11-2 世界の地震活動(2019年11月~2020年4月) Seismic Activity in the World (November 2019 – April 2020)

気象庁 Japan Meteorological Agency

今期間,世界で M6.0 以上の地震は 68 回発生し, M7.0 以上の地震は 3 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, 2020 年 1 月 29 日(日本時間)にキューバの深さ 10 km で発生した Mw7.7(気象庁による)の地震 であった.

2019年11月~2020年4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 及び発震機構(CMT 解)は 気象庁,そのほかの震源要素は USGS による(2020 年 5 月 5 日現在).また,時刻は日本時間である.

(1) モルッカ海の地震(Mw7.1, 第2図)

2019年11月15日01時17分にモルッカ海の深さ33kmでMw7.1の地震が発生した.この地震は, 発震機構が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった.この地震により負傷者3人等の 被害が生じた.

(2) キューバの地震 (Mw7.7, 第3図 (a), (b))

2020年1月29日04時10分にキューバの深さ10kmでMw7.7の地震が発生した.この地震は, 発震機構が西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で,北米プレートとカリブプレートの 境界で発生した.この地震によりケイマン諸島(イギリス領)で0.11mの津波を観測した.また, この地震の発生から約3時間後に約200km西方のホンジュラス北方の深さ10kmでM6.1の地震 が発生した.遠地実体波による震源過程解析の結果では,破壊域が破壊の開始点から西南西方向に 広がり,破壊時間が約40秒続いた.

(3) 千島列島東方(北西太平洋)の地震(Mw7.5, 第4図(a)~(c))

2020年3月25日11時49分に千島列島東方の深さ57kmでMw7.5の地震が発生した.この地震は, 発震機構が西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった.この地震により,北海道か ら東北地方太平洋側までの13市町村で震度1を観測し,また,千島列島のパラムシル(幌筵)島 で0.5m(目視),カリフォルニア州クレセントシティで0.11m等の津波を観測した.遠地実体波 による震源過程解析を行ったところ,断層面を気象庁 CMT 解の2枚の節面のどちらを仮定しても 観測波形と理論波形の残差に大きな差はなく,西北西傾斜の節面を仮定した場合は,破壊域が破壊 の開始点から東方向に広がり,破壊時間が約20秒続いた結果となり,東南東傾斜の節面を仮定し た場合は,破壊域が破壊の開始点から北北西方向に広がり,破壊時間が約25秒続いた結果となった.



第1図 (a) 世界の地震活動 (2019 年 11 月~ 2020 年 1 月, M ≧ 6.0, 深さ≦ 700 km) Fig. 1(a) Seismic activity in the World (November 2019 – January 2020, M ≧ 6.0, depth ≦ 700 km).



第1図(b) つづき(2020年2月~4月, M ≧ 6.0, 深さ≦ 700 km) Fig. 1(b) Continued (February 2020 – April 2020, M ≧ 6.0, depth ≦ 700 km).

11月15日 モルッカ海の地震

2019年11月15日01時17分(日本時間、以下同じ)に、モルッカ海の深さ33kmでMw7.1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)は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断 層型である。この地震により、負傷者3人等の被害が生じた。

気象庁は、この地震により、同日 01 時 43 分(日本沿岸で若干の海面変動あり)と、同日 03 時 19 分(現地で津波を観測)に遠地地震に関する情報を発表した。

1980年以降の活動をみると、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おり、2007年1月21日に発生した Mw7.5の地震では死者4人、負傷者4人等の被害が生じた。



※本資料中、今回の地震、及び2014年11月15日の地震(Mw7.0)の発震機構(CMT解)及びMwは気象庁による。その他の発震機構(CMT解)、図中の注釈のついた地震のMwはGlobalCMT解による。その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による(データ入手日:2019年12月1日)。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)*より引用。地震の被害状況について、出典のないものは OCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs:国連人道問題調整事務所)による。

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

第2図 2019年11月15日モルッカ海の地震(Mw7.1)

Fig. 2 The earthquake in Molucca Sea (Mw7.1) on November 15, 2019.

