

6-1 東海地域とその周辺地域の地震活動（2013年11月～2014年4月） Seismic Activity in and around the Tokai Area (November 2013 - April 2014)

気象庁
Japan Meteorological Agency

1. 東海地域とその周辺地域の地震活動（第1図，第2図）

2013年11月～2014年4月の東海地域とその周辺地域の震央分布を第1図に，主な地震の発震機構解を第2図に示す．詳細は，地震・火山月報（防災編）を参照^{1～6}．

【静岡県とその周辺】

今期間，想定震源域内とその周辺ではM4.0以上の地震は発生しなかった．

【愛知県とその周辺】

今期間，M4.0以上の地震は発生しなかった．

以下の期間で深部低周波地震（微動）活動が観測された．

- ・2014年1月22日から27日，三重県から愛知県にかけて（第3図）
新城浅谷，田原高松等のひずみ計で変化あり（ひずみ変化は1月23日～28日）．
- ・2014年2月3日から6日にかけて，愛知県（第3図）
浜松宮口，新城浅谷等のひずみ計で変化あり（ひずみ変化は2月3日～7日）．
- ・2014年3月20日から22日にかけて，長野県南部（第4図）
浜松春野，売木岩倉等のひずみ計で変化あり（ひずみ変化は3月20日～22日）．
- ・2014年4月9日から16日にかけて，愛知県（第5図）
浜松佐久間，新城浅谷のひずみ計で変化あり（ひずみ変化は4月7日～16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6図～第8図）

想定東海地震は，陸側のプレートと沈み込むフィリピン海プレートの境界で発生する地震である．しかし，東海地方およびその周辺ではプレート境界で発生する地震がほとんど観測されていないため，地震活動の推移を監視する上では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議論する．第6図及び第7図は，静岡県中西部（図中の矩形領域）⁷⁾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⁸⁾活動の推移を見たものである．第8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．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6図）のクラスタ除去^{注2)}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8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（長期的ゆっくりすべり）の進行・停滞に対応しているように見える。2007年後半以降は、2010年を除いて、さらに活発な状態が続いていたが、2013年に入ってから平常レベルに向かいつつある。

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7図、第8図右上から2番目）については、2009年後半からやや活発になっている様子が見られている。しかし、これは2009年8月11日に発生した駿河湾の地震（M6.5）の余震活動が適切にデクラスタされていないために見かけ上、生じたものである。駿河湾の地震（M6.5）の余震域を除いて同様に解析すると、地震活動はほぼ平常な状態で推移していた⁹⁾。現在、この余震活動の影響はほぼ見られなくなっており、余震域を含めた領域で見ても地震活動はおおむね平常な状態となっている。

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。本稿の静岡県中西部の場合、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、つまり本震と余震をすべてまとめてひとつの地震と見なして地震活動全体の推移を見ることを「クラスタ除去（デクラスタ）」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日以内の地震のペアを順々に作っていき、全ての地震群がひとつのクラスタに属しているとして扱う。そして、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つ発生したとする。

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、2012年頃から地震活動指数がやや低い状態で推移してきている。この傾向は、M-T図（第9図右下）からも確認できる。また、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）の活動は、2013年以降、地震活動指数はほぼ平常な状態で、推移している。

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年初め頃から地震活動がやや静穏となっている。

【西側領域（W）】地震活動は、2006年以降やや静穏である。

【東側領域（E）】地震活動は、2000年以降やや静穏である。

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。対象領域内では2009年8月11日にM6.5、2011年8月1日にM6.2の地震が発生し、その後活発な余震活動が観測された。2010年頃から地震活動指数は高い状態を示しており(第14図下)、クラスタ除去後の地震回数積算図(第13図右下)からもやや活発になっている様子が見られている。これは、2009年8月11日の地震（M6.5）と2011年8月1日の地震（M6.2）の余震活動が適切にデクラスタされていないために見かけ上、生じたものである。2014年4月現在、これらの地震の余震活動の影響はまだ残っており、地震活動指数はやや高い状態を示している。

6. プレート境界とその周辺の地震活動（第15図～第16図）

先に東海地方およびその周辺ではプレート境界で発生する地震がほとんど観測されていないことを述べた。しかし、想定東海地震は陸側のプレートと沈み込むフィリピン海プレートの境界で発生する地震であることから、プレート境界の地震活動を把握することは重要である。この目的のため、震源の深さと発震機構解からプレート境界で発生した地震の抽出を試みた。

第15図は、Hirose et al. (2008)⁸⁾によるフィリピン海スラブ上面深さの±3kmの地震を抽出し地震活動の推移を見たものである。東海地域のプレート境界とその周辺の地震活動は、2007年中頃あたりからやや活発に見える。

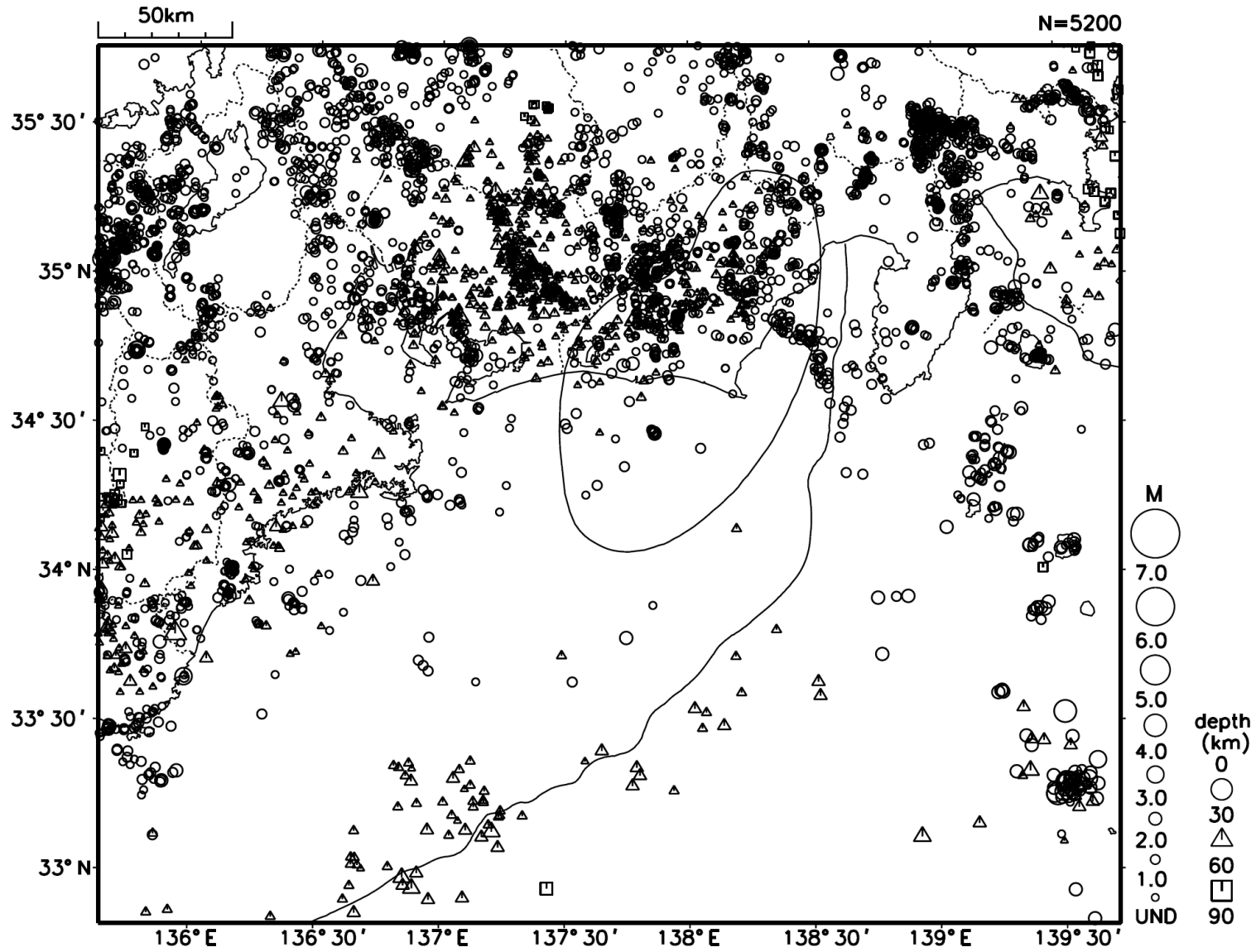
第16図は、想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震を抽出したものである。プレート境界で発生したと疑われる地震の他、その震源の深さから考えて明らかに地殻内やスラブ内で発生したと推定される地震も含まれている。地震回数積算図(第16図下図)からは2009年以降に抽出された地震が増えているように見えるが、これは小さな地震も含めて調査を始めたためであり見かけ上のものである。なお、発震機構解については気象庁カタログを用いているが、Nakamura et al. (2008)¹⁰⁾の3次元速度構造で震源とメカニズム解を再精査し、いくつかの地震は候補から削除されている。

参 考 文 献

- 1) 気象庁：東海地震の想定震源域及びその周辺の地震活動，平成25年11月地震・火山月報(防災編)，29－30(2013)。
- 2) 気象庁：東海地震の想定震源域及びその周辺の地震活動，平成25年12月地震・火山月報(防災編)，29－30(2013)。
- 3) 気象庁：東海地震の想定震源域及びその周辺の地震活動，平成26年1月地震・火山月報(防災編)，19－20(2014)。
- 4) 気象庁：東海地震の想定震源域及びその周辺の地震活動，平成26年2月地震・火山月報(防災編)，21－22(2014)。
- 5) 気象庁：東海地震の想定震源域及びその周辺の地震活動，平成26年3月地震・火山月報(防災編)，23－24(2014)。
- 6) 気象庁：東海地震の想定震源域及びその周辺の地震活動，平成26年4月地震・火山月報(防災編)，21－22(2014)。
- 7) Shozo Matsumura : Focal zone of a future Tokai earthquake inferred from the seismicity pattern around the plate interface, *Tectonophysics*, **273**, 271-291 (1997)。

