

11 - 2 2011年1月3日チリ中部沿岸の地震 (Mw7.2) について

The Earthquake of Mw7.2 Near Coast of Central Chile Region on January 3, 2011

気象庁 地震津波監視課

Earthquake and Tsunami Observations Division, JMA

気象庁 地震予知情報課

Earthquake Prediction Information Division, JMA

2011年1月3日05時20分(日本時間)頃、チリ中部沿岸でモーメントマグニチュード(Mw)7.2(気象庁CMT解による)の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁CMT解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、南米プレートとその下に沈み込むナスカプレートの境界で発生した地震であった。この地震は2010年2月27日の地震(Mw8.8, 気象庁CMT解による)の震源域の南端付近で発生しており、Mw8.8の地震の余震であると考えられる。この地震はMw8.8の地震の余震の中で最も規模の大きい地震であった。また、2011年2月12日05時05分(日本時間)頃、チリ中部沿岸でMw6.9(気象庁CMT解によるモーメントマグニチュード)の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁CMT解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、南米プレートとその下に沈み込むナスカプレートの境界で発生した地震であった。この地震は2010年2月27日のMw8.8の地震の震源周辺で発生しており、Mw8.8の地震の余震であると考えられる。概要を第1図(a)、第1図(b)、第2図に示す。

2011年1月3日の地震について、米国地震学連合(IRIS)の広帯域地震波形記録を収集し、W-phaseを用いたメカニズム解析¹⁾を行った結果を第3図に示す。メカニズム、MwともGlobalCMT²⁾などの他機関の解析結果とはほぼ同様であり、Mwは7.1であった。

また、米国地震学連合の広帯域地震波形記録を収集し、遠地実体波を利用した震源過程解析³⁾を行った。その結果、主なすべりは、破壊開始点付近にあり、主な破壊継続時間は約20秒と求められた。断層長は約30km、幅は約40kmであり、剛性率を30GPaと仮定したときの最大のすべり量は約2.5mであった。モーメントマグニチュードは7.1であった(第4図)。

さらに、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を行うことにより、Mwの推定を行った結果を第5図に示す。理論波形は気象庁CMT解を用いて、一次元地球構造モデルPREM⁴⁾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。この結果、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、Mw7.2相当の場合であると推定された。

参 考 文 献

- 1) Kanamori, H. and L. Rivera, *Geophys. J. Int.*, 175, 222-238 (2008).
- 2) <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
- 3) M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>
- 4) Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L., Preliminary reference Earth model, *Phys. Earth planet. Inter.*, 25, 297 (1981).

1月3日 チリ中部沿岸の地震

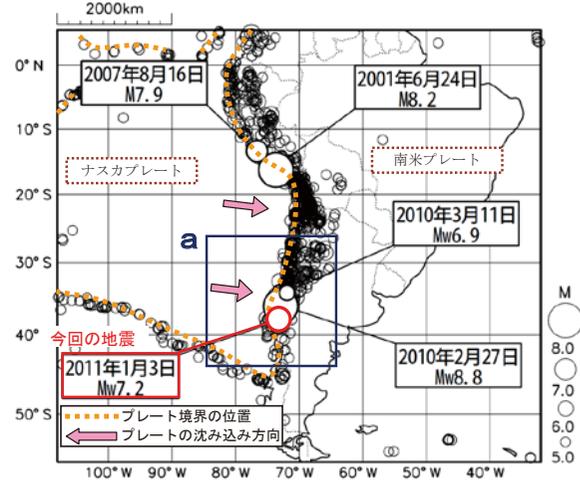
南米-ナスカプレート境界の地震、逆断層型、Mw7.2

2011年1月3日05時20分(日本時間)、チリ中部沿岸でMw7.2(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、南米プレートと地下に沈み込むナスカプレートの境界で発生した地震である。気象庁は同日05時47分、08時00分に「遠地地震に関する情報」(日本国内向け、08時00分の情報で日本への津波の影響なし)を発表した。

