

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

そのとき、何が起きたのか

Seismic source

平成23年3月11日14時46分、三陸沖(牡鹿半島の東南東約130km付近)の北緯38度6.21分、東経142度51.66分、深さ24kmを震源とするマグニチュード9.0の地震が発生しました。この地震により、宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の37市町村で震度6強の激しい揺れを観測したほか、北海道から九州地方にかけて震度6弱から震度1の揺れを観測しました。気象庁はこの地震を「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」と命名しました。

東北地方太平洋沖地震はマグニチュード9.0という日本周辺で観測史上最大の規模の地震になり、また、継続時間が長い強い揺れを東北・関東地方を中心に広範囲にもたらしました。

何故、このような継続時間が長く強い揺れになったのでしょうか。この地震は、日本列島の下に東側から沈み込む太平洋プレートと東日本を載せた陸のプレートの境界の断層が大きくずれること(断層破壊)によって発生しました(図1)。震源の周辺(図2の赤の領域a)で進行した破壊は、震源東側の海溝寄りに向かうとともに南北方向に進展しました(図2の黄色の領域b)。そこで最大のずれ量となり、この最大のずれによる海底の変動が大きな津波を引き起こしました。東北地方で観測された地震波形には、これらの破壊に対応する二度の強い揺れが見られます(図3の赤線aと黄線b)。断層破壊はさらに南に広がりが茨城県沖(図2の緑の領域c)で強い揺れを放出し、開始から約160秒かけて断層面の南端に達しました。こうして、最終的な震源域(図2の水色の領域A)は岩手県沖から茨城県沖にかけて長さ約450kmに及ぶことになり、その結果、強い揺れが長く続くことになりました。

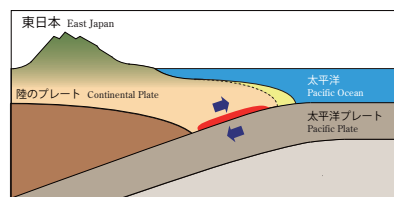


図1 東日本のプレート構造の断面図
Fig.1 East Japan plate structure cross section

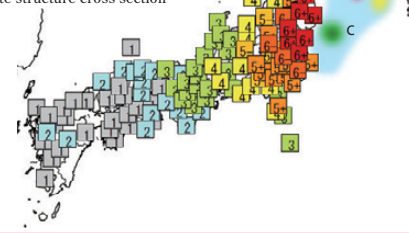


図2 東北地方太平洋沖地震の震央(×印)、震度分布、及び震源域(水色の領域)
Fig.2 Hypocenter (x), seismic intensity distribution and focal area (shown in light blue) of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

An earthquake with a magnitude of 9.0 occurred east of the Tohoku district at 14:46 on March 11, 2011. Its seismic intensity was 7 in Kurihara City, 6+ in 37 cities and towns in the prefectures of Miyagi, Fukushima, Ibaraki and Tochigi, and 6- to 1 in other areas of Japan. JMA gave the earthquake the official name The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

The magnitude of 9.0 made it the largest earthquake ever recorded in or around Japan, and it produced strong motion that continued over a very long period in the Tohoku and Kanto districts.

Why was there such strong shaking for so long?

This earthquake was caused by the rupture of a fault between the Pacific Plate subducting westward beneath Japan and the continental plate under eastern Japan (Fig. 1). The rupture, starting at around the epicenter (the red area in Fig. 2), propagated eastward and expanded significantly in a north-south direction (the yellow area in Fig. 2). The maximum extent of slip was seen at this location, and the resulting crustal deformation on the sea floor generated a huge tsunami. The seismic wave observed in the Tohoku district showed two large amplitudes, corresponding to these two ruptures (the red and yellow lines in Fig. 3). The rupture further expanded southward and caused strong shaking off Ibaraki Prefecture (the green area in Fig. 2), reaching its southernmost point about 160 seconds after it began. The rupture eventually covered a length of about 450 km stretching from Iwate to Ibaraki Prefecture. This is why the strong shaking lasted for so long.

