

2-4 千島列島東方の地震について (2006年11月15日 Mj7.9 および 2007年1月13日 Mj8.2)

Earthquakes in Kuril Islands on 2006.11.15, Mj7.9 and 2007.1.13, Mj8.2

気象庁 地震予知情報課

気象庁 地震津波監視課

Earthquake Prediction Information Division, JMA

Earthquake and Tsunami Observations Division, JMA

千島列島東方で、2006年11月15日20時14分にMj7.9(最大震度2, USGSではMs7.8)(第77巻「2006年11月15日千島列島の地震について」の頁参照)、2007年1月13日13時23分にMj8.2(最大震度3, USGSではMs8.2)の地震が発生した。発震機構(ハーバード大学によるCMT解)は11月の地震が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型、1月の地震が北北西-南南東方向に張力軸を持つ正断層型であった(第1図)。

気象庁一元化震源では2006年以降の震央分布は一塊に見えるが、USGS震源では東西に分かれた震央分布が見える(第1図)。同一のクラスタに対する検測結果により比較するとUSGS震源の方が合理的と考えられる(第2図)。ハーバード大学によるCMT解をみると、西側に逆断層を示す解、東側に正断層を示す解が分布している。USGS震源の分布で地震活動の推移を見ると、まず西側のクラスタで2006年11月15日の地震が発生し、その後東西両クラスタの活動が活発化、一旦収まってきた後に、今度は東側のクラスタで2007年1月13日の地震が発生したと見られる(第3図、第4図)。2006年11月15日の地震が2007年1月13日の地震に与えた影響(Δ CFF)を計算すると、1月の地震を促進するセンスとなる(第5図)。また、両地震の震源過程解析(Kikuchi and Kanamoriのプログラム¹⁾使用)の結果、すべり領域はほぼ隣接する場所に求まり、2007年1月13日の地震の方が狭い領域にすべりが集中したことがわかった(第6図、第7図)。さらに、震源過程解析の結果、地震モーメント(M_0)と断層面積(S)から算出される応力降下量を過去の大地震(Kanamori & Anderson, 1975)²⁾と比較した結果、2006年11月15日の地震はプレート境界型の地震と同程度、2007年1月13日の地震はプレート内型の地震と同程度の応力降下量を持つことがわかった(第8図)。

これらのことから、まず海溝の北西側で2006年11月15日にプレート間地震が発生し、誘発される形で2007年1月13日に海溝の南東側でプレート内地震が発生したと解釈できる。

このように海溝軸を挟む形での地震活動は、1933年三陸地震でも発生していたと考えられる(第9図)。1933年三陸地震の本震は、海溝軸の外側(東側)で発生した正断層と考えられている点が今回の地震とは異なるが、今回の両地震は「海溝型地震が発生した際には海溝軸を挟む両側で地震活動が活発になるということがある」ことを示唆している。

ところでこれらの地震については、気象庁Mと津波の大きさについて逆相関がある。体積歪計やSTS1のような広帯域の測器により観測された波形のスペクトルを比較すると、気象庁Mを算出するために使用する短周期の帯域では1月の地震の方が大きい振幅を示すのに対し、長周期の帯域では11月の地震の方が大きい振幅を示す(第10図)。実際、体積歪計の長周期の帯域を使って

計算した M_w は、2006年11月15日の地震が8.2、2007年1月13日の地震が8.1となり、1月の地震の M_w の方が小さく算出される(第11図)。また、震源過程解析から得られるパラメーターを用いて津波のシミュレーションを行うと、11月の地震については剛性率を30GPaとした場合に実際の津波の高さとほぼ合うが、1月の地震については剛性率を30GPaとした場合は実際の検潮記録(第12図、第13図)よりも高くなり、70GPaとした場合は検潮記録とほぼ合うという結果が得られる(第14図)。震源過程解析及び津波シミュレーションには誤差が含まれるため今後の精査が必要だが、得られたパラメーターが正しいと仮定するならば、2007年1月13日の地震は、剛性率がやや高い場所で発生した地震であった可能性があると言える(第15図)。(参考：気象庁が津波の数値計算を行う際は、剛性率一定で地殻変動を計算するが、津波のデータベースを検索する段階において剛性率を考慮して M を変化させている。)

USGSによる震源データを使って1970年以降の千島海溝沿いの地震活動の推移を見ると、静穏な状態が続いた後に大地震が発生するケースが多く、今回もそのケースにあてはまることわかる(第16図)。択捉島沖では最近顕著な静穏化が見られることから、今後の推移が注目される(本巻「2004年後半からの択捉島沖の地震活動低下と比較的大きな地震前のクラスタ的活動」の頁参照)。ウルフ島沖やカムチャッカ中部沖でも地震活動の静穏化が継続中である。

本調査には、国土地理院、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、独立行政法人防災科学技術研究所、独立行政法人海洋研究開発機構、独立行政法人産業技術総合研究所、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所、横浜市及び気象庁のデータを気象庁・文部科学省が協力して処理した結果を使用している。また、USGSの震源データおよびハーバード大学の発震機構解を使用している。震源過程解析にはIRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を用い、Kikuchi and Kanamoriのプログラムを使用させていただいた。検潮記録は、気象庁所属の検潮所のものの他、国土交通省、海上保安庁およびNOAAのものも使わせていただいた。記して感謝いたします。

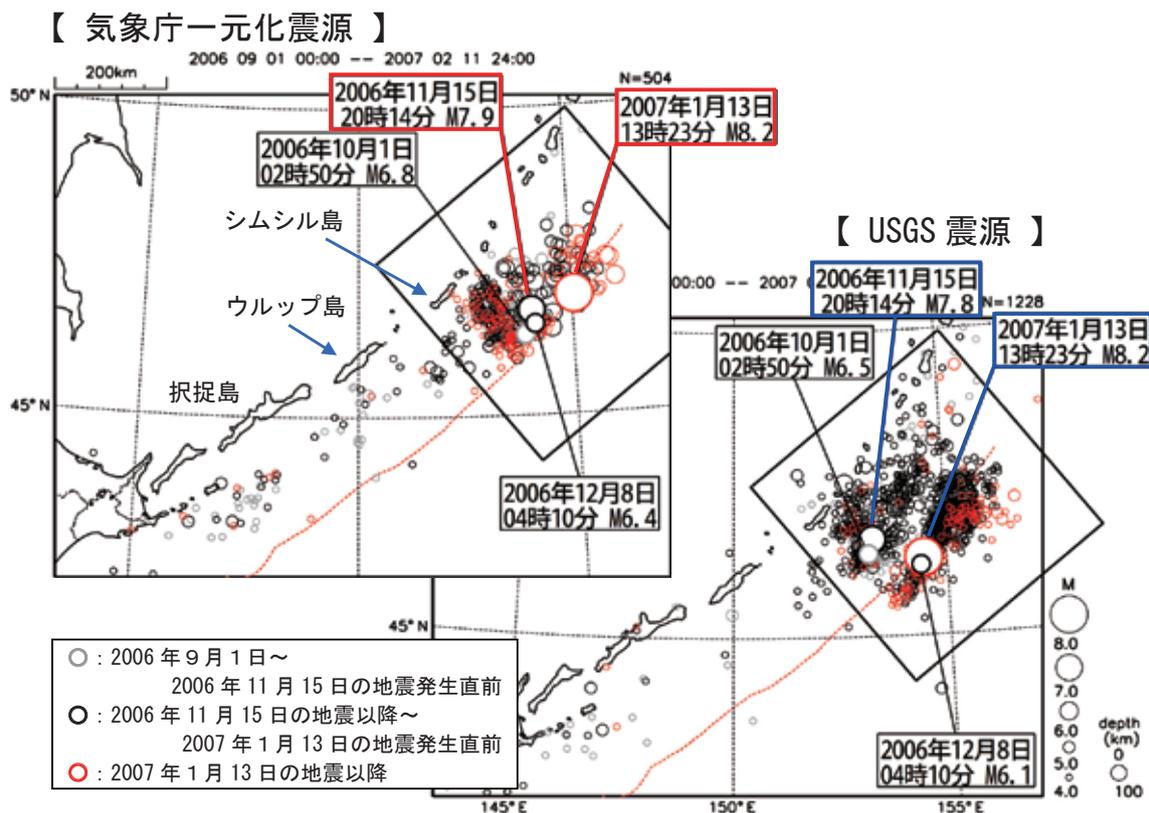
参 考 文 献

- 1) M. Kikuchi and H. Kanamori : Note on Teleseismic Body Wave Inversion Program, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>
- 2) H. Kanamori and D. L. Anderson : Theoretical basis of some empirical relations in seismology, BSSA, 65, 1073-1095 (1975).

千島列島東方の地震について

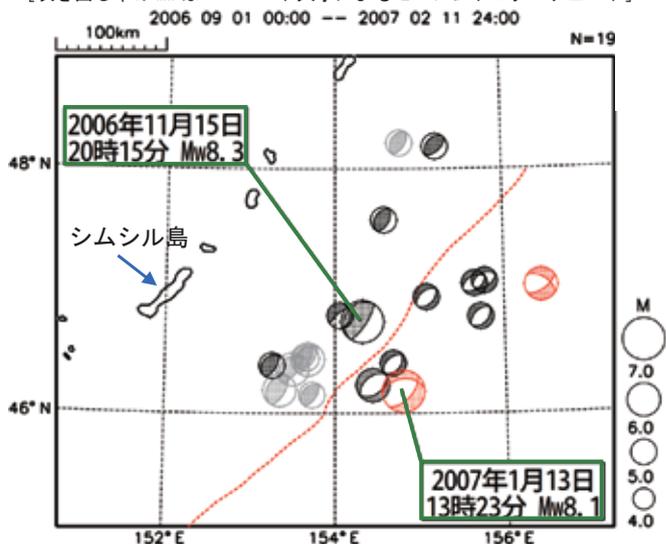
千島列島東方で、2006年11月15日20時14分にMj7.9（最大震度2、USGSではMs7.8）、2007年1月13日13時23分にMj8.2（最大震度3、USGSではMs8.2）の地震が発生した。一元化震源では明確ではないが、USGS震源で見ると、11月の地震直後に既に1月の地震発生領域で活動が活発化していたことがわかる。しかも、ハーバード大学によるCMT解では、11月の地震が起きた西側では逆断層を示す解、1月の地震が起きる東側では正断層を示す解が分布していたことがわかる。

震央分布図（2006年9月以降、M≥4.0）。

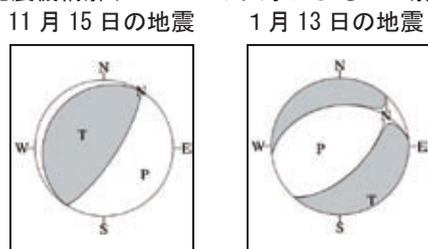


発震機構分布図（ハーバード大学によるCMT解）

[吹き出し中のMwはハーバード大学によるモーメントマグニチュード]



発震機構解（ハーバード大学によるCMT解）



第1図 千島列島東方の地震について

Fig.1 Earthquakes in Kuril Islands.