今回の地震は、2010年2月27日のMw8.8(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震の震源域の南端付近で発生しており、この地震の余震と考えられる。今回の地震は、2010年2月27日の地震の余震の中でもっとも規模の大きい地震であった。

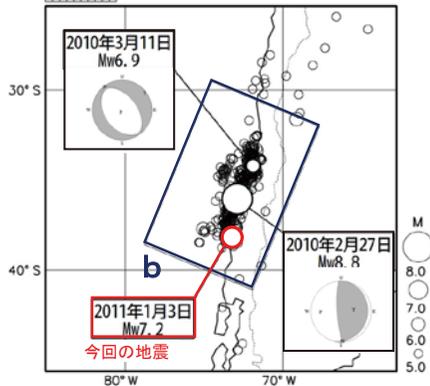
震央分布図(2000年1月1日~2011年1月31日、深さ0~200km、M \geq 5.0)

※震源要素は米国地質調査所(USGS)による。今回の地震及び2010年2月27日、3月11日の地震のMwは気象庁による。

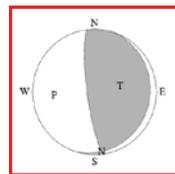
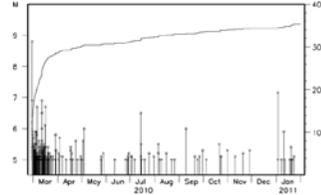


領域 a 内の震央分布図(2010年2月27日~2011年1月31日、深さ0~200km、M \geq 5.0)

※震源要素は米国地質調査所(USGS)による。今回の地震及び2010年2月27日、3月11日の地震のMwは気象庁による。



領域 b 内の地震活動経過図及び回数積算図



今回の地震の発震機構(気象庁によるCMT解)

第1図(a) 2011年1月3日 チリ中部沿岸の地震(Mw7.2)について
Fig.1(a) The Earthquake of Mw7.2 Near Coast of Central Chile Region on January 3, 2011

2月12日 チリ中部沿岸の地震

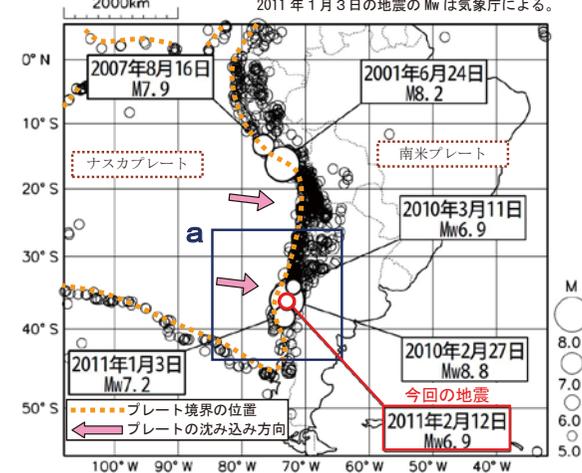
南米-ナスカプレート境界の地震、逆断層型、Mw6.9

2011年2月12日05時05分(日本時間)、チリ中部沿岸でMw6.9(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、南米プレートと地下に沈み込むナスカプレートの境界で発生した地震である。気象庁は同日05時36分に「遠地地震に関する情報」(日本国内向け、日本への津波の影響なし)を発表した。

今回の地震は、2010年2月27日のMw8.8(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震の震源域周辺で発生しており、この地震の余震と考えられる。2010年2月27日の地震の余震で規模の大きいものは、最近では2011年1月3日にMw7.2(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震が発生している。

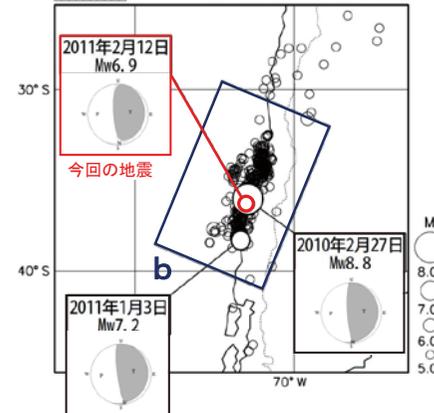
震央分布図(2000年1月1日~2011年2月28日、深さ0~200km、M \geq 5.0)

