

平成 27 年に発表した津波警報・注意報等の評価について

平成 27 年（2015 年）1 月 1 日～12 月 31 日の 1 年間に津波警報・注意報等を発表した地震は、2 月 17 日の三陸沖の地震、4 月 20 日の与那国島近海の地震、5 月 3 日の鳥島近海の地震、9 月 17 日のチリ中部沿岸の地震、11 月 14 日の薩摩半島西方沖の地震の 5 つで、いずれも津波注意報の発表であった。これらの地震・津波の概要及び発表した津波注意報の評価は以下のとおり。

1. 平成 27 年 2 月 17 日の三陸沖の地震で発表した津波注意報の評価

(1) 地震の概要

平成 27 年(2015 年) 2 月 17 日 08 時 06 分、三陸沖の深さ 13km で M6.9 の地震が発生した。発震機構(気象庁 CMT 解)は西北西 - 東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

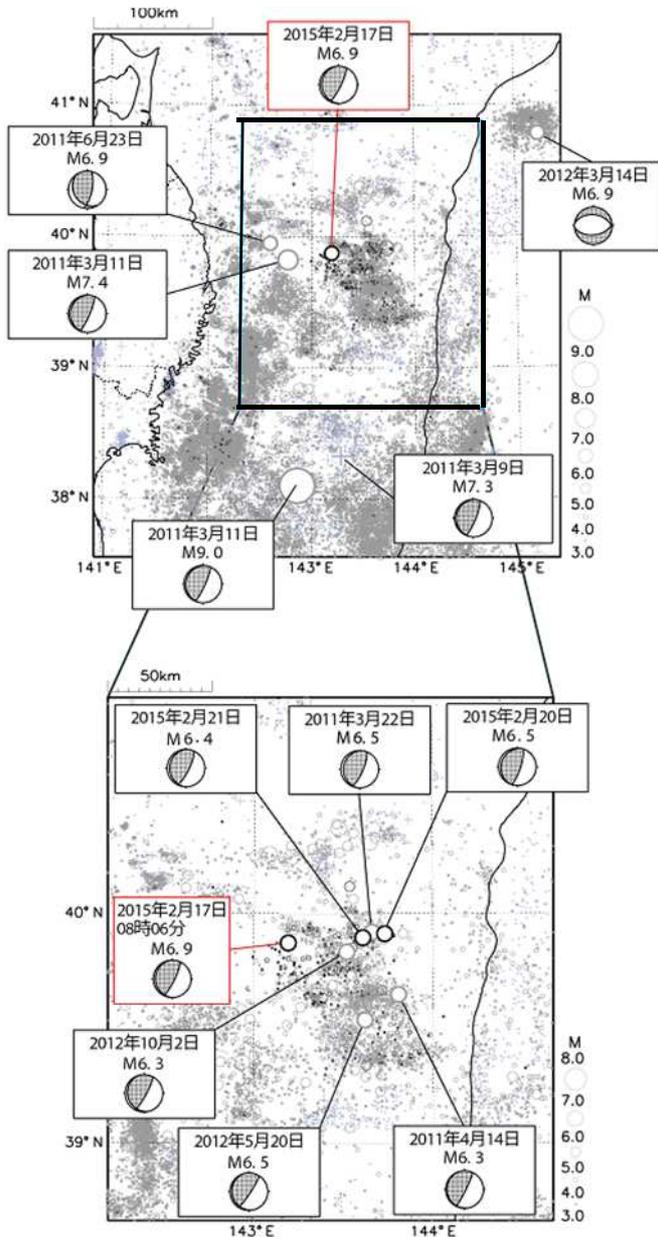


図 1.1 今回の地震の周辺の震央分布及び発震機構

1997 年 10 月 1 日～2015 年 2 月 28 日の期間に発生した、M 3.0、深さ 0～150km の地震を表示している。東北地方太平洋沖地震前に発生した地震を+、東北地方太平洋沖地震発生以降に発生した地震を薄い、2015 年 2 月の地震を濃い で表示している。発震機構は CMT 解。赤枠は今回の地震を示す。

表 1.1 地震の概要

地震発生日時	2015年2月17日08時06分
震央地名	三陸沖
震源要素	北緯39度52.3分,東経143度11.5分,深さ13km
マグニチュード	6.9(Mjma),6.7(Mw)
CMT解	西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

(2) 津波注意報の概要

この地震について発表した津波注意報の概要は表 1.2 のとおり。

表 1.2 津波注意報の発表状況

日時	概要	発表予報区
2月17日 08時06分	地震発生	
2月17日 08時09分	津波注意報発表	岩手県
2月17日 10時20分	津波注意報解除(発表から2時間11分後)	同上

(3) 津波の観測と予測との比較

表 1.3 各予報区において予測した津波の高さと観測した津波の高さ

津波予報区	予測(津波の高さ)	予報区内で観測した津波の高さの最大
北海道太平洋沿岸東部	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
北海道太平洋沿岸中部	津波予報(若干の海面変動)	0.1m ^{*2}
北海道太平洋沿岸西部	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
青森県太平洋沿岸	津波予報(若干の海面変動)	10cm
岩手県	津波注意報(1m ^{*1})	27cm
宮城県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
福島県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
茨城県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず