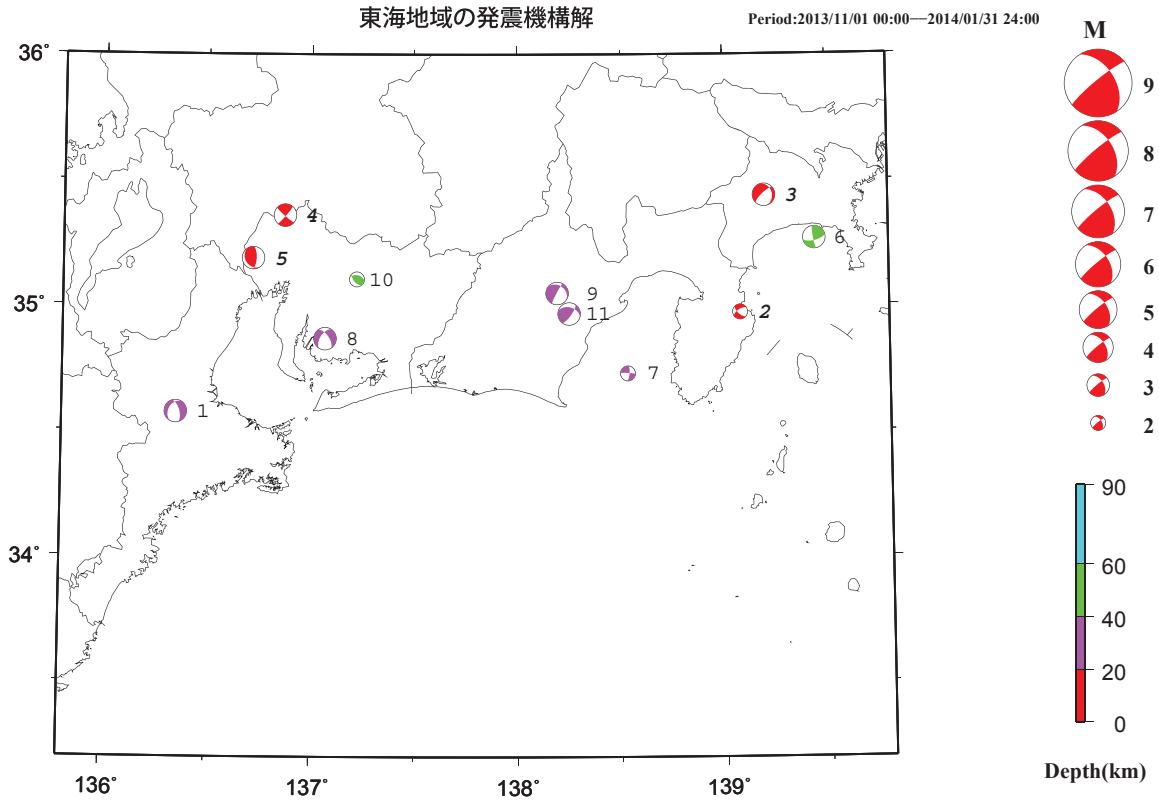
- 8) Fuyuki Hirose, Junichi Nakajima, Akira Hasegawa : Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, *J. Geophys. Res.*, 113, doi:10.1029/2007JB005274 (2008).
- 9) 気象庁：東海地域とその周辺地域の地震活動（2010年11月～2011年5月），地震予知連絡会会報，86，402-419(2011).
- 10) Masaki Nakamura, Yasuhiro Yoshida, Dapeng Zhao, Hiroyuki Takayama, Koichiro Obana, Hiroshi Katao, Junzo Kasahara, Toshihiko Kanazawa, Shuichi Kodaira, Toshinori Sato, Hajime Shiobara, Masanao Shinohara, Hideki Shimamura, Narumi Takahashi, Ayako Nakanishi, Ryota Hino, Yoshio Murai, Kimihiro Mochizuki : Three-dimensional P- and S-Wave Velocity Structures beneath Japan, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 168, 49-70 (2008).
- 11) （図キャプション中）気象庁：第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料，気象庁ホームページ，<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaikyo/hantei20140421/index.html>.

東海地域の地震活動（2013年11月 - 2014年4月）

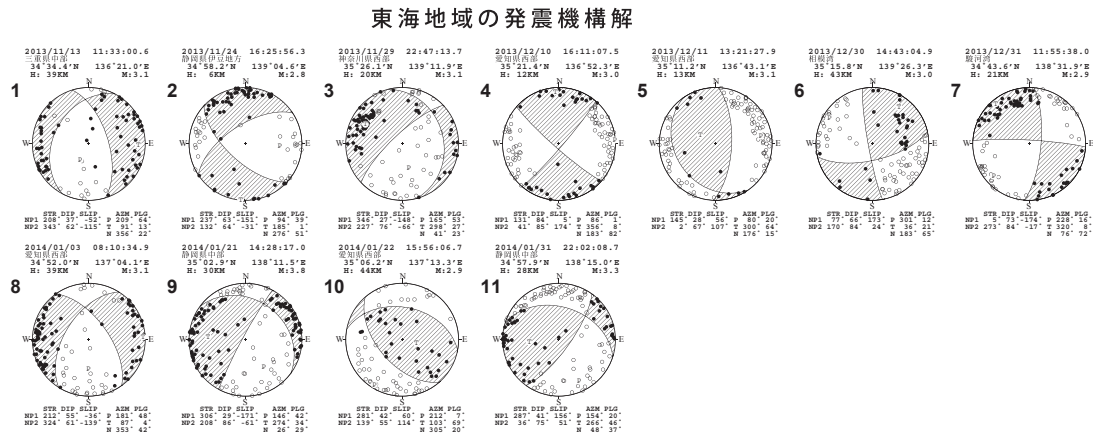


第1図 東海地域で発生した地震の月別震央分布（2013年11月～2014年4月）

Fig.1 Monthly epicenter distribution in the Tokai Districts (November 2013 - April 2014).

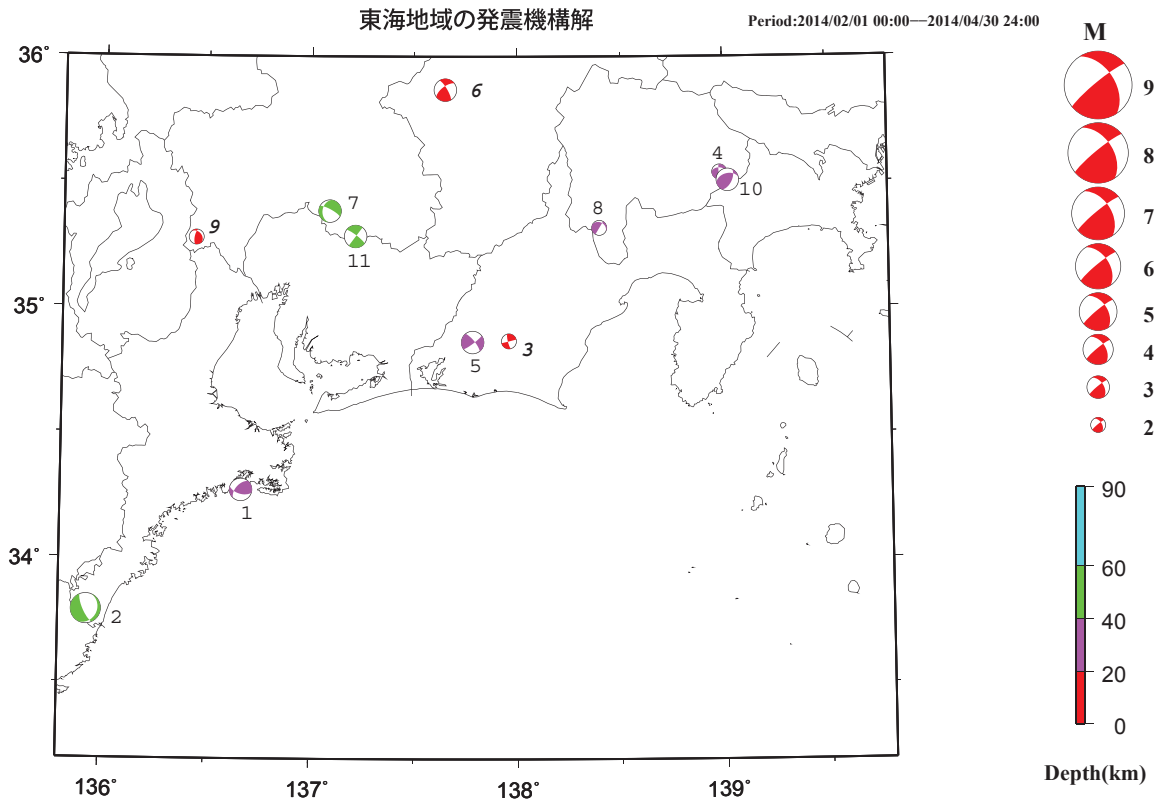


第2図(a) 東海で発生した主な地震の発震機構解 (2013年11月～2014年1月)
 Fig.2 (a) Focal mechanism solutions for major earthquakes in the Tokai Districts (November 2013 – January 2014).

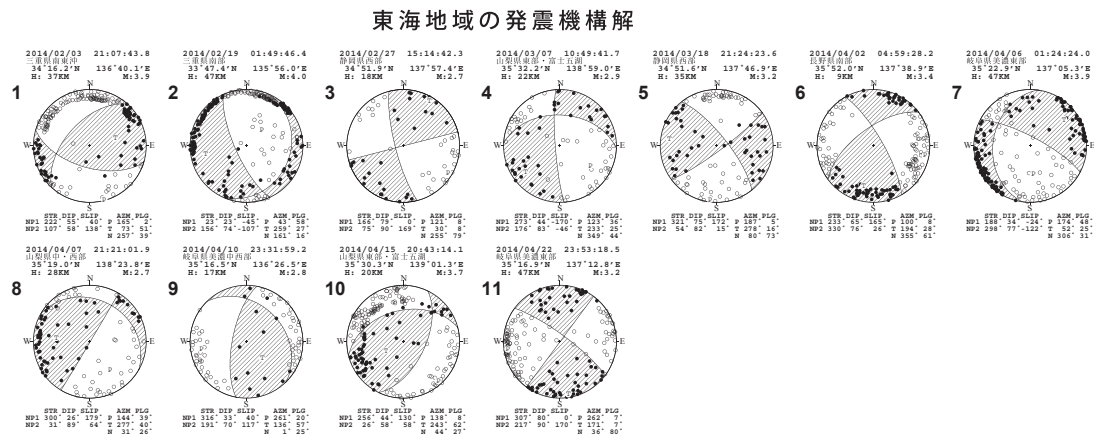


※東海地域のM2.7以上の地震の発震機構を表示している。
 各震源標の上部には震源要素、下部には発震機構の断層パラメータが併記されている。

第2図(b) つづき (2013年11月～2014年1月)
 Fig.2 (b) Continued (November 2013 – January 2014).



