

### 3 - 7 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震発生以前の活動について Activities before the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

気象庁 地震予知情報課  
Earthquake Prediction Information Division, JMA  
気象庁 気象研究所  
Meteorological Research Institute, JMA

#### 1. 地震の概要

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（以下「本震」）の発生領域を含む東北地方の沿岸から海溝部にかけては M7 程度の地震がときおり発生している領域であった（第 1 図）。

本震の震源近傍では 2011 年 2 月 13 日からまとまった地震活動が発生していた。発震機構はいずれも西北西 - 東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。この地震活動は最大でも M5.5 であり、2 月中に一旦落ち着いている（第 1 図）。

3 月 9 日には、2 月の活動とほぼ同じ領域で M7.3 の地震が発生し、最大震度 5 弱を観測している。この地震も発震機構は西北西 - 東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の破壊開始点はこれらの活動の南西端に位置している（第 2 図）。

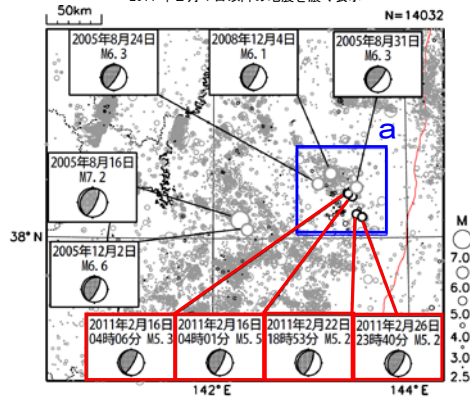
第 3 図には 3 月 9 日の地震に対して IRIS DMC の広帯域地震波形記録から遠地実体波を用いた解析、および K-NET と KiK-net の近地強震波形を用いた震源過程解析の結果を示した。これによると主要なすべりは破壊開始点よりも北西側の深い部分にあり、主な破壊継続時間は約 30 秒であった。また、断層の大きさは長さ約 60km、幅約 50km で、最大のすべり量は 1m 程度であった。モーメントマグニチュードは 7.3 ~ 7.4 となった。

第 4 図に東北地方の地震活動指数の推移を示した。10 年に 1 回程度の周期で地震活動が低下する時期があることが見てとれる。

### 三陸沖の地震活動

プレート境界の地震、逆断層型、最大M5.5、M5.0以上4回

震央分布図 (1997年10月1日～2011年3月6日、深さ0～100km、M $\geq$ 2.5) 2011年2月1日以降の地震を濃く表示

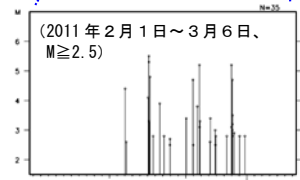
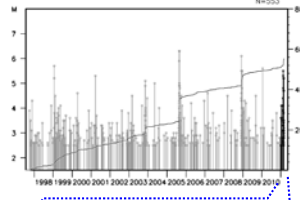


※発震機構はCMT解を表示

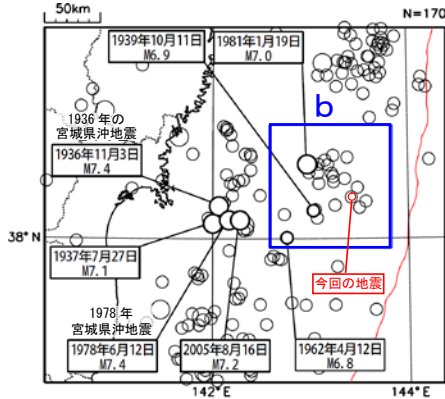
2011年2月13日から三陸沖で、M5.5の地震(最大震度1)を最大とするまとまった地震活動があった。発震機構は、いずれも西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。今回の活動では、M5.0以上の地震が4回発生している。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域a)は、まとまった地震活動が見られるところで、最近では2008年12月4日にM6.1の地震(最大震度3)を最大とする活動があった。

