

6-1 東海地域とその周辺地域の地震活動（2008年11月～2009年4月） Seismic Activity in and around the Tokai Area (November 2008 – April 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）

2008年11月～2009年4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，想定震源域内で発生したM4以上の地震はなかった。
静岡県周辺で発生したM4以上の地震はなかった。

【愛知県とその周辺】

今期間，M4以上の地震はなかった。

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。

- ・2月5日～14日，愛知県（第3図）．蒲郡・佐久間等の歪計で変化あり（歪変化は2月6日～16日）．
- ・3月20日，愛知県（第4図）．

【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5図～第8図）

第5図及び第6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7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5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7図右上）。この地震活動変化は，2001年に始まり2005年半ば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6図，第7図右上から2番目）には，特段変化はない。第8図は，静岡県中西部のフィリピン海プレート内の地震活動について，Mの下限をM1.1，M2.0，M3.5と上げて見たものである。M3.5以上の地震活動を示した最下図より，2001年後半ごろからM3.5以上の地震発生回数が少なく，静穏な状態が続いていることがわかる。M2.0以上の地震の回数積算図を示した中右図では，2005年半ば以降やや静穏，2007年に入って回復傾向，2008年以降再びやや静穏な状態が続いていることがわかる。

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。「本震とその後に起きる余震」, 「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3 km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9図～第11図)

第9図及び第10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11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9図右下の地震回数積算図, 第11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12図, 第14図)

第12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14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年および2006年以降は西側領域での活動低下, 2000年後半からは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。

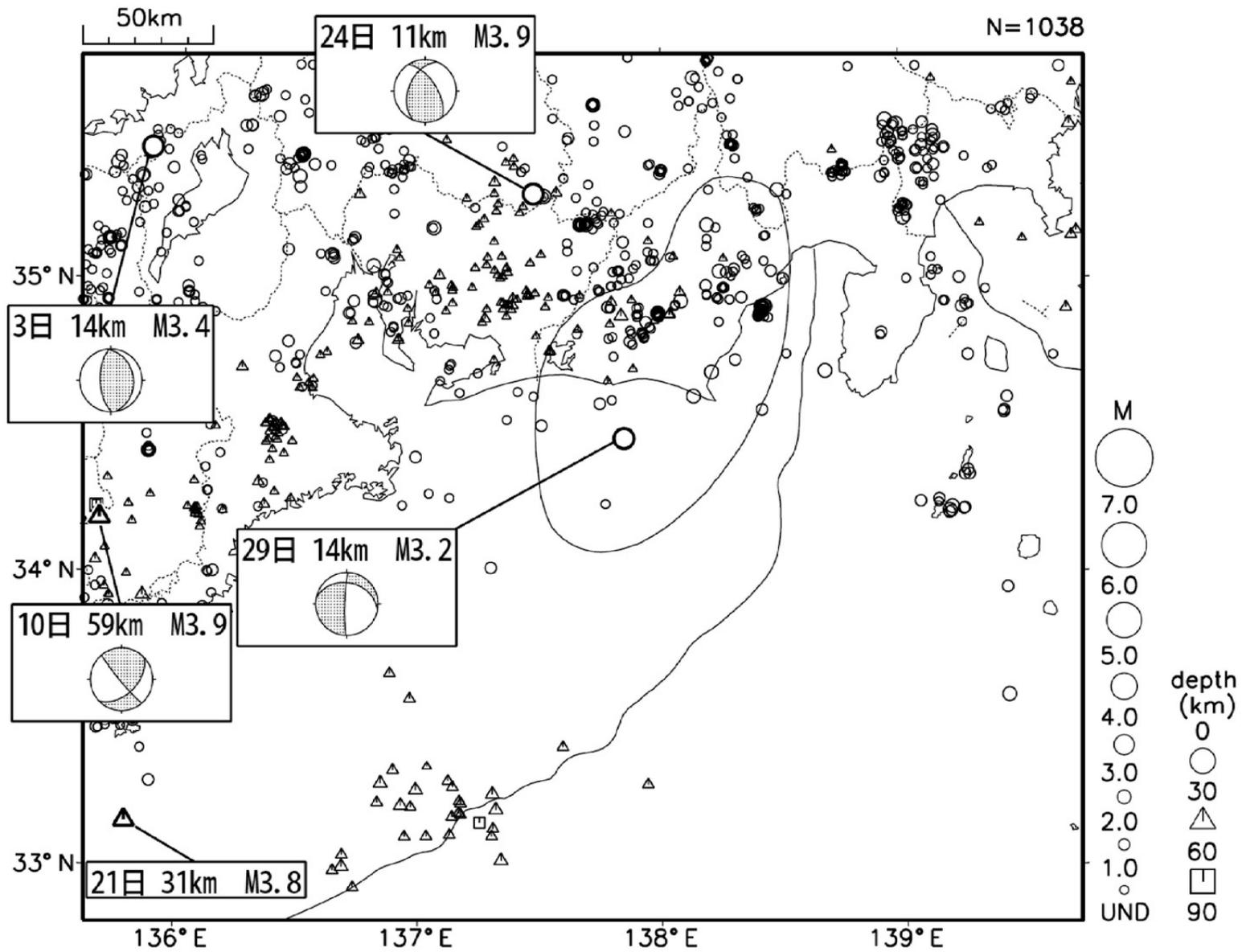
5. 駿河湾の地震活動 (第13図, 第14図)

第13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。地震回数積算図 (右下) 及び第14図右下の地震活動指数変化のグラフより, 最近では静穏になっていた地震活動が回復傾向であることがわかる。

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).

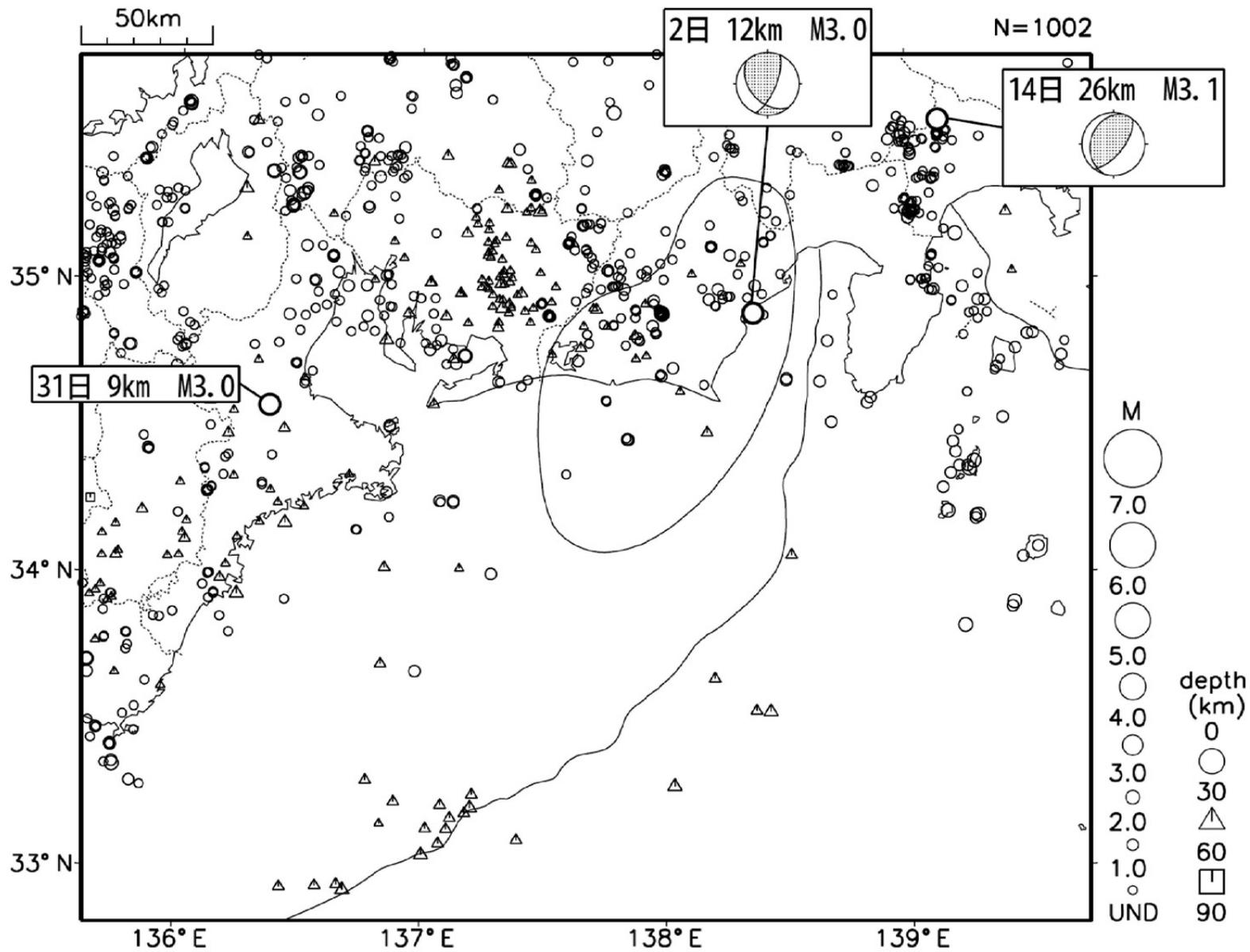
東海地域の地震活動 2008年11月



第1図(a) 東海地域で発生した地震の月別震央分布 (2008年11月)

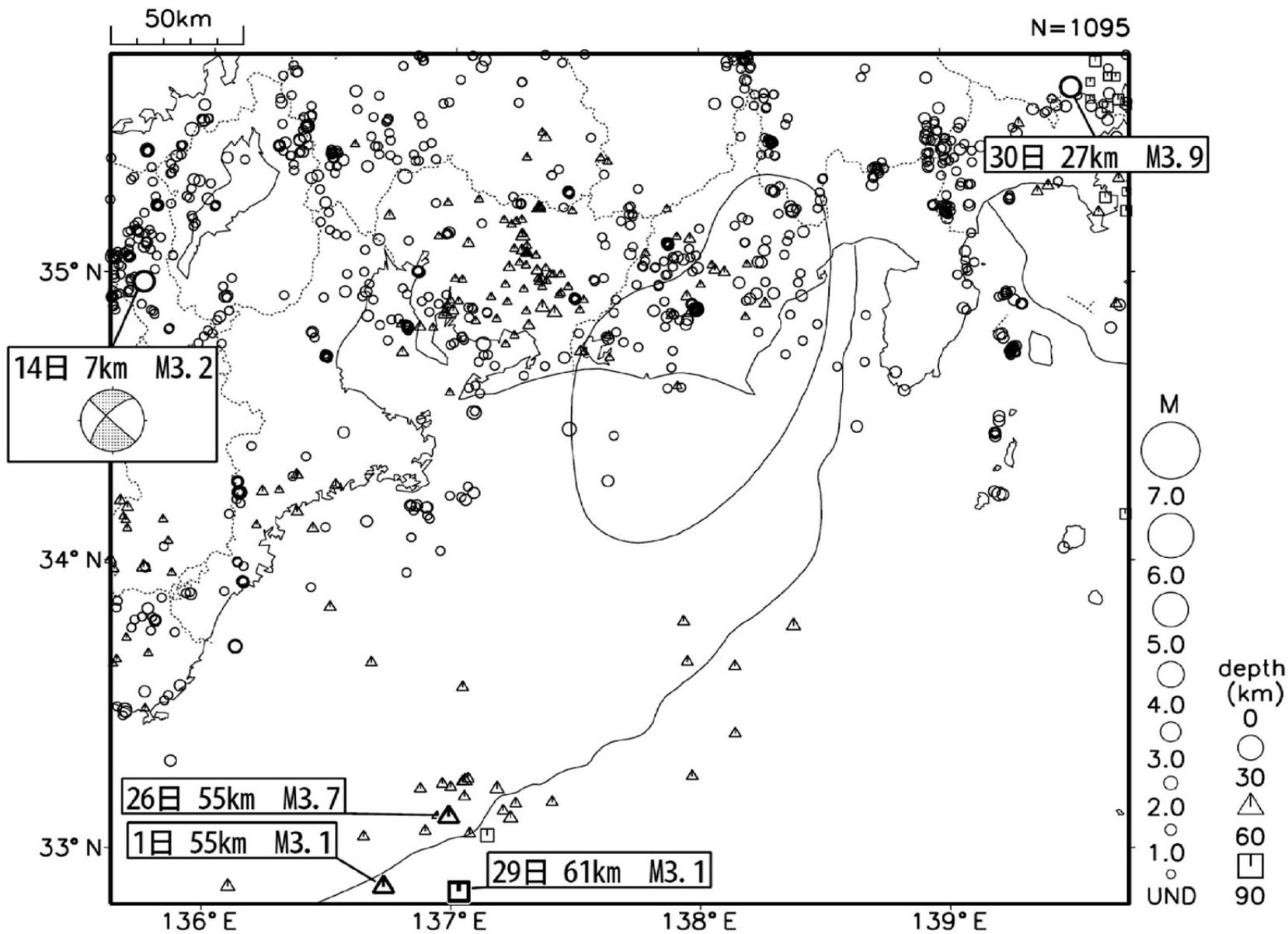
Fig.1 (a) Monthly epicenter distribution in the Tokai Districts (November 2008).

