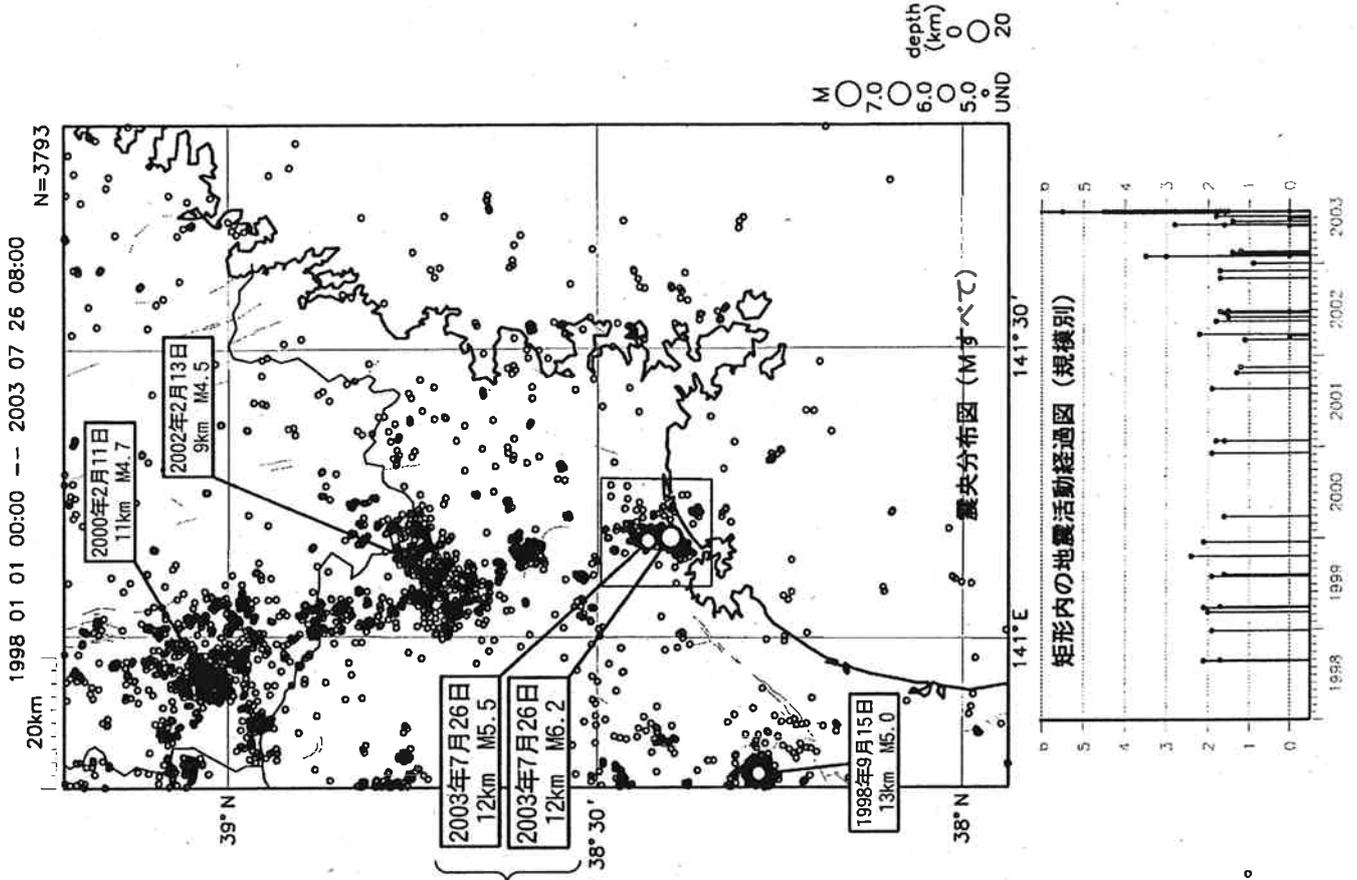


宮城県北部の地震活動の評価

- 7月26日0時13分頃に宮城県北部の深さ約10kmでマグニチュード(M)5.5の地震(最大震度6弱)、また、同日7時13分頃にはM6.2の地震(最大震度6強)が発生した(第115回地震調査委員会評価文「2003年7月26日宮城県北部の地震の評価」参照)。地震の発生の状況から、これまでの地震活動はM6.2の地震を本震とする前震-本震-余震型と考えられる。本震の発震機構は、東西方向に圧力軸をもつ逆断層型で、地殻内の浅い地震である。8月7日17時までの最大の余震は、7月26日16時56分頃のM5.3の地震(最大震度6弱)で、余震域の北端付近で発生した。その他、26日10時22分頃のM4.8の地震と28日4時8分頃のM5.0の地震では、最大震度5弱を観測した。
- GPS観測および水準測量の結果によれば、震源に近い矢本観測点〔宮城県桃生郡矢本町(ものうぐんやもとちょう)〕では、今回の地震(本震)に伴い南東方向に約15cm移動し、約10cm隆起したことが観測された。また、水準測量の結果からは、宮城県桃生郡鳴瀬町(なるせちょう)から矢本町にかけて最大で約15cmの隆起が見いだされた。本震の発震機構や余震活動の震源分布から推定される震源断層は、ほぼ南北走向、西傾斜の逆断層で、GPS観測結果および水準測量データから推定される断層モデルも、これとほぼ整合している。
- 現在までの現地調査によると、今回の地震と関係した地表地震断層は認められていない。
- 本震の震源過程の解析によると、大きなずれ破壊を起こした領域が断層面の浅いところにあったと推定されている。
- 余震活動は順調に減衰しており、8月7日17時から3日以内にM4.5以上の余震が発生する確率は、約20%と推定される。M4.5程度の余震が発生した場合、大きいところでは震度5弱程度の揺れになると推定される。また、M2.7(ほぼ震度1以上を観測する規模に相当)以上の余震の発生数は8月末頃には1日あたり1.5回程度になると推定される。

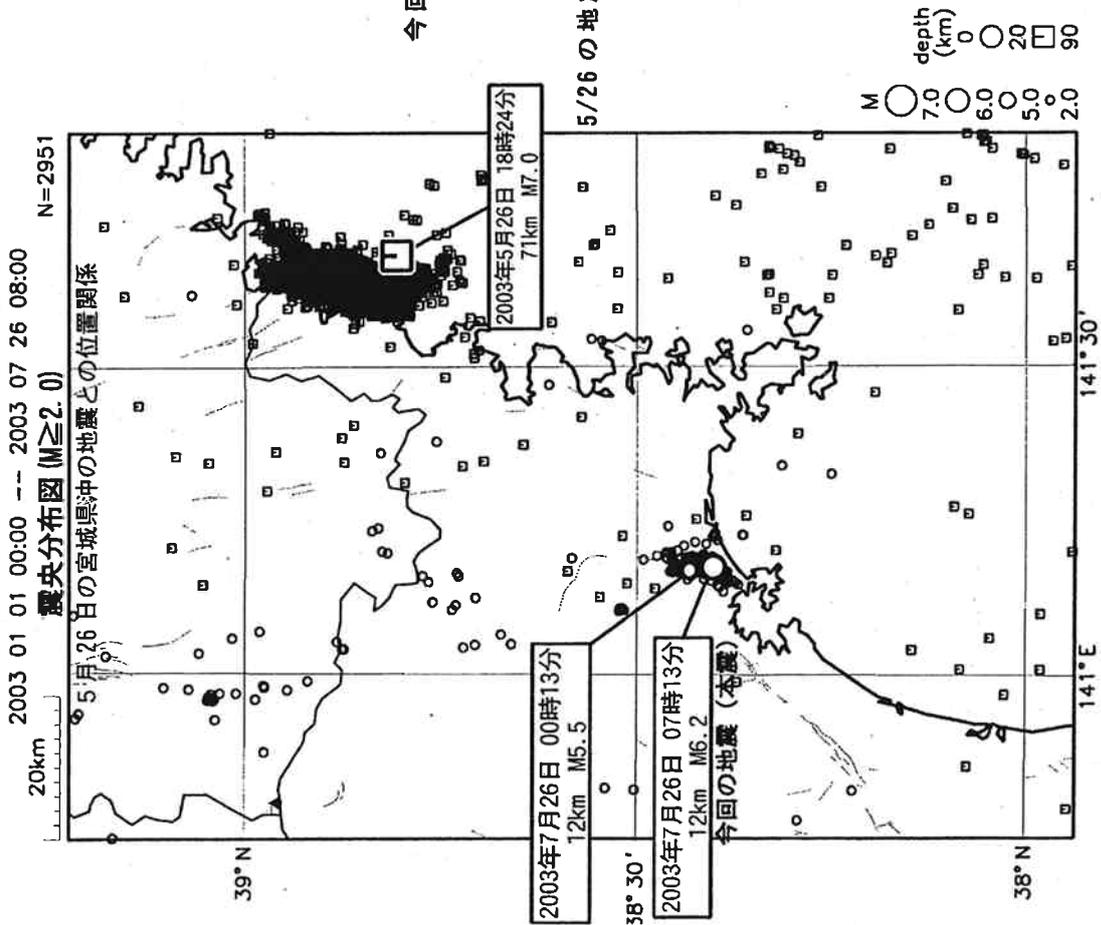
過去の浅い地震の発生状況



今回の地震

5/26の地震

宮城県北部の地震 (発生場所)