黄色の背景は津波注意報のグレードを示す。

表中の観測値は後日変更される場合がある。

*1 津波注意報は、高いところで0.2m以上1m以下の津波が予想される場合に発表。

*2 観測単位が0.1mである巨大津波観測計で観測。

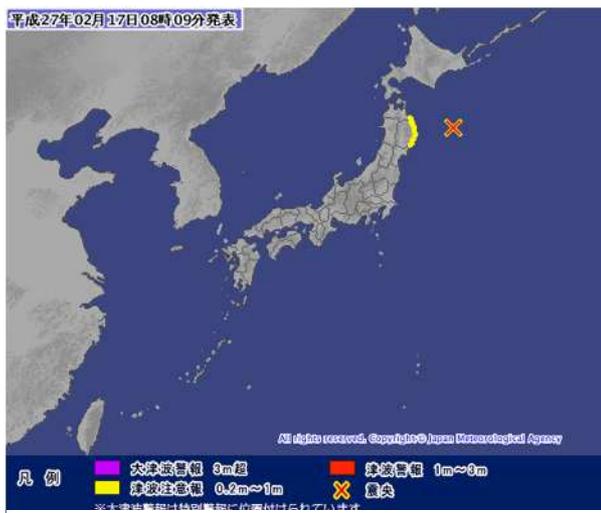


図 1.2 発表した津波注意報

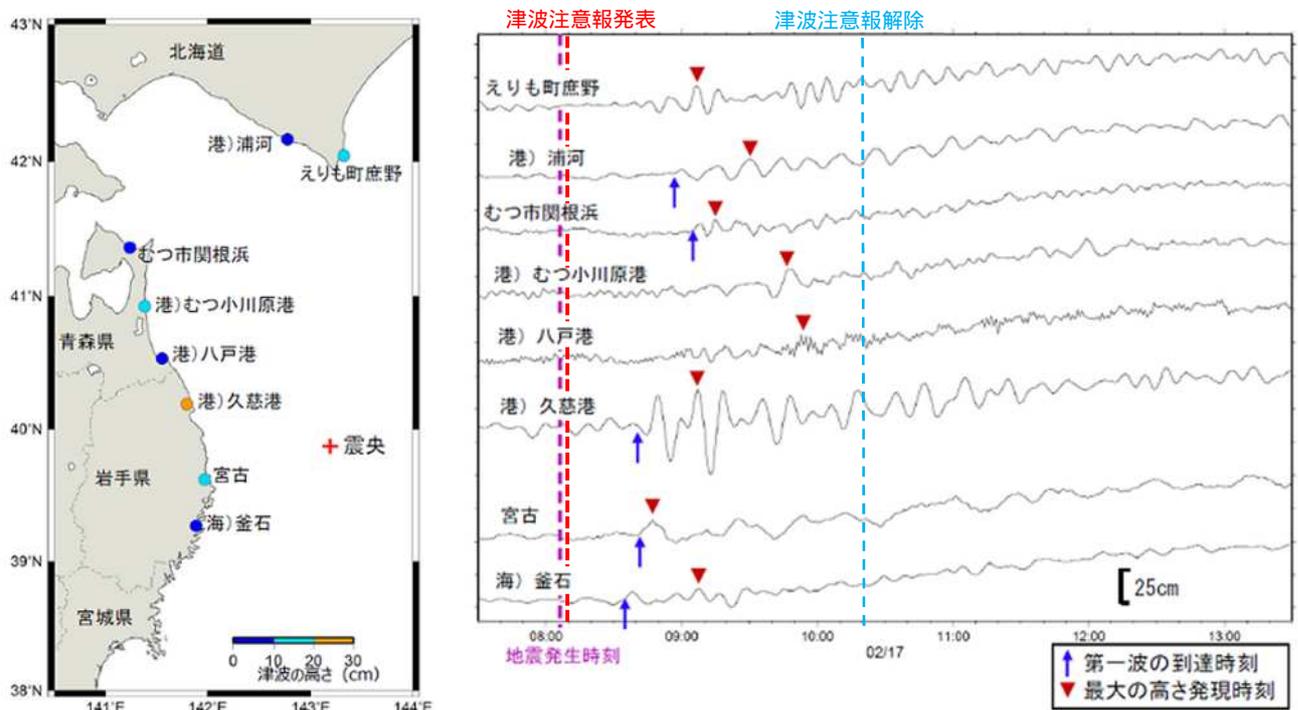


図 1.3 津波を観測した津波観測点及び観測した津波の波形

港)は国土交通省港湾局、海)は海上保安庁の津波観測点。

(4) 津波予測の評価

発表した津波注意報は、当該津波予報区で観測した津波の高さと整合しており、概ね妥当な予測であった。しかし、緊急時に求めた震源と精査して求めた暫定震源は、水平位置で約100km程度ずれていたことが判明した。今回の地震の発生状況は、まず小さな地震が発生し、数秒の時間をおいて津波を引き起こした地震が発生したが、緊急的に震源を求めている段階ではそれらを分離することが出来ず、一つ目の地震のP波と二つ目の地震のS波を

検測する形となり、震源の水平位置が本来の位置よりずれて決められた。時間が切迫した中で緊急で求める震源については、精査した震源に比べてその精度が落ちることから、量的津波予報ではこのような震源要素の予測誤差をある程度吸収できるようにしているが、今回の水平位置の相違は予測誤差の範囲を超えていた。

このような場合でも適切に津波注意報を公表することが出来るようにするため、震源決定については、通常のP相及びS相を用いて求めた震源とP相だけで求めた震源と比較を行い、位置の差が大きければ複数地震発生の可能性が高いとして、通常の震源による津波予測とP相だけで求めた震源による津波予測のうち、津波予報区毎に危険な内容（より高い、より早い予測）を採用して津波注意報を公表するという対策を行うこととした。また、津波注意報発表後は、グリッドサーチによるCMT解析を行い、セントロイドの位置が決定した震源と大きく異なっていないことの確認を行うという対策を行うこととした。