※震源要素は米国地質調査所(USGS)による。今回の地震及び2010年2月27日、3月11日、2011年1月3日の地震のMwは気象庁による。

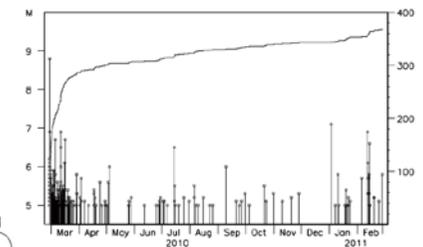


領域 a 内の震央分布図(2010年2月27日~2011年2月28日、深さ0~200km、M \geq 5.0)

※震源要素は米国地質調査所(USGS)による。今回の地震及び2010年2月27日、2011年1月3日の地震のMwは気象庁による。

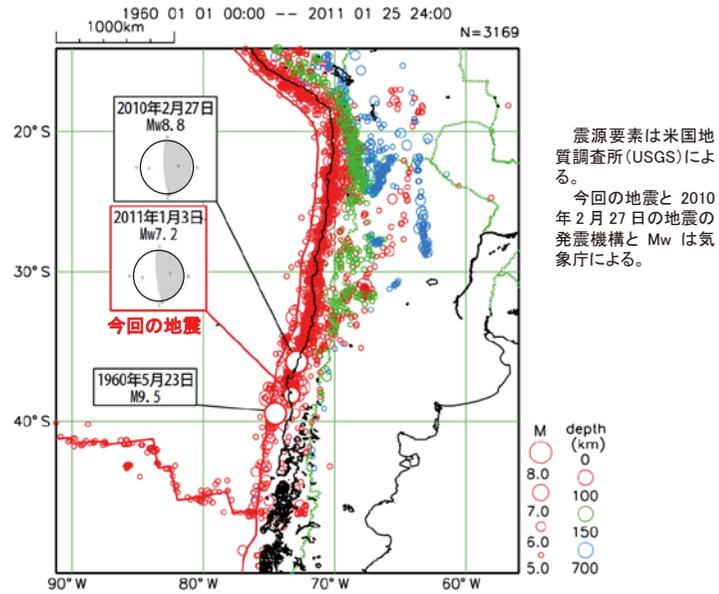


領域 b 内の地震活動経過図及び回数積算図



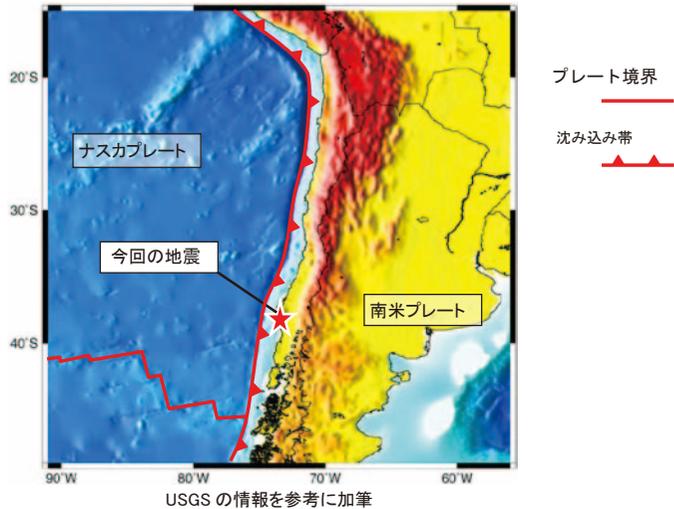
第1図(b) 2011年2月12日 チリ中部沿岸の地震(Mw6.9)について
Fig.1(b) The Earthquake of Mw6.9 Near Coast of Central Chile Region on February 12, 2011

