

1 1 - 3 2009年10月8日バヌアツ諸島周辺で発生した地震について

The Earthquakes in Vanuatu Islands Region on October 8, 2009

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

2009年10月8日07時03分（日本時間）に南太平洋のバヌアツ諸島でMw7.6の地震が発生した。その15分後の同日07時18分に、それより約60km北方のサンタクルーズ諸島でMw7.8の地震が発生した。さらに同日08時13分にバヌアツ諸島（07時03分の地震の西方約15km）でMw7.4の地震が発生した（これらの地震のMwは気象庁CMT解によるモーメントマグニチュードである）。これらの地震の発震機構（気象庁CMT解）は、いずれも東北東-西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。また、いずれの地震の震央位置も海溝軸の東側であり、震源の深さは60km以浅であった（米国地質調査所による）。気象庁では、07時03分の地震について、07時26分に「北西太平洋津波情報」を、07時30分に「遠地地震に関する情報第1号」を発表した。さらに07時18分と08時13分の地震についても、11時03分に「遠地地震に関する情報第3号」として発表した。同日17時28分にMs6.8（Mは米国地質調査所による表面波マグニチュード）の余震が発生し、気象庁では17時49分に「北西太平洋津波情報」を、17時53分に「遠地地震に関する情報」を発表した。バヌアツのポートビラで0.3mの津波を観測したが、いずれの地震に伴うものかの判断は困難である（西海岸/アラスカ津波警報センターによる）。Mw7.0を超える3つの地震はいずれもインド・オーストラリアプレートと太平洋プレートのプレート境界付近で発生した。これらの地震の震央周辺では、10月31日までに、これらの地震も含めてM5.0以上の地震が83回発生したが、余震活動は収まりつつある。バヌアツ諸島周辺では、過去にもM7.0以上の同程度の規模の地震が数日以内に複数回発生したことが何度かある¹⁾。概要を第1図及び第2図に示す。

Mw7.0を超える3つの地震について、気象庁CMT解の断層パラメータ及びモーメントマグニチュードと米国地質調査所の震源要素をもとに、震央付近の上下変位量を推定した。この際、いずれの地震についても、プレートの沈み込み方向と調和的な東傾斜の断層面を仮定した。断層の長さ、幅、平均すべり量は宇津(2001)による標準的な値を採用した²⁾。この結果、1つ目の地震では最大1.9m、2つ目の地震では最大2.7m、3つ目の地震では最大1.2mの上下変位量（隆起）が見積もられた（第3図）。

また、07時03分の地震について、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を行った。その結果、主なすべりは、破壊開始点よりもやや深い場所に求められた。断層長は約70kmであり、地殻内の剛性率を30GPaと仮定したときの最大のすべり量は約4mであった。また、モーメントマグニチュードは7.5であった（第4図）。

さらに、東海地域に設置している埋込式体積歪計で観測された波形記録から、07時03分の地震のモーメントマグニチュードの推定を行った。気象庁CMT解を用い、モーメントマグニチュードを7.5、7.6、7.7のいずれかと仮定し、一次元地球構造モデルPREM³⁾の固有モード周期45～3300秒の重ね合わせにより、理論体積歪を計算した。観測された波形記録と理論波形記録を比較した結果、体積歪計で観測された波形記録の最大振幅を最も満足するのは、モーメントマグニチュードが7.6～7.7に相当する場合であった（第5図）。07時18分の地震及び08時13分の地震についても同様に波形記録の比較を行い、それぞれMw7.7～7.8及びMw7.3に相当する場合に最大振幅を満足した（第6図、第7図）。

参 考 文 献

- 1) 宇津徳治, 世界の被害地震の表 : <http://iisee.kenken.go.jp/utsu/index> (2009年11月4日閲覧)
- 2) 宇津徳治 : 地震学第3版, 共立出版 (2001)
- 3) Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L, Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, 25, 297 (1981).

10月8日 バヌアツの地震

プレート境界型地震、逆断層型、約1時間の間に Mw7.6, Mw7.8, Mw7.4

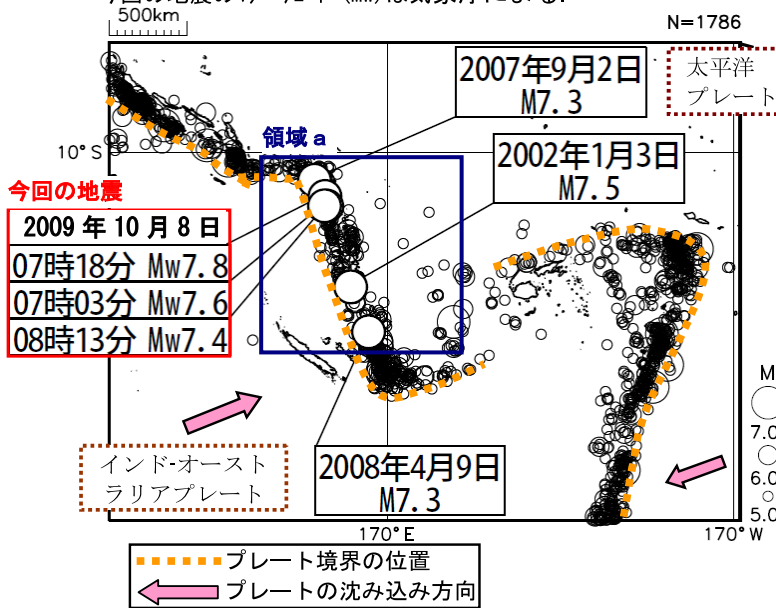
2009年10月8日07時03分(日本時間)に、バヌアツで Mw7.6 の地震が発生した。さらに07時18分に Mw7.8 の地震が、08時13分に Mw7.4 の地震が発生した(Mw はいずれも気象庁によるモーメントマグニチュード)。いずれの地震の発震機構(気象庁による CMT 解)も東北東-西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