2. 平成 27 年 4 月 20 日の与那国島近海の地震で発表した津波注意報の評価

(1) 地震の概要

平成 27 年(2015 年) 4 月 20 日 10 時 42 分、与那国島近海の深さ 22km で M6.8 の地震が発生した。発震機構（気象庁 CMT 解）は南北方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

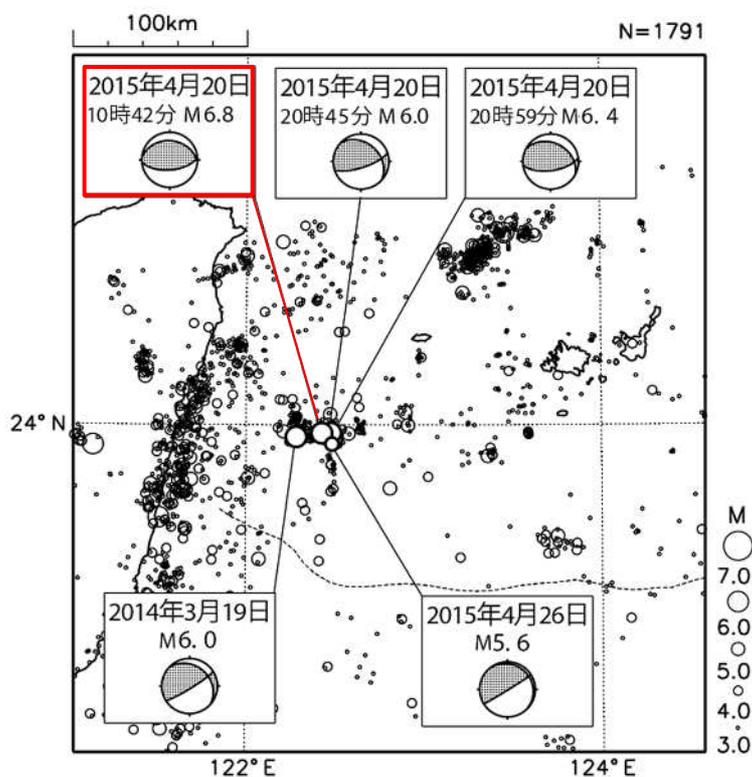


図 2.1 今回の地震の周辺の震央分布及び発震機構

2010 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 4 月 30 日の期間に発生した、M 3.0、深さ 0 ~ 50km の地震を表示している。図中の発震機構は CMT 解。赤枠は今回の地震を示す。

表 2.1 地震の概要

地震発生日時	2015年4月20日10時42分
震央地名	与那国島近海
震源要素	北緯23度57.3分,東経122度25.6分,深さ22km
マグニチュード	6.8(Mjma),6.3(Mw)
CMT解	南北方向に圧力軸を持つ逆断層型

(2) 津波注意報の概要

この地震について発表した津波注意報の概要は表 2.2 のとおり。

表 2.2 津波注意報の発表状況

日時	概要	発表予報区
4月20日 10時42分	地震発生	
4月20日 10時47分	津波注意報発表	宮古島・八重山地方
4月20日 11時50分	津波注意報解除(発表から1時間03分後)	同上

(3) 津波の観測と予測との比較

表 2.3 各予報区において予測した津波の高さと観測した津波の高さ

津波予報区	予測(津波の高さ)	予報区内で観測した津波の高さの最大
沖縄本島地方	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
宮古島・八重山地方	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず

黄色の背景は津波注意報のグレードを示す。

表中の観測値は後日変更される場合がある。

*1 津波注意報は、高いところで0.2m以上1m以下の津波が予想される場合に発表。



図 2.2 発表した津波注意報

(4) 津波予測の評価

この地震による津波は観測されなかった。津波を予測したが観測されなかった理由は、津波注意報を発表する時に使用したマグニチュードが、緊急的に求めたマグニチュード (M6.8) であり、後日解析したモーメントマグニチュードより大きかったためと考えられる。

3. 平成 27 年 5 月 3 日の鳥島近海の地震で発表した津波注意報の評価

(1) 地震の概要

平成 27 年(2015 年) 5 月 3 日 01 時 50 分、鳥島近海の深さ 28km で M5.9 の地震が発生した。この地震は、S 相の検出がしづらい紡錘上の波形をしており、また周期の長い変位波形が後続に見えることから、震源要素の確定・精査に時間を要した。