チリ中部沿岸の地震 周辺のテクトニクス概要



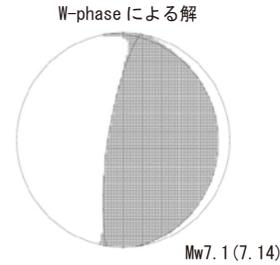
震源要素は米国地質調査所(USGS)による。
 今回の地震と2010年2月27日の地震の発震機構とMwは気象庁による。

今回の地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。今回の地震は、ナスカプレートと南米プレートのプレート境界で発生した地震である。



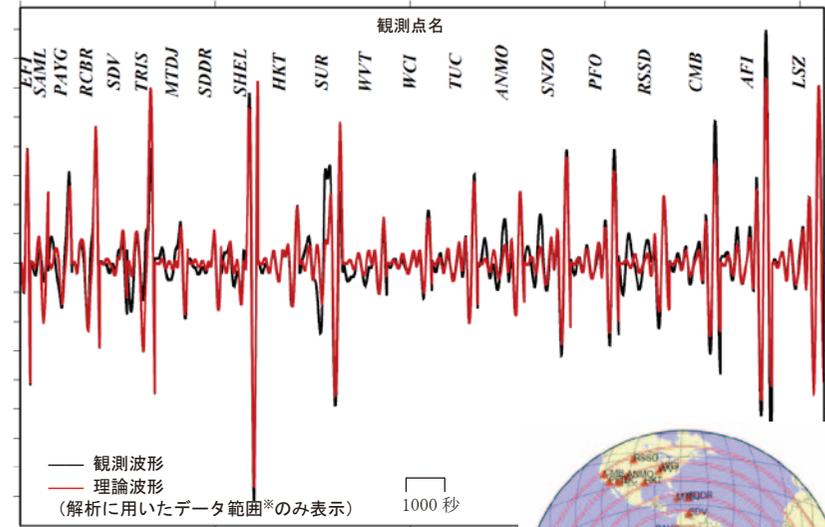
USGSの情報を参考に加筆

1月3日 チリ中部沿岸の地震 (W-phaseを用いたメカニズム解析)

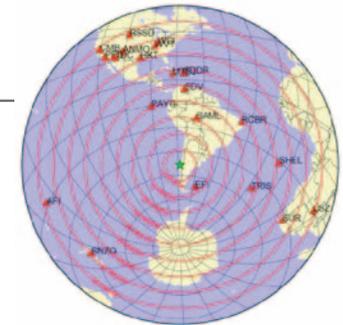


2011年1月3日05時20分(日本時間)にチリ中部沿岸で発生した地震についてW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mwとも、Global CMTなどの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mwは7.1であった。なお、最適位置はS38.9°, W73.7°となった(深さはUSGSによる25.1kmを使用した)。

W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの21観測点の上下動成分を用い、200~500秒のフィルターを使用した。
 注)W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。



※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。



解析に使用した観測点配置

(W-phaseに関する参考文献)
 Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., 175, 222-238.

IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用した。また、解析に使用したプログラムは金森博士に頂いたものを使用した。記して感謝する。

第2図 今回の地震の震源周辺のテクトニクス
 Fig.2 Tectonics around the hypocenter of this earthquake.

第3図 W-phaseを用いたメカニズム解析
 Fig.3 W-phase moment tensor solution.