気象庁は07時03分の地震に関して、同日07時26分に「北西太平洋津波情報」を、07時30分に「遠地地震に関する情報」を発表した。また、同日07時16分、太平洋津波警報センター(PTWC)は津波情報を発表した。同日09時30分現在、バヌアツのポートビラで約0.3mの津波を観測した(西海岸/アラスカ津波警報センター[WC/ATWC]による)。また気象庁は17時28分の M6.8 の余震に関して、17時49分に「北西太平洋津波情報」を発表した。

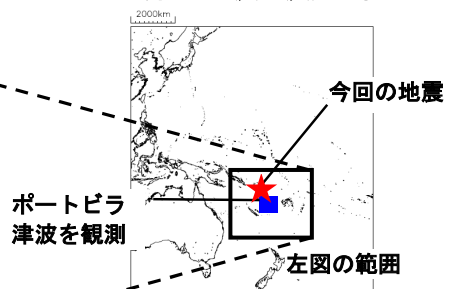
今回の地震は、太平洋プレートとインド-オーストラリアプレートのプレート境界で発生した。今回の地震の震源周辺では、M7.0 以上で津波を伴う地震が頻繁に発生している。今回の地震と同様に、同規模の地震が数日以内に複数回発生すること多い(「宇津の世界の被害地震の表」による)。

震央分布図(2000年1月1日~2009年10月31日、
深さ100km以浅、M≥5.0)

※ 震源要素は米国地質調査所による。ただし、2009年10月8日
今回の地震のマグニチュード(Mw)は気象庁による。



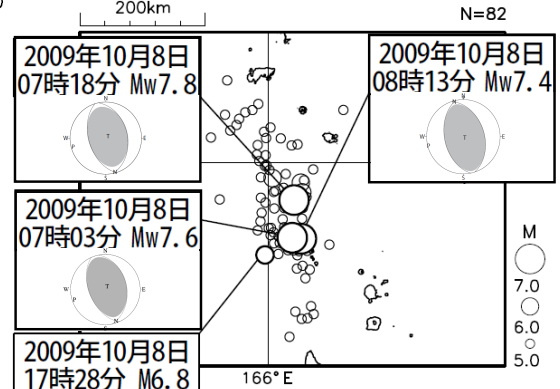
今回の地震の震央位置



今回の地震の震源近傍の震央分布図

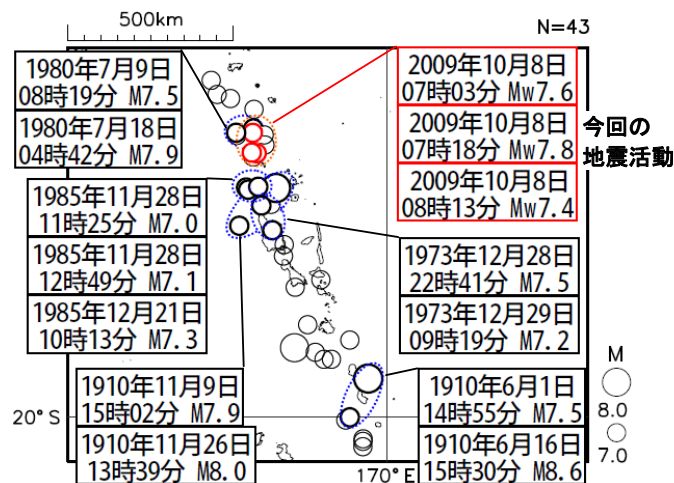
(2009年10月1日~31日、
深さ100km以浅、M≥5.0)

※ 震源要素は米国地質調査所による。ただしモーメント
マグニチュード(Mw)と発震機構(CMT 解)は気象庁による。

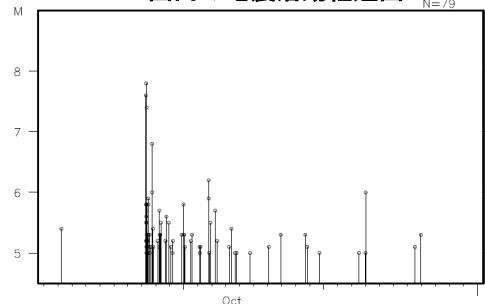


領域aの震央分布図(1900年1月1日以降、
深さ100km以浅、M≥7.0)