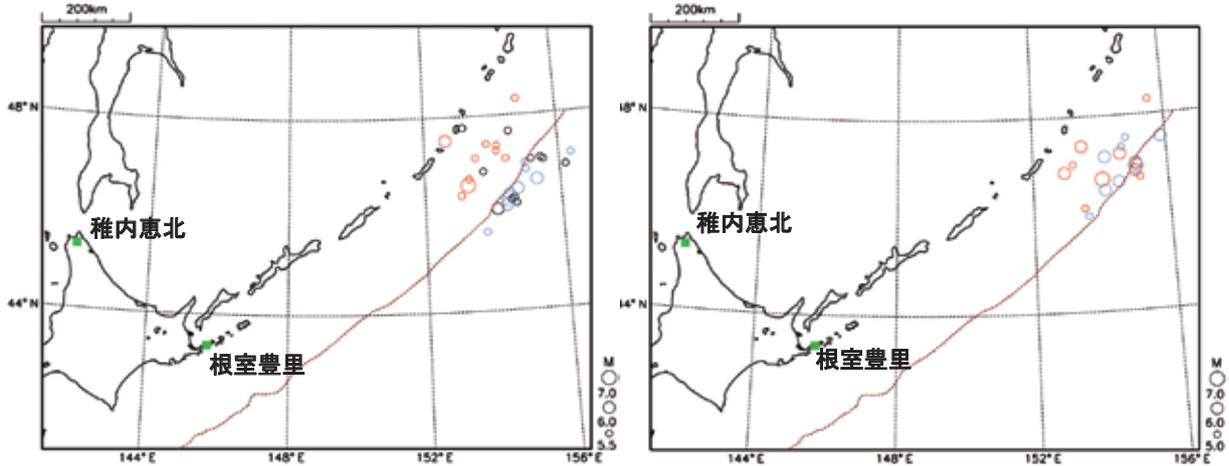
千島列島東方の地震活動（震央分布について）

USGS 震源によると、2006 年 11 月 15 日の千島列島東方の地震とその余震活動、および今回（2007 年 1 月 13 日）の地震とその余震活動は海溝軸付近を境にして明瞭に 2 つのクラスタに分離できる。一方、一元化震源ではそのような分布は解析されていない。

そこで、USGS 震源に見られるクラスタの信頼性について、気象庁で得られている検測値を用いて簡単な調査を行った。

USGS 震源 (2006 年 11 月 15 日～2007 年 1 月 13 日 $M \geq 5.5$)

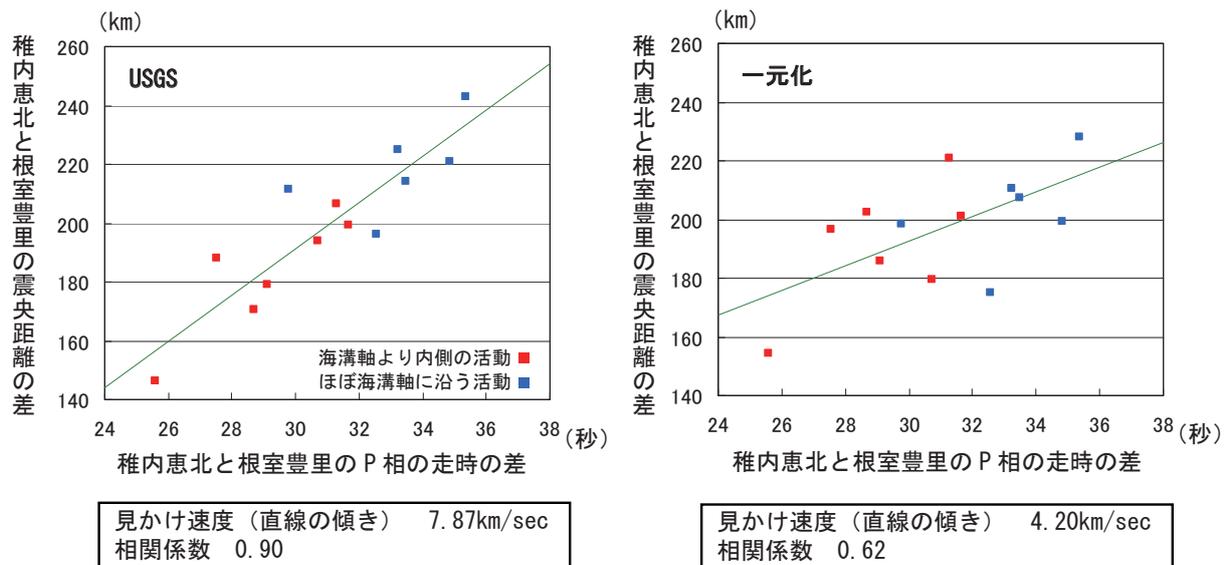
一元化震源 (USGS 震源に対応する地震)



海溝軸より内側の活動と、ほぼ海溝軸に沿う活動について、気象庁で震源決定できたものをそれぞれ○と○で表示した。

気象庁で検測処理している観測点のうち、震源に最も近くほぼすべての地震について P 相の検測ができていた根室豊里と、震源の東西方向の移動に最も影響を受けると考えられる北海道の北端に位置する稚内恵北の 2 観測点を用いて、震央距離の差と P 相の走時差をプロットしてみた。

USGS 震源の場合は、震央距離の差に比例して見かけ速度約 8 km/sec で P 相が出現しており、回帰直線にも良く適合している。それに対して、一元化震源の場合は直線状にならず、相関が悪い。したがって、観測事実として得られている検測結果からは、USGS 震源のほうが合理的と考えられ、2 つのクラスタについても有意であろうと推測できる。



第 2 図 千島列島東方の地震活動（震央分布について）

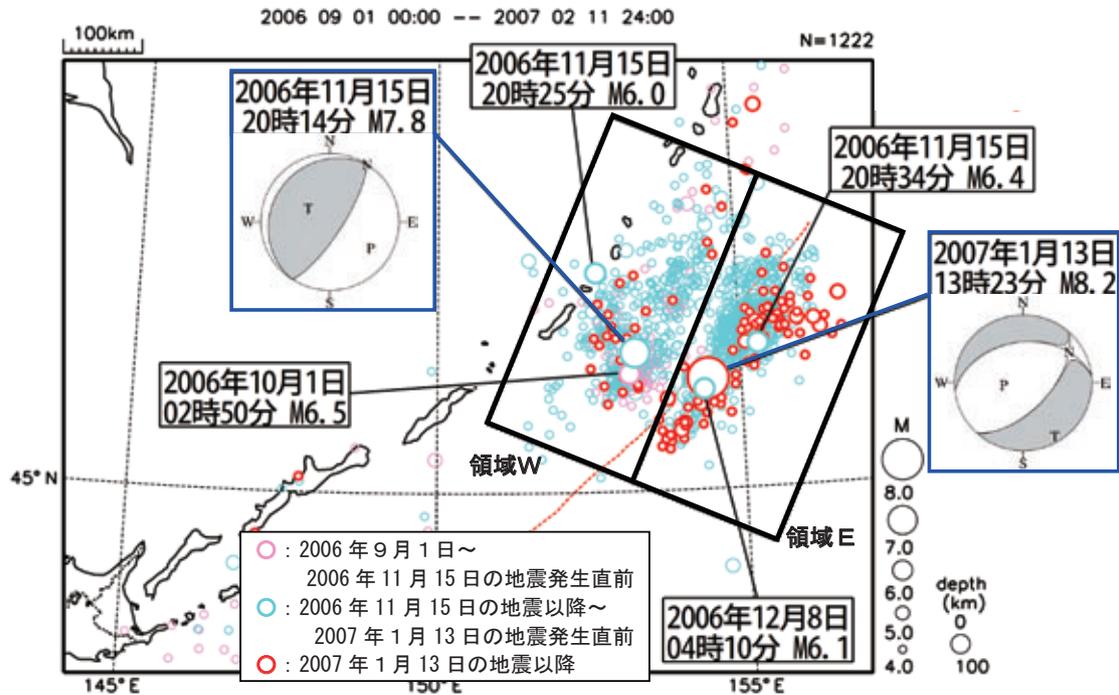
Fig.2 Epicenter distributions by USGS and JMA data.

2006年11月15日 千島列島東方の地震 以降の地震活動

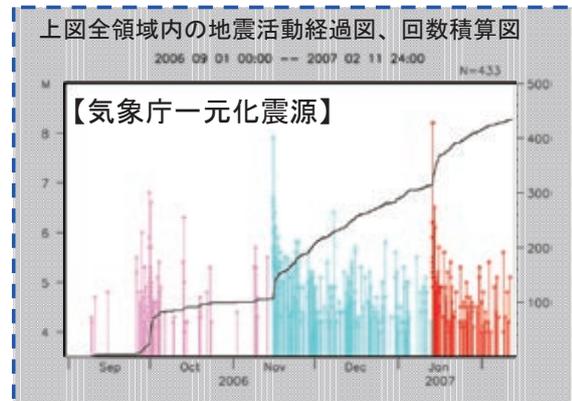
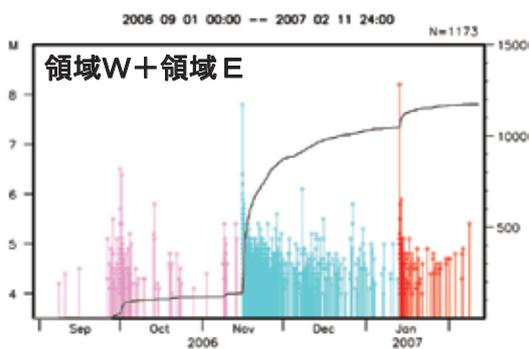
2006年11月15日にMs7.8の地震が発生した後、地震活動はMs7.8の地震の発生した西側のクラスタ（領域W）と、海溝軸直下の東側のクラスタ（領域E）に分かれて発生した。それらの活動が収まってきた中で、2007年1月13日にMs8.2の地震が東側のクラスタ内で発生した。Ms8.2の地震の後の地震活動は、主として東側のクラスタ内で発生している。（マグニチュードはUSGSによる）

【USGS 震源】

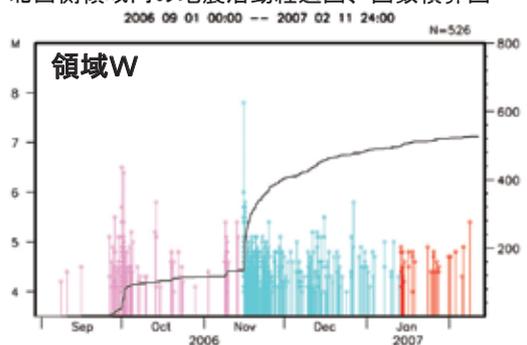
震央分布図（USGS 震源、2006年9月以降、M \geq 4.0）



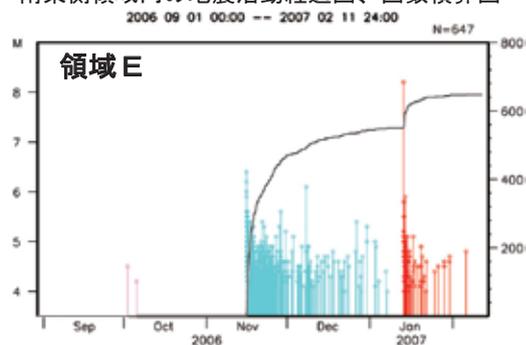
上図全領域内の地震活動経過図、回数積算図



北西側領域内の地震活動経過図、回数積算図



南東側領域内の地震活動経過図、回数積算図



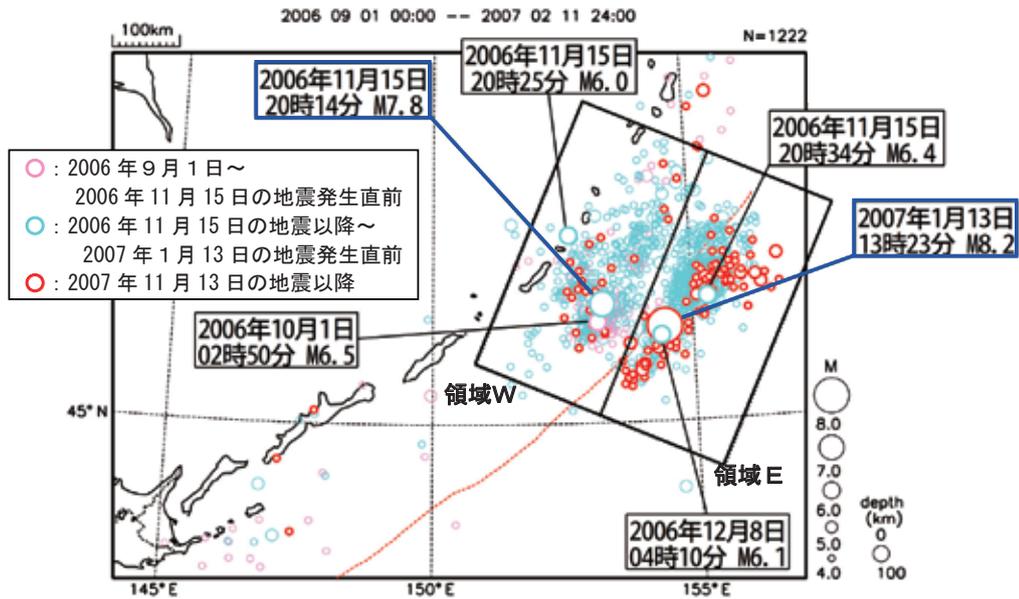
第3図 2006年11月15日千島列島東方の地震以降の地震活動

Fig.3 Seismic activity in Kuril Islands after the earthquake (Mj7.8) on November 15, 2006.