領域a内の地震活動経過図及び回数積算図

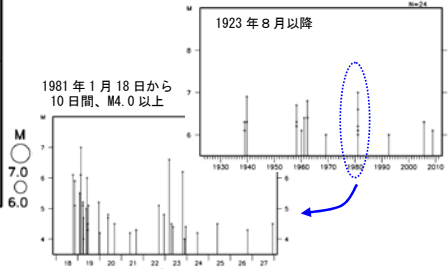


震央分布図 (1923年8月1日～2011年2月28日、深さ0～150km、M $\geq$ 6.0)



1923年8月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域b)では、M6.0以上の地震が度々発生しており、1981年1月19日のM7.0の地震(最大震度4、釜石で高さ22cmなど津波を観測)では、この前後でM6.0以上の地震が6回発生するなど、活発な地震活動が見られた。

領域b内の地震活動経過図

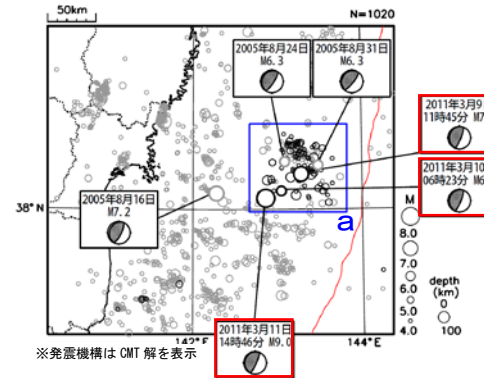


第1図 2011年2月の三陸沖の地震活動  
Fig.1 The earthquakes off Sanriku in February, 2011.

### 三陸沖の地震活動 (3月9日のM7.3の地震)

プレート境界の地震、逆断層型、M7.3、最大震度5弱

震央分布図 (1997年10月1日～2011年3月11日、深さ0～100km、M $\geq$ 4.0) 2011年2月1日以降の地震を濃く表示



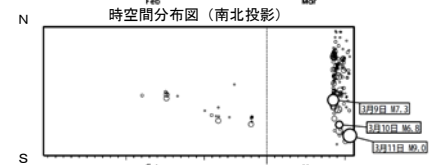
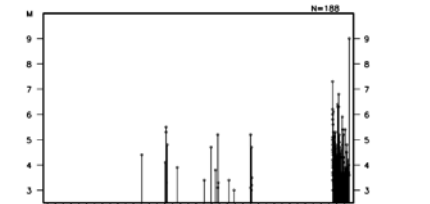
※発震機構はCMT解を表示

2011年2月13日から三陸沖で、M5.5の地震(最大震度1)を最大とするまとまった地震活動があった。

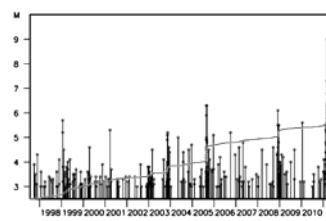
また3月9日11時45分にはほぼ同じ場所でもM7.3の地震(最大震度5弱)の地震が発生し、大船渡で最大55cmの津波が観測された。これらの地震の発震機構は、いずれも西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

3月11日のM9.0の地震の震源(初期破壊点)は、これらの活動域の南西端に位置している。

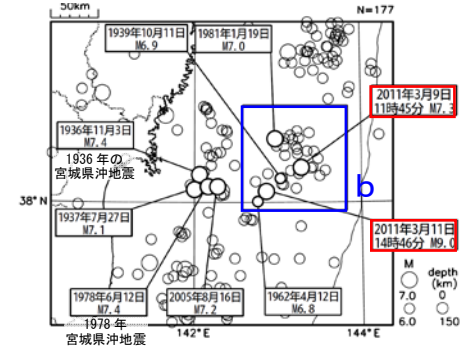
領域a内の地震活動経過図 (2011年2月1日～3月11日、M $\geq$ 3.0)