※ 震源要素は「宇津の世界の被害地震の表」及び米国地質
調査所による。ただし今回の地震活動のマグニチュード(Mw)は
気象庁による。



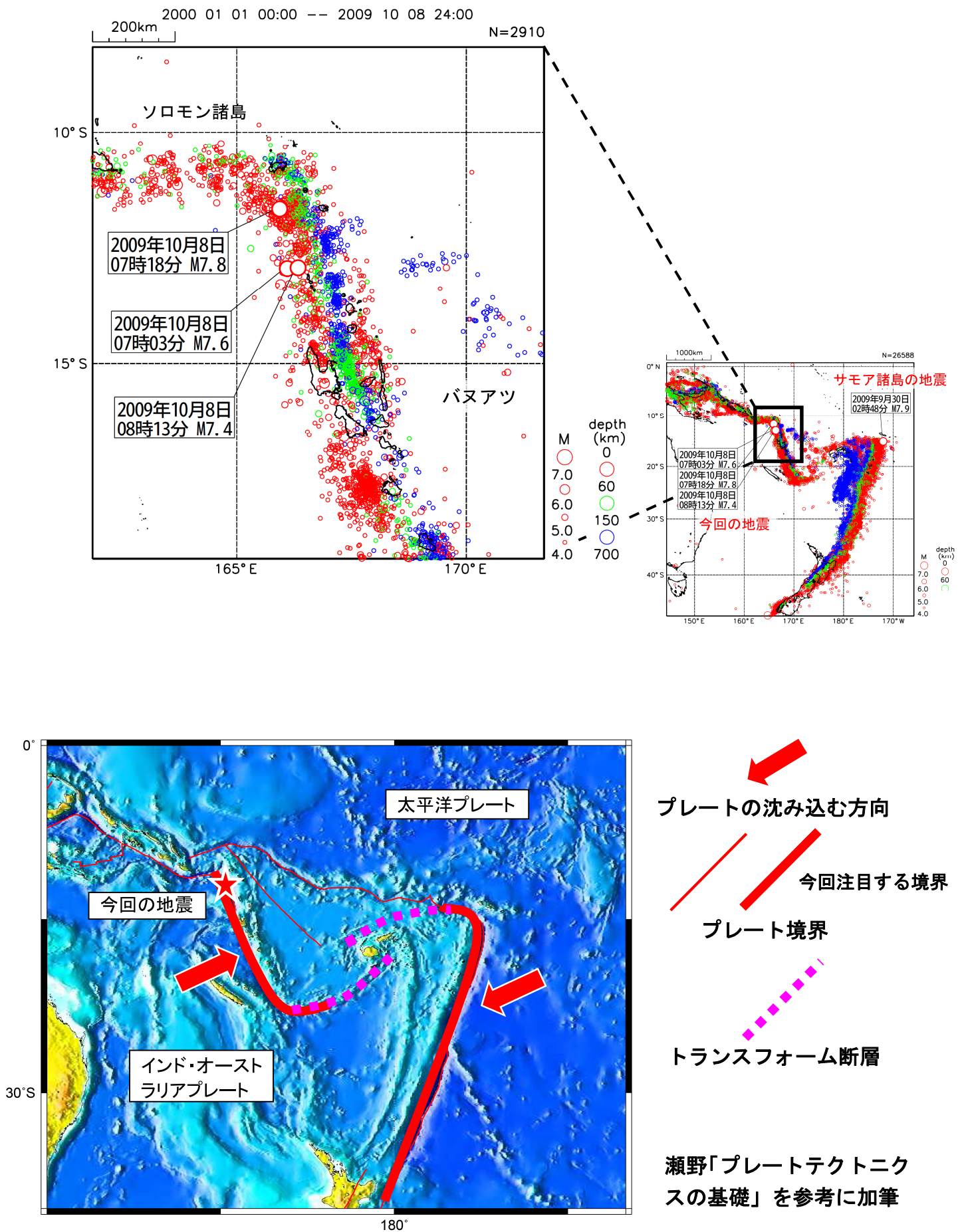
上図内の地震活動経過図



第1図 2009年10月8日バヌアツ諸島周辺で発生した地震について

Fig.1 The earthquakes in Vanuatu Islands Region on October 8, 2009.

バヌアツ周辺の震央分布図



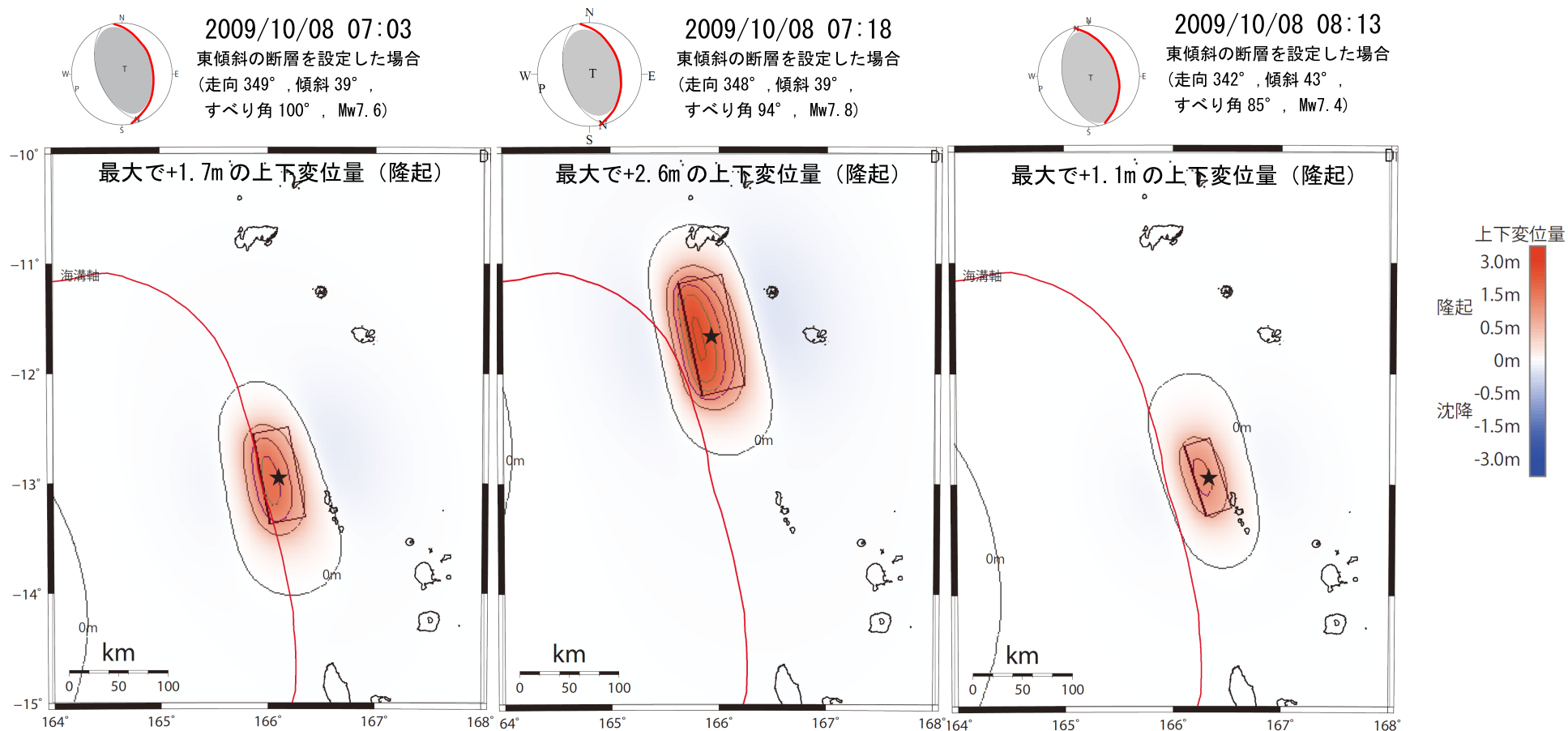
第2図 今回の地震の震源周辺のテクトニクス

Fig.2 Tectonics around the hypocenters of these earthquakes.