1月3日 チリ中部沿岸の地震
 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

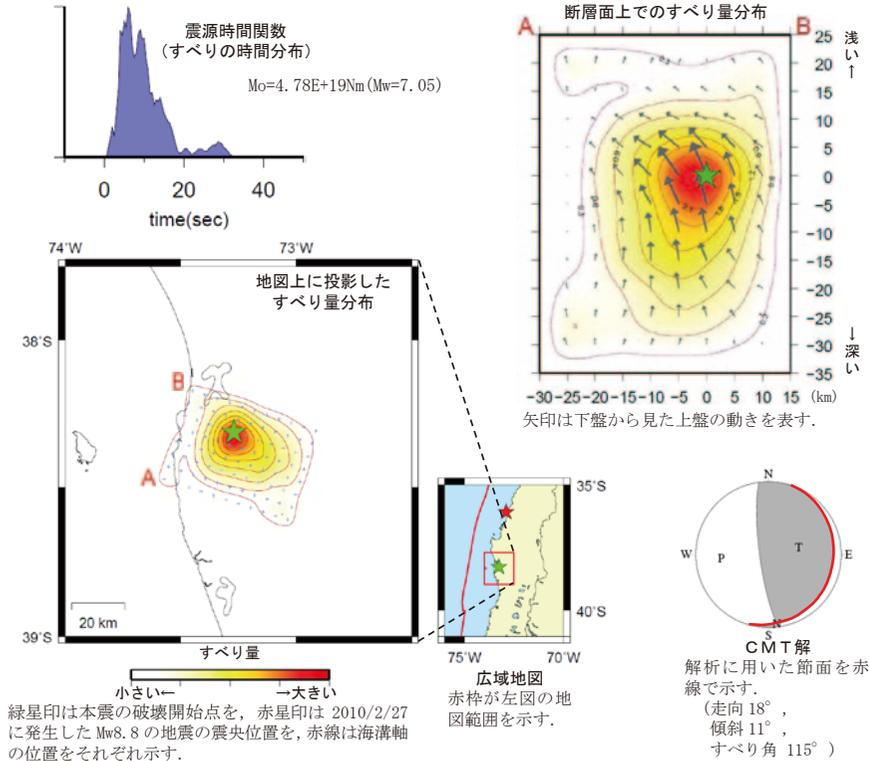
2011年1月3日05時20分（日本時間）にチリ中部沿岸で発生した地震について、米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点はUSGSによる震源の位置（S38.313°，W73.269°，深さ24km）とした。

断層面は、海外のデータを用いた気象庁のCMT解の低角側の節面を用いた（この解析では2枚の断層面のうち、どちらが破壊した断層面かを特定しづらいが、プレート境界付近で発生しているため、低角側の節面を破壊した断層面と仮定して解析した結果を以下に示す）。

主な結果は以下のとおり。

- 主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、主な破壊継続時間は約20秒であった。
- 断層の大きさは長さ約30km、幅約40km（最大破壊伝播速度を2.5km/sと仮定した場合）、最大のすべり量は約2.5m（剛性率を30GPaと仮定した場合）。
- モーメントマグニチュードは7.1であった。



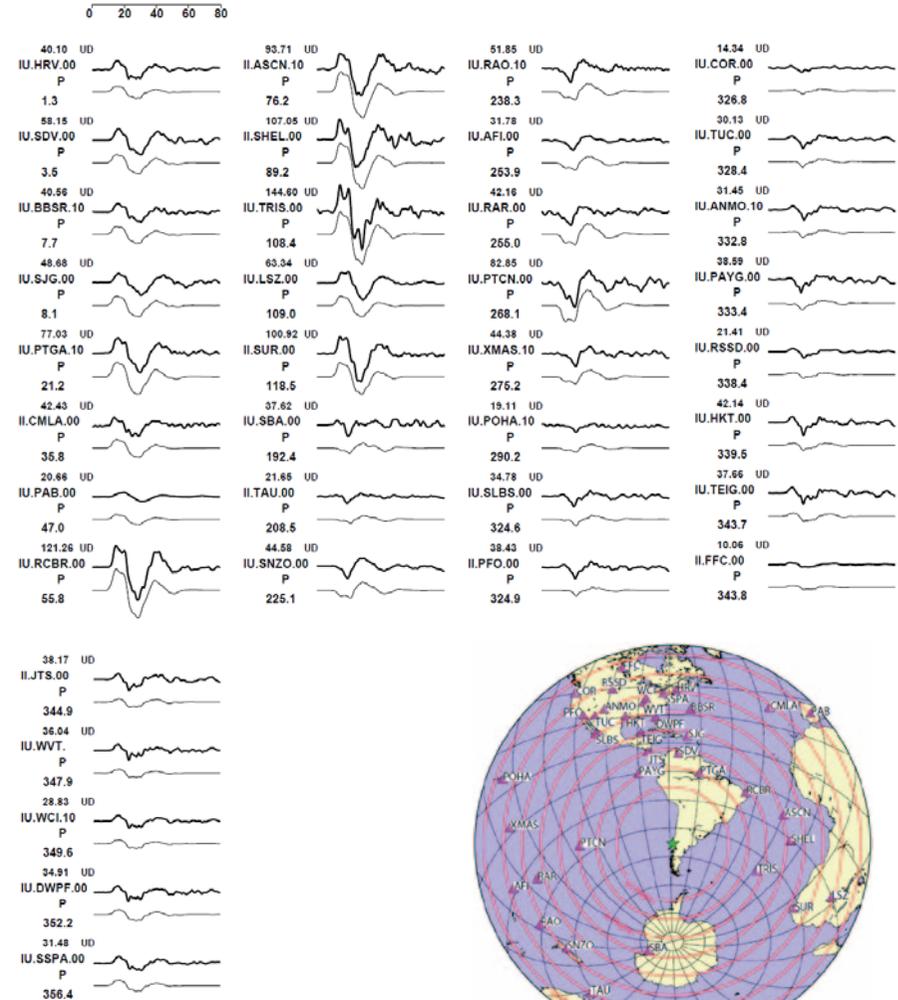
緑星印は本震の破壊開始点を、赤星印は2010/2/27に発生したMw8.8の地震の震央位置を、赤線は海溝軸の位置をそれぞれ示す。