東海地域の地震活動 2008年12月

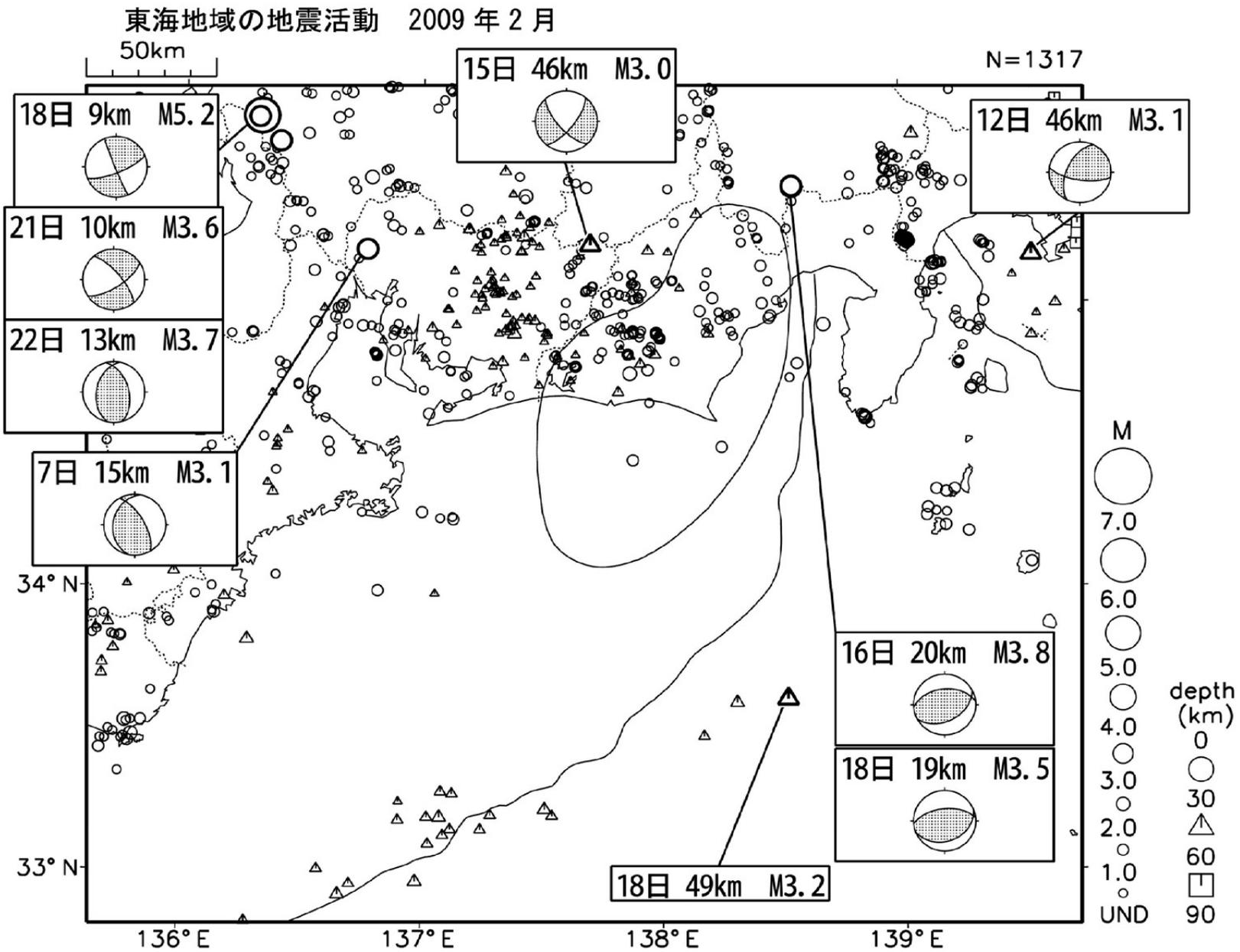


第1図(b) つづき (2008年12月)
Fig.1 (b) Continued (December 2008).

東海地域の地震活動 2009年1月

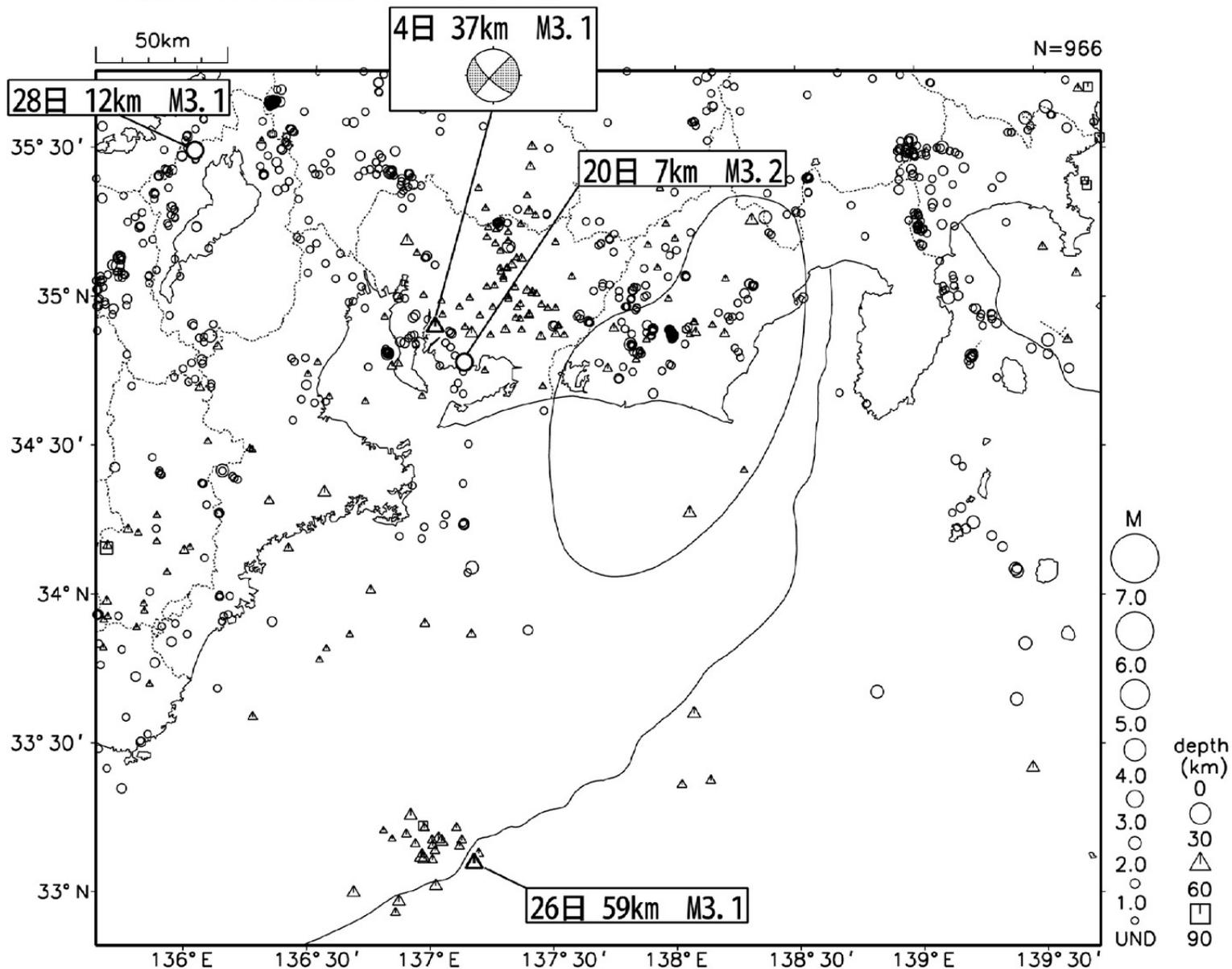


第1図(c) つづき (2009年1月)
Fig.1(c) Continued (January 2009).



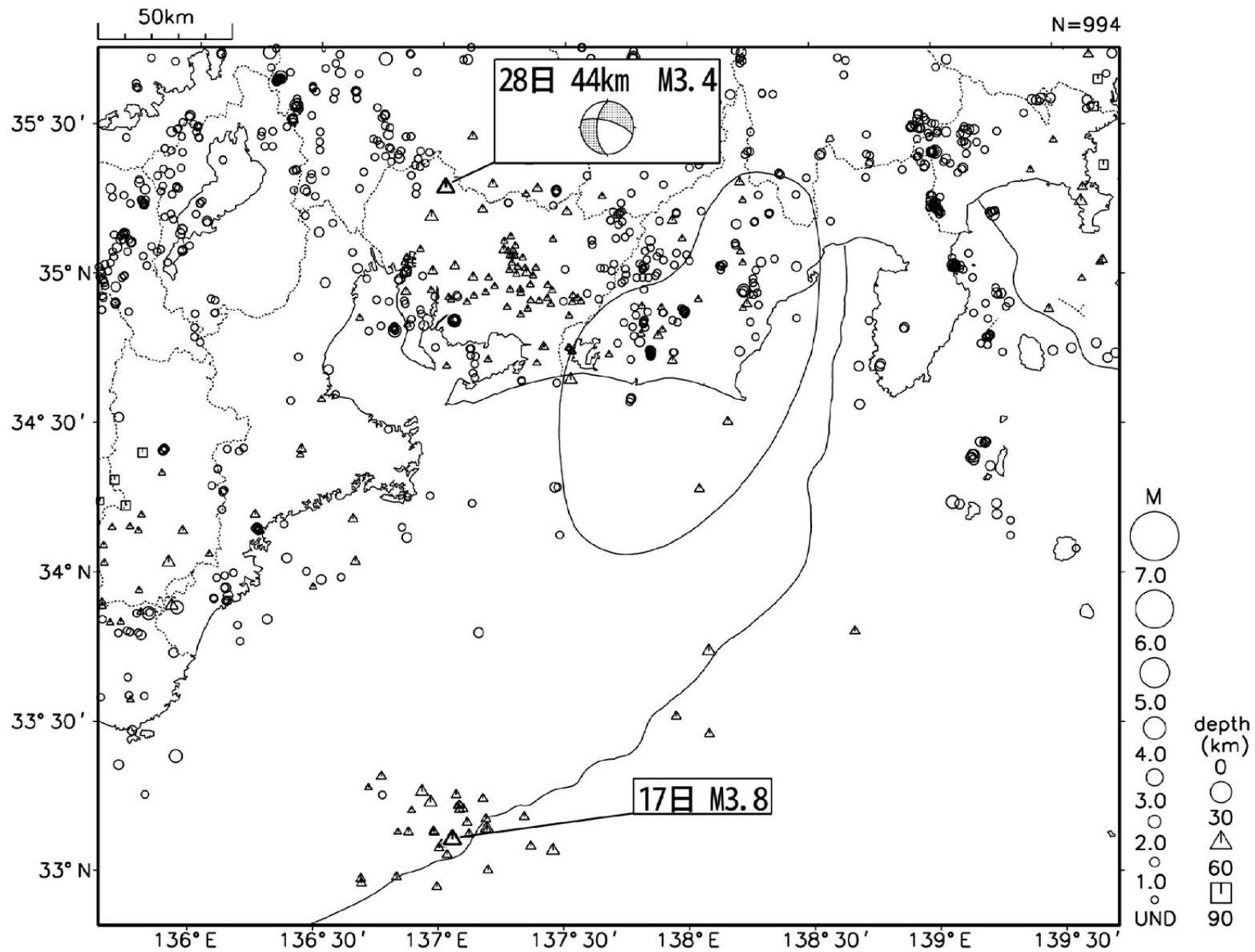
第1図(d) つづき (2009年2月)
 Fig.1 (d) Continued (February 2009).