10月8日 バヌアツ諸島の地震 — CMT 解から推定した海底上下変位量 —

気象庁のCMT解の断層パラメータ及びMwを用いて、震央付近の上下変位量を推定した。

CMT解のセントロイドの位置を断層中央に設定し、断層の長さ・幅・平均すべり量は、標準的なパラメータ関係式（宇津，2001）により求めた。



CMT解のセントロイドの位置（★）を断層中央に設定した。図中のコンターは0.5m毎に描いている。

（引用文献）宇津徳治(2001) 地震学第3版, 376pp, 共立出版.

第3図 CMT解から予想される海底上下変位量

Fig.3 The ocean-bottom vertical displacement estimated from the CMT solution.

10月8日 バヌアツ諸島の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

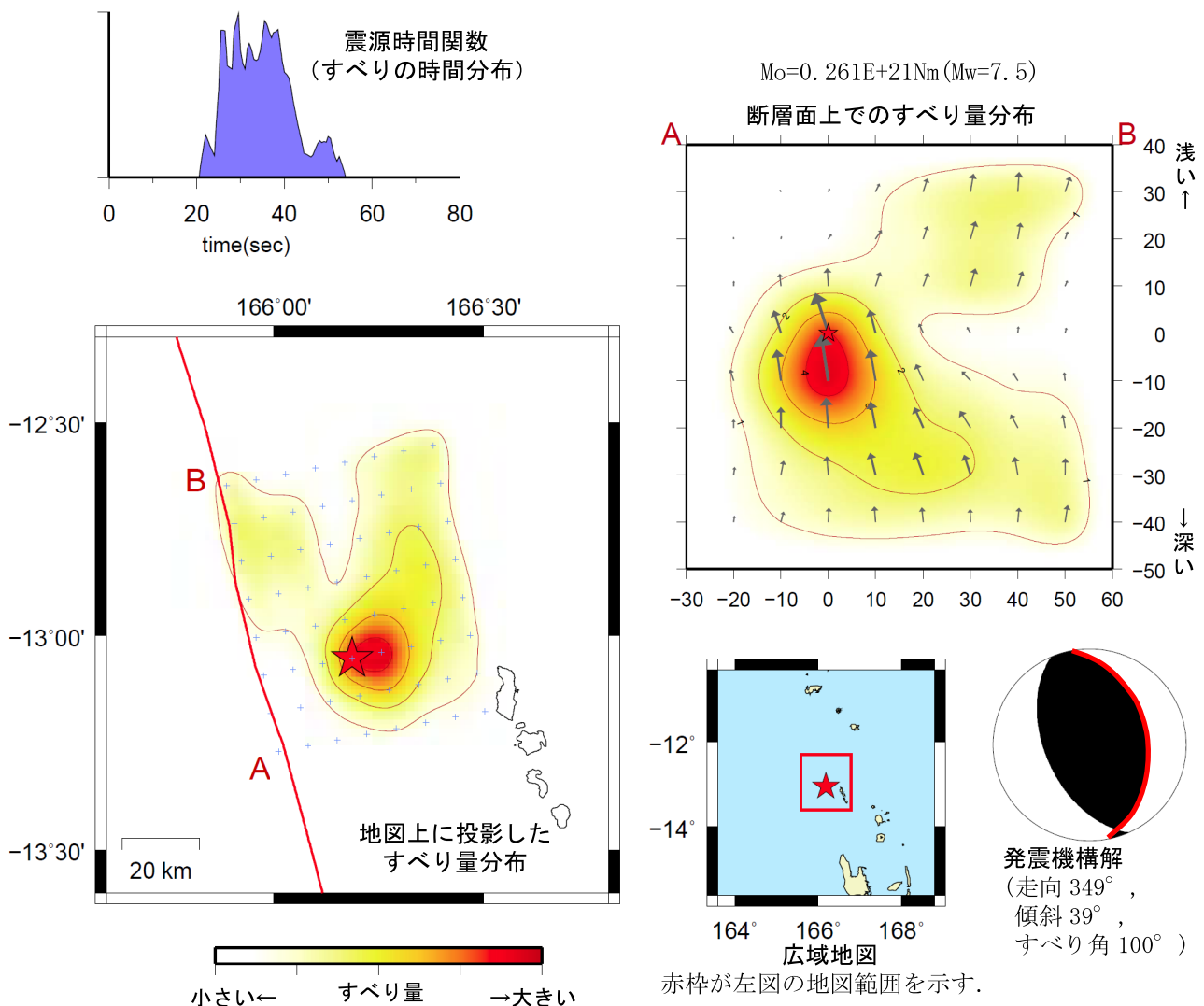
2009/10/08 07:03（日本時間）にバヌアツ諸島で発生した地震について、米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点はUSGSによる速報震源の位置（S13.052, E166.187, 深さ 35km）とした。