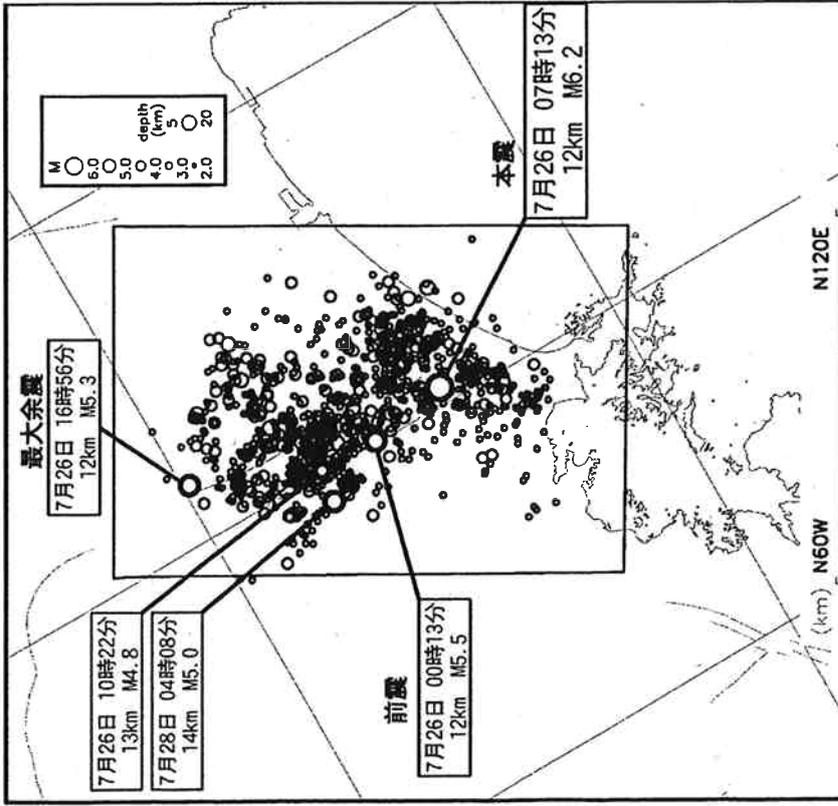


7月26日に宮城県北部の深さ12kmでM6.2(最大震度6強)の地震が発生した。

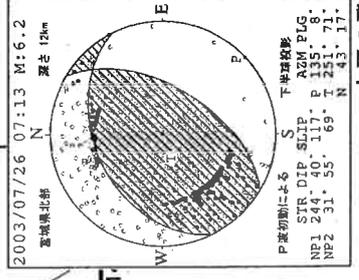
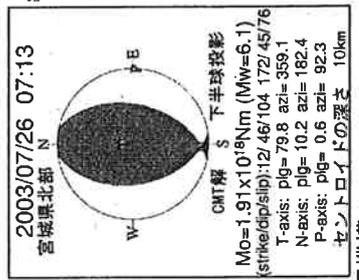
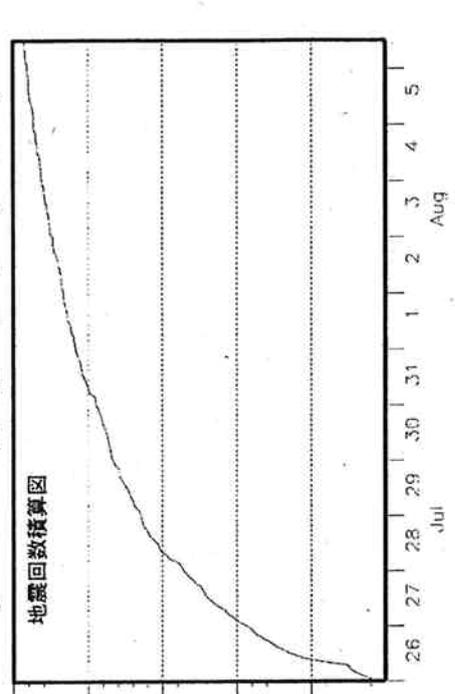
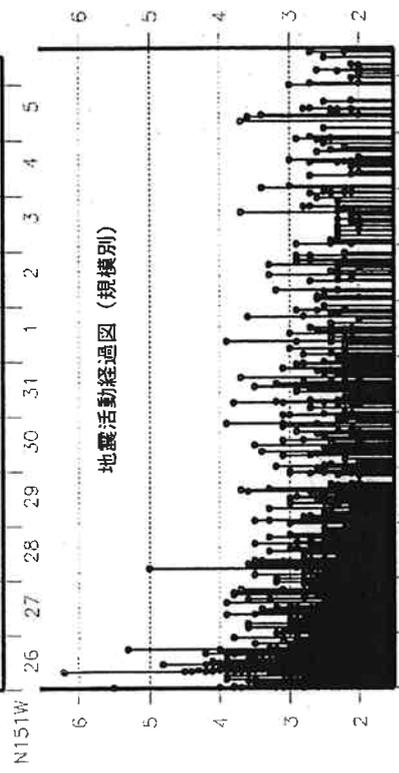
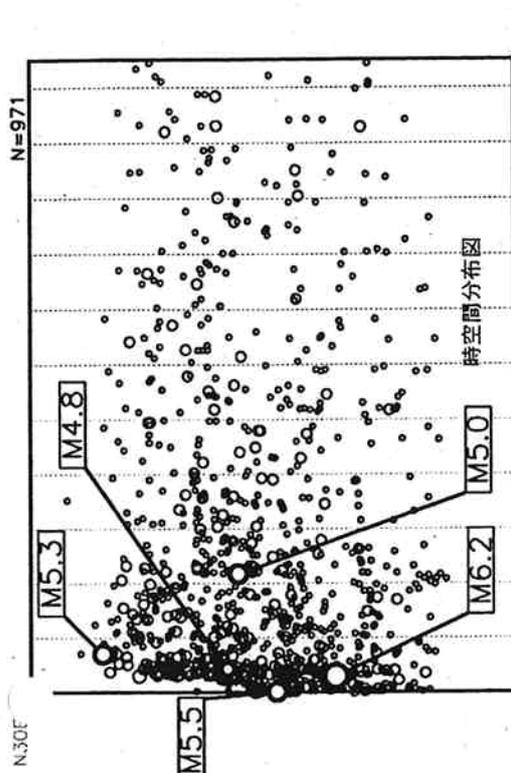
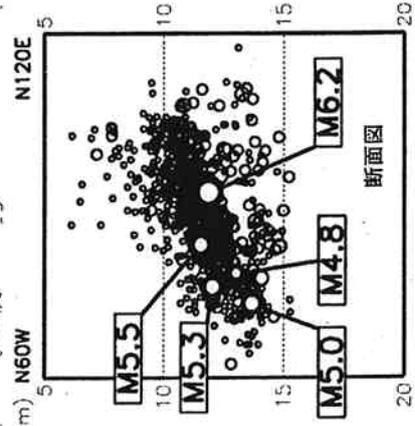
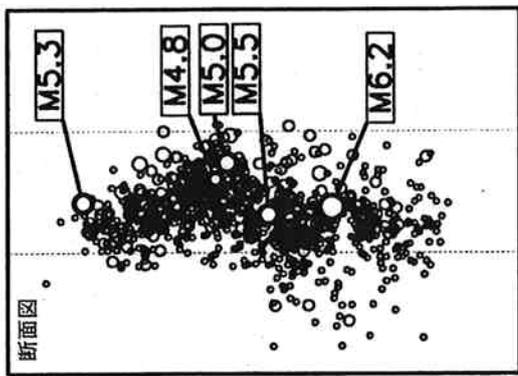
宮城県北部の地震 余震活動の状況

2003 07 26 00:00 -- 2003 08 06 12:00
震央分布図 (M₀≥2.0)

5km



地震活動は、前震-本震-余震型で推移し、余震活動は減衰傾向にある。



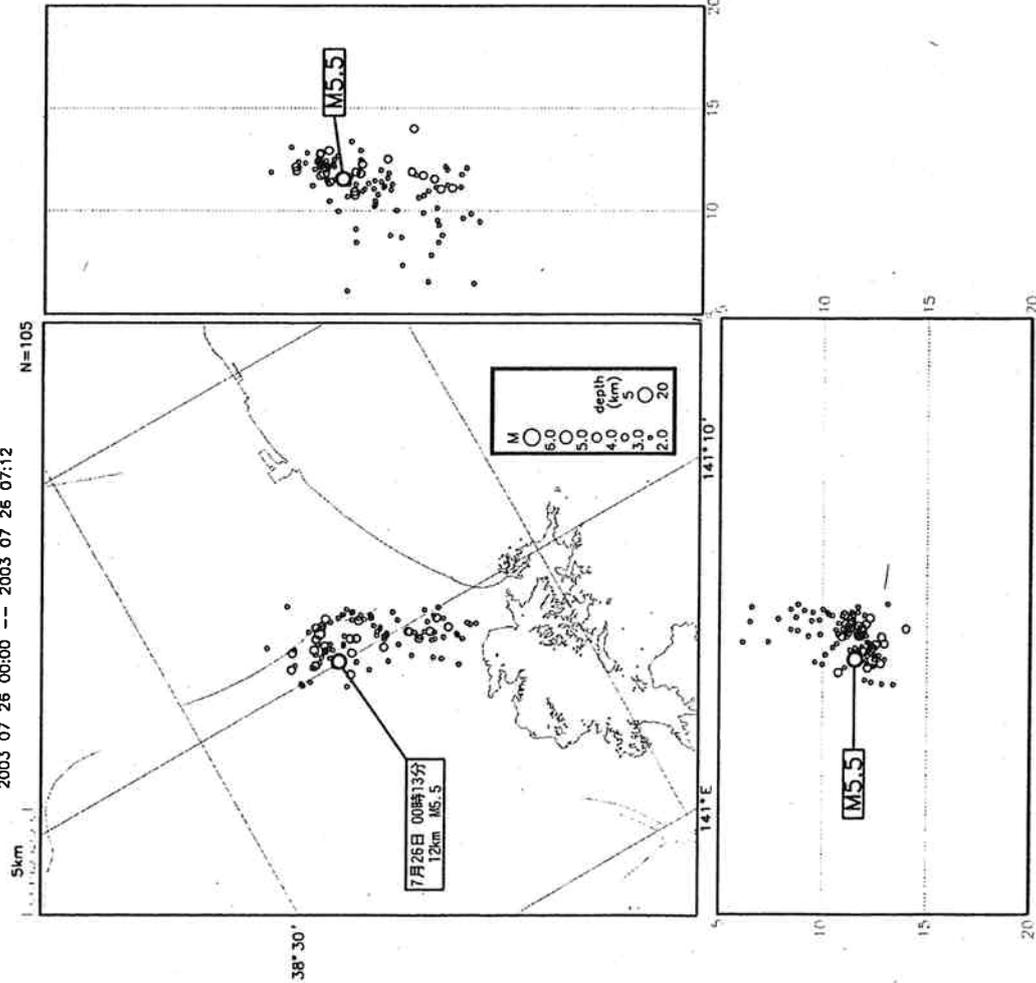
本震の発震機構

期間別の余震分布 (M ≥ 2.0)

