

## 5-7 静岡県中部の地震 (2001年4月3日 M5.1)

### The M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001

気象庁地震予知情報課

Earthquake Prediction Information Division, Japan Meteorological Agency

2001年4月3日に静岡県中部でM5.1の地震がフィリピン海プレート内(深さ33km)で発生し、余震を伴った。この地震の発震機構はP波初動解は正断層成分を持つ横ずれ断層型、CMT解は正断層型と異なっているが、いずれもほぼ東西方向に張力軸を持つ型だった。このことはこの地震は東海地域のフィリピン海スラブ内で一般的に見られる東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で破壊が始まったが、それに続く主破壊は正断層型だったことを示している。この地震のモーメントマグニチュード( $M_w$ )は5.3だった(第1図)。

4月3日静岡県中部の地震(M5.1)に伴い天竜、川根、静岡、藤枝などの体積歪計にコサイスマックなステップ状の変化の後にゆっくりとした伸びの変化が現れたが、しだいに通常のレベルに戻った(第2図)。

第3図に静岡県中部に発生した過去の地震と今回の地震の震度分布の比較を示した。過去の震度分布の例はM6クラスの地震のものであるが、今回の地震はM5.1と規模が小さい割に、最大震度は5強(静岡市曲金)と大きかった。ただし、過去の地震の震度は体感震度であるのに対し、今回の地震の場合は震度計による震度で、かつ観測点も大幅に密になっていることに注意する必要がある。1917年M6.3の地震の場合は、資料が少なく他の地震との比較は難しい。

今回の静岡県中部の地震に伴ない余震域以外にその周辺のフィリピン海スラブ内で地震活動が誘発された。第4図の震央分布図に示した余震域の南東側の多角形で囲まれた領域(領域a)では本震発生と共に地震が急に増えて数日間本震前に比べて地震が多かったが、しだいに減少した。この震央分布図の領域aと余震域を除いた領域では今回の地震前後で地震回数に特に変化は見られず、コンスタントに地震が発生していた。

第5図に今回の静岡県中部の地震により東海地域で地震が発生しやすくなったかどうかを見るために、クーロン破壊応力の変化( $\Delta CFF$ )を計算した。 $\Delta CFF$ が正の領域では地震が発生し易くなり、負の領域では地震が発生し難くなることになる。本震を北西-南東方向の走行を持つ東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型とした。本図の上図では本震の影響を受ける対象となる地震をフィリピン海スラブ内で良く見られる北東-南西方向の走行を持つ東西引張の横ずれ断層型と仮定し、下図では対象の地震を北西-南東方向の走行を持つ同様なタイプの断層型と仮定した。断層の長さを短く仮定したので、 $\Delta CFF$ のパターンは両者でほとんど差がない。フィリピン海スラブ内では今回の静岡県中部の地震の発生により駿河湾北部の西岸付近と駿河湾では地震が起き難くなり、駿河湾北部西岸を除いた静岡県内陸部では地震が起き易くなるという結果になった。

次に第6図は静岡県中部の地震の余震の減衰とb値について調べた結果である。Mの下限は1.8にとつてある。本震後、2001年4月24日までの余震の減衰を示すp値は1.04で、余震活動は順調に減衰していると言える。大きい余震に対する小さい余震の割合を表すb値は0.72で日本の内陸部で発生する地震の余震の標準的b値(およそ1.0)に比べ、やや小さい。第7図は今回の静岡県中部の地震と1996年10月5日の川根付近の地震(M4.3)<sup>1)</sup>の余震の減衰を調査したものである。今回の地

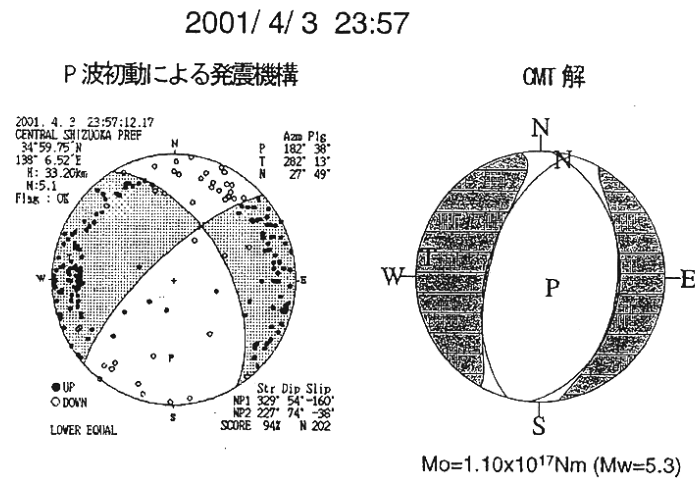
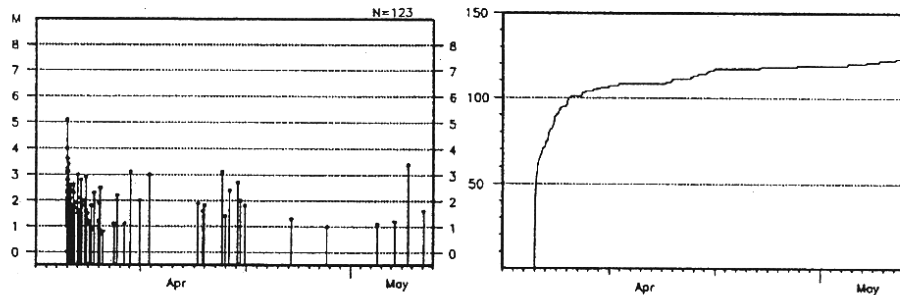
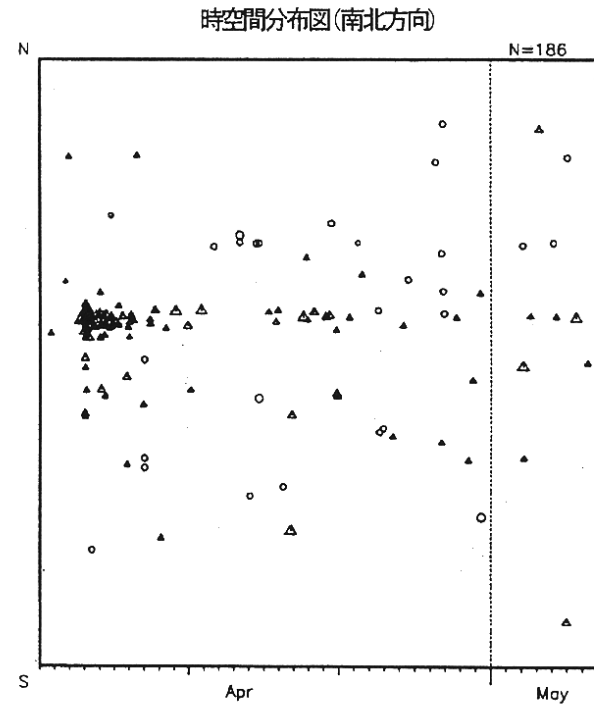
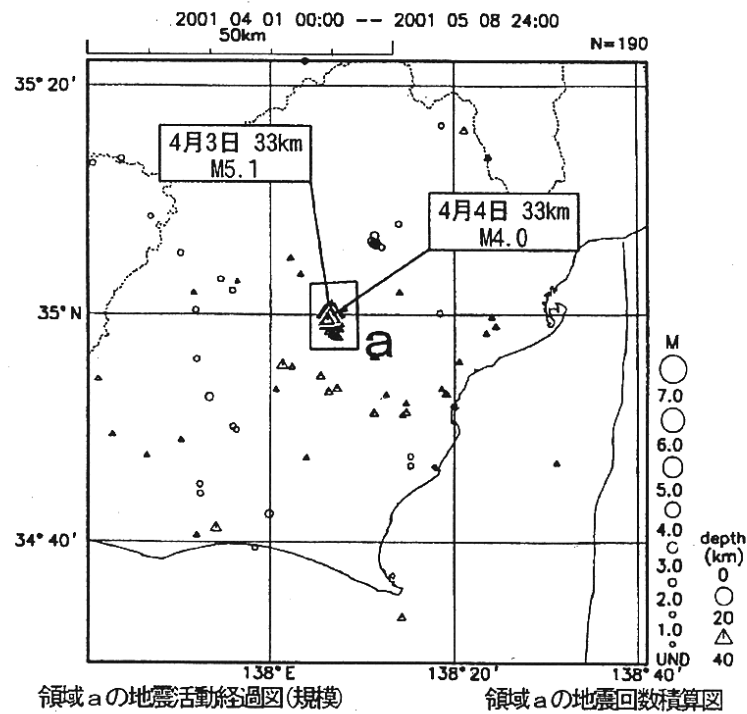
震の余震のMの下限を2.4とするとpは1.06となり、1996年川根付近の地震の余震のMの下限を1.6にとるとpは1.06となるので、今回の地震の余震は川根付近の地震と同じように減衰していることが判る。