断層面は、海外のデータを用いた気象庁のCMT解の東傾斜の節面を用いた（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できないので、東傾斜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より少し深い部分にある。
- ・ 断層の長さは約 70km であり、最大のすべり量は約 4 mであった（剛性率の仮定次第ですべり量の絶対値は変化する。今回は剛性率を 30GPa と仮定した場合のすべり量を示す）。
- ・ モーメントマグニチュードは 7.5 であった。



赤星印は初期破壊開始点を、赤実線は海溝軸を示す。

（注1）解析に使用したプログラム

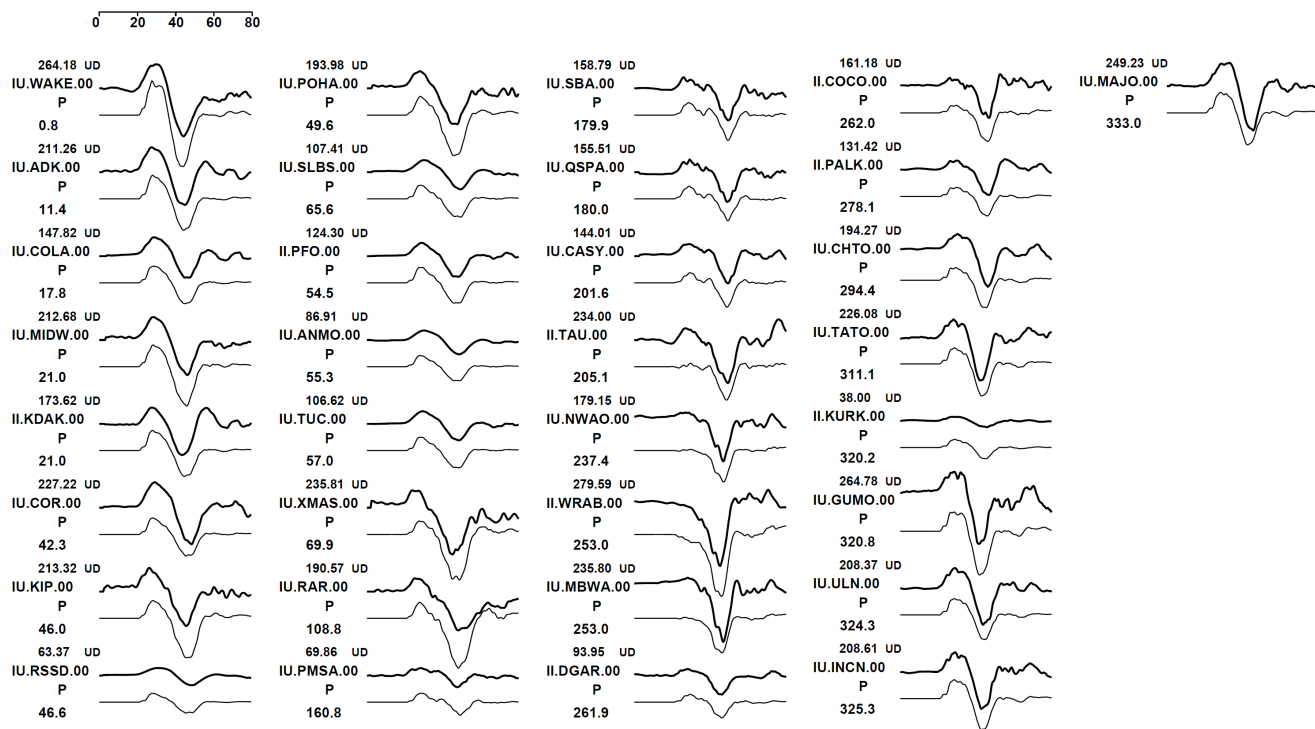
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

※ この解析結果は暫定であり、今後更新する可能性がある。

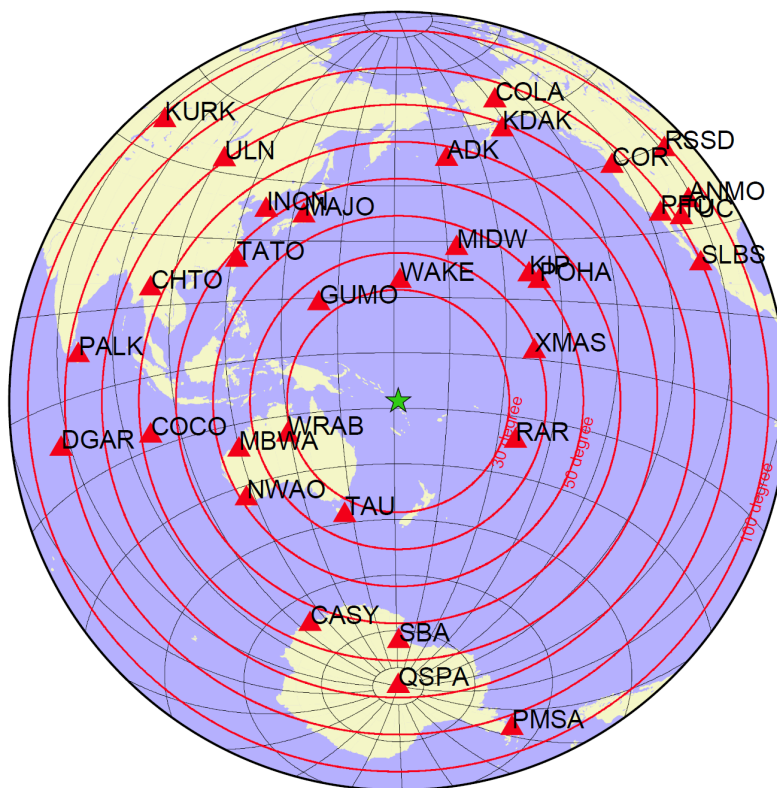
第4図 遠地実体波による震源過程解析

Fig.4 Seismic source analysis by far field body-wave.