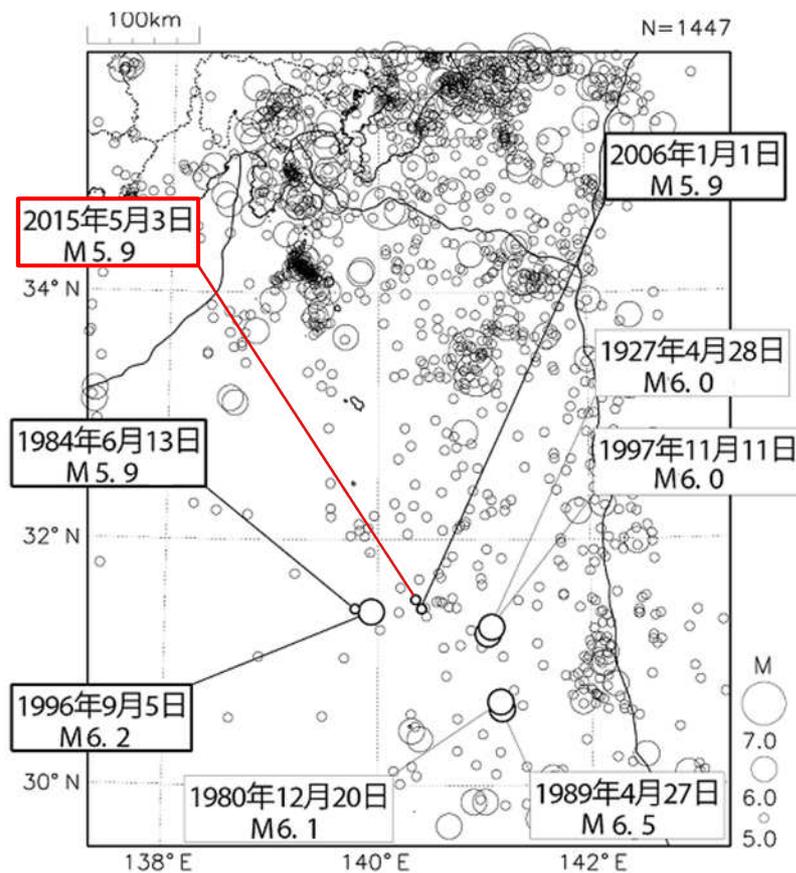


図 3.1 今回の地震の周辺の震央分布及び発震機構

1923 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 5 月 31 日の期間に発生した、M 5.0、深さ 0 ~ 200km の地震を表示している。赤枠は今回の地震を、太枠の吹き出しは津波を観測した地震を示す。

表 3.1 地震の概要

地震発生日時	2015年5月3日01時50分
震央地名	鳥島近海
震源要素	北緯31度31.0分,東経140度21.2分,深さ28km
マグニチュード	5.9(Mjma),5.7(Mw)

(2) 津波注意報の概要

この地震について発表した津波注意報の概要は表 3.2 のとおり。

表 3.2 津波注意報の発表状況

日時	概要	発表予報区
5月3日 01時50分	地震発生	
5月3日 02時39分	津波注意報発表	伊豆諸島、小笠原諸島
5月3日 04時10分	津波注意報解除(発表から1時間31分後)	上記全ての予報区

(3) 津波の観測と予測との比較

表 3.3 各予報区において予測した津波の高さと観測した津波の高さ

津波予報区	予測(津波の高さ)	予報区内で観測した津波の高さの最大
千葉県内房	予報なし	10cm
伊豆諸島	津波注意報(1m ^{*1})	0.6m ^{*2}
小笠原諸島	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず
相模湾・三浦半島	予報なし	0.1m ^{*2}
静岡県	予報なし	8cm
和歌山県	予報なし	4cm
高知県	予報なし	9cm
奄美群島・トカラ列島	予報なし	14cm
大東島地方	予報なし	3cm

