

6-1 東海地域とその周辺地域の地震活動（2009年5月～2009年10月） Seismic Activity in and around the Tokai Area (May – October 2009)

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

1. 東海地域とその周辺地域の地震活動（第1図，第2図）

2009年5月～10月の東海地域とその周辺地域の月別震央分布を第1図に，主な地震の発震機構解（下半球等積投影）を第2図に示す。

【静岡県とその周辺】

今期間，想定震源域内とその周辺で発生したM4以上の地震は以下のとおりであった。

- ・5月25日静岡県西部（フィリピン海プレート内部の地震）M4.7（本巻※1参照）
 - ・8月11日駿河湾（フィリピン海プレート内部の地震）M6.5，M4.4が2回，M4.0（本巻※2参照）
 - ・8月13日駿河湾（フィリピン海プレート内部の地震）M4.5，M4.3（本巻※2参照）
- その他，静岡県とその周辺で発生したM4以上の地震は以下のとおりであった。
- ・7月16日神奈川県西部（フィリピン海プレートの沈み込みに伴う地震）M4.2

【愛知県とその周辺】

今期間，M4以上の地震は以下のとおりであった。

- ・7月27日愛知県西部（フィリピン海プレート内部の地震）M4.0

以下の期間で深部低周波地震（低周波微動）活動が観測された。

- ・5月4日～6月4日，奈良県～長野県南部（第3図）
春野，浜北等の歪計で変化あり（歪変化は5月26日～6月2日）。
- ・7月6日，愛知県中部（第4図）
- ・8月30日～9月2日，三重県～愛知県（第5図）
蒲郡，佐久間等の歪計で変化あり（歪変化は8月31日～9月2日）。
- ・9月30日～10月7日，愛知県（第6図）
浜北，佐久間等の歪計で変化あり（歪変化は9月30日～10月3日）。

【伊豆】

伊豆半島東方沖では顕著な地震活動はなかった。

2. 静岡県中西部の地震活動の推移（第7図～第9図）

第7図及び第8図は，静岡県中西部（図中の矩形領域）のマグニチュード1.1以上の地震について，地殻内の地震とフィリピン海プレート内の地震に分類して¹⁾ 活動推移を見たものである。第9図は，それらの地震活動指数^{注1)}の変化を示すグラフである。この領域は，固着域と考えられている²⁾。

静岡県中西部の地殻内の微小地震（マグニチュード1.1以上）（第7図）のクラスタ除去後の地震回数積算図（右下図）では、2000年半ばまでは傾きが急でやや活発、その後2005年半ばまでは傾きが緩やかでやや低調、2005年半ば以降はやや活発、という傾向が見られる。この傾向は、地震活動指数のグラフでも見られる（第9図右上）。この地震活動変化は、2000年秋頃に始まり2005年夏頃まで継続した長期的スロースリップ（長期的ゆっくり滑り）の進行・停滞に対応しているように見える。

一方、静岡県中西部のフィリピン海プレート内の微小地震（マグニチュード1.1以上）の活動（第8図、第9図右上から2番目）には、特段変化はない。なお、2009年5月25日に発生したM4.7の地震は、この領域の少し外側で発生した。

注1) 地震活動指数とは、定常ポアソン過程を仮定し、デクラスタした地震回数を指数化したもので、指数が高いほど活発であることを示す。基準にした期間は1997年から2001年（5年間）で、30日と90日と180日の時間窓を30日ずつずらして計算した。指数0～8の9段階の出現確率（%）はそれぞれ1, 4, 10, 15, 40, 15, 10, 4, 1である。

注2) 地震は時間空間的に群（クラスタ：cluster）をなして起きることが多くある。「本震とその後起きる余震」、「群発地震」などが典型的なクラスタで、余震活動等の影響を取り除いて地震活動全体の推移を見ることを「クラスタ除去」と言う。本稿の静岡県中西部の場合、相互の震央間の距離が3km以内で、相互の発生時間差が7日以内の地震群をクラスタとして扱い、その中の最大の地震をクラスタに含まれる地震の代表とし、地震が1つ発生したと扱う。

3. 愛知県の地殻内及びフィリピン海プレート内の地震活動（第10図～第12図）

第10図及び第11図は、愛知県の地殻内及びフィリピン海プレート内の地震活動推移を見たものである。また、第12図は愛知県の地殻内とフィリピン海プレート内の地震活動指数の変化を示したグラフである。

愛知県の地殻内の微小地震（マグニチュード1.1以上）の活動は、2007年から2008年にかけてやや活発であった（第10図右下の地震回数積算図、第12図右上）。

愛知県のフィリピン海プレート内の微小地震（マグニチュード1.1以上）活動には、特段変化はない。

4. 浜名湖付近のフィリピン海プレート内の地震活動（第13図、第15図）

第13図は、浜名湖付近のフィリピン海プレート内の微小地震活動（マグニチュード1.1以上）を見たものであり、第15図は地震活動指数の変化を見たものである。

【全域（W+E）】2000年初め頃から活動が低下している。これは主に、2000年頃や2006年以降の西側領域での活動低下、2000年後半からの東側領域での活動低下によるものである。

【西側領域（W）】2001年2月のM5.0の地震の前に地震活動が低下し、地震後に回復した。2002年頃から再度やや地震が少ない状態になったが、2003年に入ってから、静岡・愛知県県境付近の、定常的なクラスタではないところで活動がやや活発になった。このクラスタでの地震活動は2005年には低調となり、2006年に入ってから領域全体で静穏な状態になっている。

【東側領域（E）】2000年後半から活動指数の低下が続く中、2007年5月～9月に一旦回復傾向が見ら

れた。10月以降は再び活動の低い状況になっていたが、2008年2月1日に浜名湖の北東でM3.1の地震が発生し、地震活動が回復傾向となった。しかしその後再び活動の低い状況になっている。

5. 駿河湾の地震活動（第14図，第15図）

第14図は、駿河湾の地震活動推移（マグニチュード1.4以上）を見たものである。対象領域内では2009年8月11日にM6.5の地震が発生し、その後活発な余震活動が観測された。しかし、クラスタ除去後の地震回数積算図（右下）には顕著な変化は見られない。

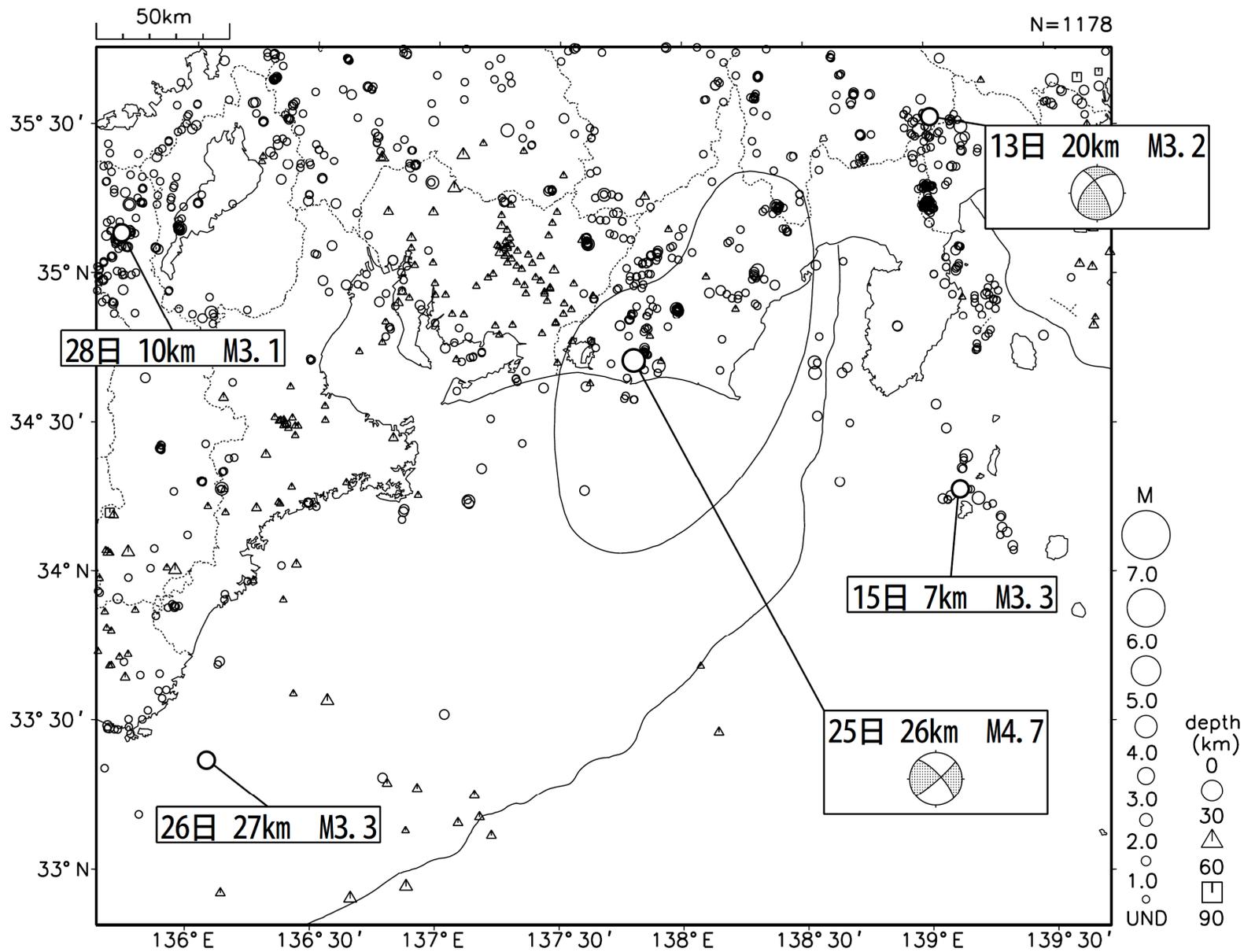
参 考 文 献

- 1) 原田智史・吉田明夫・明田川保：東海地域に沈み込んだフィリピン海スラブの形状と地震活動，地震研究所彙報，**73**，291- 304（1998）。
- 2) Shozo Matsumura：Focal zone of a future Tokai earthquake inferred from the seismicity pattern around the plate interface, Tectonophysics, **273**, 271-291（1997）。

※ 1：「関東・中部地方とその周辺の地震活動（2009年5月～10月）」（気象庁）

※ 2：「2009年8月11日駿河湾の地震（M6.5）について」（気象庁）

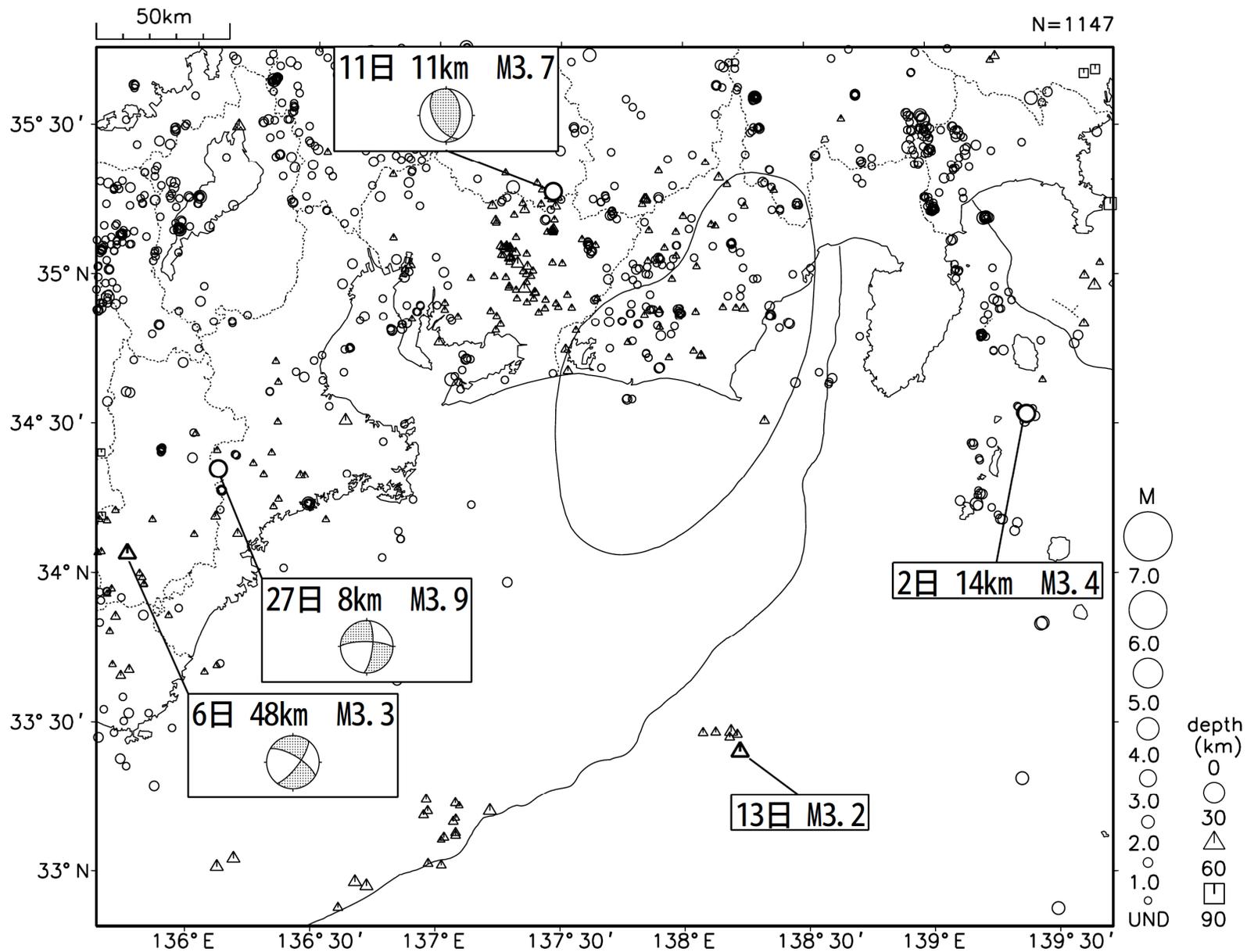
東海地域の地震活動 2009年5月



第1図(a) 東海地域で発生した地震の月別震央分布 (2009年5月)

Fig.1 (a) Monthly epicenter distribution in the Tokai Districts (May 2009).

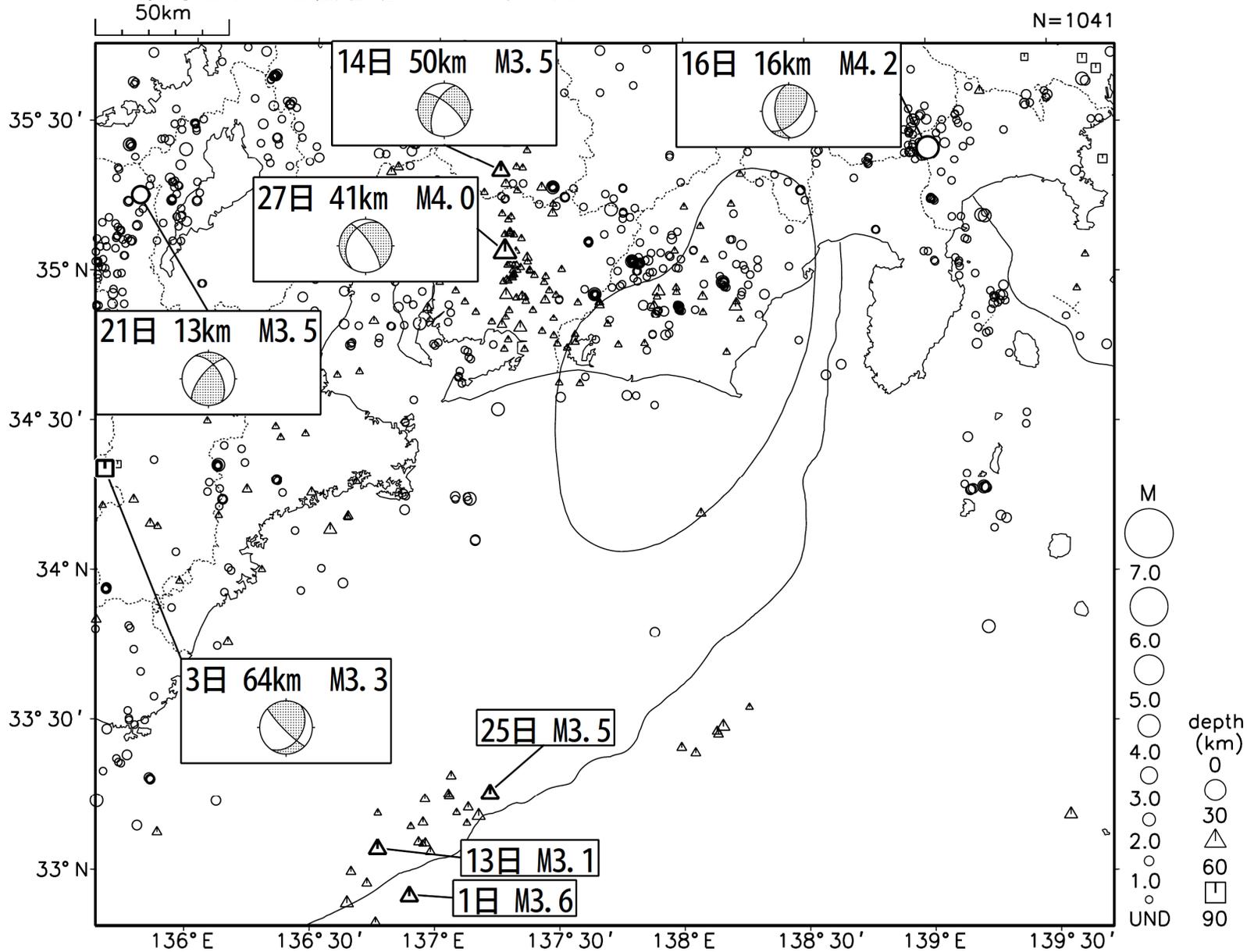
東海地域の地震活動 2009年6月



第1図(b) つづき (2009年6月)

Fig.1 (b) Continued (June 2009).