（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。

観測波形（上：0.002Hz-1.0Hz）と理論波形（下）の比較



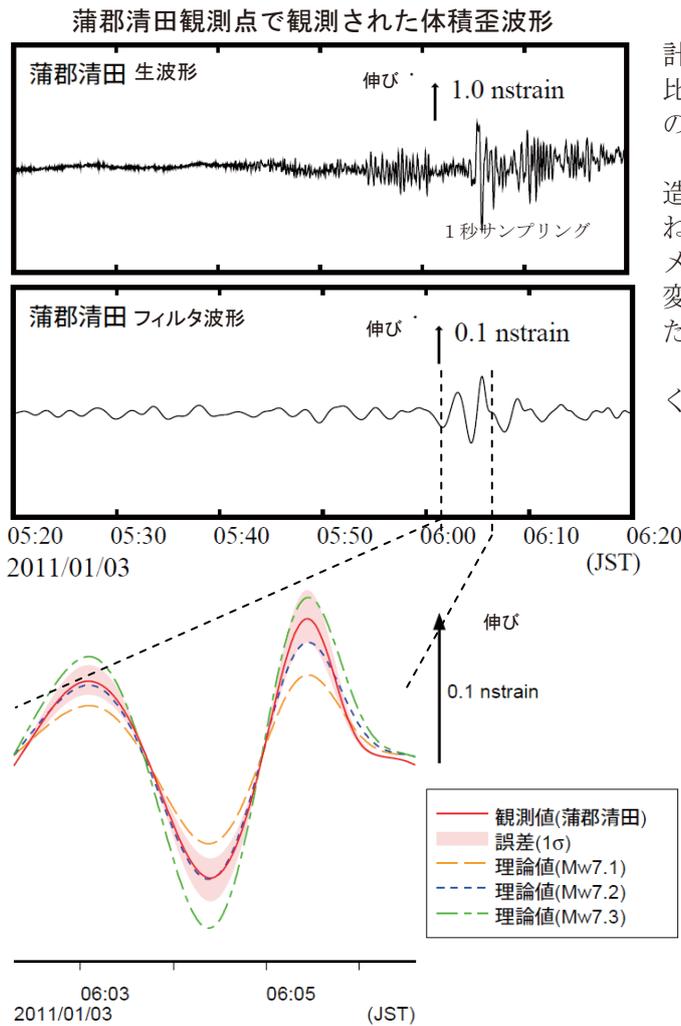
観測点配置図（震央距離30°～100°※1の37観測点※2を使用）

※1: 近すぎると理論的に扱えなくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通ってくるため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離のデータのみを用いている。

※2: IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

第4図 遠地実体波による震源過程解析
 Fig.4 Source rupture process analysis by far field body-wave.

