11-1 世界の地震活動(2012年5月~10月) Seismic Activity in the World (May - October 2012)

気象庁 Japan Meteorological Agency

今期間,世界でM6.0以上の地震は48回,M7.0以上の地震は5回発生した(日本及びその周辺は気象庁,そのほかの地域は米国地質調査所[USGS]による).このうち最大のものは,2012年10月28日 (日本時間)にカナダ,クイーンシャーロット諸島(ハイダ・グワイ)で発生したMw7.8の地震であった.

2012年5月~10月のM6.0以上の地震の震央分布を第1図(a)及び(b)に示す.

主な地震活動は以下のとおりである.特段の断りがない限り,Mw及びCMT解は気象庁に,その ほかの震源要素はUSGSによる.また,時刻は日本時間である.

(1) 中央アメリカ沖の地震及びコスタリカの地震(第2図(a)~(d), 第3図(a)~(d))

2012年8月27日13時37分に中央アメリカ沖(エルサルバドル沖)の深さ28kmでMw7.4の地震が 発生した.この地震の発震機構(CMT解)は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で,コ コスプレートとカリブプレートの境界で発生した地震である.この地震により,エクアドルのガ ラパゴス諸島バルトラ島で35cmの津波を観測するなど,震央周辺で津波を観測した(2012年9月3 日現在,米国海洋大気庁[NOAA]による).

また、この8月の地震の南東約450km(コスタリカ)で2012年9月5日23時42分にMw7.6の地震が 発生した.この地震の発震機構(CMT解)は北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、8月の 地震と同様にココスプレートとカリブプレートの境界で発生した地震である.この地震でも、エ クアドルのガラパゴス諸島で最大16cmの津波を観測した(2012年10月3日現在,NOAAによる).

これらの地震について、米国地震学連合(IRIS)の広帯域地震波形記録を収集し、遠地実体波 を利用した震源過程解析¹⁾を行った.その結果、8月の地震の主なすべりは初期破壊開始点よりも 南西方向の浅い場所に推定された.断層長は約50km,幅は約50kmであり、剛性率を70GPaと仮定 したときの最大のすべり量は約1.1mであった(第2図(b)).9月の地震についても、主なすべりは 初期破壊開始点よりも南西方向の浅い場所に推定された.こちらも断層長は約50km,幅は約50km であり、剛性率を75GPaと仮定したときの最大のすべり量は約2.9mであった(第3図(b)).

また、これらの地震について、W-phaseを用いたメカニズム解析²⁾(第2図(c)、第3図(c))、気 象庁が東海地域に設置している体積ひずみ計の今回の地震による波形記録を用いたMwの推定 (第2図(d)、第3図(d))を行った.

(2) フィリピン諸島の地震(第4図(a)~(e))

2012年8月31日21時47分にフィリピン諸島でMw7.6の地震が発生した.この地震はユーラシアプレートの下に沈みこむ前のフィリピン海プレート内で発生した地震で,発震機構(CMT解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型である(第4図(a)).この地震により,フィリピン沿岸や太平洋の島々で津波を観測したほか,日本国内でも太平洋沿岸で概ね20cm前後の津波を観測した(第4図(b)).

この地震について、IRIS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¹⁾を行った.その結果、主なすべりは初期破壊開始点付近に推定された.断層長は約50km、幅は約40kmであり、剛性率を65GPaと仮定したときの最大のすべり量は約6.8mであった(第4図(c)).

また、この地震について、W-phaseを用いたメカニズム解析²⁾(第4図(d))、気象庁が東海地域に 設置している体積ひずみ計の今回の地震による波形記録を用いたMwの推定(第4図(e))を行った.

(3) カナダ、クイーンシャーロット諸島(ハイダ・グワイ)の地震(第5図(a)~(e))

2012年10月28日12時04分にカナダ、クイーンシャーロット諸島(ハイダ・グワイ)でMw7.8の 地震が発生した.この地震は太平洋プレートと北米プレートの境界付近で発生した.発震機構

(CMT解)は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である(第5図(a)). この地震により, ハワイ諸島のカフルイで76cmの津波を観測するなど,北アメリカ大陸西岸や太平洋の島々で津波 を観測した(2012年11月8日現在, NOAAによる). また,日本国内でも太平洋沿岸で概ね20cm 前後の津波を観測した(第5図(b)).

