

2 - 4 2003年十勝沖地震前の地震活動変化および東海地域との対比 Seismic Activity Change preceding the 2003 Tokachi-Oki earthquake, and Its Comparison with the Tokai Case

防災科学技術研究所

National Research institute for Earth Science and Disaster Prevention

東海地域推定固着域における地震活動変化の解釈に対しての教訓を得ることを目的として、2003年十勝沖地震前の地震活動変化を調べ、東海との対比を試みた。

第1図は、2003年9月26日の十勝沖地震(M8.0)にいたるまでの震源域における地震発生率変化図。データは気象庁の一元化カタログ(マグニチュード改訂後)に基づき、(a)の長方形領域内でM2.5以上の地震を抜き出し(100 km以浅)、さらに declustering 処理を施したもの(declustering は、空間幅7.0 km、時間幅7日間のウインドウによる)。(c)は、マグニチュードしきい値をM2.5からM5.0まで0.5ずつ上げていった積算回数図。1980~1990年の期間はM2.5からM3.5の範囲でとりこぼしが見られるが、1990年以降はM2.5以上でほぼ安定してとれている((b)のマグニチュード分布図を参照)。どのマグニチュードしきい値でも、1998年半ばからの明瞭な静穏化が見える。この静穏化は、勝俣・笠原(2004)¹⁾の指摘と一致する。なお、(a)の断面図で100 km付近に地震の集まりが見られるが、これは1993年釧路沖地震(M7.8)の余震である。これを取り除いても、静穏化の傾向に変わりはない。また、このデータには、スラブ内二重地震面の地震、および地殻内の地震が混在しているが、上面の地震群だけを抽出した結果は、後述の robustness test で示す。

第2図は、静穏化以降の活動変化の空間パターン。(a)は、静穏化を境に前後期(前期96ヶ月:1990.6.26~1998.6.25,後期63ヶ月:1998.6.26~2003.9.26の地震直前まで)に分割し、地震個数の比から、静穏化域(緑:80%以下,青:50%以下)、活性化域(橙:120%以上,赤:150%以上)への塗りわけを行ったもの。震源域内では、日高地方から南東方向へ活性化域の分布が延びている。(b)は、Yagi(2004)²⁾により遠地実体波から解析されたすべり分布、コンターはGPSデータによる地震時すべり分布(Miura et al., 2004)³⁾。(c)は、青井(2004)⁴⁾により強震波形から解析されたすべり分布。すべりの大きい部分(asperity)は、(a)の活性化域とほぼ一致する。(d)は、地震後1時間のすべり分布、(e)は、地震後12日間の余効すべり分布(宮崎・加藤⁵⁾)。地震時のすべりは、活性化域、余効すべりは静穏化域をカバーしていることが分かる。

第3図は、ここで得られた結果(a)の robustness test。(b)は、M3.0以上の地震を用いて描いたものであり、データ個数は約1/3となるが(a)と変わらない結果が得られている。(c)は、スラブ内二重地震面の上面の地震のみを抜き出して描いたものであるが(90 km以浅)、日高から南東に延びる活性化域のパターンは保持される。なお、釧路沖地震の余震が除かれた結果、釧路市直下に見られた静穏化域は消失し、活性化域に変わっている。(d)は、静穏化以降の5年間を1年毎に分割して(a)と同様の解析を行った結果。静穏化初期では目立たなかった活性化域は、日高から南東方向へ時間とともに成長していったようにも見える。ただし、この程度の期間幅で描いた場合ノイズによる擬似パターンが紛れ込むため、全体に共通するパターンに目を配る必要がある。

第4図は、東海における解析結果((b):フィリピン海スラブ内の活動を対象)との対比。ただし、東海の空間スケールは2倍に拡大されている。また、東海ではマグニチュードしきい値がM1.5と低く、地震数カウントのための空間枠も、十勝の44 km 枠に対して、11 km 枠と小さくなる(図中の斜線枠)。白星印は十勝沖地震の震央。黒星印は、十勝沖の前に発生したプレート境界付近の地震(2001年10月、