東海地域の地震活動 2009年3月

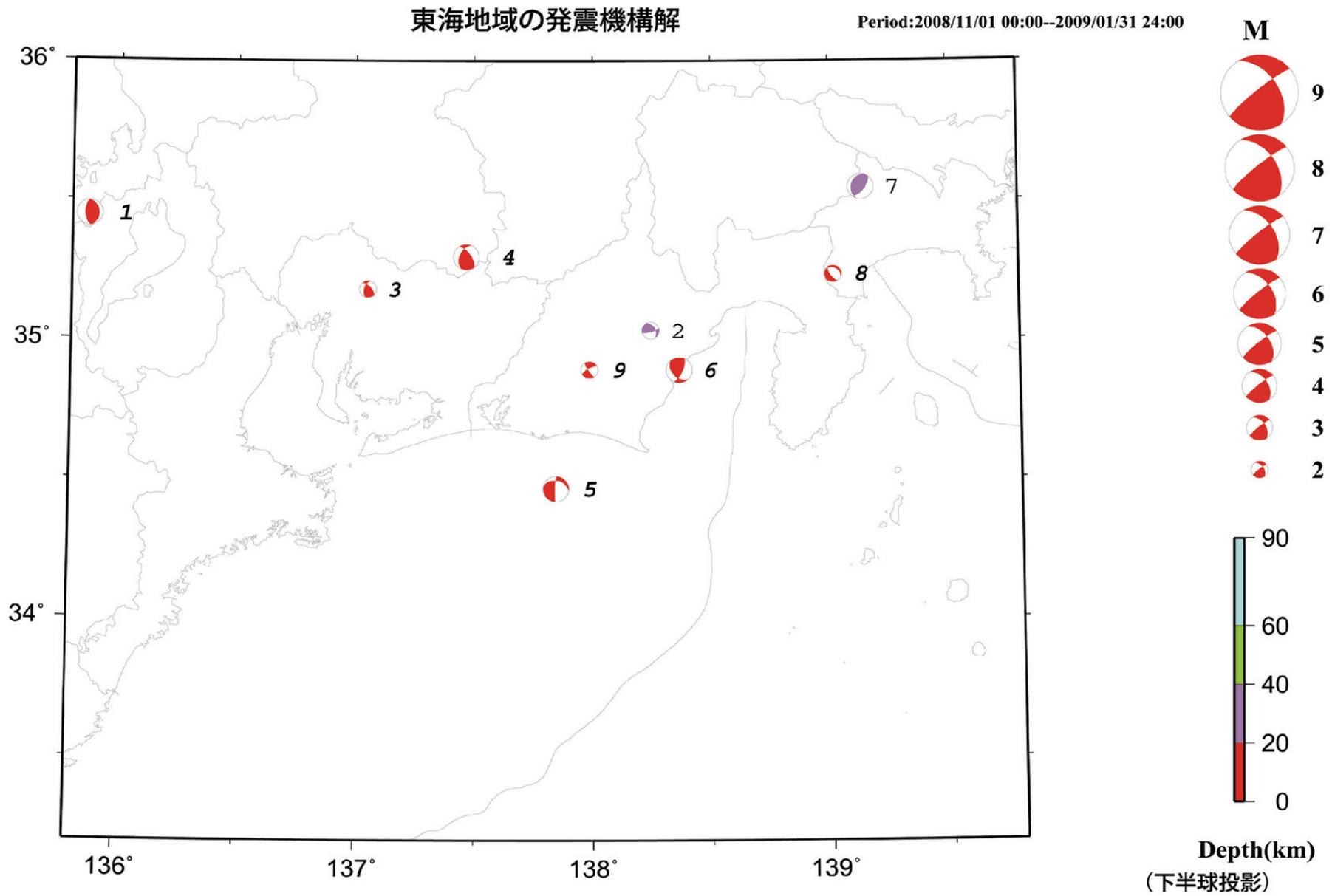


第1図(e) つづき (2009年3月)
Fig.1 (e) Continued (March 2009).

東海地域の地震活動 2009年4月



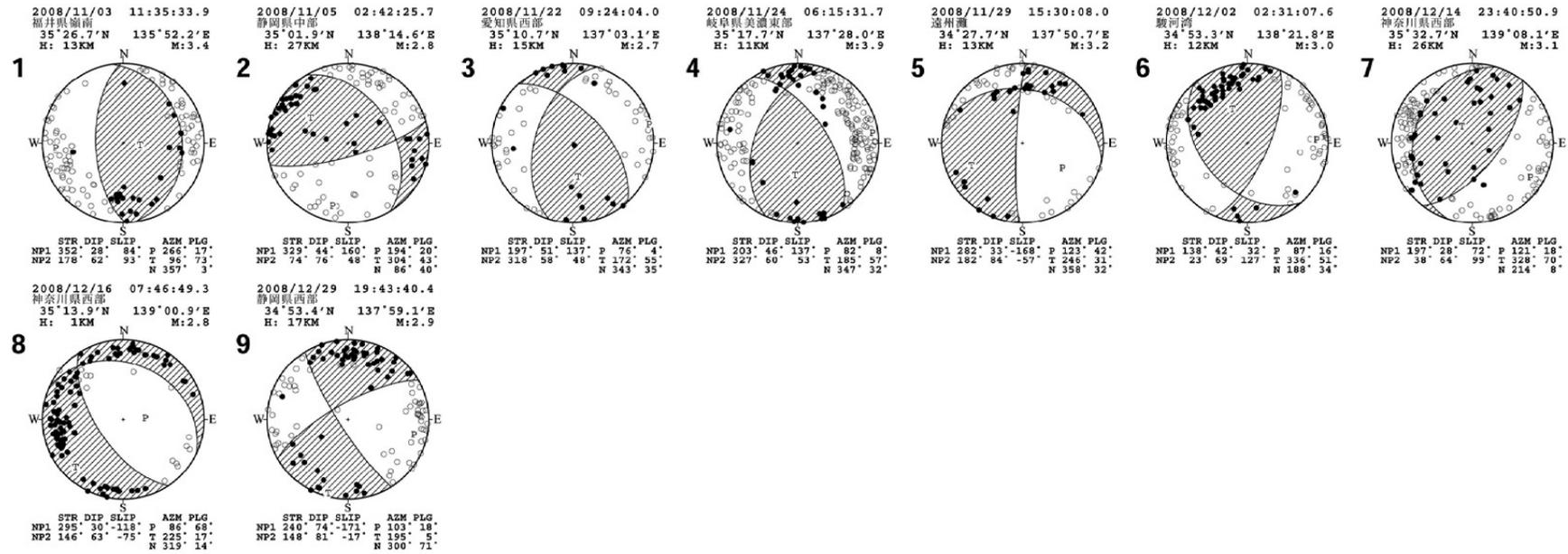
第1図(f) つづき (2009年4月)
Fig.1 (f) Continued (April 2009).



第2図(a) 東海で発生した主な地震の発震機構解 (2008年11月~2009年1月)

Fig.2 (a) Focal mechanism solutions for major earthquakes in the Tokai Districts (November 2008 – January 2009).

東海地域の発震機構解 (2)

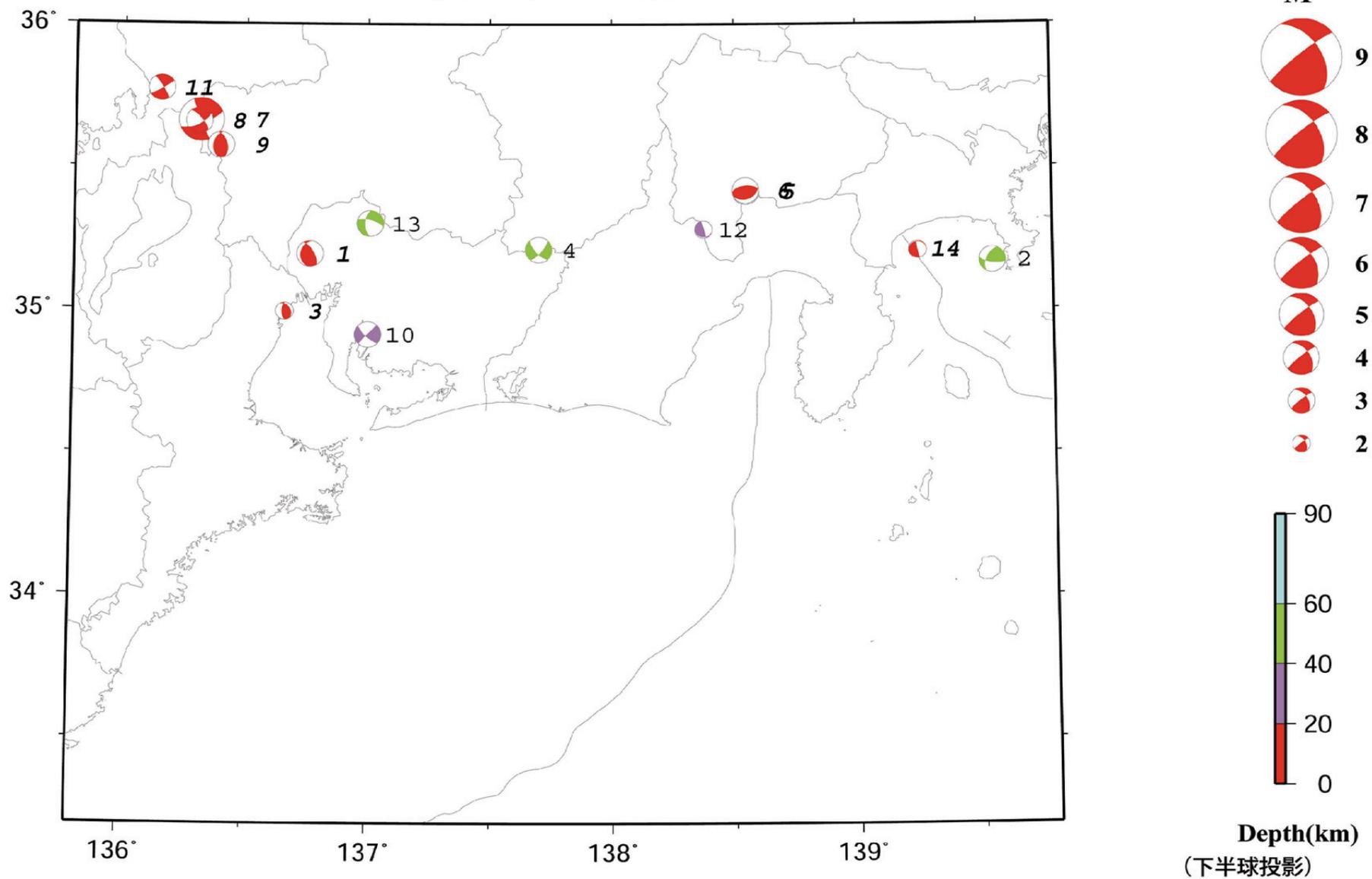


(下半球投影)

第2図(b) つづき (2008年11月～2009年1月)
Fig.2 (b) Continued (November 2008 – January 2009).

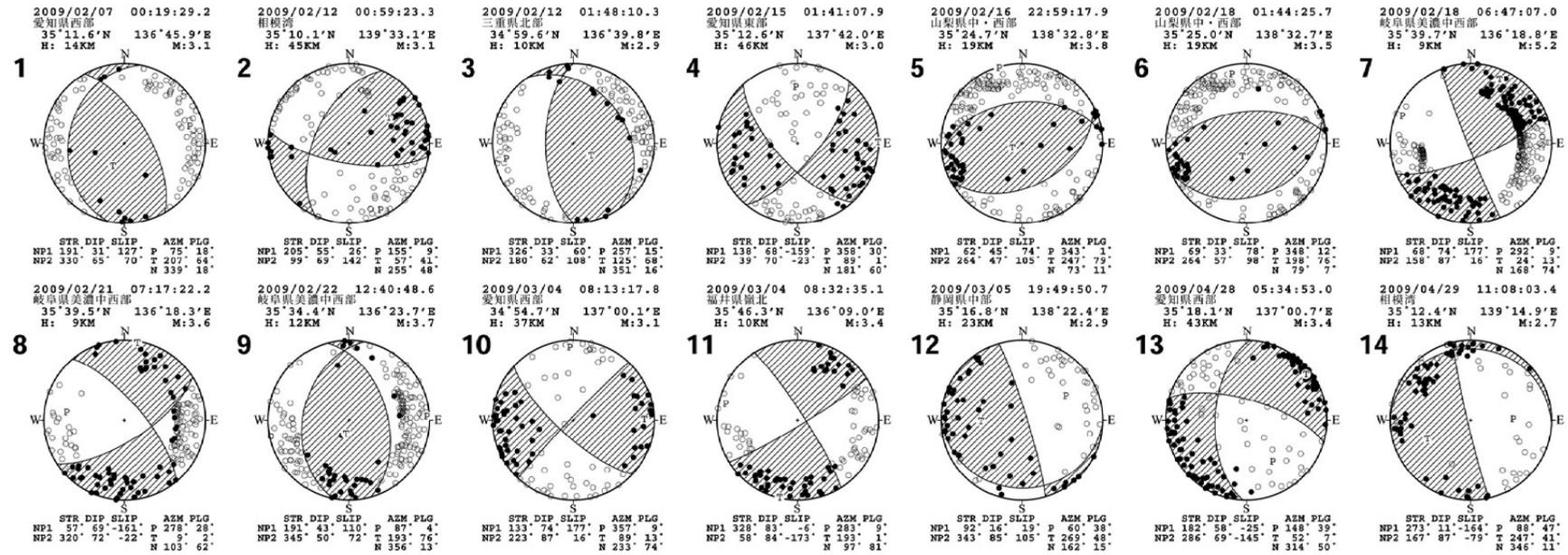
東海地域の発震機構解

Period:2009/02/01 00:00--2009/04/30 24:00



第2図(c) つづき (2009年2月~4月)
 Fig.2 (c) Continued (February - April 2009).