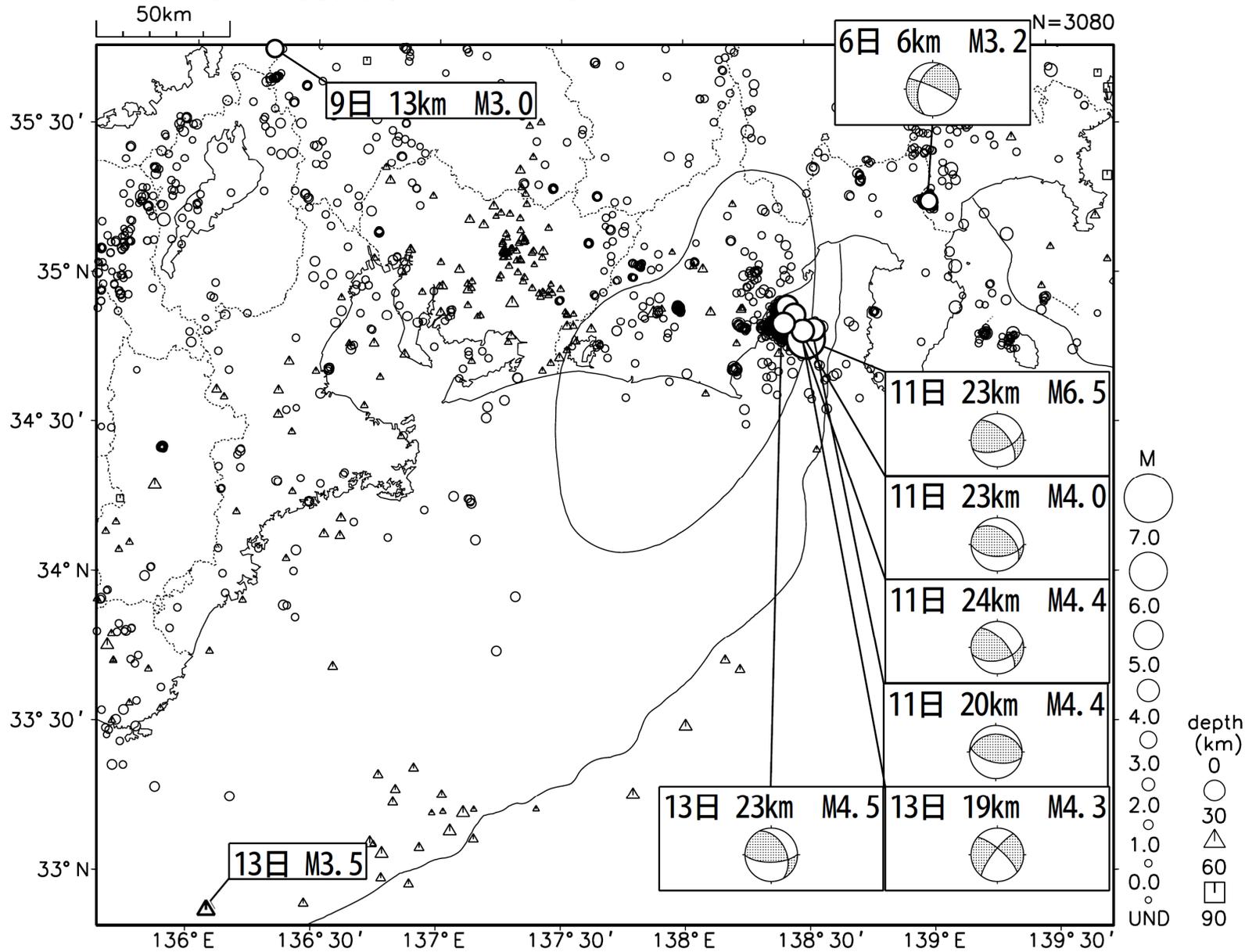
東海地域の地震活動 2009年7月



第1図(c) つづき (2009年7月)

Fig.1(c) Continued (July 2009).

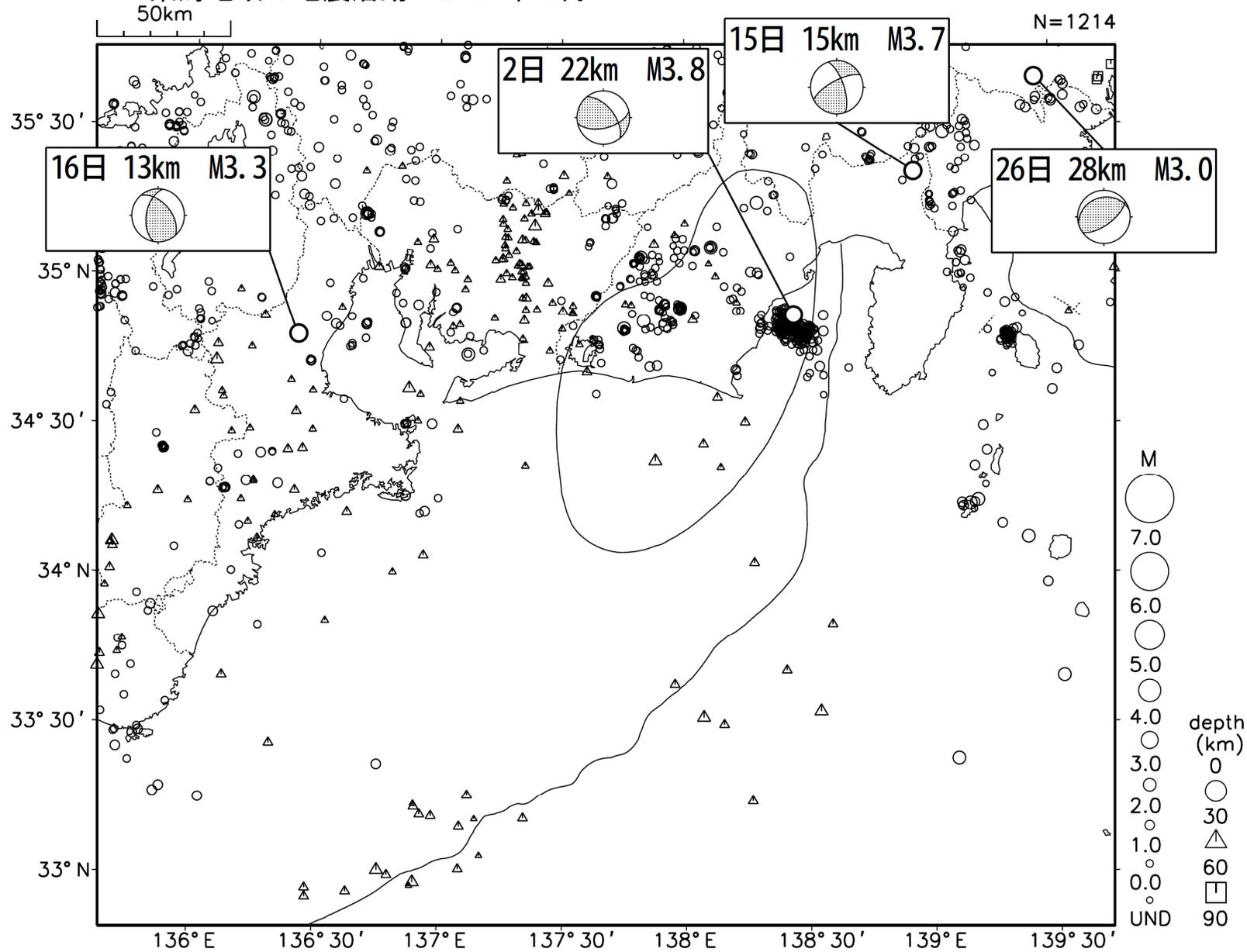
東海地域の地震活動 2009年8月



第1図(d) つづき (2009年8月)

Fig.1 (d) Continued (August 2009).

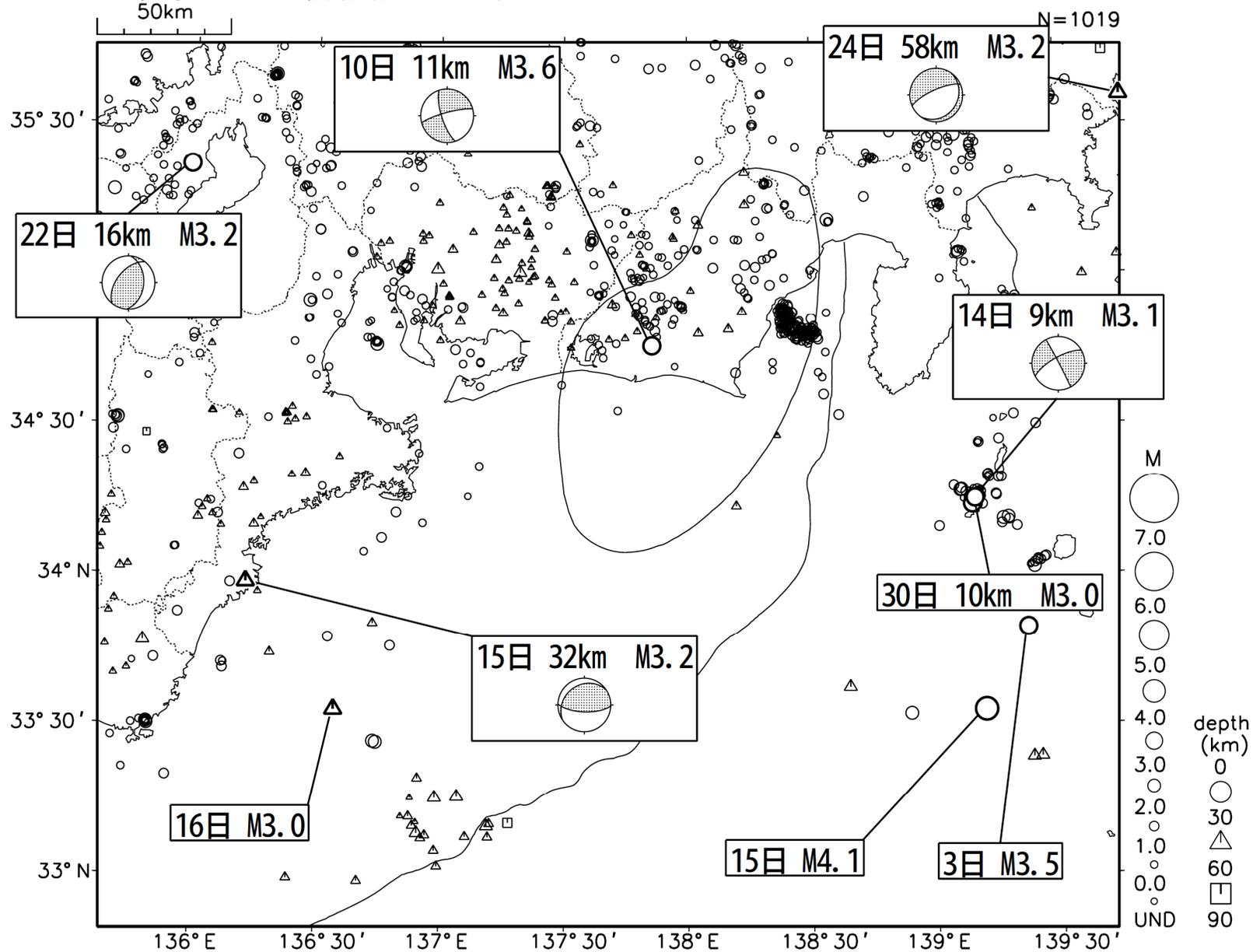
東海地域の地震活動 2009年9月



第1図(e) つづき (2009年9月)

Fig.1 (e) Continued (September 2009).

東海地域の地震活動 2009年10月

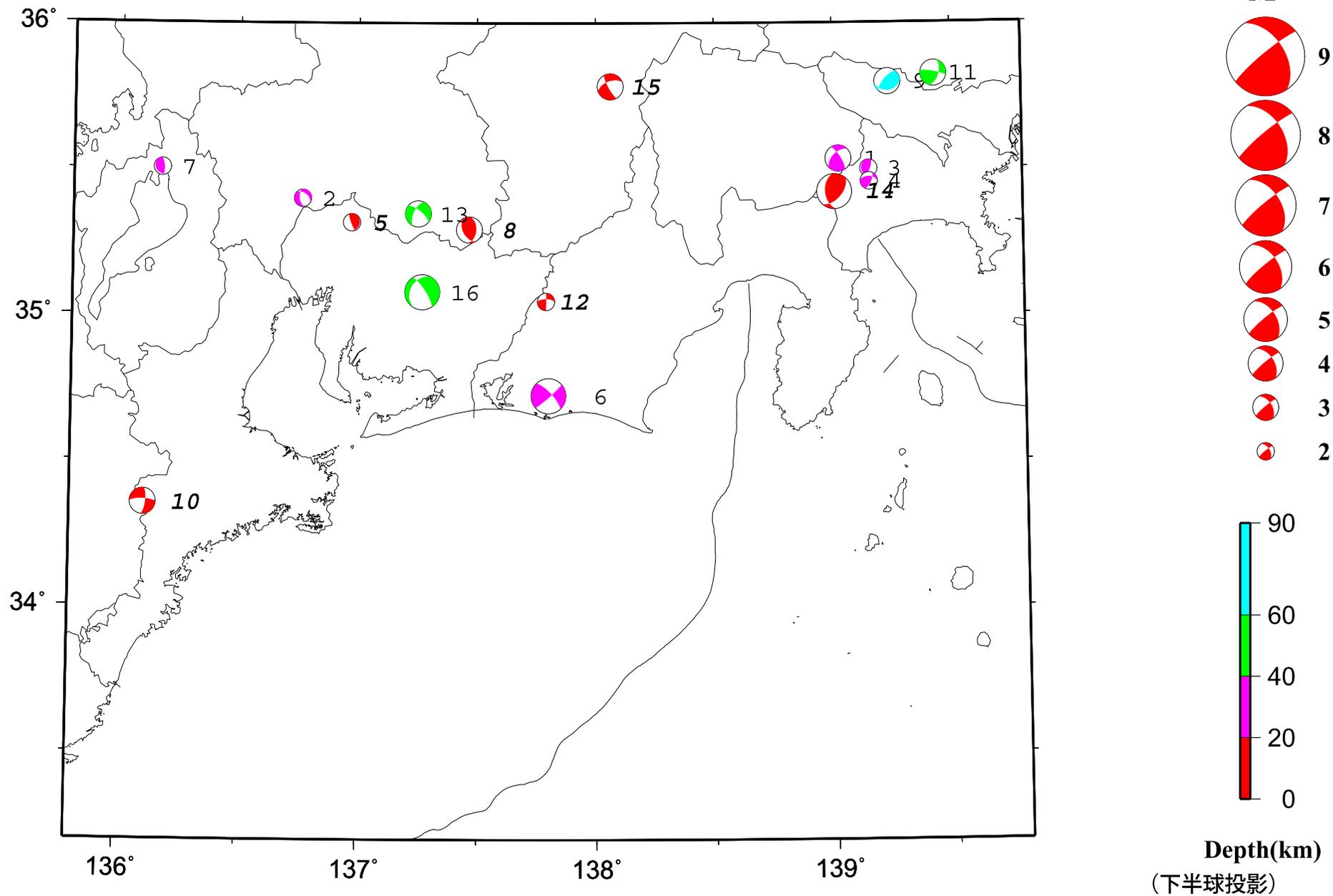


第1図(f) つづき (2009年10月)

Fig.1 (f) Continued (October 2009).