M4.9, 高橋・笠原(2004)⁶⁾, および東海地域に発生したプレート境界付近の地震(1996年10月, 改訂後M4.6, 松村(1998)⁷⁾)を示す。ともに活性化域の縁辺部に起きている。下図は, 静穏化をはさむ前後での活性化域におけるマグニチュード分布の比較。(a)は十勝沖, (b)は東海推定固着域の上盤側, (c)は同下盤側であり, 静穏化前を△, 静穏化後を▲で示す。どの図の場合も, 静穏化以降, b値が低下して見え, 活性化域への応力集中があることを示唆している。

以上, 十勝沖地震前の地震活動と東海の地震活動には次のような類似点が見られる。

- ① 地震発生率の静穏化が出現。
- ② 静穏化域と活性化域への分極化が出現。十勝沖では震源域内の活性化域が asperity として地震時のすべりを規定した。
- ③ 活性化域では, 静穏化以降 b 値が低下し, 応力集中のあったことが示唆される。
- ④ 活性化域の縁辺部に M4 級のプレート境界付近の地震が発生。十勝沖ではこの地震の近傍が本震の震源となる。

上記からの類推により得られる教訓として, 東海地震の発生に関して次のような可能性に留意しておきたい。

A: 十勝における活性化域は, 発震時の asperity を予告していた。東海における活性化域が東海地震の asperity として振舞う可能性。

B: 東海地震の震源が, 活性化域の縁辺部かつ 1996 年 10 月静岡県中部地震の近辺に出現する可能性。

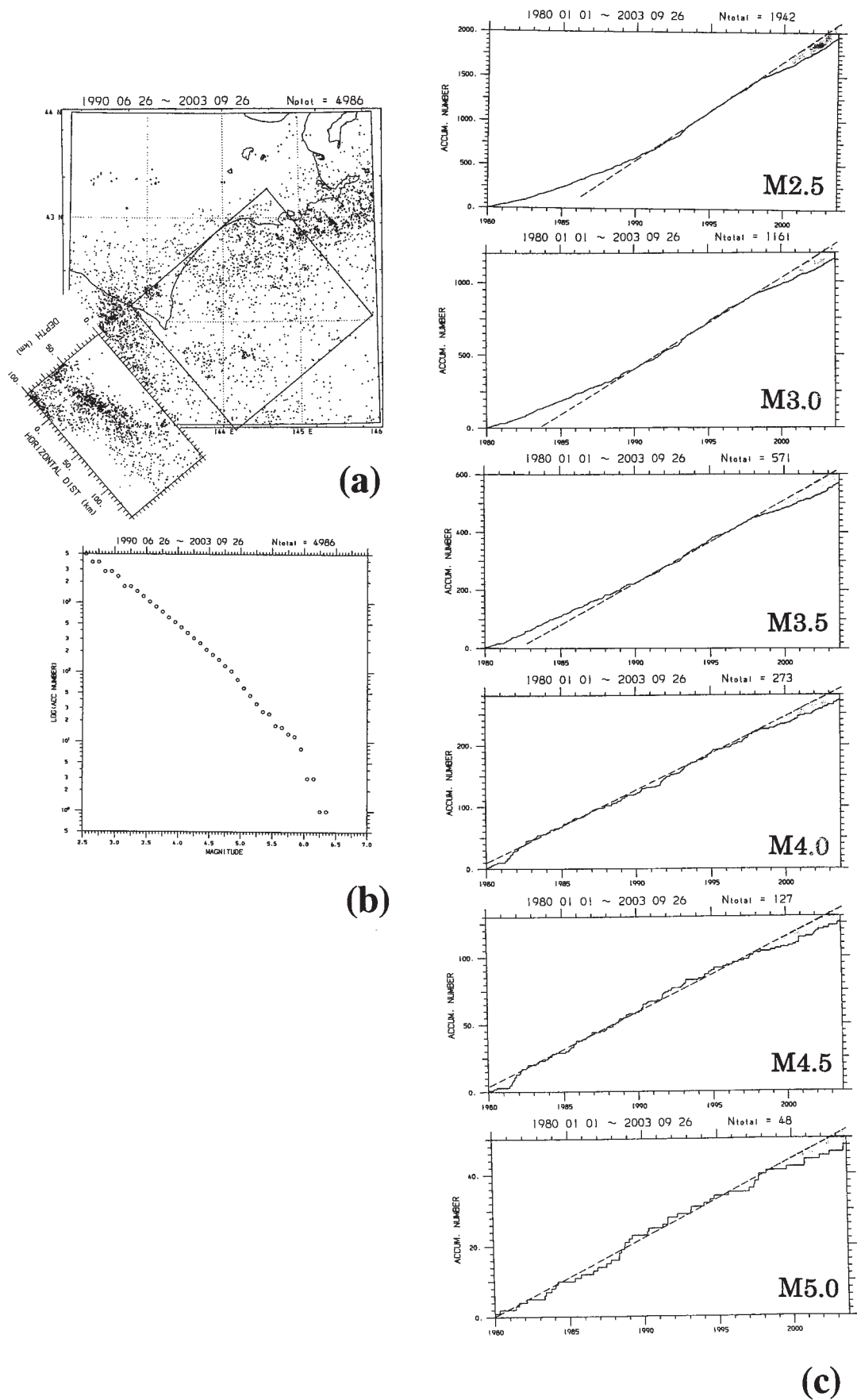
C: 十勝では, 静穏化の回復基調で本震が発生した。東海においても異常変化の加速がないまま発震に至る可能性。