東海地域の発震機構解 (2)



(下半球投影)

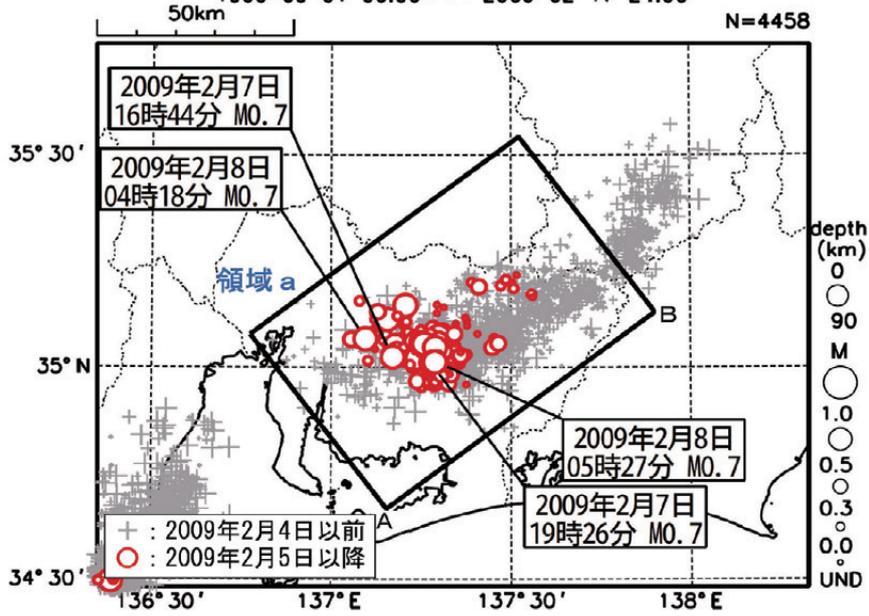
第2図(d) つづき (2009年2月~4月)
Fig.2 (d) Continued (February - April 2009).

2009年2月5日～14日 愛知県 深部低周波地震活動

愛知県の西から東へ移動、歪計で地殻変動を観測

震央分布図（低周波地震のみ、1999年9月以降、Mすべて）

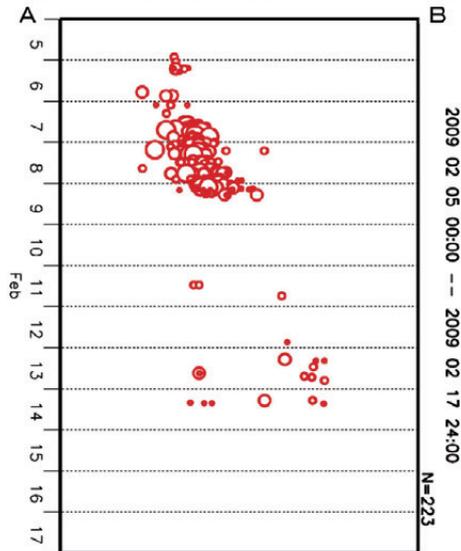
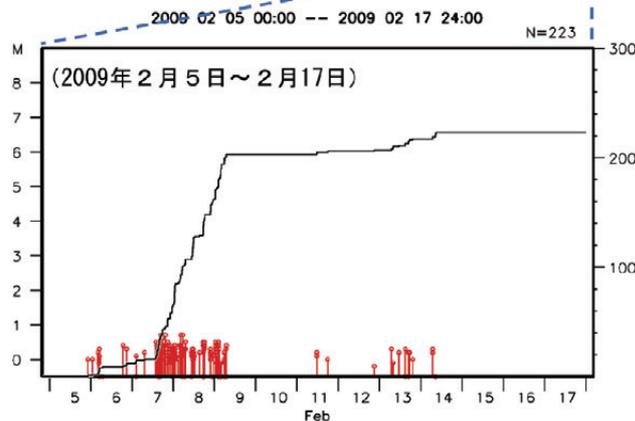
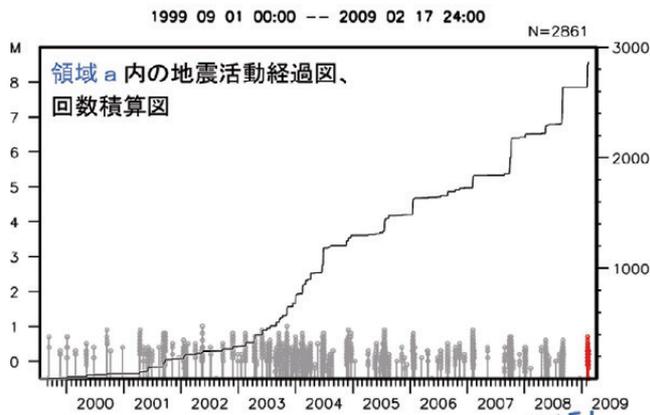
1999 09 01 00:00 -- 2009 02 17 24:00



[2009年2月5日以降の地震を○で表示している。]

領域 a 内の時空間分布図

(A-B投影、2009年2月5日～2月17日)



2009年2月5日22時頃から愛知県で深部低周波地震活動が観測された。活動は愛知県中部から愛知・長野県境付近へと西から東に移動した。また、活動は7日から9日にかけて活発化し、14日には収まっている。これまでの最大は7日及び8日に発生したM0.7の地震である。長野県南部から愛知県にかけての領域で深部低周波地震活動が観測されたのは2008年8月下旬～9月上旬の活動（最大M0.6）以来である。今回の活動と同期して周辺の歪計で地殻変動が捉えられている。

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

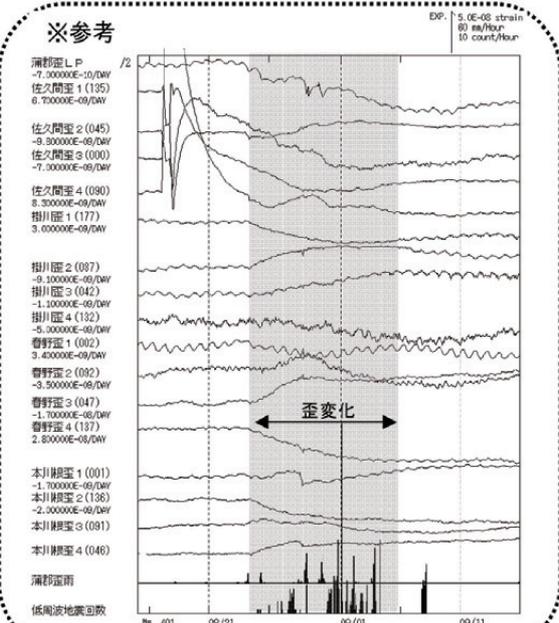
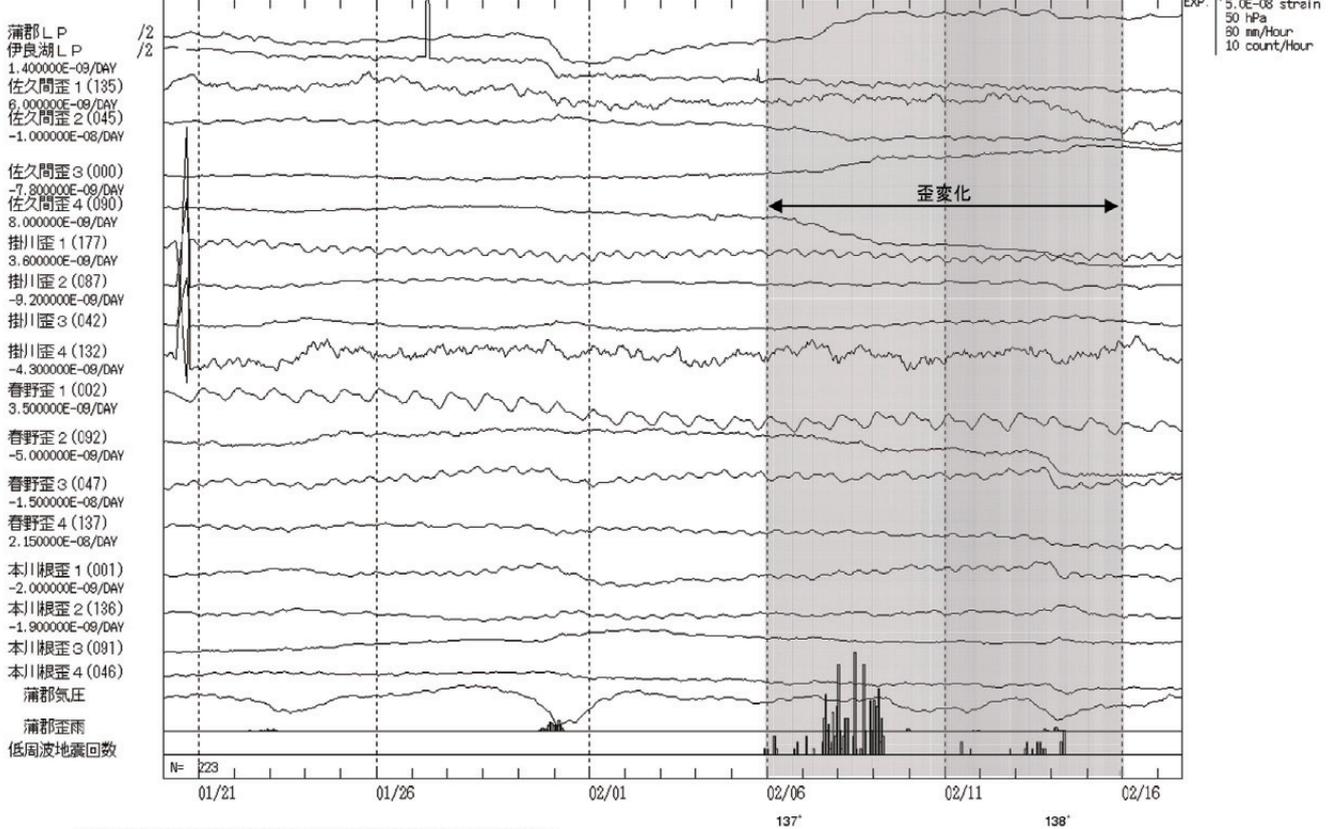
第3図(a) 2009年2月に観測された愛知県における深部低周波地震活動と短期的スロースリップ
Fig.3(a) Activity of low frequency earthquakes and short-term slow slip events around Aichi Prefecture in February 2009.