第8図で静岡県中部の今回の地震活動と1996年10月の川根付近の地震活動の比較を行った。用いた震源は距離ウェイトを考慮して再計算を行ったものである。震央分布図の領域aでは1996年の川根付近の地震の余震が減衰した後も時々活動が見られるが、1998年頃と2000年中頃から今回の地震発生までの間は地震が少なかった。1996年の川根付近の地震の活動域(b領域)より今回の地震の活動域(c領域)のほうが5kmほど深い。第9図の静岡県中部を西北西から東南東方向に切った断面図から、今回の地震の活動域(黒塗りの地震)と1996年川根付近の地震の活動域(灰色の地震)の位置関係がわかる。川根付近の地震はフィリピン海スラブより上の上盤側で比較的地震が少ない場所で発生したが、今回の地震は川根付近の地震より深く、フィリピン海スラブ内の活動だった。第10図は新しい走時表を用い、観測点補正と観測点限定を行って今回の地震と川根付近の地震に絞って震源を再計算したものであるが、第9図より両者の活動域のまとまりが良くなっている。特に川根付近の地震の活動域のまとまりが良くなっている。

第11図に静岡県中部の過去の地震活動と主な発震機構を示した。今回の地震の近くでは1917年にM6.3、1935年にM4.6、1967年にM4.2などの地震が発生している。第12図は今回の地震に関連する発震機構解である。1996年10月5日に今回の地震のすぐ西の川根直下で発生したM4.3の地震は、上盤側のプレート境界に近い場所で発生した。この地震は今回の地震と同じ正断層型だったが、張力軸の方向が北北西-南南東方向で今回の地震のほぼ東西方向とは異なっていた。

#### 参 考 文 献

- 1) 気象庁地震予知情報課：静岡県中部の1996年10月5日の地震(M4.4)及びそれに関連した地震活動について、連絡会報，57(1997)，376-381.

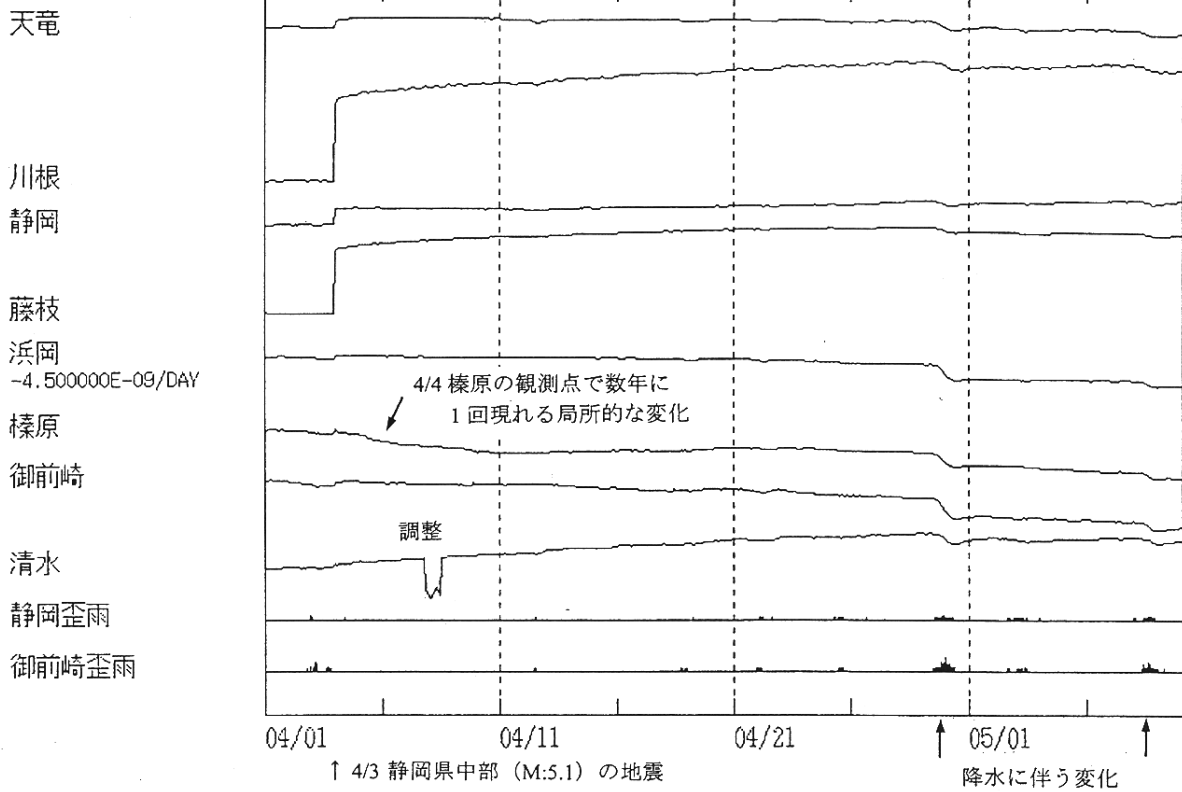


第1図 静岡県中部の地震活動  
Fig.1 Seismic activity in the central Shizuoka prefecture.