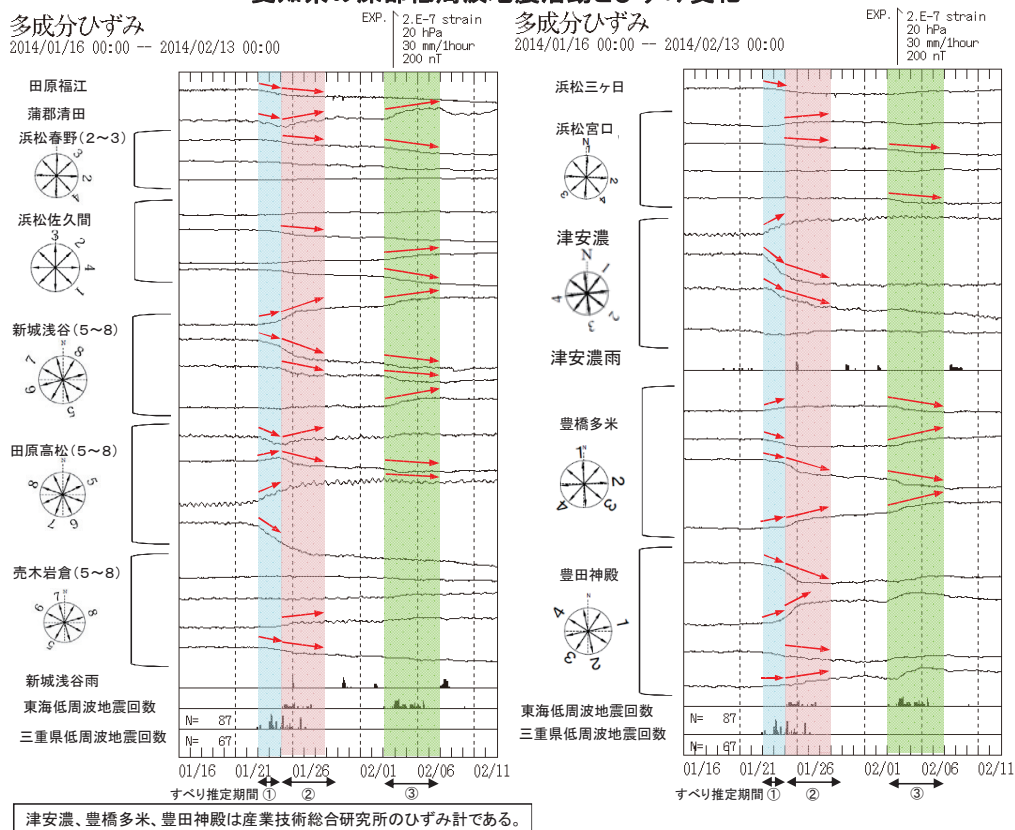
第2図(c) つづき (2014年2月~4月)
Fig.2 (c) Continued (February – April 2014).



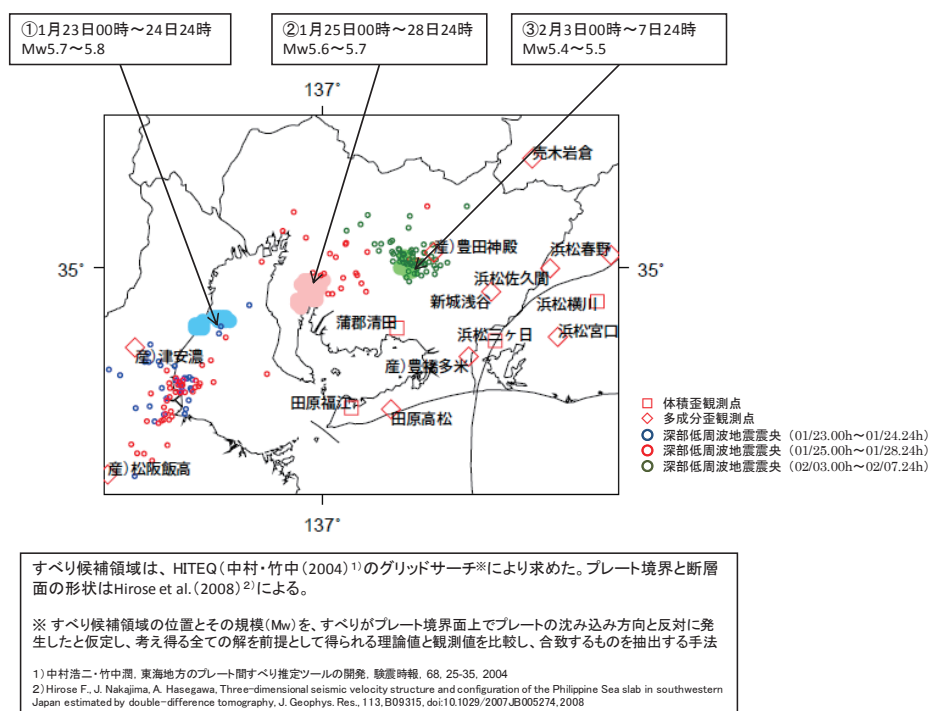
※東海地域のM2.7以上の地震の発震機構を表示している。
各震源球の上部には震源要素、下部には発震機構の断層パラメータが併記されている。

第2図(d) つづき (2014年2月~4月)
Fig.2 (d) Continued (February – April 2014).

愛知県の深部低周波地震活動とひずみ変化

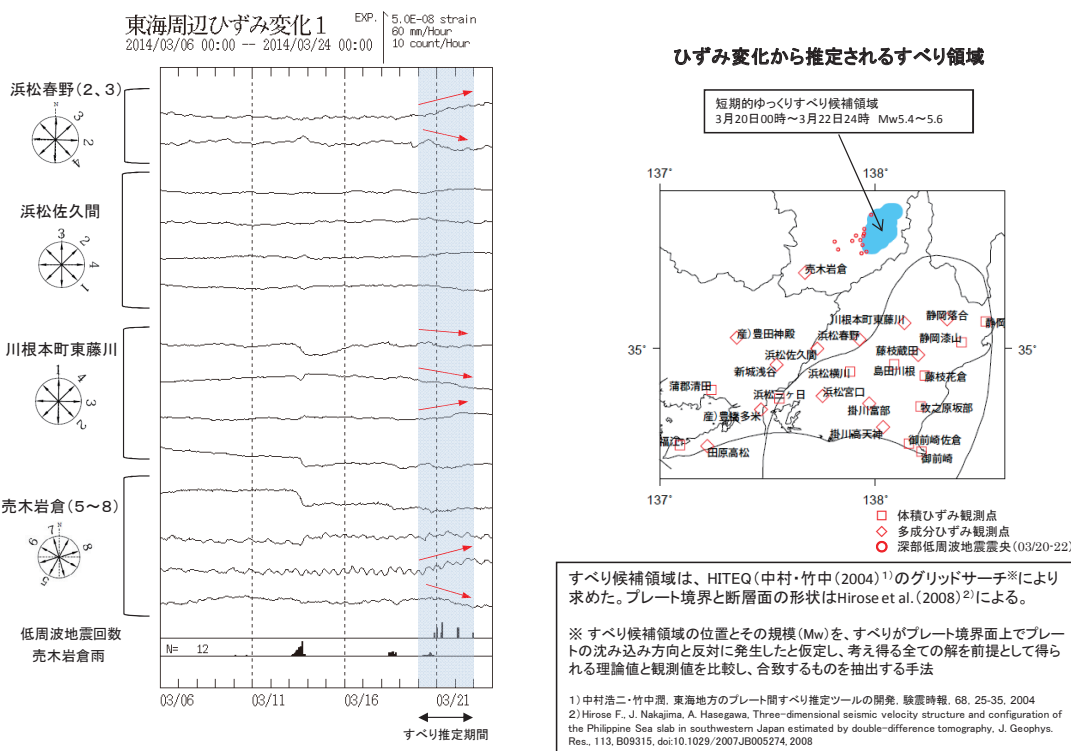


ひずみ変化から推定されるすべり領域



第3図 愛知県の深部低周波地震活動とひずみ変化, 及び推定されるゆっくりすべり領域
 Fig.3 Activity of deep low-frequency earthquakes in Aichi Prefecture in January and February 2014 and strain changes, and the estimated slow slip region.

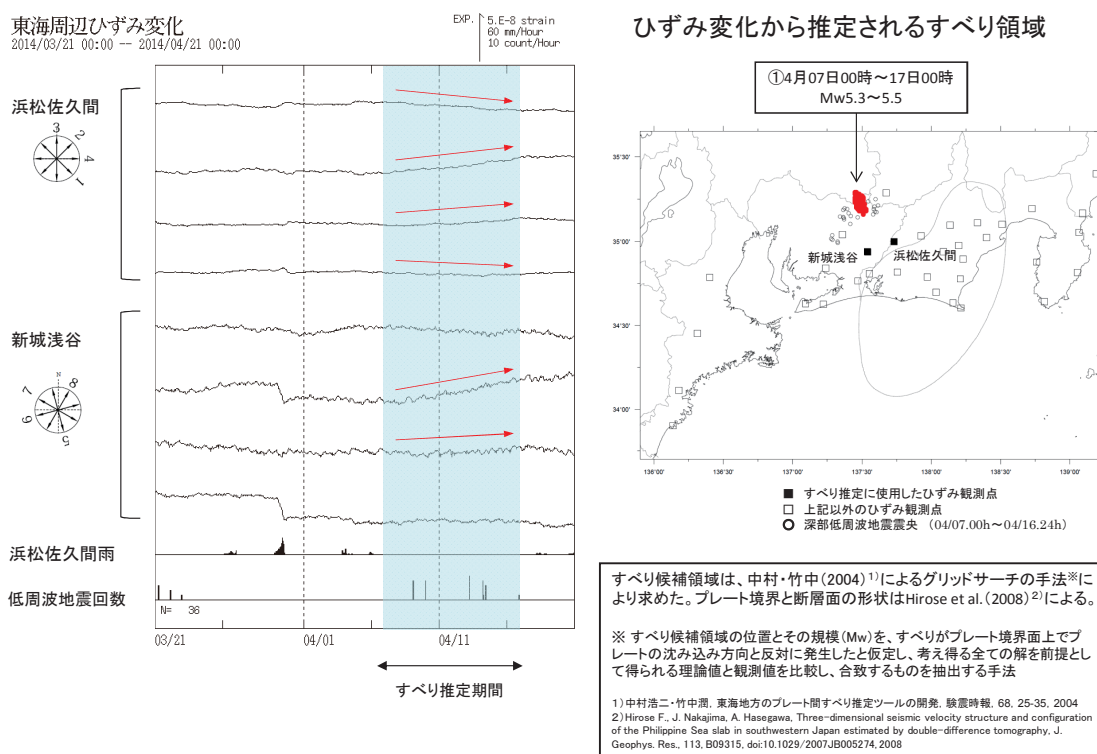
長野県南部の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域