2007年1月13日 千島列島東方の地震 (クラスタおよび活動期間毎のb値の比較)

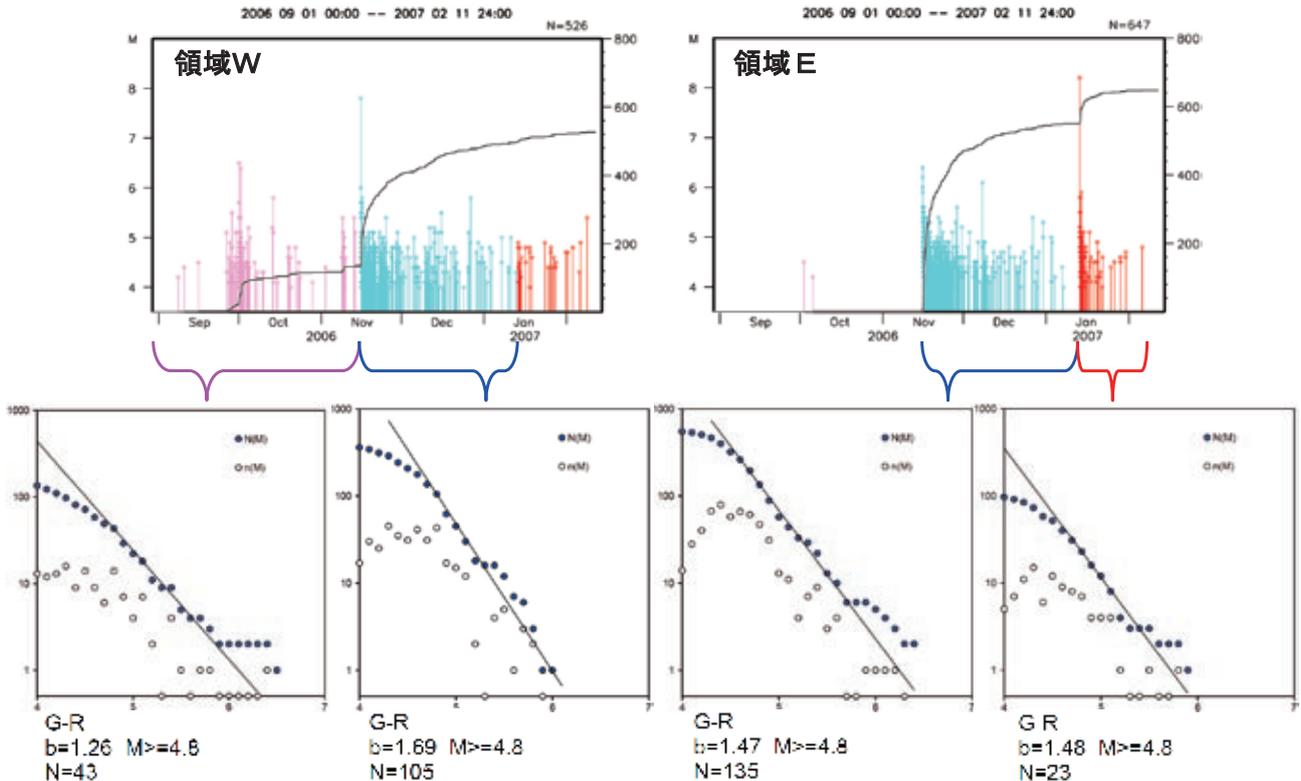
【USGS 震源】

震央分布図 (USGS 震源、2006年9月以降、 $M \geq 4.0$)



上図北西側領域内の地震活動経過図、回数積算図

上図南東側領域内の地震活動経過図、回数積算図



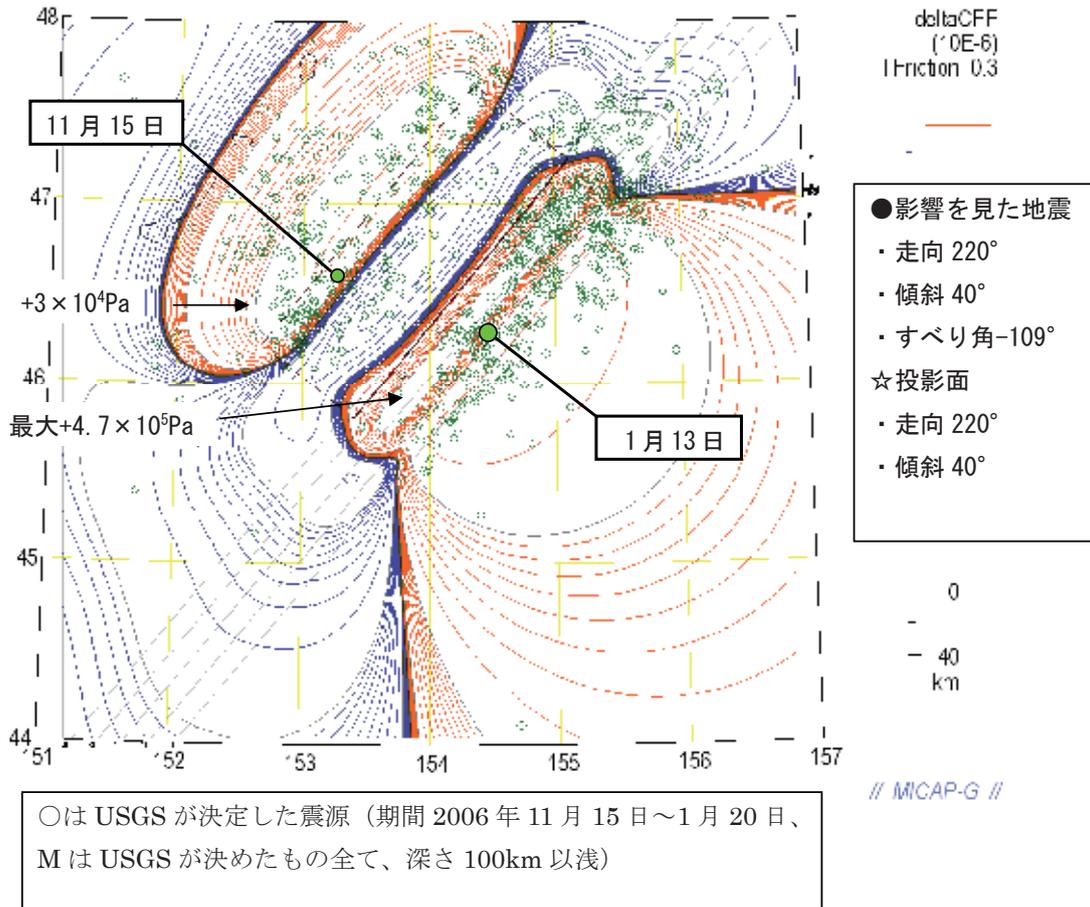
地震のM度数分布とb値

(b値の推定の際には、11月15日のMs7.8および、1月13日のMs8.2の地震は除外している)

第4図 2007年1月13日千島列島東方の地震 (クラスタおよび活動期間毎のb値の比較)

Fig.4 Seismic activity and b-value after the earthquake (Mj8.2) on January 13, 2007.

2006年11月15日の千島列島東方の地震が 2007年1月13日の地震に与えた影響 (ΔCFF)



2006年11月15日に発生した千島列島東方の地震 (Mj7.9) が、2007年1月13日に発生した地震 (Mj8.2) に与えた影響を評価した。その結果、1月13日に発生した地震の断層面となった面では、地震を促進するセンスとなっており、その大きさは最大で地球の潮汐 (剛性率を 30GPa とした場合、3,000Pa 程度) の百倍程度となっている。

★2006年11月15日の地震の断層パラメータ (気象庁解析結果より)

- ・ 走向 220°
- ・ 傾斜 20°
- ・ すべり角 103°
- ・ 長さ 200km
- ・ 幅 75km
- ・ すべり量 2.7m
- ・ 上端の深さ 3.1km
- ・ 断層右端位置 47.24° 155.11°

第5図 2006年11月15日千島列島東方の地震が2007年1月13日の地震に与えた影響 (ΔCFF)
Fig.5 Delta CFF (Coulomb Failure Function) due to the earthquake on November 15, 2006 for the earthquake on January 13, 2007.

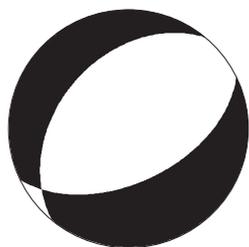
千島列島東方の地震 (2007/1/13, Mj=8.2) の震源過程

震源時刻 2007/01/13 13:23:20 (震源時刻はUSGS 震源を使用)

破壊開始点 46.288N 154.448E 16km (震央位置はUSGS 震源を使用)

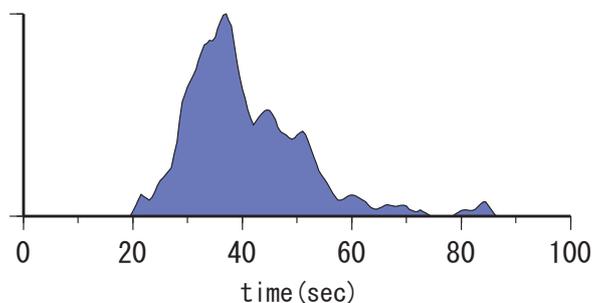
Mo= 1.95×10^{21} Nm $M_w = 8.1$

メカニズム

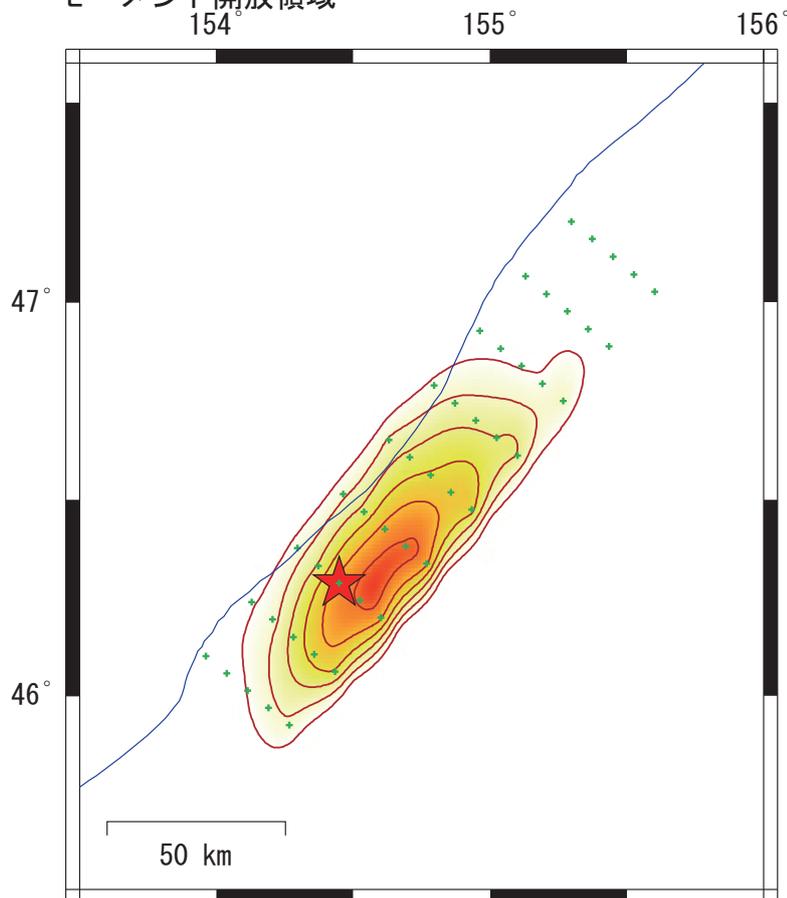


(220., 40., -109.)