黄色の背景は津波注意報のグレードを示す。

表中の観測値は後日変更される場合がある。

*1 津波注意報は、高いところで0.2m以上1m以下の津波が予想される場合に発表。

*2 観測単位が0.1mである巨大津波観測計で観測。

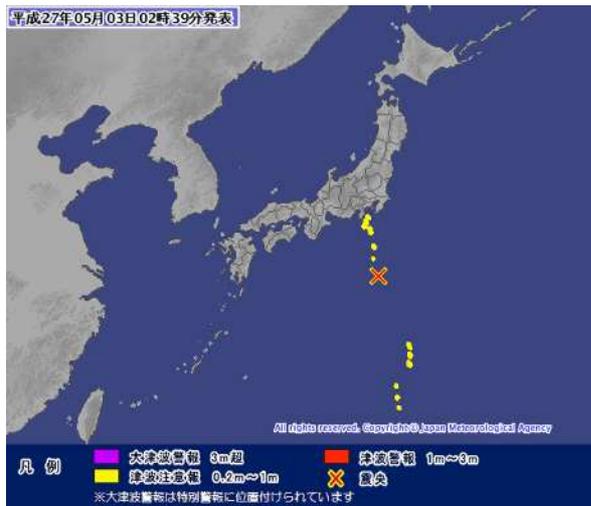


図 3.2 発表した津波注意報

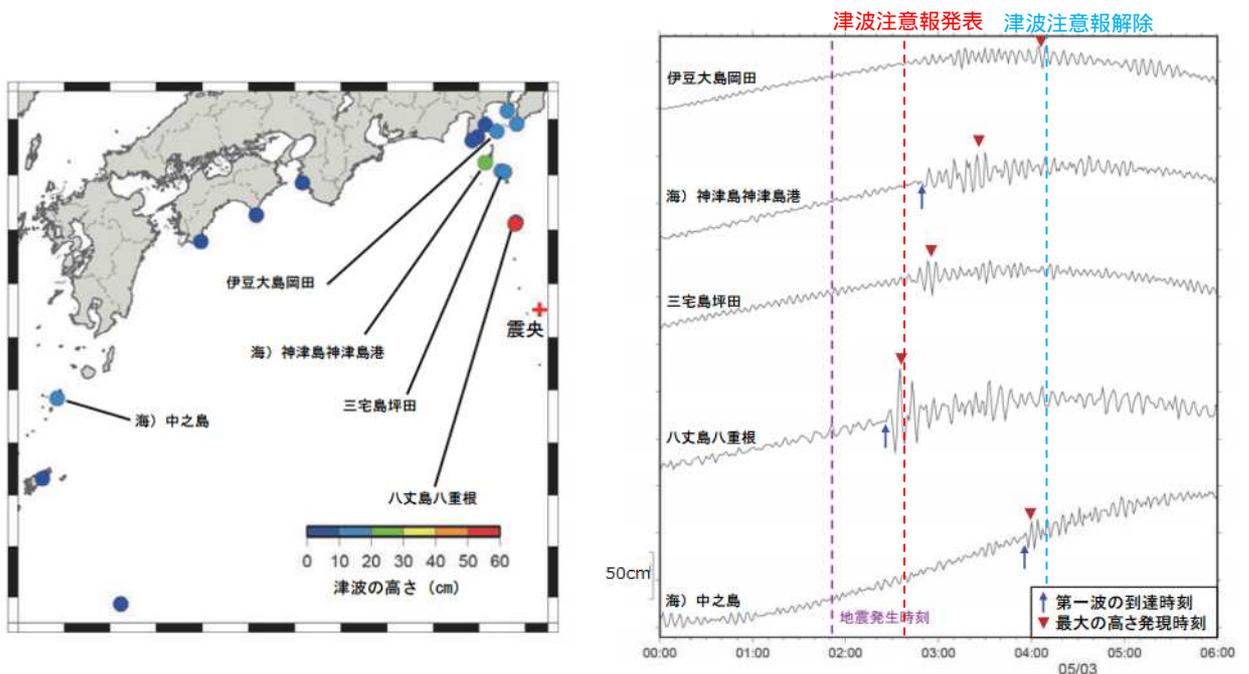


図 3.3 津波を観測した津波観測点及び観測した津波の波形

海) は海上保安庁の津波観測点。

(4) 津波予測の評価

この地震のマグニチュードは、一般に津波を発生させる地震より小さかった(M5.9)。しかし、同領域で発生した地震では過去に M6 前後で津波を観測した事例があるため、各地の潮位の実況を監視することとし、八丈島八重根で津波が観測されたため、伊豆諸島及び

小笠原諸島に津波注意報を発表した。

今回、マグニチュードが 6 未満の地震で津波注意報クラスの津波が観測されたことを受け、この領域で発生する地震による津波注意報の発表基準を見直すこととした。

4. 平成 27 年 9 月 17 日のチリ中部沿岸の地震で発表した津波注意報の評価

(1) 地震の概要

平成 27 年(2015 年)9 月 17 日 07 時 54 分、チリ中部沿岸の深さ 22km で Mw8.3 の地震が発生した。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あった。

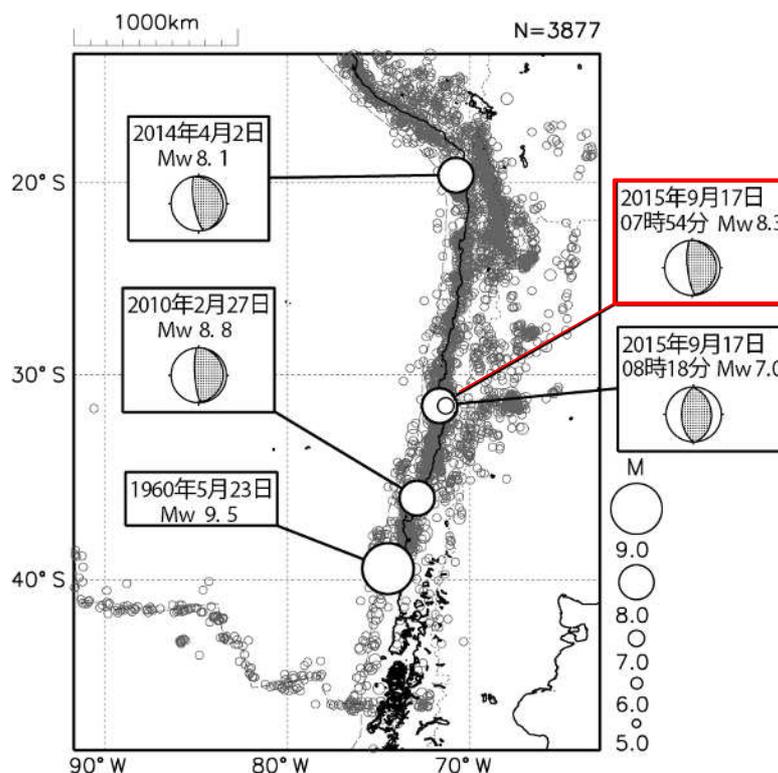


図 4.1 今回の地震の周辺の震央分布及び発震機構

1960 年 1 月 1 日 ~ 2015 年 9 月 30 日の期間に発生した、M 5.0、深さ 0 ~ 200km の地震を表示している。赤枠は今回の地震を示す。

表 4.1 地震の概要

地震発生日時	2015 年 9 月 17 日 07 時 54 分
震央地名	チリ中部沿岸
震源要素	南緯 31 度 34.3 分, 西経 71 度 40.4 分, 深さ 22km
マグニチュード	8.3(Mw)
CMT 解	東西方向に圧力軸を持つ逆断層型