この地震について、IRIS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¹⁾を行った.その結果、主なすべりは初期破壊開始点付近に推定された.断層長は約100km、幅は約50km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8.3mであった(第5図(c)).

また、この地震について、W-phaseを用いたメカニズム解析²⁾(第5図(d))、気象庁が東海地域に 設置している体積ひずみ計の今回の地震による波形記録を用いたMwの推定(第5図(e))を行った.

(4) その他の地震活動(第6~9図)

		地震の	震源の	地震の
発生年月日	震央地名	規模	深さ(km)	発生場所
2012年				
5月20日	イタリア北部	Mw6.1	10	ユーラシアプレート内(第6図)
8月11日	イラン/アルメニア/	/		
	アゼルバイジャン国境	Mw6.4	10	ユーラシアプレート内(第7図)
9月 7日	中国, 雲南省	Mw5.5 ((USGSによる)	ユーラシアプレート内(第8図)
10月 1日	コロンビア	Mw7.2	170	ナスカプレート内 (第9図(a)~(c))

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) Kanamori, H and L. Rivera, Geophys. J. Int., 175, 222-238 (2008).
- 3) http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html
- Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L, Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, 25, 297 (1981).

世界の地震活動(2012年5月~7月、M≧6.0)

震源は米国地質調査所(USGS)、モーメントマグニチュードMwは気象庁による。



第1図(a) 世界の地震活動(2012年5月~7月, M≧6.0, 深さ≦700km) Fig.1(a) Seismic activity in the World (May - July 2012, M≧6.0, depth≦700 km).

世界の地震活動(2012年8月~10月、M≧6.0)

震源は米国地質調査所(USGS)、モーメントマグニチュードMwは気象庁による。



第1図(b) つづき (2012年8月~10月, M≧6.0, 深さ≦700km) Fig.1(b) Continued (August - October 2012, M≧6.0, depth≦700 km).

8月27日 中央アメリカ沖の地震

2012 年8月 27日 13時 37分(日本時間)に、中央アメリカ沖(エルサルバドル沖)の深さ 28 kmで Mw7.4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)は北北東-南南西方向に圧力軸 を持つ逆断層型で、ココスプレートとカリブプレートの境界で発生した。

この地震について、気象庁は遠地地震に関する情報(日本国内向け)を同日14時09分(日本への津 波の有無について調査中)と15時03分(日本への津波の影響なし)に発表した。

今回の地震により、エクアドルのガラパゴス諸島バルトラ島で 35 cmの津波を観測するなど、震央周 辺で津波を観測した(9月3日現在、米国海洋大気庁[NOAA]による)。1980年1月以降の活動を見ると、 今回の地震の震央周辺(領域 a) では M7.0以上の地震が度々発生している。2001年1月14日には M7.7 の地震が発生し、死者 852人などの被害が生じた。

※本資料中、2012 年 8 月 27 日の地震の Mw は気象庁による。

その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。

被害は、2009年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010年1月1日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。





海外の津波観測施設で観測された津波の高さ 観測値は米国海洋大気庁(NOAA)による(9月3日現在)。 津波観測施設の観測点名を表記。 三角はDART^{**}で観測した津波の高さを示す。



※DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis)
:深海底に設置した水圧センサーにより津波の高さを測定し、海上のブイと上空の衛星を経由してデータを伝送するシステム

第2図(a) 2012年8月27日 中央アメリカ沖の地震(Mw7.4) Fig.2(a) The earthquake offshore El Salvador (Mw7.4) on August 27, 2012.