震源時間関数

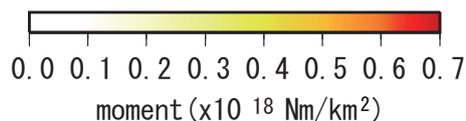
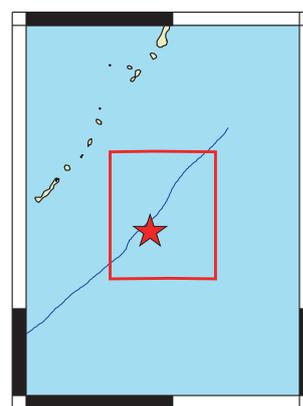


モーメント開放領域



+ はサブフォールト位置

コンターの間隔は 0.1×10^{18} Nm/km²



※解析に使用したプログラム

M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

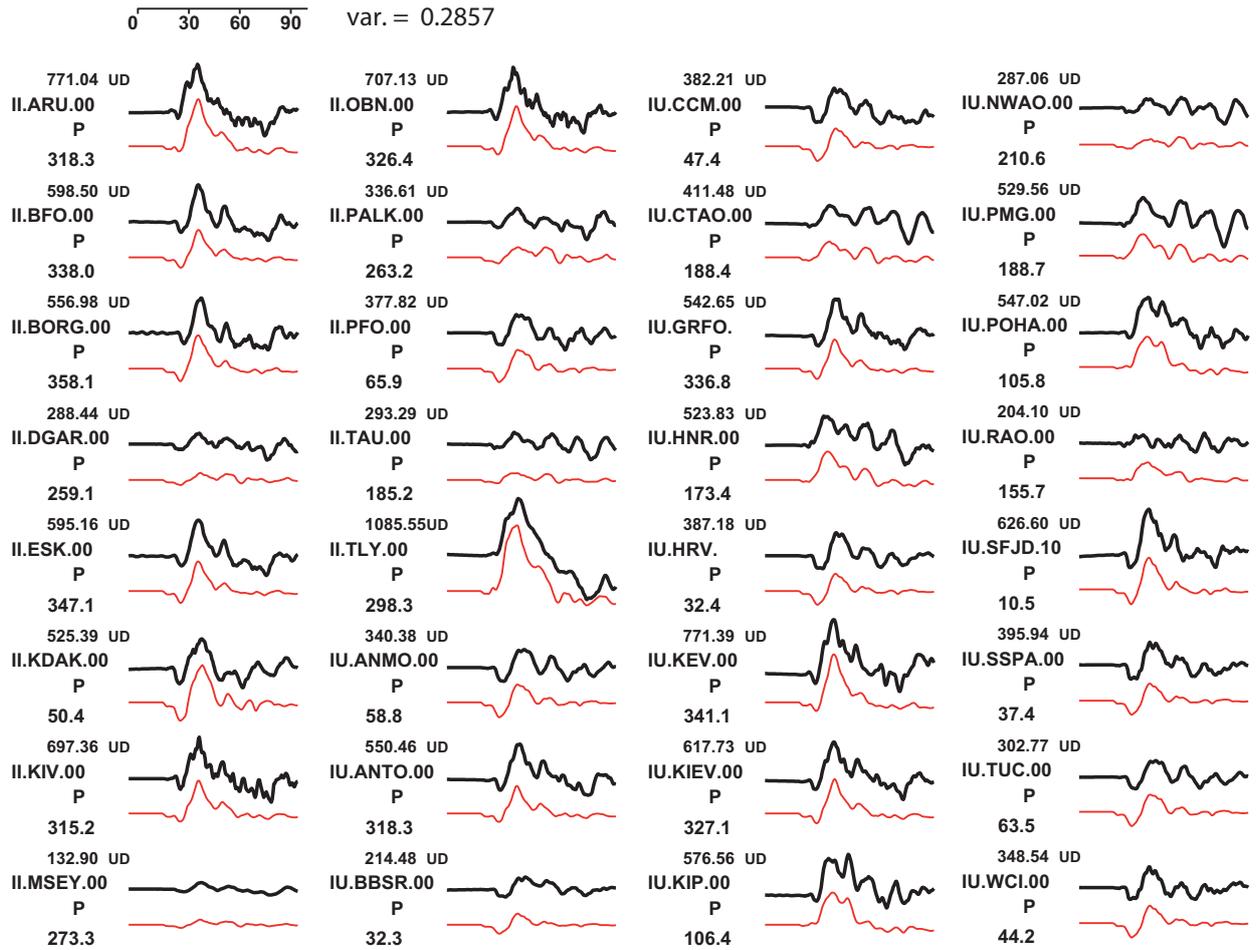
(IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用)

第6図(a) 千島列島東方の地震 (2007.1.13, Mj8.2) の震源過程

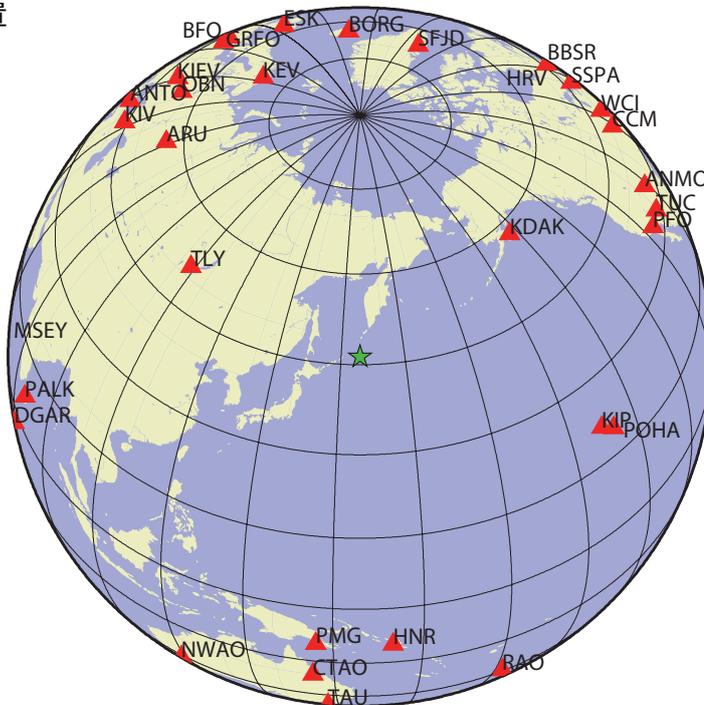
Fig.6(a) Slip distribution of the earthquake in January estimated by teleseismic body-wave inversion.

理論波形と観測波形の比較

(IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用)



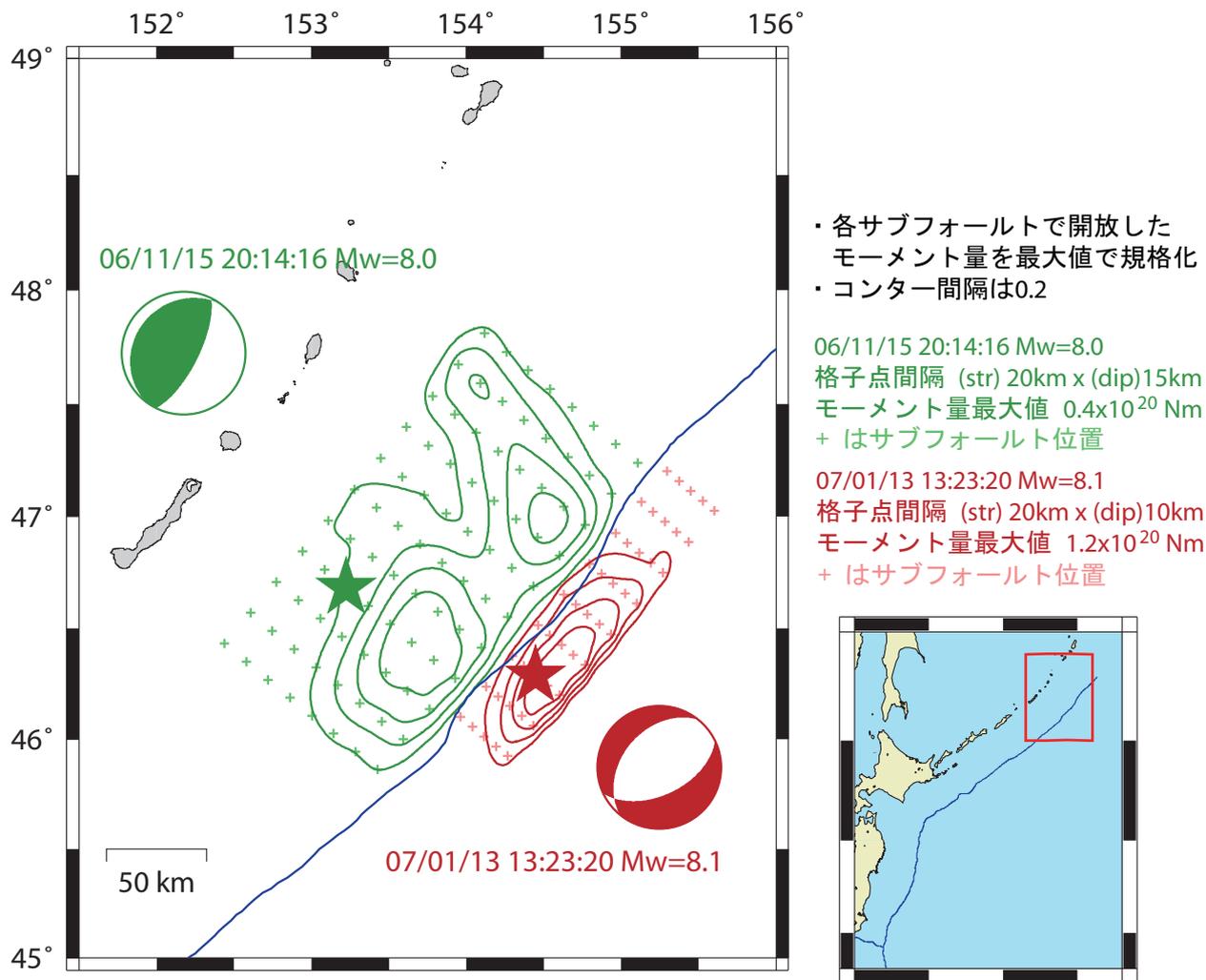
観測点配置



第6図(b) つづき
Fig.6(b) Continued

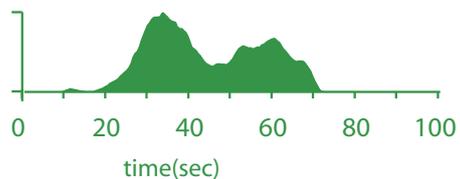
2006/11/15 (Mj7.9) と2007/1/13 (Mj8.2) の千島列島東方の地震の震源過程

・モーメント開放領域

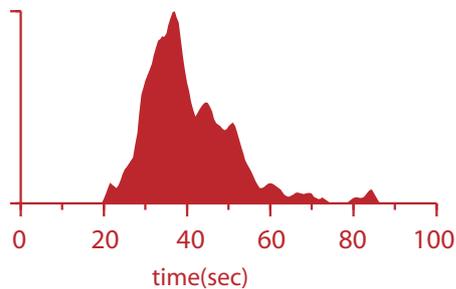


・震源時間関数

06/11/15 20:14:16 Mw=8.0



07/01/13 13:23:20 Mw=8.1



第7図 千島列島東方の2つの地震の震源過程・モーメント開放領域

Fig.7 Comparison of slip distribution of the two earthquakes occurred in November 2006 and January 2007.