なお, 十勝では, スロースリップ, プレスリップともに現時点では検出されていない。東海の状況から逆に十勝の場合を類推すると, 静穏化とみなされた地震活動の変化は, 十勝沖地震の固着域において既に状況変化が始まっていたことを示唆する。この際, 同時に固着域の縁辺部ではスロースリップが進行していた可能性が考えられる。Miura et al.(2004)³⁾は, 地震前 5 年分のバックスリップ分布を算出しているが(連絡会報 71 巻, 口絵 5 の第 8 図), この図では浦河付近のコンターに不自然なゆがみが見られる。ここにスロースリップが進行していたとも考えられる。

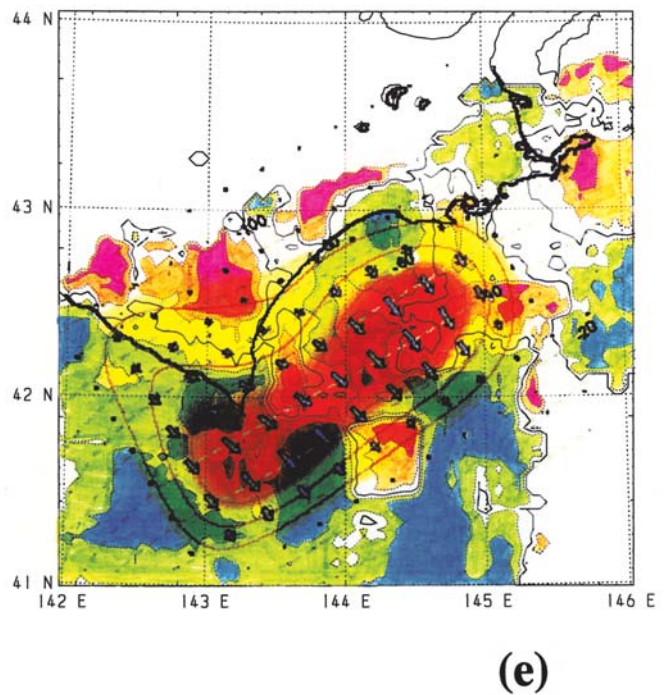
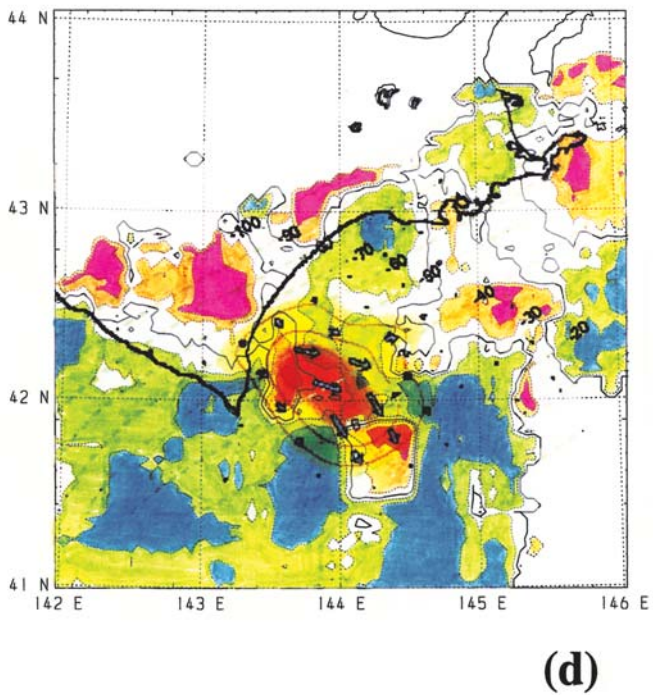
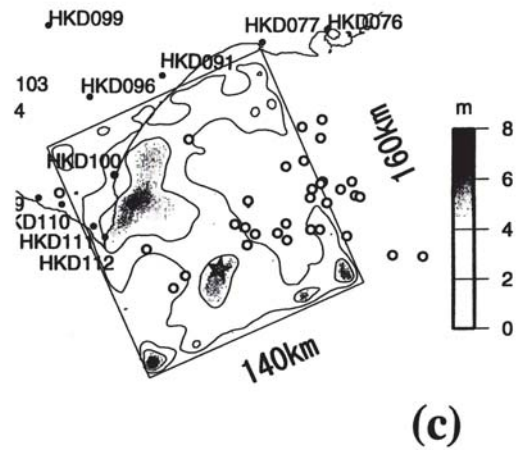
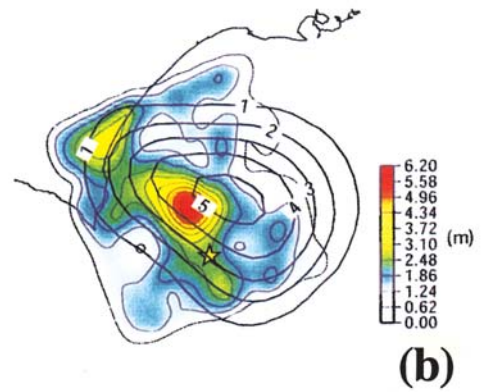
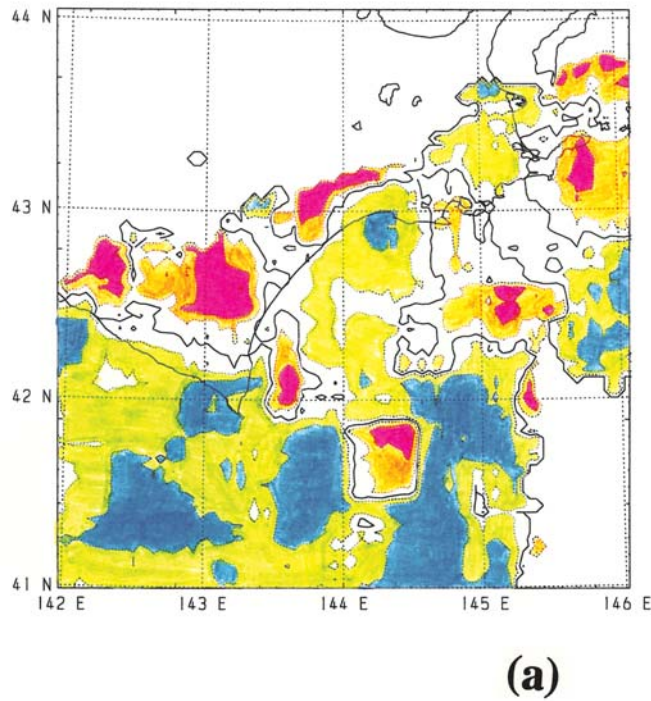
(松村正三)