# 体積歪変化（補正分値）

2001/04/01 00:00 -- 2001/05/10 00:00

EXP. 5.0E-07 strain  
20.0 mm/10min

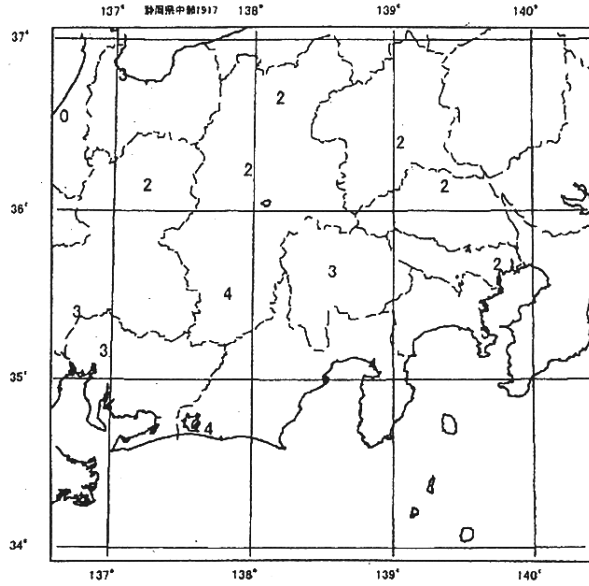


第2図 2001年4月3日の静岡県中部の地震（M5.1）に伴う体積歪変化

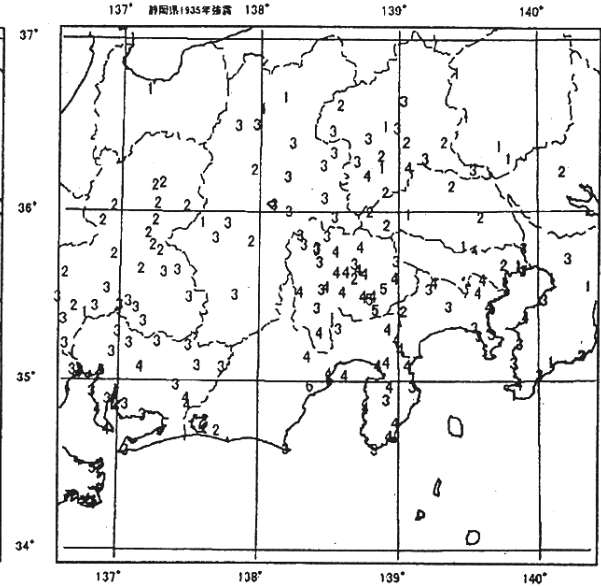
Fig.2 Volumetric strain change caused by the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001

1917年5月18日 (M6.3)

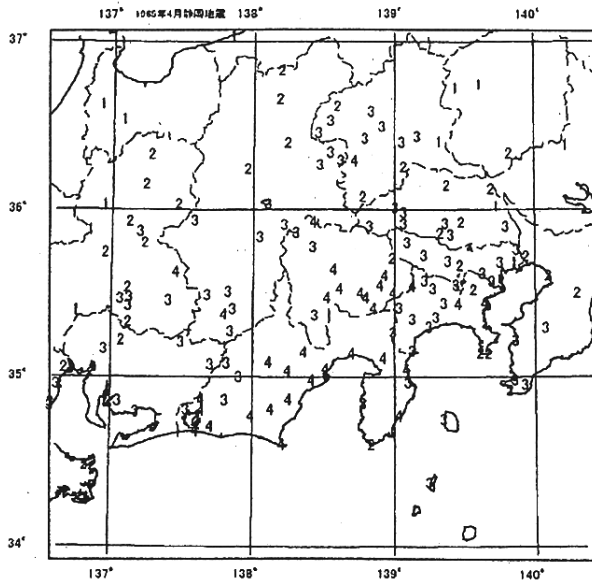
気象官署のみ



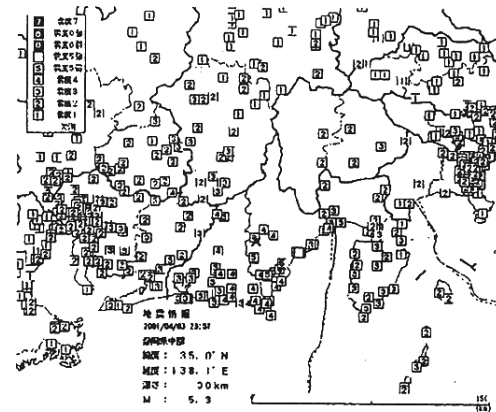
1935年7月11日 (M6.5)



1965年4月20日 (M6.1)