東海地域の発震機構解

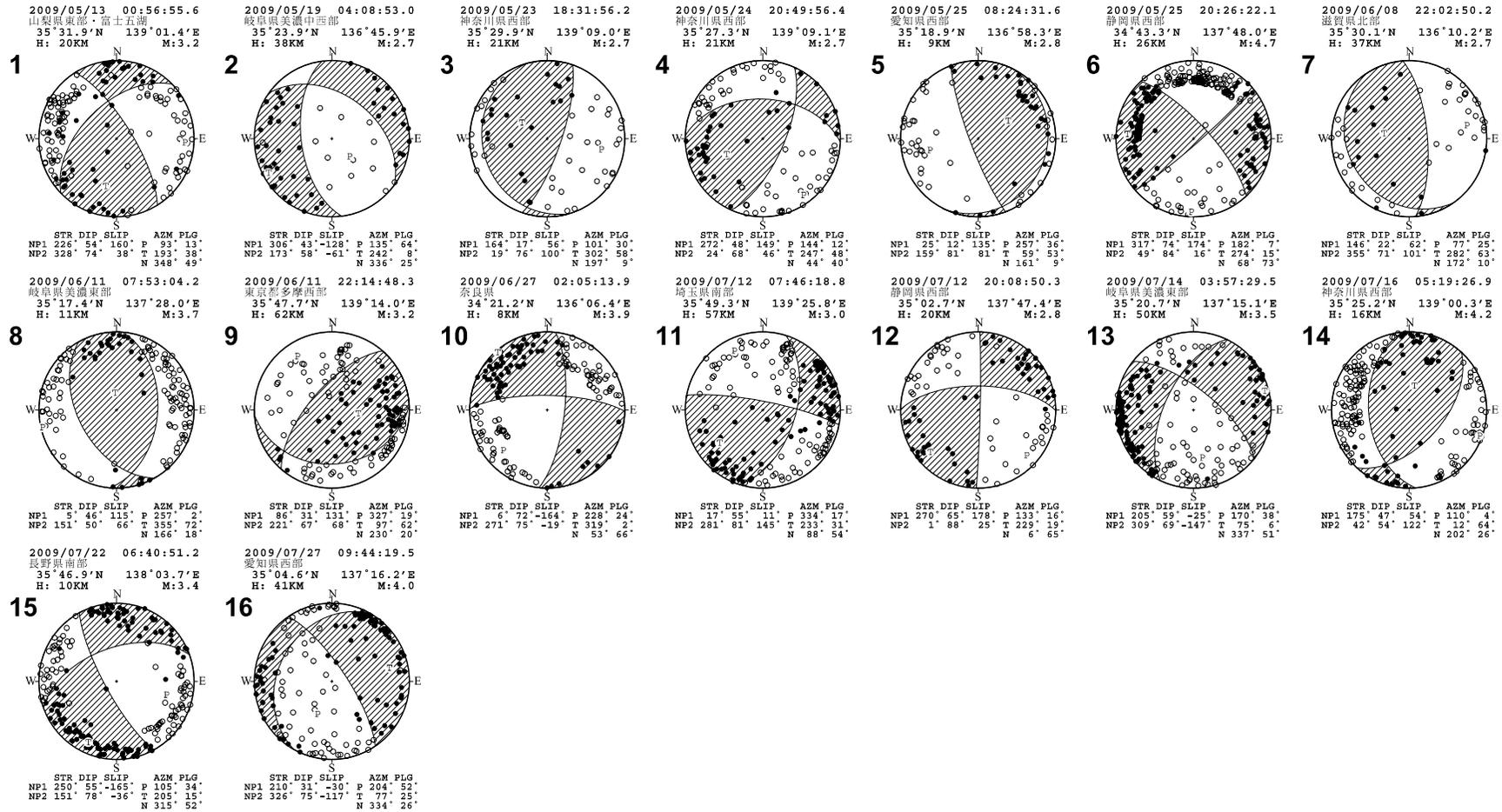
Period:2009/05/01 00:00-2009/07/31 24:00



第2図(a) 東海で発生した主な地震の発震機構解 (2009年5月~7月)

Fig.2 (a) Focal mechanism solutions for major earthquakes in the Tokai Districts (May - July 2009).

東海地域の発震機構解 (2)



※各震源球の上部には震源要素、下部には発震機構解の断層パラメータが併記されている。

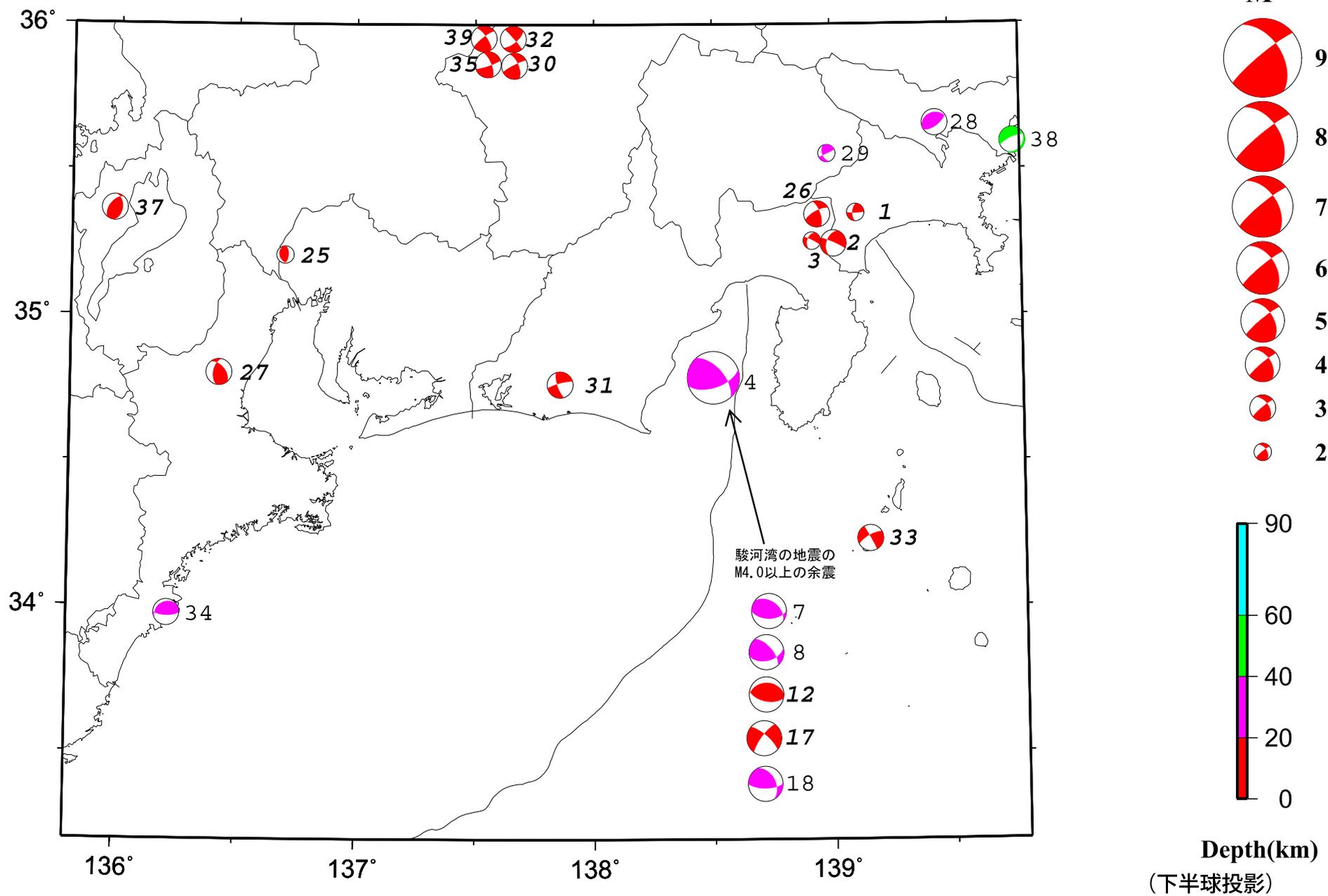
(下半球投影)

第2図(b) つづき (2009年5月~7月)

Fig.2 (b) Continued (May - July 2009).

東海地域の発震機構解

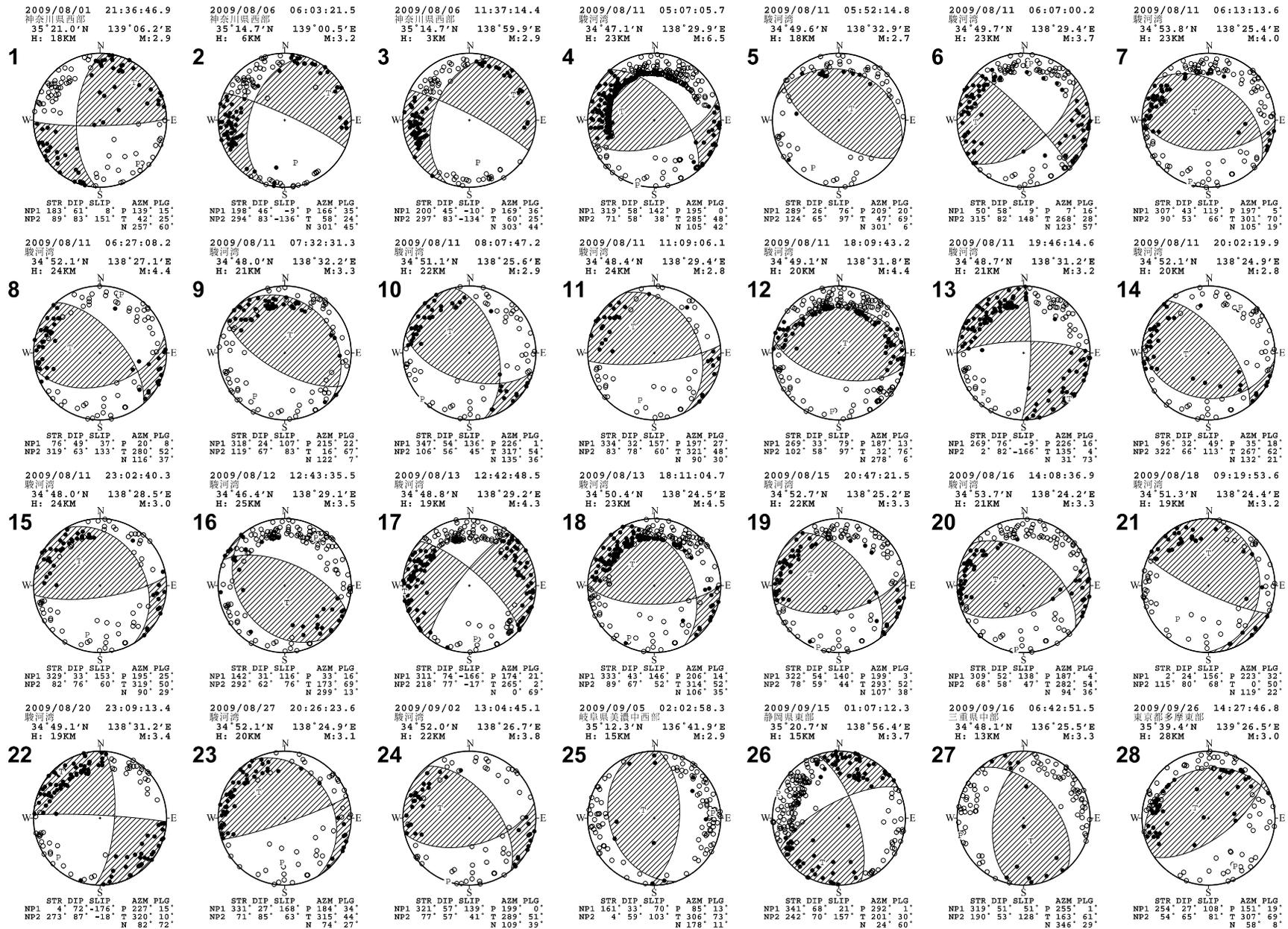
Period:2009/08/01 00:00-2009/10/31 24:00



第2図(c) つづき (2009年8月~10月)

Fig.2 (c) Continued (August - October 2009).

東海地域の発震機構解 (2)



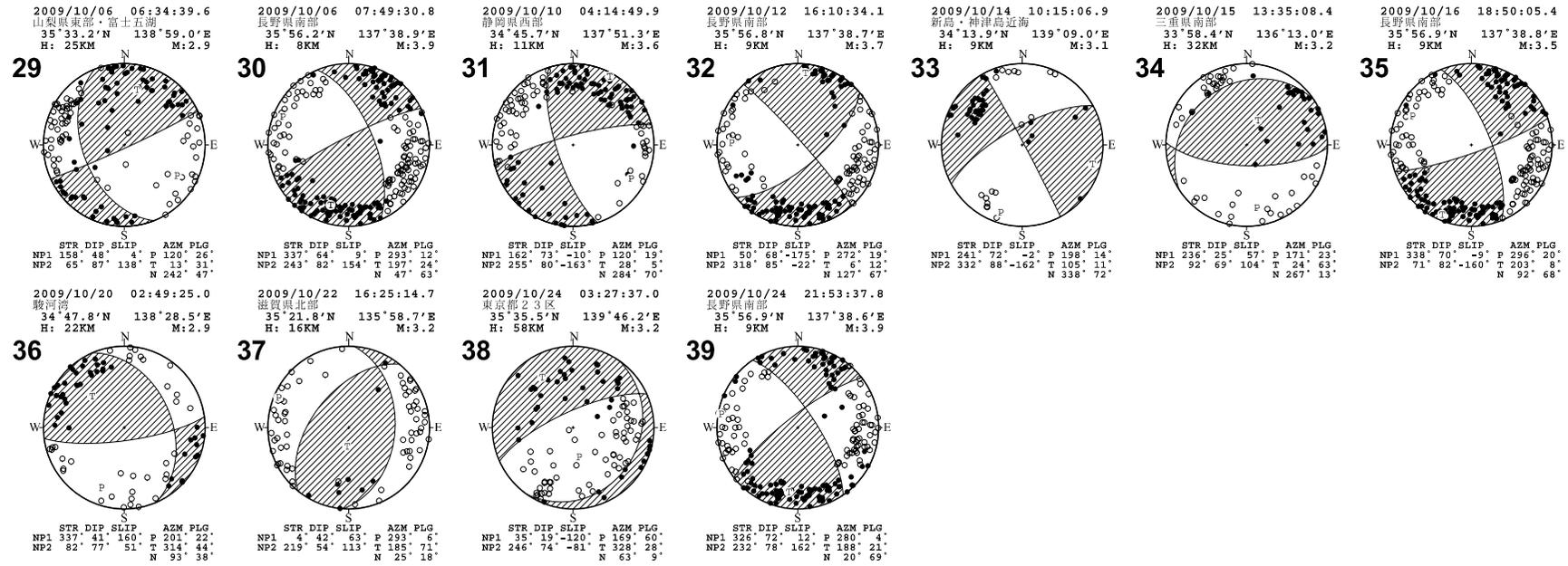
※各震源球の上部には震源要素、下部には発震機構解の断層パラメータが併記されている。

(下半球投影)

第2図(d) つづき (2009年8月~10月)

Fig.2 (d) Continued (August - October 2009).

東海地域の発震機構解 (3)



※各震源球の上部には震源要素、下部には発震機構解の断層パラメータが併記されている。

(下半球投影)

第2図(d) つづき (2009年8月~10月)

Fig.2 (d) Continued (August - October 2009).

5月4日～6月4日 奈良県～長野県南部の深部低周波地震活動

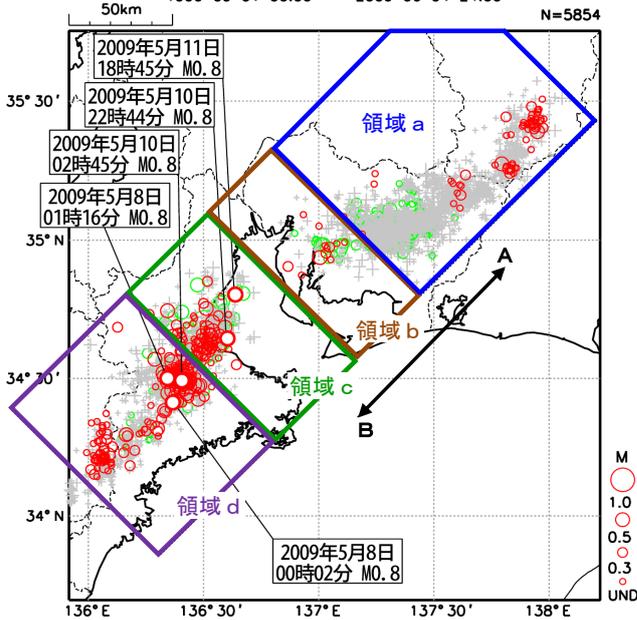
深部低周波地震活動が奈良県から始まり長野県南部まで北東方向へ移動

震央分布図 (1999年9月1日～2009年6月4日, 深さ0～90km, M全て)

2009年5月以降の震源を赤 (最大地震に発生日時とM),

2006年1月8日～2月8日の震源を緑, それ以外の期間をグレーで表示.