参 考 文 献

- 1) 勝俣啓・笠原稔: 根室半島沖の地震活動の静穏化と活発化, 第 158 回地震予知連絡会・北海道大学大学院理学研究科資料(2004).
- 2) Yagi, Y.: Source rupture process of the 2003 Tokachi-oki earthquake determined by joint inversion of teleseismic body wave and strong ground motion data, EPS, 56(2004), 311-316.
- 3) Miura, S., Y.Suwa, A.Hasegawa, and T.Nishimura: The 2003 M8.0 Tokachi-Oki earthquake – How much has the great event paid back slip debts?, GRL, 31(2004), L05613.
- 4) 青井真・本多亮・森川信之・関口春子・功刀卓・藤原広行: 2003 年十勝沖地震(9月26日4時50分)の地震動と震源過程, 連絡会報, 71(2004), 127-131.
- 5) 宮崎真一・加藤照之: GEONET 資料~推定した十勝沖地震とその余効変動に基づくすべり分布, 東京大学地震研究所 HP より.
- 6) 高橋浩晃・笠原稔: 十勝沖の地震活動 – 1952 年十勝沖地震以降 51 年間の地震活動の特徴 –, 地震 2, 56(2004), 393-403.
- 7) 松村正三: 1996 年 10 月 5 日静岡県中部地震が示す東海地域のプレート固着状況変化の可能性, 地震 2, 50(1998), 251-261.