2006/11/15(Mj7.9)と 2007/1/13(Mj8.2)の千島列島東方の地震の地震モーメントと断層面積の関係

両者の地震の震源過程解析の結果から、地震モーメント(M_0)と断層面積(S)を算出し、その関係を過去の大地震 (Kanamori & Anderson, 1975) と比較した。その結果、11月の地震はプレート境界型の地震と同程度、1月の地震はプレート内型の地震と同程度の応力降下量 ($\Delta\sigma = 2.5M_0S^{-1.5}$) を持つことがわかった。

11月の地震 (▲)

地震モーメント $1.23 \cdot 10^{21} \text{Nm}$ (Mw 8.0)

断層面積 (解析領域のうち、モーメント放出量の90%をまかなう面積) 16800km^2

$\Delta\sigma = 1.4 \text{MPa}$

1月の地震 (▲)

地震モーメント $1.95 \cdot 10^{21} \text{Nm}$ (Mw 8.1)

断層面積 5400km^2

$\Delta\sigma = 12 \text{MPa}$

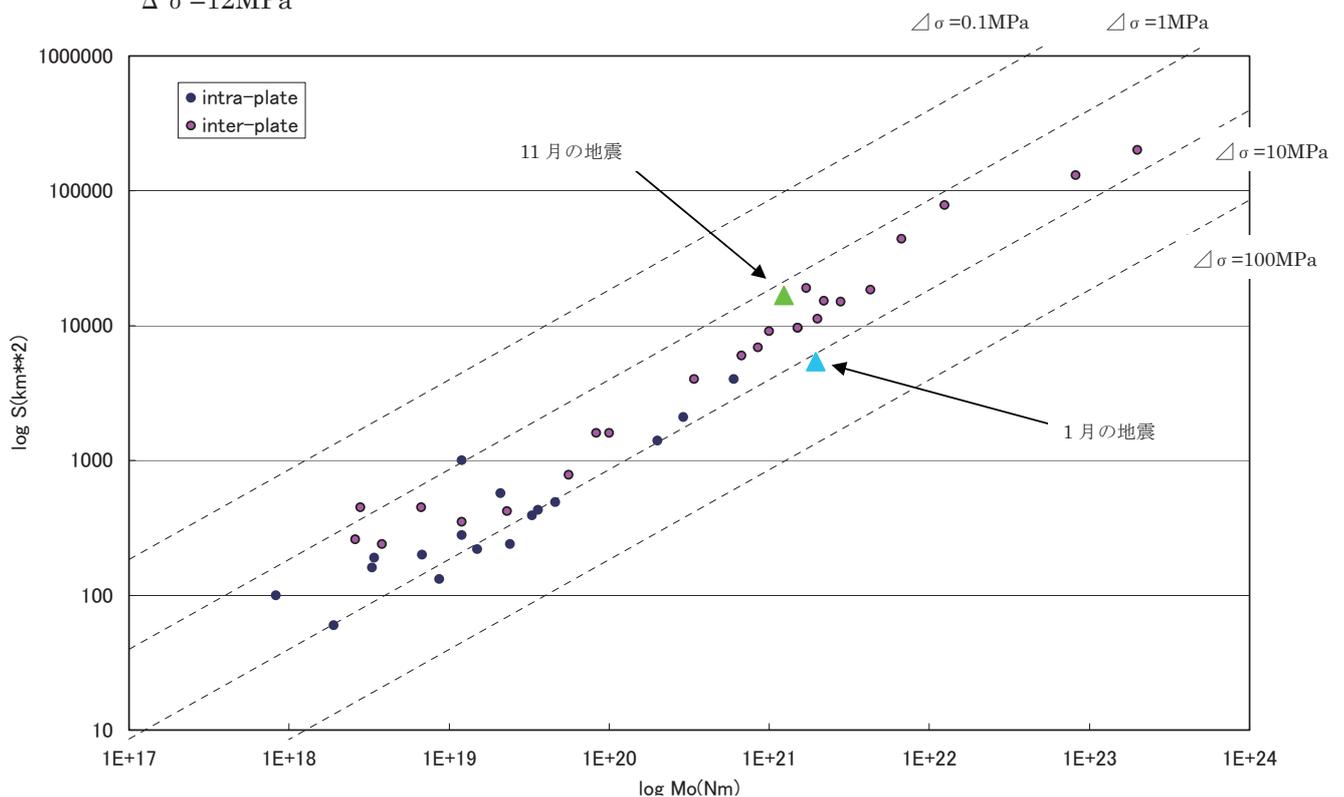


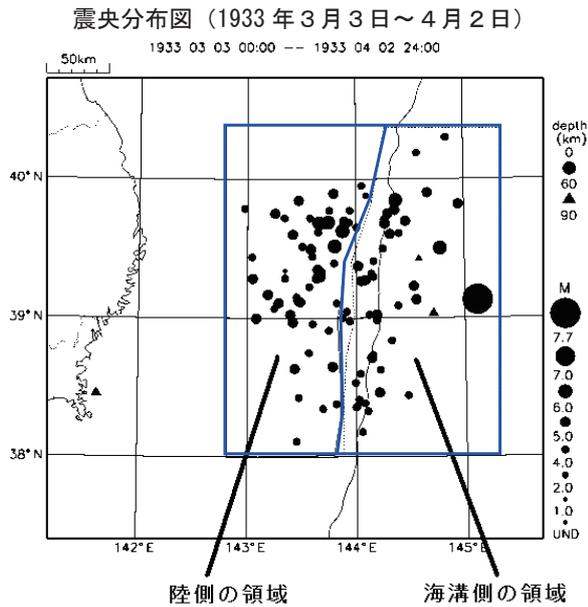
図. 地震モーメントと断層面積の関係

緑三角は11月の地震、青三角は1月の地震、赤丸はプレート境界型地震、青丸はプレート内地震。過去の地震のデータは、Kanamori and Anderson(1975)を使用。斜線は $\Delta\sigma = 2.5M_0S^{-1.5}$ として $\Delta\sigma$ 一定で計算したもの。

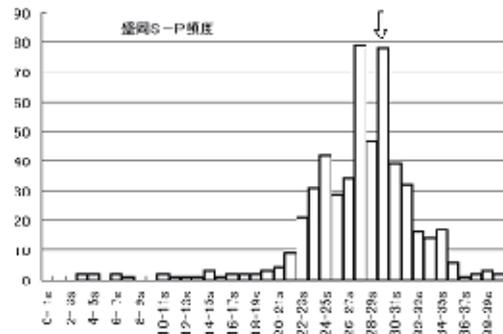
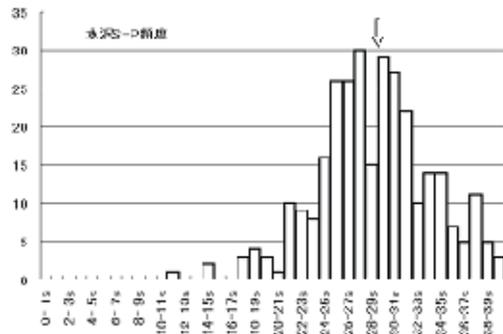
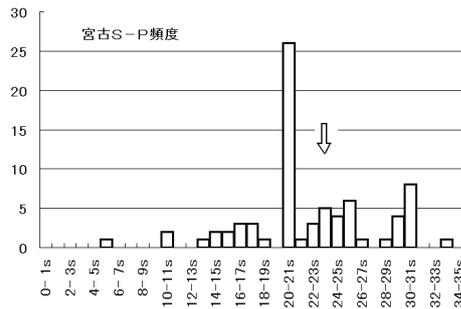
第8図 千島列島東方の2つの地震の地震モーメントと断層面積の関係

Fig.8 Relation between seismic moments and fault areas of the earthquakes in Kuril Islands.

1933 年三陸地震の余震（正断層型の余震と逆断層型の余震）



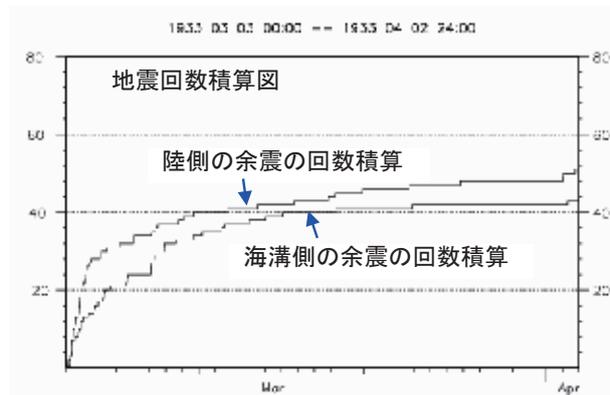
1933 年三陸地震の余震の発震機構は求められていないが、余震の震央分布から判断すると余震として陸側（おそらく逆断層）と海溝側（本震と同じ正断層型のメカニズム）が起きていると思われる。宮古、水沢、盛岡で観測された余震の S-P 頻度分布からも S-P 時間に 2 つのピークが存在していることが推定でき、余震域が海溝付近で 2 つに分かれていることを示唆している。



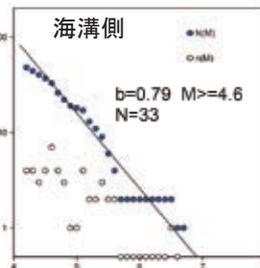
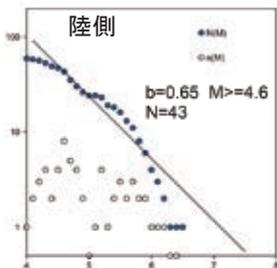
宮古、盛岡、水沢での S-P 頻度分布
(矢印は、海溝軸の位置に相当する S-P 時間)

余震の回数積算を見ると、陸側の余震は本震発生後 1、2 日は活発であるが、その後減衰が早い。それに対して海溝側は陸側ほど活発ではないが、減衰が遅い。この違いは、余震として性質の違ったグループに分かれる可能性を示している。また、M 度数分布を見ても、海溝側で起きた余震群は、陸側で起きた余震群に比べ M6 前後の大きい余震が少ない（図中 — 部分）ように見える（ただし、検知能力の違いも考慮する必要がある）。

このように海溝の沈み込みによって起こる地震についてはプレート間、プレート内で起きる地震をセットで見えていく必要がある。



M 度数分布と b 値 (○: 度数、●: 積算度数)



縦軸は対数スケールであるが、横軸上のプロットは便宜的に回数 0 としてある

第 9 図 1933 年三陸地震の余震（正断層型の余震と逆断層型の余震）

Fig.9 Aftershock distribution of 1933 Sanriku Earthquake with normal and reverse fault type mechanisms.