1月29日 キューバの地震

2020年1月29日04時10分(日本時間、以下同じ)にキューバの深さ10kmでMw7.7(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。この地震は、発震機構(気象庁によるCMT 解)が西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、北米プレートとカリブプレートの境界で発生した。

気象庁は、この地震に対して、同日 04 時 38 分に遠地地震に関する情報(日本への津波の影響なし) を発表した。この地震によりケイマン諸島(イギリス領)で0.11mの津波を観測した。

また、この地震の発生から約3時間後に約200km 西方のホンジュラス北方の深さ10km で M6.1の地震 が発生した。

2000年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 a) で、2004 年 12 月 15 日に Mw6.8 の地震 が発生している。

1980年以降の活動をみると、ホンジュラス北方からハイチにかけての地域(領域b)では、M7.0以上の地震が4回発生している。2010年1月13日のMw7.1の地震では、ハイチで死者30万人以上の被害が生じた。



※本資料中、(上図) 今回の地震の発震機構と Mw は気象庁、2004 年 12 月 15 日の地震の発震機構と Mw は Global CMT、その他の震 源要素は米国地質調査所(USGS)による(2020 年 2 月 2 日現在)。今回の地震の津波の高さは、米国海洋大気庁(NOAA)による。 (下図) 図中の Mw は気象庁、その他の震源要素は USGS による。過去の地震の被害は、宇津の「世界の被害地震の表」による。 プレート境界の位置と進行方向は Bird(2003) *より引用。

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

第3図(a) 2020年1月29日キューバの地震(Mw7.7) Fig. 3(a) The earthquake in Cuba (Mw7.7) on January 29, 2020.

2020 年 1 月 29 日 キューバの地震 ・ 遠地実体波による震源過程解析(暫定) -

2020年1月29日04時10分(日本時間)にキューバで発生した地震について、米国大学間地震学研究連合(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。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(19°26.4′N、78°45.3′W、深さ10km) とした。断層面は、気象庁 CMT 解の2枚の節面のうち東北東-西南西走向の節面(走向258°、傾斜 88°、すべり角7°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.0km/sとした。理論波形の計算に は CRUST2.0 (Bassin et al., 2000)および IASP91 (Kennett and Engdahl, 1991)の地下構造モデ ルを用いた。

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)。

- ・主な破壊領域は走向方向に約80km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から西南西方向に広がり、最大すべり量は13.1mであった(周辺の構造から剛性率を25GPaとして計算)。
- ・主な破壊継続時間は約40秒であった。
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は7.7 であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。







(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/

作成日:2020/02/06

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.



観測波形(上:0.01Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較





震央距離 30°~100°*1の 35 観測点*2 (P 波: 32、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。

参考文献

Bassin, C., Laske, G. and Masters, G., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897.

Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

第3図(b) つづき Fig. 3(b) Continued.

3月25日 千島列島東方(北西太平洋)の地震

2020年3月25日11時49分(日本時間、以下同じ)に、千島列島東方の深さ57kmでMw7.5(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。この地震は太平洋プレートの内部で発生し た。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である(気象庁によるCMT解)。 この地震により、北海道から東北地方太平洋側までの13市町村で震度1を観測した。また、気象庁は、 この地震に対して、「各地の震度に関する情報」の中で、「日本の沿岸で若干の海面変動あり」との呼 びかけを行った。この地震により、千島列島のパラムシル(幌筵)島で0.5m(目視)、カリフォルニ ア州クレセントシティで0.11m等、津波を観測している(アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。

2000 年以降の地震活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 a) では M6.0 以上の地震が時々発生している。

1980 年以降の地震活動をみると、千島列島(領域 b) では M7.0 以上の地震が時々発生している。 2006 年 11 月 15 日に千島列島東方で発生した Mw8.3 の地震では、津波が発生し、三宅島坪田で 84cm の他、北海道から沖縄県宮古島・八重山地方までの主に太平洋側沿岸、及び小笠原諸島で津波が観測 された。





^{*} 参考文献

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

第4図(a) 2020年3月25日千島列島東方(北西太平洋)の地震(Mw7.5) Fig. 4(a) The earthquake in east of the Kuril Islands (Northwest Pacific) (Mw7.5) on March 25, 2020.