東海地域及びその周辺の地殻変動データの状況

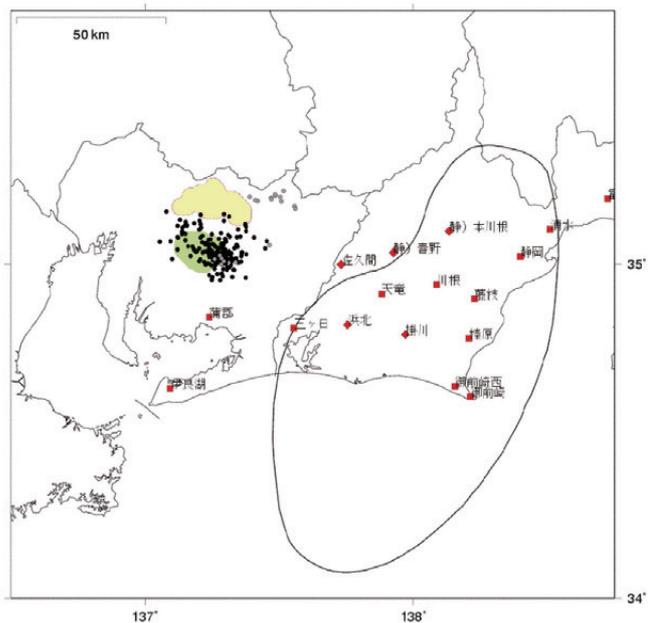
2009. 1. 20~2009. 02. 17

2月5日から14日にかけて愛知県で深部低周波地震活動が観測され、それに伴い周辺の歪計で6日頃から変化が捉えられた。低周波地震活動が一時活発化した7日頃には、蒲郡、佐久間等でそれに呼応するような変化の加速が見られ、その後9日頃より鈍化傾向にあったが、震源を若干北東、長野県よりに移して11日より低周波地震が再び発生すると、それに呼応して再度歪変化がみられ、16日頃まで続いた。歪変化を低周波地震活動が再開した11日の前後でわけ、各々の変化から「短期的ゆっくり滑り」の候補領域を推定した結果、それぞれの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)換算でそれぞれ5.5~5.6、5.3~5.5であった。

東海周辺歪変化



※長野・愛知県境周辺の「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8月~9月)



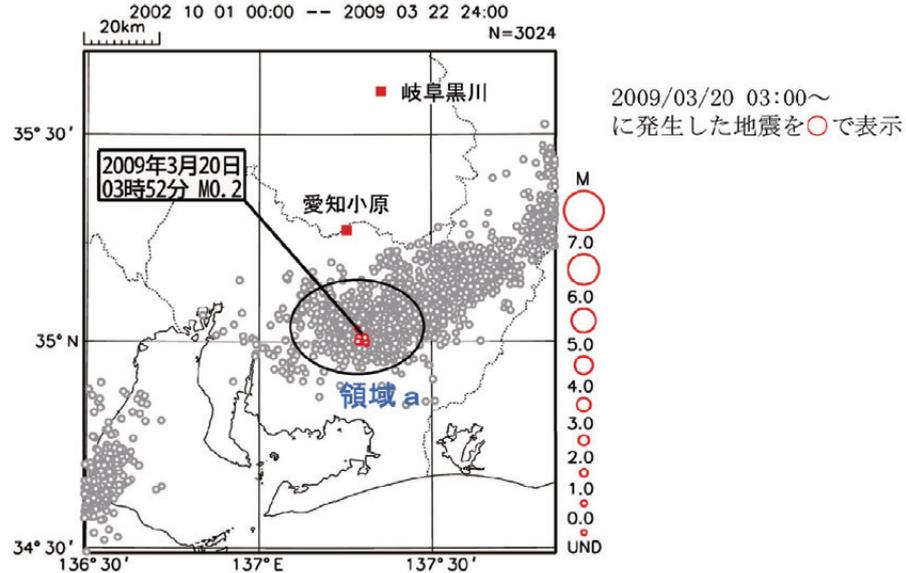
- 深部低周波地震震央(2009年2月5~9日)
- 深部低周波地震震央(2009年2月11~14日)
- 領域: 2月6~10日の歪変化から推定されるすべり候補領域
- 領域: 2月11~15日の歪変化から推定されるすべり候補領域
- ◆ 歪観測点

第3図(b) つづき
Fig.3(b) Continued.

2009年3月20日 愛知県 深部低周波地震活動

ニュージーランド付近の地震(M7.6)の地震波で励起

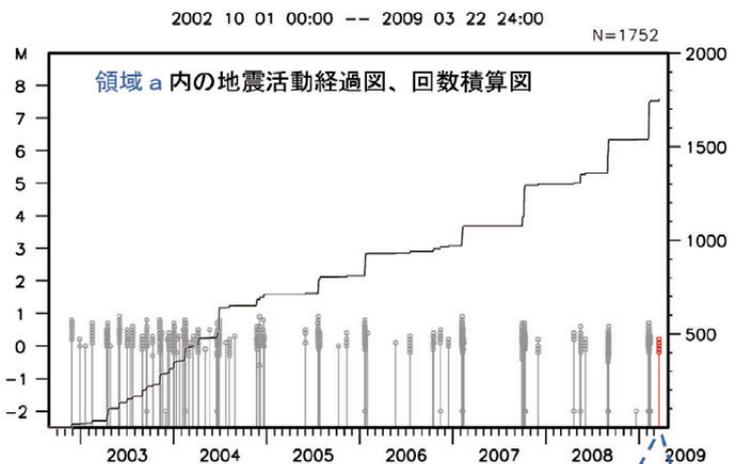
震央分布図 (低周波地震のみ、2002年10月以降、Mすべて)



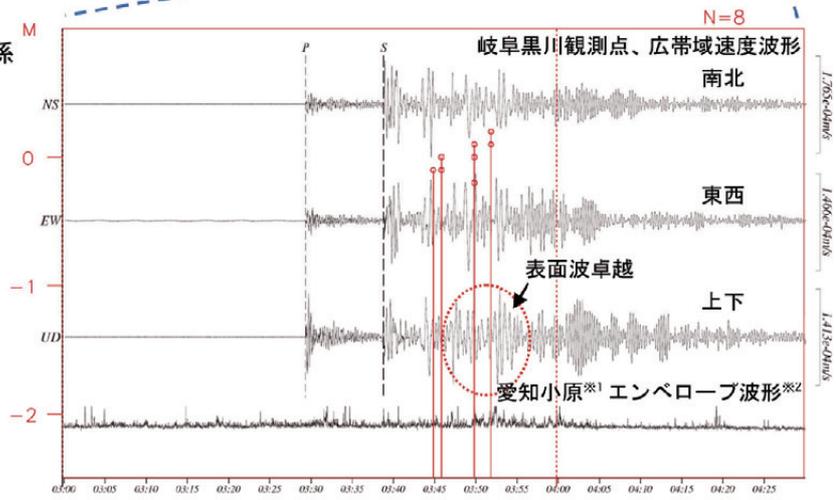
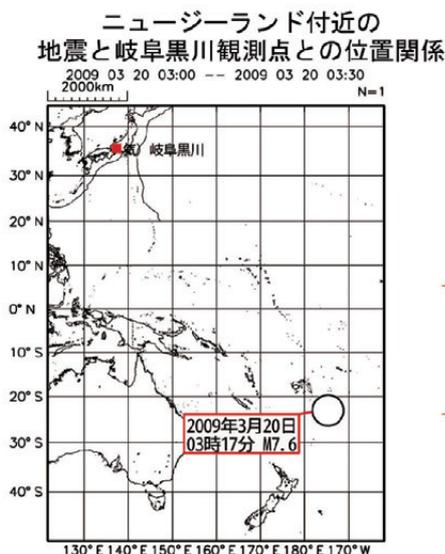
2009年3月20日3時45分から3時52分にかけての約7分間、愛知県でM0.2を最大とする小規模な深部低周波地震活動が観測された。この深部低周波地震活動の約30分前の3時17分にはニュージーランド付近でM7.6の地震が発生しており、その地震の主要な表面波が到着する3時47分頃から、今回の深部低周波地震(微動)活動が活発になっているように見える。

この領域では年に1~2回程度、活発な深部低周波地震活動があるが、今回の活動はそれらよりも回数が少なく低調であった。

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



(2009年3月20日03:00~04:30)



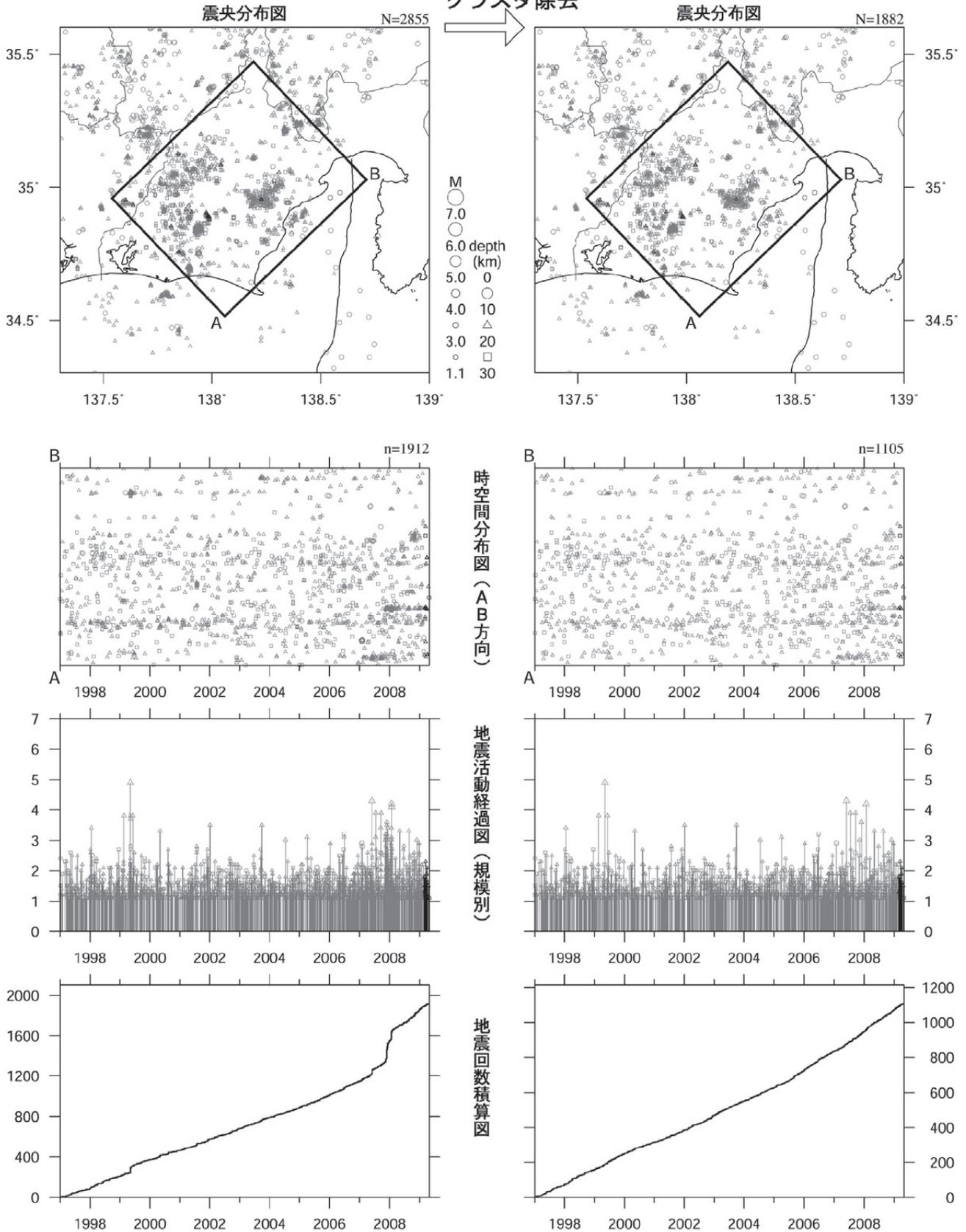
※1 愛知小原観測点の波形は、2.0-16.0Hzのバンドパスフィルターをかけたエンベロープ波形^{※2}(表示は1秒ごとに1つのデータのみ)
※2 エンベロープ波形・・・振幅の絶対値の包絡線

第4図 2009年3月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 March 20, 2009.