2012 年 8 月 27 日 中央アメリカ沖の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012 年 8 月 27 日 13 時 37 分(日本時間)に中央アメリカ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、遠地実体波を用いた震源過 程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は、USGS による震源の位置(12°16.6′N, 88°31.6′W, 深さ 20km)とした.断層 面は、気象庁 CMT 解の2 枚の節面のうちプレート境界面に整合的な節面とし、解析の際には沈み込んだ 海洋プレート上面の等深線(Hayes et al., 2012)に合うように走向 296°, 傾斜角 16°と設定した.最大 破壊伝播速度は 2.0km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

- ・断層の大きさは長さ約 50km,幅約 50km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点よりも南西方向の浅い場所にあり,最大のすべり量は1.1mであった.(周辺の構造から剛性率を70 GPaとして計算).
- 主な破壊継続時間は約30秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は7.3 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.html を参照.



M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/ 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 25 50 75 (秒)



参考文献

Hayes, G. P., D. J. Wald, and R. L. Johnson (2012), Slab1.0: A three-dimensional model of global subduction zone geometries, J. Geophys. Res., 117, B01302, doi:10.1029/2011JB008524.

第2図(b) 遠地実体波による震源過程解析 Fig.2(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

8月27日 中央アメリカ沖の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)





2012 年 8 月 27 日 13 時 37 分(日本時間)に中央アメリカ沖で 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 とも、Global CMT などの他機関の解析結果 とほぼ同様であり、Mw とも、3 であった。なお、W-phase の解析 で求めた震源はN11.9°, W88.5°, 深さ12kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離 10°~90°までの48 観測点の 上下成分、4 観測点の東西成分、4 観測点の南北成分を用い、100 ~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。



(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238. 解析に使用した観測点配置

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(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.2(c) W-phase moment tensor solution.

8月27日 13時37分頃の中央アメリカ沖の地震 - 体積ひずみ計の記録から推定される Mw -



ずみ計で観測された今回の地震の波形と理論波形 の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュー

理論体積ひずみは気象庁 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 Mw7.2 相当から 7.6 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

体積ひずみ計の観測波形と理論波形が最もよく 整合するのは、Mw7.5相当の場合であった。



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



------観測波形 -----理論波形(M7.5)

第2図(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw Fig.2(d) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.



——観測波形 -----理論波形(M7.5)

9月5日 コスタリカの地震

2012年9月5日23時42分(日本時間)に、コスタリカでMw7.6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)は北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ココスプレートとカリブプ レートの境界で発生した。

この地震について、気象庁は遠地地震に関する情報(日本国内向け)を翌日6日00時16分(日本への津波の有無について調査中)と00時49分(日本の沿岸では若干の海面変動があるかもしれませんが、 被害の心配はありません)に発表した。なお、国内での津波の観測はなかった。

今回の地震により、死者2人、建物損壊などの被害が生じた(10月4日現在)。また、エクアドルの ガラパゴス諸島で津波を観測した。1980年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 a) ではM7.0以上の地震がしばしば発生している。2001年1月14日にはM7.7の地震が発生し、死者852 人などの被害が生じた。また、今回の地震の北西約450km(エルサルバドル沖)では、今年8月27日 にMw7.4の地震が発生し、エクアドルのバルトラで35 cmの津波を観測するなど震央周辺で津波を観測 した。

※本資料中、2012 年 8 月 27 日と 2012 年 9 月 5 日の地震の Mw は気象庁による。

その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。

被害は、2009 年 12 月 31 日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、2010 年 1 月 1 日以 降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。

プレート境界の位置は、Bird (2003) *より引用。



M7.0以上でかつ 2012 年8月以降の地震、M8.0以上の地震または、M7.0以上でかつ死者 100人以上の被害が生じた地震に吹き出しをつけた。





Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3), 1027, doi:10.1029/2 001GC000252.

海外の津波観測施設で観測された津波の最大の高さ



観測値は米国海洋大気庁(NOAA)による(10月3日現在)。 観測点名と津波の最大の高さを表記。

第3図(a) 2012年9月5日 コスタリカの地震 (Mw7.6) Fig.3(a) The earthquake in Costa Rica (Mw7.6) on September 5, 2012.