千島列島東方の地震の規模について

気象庁マグニチュードを比較すると、今回の地震 (Mjma8.2) は、2006年11月15日の千島列島東方の地震 (Mjma7.9) に比べて規模が大きかった。しかし、他の方法で求めたマグニチュードや他機関によるマグニチュードの値にはばらつきがあり、大小関係が逆転しているものもある。大きな地震の場合、マグニチュード計算に用いる地震波の周期帯の違い等によって、このような違いが見られることがある。

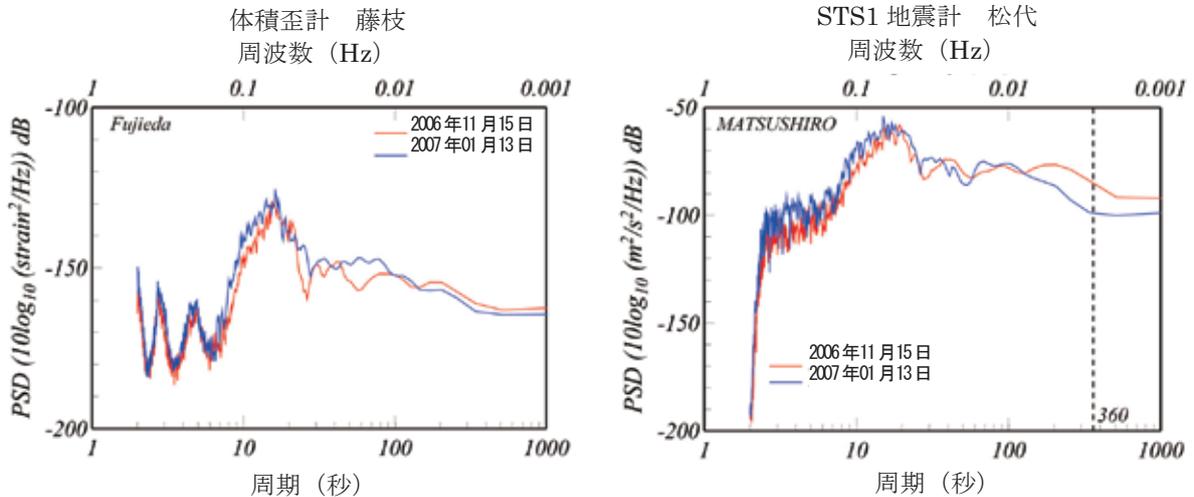
以下に、今回の地震と11月15日の地震について得られている各種マグニチュードの値をまとめ、参考として、藤枝の体積歪計および松代 (精密地震観測室) のSTS1地震計で得られた波形のスペクトルを示した。

各種マグニチュードの値 (大きいほうを ■ で示した)

		11月15日	1月13日	備考
気象庁	Mjma	7.9	8.2	原則、周期6秒程度以下の変位記録から計算
"	Mw	8.2	8.1	体積歪計(周期200~330秒程度)から計算
"	Mw	8.0	8.1	周期数秒~数百秒の遠地実体波(STS1)解析から計算
"	Mt	8.3	8.1	日本の検潮記録から計算
USGS	Ms	7.8	8.2	
"	Mw	7.9	7.9	
"	mb	6.6	7.3	
ハーバード	Mw	8.3	8.1	

Mjmaは通常用いられる気象庁のマグニチュード、Mwはモーメントマグニチュード、Mtは津波マグニチュード、Msは表面波マグニチュード、mbは実体波マグニチュードである。

体積歪計およびSTS1地震計のスペクトル比較



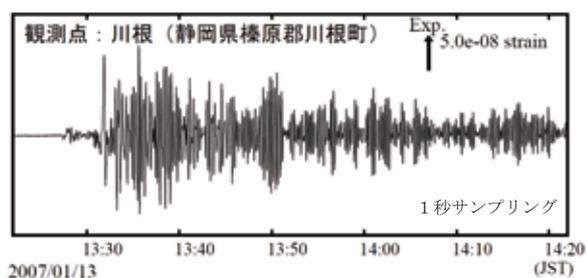
周期約20秒より短周期側では、今回の地震の振幅(エネルギー)は11月15日の地震のそれよりも大きい。周期約20秒から100秒程度では11月15日の地震のほうが大きくなる部分もあるなど、ほぼ拮抗している。さらに長周期になると大小関係は逆転し、11月15日の地震のほうが大きくなる。このスペクトルの大小関係は、比較的短い周期を使っている気象庁マグニチュードでは1月13日の地震の規模の方が大きく、比較的長い周期を使って決めたマグニチュードでは、ほぼ同じか、または11月15日の地震が大きくなったことと調和している。

第10図 千島列島東方の地震の規模について

Fig.10 Various magnitudes estimated for the two earthquakes in Kuril Islands.

千島列島東方の地震(2007.1.13) 体積歪計の記録から推定される Mw

川根観測点で観測された体積歪波形



気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った。

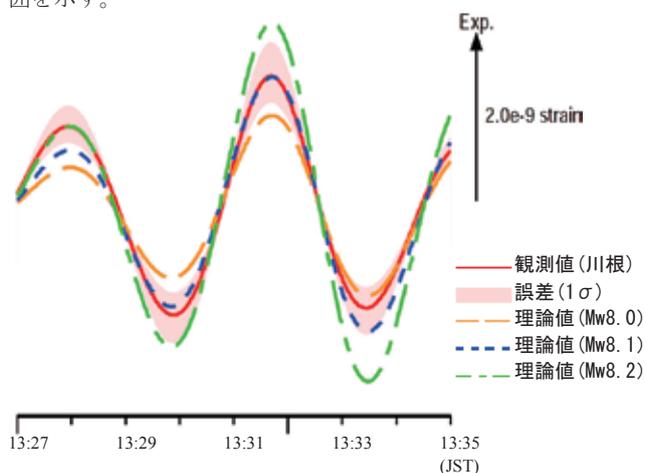
理論体積歪はハーバード大学により決定された CMT 解を用い、一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒～3300 秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量を Mw8.0 相当から 8.2 相当まで 0.1 刻みで変化させて、それぞれについて観測波形と比較した。

体積歪計の観測波形と理論波形の振幅が最もよく整合するのは、**Mw8.1** 相当の場合であった。

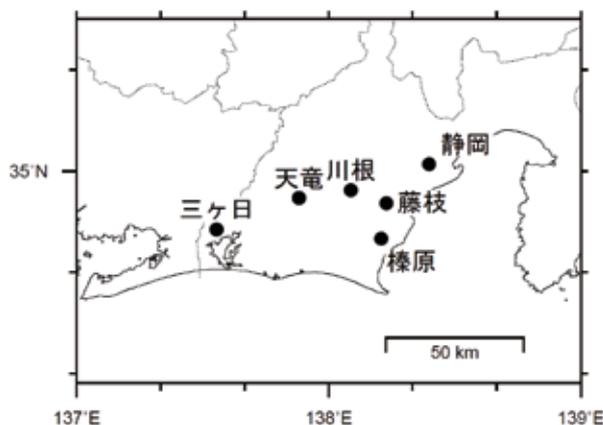
(参考：2006 年 11 月 15 日の地震は **Mw8.2** 相当)

川根観測点の観測波形と理論波形の振幅比較

データには周期 200～333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差 (1σ) の範囲を示す。

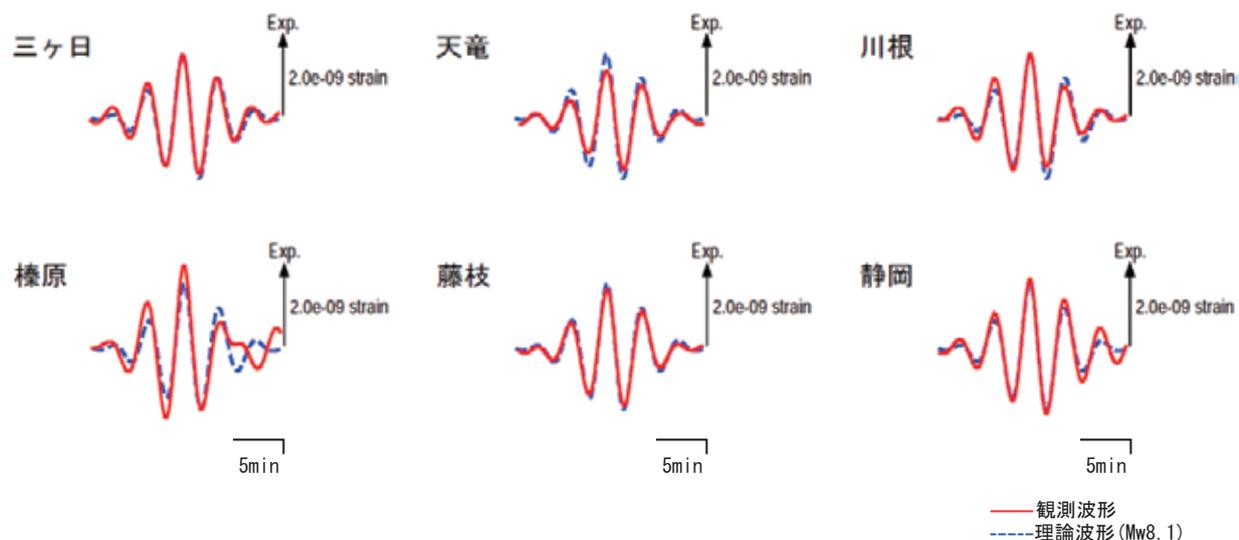


体積歪計の配置図



理論波形と体積歪観測点 6 カ所の観測波形との比較

データには周期 200～333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。



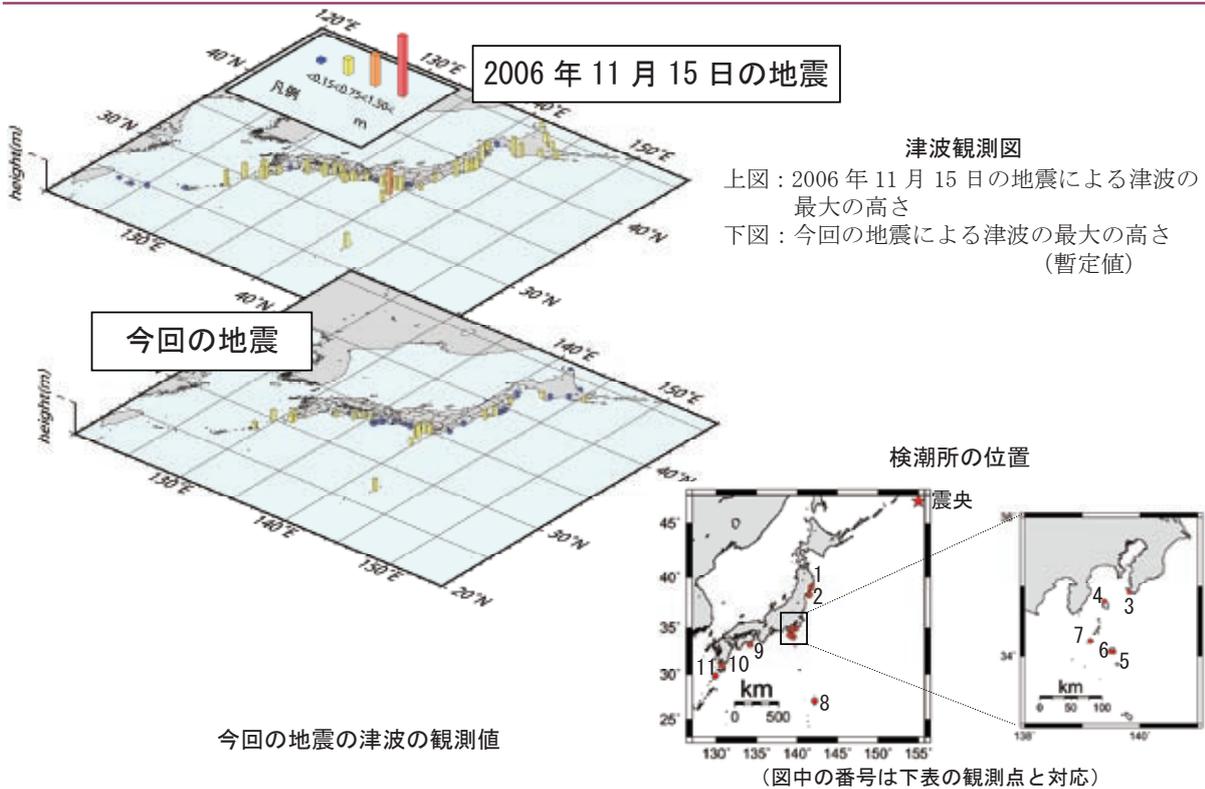
第 11 図 体積歪計の記録から推定される Mw (2007.1.13 の地震)

Fig.11 Mw of the earthquake in January 2007 estimated by volume strain meters.