静岡県中西部（地殻内）

1997/1/1~2009/4/30 M ≥ 1.1

クラスタ除去

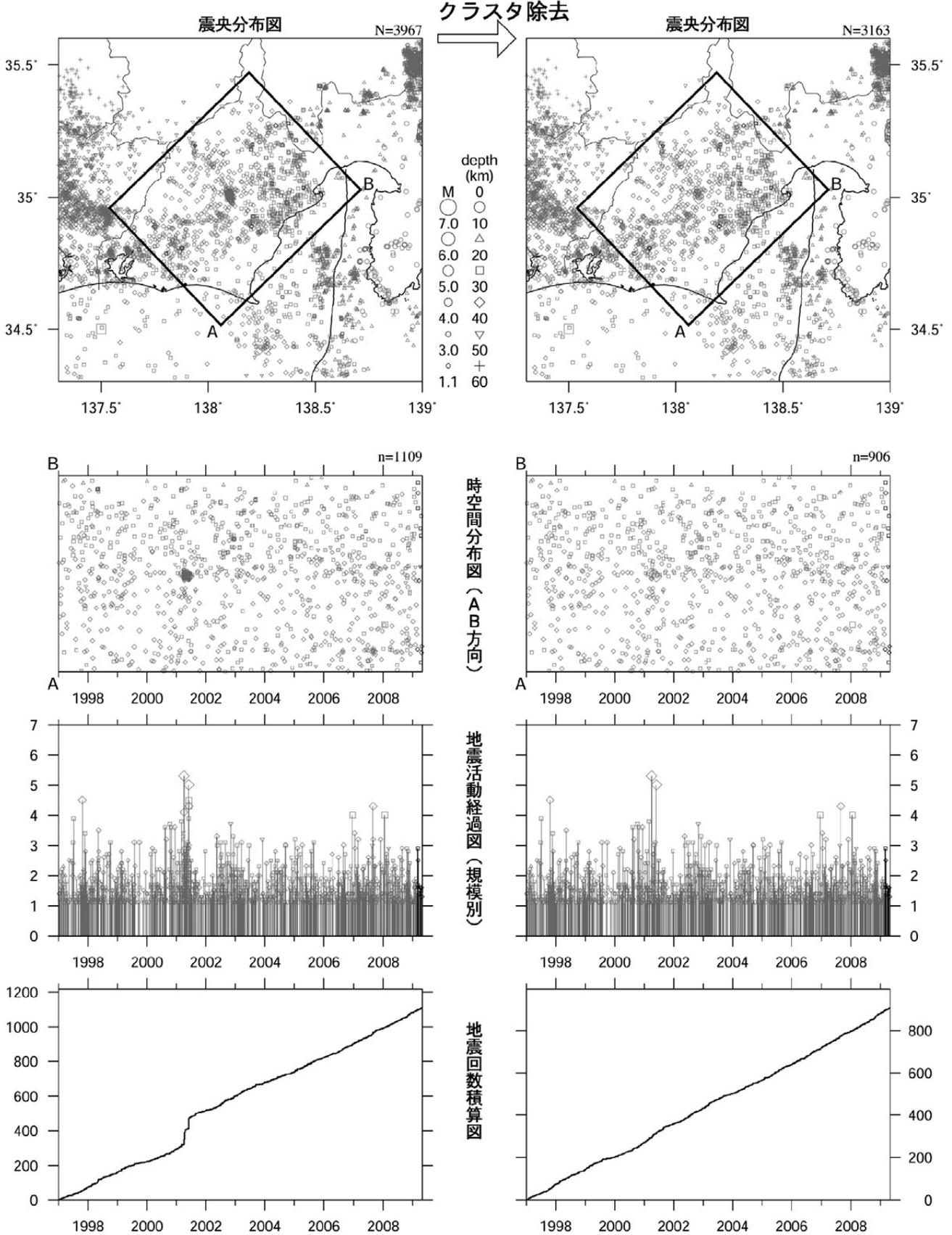


第5図 静岡県中西部の地殻内の地震活動 (M1.1以上, 1997年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.5 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/ 4/30 M \geq 1.1



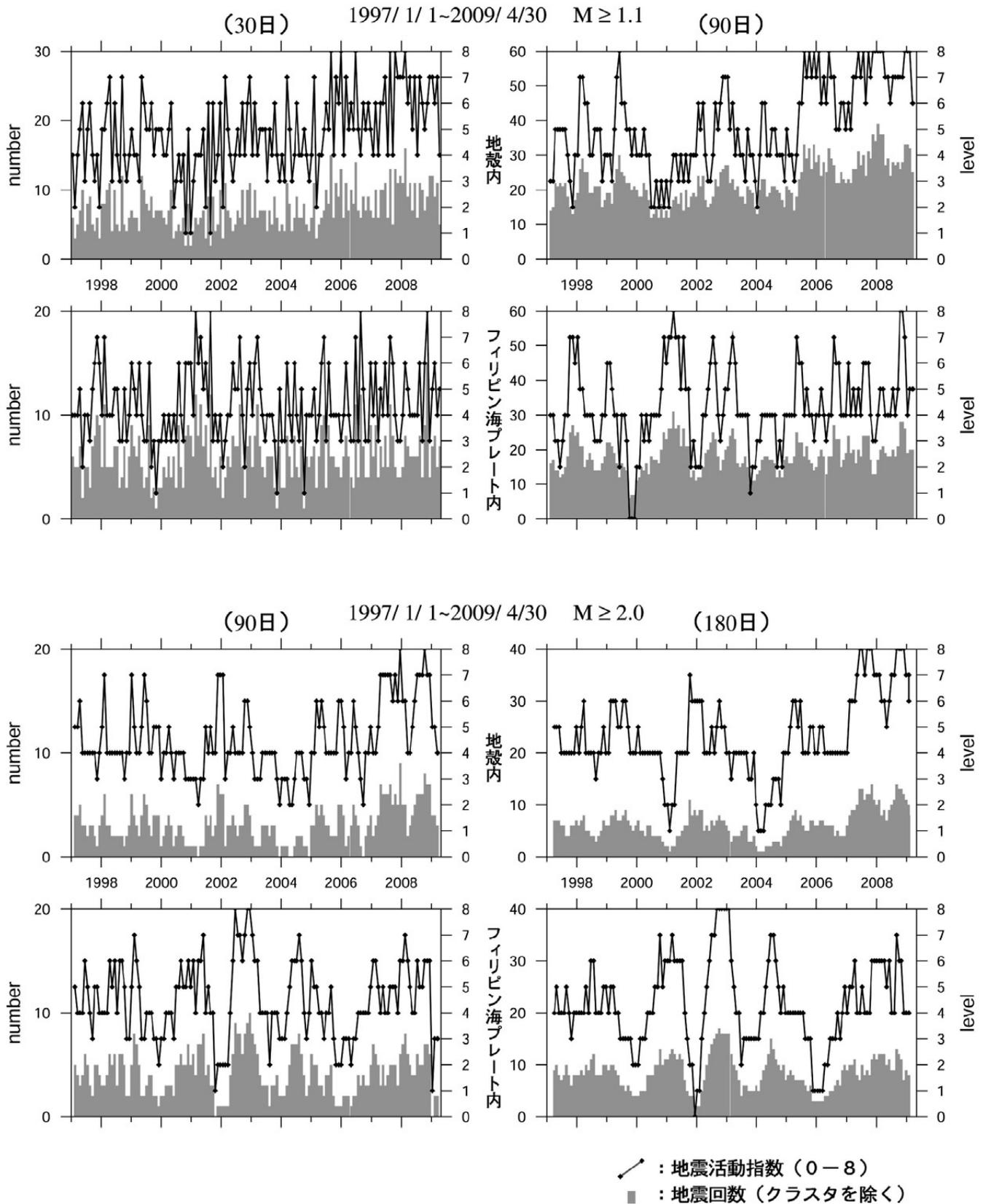
最近60日以内の地震を濃く表示

第6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.6 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

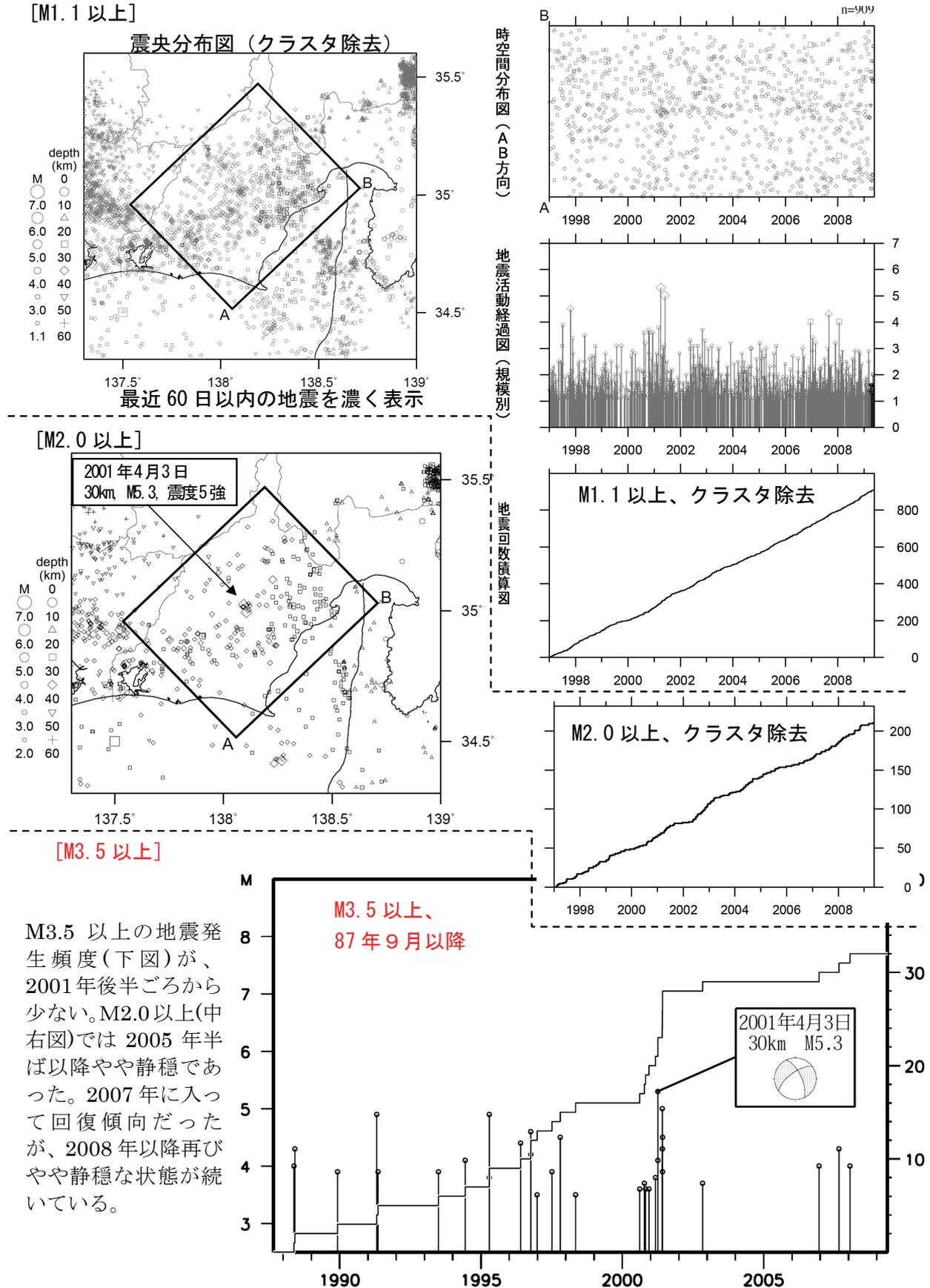


第7図 静岡県中西部の地震活動指数の推移 (1997年以降) [指数算出の単位期間は30日, 90日, 180日であり, 全て30日ごとに指数をプロットしている.]

Fig.7 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].