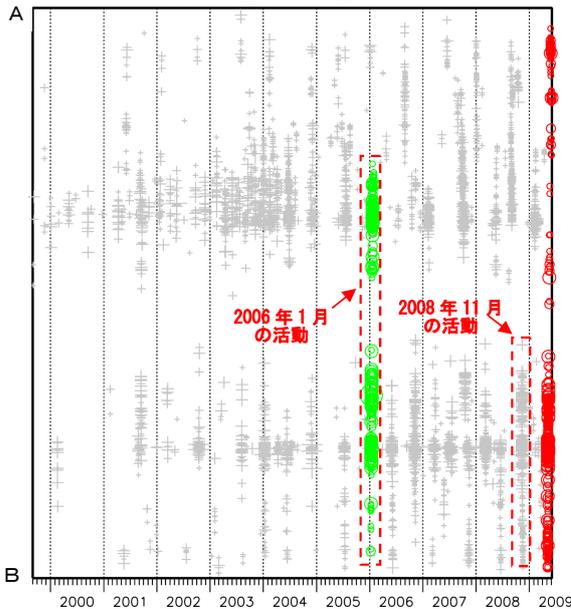
1999 09 01 00:00 -- 2009 06 04 24:00



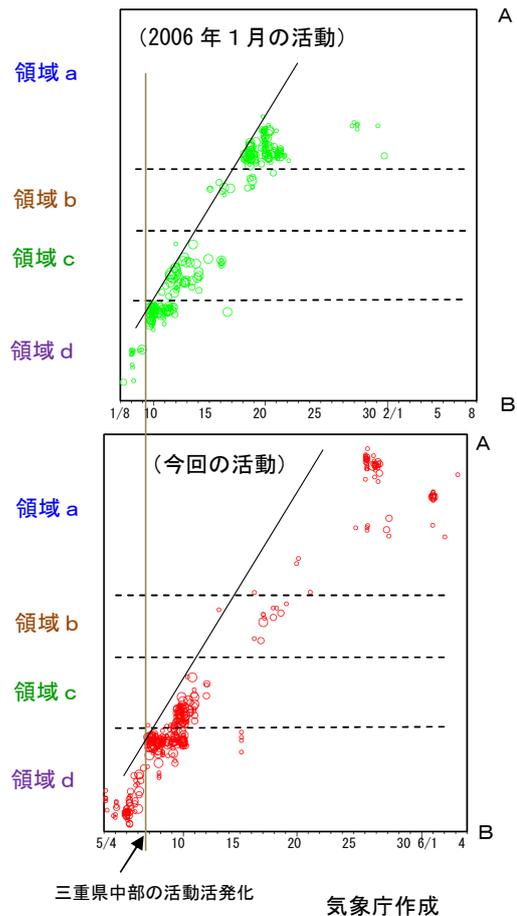
2009年5月4日03時頃から奈良県で深部低周波地震活動が始まり, 6日以降, 三重県南部～三重県中部 (領域d), 三重県中部～伊勢湾 (領域c), 愛知県～長野県南部 (領域b, a) と北東側へ移動するように発生した. 期間中の最大はM0.8の地震で, 9日～11日に三重県南部～伊勢湾で発生した.

今回のように, 三重県側 (領域c, d) の活動の後, 引き続き愛知県側 (領域a, b) で深部低周波地震活動が観測されたのは, 2006年1月の活動以来である.

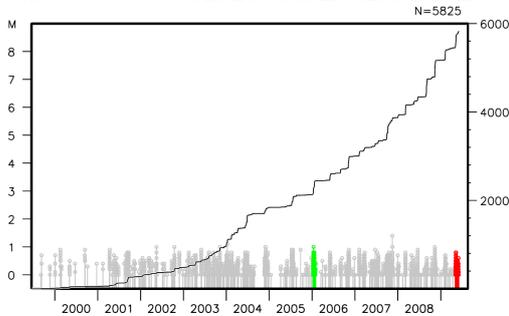
領域a～d内の時空間分布図 (A-B投影)



時空間分布図による活動比較 (いずれもA-B投影, 時間軸は同じスケール, 斜線の傾きは約10km/日)



領域a～d内の地震活動経過図, 回数積算図

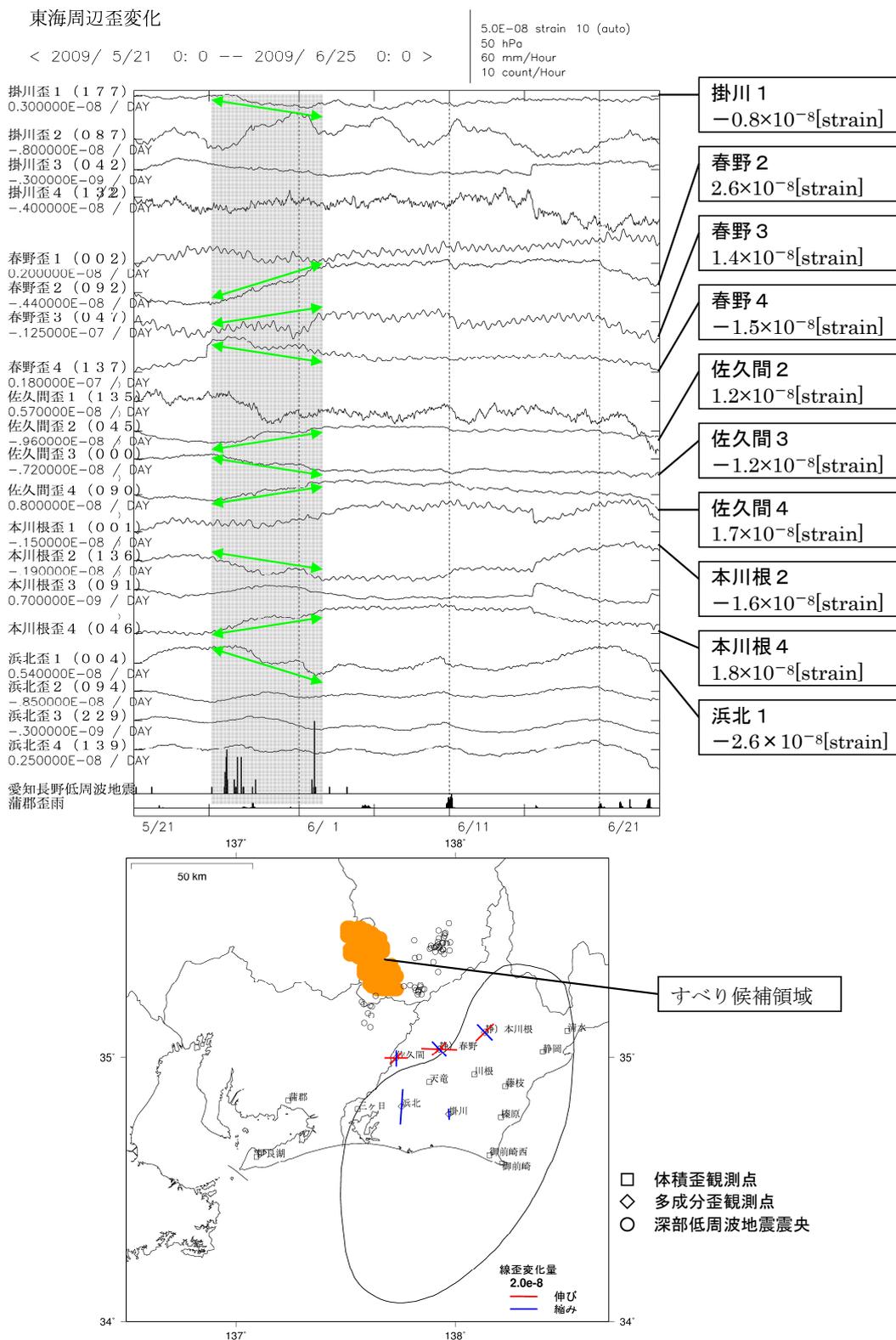


第3図(a) 2009年5月から6月に奈良県から長野県で観測された深部低周波地震活動と短期的スロースリップ

Fig.3(a) Activity of low frequency earthquakes and short-term slow slip between Nara Prefecture and Nagano Prefecture from May to June 2009.

深部低周波地震活動と同期して観測された地殻変動

5月26日から6月4日にかけて愛知県と長野県の県境付近で深部低周波地震活動が観測された(下図参照)。歪計では、掛川、春野、佐久間、本川根および浜北の各多成分歪計でこれに対応する変化が見られた(上図参照)。この変化から短期的ゆっくりすべりの候補領域を推定した結果、深部低周波地震の活動領域付近に求まり、規模はモーメントマグニチュード(Mw)換算で5.6から5.8であった(下図参照)。



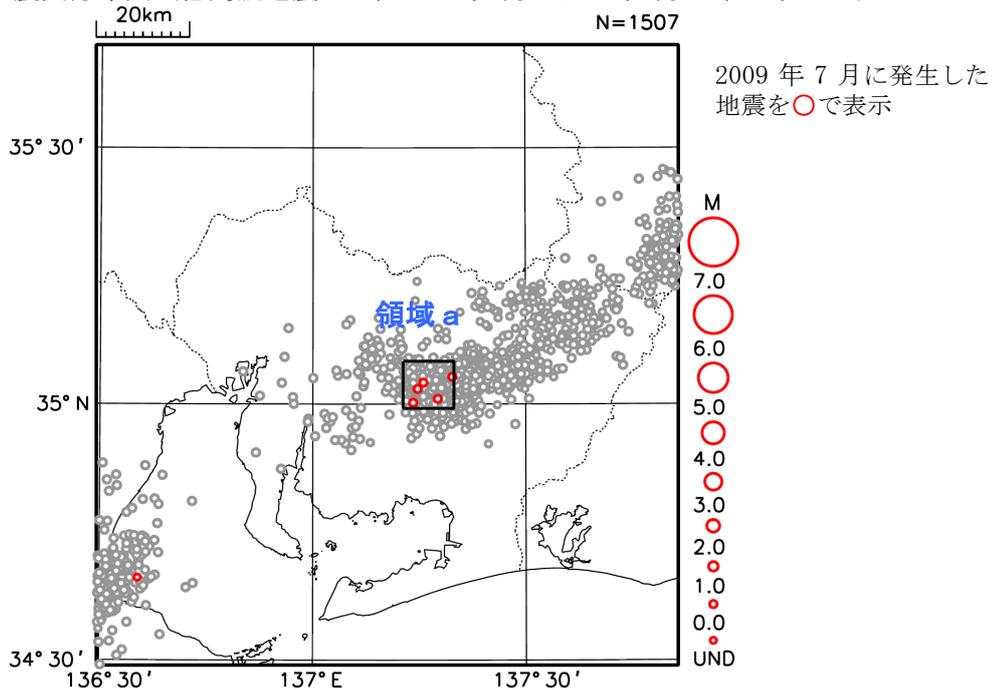
第3図(b) つづき

Fig.3(b) Continued.

2009年7月6日 愛知県中部 深部低周波地震活動

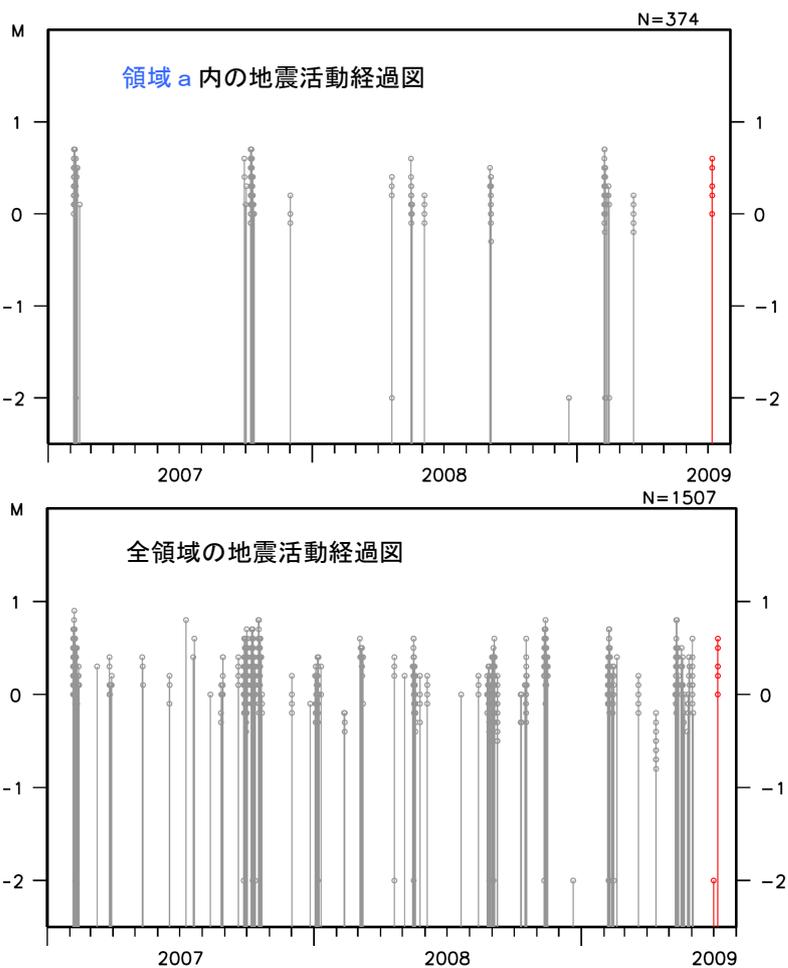
短時間で終息する深部低周波地震活動を観測

震央分布図（低周波地震のみ、2007年1月～2009年7月6日、Mすべて）



2009年7月6日17時06分から17時41分にかけての約35分間、愛知県中部でM0.6を最大とする小規模な深部低周波地震活動が観測された。同年5月から6月上旬にかけて、奈良県から長野県南部の広い範囲でまとまった深部低周波地震が観測されたが、その際にはこの小領域(領域a)で深部低周波地震は観測されていない。また、同年2月には愛知県でまとまった深部低周波地震活動が観測されたが、その際にはこの小領域でも深部低周波地震が観測されている。一方、この小領域では同年3月、2008年12月など、これまでに短時間で終息する深部低周波地震活動が時折観測されている。

なお、東海地域に展開されている歪計では特段の歪変化は観測されていない。



第4図 2009年7月6日に観測された愛知県における深部低周波地震活動

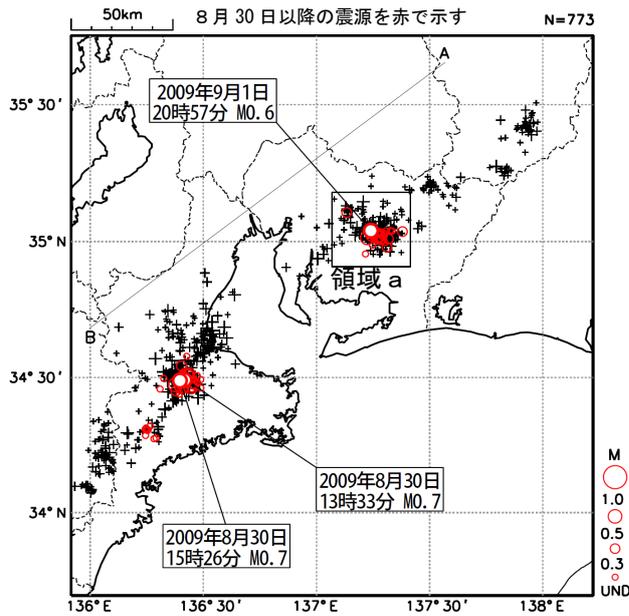
Fig.4 Activity of low frequency earthquakes in Aichi Prefecture on July 6, 2009.

8月30日～9月2日 三重県～愛知県の深部低周波地震活動

歪計で地殻変動を観測

震央分布図 (低周波地震のみ)

(2009年1月1日～9月23日, 深さ0~60km, Mすべて)

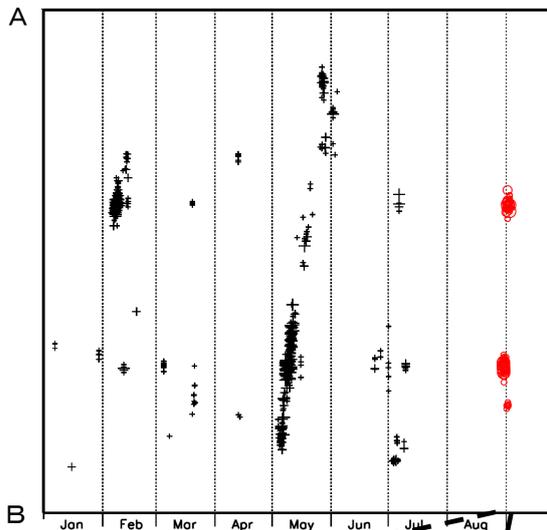


8月30日から三重県で深部低周波地震活動 (最大M0.7) が観測され, 産業技術総合研究所の飯高赤桶 (いいたかあこう), 海山 (みやま), 井内浦 (いちうら) の観測点でわずかな歪変化が観測された (図 5b). 深部低周波地震活動はその後, 8月31日深夜から9月2日にかけて愛知県西部でも観測された (最大M0.6). 愛知県西部の活動に合わせて産業技術総合研究所の豊橋東, 豊田下山の歪計, 気象庁および静岡県設置の歪計, 気象研究所設置の天竜船明 (ふなぎら) レーザー式変位計に変化が見られた (図 5c-d).

