 2008 09 09 08:00

50km

N=3981

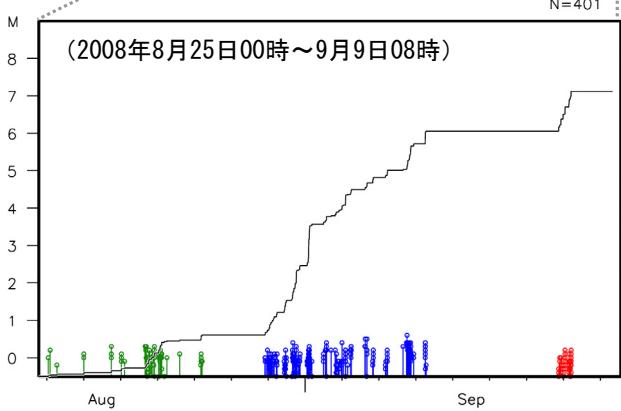
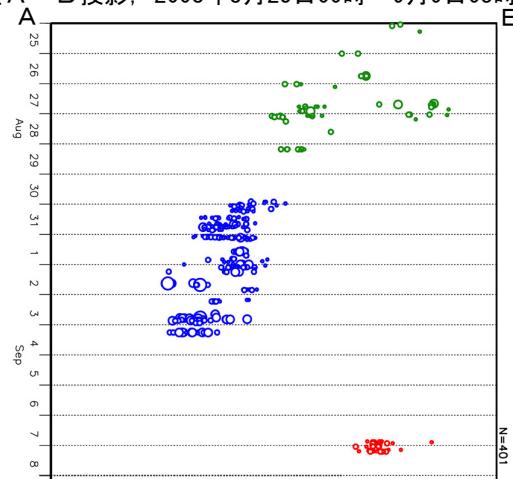
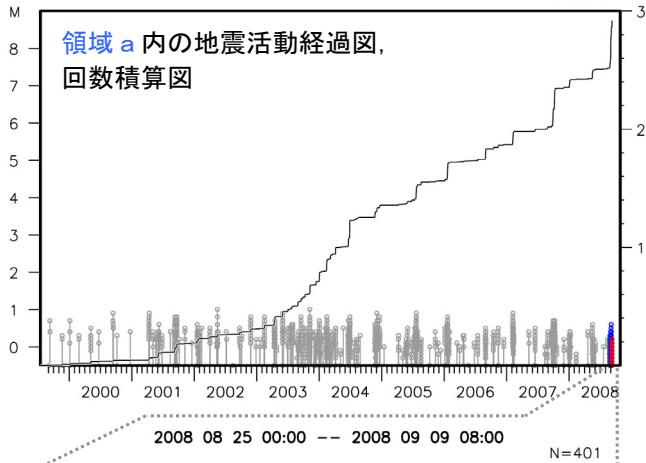


領域 a 内の時空間分布図

(A-B 投影, 2008年8月25日00時～9月9日08時)

1999 09 01 00:00 -- 2008 09 09 08:00

N=2918



2008年8月25日頃から9月4日にかけて長野県南部～愛知県で深部低周波地震活動が観測された。活動は8月29日頃一旦低調になったが、30日22時頃から9月4日にかけて愛知県側で再び活発となった。この間の最大は3日18時16分に発生したM0.6の地震である。この活動と同期して、周辺の歪計で地殻変動が観測された。