静岡県中西部（フィリピン海プレート内）

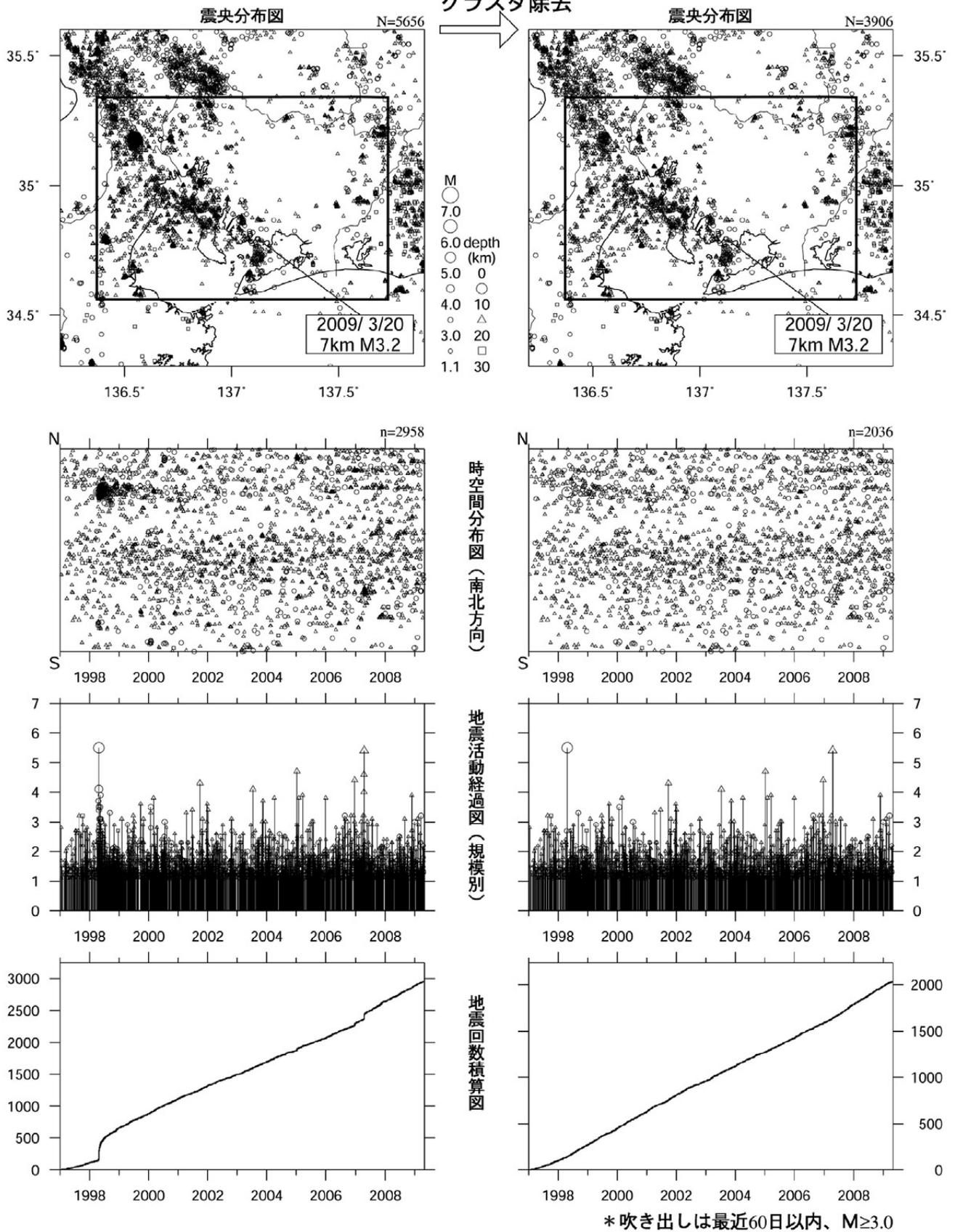
1997/1/1~2009/5/20



第8図 静岡県中西部の地震活動（フィリピン海プレート内，M1.1及び2.0以上については1997年以降でクラスタ除去，M3.5以上については1987年9月以降）

Fig.8 Seismic activity in the Philippine Sea slab in Midwestern Shizuoka Prefecture. The bottom figure shows seismic activity since September 1987 ($M \geq 3.5$). This figure shows the quiescence that started late in 2001.

愛知県（地殻内）
1997/ 1/ 1~2009/ 4/30 M \geq 1.1

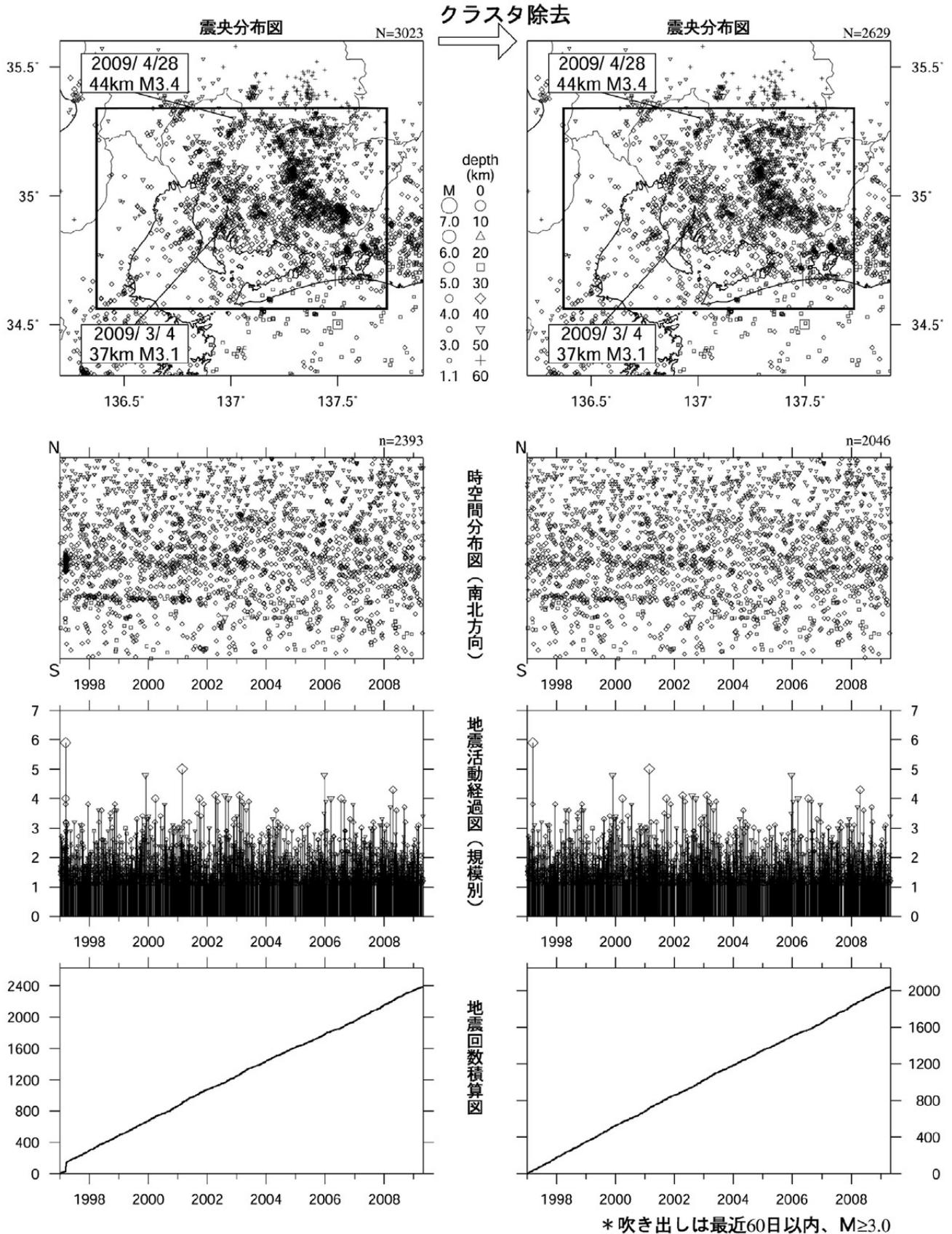


第9図 愛知県（地殻内）の地震活動（M1.1以上，1997年以降）
（右側の図はクラスタ除去したもの）

Fig.9 Seismic activity in the crust in Aichi Prefecture since 1997 (M \geq 1.1). This area is estimated to be unlocked and 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/ 4/ 30 M ≥ 1.1

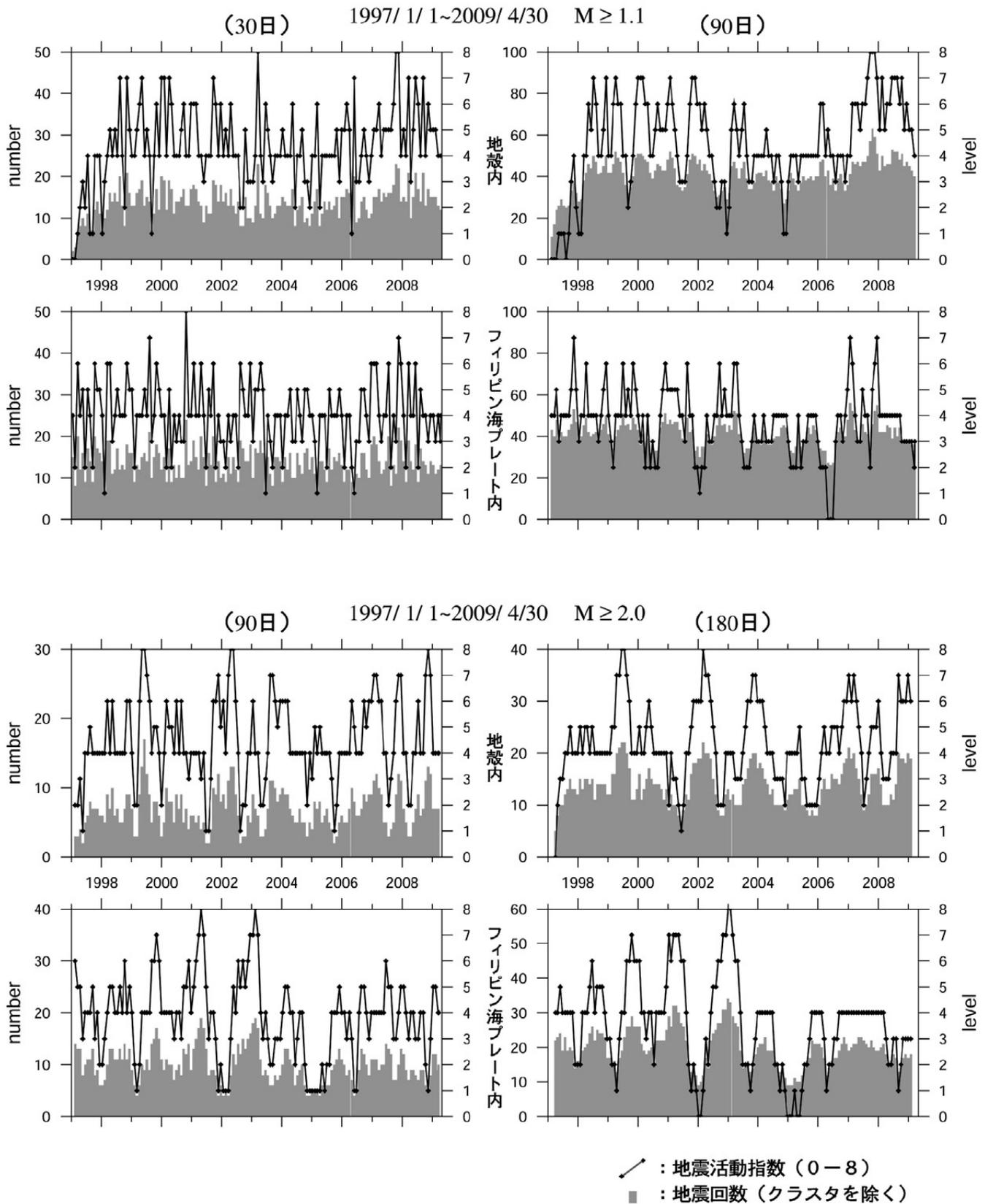


第10図 愛知県のフィリピン海プレート内の地震活動 (M1.1以上, 1997年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.10 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