(2) 津波注意報の概要

この地震について発表した津波注意報の概要は表 4.2 のとおり。

表 4.2 津波注意報の発表状況

日時	概要	発表予報区
9月17日 07時54分	地震発生	
9月18日 03時00分	津波注意報発表	北海道太平洋沿岸東部、北海道太平洋沿岸中部、北海道太平洋沿岸西部、青森県日本海沿岸、青森県太平洋沿岸、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、東京湾内湾、伊豆諸島、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、和歌山県、徳島県、愛媛県宇和海沿岸、高知県、大分県瀬戸内海沿岸、大分県豊後水道沿岸、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、鹿児島県西部、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方
9月18日 16時40分	津波注意報解除 (発表から13時間40分後)	上記全ての予報区

(3) 津波の観測と予測との比較

表 4.3 各予報区において予測した津波の高さと観測した津波の高さ

津波予報区	予測(津波の高さ)	予報区内で観測した津波の高さの最大
オホーツク海沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
北海道太平洋沿岸東部	津波注意報(1m ^{*1})	27cm
北海道太平洋沿岸中部	津波注意報(1m ^{*1})	0.5m ^{*2}
北海道太平洋沿岸西部	津波注意報(1m ^{*1})	21cm
陸奥湾	津波予報(若干の海面変動)	5cm
青森県日本海沿岸	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず
青森県太平洋沿岸	津波注意報(1m ^{*1})	27cm
岩手県	津波注意報(1m ^{*1})	78cm
宮城県	津波注意報(1m ^{*1})	36cm
福島県	津波注意報(1m ^{*1})	33cm
茨城県	津波注意報(1m ^{*1})	0.4m ^{*2}
千葉県九十九里・外房	津波注意報(1m ^{*1})	16cm

千葉県内房	津波注意報(1m ^{*1})	17cm
東京湾内湾	津波注意報(1m ^{*1})	7cm
伊豆諸島	津波注意報(1m ^{*1})	0.5m ^{*2}
小笠原諸島	津波注意報(1m ^{*1})	35cm
相模湾・三浦半島	津波注意報(1m ^{*1})	14cm
静岡県	津波注意報(1m ^{*1})	22cm
愛知県外海	津波注意報(1m ^{*1})	26cm
伊勢・三河湾	津波注意報(1m ^{*1})	6cm
三重県南部	津波注意報(1m ^{*1})	25cm
兵庫県瀬戸内海沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
淡路島南部	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
大阪府	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
和歌山県	津波注意報(1m ^{*1})	25cm
岡山県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
広島県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
香川県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
愛媛県瀬戸内海沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
愛媛県宇和海沿岸	津波注意報(1m ^{*1})	9cm
徳島県	津波注意報(1m ^{*1})	17cm
高知県	津波注意報(1m ^{*1})	31cm
山口県瀬戸内海沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
福岡県瀬戸内海沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
福岡県日本海沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
佐賀県北部	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
長崎県西方	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
有明・八代海	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
熊本県天草灘沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
大分県瀬戸内海沿岸	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず
大分県豊後水道沿岸	津波注意報(1m ^{*1})	7cm
宮崎県	津波注意報(1m ^{*1})	25cm
鹿児島県東部	津波注意報(1m ^{*1})	17cm
種子島・屋久島地方	津波注意報(1m ^{*1})	22cm
奄美群島・トカラ列島	津波注意報(1m ^{*1})	25cm
鹿児島県西部	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず
沖縄本島地方	津波注意報(1m ^{*1})	11cm