浜松春野、川根本町東藤川は、静岡県のみずみ計である。

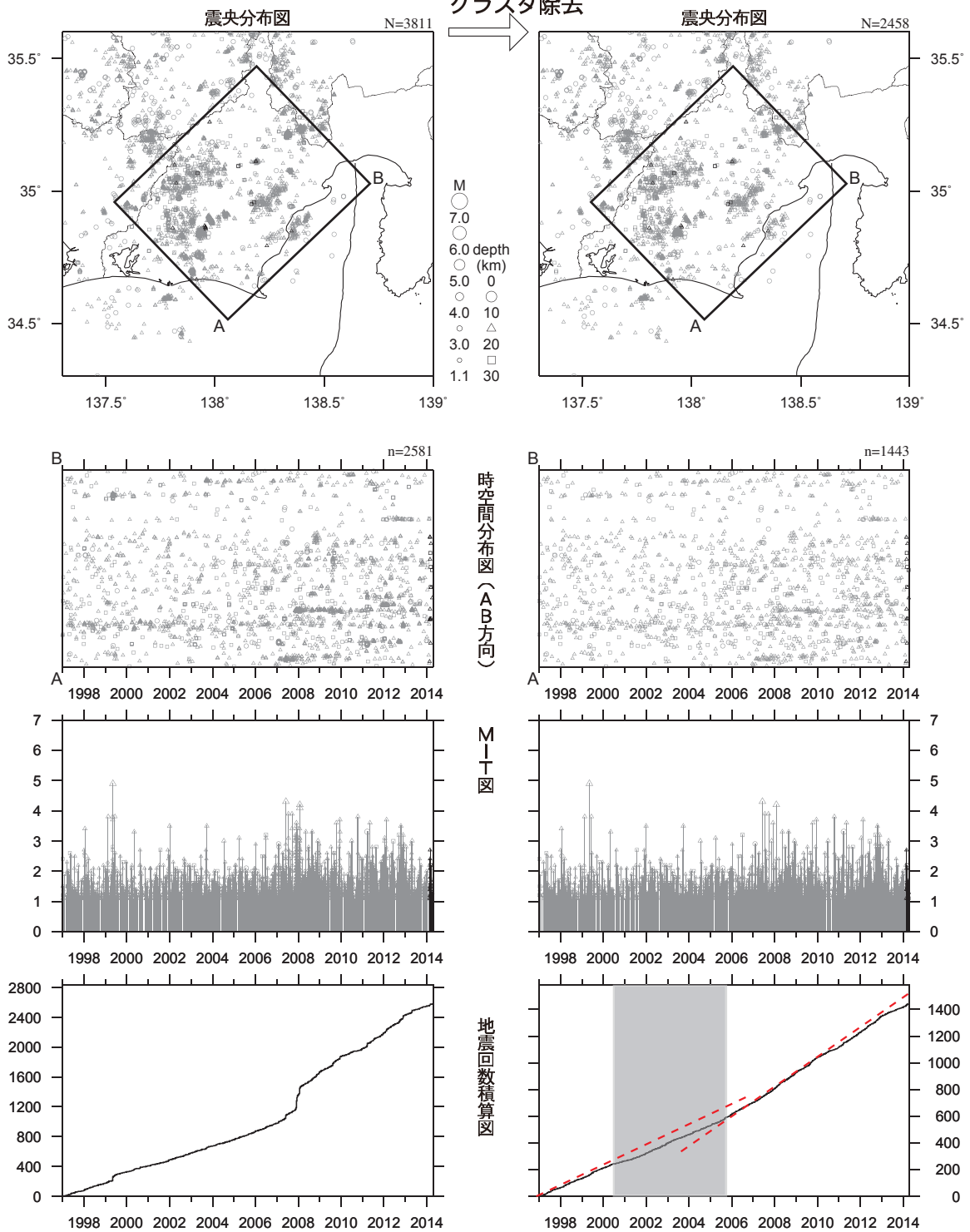
第4図 長野県南部の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig.4 Activity of deep low-frequency earthquakes in the southern part of Nagano Prefecture in March 2014 and strain changes, and the estimated slow slip region.

愛知県内の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域



第5図 愛知県の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig.5 Activity of deep low-frequency earthquakes in Aichi Prefecture in April 2014 and strain changes, and the estimated slow slip region.

静岡県中西部（地殻内）
1997/1/1~2014/4/16 M \geq 1.1



最近60日以内の地震を濃く表示

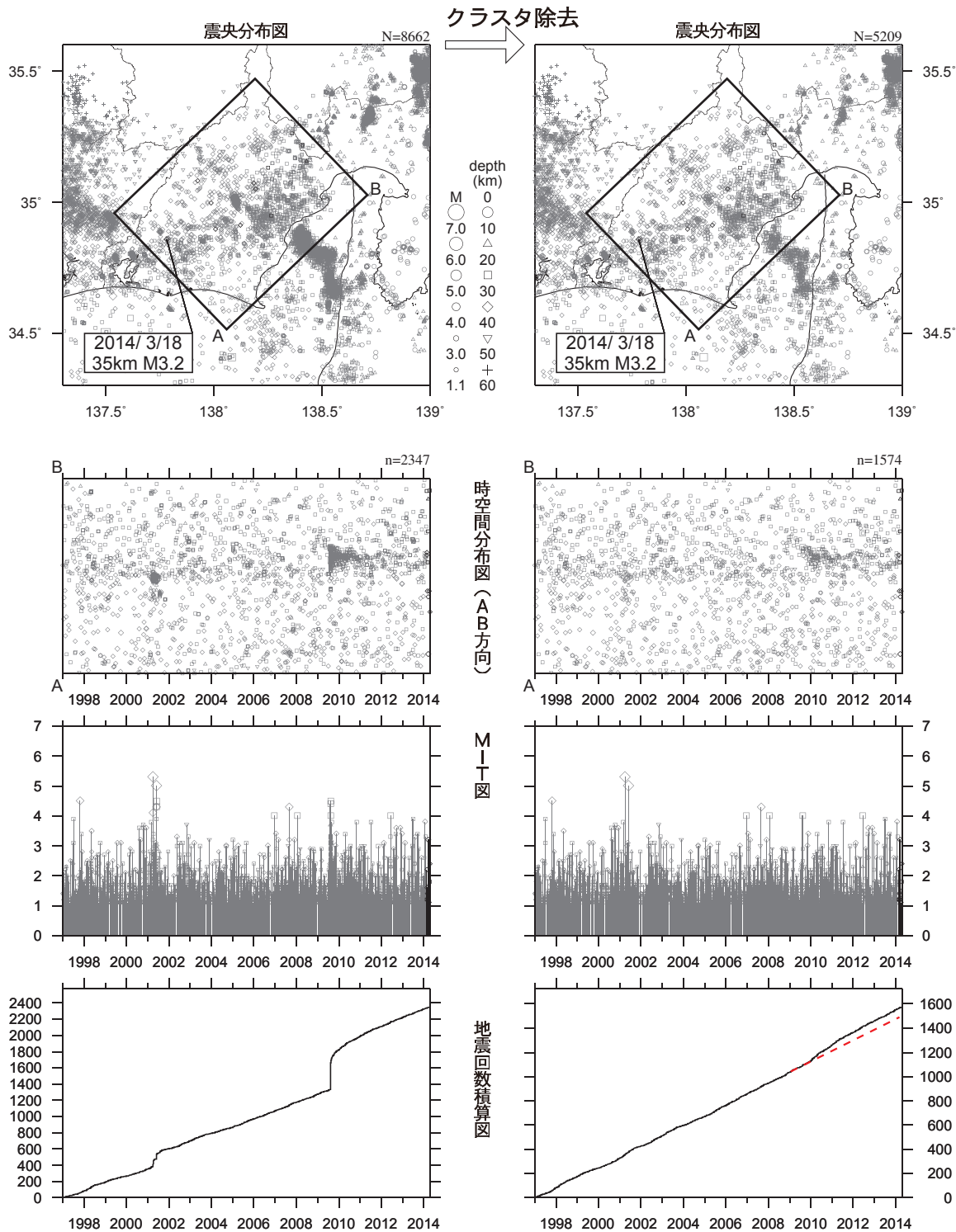
クラスタ除去後の地震回数積算図（右下図）を見ると、2000年半ばまでは傾きが急でやや活発、その後2005年半ばまでは傾きが緩やかでやや低調、2005年半ば以降はやや活発、という傾向が見られる。この地震活動変化は、概ね長期的スロースリップの進行（右下図網掛け領域）・停滞の時期に対応している。2007年後半以降はさらに活発な傾向が続いてきたが、2013年に入ってから傾きが緩やかになってきている。

第6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，第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋）

Fig.6 Seismic activity in the crust in mid west part of 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/ 1~2014/ 4/ 16 M ≥ 1.1



* 吹き出しは最近60日以内、M ≥ 3.0
最近60日以内の地震を濃く表示

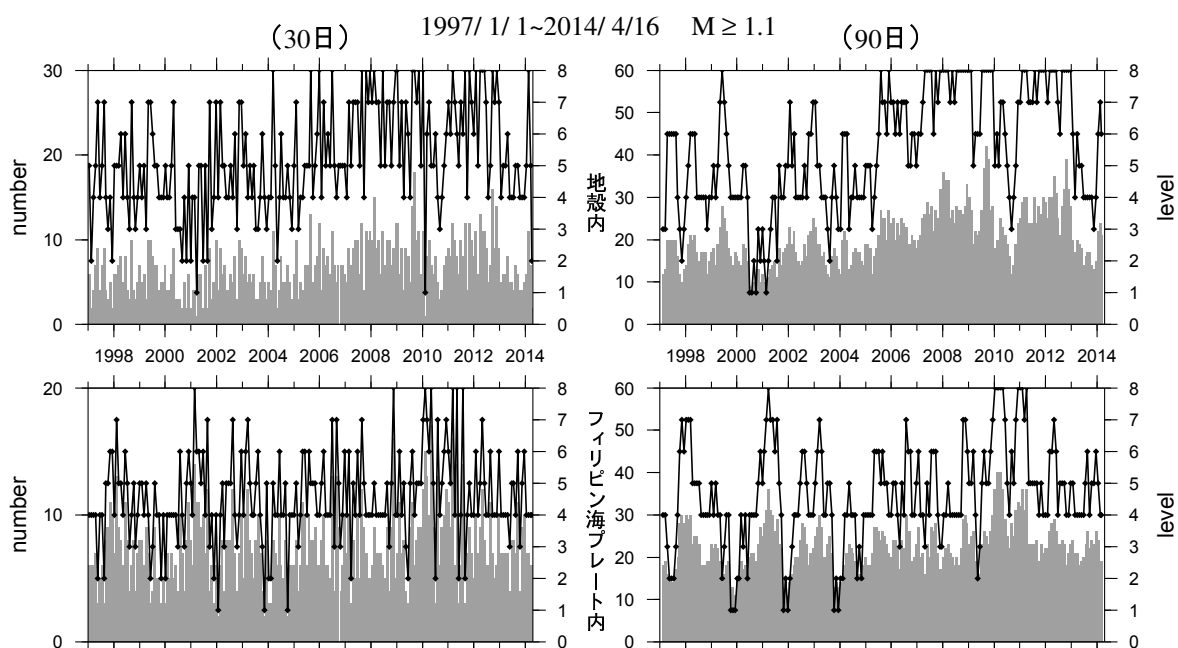
2009年末から2011年始めまで、地震活動指数はやや高い状態を示しており、クラスタ除去後の地震回数積算図(右下図)からも同様の傾向が見られていた。これは、2009年8月11日に発生した駿河湾の地震(M6.5)の余震活動が適切にデクラスタされていないためである。現在の地震活動指数はほぼ平常程度で推移しており、クラスタ除去後の地震回数積算図(右下図)にも顕著な変化は見られない。