2020 年 3 月 25 日 千島列島東方の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)- (その 1)

2020 年 3 月 25 日 11 時 49 分(日本時間)に千島列島東方で発生した地震について、米国大学間地 震学研究連合(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。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(48°59.1′N、157°41.5′E、深さ57km) とした。断層面は、気象庁 CMT 解の2枚の節面のどちらを仮定しても観測波形と理論波形の残差に大 きな差はなかった。今回は西北西傾斜の節面(走向193°、傾斜46°、すべり角76°)を仮定して解 析した。最大破壊伝播速度は 3.0km/s とした。理論波形の計算には IASP91 (Kennett and Engdahl, 1991)の地下構造モデルを用いた。

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)。

・主な破壊領域は走向方向に約30km、傾斜方向に約40kmであった。

- ・主なすべりは破壊開始点から東方向に広がり、最大すべり量は 3.5m であった(周辺の構造から 剛性率を 56GPa として計算)。
- ・主な破壊継続時間は約20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、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。



(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/

作成日:2020/03/27

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

第4図(b) 遠地実体波による震源過程解析



観測波形(上:0.01Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較

参考文献

Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

第4図(b) つづき Fig. 4(b) Continued.

2020 年3月25日 千島列島東方の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)- (その2)

2020 年 3 月 25 日 11 時 49 分(日本時間)に千島列島東方で発生した地震について、米国大学間地 震学研究連合(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。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(48°59.1′N、157°41.5′E、深さ57km) とした。断層面は、気象庁 CMT 解の2枚の節面のどちらを仮定しても観測波形と理論波形の残差に大 きな差はなかった。今回は東南東傾斜の節面(走向33°、傾斜46°、すべり角104°)を仮定して解 析した。最大破壊伝播速度は3.0km/sとした。理論波形の計算には IASP91 (Kennett and Engdahl, 1991)の地下構造モデルを用いた。

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)。

・主な破壊領域は走向方向に約30km、傾斜方向に約40kmであった。

- ・主なすべりは破壊開始点から北北西方向に広がり、最大すべり量は 3.3m であった(周辺の構造 から剛性率を 56GPa として計算)。
- ・主な破壊継続時間は約25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、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。



(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/

作成日:2020/03/27

第4図(b) つづき Fig. 4(b) Continued.



観測波形(上:0.01Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較

参考文献

Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

第4図(b) つづき Fig. 4(b) Continued.

3月25日 千島列島東方の地震の発震機構解析

2020年3月25日11時49分(日本時間)に千島列島東方で発生した地震について CMT 解析及び W-phase を用いた発震機構解析を行った。



 S

 Mw
 Mo
 断層面解1(走向/傾斜/すべり角)
 断層面解2(走向/傾斜/すべり角)

 7.5
 1.97×10²⁰Nm
 32.9°/45.6°/103.9°
 193.4°/46.1°/76.2°

2. W-phase の解析

W-T S

セントロイドは、北緯 49.2°、東経 157.8°、深さ 51km となった。

W-phase の解析では、震央距離 10°~90°までの 74 観測点の上下成分、
59 観測点の水平成分を用い、200~600 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。

Mw	Mo	断層面解1(走向/傾斜/すべり角)	断層面解2(走向/傾斜/すべり角)
7.5	2. 10×10^{20} Nm	26. 3° \checkmark 38. 6° \checkmark 93. 6°	201. 7° \checkmark 51. 5° \checkmark 87. 2°

(W-phase に関する参考文献)

Kanamori, H and L. Rivera, 2008, Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ 管理センター(DMC)より取得した広帯域地震波形記録を使用 した。

また、解析には金森博士及び Rivera 博士に頂いたプログラム 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(c) 発震機構解析 Fig. 4(c) Moment tensor solution.