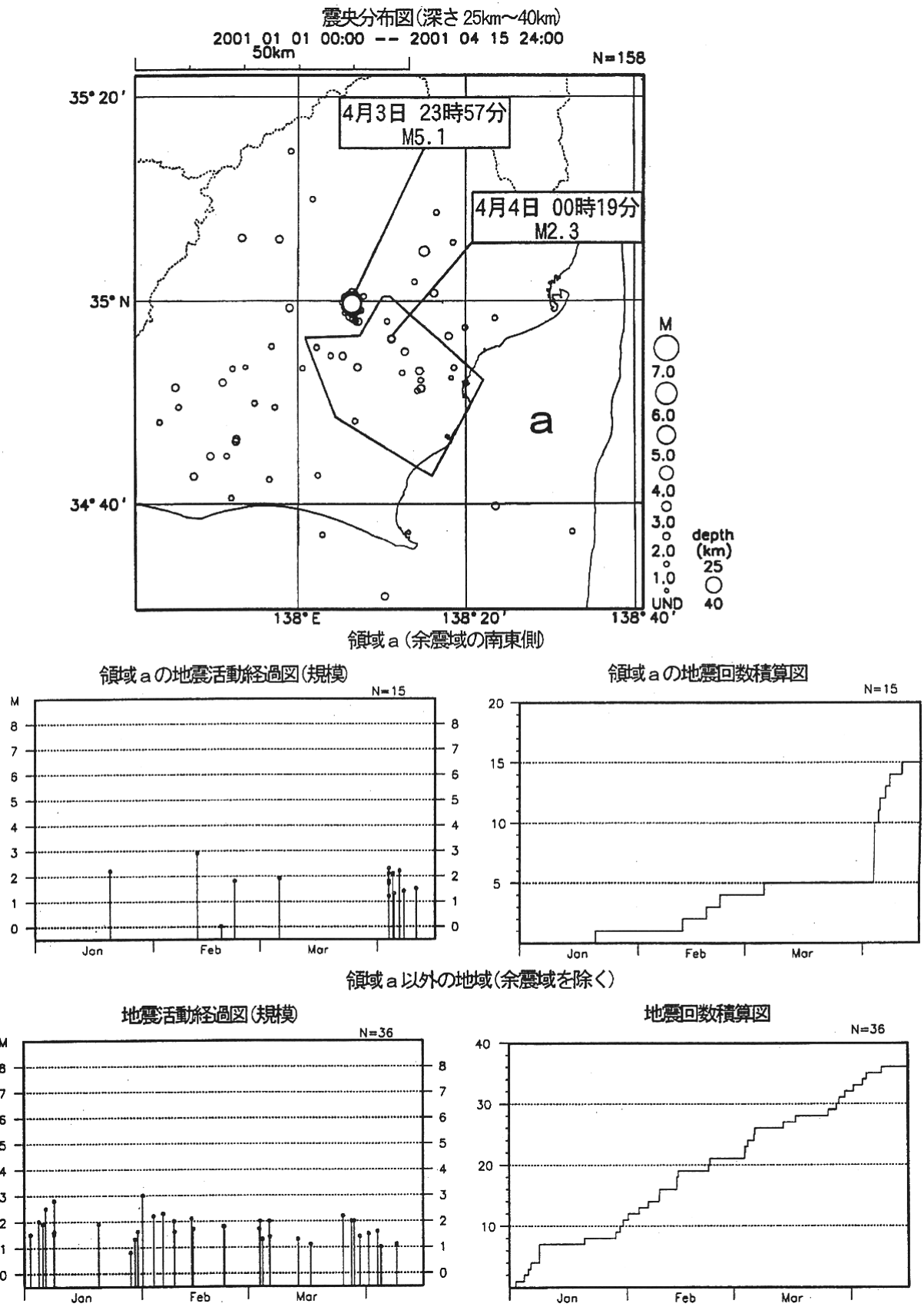


2001年4月3日 (M5.1)



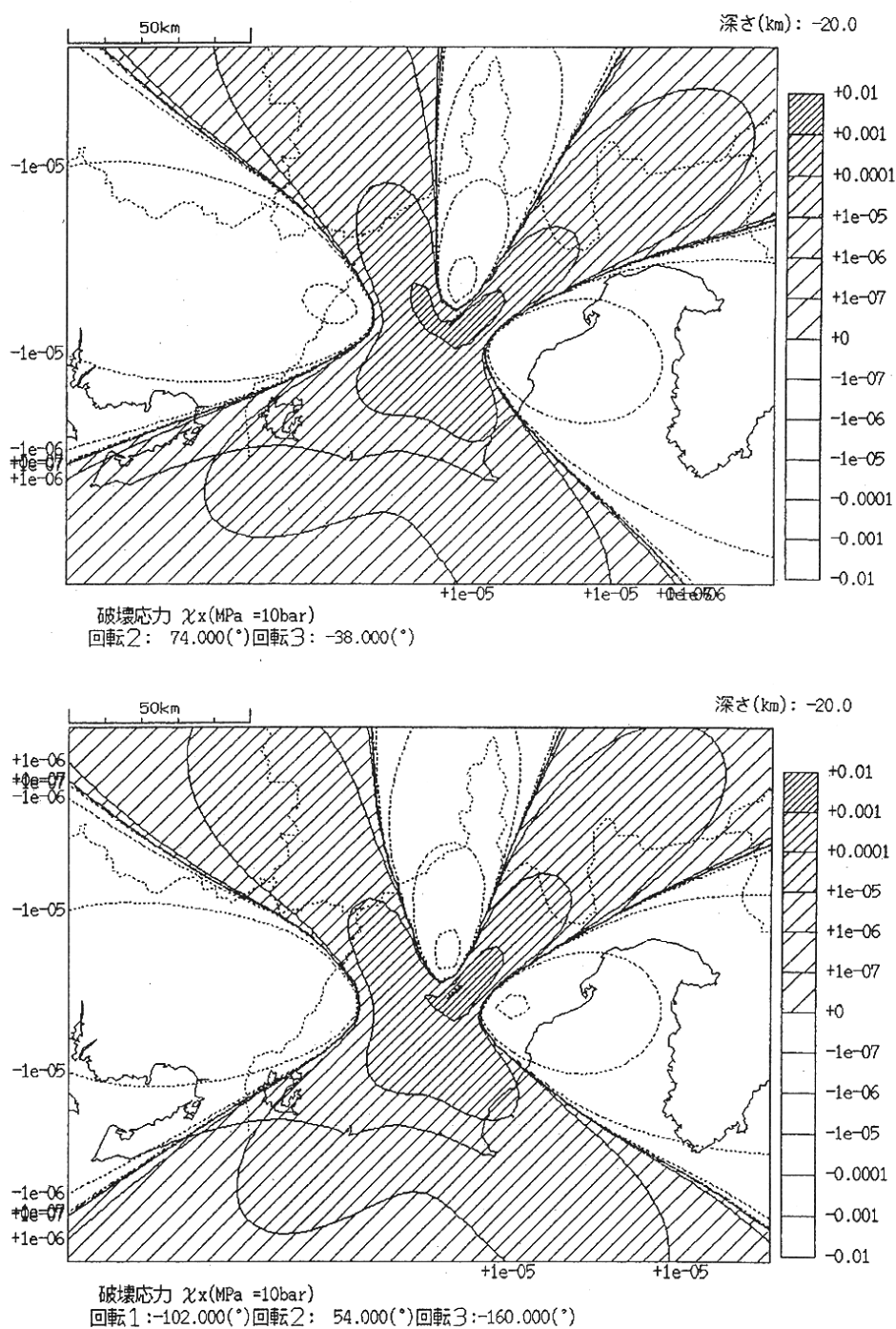
第3図 静岡県中部に発生した過去の地震の震度分布の比較

Fig.3 Comparison of distribution of seismic intensity maps of the earthquakes occurring in the central Shizuoka prefecture.



第 4 図 2001 年 4 月 3 日の静岡県中部の地震の余震域周辺の地震活動の比較  
Fig.4 Comparison of seismic activity in and around the aftershock area of the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001.

## 静岡県中部の地震(2001/4/3M5.1)の $\Delta CFF$



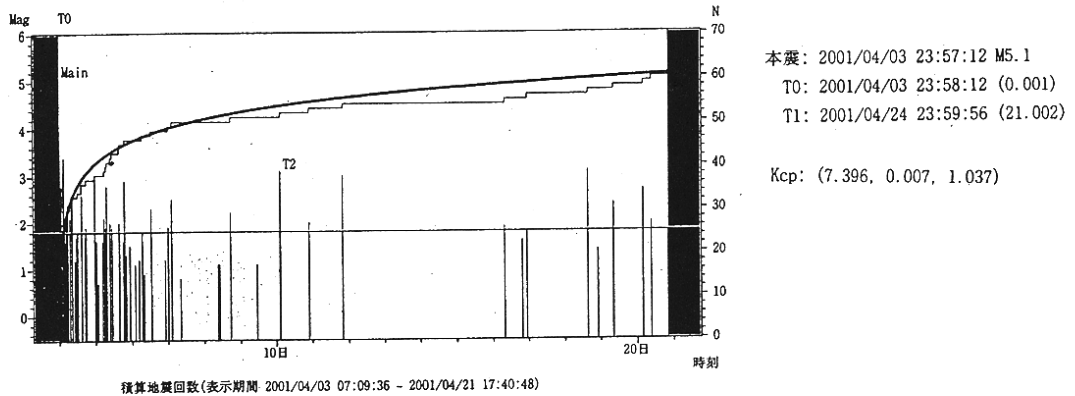
第5図 2001年4月3日の静岡県中部の地震(M5.1)による東海地域におけるクーロン破壊応力の変化

上図では対象となる地震を北東-南西方向の走行を持つ東西引張の横ずれ断層型と仮定し、  
下図では対象の地震を北西-南東方向の走行を持つ同様なタイプの断層型と仮定した。

Fig.5 Change of Coulomb failure function in the Tokai area caused by the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001.