2012 年 9 月 5 日 コスタリカの地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012 年 9 月 5 日 23 時 42 分(日本時間)にコスタリカ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,遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は, USGS による震源の位置(10°05.2′N, 85°18.3′W, 深さ 40km) とした.断層 面は,気象庁 CMT 解の2 枚の節面のうちプレート境界面に整合的な節面とし,解析の際には沈み込んだ 海洋プレート上面の等深線(Hayes et al., 2012)に合うように傾斜角を設定した.最大破壊伝播速度は 2.8km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

・断層の大きさは長さ約 50km,幅約 50km であった.

主なすべりは初期破壊開始点よりも南西方向の浅い場所にあり、最大すべり量は 2.9m であった(周辺の構造から剛性率を 75GPa として計算).

主な破壊継続時間は約30秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は7.6 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about srcproc.html を参照.



M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/ 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 20 40 60 80 (秒)



参考文献

Hayes, G. P., D. J. Wald, and R. L. Johnson (2012), Slab1.0: A three-dimensional model of global subduction zone geometries, J. Geophys. Res., 117, B01302, doi:10.1029/2011JB008524.

作成日:2012/09/10

第3図(b) 遠地実体波による震源過程解析 Fig.3(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

9月5日 コスタリカの地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解

Mw7.58

2012 年 9 月 5 日 23 時 42 分(日本時間) にコスタリカで発生 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 7.6 であった。なお、W-phase の解析で求 めた震源はN10.0°, W85.1°, 深さ31kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離 10°~90°までの 52 観測点の 上下成分、2 観測点の東西成分、3 観測点の南北成分を用い、100 ~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3図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.3(c) W-phase moment tensor solution.

9月5日23時42分頃のコスタリカの地震 - 体積ひずみ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 ひずみ計で観測された今回の地震の波形と理論 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。

理論体積ひずみは気象庁 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Mw7.4相当から7.8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。

体積ひずみ計の観測波形と理論波形が最もよ く整合するのは、Mw7.6相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



理論波形と体積ひずみ観測点8ヵ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。網掛けは誤差(1σ)の範囲を示す。

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3図(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw

Fig.3(d) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

8月31日 フィリピン諸島の地震

概要

2012 年 8 月 31 日 21 時 47 分(日本時間、以下同じ)に、フィリピン諸島の深さ 35km で Mw7.6 の地震 が発生した。

この地震に伴い日本では、宮城県から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、伊豆・小笠原諸島で 津波を観測した。

気象庁は、この地震により、同日22時07分に岩手県から鹿児島県にかけての太平洋沿岸、沖縄県、 伊豆・小笠原諸島の沿岸に対して津波注意報を発表した(9月1日00時10分解除)。

また、気象庁は同日22時05分、22時50分、23時48分に北西太平洋津波情報を発表した。

この地震により、現地で死者1人、負傷者1人などの被害が発生した(9月3日現在)。

今回の地震の震央周辺(領域 a) では M7.0以上の地震がしばしば発生している。これらのうち、1965年以降に日本で津波が観測された地震は、1968年8月2日の Mw7.7の地震(千葉県館山市布良で 16cm)と1975年10月31日の Mw7.5の地震(千葉県銚子で 30cm)である。

※本資料中、2012年8月31日21時47分の地震の Iw は気象庁による。 その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。 被害は、2009年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、

被害は、2009年12月31日までは手運および国际地震工学センダーによる「手運の世界の被害地震の表」により、 2010年1月1日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。



地震活動(本震および余震の状況)

今回の地震はフィリピン海プレート内で発生した。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ある。

2001年1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、今回の地震までM6.0以上の地震は発生していなかった。

今回の地震の約11時間後に、M5.7の最大余震が発生した。その後も余震活動は継続しているものの、しだいに減少している。



図 震央分布図 (2001 年 1 月~2012 年 9 月 4 日、深さ 0~100km、M≧4.5) 2012 年 8 月以降の地震を濃く表示



図 今回の地震の発震機構(気象庁による CMT 解)

第4図(a) 2012年8月31日 フィリピン諸島の地震(Mw7.6) Fig.4(a) The earthquake in Philippine islands region (Mw7.6) on August 31, 2012.