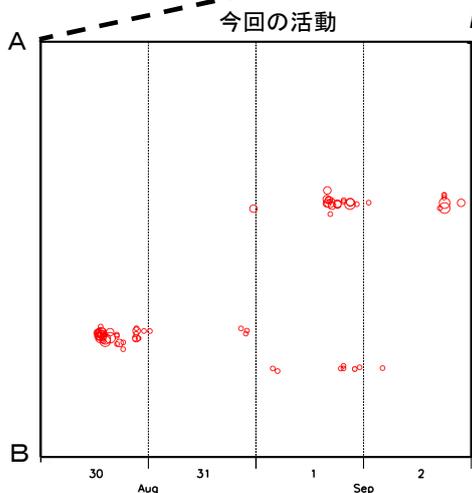
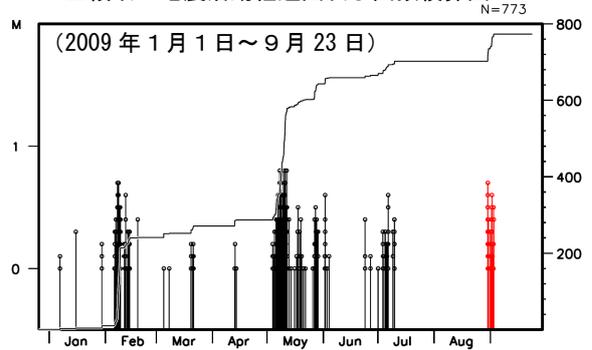
これらの領域では, 今年に入ってから, 5月や6月~7月にかけてなど, 度々深部低周波地震活動が観測されている.

8月31日から9月2日の愛知県西部の歪変化から短期的ゆっくりすべりの候補領域を推定した結果, ほぼ低周波地震活動域と一致し, 規模はMw5.4~5.5相当であった (図 5e).

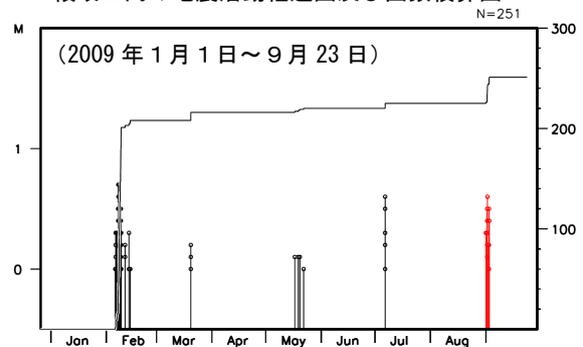
時空間分布図 (2009年1月1日～9月23日, A-B面投影)



全領域の地震活動経過図及び回数積算図

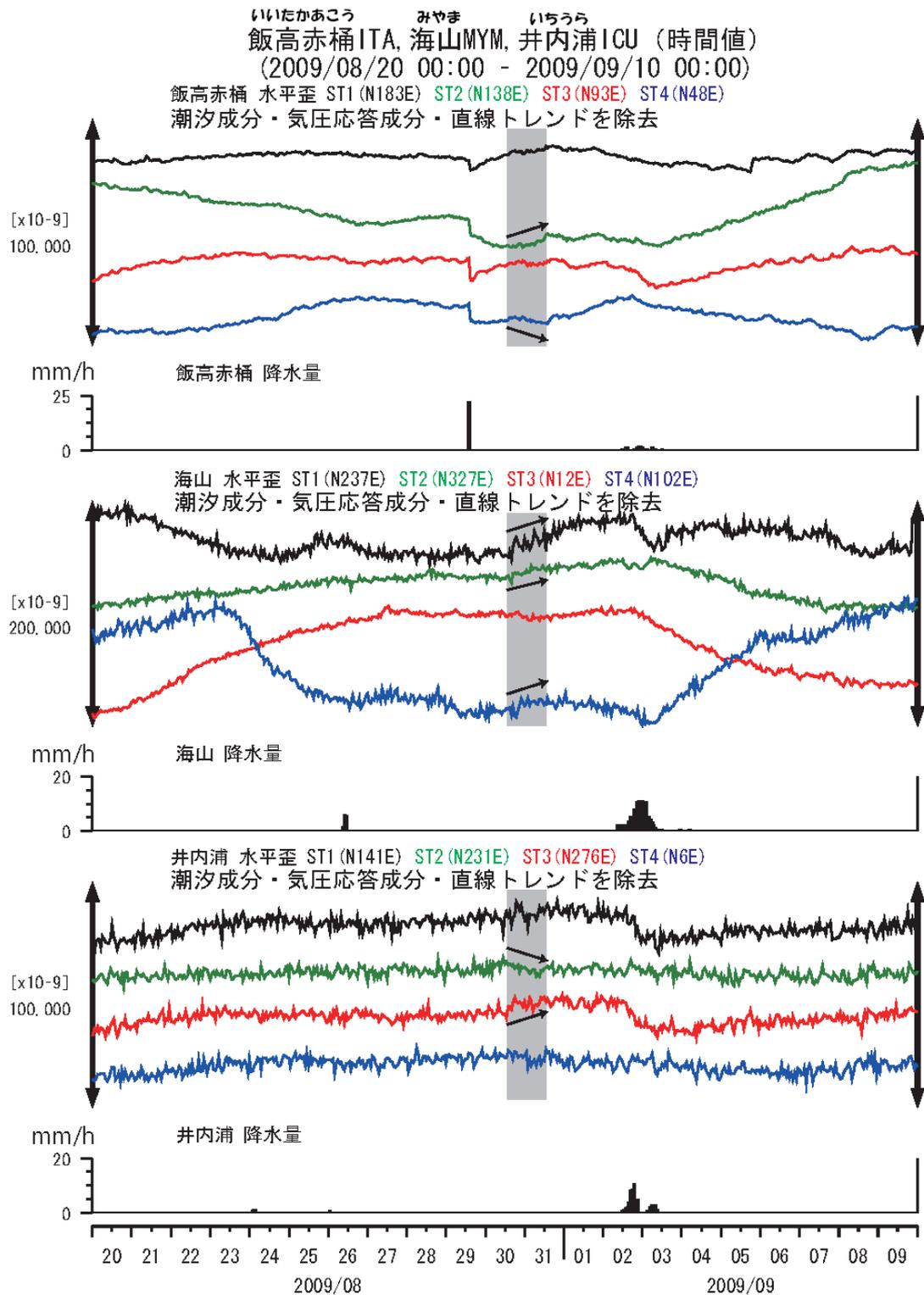


領域 a 内の地震活動経過図及び回数積算図



第5図(a) 2009年8月30日から9月2日に三重県から愛知県で観測された深部低周波地震活動

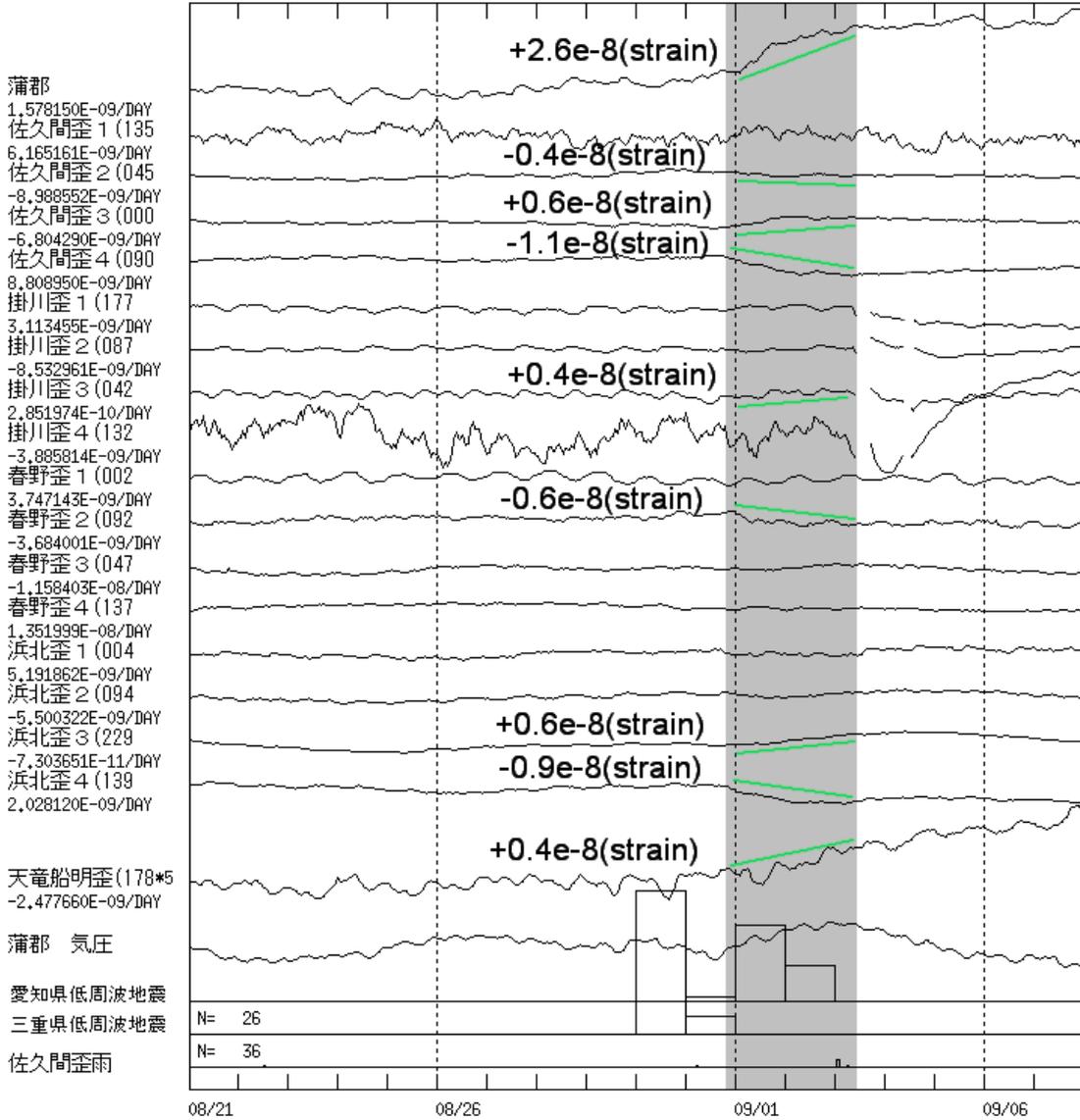
Fig.5(a) Activity of low frequency earthquakes in Mie Prefecture and Aichi Prefecture from August 30 to September 2, 2009.



第5図(b) 2009年8月30日から31日に観測された、三重県の深部低周波地震活動に伴う歪変化（観測データは産業総合技術研究所による）。

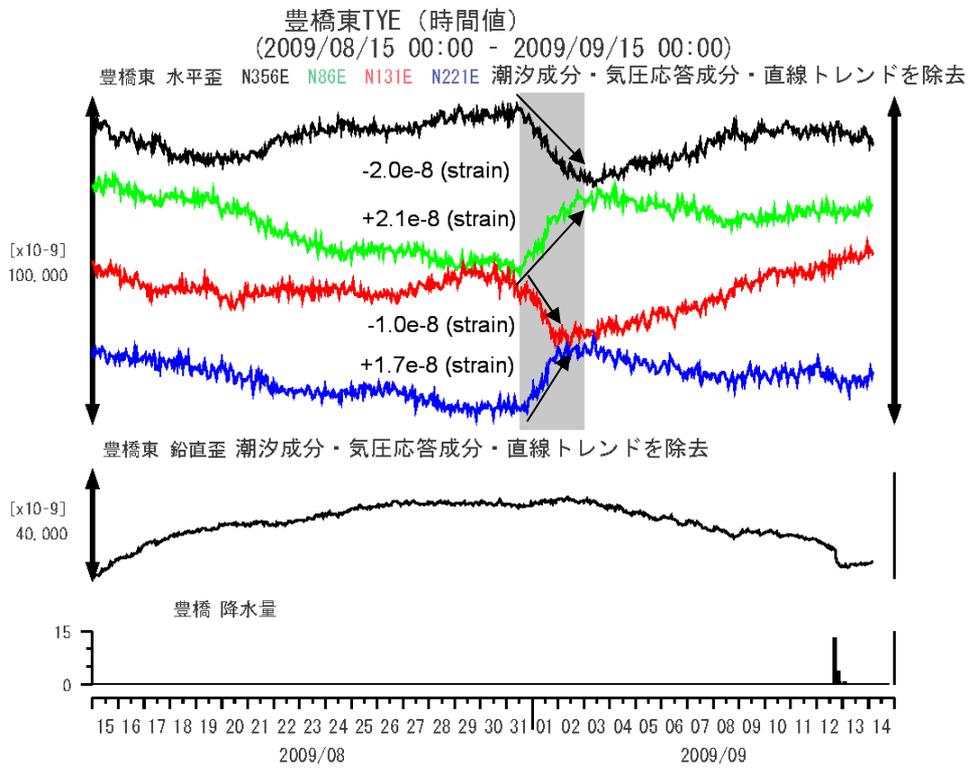
Fig.5(b) Strain changes associated with low frequency earthquakes in Mie Prefecture from August 30 to 31, 2009. Observation stations belong to Geological Survey of Japan, AIST.

2009/08/21 --- 2009/09/07



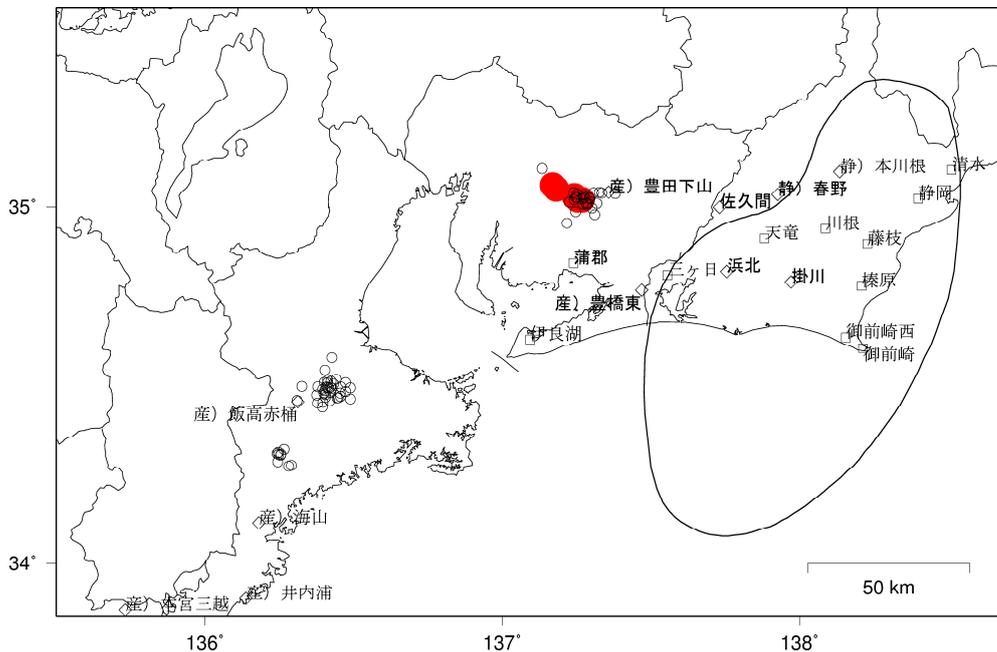
第5図(c) 2009年8月31日から9月2日に観測された、愛知県西部の深部低周波地震活動に伴う歪変化（観測データは気象庁、静岡県、気象研究所による）。

Fig.5(c) Strain changes associated with low frequency earthquakes in Western Aichi Prefecture from August 31 to September 2, 2009. Observation stations belong to JMA, Shizuoka Prefectural Government or Meteorological Research Institute.



第5図(d) 2009年8月31日から9月2日に観測された、愛知県西部の深部低周波地震活動に伴う歪変化（観測データは産業総合技術研究所による）。

Fig.5(d) Strain changes associated with low frequency earthquakes in Western Aichi Prefecture from August 31 to September 2, 2009. Observation stations belong to Geological Survey of Japan, AIST.