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 $30^{\circ} \sim 100^{\circ}$ の観測点を使用）



※IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用

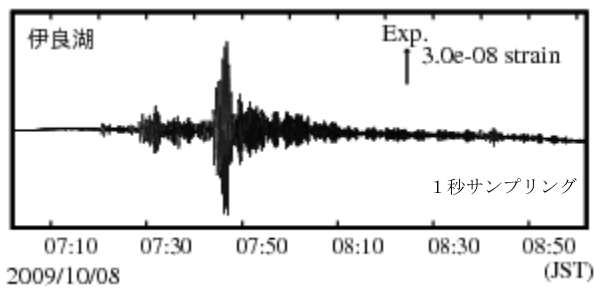
第4図 遠地実体波による震源過程解析

Fig.4 Seismic source analysis by far field body-wave.

10月8日07時03分 バヌアツ諸島の地震

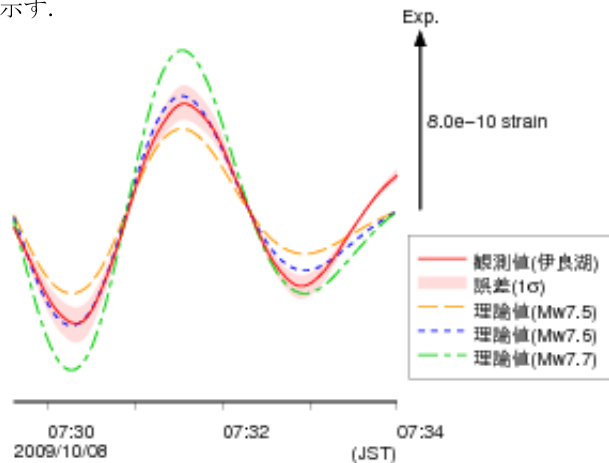
— 体積歪計の記録から推定される Mw —

伊良湖観測点で観測された体積歪波形



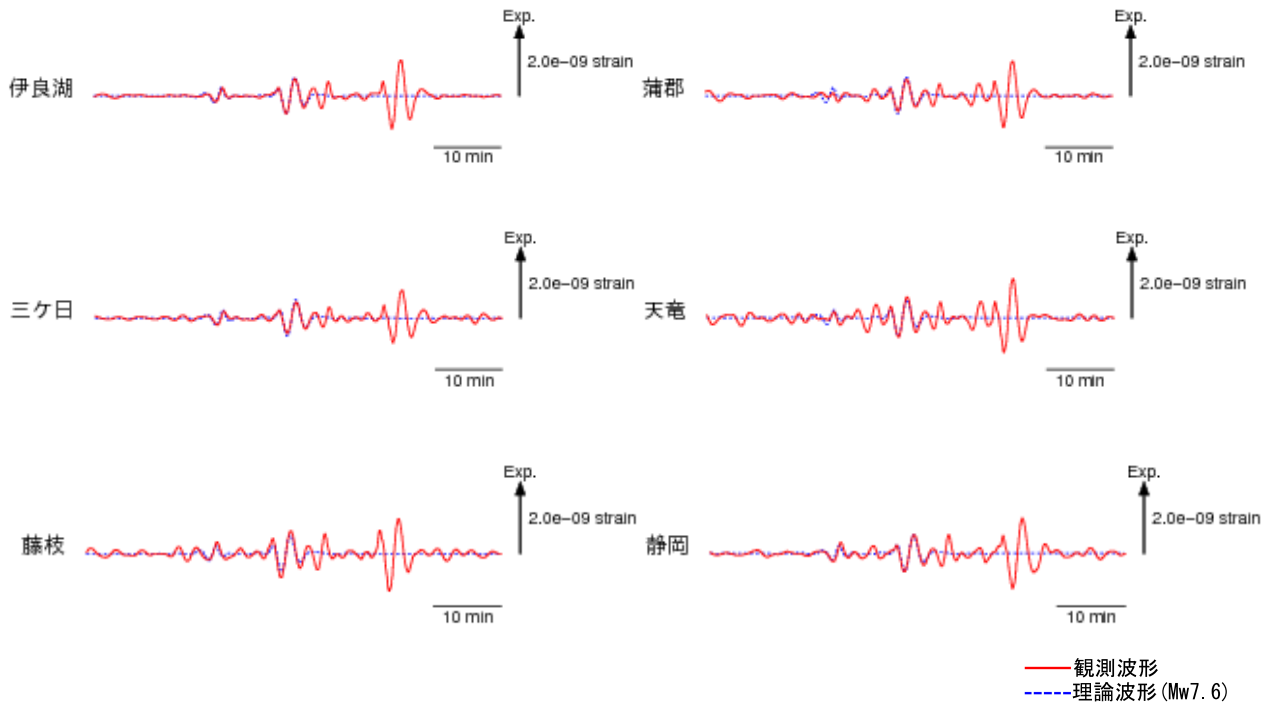
伊良湖観測点の観測波形と理論波形の振幅比較

データには周期 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。

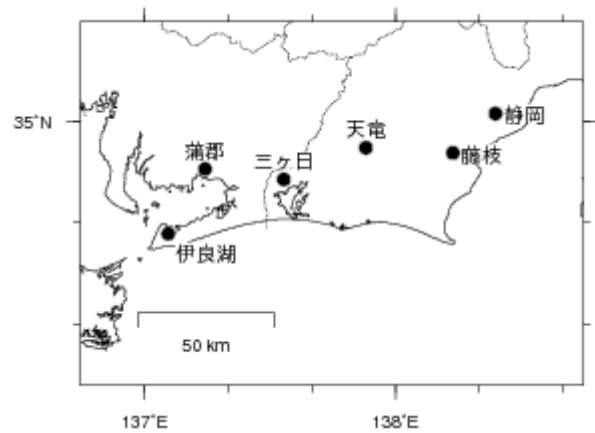


理論波形と体積歪観測点6カ所の観測波形との比較

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。



体積歪計の配置図

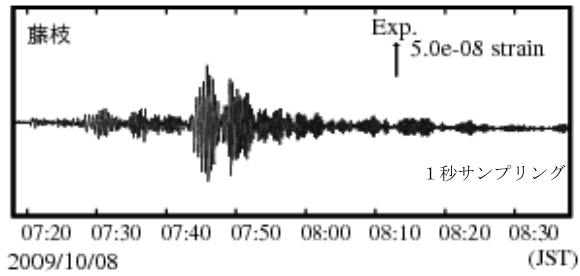


第5図 埋込式体積歪計の記録から推定される07時03分の地震のMw

Fig.5 The moment magnitude of the earthquake at 07:03 estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.