前震 - 本震発生前まで

2003 07 26 00:00 -- 2003 07 26 07:12

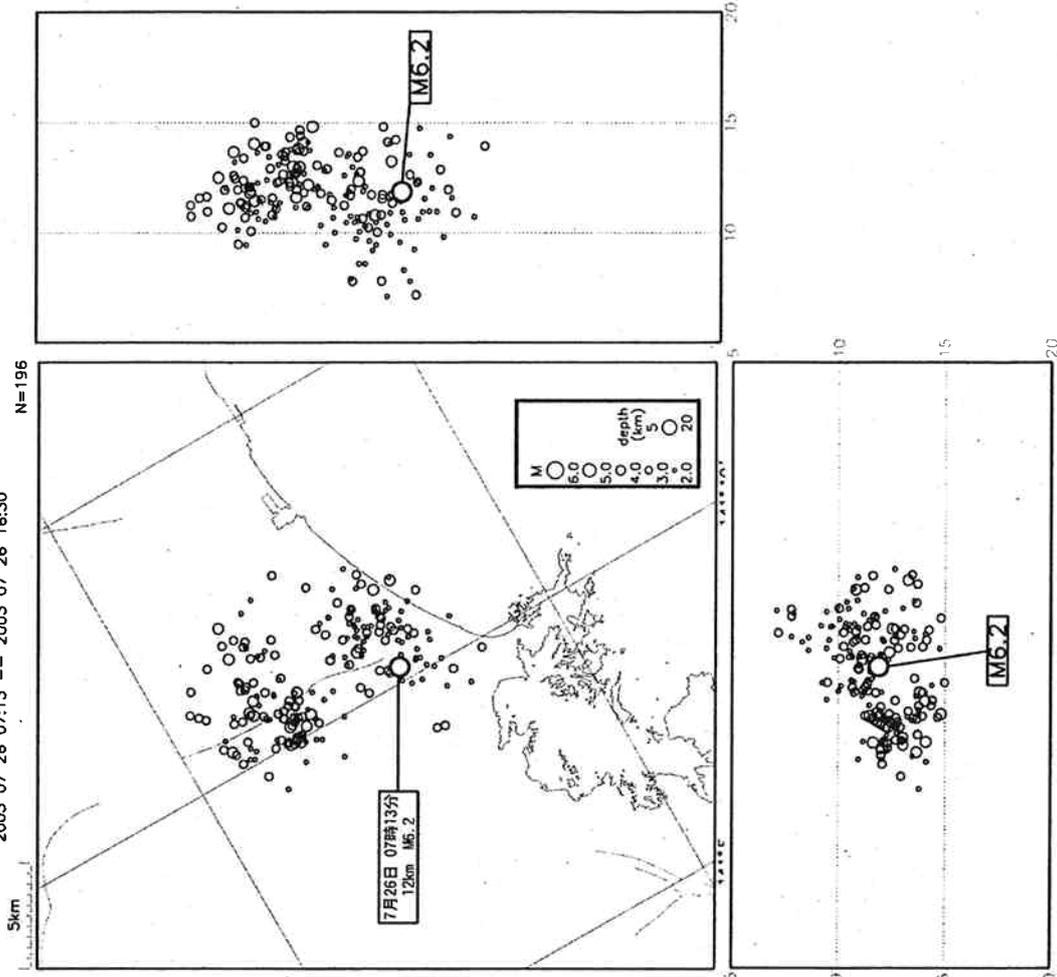
N=105



本震 - 最大余震発生前まで

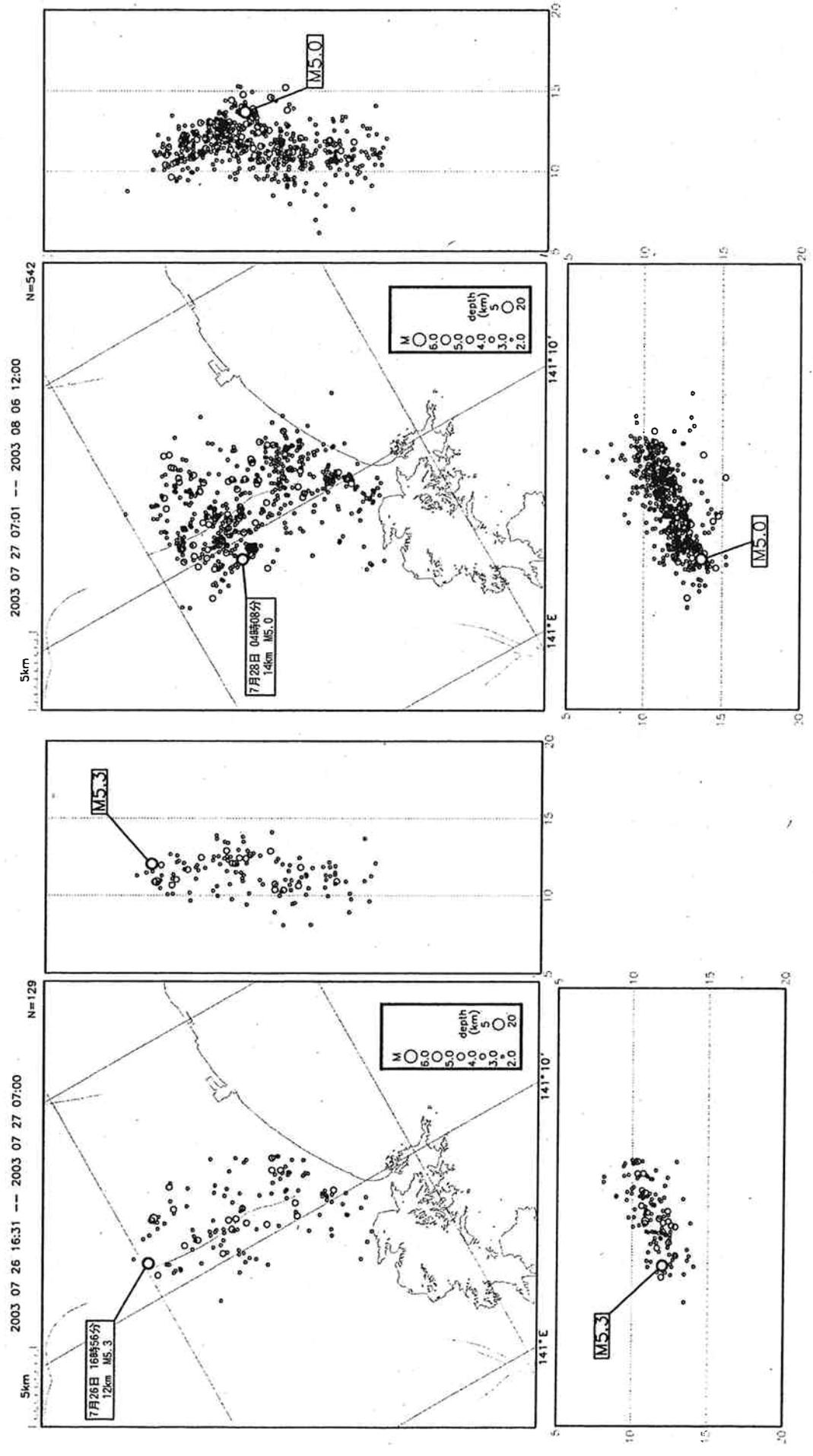
2003 07 26 07:13 -- 2003 07 26 16:30

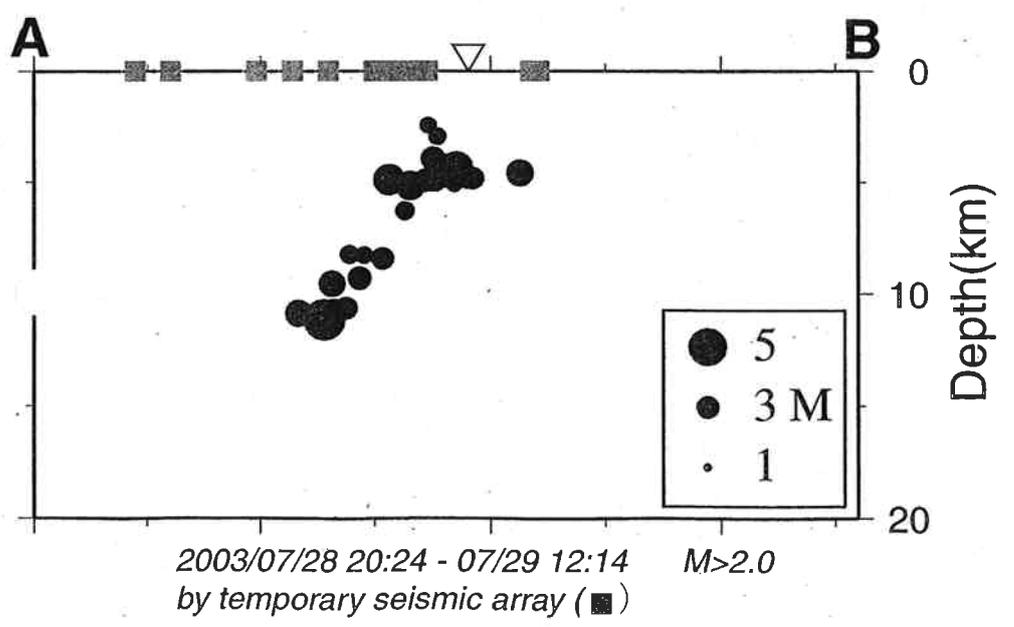
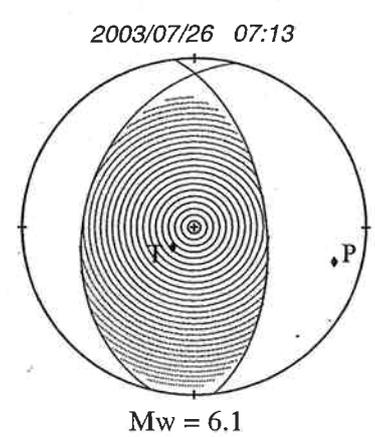
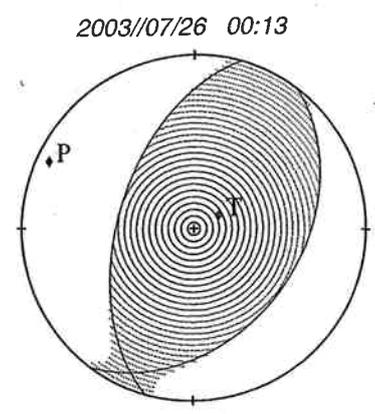
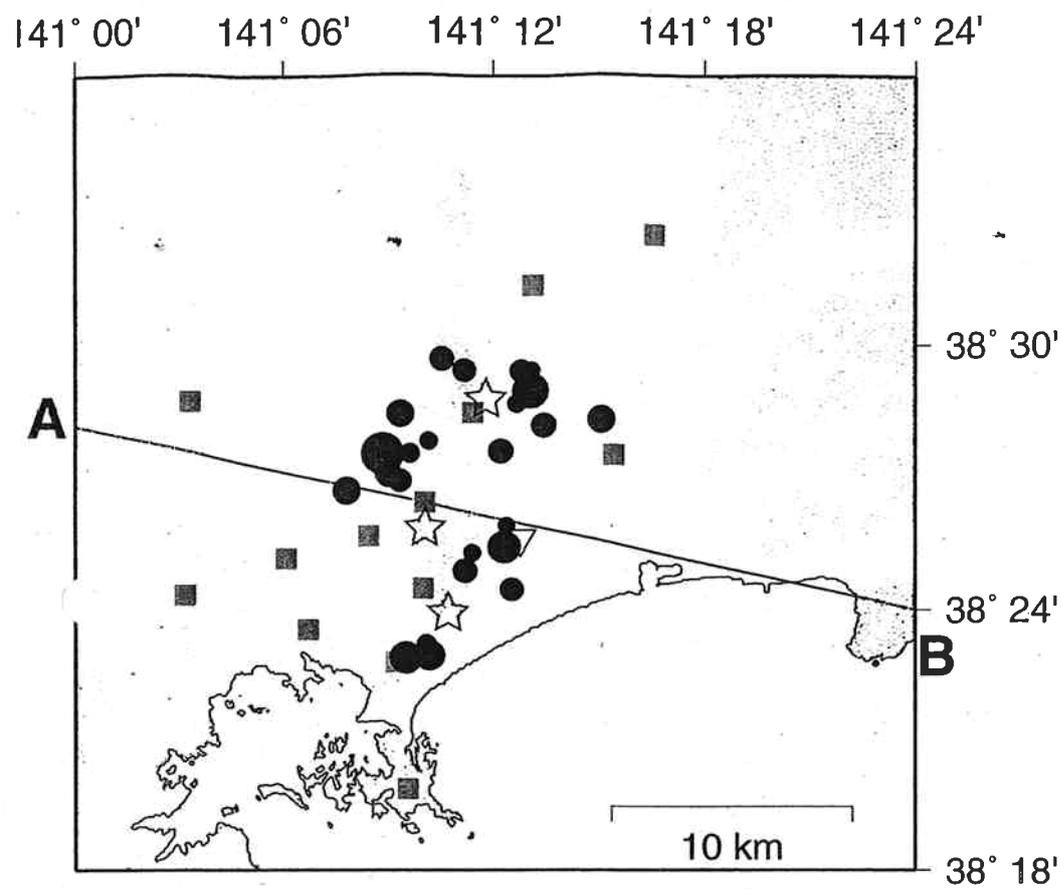
N=196