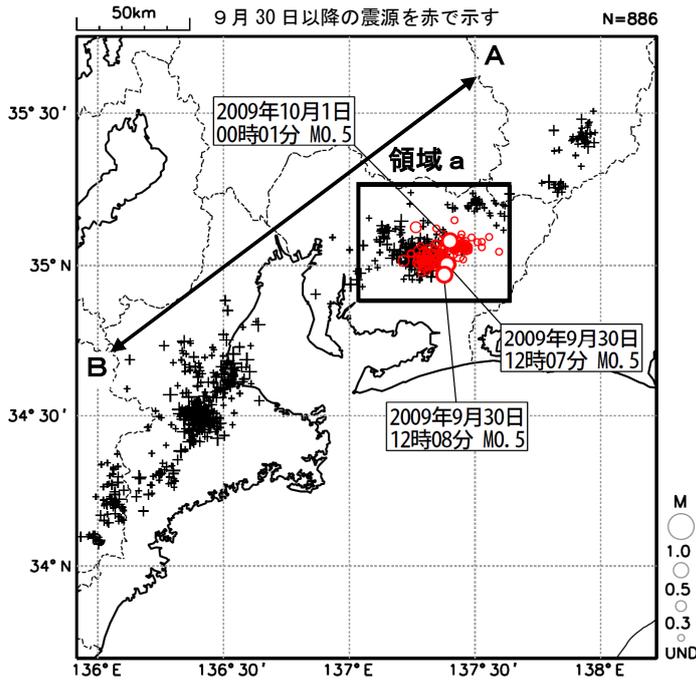
第5図(e) 歪変化から推定された短期的ゆっくりすべりの候補領域(赤;8月31日～9月2日;Mw5.4～5.5)，2009年8月30日から9月2日に観測された深部低周波地震の震央を同時に○でプロットしている。□や◇は歪計の設置場所を示す。

Fig.5(e) Red points show candidate areas of short-term slow slip events estimated by strain changes from August 31 to September 2, 2009. The Mw was estimated from 5.4 to 5.5. The epicenters of low frequency earthquakes, observed from August 30 to September 2, 2009, were simultaneously plotted by circles. Squares and diamonds shows locations of strainmeters.

9月30日～10月7日 愛知県の深部低周波地震活動

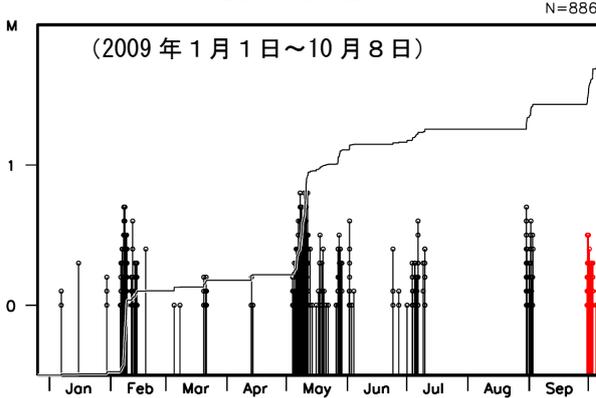
歪計で地殻変動を観測

震央分布図（低周波地震のみ）
 (2009年1月1日～10月8日, 深さ0～60km, Mすべて)

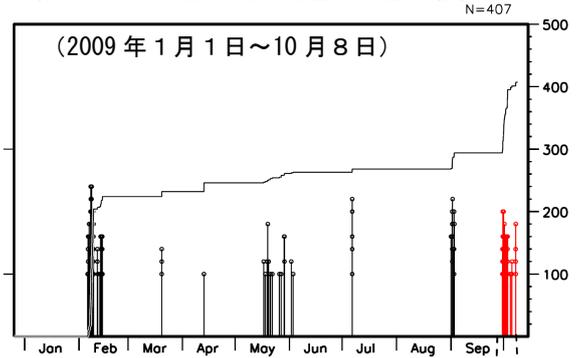


2009年9月30日06時頃から10月7日深夜にかけて、愛知県で深部低周波地震活動(最大 M0.5)が観測された。愛知県で深部低周波地震活動が観測されたのは、本年9月2日以来である。今回の活動領域は、前回(8月31日～9月2日)の活動領域よりも北東側へやや広がった領域であった。

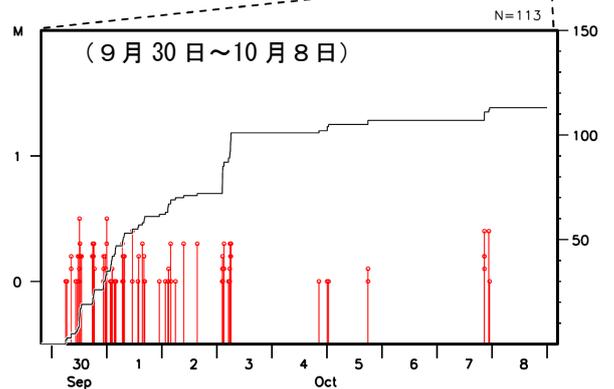
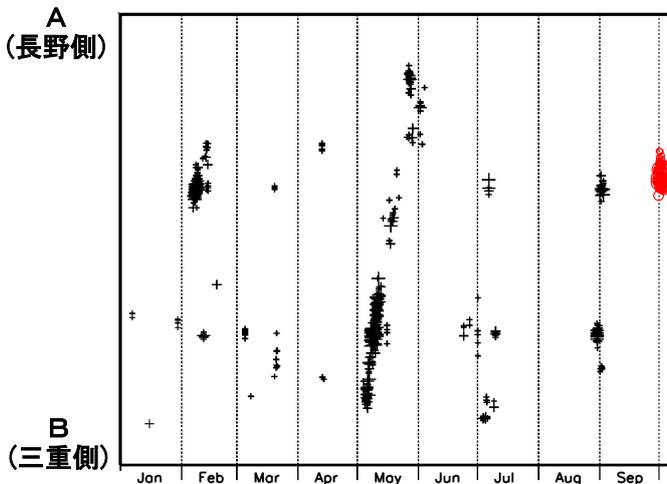
上図全領域の地震活動経過図及び回数積算図



領域 a 内の地震活動経過図及び回数積算図



上図全領域の時空間分布図
 (2009年1月1日～10月8日, A-B投影)



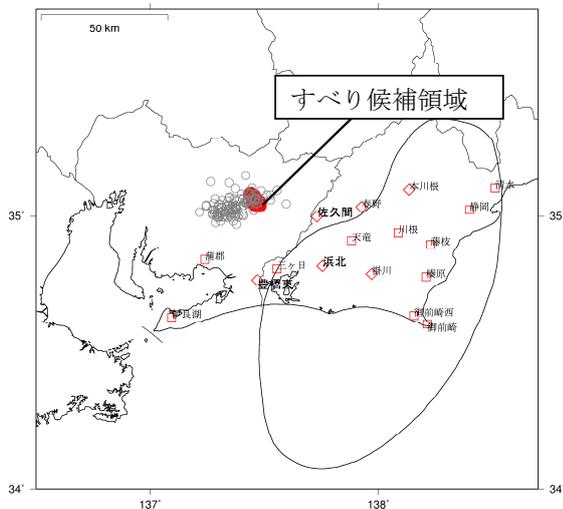
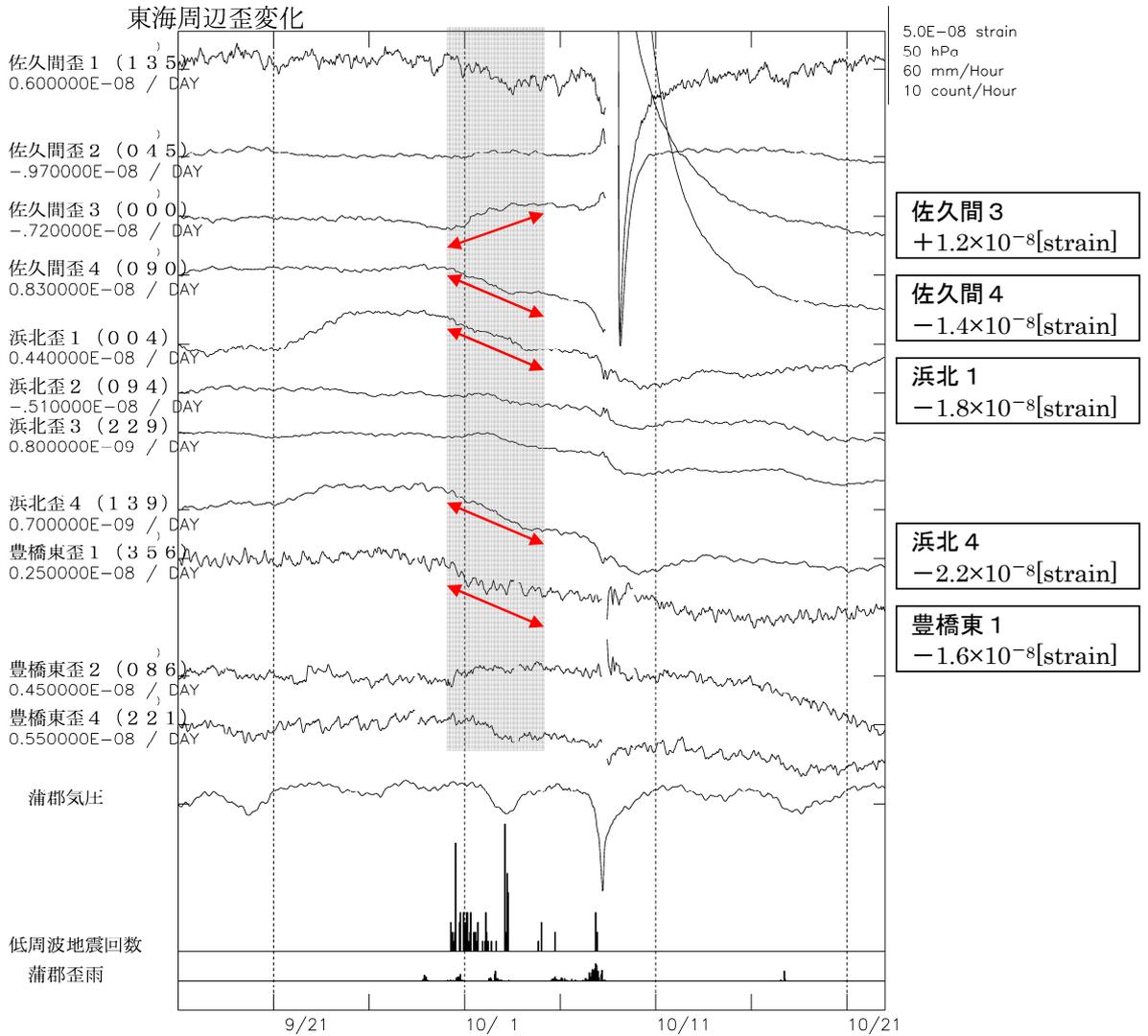
第6図(a) 2009年9月から10月に観測された愛知県における深部低周波地震活動と短期的のスロースリップ

Fig.6(a) Activity of low frequency earthquakes and short-term slow slip events around Aichi Prefecture from September to October 2009.

東海地域の歪観測データの概況

2009.09.16~2009.10.22

9月30日から10月7日にかけて愛知県で深部低周波地震活動が見られた(下図参照)。歪計では、佐久間と浜北の多成分歪計で、活動前半の9月30日から10月3日にかけて対応する変化が見られた(上図参照)。この変化から短期的ゆっくりすべりの候補領域を推定した結果、深部低周波地震の活動領域付近に求まり、規模はモーメントマグニチュード(Mw)換算で5.4であった(下図参照)。

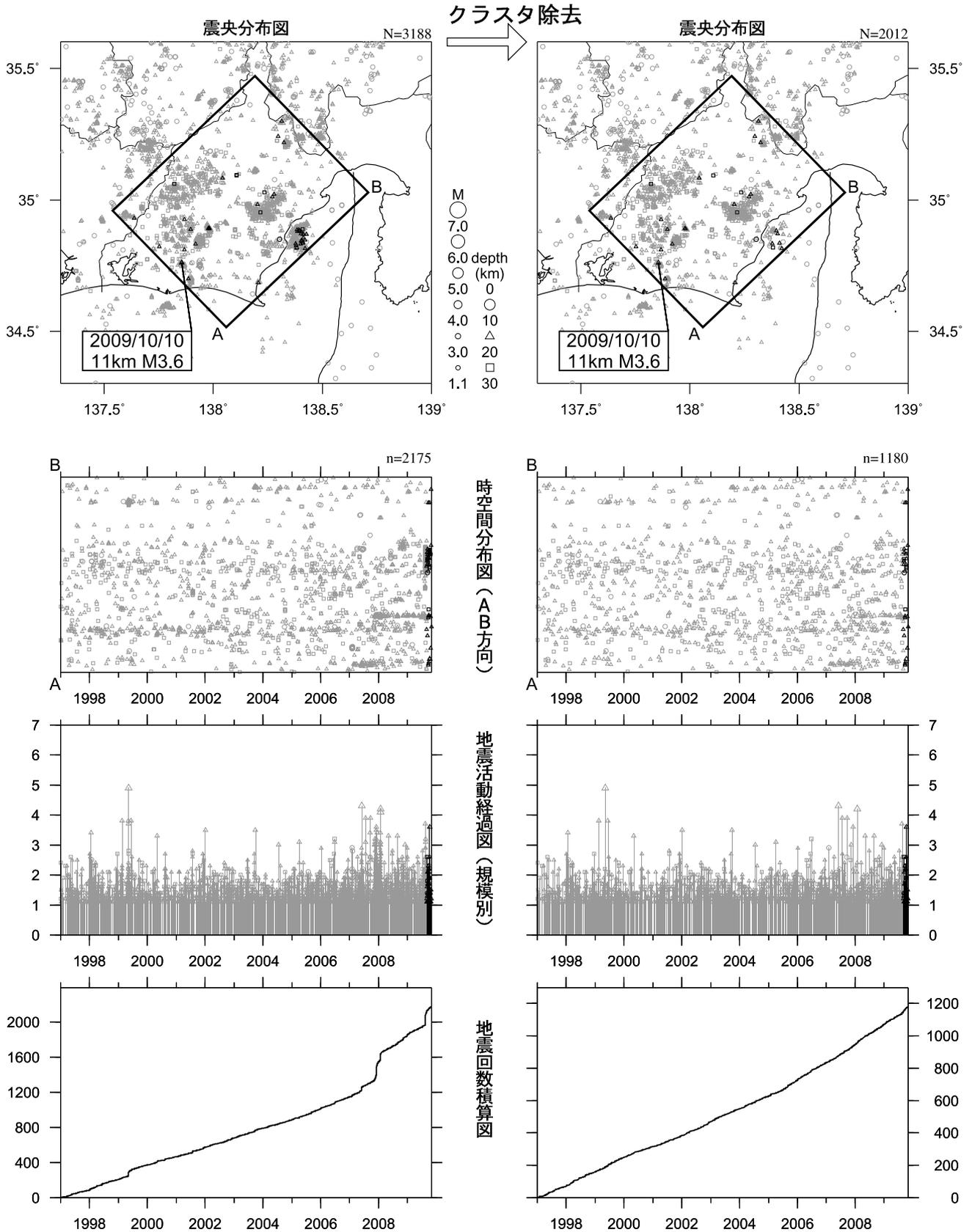


- 体積歪観測点
 - ◇ 多成分歪観測点
 - 深部低周波地震震央
- ※豊橋東は産業技術総合研究所整備
春野・本川根は静岡県整備

第6図(b) つづき
Fig.6(b) Continued.