In the upper figure, the focal mechanism of the objective earthquake is assumed to be strike-slip fault type with strike in NE-SW direction, and in the lower figure, the focal mechanism of the objective earthquake is assumed to be the same type as above with strike in NW-SE direction.

積算地震回数と改良大森公式に当てはめた時の理論曲線およびMT図

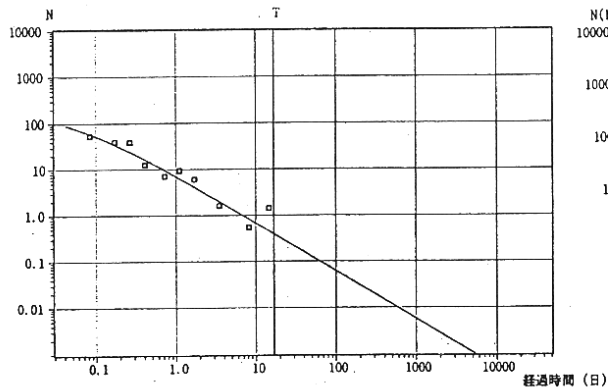


Mth は計算に使用したMの下限を示す。

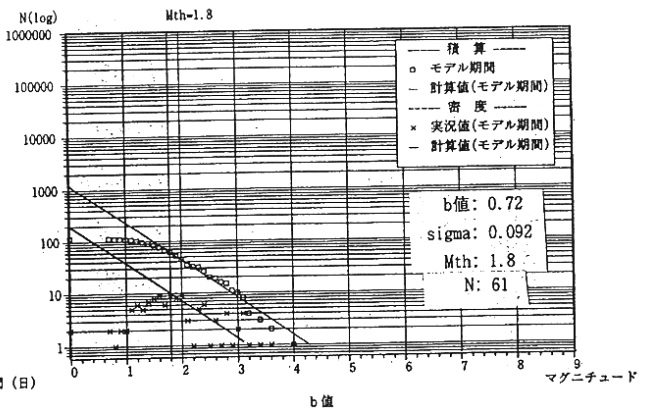
T 0はモデル開始時刻、T 1はモデル終了時刻、T 2は最大余震を示す。

1日あたりの地震回数

(経過時間、地震回数とも対数にとってある)



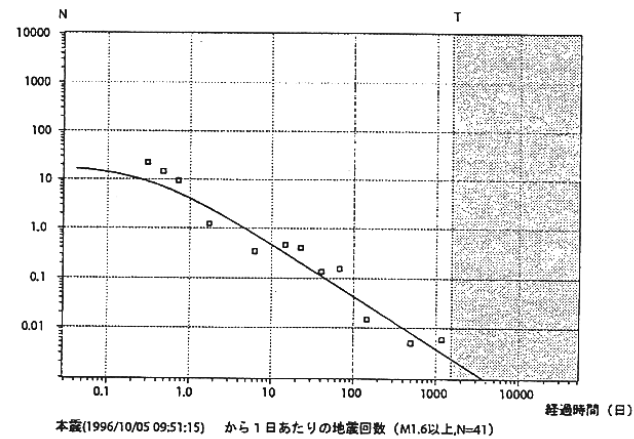
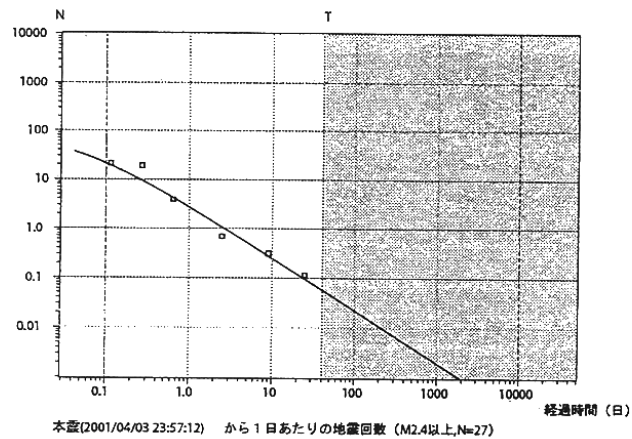
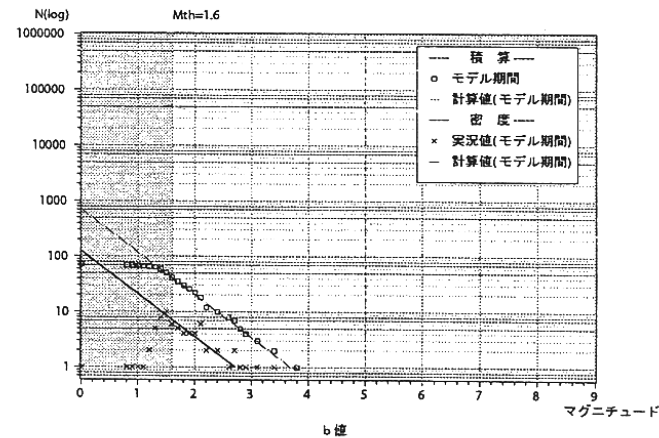
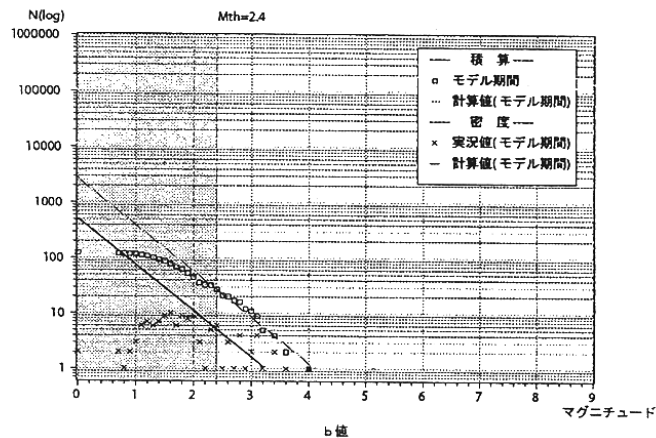
b 値の計算 (丸はMの大きいほうからの積算回数、  
バツはM毎の地震回数を示す)



第 6 図 2001 年 4 月 3 日の静岡県中部の地震 (M5.1) の余震の減衰と b 値

Fig.6 Decay of aftershock activity and b-value of aftershock of the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001.