本震発生後の余震分布は、前震から本震までの震央分布を囲むように発生している。

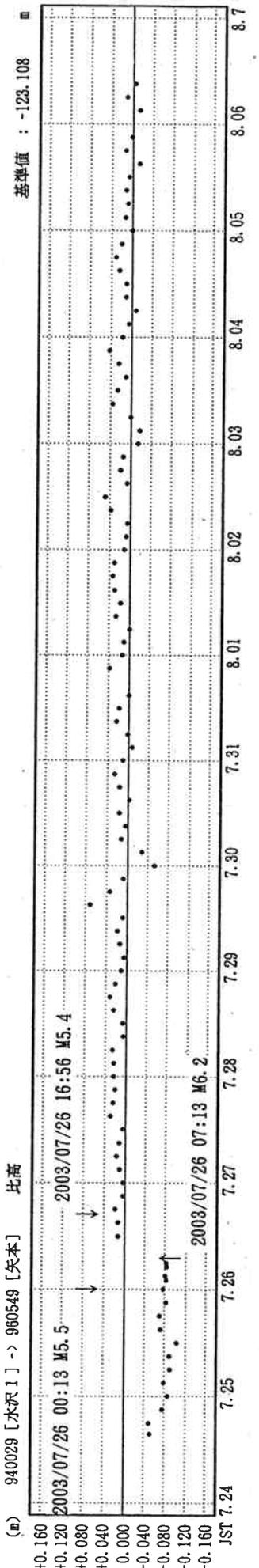
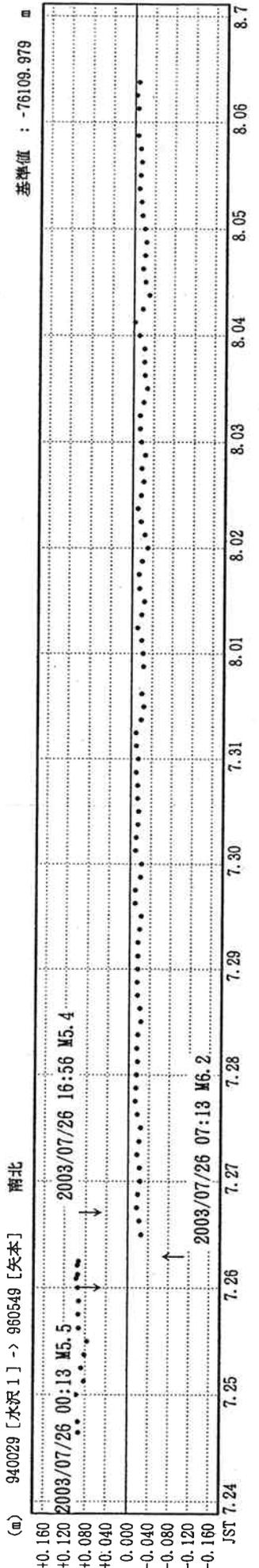
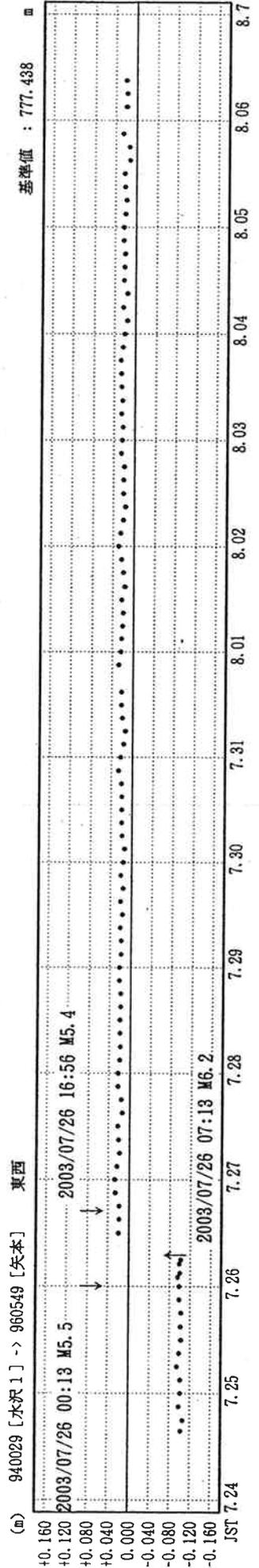
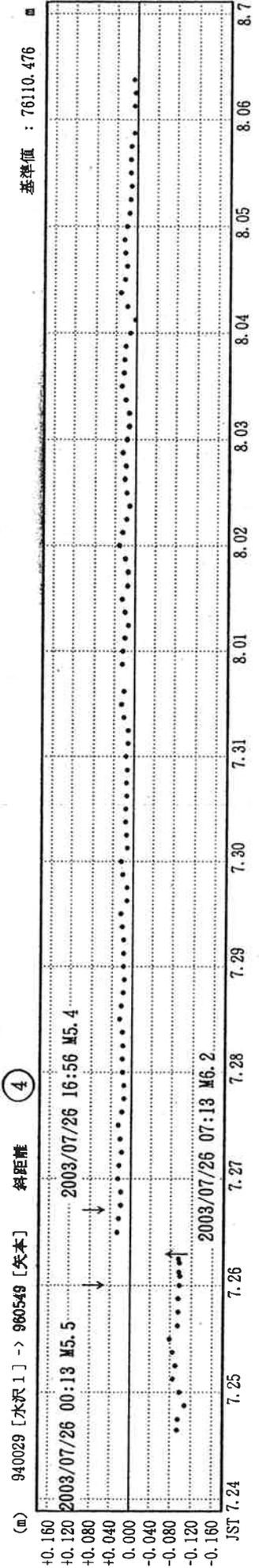
期間別の余震分布 (M ≥ 2.0) その2