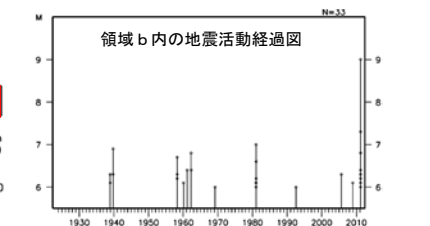
領域a内の地震活動経過図 (1997年10月～2011年3月11日、M $\geq$ 3.0)



震央分布図 (1923年8月1日～2011年3月11日、深さ0～150km、M $\geq$ 6.0)



1923年8月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域b)では、1939年10月11日にM6.9の地震(最大震度4)、また1981年1月19日のM7.0の地震(最大震度4)が発生している。



第2図 2011年3月9日三陸沖の地震  
Fig.2 The earthquake off Sanriku on March 9, 2011.

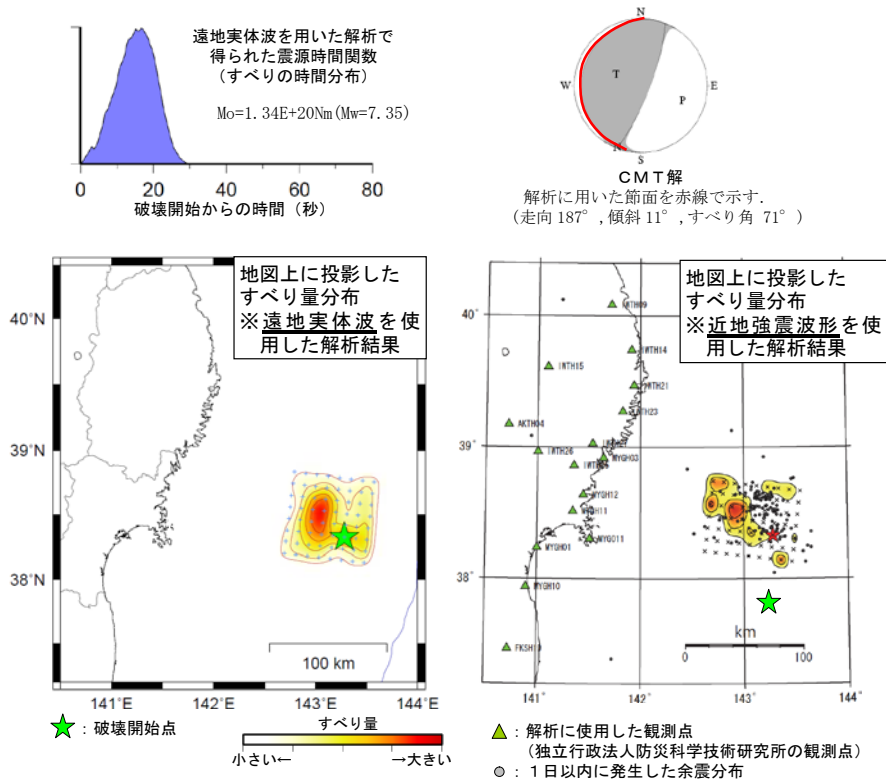
### 3月9日 三陸沖の地震

#### 一 遠地実体波および近地強震波形による震源過程解析（暫定）一

2011年3月9日11時45分に三陸沖で発生した地震について、米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析（注1）を行った。また、独立行政法人防災科学技術研究所のK-net, KIKNETの近地強震波形を用いた震源過程解析を行った。破壊開始点は気象庁による震央の位置（N38° 19.7′, E143° 16.7′）とした。この地震は太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生したと考え、断層面は気象庁のCMT解の西北西傾斜の節面を用いた。

主な結果は以下のとおり。

- ・ 主なすべりは初期破壊開始点よりも北西側の深い部分にあり、主な破壊継続時間は約30秒であった。
- ・ 断層の大きさは長さ約60km、幅約50km、最大のすべり量は1m程度であった。
- ・ モーメントマグニチュードは7.3~7.4であった。