1月13日 千島東方の地震（津波について）

2006年11月15日、および2007年1月13日の千島東方の地震の津波について比較した。

- 全体的に今回（1月13日）の地震の津波の方が小さい
- 2006年11月15日の地震による津波は押しで始まったのに対し、今回の津波は、ほとんどの観測点で引きから始まっている。



観測点名	第一波		最大の高さ	
	到達時刻	高さ(cm)	発現時刻	高さ(cm)
稚内	13日16:48	-3	14日00:56	5
経走	13日15:25	-15	13日18:33	8
根室市花咲	13日14:39	-11	13日18:34	15
釧路	13日14:56	7	14日05:46	13
浦河 *1	—	—	13日21:51	18
十勝沖 *2	13日15:06	12	13日22:37	14
むつ市関根浜	—	—	14日00:00	14
八戸	13日15:26	-8	13日21:48	17
苫小牧	13日15:07	-8	13日21:30	14
釧路 *1	13日15:13	-7	13日23:44	13
1 大船渡	—	—	13日22:20	27
2 石巻市鮎川	—	—	13日20:40	28
いわき市小名浜	13日15:44	7	13日21:12	11
銚子	—	—	13日20:40	7
3 釜山市布良	—	—	13日21:29	26
4 伊豆大島岡田	—	—	13日22:46	31
5 三宅島坪田	—	—	13日21:21	43
6 三宅島阿古 *1	—	—	13日23:41	28
7 神津島神津島港 *1	—	—	13日21:47	27
8 父島二見	13日16:24	-16	13日16:56	38
八丈島神湊 *1	—	—	13日20:43	19

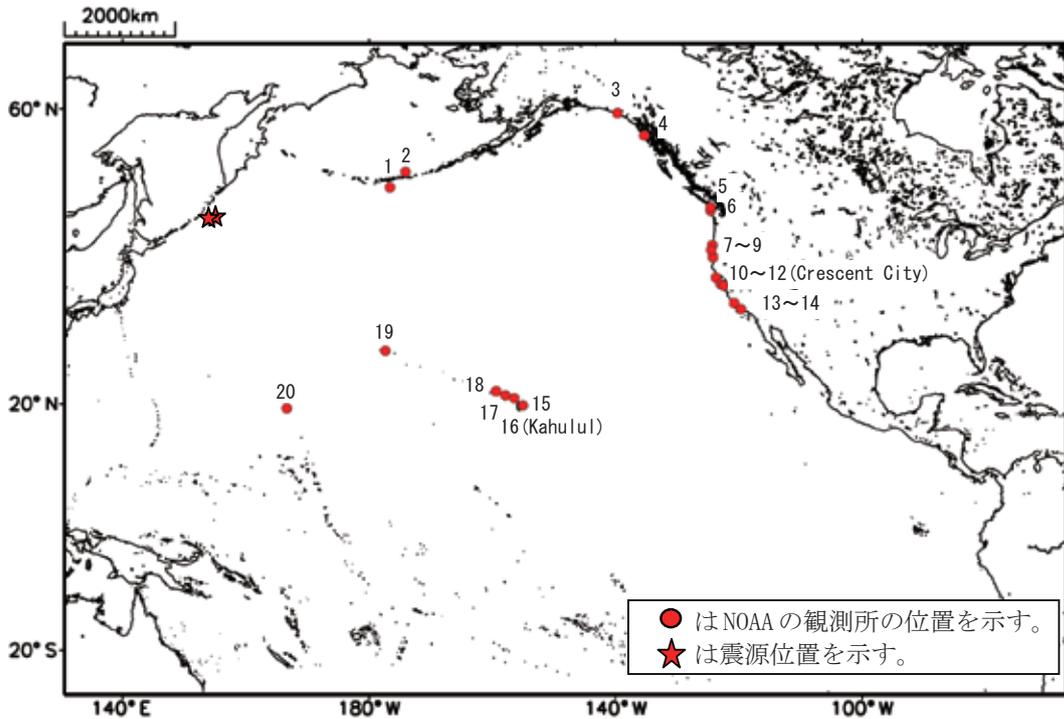
観測点名	第一波		最大の高さ	
	到達時刻	高さ(cm)	発現時刻	高さ(cm)
南伊豆 *1	—	—	13日22:07	16
南伊豆町石印崎	—	—	13日21:48	18
御前崎	—	—	13日19:52	13
舞阪	—	—	13日27:53	6
馬浜	—	—	13日21:06	10
尾鷲	—	—	14日01:47	11
熊野市並木	—	—	14日00:04	10
那智勝浦町鴻神	—	—	14日03:22	13
串本町袋港	—	—	14日02:22	8
御坊	—	—	13日22:15	15
阿波由岐	—	—	13日23:11	18
9 室戸市室戸岬	—	—	14日01:27	25
高知	—	—	14日01:51	8
土佐清水	—	—	13日23:06	17
10 南大隅町大泊 *1	—	—	14日00:29	27
種子島西之表 *1	—	—	14日03:11	15
種子島熊野	—	—	14日01:44	22
奄美市名瀬 *1	—	—	13日22:56	14
奄美市小湊	—	—	13日22:31	22
11 中之島 *1	—	—	14日00:04	36

観測点名欄の*1は海上保安庁、*2は国土交通省北海道開発局、無印は気象庁の所属。第一波の高さの数値は、+が押し、-が引きである。「—」は、値が決定できないことを示す。(値は暫定値)

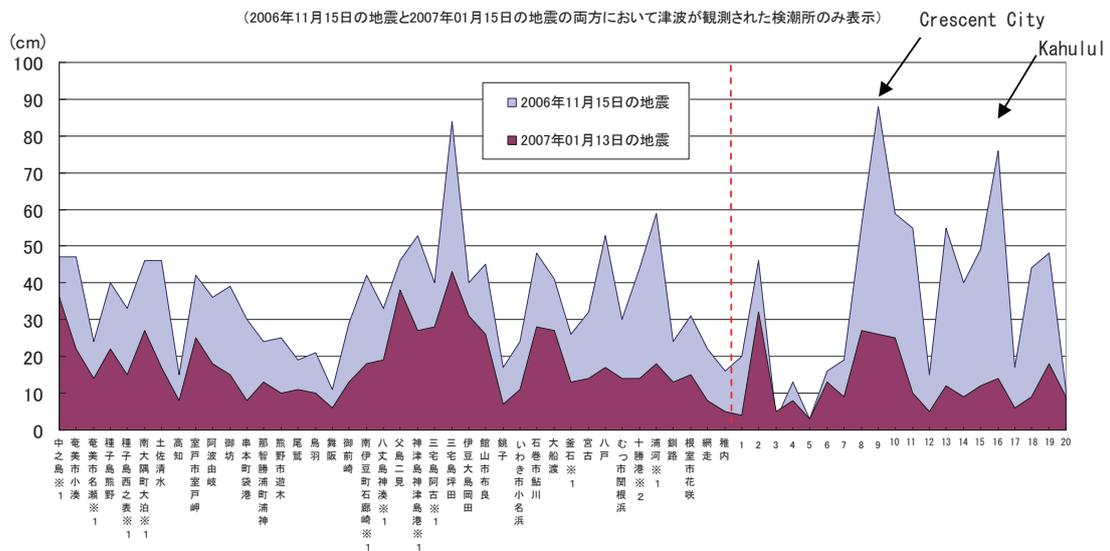
第12図 津波について（2007.1.13の地震）
 Fig.12 Tsunamis generated by the earthquake in January 2007.

津波の観測値の比較

2006年11月15日の津波の高さは、2007年01月13日の津波の高さと比較すると、国内の検潮所では2倍程度、海外の検潮所は数倍程度と、ほぼ全観測点で高かった。伝播経路、観測環境は同じと考えられるので、この差をもたらした原因は震源の可能性がある。この原因が仮に震源にあるとすると、2006年11月15日の地震の鉛直方向の地殻変動量は、2007年01月13日の地震の2倍～数倍程度あったと考えられる。



千島列島東方の地震における観測した津波の最大値比較

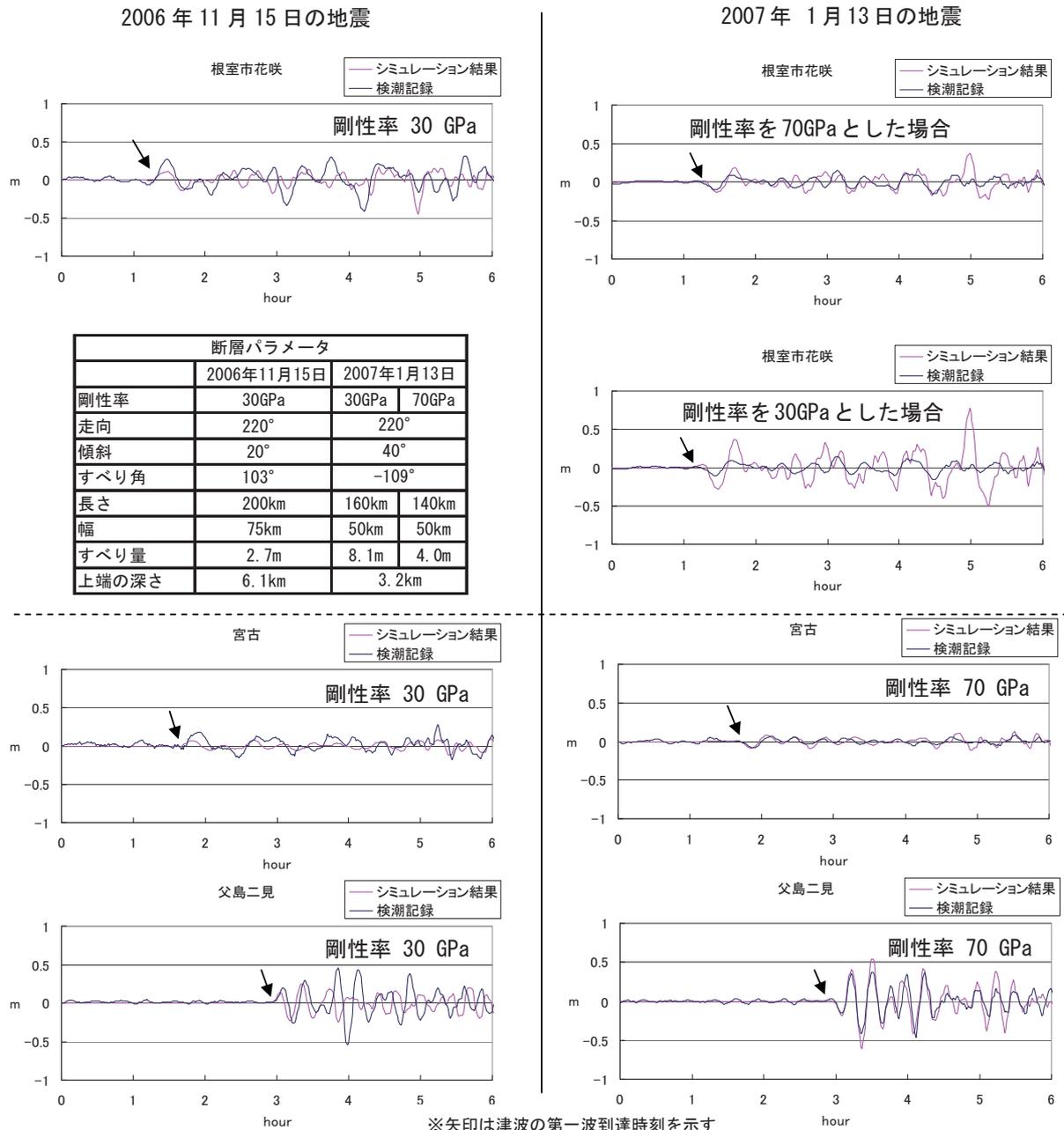


- ・日本の検潮所には国土交通省 (※2)、海上保安庁 (※1)、気象庁 (無印) の観測点が含まれている。
- ・海外は NOAA の HP の値を用いた。
- ・データは、日本の南から時計回りに概ね並べてある。

第13図 津波の観測値の比較

Fig.13 Comparison of Tsunamis generated by the two earthquakes in Kuril Islands.