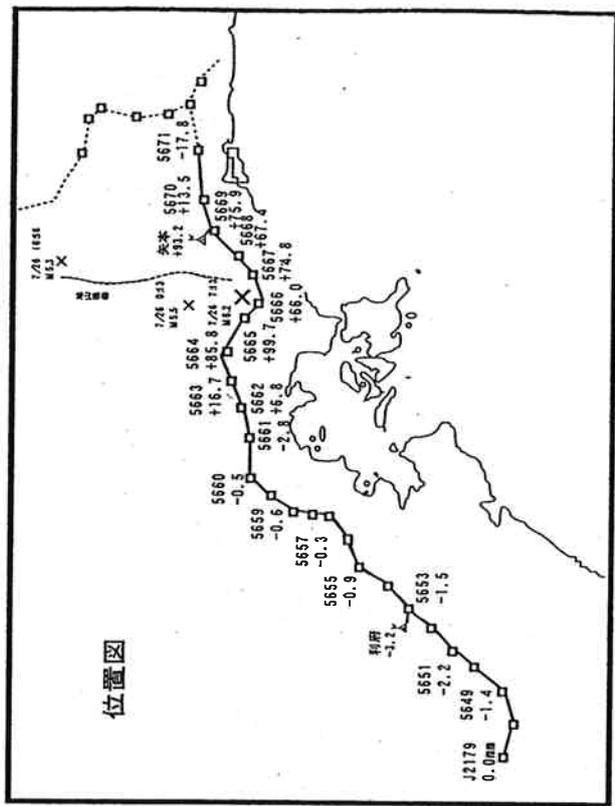
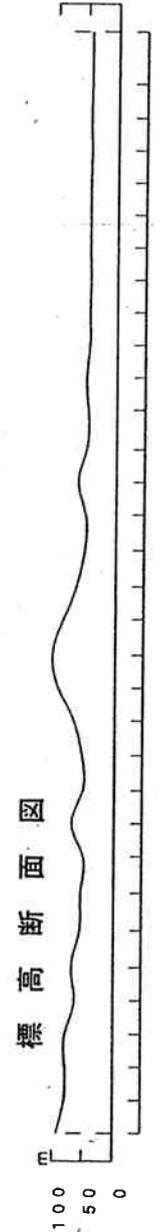
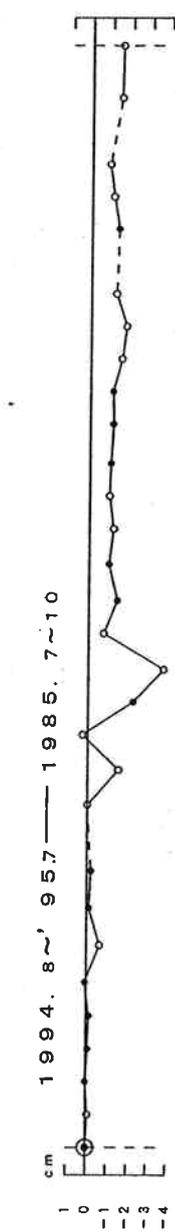
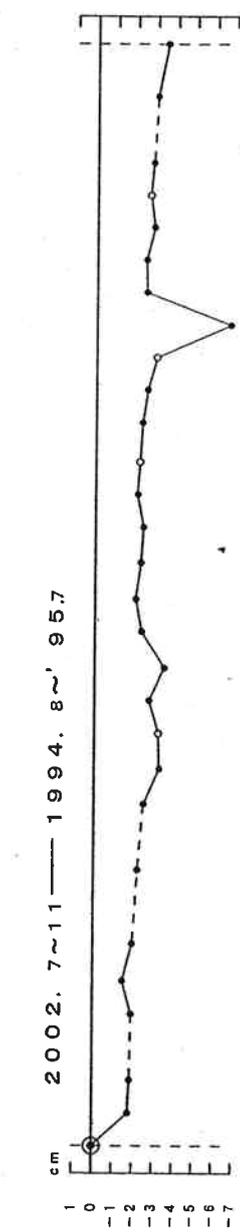
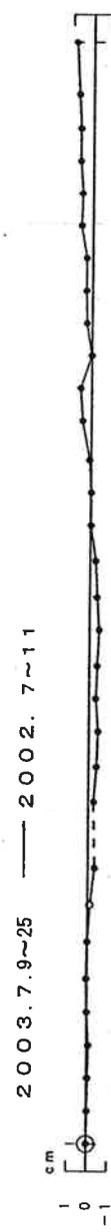
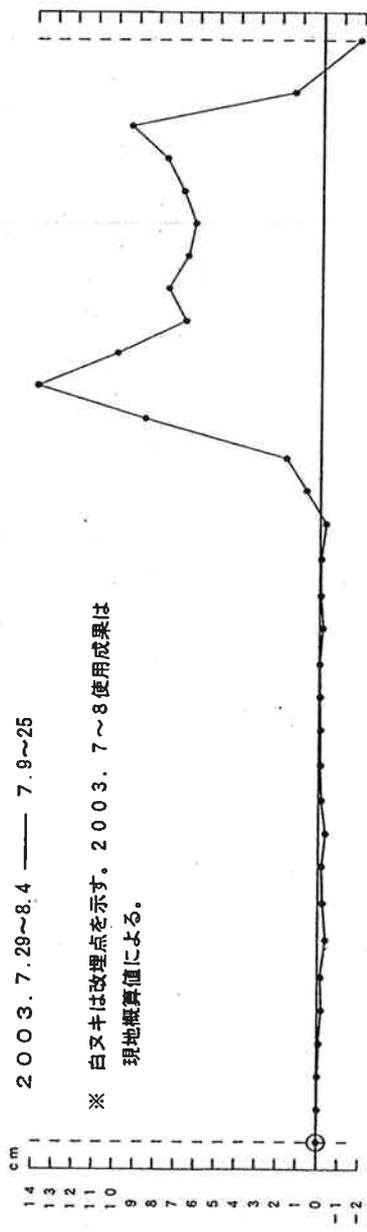
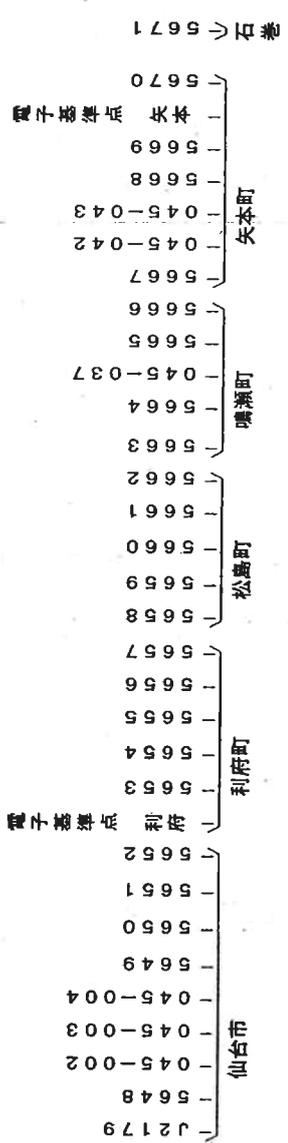
第4図 データロガー観測 (13点) による余震の震源分布. 2003年7月28日20時24分~29日12時14分のM2以上の余震を震源決定した. ☆印は前震, 本震, 最大余震を示す. 青四角は観測点の位置を示す. 震源決定には東北大学ルーチン速度構造モデルを用いた. ▽印は国土地理院の矢本電子基準点を表す. 前震および本震のモーメントテンソル解を下半球等積投影法で示す.

基線長変化グラフ

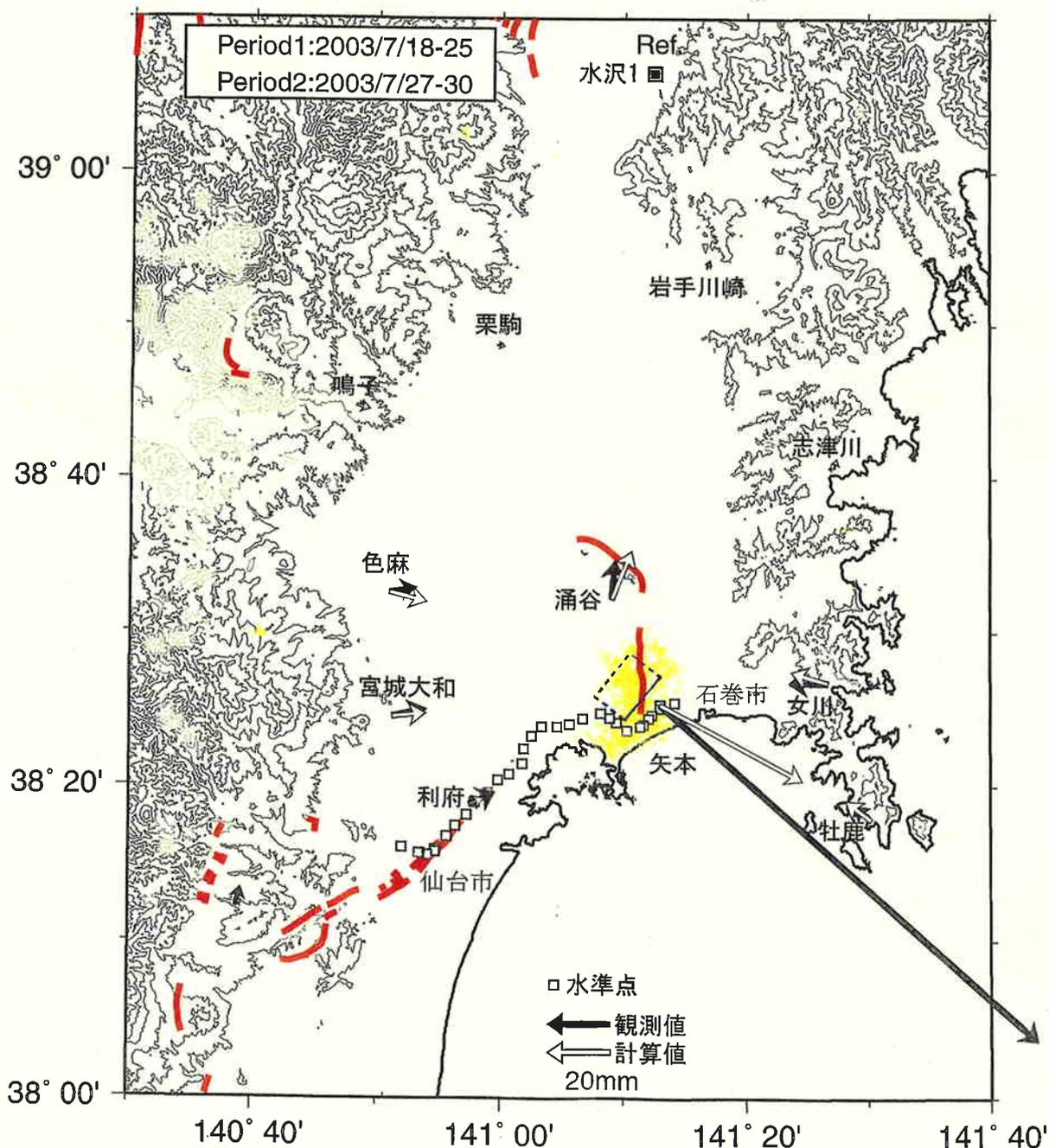
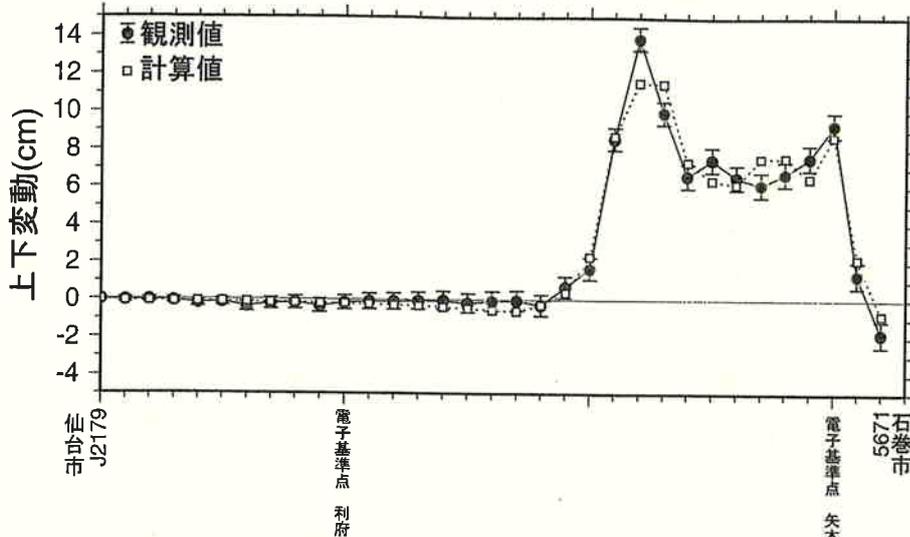