第7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, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋)

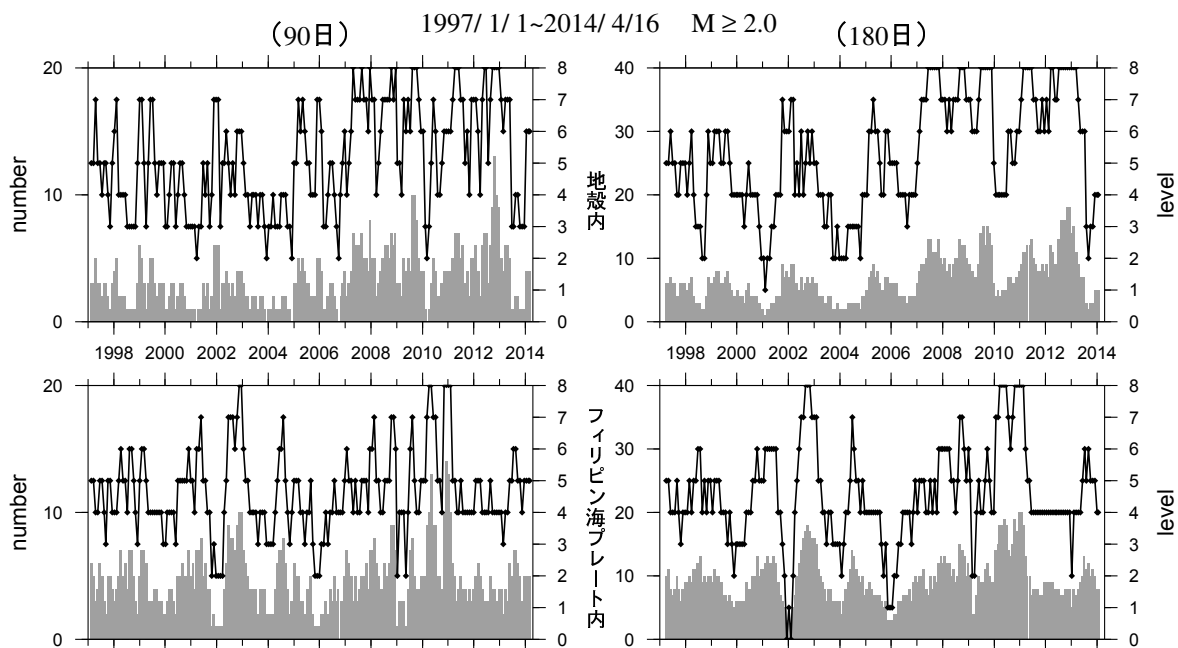
Fig.7 Seismic activity in the Philippine Sea slab in mid west part of Shizuoka Prefecture since 1997 (M ≥ 1.1). The figures on the right show declustered earthquake activities.

地震活動指数の推移

① 静岡県中西部



地殻内は高い(7)。フィリピン海プレート内はほぼ平常(4)。



地殻内はやや高い(6から5)。

フィリピン海プレート内はほぼ平常(5から4)。

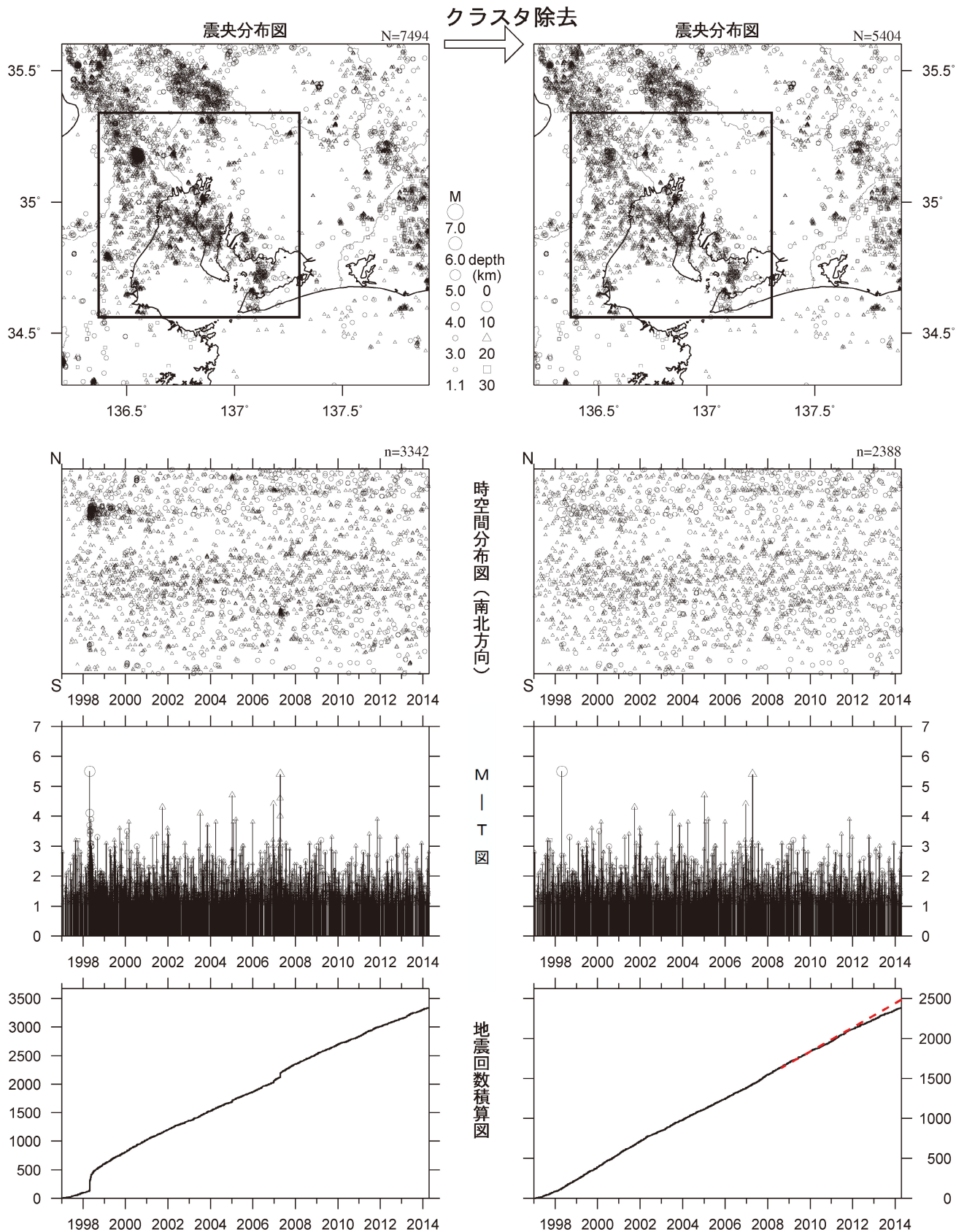
／ : 地震活動指数 (0-8)
 ■ : 地震回数 (クラスタを除く)

第8図 静岡県中西部の地震活動指数の推移 (1997年以降, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋) [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.8 Time series of seismic activity levels in mid west part of 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/ 1~2014/ 4/ 16 M ≥ 1.1



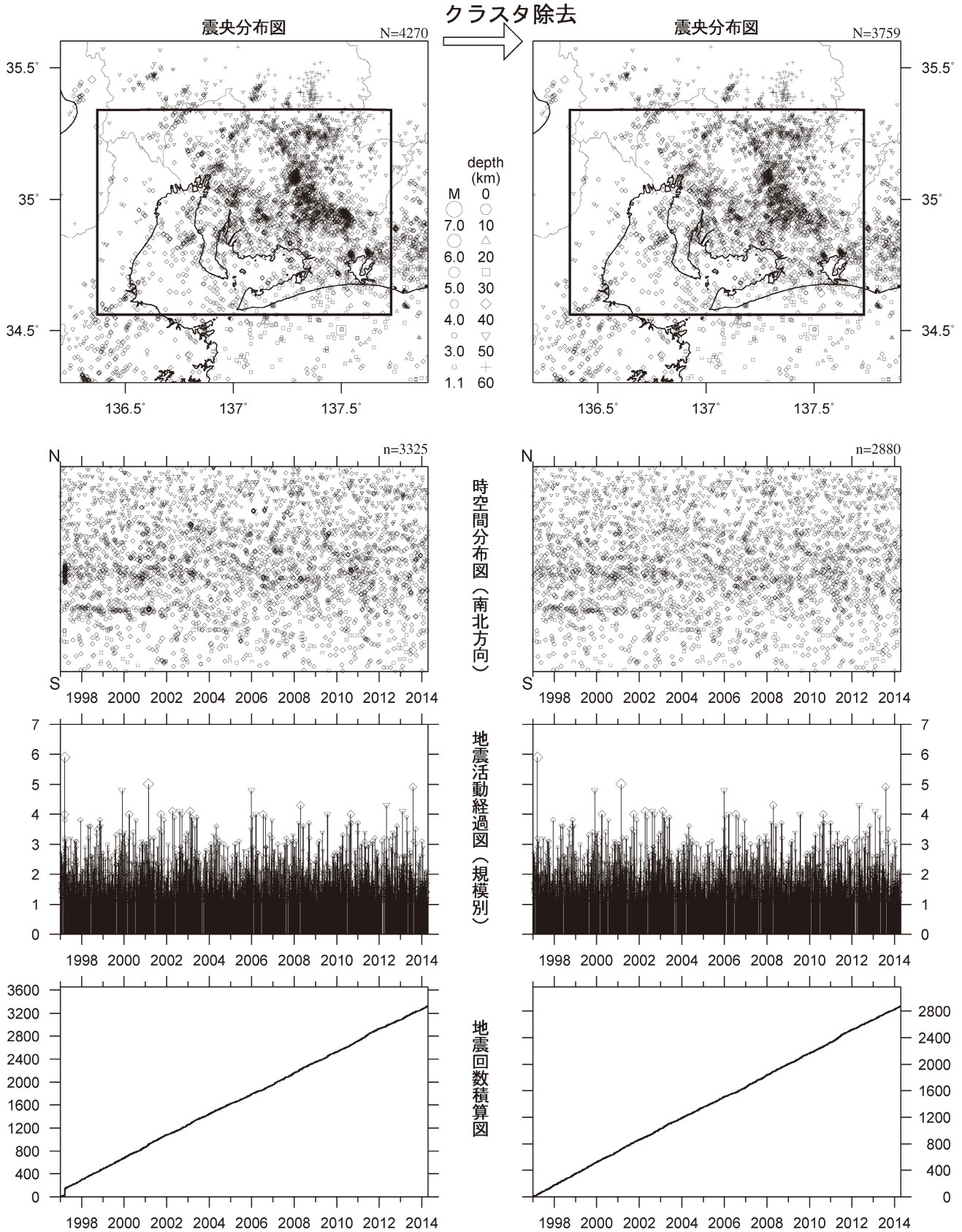
地震活動指数はほぼ平常であるが、クラスタ除去後の地震回数積算図(右下図)からは2013年以降の活動はやや低調に見える。