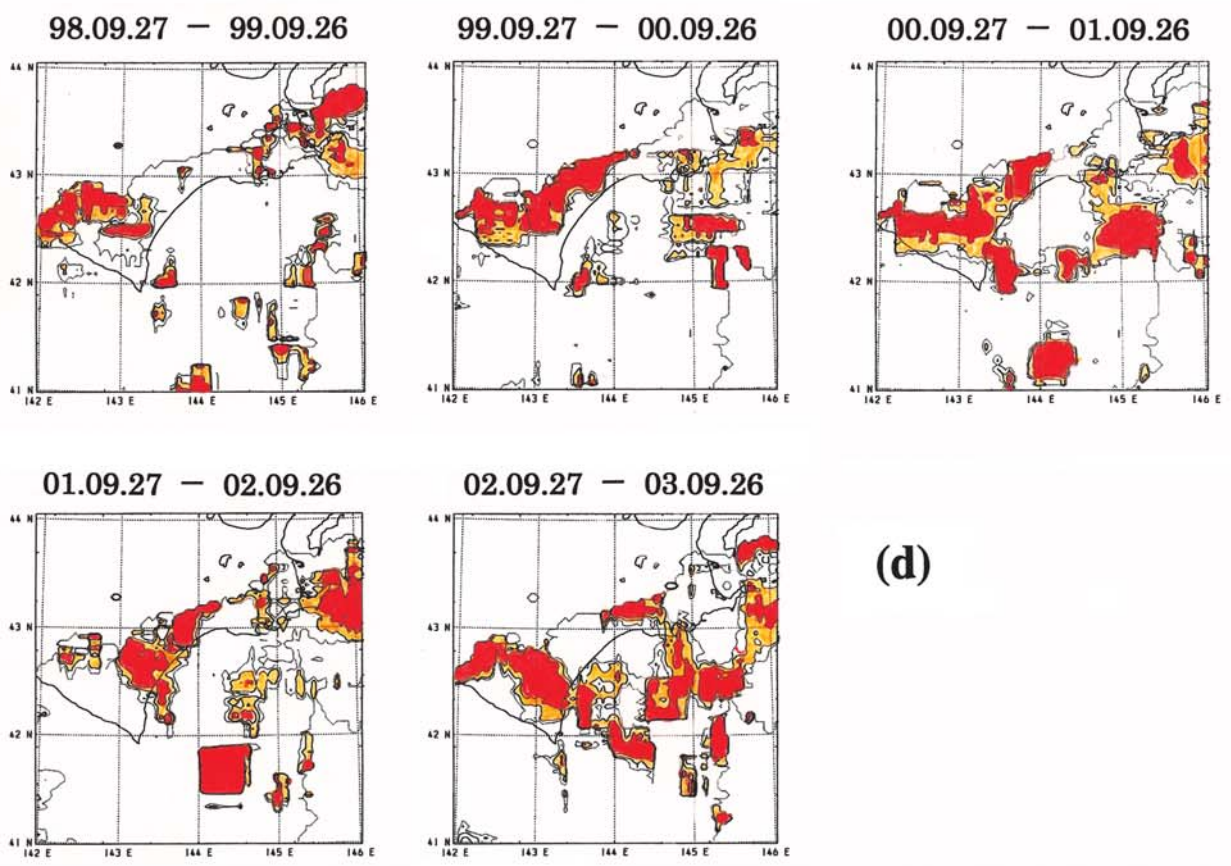