10月8日07時18分 バヌアツ諸島の地震 — 体積歪計の記録から推定される Mw —

藤枝観測点で観測された体積歪波形



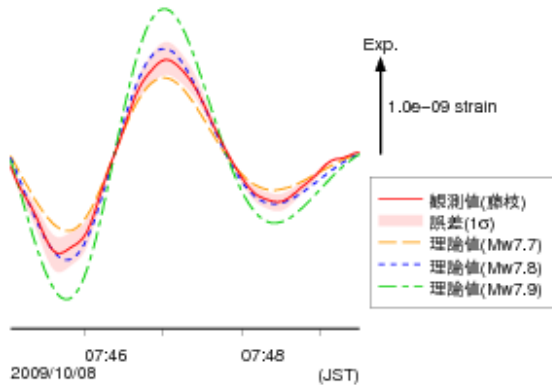
気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った。

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 Mw7.6 相当から 7.9 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。

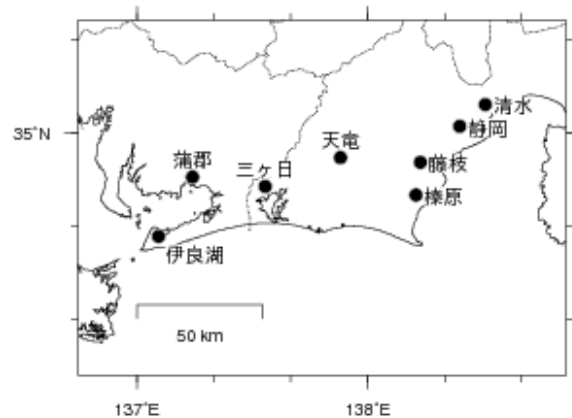
体積歪計の観測波形と理論波形の振幅が最もよく整合するのは、Mw7.7～7.8 相当の場合であった。

藤枝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 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。