津波シミュレーション結果と検潮記録

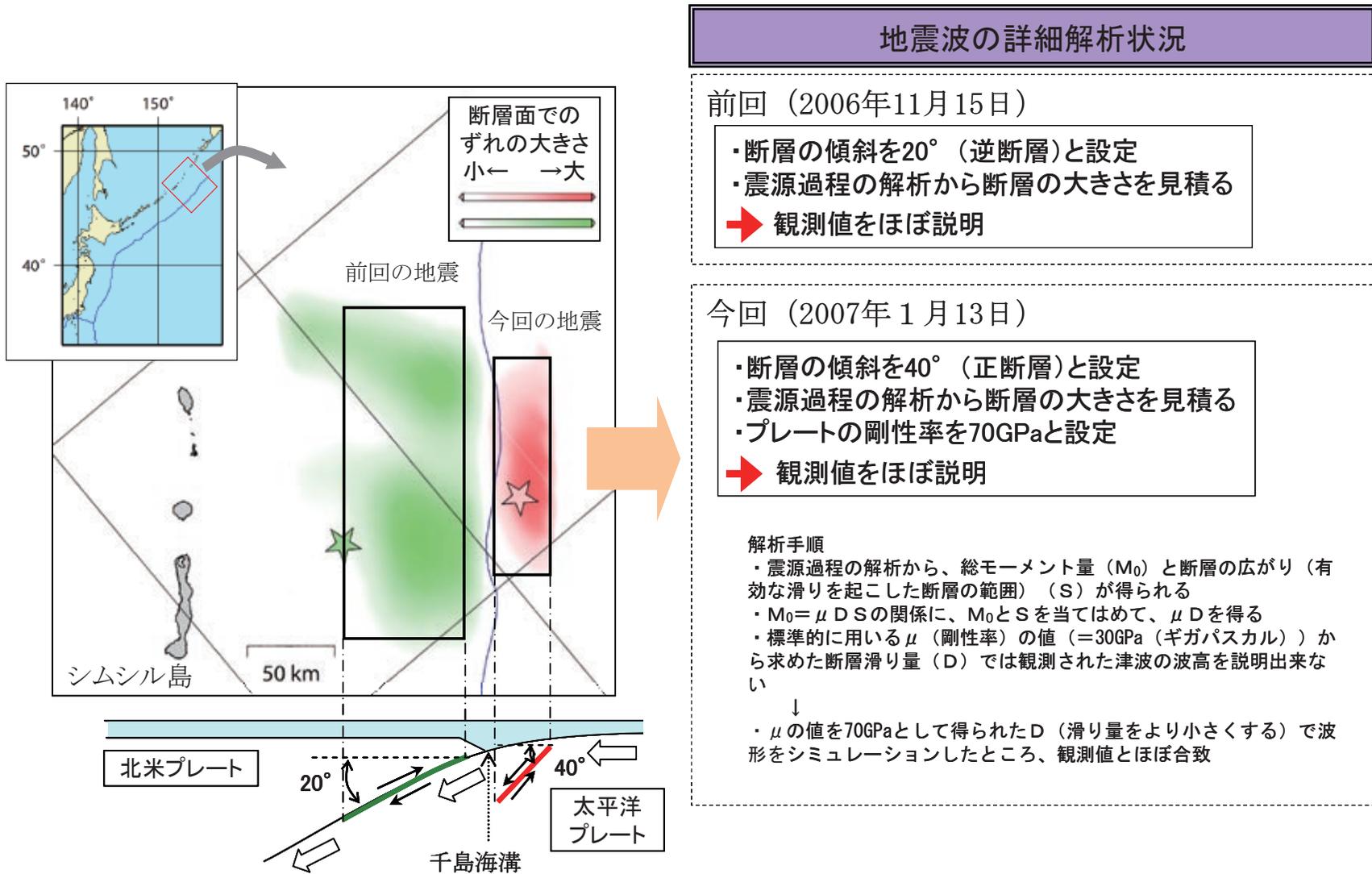


2007年1月13日に発生した千島東方の地震の津波シミュレーション結果を見ると、剛性率を30GPa、70GPaとしても両者は検潮波形と周期がほぼ一致していることから、断層の大きさは概ね合っていると考えられる。一方、津波の高さは剛性率を70GPaとした方が説明できている。断層の大きさが概ね合っているとすると、地震の規模を変えずに津波の高さを合わせるためには、すべり量を小さくする必要があり、その結果として剛性率は大きいと仮定する必要があると考えられる。

2006年11月15日の地震は剛性率30GPaで計算した場合に津波の高さをほぼ再現するが、2007年1月13日の地震は剛性率を70GPaにした方が津波の高さを説明できる。このことは、プレート境界とプレート内で剛性率が異なっていることを示唆しているのかもしれない。

第14図 津波シミュレーション結果と検潮記録
Fig.14 Comparison of simulated and observed Tsunamis.

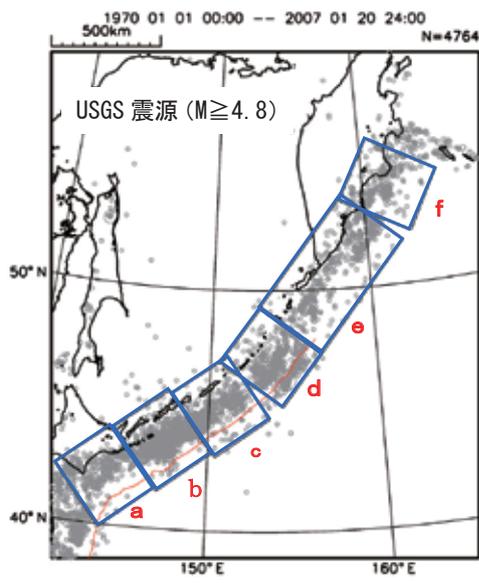
2006年11月15日及び2007年1月13日の地震の断層モデルおよび津波の特徴



第15図 断層モデルおよび津波の特徴

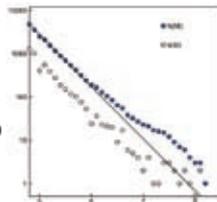
Fig.15 Fault models and characteristics of Tsunamis.

千島海溝沿いの地震活動（USGS 震源による活動の推移）



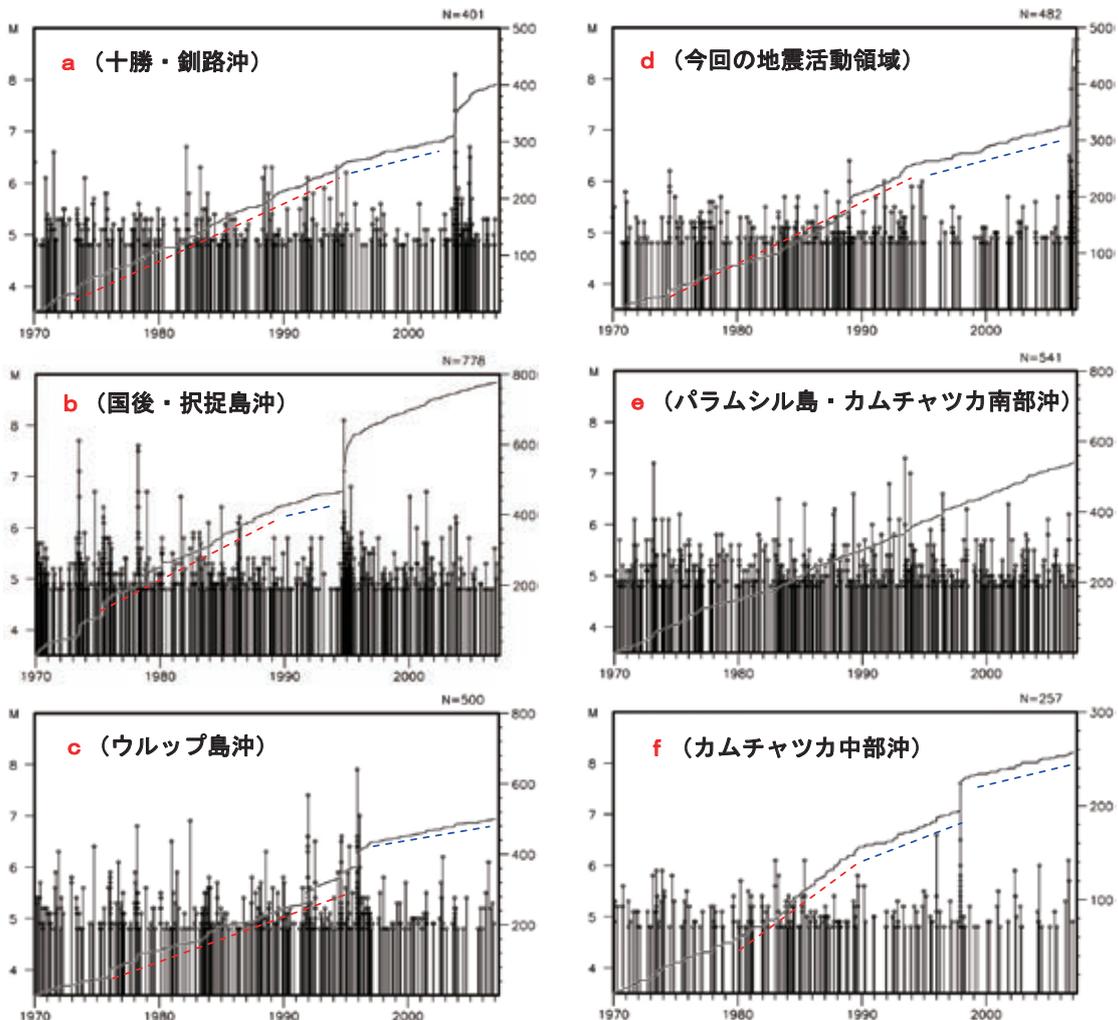
USGS による震源データを使って、千島海溝沿いの地震活動の推移を見てみた。

- a (十勝・釧路沖)**：平成 15 年（2003 年）十勝沖地震（M8.0）の前に長期的な静穏状態
- b (国後・択捉島沖)**：平成 6 年（1994 年）北海道東方沖地震（M8.2）の前数年間静穏状態
- c (ウруп島沖)**：最近 10 年程度、静穏な状態
- d (今回の地震活動領域)**：10 年程度の静穏な状態の後、今回の活動
- e (パラムシル島・カムチャツカ南部沖)**：比較的定常な活動（この領域は 1952 年 11 月 5 日 M9.0 の震源域付近に相当する）
- f (カムチャツカ中部沖)**：1997 年 12 月の M7.6 の地震の前、7,8 年程度静穏な状態。その後現在までさらに静穏な状態が継続



左図内の M 度数分布

各領域内の地震活動経過図、回数積算図（データは Δr : 10km、 Δt : 10 日 でデクラスタ処理してある）



第 16 図 千島海溝沿いの地震活動（USGS 震源による活動の推移）

Fig.16 Seismic activity along Kuril Islands by USGS data.