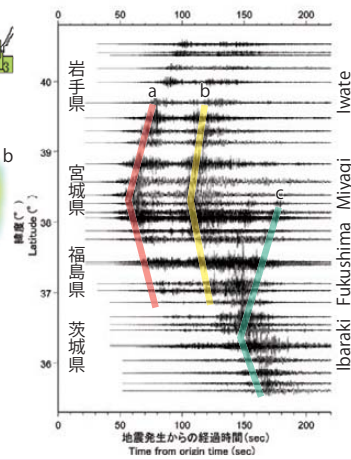


図3 東北・関東地方で観測された地震波形
図3の波形上の各線は、図2に同色で示す領域での破壊に対応した揺れであることを示す。
Fig.3 Seismic wave records from the Tohoku and Kanto districts
The colored lines (a,b,c) on the waveforms in Fig. 3 represent shaking corresponding to the colored areas (a,b,c) of rupture in Fig. 2.

観測された津波

Tsunami heights after The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

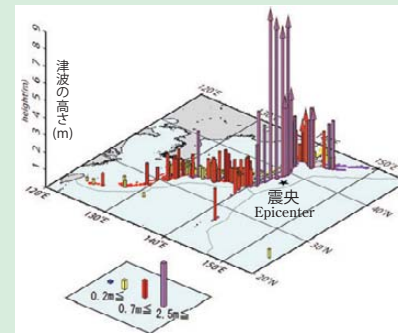
東北地方太平洋沖地震により、東北地方の太平洋沿岸をはじめとして北海道から沖縄にかけての広い範囲で津波が観測され、東日本の太平洋沿岸各地で甚大な被害をもたらしました。

「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」によりとりまとめられた津波の痕跡調査から、津波高が10m以上であった範囲が400kmを超える広範囲に及び、さらに平野部では浸水域が内陸に5km以上に及ぶなど、1896年の明治三陸津波や1933年の昭和三陸地震津波を大きく上回る規模の津波であったことがわかりました。また、この津波は太平洋全体に伝わり、チリでも2mを超える津波を観測するなど、太平洋沿岸諸国に影響を及ぼしました。

The earthquake generated tsunamis, that spread over a wide area from Hokkaido to Okinawa. The waves mainly hit along the Pacific coast of Japan from Tohoku to Kanto and caused severe damage to the area.

According to a tsunami tracking survey conducted by the 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group, an extensive area measuring more than 400 km in length was hit by tsunamis higher than 10 m that submerged plane areas more than 5 km inland. This showed that the tsunami had a much greater scale than the 1896 Meiji Sanriku Tsunami and the 1933 Showa Sanriku Tsunamis.

Waves also traveled over the Pacific Ocean and affected other countries around it. Tsunamis with heights exceeding 2 m were observed along the Chilean coasts.



津波観測施設で観測された津波の高さ
Heights recorded at tsunami observation facilities

矢印は、記録された中で最も高い値であり、実際の津波はこれより高かった可能性があることを示す。観測施設は、他機関の検潮所を含む(p.24 津波の観測網参照)。

The columnar arrows in the figure indicate the recorded tsunami heights; actual heights may have been greater. Tsunami observation facilities are run by JMA and other organizations (see p.24, Tsunami Monitoring Network).

余震活動

Aftershocks around Japan after The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

東北地方太平洋沖地震の発生直後から、震源域に対応する岩手県沖から茨城県沖にかけての広い領域で極めて多数の余震が発生しました。余震活動は、陸のプレートと太平洋プレートの境界付近だけでなく、海溝軸の東側の太平洋プレート内部や福島県と茨城県の陸のプレート内でも活発になりました。

また、余震域の外でも、東北地方から中部地方の各所で、マグニチュード6クラスの地震が発生したり、局所的に小規模の地震が多発したりする等、地震活動が活発になりました。

東北地方太平洋沖地震から2年以上が経過して、活発だった地震活動は次第に収まりつつありますが、発生前と比べると依然として活発な状況が続いています。

Immediately after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, many aftershocks hit a wide area corresponding to the source region ranging from the sea off Iwate to Ibaraki Prefecture. Aftershocks occurred frequently within the Pacific Plate beyond the Japan Trench and in the continental plate under the prefectures of Fukushima and Ibaraki, along the boundary between the plates.

Seismic activity also intensified outside the aftershock area, with earthquakes of around magnitude 6 and/or small earthquake swarms occurring in various places from Tohoku to the central part of Japan.

More than two years have passed since the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and the seismicity is gradually calmed down. However, it still remains more active than the days before the Tohoku event.