● --- Bernese[COP]

水準測量による仙台市-矢本町周辺の上下変動



7月26日7時13分頃 宮城県北部の地震 (Mj6.2) の断層モデル (暫定)



宮城県北部の地震の地表地震断層調査

東京大学地震研究所

7月26日・27日に地表地震断層の有無に重点をおいた緊急調査を行った。

南北走向の旭山撓曲周辺とその南方延長を横断するアクセス可能な道路沿いで観察を行った。その結果、明瞭な地表地震断層として認定可能な断層を見いだすことはできなかった。震源域周辺は、北上山地の中古生界とその西方に分布する新第三系の境界部に断層が伏在すると推定されるため、その推定地表延長についてもいくつかの道路で横断し、地表地震断層に留意して観察を行った。この地域でも同様に地表地震断層は確認できなかった。

地表地震断層の存在を完全に否定することは困難であるが、今回行った緊急調査では、明瞭な地表地震断層を見いだすことはできなかった。その後も東北大学大学院理学系研究科の研究者によって調査が継続されているが、地表地震断層についての報告はない。

2003. 7. 26 宮城県北部の地震についての現地調査結果

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所では 2003 年 7 月 26 日に発生した宮城県北部を震源とする一連の地震（0 時 13 分 M5.5, 7 時 13 分 M6.2, 16 時 56 分 M5.3）に伴う被害状況と、表層地質および活構造との関連を把握するため、7 月 30 日より 8 月 1 日まで現地調査を実施した。

本震および余震分布の直上には、『旭山撓曲』と呼ばれる活断層（石井・他, 1982; 活断層研究会, 1991）の存在が推定されている。石井・他（1982）によれば、旭山撓曲は中新統および鮮新統を变形させる大塩背斜（石井・他, 1982）の東翼部にあたる。旭山撓曲を境に、少なくとも下末吉海進期以前に形成された定高性を示す丘陵地形に 20m 前後の高度差が認められる（石井・他, 1982）。活断層研究会（1991）では、旭山撓曲を長さ 8km, 確実度 II, 活動度 B~C 級の活断層としている。一方で、旭山撓曲に沿っては第四紀後期の段丘面を変位させる新期の断層地形は発達しない。また、青木川以南においては丘陵地形の高度不連続も不鮮明である。

調査の結果、震央付近を南北に延びる旭山撓曲に沿っては、急傾斜地の崩れ、落石、路肩の崩壊、盛土の流出・陥没等が見られたものの、撓曲を成長させるような地殻変動を示す地表変状は確認できなかった。また、撓曲を横切る青木川沿いの道路の路面、中江川の水路の擁壁にも、顕著な亀裂等は見られなかった。さらに、旭山撓曲の東方、旭山丘陵と石巻市街地間の沖積低地においても、地表面には地殻変動を示すような亀裂等は確認されなかった。

2003年7月26日7時13分の宮城県北部の震源過程 (暫定)

— 近地強震動記録による震源インバージョン —



防災科学技術研究所

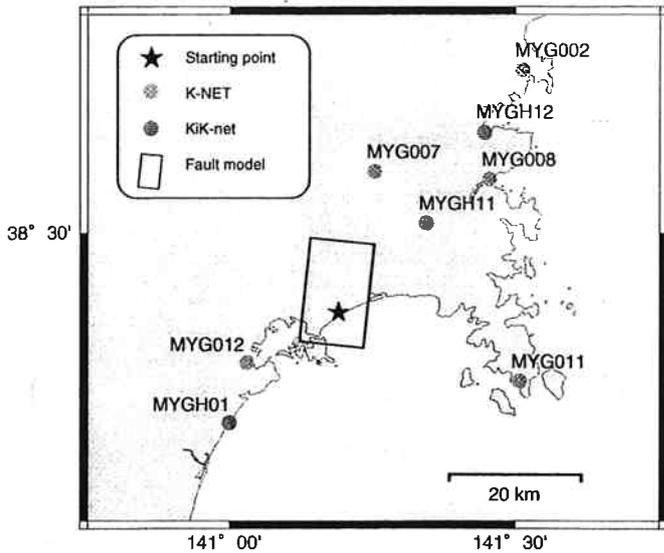


図1. 解析に用いた観測点の分布図。長方形は用いた断層モデルを地表に投影したものを、赤星印は破壊開始点を示す。

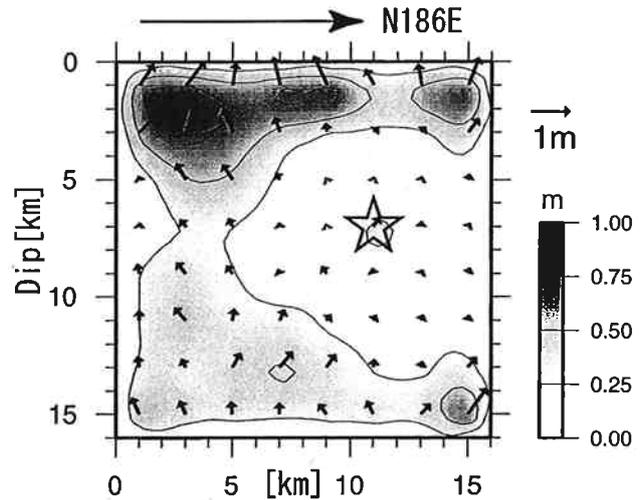


図2. 逆解析により推定された断層面上のすべり分布。星印は破壊開始点を示す。破壊は北向き浅い方向に進展、浅い部分に大きなすべりが見られる。

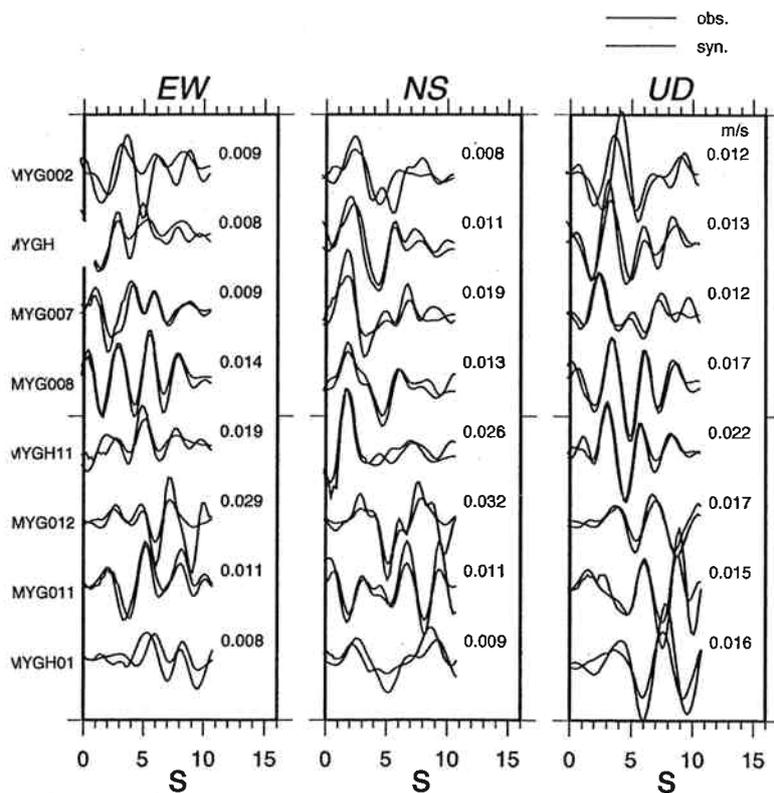


図3. 観測波形と合成波形の比較 (速度波形、0.05-0.5Hz)。

◎断層面モデルと震源過程のパラメータ化

今回の地震は、直近の定常観測点から震央距離で約20km程度離れた場所で起こった浅い地震であることを考えると、震央の位置はほぼ信頼できるが、震源の深さの決定精度は必ずしもよいとはいえない。ここでは、東北大学により余震域直上に展開された臨時余震観測網の記録を用いて決定された余震分布 <http://aob-new.aob.geophys.tohoku.ac.jp/030726/temp-seis.html> を参考に、破壊開始点をHi-netで決められた深さより浅く設定する。すなわち、震央の位置はHi-netにより求められた38.389, 141.191を用い、臨時余震観測により求められた余震の分布と整合するように深さを変え、6.5kmとした。strike角およびdip角はF-netのモーメントテンソル逆解析から推定された震源メカニズム(図2)の値186°, 52°を用いた。dip角52°は、臨時余震観測により求められた余震群の傾きと非常によく整合する。また、余震域を参考にして、断層面の大きさは、16kmx16kmとした。

◎結果

図2に推定されたすべり分布を、図3に観測波形と合成波形の比較を示す。破壊は北向き浅い方向に進展したことが見て取れる。破壊開始点付近ではほとんどすべておらず、浅い部分に大きなすべりが見られる(南側のすべりが有意であるかどうかは再検討が必要)。最大のすべり量は84cm、モーメント、 $M_0=2.32 \times 10^{18}$ Nm ($M_w = 6.2$)である。

なお、広域の定常観測網(Hi-net)から推定される震源深さ12.9kmを用いて断層面を仮定して逆解析を行った場合でも、すべりが北向き浅い方向に進展し、大きなすべりが主に浅い部分に見られることから、今回の地震では浅い部分がすべった可能性は高いと考えられる。すべり量が大きな領域が浅い場所に推定されたことは、局所的に大加速度が観測された事実と対応すると考えられる。

本解析は、産業技術総合研究所・活断層研究センターの関口春子博士との共同研究によるものである。

2003年宮城県北部の地震 — 震源過程・強震動・被害 —

2003年07月30日
2003年08月02日
<127; 964>

• 本震(7時13分)の震源過程(暫定版)

2003年7月26日の一連の地震について、震源過程の暫定的な解析を行った。ここでは7時13分の本震の解析結果について示す。震源(破壊開始点)は気象庁発表のもの、断層面は F-net CMT速報と 気象庁による余震分布を参考に西落ち逆断層(走向:186°, 傾斜:52°)と決めた。波形記録を利用した観測点(KiK-net地中記録10点)と断層面の地表投影を図1に示す。

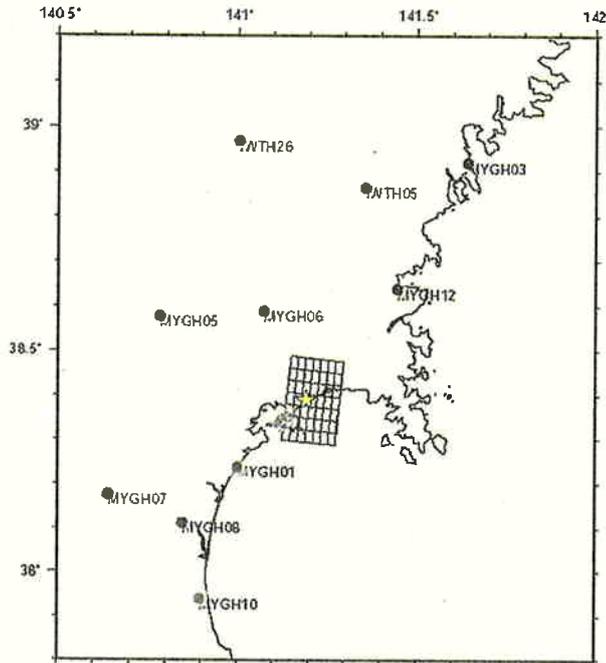


図1. 観測点および仮定した断層面.