宮古島・八重山地方	津波注意報(1m ⁺)	13cm
大東島地方	津波注意報(1m ⁺)	観測されず

黄色の背景は津波注意報のグレードを示す。

表中の観測値は後日変更される場合がある。

*1 津波注意報は、高いところで0.2m以上1m以下の津波が予想される場合に発表。

*2 観測単位が0.1mである巨大津波観測計で観測。

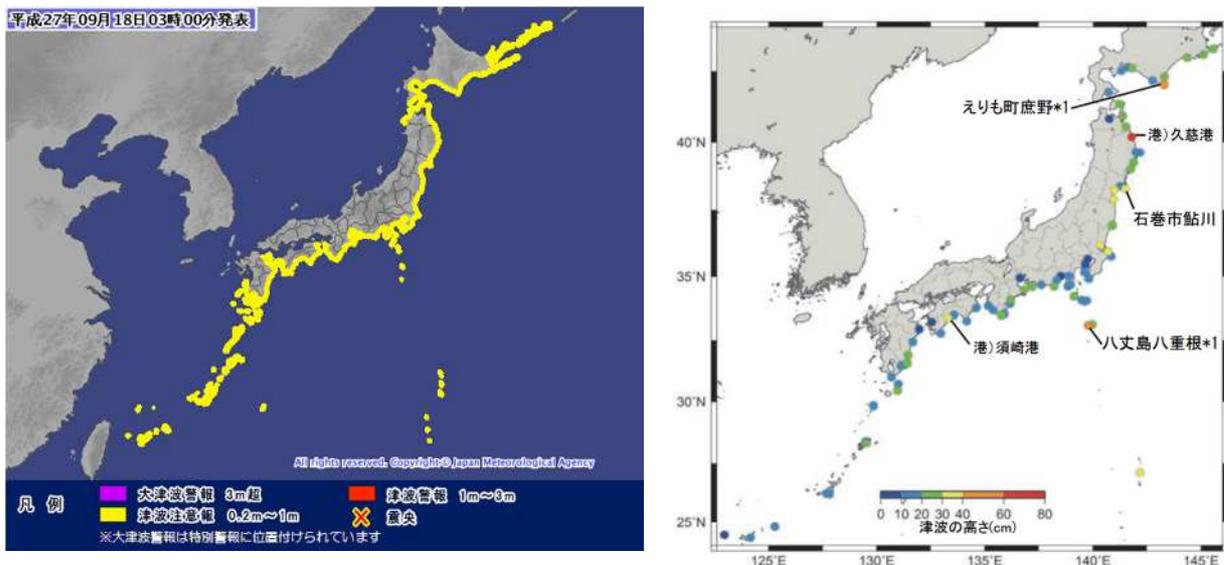


図 4.2 発表した津波注意報及び津波を観測した津波観測点

港)は国土交通省港湾局、無印は気象庁の津波観測点。

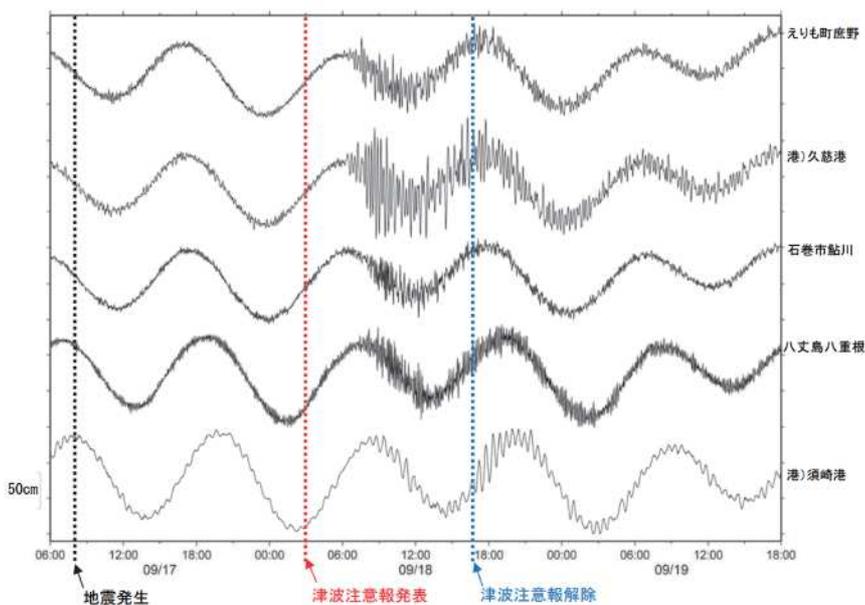


図 4.3 観測した津波の波形

港)は国土交通省港湾局、無印は気象庁の津波観測点。

(4) 津波予測の評価

今回の地震は、日本に津波が到達するまでに時間的に余裕があったことから、気象庁及び関係機関が求めたCMT解析結果をもとに津波の数値シミュレーション計算を行った。

津波の伝播経路上にある海外検潮所の観測値と予測値を比較したところ、予測した津波の高さよりもやや高い値を観測していた。このため、日本への津波の高さの予測を、検潮所で観測した津波の高さと整合がとれるように1.2倍して、太平洋沿岸全域を対象とした津波注意報を発表した。

日本の沿岸で観測した津波の高さは、発表した津波注意報の内容と概ね整合し、妥当な予測であった。

5. 平成27年11月14日の薩摩半島西方沖の地震で発表した津波注意報の評価

(1) 地震の概要

平成27年(2015年)11月14日05時51分、薩摩半島西方沖の深さ17kmでM7.1の地震が発生した。発震機構(気象庁CMT解)は北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった。

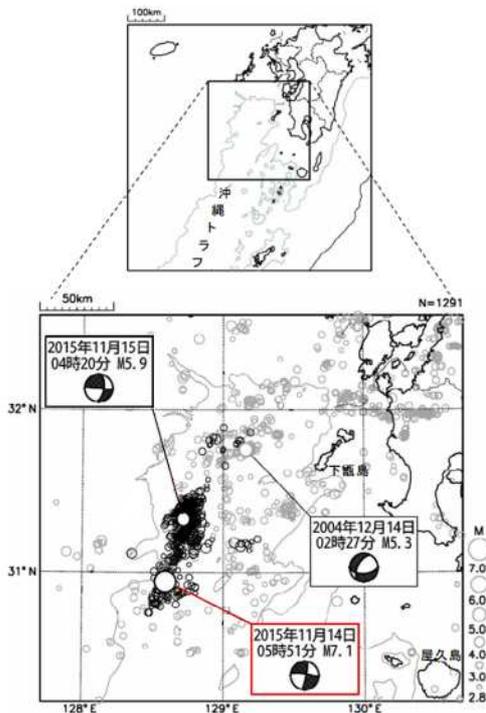


図5.1 今回の地震の周辺の震央分布及び発震機構

1997年10月1日～2015年11月30日の期間に発生した、M 2.8、深さ0～30kmの地震を表示している。2015年11月の地震を濃い で表示している。図中の細線は水深500mを示す。赤枠は今回の地震を示す。

表 5.1 地震の概要

地震発生日時	2015年11月14日05時51分
震央地名	薩摩半島西方沖
震源要素	北緯30度56.5分,東経128度35.4分,深さ17km
マグニチュード	7.1(Mjma),6.7(Mw)
CMT解	北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型

(2) 津波注意報の概要

この地震について発表した津波注意報の概要は表5.1のとおり。

表 5.2 津波注意報の発表状況

日時	概要	発表予報区
11月14日 05時51分	地震発生	
11月14日 05時56分	津波注意報発表	種子島・屋久島地方、奄美群島・トカラ列島、鹿児島県西部
11月14日 07時20分	津波注意報解除(発表から1時間24分後)	上記全ての予報区