静岡県中西部（地殻内）

1997/ 1/ 1~2009/10/31 M ≥ 1.1

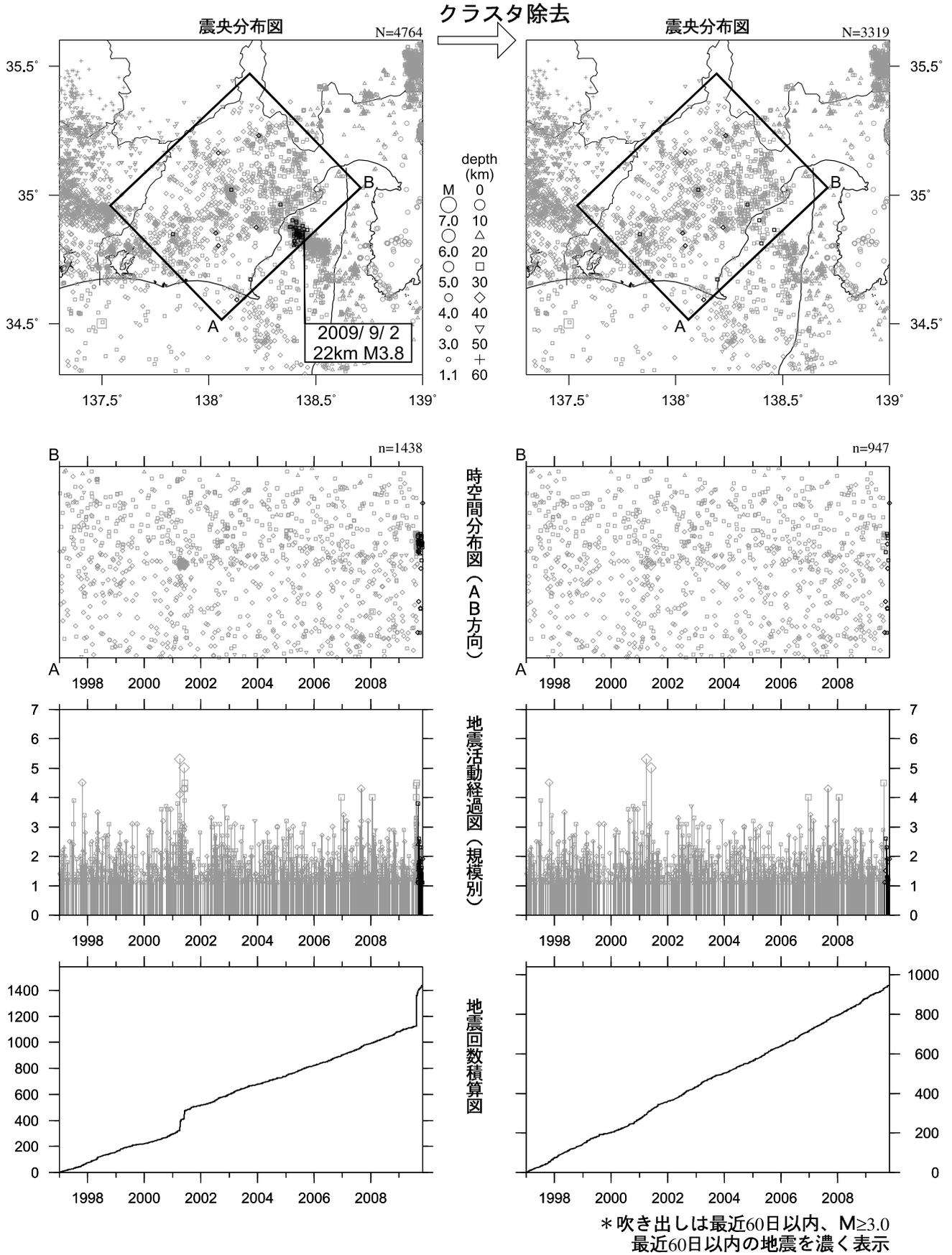


第7図 静岡県中西部の地殻内の地震活動 (M1.1以上, 1997年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.7 Seismic activity in the crust in Midwestern Shizuoka Prefecture since 1997 ($M \geq 1.1$). This area is estimated to be the locked zone of the anticipated Tokai earthquake. The figures on the right show declustered earthquake activities.

静岡県中西部（フィリピン海プレート内）

1997/1/1~2009/10/31 M \geq 1.1

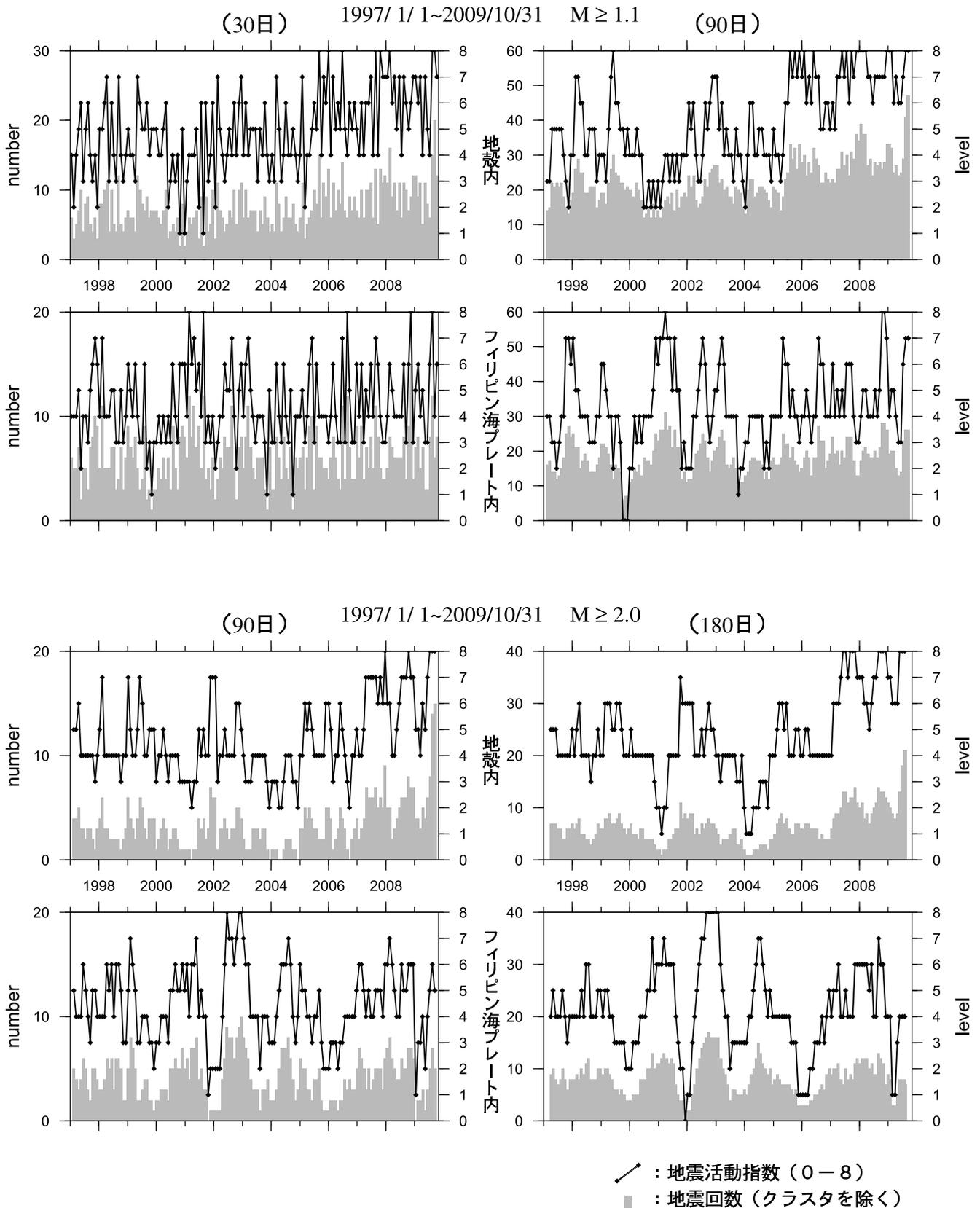


第8図 静岡県中西部のフィリピン海プレート内の地震活動 (M1.1以上, 1997年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.8 Seismic activity in the Philippine Sea slab in Midwestern Shizuoka Prefecture since 1997 (M \geq 1.1).
The figures on the right show declustered earthquake activities.

地震活動指数の推移

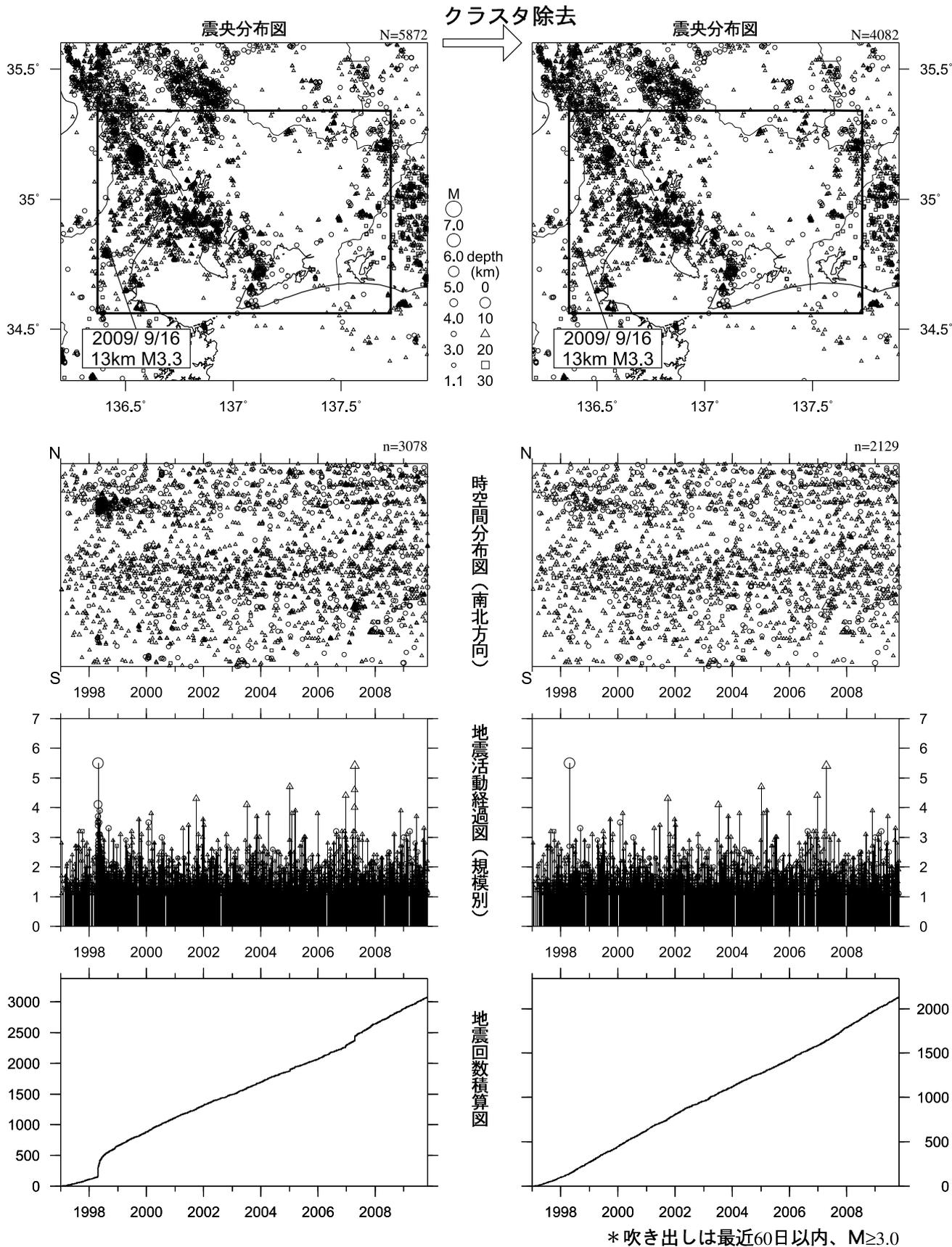
① 静岡県中西部



第9図 静岡県中西部の地震活動指数の推移 (1997年以降) [指数算出の単位期間は30日, 90日, 180日であり, 全て30日ごとに指数をプロットしている.]

Fig.9 Time series of seismic activity levels in Midwestern Shizuoka Prefecture since 1997 [The time windows for calculating levels are 30days, 90days and 180days. The levels are plotted every 30days].

愛知県（地殻内）
1997/1/1~2009/10/31 M ≥ 1.1

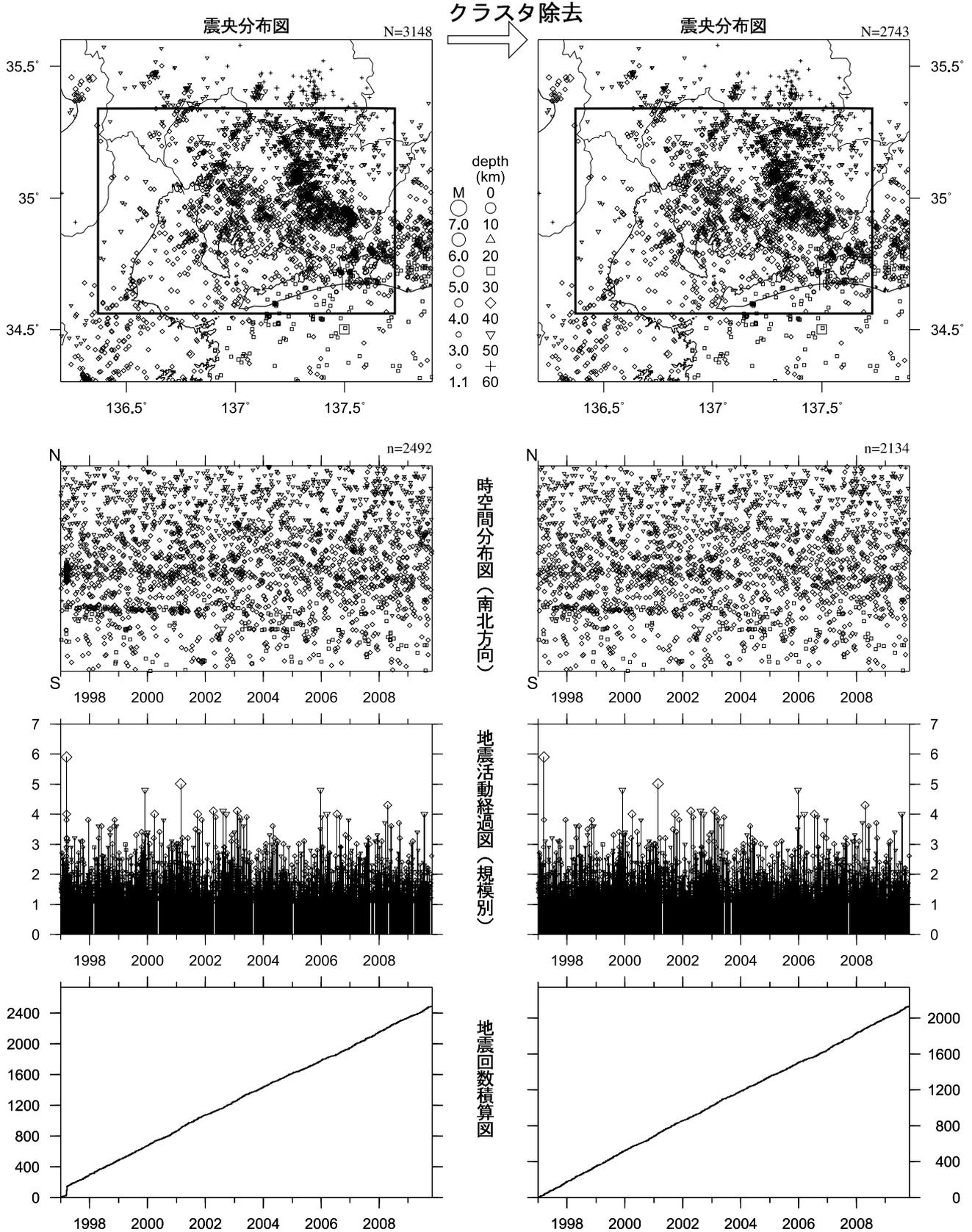


第10図 愛知県の地殻内の地震活動 (M1.1以上, 1997年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.10 Seismic activity in the crust in Aichi Prefecture since 1997 ($M \geq 1.1$). This area is estimated to be unlocked and is adjacent to the locked zone of the anticipated Tokai earthquake. The figures on the right show declustered earthquake activities.

愛知県（フィリピン海プレート内）

1997/1/1~2009/10/31 M \geq 1.1

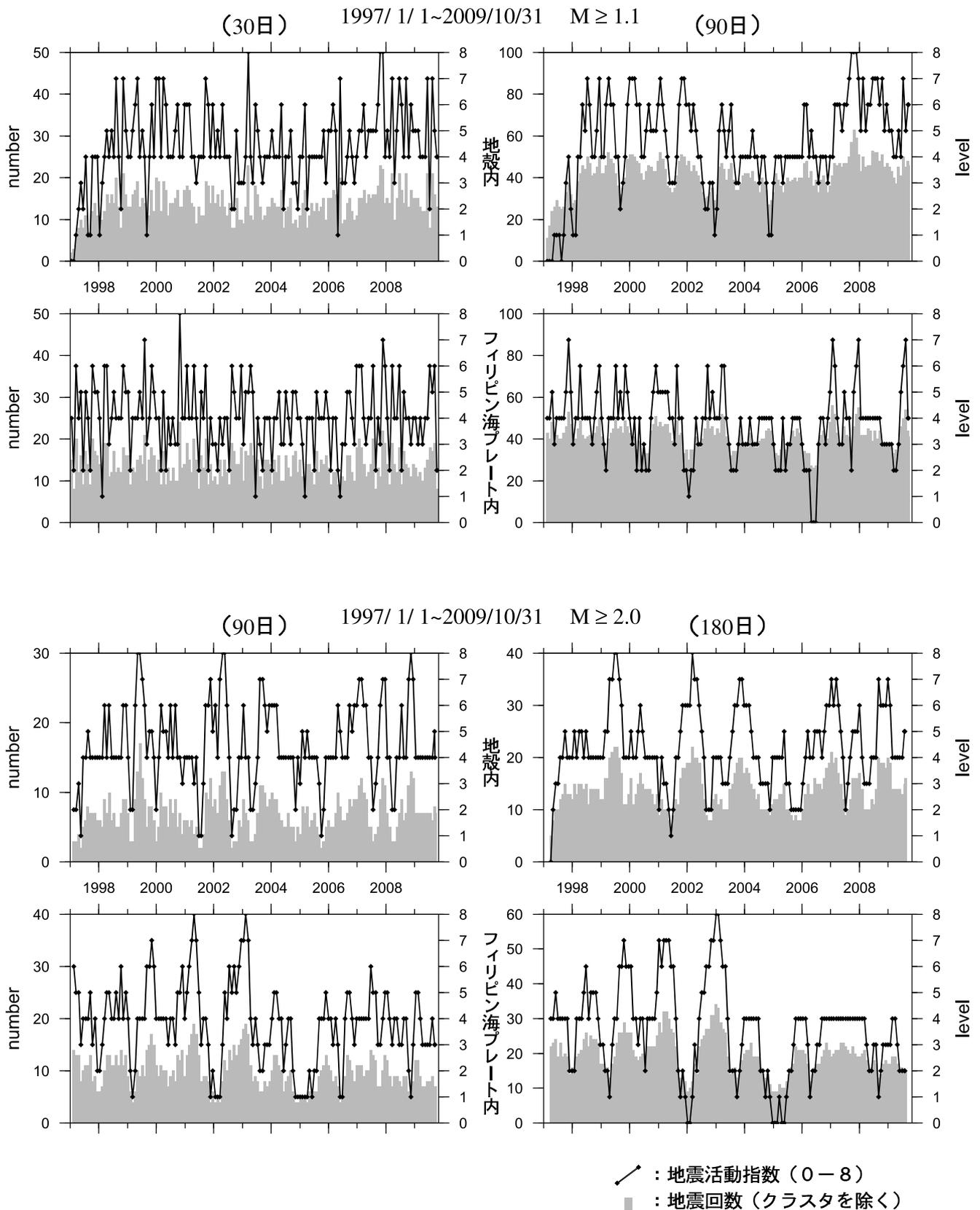


第11図 愛知県のフィリピン海プレート内の地震活動 (M1.1以上, 1997年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.11 Seismic activity in the Philippine Sea slab in Aichi Prefecture since 1997 (M \geq 1.1). This area is estimated to be unlocked and is adjacent to the locked zone of the anticipated Tokai earthquake. The figures on the right show declustered earthquake activities.