モデル=6 大森1  
 本震のM=5.1  
 Mth=2.4  
 b=0.830000  
 Kcp=(2.860000,0.005000,1.056000)  
 Kcp2=(0.000000,0.000000,0.000000)

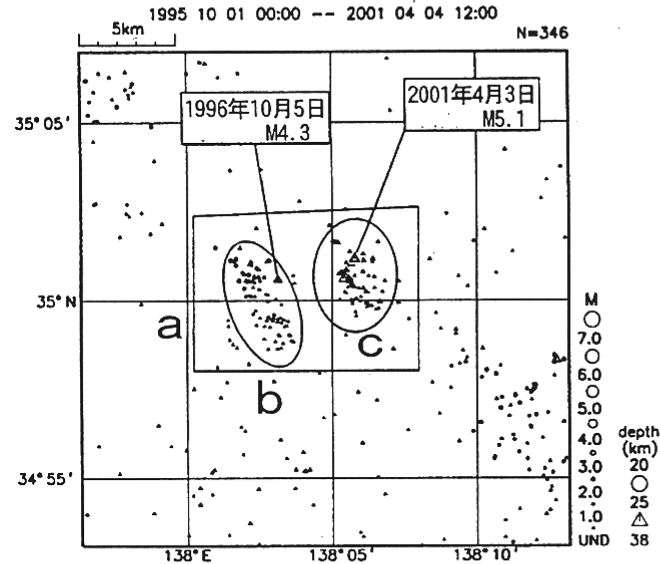
モデル=6 大森1  
 本震のM=4.3  
 Mth=1.6  
 b=0.770000  
 Kcp=(5.520000,0.261000,1.055000)  
 Kcp2=(0.000000,0.000000,0.000000)

第7図 2001年4月3日の静岡県中部の地震と1996年10月5日の川根付近の地震の余震の減衰

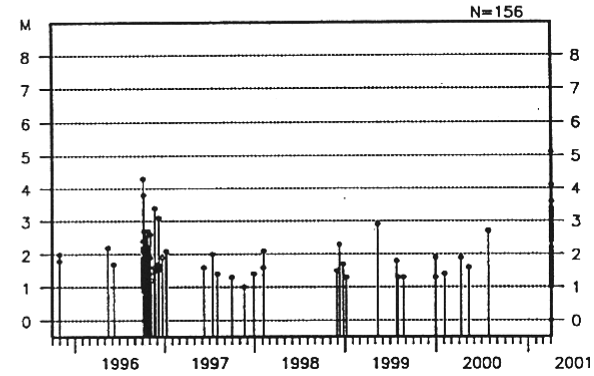
Fig.7 Decay of aftershock activity of the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001 and the M4.3 earthquake in the central Shizuoka prefecture(near Kawane) on October 5, 1996.

### 静岡県中部の地震活動(再計算震源(距離ウエートを考慮した震源計算、拡大図))

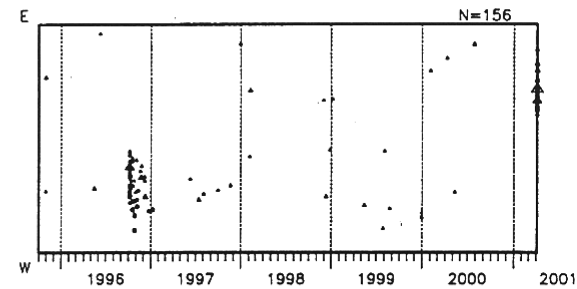
震央分布図(今回の地震と1996年10月の川根の地震の比較)



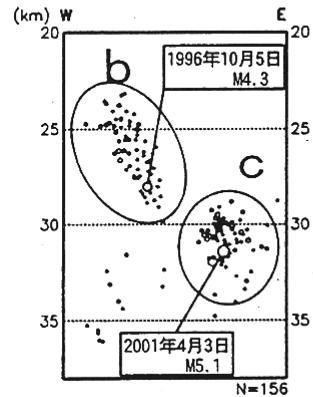
領域aの地震活動経過図(規模)



領域aの時空間分布図(東西方向)



領域aの断面図(東西方向)

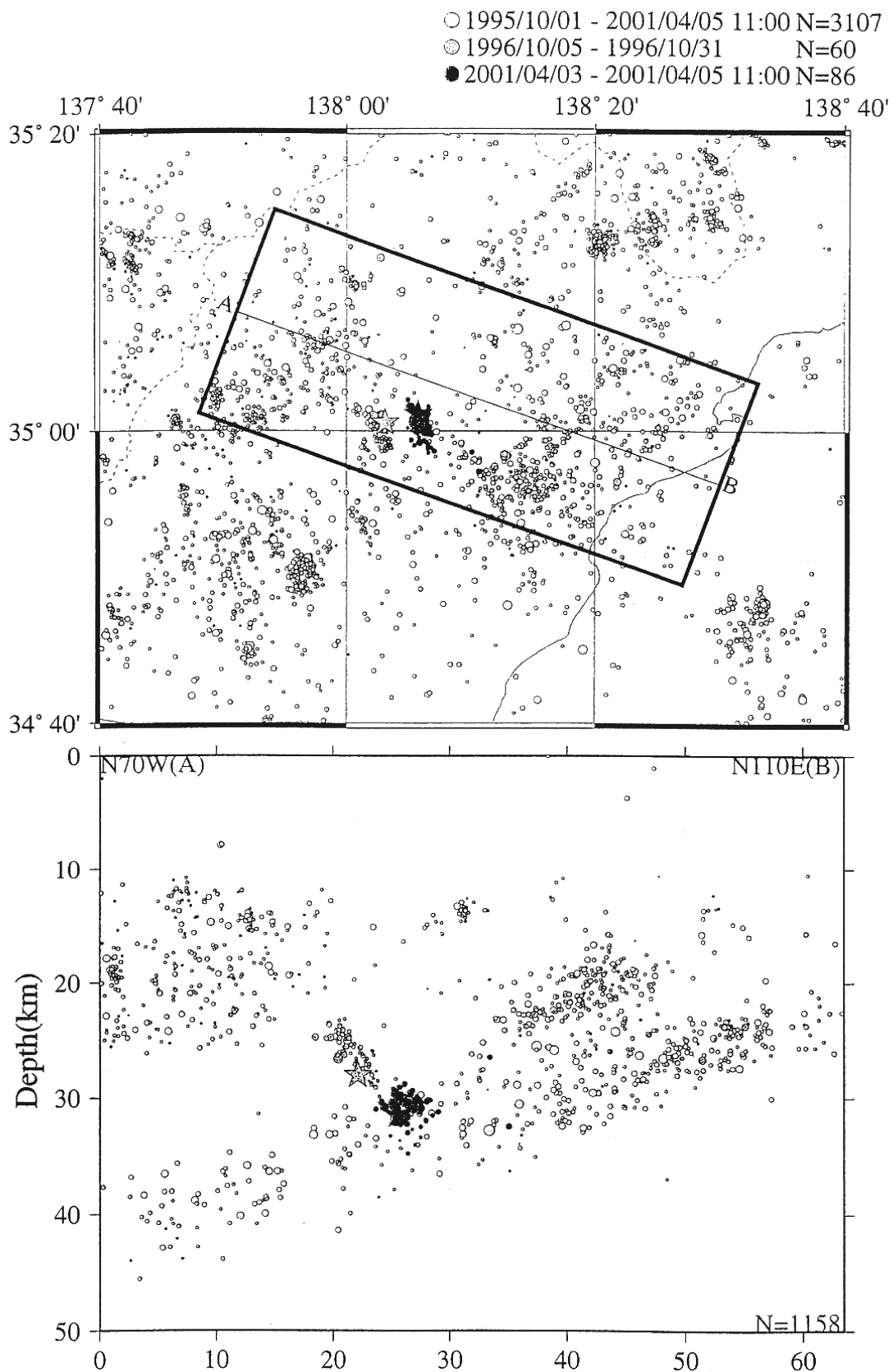


領域b : 1996年10月の川根の地震の活動域

領域c : 今回の地震の活動域

第8図 2001年4月3日の静岡県中部の地震と1996年10月5日の川根付近の地震の活動域の比較(1)

Fig.8 Comparison of aftershock area of the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001 with the M4.3 earthquake in the central Shizuoka prefecture(near Kawane) on October 5, 1996 (1).