津波の観測状況

今回の地震により、日本の太平洋沿岸で 20cm 前後の津波を観測したが、八丈島八重根では 0.5m (観 測単位 0.1mの巨大津波観測計による)の津波を観測した。また、海外においても、フィリピン沿岸 や太平洋の島々で津波を観測した。

気象庁は、この地震により、8月31日22時07分に岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県九十 九里・外房、千葉県内房、伊豆諸島、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、愛知県外海、三重県 南部、和歌山県、徳島県、高知県、宮崎県、鹿児島県東部、種子島・屋久島地方、奄美群島・トカラ 列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方の沿岸に対して津波注意報を発表した(9月 1日00時10分解除)。





図 8月 31 日のフィリピン諸島の地震による 津波に対して発表した津波注意報

 ※ 観測値は後日の精査により変更される場合がある。
 * 1 巨大津波観測計により観測を行っている観測点である(観測単位は 0.1m)。

*2 主に津波によって港内の副振動が増幅した結果と推測される。 *3 八丈島八重根との比較のために記した。

*4 第一波を国内で最初に観測した津波観測点であるため記した。





津波の観測値の測り方を示す。第一波の 向きは、下方向が「引き」、上方向が「押 し」となる(右の例の場合は「引き」と なる)。





※DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis) : 深海底に設置した水圧センサーにより津波の高さを測定し、海上のブイと上空の衛星を経由してデータを伝送するシステム

第4図(b) 2012年8月31日 フィリピン諸島の地震による津波

Fig.4(b) The observed tsunami by the earthquake in Philippine islands region (Mw7.6) on August 31, 2012.

2012 年 8 月 31 日 フィリピン諸島の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012 年 8 月 31 日 21 時 47 分(日本時間)にフィリピン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,遠地実体波を用いた震源過 程解析(注 1)を行った.

初期破壊開始点は, USGS による震源の位置(10°49.3′N, 126°37.5′E, 深さ 35km)とした. 断層 面は, 気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち, 観測波形をよく説明できる東傾斜の節面(走向 352°, 傾斜 39°)とした. 最大破壊伝播速度は 2.3km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

・断層の大きさは長さ約 50km, 幅約 40km であった.

- ・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 6.8m であった(周辺の構造から剛性率を 65GPa として計算).
- ・破壊継続時間は約30秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.6 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about srcproc.html を参照.



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

作成日:2012/09/04

観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 20 40 60 80 (秒)





※2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用

第4図(c) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.4(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

8月31日 フィリピン諸島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



2012 年 8 月 31 日 21 時 47 分(日本時間)にフィリピン諸島で 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7.6 であった。なお、W-phase の解析 で求めた震源はN10.8°, E126.9°, 深さ51kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離10°~90°までの53 観測点の 上下成分、9 観測点の東西成分、8 観測点の南北成分を用い、100 ~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。





(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。

解析に使用した観測点配置

第4図(d) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.4(d) W-phase moment tensor solution.

8月31日21時47分頃のフィリピン諸島の地震 - 体積ひずみ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 ひずみ計で観測された今回の地震の波形と理論 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。

理論体積ひずみは気象庁 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8.0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。

体積ひずみ計の観測波形と理論波形が最もよ く整合するのは、Mw7.8相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



島田川根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 60~90 秒のバンドバ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。 体び

理論波形と体積ひずみ観測点8ヵ所の観測波形との比較(下図) データには周期60~90秒のパ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4図(e) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw Fig.4(e) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

10月28日 カナダ、クイーンシャーロット諸島 (ハイダ・グワイ)の地震

概要

2012年10月28日12時04分(日本時間、以下同じ)に、カナダ、クイーンシャーロット諸島(ハイダ・グワイ)でMw7.8の地震が発生した。

日本ではこの地震に伴い、青森県から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、伊豆・小笠原諸島で 小さな津波を観測した。