図2に結果のすべり分布を示す(左が北、上が断層上端、上盤側のすべり)。この結果によれば、破壊開始点★から北の浅い方向に主に破壊が伝播して、浅部で大きなすべり(アスペリティ)を生じたと考えられる。全体の地震モーメントは $3.96 \times 10^{18} \text{Nm}$ (Mw 6.3)。観測波形と理論波形の比較は別添 図A, 図Bを参照。表面波部分はまだ満足する一致が得られていないので、今後、構造モデルを改良する予定である。

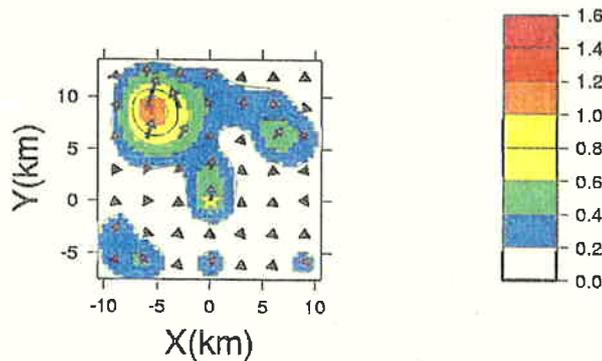


図2. 得られたすべり分布.

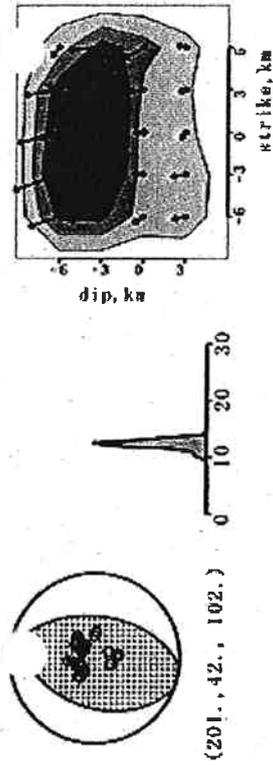
このすべり分布を地図上に投影して、気象庁による余震震央(7時13分~16時56分, M2以上)と重ね合わせたものが図3である。北側及び南側、ふたつの余震群が見られるが、アスペリティはそれら中間のギャップとなる領域の浅い部分、旭山撓曲の東側に位置している。後述するように、今回の地震の被害は河南町広瀬地区でもっともひどく、この地区はアスペリティの直上に位置する。また、震度6強を記録した鳴瀬・南郷・矢本町のうち、唯一旭山撓曲の東側に位置する矢本町でもっとも被害率が高いように見受けられ(後述)、この点もアスペリティ

14

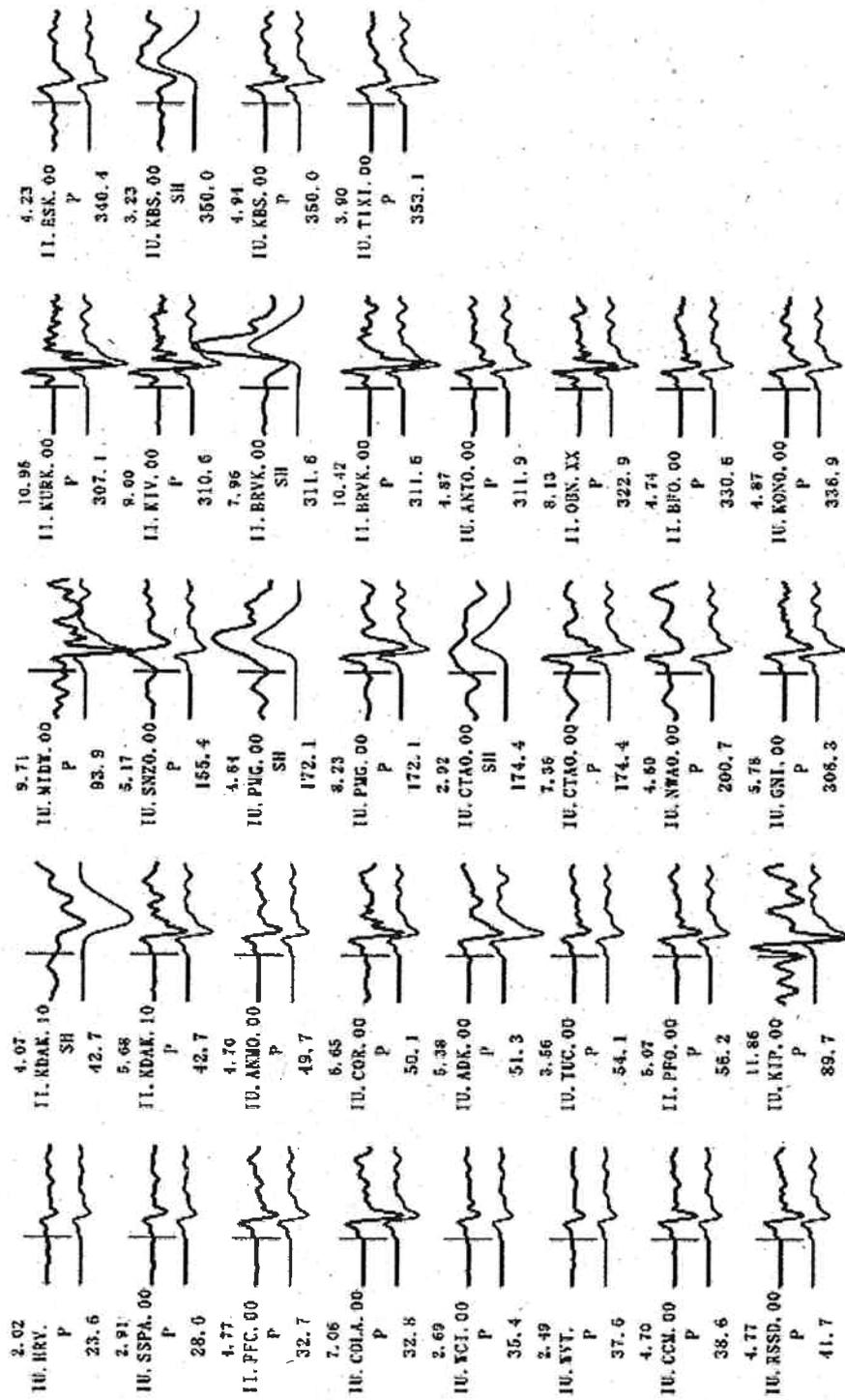
Miyagi 03/07/25

$M_0 = 1.4 \times 10^{18} \text{ Nm}$ $M_w = 6.0$

$H = 5 \text{ km}$ $T = 5 \text{ s}$ $\text{var.} = 0.4343$



(201., 42., 102.)



宮城県北部の地震 余震解析 ($M \geq 2.7$)