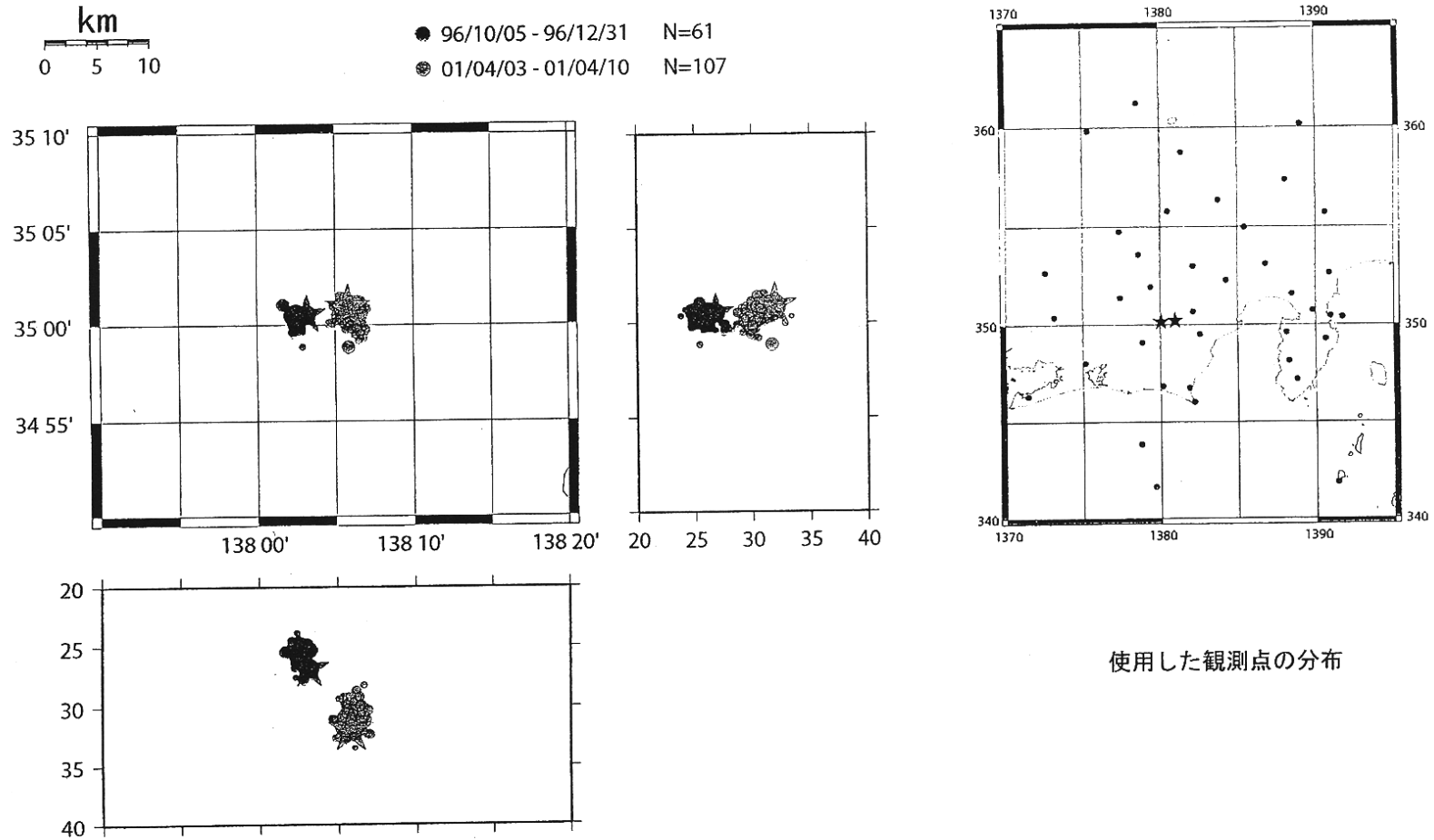


第9図 2001年4月3日の静岡県中部の地震と1996年10月5日の川根付近の地震の活動域の比較  
 (2)

Fig.9 Comparison of aftershock area of the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001 with the M4.3 earthquake in the central Shizuoka prefecture(near Kawane) on October 5, 1996  
 (2).

# 静岡県中部の地震活動

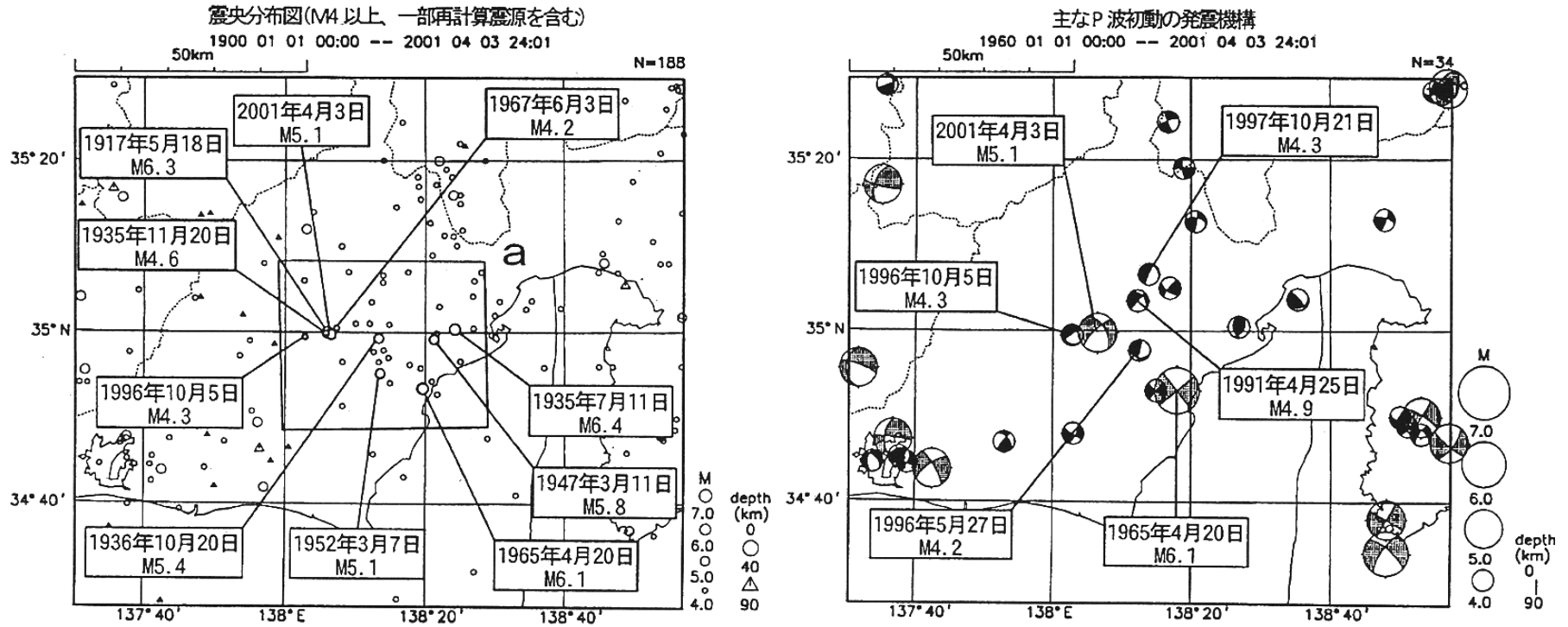
(新方式+補正+限定(共通))