第9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, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋)

Fig.9 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/ 1~2014/ 4/ 16 M ≥ 1.1



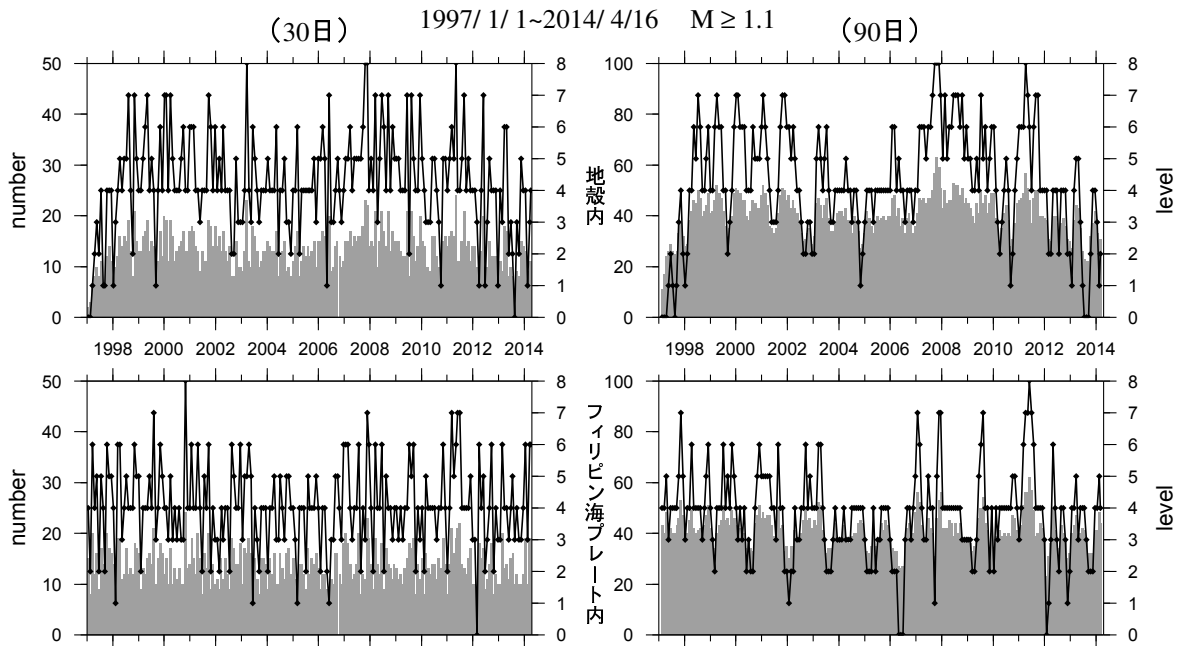
クラスタ除去後の地震回数積算図(右下図)には特段の変化は見られない。

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, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹⁾より抜粋)

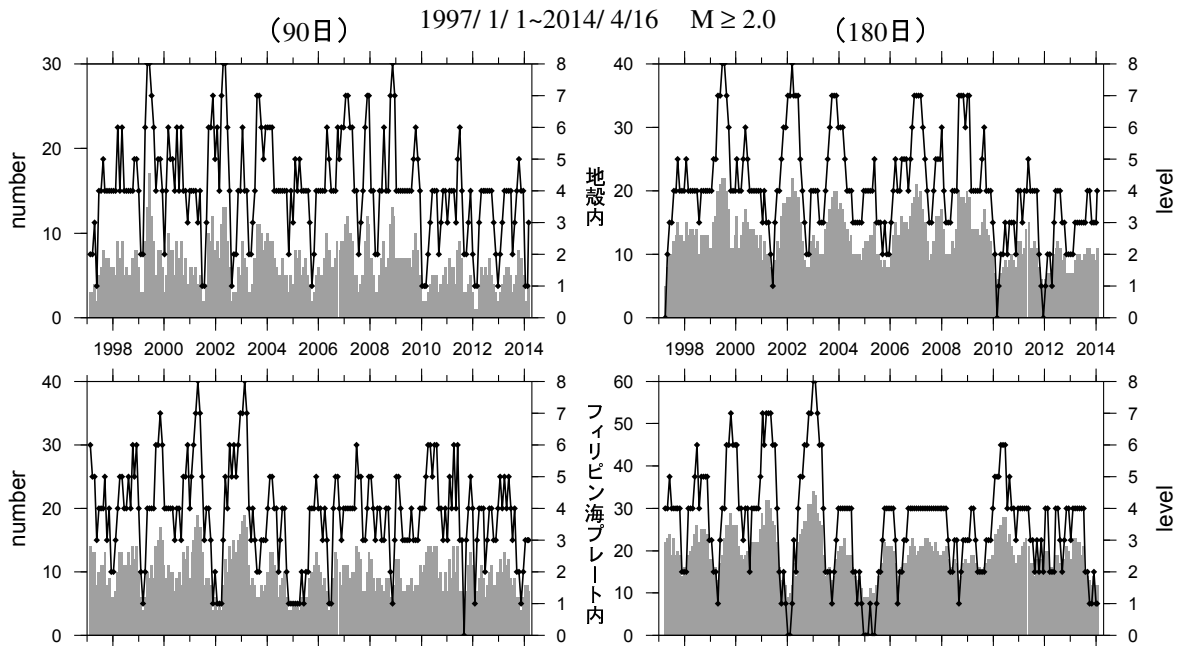
Fig.10 Seismic activity in the Philippine Sea slab in Aichi Prefecture since 1997 ($M \geq 1.1$). This area is estimated to be unlocked and is adjacent to the locked zone of the anticipated Tokai earthquake. The figures on the right show declustered earthquake activities.

地震活動指数の推移

② 愛知県



地殻内はやや低い(1から2)。フィリピン海プレート内はほぼ平常(3から4)



地殻内はやや低い(1から3)、
フィリピン海プレート内は低い(2から0)。

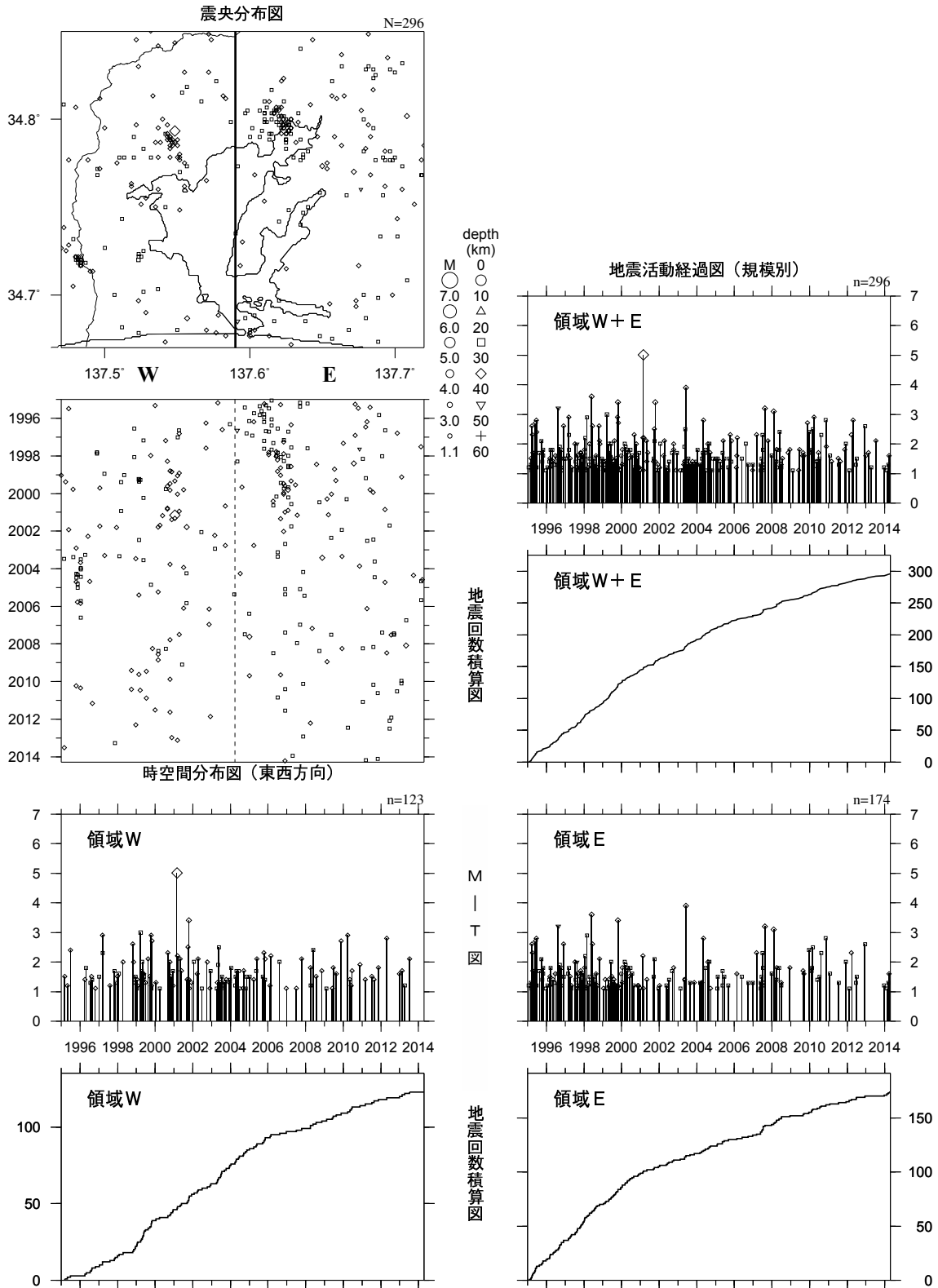
／ : 地震活動指数 (0-8)
■ : 地震回数 (クラスタを除く)

第11図 愛知県の地震活動指数の推移 (1997年以降, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋) [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）