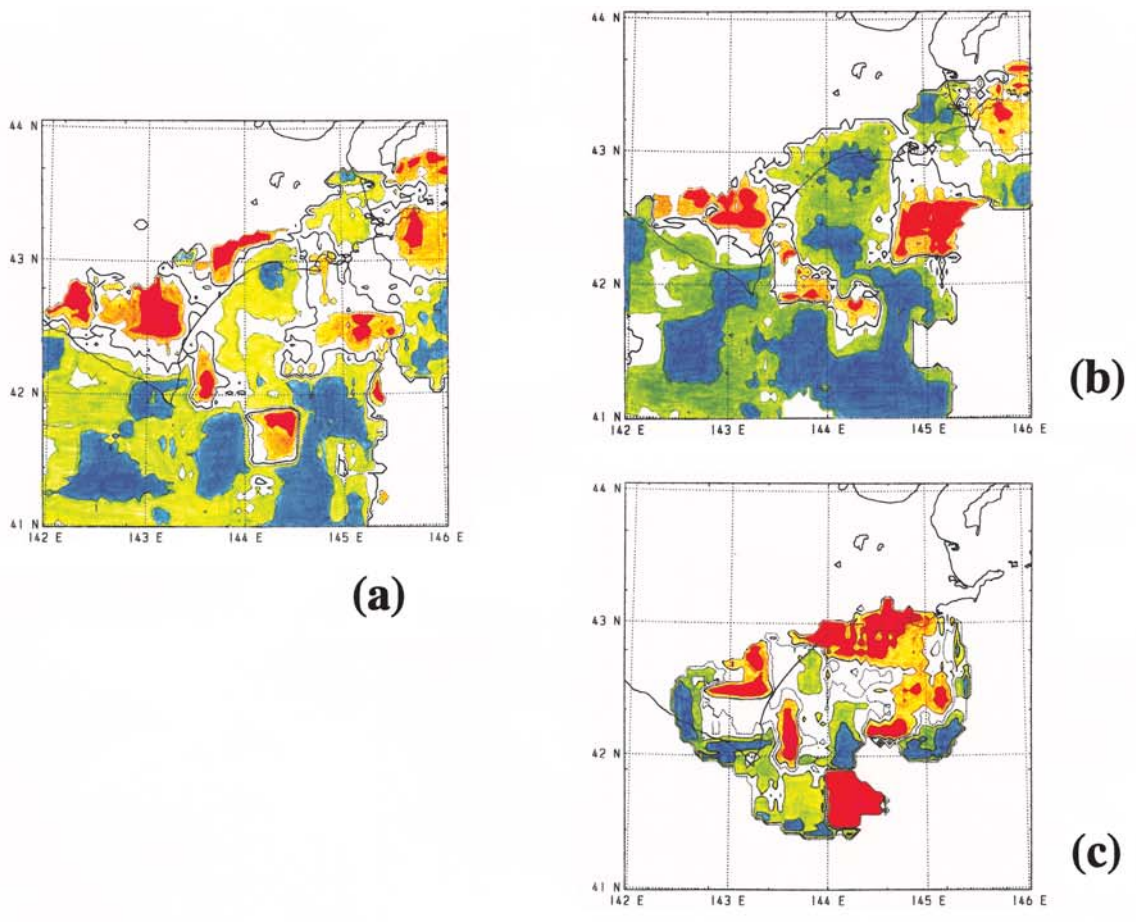