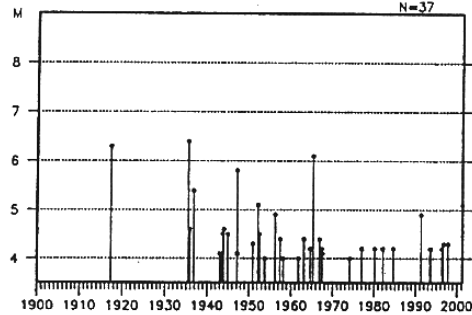
第 10 図 2001 年 4 月 3 日の静岡県中部の地震と 1996 年 10 月 5 日の川根付近の地震の活動域の比較 (3)

Fig.10 Comparison of aftershock area of the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001 with the M4.3 earthquake in the central Shizuoka prefecture(near Kawane) on October 5, 1996 (3).

# 静岡県中部の地震活動(過去の地震活動と主な発震機構)



領域aの地震活動経過図(規模)



※1925年以前の地震は宇津(1982、1985)を引用した。

第11図 過去の地震活動と主な発震機構

Fig.11 Past seismic activity and focal mechanisms of prominent earthquakes.

# 2001年4月3日の静岡県中部の地震に関連するメカニズム

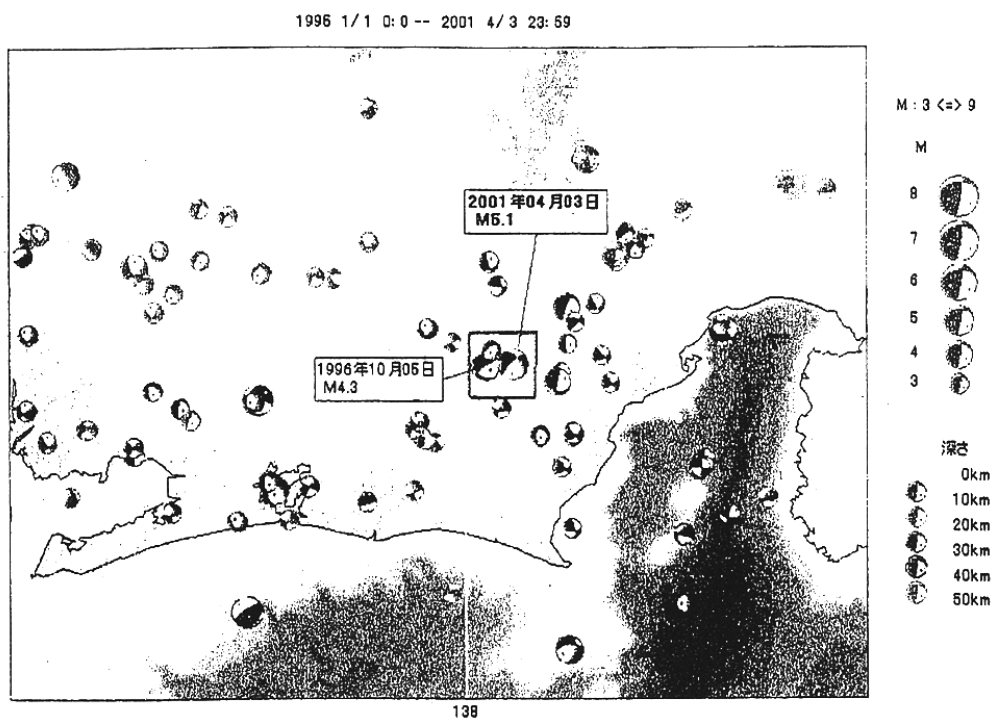


図1 1996年1月1日～2001年4月4日のメカニズム  
(月報メカニズムのほか、速報メカニズム、管区メカニズムを含む)

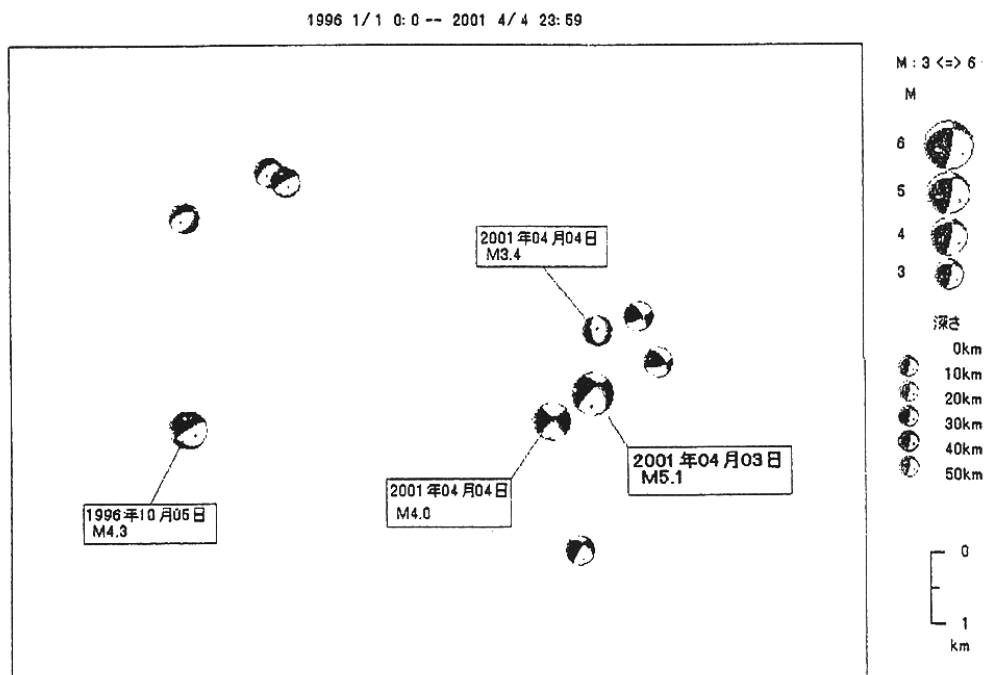


図2 図1の赤枠部分の拡大図  
(ただし、図1は確定解のみ。図2は参考解も含む)

第12図 2001年4月3日の静岡県中部の地震に関連する発震機構

Fig.12 Focal mechanism solution of earthquake occurring in the area around the M5.1 earthquake in the central Shizuoka prefecture on April 3, 2001.