気象庁は、この地震により、28日12時32分に遠地地震に関する情報(日本国内向け、日本への津波の有無については現在調査中です)を発表し、28日14時35分に同情報(日本国内向け、この地震による日本への津波の影響はありません)を発表した。

1940年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 a)では、M7.0以上の地震が時々発生している。

北アメリカ大陸西岸では、今回の地震の南方で1700年に M9.0の地震(カスケード沈み込み帯の地震) が発生している(理科年表による)。日本ではこの地震に伴い、津波が記録されており、現在の岩手県宮 古市で4m、和歌山県田辺市で5.4mの高さの津波が推定されている(都司・他(1998)*による)。

※本資料中、今回の地震の Mw は気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所(US6S)による。 被害は、2009 年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010 年1月1日以降は米国地質調査所(US6S)の資料より引用。 ブレート境界の位置は、Bird(2003)*より引用。



Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

都司嘉宣・上田和枝・佐竹健治,日本で記録された1700年1月(元禄十二年十二月)北米巨大地震による津波, 地震 2,51,1-18,1998. 地震活動(本震および余震の状況)

今回の地震の発震機構(気象庁による CMT 解)は、北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、 太平洋プレートと北米プレートの境界付近で発生した。

2001年1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、今回の地震までM6.0以上の地震が時々発生している。

今回の地震の約16時間後に、M6.3の最大余震が発生した。その後も余震活動は継続しているものの、その数は減少している。



(2001年1月~2012年11月13日、深さO~100km、M≧4.5) 2012年10月以降の地震を濃く表示



図 今回の地震の発震機構(気象庁による CMT 解)

第5図(a) 2012年10月28日 カナダ, クイーンシャーロット諸島の地震(Mw7.8) Fig.5(a) The earthquake in Queen Charlotte islands region (Mw7.8) on October 28, 2012.

津波の観測状況

今回の地震により、日本の太平洋沿岸で 20cm 前後の津波を観測した。また、海外においては、 ハワイ諸島のカフルイで 76cm の津波を観測するなど、北アメリカ大陸西岸や太平洋の島々で津 波を観測した。

表 主な観測点の津波の観測値(最大の高さ15cm以上)



Fig.5(b) The observed tsunami by the earthquake in Queen Charlotte islands region (Mw7.8) on October 28, 2012.

久慈港

石巻市鮎

仙台港

三宅島坪田

神津島神津島

八丈島神湊

八丈島八重根

地震発生時刻

10/29

00:00

-30

140°E

(最大の高さ 20cm 以上)

国名

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

カナダ

アメリカ合衆国

アメリカ合衆国

カナダ

アメリカ合衆国

10 津波の高さ

160°E

図 津波観測施設で観測した津波の高さ

最大の津波

の高さ(cm

56

46

41

41

37

34

25

(cm

180

図 国内の津波観測施設で観測された主な津波波形

*1 主に津波によって港内の副振動が増幅した波形と推測される。

トオーフォー クレセントシティ

アリーナコーブ

ポイントレイス

160°W

高さ 20cm 以上を観測した海外の観測点については観測点名を表記

12:00

海外の津波観測施設の観測値は米国海洋大気庁(NOAA)による(11月8日現在)。

ポートサンルイス

NI.

カフル

カワイハエ

12:00

00:00

10/29 00:00

140°w

120°W

100 cm

中之島

40

20'

120°F

100cm

第一波の到達時刻

▼最大の高さ発現時刻

10/29

12:00

10/30

00:00

2012 年 10 月 28 日 カナダ、クイーンシャーロット諸島の地震 ー 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012年10月28日12時4分(日本時間)にカナダ,クイーンシャーロット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、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は、USGS による震源の位置(52°46.1′N, 131°55.6′W, 深さ 17.5km)とした.断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち、余震分布と比較的整合的な節面(走向 324°, 傾斜 22°)とした。最大破壊伝播速度は 2.2km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

- ・断層の大きさは長さ約 100km, 幅約 50km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 8.3m であった(周辺の構造から剛性率を 30GPaとして計算).
- 主な破壊継続時間は30秒であった。
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.8 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.html を参照.