地震活動指数の推移

② 愛知県

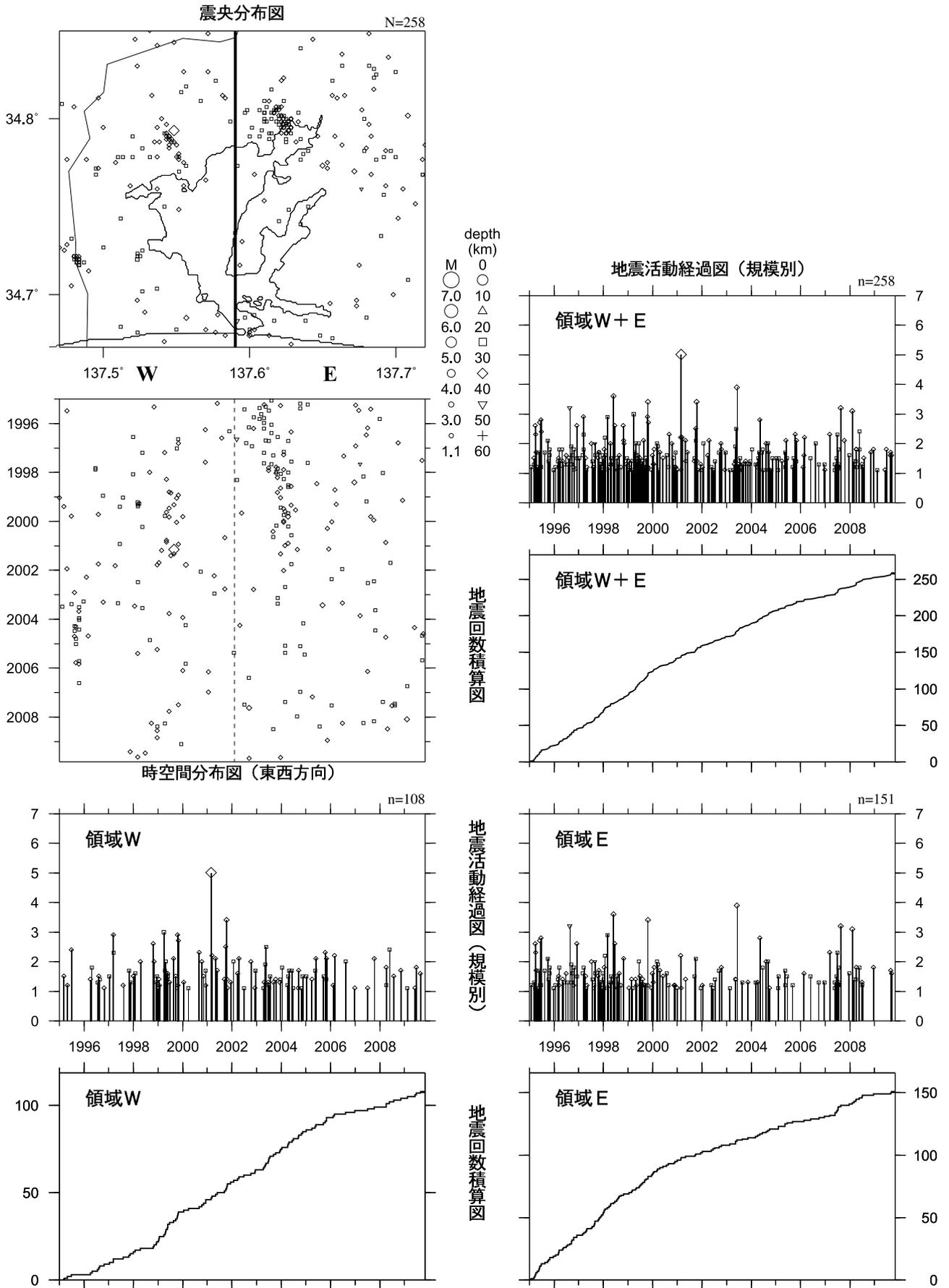


第12図 愛知県の地震活動指数の推移 (1997年以降) [指数算出の単位期間は30日, 90日, 180日であり, 全て30日ごとに指数をプロットしている.]

Fig.12 Time series of seismic activity levels in Aichi Prefecture since 1997 [The time windows for calculating levels are 30days, 90days and 180days. The levels are plotted every 30days].

浜名湖周辺（フィリピン海プレート内）

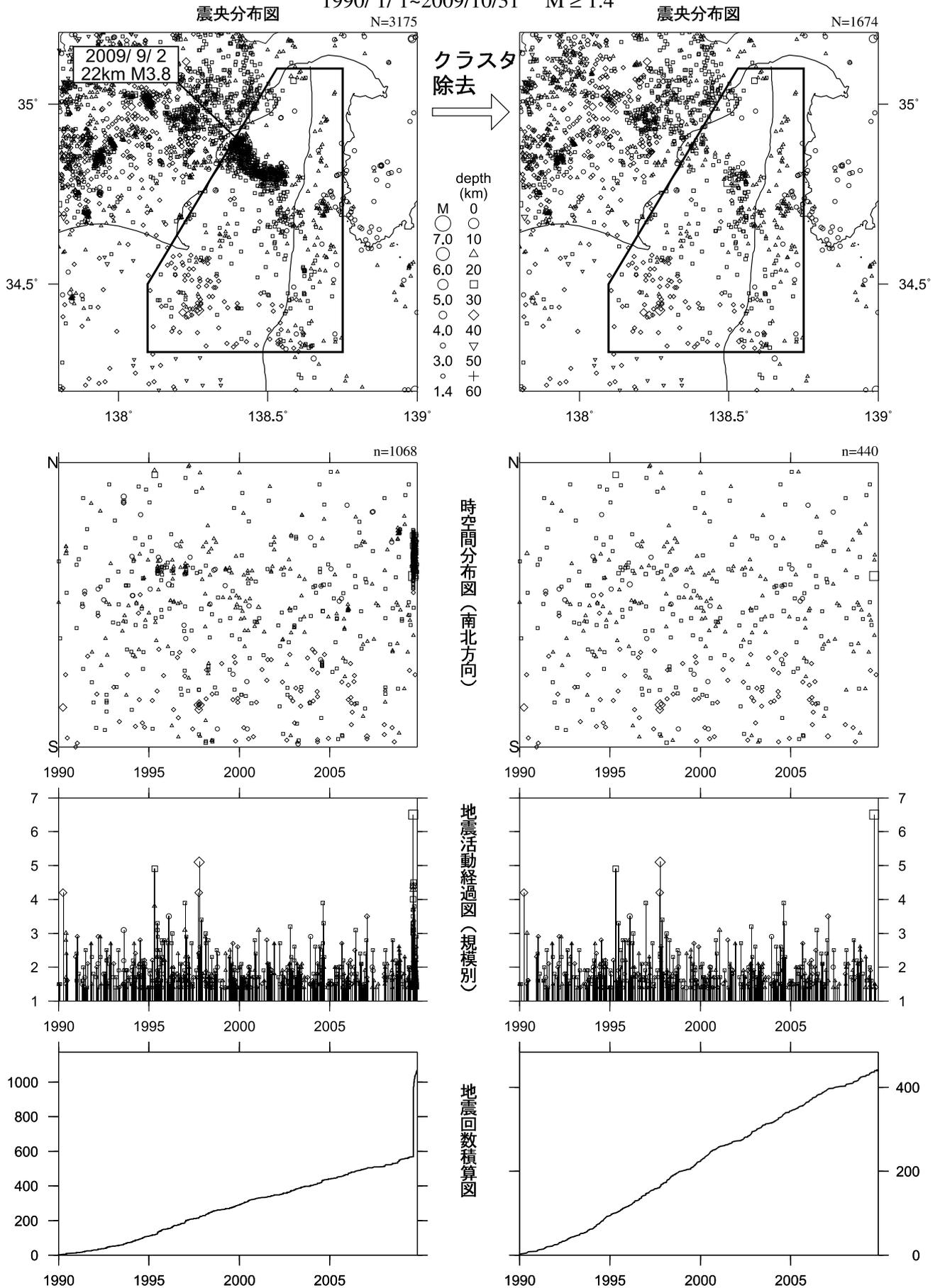
1995/ 1/ 1~2009/10/31 M ≥ 1.1 * クラスタ除去したデータ



第13図 浜名湖付近のフィリピン海プレート内の地震活動（クラスタを除く）
Fig.13 Declustered earthquake activity in the Philippine Sea slab in Hamanako region.

駿河湾

1990/1/1~2009/10/31 M ≥ 1.4



第14図 駿河湾の地震活動 (M1.4以上, 1990年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

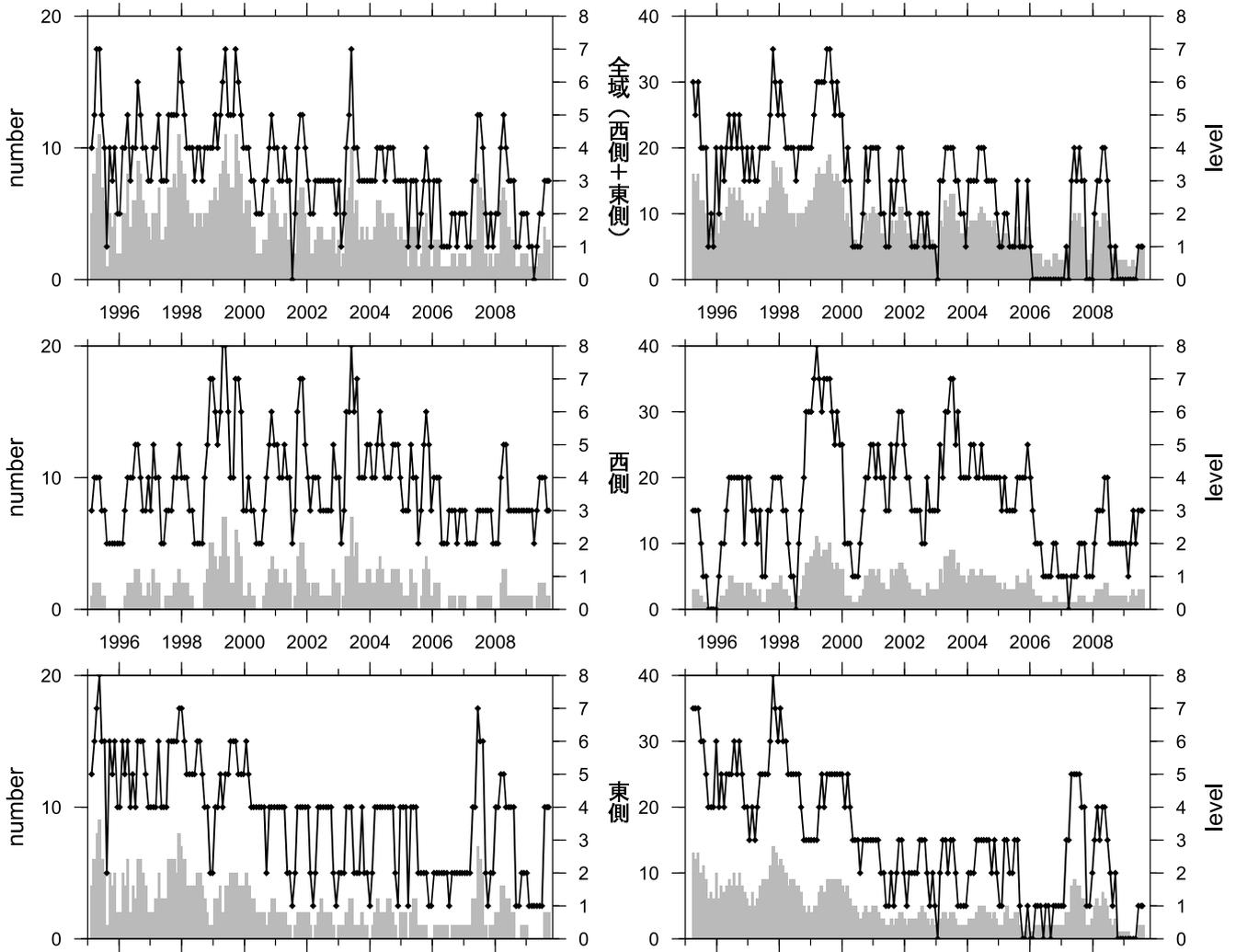
* 吹き出しは最近60日以内、M≥3.0

Fig.14 Seismic activity in Suruga Bay since 1990 (M≥1.4). This area includes the Suruga Trough where the Philippine Sea Plate is expected to start subducting. The figures on the right show declustered earthquake activities.

地震活動指数の推移

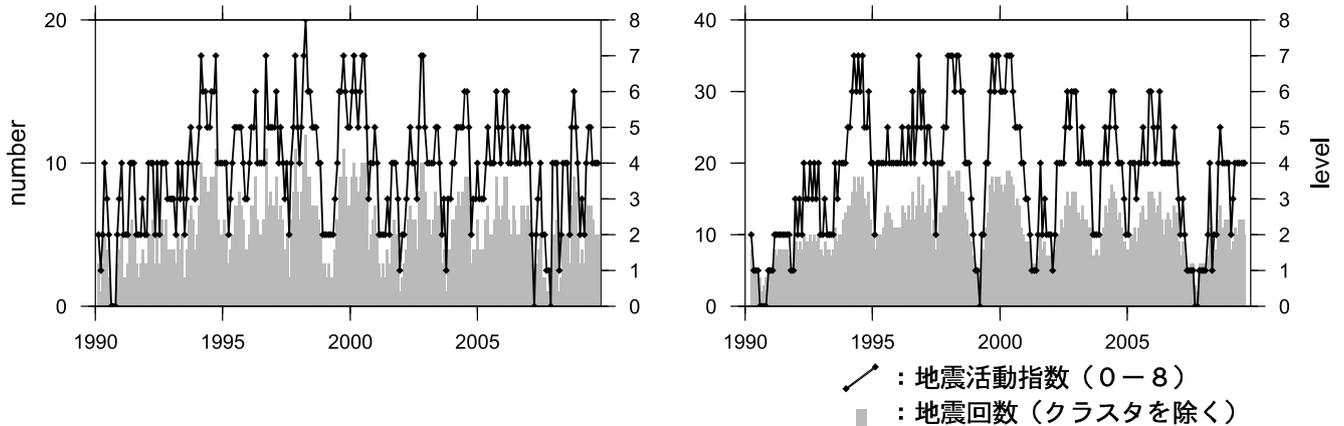
③ 浜名湖周辺（フィリピン海プレート内）

(90日) 1995/ 1/ 1~2009/10/31 M ≥ 1.1 (180日)



④ 駿河湾

(90日) 1990/ 1/ 1~2009/10/31 M ≥ 1.4 (180日)



第15図 浜名湖及び駿河湾の地震活動指数の推移（浜名湖は1995年以降，駿河湾は1990年以降）[指数算出の単位期間は90日と180日であり，全て30日ごとに指数をプロットしている。]

Fig.15 Time series of seismic activity levels in Hamanako and Suruga Bay since 1995 and 1990, respectively [The time windows for calculating levels are 90days and 180days. The levels are plotted every 30days].