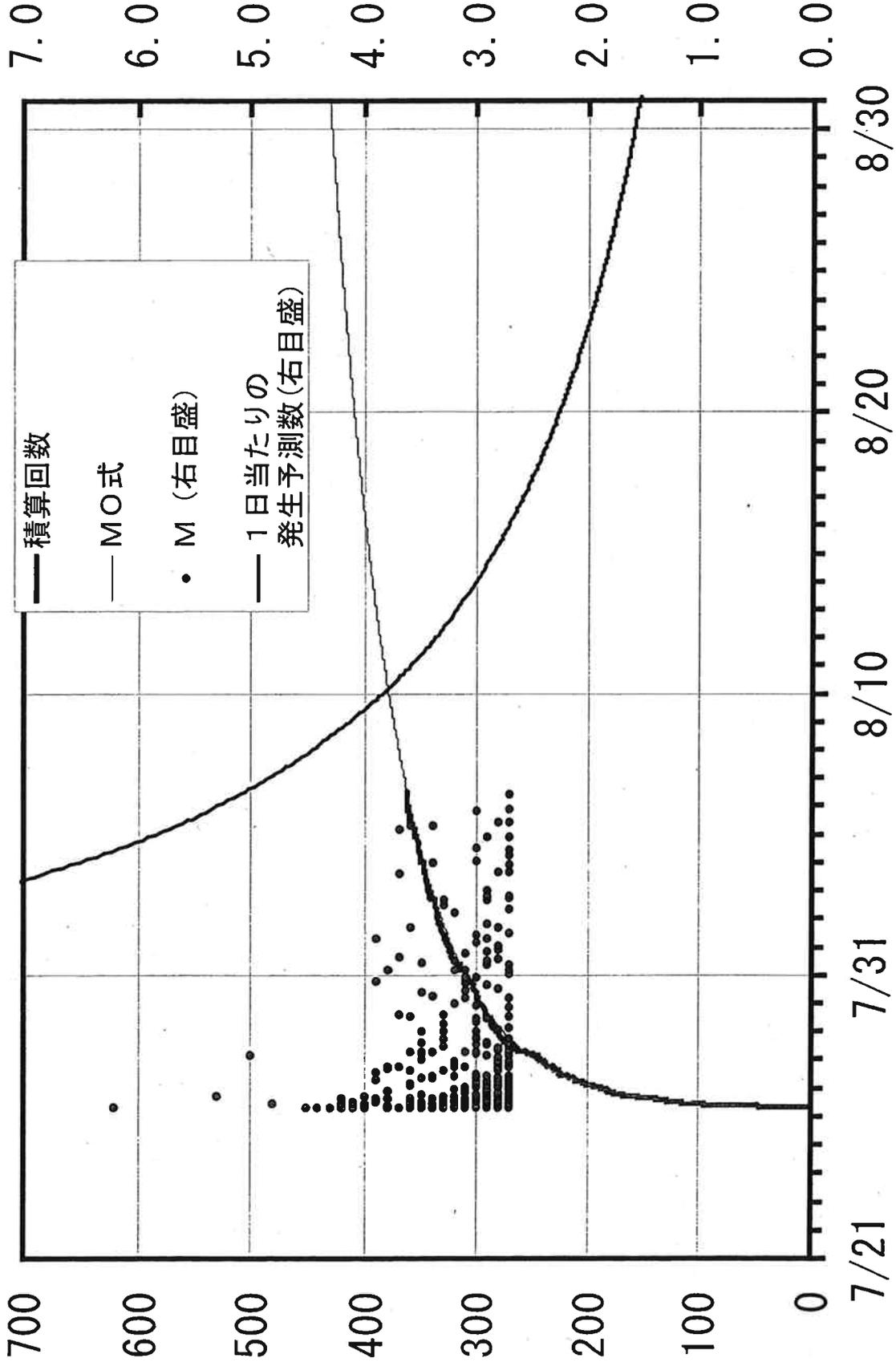
*8/6 12時までの余震解析の結果、

K : 67.53 (Mth2.7)
 c : 0.056
 p : 1.05
 b : 0.98
 aic = -2592

であり、etasの解析結果 (aic : -2598) とほぼ変わらず、改良大森公式によくとっている。

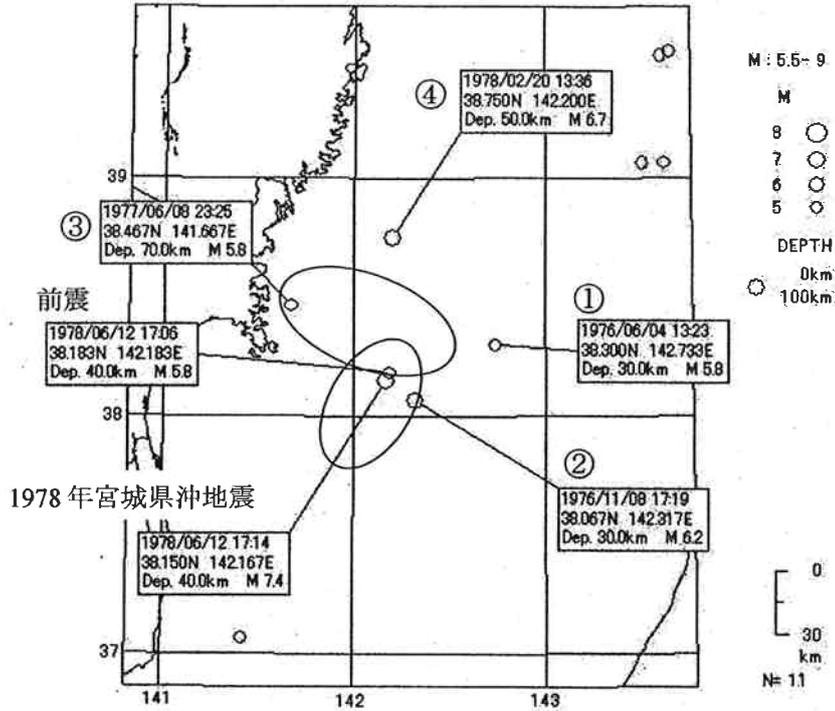
* $M \geq 2.7$ の余震は、震度1以上を観測した余震数とほぼ同じであるので、ほぼ震度1以上を観測する余震数の予測と見なせる。

これによれば、8月末には1日当たり1.5回(2日間に3回)程度の発生数になると予測できる。



1978年宮城県沖地震前と最近の地震の発生状況 (M5.5以上)

1976 1/1 0:0 -- 1978 6/12 17:15

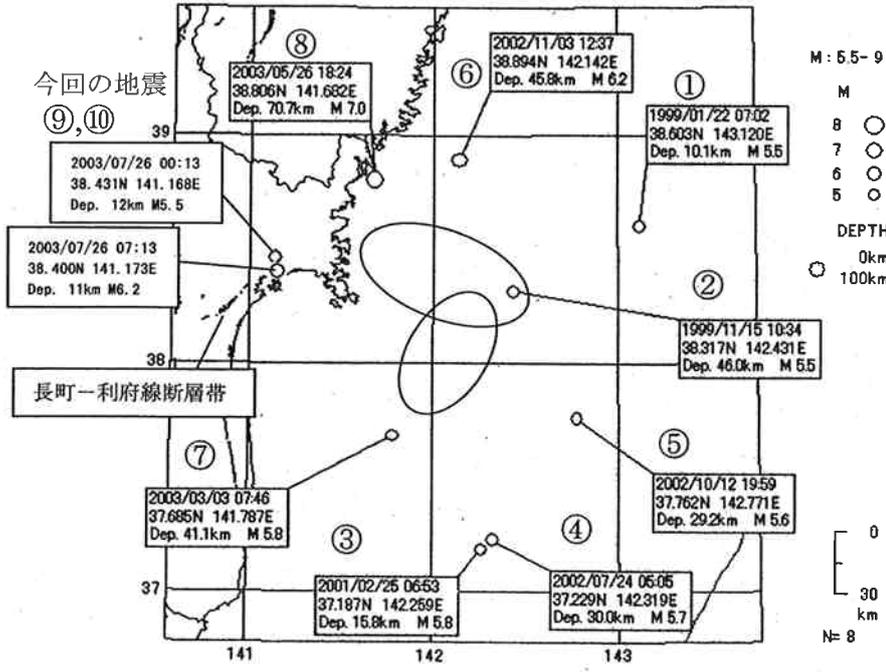


メカニズム
1976年～1978年宮城県沖地震まで

①②：逆断層型
(プレート境界地震)

③④：ダウンディップ・コンプレッション型 (プレート内地震)

1997 10/1 0:0 -- 2003 7/24 23:59



メカニズム
1997年10月以降

①③⑥⑦：西北西-東南東に圧力軸を持つ逆断層型

②：東西に圧力軸を持つ逆断層型

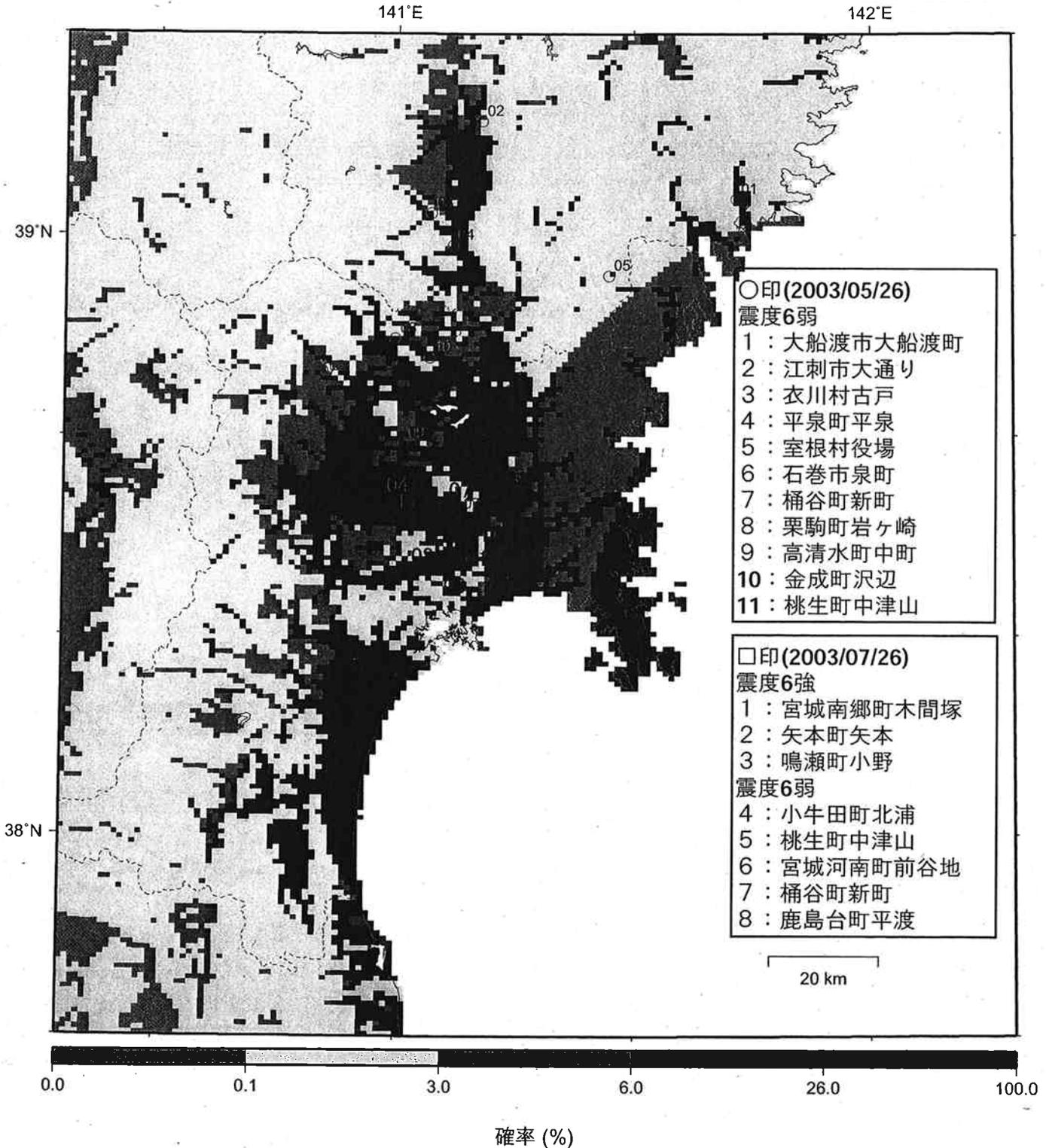
④⑤：北西-南東に圧力軸を持つ逆断層型
(以上、プレート境界地震)

⑧：ダウンディップ・コンプレッション型 (プレート内地震)

⑨⑩：北西-南東に圧力軸をもつ逆断層型 (地殻内)

緑色の領域は、「次の宮城県沖地震の震源断層の形状評価について」による震源域

2003年1月より30年以内に震度6弱以上となる確率の分布図。
 図中の□印は、2003年7月26日07:13頃の地震(M=6.2)で震度6弱以上となった地点。
 図中の○印は、2003年5月26日18:24頃の地震(M=7.0)で震度6弱となった地点。
 (地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会, 2003.3.25 に加筆)



確率論的地震動予測地図と最近の被害地震で震度6弱以上になった地点の比較