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

観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 20 40 60 80 (秒)





観測点分布



震央距離30°~100°^{*1}の54観測点^{*2}(P波:54,SH波:3)を使用. *1:近すぎると理論的に扱いづら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波形記録のみを使用. *2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用.

第5図(c) 遠地実体波による震源過程解析 Fig.5(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

10月28日 カナダ、クイーンシャーロット諸島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



Mw7.78

2012 年 10 月 28 日 12 時 04 分 (日本時間) にカナダ、クイー ンシャーロット諸島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 7.8 であった。 なお、W-phase の解析で求めた震源は N53.0°, W132.3°, 深さ 12km となった。

W-phase の解析では、震央距離 10° ~90° までの 60 観測点の 上下成分、11 観測点の東西成分、6 観測点の南北成分を用い、 200~1000 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。

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

解析に使用した観測点配置

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5図(d) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.5(d) W-phase moment tensor solution.

10月28日12時04分頃のカナダ、クイーンシャーロットの地震 - 体積ひずみ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 ひずみ計で観測された今回の地震の波形と理論 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(Ww)の推定を行った。

理論体積ひずみは気象庁 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8.0 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。

体積ひずみ計の観測波形と理論波形が最もよ く整合するのは、Mw8.0相当の場合であった。





田原福江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秒のパ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(1g)の範囲を示す。 理論波形と体積ひずみ観測点8ヵ所の観測波形との比較(下図) データには周期 120-333 秒のパ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(e) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw Fig.5(e) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

5月20日 29日 イタリア北部の地震

2012 年 5 月 20 日 11 時 03 分(日本時間)、イタリア北部の深さ 10km で Mw6.1 の地震が発生した。この地震により、7人以上が死亡、50人が負傷した。この地震の発震機構(Global CMT 解)は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

また、この地震の震源付近の深さ9kmで5月29日16時00分にM5.8の地震が発生した。この地震により、17人以上が死亡、350人が負傷した。

これらの地震は、ユーラシアプレート内部で発生した地震である。

2000 年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 a) で発生した最大規模の地震は、2009 年4月6日に発生した Mw6.3の地震である。この地震により 295人以上が死亡、1000人が負傷した。



第6図 2012年5月20日 イタリア北部の地震(Mw6.1) Fig.6 The earthquake in northern Italy (Mw6.1) on May 20, 2012.

8月11日 イラン/アルメニア/アゼルバイジャン国境の地震

概要

2012 年 8 月 11 日 21 時 23 分(日本時間)、イラン/アルメニア/アゼルバイジャン国境の深さ 10km で Mr6.4の地震が発生した。また、この地震の 11 分後の 8 月 11 日 21 時 34 分に、ほぼ同じ場所で M6.3 の地震が発生した。今回の地震により、少なくとも死者 306 人、負傷者 3000 人などの被害が生じた(9 月 3 日現在)。今回の地震は、ユーラシアプレート、アラビアプレートのプレート境界から東へ約 300km 離れた場所で発生した。その後も余震活動は継続しているものの、8月 31 日現在、その数は減少して いる。

今回の地震の震源周辺では大きな被害を生じる地震がしばしば発生している。最近では、2011 年 10 月 23 日にトルコ東部で発生した Mw7.2 の地震により死者 604 人などの被害が生じたほか、1990 年 6 月 21 日にイランで発生した Mw7.4 の地震により死者 35,000 人などの被害が生じた。

※本資料中、2012 年8月11日21時23分の地震と2011年10月23日の地震のMWは気象庁による。 その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。 被害は、2009年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010年1月1日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。



地震活動(本震および余震の発震機構)

今回の地震は地殻内で発生した。8月11日21時23分の地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は 北西-南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。また、8月11日21時34分の地震の発震機構 (Global CMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ型であった。



図 発震機構 (CMT 解)

左:2012 年 8 月 11 日 21 時 23 分の地震(気象庁による CMT 解)、右:2012 年 8 月 11 日 21 時 34 分の 地震の発震機構(Global CMT 解)



図 震央分布図(1900年1月~2012年8月、深さO~90km、M≧6.5)

第7図 2012年8月11日 イラン/アルメニア/アゼルバイジャンの地震 (Mw6.4) Fig.7 The earthquake in northwestern Iran (Mw6.4) on August 11, 2012.