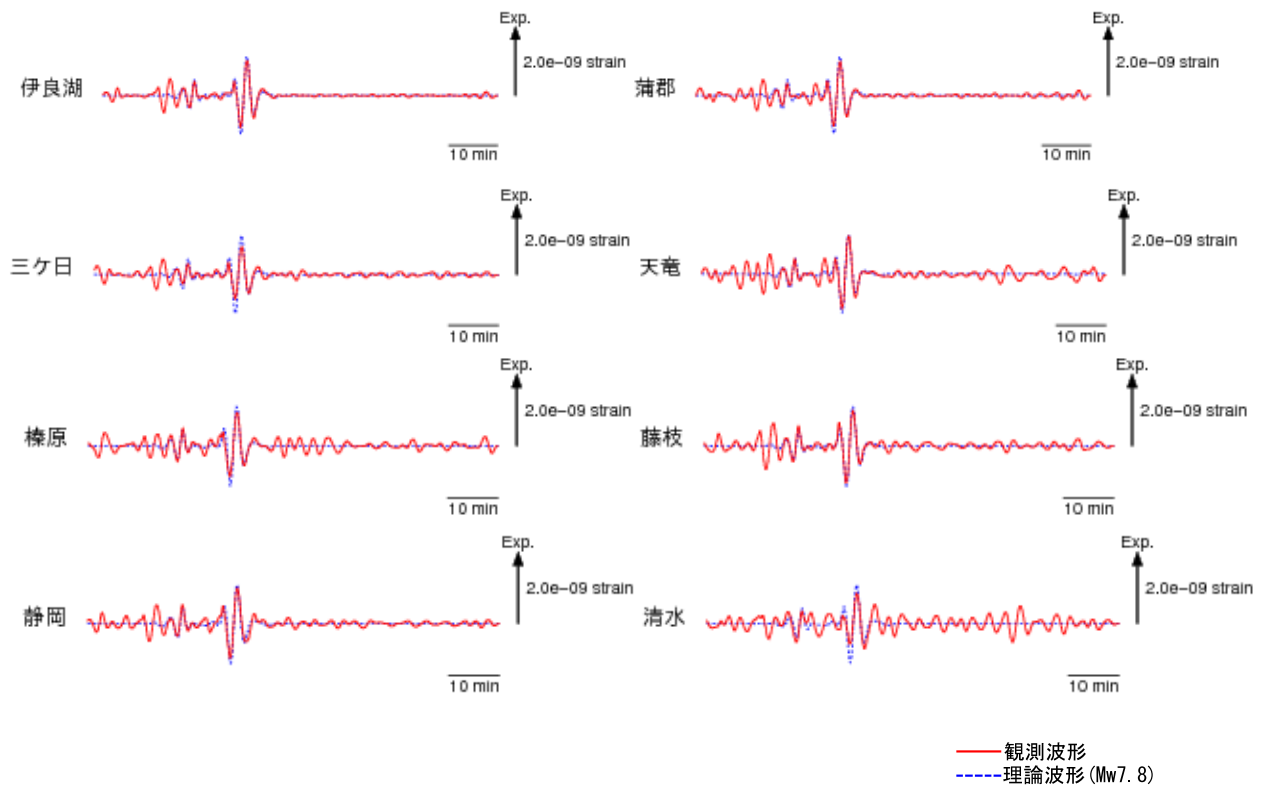


体積歪計の配置図



理論波形と体積歪観測点 5 ヲ所の観測波形との比較

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。

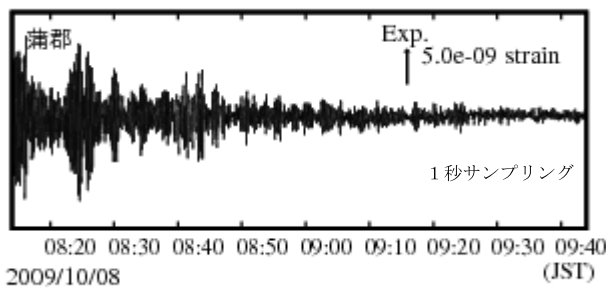


第6図 埋込式体積歪計の記録から推定される07時18分の地震のMw

Fig.6 The moment magnitude of the earthquake at 07:18 estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.

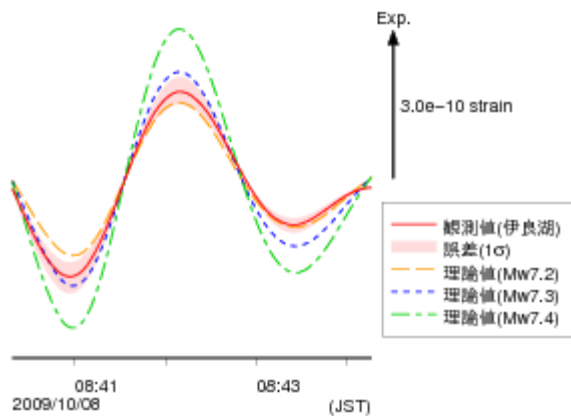
10月8日08時13分 バヌアツ諸島の地震 — 体積歪計の記録から推定される Mw —

蒲郡観測点で観測された体積歪波形



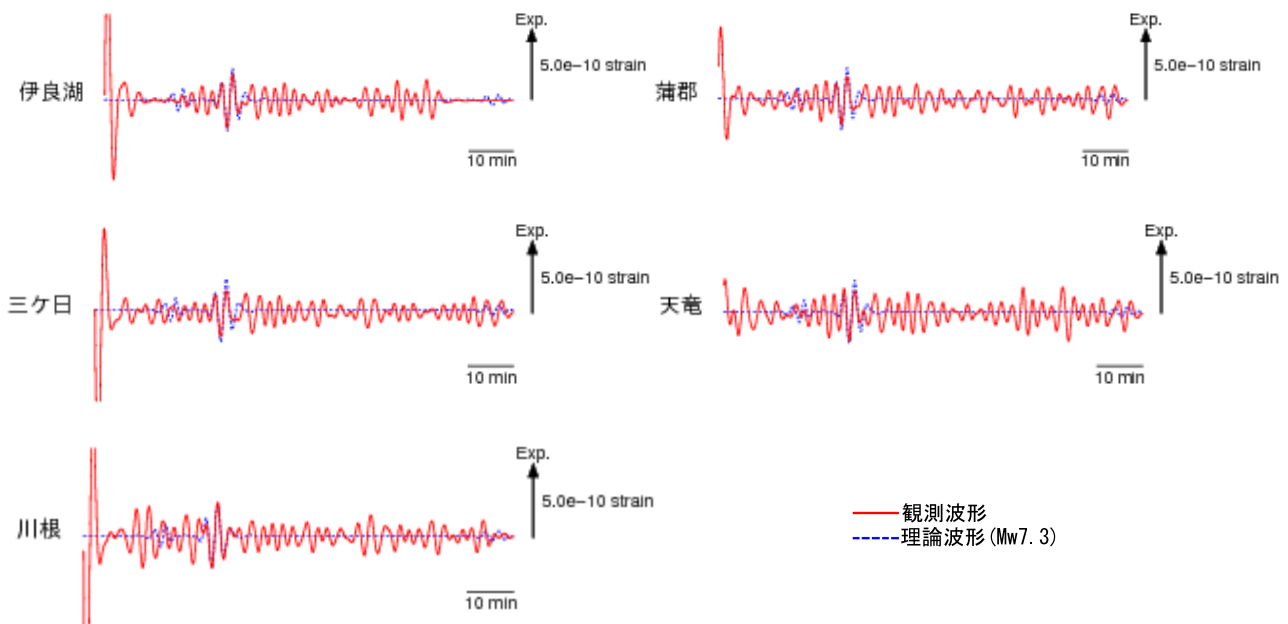
蒲郡観測点の観測波形と理論波形の振幅比較

データには周期 120～240 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。

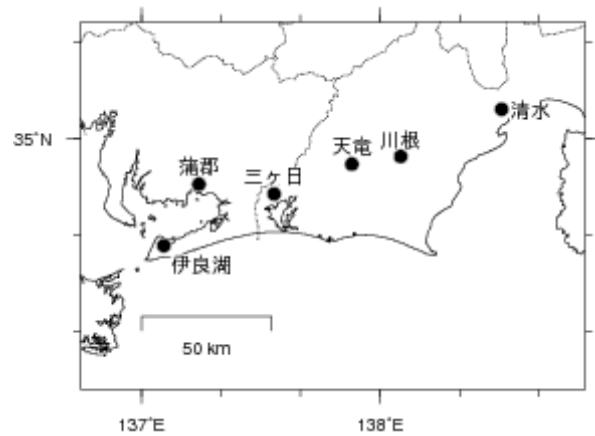


理論波形と体積歪観測点 5 カ所の観測波形との比較

データには周期 120～240 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。



体積歪計の配置図



第7図 埋込式体積歪計の記録から推定される08時13分の地震のMw

Fig.7 The moment magnitude of the earthquake at 08:13 estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.