1月3日 05時20分 チリ中部沿岸の地震 — 体積歪計の記録から推定される Mw —

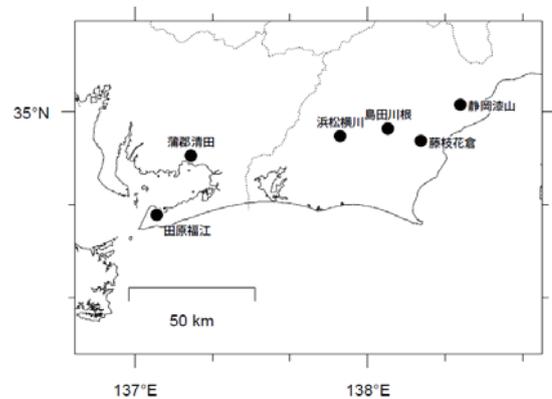


気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った。

理論体積歪は気象庁 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 Mw7.0 相当から 7.4 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。

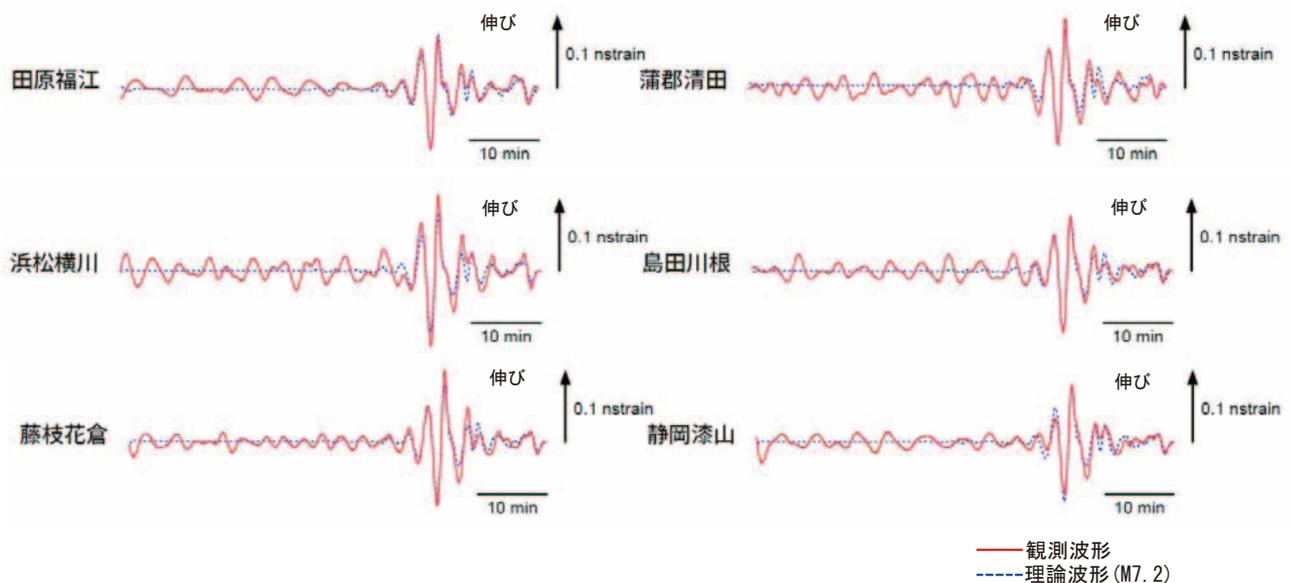
体積歪計の観測波形と理論波形の振幅が最もよく整合するのは、Mw7.2 相当の場合であった。

体積歪計の配置図



蒲郡清田観測点の観測波形と理論波形の振幅比較 (上図) データには周期 120～333 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。

理論波形と体積歪観測点 6 ヲ所の観測波形との比較 (下図) データには周期 120～333 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 5 図 埋込式体積歪計の記録から推定される Mw

Fig.5 The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.