さらに、9月7日から8日にかけて長野県南部で活動が観測された。この活動について周辺の歪計で明瞭な地殻変動は観測されていない。

長野県南部から愛知県にかけて深部低周波地震活動が観測されたのは2008年1月以来である。

注:ノイズレベルが高い時間帯については深部低周波地震は検出されていない可能性がある。

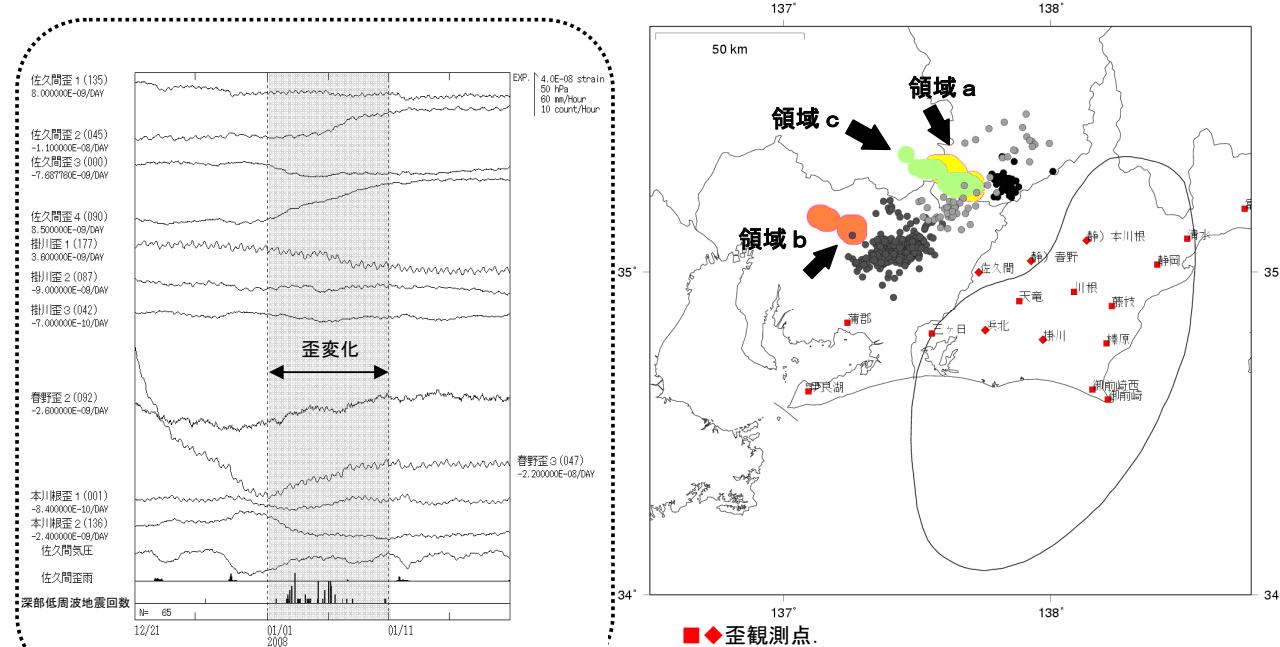
第5図 2008年8月～9月の深部低周波地震活動

Fig.5 Activity of low-frequency earthquakes from August to September in 2008

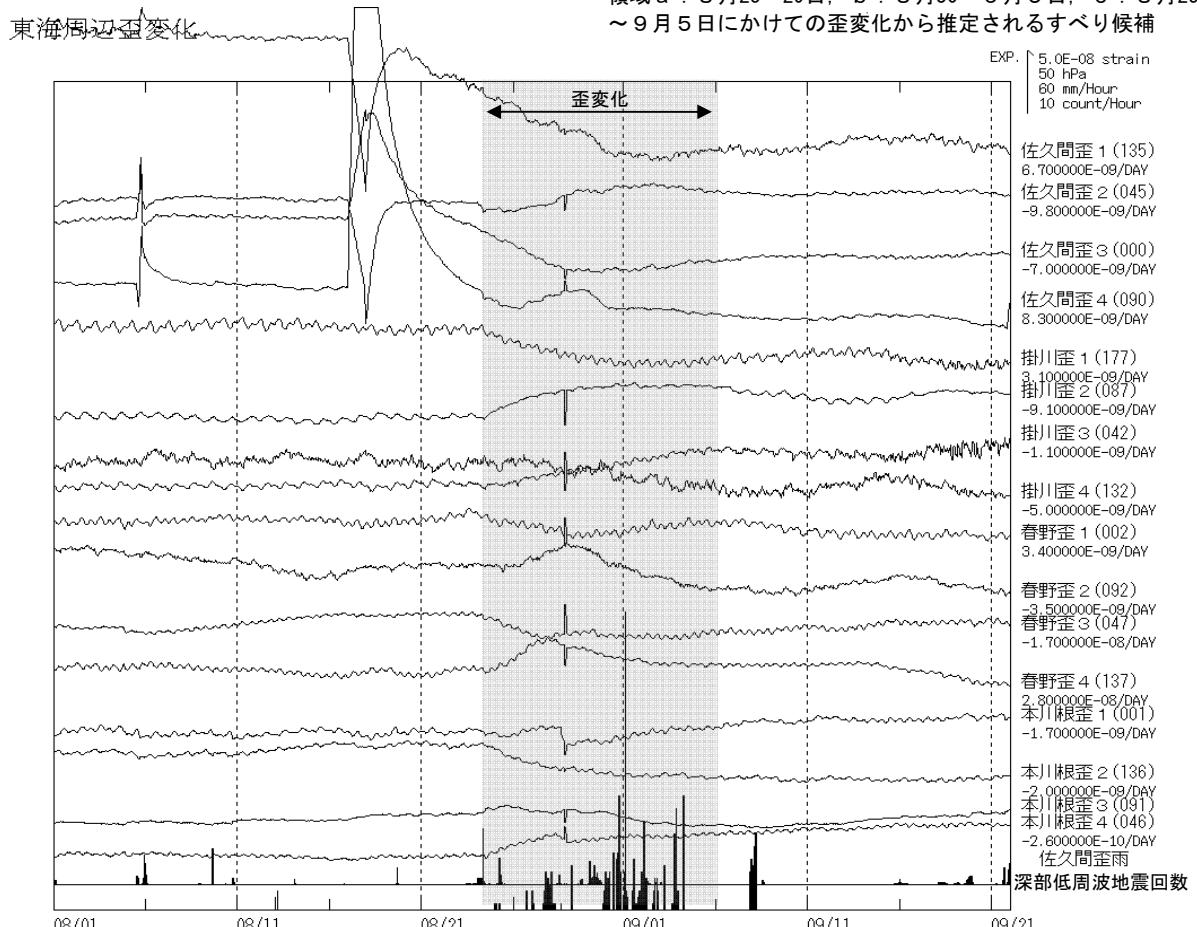
東海地域及びその周辺の地殻変動データの状況

2008. 08. 01～2008. 09. 21

8月25日頃から9月8日の間、長野県南部から愛知県にかけて震源位置を変えつつ断続的に深部低周波地震活動が観測され、そのうち8月25～29日及び30～9月4日の活動で周辺の歪計で地殻変動が捉えられた。両期間毎の歪変化から推定された「短期的ゆっくり滑り」の候補領域は各々の深部低周波地震の活動領域付近で、規模はモーメントマグニチュード(M_w)換算でそれぞれ5.6～5.7及び5.7～5.8。また、両期間を通しての歪変化から同様にすべり候補領域を求めたところ、その位置は前半期とほぼ同じで、規模は5.7～5.9という結果が得られた。その後9月7～8日にかけて発生した長野県南部の活動では、ノイズレベルを超えるような明瞭な歪変化は観測されていない。



※長野・愛知県境付近の「短期的ゆっくり滑り」に起因すると見られる地殻変動の最近の例（2008年1月1～10日）



第6図 2008年8月～9月の短期的スロースリップに伴う歪変化

Fig.6 Strain changes associated with the short-term slow slip event from August to September in 2008