第1図 (a)十勝沖地震直前までの活動とデータのサンプリングエリア。(b)マグニチュード分布図。(c)マグニチュードしきい値を変えての地震回数積算図。データはデクラスタリング済み。
 Fig.1 (a)Seismicity before the 2003 Tokachi-Oki earthquake, and data sampling area. (b)Magnitude distribution of the sampled data. (c)Cumulative earthquake frequency for each magnitude threshold. The clustered activities are removed.



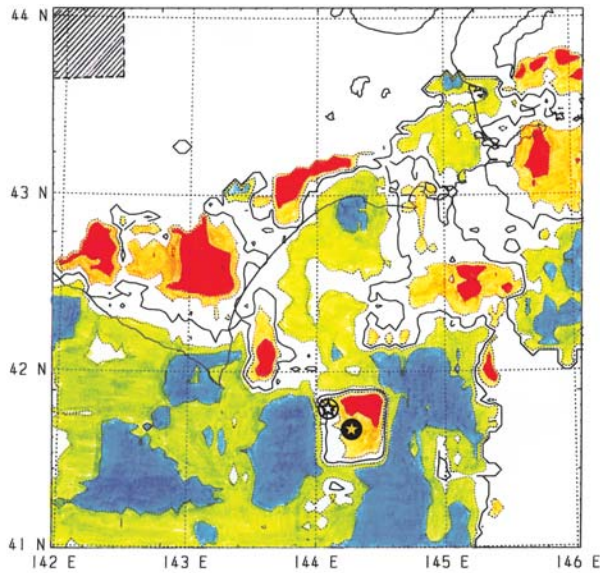
第2図 (a)地震活動変化の空間パターン。前期96ヶ月(1990.6.26~1998.6.25),後期63ヶ月(1998.6.26~2003.9.26の地震直前まで)の地震発生率比から、静穏化域(緑:80%以下,青:50%以下)、活性化域(橙:120%以上,赤:150%以上)を塗り分けた結果。(b)Yagi(2004),Miura et al.(2004)による地震時すべり分布。(c)青井(2004)による地震時すべり分布。(d)宮崎・加藤(2004)による地震時すべり分布。(e)同余効すべり分布。

Fig.2 (a)Spatial pattern of the seismicity rate change compared between the former period (1990.6.26 - 1998.6.25) and the latter one (1998.6.26 - 2003.9.26). Red: greater than 150%, orange: greater than 120%, green: less than 80%, blue: less than 50%. (b)Slip distribution at the major event given by Yagi(2004), and Miura et al.(2004). (c)The similar result given by Aoi(2004). (d)The similar result given by Miyazaki and Kato(2004). (e)After-slip distribution given by Miyazaki and Kato(2004).