(3) 津波の観測と予測との比較

表 5.3 各予報区において予測した津波の高さと観測した津波の高さ

津波予報区	予測(津波の高さ)	予報区内で観測した津波の高さの最大
高知県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
有明・八代海	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
長崎県西方	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
熊本県天草灘沿岸	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
宮崎県	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
鹿児島県東部	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
沖縄本島地方	津波予報(若干の海面変動)	観測されず
種子島・屋久島地方	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず
奄美群島・トカラ列島	津波注意報(1m ^{*1})	30cm
鹿児島県西部	津波注意報(1m ^{*1})	観測されず

黄色の背景は津波注意報のグレードを示す。

表中の観測値は後日変更される場合がある。

*1 津波注意報は、高いところで0.2m以上1m以下の津波が予想される場合に発表。

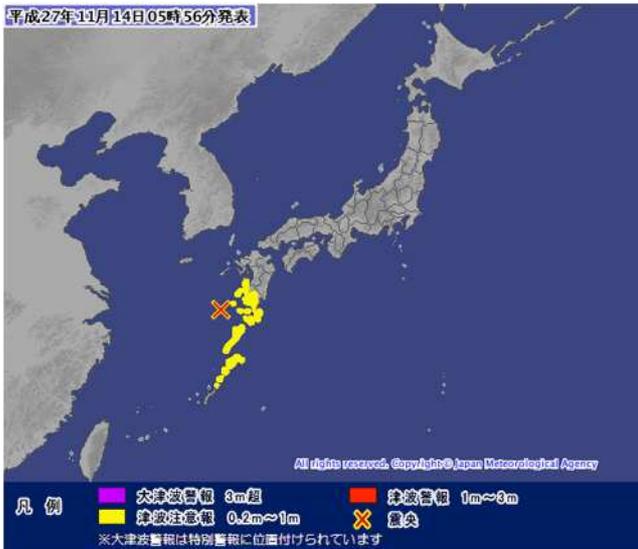


図 5.2 発表した津波注意報

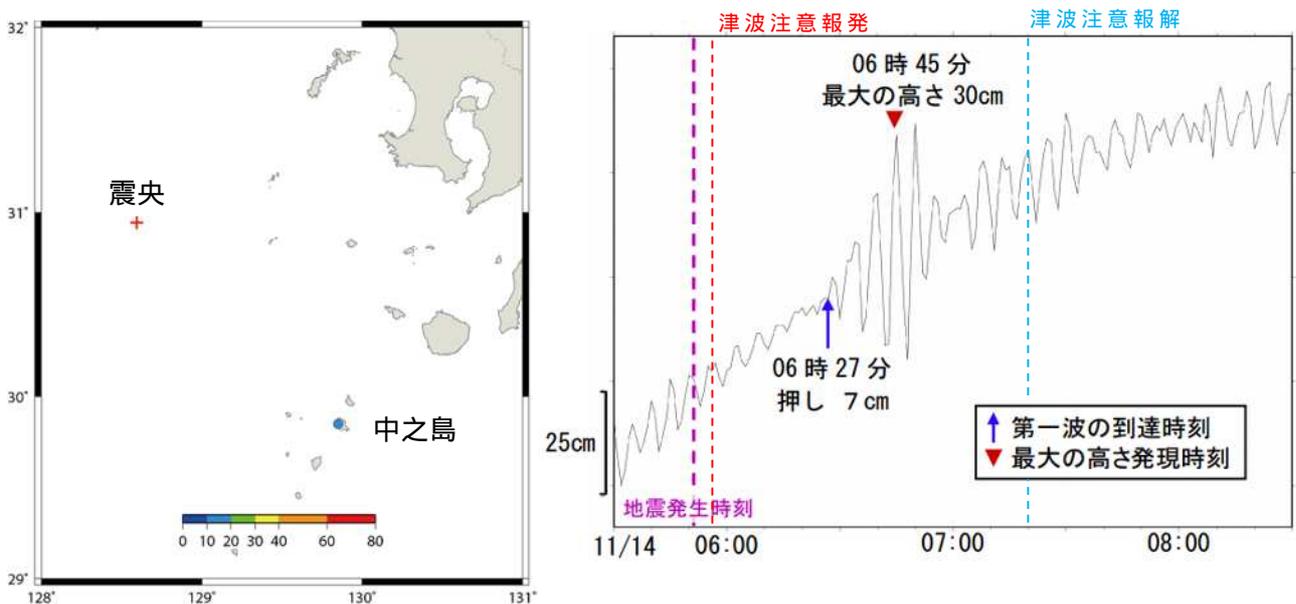


図 5.3 津波を観測した津波観測点及び観測した津波の波形

海)は海上保安庁の津波観測点。

(4) 津波予測の評価

量的津波予報では、防災上の観点から、予想される津波の高さが最大となる逆断層を想定して津波予測値を求めており、今回はその予測に基づいて津波注意報を発表した。しかし、実際の地震は横ずれ断層であったため、津波の高さは量的津波予報の予測値より小さかった。その一方で、中之島で推測を上回る 30cm の津波を観測した。他の地点では津波を観測していないこと、中之島については通常時の潮位変動が大きいこと、津波の前後で潮

位変化の周期が変わっていないことから、中之島では湾の固有周期と津波の周期が一致して副振動が発生し、この高さの津波を観測した可能性がある。