2008年10月9日～18日 長野県南部 深部低周波地震活動

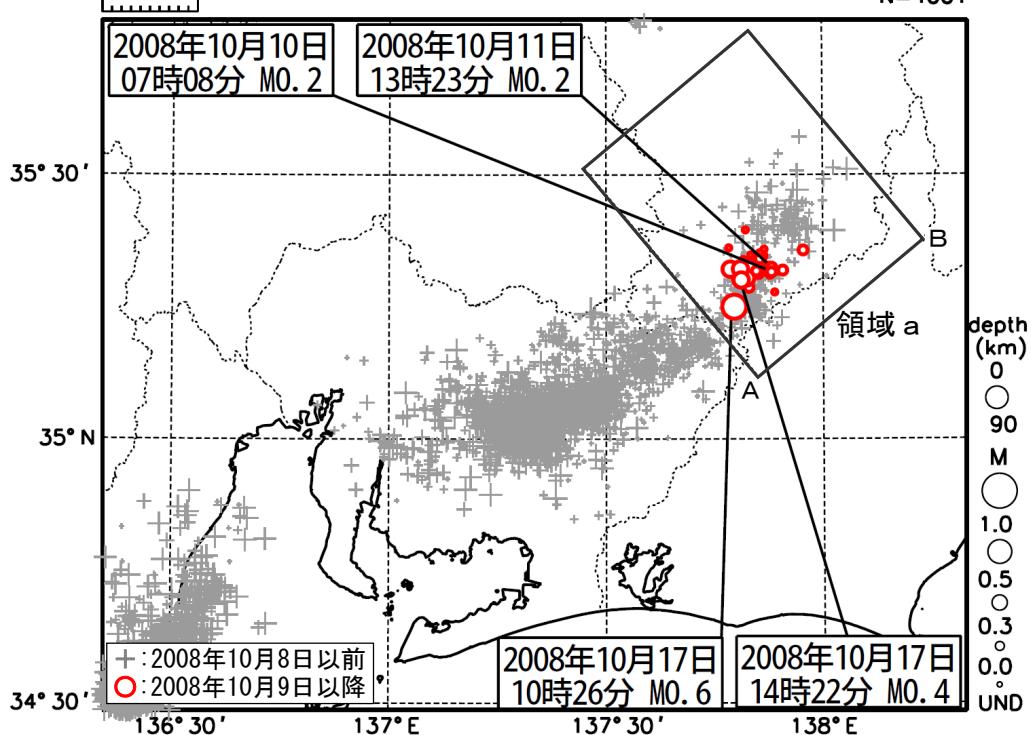
長野県南部、歪変化なし

震央分布図（低周波地震のみ、1999年9月以降、Mすべて）

1999 09 01 00:00 -- 2008 10 20 08:00

20km

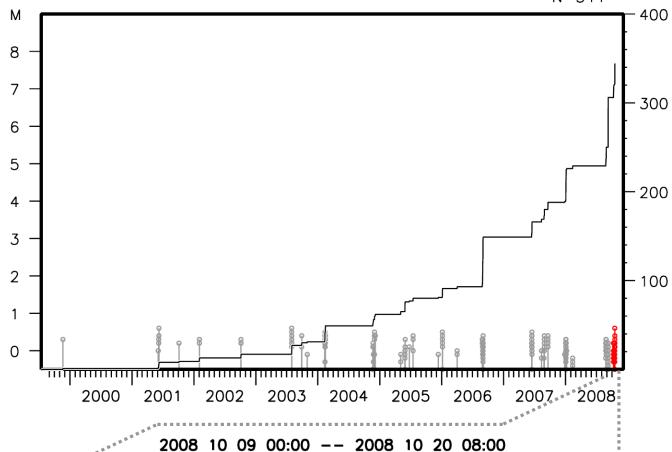
N=4001



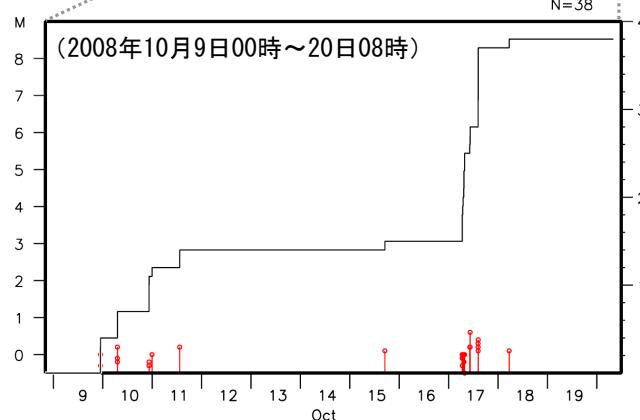
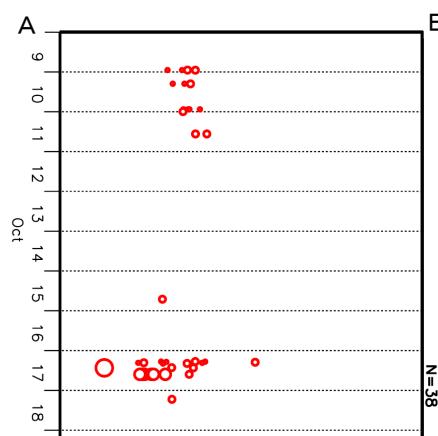
領域 a 内の地震活動経過図、回数積算図

1999 09 01 00:00 -- 2008 10 20 08:00

N=344



領域 a 内の時空間分布図
(A-B 投影, 2008年10月9日00時～19日08時)



2008年10月9日から18日にかけて長野県南部で深部低周波地震活動が観測された。活動は、12日頃一旦低調になったが、17日から活動域をやや愛知県寄りに移して再び活発となった。この間の最大は17日に発生したM0.6の地震である。

この活動について周辺の歪計で明瞭な地殻変動は観測されていない。

長野県南部で深部低周波地震活動が観測されたのは2008年9月7日～8日以来である。

注:ノイズレベルが高い時間帯については深部低周波地震は検出されていない可能性がある。

第7図 2008年10月の深部低周波地震活動

Fig.1 Activity of low-frequency earthquakes in October 2008