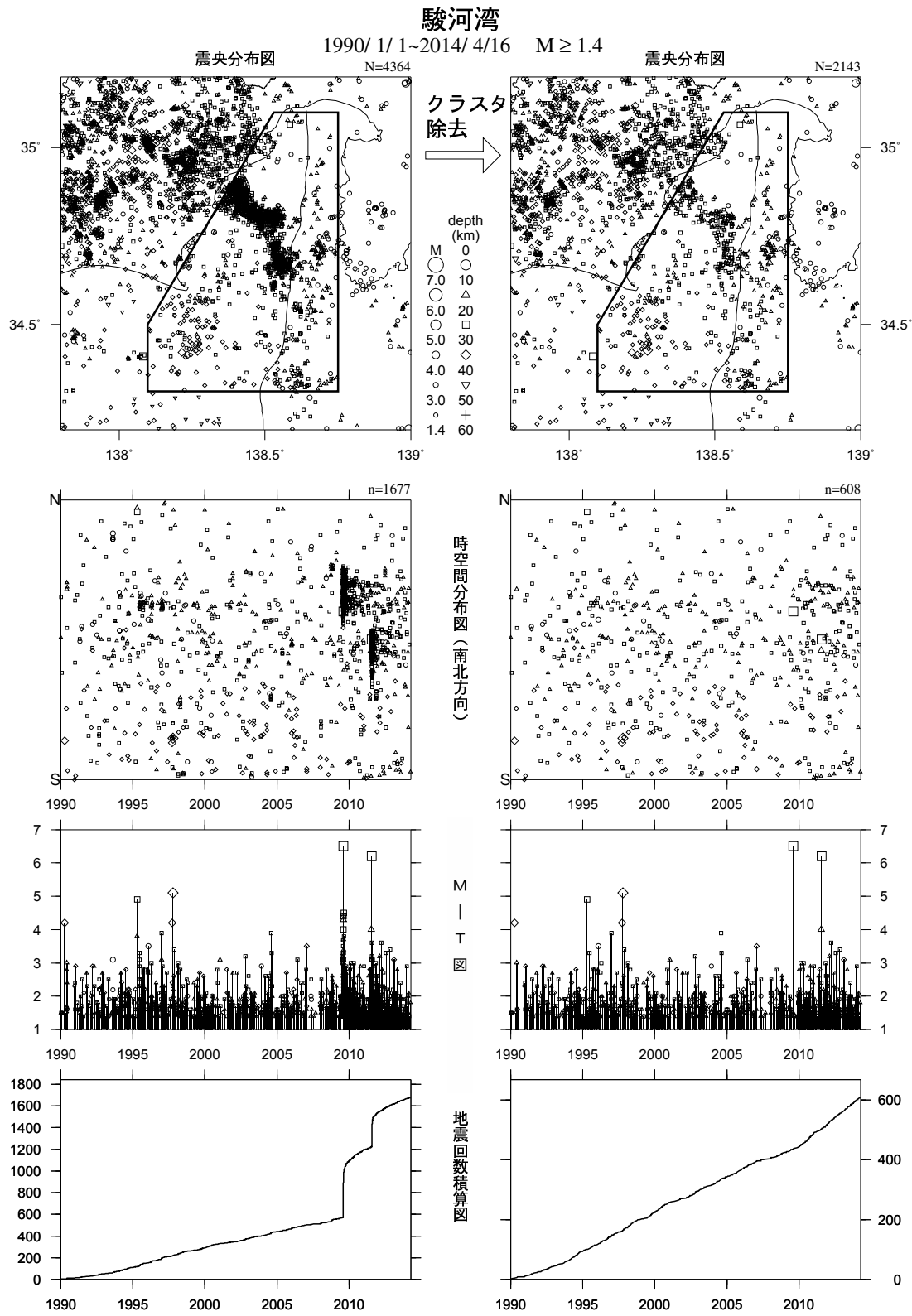
1995/1/1~2014/4/16 M ≥ 1.1 * クラスタ除去したデータ



[東側] 地震回数積算図 (右下図) を見ると、地震活動は2000年以降低調。
 [西側] 地震回数積算図 (左下図) を見ると、2006年以降低調。

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, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋)

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



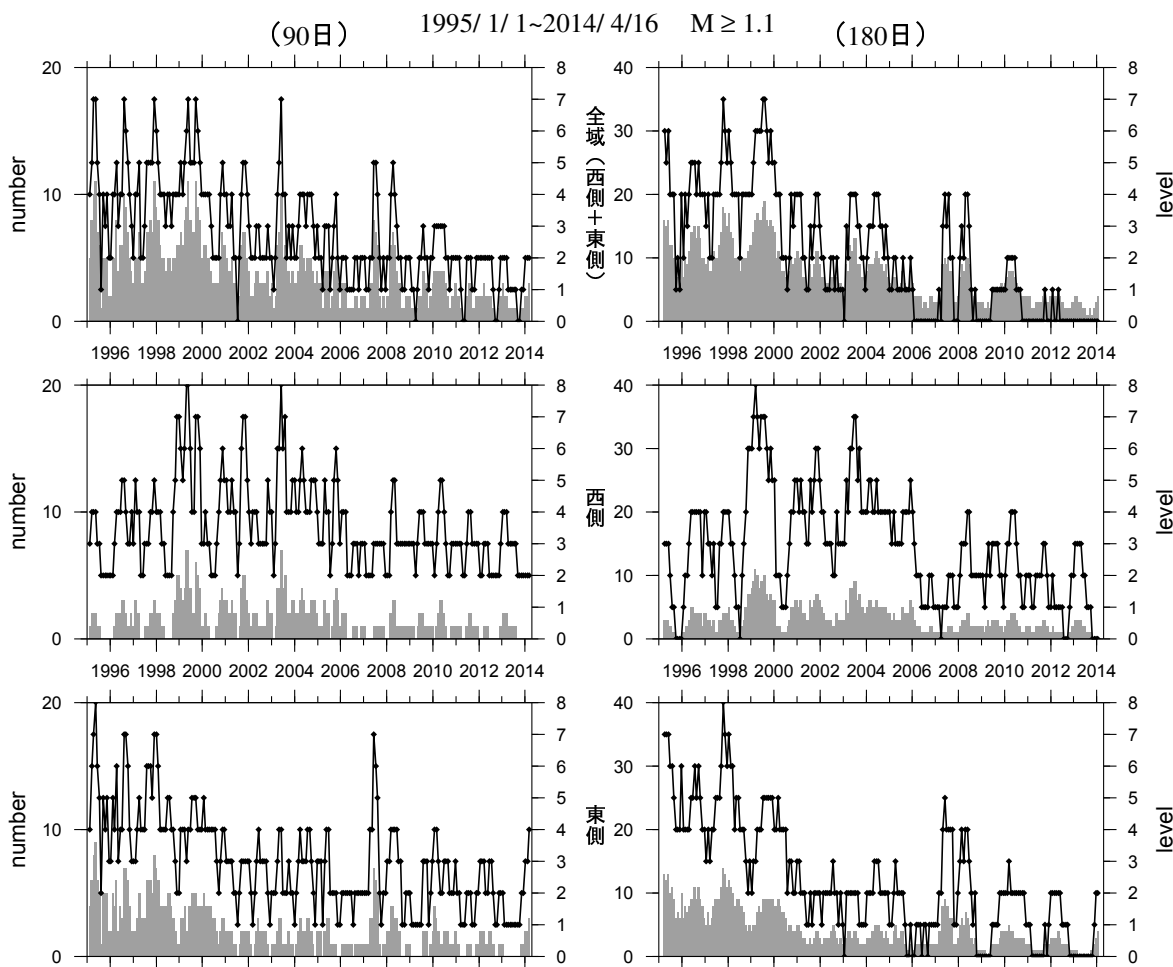
2010年頃地震活動指数はやや高い状態を示しており、クラスタ除去後の地震回数積算図(右下図)からも同様の傾向が見られる。これは、2009年8月の駿河湾の地震(M6.5)と、2011年8月の駿河湾の地震(M6.2)余震活動が適切にデクラスタされていないためである。現在の地震活動指数もやや高い状態で推移している。

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, 第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋)

Fig.13 Seismic activity in the 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.

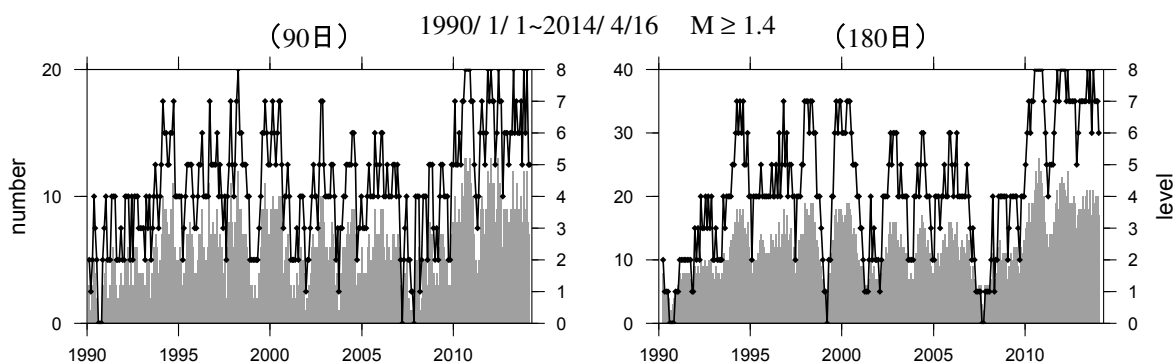
地震活動指数の推移

③ 浜名湖周辺（フィリピン海プレート内）



フィリピン海プレート内の地震活動は低い(2から0)。

④ 駿河湾



地震活動はやや高い(6から7)。

ただし、2009年8月11日 駿河湾の地震 (M6.5) と、2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2) の余震活動の影響が残っている。

— : 地震活動指数 (0-8)
 ■ : 地震回数 (クラスタを除く)