（注1）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/>

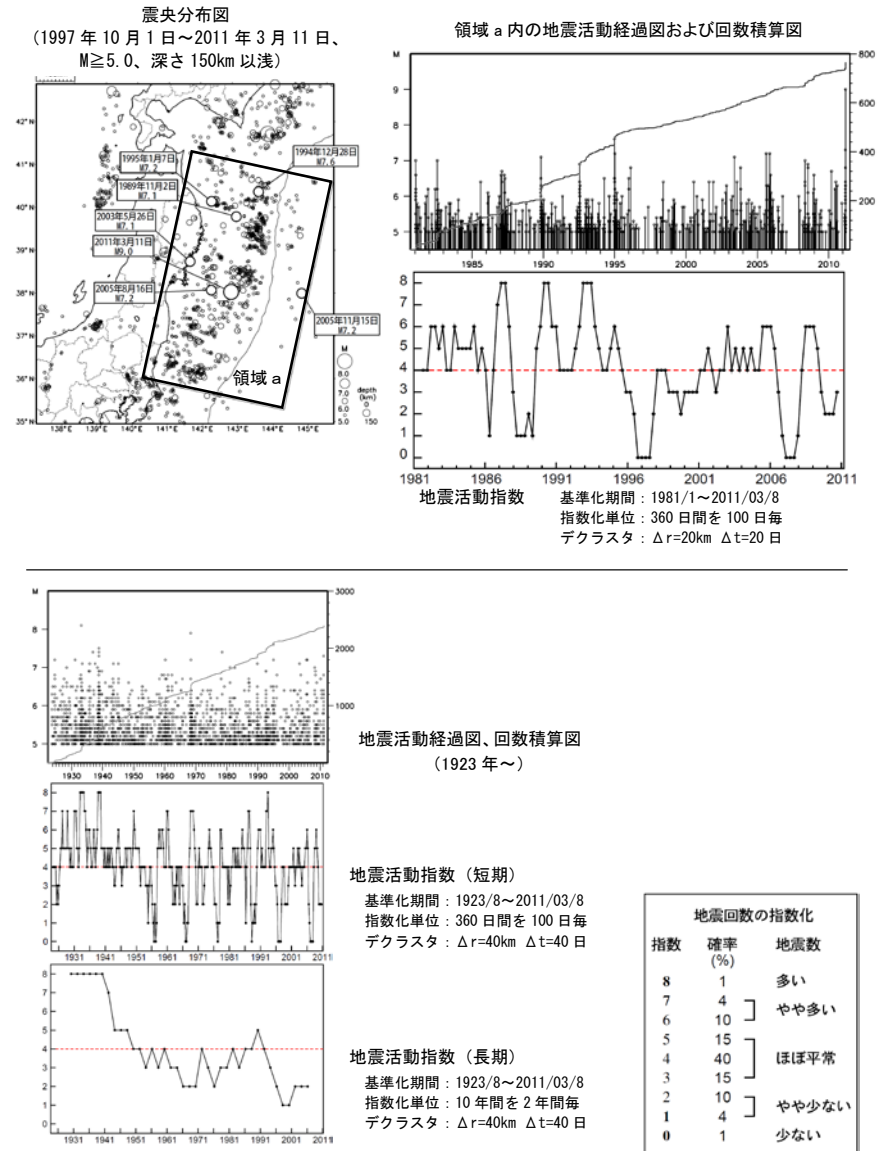
※ この解析結果は暫定であり、今後更新する可能性がある。

第3図 2011年3月9日 三陸沖の地震

一 遠地実体波および近地強震波形による震源過程解析（暫定）一

Fig.3 Source process of the earthquake off Sanriku on March 9, 2011 : analysis using teleseismic body-wave and near-field strong motion seismograms.

### 東北地方の地震活動の推移



第4図 東北地方の地震活動の推移

Fig.4 Change in seismic activity in Tohoku district.