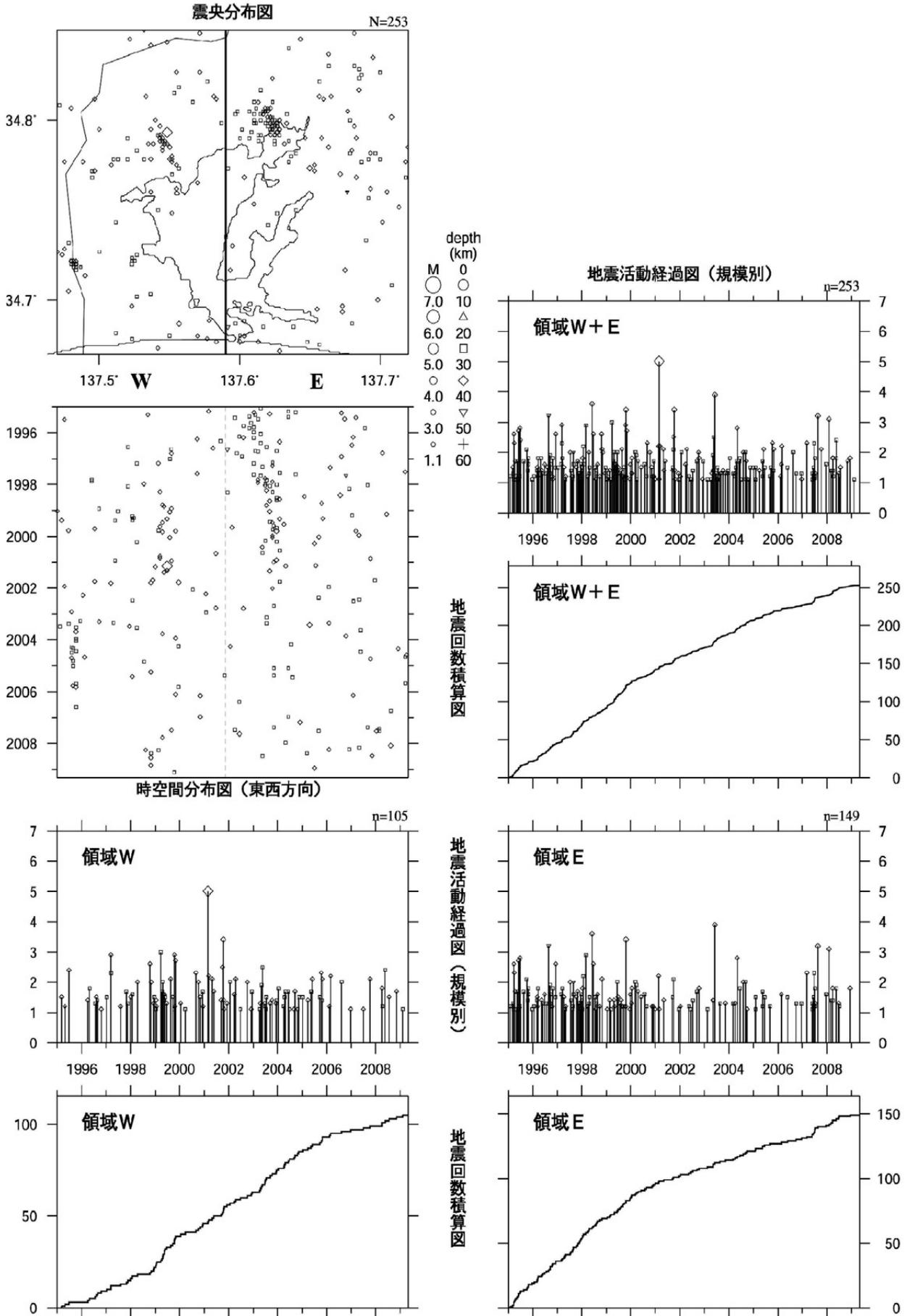


第11図 愛知県の地震活動指数の推移 (1997年以降) [指数算出の単位期間は30日, 90日, 180日であり, 全て30日ごとに指数をプロットしている.]

Fig.11 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）

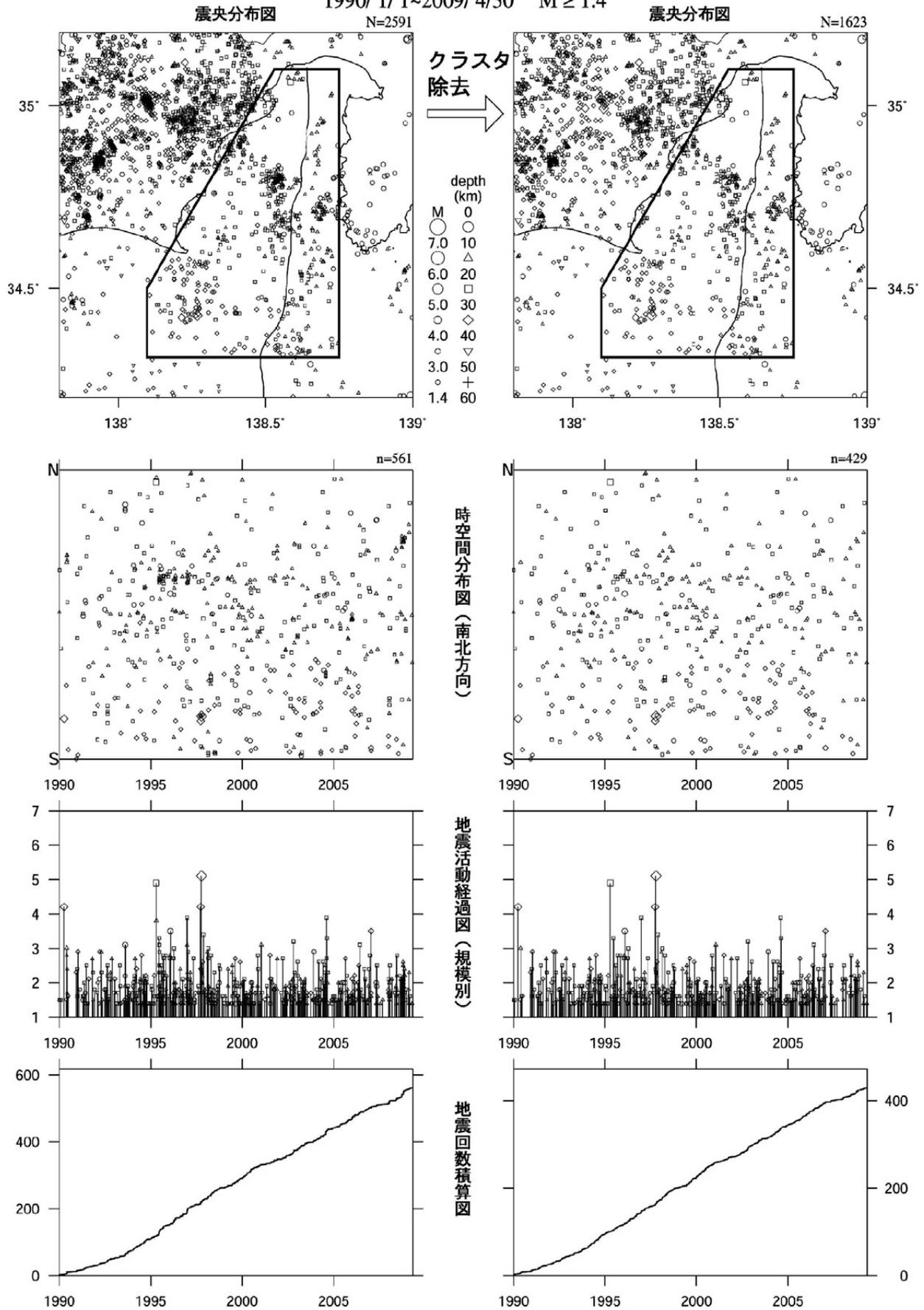
1995/ 1/ 1~2009/ 4/30 M ≥ 1.1 *クラスタ除去したデータ



第12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.12 Declustered earthquake activity in the Philippine Sea slab in Hamanako region.

駿河湾

1990/ 1/ 1~2009/ 4/30 M ≥ 1.4



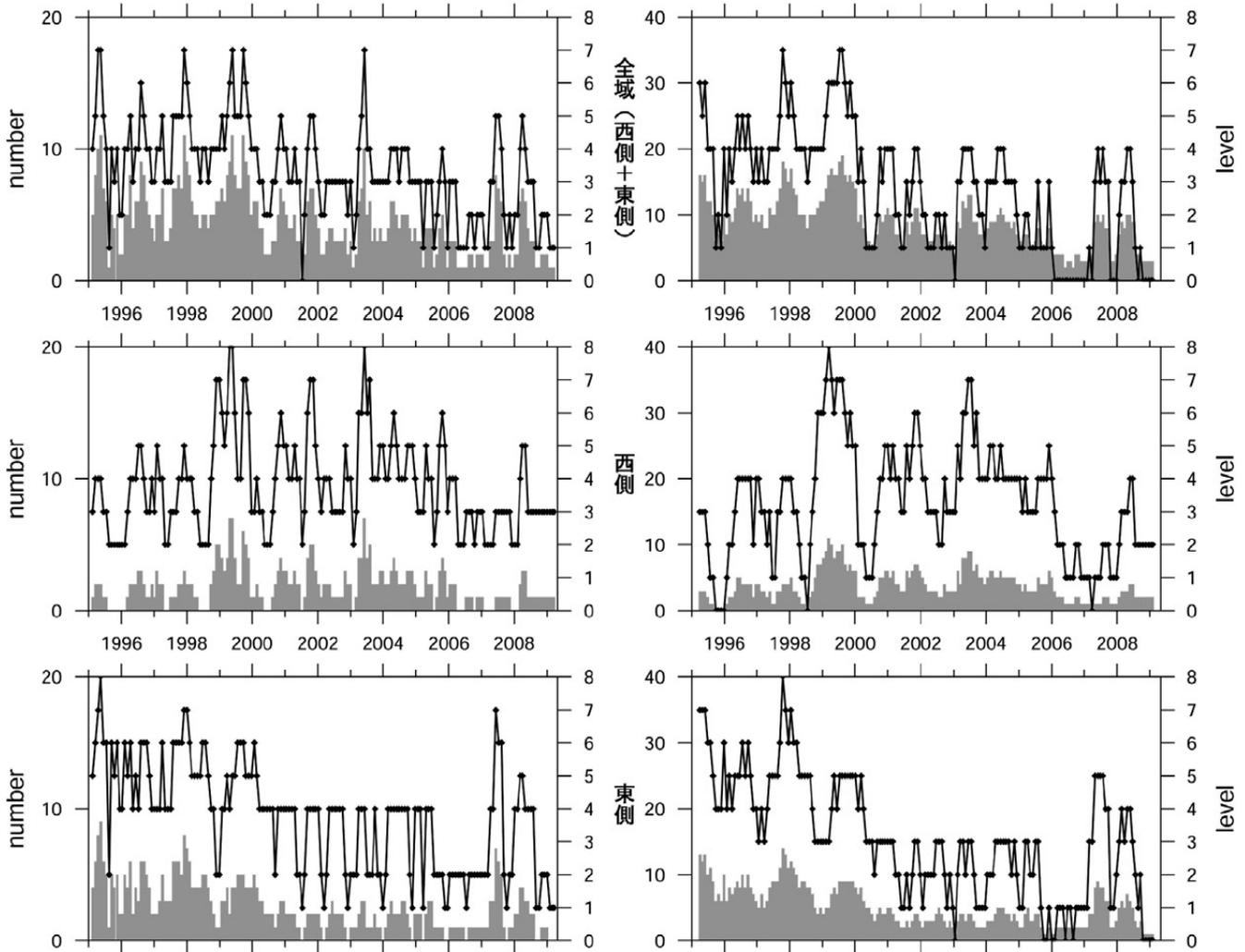
第13図 駿河湾の地震活動 (M1.4以上, 1990年以降)
(右側の図はクラスタ除去したもの)

Fig.13 Seismic activity in Suruga Bay since 1990 ($M \geq 1.4$). 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

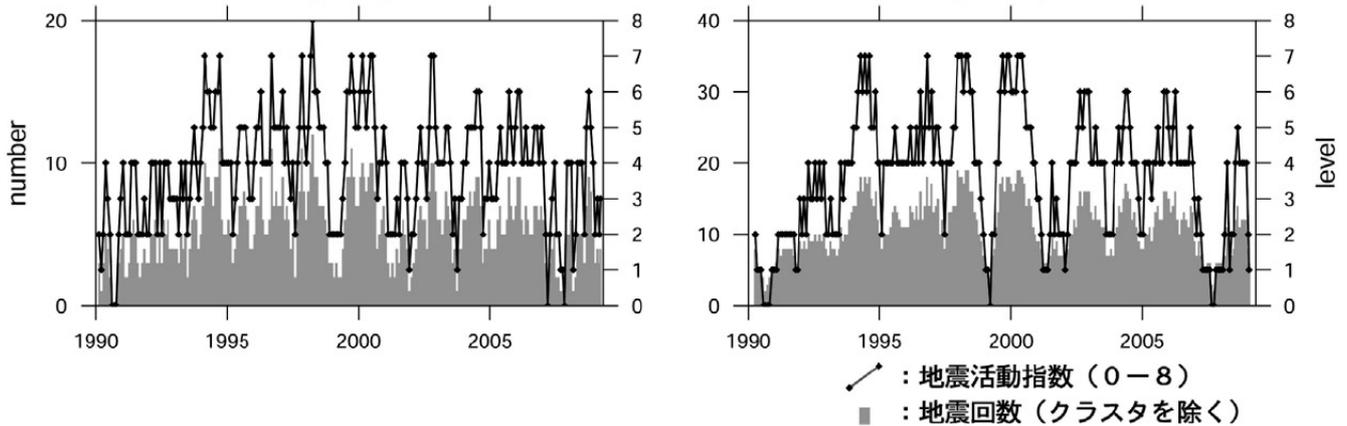
③ 浜名湖周辺（フィリピン海プレート内）

(90日) 1995/1/1~2009/4/30 M ≥ 1.1 (180日)



④ 駿河湾

(90日) 1990/1/1~2009/4/30 M ≥ 1.4 (180日)



▲ : 地震活動指数 (0-8)
 ■ : 地震回数 (クラスタを除く)

第14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.14 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].