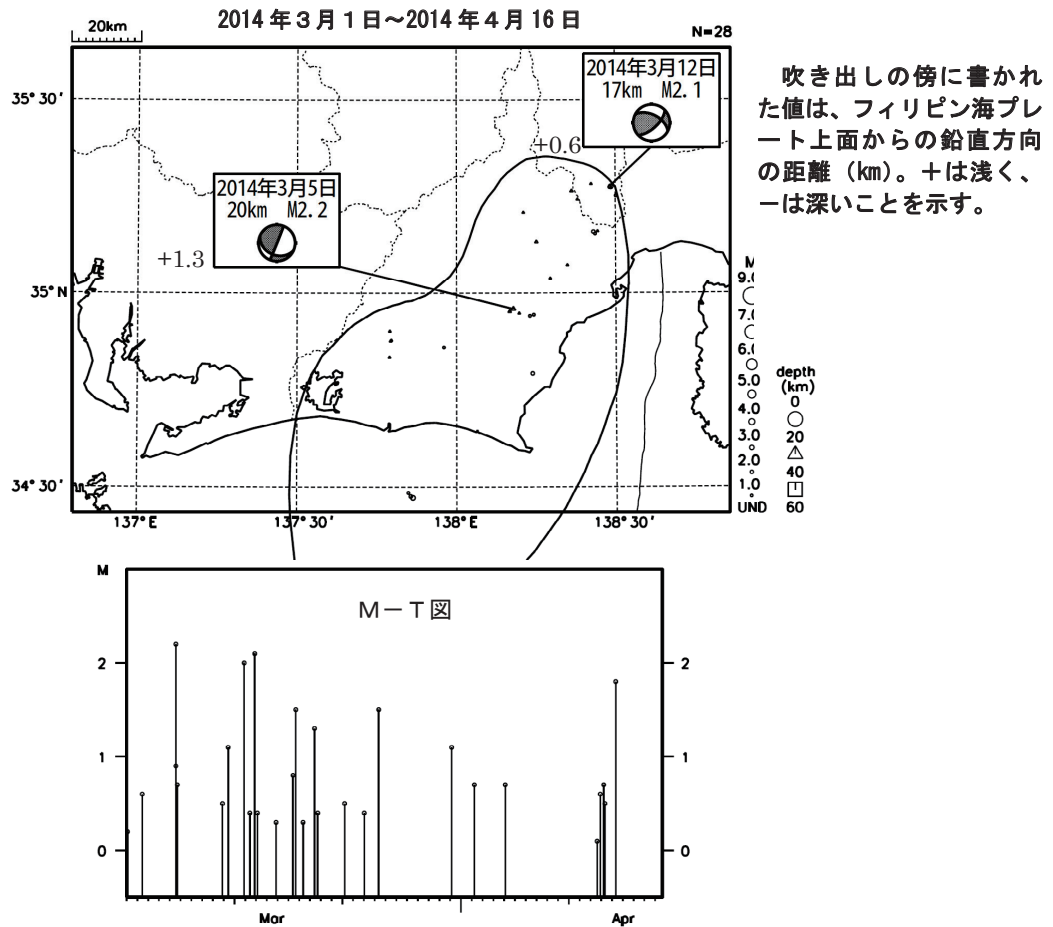
第14図 浜名湖及び駿河湾の地震活動指数の推移 (浜名湖は1995年以降、駿河湾は1990年以降、第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋) [指数算出の単位期間は90日と180日であり、全て30日ごとに指数をプロットしている。]

Fig.14 Time series of seismic activity levels in Hamanako and the Suruga Bay since 1995 and 1990, respectively [The time windows for calculating levels are 90days and 180days. The levels are plotted every 30days].

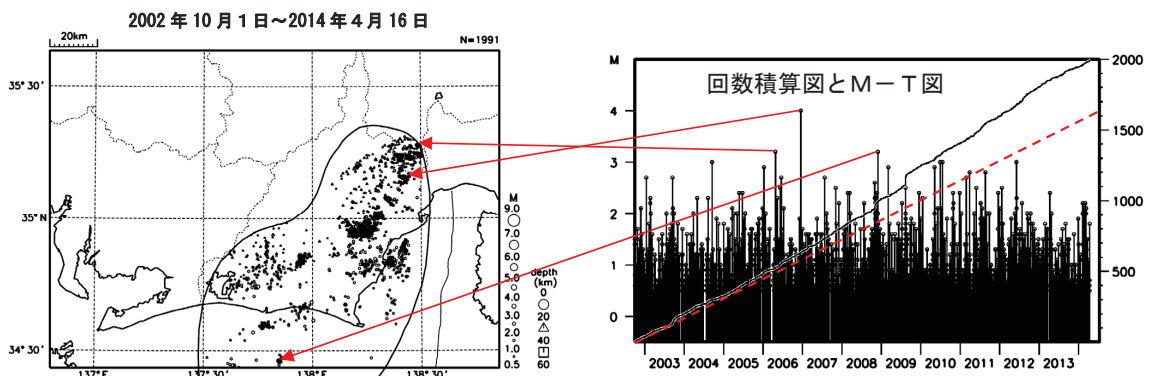
プレート境界とその周辺の地震活動(最近の活動状況)

(Hirose et al. (2008)によるフィリピン海プレート上面深さの±3kmの地震を抽出)

プレート境界とその周辺の地震の震央分布 (最近約1ヶ月半、Mすべて)



プレート境界とその周辺の地震の震央分布 (2002年10月以降、M \geq 0.5)



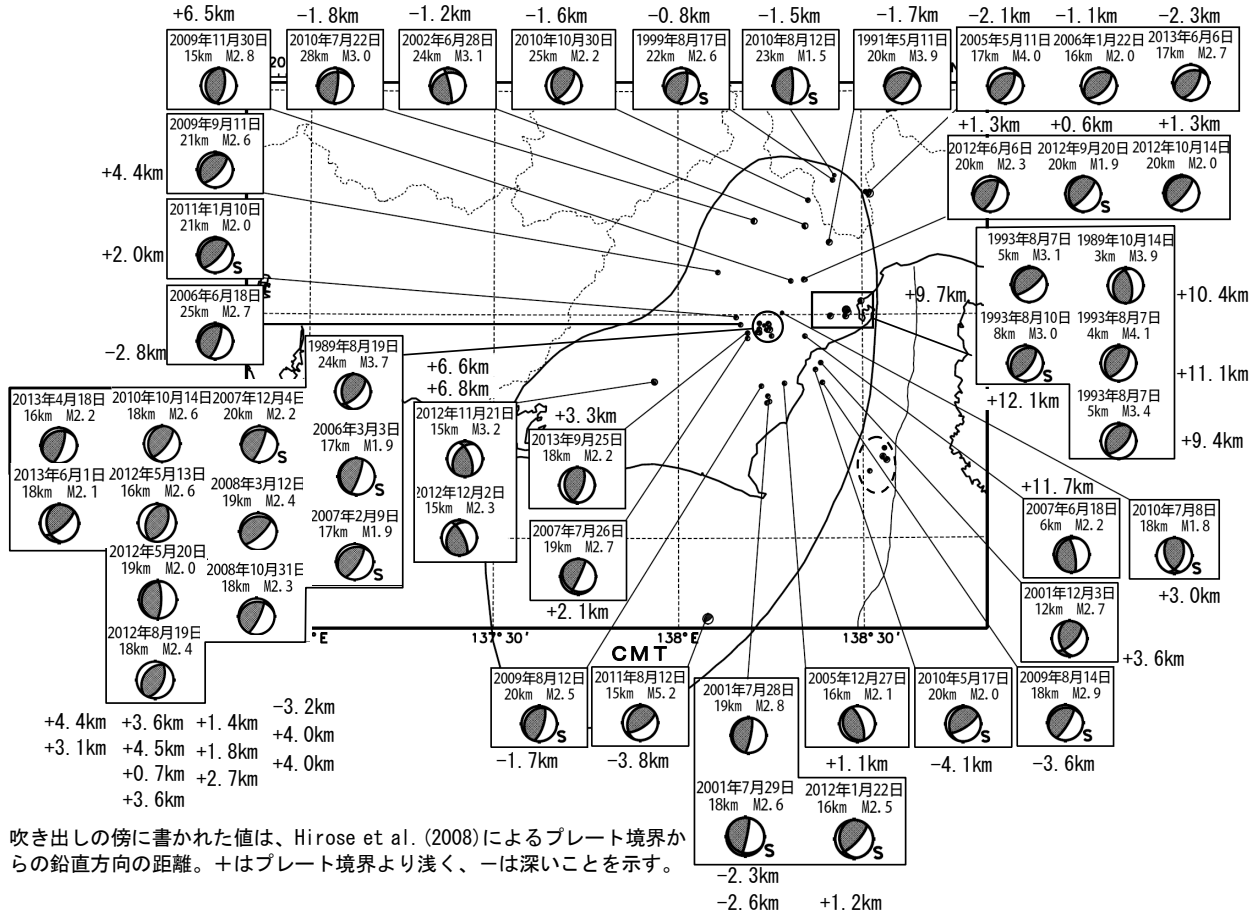
2002年10月以降 (M \geq 0.5) で見ると、東海地域のプレート境界とその周辺の地震活動は、2007年中頃あたりからやや活発に見える。なお、2009年8月11日以降は、駿河湾の地震 (M6.5) の余震活動の一部を抽出している。M3を超える地震については、その震央を矢印で示しているが、これらの地震の発震機構解は想定東海地震のものとは類似の型ではない。

第15図 プレート境界とその周辺の地震活動 (第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹¹⁾より抜粋)

Fig.15 Seismic activity around the plate boundary.

想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震

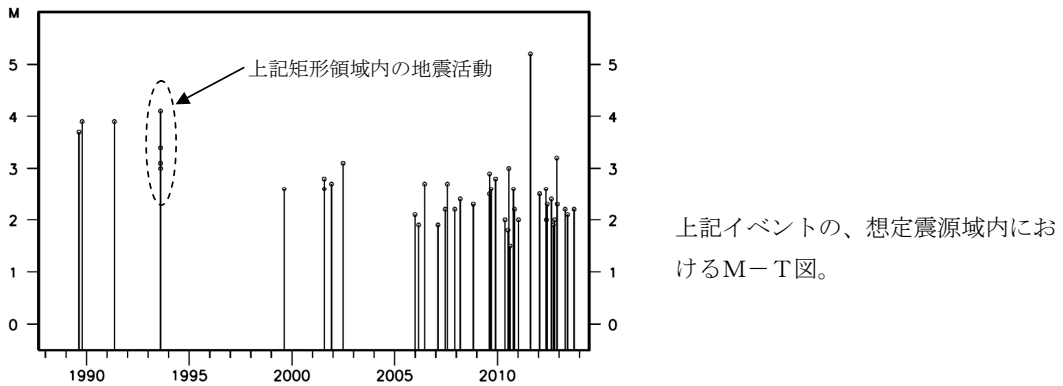
1987年9月1日～2014年4月16日



想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震を抽出した。抽出条件は、P軸の傾斜角が45度以下、かつP軸の方位角が65度以上145度以下、かつT軸の傾斜角が45度以上、かつN軸の傾斜角が30度以下とした。

プレート境界で発生したと疑われる地震の他、明らかに地殻内またはフィリピン海プレート内で発生したと推定される地震も含まれている。また、2009年までに発生した地震については、Nakamura et al. (2008)の3次元速度構造で震源とメカニズム解を再精査し、いくつかの地震は候補から削除されている。点線楕円で囲まれた地震は、2011年8月1日に発生したM6.2の地震の余震で、フィリピン海プレート内の地震である。

なお、吹き出し図中、震源球右下隣りにSの表示があるものは、発震機構解に十分な精度がない。



第16図 想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震(第336回地震防災対策強化地域判定会気象庁資料¹⁾より抜粋)

Fig.16 Earthquakes whose focal mechanisms were similar to that of the anticipated Tokai earthquake.