9月7日 中国、雲南省の地震

2012年9月7日12時19分(日本時間)に、中国、雲南省でMw5.5の地震が発生した。この地震はユ ーラシラアプレート内で発生した。この地震の発震機構(Global CMT 解)は西北西-東南東方向に圧力 軸を持つ型であった。本震が発生した日には余震活動があったが、その翌日から9月30日まで目立っ た活動はない。

この地震により、死者 81 人以上、負傷者 821 人、建物被害 37,000 棟などの被害を生じた(10 月 4 日 現在)。

1990年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺では被害を伴う地震がしばしば発生している。 2008年5月12日に四川省で発生した Mw7.9の地震により、死者 69,195人以上などの被害を生じた。

N = 101

※本資料中、2008 年5月12日の地震、2010 年4月14日の地震の Mw は気象庁による。 その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。 被害は、2009 年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010 年1月1日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。 プレート境界の位置は、Bird(2003)*より引用。

震央分布図(1990年1月1日~2012年9月 30日、深さ0~100 km、M≧5.5)

500km



Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3) 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第8図 2012年9月7日 中国, 雲南省の地震 (Mw5.5) Fig.8 The earthquake in Sichuan-Yunnan-Guizhou region, China (Mw5.5) on September 7, 2012.

10月1日 コロンビアの地震

2012年10月1日01時31分(日本時間)に、コロンビアの深さ170kmでMw7.2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)は北北西-南南東方向に張力軸を持つ型で、南米プレート の下に沈み込むナスカプレート内部で発生した。

この地震について、気象庁は遠地地震に関する情報(日本国内向け、この地震による津波の心配はありません)を同日 02 時 01 分に発表した。

1990年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 a)では1999年1月26日に深さ17km で Mw6.2の地震が発生し、死者1,900人などの被害を生じた。

※本資料中、2012 年 10 月 1 日の地震の Mw は気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。 被害は、2009 年 12 月 31 日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010 年 1 月 1 日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。 プレート境界の位置は、Bird(2003)*より引用。

震央分布図(1990年1月1日~2012年10月31日、深さO~300km、M≧5.5)



1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第9図(a) 2012年10月1日 コロンビアの地震 (Mw7.2) Fig.9(a) The earthquake in Colombia (Mw7.2) on October 1, 2012.

2012 年 10 月 1 日 コロンビアの地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012年10月1日1時31分(日本時間)にコロンビア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,遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は, USGS による震源の位置 (1°54.9′N, 76°21.3′W, 深さ 168km) とした. 断層 面は, 気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち, 観測波形をよく説明できる北西落ちの節面(走向241°, 傾斜37°)とした。最大破壊伝播速度は 2.1km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

・断層の大きさは長さ約 30km, 幅約 40km であった.

- ・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 3.4m であった(周辺の構造から剛性率を 70GPaとして計算).
- 主な破壊継続時間は15秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.2 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about srcproc.html を参照.



観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 20 40 (秒)





更新日:2012/10/15

第9図(b) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.9(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

10月1日 コロンビアの地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



2012 年 10 月 1 日 01 時 31 分(日本時間)にコロンビアで発生 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 ば同様であり、Mw は 7.2 であった。なお、W-phase の解析で求 めた震源はN1.9°、W76.1°,深さ161kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離 10°~90°までの44 観測点の 上下成分、4 観測点の東西成分、4 観測点の南北成分を用い、100 ~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。



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

解析に使用した観測点配置

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9図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.9(c) W-phase moment tensor solution.