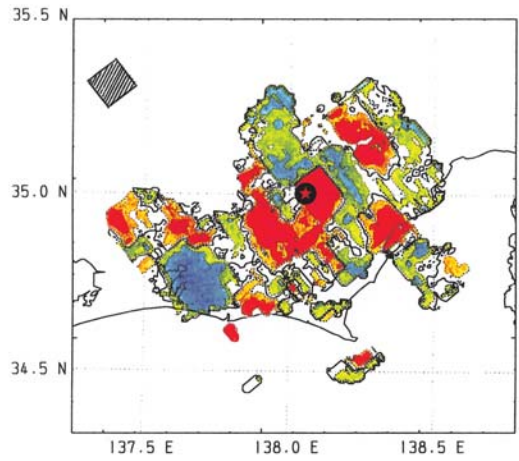


第3図 (a) 第2図(a)と同じ。(b)M3.0以上の地震で描いた地震活動変化パターン。(c)二重深発地震面上面の地震(M2.5以上)だけで描いたパターン。(d)静穏化後の5年間を1年区切りで描いたパターン。

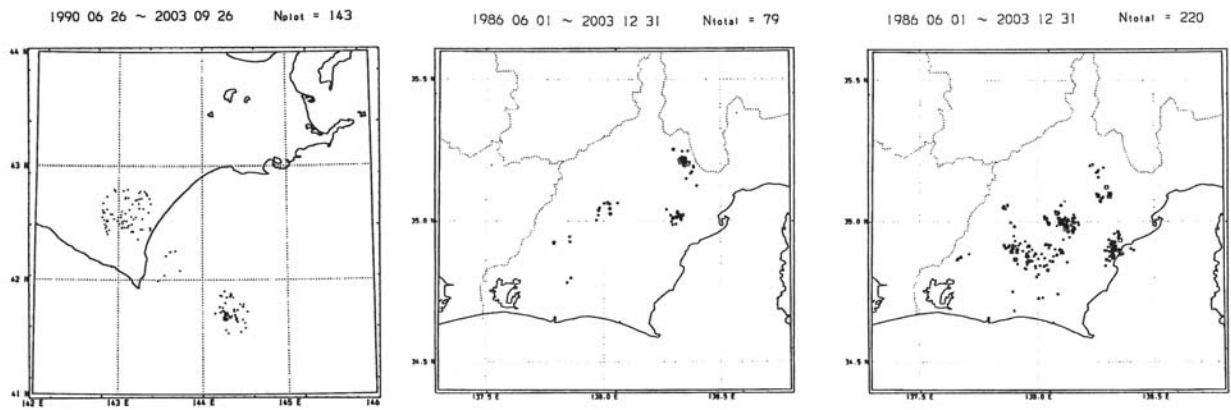
Fig.3 (a)The same as Fig.2(a). (b)The similar spatial pattern as (a), excepting a different magnitude threshold of M3.0. (c)The similar pattern obtained by sampling those earthquakes belonging the upper seismic plane within the slab. (d)The similar pattern for each successive year preceding the major earthquake.



(a)



(b)



(c)

(d)

(e)

第 4 図 (a) 第 2 図 (a) と同じ。白星は十勝沖地震の震源。黒星は、2001 年 10 月のプレート境界付近の地震。(b) 東海
の地震活動変化パターン。黒星は、1996 年 10 月のプレート境界付近の地震。(c) 十勝沖の活性化域におけるマグニ
チュード分布の変化。白三角、黒三角は、それぞれ、静穏化前、後。(d) 東海の上盤活性化域におけるマグニチュード
分布の変化。(e) 同下盤活性化域におけるマグニチュード分布の変化。

Fig.4 (a)The same as Fig.2(a). The open star is the epicenter of the major earthquake. The solid star is the earthquake occurred
neighboring the plate boundary in Oct. 2001. (b)The similar pattern obtained for the Tokai region. The solid star is the
earthquake occurred neighboring the plate boundary in Oct. 1996. (c)Comparison of magnitude distributions for the
activated zones. The open and solid triangles correspond to those before and after the seismicity pattern change in 1989,
respectively. (d)The similar result for the upper seismic layer in Tokai. (e)The similar for the lower seismic layer in Tokai.